

Tratamiento quirúrgico en agudo de las fracturas toracolumbares por estallido con compromiso neurológico incompleto por abordaje anterior

PABLO SEGURA, JUAN PABLO BERNASCONI, PEDRO A. COLL, TOMÁS RUDT, ROBERTO ZISUELA, MARÍA DEL CARMEN PEDEMONTE, PABLO SIRNA, EDUARDO SOSA y GUSTAVO RAMÍREZ

Instituto Dupuytrén, Buenos Aires

RESUMEN: Presentamos un estudio retrospectivo de 17 fracturas de la región toracolumbar de tipo "burst" o "por estallido" de la clasificación de Denis con invasión del conducto superior al 50% y compromiso neurológico incompleto tratadas quirúrgicamente. El tiempo promedio hasta la cirugía fue de 70,6 horas. Utilizamos la vía anterior a través de una toracofrenolaparotomía izquierda para las fracturas de T12 y L1 o de una lumbotomía para las fracturas de L2. Todos los pacientes presentaron algún grado de compromiso neurológico inicial, con un porcentaje de invasión promedio de 59,4%. Se encontró una correlación entre invasión del conducto y nivel de la lesión (la invasión fue menor para las fracturas a nivel del epicóno [53,3%], que para las fracturas a nivel del cono [60%] y de la cola de caballo [62%]) y entre invasión del conducto y grado de déficit neurológico según la escala de Frankel y Bradford (los pacientes con grados más bajos presentaron un porcentaje de invasión mayor). El 100% de los pacientes presentó en el posoperatorio alejado alguna mejoría respecto del cuadro inicial, un 82,4% de los cuales mostraron una recuperación neurológica completa. Todos los pacientes con algún grado de compromiso de la función vesical la recuperaron después de la descompresión anterior, y un 88% de los casos mostraron una recuperación completa. Recomendamos el abordaje anterior precoz para el tratamiento de las lesiones de tipo "burst" o por estallido de la columna toracolumbar con invasión del conducto mayor del 50% y compromiso neurológico incompleto ya que se asocia con un índice elevado de recuperación funcional con menor riesgo de recurrencia de complicaciones neurológicas y lesiones iatrogénicas espinales.

PALABRAS CLAVE: Columna toracolumbar. Fracturas por estallido. Compromiso neurológico incompleto. Abordaje anterior.

EARLY SURGICAL TREATMENT THROUGH ANTERIOR APPROACH OF THORACOLUMBAR BURST FRACTURES WITH INCOMPLETE NEUROLOGICAL DEFICIT

ABSTRACT: We present a retrospective study of 17 surgically treated thoracolumbar burst fractures with bony encroachment of neural canal higher than 50% and incomplete neurological deficit. The average time to surgery was 70.6 hours. The anterior approach was used in all cases through a left thoracofreno-laparotomy for T12 and L1 fractures and a lumbarotomy for L2 fractures. A certain degree of initial neurological deficit was seen in all patients. A correlation between encroachment of the neural canal and injury level was observed: the encroachment was smaller for T11 and T12 fractures (53,3%) than for L1 (60%) and L2 fractures (62%). Likewise, a correlation was found between encroachment of the neural canal and degree of neurological deficit according to Frankel and Bradford Score: patients with lower scores present larger bony encroachment. At follow up, some improvement was seen in all cases in comparison to the initial neurological presentation, with 82.4% of patients showing complete functional recovery. In the same manner, a certain recovery of bladder function was seen in all cases, with 88% of patients showing normal and complete bladder function at follow up. Early treatment of thoracolumbar burst fractures with bony encroachment of neural canal larger than 50% and incomplete neurological deficit through anterior approach was recommended since it is associated with a high rate of functional recovery and less risk of neurological complications and spinal iatrogenic injuries' recurrence.

KEY WORDS: Thoracolumbar spine. Burst fractures. Incomplete neurological deficit. Anterior approach.

Recibido el 8-5-2001. Aceptado luego de la evaluación el 21-2-2002 Correspondencia:

Dr. JUAN PABLO BERNASCONI
Av. Libertador 4992 - PB "1"
(1426) Buenos Aires, Argentina.
E-mail: jpbernasconi@yahoo.com

El tratamiento quirúrgico de las fracturas de tipo "burst" o "por estallido" de la columna toracolumbar con compromiso neurológico incompleto presenta distintos puntos de controversia.

El primero de ellos gira en torno a la selección del abordaje apropiado (anterior frente a posterior). El abordaje anterior para la descompresión del conducto medular y estabilización de la columna vertebral ha sido ampliamente discutido en la bibliografía contemporánea. Inicialmente popularizado por Hodgson y Stock¹⁷ para las lesiones tuberculosas asociadas con paraplejía, su uso se extendió a infecciones piogénicas y fúngicas^{11,12} tumores primarios y metastásicos,^{23,33} y fracturas^{3,27} La indicación precisa para la descompresión anterior en patología traumática incluye fundamentalmente las lesiones de tipo "burst" o "por estallido" de la clasificación de Denis⁷ localizadas por encima del nivel L2 con déficit neurológico incompleto y compromiso significativo del conducto^{3,27} Diversos autores sostienen que la vía anterior aumenta las probabilidades de recuperación funcional neurológica,^{1,10,18,19,22,24,27} aun cuando constituye un abordaje más demandante desde el punto de vista técnico y presenta un potencial elevado de complicaciones.¹⁵

El segundo punto de controversia lo constituye el tiempo de la intervención quirúrgica y su efecto en el resultado neurológico posoperatorio. La descompresión de los elementos neurales y la estabilización espinal inmediatas han demostrado reducir las secuelas neurológicas permanentes en varios trabajos de experimentación.^{5,6,8,9,31} Si bien no existen estudios bien controlados en seres humanos que documenten la eficacia del tratamiento quirúrgico inmediato, las observaciones aportadas por los estudios efectuados en animales antes mencionados, la comprensión de los mecanismos fisiopatológicos que siguen a la lesión medular espinal y los resultados de recientes investigaciones clínicas fundamentan el abordaje precoz de los pacientes con fracturas toracolumbares y déficit neurológico incompleto.

El manejo de los fragmentos óseos dentro del conducto medular y fundamentalmente el grado de invasión que debería ser tomado como límite para decidir la descompresión constituye otro de los puntos de debate. Diversos estudios demuestran una escasa correlación entre el porcentaje de estenosis del conducto y la lesión neurológica inicial^{14,20,21,25,26,28,32} así como una pobre asociación entre la descompresión lograda y el grado de recuperación neurológica, aun cuando en general los resultados funcionales alejados son ligeramente superiores después de realizada.^{1,10,18,19,22,24,27} Por otro lado, varios autores sostienen la idea de un abordaje agresivo para la eliminación de los fragmentos migrados, a pesar de no existir compromiso neurológico instalado o inestabilidad biomecánica.^{2,19,22,24,27,30}

En este trabajo presentamos un estudio retrospectivo que analiza los resultados obtenidos con el tratamiento quirúrgico en agudo por abordaje anterior de las fracturas toracolumbares con compromiso neurológico incompleto.

Los objetivos son:

1. Estudiar la relación entre porcentaje de invasión del conducto y compromiso neurológico inicial.

2. Analizar la utilidad de la descompresión del conducto por vía anterior en el tratamiento de este tipo de lesiones.
3. Evaluar la relación recuperación neurológica funcional / tiempo transcurrido hasta la cirugía.

Material y métodos

Datos de las fracturas

Entre marzo de 1992 y diciembre de 1998 se trataron quirúrgicamente en agudo por vía anterior 17 pacientes con fracturas de la región toracolumbar (T12, L1, L2) de tipo "burst" o "por estallido" de la clasificación de Denis (1984) con invasión del conducto superior al 50% y compromiso neurológico incompleto.

El estudio por imágenes de rutina incluyó un set radiológico completo de columna dorsolumbar seguido de tomografía computarizada registrándose el área ocupada por los fragmentos óseos retropulsados hacia el conducto espinal a nivel de la lesión (x). El diámetro sagital normal del conducto espinal (y) fue estimado como el promedio de las medidas correspondientes a los niveles adyacentes no lesionados por encima y por debajo de la vértebra fracturada. El porcentaje de invasión fue calculado como x/y por 100.²⁰

En todos los casos se solicitó además el estudio de resonancia magnética correspondiente para evaluar las lesiones de las partes blandas asociadas, ya sea discales o ligamentarias.

Para la evaluación neurológica pre y posoperatoria utilizamos el Score Neurológico de Frankel modificado por Bradford (1987).¹

Datos de la cirugía

En todos los casos utilizamos la vía anterior a través de una toracofrenolaparotomía izquierda para las fracturas de la charnela toracolumbar (T12, L1) o de una lumbotomía para las fracturas a nivel de L2.

Para la descompresión del conducto realizamos una corporectomía parcial o total con el agregado de injerto óseo autólogo tricortical de cresta ilíaca o costilla más la estabilización con alguna de las instrumentaciones disponibles en el mercado (Fig. 1).

Este procedimiento lo complementamos con una inmovilización con corsé bivalvado de polipropileno hasta la consolidación radiológica del injerto.

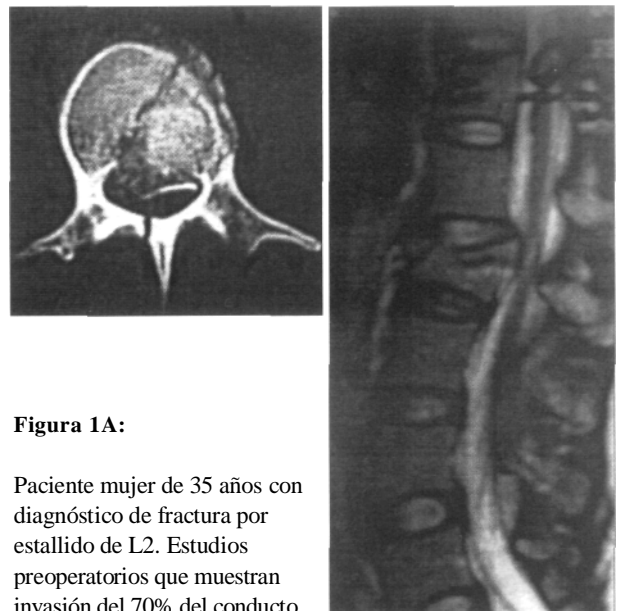


Figura 1A:

Paciente mujer de 35 años con diagnóstico de fractura por estallido de L2. Estudios preoperatorios que muestran invasión del 70% del conducto.

Estado general preoperatorio

Los datos correspondientes a las características generales de los pacientes evaluados se muestran en la tabla 1.

El promedio de edad de los pacientes fue de 39,8 años (21-58), correspondiendo el 76,5% (13) al sexo masculino y el 23,5% restante (4) al sexo femenino.

Respecto del nivel de fractura, 17,6% (3) afectaron a T12, 52,9% (9) a L1 y 29,5% (5) a L2, sin asociación con fracturas de columna a otro nivel (todas lesiones espinales únicas).

En 3 casos (17,6%) encontramos otras lesiones musculoesqueléticas asociadas, incluidas 1 fractura de tobillo y pierna contralateral, 1 fractura de calcáneo y 1 fractura de cadera, todas ellas de tratamiento quirúrgico.

El porcentaje de invasión del conducto promedio fue de 59,4% del diámetro total de éste, con un máximo de 90% y un mínimo de 50%.

Respecto de la discriminación según el nivel fracturarlos, el porcentaje de invasión promedio para las fracturas de T12 fue de 53,3%, para las de L1 fue de 60% y para las de L2 fue de 62%.

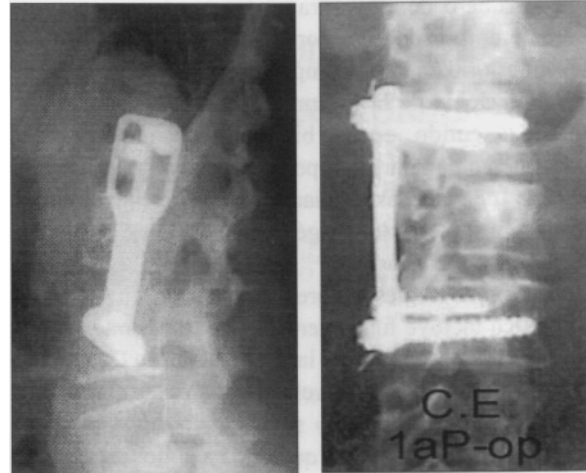


Figura 1B: Estudios radiológicos posoperatorios a los 5 meses y 1 año respectivamente. La recuperación funcional en el posoperatorio alejado fue completa (Frankel E).

Tabla 1:
Características generales de los pacientes evaluados

CASO N°	SEXO	EDAD	FECHA CX	NIVEL FX	LESIONES ASOCIADAS	% INVASIÓN CANAL (TC)
1	M	45	06/03/92	L1	-	50
2	M	54	27/04/92	L1	-	65
3	M	22	26/10/92	L2	-	60
4	F	23	27/10/92	L1	-	50
5	F	22	15/09/93	L1	-	50
6	M	55	27/10/93	T12	-	50
7	M	45	03/10/95	L1	-	90
8	M	58	09/12/95	T12	-	50
9	M	55	16/12/95	T12	Fx cadera	60
10	F	38	26/12/96	L1	-	65
11	M	46	06/04/97	L2	Fx tobillo / Fx pierna	70
12	M	56	17/04/97	L2	-	60
13	M	24	06/05/97	L1	-	70
14	F	35	17/03/98	L2	-	70
15	M	39	19/03/98	L2	Fx calcáneo	50
16	M	38	07/04/98	L1	-	50
17	M	21	15/12/98	L1	-	50
17	M: 13 (76,5%)	39,8		112:3(17,6%)	3(17,6%)	59,4
	F: 4 (23,5 %)			L1:9(52,9%)		
				L2: 5 (29,5 %)		

Evaluación neurológica preoperatoria

Dos pacientes presentaron un grado B de Frankel y Bradford preoperatorio, 2 un grado C y 13 un grado D, discriminados en 6 pacientes con DI y 7 con D2.

Los pacientes con grado B de Frankel y Bradford preoperatorio presentaron una invasión promedio del conducto del 77,5%, los pacientes con grado C del 70%, los pacientes con grado DI del 56,7% y los pacientes con grado D2 del 53,6%.

Datos de la cirugía

Los datos correspondientes a las cirugías realizadas se muestran en la tabla 2.

En el 76,5% de los casos (13/17) utilizamos una toracofrenolaparotomía, mientras que en el 23,5% restante (4/17) realizamos una lumbotomía.

Respecto del tipo de injerto empleado, en el 70,6% de los casos (12/17) se aportó injerto tricortical de cresta ilíaca y en el 29,4% restante, injerto de costilla.

Tabla 2:
Datos de la cirugía

NIVEL	TIEMPO	FRANKEL	FRANKEL	ABORDAJE	INJERTO	COMPLICAC.	
FX	HASTA CX	PREOP.	POSOP.			INTRAOP.	
L1	48 h	D2	E	TFL	CRESTA	Error técnica	-
L1	96 h	B	D3	TFL	CRESTA	-	-
L2	48 h	D1	E	L	CRESTA	-	-
L1	72 h	D2	E	TFL	CRESTA	-	-
L1	48 h	D2	E	TFL	COSTILLA	-	-
T12	72 h	D1	E	TFL	CRESTA	-	-
L1	48 h	B	D2	TFL	CRESTA	-	-
T12	24 h	D1	E	TFL	CRESTA	-	-
T12	24 h	D1	E	TFL	COSTILLA	-	-
L1	168 h	D2	E	L	COSTILLA	-	Pérdida de corrección
L2	240 h	D1	E	L	COSTILLA	-	-
L2	24 h	D2	E	L	CRESTA	-	-
L1	96 h	C	D2	TFL	CRESTA	-	-
L2	72 h	C	E	TFL	CRESTA	-	Infección superficial
L2	72 h	D2	E	TFL	COSTILLA	-	Pérdida de corrección
L1	24 h	D1	E	TFL	CRESTA	-	-
L1	24 h	D2	E	TFL	CRESTA	-	-
	70,6 h			TFL: 13 (76,5%)	CO: 5 (29,4 %)		
				L: 4 (23,5 %)	CR: 12 (70,6%)		

El tiempo promedio transcurrido hasta el momento de la cirugía fue de 70,6 horas, con un máximo de 240 horas y un mínimo de 24 horas. El 76,5% de las cirugías (13/17) se realizaron antes de las 72 horas (46,2 horas promedio), mientras que el 23,5% restante (4/17) se realizaron después de las 72 horas (150 horas promedio).

Resultados

Evaluación neurológica posoperatoria

Los datos correspondientes a la evaluación neurológica posoperatoria se muestran en la tabla 3.

El tiempo promedio de seguimiento fue de 50,1 meses, con un mínimo de 13 meses y un máximo de 96 meses.

En todos los casos encontramos en el posoperatorio alejado una mejoría respecto del cuadro neurológico inicial, con 14 de los pacientes que mostraron una recuperación completa. Obtuvimos un índice de recuperación de 2 grados en 8, de 3 grados en 7 y de 4 grados en 2 pacientes.

Todos los pacientes con grado D de Frankel y Bradford inicial experimentaron una recuperación neurológica completa, mientras que 12 con grado B o C quedaron con cierta incapacidad aun cuando su índice de recuperación neurológica fue de 3,25 grados promedio.

Del mismo modo, en todos los pacientes encontramos una mejoría de la función vesical y/o intestinal comprometida en el preoperatorio, 15 de los cuales mostraron una recuperación completa y los dos restantes, síntomas disfuncionales residuales como urgencia, vaciamiento incompleto o incontinencia.

En las cirugías realizadas antes de las 72 horas (46,2 horas promedio) el índice de recuperación neurológica fue de 2,6 grados en la escala de Frankel y Bradford, mientras que en las realizadas después de las 72 horas (150 horas promedio) fue de 2,5 grados.

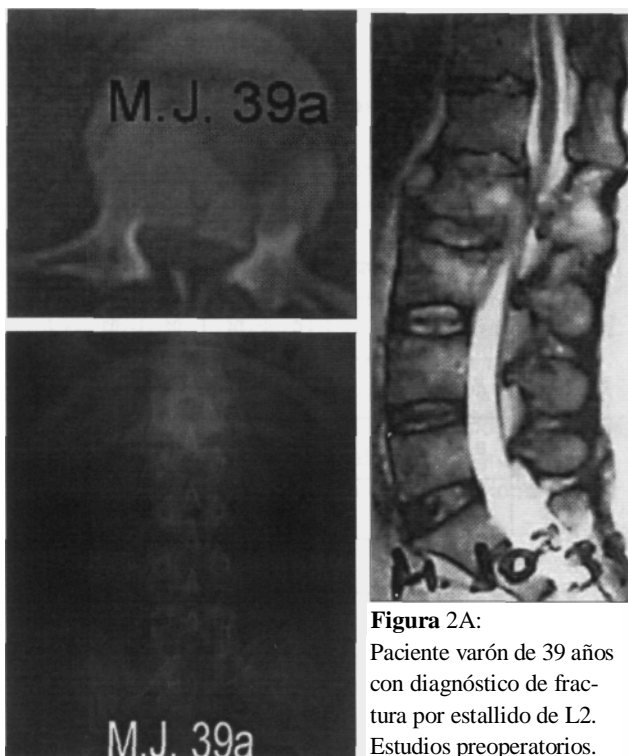


Figura 2A:
Paciente varón de 39 años con diagnóstico de fractura por estallido de L2. Estudios preoperatorios.

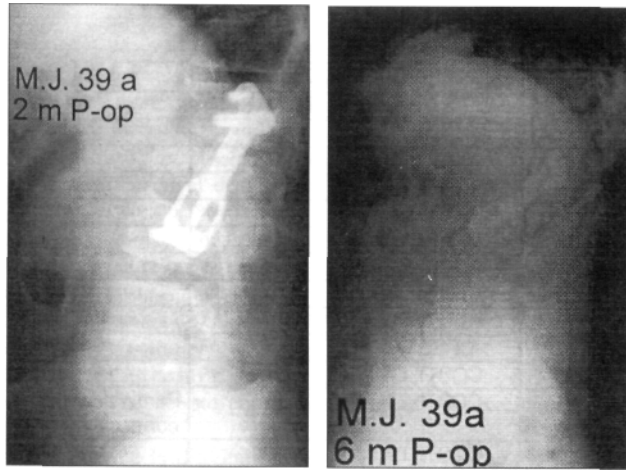


Figura 2B: Radiografías posoperatorias a 2 y 6 meses respectivamente en las que se observa una pérdida de corrección con cifosis residual de 20°.

Complicaciones posoperatorias

1. Complicaciones intraoperatorias

No tuvimos complicaciones vasculonerviosas y/o torácicas intraoperatorias. En un solo caso constatamos un error de técnica quirúrgica con la colocación de un tornillo a nivel del espacio discal adyacente.

2. Complicaciones posoperatorias

No tuvimos casos de pseudoartrosis (la artrodesis ósea se consiguió en todos los pacientes).

La complicación posoperatoria más frecuente fue la pérdida de la corrección obtenida en el acto operatorio y la aparición de una cifosis residual, lo cual constatamos en 2 de los casos con angulaciones de 10° y 20° respectivamente (Fig. 2).

Tuvimos un solo caso de infección superficial, la cual evolucionó favorablemente con curaciones y controles periódicos de la herida quirúrgica.

Discusión

El primer objetivo planteado en nuestro trabajo fue evaluar la relación entre porcentaje de invasión del conducto y compromiso neurológico inicial.

La mayor parte de los estudios muestran una escasa correlación entre el grado de estenosis del conducto y la lesión neurológica instalada^{14,20,21,25,26,28,32} Lindahl y cols, no encontraron ninguna relación significativa entre compromiso del conducto y presencia de síntomas de déficit neurológico. Del mismo modo Kilcoyne y cols, informaron que el grado de compromiso neurológico no puede predecirse por-el grado de estenosis del conducto. Gertzbein y cols, no encontraron diferencias estadísticamente significativas entre la extensión de la invasión y los grados de Frankel en 60 pacientes con fracturas de tipo "burst". Keene y cols, no pudieron documentar una rela-

ción directa entre porcentaje de compromiso del conducto y status neurológico según el nivel lesional. Para Limb y cols, el daño medular ocurre en el momento del accidente y se correlaciona estrechamente con la energía de la lesión. La imagen estática del conducto proporcionada por los cortes tomográficos posteriores no reflejaría el deslizamiento inicial de los fragmentos óseos y, lo que es más, la posición de éstos sería menos desplazada que en el momento de la lesión cuando la médula es sometida a fuerzas de tensión, estiramiento y angulación.

Sin embargo, otros autores han encontrado algún grado de correlación. Para Denis,⁷ un compromiso mayor del 75% se acompaña de lesión neurológica (Frankel B para las lesiones del cono y Frankel C para las lesiones de la cola de caballo), mientras que una invasión del 25 al 50% rara vez se presenta con daño neurológico en las lesiones de la cola de caballo, lo que es más frecuente en las lesiones del cono. Trafton y Boyd³² afirman que las fracturas de tipo "burst" de T12 o L1 con compromiso del conducto del 50% o más tienen un riesgo significativo de déficit neurológico y progresivo. Fontijne y cols.¹³ sugieren que mientras más alto el nivel lesional y mayor el porcentaje de estenosis del conducto, mayor la probabilidad de aparición de algún déficit neurológico. Del mismo modo Hashimoto y cols.¹⁶ afirman que un mismo fragmento óseo retropulsado tiene mayor probabilidad de conducir a una lesión neurológica a nivel del epicono-cono medular (donde el conducto es más estrecho) que a nivel de la cola de caballo. Concluyen aseverando que una invasión del conducto del 35% a nivel del epiceno (T11, T12), del 45% a nivel del cono (L1) y del 55% a nivel

Tabla 3: Evaluación neurológica preoperatoria y posoperatoria

		STATUS NEUROLÓGICO POSOPERATORIO						
		A	B	C	D1	D2	D3	E
STATUS NEUROLÓGICO PREOPERATORIO (Escala de Frankel modificada)	A							
	B					1	1	
	C					1		1
	D1							6
	D2							7
	D3							
	E							

de la cola de caballo son factores significativos para compromiso neurológico en las fracturas toracolumbares de tipo "burst".

Los hallazgos de nuestra serie son compatibles con esta última línea de pensamiento. Todos los pacientes presentaron algún grado de compromiso neurológico inicial; el porcentaje de invasión promedio fue de 59,4% con un mínimo de 50% y un máximo de 90%. Del mismo modo encontramos una correlación entre compromiso del conducto y nivel de la lesión (la invasión fue menor para las fracturas a nivel del epiceno [53,3%], que para las fracturas a nivel del cono [60%] y cola de caballo [62%]) y entre compromiso del conducto y grado de déficit neurológico según la escala de Frankel y Bradford (los pacientes con grados más bajos presentaron un porcentaje de invasión mayor).

Respecto al segundo de los objetivos planteados, los resultados de nuestro estudio demuestran la utilidad de la descompresión del conducto por vía anterior en el tratamiento de estas lesiones. Basándonos fundamentalmente en la escala de recuperación neurológica de Frankel y Bradford, el 100% de los pacientes presentaron en el posoperatorio alejado alguna mejoría respecto del cuadro inicial, con un 82,4% (14/17) que mostró una recuperación neurológica completa. Del mismo modo, todos los pacientes con algún grado de compromiso de la función vesical la recuperaron después de la descompresión anterior y un 88% de los casos mostraron una recuperación completa.

Esto coincide con lo informado por otros autores quienes sostienen que la descompresión anterior incrementa el flujo axoplásmico, disminuye la isquemia y conduce a un mejoramiento de la función neurológica. Young y cols.³⁴ informan una recuperación considerable de la función esfinteriana y motora en los miembros inferiores en los pacientes con lesiones incompletas sometidos a descompresión anterior. Kaneda y cols.¹⁹ refieren un 73% de mejoría del cuadro inicial en un estudio de 27 fracturas de tipo "burst". Bradford y Me Bride³ informan un 88% de pacientes con mejoría del cuadro inicial en un estudio de 20 fracturas toracolumbares, con un 69% de pacientes con recuperación completa de la función esfinteriana. Chapman y Anderson⁴ informan un 85,7% de pacientes con mejoría del cuadro inicial en un estudio de 14 pacientes con fracturas de tipo "burst".

Por otra parte creemos, al igual que Haas y otros autores,¹⁵ que la lesión neurológica inicial puede condicionar

el resultado funcional en el posoperatorio alejado. En nuestra serie, todos los pacientes con grado D de Frankel y Bradford inicial experimentaron una recuperación neurológica completa, mientras que el 75% de los pacientes con grado B o C quedaron con cierta incapacidad, ya sea de la función esfinteriana o motora.

Respecto del tercer punto de discusión, la relación recuperación neurológica / tiempo transcurrido hasta la cirugía, somos partidarios de la cirugía temprana en este tipo de lesiones (antes de las 2 semanas), ya que no sólo se asocia con un índice aceptable de resultados funcionales alejados, como lo indican los datos de nuestra serie y los aportados por otros autores,²⁹ sino que también disminuye los tiempos de hospitalización, mejora la alineación espinal, acorta los tiempos de rehabilitación y disminuye complicaciones, como neumonía, úlceras por decúbito y enfermedad tromboembólica. No recomendamos el tratamiento de emergencia salvo en los pacientes con fracturas toracolumbares y deterioro neurológico progresivo. El tiempo promedio hasta la cirugía en nuestro trabajo fue de alrededor de 3 días (70,6 horas), lo cual nos permitió estabilizar el estado general y evitar complicaciones derivadas de otras lesiones sistémicas asociadas potencialmente mortales.

Por último, considerando las complicaciones asociadas con el procedimiento, la única de destacar es la pérdida de la corrección obtenida en el acto operatorio y la aparición de una cifosis residual, lo cual constatamos en el 11,8% de los casos (2/17). En ambos casos utilizamos injerto óseo autólogo de costilla por lo cual sugerimos el empleo de rutina de injerto óseo autólogo tricortical de cresta ilíaca asociado con alguno de los implantes anteriores disponibles en el mercado para aumentar la estabilidad, evitar la migración del injerto y prescindir de la necesidad de un segundo procedimiento de fijación por vía posterior.

Como conclusión creemos que el abordaje anterior precoz está indicado en el tratamiento de las lesiones de tipo "burst" o por estallido de la columna toracolumbar con invasión del conducto mayor del 50% y compromiso neurológico incompleto, ya que se asocia con un elevado índice de recuperación funcional con menor riesgo de recurrencia de complicaciones neurológicas, menor riesgo de lesiones iatrogénicas espinales y conservación de las estructuras musculares posteriores, de gran importancia en la estabilización dinámica de la columna vertebral.

Referencias bibliográficas

1. **Been HD.** Anterior decompression and stabilisation of thoracolumbar burst fractures by the use of the Slot-Zielke device. *Spine* 1991; 16:70-77.
2. **Bohlmann HH, Freehafer A, Dejak J.** The results of treatment of acute injuries of the upper thoracic spine with paralysis. *J Bone Jt Surg (Am)* 1985;67:360-369.
3. **Bradford DS, McBride GG.** Surgical management of thoracolumbar spine fractures with incomplete neurologic deficits. *Clin Orthop* 1987;(218):201-216.
4. **Chapman JR, Anderson P.** Thoracolumbar spine fractures with neurologic deficit *Orthop Clin North Am* 1994;25:595-612.
5. **Delamarter RB, Bohlmann HH, Dodge LD, et al.** Experimental lumbar spinal stenosis: analysis of cortical evoked potentials, micro vasculature, and histopathology. *J Bone Jt Surg (Am)* 1990;72:110-120.
6. **Delamarter RB, Sherman JE, Carr JB.** Spinal cord injury: the pathophysiology of spinal cord damage and subsequent recovery following immediate or delayed decompression. *Cervical Spine Research Society, 21st Annual Meeting*, New York, New York, December 1993.
7. **Denis F.** Spinal instability as defined by the three column spine concept in acute spinal trauma. *Clin Orthop* 1984;(189):65-76.
8. **Dolan EJ, Tator CH, Endrenyi L.** The value of decompression for acute experimental spinal cord compression injury. *J Neurosurg* 1980;53:749-755.
9. **Ducker TB, Kindt GW, Kempf LG.** Pathological findings in acute experimental spinal cord trauma. *J Neurosurg* 1971;35:700-708.
10. **Dunn HK.** Anterior spine stabilization and decompression for thoracolumbar injuries. *Orthop Clin North Am* 1986; 17(1): 113-119.
11. **Eismont FJ, Bohlman HH, Soni PL, et al.** Pyogenic and fungal vertebral osteomyelitis with paralysis. *J Bone Jt Surg (Am)* 1983;65:19.
12. **Emery SE, Chan DP, Woodward HR.** Treatment of hematogenous pyogenic vertebral osteomyelitis with anterior debridement and primary bone grafting. *Spine* 1989;4:284.
13. **Fontijne WP, De Klerk LW, Braakman R, et al.** CT scan prediction of neurological deficit in thoracolumbar burst fractures. *J Bone Jt Surg (Br)* 1992;74:683-685.
14. **Gertzbein SD, Court-Brown CM, Marks P, et al.** The neurological outcome following surgery for spinal fractures. *Spine* 1988;13:641-644.
15. **Haas N, Blauth M, Tscherne H.** Anterior plating in thoracolumbar spine injuries. Indication, technique and results. *Spine* 1991;16(3):100-111.
16. **Hashimoto T, Kaneda K, Abumi K.** Relationship between traumatic spinal canal stenosis and neurologic deficits in thoracolumbar burst fractures. *Spine* 1988;3:1268-1272.
17. **Hodgson, AR, Stock FE.** A preliminary communication on radical treatment of Pott's disease and Pott's paraplegia. *J Bone Jt Surg (Br)* 1956;44:266.
18. **Johnson JR, Leatherman KD, Holt RT.** Anterior decompression of the spinal cord for neurological deficit. *Spine* 1983;8:396-405.
19. **Kaneda K, Abumi K, Fujiya M.** Burst fractures with neurologic deficits of the thoracolumbar-lumbar spine: results of anterior decompression and stabilization with anterior instrumentation. *Spine* 1984;9:788-795.
20. **Keene JS, Fischer SP, Vanderby R, et al.** Significance of acute post traumatic bony encroachment of the neural canal. *Spine* 1989; 14:799-802.
21. **Kilcoyne RF, Mack LA, King HA, et al.** Thoracolumbar spine injuries associated with vertical plunges: reappraisal with computed tomography. *Radiology* 1983;146:140-147.
22. **Kostuik JP.** Anterior fixation for burst fractures of the thoracic and lumbar spine with or without neurological involvement. *Spine* 1988;13:286-293.
23. **Kostuik JP, Weinstein JN.** Differential diagnosis and surgical treatment of metastatic spine tumors. En: Frymoyer JW. *The adult spine: principles and practice*. New York: Raven Press; 1991. pp.861-888.
24. **Larson SJ, Holst RA, Hemmy DC, et al.** Lateral extracavitary approach to traumatic lesions of the thoracic and lumbar spine. *J Neurosurg* 1976;45:628-637.
25. **Limb D, Shaw DL, Dickson RA.** Neurological injury in thoracolumbar burst fractures. *J Bone Jt Surg (Br)* 1995;77:774-777.
26. **Lindahl S, Willen J, Irtam L.** Computed tomography of bone fragments in the spinal canal. *Spine* 1983;8:181-186.
27. **McAfee PC, Bohlmann HH, Yuan HA.** Anterior decompression of traumatic thoracolumbar fractures with incomplete neurological deficit using a retroperitoneal approach. *J Bone Jt Surg (Am)* 1985;67:89.
28. **McAfee PC, Yuan HA, Fredrickson BE, et al.** The value of computed tomography in thoracolumbar fractures. An analysis of one hundred consecutive cases and a new classification. *J Bone Jt Surg (Am)* 1983;65:461-473.
29. **McEvoy RD, Bradford DS.** The management of burst fractures of the thoracic and lumbar spine: experience in 53 patients. *Spine* 1985;10:631-637.
30. **Riska EB, Myllynen P, Bostman O.** Anterolateral decompression for neural involvement in thoracolumbar fractures: a review of 78 cases. *J Bone Jt Surg (Br)* 1987;69:704-708.
31. **Rivlin A, Tator CH.** Effect of duration of acute spinal cord compression in new acute spinal cord injury model in the rat. *Surg Neurol* 1978;10:39-43.
32. **Trafton PG, Boyd CA.** Computed tomography of thoracic and lumbar spine injuries. *J Trauma* 1984;24:506-515.
33. **Weinstein JN.** Surgical approach to spine tumors. *Orthopedics* 1989;2:897.
34. **Young B, Brooks WH, Tibs PA.** Anterior decompression and fusion for thoracolumbar fractures with neurological deficits. *Acta Neurochir* 1981;57:287-298.