

CORRELAÇÃO ENTRE O ÂNGULO DE INSERÇÃO DO PINO DE SCHANZ E A PERDA DE CORREÇÃO DA CIFOSE EM FRATURAS TORACOLOMBARES

CORRELATION BETWEEN THE SCHANZ SCREW INSERTION ANGLE AND THE LOSS OF KYPHOSIS CORRECTION IN THORACOLUMBAR FRACTURES

CORRELACIÓN ENTRE EL ÂNGULO DE INSERCIÓN DEL TORNILLO DE SCHANZ Y LA PÉRDIDA DE CORRECCIÓN DE LA CIFOSIS EN FRACTURAS TORACOLUMBARES

FABIO ANTONIO VIEIRA,¹ ANDRÉ SOUSA GARCIA,² FERNANDO TADASHI SALVIONI UETA,¹ DAVID DEL CURTO,¹ RENATO HIROSHI SALVIONI UETA,¹ EDUARDO BARROS PUERTAS²

1. Universidade Federal de São Paulo, Departamento de Ortopedia e Traumatologia, Grupo de Coluna, São Paulo, SP, Brasil.

2. Universidade Federal de São Paulo, Departamento de Ortopedia e Traumatologia, São Paulo, SP, Brasil.

RESUMO

Objetivo: Comparar o ângulo de inserção do pino de Schanz e os resultados da perda de correção da cifose regional nas fraturas toracolumbares do tipo explosão após tratamento cirúrgico com instrumentação curta por via posterior. **Métodos:** Os pacientes com fratura toracolumbar do tipo explosão entre os níveis de T11-L2 foram divididos em dois grupos (paralelo e divergente) de acordo com o ângulo formado entre o pino de Schanz e o platô vertebral. Foi avaliada a cifose regional nas radiografias pré-operatória, pós-operatória imediata e do último acompanhamento. **Resultados:** Dos 58 pacientes avaliados, 31 apresentaram uma montagem paralela e 27 uma montagem divergente. Ao analisarmos o ângulo da cifose, não se observou diferença estatística nas radiografias pré- e pós-operatória imediata. Porém, verificou-se uma diferença estatística nas radiografias do último acompanhamento e na perda final de correção da cifose. **Conclusões:** A inserção do pino de Schanz com uma montagem divergente apresenta melhores resultados radiográficos com menor perda do ângulo de correção da cifose quando comparada com a técnica de montagem paralela. **Nível de Evidência III; Estudo de coorte retrospectivo.**

Descritores: Fratura Toracolumbar; Fixação Curta; Fixação Posterior; Cifose.

ABSTRACT

Objective: To compare the Schanz screw insertion angle and the loss of the regional kyphosis correction in thoracolumbar burst fractures following posterior short instrumentation surgery. **Methods:** Patients with a thoracolumbar burst fracture between levels T11-L2 were divided into two groups (parallel and divergent) according to the angle formed between the Schanz screw and the vertebral plateau. Regional kyphosis was evaluated in preoperative, immediate postoperative and last follow-up radiographs. **Results:** Of the 58 patients evaluated, 31 had a parallel assembly and 27 had a divergent assembly. When we analyzed the angle of kyphosis, no statistical difference was observed between the pre- and postoperative radiographs. However, a statistical difference in the last follow-up radiographs and in the final loss of the kyphosis correction was confirmed. **Conclusion:** The insertion of Schanz screws with a divergent assembly presents better radiographic results with less loss of kyphosis correction angle when compared with the parallel assembly technique. **Level of Evidence III; Retrospective Cohort Study.**

Keywords: Thoracolumbar Fractures; Short-Segment Fixation; Posterior Fixation; Kyphosis.

RESUMEN

Objetivo: Comparar el ángulo de inserción del tornillo de Schanz y los resultados de la pérdida de corrección de la cifosis regional en las fracturas toracolumbares del tipo explosión después del tratamiento quirúrgico con instrumentación corta por vía posterior. **Métodos:** Los pacientes con fractura toracolumbar del tipo explosión entre los niveles de T11-L2 fueron divididos en dos grupos (paralelo y divergente) de acuerdo con el ángulo formado entre el tornillo de Schanz y la meseta vertebral. Fue evaluada la cifosis regional en las radiografías preoperatoria, posoperatoria inmediata y del último acompañamiento. **Resultados:** De los 58 pacientes evaluados, 31 presentaron un montaje paralelo y 27 un montaje divergente. Al analizar el ángulo de la cifosis, no se observó diferencia estadística en las radiografías pre y postoperatoria inmediata. Sin embargo, se verificó una diferencia estadística en las radiografías del último acompañamiento y en la pérdida final de corrección de la cifosis. **Conclusiones:** La inserción del tornillo de Schanz con un montaje divergente presenta mejores resultados radiográficos con menor pérdida del ángulo de corrección de la cifosis cuando comparada con la técnica de montaje paralelo. **Nivel de Evidencia III; Estudio de cohorte retrospectivo.**

Descriptorios: Fracturas Toracolumbares; Fijación Corta; Fijación Posterior; Cifosis.

Estudo realizado no Departamento de Ortopedia e Traumatologia da Universidade Federal de São Paulo, SP, Brasil (DOT-Unifesp/EPM).

Correspondência: Fabio Antonio Vieira. Rua Borges Lagoa, 783, 5º andar, Vila Clementino, São Paulo, SP, Brasil. 04038-032. fabioavepm74@gmail.com

INTRODUÇÃO

Uma alta incidência das fraturas na coluna vertebral ocorrem na região torácica ou lombar.¹ A maioria dessas lesões estão entre os seguimentos T10-L2 que compõem a junção toracolombar.¹ O objetivo do tratamento cirúrgico das fraturas toracolombares instáveis é restaurar o alinhamento e a estabilidade da coluna vertebral e obter a descompressão dos elementos neurais se necessário, permitindo a mobilização precoce do paciente.^{2,3} O tratamento ideal para essas fraturas ainda é questão de debate, motivando nas últimas décadas a realização de estudos que permitiram o desenvolvimento de novos conceitos e procedimentos mais eficientes na reabilitação precoce dos pacientes.

Instrumentação posterior é frequentemente usada nas cirurgias em fraturas toracolombares instáveis.⁴⁻⁸ Fixação transpedicular de segmento curto tornou-se popular após a introdução dos parafusos pediculares por Roy-Camille et al., e o fixador interno por Dick et al.^{9,10} O fixador interno destaca-se por ser um sistema que permite a estabilização e redução das lesões, por meio de um conjunto que compreende parafusos, barras e conectores que permite a correção de deformidades nos diferentes planos, podendo atuar como banda de tensão, um contraforte ou um sistema de neutralização.^{11,12} Com a utilização do fixador interno tornou possível alcançar uma melhor correção da deformidade cifótica, maior estabilidade inicial, mobilização indolor precoce e descompressão indireta do canal vertebral, com diminuição do sangramento intraoperatório e do tempo cirúrgico.¹³⁻¹⁵ Contudo a correção obtida no plano sagital pode se perder com o seguimento a longo prazo sendo que em alguns casos é necessário uma reconstrução da coluna anterior para prevenir o colapso em cifose.¹⁶⁻¹⁹

O ângulo de inserção do parafuso de Schanz pode influenciar na estabilidade final do sistema. O estudo biomecânico proposto por Ouellet et al.,²⁰ analisou a diferença entre a resistência das montagens divergentes e paralelas e observou que a primeira apresentava uma maior estabilidade. Porém este estudo em cadáveres não avaliou o efeito do stress mecânico prolongado. Até o presente momento nenhum estudo avaliou comparativamente *in vivo* os resultados dessas duas montagens.

O objetivo deste estudo é avaliar a correlação entre o ângulo de inserção, no plano sagital do pino de Schanz, na instrumentação curta e a perda da correção da cifose no seguimento prolongado.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foram avaliados pacientes com fratura toracolombar entre os níveis T11-L2, do tipo explosão envolvendo apenas um segmento, sem déficit neurológico, e que foram submetidos a instrumentação curta posterior sem artrodese usando a técnica de fixador interno AO no Hospital São Paulo, da Universidade Federal de São Paulo, no período de janeiro de 2008 à julho de 2015. O trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética sob o número de protocolo CAAE: 73689716.5.0000.550 e os todos pacientes concordaram e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

As fraturas foram classificadas de acordo com os critérios AO Spine²¹ para fraturas traumáticas da coluna toracolombar. Foram incluídas no estudo as fraturas explosões (A3 e A4) instáveis com perda de altura do corpo maior que 50% ou 25° de cifose regional. Todos os pacientes foram submetidos a estabilização posterior nos primeiros três dias de lesão, com pino de schanz transpediculares inseridos na vertebra, acima e abaixo do nível do osso fraturado, sem artrodese. A redução do ângulo de cifose foi conseguida utilizando a técnica preconizada para uso do fixador interno AO²² (*Universal Spine System, DePuy Synthes, West Chester, PA*). Os implantes não foram removidos rotineiramente e nenhum paciente necessitou de uma abordagem adicional.

Foram utilizadas as radiografias da coluna vertebral toracolombar do pré-operatório, imediatamente após a cirurgia, e no último acompanhamento. A configuração da montagem do sistema de fixação interna foi categorizada de acordo com o ângulo formado entre os pinos pediculares de schanz e a placa terminal da vertebra.

(Figura 1) Os pacientes foram divididos em dois grupos: Grupo 1, montagem paralela em que a soma do ângulo I e S é menor que 10° e Grupo 2, montagem divergente em que a soma desses ângulos é maior que 10°. A cifose regional foi calculada pelo método de Cobb, uma vertebra acima e uma abaixo da fratura. (Figura 2)

A perda de correção do ângulo de cifose ao final do seguimento em relação ao pós-operatório imediato, bem como sua correlação com a configuração do sistema montado será analisada utilizando o teste ANOVA. Um valor de probabilidade inferior a 0,05 foi considerado estatisticamente significativo.

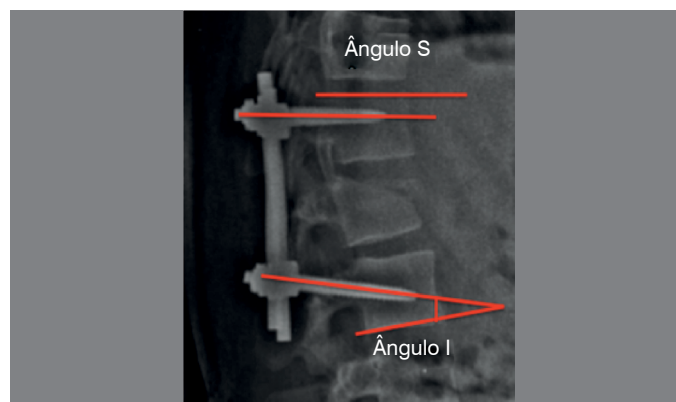


Figura 1. Ângulo de inserção do parafuso de Schanz.



Figura 2. Cifose regional calculado pelo método de Cobb.

RESULTADOS

Dos 58 pacientes tratados com técnica de pino de Schanz, 40 homens e 18 mulheres, com uma média de idade de 41,6 anos (15-61). O tempo médio de acompanhamento foi de 62 meses (16-108 meses). Seis pacientes apresentaram fratura em T11, nove em T12, 23 em L1 e 20 em L2. Os grupos 1 e 2 foram semelhantes em relação a idade, sexo, tempo de acompanhamento. (Tabela 1) Trinta e um pacientes apresentaram uma montagem paralela (<10°) e 27 pacientes uma montagem divergente (>10°).

A Tabela 2 mostra a distribuição dos ângulos de cifose regional no pré-operatório, pós-operatório imediato e no acompanhamento mais recente, bem como a perda de correção da cifose. A Figura 3 mostra a comparação dos valores angulares de cifose entre os dois grupos.

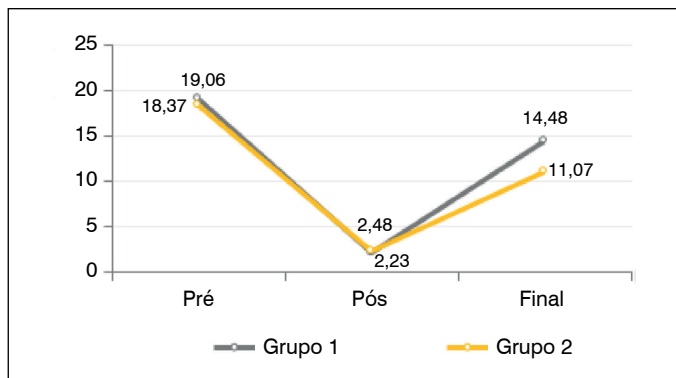
Houve uma melhora do ângulo de cifose de 16,54° no grupo 1 e 15,89° no grupo 2 entre as radiografias pré-operatórias e pós-operatórias imediata. Não houve diferença estatística desse valor comparando entre os grupos ($p = 0,47$). A diferença entre as médias dos ângulos do pós-operatório imediato e no último acompanhamento (perda da correção de cifose) foi de 12,26° (4-18°) no grupo 1 8,59° (2-18°) no grupo 2, apresentando uma diferença estatística ($p=0,001$).

Tabela 1. Distribuição demográfica.

		Média	Min	Max	P-valor
Idade	Grupo 1	39,81	19	59	0,762
	Grupo 2	40,85	15	61	
Acompanhamento	Grupo 1	59,65	15	108	0,811
	Grupo 2	57,70	16	106	
Gênero	Grupo 1		Grupo 2		P-valor
	N	%	N	%	
Feminino	8	25,8%	10	37,0%	0,356
Masculino	23	74,2%	17	63,0%	

Tabela 2. Comparação entre os valores angulares de cifose.

		Média	Desvio Padrão	Min	Max	IC	P-valor
Ângulo pré-operatório	Group 1	19,06	5,51	8	29	1,94	0,609
	Group 2	18,37	4,64	10	28	1,75	
Ângulo pós-operatório	Group 1	2,23	3,52	-3	10	1,24	0,776
	Group 2	2,48	3,24	-4	8	1,22	
Ângulo final	Group 1	14,48	4,39	6	23	1,54	0,002
	Group 2	11,07	3,50	5	18	1,32	
Perda da correção	Group 1	12,26	3,92	4	18	1,38	0,001
	Group 2	8,59	3,73	2	18	1,41	

**Figura 3.** Evolução do ângulo de cifose regional.

DISCUSSÃO

A junção toracolombar constitui uma zona de transição entre a coluna torácica rígida e a coluna lombar móvel. Fraturas nessa região podem ser instáveis, evoluindo com uma deformidade cifótica importante.^{23,24} Tratamento conservador é recomendado para fraturas estáveis sem alteração neurológica.²⁵ Porém nem sempre apresenta um resultado adequado e previsível.^{26,27} O tratamento cirúrgico dessas fraturas pode ser feito por via posterior, anterior ou combinado. Instrumentação de segmento curto por via posterior foi introduzida por Roy-Camille²⁸ em 1998 e tem como vantagem um menor sangramento, menor área de dissecação muscular e incorpora menos níveis de artrodese.²⁹⁻³¹

Estudos que avaliam a instrumentação anterior^{32,33} e comparam-na com a via posterior, advogam como maior desvantagem da via posterior, a perda de correção tardia. No caso de uma única abordagem, existe a preferência pela via posterior pelas vantagens técnicas que esta permite, porém quando a anatomia da lesão demonstra claramente falhas de coluna anterior e média, a via anterior deve ser realizada de forma complementar ao procedimento posterior. Yu et al.,³⁴ em seu estudo retrospectiva de 20 pacientes submetidos à artrodeses curtas, encontrou alto índice de falha (quebra do implante e/ou pseudartrose), afirmando também a necessidade de complementação por via anterior com enxertia e instrumentação para assegurar um resultado final mais satisfatório. Por outro lado, Verlaan³⁵ realizou uma revisão sistemática dos últimos trinta anos, avaliando todos os métodos: via anterior, via posterior com artrodeses curtas e longas e combinadas não encontrou diferenças significativas quanto a manutenção da correção entre as técnicas propostas.

Instrumentação curta é considerada uma opção viável para o tratamento das fraturas toracolombares.^{36,37} A comparação entre

fixação longa e curta é um assunto muito debatido e cada tipo de instrumentação é associada a vantagens e desvantagens específicas. Tezzer et al.,³⁸ avaliou prospectivamente os resultados clínicos e radiográficos de dois grupos de pacientes tratados com instrumentação curta ou longa para fraturas toracolombares. Mensuração da cifose local, index sagital e altura vertebral mostraram que o grupo de instrumentação longa apresentou um melhor resultado radiológico ao final do acompanhamento. Contudo não houve uma diferença estatística no resultado clínico entre os dois grupos.

Muito se fala sobre a necessidade de artrodese nos pacientes submetidos a instrumentação curta posterior. Wang et al.,³⁹ em seu estudo prospectivo randomizado dividiu os pacientes tratados com instrumentação curta posterior em dois grupos, com e sem artrodese. Observou que a artrodese não é por si só necessária, ambos os grupos evoluíram com uma perda de correção no acompanhamento, não havendo diferença estatística entre os grupos. Ele vê como vantagem na técnica com artrodese o fato de evitar complicações pela retirada do enxerto (dor, fratura da crista ilíaca, parestesia e infecção), além de um menor tempo cirúrgico.

O estudo biomecânico realizado por Ouellet et al.,²⁰ analisou a diferença entre as montagens paralelas e divergentes na inserção do pino de Schanz. Em todos os modelos observou-se a montagem divergente mais rígida e estável que a paralela. Esta maior rigidez do sistema é devido a maior a maior a força que existe na interface entre a ponta do parafuso e o osso subcondral na montagem divergente, diferente da montagem paralela que apresenta essa interface com osso esponjoso. Outro fator que contribui para sua maior resistência é que a montagem divergente decompõe o vetor de força compressiva, fazendo com que a carga na coluna anterior diminua.

Este estudo foi composto por pacientes com fratura explosiva da coluna toracolombar (T11-L2) classificados como A3 ou A4 pela classificação AOSpine.²¹ Dos 58 pacientes avaliados no estudo a média da cifose regional pré-operatória foi de 18,74°, corrigindo para um valor médio de 2,37° que durante o acompanhamento apresentou uma perda de correção média de 10,55°. Esses valores são similares a dos estudos prévios mostrando que existe uma perda da correção da cifose durante o acompanhamento dos pacientes tratados com instrumentação curta.

Quando dividimos os pacientes em dois grupos, de acordo com a angulação dos parafusos de Schanz, sendo uma montagem em paralelo e outra divergente observamos que houve uma diferença estatisticamente relevante entre a perda da correção da cifose entre os dois grupos, 12,26° no grupo 1 e 8,59° no grupo 2, no último acompanhamento ($p < 0,05$). Estes dados corroboram com os achados biodinâmicos encontrados por Ouellet et al.,²⁰ mostrando uma maior resistência do sistema para as forças de compressão proveniente da montagem divergente entre os parafusos de Schanz.

Uma das limitações deste trabalho deveu-se ao fato da não avaliação dos índices de qualidade de vida nos pré e pós-operatório. Nesse aspecto, o trabalho de Sanderson e Fraser⁴⁰ mostrou que apesar da perda da correção da cifose, não houve correlação com a função física, dor e qualidade de vida do paciente. Um estudo prospectivo randomizado comparando essas duas formas de montagens de inserção do parafuso de Schanz pode ser necessária para determinar com acurácia qual a melhor técnica para prevenção da perda da correção de cifose em pacientes com fratura toracolombares tratados com fixação curta.

CONCLUSÃO

Baseado nos resultados obtidos neste estudo, concluímos que a inserção do parafuso de Schanz com uma montagem divergente apresenta melhores resultados radiográficos com diminuição da perda do ângulo de correção de cifose comparado com a técnica de montagem paralela em pacientes com fratura toracolombar tratados com instrumentação curta no acompanhamento a longo prazo.

Todos os autores declaram não haver nenhum potencial conflito de interesses referente a este artigo.

CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES: Cada autor contribuiu individual e significativamente para o desenvolvimento do estudo. FAV e ASG foram os principais responsáveis pela redação do manuscrito. FAV, FTSU, DDC, RHSU e EBP realizaram as cirurgias e reuniram os dados. FAV e ASG avaliaram os dados da análise estatística. FAV, ASG e FTSU realizaram a pesquisa biográfica. DDC, RHSU e EBP revisaram o manuscrito e contribuíram com o conceito intelectual do estudo.

REFERÊNCIAS

- Defino HLA. Particularidades do trauma na coluna toracolombar. In: Pardini Júnior AG, Souza JMG, Barros Filho TEP, editores. Clínica ortopédica. Rio de Janeiro: MEDSI; 2000. p. 863-84.
- Alvine GF, Swain JM, Asher MA, Burton DC. Treatment of thoracolumbar burst fractures with variable screw placement or Isola instrumentation and arthrodesis: case series and literature review. *J Spinal Disord Tech.* 2004;17(4):251-64.
- Briem D, Lehmann W, Ruecker AH, Windolf J, Rueger JM, Linhart W. Factors influencing the quality of life after burst fractures of the thoracolumbar transition. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2004;124(7):461-8.
- Katonis PG, Kontakis GM, Loupasis GA, Aligizakis AC, Christoforakis JI, Velivassakis EG. Treatment of unstable thoracolumbar and lumbar spine injuries using Cotrel-Dubousset instrumentation. *Spine (Phila Pa 1976).* 1999;24(22):2352-7.
- Li KC, Hsieh CH, Lee CY, Chen TH. Transpedicle body augment: a further step in treating burst fractures. *Clin Orthop Relat Res.* 2005;436:119-25.
- Müller U, Berlemann U, Sledge J, Schwarzenbach O. Treatment of thoracolumbar burst fractures without neurologic deficit by indirect reduction and posterior instrumentation: bisegmental stabilization with monosegmental fusion. *Eur Spine J.* 1999;8(4):284-9.
- Sasso RC, Best NM, Reilly TM, McGuire RA Jr. Anterior-only stabilization of three column thoracolumbar injuries. *J Spinal Disord Tech.* 2005;18 Suppl:S7-14.
- Varlaan JJ, Diekerhof CH, Buskens E, van der Tweel I, Verbout AJ, Dhert WJ, et al. Surgical treatment of traumatic fractures of the thoracic and lumbar spine: a systematic review of the literature on techniques, complications, and outcome. *Spine (Phila Pa 1976).* 2004;29(7):803-14.
- Roy-Camille R, Roy-Camille M, Demeulenaer C. Osteosynthese du Rachis dorsal, lombaire et lombosacré par plaques métalliques vissees dans les pedicles vertebraux et les apophyses articulaires. *Presse Med.* 1970;78:1447-8.
- Dick W, Kluger P, Magerl F, Woersdörfer O, Zäch G. A new device for internal fixation of thoracolumbar and lumbar spine fractures: the fixateur interne. *Paraplegia.* 1985;23(4):225-32.
- Aebi M, Etter C, Kehl T, Thalgot J. The internal skeletal fixation system. A new treatment of thoracolumbar fractures and other spinal disorders. *Clin Orthop Relat Res.* 1988;227:30-43.
- Magerl FP. Stabilization of the lower thoracic and lumbar spine with external skeletal fixation. *Clin Orthop Relat Res.* 1984;189:125-41.
- Louis CA, Gauthier VY, Louis RP. Posterior approach with Louis plates for fractures of the thoracolumbar and lumbar spine with and without neurologic deficits. *Spine (Phila Pa 1976).* 1998;23(18):2030-9; discussion 2040.
- Shen WJ, Liu TJ, Shen YS. Nonoperative treatment versus posterior fixation for thoracolumbar junction burst fractures without neurologic deficit. *Spine (Phila Pa 1976).* 2001;26(9):1038-45.
- Sjostrom L, Karlstrom G, Pech P, Rauschnig W. Indirect spinal canal decompression in burst fractures treated with pedicle screw instrumentation. *Spine (Phila Pa 1976).* 1996;21(1):113-23.
- Alanay A, Acaroglu E, Yazici M, Ozgur A, Surat A. Short-segment pedicle instrumentation of thoracolumbar burst fractures: does transpedicular intracorporeal grafting prevent early failure? *Spine (Phila Pa 1976).* 2001;26(2):213-7.
- Andress HJ, Braun H, Helmberger T, Schürmann M, Hertlein H, Hartl WH. Long-term results after posterior fixation of thoracolumbar burst fractures. *Injury.* 2002;33(4):357-65.
- Knop C, Fabian HF, Bastian L, Blauth M. Late results of thoracolumbar fractures after posterior instrumentation and transpedicular bone grafting. *Spine (Phila Pa 1976).* 2001;26(1):88-99.
- Speth MJ, Oner FC, Kadic MA, de Klerk LW, Verbout AJ. Recurrent kyphosis after posterior stabilization of thoracolumbar fractures. *Acta Orthop Scand.* 1995;66(5):406-10.
- Ouellet JA, Richards C, Sardar ZM, Giannitsios D, Noiseux N, Strydom WS, et al. Finite Element Analysis and Biomechanical Comparison of Short Posterior Spinal Instrumentation with Divergent Bridge Construct versus Parallel Tension Band Construct for Thoracolumbar Spine Fractures. *Global Spine J.* 2013;3(2):85-94.
- Magerl F, Aebi M, Gertzbein SD, Harns J, Nazarian S. A comprehensive classification of thoracic and lumbar injuries. *Eur Spine J.* 1994;3(4):184-201.
- Whang PG, Vaccaro AR. Thoracolumbar fracture: posterior instrumentation using distraction and ligamentotaxis reduction. *J Am Acad Orthop Surg.* 2007;15(11):695-701.
- De Peretti F, Howorka I, Cambas PM, Nasr JM, Argenson C. Short device fixation and early mobilization for burst fractures of the thoracolumbar junction. *Eur Spine J.* 1996;5(2):112-20.
- McLain RF, Sparling E, Benson DR. Early failure of short-segment pedicle instrumentation of thoracolumbar fractures. A preliminary report. *J Bone Joint Surg Am.* 1993;75(2):162-7.
- Mumford J, Weinstein JN, Spratt KF, Goel VK. Thoracolumbar burst fractures. The clinical efficacy and outcome of nonoperative management. *Spine (Phila Pa 1976).* 1993;18(8):955-70.
- Hitchon PW, Abode-lyamah K, Dahdaleh NS, Shaffrey C, Noeller J, He W, et al. Nonoperative management in neurologically intact thoracolumbar burst fractures: clinical and radiographic outcomes. *Spine (Phila Pa 1976).* 2016;41(6):483-9.
- Denis F, Armstrong GW, Searls K, Matta L. Acute thoracolumbar burst fractures in the absence of neurologic deficit. A comparison between operative and nonoperative treatment. *Clin Orthop Relat Res.* 1984;189:142-9.
- Roy-Camille R, Saillant G, Mazel C. Plating of thoracic, thoracolumbar, and lumbar injuries with pedicle screw plates. *Orthop Clin North Am.* 1986;17(1):147-59.
- Wood KB, Li W, Lebl DR, Ploumis A. Management of thoracolumbar spine fractures. *Spine J.* 2014;14(1):145-64.
- Xu BS, Tang TS, Yang HL. Long-term results of thoracolumbar and lumbar burst fractures after short-segment pedicle instrumentation, with special reference to implant failure and correction loss. *Orthop Surg.* 2009;1(2):85-93.
- Pellise F, Barastegui D, Hernandez-Fernandez A, Barrera-Ochoa S, Bago J, Issa-Benitez D, et al. Viability and long-term survival of short-segment posterior fixation in thoracolumbar burst fractures. *Spine J.* 2015;15(8):1796-803.
- Vanderschot P, Broos P. Tricortical autologous bone graft vs allografts in the treatment of fractures of the thoracolumbar spine. *J Bone Joint Surg Br.* 2001;83-B(Suppl 2):149.
- van Loon JL, Slot GH, Pavlov PV. Anterior instrumentation of the spine in thoracic and thoracolumbar fractures: the single rod versus the double rod Slot-Zielke device. *Spine (Phila Pa 1976).* 1996;21(6):734-40.
- Yu SW, Fang KF, Tseng IC, Chiu YL, Chen YJ, Chen WJ. Surgical outcomes of short-segment fixation for thoracolumbar fracture dislocation. *Chang Gung Med J.* 2002;25(4):253-9.
- Verlaan JJ, Diekerhof CH, Buskens E, van der Tweel I, Verbout AJ, Dhert WJ, et al. Surgical treatment of traumatic fractures of the thoracic and lumbar spine: a systematic review of the literature on techniques, complications, and outcome. *Spine (Phila Pa 1976).* 2004;29(7):803-14.
- Cheng LM, Wang JJ, Zeng ZL, Zhu R, Yu Y, Li C, et al. Pedicle screw fixation for traumatic fractures of the thoracic and lumbar spine. *Cochrane Database Syst Rev.* 2013;31(5):CD009073.
- Alpantaki K, Bano A, Pasku D, Mavrogenis AF, Papagelopoulos PJ, Sapkas GS, et al. Thoracolumbar burst fractures: a systematic review of management. *Orthopedics.* 2010;33(6):422-9.
- Tezeren G, Kuru I. Posterior fixation of thoracolumbar burst fracture: short-segment pedicle fixation versus long-segment instrumentation. *J Spinal Disord Tech.* 2005;18(6):485-8.
- Wang ST, Ma HL, Liu CL, Yu WK, Chang MC, Chen TH. Is fusion necessary for surgically treated burst fractures of the thoracolumbar and lumbar spine?: a prospective, randomized study. *Spine (Phila Pa 1976).* 2006;31(23):2646-52.
- Sanderson PL, Fraser RD, Hall DJ, Cain CM, Osti OL, Potter GR. Short segment fixation of thoracolumbar burst fractures without fusion. *Eur Spine J.* 1999;8(6):495-500.