

Fijación transpedicular para el tratamiento de fracturas de la columna toracolumbar y lumbar

Experiencia multicéntrica - 10 años

Autores: Dr. Víctor Elías Arrieta María * Dr. José María Niño Caicedo**

Coautor: Dr. Javier Ernesto Matta Ibarra***

* Ortopedista - Traumatólogo, Profesional en entrenamiento Supraespecialidad Cirugía de Columna Vertebral y Pelvis. Servicio de Ortopedia y Traumatología, Hospital Militar Central.

** Residente Cuarto año, Servicio de Ortopedia y Traumatología, Universidad Militar Nueva Granada, Hospital Militar Central.

*** Ortopedista - Traumatólogo, Cirugía de Columna Vertebral y Pelvis. Servicio de Ortopedia y Traumatología, Hospital Militar Central. Docente Investigador, Facultad de Medicina, Universidad Militar Nueva Granada.

Resumen

Marco Conceptual: Esta técnica fue descrita inicialmente por Roy Camille en los 60's, pero se hizo popular al final de los 90's. La técnica por sí misma proporciona gran estabilidad biomecánica ya que involucra los pilares anterior, medio y posterior de Denis, siendo aplicable para patologías traumáticas, degenerativas y deformidades.

Materiales y Método: Cincuenta pacientes fueron intervenidos entre 1992 y 2002, con una edad promedio de 32 años; promedio de seguimiento 53 meses. Las variables analizadas fueron diagnóstico, mecanismo de trauma, déficit neurológico, lesiones asociadas, procedimientos descompresivos, nivel anatómico de la lesión, número de tornillos colocados y complicaciones.

Resultados: Se presentaron 30 casos (60%) de fracturas por estallido, 17 (34%) luxofracturas, dos fracturas por acunamiento y una fractura por desvío de la flexión. Como causas de lesión se encontraron 25 (50%) casos de accidentes en vehículo motor, y 21 (42%) caídas de altura. Ocho pacientes requirieron descompresión neurológica por la vía posterior y cinco por la vía anterior. Se colocaron 200 tornillos transpediculares sin complicaciones intraoperatorias.

Las complicaciones fueron: infección profunda 4%, falla de material 2%, falla ósea 2%. No se han registrado casos de pseudoartrosis.

Palabras Clave: Fijación transpedicular, fracturas toracolumbares.

Summary

Background: This technique was first reported in the 60's by Roy Camille, but it became popular in the late 90's. This technique itself has a great biomechanical stability since it involve the anterior, medium and posterior columns of Denis, which is valuable in traumatic, deforming and degenerative pathologies.

Materials and Method: Fifty patients were reviewed in a time span from 1992 to 2002; average age 32 years, average follow up 53 months. The analyzed variables were diagnostic, mechanism of trauma, neurological deficit, additional injuries, decompressive procedures, anatomic level, number of screws used and complications.

Results: There were 30 (60%) cases of burst fractures, 17 (34%) luxofractures, two wedge fractures and one flexion-distraction fracture. The causes of the injuries found were 25 (50%) cases of vehicular motor accidents and 21 (42%) falls. The most compromised level was L1: 23 (46%) cases. Eight patients required posterior decompression and five (10%) anterior decompression. 200 transpedicular screws were placed without intraoperative complications.

The complications presented were: deep infection 4%, material breakdown 2%, bone failure 2%. There were not pseudoartrosis.

Introducción

Las lesiones traumáticas agudas de la columna vertebral y la médula espinal, se encuentran entre las causas más comunes de incapacidad grave y muerte después de traumatismo. El diagnóstico de estas lesiones suele ser tardío y el tratamiento a menudo no es el estandarizado o es inadecuado, lo que conlleva a un retardo en la rehabilitación del paciente^(1,2,3,4,5,6).

Hace cerca de 5.000 años en el papiro quirúrgico de Egipto de Edwin Smith, se describieron las lesiones traumáticas de la médula espinal como patologías que no deberían tratarse; por desgracia, esta actitud pesimista persistió muchos cientos de años. Durante los dos últimos decenios se ha renovado el interés por el tratamiento y la investigación de los pacientes con lesiones traumáticas de la columna vertebral y médula espinal.

Con la conformación de centros de traumatología y lesiones de la médula espinal en Estados Unidos, la asistencia de urgencia y el tratamiento médico - quirúrgico inicial han mejorado sustancialmente, así como también la rehabilitación postraumática.

En el laboratorio se ha estudiado la biomecánica de la columna vertebral normal, lo mismo que la lesión traumática de ésta, lográndose una definición más precisa de la inestabilidad ^(7,8). Mediante los esfuerzos combinados del cirujano y del bioingeniero, se han valorado diversos dispositivos de fijación interna para la columna vertebral en cuanto a su eficacia ^(9,10,11). Los estudios recientes de diversos investigadores han permitido clasificar las lesiones traumáticas de la columna vertebral y de la médula espinal, de tal modo que el análisis clínico de las diversas modalidades terapéuticas se ha tornado más preciso.

Las lesiones traumáticas agudas de la columna vertebral y la médula espinal a nivel de la unión toracolumbar, son mucho más inestables que las de la región torácica ^(12,13,14,15,16,17); Denis ⁽¹⁸⁾, las ha clasificado para su manejo de una forma práctica en fracturas menores y fracturas mayores:

1. Fracturas menores: Fracturas de los procesos transversos, articulares, espinosos y pars interarticulares.
2. Fracturas mayores:
 - a. Acuñaamiento o compresión
 - b. Estallido
 - c. Cinturón de seguridad (flexión-distracción)
 - d. Luxofracturas

Desde el punto de vista imagenológico, las radiografías simples permiten determinar inestabilidad objetiva, la cual se constituye en una indicación quirúrgica.

Criterios radiológicos de inestabilidad:

1. Cifosis mayor de 20-30° ⁽⁶⁾
2. Pérdida de altura del cuerpo vertebral mayor del 50% ⁽⁶⁾.
3. Criterios especiales:

Se consideran inestables aquellas lesiones que comprometen dos o tres de los pilares de Denis ⁽¹⁸⁾.

Las luxofracturas por definición son inestables

Respecto al déficit neurológico pre y postoperatorio, éste se clasifica según la escala de Frankel ⁽²⁰⁾ así:

- A. Déficit completo: Sin función motora o sensitiva preservada por debajo del nivel de la lesión.

- B. Déficit incompleto: Función sensitiva presente sin función motora preservada por debajo del nivel de la lesión.
- C. Déficit incompleto: Función motora preservada por debajo del nivel de la lesión, con una calificación de la fuerza muscular de un grado menor a 3/5.
- D. Déficit incompleto. Función motora preservada por debajo del nivel de la lesión, con una calificación de la fuerza muscular de un grado mayor o igual a 3/5.
- E. Normal. Función motora y sensitiva normales.

Entre las principales metas del tratamiento quirúrgico de las fracturas de la columna vertebral, se destacan la reducción, estabilidad y movilización temprana no dolorosa. Se asume que la fijación estable de la fractura y la descompresión de las estructuras neurológicas facilitan la recuperación del déficit neurológico ^(21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31,8).

La mayoría de las fracturas toracolumbares agudas cursan sin déficit neurológico, pero entre las que lo presentan, en el 75% de los casos el déficit es incompleto, afectando el cono medular y/o la cauda equina; cuando esto se presenta, debe efectuarse descompresión de las estructuras neurológicas preferencialmente por vía anterior.

Las instrumentaciones tradicionales de Harrington y Luque para reducción de las fracturas toracolumbares, fueron utilizadas en forma asidua hasta el advenimiento de las instrumentaciones transpediculares ^(32,33,34,35,36,37,38).

Con la técnica transpedicular se logran mejores reducciones, ya que los tornillos se colocan en las vértebras sanas adyacentes a la lesionada, preservando en consecuencia la movilidad articular en mayor grado. De otra parte se controla la presentación de deformidades postraumáticas, gracias a la estabilidad biomecánica proporcionada por los tornillos, los cuales fijan los tres pilares de Denis ⁽¹⁸⁾. Además de la fijación interna, la artrodesis facetaria y fusión posterior intertransversal con injertos óseos autólogos tomados de la cresta ilíaca, aseguran en el seguimiento la estabilidad biomecánica intervertebral.

Más aún con los nuevos modelos de fijadores transpediculares autoestables, es factible en la actualidad efectuar para algunas fracturas por acuñaamiento o estallido, reconstitución vertebral sin artrodesis de las vértebras sanas adyacentes; este procedimiento se fundamenta en la res-

titudin de la altura y conformación de la vértebra, gracias a la ligamentotaxis lograda con el fijador transpedicular implantado en forma transitoria (seis meses aproximadamente), combinado en algunos casos con la inyección de injertos en forma de pasta ósea vía transpedicular en la vértebra fracturada⁽³⁹⁾. Una vez que el fijador es retirado, teóricamente se puede recuperar en algún grado la movilidad intervertebral en el segmento fijado.

Manejo postoperatorio

Se da de alta al paciente continuando su control clínico por consulta externa a las dos, seis, doce semanas y posteriormente de acuerdo a necesidad, según evolución. La ortesis se retira una vez la consolidación radiológica sea confirmada (generalmente a las 12 semanas)⁽⁴⁰⁾.

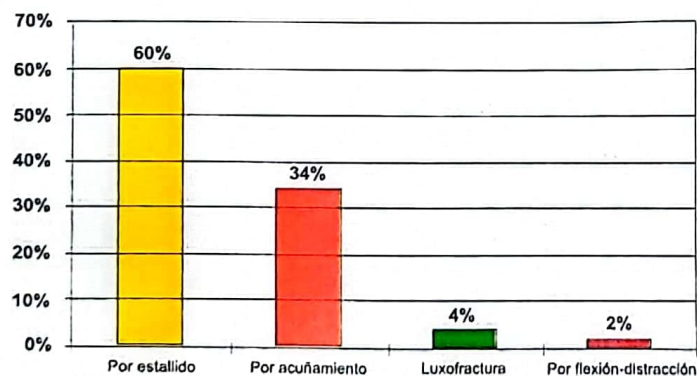
Los tipos de ortesis para columna toracolumbar se utilizan según el nivel de la lesión:

- Lesiones entre T6 y L1 corsé toracolumbosacro (TLSO).
- Lesiones entre L2 y L5 corsé lumbosacro (LSO).

Se realizan estudios radiológicos en el transoperatorio, postoperatorio inmediato y en el seguimiento a las seis y doce semanas, seis meses y un año postoperatorios; posteriormente de acuerdo a necesidad individualizada.

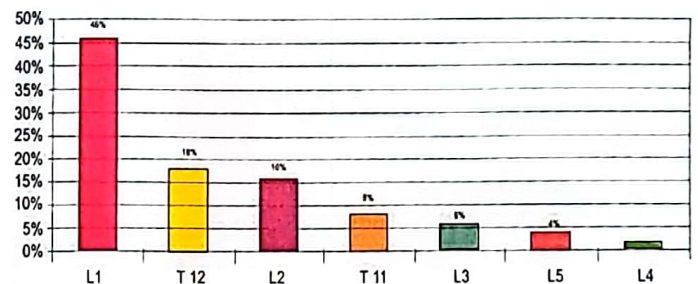
El trabajo que presentamos reporta la experiencia de los últimos 10 años, efectuando la técnica convencional de fijación transpedicular⁽⁴¹⁾ para el tratamiento de fracturas de las regiones toracolumbar y lumbar, utilizando como implantes el fijador interno AO⁽⁴²⁾ y la Instrumentación Analítica^(43,44,45,46) entre otros.

Figura 1. Distribución según diagnóstico



De acuerdo al nivel anatómico de la lesión (Figura 2), la vértebra más frecuentemente lesionada fue L1 con 23 casos (46%), seguida de T12 con 9 casos (18%).

Figura 2. Distribución según nivel anatómico de la lesión



Con respecto al mecanismo de trauma, se encontró que 25 (50%) casos fueron causados por accidente de vehículo motor, caídas de altura 21 (42%) casos y heridas por arma de fuego 4 (8%) casos.

El déficit neurológico inicial (Tabla 1) se describe así:

Frankel	Frecuencia	(%)
A	11	22
B	3	6
C	2	4
D	17	34
E	17	34

Tabla 1. Distribución del déficit neurológico inicial según la escala Frankel⁽²⁰⁾

Durante la evolución clínica se observó que cuatro pacientes cambiaron su estado de déficit neurológico y al final del seguimiento (Tabla 2) se les encontró así:

Tabla 2. Cambios en el grado de Frankel durante el seguimiento

Estado neurológico inicial	Estado neurológico final-seguimiento
A11	A11
B3	B1
C2	C1
D17	D19
E17	E18

Las lesiones asociadas se resumen en la tabla 3 así como sigue:

Tipo de lesión	N(%) de pacientes
Extremidades	5(10%)
Politraumatismo	4(8%)
Abdomen	3(6%)
Tórax	1(2%)

Tabla 3. Lesiones asociadas a las fracturas vertebrales

En cuanto a las descompresiones neurológicas, 37(74%) casos no la requirieron, ocho (16%) casos requirieron descompresión por vía posterior y cinco (10%) casos por vía anterior. En relación con la técnica de artrodesis, vale la pena destacar que en 21 (42%) casos se efectuó la técnica tradicional involucrando las vértebras adyacentes sanas a la fracturada (tres vértebras fijadas y artrodesadas).

En 9 (18%) casos correspondientes a luxofracturas se artrodesaron y fijaron únicamente dos vértebras y en los casos restantes (14%) se fijaron y artrodesaron más de tres vértebras ya que por su complejidad lo ameritaban. De otra parte, en 13 (26%) casos (Fracturas por estallido) se realizó reconstitución vertebral mediante ligamentotaxis con el fijador interno AO sin artrodesis, con el objeto de preservar la función articular de las vértebras involucradas luego de retirar el fijador, procedimiento realizado después del sexto mes postoperatorio (Ver sección Casos Clínicos.)

En todos los casos los injertos óseos utilizados para las artrodesis fueron autógenos de cresta ilíaca. Se colocaron 200 tornillos pediculares en total en los 50 casos (100%) intervenidos. En cuanto a las complicaciones, se presentaron 2 (4%) casos de infección profunda por estafilococo dorado, uno de los cuales mejoró después de un lavado quirúrgico y antibióticoterapia; el otro requirió retiro de material, ya que la infección se cronificó y fue posteriormente fijado y artrodesado por vía anterior con el fijador ventrofix de la AO.

En 2 (4%) casos se presentó falla ósea; en el primer paciente de 83 años de edad, con enfermedad de Hansen y osteoporosis, se detectó subsidencia de los tornillos en la vértebra superior, siendo manejado con retiro de material y estabilización con la técnica Harrington - Luque; en el segundo paciente se detectó en el seguimiento, radiolucencia alrededor de los tornillos en la vértebra superior y ruptura de un tornillo sin migración, inestabilidad ni dolor, por lo que no ha justificado revisión quirúrgica. En 2 (4%) casos se presentó ruptura de la duramadre durante la descompresión neurológica; en uno de ellos se presentó además lesión radicular.

Experiencia clínica

Caso no. 1



Figura 3. Paciente con fractura por estallido de L2.

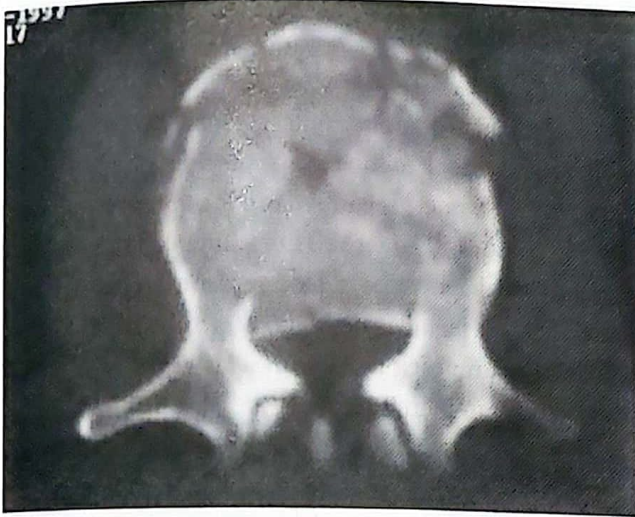


Figura 4. Tomografía computarizada donde se aprecia estenosis postraumática del canal raquídeo.

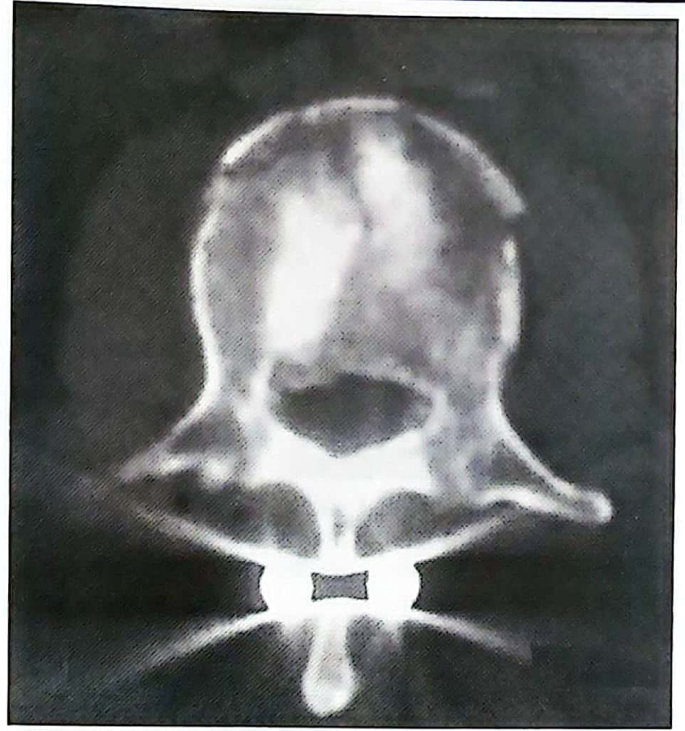


Figura 6. Tomografía computarizada que demuestra reducción parcial del fragmento intrarraquídeo e inyección de pasta ósea en el cuerpo vertebral

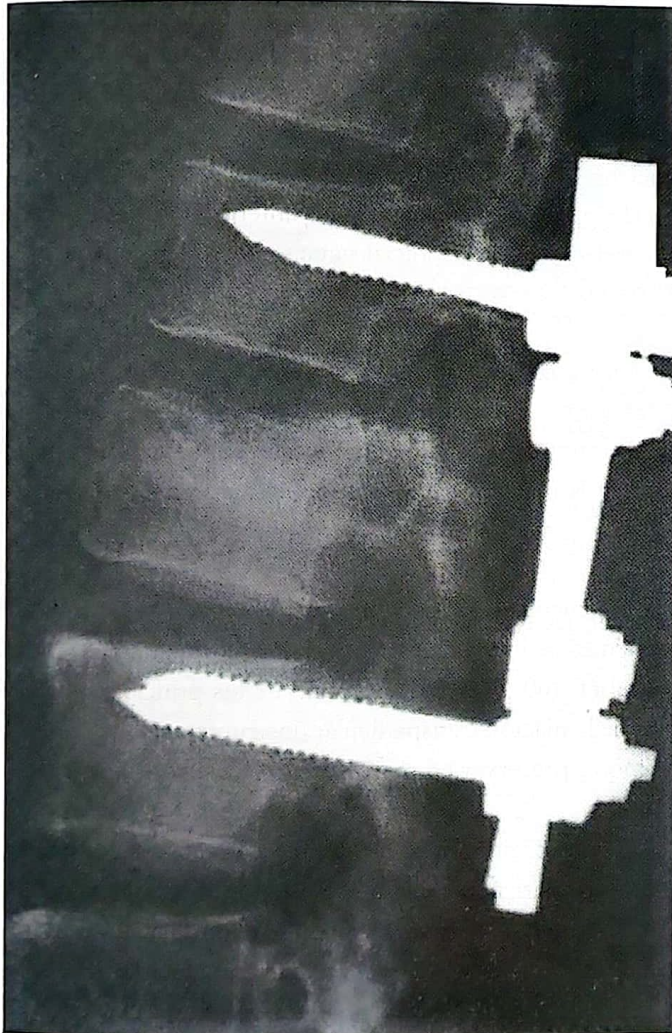


Figura 5. Reconstitución vertebral practicada en la segunda semana postrauma mediante ligamentotaxis (fijador interno AO), e inyección de pasta ósea, sin artrodesis.

Caso no. 2

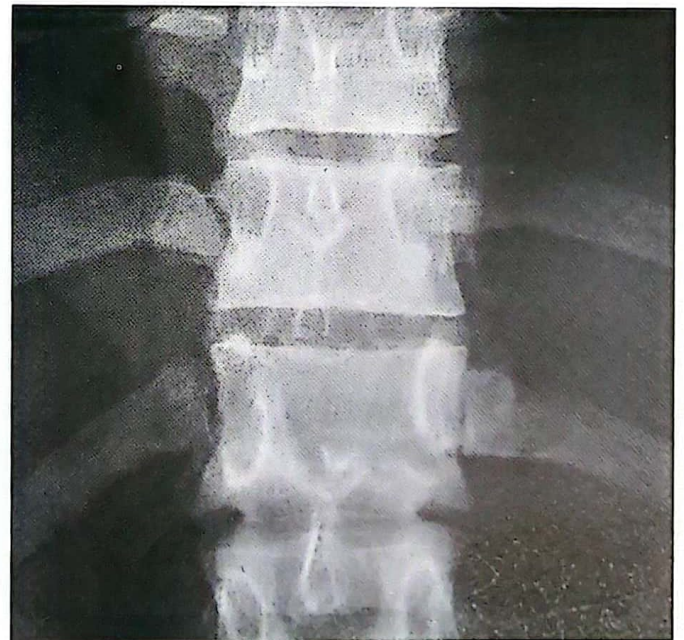


Figura 7. Paciente con fractura por flexión distracción T11- T12. Se aprecia fractura de la apófisis espinosa de T11 y fractura del pedículo izquierdo en T12.

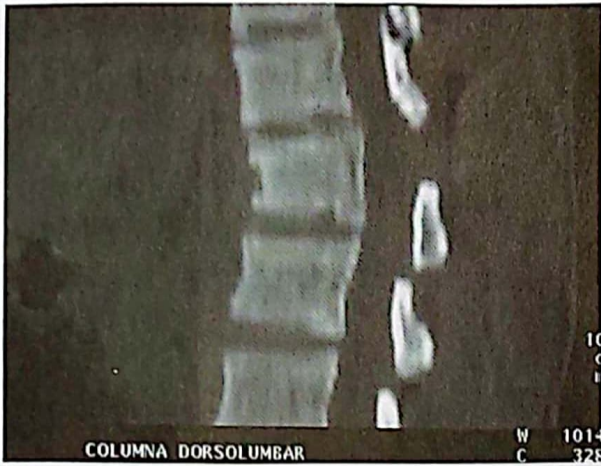


Figura 8. Reconstrucción sagital de TC que evidencia diastasis del pilar posterior T11 - T12 por el mecanismo de distracción.



Figura 9. Tomografía computarizada que confirma fractura del pedículo izquierdo de T11

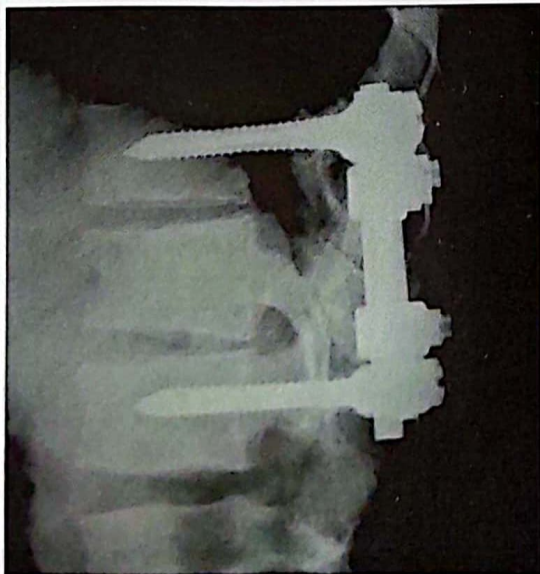


Figura 10. Resultado postoperatorio; la fijación involucra adicionalmente L1 debido a la fractura del cuerpo de T12.

Discusión

Acorde con la literatura internacional ^(47,48,42), en el presente trabajo encontramos mayor incidencia de fracturas en pacientes jóvenes, secundarias a los accidentes de vehículo con motor (50%) y caídas de altura (42%). Igualmente en cuanto al diagnóstico, predominaron las fracturas por estallido (60%) seguidas de las luxofracturas (34%) ^(42,47,48) y en cuanto a la ubicación anatómica las vértebras más afectadas fueron también T12 y L1 ^(42,47,48)

Con respecto a la presentación de déficit neurológico inicial, nuestra casuística se diferencia ampliamente de los reportes de otras series, ya que en 66% de los casos se presentó algún tipo de déficit. Esto nos hace pensar que la mayoría de nuestros pacientes presentaron traumas de alta energía, coexistiendo inestabilidad con déficit neurológico.

El grupo de pacientes con déficit neurológico completo y el grupo sin déficit neurológico no presentaron cambios en su condición; por el contrario, en el grupo de (44%) pacientes con déficit neurológico parcial, el 8% mejoraron en algún grado su condición. Lo anterior nos ratifica que la severidad del trauma inicial sigue siendo determinante para el pronóstico neurológico. ⁽⁴⁸⁾

Llama la atención que aunque el 44% de los pacientes presentaron déficit neurológico parcial, sólo se descomprimieron el 26% del total; esto se explica puesto que en la mayoría de ellos el déficit era sensorial (Frankel D).

En cuanto a la fijación y artrodesis, en la mayoría de pacientes se involucraron segmentos cortos de dos o tres vértebras (60%); acorde con uno de los principales objetivos de la fijación transpedicular (instrumentaciones cortas), como es preservar en mayor grado la funcionalidad articular.

Es importante destacar también, que la técnica quirúrgica estandarizada con la participación directa del coautor en todos los casos operados, aunada a la fijación transpedicular estable y a una exhaustiva fusión y artrodesis con injertos óseos autógenos, se reflejó en la ausencia de pseudoartrosis.

La incidencia de infección (4%), aunque dentro de los reportes de la literatura (4% en la serie de Steffee y Brantigan

– 10 de 250 pacientes estudiados)⁽⁴⁹⁾, nos cuestiona y probablemente se explique por el elevado número de procedimientos descompresivos asociados a la fijación y artrodesis (26%), que por convenio en nuestra Institución se efectúan entre los Servicios de Ortopedia y Neurocirugía, con la consecuente participación de un mayor número de cirujanos y por ende mayor tiempo quirúrgico.

La incidencia de fallas óseas y de material en nuestra serie se encuentra por debajo de algunos reportes de otras series^(49,50,51); este hallazgo, así como también la ausencia de pseudoartrosis, nos estimula a continuar efectuando minuciosas fusiones y artrodesis con injertos óseos autógenos.

La fijación transpedicular debe considerarse como una técnica segura⁽⁵²⁾ ya que en nuestra experiencia (200 tornillos colocados) no se presentaron complicaciones inherentes a dicha fijación, como falsas rutas, lesiones radicales, medulares o de la duramadre.

Recomendaciones

- La fijación transpedicular es una técnica segura para el manejo de las fracturas de las regiones toracolumbar y lumbar.
- En la fijación transpedicular el promedio de vértebras fijadas es menor que con las técnicas de Harrington y Luque, preservando en mayor grado la movilidad articular.
- La asociación de fijación transpedicular con artrodesis y fusión con injertos autógenos, disminuye la incidencia de pseudoartrosis.
- Consideramos que el presente trabajo, puede servir como base para profundizar hacia el futuro el tema de investigación.

Referencias bibliográficas

1. Argenson C, Lovet L, De Peretti, et al. Treatment of spinal fractures with Cotrel Dubousset instrumentation. Results of the first 85 cases. Poster exhibit presented at the Scoliosis Research Society, Amsterdam, september, 1989.
2. Bolesta MJ, Bohlman HH. Late sequelae of fractures and fracture-dislocations of the thoracolumbar spine: Surgical treatment. En Frymoyer, J., ed. *The Adult Spine – Principles and Practice*. New York : Raven Press; 1991, p. 1331-1352.
3. Bolesta MJ, Bohlman HH. Late complications of cervical fractures and dislocations and their surgical treatment. En Frymoyer J. ed. *The Adult Spine – Principles and Practice*. New York : Raven Press; 1991, p. 1107-1126.
4. Bohlman HH. Acute fractures and dislocations of the cervical spine: And analysis of 300 hospitalized patients and review of the literature. *J. Bone Surg.* 1979; 61 A: 1119-1142.
5. Bohlman HH. Complications of treatment of fractures and dislocations of the cervical spine. En Epps C. ed. *Complications of Orthopaedic Surgery*. Philadelphia, J.B. Lippincott Co., 1985, p. 897-918.
6. Bohlman HH. Post-traumatic lesions of the spine and sacrum. En Laurin CA, Riley LH, Roy-Camille R. ed. *Atlas of Orthopaedic Surgery*. Paris, Masson, 1989, p.393-410.
7. Huelke DF, Nushoitz GS. Cervical spine biomechanics. A review of the literature. *J. Orthop. Res.* 1986; 4:232.
8. White AA, PanjabiMM. *Clinical biomechanics of the spine*. 2nd. Ed. Philadelphia, JB Lippincot Co., 1990.
9. Laborde MT, Bahniuk E, Bohlman HH, Samson B. Comparison of fixation of spinal fractures. *Clin. Orthop.* 1980; 152:303-310.
10. Panjabi MM, Wranthal JR. Biomechanical analysis of spinal cord injury and functional loss. *Spine.* 1988;13:1365-1370.
11. White AA. Clinical biomechanics of cervical spine implants. *Spine.* 1989; 14:1040-1045.
12. Bohlman HH, Bahniuk E, Raskulnec G, Field G. Mechanical factors affecting recovery from incomplete cervical spinal cord injury: A preliminary report. *Johns Hopkins Med. J.* 1979; 145:115-125.
13. Dickson HH, Harrington PR, Erwin WD. Results of reduction and stabilization of the severely fractured thoracic and lumbar spine. *J. Bone Surg.* 1978;60 A:799-805.
14. Flesch JR, Leider LL Jr., Bradford DS. Harrington instrumentation of thoracic and lumbar spinal injuries. *J. Bone Joint Surg.* 1975; 57 A:1025.
15. Flesch JR, Leider LL Jr., Erickson DD, et al. Harrington instrumentation and spine fusion for unstable fractures and fracture dislocations of the thoracic and lumbar spine. *J. Bone Joint Surg.* 1977; 57 A: 143-153.
16. Holdsworth FW, Hardy A. Early treatment of paraplegia from fractures of the thoracolumbar spine. *J. Bone Joint Surg.* 1953; 35B: 540-550.
17. Holdsworth FW. Fractures, dislocations and fracture-dislocations of the spine. *J. Bone. Joint Surg.* 1970; 52 A:1534-1551.
18. Denis F. The three column spine and its significance in the classification of acute thoracolumbar spinal injuries. *Spine.* 1983; 8:817-831.
19. Samberg C, cols. Lumbar spine injuries. En Wang AM. *Spine, Spinal Trauma*. ED Hanley & Belfus, Inc., Philadelphia. Vol 3. 1989, p.269-279.
20. Frankel HL, Hancock DO, Hyslop G, et al. The value of postural reduction in the initial management of closed injuries of the spine with paraplegia and tetraplegia. *Paraplegia.* 1969; 7: 179-192.
21. Bohlman HH, Eismont FJ. Surgical techniques of anterior decompression and fusion for spinal cord injuries. *Clin. Orthop.* 1981; 154:57.

22. Bradford DS, Akbarnia BA, Winter RB, Seljeskog EL. Surgical stabilization of fracture-dislocation of the thoracic spine. *Spine*. 1977;2:185.
23. Donovan WH, Dwyer AP. An update on the early management of traumatic paraplegia (non-operative and operative management). *Clin. Orthop*. 1984; 189:12.
24. Dunn HK. Anterior stabilization of thoracolumbar injuries. *Clin. Orthop*. 1984; 189:116.
25. Edwards CC, Simmons S, Levine AM, Bands RE, Campbell SE. Primary rigid fixation of 135 thoracolumbar injuries: Analysis of results. *Orthop. Trans.* 1985; 9:479.
26. Erikson DL, Leider LL, Brown WE. One-stage decompression-stabilization for thoracolumbar fractures. *Spine*. 1977; 2: 53.
27. Jacobs RR, Casey MP. Surgical management of thoracolumbar spinal injuries: General principles and controversial considerations. *Clin. Orthop*. 1984; 189:22.
28. Jelsma RK, Kirsch PT, Jelsma LF, Ramsey WC, Rice JF. Surgical treatment of thoracolumbar fractures. *Surg. Neurol.* 1982; 18:156.
29. Jelsma RK, Rice JF, Jelsma LF, Kirsch PT. The demonstration and significance of neural compression after spinal injury. *Surg. Neurol.* 1982; 18:79.
30. Roy-Camille R, Saillant G, Berteaux D, Marie-Anne S. Early management of spinal injuries. En McKibbin B. Ed. *Recent Advances en Orthopaedics*. Edinburg, Churchill Livingstone. 1979, p.57-87.
31. Roy-Camille R, Saillant G, Marie-Anne S, Mamoudy P. Behandlung von Wirbelfrakturen und luxationen am thorakolumbalen Übergang. *Orthopäde*. 1980; 9:63.
32. Armstrong GWD, Johnston DH. Stabilization of spinal injuries using Harrington instrumentation. *J. Bone Joint Surg.* 1974; 56B:570.
33. Coventry FR, Minter MA, Smith RW, Emerson SM. Fracture dislocation of dorsolumbar spine. Acute operative stabilization by Harrington instrumentation. *Spine*. 1978; 3:160.
34. Denis F, Armstrong GWD, Searls K, Matta L. Acute thoracolumbar burst fractures in the absence of neurologic deficit. *Clin. Orthop*. 1984; 198:142.
35. Harrington PR. Instrumentation in spine instability other than scoliosis. *S. Afr. Surg.* 1967; 5:7.
36. Soreff, Axdorph G, Bylund P, Odén I, Olerud S. Treatment of patients with unstable fractures of the thoracic and lumbar spine. *Acta Orthop. Scand.* 1982; 53:369.
37. Svensson A, Aaro S, Öhlen G. Harrington instrumentation for thoracic and lumbar vertebral fractures. *Acta Orthop. Scand.* 1984; 55:38.
38. Yospovitch Z, Robin GC, Makin M. Open reduction of unstable thoracolumbar spinal injuries and fixation with Harrington rods. *J. Bone Joint Surg.* 1977; 59 A:1003.
39. Daniaux H. Technik und erste Ergebnisse der transpedikulären Spongiosaplastik bei Kompressionsbrüchen im Lendenwirbelsäulenbereich. *Acta Chir. Austriaca (Suppl.)*. 1982; 43:79.
40. Lavernia CJ, et al. Spinal orthoses for traumatic and degenerative disease, en Rothman - Simeone. *The Spine*, vol. 2, ed 3, Ed WB Saunders Company, Philadelphia, 1992, Chapter 30, p.1197-1224.
41. Levine AM. Técnicas quirúrgicas para el tratamiento de los traumatismos torácicos, toracolumbares, lumbares y sacros. En Rothman - Simeone. *Columna Vertebral*, vol 2, ed 4, Ed. Mac Graw Hill, México, 2000, p. 1050-1084.
42. Olerud S, Karlström G, Sjöström L. Transpedicular Fixation of Thoracolumbar Vertebral Fractures. *Clin. Orthop. And Related Research*. 1988; 227:44-51.
43. Matta JE, Fergusson A, Salamanca A. Diseño y Modificación de Técnicas de Fijación Interna del esqueleto axil. Instrumentación Analítica. Investigación Básica. Trabajo presentado en el XXXVIII Congreso Nacional de Ortopedia y Traumatología, Octubre 1993.
44. Matta JE, Fergusson A, Salamanca A. Diseño y Modificación de Técnicas de Fijación Interna del esqueleto axil. Instrumentación Analítica. Investigación Básica. *Revista Colombiana de Ortopedia y Traumatología*. 1995; vol. 9. No. 1:27-35.
45. Matta JE, Matamoros C, Rojas G. Instrumentación anterior de la columna torácica y lumbar. Trabajo presentado en el XXXVI Congreso Nacional de Ortopedia y Traumatología, Octubre 1991.
46. Matta JE, Rodriguez JM, Ochoa G, Alvarado C. Diseño y Evaluación Clínica de las Técnicas de Fijación Interna Modificadas del Esqueleto Axil. Instrumentación Analítica. *Revista Colombiana de Ortopedia y Traumatología*. 1995; vol. 9. No. 1:37-47.
47. Karonis PG, Kontakis GM, Laupasis GA, Aligizakis AC, Christoforakis JI, Velivassakis EG. Treatment of unstable thoracolumbar and lumbar spine injuries using Cotrel-Dubousset instrumentation. *Spine*. 1999; 22:2352-2357.
48. Lindsey R, Dick W. The Fixateur Interne in the reduction and Stabilization of Thoracolumbar Spine Fractures in patients with neurologic deficit. *Spine*, 1991; vol. 16, No. 3: S140-S145.
49. Steffee AD, Brantigan J. The VSP spinal fixation system: Report of a prospective study of 250 patients enrolled in FDA clinical trials. *Ortho. Trans.* 1994; 18:250.
50. McLain RF, Sparling E, Benson DR. Early failure of short-segment pedicle instrumentation for thoracolumbar fractures: A preliminary report. *J. Bone Joint Surg.* 1993; 75:162-167.
51. McAfee PC, Weiland DJ, Carlow JJ. Survivorship analysis of pedicle spinal instrumentation. *Spine*. 1991; 16S:S422-427.
52. Panjabi MM, Oda T, Wang JL. The effects of pedicle screw adjustments on neural spaces in burst fracture surgery. *Spine*. 2000; 13:1637-1643.