

Fracturas de columna toracolumbar por estallido con mecanismo de flexión y distracción

Abordaje quirúrgico simultáneo

JUAN P. BERNASCONI, PEDRO COLL, TOMÁS RUDT y GUSTAVO RAMÍREZ

Instituto Dupuytren, Buenos Aires

RESUMEN

Introducción: Debido al conocimiento exacto del sitio de la lesión y al mejor entendimiento de los mecanismos traumáticos, el abordaje quirúrgico de las fracturas toracolumbares ha tenido una importante evolución en cuanto a su clasificación y tratamiento.

El abordaje simultáneo, por tratarse de una sola cirugía, reduce el porcentaje de complicaciones y al mismo tiempo, es un método dinámico de reducción de la fractura con control completo de las columnas anterior y posterior.

Materiales y métodos: Se evaluó una serie consecutiva de 16 pacientes tratados con abordaje quirúrgico simultáneo. Las patologías incluidas fueron todas fracturas toracolumbares agudas.

Registros, partes quirúrgicas, radiografías preoperatorias y posoperatorias, tomografía computarizada (TC) y resonancia magnética (RM) de todos los pacientes se revisaron con cuidado desde el ingreso hasta el último control evolutivo.

Todas las fracturas se clasificaron según las clasificaciones de McCormack y de Oner.

Se tomaron retrospectivamente los datos de todos los pacientes, que incluyeron: edad, sexo, diagnóstico, puntos de la clasificación de McCormack, clasificación de Oner, estado neurológico, cifosis preoperatoria, grados corregidos quirúrgicamente, niveles fusionados, pérdida de sangre estimada, reposición de líquidos, reposición sanguínea, tiempo operatorio, complicaciones y tiempo de hospitalización.

Ambas clasificaciones se utilizaron de manera combinada para tomar la decisión quirúrgica.

El abordaje simultáneo se realizó en pacientes que reunían 7 puntos o más de la clasificación de McCormack, en combinación con disrupción parcial (PLC 2 o 3) o completa (PLC 4) del complejo ligamentario posterior en la clasificación de Oner.

Resultados: En este estudio se incluyeron 16 pacientes, de los cuales 7 fueron mujeres.

La edad promedio fue de 35,5 años, con una mínima de 16 y una máxima de 55 años.

El promedio de seguimiento fue de 32 meses, con un seguimiento mínimo de 16 y un máximo de 48 meses. El tiempo transcurrido desde el traumatismo inicial hasta la cirugía fue en promedio de 12 días (8/16).

Se realizaron fusiones anteriores y posteriores en todos los casos, habiendo fusionado una media de dos niveles para ambos abordajes.

El promedio de corrección de la cifosis traumática fue de 60%.

Con respecto a la pérdida de sangre se obtuvieron valores mínimos de 400 ml y máximos de 1100 ml, con un promedio de 720 ml.

La reposición de líquidos fue de alrededor de 1400 ml y 2000 ml para valores mínimos y máximos de reposición, con un promedio de 1666 ml.

El tiempo operatorio osciló entre 3,3 y 5 horas como valores mínimos y máximos, con un tiempo quirúrgico promedio de 3,9 horas.

El período de hospitalización osciló entre 5 y 9 días, con un promedio de internación de 6,8 días.

Conclusiones: El abordaje simultáneo es una alternativa para el tratamiento de las fracturas toracolumbares con lesión de las columnas anterior y posterior.

Desde el punto de vista biológico, reduce la pérdida sanguínea, el tiempo quirúrgico y el tiempo de internación.

Desde el punto de vista mecánico se obtiene una mejor corrección de la deformidad, dado que se tiene el control de ambas columnas al mismo tiempo. Asimismo, la fu-

Recibido el 22-6-2005. Aceptado luego de la evaluación el 11-7-2005.

Correspondencia:

Dr. JUAN P. BERNASCONI
jpbernasconi@yahoo.com

sión circunferencial reduce el riesgo de pseudoartrosis con la consiguiente pérdida de corrección.

PALABRAS CLAVE: Simultáneo. Dinámico. Inestabilidad circunferencial.

SIMULTANEOUS APPROACH TO THORACOLUMBAR BURST FRACTURES COMBINED WITH FLEXION-DISTRACTION INJURIES

ABSTRACT

Background: The surgical approach to thoracolumbar spine fractures has evolved regarding both classification and treatment thanks to the precise identification of the injury location and a better understanding of the trauma lesion mechanisms.

The surgical approach for unstable thoracolumbar fractures should be dynamic, to achieve optimal correction and stabilization of the spine.

A simultaneous anterior-posterior approach allows for permanent visual control and optimal three-dimensional alignment of the spine.

Methods: A review of 16 consecutive patients with acute thoracolumbar fractures treated with a simultaneous approach.

Data were collected retrospectively from all patients and included: age, sex, diagnosis, load-sharing classification score, LLC grade, neurological status, pre-op deformity, surgical correction, levels fused, estimated blood loss (EBL), fluid reposition, blood reposition, operating time, complications and hospital stay (Table 1).

The preoperative analysis of the fracture anatomy (McCormack classification) and Oner's MRI findings of the soft tissue injury, were used to select the surgical procedure.

Simultaneous approach was used on patients with a McCormack score of 7 or higher, combined with partial (PLC 2 or 3) or complete disruption (PLC 4) of the posterior ligament complex.

Results: 16 patients (7 female, 9 male) were evaluated. Length of follow up: 32 months (16-48).

Average time to surgery: 12 days (8/16); average anterior and posterior levels fused: 2. Correction average of traumatic kiphosis was 60%; estimated blood loss averaged 720 cc; surgery time was 3.9 hs (3.3-5). The hospital stay averaged 6.8 days (5/9).

Conclusions: The simultaneous approach is a valid alternative to treat acute thoracolumbar fractures with circumferential instability.

From a biological perspective it reduces the hospital stay, blood loss and surgery time.

In terms of mechanical advantages, a dynamic correction is achieved with simultaneous control of both columns with circumferential arthrodesis that reduces the risk of pseudoarthrosis.

KEY WORDS: Simultaneous. Dynamic. Circumferential instability.

Debido al conocimiento exacto del sitio de la lesión y al mejor entendimiento de los mecanismos traumáticos, el abordaje quirúrgico de las fracturas toracolumbares ha tenido una importante evolución en cuanto a su clasificación y tratamiento.

Informes iniciales sobre el abordaje combinado anterior y posterior recomendaban un período de recuperación entre estadios de una a dos semanas.²⁰⁻²²

Sin embargo, se ha comunicado un índice de complicaciones más alto,^{1,3,6,8,15-19,23} encontrándose el paciente en el segundo estadio con déficit nutricional, lo que acarrea un mayor índice de morbilidad.

Desde entonces, se describió el éxito con el abordaje secuencial el mismo día.^{2,4,7,11,12,14,15,17-19}

El abordaje simultáneo anterior y posterior fue informado hace poco por Farsi.⁵ Sus resultados preliminares indican que el tiempo anestésico, la pérdida sanguínea y las complicaciones son menores con el procedimiento simultáneo en comparación con el secuencial.

El objetivo de este estudio es analizar las utilidades mecánicas y biológicas del abordaje simultáneo en el tratamiento de las fracturas toracolumbares.

Tabla 1. Edad, tipo de lesión, puntos de la clasificación de McCormack, grado de lesión del complejo ligamentario posterior en la clasificación de Oner y estado neurológico

Pac.	Edad	Fract.	McCormack	Oner	Neur.
1	32	T12-L1	7	III	S/P
2	16	T12-L1	8	IV	S/P
3	40	L2	7	II	S/P
4	55	T12	8	II	Fr. C
5	18	T11-T12	7	IV	S/P
6	25	T11-T12	7	III	S/P
7	39	L1	7	II	S/P
8	33	L2	9	IV	Fr. D1
9	33	L2	7	IV	Fr. D2
10	25	L2	8	IV	S/P
11	38	L2	7	III	S/P
12	50	T12 y L2	8	IV	Fr. C
13	46	L3	8	III	S/P
14	28	L3	7	III	S/P
15	48	L1	8	III	Fr. D3
16	49	L1	7	III	S/P

Materiales y métodos

Desde abril de 2000 hasta diciembre de 2002 se evaluó una serie consecutiva de 16 pacientes tratados con abordaje quirúrgico simultáneo. Las patologías incluidas fueron todas fracturas toracolumbares agudas.

Registros, partes quirúrgicos, radiografías preoperatorias y posoperatorias, TC y RM de todos los pacientes se revisaron con cuidado desde el ingreso hasta el último control evolutivo.

Todas las fracturas se clasificaron según las clasificaciones de McCormack¹³ y de Oner.¹⁶

Se tomaron retrospectivamente los datos de todos los pacientes, que incluyeron: edad, sexo, diagnóstico, puntos de la clasificación de McCormack, clasificación de Oner, estado neurológico, cifosis preoperatoria, grados corregidos quirúrgicamente, niveles fusionados, pérdida de sangre estimada, reposición de líquidos, reposición sanguínea, tiempo operatorio, complicaciones y tiempo de hospitalización (Tablas 1, 2 y 3).

Ambas clasificaciones se utilizaron de manera combinada para tomar la decisión quirúrgica.

El abordaje simultáneo se realizó en pacientes que reunían 7 puntos o más de la clasificación de McCormack, en combinación con disrupción parcial (PLC 2 o 3) o completa (PLC 4) del complejo ligamentario posterior en la clasificación de Oner.

El análisis estadístico no se realizó debido al número limitado de pacientes, las múltiples variables intervinientes y el bajo índice de complicaciones (Fig. 1).

Tabla 2. Cifosis preoperatoria, grados corregidos, niveles fusionados anterior y posterior y estado neurológico posoperatorio

Pac.	Cifosis Pre/Pos	Niv. fus. ant.	Niv. fus. post.	Neur. posop.
1	29 (9)	T12 - L1	T12 - L1	S/P
2	46 (24)	T12 - L1	T12 - L1	S/P
3	15 (7)	L1 - L3	L1 - L3	S/P
4	16 (7)	T11 - L1	T11 - L1	Frankel D2
5	28 (23)	T11 - T12	T11 - T12	S/P
6	27 (7)	T11 - T12	T11 - T12	S/P
7	20 (4)	T12 - L1	T12 - L1	S/P
8	17 (15)	L1 - L3	T11 - L3	Frankel D2
9	25 (22)	T12 - L2	T12 - L2	Frankel E
10	25 (12)	L1 - L3	L1 - L3	S/P
11	30 (5)	L1 - L3	L1 - L3	S/P
12	12 (5)	T11 - L1	T11 - L3	Frankel D3
13	11 (2)	L2 - L4	L2 - L4	S/P
14	20 (0)	L2 - L4	L2 - L4	S/P
15	25 (12)	T11 - L1	T11 - L1	Frankel E
16	26 (20)	T12 - L1	T11 - L2	S/P

Nota: Cifosis pre y posoperatoria en grados. **Niv. fus. ant.:** niveles fusionados por vía anterior. **Niv. fus. post.:** niveles fusionados por vía posterior. **Neur. posop.:** situación neurológica posoperatorio.

Posición del paciente. Abordaje quirúrgico

Se coloca al paciente en decúbito lateral estricto. Se conforman dos equipos quirúrgicos, formados cada uno por un cirujano y dos ayudantes, de los cuales el anterior se coloca de pie por delante del paciente, contando éste con la presencia de un cirujano general, mientras el equipo posterior se sienta por detrás.

Las dos incisiones se realizan en forma simultánea. Se recomienda mantener un puente de tejido intacto de al menos 5 cm entre ambas incisiones. La vía anterior puede hacerse a través de una toracotomía o un abordaje retroperitoneal. El abordaje posterior se realiza a través de una incisión mediana convencional. De este modo es posible una descompresión y reconstrucción anteroposterior, bajo visualización completa del raquis, tanto de la columna anterior como de la posterior.

Resultados

En este estudio se incluyeron 16 pacientes, de los cuales 7 eran mujeres.

La edad promedio fue de 35,5 años, con una mínima de 16 y una máxima de 55 años.

El promedio de seguimiento fue de 32 meses, con un mínimo de 16 y un máximo de 48 meses.

Tabla 3. Pérdida estimada de sangre (PES), reposición de líquidos, reposición sanguínea (ml), complicaciones y estadía hospitalaria

Pac.	PES	Rep. líquidos	Rep. sang.	Tiempo Qx	Complicaciones	Hosp/días
1	400	1400	No	4,30 h	-	6
2	700	1600	400	4 h	Protrusión tornillos	6
3	900	1800	400	4 h	-	7
4	800	1800	400	4,30 h	Lesión dural	5
5	700	1600	400	4 h	-	8
6	500	1500	No	3,50 h	-	6
7	700	1600	400	4 h	-	8
8	900	2000	800	4 h	-	7
9	1100	2000	800	3,45 h	-	5
10	1000	2000	800	5 h	-	8
11	600	1500	400	3,30 h	-	5
12	700	1600	400	4 h	-	9
13	800	1700	400	4 h	-	6
14	500	1500	No	3,30 h	-	7
15	500	1400	400	4 h	-	8
16	700	1500	800	3,50 h	Pull out tornillos. reop	9



Figura 1. Lesión combinada posterior tipo 2-3-4 de Oner (a-b-c) y anterior puntaje 7 según McCormack (d).

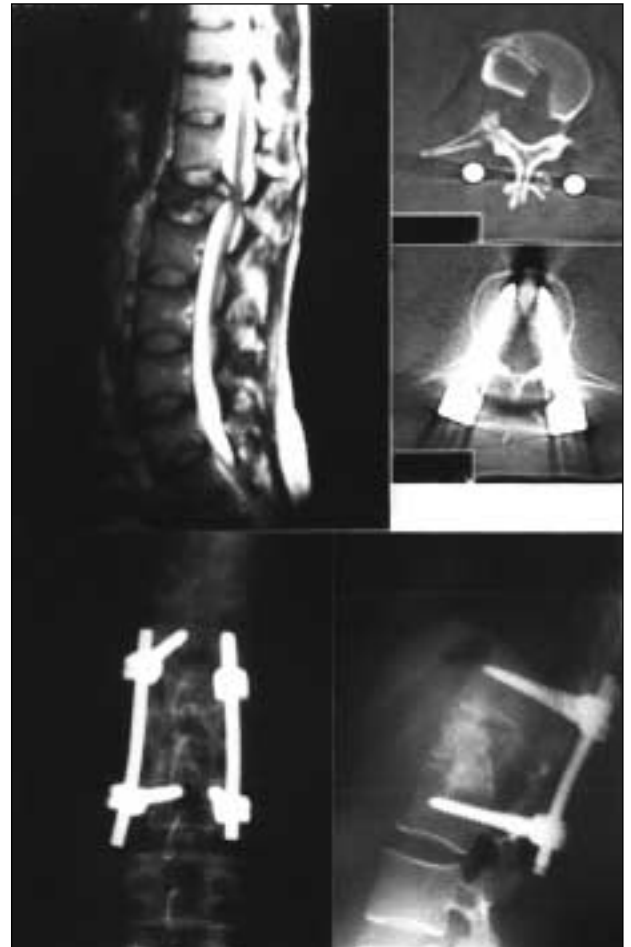


Figura 2. Cirugía simultánea. Liberación anterior y reducción más fusión posterior.

No se produjeron infecciones de las heridas.

El tiempo transcurrido desde el traumatismo inicial hasta la cirugía fue en promedio de 12 días (8/16).

Los grados de cifosis preoperatoria fueron de 11° en el menor de los casos y de 46° en el caso más grave, con un promedio de corrección del 60% (Tabla 2).

Como puede observarse en la tabla 2, se realizaron fusiones anteriores y posteriores, en todos los casos, habiendo fusionado una media de dos niveles para ambos abordajes.

De los 16 pacientes estudiados en nuestra serie, sólo 5 presentaron déficit neurológico, que en todos los casos mejoró luego de la cirugía, como se demuestra en las tablas 1 y 2; los 11 restantes permanecieron neurológicamente intactos como en el preoperatorio (Fig. 2).

Con respecto a la pérdida de sangre se obtuvieron valores mínimos de 400 ml y máximos de 1100 ml, con un promedio de 720 ml (Tabla 3). La reposición de líquidos fue de alrededor de 1400 ml y de 2000 ml para valores mínimos y máximos de reposición, con un promedio de

1666 ml. De los 16 pacientes, en tres de ellos no se realizaron transfusiones.

El tiempo operatorio osciló entre 3,3 y 5 horas como valores mínimos y máximos, con un tiempo quirúrgico promedio de 3,9 horas.

El período de hospitalización osciló entre 5 y 9 días, con un promedio de internación de 6,8 días (Tabla 3).

El paciente 2 sufrió una protrusión de tornillos y requirió el retiro del implante al año de seguimiento. El paciente 4 tuvo en forma concomitante una fractura de C2 y una rotura preoperatoria del saco dural que se reparó.

El paciente 16 sufrió extrusión de los tornillos de la fijación posterior, a nivel distal, por lo cual se produjo una pérdida de corrección, con una cifosis residual, lo que obligó al retiro del implante y a su recolocación en decúbito ventral (Fig. 3).

Los resultados muestran que en nuestra experiencia el abordaje simultáneo se asoció con una disminución del tiempo operatorio, de la pérdida sanguínea y de los días de hospitalización.



Figura 3. Pull-out de tornillos distales. Error de colocación.

Discusión

El abordaje simultáneo anterior y posterior colocando al paciente en decúbito lateral no es una nueva moda. En 1979 Fountain y Spencer, años más tarde Leonard y Winter y luego Kostuik y cols. han informado este método de posicionamiento, no sólo para el tratamiento de las fracturas, sino también en los casos de pseudoartrosis, dorso plano y de otras deformidades espinales.^{6,7,10,12,17,21}

Remitiéndonos al abordaje anterior y posterior diferido o secuencial, numerosos autores han publicado sus series, poniendo énfasis en el tiempo operatorio, las complicaciones y la pérdida sanguínea.

Brown y cols., Floman y cols. y Bradford y cols.^{2,6} han publicado trabajos con esta técnica. En estas series, informaron un porcentaje de complicaciones que va del 43%

al 100%. El tiempo operatorio promedio para ambas cirugías fue de 9,8 horas, con un promedio de corrección del 38% y una pérdida sanguínea de 2533 ml.

Holt y cols.⁹ comunicaron los resultados del abordaje anterior y posterior combinado el mismo día en la fusión espinal por deformidades en 107 pacientes. La pérdida sanguínea promedio fue de 1515 ml, el porcentaje de corrección del 55% y hubo ocho complicaciones serias, con cinco muertes en el perioperatorio.

Shufflebarger²¹ realizó una comparación entre 40 pacientes en quienes se practicó un procedimiento secuencial anterior y posterior el mismo día y encontró una disminución en el tiempo de hospitalización y en el tiempo operatorio y un aumento en el índice de corrección.

En nuestra serie (simultánea), el promedio de tiempo quirúrgico fue de 3,9 horas, claramente inferior a otras series en las cuales el abordaje fue secuencial o diferido.

La pérdida sanguínea varió entre 400 ml y 1100 ml (720 ml), con menor cantidad de unidades de transfusión (promedio 400 ml) y reposición de líquidos (promedio 1666 ml), comparados con otras series en las que se realizó un abordaje en días distintos.^{1,12,13,19}

Otra ventaja es que el paciente sufre una menor agresión metabólica y fisiológica en el abordaje simultáneo. De acuerdo con los hallazgos de Mandelbaum y cols.¹² los pacientes tratados en forma simultánea tienen un período de recuperación más rápido y un índice menor de complicaciones; y nuestros resultados confirman este punto.

Esta técnica es neurológicamente más segura, ya que la ausencia de manipulación del paciente y el permanente control visual permiten una corrección adecuada, tanto en el plano frontal como en el sagital.

Un menor tiempo de hospitalización también se encontró en nuestra serie, con un promedio de 6,8 días, comparados con 28 días informados en series en las cuales el tiempo entre el estadio anterior y el posterior fue de 15 días.¹⁸ Esto refleja con claridad la ventaja del procedimiento simultáneo en cuanto a reducir las complicaciones infecciosas, el estrés emocional y los costos hospitalarios excesivos.

En relación con la corrección obtenida, se facilita por el hecho de tener una visión completa de la zona lesionada –columna anterior y posterior– y también porque se pueden realizar maniobras de distracción y compresión en columnas diferentes al mismo tiempo, lo que le da a la corrección un carácter dinámico.

Este paso de la técnica representa una diferencia importante con los abordajes secuenciales o diferidos, en los cuales se aborda una u otra columna en forma independiente.

Con respecto a los niveles de fusión, en la serie se aprecia un promedio de dos a tres niveles artrodesados. Se trata de focalizar la fusión al sitio lesionado y al hacerlo de manera circunferencial, se logra la estabilidad a pesar de haber realizado montajes posteriores cortos.

Las posibles desventajas incluyen la curva de aprendizaje mayor para el cirujano, quien debe familiarizarse con el decúbito lateral para el abordaje posterior. Con relación a esto, informamos en nuestra serie el caso de un paciente al cual se le colocaron los tornillos pediculares del lado de la columna que queda contra la mesa de cirugía, afuera, por lo que sufrió una pérdida de corrección y debió ser reintervenido como ya se mencionó. Otra desventaja es la caída del injerto óseo que se encuentra en la parte posterior por encima de la línea media.

Sin embargo, y según los resultados de nuestra serie, el abordaje simultáneo anterior y posterior tiene utilidades biológicas: disminución del tiempo operatorio, de la pérdida de sangre y de la estadía hospitalaria; y utilidades mecánicas: la eliminación del riesgo neurológico, ya que se evita la manipulación del paciente, como en los procedimientos secuenciales; un completo y constante control de las columnas anterior y posterior durante el procedimiento y mediante la manipulación adecuada de los tornillos pediculares, lo que permite una distracción anterior y compresión posterior y posibilita la realineación tridimensional correcta de la columna vertebral.

A nuestro entender, el abordaje simultáneo tiene mayor utilidad en las fracturas que presentan inestabilidad anterior (cuerpo vertebral) e inestabilidad posterior (banda de tensión), en las cuales un abordaje anterior o posterior solo, con la consiguiente osteosíntesis, no provee una rigidez suficiente por sí sola,⁸ produciendo un alto índice de rotura del material y cifosis residual.

En estos casos tiene mayor utilidad el abordaje simultáneo, que aborda ambas columnas al mismo tiempo y reduce el área de fusión a la zona lesionada.

Conclusiones

Concluimos que el abordaje simultáneo anterior y posterior es seguro y eficaz, y presenta amplias utilidades biológicas y mecánicas sobre los abordajes secuenciales. Con el abordaje simultáneo no sólo disminuye la pérdida sanguínea, sino también el tiempo de hospitalización y el operatorio.

Se trata de un abordaje dinámico que permite un control completo y constante durante toda la cirugía. De esta forma se logra una correcta descompresión, realineación y fusión de la columna vertebral.

Referencias bibliográficas

1. **Acaroglu ER, Schwab FJ, Farcy JP.** Simultaneous anterior and posterior approaches for correction of late deformity due to thoracolumbar fractures. *Eur Spine*;5(1):56-62;1996.
2. **Bradford DS, Boachie-Adjei O.** One-stage anterior and posterior hemivertebral resection and arthrodesis for congenital scoliosis. *J Bone Joint Surg Am*;72(4):536-540;1990.
3. **Deutsch L, Testiauti M, Borman T.** Simultaneous anterior-posterior thoracolumbar spine surgery. *J Spinal Disord*;14(5):378-384;2001.
4. **Eisenstein SM.** Circumferential spinal fusion. In: Frymoyer JW. *The adult spine. Principles and practice.* 2ª ed. New York: Raven Press; 1997.pp.2253-2261.
5. **Farcy JP, Weidenbaum M, Glassman SD.** Sagittal index in management of thoracolumbar burst fractures. *Spine*;15(9):958-965;1990.
6. **Floman Y, Micheli LJ, Penny JN, et al.** Combined anterior and posterior fusion in seventy-three spinally deformed patients: indications, results and complications. *Clin Orthop*;164:110-122;1982.
7. **Fountain SS.** A single-stage combined surgical approach for vertebral resections. *J Bone Joint Surg Am*;61(7):1011-1017;1979.
8. **Gurwitz GS, Dawson JM, Mc Namara MJ, et al.** Biomechanical analysis of three surgical approaches for lumbar burst fractures using short-segment instrumentation. *Spine*;18(8):977-982;1993.
9. **Holt RT, Johnson JR, Eldridge JC.** An analysis of 107 cases of single stage anterior and posterior spine surgery. Abstract. *Scoliosis Research Society Meeting*, September 1989.
10. **Kostuik JP, Maurais RS, Richardson WJ, et al.** Combined single stage anterior and posterior osteotomy for correction of iatrogenic lumbar kyphosis. *Spine*;13(3):257-266;1988.
11. **Kozak JA, O'Brien JP.** Simultaneous combined anterior and posterior fusion. An independent analysis of a treatment for the disabled low-back pain patient. *Spine*;15(4):322-328;1990.
12. **Mandelbaum BR, Tolo VT, McAfee PC, et al.** Nutritional deficiencies after staged anterior and posterior spinal reconstructive surgery. *Clin Orthop*;234:5-11;1988.
13. **Mc Cormack T, Karaikovic E, Gaines W.** The load sharing classification of spine fractures. *Spine*;19(15):1741-1744;1994.

14. **Mc Donnell MF, Glassman SD, Dimar JR II, et al.** Perioperative complications of anterior procedures on the spine. *J Bone Joint Surg Am*;78(6):839-847;1996.
15. **O'Brien JP, Dawson MH, Heard CW, et al.** Simultaneous combined anterior and posterior fusion. A surgical solution for failed spinal surgery with a brief review of the first 150 patients. *Clin Orthop*;(203):191-195;1986.
16. **Oner FC, Van Gils AP, Faber JA, et al.** Some complications of common treatment schemes of thoracolumbar spine fractures can be predicted with magnetic resonance imaging: prospective study of 53 patient with 71 fractures. *Spine*;15(27):629-636; 2002.
17. **Pascal-Moussellard H, Klein JR, Schwab FJ, et al.** Simultaneous anterior and posterior approaches to the spine for revision surgery: current indications and techniques. *J Spinal Disord*;12(3):206-213;1999.
18. **Powell ETIV, Krengler WF III, King HA, et al.** Comparison of same-day sequential anterior and posterior spinal fusion with delayed two-stage anterior and posterior spinal fusion. *Spine*;19(11):1256-1259;1994.
19. **Roberson JR, Whitesides TE Jr.** Surgical reconstruction of late post-traumatic thoracolumbar kyphosis. *Spine*;10(4):307-312; 1985.
20. **Shono Y, McAfee PC, Cunningham BW.** Experimental study of thoracolumbar burst fractures. A radiographic and biomechanical analysis of anterior and posterior instrumentation systems. *Spine*;19(15):1711-1722;1994.
21. **Shufflebarger HL, Grimm JO, Bui V, et al.** Anterior and posterior spinal fusion staged versus same-day surgery. *Spine*; 16(8):930-933;1991.
22. **Slosar PJJr, Patwardhan AG, Lorenz M, et al.** Instability of the lumbar burst fracture and limitations of transpedicular instrumentation. *Spine*;20(13):1452-1461;1995.
23. **Spivak JM, Neuwirth MG, Giordano CP, et al.** The perioperative course of combined anterior and posterior spinal fusion. *Spine*;19(5):520-525;1994.