

## Artículo original

## Uso de expansores tisulares en el tratamiento quirúrgico de la cifosis en pacientes con mielomeningocele

Jorge Gómez Chavarría,\* Alfredo Cardoso Monterrubio,\*\* Enrique Garavito Salazar\*\*\*

Hospital Shriners para Niños, Ciudad de México

**RESUMEN.** *Introducción:* En el tratamiento quirúrgico de la cifosis en pacientes con mielomeningocele han sido descritas numerosas técnicas quirúrgicas de instrumentación para obtener la corrección, sin embargo, suelen existir complicaciones relacionadas al procedimiento quirúrgico o a la reconstrucción cutánea debido a los trastornos que ésta presenta. La expansión tisular temporal, es una técnica que puede ser utilizada antes de una cirugía de columna con una región de piel lesionada. *Material y métodos:* Fueron incluidos 11 pacientes con mielomeningocele y deformidad cifótica, a todos ellos les fue realizado el cierre del saco dural en el período neonatal; el nivel de lesión medular fue torácico o lumbar alto. Los pacientes fueron evaluados por un cirujano plástico para planear la colocación del expansor tisular, la cual fue realizada en una primera cirugía y en una segunda cirugía se realizó la cífectomía, instrumentación, fusión posterior, retiro del expansor tisular y el cierre de la piel. *Resultados:* Fueron colocados 15 expansores tisulares a 11 pacientes; a 4 de ellos se les colocaron 2 expansores y a 7 pacientes se les colocó un expansor; 9 fueron colocados en la región dorsal y 6 en la región lumbar con una permanencia promedio de 17 semanas, no se presentaron complicaciones postoperatorias ni durante la expansión tisular. El nivel de lesión medular de los pacientes fue torácico en 9 y lumbar alto en 2; la instrumentación posterior utilizada fue placa ACM en 6 pacientes, SSI con barra de Luque en 2 pacientes, clavos cruzados en 1, DCP 3.5 a 1

**ABSTRACT.** *Introduction:* Numerous surgical techniques of instrumentation have been described in surgical management of kyphosis in children with myelomeningocele. However, complications related to surgical technique or the soft tissue reconstruction can exist. Tissue expansion is a technique that can be used before spine surgery with damaged skin. *Material and Methods:* We studied 11 patients with myelomeningocele and kyphosis. All had dural sac closure in neonatal stage as well as thoracic or upper lumbar lesion with severe neurologic deficit. Patients were evaluated by a plastic surgeon that placed a soft tissue expander, as the first stage of reconstruction. Kyphectomy, instrumentation, posterior fusion, expander removal and wound closure were done as a second stage. *Results:* Fifteen tissue expanders were placed in 11 patients; 4 patients had 2 expanders and 7 patients had one. All the expanders were placed in the back, 9 expanders were placed in thoracic region and 6 in the lumbar region with an average of 17 weeks in the body. No complications were detected in the postoperative period of the tissue expansion. Neurologic deficit was thoracic in 9 patients and upper lumbar in 2 patients; we used for instrumentation ACM plates in 6 patients, SSI with Luque rods in 2 patients, crossed nails in 1 patient, 3.5 DCP in one patient, and we did not use instrumentation in one patient. Four patients (36.3%) had complications related to the kyphectomy and instrumentation in the postoperative period. *Conclusions:* Use of tissue expanders

\* Médico Subespecialista en Ortopedia Pediátrica.

\*\* Jefe de la Clínica de Escoliosis del Hospital Shriners para Niños, Ciudad de México.

\*\*\* Cirujano Plástico del Hospital Shriners para Niños, Ciudad de México.

Dirección para correspondencia:

Dr. Jorge Gómez Chavarría. Av. del Imán Núm. 257, Col. Pedregal de Santa Úrsula, Delegación Coyoacán, México D. F., C.P. 04650. Teléfono 54 24 78 50.

Correo electrónico: drgomch@hotmail.com

**paciente y en un paciente no fue realizada la instrumentación. Las complicaciones postoperatorias relacionadas a la cífectomía e instrumentación se presentaron en 4 pacientes (36.3%). La colocación de expansores tisulares previo a la corrección quirúrgica de la cifosis en pacientes con mielomeningocele, es una buena alternativa para evitar complicaciones en la reconstrucción cutánea, la valoración para su uso debe ser en conjunto con el cirujano plástico.**

**Palabras clave:** cifosis, expensor tisular, piel, mielomeningocele, cirugía, técnica, reconstrucción.

**before the surgical management of kyphosis in myelomeningocele is a good option to avoid complications of soft tissue coverage, evaluation of patients and indications for expanders must be done by a plastic surgeon.**

**Key words:** kyphosis, tissue expanders, skin, myelomeningocele, surgery, technique, reconstruction.

## Introducción

La deformidad cifótica está presente hasta en el 10% de los pacientes con mielomeningocele, en ellos típicamente ocurre una lesión lumbar alta o toracolumbar con un déficit neurológico severo. La lordosis toracolumbar rígida compensatoria es desarrollada por arriba de la cifosis;<sup>1</sup> la progresión de la cifosis es en promedio de 8° por año. La intolerancia para sentarse y la pérdida del uso independiente de las manos mientras se sienta es visto en la mayoría de estos niños. Las alteraciones en la piel son comunes y están relacionadas al pobre flujo sanguíneo a través de los atenuados colgajos cutáneos dorsales como resultado de anormalidades en la aorta y en la vena cava.<sup>2</sup> Existe compresión del contenido abdominal con aumento concomitante del esfuerzo respiratorio. Los niños con una cifosis lumbar rígida tienen una apariencia clínica característica: están sentados en la superficie posterior del sacro, tienen un abdomen y una giba muy protuberantes. Ocasionalmente, una extensión de la deformidad hacia la columna cervical puede desarrollar un balance del tronco. Las piernas aparecen ser más largas porque la posición en flexión de la pelvis y las costillas más inferiores están desplegadas lateralmente. Estos niños neurológicamente están más afectados, tienen una prevalencia de hidrocefalia muy alta y una muy pobre calidad de vida. La cifosis toracolumbar está caracterizada por una curva colapsada en forma de «C» con su vértice localizado en la región torácica baja o lumbar, inicialmente ésta es flexible pero puede llegar a ser rígida.

El tratamiento puede ser complejo. Las ortesis no son prácticas, son poco toleradas e ineficaces en la mayoría de los casos, como presionan la piel anestesiada en la zona de cifosis predisponen a la formación de úlceras y permiten la progresión de la curva. Por lo tanto, la cirugía es el tratamiento de elección. La edad preferida para el tratamiento quirúrgico es de los 2 a los 5 años.<sup>3</sup> Hay estudios que han demostrado que la cífectomía realizada al mismo tiempo que el cierre del saco dural en el recién na-

cido es un procedimiento seguro con una corrección excelente.<sup>4</sup>

La postura anormal para sentarse provoca al niño apoyarse en las manos para sostenerse, apartando su uso de las actividades funcionales. Episodios repetidos de piel lesionada o perforada ocurren sobre el vértice de la cifosis y son difíciles de prevenir, por lo que crean un riesgo para el paciente. Los problemas de incapacidad para sentarse y las lesiones en la piel son quizás las razones que obligan a la corrección de la deformidad.<sup>5</sup>

Se han usado varias técnicas quirúrgicas con diferentes tipos de instrumentación para la corrección de la cifosis y fusión:<sup>1</sup> la osteotomía vertebral parcial en la cifosis de pacientes con mielomeningocele, es un eficiente método.<sup>6</sup> La resección de la vértebra apical, corrección de la longitud total del segmento y una fusión obtenida por una fijación interna con clavos cruzados también ha sido reportada como eficiente.<sup>7</sup> La resección de la cifosis y la artrodesis posterior con instrumentación posterior es una técnica comúnmente utilizada.<sup>8</sup> La técnica de cífectomía e instrumentación con barra de Luque y fijación pélvica a través del primer agujero sacro ha sido reportada con pocas complicaciones postoperatorias.<sup>9</sup> La vertebralctomía de la cifosis y la colocación de la placa ACM es otra técnica utilizada para el tratamiento de estos pacientes.<sup>10</sup> Los métodos de fijación reportados en la corrección de la cifosis han sido cables de Dwyer bilateral, placa de compresión dinámica, barra de Harrington bilateral,<sup>11</sup> instrumentación segmentaria con barra de Luque.<sup>12,13</sup>

La pobre cobertura cutánea en algunos casos de cirugía de columna vertebral posterior e instrumentación, es una situación usualmente originada por cirugías previas y hace que la simple aproximación de los bordes sea difícil, por lo que el cirujano puede encontrar dificultades en obtener un cierre cutáneo. La necrosis cutánea o dehiscencia de la herida expondría la fijación y llevaría a una infección profunda y fracaso subsecuente.<sup>14</sup>

Los pacientes que requieren cirugías vertebrales reconstructivas mayores pueden tener posibles factores pre-

disponentes que permiten tales problemas. Aquellos factores pueden incluir procesos metabólicos como diabetes, cáncer y alteraciones del estado nutricional secundarios al trauma. Además, ellos pueden tener condiciones previas importantes que pueden afectar el cierre de heridas tales como radioterapia o quimioterapia previa, incisiones o abordajes quirúrgicos previos, deficiencias de piel local o músculo, como es visto en algunos casos, tales como el mielomeningocele.<sup>15</sup> Al momento de la operación de los niños con mielomeningocele y cifosis es usualmente difícil adquirir una cobertura de calidad de piel y tejido subcutáneo sobre el mielomeningocele cerrado. En el recién nacido la circulación de la piel es muy sensible. La movilización extensa a menudo puede resultar en una necrosis isquémica y una epitelización secundaria frágil. Los pacientes con cifosis también tienen un tronco muy corto, entonces reduce la probabilidad de movilizar suficiente colgajo cutáneo.<sup>16</sup>

La expansión tisular con el uso de expansores tisulares implantables es un desarrollo de la cirugía plástica que puede ser utilizado como una técnica preventiva, de rescate o ambas para el tratamiento de aquellos problemas.<sup>15</sup>

La expansión tisular temporal es aplicada para el desarrollo de colgajos en cualquier zona del cuerpo, por ejemplo el tronco<sup>17</sup> y puede ser útil para la reconstrucción mientras exista un acortamiento de los tejidos.<sup>18</sup> Los expansores retirados al mismo tiempo de la cirugía de columna vertebral, proporcionan una suficiente cobertura sin tensión.<sup>14</sup>

En pacientes sometidos a fusión vertebral para corrección de cifoescoliosis secundaria a mielomeningocele, la cobertura cutánea fue obtenida con expansión tisular.<sup>19</sup>

El objetivo de la investigación es valorar el manejo de cobertura cutánea con expansores tisulares en pacientes con mielomeningocele a quienes se les realizó cífectomía.

## Material y métodos

Se realizó un estudio observacional, retrospectivo, transversal y descriptivo. En el período de Enero del 2001 a Diciembre del 2004 en el Hospital Shriners para Niños, Ciudad de México, fueron tratados de forma quirúrgica 11 pacientes con mielomeningocele con deformidad cifótica; todos tenían expediente clínico y radiográfico completo.

Los 11 pacientes eran 10 de sexo masculino y 1 de sexo femenino. A todos los pacientes les habían realizado cierre del saco dural en la etapa neonatal. Los pacientes tenían nivel de lesión medular torácico o lumbar alto y con un pobre balance para sentarse, todos ellos tenían estudios radiográficos preoperatorios y postoperatorios de toda la columna vertebral en proyecciones posteroanterior y lateral, la medición de la curva de cifosis preoperatoria y postoperatoria se obtuvo en la proyección lateral de columna vertebral. La edad promedio de los pacientes era de 9.3 años (rango 4.2 a 20.3 años).

Los 11 pacientes fueron evaluados conjuntamente con un cirujano plástico para planear la colocación del expansor tisular, el cual fue colocado en una primera cirugía con el objetivo de prevenir los problemas de reconstrucción de piel y en una segunda cirugía se realizó la cífectomía, instrumentación, fusión posterior, retiro del expansor y cierre definitivo de la piel.

Expansor tisular. El material del dispositivo de expansión tisular utilizado es silicón y está conformado por un reservorio de forma rectangular, una válvula a través de la cual es realizado el llenado del expansor y un tubo de silastic que sirve de conexión entre los otros dos componentes (*Figura 1*).

Técnica para colocación del expansor tisular. Ésta fue realizada en una primera cirugía por el cirujano plástico. Estando el paciente en decúbito ventral bajo efectos de anestesia general, se hace la antisepsia de la región toracolumbar y sacra, son colocados los campos estériles, es realizado el abordaje perpendicular a la línea media en la zona paravertebral dorsal o lumbar, la disección es por planos hasta el tejido subcutáneo, de manera simultánea se realiza hemostasia cuidadosa; el expansor tisular vacío fue colocado bajo el tejido subcutáneo, la válvula es colocada en el mismo plano en un sitio accesible, evitando su prominencia en la piel, durante el transoperatorio el expansor fue parcialmente llenado a través de la válvula con solución salina isotónica estéril en un volumen que corresponde al 10% de la capacidad del expansor, lo cual previene arrugas del depósito y contribuye a la hemostasia, se cierra la herida por planos poniendo suturas subcutáneas que cierran la comunicación entre el expansor y la válvula, no se dejaron drenajes; el sitio de la válvula fue señalado con una marca en la piel. Los cuidados de la herida continuaron durante el seguimiento postoperatorio.

La expansión del tejido fue realizada de manera periódica una vez por semana por el cirujano plástico. Con téc-



**Figura 1.** Componentes del expansor tisular rectangular: 1) Reservorio de silicón, 2) Tubo de silastic, 3) Válvula.

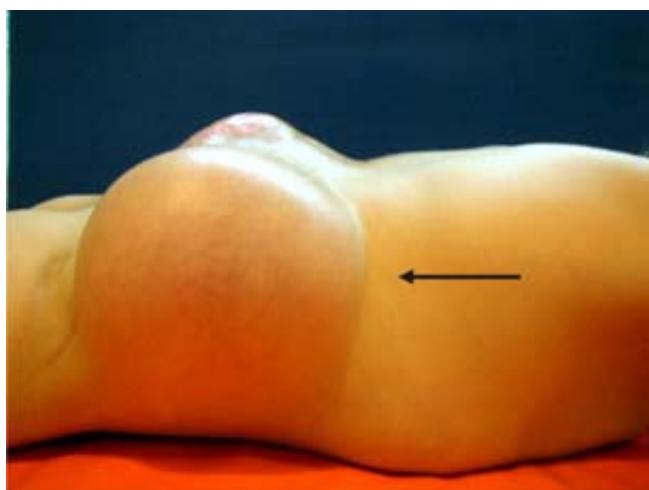
nica estéril se preparó la zona donde estaba colocada la válvula y a través de ésta se introduce solución salina estéril isotónica con una jeringa en la cantidad que correspondía al 10% del volumen total del expansor. La expansión fue considerada adecuada cuando se formaba un domo en la zona del expansor, la piel no mostraba signos de isquemia o necrosis. El llenado excesivo del expansor se evitó con base en las siguientes observaciones: palpación de la tensión, color y resistencia de la piel expandida al tacto<sup>16</sup> (*Figura 2*).

Resección de la cifosis, instrumentación y cierre de la piel. Ésta se llevó a cabo en una segunda cirugía por el cirujano ortopedista. El paciente fue colocado en decúbito ventral bajo efectos de anestesia general; se realizó la

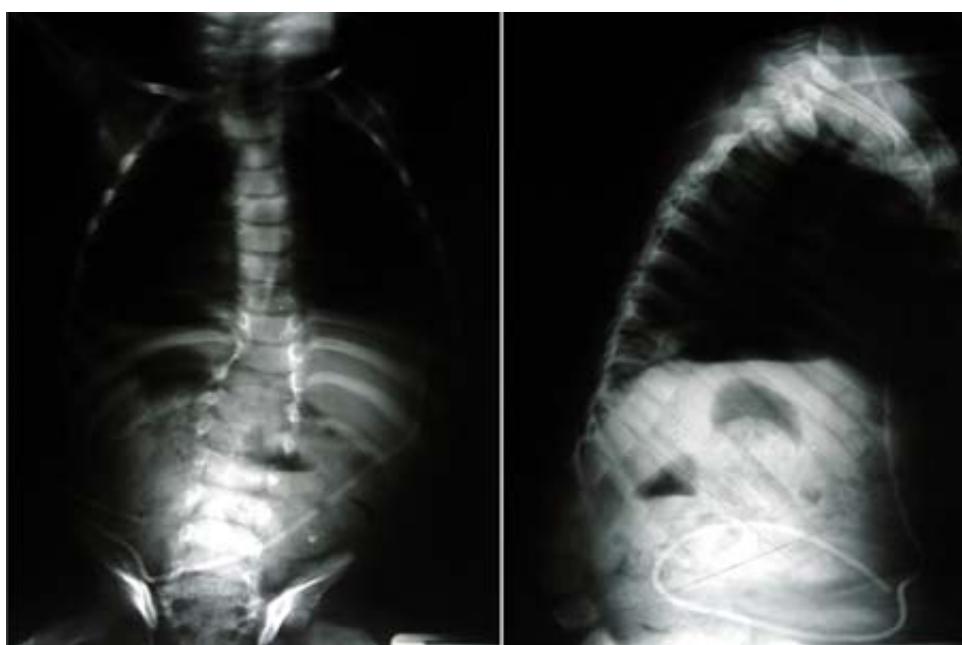
antisepsia de la región torácica, lumbar y sacra después se colocaron los campos estériles. El abordaje fue longitudinal medio a nivel de la cifosis, se hace la disección por planos y simultáneamente se hizo hemostasia hasta exponer las vértebras que conformaban el vértice de la cifosis, mediante rayos X transoperatorios, se verificaba el nivel de resección del tejido esponjoso de la vértebra superior e inferior a la vértebra apical. Los elementos posteriores son retirados dejando la vértebra como un «cascarón de huevo» sin lesionar la plataforma superior e inferior. La vértebra apical se empuja hacia delante y entonces se corrige la deformidad. La fusión posterior se hace utilizando injerto óseo. Se hizo instrumentación posterior utilizando diferentes implantes como fueron clavos Steinmann, DCP 3.5, barra de Luque y alambre sublaminar, placa ACM.<sup>20</sup> El cirujano plástico hizo el retiro del expansor tisular y el cierre de la piel con avance de colgajo cutáneo. Todos los pacientes tuvieron un seguimiento postoperatorio clínico y radiográfico a través de la consulta externa (*Figuras 3, 4 y 5*).

## Resultados

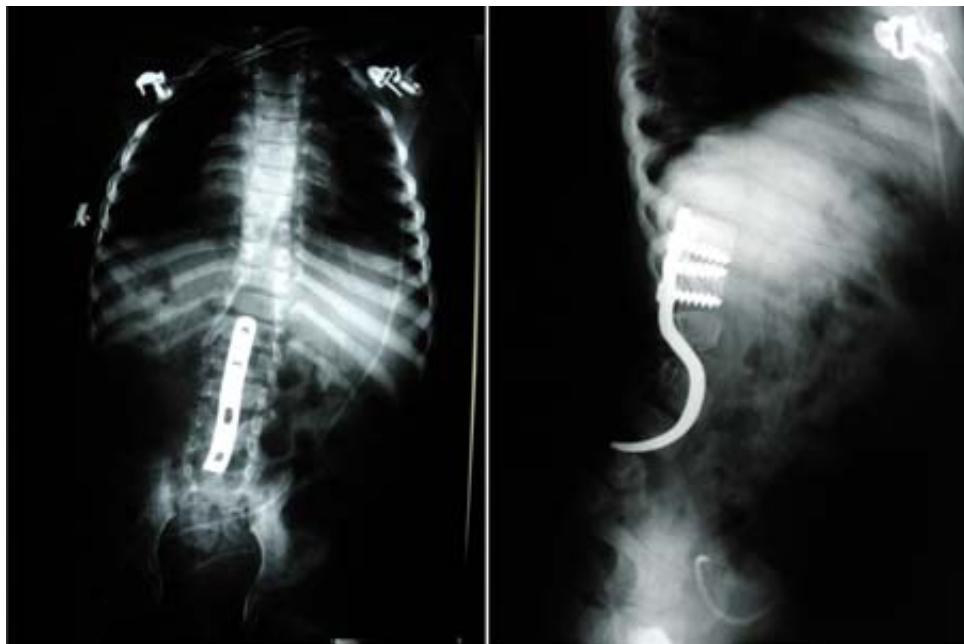
Se colocaron 15 expansores tisulares de forma rectangular en 11 pacientes, de ellos a 4 pacientes les fueron colocados 2 expansores y a los otros 7 pacientes les fue colocado sólo un expansor; 9 fueron colocados en la región dorsal y 6 en la región lumbar. La capacidad de los expansores utilizados fue de 200 ml siete, 250 ml dos, 500 ml cuatro 700 ml uno y 1,000 ml uno; la permanencia promedio del expansor fue de 17 semanas (rango 9 – 31 semanas) y no hubo complicaciones transoperatorias en su colocación ni durante la expansión tisular.



**Figura 2.** Expansor lleno a su máxima capacidad sin provocar signos de necrosis cutánea.



**Figura 3.** Imágenes radiográficas en proyección panorámica posteroanterior y lateral de la columna vertebral en el preoperatorio, de un paciente con mielomeningocele y cifosis.



**Figura 4.** Imágenes radiográficas en proyección panorámica posteroanterior y lateral de la columna vertebral después de la cífectomía, fusión vertebral y colocación de placa ACM.



**Figura 5.** Resultado clínico postoperatorio.

El nivel de lesión medular fue torácico en 9 pacientes y lumbar alto en 2; la cifosis preoperatoria promedio fue de 107° (rango 60°-130°), la cifosis postoperatoria promedio fue de 55° (rango de 14°-130°); la instrumentación posterior utilizada fue placa ACM en 6 pacientes, SSI con barra de Luque 2 pacientes, clavos cruzados 1 paciente, DCP 3.5 1 paciente y un paciente sólo le fue realizado disquectomía L5 – S1 con artrodesis y uso de corsé, ya que el hueso osteoporoso no permitió la fijación estable de la instrumentación. El seguimiento promedio después de la cífectomía y cierre cutáneo fue de 25.5 meses (rango 13 – 47 meses).

Las complicaciones se presentaron en 4 pacientes (36.3%) después de la cífectomía, las cuales fueron: infección de herida quirúrgica 1 paciente, exposición de extremo distal de placa ACM 1 paciente, desanclaje de la DCP 1 paciente y otro paciente con fístula cutánea y salida de 1 tornillo, las cuales se resolvieron de la siguiente manera: la infección mediante administración de antibióticos por vía parenteral durante 14 días, la exposición del extremo distal de la placa ACM se trató mediante recorte del segmento expuesto de la placa, se retiró la DCP y fue colocado injerto óseo autólogo de peroné para obtener la fusión y la fístula se trató con administración de antibióticos por

vía parenteral y curaciones, estos pacientes tuvieron después una evolución satisfactoria.

## Discusión

Los pacientes con un mielomeningocele toracolumbar son de alto riesgo para el desarrollo de deformidades de la columna vertebral. La deformidad progresiva provoca que la parte superior del cuerpo caiga hacia delante y pueda provocar una enfermedad pulmonar restrictiva debido a la presión del contenido abdominal hacia el tórax y al aplastamiento del diafragma. La cifosis, la lordosis torácica y lumbar compensatorias concomitantes, crean una prominencia ósea (giba) y las úlceras de decúbito crónicas en la piel adyacente son comunes.<sup>21</sup>

El tratamiento para la corrección de la cifosis en los pacientes con mielomeningocele representa ser complejo debido a las condiciones anatómicas del área afectada.<sup>2,3</sup> A pesar de las diferentes técnicas para la instrumentación posterior de la columna vertebral y lograr una fusión vertebral satisfactoria, en todas ellas han sido reportadas presencia de complicaciones, las cuales en su mayoría están asociadas a falla en los implantes de instrumentación, falta de fusión ósea; también existen otro tipo de complicaciones reportadas como son la hematuria, la infección de vías urinarias, septicemia e incluso la muerte, sin dejar de mencionar las que están relacionadas con el cierre cutáneo o reconstrucción cutánea, ya que la mayoría de los pacientes al momento de realizar la corrección de la cifosis ya tienen cirugías previas para lograr el cierre del saco dural.<sup>1</sup>

En nuestro estudio las complicaciones posteriores a la fusión vertebral e instrumentación se presentaron en 4 pacientes, lo que representa el 36.3% y no hubo complicaciones relacionadas a dehiscencia de herida o por falta de cobertura, estas complicaciones relacionadas al cierre de la herida han sido reportadas tan altas como un 79% en estos pacientes. Niall y colaboradores en los resultados de su estudio a largo plazo de pacientes con cífectomía y mielomeningocele, las complicaciones reportadas ocurrieron en 20 de 24 pacientes, dentro de las cuales estaban fallas en la instrumentación así como infección de herida.<sup>1</sup> A pesar de la diversidad de técnicas para la instrumentación de la columna vertebral en estos pacientes ninguno está exento de tener complicaciones o una mala fusión ósea, ya que existen factores predisponentes como la presencia de hueso osteoporoso en la columna vertebral, sin embargo, el porcentaje de las complicaciones fue menor a lo reportado en otras series.

La cifosis preoperatoria en nuestros pacientes fue en promedio de 107° (rango 60°-130°) y el promedio de la cifosis postoperatoria fue de 55° (rango de 14°-130°). Ko y colaboradores reportaron un ángulo promedio de la cifosis antes de la cirugía de 124.5° (rango 48°-180°) y el promedio del ángulo de la cifosis después de la cirugía fue 36.75° (4°-113°) con un promedio del 89% de complicaciones,<sup>21</sup> por lo que la medición postoperatoria de la cifosis en nuestros pacientes fue similar a la reportada en otras

series. Crawford y colaboradores en su estudio de cífectomía neonatal en pacientes con mielomeningocele, mencionan que esta cirugía a edad temprana proporciona una buena corrección y evita una cirugía en etapa tardía. La cífectomía neonatal permite al paciente sentarse confortablemente, eliminando la necesidad de ortesis y disminuye el riesgo de la formación de úlceras de decúbito y permite mejorar la función de las extremidades torácicas a una edad temprana. Aunque este procedimiento puede resultar en una recurrencia de la deformidad, la significante y costosa morbilidad asociada con las lesiones de la piel y sillas con ruedas equipadas con ortesis. La alteración significante en la historia natural de la enfermedad ha alentado a aquellos autores a recomendar este procedimiento.<sup>4</sup>

Expansores tisulares. Varios métodos pueden ser utilizados para cubrir un defecto cutáneo, desde un injerto cutáneo hasta un colgajo libre microvascularizado, éstos dejan muchos defectos en los tejidos del sitio donador y las hendiduras que quedan pueden contrastar estéticamente. La expansión tisular puede reemplazar piel y tejido blando perdido sin dejar un defecto cutáneo secundario en muchos casos.<sup>22</sup>

La expansión tisular es útil en niños con mielomeningocele y grandes cifosis, donde se necesita una cobertura total con la piel después de una cirugía primaria. La expansión tisular es bien tolerada con excelentes resultados, evitando colgajos musculares en niños con piel dañada anteriormente.<sup>16</sup>

Las complicaciones en la cirugía de expansión tisular han sido reportadas en un rango de 20-40%. El promedio más alto de complicaciones (50%) ha sido en niños con mielomeningocele siendo la infección la complicación más frecuente.<sup>23</sup> Gibstein y colaboradores reportaron un promedio del 10% de infecciones en su material, mientras que el promedio de infecciones en procedimientos quirúrgicos estériles había reportado de 1 al 2% dependiendo la zona anatómica de colocación del expansor. La proporción de infecciones es presumiblemente reducida con profilaxis antibiótica, pero no existe aún un consenso respecto a los agentes o duración de la profilaxis. Cuando el expansor se desinfla puede deberse a goteo de la válvula o por punción del expansor, dependiendo del número de inyecciones, calibre de la aguja técnica de la inyección. El porcentaje de expansores desinflados ha sido reportado en un 6% para la expansión tisular.<sup>24</sup>

En este estudio nuestra experiencia con el uso de expansores tisulares para el cierre de la piel y su reconstrucción después de la cífectomía en pacientes con mielomeningocele resultó ser satisfactorio ya que no se presentaron complicaciones en la etapa preoperatoria y postoperatoria de su colocación y retiro, así como durante la expansión tisular.

## Conclusiones

La colocación de expansores tisulares previo a la corrección quirúrgica de la cifosis en pacientes con mielomeningocele, es una buena alternativa para evitar complicaciones.

ciones en la reconstrucción de la piel; la valoración para su uso debe ser en conjunto con el cirujano plástico, ya que los colgajos locales cutáneos y miocutáneos son difíciles de realizar para obtener la cubierta deseada debido a las cicatrices por cirugías previas.

### Bibliografía

- Niall DM, Dowling FE, Fogarty EE, Moore DP, Goldberg C: Kyphectomy in children with myelomeningocele. A long term outcome study. *J Pediatr Orthop* 2004; 24: 37-44.
- Sarwark JF: Kyphosis deformity in myelomeningocele. *Orthop Clin North Am* 1999; 30: 451-5.
- Martin J Jr, Kumar SJ, Guille JT, et al: Congenital kyphosis in myelomeningocele: Results following operative and nonoperative treatment. *J Pediatr Orthop* 1994; 14: 323-8.
- Crawford AC, Strub WM, Lewis R, et al: Neonatal kyphectomy in the patient with myelomeningocele. *Spine* 2003; 28: 260-6.
- Guille JT, Sarwark, JF, Sherk, HH, Kumar SJ: Congenital and developmental deformities of the spine in children with myelomeningocele. *J Am Acad Ortho Surg* 2006; 14: 367-75.
- Eyring EJ, Wanken JJ, Sayers MP: Spine osteotomy for kyphosis in myelomeningocele. *Clin Orthop* 1972; 88: 24-30.
- Lowe GP, Menelaus MB: The surgical management of kyphosis in older children with myelomeningocele. *J Bone Joint Surg [Br]* 1978; 60: 40-5.
- Lintner SA, Lindseth RE: Kyphotic deformity in patients who have a myelomeningocele. Operative treatment ad long term follow up. *J Bone Joint Surg [Am]* 1994; 76: 1301-7.
- Warner WC Jr, Fackler CD: Comparison of two instrumentation techniques in treatment of lumbar kyphosis in myelodysplasia. *J Pediatr Orthop* 1993; 13: 704-8.
- Cardoso MA, Orellana CA, Rosales ME, Sopalda PN: Pacientes con mielomeningocele y cifosis manejados con placa ACM. *Acta Ortopédica Mexicana* 2004; 18(3): 86-90.
- Mc Master MJ: The long term results of kyphectomy and spinal stabilization in children with myelomeningocele. *Spine* 1988; 13: 417-24.
- Heydemann JS, Gillespie R: Management of myelomeningocele kyphosis in the older child by kyphectomy and segmental spinal instrumentation. *Spine* 1987; 12: 37-41.
- Thomsen M, Lang RD, Cartens C: Results of kyphectomy with the technique of Warner and Fackler in children with myelodysplasia. *J Pediatr Orthop* 2000; 9: 143-7.
- Paonessa KJ, Zide B, Errico T, Engler GL: Using tissue expanders in spinal surgery for deficient soft tissue or post irradiation cases. *Spine* 1991; 6: S324-S327.
- Paonessa KJ, Hostnik WJ, Zide B: Use of tissue expanders for wound closure of spinal infections or dehiscense. *Orthop Clin North Am* 1996; 27(1): 155-70.
- Arnell K: Primary and secondary tissue expansion gives high quality skin and subcutaneous coverage in children with large myelomeningocele and kyphosis. *Acta Neurochir (Wien)* 2006; 148(3): 293-297; discussion 297.
- Radovan C: Tissue expansion in soft tissue reconstruction. *Plast Reconstr Surg* 1984; 74: 482-90.
- Manders EK, Schenden MJ, Furrey JA, et al: Soft tissue expansion: Concepts and complications. *Plast Reconstr Surg* 1984; 74: 493-507.
- Mustoe TA, Gifford GH, Lach E: Rapid tissue expansion in the treatment of myelomeningocele. *Ann Plast Surg* 1988; 21: 70-3.
- Lindseth RE, Stelzer L: Vertebral excision for kyphosis in children myelomeningocele. *J Bone Joint Surg Am* 1979; 61: 699-704.
- Ko AL, Song K, Ellenbogen RG, Avellino AM: Retrospective review of multilevel spinal fusion combind with spinal cord transaction for treatment of kyphoscoliosis in pediatric myelomeningocele patients. *Spine* 2007; 32(22): 2493-501
- Dogra BB, Sharma A, Singh M, Chakravarty B: Tissue expansion: A simple technique for complex traumatic soft tissue defects. *Int Surg* 2007; 92(1): 37-45.
- Elias DL, Baird WL, Zubowics VN: Applications and complications of tissue expansion in pediatric patients. *J Pediatr Surg* 1991; 26: 15-21.
- Gibstein LA, Abramson DL, Bartlett RA, Orgill DP, Upton J, Mulliken JB: Tissue expansion in children: a retrospective study of complications. *Ann Plast Surg* 1997; 38: 358-64.