

INESTABILIDAD DE LA COLUMNA CERVICAL SUBAXIAL POR FALLA DE LA BANDA DE TENSIÓN POSTERIOR. ARTRODESIS CON TÉCNICA DE MAGERL. INFORME PRELIMINAR DE LOS RESULTADOS A CORTO PLAZO

INSTABILIDADE DA COLUNA CERVICAL SUBAXIAL POR FALHA DA BANDA DE TENSÃO POSTERIOR. ARTRODESE COM TÉCNICA DE MAGERL. RESULTADOS PRELIMINARES A CURTO PRAZO

SUBAXIAL CERVICAL SPINE INSTABILITY DUE TO FAILURE OF POSTERIOR TENSION BAND. ARTHRODESIS WITH MAGERL TECHNIQUE. PRELIMINARY RESULTS IN THE SHORT TERM

JAVIER QUIROZ¹, ALEJANDRO LALUF², TAMARA SISI³, NICOLAS COOMBES³, PATRICIO MANZONE⁴

RESUMEN

Objetivo: Analizar, retrospectivamente los resultados a corto plazo de las lesiones traumáticas inestables de la región subaxial, tratadas mediante fijación cervical por vía posterior con técnica de Magerl, utilizando sistema de barras y tornillos poliaxiales en las masas laterales. **Métodos:** Se efectuó una revisión de pacientes con lesión traumática inestable cervical subaxial y afectación de la banda de tensión posterior (tipo B.1 de la AO), que hubieran sido operados con fijación posterior con barras y tornillos poliaxiales en las masas laterales, siguiendo la técnica de Magerl, utilizando criterios de selección anatómicos, diagnóstico-imagenológicos y éticos. Se valoraron, en el seguimiento, los resultados radiológicos, funcionales y neurológicos. **Resultados:** Se incluyeron 9 pacientes (8 varones, 1 mujer), con edad promedio de 25 años (rango 21 - 34) y seguimiento promedio de 20 meses (rango 12 - 24). Tanto los resultados radiológicos, como los funcionales y los neurológicos, fueron excelentes en todos los casos, sin desviación en cifosis ni desplazamiento anteroposterior, y sin síntomas importantes en el seguimiento. Los dos casos tratados, con fijación de tres vértebras, presentaron cierta rigidez cervical esporádica. En ningún caso se extrajeron los implantes. **Conclusiones:** Los beneficios obtenidos sugieren que es una técnica útil, segura, eficaz y versátil para las lesiones traumáticas inestables de la columna cervical baja, tipo B.1, inclusive aquellas multisegmentarias, especialmente en pacientes jóvenes.

Descriptores: Vértebras cervicales; Columna vertebral; Fracturas de la columna vertebral; Fijación de fracturas.

RESUMO

Objetivo: Analisar retrospectivamente os resultados a curto prazo de lesões traumáticas instáveis na região cervical subaxial tratadas com fixação posterior pela técnica de Magerl, usando-se um sistema de parafusos poliaxiais e hastes nas massas laterais. **Métodos:** Foi realizada a análise de pacientes com lesão traumática cervical subaxial instável e envolvimento da banda de tensão posterior (AO tipo B.1), que haviam sido submetidos a cirurgia com fixação posterior com parafusos poliaxiais e hastes nas massas laterais, de acordo com a técnica de Magerl e segundo critérios de seleção anatómicos, de diagnóstico por imagem e éticos. No acompanhamento, foram avaliados os resultados radiológicos, funcionais e neurológicos. **Resultados:** Foram incluídos nove pacientes (8 homens, 1 mulher) com média de idade de 25 anos (faixa 21-34) e acompanhamento médio de 20 meses (faixa 12-24). Tanto os achados radiológicos quanto os neurológicos e funcionais foram excelentes em todos os casos, sem desvio ou deslocamento em cifose ântero-posterior e sem sintomas importantes ao longo do acompanhamento. Os dois casos tratados com fixação de três vértebras tinham certa rigidez cervical esporádica. Em nenhum caso os implantes foram removidos. **Conclusões:** Os benefícios obtidos sugerem que a técnica é útil, segura, eficiente e versátil para lesões traumáticas instáveis da coluna cervical baixa tipo B.1, mesmo nas lesões multissegmentares, especialmente em pacientes mais jovens.

Descritores: Vértebras cervicais. Coluna vertebral; Fraturas da coluna vertebral; Fixação de fratura.

ABSTRACT

Objective: To analyze retrospectively the short-term results of unstable traumatic injuries in the cervical subaxial region treated with posterior fixation by Magerl technique, using polyaxial screws and rods in the lateral masses. **Methods:** We performed a review of patients with unstable subaxial cervical traumatic injury and involvement of the posterior tension band (AO type B.1) who underwent surgery with posterior fixation with polyaxial screws and rods in the lateral masses according to the Magerl technique using selection criteria based on anatomy, diagnostic images, and ethics. In the follow-up period, the radiological, functional, and neurological outcomes were assessed.

1. Médico Jefe, Unidad de Patología Espinal - Servicio Ortopedia y Traumatología, Hospital General de Agudos Dr. Julio C. Perrando - Resistencia, Chaco, Argentina.
2. Médico Sub Jefe - Unidad de Patología Espinal - Servicio Ortopedia y Traumatología, Hospital General de Agudos Dr. Julio C. Perrando - Resistencia, Chaco, Argentina.
3. Médico Residente - Servicio Ortopedia y Traumatología, Hospital General de Agudos Dr. Julio C. Perrando - Resistencia, Chaco - Argentina.
4. Médico Jefe - Unidad de Patología Espinal - Servicio de Ortopedia y Traumatología, Hospital Pediátrico - "Dr. Avelino Castelán" - Resistencia, Chago, Argentina.

Trabajo realizado na Unidad de Patología Espinal, Hospital General de Agudos Dr. Julio C. Perrando - Resistência, Chaco, Argentina.

Correspondência: Rafael Obligado 4389. Barrio Centro Empleados de Comercio. Corrientes Capital. Argentina - (3400)- E-mail: jaquir03@hotmail.com

Recebido em 31/01/2012, aceito em 12/06/2012.

Results: We included 9 patients (8 men, 1 woman) with an average age of 25 years (range 21 - 34) and a mean follow-up of 20 months (range 12 - 24). The radiological as well as the neurological and functional findings were excellent in all cases, without deviation or displacement in anteroposterior kyphosis, and with no symptoms during the follow-up period. The two cases treated with fixation of three vertebrae had some sporadic cervical stiffness. In no case were the implants removed. Conclusions: The benefits obtained suggest that the technique is useful, safe, efficient and versatile for unstable traumatic injuries of the lower cervical spine type B.1, even in multisegmental lesions, especially in young patients.

Keywords: Cervical vertebrae; Spine; Spinal fractures; Fractures fixation.

INTRODUCCIÓN

El complejo de los ligamentos posteriores es uno de los estabilizadores primarios de tejidos blandos de la columna cervical subaxial. Este complejo consiste en los ligamentos supraespinoso, interespinoso, ligamento amarillo, las cápsulas de las facetas, y el ligamento nucal^{1,2}. La resonancia magnética permite la evaluación directa de su integridad en el contexto de un trauma cervical subaxial; gracias a esto se ha mejorado la comprensión de estas lesiones y se ha comenzado a orientar la toma de decisiones para el tratamiento de pacientes neurológicamente intactos y para aquellos con una lesión de la médula espinal, con diferentes grados de afectación de la parte posterior del complejo ligamentario^{3,4}. Estudios previos han demostrado que la resonancia magnética tiene una buena fiabilidad y sensibilidad para el diagnóstico de lesiones del complejo ligamentario posterior en pacientes que han sufrido un trauma cervical (Figura 1)⁵⁻⁷. La patología traumática que produce inestabilidad segmentaria por lesión de la banda de tensión posterior de la columna cervical subaxial, requiere una fijación interna rígida con el propósito de: obtener una fusión sólida que asegure estabilidad a largo plazo, restablecer o mantener el alineamiento vertebral y facilitar la rehabilitación⁸⁻¹³.

Los dispositivos de osteosíntesis tienen que crear estabilización multidireccional mediante fijación segmentaria corta, dejando libres el mayor número de segmentos móviles¹⁴⁻¹⁸.

La artrodesis cervical posterior y estabilización con técnica de Magerl en las masas laterales son una barrera biomecánica en múltiples planos de movimiento. Ha mostrado ser reproducible y sobre todo útil cuando los elementos posteriores fallan^{19,20}. El objetivo de este trabajo es analizar los resultados a corto plazo de los pacientes que han sufrido trauma cervical con inestabilidad subaxial por lesión de la banda de tensión posterior que, por medio de la técnica de Magerl, han obtenido estabilidad estructural, fusión ósea sólida mediante el restablecimiento de la capacidad de la banda de tensión posterior para resistir fuerzas de flexión.

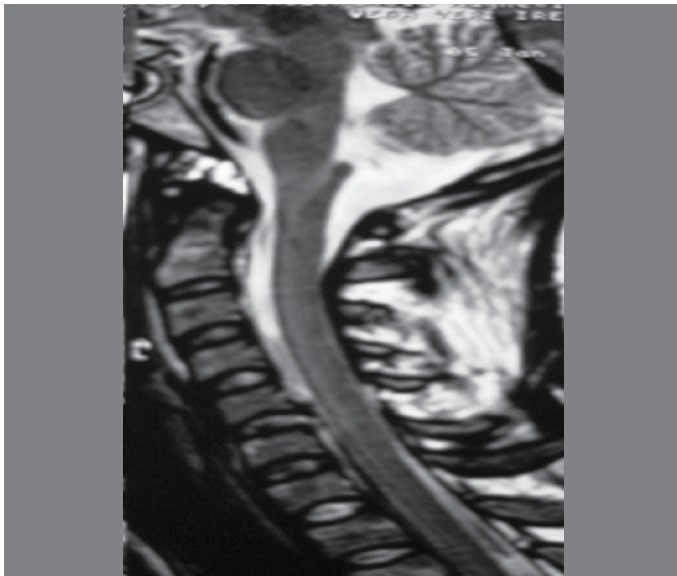


Figura 1. RNM donde se evidencia claramente lesiones del complejo ligamentario posterior en paciente que han sufrido un trauma cervical.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó un estudio descriptivo, prospectivo, que revisa la experiencia de la fijación cervical por vía posterior con técnica de Magerl utilizando sistema de barras y tornillos poliaxiales en las masas laterales para lesiones traumáticas inestables de la región subaxial con lesión de la banda de tensión posterior.

Se analizaron 9 pacientes durante un periodo comprendido entre enero de 2006 y febrero de 2010. Se llevaron a cabo en el Hospital General de Agudos "Dr. Julio C. Perrando" de Resistencia-Chaco-Argentina. Se incluyeron los casos que cumplieron con los siguientes criterios:

- Anatómicos: Lesiones que comprometieron la columna cervical subaxial.
- Diagnósticos: Lesiones inestables de columna cervical subaxial de etiología traumática que comprometieron el complejo ligamentario posterior, presentando clínicamente cervicalgias sin déficit neurológico
- Imagenológicos: Cifosis mayor de 11 grados, listesis mayor de 3.5 mm, aumento del espacio interespinoso, rotura de la banda de tensión posterior confirmado por RNM, en lesiones de tipo B1 (según la clasificación AO) (Figura 2 y 3)²¹.
- Éticos: Los pacientes objeto de estudio presentaron lesiones traumáticas inestables de la columna cervical posterior, por lo cual la única alternativa de tratamiento es la estabilización quirúrgica. Todos ellos recibieron información acerca de la complejidad de la lesión y la necesidad de programarse para un tratamiento quirúrgico. Se les explicaron los riesgos inherentes a la cirugía y los beneficios de la misma quienes autorizaron el procedimiento mediante un consentimiento informado.

Las variables consideradas para éste estudio fueron: Diagnóstico, mecanismo de producción, lesiones asociadas, región anatómica fijada, descompresión quirúrgica (previa o en el mismo acto operatorio), número de tornillos colocados en las vértebras cervicales, tiempo de cirugía, ortesis empleada en el post-operatorio y complicaciones inherentes a la técnica quirúrgica (Tabla 1). Los resultados se valoraron desde el triple aspecto radiológico, funcional (considerando movilidad residual y dolor) y neurológico. La valoración radiológica se basó en el protocolo de Roy-Camille et al.^{22,23}

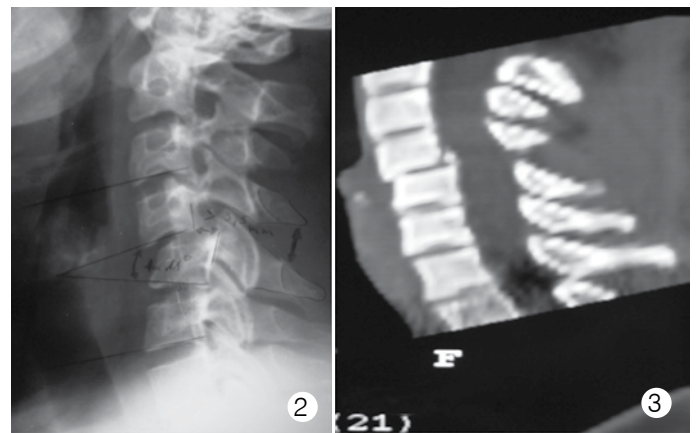


Figura 2. RX lateral de columna cervical. **Figura 3.** Imagen tomográfica, corte parasagital. En ambas imágenes se aprecia cifosis mayor de 11 grados, listesis mayor de 3.5 mm, aumento del espacio interespinoso, rotura de la banda de tensión posterior, (lesión tipo B.1.1 de la Clasificación AO).

Tabla 1. Casuística.

Nº	Edad	Sexo	Lesión de banda de tensión post	Ao	Niveles operados	Inmovilización	Complicaciones	Resultados
1	21	M	Completa C4-C5, parcial C3-C4	B1	C3 – C5	Philadelphia	Rigidez cervical esporádica	Excelente
2	27	M	Completa C4-C5	B1	C4 – C5	Philadelphia	Infeccion superficial	Excelente
3	27	F	Completa C5-C6, parcial C4-C5	B1	C4- C6	Philadelphia	Rigidez cervical esporádica	Excelente
4	22	M	Completa C4-C5	B1	C4- C5	Philadelphia	-----	Excelente
5	24	M	Completa C4-C5	B1	C4- C5	Philadelphia	-----	Excelente
6	25	M	Completa C5-C6	B1	C5- C6	Philadelphia	-----	Excelente
7	25	M	Completa C4-C5	B1	C4- C5	Philadelphia	-----	Excelente
8	24	M	Ruptura completa banda tensión post. C4-C5	B1	Barras y tornillos facetarios de C4- C5	Philadelphia	-----	Excelente
9	34	M	Ruptura completa banda tensión post. C4-C5	B1	Barras y tornillos facetarios de C4- C5	Philadelphia	-----	Excelente (*)

(*) Parestesia pre-operatoria que desapareció en post-operatorio.

en 4 grupos: ausencia de cifosis secundaria, 5º de cifosis secundaria, 5º-10º de cifosis secundaria y 10º-20º de cifosis secundaria, en las radiografías laterales del cuello. Se consideró el déficit neurológico pre y postoperatorio clasificado según la Escala ASIA (American Spine Injury Association)²⁴.

TÉCNICA

En todos los casos se aplicó tracción craneal con compás de Gardner-Wells, hasta el momento de la operación estabilizadora del raquis.

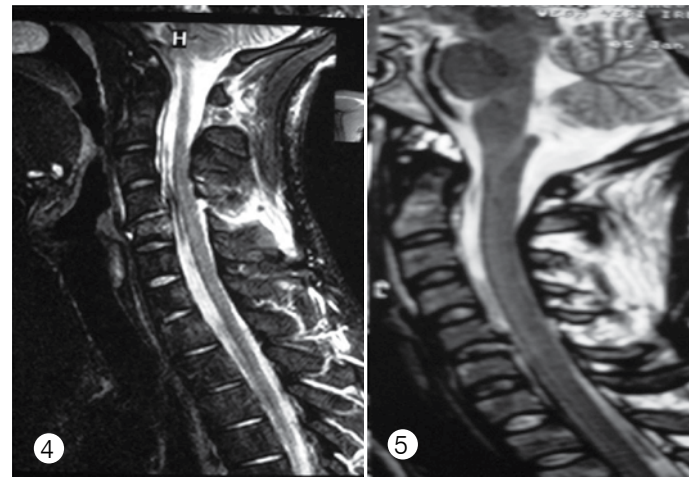
El método quirúrgico empleado ha sido el de Magerl. La columna cervical se aborda por vía posterior. Lo fundamental es disecar la masa lateral o pilar articular que tiene sus límites superior e inferior en las articulaciones facetarias. Medialmente se une a la lámina por una leve depresión y lateralmente se limita por un borde abrupto.

Seguimos los pasos de la técnica de Magerl descritos por Jeanneret et al.²⁵ quien sugiere que el punto de partida para la colocación del tornillo es de 2 a 3 mm medial y craneal a la mitad de la masa lateral. Axialmente, el punto más medial de partida requiere una divergencia de 25º para atravesar el centro de la masa lateral, y lateralmente los tornillos se colocan paralelos a la faceta superior con una inclinación cefálica de 40º a 60º. La combinación de la utilización del tornillo en la faceta medial, divergentes y paralelas generalmente resulta en la posibilidad de colocar una longitud de tornillo más largo promedio de aproximadamente 20 mm.

RESULTADOS

Se analizaron 9 pacientes intervenidos quirúrgicamente en un periodo de 4 años (2006 – 2010), 8 hombres (90%) y 1 mujer (10%) con un promedio de edad de 25 años (rango 21 a 34). Los niveles más comúnmente lesionados fueron C4-C5 y C5-C6 en un 63% y 27% respectivamente (Figura 4, 5 y 6). En cuanto a lesiones asociadas, 1 paciente (10%) presentó: fractura de pelvis la cual fue estabilizada en el mismo acto quirúrgico de la artrodesis cervical. Hubo solo 1 caso con parestesia leve en manos antes de la cirugía que desapareció luego de realizada la misma (caso N° 9), el resto de los pacientes ingresaron neurológicamente indemnes (ASIA E). Como mecanismos de trauma encontramos accidentes de vehículo motor (automóvil-motocicleta) en 7 casos (80%), clavado en agua poco profunda 1 casos (10%), práctica deportiva 1 caso (10%) (Figura 7). A ninguno de los pacientes se les realizó descompresión neurológica por vía posterior y tampoco se realizó por doble vía. El número mínimo de vértebras fijadas fue 2 y máximo 3. Se colocaron en total 40 tornillos. Como materiales de osteosíntesis se utilizaron barras con tornillos poliaxiales (Figuras 8 y 9). La artrodesis se realizó en todos los casos con injertos autólogos de cresta iliaca y agregado de sustituto óseo previo cruentado óseo en el sitio de fusión.

La duración promedio de la cirugía fue de 90 minutos por procedimiento. La única complicación fue un caso (10%) de infección superficial en el sitio quirúrgico (caso N° 2), la cual se resolvió con curaciones planas y antibioticoterapia. No se presentaron casos de



Figuras 4 y 5. RNM donde se observa los niveles más comúnmente lesionados C4-C5 y C5-C6.

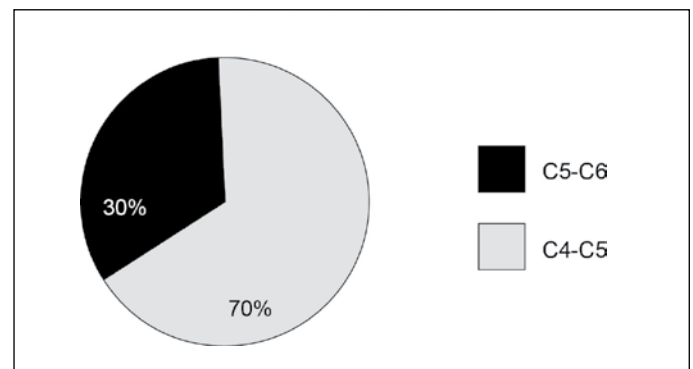


Figura 6. Niveles lesionados.

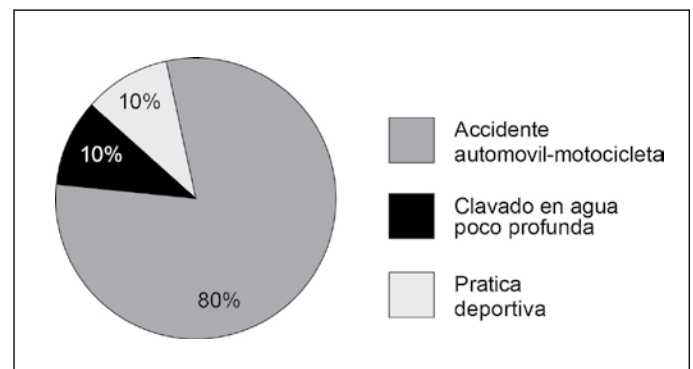
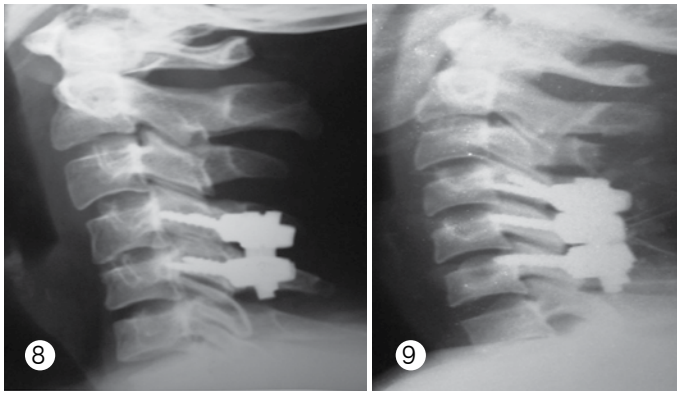


Figura 7. Mecanismos de lesión.



Figuras 8 y 9. Donde se muestra la osteosíntesis utilizada, barras con tornillos poliaxiales, con técnica de Magerl.

pseudoartrosis, aflojamiento o ruptura del material, ni complicaciones vasculares o neurológicas.

La ortesis utilizada en el postoperatorio fue: collar de Philadelphia en todos casos (100%). El promedio de seguimiento de cada paciente fue de 20 meses (rango 12-24).

Los resultados tanto radiológicos, funcionales y neurológicos han sido excelentes en todos los casos. En el aspecto radiológico no hubo desviación en cifosis ni desplazamiento anteroposterior. Desde el punto de vista funcional, los casos tratados con fijación de tres vértebras (2 casos: N^o 1 y 3), presentaron cierta rigidez cervical esporádica. En ninguno de los casos se extrajeron los implantes, solo se aportó fisioterapia e hidroterapia mejorando los síntomas. No se encontró aflojamiento de los tornillos. Desde el punto de vista neurológico un solo paciente (caso N^o 9) presentó una leve parestesia en los dedos de la mano en el momento preoperatorio que desapareció después de la operación.

DISCUSIÓN

Las lesiones subaxiales de la columna cervical pueden ocurrir por varios mecanismos^{26,27} predominando las producidas por flexión-rotación que causan inestabilidad osteoarticular y muchas veces neurológica.

El segmento vertebral posterior es el que se lesiona con mayor frecuencia en los traumatismos de las cinco últimas vértebras cervicales²⁸ y lo hace de muy diversas maneras: luxaciones facetarias (unilaterales, bilaterales), fracturas del arco posterior y fractura separación de la masa articular, siendo ésta un grupo específico de fracturas unilaterales de las carillas que tiene la particularidad de crear inestabilidad a dos niveles. Dentro estas lesiones mención aparte merecen los esguinces cervicales graves con lesión de la banda de tensión posterior (lesión tipo B.1.1 de la Clasificación AO)²¹, que muchas veces pueden verse en paciente politraumatizados por trauma de alta energía con lesiones cervicales altas asociadas²⁹ y muchas veces en pacientes jóvenes. En nuestra serie todos fueron sujetos jóvenes (rango 21 – 34 años), y el 80% politraumatizados por accidentes de alta energía.

La radiografía simple en proyección lateral es fundamental para valorar signos de inestabilidad³⁰. Así, un desplazamiento anterior o aumento del espacio interespinoso nos puede estar señalando una lesión posterior de la columna subaxial. Una mejor valoración de la estructura ósea nos aporta la imagen de TAC, que deben tomarse de forma sistemática no solo con fines diagnósticos sino para prever la colocación correcta de los tornillos sobre las masas laterales.

Pero es el estudio de Resonancia Magnética el que más datos aporta para demostrar la lesión de la banda de tensión posterior. Su uso en la evaluación de pacientes con lesión de columna cervical subaxial se está convirtiendo en rutina de modo que puede aportar información directa y detallada sobre la integridad del complejo ligamentario posterior de la columna cervical^{31,32}, debido a que esta información se utiliza para guiar la decisión de tratamiento.

Los autores de varios estudios retrospectivos han reportado sobre su utilidad en dicha evaluación^{3,4,33-35}. Carrino et al.³ se centraron específicamente en la utilización de las imágenes de resonancia magnética para evaluar las estructuras de los tejidos blandos estabilizadores de la columna cervical subaxial (“banda de tensión posterior”) realizada en 30 pacientes con lesiones de dichas estructuras. La banda de tensión posterior se vio interrumpida en el 97% de estos pacientes. Goradia et al.⁴ recientemente realizaron un estudio retrospectivo que compara los resultados con imágenes por resonancia magnética de los hallazgos intraoperatorios en 14 pacientes que tenían un lesión aguda de la columna cervical subaxial. Estos autores informaron sobre la integridad del ligamento amarillo, las cápsulas de las facetetas, los ligamentos inter y supraespinosos, y encontraron que la sensibilidad de la resonancia magnética fue de un 67%, 86%, y 100% respectivamente. El estudio de Lee et al.⁵ sugiere que la resonancia magnética es una herramienta útil para la evaluación de la integridad de la parte posterior del complejo ligamentario posterior de la columna cervical subaxial, ya que tiene una sensibilidad relativamente alta para la detección de lesiones del mismo. Así, en todos nuestros pacientes se pudo confirmar con este método la lesión del complejo ligamentario posterior con este método.

Habida cuenta que estas lesiones conllevan el riesgo de una inestabilidad mecánica crónica con posible riesgo neurológico, debido a la mala cicatrización de los complejos ligamentarios, dentro de nuestro protocolo de tratamiento la estabilización quirúrgica en agudo por vía posterior es una opción que se plantea a los pacientes jóvenes con trauma de alta energía.

La osteosíntesis posteriores con cerclajes simples o modificados, aunque son punto de referencia, se acompañan de pérdidas de corrección, a pesar de añadir inmovilización cervical externa³⁶. La fijación cervical posterior con placas atornilladas de Roy-Camille es una técnica fácil, fiable y segura, anula el riesgo nervioso (médula, raíces nerviosas) y vascular (vasos vertebrales) como lo demuestran también muchas publicaciones^{13,22,23,37,38}. Muchos autores^{10,18,19,39} han insistido en los detalles de la técnica, incluyendo tamaño y longitud de los tornillos, su dirección, la necesidad de utilizarlos con punta roma y el riesgo o no de atravesar la cortical anterior de la masa articular. No obstante no hemos empleado este tipo de alternativa por considerarla como posible productora de lesión articular degenerativa generadora de dolor en el futuro. Numerosos artículos sobre la técnica con placas y tornillos han sido publicados, pero las complicaciones y defectos, a menudo, no son bien aclarados. Dos problemas inherentes a las placas en las masas laterales son la restricción de colocación de tornillo a agujeros de entrada predeterminados y el confinamiento de la maleabilidad al plano sagital^{40,41}; estos defectos las hace además difíciles de usar en pacientes con espondilosis degenerativa y en el trauma que requieren la colocación exacta de tornillos y el realineamiento. Un sistema nuevo, como el de los tornillos poliaxiales para las masas laterales que pueden ser colocados antes, evitan estos problemas.

Así, la artrodesis posterior con el sistema de barras y tornillos poliaxiales empleando la técnica de Magerl, tiene varias ventajas en lo que concierne a placas. Ante todo, se puede acomodar variaciones en el tamaño anatómico y al espaciado de las masas laterales, potenciando la exacta colocación de los tornillos. Esto puede reducir la tasa de penetración foraminal. Las barras pueden ser moldeadas en múltiples planos y colocadas sin apretar con los tornillos o separadamente después de la inserción de éstos, reduciendo así la tasa “de estenosis iatrogénica foraminal”. La falta de complicaciones peri y post-operatorias en nuestra serie (incluyendo la ausencia de lesiones o irritaciones radicales) y la escasa duración del procedimiento (90 minutos en promedio) parecen atestiguar sobre lo “amigable” de esta técnica.

Además, el sistema permite el uso selectivo de fuerzas de compresión, distracción, o rotaciones laterales; en nuestros 9 pacientes esto ha sido de utilidad ya que la puesta en compresión del sistema permitió dar una lordosis adecuada a los segmentos involucrados por la lesión que es esencialmente de tipo cifotizante. También tiene capacidad para ser unido a sistemas de construcciones torácicos,

lo que lo vuelve más versátil que las placas en las masas laterales. Este sistema es muy franco y simple de usar. En nuestra serie, si bien muy modesta en cuanto a número de casos, hemos tenido excelentes resultados a corto plazo sin incurrir en pseudartrosis, fracasos mecánicos, o complicaciones en la colocación de tornillos.

CONCLUSIÓN

En base a la corta experiencia pero alentados por los buenos resultados obtenidos en esta serie pequeña, creemos que la artrodesis posterior con sistemas de barras y tornillos poliaxiales en

pacientes jóvenes con entorsis graves de columna cervical subaxial por lesión de la banda de tensión posterior (lesiones tipo B.1), empleando la técnica de Magerl, reúne las siguientes ventajas:

- es útil para el manejo de estas inestabilidades de etiología traumática;
- es aplicable en inestabilidades uni o multisegmentarias (más de 2 vértebras);
- es segura con una baja incidencia de complicaciones;
- es versátil ya que al permitir el sistema moldear las barras en múltiples planos e imprimir distintas fuerzas, colabora eficazmente a la corrección de la cifosis segmentaria existente a través de la compresión que se puede imprimir.

REFERENCIAS

1. Yoganandan N, Kumaresan S, Pintar FA. Geometric and mechanical properties of human cervical spine ligaments. *J Biomech Eng.* 2000;122(6):623-9.
2. Ivancic PC, Coe MP, Ndu AB, Tominaga Y, Carlson EJ, Rubin W, et al. Dynamic mechanical properties of intact human cervical spine ligaments. *Spine J.* 2007;7(6):659-65.
3. Carrino JA, Manton GL, Morrison WB, Vaccaro AR, Schweitzer ME, Flanders AE. Posterior longitudinal ligament status in cervical spine bilateral facet dislocations. *Skeletal Radiol.* 2006;35(7):510-4.
4. Goradia D, Linnau KF, Cohen WA, Mirza S, Hallam DK, Blackmore CC. Correlation of MR imaging findings with intraoperative findings after cervical spine trauma. *AJNR Am J Neuroradiol.* 2007;28(2):209-15.
5. Lee HM, Kim HS, Kim DJ, Suk KS, Park JO, Kim NH. Reliability of magnetic resonance imaging in detecting posterior ligament complex injury in thoracolumbar spinal fractures. *Spine (Phila Pa 1976).* 2000;25(16):2079-84.
6. Haba H, Taneichi H, Kotani Y, Terae S, Abe S, Yoshikawa H, et al. Diagnostic accuracy of magnetic resonance imaging for detecting posterior ligamentous complex injury associated with thoracic and lumbar fractures. *J Neurosurg.* 2003;99(Suppl 1):20-6.
7. Terk MR, Hume-Neal M, Fraipont M, Ahmadi J, Colletti PM. Injury of the posterior ligament complex in patients with acute spinal trauma: evaluation by MR imaging. *AJR Am J Roentgenol.* 1997;168(6):1481-6.
8. An HS. Internal Fixation of the Cervical Spine: Current Indications and Techniques. *J Am Acad Orthop Surg.* 1995;3(4):194-206.
9. An HS, Coppes MA. Posterior cervical fixation for fracture and degenerative disc disease. *Clin Orthop Relat Res.* 1997;(335):101-11.
10. Ebraheim NA, Rupp RE, Savolaine ER, Brown JA. Posterior plating of the cervical spine. *J Spinal Disord.* 1995;8(2):111-5.
11. Nazarian SM, Louis RP. Posterior internal fixation with screw plates in traumatic lesions of the cervical spine. *Spine (Phila Pa 1976).* 1991;16(Suppl 3):S64-71.
12. Robertson A, Branfoot T, Barlow IF, Giannoudis PV. Spinal injury patterns resulting from car and motorcycle accidents. *Spine (Phila Pa 1976).* 2002;27(24):2825-30.
13. Roy-Camille R, Saillant C, Mazel C. Internal fixation of the unstable cervical spine by a posterior osteosynthesis with plates and screws. In: *Cervical Spine Research Society, editor. The cervical spine.* 2nd ed. Philadelphia: Lippincott; 1989. p. 390-6.
14. Hadra BE. The classic: Wiring of the vertebrae as a means of immobilization in fracture and Potts' disease. Berthold E. Hadra. *Med Times and Register, Vol22, May 23, 1891. Clin Orthop Relat Res.* 1975;(112):4-8.
15. Holdsworth FW, Hardy A. Early treatment of paraplegia from fractures of the thoracolumbar spine. *J Bone Joint Surg Br.* 1953;35(4):540-50.
16. Mihara H, Cheng BC, David SM, Ohnari K, Zdeblick TA. Biomechanical comparison of posterior cervical fixation. *Spine (Phila Pa 1976).* 2001;26(15):1662-7.
17. Roy-Camille R, Saillant G, Mazel C. Treatment of cervical spine injuries by posterior osteosynthesis with plates and screws. In: Kehr P, Weidner A, editors. *Cervical Spine.* New York: Springer-Verlag; 1987. p. 163-74.
18. Abumi K, Itoh H, Taneichi H, Kaneda K. Transpedicular screw fixation for traumatic lesions of the middle and lower cervical spine: description of the techniques and preliminary report. *J Spinal Disord.* 1994;7(1):19-28.
19. An HS, Coppes MA. Posterior cervical fixation for fracture and degenerative disc disease. *Clin Orthop Relat Res.* 1997;(335):101-11.
20. Abumi K, Shono Y, Taneichi H, Ito M, Kaneda K. Correction of cervical kyphosis using pedicle screw fixation systems. *Spine (Phila Pa 1976).* 1999;24(22):2389-96.
21. Defino HLA. Classificação das fraturas da coluna cervical baixa (C3-C7). *Coluna/Columna.* 2003;2(1):53-7.
22. Roy-Camille R, Saillant G, Berteaux D, Marie-Anne S. Early management of spinal injuries. In: Mckibbin B, editor. *Recent advances in orthopaedics.* Edinburgh: Churchill Livingstone; 1979. p. 57-87.
23. Roy-Camille R, Saillant G, Laville C, Benazet JP. Treatment of lower cervical spinal injuries-C3 to C7. *Spine (Phila Pa 1976).* 1992;17(Suppl 10):S442-6.
24. American Spinal Injury Association/International Medical Society of Paraplegia. *International Standards for Neurological and Functional Classification of Spinal Cord Injury Patients (Revised)* Chicago, IL: American Spinal Injury Association; 1992.
25. Jeanneret B, Magerl F, Ward EH, Ward JC. Posterior stabilization of the cervical spine with hook plates. *Spine (Phila Pa 1976).* 1991;16(Suppl 3):S56-63.
26. Bohlman HH, Boada E. Fractures and dislocations of the lower cervical spine. In: *The Cervical Spine Research Society, editor. The cervical spine.* Philadelphia: Lippincott; 1983. p. 232-67.
27. Allen BL Jr, Ferguson RL, Lehmann TR, O'Brien RP. A mechanistic classification of closed, indirect fractures and dislocations of the lower cervical spine. *Spine (Phila Pa 1976).* 1982;7(1):1-27.
28. Levine AM, Mazel C, Roy-Camille R. Management of fracture separations of the articular mass using posterior cervical plating. *Spine (Phila Pa 1976).* 1992;17(Suppl 10):S447-54.
29. Levine AM, Edwards CC. Treatment of injuries in the C1-C2 complex. *Orthop Clin North Am.* 1986;17(1):31-44.
30. White AA, Southwick WO, Panjabia MM. Clinical instability in the lower cervical spine. A review of past and current concepts. *Spine.* 1976; 1:15.
31. Goldberg AL, Rothfus WE, Deeb ZL, Daffner RH, Lupetin AR, Wilberger JE, et al. The impact of magnetic resonance on the diagnostic evaluation of acute cervicothoracic spinal trauma. *Skeletal Radiol.* 1988;17(2):89-95.
32. Kliewer MA, Gray L, Paver J, Richardson WD, Vogler JB, McElhane JH, et al. Acute spinal ligament disruption: MR imaging with anatomic correlation. *J Magn Reson Imaging.* 1993;3(6):855-61.
33. Halliday AL, Henderson BR, Hart BL, Benzel EC. The management of unilateral lateral mass/facet fractures of the subaxial cervical spine: the use of magnetic resonance imaging to predict instability. *Spine (Phila Pa 1976).* 1997;22(22):2614-21.
34. Emery SE, Pathria MN, Wilber RG, Masaryk T, Bohlman HH. Magnetic resonance imaging of posttraumatic spinal ligament injury. *J Spinal Disord.* 1989;2(4):229-33.
35. D'Alise MD, Benzel EC, Hart BL. Magnetic resonance imaging evaluation of the cervical spine in the comatose or obtunded trauma patient. *J Neurosurg.* 1999;91(Suppl 1):54-9.
36. Stauffer ES. Management of spine fractures C3 to C7. *Orthop Clin North Am.* 1986;17(1):45-53.
37. Heller JG, Whitecloud III TS. Post-laminectomy instability of the lower cervical spine. Etiology and stabilization technique. In: Frymoyer JW, editor. *The adult spine. Principles and practice.* New York: Raven Press; 1991. p. 1219.
38. Ebraheim NA, Hoeflinger MJ, Salpietro B, Chung SY, Jackson WT. Anatomic considerations in posterior plating of the cervical spine. *J Orthop Trauma.* 1991;5(2):196-9.
39. Murphy MJ, Daniaux H, Southwick WO. Posterior cervical fusion with rigid internal fixation. *Orthop Clin North Am.* 1986;17(1):55-65.
40. Heller JG, Carlson GD, Abitbol JJ, Garfin SR. Anatomic comparison of the Roy-Camille and Magerl techniques for screw placement in the lower cervical spine. *Spine (Phila Pa 1976).* 1991;16(Suppl 10):S552-7.
41. Heller JG, Silcox DH 3rd, Sutterlin CE 3rd. Complications of posterior cervical plating. *Spine (Phila Pa 1976).* 1995;20(22):2442-8.