

ARTÍCULO ORIGINAL

Mielomeningocele lumbar en recién nacido: descripción paso a paso de la técnica quirúrgica abierta

Alberto Ramírez Espinoza¹, Esther Velarde Llerena¹, Yosimar Coasaca Tito¹¹ Sub Unidad de Atención Integral Especializada del Paciente de Neurocirugía, Instituto Nacional de Salud del Niño San Borja, Lima, Perú.

RESUMEN

El mielomeningocele (MMC) representa la falla primaria de la neurulación (proceso por el cual se forma el tubo neural) que resulta en la exposición del segmento de la médula espinal a nivel de la espalda del paciente. Es considerada la malformación más severa del sistema nervioso central compatible con la vida, ocurriendo durante los días 20 a 28 de gestación. Su tratamiento quirúrgico y cierre completo es un reto, así como su evolución sin complicaciones en el postoperatorio. Se han descrito diferentes técnicas quirúrgicas para el cierre del mielomeningocele, desde técnicas simples hasta las más complejas. En el presente estudio describimos paso a paso la técnica quirúrgica utilizada por los autores para el tratamiento de un paciente recién nacido diagnosticado con MMC. Consideramos que esta técnica puede ser aplicada tanto a los mielomeningoceles simples como complejos.

Palabras clave: Mielomeningocele; Recién Nacido; Disrafia Espinal (Fuente: DeCS)

Lumbar myelomeningocele in newborns: a comprehensive guide to open surgical technique

ABSTRACT

Myelomeningocele (MMC) represents a primary failure of neurulation, the process through which the neural tube forms, leading to the exposure of the spinal cord segment at the patient's back. It is considered the most severe malformation of the central nervous system compatible with life, typically occurring between days 20 to 28 of gestation. The incidence of myelomeningocele ranges approximately from 0.7 to 0.8 per 1000 live births, a rate that varies depending on the region. Achieving surgical treatment and complete closure of myelomeningocele pose significant challenges, as does its postoperative evolution without complications. Various surgical techniques have been described for myelomeningocele closure, ranging from simple to more complex approaches. In this study, we provide a step-by-step description of a surgical technique employed for treating a newborn patient diagnosed with MMC. We consider that this technique can be applied to both simple and complex myelomeningoceles.

Keywords: Myelomeningocele; Infant, Newborn; Spinal Dysraphism (Source: MeSH)

INTRODUCCIÓN

El mielomeningocele (MMC) es un defecto del tubo neural congénito devastador, para el que no hay cura hasta la fecha. Consiste en la protrusión de las meninges y la médula espinal (plácoda) a través de arcos vertebrales abiertos (disrafia), que conduce a discapacidades tanto intelectuales como físicas, incluyendo parálisis, dependiendo de su localización y severidad. Además, los pacientes con MMC con pueden tener disfunción intestinal, vesical, y discapacidades ortopédicas. La etiología del MMC sigue siendo poco conocida, pero el resultado es el fallo primario del tubo neural o del cierre mesenquimal en el neuroporo caudal en el período embrionario que resulta en la exposición de la plácoda en el entorno uterino. Estando expuesta la plácoda en el útero, se expone a la destrucción secundaria del tejido neural expuesto por trauma o líquido amniótico. Hasta hace una década, el tratamiento del MMC

Citar como:

Ramírez Espinoza A, Velarde Llerena E, Coasaca Tito Y. Mielomeningocele lumbar en recién nacido: descripción paso a paso de la técnica quirúrgica abierta. *Investig Innov Clin Quir Pediatr.* 2024;2(1):25-34. doi:10.59594/iicqp.2024.v2n1.79

Autor corresponsal:

Alberto Ramírez Espinoza
Dirección: Av. Javier Prado Este
3101, San Borja, Lima
Correo electrónico:
alberto386@hotmail.com

ORCID iDs

Alberto Ramírez Espinoza
 <https://orcid.org/0000-0003-3530-5704>
Esther Velarde Llerena
 <https://orcid.org/0009-0008-3617-8915>
Yosimar Coasaca Tito
 <https://orcid.org/0009-0005-6161-3657>

Recibido : 17/03/2024

Aprobado : 27/03/2024

Publicado : 23/04/2024



Esta es una publicación con licencia de Creative Commons Atribución 4.0 Internacional.

Copyright © 2024, Investigación e Innovación Clínica y Quirúrgica Pediátrica.

consistía en el cierre quirúrgico del canal espinal al nacer y la atención de apoyo de por vida. Estudios recientes indican que la reparación intrauterina puede reducir la disfunción neurológica, reducir la morbilidad de la hidrocefalia y de la presentación de la malformación de Arnold-Chiari II (condición en la que el tejido cerebeloso se extiende al canal medular) mediante la reversión del componente de la herniación de las amígdalas cerebelosas a través del agujero Magno (1,2).

Los avances tecnológicos para el diagnóstico prenatal ahora permiten el diagnóstico de MMC desde el primer trimestre de gestación, y una extensa investigación sobre la etiología de los defectos del tubo neural ha planteado las diferentes causas tanto genéticas como las de los micronutrientes (3). Ha habido un progreso importante en la prevención de este trastorno a través de la suplementación con ácido fólico que sólo reduce la incidencia. Aunque se realiza una intervención agresiva, alrededor del 14 % de todos los recién nacidos con espina bífida no sobreviven más allá de los 5 años, con una mortalidad que aumenta al 35 % en aquellos con síntomas de disfunción del tronco cerebral secundario a la malformación de Arnold-Chiari II (4). Inclusive, el 70 % de los pacientes tienen un coeficiente intelectual de >80 y aproximadamente el 50 % puede vivir con un grado de independencia como adultos, incluso con actividades adaptadas (5). Debido a sus características, esta enfermedad impacta emocional y económicamente a la familia y al entorno social del paciente. En 1994 el costo de la atención de todos los pacientes con MMC en Estados Unidos superó los 500 millones de dólares al año. (2,6).

Las complicaciones más importantes y demandantes en el MMC son la hidrocefalia, la malformación de Arnold Chiari II y la médula anclada en el sitio de la reparación quirúrgica. La hidrocefalia, definida como el aumento en las dimensiones de los ventrículos cerebrales, ocurre en más del 85 % de los pacientes con MMC. Aproximadamente el 80 % de los pacientes con espina bífida requieren de una derivación ventricular de líquido cefalorraquídeo para disminuir el compromiso neurológico e intelectual que acompaña a la hidrocefalia, y el 46 % de estos pacientes pueden tener complicaciones de las derivaciones dentro del primer año después del procedimiento (2,6,7). El tiempo ideal para la cirugía abierta postnatal son las primeras 48 a 72 horas después del nacimiento y los tratamientos quirúrgicos son la cirugía fetal y la cirugía abierta postnatal (7). El objetivo del presente estudio es describir paso a paso la técnica quirúrgica abierta postnatal empleada por los autores en el departamento de Neurocirugía del Instituto Nacional de Salud del Niño San Borja. Esta técnica, según nuestra experiencia, minimiza la injuria del tejido medular, disminuye las posibilidades de fístula de líquido cefalorraquídeo y de ventriculitis, y previene problemas posteriores con la herida operatoria.

DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA QUIRÚRGICA

Posición del paciente

Después de haberse iniciado la anestesia general y con el paciente intubado, se procede a colocar al paciente en decúbito ventral con rotación de la cabeza en dirección al ventilador de anestesia, de manera que se facilite el monitoreo intraoperatorio por parte del anestesiólogo. Es importante que la región dorsolumbar se encuentre en posición completamente horizontal, de manera que se facilite la reconstrucción simétrica de los tejidos (Figura 1).



Figura 1. Posición quirúrgica del paciente con mielomeningocele lumbar. En decúbito prono, protegiendo las zonas de apoyo, evitando las lesiones por contacto, facilitando el adecuado manejo por anestesiología y el control de la temperatura del paciente. A. Vista lateral de la posición quirúrgica, quedando la región dorso lumbar plana, en un mismo nivel. B. Vista antero posterior.

Incisión y disección de la plácoda

Encontrándose el paciente en posición quirúrgica, se procede al lavado preoperatorio con clorhexidina 2%, se colocan los campos quirúrgicos, se realiza la lista de verificación de cirugía segura. Se inicia la cirugía con uso del microscopio quirúrgico e instrumental de microcirugía. Se identifica el límite de la plácoda con la piel displásica: es en ese límite en donde se inicia la cirugía. Se realiza la incisión con bisturí N° 11 hasta obtener la salida de líquido cefalorraquídeo. En este momento se pueden tomar muestras para estudio citoquímico y cultivos. Es importante controlar las pérdidas sanguíneas en los recién nacidos, por lo que se presta mucha atención a la hemostasia. A través de la primera incisión se visualiza la duramadre espinal y las raíces nerviosas del plexo lumbosacro. En este punto se amplía la incisión, usando tijeras microquirúrgicas, rodeando la plácoda y visualizando la presencia de raíces nerviosas, de manera que se mantengan íntegras y en su posición medial (Figura 2).

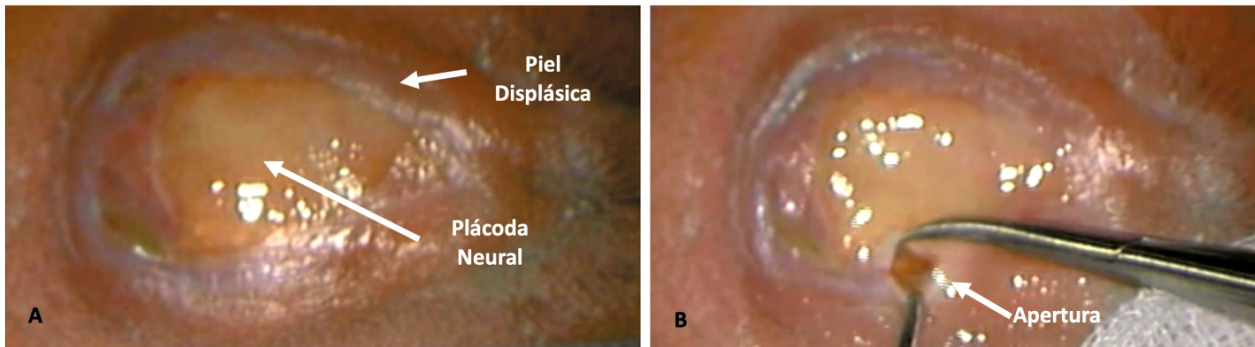


Figura 2. Imágenes del mielomeningocele lumbar bajo microscopio quirúrgico. A. Plácoda neural y piel displásica. B. Inicio de la cirugía en el límite de la plácoda neural y la piel displásica. Se verifica la salida de líquido cefalorraquídeo.

Se continúa la disección microquirúrgica de la plácoda, asegurándose de mantener el límite con la piel displásica y evitando dañar las raíces nerviosas que pueden estar adheridas al saco dural a través de tejido aracnoideo. Continuando con la disección en profundidad, se visualiza el límite de la espina bífida y el canal raquídeo normal. A este nivel se visualiza la médula espinal y las raíces motoras que emergen de la plácoda. Se continúa la disección hasta tener la plácoda completamente aislada de la piel displásica (Figura 3).

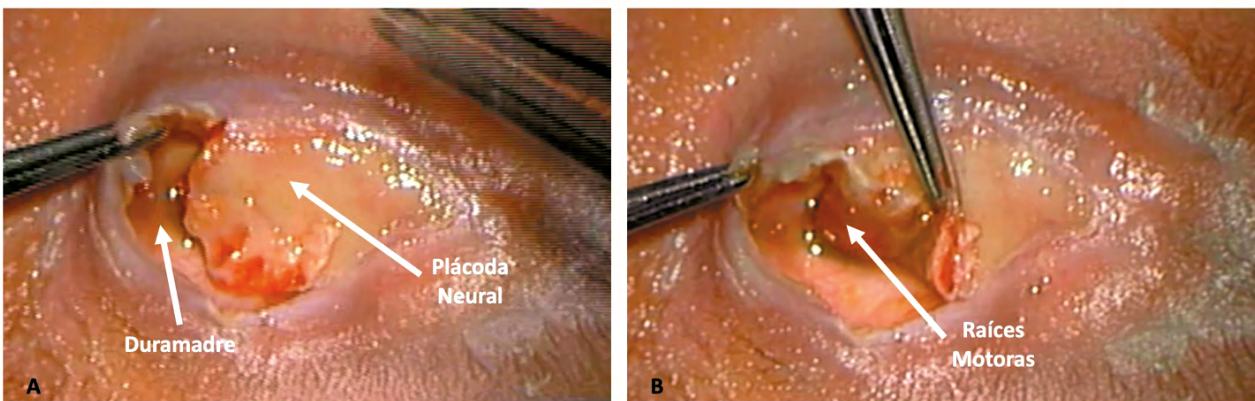


Figura 3. Disección de la placoda neural. A. Se puede observar el saco dural con presencia de líquido cefalorraquídeo. B. Raíces motoras que se preservan durante la disección microquirúrgica.

Tubulización de la plácoda

Una vez terminada la disección de plácoda y sin tener piel displásica adherida, se inicia la tubulización y reconstrucción del tubo neural, utilizando puntos separados (sutura no absorbible 5/0 con aguja 13 mm 3/8 redonda), afrontando los bordes de la duramadre hasta lograr el cierre completo del defecto, simulando la anatomía de la médula espinal. Se debe tener cuidado de no incluir a las raíces nerviosas ni otro tipo de tejido durante la sutura (Figura 4).

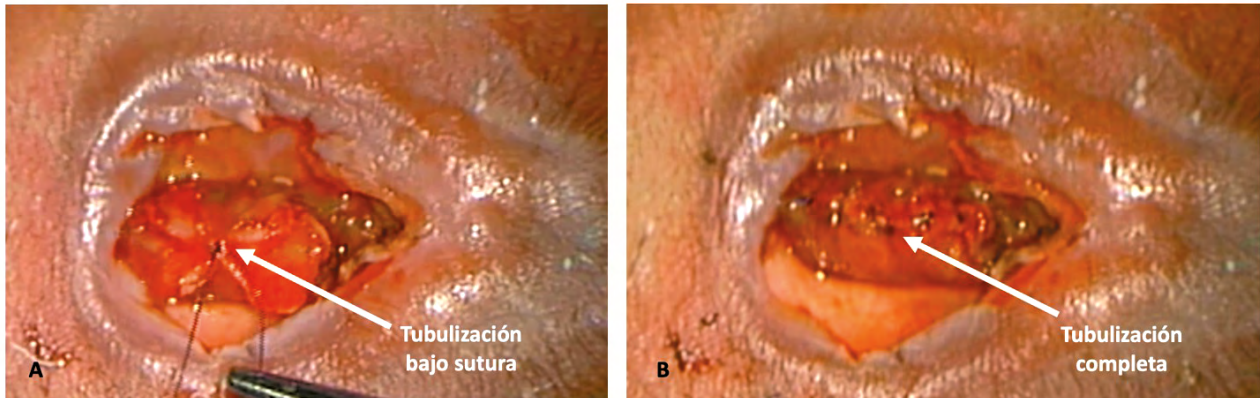


Figura 4. Una vez terminada la disección de la plácoda neural, se inicia la reconstrucción del tubo neural. A. Sutura de la plácoda neural desde el borde más externo con puntos simples, separados. B. Tubulización completa con puntos simples, separados. A los lados se puede apreciar la duramadre con líquido cefalorraquídeo.

Para poder iniciar la disección de la duramadre, debemos tener una exposición completa del defecto, para lo cual se realizan incisiones en la piel displásica a nivel proximal y distal del defecto, utilizando hoja de bisturí N° 11, prestando atención que estas sigan la línea media espinal. La longitud de las incisiones es solo la necesaria para llegar al límite entre la piel displásica y la piel normal. La piel displásica puede manipularse sin temor a ser dañada pues finalmente será eliminada (Figura 5).

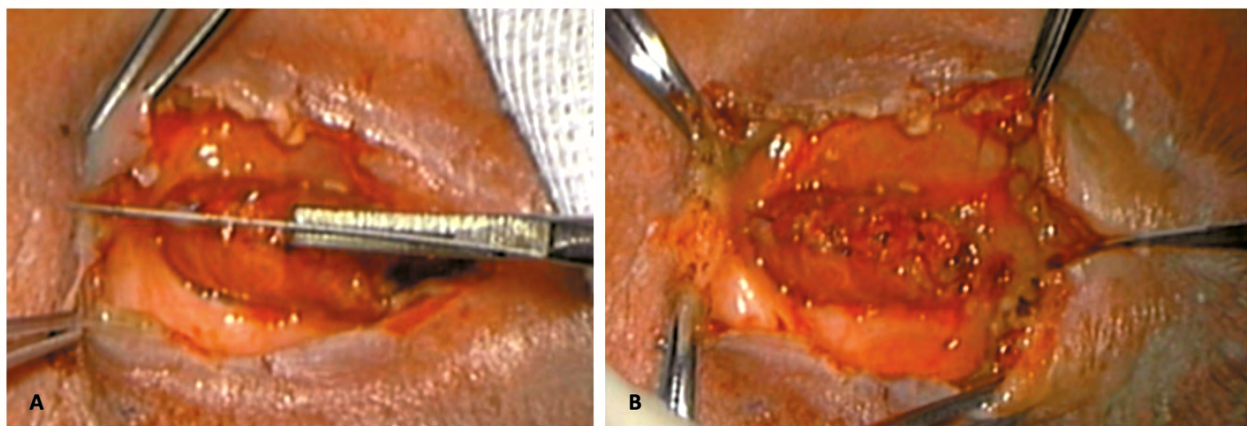


Figura 5. Apertura de la piel displásica en sus extremos, con hoja de bisturí N° 11. A. A nivel medial, extremo proximal del defecto. B. A nivel medial, extremo distal del defecto.

Se procede a liberar las raíces nerviosas de la tela aracnoidea que las fija a la duramadre, permitiendo la visualización del canal medular, así como facilitando que la plácoda reconstruida se pueda desplazar anteriormente y no limite la plastia dural (Figura 6).

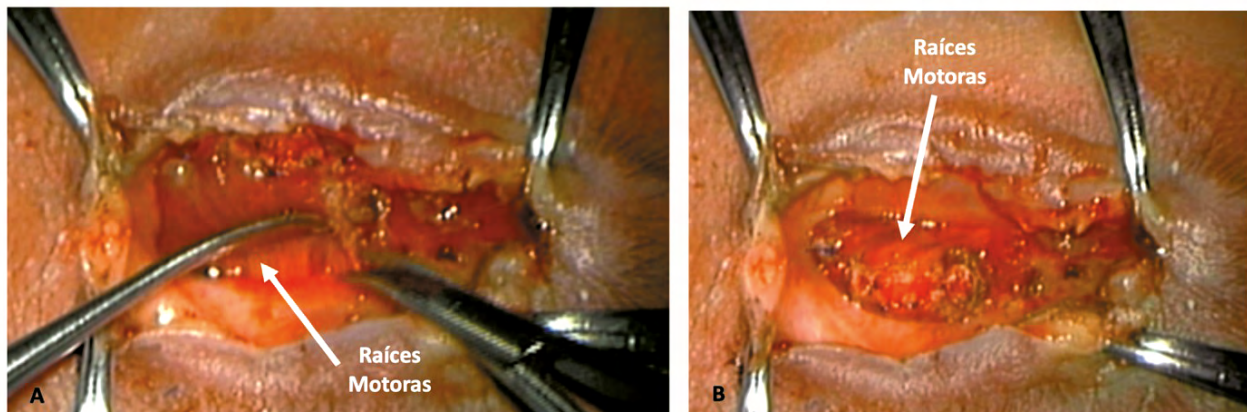


Figura 6. Disección de la aracnoides que une las raíces motoras con el saco dural, lo que permitirá el descenso de la plácoda tubulizada. A. Raíces motoras izquierdas. B. Raíces motoras derechas. Con esta maniobra se logra el descenso de la plácoda tubulizada.

Dissección y plastia dural

Teniendo reconstruido el tubo neural, se busca la duramadre lateralmente, muy cerca a la piel displásica. Es importante cuidar que haya suficiente tejido de duramadre para poder completar la plastia dural. Se preserva una bandeleta de duramadre, la cual cumplirá las funciones de galea, de manera que se pueda aproximar la piel y el defecto pueda cerrarse completamente, sin necesidad de movilización de colgajos cutáneos adyacentes, que agreguen otro factor de morbilidad, como incisiones y consecuentemente cicatrices adicionales, potencialmente inestéticas y dolorosas. Para realizar la plastia de la duramadre, utilizando el electrocauterio monopolar, se realiza una incisión lateral al defecto, hasta observar la aponeurosis paravertebral. Entre duramadre y la aponeurosis paravertebral existe un plano anatómico que facilita la disección y la sección de la duramadre utilizando tijera de Metzenbaum curva (Figura 7).

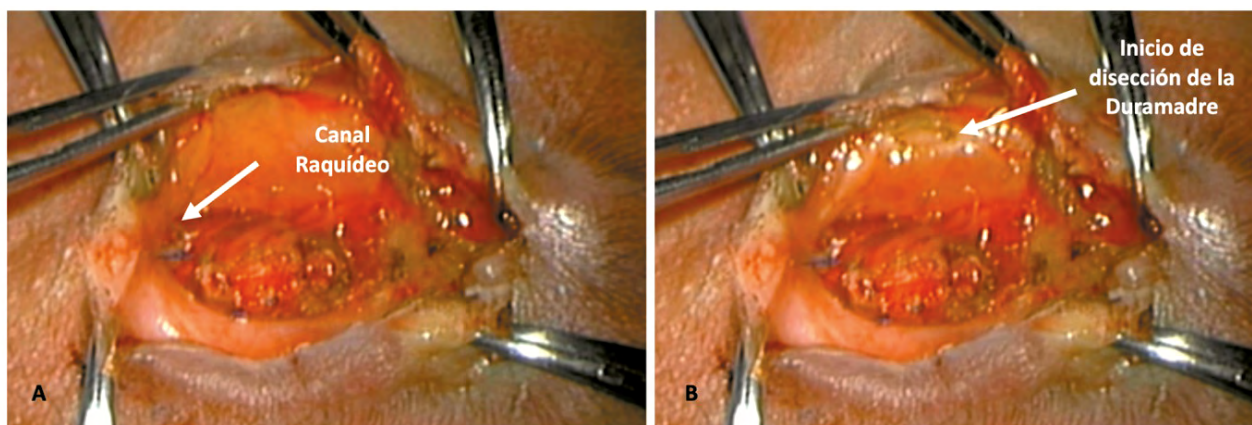


Figura 7. Dissección del saco dural. A. Pládoca neural tubulizada, se aprecia canal raquídeo en extremo superior. B. Dissección del saco dural, lo más lateral posible y cercano a la piel displásica.

La disección y corte de la duramadre se realiza con tijera de Metzenbaum curva, de manera que la sección sea uniforme y no dentada, para prevenir la formación de fístulas de líquido cefalorraquídeo. El corte se extiende hasta la línea media superior e inferior. En el extremo proximal el corte se realiza hasta llegar por encima del inicio del canal raquídeo (Figura 8 y 9).

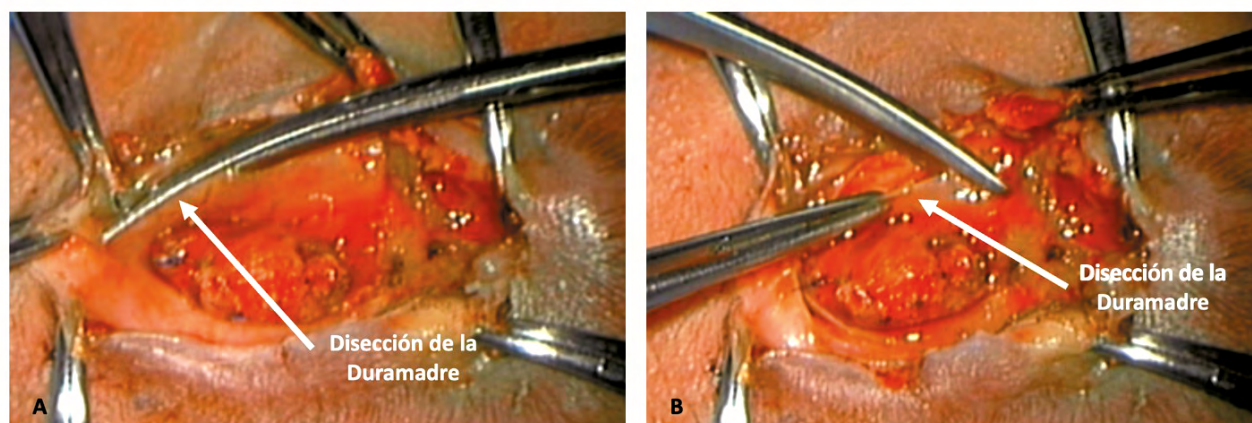


Figura 8. Dissección del saco dural. A. La disección de la duramadre en dirección proximal y medial-proximal, debe ser en lo posible en un solo corte, se deben evitar los cortes múltiples o dentados, para prevenir la formación de fístulas de líquido cefalorraquídeo. B. Dissección del saco dural, en dirección distal y medial-distal.

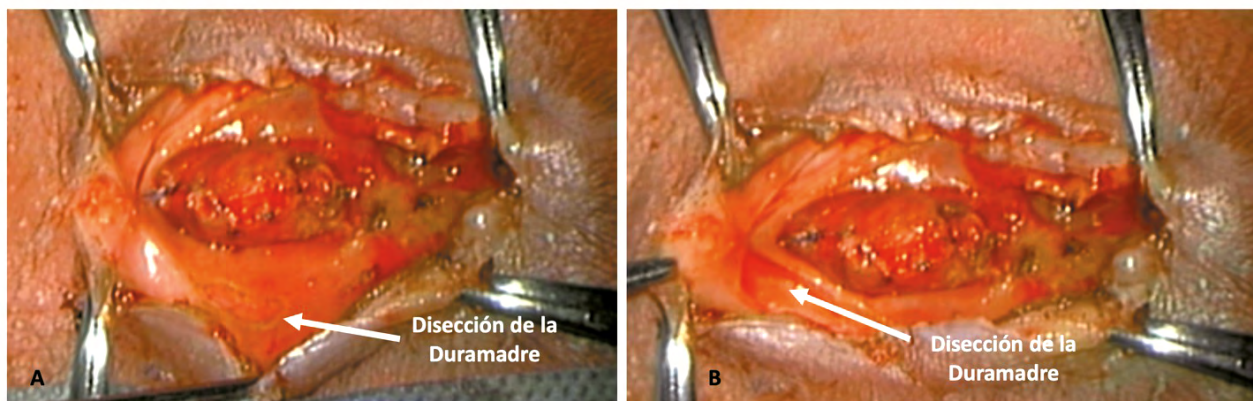


Figura 9. Discección del saco dural. A. La discección de la duramadre en el lado opuesto. B. Discección del saco dural completa en su mitad superior.

Una vez finalizada la discección de la duramadre, se realiza la plastia de esta (duroplastía), primero con puntos separados, utilizando sutura de polipropileno 5/0 con aguja 13 mm 3/8 redonda atraumática, así mantener la simetría de la duramadre evitando la posibilidad de salida de líquido cefalorraquídeo de algún borde de duramadre no afrontado adecuadamente (Figura 10 y 11).

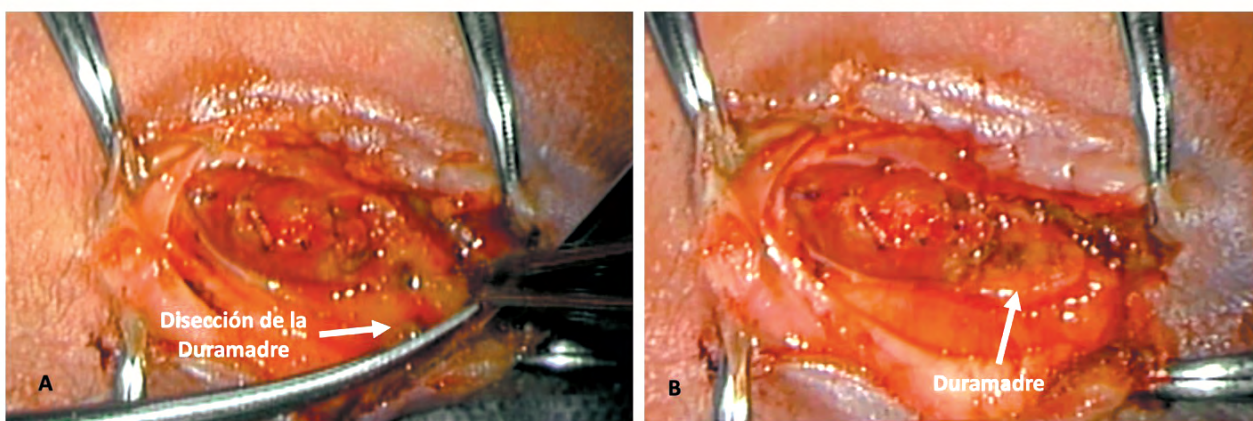


Figura 10. Discección del saco dural. A. La discección de la duramadre en el lado opuesto inferior hasta unirlo con el borde contralateral. B. Discección del saco dural completa.

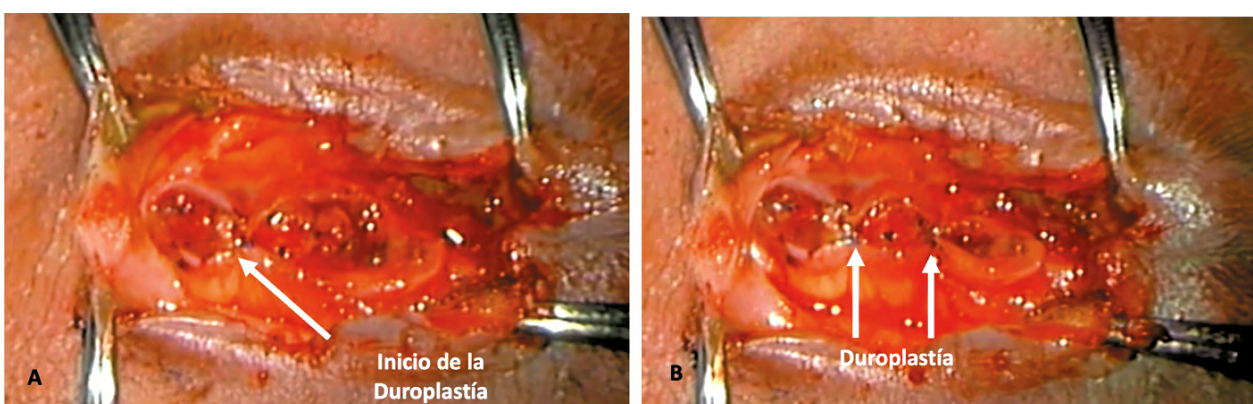


Figura 11. Reconstrucción del saco dural. A. Se inicia con puntos separados. B. Reconstrucción dural, suturando en forma simétrica para posterior cierre con sutura continua.

Luego de afrontar la duramadre, se realiza un segundo plano de sutura, esta vez continúa y simple, utilizando polipropileno 5/0 con aguja 13 mm 3/8 redonda atraumática. La sutura se puede iniciar en el extremo proximal como distal. Finalizada la sutura de la duramadre, se solicita al anestesiólogo facilitar que el paciente realice maniobra de Valsalva, de manera que se permita visualizar la salida de líquido cefalorraquídeo en el caso que el cierre del canal medular haya sido incompleto. Esta falla podría ocasionar ventriculitis en el postoperatorio, una de las complicaciones de la cirugía de MMC, que requerirá una segunda intervención para el cierre de la fístula (Figura 12).

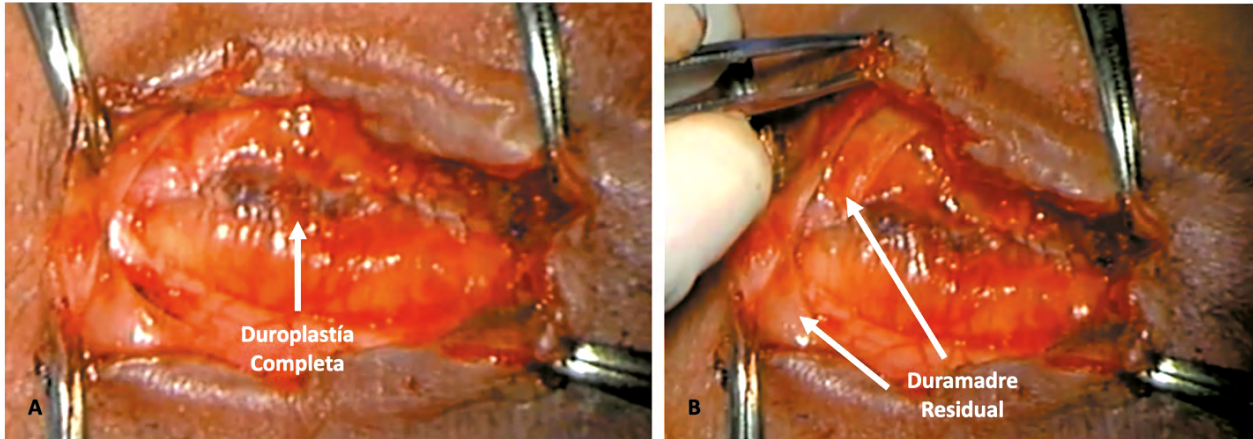


Figura 12. Reconstrucción del saco dural. A. Cierre completo del saco dural, se puede apreciar la grasa peridural y la disrafia espinal. B. Duramadre residual aún adherida a partes blandas que permitirá el cierre a modo de galea aponeurótica.

Reforzamiento con colgajo aponeurótico

Una de las herramientas quirúrgicas utilizadas en la cirugía del MMC, y que disminuye la posibilidad de fístula de líquido cefalorraquídeo, es el reforzamiento del cierre del defecto utilizando colgajo de la fascia aponeurótica paravertebral. Continuando la cirugía bajo visión microscópica, se identifica la fascia paravertebral lumbar y esta se separa del músculo, utilizando electrocauterio monopolar. La disección se realiza a ambos lados del defecto, y de extensión hasta la línea media. Luego de esto se sutura la fascia aponeurótica, utilizando sutura absorbible 4/0 con aguja 13 mm 3/8 redonda atraumática, utilizando puntos separados o continuos simples, de tal manera que oculte completamente la duramadre (Figura 13, 14 y 15).

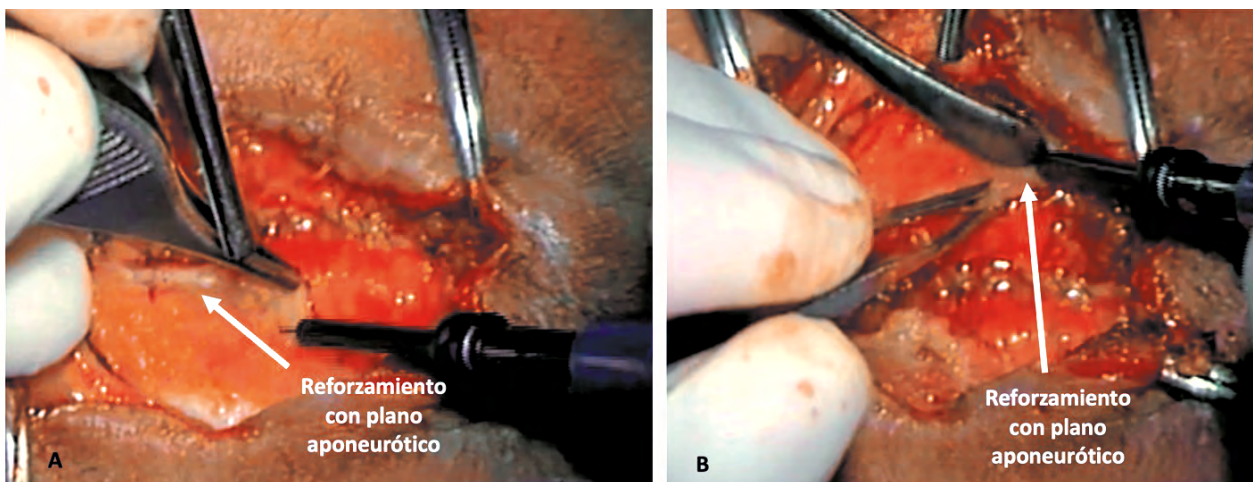


Figura 13. Reforzamiento con aponeurosis paravertebral lumbar. A. Disección de la aponeurosis paravertebral lumbar izquierda. B. Disección de la aponeurosis paravertebral lumbar derecha.

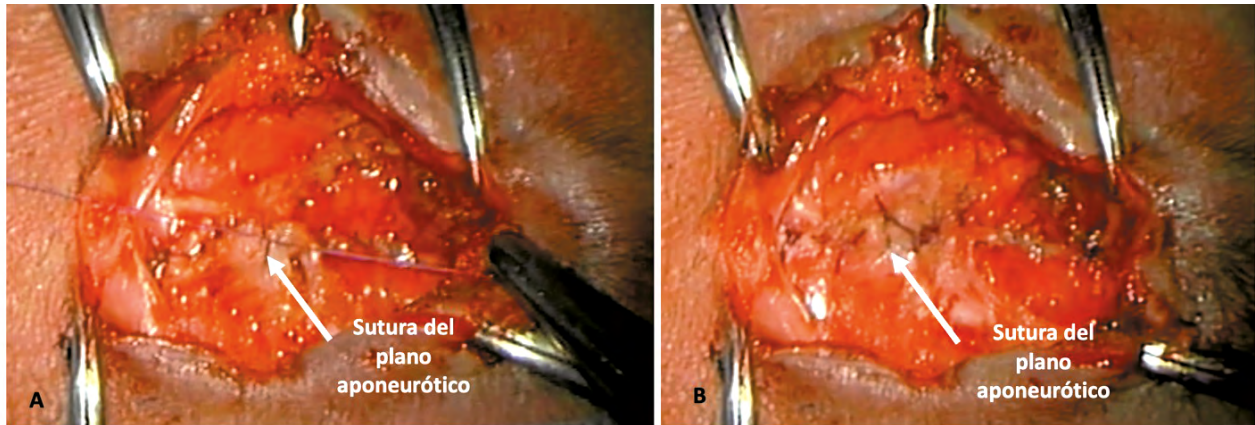


Figura 14. Sutura de las aponeurosis paravertebrales. A. Sutura de ambas aponeurosis con puntos separados. B. Reforzamiento con aponeurosis paravertebrales lumbares que oculta el saco dural.

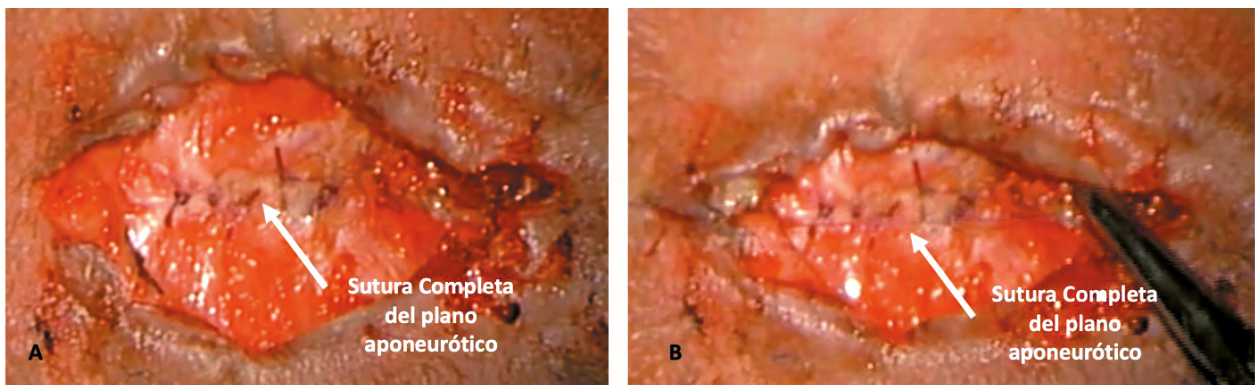


Figura 15. Sutura de las aponeurosis paravertebrales. A. Sutura con puntos separados, no se visualiza saco dural ni canal raquídeo. B. Cierre completo del plano aponeurótico.

Dissección y aproximación de partes blandas

Como señalamos anteriormente, durante la disección de la duramadre, parte de ésta queda adherida al tejido celular subcutáneo, como ocurre en la galea aponeurótica de la piel cabelluda. Esta porción de duramadre permitirá que la piel se logre afrontar sin tensión. Para esto se utiliza sutura absorbible 4/0 con aguja 13 mm 3/8 redonda atraumática. La sutura debe realizarse con puntos separados, colocando puntos en los extremos distal y proximal en forma alternada, de modo que la parte central quede libre de tensión al momento de colocar el último punto. Una mayor tensión en el centro del defecto podría llevar a la ruptura de los tejidos. Una vez afrontado este plano, se elimina la piel displásica, utilizando bisturí N° 11 y teniendo cuidado de no seccionar las suturas de los planos más profundos. Se presta especial atención a que los bordes de la piel sean seccionados de manera uniforme, permitiendo una sutura sea simétrica, de la mejor calidad estética. (Figura 16).

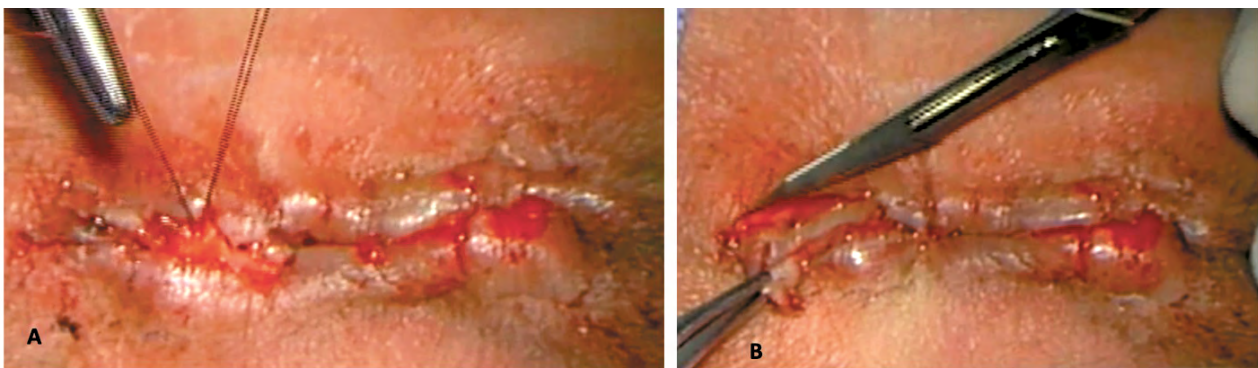


Figura 16. Cierre de partes blandas. A. La duramadre residual permite la aproximación de los bordes de la piel. B. Con el uso del bisturí se elimina la piel displásica de ambos bordes de la piel.

Cierre de la piel

Eliminada la piel displásica con el uso del bisturí N° 11, se procede al cierre de la piel con nylon 5/0 con aguja 13 mm 3/8 cortante, utilizando puntos simples, continuos o separados. El cierre de la piel no debe estar bajo tensión para prevenir la dehiscencia de herida operatoria con la consecuente prolongación de la estadía hospitalaria o reingresos a sala de operaciones (Figura 17).

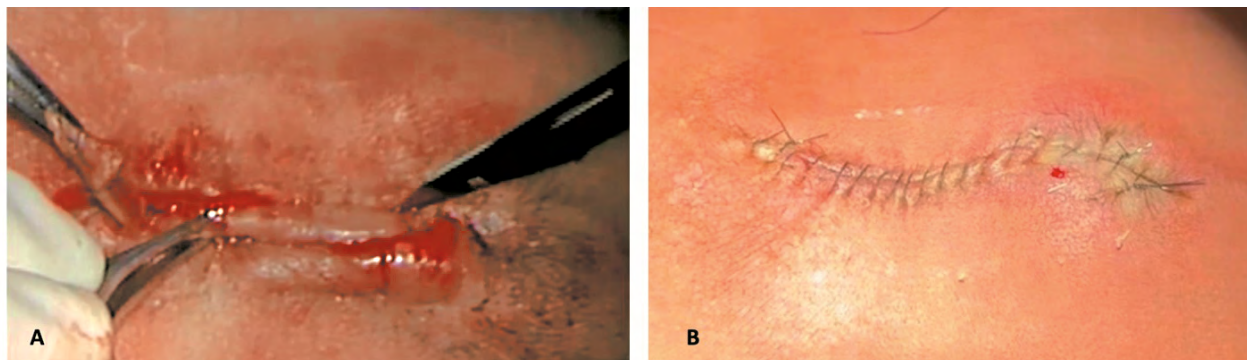


Figura 17. Cierre de partes blandas. A. Eliminación de piel displásica con el uso de bisturí. B. Sutura de la piel con puntos simples continuos.

DISCUSIÓN

En nuestro manuscrito reportamos la técnica que utilizamos en la cirugía postnatal del mielomeningocele (MMC), patología que representa un reto quirúrgico para los neurocirujanos. La correcta evaluación preoperatoria del paciente resulta crítica, descartando la presencia de otras malformaciones congénitas que puedan complicar o posponer la cirugía. Sin duda la evaluación de la localización y dimensiones del defecto son vitales. Idealmente la cirugía se programa dentro de las primeras 48 horas de vida, para disminuir la posibilidad de infecciones (8). Los puntos claves de la cirugía son el adecuado cierre de la duramadre y el cierre completo de la piel. La identificación anatómica y la disección de la duramadre es el procedimiento correcto para el cierre de la duramadre, previniendo así la fístula de líquido cefalorraquídeo (5,6). El cierre de la piel puede ser complejo y requiere del trabajo de un equipo multidisciplinario. Se pueden utilizar colgajos miocutáneos (8). En nuestra experiencia, las diferentes incisiones pueden complicarse con dehiscencias, y las técnicas de cierre pueden ocasionar cicatrices retráctiles (9-14). El objetivo es lograr un cierre bien vascularizado y hermético, que protege los tejidos neuronales del medio ambiente, disminuir la posibilidad de fístula de líquido cefalorraquídeo y evitar la médula anclada (15).

El momento ideal para el tratamiento quirúrgico es dentro de las 48 a 72 horas desde el nacimiento, así minimizar el riesgo de infecciones y más daños en las estructuras neuronales expuestas (16). La técnica quirúrgica detallada paso a paso brindará conceptos necesarios para contribuir a que disminuya la morbilidad y mortalidad de los pacientes nacidos con MMC. A nuestro criterio, se trata de una técnica quirúrgica simple, con heridas operatorias proporcionales al tamaño del MMC, y conservadora para posibles cirugías futuras.

Contribución de los autores

El autor confirma su responsabilidad sobre la conceptualización y diseño, colección de datos, análisis, interpretación y preparación del manuscrito final.

Financiamiento

El presente estudio fue autofinanciado.

Aspectos éticos

El autor declara haber obtenido el consentimiento por parte de los padres o apoderados de los pacientes para el uso de las fotografías del paciente.

Conflictos de interés

El autor no tiene ningún conflicto de interés asociado con el material presentado en el manuscrito.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Adzick NS. Fetal myelomeningocele: natural history, pathophysiology, and in-utero intervention. *Semin Fetal Neonatal Med.* 2010;15(1):9-14. doi: 10.1016/j.siny.2009.05.002
2. Adzick NS, Walsh DS. Myelomeningocele: prenatal diagnosis, pathophysiology and management. *Semin Pediatr Surg.* 2003;12(3):168-74. doi: 10.1016/s1055-8586(03)00029-5
3. 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(2):22. doi: 10.3390/jdb10020022
4. Ganesh D, Sagayaraj BM, Barua RK, Sharma N, Ranga U. Arnold Chiari malformation with spina bifida: a lost opportunity of folic Acid supplementation. *J Clin Diagn Res.* 2014;8(12):OD01-3. doi: 10.7860/JCDR/2014/11242.5335
5. Lindquist B, Jacobsson H, Strinnholm M, Peny-Dahlstrand M. A scoping review of cognition in spina bifida and its consequences for activity and participation throughout life. *Acta Paediatr.* 2022;111(9):1682-1694. doi: 10.1111/apa.16420
6. Kobraei EM, Ricci JA, Vasconez HC, Rinker BD. A comparison of techniques for myelomeningocele defect closure in the neonatal period. *Childs Nerv Syst.* 2014;30(9):1535-41. doi: 10.1007/s00381-014-2430-7
7. Juranek J, Salman MS. Anomalous development of brain structure and function in spina bifida myelomeningocele. *Dev Disabil Res Rev.* 2010;16(1):23-30. doi: 10.1002/ddrr.88
8. Kneser U, Bigdeli AK, Himmler JP, Eyüpoglu IY, Ganslandt O, Hirsch A, et al. Comparison of the Ramirez technique for the closure of large open myelomeningocele defects with alternative methods. *J Plast Reconstr Aesthet Surg.* 2015;68(12):1675-82. doi: 10.1016/j.bjps.2015.08.002.
9. Emsen IM. Reconstructions With Different and New Techniques of Large and Extensive Myelomeningocele Defects. *J Craniofac Surg.* 2019;30(2):584-8. doi: 10.1097/SCS.00000000000004879
10. Highton L, Walkden J, Thorne J, Davenport PJ. Purse-string closure of large myelomeningoceles. *J Plast Reconstr Aesthet Surg.* 2011;64(11):e287-8. doi: 10.1016/j.bjps.2011.06.029
11. Emsen IM. Closure of Large Myelomeningocele Defects Using the O-S Flap Technique. *J Craniofac Surg.* 2015;26(7):2167-70. doi: 10.1097/SCS.00000000000002154
12. Cole P, Armenta A, Dauser R, Hollier L Jr. Simplifying soft tissue closure of the large meningomyelocele defect: a technical note. *J Plast Reconstr Aesthet Surg.* 2008;61(2):192-4. doi: 10.1016/j.bjps.2007.07.006
13. Shim JH, Hwang NH, Yoon ES, Dhong ES, Kim DW, Kim SD. Closure of Myelomeningocele Defects Using a Limberg Flap or Direct Repair. *Arch Plast Surg.* 2016;43(1):26-31. doi: 10.5999/aps.2016.43.1.26
14. Özçelik D, Yıldız KH, Iş M, Döşoğlu M. Soft tissue closure and plastic surgical aspects of large dorsal myelomeningocele defects (review of techniques). *Neurosurg Rev.* 2005;28(3):218-25. doi: 10.1007/s10143-004-0357-2
15. Müslüman AM, Karşıdağ S, Sucu DÖ, Akçal A, Yılmaz A, Sirinoğlu D, et al. Clinical outcomes of myelomeningocele defect closure over 10 years. *J Clin Neurosci.* 2012;19(7):984-90. doi: 10.1016/j.jocn.2011.09.026
16. Di Rocco C, Trevisi G, Massimi L. Myelomeningocele: an overview. *World Neurosurg.* 2014;81(2):294-5. doi: 10.1016/j.wneu.2013.02.042