

# Eficácia da cirurgia intrauterina no tratamento da mielomeningocele

*Efficacy of intrauterine surgery in the treatment of myelomeningocele*

*Eficacia de la cirugía intrauterina en el tratamiento de la mielomeningocele*

Lívia de Araújo Silva<sup>1</sup>, Augusto da Rocha Massa<sup>2</sup>, Conceição de Maria Siqueira Alves Gomes<sup>3</sup>, Gabriela Santos da Silveira<sup>4</sup>, Juliana Palmeira Marques Santos<sup>5</sup>, Pedro Guilherme Gouveia de Oliveira<sup>6</sup>, Hugo Rafael de Souza e Silva<sup>7</sup>

1. Estudante de Medicina, Universidade de Pernambuco. Recife-PE, Brasil. Orcid: <https://orcid.org/0009-0009-0364-9159>

2. Estudante de Medicina, Universidade de Pernambuco. Recife-PE, Brasil. Orcid: <https://orcid.org/0009-0005-3764-2618>

3. Estudante de Medicina, Universidade de Pernambuco. Recife-PE, Brasil. Orcid: <https://orcid.org/0009-0009-6523-8320>

4. Estudante de Medicina, Universidade de Pernambuco. Recife-PE, Brasil. Orcid: <https://orcid.org/0009-0000-8496-7056>

5. Estudante de Medicina, Universidade de Pernambuco. Recife-PE, Brasil. Orcid: <https://orcid.org/0009-0008-3155-0685>

6. Estudante de Medicina, Universidade de Pernambuco. Recife-PE, Brasil. Orcid: <https://orcid.org/0009-0000-0575-6593>

7. Enfermeiro, Doutorado em Psiquiatria e Psicologia Médica pela (EPM/UNIFESP), Professor Universitário da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade de Pernambuco. Recife-PE, Brasil. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-7958-2474>

## Resumo

**Introdução.** A mielomeningocele (MMC) é a forma mais grave da espinha bífida, malformação congênita do tubo neural que causa exposição da medula espinhal e danos neurológicos irreversíveis. Tradicionalmente, o tratamento é cirúrgico e realizado após o nascimento, mas essa abordagem está associada a complicações como a síndrome da medula ancorada. A cirurgia intrauterina tem sido proposta como alternativa com potencial neuroprotetor, promovendo o fechamento precoce da lesão e redução do dano neural. **Objetivo.** Avaliar a eficácia da cirurgia intrauterina no tratamento da mielomeningocele no feto. **Método.** Foi realizada uma revisão de escopo conforme as diretrizes do PRISMA-ScR. As buscas ocorreram nas bases PubMed, Cochrane e *Clinical Trials*, utilizando descritores MeSH e considerou ensaios clínicos randomizados e revisões sistemáticas publicadas a partir de janeiro de 2020. Seis estudos foram incluídos. **Resultados.** Os estudos apontam que a cirurgia intrauterina está associada a melhores desfechos motores e neurofuncionais, menor necessidade de derivação líquórica e maior reversão de herniação do rombencéfalo. Técnicas menos invasivas, como mini-histerotomia e microneurocirurgia, reduziram complicações como parto prematuro e ruptura de membranas, especialmente em centros especializados com maior experiência. **Conclusão.** A cirurgia intrauterina para MMC demonstra eficácia superior ao reparo pós-natal em diversos desfechos, mas exige maior padronização da técnica, estudos multicêntricos mais robustos, com maior espaço amostral, bem como políticas que ampliem o acesso seguro e equitativo a essa abordagem.

**Unitermos.** Espinha bífida; Mielomeningocele; Cirurgia fetal intrauterina; Eficácia

## Abstract

**Introduction.** Myelomeningocele (MMC) is the most severe form of spina bifida, a congenital neural tube defect that results in spinal cord exposure and irreversible neurological damage.

Traditionally, treatment is surgical and performed postnatally; however, this approach is associated with complications such as tethered cord syndrome. Intrauterine surgery has been proposed as a neuroprotective alternative, promoting early lesion closure and reducing progressive neural damage. **Objective.** To evaluate the efficacy of intrauterine surgery in the treatment of fetal myelomeningocele. **Method.** A scoping review was conducted following PRISMA-ScR guidelines. Searches were performed in PubMed, Cochrane, and Clinical Trials databases using MeSH terms. Randomized clinical trials and systematic reviews published from January 2020 onwards were included. Six studies met the inclusion criteria. **Results.** The studies indicate that intrauterine surgery is associated with better motor and neurofunctional outcomes, a lower need for cerebrospinal fluid shunting, and a higher rate of reversal of hindbrain herniation. Less invasive techniques, such as mini-hysterotomy and microneurosurgery, were associated with fewer complications, including preterm birth and membrane rupture, particularly in specialized centers with greater technical expertise. **Conclusion.** Intrauterine surgery for MMC shows superior efficacy compared to postnatal repair in several clinical outcomes. However, there is a need for greater technical standardization, more robust multicenter studies with larger sample sizes, and public policies to ensure safe and equitable access to this intervention.

**Keywords.** Spina bifida; Meningomyelocele; Intrauterine fetal surgery; Efficacy

---

## Resumen

**Introducción.** La mielomeningocele (MMC) es la forma más grave de espina bífida, una malformación congénita del tubo neural que provoca la exposición de la médula espinal y daños neurológicos irreversibles. Tradicionalmente, el tratamiento es quirúrgico y se realiza después del nacimiento; sin embargo, este enfoque se asocia a complicaciones como el síndrome de médula anclada. La cirugía intrauterina ha sido propuesta como una alternativa con potencial neuroprotector, promoviendo el cierre temprano de la lesión y la reducción del daño neurológico progresivo. **Objetivo.** Evaluar la eficacia de la cirugía intrauterina en el tratamiento de la mielomeningocele fetal. **Método.** Se realizó una revisión de alcance siguiendo las directrices del PRISMA-ScR. Las búsquedas se realizaron en las bases de datos PubMed, Cochrane y Clinical Trials utilizando descriptores MeSH. Se incluyeron ensayos clínicos aleatorizados y revisiones sistemáticas publicadas a partir de enero de 2020. Seis estudios fueron seleccionados para el análisis. **Resultados.** Los estudios muestran que la cirugía intrauterina se asocia a mejores resultados motores y neurofuncionales, menor necesidad de derivación de líquido cefalorraquídeo y mayor reversión de la herniación del rombencéfalo. Las técnicas menos invasivas, como la mini-histerotomía y la microcirugía neurológica, redujeron complicaciones como el parto prematuro y la ruptura de membranas, especialmente en centros especializados con mayor experiencia. **Conclusión.** La cirugía intrauterina para MMC demuestra una eficacia superior en comparación con la reparación postnatal en diversos resultados clínicos. No obstante, se requiere una mayor estandarización técnica, estudios multicéntricos más sólidos con muestras amplias, así como políticas que amplíen el acceso seguro y equitativo a este tratamiento.

**Palabras clave.** Espina bífida; Mielomeningocele; Cirugía fetal intrauterina; Eficacia

---

Trabalho realizado na Faculdade de Ciências Médicas da Universidade de Pernambuco (FCM/UPE).

Conflito de interesse: não

Recebido em: 23/06/2025

Aceito em: 14/08/2025

Endereço de correspondência: Hugo RS e Silva. R. Antônio de Castro 133, apto 302. Recife-PE, Brasil. CEP 52070-080. E-mail: [hugo.silva@upe.br](mailto:hugo.silva@upe.br)

---

## INTRODUÇÃO

A espinha bífida é um espectro de malformações congênitas do tubo neural caracterizado pelo fechamento inadequado dessa estrutura durante o desenvolvimento embrionário, que culmina em uma abertura na coluna

vertebral<sup>1,2</sup>. Trata-se de um espectro pois, clinicamente, a condição pode apresentar-se de maneiras distintas que vão desde a espinha bífida oculta, em que o fechamento incompleto da coluna vertebral não costuma repercutir sobre o sistema nervoso, à espinha bífida cística, em que a abertura da coluna propicia a protrusão de estruturas nervosas que deveriam estar contidas no canal vertebral<sup>1,2</sup>.

Sob esse prisma, a mielomeningocele (MMC) compreende a apresentação clínica mais severa de espinha bífida cística e sua gravidade se dá pelo fato de que, nessa condição, ocorre o extravasamento da medula espinhal e das membranas meníngeas através dessa abertura, resultando na exposição do tecido nervoso ao meio externo, o que provoca repercussões neurológicas, motoras e funcionais de longo prazo, que impactam de maneira expressiva a qualidade de vida dos indivíduos afetados<sup>1,3,4</sup>. As causas da MMC permanecem incertas na literatura médica, mas evidências sugerem que tanto fatores genéticos, quanto fatores ambientais – como síndromes carenciais e o uso de algumas drogas durante a gestação – podem participar da patogenia dessa malformação<sup>1,4</sup>.

Durante décadas, o tratamento para a MMC restringiu-se à correção cirúrgica da malformação após o nascimento, que, embora eficaz em promover o fechamento da lesão, frequentemente resulta no ancoramento da medula espinal ao local da intervenção, propiciando, ao longo do crescimento da criança, o desenvolvimento da síndrome da medula ancorada – caracterizada por disfunções funcionais

progressivas em decorrência do estiramento da medula e de suas raízes nervosas<sup>1,4</sup>. Contudo, os avanços da medicina fetal possibilitaram a introdução da cirurgia intrauterina como uma alternativa ao tratamento convencional<sup>3,5,6</sup>. Essa intervenção tem demonstrado benefícios relevantes como a melhora no prognóstico neurológico e a prevenção de complicações associadas ao procedimento tradicional, configurando-se, assim, não só como uma abordagem terapêutica, mas também como uma estratégia potencialmente neuroprotetora<sup>5,6</sup>.

A cirurgia fetal para correção da MMC, cuja janela terapêutica se estende até a 26ª semana de gestação, tem como principal objetivo reposicionar as estruturas nervosas protrusas, interrompendo a exposição contínua da medula espinhal ao líquido amniótico e, conseqüentemente, reduzindo o dano neural progressivo que ocorre nessa condição de modo a minimizar o risco de complicações em decorrência da patologia<sup>3,5</sup>. O procedimento pode ser realizado através de uma cirurgia aberta, por meio de uma histerotomia semelhante à da cesariana, ou por técnicas minimamente invasivas, que visam reduzir os riscos maternos associados à abordagem aberta<sup>3,6</sup>.

Apesar da sua crescente aceitação na prática médica, a avaliação da eficácia dessa técnica é desafiada pela multiplicidade de variáveis envolvidas, como o tempo de intervenção, as condições clínicas do feto e da gestante, e a diversidade de protocolos adotados entre os centros especializados<sup>7</sup>. Diante desse cenário, torna-se fundamental

sintetizar e analisar criticamente as evidências disponíveis sobre a eficácia da cirurgia intrauterina no tratamento da mielomeningocele. Esta revisão, portanto, tem como objetivo avaliar a eficácia da cirurgia intrauterina sobre os desfechos neurológicos, funcionais e de qualidade de vida em fetos com mielomeningocele.

## **MÉTODO**

O presente artigo trata-se de uma revisão de escopo, isto é, uma produção científica que tem como objetivo mapear a literatura disponível sobre um determinado tema, sintetizando-a de forma a identificar seus conceitos principais<sup>8</sup>. Além disso, é função da revisão de escopo, e, portanto, deste estudo, assinalar lacunas no conhecimento, impulsionando novas pesquisas e servindo como base para uma futura revisão sistemática<sup>8</sup>.

Com esse intuito, é válido destacar que as diretrizes propostas pelo PRISMA-ScR (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses for Scoping Reviews*), estratégia metodológica internacional criada para padronizar a redação das revisões de escopo (*scoping reviews*)<sup>8</sup>, foram utilizadas para orientar a escrita dessa revisão, escolha essa que pautou-se no fito de garantir maior rigor metodológico, clareza na apresentação dos dados e padronização conforme as melhores práticas de produção científica.

Para nortear o tema de pesquisa foi utilizado o acrônimo FINER (Factível, Interessante, Novo, Ético e Relevante), de

maneira a selecionar um tema atual, com relevância para prática médica e que pudesse impactar positivamente na saúde e na ciência. Em seguida, a pergunta de pesquisa foi formulada em conformidade com o mnemônico PCC, que auxilia na delimitação dos tópicos-chave e levou em consideração os parâmetros a seguir:

- População: Fetos diagnosticados com mielomeningocele;
- Conceito: Cirurgia fetal intrauterina para correção da mielomeningocele;
- Contexto: Eficácia da intervenção.

Sob esse prisma, formulou-se a pergunta de pesquisa “A cirurgia fetal intrauterina é eficaz no tratamento de fetos com mielomeningocele?”.

Uma vez definida a pergunta de pesquisa, procedeu-se o estabelecimento dos termos de busca específicos a partir do MeSH (*Medical Subject Headings*), vocabulário controlado, criado e mantido pela Biblioteca Nacional de Medicina dos Estados Unidos (NLM) que é utilizado para indexar, organizar e resgatar artigos científicos nas bases de dados biomédicas<sup>9</sup>. Desta forma, os seguintes descritores foram utilizados: *meningomyelocele* (mielomeningocele); *fetal therapies* (terapias fetais) e *treatment outcome* (desfecho do tratamento). Com o objetivo de tornar a busca mais sensível, os termos *spinal dysraphism* (espinha bífida) e *intrauterine surgery* (cirurgia intrauterina), também foram utilizados para compor a estratégia de busca, apesar desse último não fazer parte do vocabulário controlado acima

referido. Posteriormente, os descritores supracitados, bem como seus sinônimos, foram correlacionados através do uso dos operadores booleanos “OR” e “AND” de forma a estabelecer a estratégia de busca, que está detalhada na Tabela 1.

Em seguida, dois revisores independentes realizaram uma busca sistemática nas bases de dados *PUBMED*, *COCHRANE* e *CLINICAL TRIALS* de forma a resgatar artigos que respondessem à pergunta de pesquisa previamente estabelecida. As referidas bases foram selecionadas em virtude de sua reconhecida relevância, abrangência e credibilidade na produção científica da área médica. Para garantir que o conteúdo resgatado respondesse à pergunta de pesquisa que rege este estudo, os mesmos descritores foram utilizados em todas as bases de dados.

Tabela 1. Estratégia de busca utilizada nas bases de dados.

<b>População</b>	((((((((((((((Meningomyelocele) OR (Meningomyeloceles)) OR (Myelomeningocele)) OR (Myelomeningoceles)) OR (Myelocele)) OR (Myeloceles)) OR (Acquired Meningomyelocele)) OR (Acquired Meningomyeloceles)) OR (Meningomyelocele, Acquired)) OR (Meningomyeloceles, Acquired)) OR (Myelomeningocele, Acquired)) OR (Acquired Myelomeningocele)) OR (Acquired Myelomeningoceles)) OR (Myelomeningoceles, Acquire)) OR (((((((((((((((((((Spinal Dysraphism) OR (Dysraphism, Spinal)) OR (Dysraphisms, Spinal)) OR (Spinal Dysraphisms)) OR (Cleft Spine)) OR (Cleft Spines)) OR (Spine, Cleft)) OR (Open Spine)) OR (Open Spines)) OR (Spine, Open)) OR (Spinal Dysraphia)) OR (Dysraphia, Spinal)) OR (Spinal Dysraphias)) OR (Spina Bífida)) OR (Bífida, Spina)) OR (Spina Bífidas)) OR (Schistorrhachis)) OR (Status Dysraphicus)) OR (Dysraphicus, Status)) OR (Rachischisis)) OR (Rachischises))))))))))
<b>Conceito</b>	AND (((((((((((((((Intrauterine Surgery) OR (Surgery, Intrauterine)) OR (Intra-uterine Surgery)) OR (Surgery, Intra-uterine)) OR (In Utero Surgery)) OR (Fetal Surgery)) OR (Surgery, Fetal)) OR (Intrauterine Fetal Surgery)) OR (Surgery, Intrauterine Fetal)) OR (Fetal Therapies)) OR (Therapies, Fetal)) OR (Fetal Therapy)) OR (Therapy Fetal))))))))
<b>Contexto</b>	AND (((((((((((((((Treatment Outcome) OR (Clinical Effectiveness)) OR (Clinical Efficacy)) OR (Effectiveness, Clinical)) OR (Effectiveness, Treatment)) OR (Efficacy, Clinical)) OR (Efficacy, Treatment)) OR (Outcome, Patient-Relevant)) OR (Outcome, Treatment)) OR (Outcomes, Patient-Relevant)) OR (Patient Relevant Outcome)) OR (Patient-Relevant Outcome)) OR (Patient Relevant Outcome)) OR (Treatment Effectiveness)) OR (Treatment Efficacy)) OR (Results)) OR (Efficacy))))))))

Para compor esta revisão foram incluídos apenas revisões sistemáticas e ensaios clínicos randomizados, por representarem os níveis mais elevados de evidência científica disponíveis para avaliação da eficácia de intervenções clínicas, contribuindo de forma robusta na geração de conhecimento que fomenta a decisão no âmbito médico<sup>10</sup>. Além disso, os demais critérios de inclusão abrangeram artigos escritos em língua inglesa ou portuguesa, com acesso gratuito ou disponível por via institucional, publicados a partir de janeiro de 2020, e que estivessem devidamente finalizados, isto é, cujos resultados já haviam sido publicados.

Com o intuito de deixar a pesquisa mais produtiva, apenas os artigos que respondem à pergunta-problema foram incluídos, sendo excluídos, portanto, todos aqueles que, apesar de abordarem a cirurgia fetal intrauterina, não tinham por objetivo determinar sua eficácia na população objetivada pelo presente estudo.

Em seguida, os artigos resgatados pelas buscas nas bases de dados foram exportados no formato .RIS para o software Rayyan QCRI (Rayyan Qatar Computing Research Institute), utilizado para auxiliar na triagem sistemática dos estudos por meio da organização, seleção, agrupamento e exclusão de artigos de maneira precisa e eficiente<sup>11</sup>. A triagem inicial foi conduzida de forma que, com o auxílio do software, cada artigo foi analisado por três revisores independentes de maneira cega, de modo que os revisores não tinham acesso às decisões uns dos outros até o



momento da resolução de conflitos. Nessa etapa, foi realizada a leitura dos títulos e resumos dos artigos, a fim de identificar aqueles que se adequaram aos critérios de elegibilidade previamente definidos. Posteriormente, os conflitos foram discutidos pelos três revisores e resolvidos por consenso. Dessa forma, garantiu-se a minimização do viés de seleção durante a triagem, possibilitando uma seleção imparcial da literatura pautada tão somente nos critérios de elegibilidade acima postos.

Sob esse prisma, artigos que não respondessem à pergunta de pesquisa, com acesso indisponível gratuitamente ou via Instituição de Ensino ou aqueles que se tratava de ensaios clínicos randomizados sem resultados publicados até a data do resgate foram excluídos. O processo de seleção dos estudos incluídos no presente artigo foi esquematizado na Figura 1.

Os artigos incluídos foram então lidos integralmente para extração de dados, o que permitiu uma análise comparativa das evidências disponíveis sobre a eficácia da cirurgia intrauterina no tratamento de fetos com mielomeningocele, estabelecendo uma base sólida para a síntese e discussão dos achados. As informações extraídas foram organizadas em uma planilha no Google Documentos, por meio do acesso institucional @upe.br e alimentada de forma interativa e colaborativa por cinco revisores, de forma independente.

A priori, os dados extraídos foram organizados e apresentados assim como recomenda o JBI *Manual for*

*Evidence Synthesis 11*<sup>12</sup>, com informações como: autoria, país de origem, ano de publicação, espaço amostral, tipo de estudo, objetivo, metodologia e desfecho de cada estudo incluído e estão apresentados na Tabela 2. A posteriori, os dados extraídos passaram por uma análise descritiva, que envolveu a comparação e correlação entre os estudos com metodologias semelhantes, o que permitiu uma visão mais integrada dos achados da literatura e possibilitou a identificação de padrões, lacunas e tendências relevantes para o tema abordado.

Figura 1. Fluxograma do processo de seleção dos artigos.

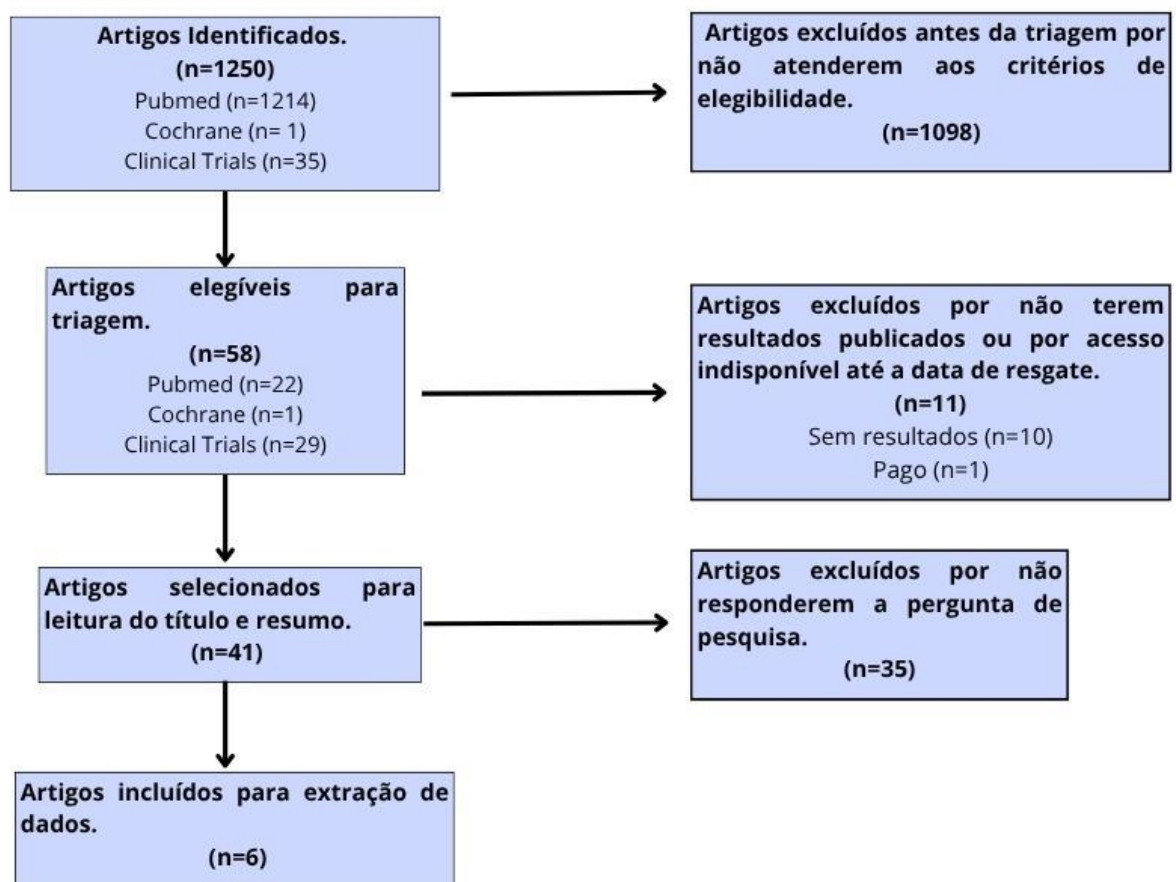


Tabela 2. Extração de dados dos artigos incluídos.

Autoria/ Ano	EA	TE	Objetivo	Metodologia	Desfecho
Houtrow <i>et al.</i> 2021 <sup>13</sup> Estados Unidos	n=161	ECR	Determinar se crianças submetidas à cirurgia fetal intrauterina para reparo de MMC – apresentam melhor funcionalidade física com relação aos participantes cuja condição foi reparada após o nascimento.	Foram avaliadas 154 crianças (das 161 incluídas) com mielomeningocele previamente incluídas em estudo cirúrgico pré e pós-natal. Examinadores cegos aplicaram testes físicos, neurológicos e funcionais, incluindo a Escala FRESNO, <i>Functional Mobility Scale</i> e Escala de Broughton.	Crianças submetidas à correção pré-natal da mielomeningocele apresentaram melhor desempenho funcional, com maior independência na marcha, menor necessidade de derivação para hidrocefalia e melhor controle miccional, mantendo superioridade em comparação ao grupo pós-natal até a idade escolar. Não houve diferenças significantes em espasticidade, deformidades ortopédicas ou habilidades recreativas.
Molina-Giraldo <i>et al.</i> 2021 <sup>17</sup> Colômbia	n=399	RVS	Comparar os principais desfechos maternos e fetais de diferentes técnicas de cirurgia intrauterina no tratamento de MMC.	Revisão sistemática de 7 séries de casos, totalizando 399 fetos submetidos a diferentes técnicas de cirurgia fetal aberta para o reparo de mielomeningocele. Os desfechos maternos e fetais foram comparados entre os grupos, com foco em complicações, tempo gestacional no parto, necessidade de cirurgia pós-natal e outros indicadores clínicos.	As técnicas de mini-histerotomia e microneurocirurgia para correção pré-natal da mielomeningocele apresentaram menor taxa de parto prematuro, menores taxas de ruptura prematura de membranas, oligodrânio e deiscência da histerotomia em comparação com a clássica. Mantiveram desfechos neurológicos fetais favoráveis. A mini-histerectomia e a microneurocirurgia são, portanto, técnicas viáveis, mais seguras e associadas a melhores resultados.
Paslaru <i>et al.</i> 2021 <sup>18</sup> Romênia	n=2.294	RVS	Revisar mudanças e atualizações no cenário de correção da MMC ao longo dos 10 anos que se seguiram ao MOMS, comparando a eficácia do tratamento cirúrgico pré e pós-natal.	Revisão sistemática de estudos sobre correção intrauterina da mielomeningocele, identificados por buscas em bases científicas, periódicos de alto impacto e busca manual. Foram incluídos estudos conforme a experiência dos centros (inicial: até 30 casos; avançada: mais de 30 casos), com exclusão de duplicatas, textos incompletos ou irrelevantes. Foram avaliados desfechos maternos e fetais, com análise do risco de viés nos estudos não randomizados.	As intervenções cirúrgicas pré-natais para mielomeningocele demonstraram melhores desfechos fetais e infantis em comparação às pós-natais, com menores taxas de hidrocefalia, maior capacidade de deambulação, melhor controle urinário, maior reversão da hérnia de Chiari II e menor incidência de retethering. No entanto, apresentaram maior mortalidade e taxas elevadas de complicações maternas, especialmente em centros com menor experiência. A técnica fetoscópica, embora associada a mais complicações como ruptura prematura de membranas e descolamento placentário, mostrou bons resultados em continência urinária e reversão da hérnia. Centros mais experientes tiveram menos complicações e melhores desfechos maternos e neonatais, destacando a importância da curva de aprendizado e da padronização das técnicas.
Siahaan <i>et al.</i> 2023 <sup>16</sup> Indonésia	n=729	RVS	Avaliar, a longo prazo, os desfechos neurológicos, cognitivos, comportamentais, funcionais e relacionados à qualidade de vida em pacientes submetidos à correção fetal da mielomeningocele.	Revisão sistemática de 11 estudos selecionados conforme os protocolos PRISMA e a estratégia PICO, a partir de buscas nas bases PubMed, Cochrane, EBSCO e DOAJ. Foram incluídas meta-análises, ensaios clínicos e ensaios clínicos randomizados publicados entre 2007 e 2022, com pelo menos cinco anos de seguimento. O risco de viés foi avaliado pelas ferramentas da Cochrane: <i>Risk of Bias</i> para estudos randomizados e ROBINS-I para não randomizados.	Crianças operadas até os cinco anos apresentaram desenvolvimento neurocognitivo dentro da normalidade, com maior independência locomotora e cognitiva, embora com necessidade de auxílio para autocuidado. Em comparação ao fechamento pós-natal, o tratamento cirúrgico fetal resultou em maior continência urinária e intestinal, menor necessidade de shunts e intervenções neurocirúrgicas, e menor incidência de herniação do tronco encefálico. A correção antes da 26ª semana reduziu o risco de mortalidade e de derivação ventricular até 12 meses. No entanto, o procedimento está associado a maior risco obstétrico. Aos 30 meses, não houve diferença na mortalidade entre os grupos.

Tabela 2 (cont.). Extração de dados dos artigos incluídos.

Autoria/ Ano	EA	TE	Objetivo	Metodologia	Desfecho
Swarup <i>et al.</i> 2022 <sup>15</sup> Estados Unidos	n=183	ECR	Determinar as taxas de ocorrência de condições ortopédicas e intervenções necessárias em pacientes com correção pré-natal e pós-natal de mielomeningocele, comparando as incidências de deformidades esqueléticas, deficiências motoras, disfunções articulares e a necessidade de tratamentos ortopédicos.	O ensaio clínico randomizado registrou 183 gestantes com fetos diagnosticados com mielomeningocele, randomizadas para cirurgia pré-natal (91) ou reparo pós-natal (92). As crianças foram avaliadas aos 12 e 30 meses quanto ao desenvolvimento físico e neural, com foco em condições ortopédicas. Exames clínicos e de imagem foram realizados, com coleta de dados feita por profissionais cegos aos objetivos do estudo.	A cirurgia pré-natal demonstrou benefícios em comparação à pós-natal, com menor discrepância no comprimento dos membros inferiores, menor necessidade de imobilização e uso de órteses aos 12 e 30 meses, além de melhores resultados motores, cognitivos, de deambulação, autocuidado e função medular. Também foi associada a menor risco de óbito, necessidade de derivação, contraturas e fraturas. Não foram observadas diferenças significantes entre os grupos em relação a escoliose, cifose, anomalias no quadril, pé torto ou torção tibial.
Thom <i>et al.</i> 2020 <sup>14</sup> Estados Unidos	n=183	ECR	Avaliação comparativa da eficácia da cirurgia fetal intrauterina e cirurgia pós-natal no tratamento da MMC.	Ensaio clínico randomizado com 183 gestantes comparando a cirurgia pré-natal (19–25 semanas) e pós-natal para correção da mielomeningocele. A cirurgia pós-natal foi realizada por cesárea aos 37 meses, dentro de 48 horas após o nascimento. Os desfechos avaliados incluíram morte infantil, necessidade de derivação ventricular e função neurológica, com acompanhamento aos 1, 2,5 anos e entre 6 a 10 anos. Os resultados foram comparados entre os grupos.	O estudo avaliou a eficácia das cirurgias pré e pós-natal para mielomeningocele. O desfecho principal, a morte infantil, ocorreu em 90 de 92 casos no grupo pós-natal e 66 de 91 no grupo pré-natal. O desenvolvimento foi medido pela <i>Bayley Scales of Infant Development</i> , com médias de 166,6 (pós-natal) e 199,4 (pré-natal). Aos 30 meses, 21% dos bebês no grupo pós-natal e 44% no grupo pré-natal conseguiram andar. A análise comparou os resultados entre os grupos.

EA - Espaço Amostral; TE - Tipo de Estudo; ECR - Ensaio Clínico Randomizado; RVS - Revisão Sistemática.

## RESULTADOS

Com a aplicação da estratégia de busca nas bases de dados foram identificados, inicialmente, 1250 artigos, dos quais 41 estudos correspondiam aos tipos de estudos visados e atendiam aos critérios de temporalidade e idioma estabelecidos e seguiram para triagem no Rayyan. Por fim, após a leitura integral dos artigos, 6 estudos foram incluídos para síntese qualitativa.

Os artigos selecionados buscam, por meio de diferentes metodologias, investigar a eficácia da cirurgia intrauterina no tratamento da mielomeningocele em fetos. Sob esse viés, vale salientar que todos os ensaios clínicos randomizados incluídos na revisão compararam o reparo intrauterino da malformação até a 26ª semana de gestação, a partir de diferentes técnicas, com a correção cirúrgica convencional em até 48h do nascimento. Os estudos avaliaram desfechos como função motora, desenvolvimento neuropsicomotor, necessidade de derivação liquórica, reversão da herniação do rombencéfalo e ocorrência de complicações ortopédicas e perinatais, possibilitando uma análise comparativa entre as abordagens terapêuticas.

Um ensaio clínico randomizado que avaliou comparativamente crianças submetidas ao reparo pré-natal intrauterino com outras que passaram pelo reparo tradicional pós-natal da MMC<sup>13</sup> observou que, embora não houvesse diferença significativa nas medidas antropométricas entre os grupos, as crianças submetidas ao reparo pré-natal apresentaram desempenho superior em diversos aspectos funcionais. O grupo pré-natal demonstrou menor prevalência de contraturas em joelhos (14,5% vs. 36,4%) e tornozelos (80,0% vs. 92,2%), maior independência em habilidades de autocuidado, como mastigar, escovar os dentes e vestir-se, além de uma maior proporção de crianças com desenvolvimento adequado para a idade (90,8% vs. 85,5%). No aspecto motor, as crianças que passaram pela correção pré-natal apresentaram melhor desempenho geral (93,6%

vs. 80,5%) e maior probabilidade de caminhar de forma independente na comunidade, sem necessidade de dispositivos auxiliares ou órteses. A qualidade da marcha também foi superior entre as crianças do grupo pré-natal, com maior prevalência de passos simétricos (91,7% vs. 73,6%) e marcha estável (86,7% vs. 49,1%). Outrossim, essas crianças apresentaram menor risco de lordose excessiva e maior competência em habilidades motoras avançadas, como saltar, galopar, subir e descer escadas, andar para trás e na ponta dos pés. Não houve diferença significativa entre os grupos em relação a espasticidade, escoliose, cifose, discrepâncias no comprimento dos membros inferiores ou deformidades nos joelhos.

Em sinonímia, outro ensaio de objetivo semelhante<sup>14</sup> evidenciou a superioridade da abordagem intrauterina em diversos desfechos clínicos. No primeiro ano de vida, as complicações mais severas, a saber a mortalidade e a necessidade de derivação ventriculoperitoneal, foram significativamente menores no grupo pré-natal, que ocorreu em 66 casos, em comparação ao grupo pós-natal, no qual esses desfechos foram evidenciados em 90 casos. Quanto ao desenvolvimento neuropsicomotor, avaliado pelo Índice de Desenvolvimento Mental da Escala de Bayley, a média do grupo submetido à correção pré-natal foi de 199,4 pontos (80,5%), superior à do grupo pós-natal, que obteve 166,6 pontos (76,7%). Ademais, aos 30 meses de idade, 44,8% das crianças submetidas ao procedimento intrauterino demonstraram marcha independente, em contraste com

23,9% das que foram operadas no período neonatal, reforçando o impacto positivo da intervenção precoce sobre os marcos motores e neurológicos do desenvolvimento infantil.

Outro ensaio avaliou especificamente os desfechos ortopédicos associados à cirurgia intrauterina para correção da mielomeningocele, comparando-os com os observados em pacientes submetidos ao reparo pós-natal<sup>15</sup>. Os resultados demonstraram que crianças operadas no período fetal apresentaram menor incidência de discrepância no comprimento dos membros inferiores aos 12 meses (2,4% $\times$ 12,5%), bem como aos 30 meses (8,0% $\times$ 18,2%). A necessidade de intervenções ortopédicas não cirúrgicas, como uso de órteses, gessos, talas e posicionadores também foi significativamente menor no grupo pré-natal: 37,7% $\times$ 53,9% aos 12 meses e 78,2% $\times$ 89,8% aos 30 meses. No total, 40 crianças que participaram do estudo necessitaram de cirurgia ortopédica, sendo 19 do grupo pré-natal e 21 do grupo pós-natal. Em contrapartida, não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre os grupos em relação à incidência de escoliose, cifose, pé torto congênito, torção tibial e anormalidades de quadril, embora estas últimas tenham sido numericamente mais frequentes no grupo operado intrauterino (31,5% vs. 19,6%). Esses achados sugerem que a correção intrauterina pode reduzir a necessidade de intervenções ortopédicas nos primeiros anos de vida, sem impactar significativamente outras alterações musculoesqueléticas comuns à condição.



Outrossim, uma revisão sistemática que investigou os desfechos neurocognitivos, comportamentais, funcionais e de qualidade de vida em longo prazo de pacientes submetidos à correção intrauterina da MMC<sup>16</sup> revelou benefícios importantes quando comparados àqueles cuja malformação foi corrigida após o nascimento. Crianças que passaram pela correção fetal apresentaram quocientes de inteligência verbal (QIV), de desempenho (QID), total (QIT) e velocidade de processamento dentro da faixa de normalidade, especialmente na ausência de derivação ventriculoperitoneal (DVP). Além disso, o reparo intrauterino foi associado a menores taxas de herniação do rombencéfalo, menor necessidade de derivação liquórica e de demais neurocirurgias, além de menor número de revisões entre os pacientes em que a derivação foi necessária. Funcionalmente, observou-se maior mobilidade independente, melhor qualidade de marcha, maior autonomia nas atividades cotidianas e melhores indicadores de saúde psicológica, que traduzem-se em uma qualidade de vida superior à das crianças submetidas à intervenção pós-natal.

Por outro lado, esse estudo<sup>16</sup> evidenciou que não há diferenças significativas entre os grupos quanto à saúde física geral, à frequência de procedimentos clínicos ou à função cognitiva a longo prazo. O controle esfinteriano permaneceu um desafio em ambos os grupos, apesar de o grupo submetido à cirurgia fetal apresentar maior taxa de continência. Ainda assim, os parâmetros urodinâmicos e a



necessidade de cateterismo intermitente não diferiram de forma expressiva. Além disso, crianças submetidas à correção pré-natal demonstraram, na fase pré-escolar, um bom desempenho motor e cognitivo, porém, aos cinco anos, apresentaram quocientes funcionais abaixo da média em aspectos como mobilidade, autocuidado e função geral, mesmo com manutenção das habilidades físicas.

Outra revisão objetivou determinar a eficácia da intervenção comparando não somente a cirurgia pré-natal com a pós-natal no tratamento da MMC, mas também diferentes técnicas de intervenção intrauterina<sup>17</sup>. O estudo evidenciou que o reparo intrauterino, independentemente da técnica utilizada, mostrou-se superior ao pós-natal na reversão da herniação do rombencéfalo e na redução da necessidade de derivação ventriculoperitoneal em relação ao reparo pós-natal, apesar de as abordagens menos invasivas, como a mini histerotomia (MH) e a micro neurocirurgia (MS), promovem melhores desfechos perinatais em comparação à histerotomia clássica. Nesse viés, a redução do diâmetro da histerotomia mostrou-se particularmente eficaz na diminuição das taxas de complicações como parto prematuro, ruptura prematura de membranas (RPM), oligoidrâmnio, deiscência da histerotomia, hidrocefalia e mortalidade perinatal, mantendo, contudo, desfechos neurológicos semelhantes aos obtidos com a abordagem intrauterina convencional. Entre as técnicas analisadas, a MS apresentou a menor taxa de ruptura prematura de membranas (18,1%), seguida pela MH (27,8%) e pela

técnica clássica (40,9%), além de maior taxa de reversão da herniação do rombencéfalo (78%), seguida pela técnica clássica (73%) e pela MH (62%), embora as diferenças entre as técnicas, nesse último parâmetro, não tenham alcançado significância estatística. Ademais, corioamnionite e separação corioamniótica não foram registradas na MH, ao contrário das demais técnicas. Por fim, o intervalo médio entre o procedimento cirúrgico e o parto foi maior nas técnicas menos invasivas (11 semanas na MH e 9,7 semanas na MS) em comparação à técnica clássica (6,7 semanas), o que se correlaciona com a maior incidência de partos a termo e partos vaginais não complicados nas técnicas menos invasivas.

De forma análoga, uma outra revisão comparou os desfechos das técnicas cirúrgicas pré-natais (abertas e fetoscópicas) e pós-natais no tratamento da MMC<sup>18</sup>, revelando superioridade das abordagens intrauterinas em aspectos variados. Sob esse prisma, além das malformações de Chiari terem sido mais frequentes nas crianças tratadas após o nascimento, as cirurgias pré-natais apresentaram melhores resultados em relação à capacidade de marcha (68,78% vs. 60,24%), continência urinária (40,97% vs. 8,94%) e reversão da herniação do rombencéfalo (63,14% vs. 33,71%) em comparação às pós-natais, além de menor taxa de ancoramento da medula em decorrência do procedimento (2,81% vs. 11%). Por outro lado, a taxa de mortalidade foi mais elevada nos procedimentos pré-natais, especialmente em centros com menor experiência na

realização dessa intervenção, cuja revisão destaca como fator importante na taxa de sucesso. A cirurgia fetoscópica destacou-se por alcançar os melhores índices de reversão de hérnia de rombencéfalo (93,85%) e continência urinária (71,42%), mas foi associada a maior taxa de hidrocefalia (54,98%) em comparação à histerotomia convencional (36,31%) e a maior necessidade de recobertura da lesão. Ademais, a revisão demonstrou que as crianças tratadas após o nascimento apresentaram maior idade gestacional ao parto.

### **Síntese dos resultados**

Em síntese, foram incluídos nessa revisão 6 artigos que discutem a eficácia da cirurgia intrauterina no tratamento de fetos com MMC, dos quais três tratam-se de ensaios clínicos randomizados<sup>13-15</sup> e três, de revisões sistemáticas, dentre as quais um avaliou puramente a eficácia da intervenção intrauterina, estabelecendo um parâmetro comparativo com o tratamento tradicional pós-natal<sup>16</sup>, enquanto nas outras duas, a comparação da eficácia das diferentes técnicas de cirurgia intrauterina também foi objeto de estudo<sup>17,18</sup>. A localização dos estudos foi multicêntrica, incluindo América do Sul<sup>17</sup>, América do Norte<sup>13-15</sup>, Europa<sup>18</sup> e Ásia<sup>16</sup>.

A análise dos estudos incluídos sugere de forma consistente a superioridade da cirurgia intrauterina no tratamento da MMC em relação ao reparo pós-natal em diferentes desfechos motores, no desenvolvimento neurocognitivo nos primeiros anos de vida, na necessidade

de derivação liquórica e na taxa de reversão do rombencéfalo<sup>13-18</sup>. Além disso, a necessidade de intervenções ortopédicas depois da correção da malformação foi menor nos casos em que o tratamento se procedeu antes do nascimento<sup>13,15,16,18</sup>. Com relação à continência urinária, as evidências sugerem que há melhora desse aspecto nas crianças submetidas à cirurgia fetal, embora o controle esfinteriano permaneça limitado em ambos os grupos<sup>16,18</sup>. Além disso, foi possível observar uma menor taxa de *retethering*, ou seja, ancoramento secundário da medula, e uma menor taxa de revisão cirúrgica em comparação à intervenção pós-natal<sup>16,18</sup>.

Contudo, apesar de menores quando comparados à cirurgia pós-natal, os estudos relataram algumas complicações materno-fetais associadas ao tratamento intrauterino, sendo elas majoritariamente relacionadas à natureza invasiva do procedimento<sup>17,18</sup>. A superioridade da intervenção quanto à mortalidade fetal ou neonatal, complicação mais severa decorrente do procedimento, foi controversa nos estudos, haja vista que dois deles a evidenciaram<sup>14,17</sup>, enquanto um outro apontou que essa complicação foi mais prevalente na cirurgia pré-natal do que no tratamento convencional pós-natal<sup>18</sup>.

Por fim, a variabilidade nas taxas de complicações entre diferentes técnicas sugere que a otimização técnica, a seleção de casos e a experiência da equipe multidisciplinar são fatores cruciais<sup>17, 18</sup>.

## DISCUSSÃO

Essa revisão de escopo analisou a eficácia da cirurgia intrauterina no tratamento da MMC em fetos. O crescente interesse por essa intervenção no âmbito médico justifica-se pela necessidade de uma abordagem mais precoce no tratamento da MMC, cujos benefícios aos fetos acometidos superem os riscos a eles e às suas genitoras, na tentativa de um melhor prognóstico às crianças acometidas por essa condição. Sob esse viés, o presente estudo objetivou compilar as evidências atuais da literatura médica acerca desse tratamento, identificando benefícios, riscos e lacunas no conhecimento até então construído sobre essa intervenção.

Sob essa conjuntura, o reparo intrauterino da MMC apresentou benefícios em variados aspectos neurológicos e funcionais dos pacientes quando comparado ao reparo pós-natal<sup>13-18</sup>. Nesse sentido, as evidências apoiam que há benefícios substanciais principalmente no que tange aos desfechos motores, que se traduzem na menor prevalência de contraturas em joelhos e tornozelos e maior mobilidade sem auxílio<sup>13</sup>, que garantem maior autonomia e independência funcional, especialmente nas habilidades de autocuidado e deambulação<sup>13,16</sup>. Além disso, os estudos demonstram consonância quanto à superioridade da qualidade da marcha entre os indivíduos submetidos ao procedimento pré-natal<sup>13,16,18</sup>, apesar de que não foram observadas diferenças significantes entre os grupos quanto

à espasticidade, escoliose, cifose e discrepâncias no comprimento dos membros inferiores<sup>13,15</sup>.

Além dos benefícios motores, a terapia fetal demonstrou ser mais eficaz na prevenção de complicações neurológicas, estando associada à menores taxas de mortalidade no primeiro ano de vida e de necessidade de derivação ventriculoperitoneal – comumente utilizada para tratamento da hidrocefalia – após a correção<sup>14</sup>. Outrossim, demonstrou também evitar a herniação do rombencéfalo (e nos casos em que a complicação ocorreu, apresentou maior capacidade de reversão das estruturas encefálicas herniadas), além de reduzir a necessidade de procedimentos neurológicos invasivos ao longo da vida da criança<sup>16-18</sup>. Ademais, a síndrome da medula ancorada, complicação clássica descrita na correção pós-natal tradicional, foi menos prevalente em crianças submetidas ao procedimento pré-natal, indicando maior estabilização da condição neurológica nesses casos<sup>16,18</sup>.

As evidências apontam, ainda, para superioridade no desenvolvimento neurocognitivo em comparação às crianças operadas após o nascimento. Nesse viés, as crianças cuja correção da malformação procedeu-se no estágio fetal apresentaram quocientes de inteligência verbal, de desempenho total e velocidade de processamento dentro da faixa de normalidade para a idade<sup>16</sup>. Maior funcionalidade no cotidiano e melhores indicadores de saúde psicológica também foram evidenciados<sup>16</sup>. Um desafio comum entre as crianças operadas foi a incontinência urinária, que persiste

em grande parte dos casos, embora tenha sido mais prevalente nas crianças operadas após o nascimento<sup>18</sup>.

Diante disso, a cirurgia intrauterina da MMC surge como uma alternativa promissora ao tratamento pós-natal, buscando mitigar as graves sequelas neurológicas e motoras associadas à patologia e à técnica convencional de correção dessa condição. No cenário atual, a questão central que permeia essa abordagem é se os benefícios do reparo pré-natal compensam os riscos maternos e fetais inerentes ao procedimento. Nesse escopo, apesar das evidências apontarem que o reparo intrauterino da MMC está associado a benefícios substanciais em uma multiplicidade de desfechos, é crucial reconhecer os riscos associados à cirurgia intrauterina como fator importante na tomada de decisão do médico.

No que tange às complicações obstétricas associadas à técnica de correção intrauterina da MMC, destacam-se a ruptura prematura das membranas ovulares, o parto prematuro e a deiscência uterina<sup>17</sup>. Ademais, a elevação da mortalidade perinatal constitui um achado relevante, sobretudo em procedimentos realizados em centros com menor expertise técnico-cirúrgica<sup>18</sup>. A ocorrência de hidrocefalia<sup>17</sup>, bem como a subsequente necessidade de derivação ventriculoperitoneal<sup>14</sup>, também figura entre as complicações notadamente referidas.

Nessa perspectiva, é mister compreender que embora os riscos sejam inerentes a qualquer procedimento invasivo, a inovação nas técnicas cirúrgicas têm contribuído para

otimizar esses desfechos, haja vista que técnicas menos invasivas de correção intrauterina da MMC estiveram associadas a menos complicações do que a histerotomia clássica e a abordagem pós-natal tradicional<sup>17</sup>, o que indica que evolução dessas técnicas têm demonstrado potencial para mitigar as intercorrências materno-fetais mais severas. Assim sendo, vale discutir como as diferentes técnicas cirúrgicas de intervenção intrauterina influenciam nesses desfechos. Uma abordagem sintética e comparativa entre as técnicas, evidenciando seus principais benefícios, risco e limitações pode ser encontrada na Tabela 3.

A técnica fetoscópica apresentou menores taxas de ruptura prematura de membranas e mortalidade perinatal<sup>17</sup>, além de maiores taxas de reversão de hérnia de rombencéfalo e de continência urinária estando associada, contudo, a maiores taxas de hidrocefalia e de necessidade de re-intervenção posterior nos fetos submetidos à essa modalidade cirúrgica<sup>18</sup>. Em paralelo, a redução do diâmetro da histerotomia – comuns à mini histerotomia (MS) e à micro neurocirurgia (MC), duas outras técnicas da cirurgia fetal – demonstrou melhores desfechos no que tange à ruptura prematura de membranas e prematuridade do parto, hidrocefalia, deiscência da histerotomia, reversão da herniação do rombencéfalo e mortalidade perinatal quando comparadas a técnica fetoscópica<sup>17</sup>.

A partir dessa análise, infere-se que técnicas que buscam equilibrar a minimização da invasividade do procedimento com a maximização do campo cirúrgico



tendem a apresentar resultados superiores em relação a outras abordagens. Isso se deve, principalmente, à capacidade dessas técnicas de proporcionar uma visualização mais precisa das estruturas-alvo, bem como uma manipulação mais eficiente dos instrumentos cirúrgicos durante a intervenção, o que não apenas facilita sua execução, mas também contribuem para a redução do risco de complicações, promovendo, dessa forma, mais segurança tanto para a gestante quanto para o feto.

Apesar disso, a ausência de ensaios comparativos robustos entre as diversas técnicas utilizadas constitui um desafio complexo, catalisado por uma série de fatores metodológicos, éticos e infraestruturais<sup>13,15,18</sup>. A predominância de estudos retrospectivos em detrimento de ensaios clínicos randomizados, somada à realização da maior parte desses estudos em centros altamente especializados, com altos custos operacionais e logísticos, caracteriza uma limitação importante<sup>13,15</sup>. Outrossim, a falta de padronização tanto das técnicas cirúrgicas empregadas quanto das metodologias adotadas entre as pesquisas até então conduzidas induzem vieses significativos que abalam a validade interna dos estudos, dificultando a obtenção de conclusões definitivas sobre a superioridade de uma técnica em relação à outra, além de prejudicar a replicabilidade dos resultados em diferentes contextos clínicos<sup>18</sup>.

Nesse prisma, a escolha da técnica a ser utilizada deve ser individualizada, considerando as especificidades de cada caso, uma vez que a idade gestacional do feto, as condições

de saúde do binômio materno-fetal, a disponibilidade de centros cirúrgicos adequados e a capacitação da equipe médica influenciam diretamente os desfechos<sup>18</sup>. Dessa forma, a tomada de decisão deve ser orientada por uma avaliação detalhada dessas variáveis, visando garantir a melhor abordagem terapêutica possível, levando em conta os benefícios e os riscos envolvidos para ambos, mãe e feto.

As limitações, entretanto, não se restringem à determinação da eficácia das diferentes técnicas, mas também do procedimento intrauterino como um todo. Nesse sentido, o diagnóstico e indicação precoces, os critérios rigorosos de inclusão e imprevisibilidade da gestação são fatores que afetam a quantidade de estudos que evidenciem, de fato, os desfechos da cirurgia intrauterina em crianças com mielomeningocele em um âmbito mais amplo e mais próximo da realidade. Nesse sentido, a existência de uma janela específica para realização da cirurgia, o fato da gravidez em si ser um processo suscetível a complicações que interfiram na pesquisa e a cirurgia ser um procedimento invasivo e potencialmente causador de danos ao feto e à mãe, limitam a amostra de pacientes e dificultam a realização dos estudos, sendo a própria condição, portanto, um fator limitante para a realização de estudos mais robustos que possibilitem os avanços no conhecimento acerca do assunto para otimização e avanço nas técnicas de reparo da MMC.

A despeito de seus benefícios, a cirurgia intrauterina para correção da MMC é altamente especializada, restrita a

poucos centros no mundo e inacessível à maioria da população<sup>16,18</sup>. Nesse sentido, os estudos apontam um viés de acesso, com predomínio de crianças brancas não-hispânicas nas amostras<sup>13</sup>, refletindo uma desigualdade estrutural, que dificulta a generalização dos achados para todas as populações. No Brasil, essa disparidade se acentua, excluindo crianças de regiões vulneráveis não só do procedimento, mas também do diagnóstico precoce e do cuidado especializado contínuo. Desse modo, percebe-se que a cirurgia intrauterina para correção da MMC ainda é pouco acessível para a população de um modo geral, favorecendo famílias com maior capacidade de deslocamento, recursos financeiros ou acesso facilitado à medicina de ponta.

## **CONCLUSÕES**

O presente estudo objetivou sintetizar as principais pesquisas relacionadas à eficácia no reparo intrauterino de mielomeningocele e discutir os achados encontrados na literatura recente. Nesse aspecto, foi evidenciada uma associação consistente entre melhores desfechos motores, cognitivos, psicológicos e neurológicos no reparo intrauterino em comparação com a técnica de reparo pós-natal. Apesar dos benefícios funcionais observados, o procedimento intrauterino está relacionado a riscos maternos e fetais, além de potenciais complicações ortopédicas, cuja incidência tem sido progressivamente reduzida com o advento de técnicas menos invasivas.

Dessa forma, a escolha da técnica cirúrgica mais apropriada deve pautar-se em uma análise criteriosa entre eficácia clínica e segurança materno-fetal, respeitando-se, ainda, os princípios éticos fundamentais, especialmente a autonomia da gestante na tomada de decisão. A literatura atual, entretanto, é limitada pela escassez de estudos comparativos de alta qualidade e pela ausência de padronização metodológica das técnicas fetoscópicas, o que compromete a generalização dos resultados e dificulta a consolidação de condutas baseadas em evidências.

Superar tais lacunas representa um imperativo científico e ético, sendo essencial para o aprimoramento das práticas cirúrgicas, bem como para a ampliação equitativa do acesso ao reparo intrauterino da mielomeningocele no Brasil e no mundo. Nesse sentido, urge a realização de estudos multicêntricos e metodologicamente robustos que possam subsidiar decisões clínicas mais seguras e promover a democratização do acesso ao tratamento fetal.

## REFERÊNCIAS

- 1.Karsonovich T, Brea CM, Munakomi S. Spina Bifida. *In*: StatPearls [Internet]. Treasure Island: StatPearls Publishing; 2025. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK559265/>
- 2.Hoxha M, Malaj V, Zappacosta B, Firza N. Pharmacoeconomic Evaluation of Costs of Myelomeningocele and Meningocele Treatment and Screening. *Clinicoecon Outcomes Res* 2024;16:69-80. <https://doi.org/10.2147/CEOR.S443120>
- 3.Cruz-Martínez R, Chavelas-Ochoa F, Martínez-Rodríguez M, Aguilar-Vidales K, Gámez-Varela A, Luna-García J, et al. Open Fetal Microneurosurgery for Intrauterine Spina Bifida Repair. *Fetal Diagn Ther* 2021;48:163-73. <https://doi.org/10.1159/000513311>
- 4.Hassan AS, Du YL, Lee SY, Wang A, Farmer DL. Spina Bifida: A Review of the Genetics, Pathophysiology and Emerging Cellular Therapies. *J Dev Biol* 2022;10:22. <https://doi.org/10.3390/jdb10020022>

5. Farmer DL, Thom EA, Brock JW 3rd, Burrows PK, Johnson MP, Howell LJ, *et al.* Management of Myelomeningocele Study Investigators. The Management of Myelomeningocele Study: full cohort 30-month pediatric outcomes. *Am J Obstet Gynecol* 2018;218:256.e1-256.e13. <https://doi.org/10.1016/j.ajog.2017.12.001>
6. Botelho RD, Imada V, Rodrigues da Costa KJ, Watanabe LC, Rossi Júnior R, De Salles AAF, *et al.* Fetal Myelomeningocele Repair through a Mini-Hysterotomy. *Fetal Diagn Ther* 2017;42:28-34. <https://doi.org/10.1159/000449382>
7. Cruz SM, Hameedi S, Sbragia L, Ogunleye O, Diefenbach K, Isaacs AM, *et al.* Fetoscopic Myelomeningocele (MMC) Repair: Evolution of the Technique and a Call for Standardization. *J Clin Med* 2025;14:1402. <https://doi.org/10.3390/jcm14051402>
8. Tricco AC, Lillie E, Zarin W, O'Brien KK, Colquhoun H, Levac D, *et al.* PRISMA Extension for Scoping Reviews (PRISMA-ScR): Checklist and Explanation. *Ann Intern Med* 2018;169:467-73. <https://doi.org/10.7326/M18-0850>
9. National Library of Medicine (NLM). Medical Subject Headings (MeSH) (Internet). Bethesda: NLM, 2024 (Acessado em: 15/04/2025). Disponível em: <https://www.nlm.nih.gov/mesh/meshhome.html>
10. OCEBM Levels of Evidence Working Group. The Oxford Levels of Evidence 2 (Internet). Oxford Centre for Evidence-Based Medicine, 2011 (Acessado em: 15/04/2025). Disponível em: <https://www.cebm.ox.ac.uk/resources/levels-of-evidence/ocebmllevels-of-evidence>
11. Ouzzani M, Hammady H, Fedorowicz Z, Elmagarmid A. Rayyan—a web and mobile app for systematic reviews. *Syst Rev* 2016;5:210. <https://doi.org/10.1186/s13643-016-0384-4>
12. Aromataris E, Lockwood C, Porritt K, Pilla B, Jordan Z (eds). *JBIManual for Evidence Synthesis*. JBI; 2024. <https://doi.org/10.46658/JBIMES-24-01>
13. Houtrow AJ, MacPherson C, Jackson-Coty J, Rivera M, Flynn L, Burrows PK, *et al.* Prenatal Repair and Physical Functioning Among Children With Myelomeningocele: A Secondary Analysis of a Randomized Clinical Trial. *JAMA Pediatr* 2021;175:e205674. <https://doi.org/10.1001/jamapediatrics.2020.5674>
14. Thom EA. Myelomeningocele Repair Randomized Trial. NCT00060606 (internet). National Library of Medicine (US). Atualizado em 07/08/2020 (Acesso em: 09/05/2025). Disponível em: <https://clinicaltrials.gov/study/NCT00060606?tab=table>
15. Swarup I, Talwar D, Howell LJ, Adzick NS, Horn BD. Orthopaedic outcomes of prenatal versus postnatal repair of myelomeningocele. *J Pediatr Orthop B* 2022;31:87-92. <https://doi.org/10.1097/BPB.0000000000000827>
16. Siahaan AMP, Susanto M, Lumbanraja SN, Ritonga DH. Long-term neurological cognitive, behavioral, functional, and quality of life outcomes after fetal myelomeningocele closure: a systematic review. *Clin Exp Pediatr* 2023;66:38-45. <https://doi.org/10.3345/cep.2022.01102>

17. Molina-Giraldo S, Zapata Salcedo R, Rojas Arias JL, Acuña Osorio E, Pinto Quiñones ML, Restrepo HF, *et al.* Open surgery for in utero repair of spina bifida: Microneurosurgery versus standard technique - A systematic review. *Prenat Diagn* 2021;41:1615-23.  
<https://doi.org/10.1002/pd.6063>
18. Paslaru FG, Panaitescu AM, Iancu G, Veduta A, Gica N, Paslaru AC, *et al.* Myelomeningocele Surgery over the 10 Years Following the MOMS Trial: A Systematic Review of Outcomes in Prenatal versus Postnatal Surgical Repair. *Medicina* 2021;57:707.  
<https://doi.org/10.3390/medicina57070707>