

ANÁLISE RETROSPECTIVA COMPARATIVA DO TRATAMENTO CIRÚRGICO DA FRATURA TORACOLOMBAR DO TIPO EXPLOSÃO: FIXAÇÃO CURTA VERSUS LONGA

RETROSPECTIVE COMPARATIVE ANALYSIS OF SURGICAL TREATMENT OF THORACOLUMBAR BURST FRACTURE: SHORT VERSUS LONG FIXATION

ANÁLISIS RETROSPECTIVO COMPARATIVO DEL TRATAMIENTO QUIRÚRGICO DE FRACTURA TORACOLUMBAR POR EXPLOSIÓN: FIJACIÓN CORTA VERSUS LARGA

CARLOS ALBERTO DE ALMEIDA DE ASSUNÇÃO FILHO¹, NELSON ASTUR NETO¹, JOÃO PAULO BERGAMASCHI¹, LUCIANO ANTONIO NASSAR PELLEGRINO¹, RICARDO SHIGUEAKI¹, GALHEGO UMETA¹, MARIA FERNANDA SILBER CAFFARO¹, OSMAR AVANZI¹, ROBERT MEVES¹

1. Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo (FCMSCSP), São Paulo, SP, Brasil.

RESUMO

Objetivo: O objetivo deste estudo é comparar fixação posterior curta e longa em fraturas toracolombares do tipo explosão. **Métodos:** Cinquenta e três pacientes foram divididos em Grupo I (n = 24), tratados com instrumentação curta (um nível acima e um abaixo da fratura) e Grupo II (n = 29), tratados com instrumentação longa (dois ou mais níveis acima e abaixo da fratura). A classificação *Load Sharing* foi utilizada para estratificar os casos. A avaliação do índice sagital foi realizada pelo método de Cobb. **Resultados:** Nos subgrupos com classificação *Load Sharing* ≤ 6 , o Grupo I teve perda da correção de 4,2 graus e uma falha do procedimento em 14,3% dos casos, o Grupo II apresentou perda da correção de 5,4 graus e falha de procedimento em 21,7% dos casos. Nos subgrupos com classificação *Load Sharing* ≥ 7 , o Grupo I teve perda da correção de 11,2 graus e falha do procedimento em 70% dos casos, o Grupo II apresentou perda da correção de 9 graus e falha de 46,7%. O Grupo I apresentou tendência a piores resultados, principalmente no subgrupo dos pacientes que apresentavam classificação *Load Sharing* ≥ 7 . **Conclusão:** Apesar da tendência de piores resultados no grupo de fixação curta nos casos com *Load Sharing* ≥ 7 , em nenhuma avaliação desta amostra houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos estudados.

Descritores: Fraturas da coluna vertebral/terapia; Vértebras lombares; Vértebras torácicas.

ABSTRACT

Objective: The objective of this study is to compare short posterior fixation to long posterior fixation in thoracolumbar burst fractures. **Methods:** Fifty-three patients were divided into Group I (n=24) treated with short instrumentation (one level above and one below the fracture) and into Group II (n=29) treated with long instrumentation (two or more levels above and below the fracture). The load sharing classification was used to stratify cases. The evaluation of the sagittal index was performed using the Cobb method. **Results:** In subgroups with load sharing classification ≤ 6 , Group I had loss of correction of 4.2 degrees and a procedure failure in 14.3% of cases, Group II showed loss of correction of 5.4 degrees and failure in 21.7% of cases. In subgroups with load sharing classification ≥ 7 , Group I had a loss of correction of 11.2 degrees and procedure failure in 70% of cases, and Group II showed a loss of correction of 9 degrees and failure of 46.7%. Group I had a tendency to worse outcomes, especially in the subgroup of patients with load sharing classification ≥ 7 . **Conclusion:** Despite the tendency for poorer results in the short fixation group in the cases with load sharing ≥ 7 , in no sample was there statistically significant difference between the groups studied.

Keywords: Spinal fractures/therapy; Lumbar vertebrae; Thoracic vertebrae.

RESUMEN

Objetivo: El objetivo de este estudio es comparar la fijación posterior corta y larga en fracturas toracolombares del tipo explosión. **Métodos:** Cincuenta y tres pacientes se dividieron en el Grupo I (n = 24) tratados con instrumentación corta (un nivel por encima y por debajo de la fractura) y el Grupo II (n = 29) tratados con instrumentación larga (dos o más niveles por encima y por debajo de la fractura). La clasificación *Load Sharing* se utilizó para estratificar los casos. La evaluación del índice sagital se realizó mediante el método de Cobb. **Resultados:** En los subgrupos de la clasificación *Load Sharing* ≤ 6 , el Grupo I tuvo pérdida de corrección de 4,2 grados y un fracaso del procedimiento en el 14,3% de los casos, el Grupo II mostró pérdida de corrección de 5,4 grados y falla de procedimiento de 21,7% de los casos. En los subgrupos de clasificación *Load Sharing* ≥ 7 , el Grupo I tenía pérdida de corrección de 11,2 grados y falla del procedimiento en el 70% de los casos, el Grupo II presentó pérdida de corrección de 9 grados y falla del 46,7%. El Grupo I presentó tendencia a peores resultados, especialmente en el subgrupo de pacientes con clasificación *Load Sharing* ≥ 7 . **Conclusiones:** Apesar de la tendencia de peores resultados en el grupo de fijación corta en los casos con *Load Sharing* > 7 , en ninguna evaluación de esta muestra hubo diferencia estadísticamente significativa entre los grupos estudiados.

Descriptores: Fracturas de la columna vertebral/terapia; Vértebras lumbares; Vértebras torácicas.

INTRODUÇÃO

As fraturas toracolombares do tipo explosão, conforme descritas por Denis em 1983, tem como características principais o acometimento da coluna média com fratura associada a deslocamento ou rotação da cortical posterior do corpo vertebral, comprimindo o canal medular e alterando a estabilidade da coluna vertebral. O trauma axial concentra maior carga diretamente sobre a coluna média, na região compreendida pelos pedículos vertebrais, o que resulta no seu afastamento, permitindo repulsão de fragmentos da porção posterior do corpo vertebral em direção ao canal medular.¹

Em geral os pacientes com fraturas tipo explosão são vítimas de trauma de alta energia, sendo as principais causas de queda de altura e de acidente automobilístico. Portanto, são lesões graves, potencialmente instáveis tanto do ponto de vista mecânico quanto neurológico, frequentemente associadas a fraturas de extremidades, e que na maioria das vezes acometem pacientes adultos jovens.²

Não há consenso na literatura sobre critérios bem definidos que comprovem qual tratamento trará melhores resultados funcionais e/ou radiográficos para estes pacientes.³

Embora, a maioria dos autores acredite que é necessário tratamento cirúrgico para as fraturas do tipo explosão instáveis, a escolha da melhor abordagem cirúrgica permanece incerta.⁴ É comum a opinião que se deve obter a fixação mais estável fixando o menor número de vértebras possíveis.⁵

Tradicionalmente, fusões de dois a três níveis acima e abaixo do local da fratura são realizadas, embora esta preferência pode ter sido herdada de séries iniciais em que vários níveis fixação com fios e ganchos foram utilizados para estabilizar a coluna e para promover fusão.^{6,7} Parafusos pediculares oferecem vantagens significativas quando comparada com outras formas de fixação da coluna.⁸

A fixação de um segmento curto, abrangendo apenas um nível acima e um abaixo da vértebra afectada, apresenta-se como uma alternativa, poupando níveis de artrodese. Dados biomecânicos e resultados clínicos sobre a fixação de segmento curto ou longo da coluna toracolombar, no tratamento destas fraturas, ainda não estão completamente elucidados.⁹

O objetivo deste estudo retrospectivo é comparar os resultados da fixação curta e da fixação longa, ambas por via posterior em fraturas toracolombar do tipo em explosão.

MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética da Instituição sob o número CAEE: 05125612.7.0000.5479.

Todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento livre e esclarecido.

Foram avaliadas imagens radiográficas nas incidências frente e perfil da coluna toracolombar dos pacientes com diagnóstico de fratura toracolombar (T11 – L2) do tipo explosão, segundo os critérios de Denis¹, atendidos no Departamento de Ortopedia e Traumatologia da Santa Casa de Misericórdia de São Paulo de janeiro de 2000 a janeiro de 2011. Selecionamos os 68 pacientes que apresentavam fratura em um único nível, que foram submetidos a tratamento cirúrgico.

Incluimos os pacientes submetidos à artrodese apenas por via posterior, com instrumentação com parafusos pediculares, que apresentavam prontuários completos com radiografias e tomografias em bom estado. O tempo mínimo de acompanhamento exigido foram de seis meses, com radiografia do último segmento.

Excluimos os casos de suspeita de fratura patológica e fratura por arma de fogo.

Obtivemos 53 pacientes, que foram divididos em dois grupos de acordo com o número de níveis instrumentados. Grupo I (n=24) incluiu os pacientes tratados com instrumentação curta (um nível acima e um abaixo da fratura) e Grupo II (n=29) os pacientes tratados com instrumentação longa (dois ou mais níveis acima e abaixo da fratura).

Os dados referentes à idade, gênero, localização da fratura, mecanismo do trauma e tempo de seguimento foram coletados. O déficit neurológico foi avaliado através da escala de Frankel.

A classificação de *Load Sharing*, também foi utilizada para estratificar os casos, pontuamos a gravidade da lesão da fratura do corpo vertebral conforme a distância entre os fragmentos do corpo vertebral, o grau de correção da cifose após a cirurgia por via posterior e o colapso do corpo vertebral no plano sagital, segundo McCormack et al.¹⁰

A tomografia computadorizada pré-operatória foi utilizada para a classificação da fratura, conforme descrito por Denis¹ e McCormack.¹⁰

A avaliação radiográfica foi realizada através do índice sagital, que para tanto utilizamos o método de Cobb.

Os dados clínicos e radiográficos foram armazenados em uma tabela do Microsoft Excel e análise comparativa entre os grupos de fixação curta e fixação longa foi realizada através de métodos paramétricos (*t* Student) e não paramétricos (Qui quadrado, Fisher test), conforme apropriado para o dado. A análise estatística foi realizada através do Software Epi Info 3.4.1. Um valor de $P < 0,05$ foi considerado significativo.

RESULTADOS

Os grupos se mostraram semelhantes em relação ao gênero e a idade, porém, o grupo de fixação longa apresentou um tempo de seguimento maior. A queda de altura foi o principal mecanismo de trauma encontrado nos dois grupos. O nível da fratura mais comum no grupo de fixação curta foi o L2 e no grupo de fixação longa foi o L1. (Tabela 1)

Quando estratificamos os grupos também em relação à classificação de *Load Sharing*, podemos observar que entre os pacientes que foram submetidos à fixação curta, 58% apresentavam o *Load Sharing* ≤ 6 , ao passo que 52% do grupo de fixação longa, apresentaram *Load Sharing* ≥ 7 . (Tabela 2)

Os resultados do índice sagital mostraram uma correção média da cifose regional de 9,85 graus no grupo de fixação curta e 10,32 no grupo de fixação longa. Ao compararmos a radiografia do último seguimento com o pós-operatório imediato, notamos uma perda da cifose em 7,13 graus no grupo da fixação curta e de 7,55 graus no grupo da fixação longa. Utilizando o critério de insucesso do procedimento: perda do índice sagital de 10 graus, com relação ao pós-operatório imediato, quebra do material de síntese, ou soltura do material de síntese¹¹ observamos que houve falha do procedimento em nove pacientes no grupo de fixação curta e 10 pacientes no grupo de fixação longa. Em nenhum dos parâmetros houve diferença estatisticamente significativa. (Tabela 3)

Analisando o subgrupo de paciente com *Load Sharing* ≤ 6 , verificamos uma correção da cifose de 7,78 graus no grupo de fixação curta e 6,14 graus no grupo de fixação longa. Ao avaliar as radiografias do último segmento, observamos uma perda da correção de 4,21 graus no grupo de fixação curta e 5,4 no grupo de fixação longa. A falha do procedimento foi visto em 14,3% dos pacientes do grupo de fixação curta e 21,4% no grupo de fixação longa. Não houve diferença estatisticamente significativa nestas avaliações. (Tabela 4)

Tabela 1. Distribuição dos pacientes quanto o tipo de fixação.

| | Fixação curta | Fixação longa | <i>p</i> |
|---------------------------------------|----------------|-----------------|----------|
| N | 24 | 29 | |
| Masculino n (%) | 16 (66,7%) | 20 (68,9%) | 0,534* |
| Idade média (min – max) | 38,2 (18 – 63) | 37 (21 – 67) | 0,768** |
| Tempo de seguimento médio (min – max) | 24 (6 – 84) | 55 (6 – 108) | 0,007** |
| Queda de altura n (%) | 16 (66,7%) | 18 (62,1%) | |
| Nível da fratura | L2 n= 10 (41%) | L1 n=16 (55,2%) | |

**t* de Student; ** Qui Quadrado

Tabela 2. Pontuação de *Load Sharing* e tipo de fixação.

| | Fixação curta | Fixação longa |
|------------------------------|---------------|---------------|
| <i>Load Sharing</i> <7 | 14 (58%) | 14 (48%) |
| <i>Load Sharing</i> ≥ 7 | 10 (42%) | 15 (52%) |
| Total | 24 (100%) | 29 (100%) |

Selecionando apenas os casos com *Load Sharing* ≥ 7 , observamos correção do 12,8 graus do índice sagital no grupo de fixação curta e 14,33 no grupo de fixação longa. Houve uma perda da correção em 11,2 graus no grupo de fixação curta e nove graus no grupo de fixação longa. A falha do procedimento ocorreu em 70% dos casos no grupo de fixação curta e 46,7% dos casos no grupo de fixação longa. Apesar da tendência de piores resultados no grupo de fixação curta, em nenhuma avaliação houve diferença estatisticamente significativa. (Tabela 5)

A maioria dos pacientes não apresentavam déficits neurológicos. Três pacientes no grupo de fixação curta, apresentaram déficit neurológico incompleto, dois pacientes foram classificados como Frankel D e um paciente foi classificado com Frankel C. Houve uma melhora em um grau da escala de Frankel em dois pacientes.

No grupo de fixação longa, seis pacientes apresentavam déficit neurológico incompleto, sendo três classificados como Frankel D e três como Frankel E. Houve uma melhora em dois graus da escala de Frankel em dois pacientes e de um grau em três pacientes.

Tabela 3. Relação entre cifose e tipo de fixação.

| | Fixação curta | Fixação longa | p |
|----------------------------|---------------|---------------|---------|
| Cifose pré op (média) | 12,330 | 15,900 | 0,689* |
| Cifose pós op (média) | 2,450 | 5,580 | 0,312* |
| Cifose final (média) | 9,580 | 13,130 | 0,487* |
| Correção (pré op - pós op) | 850 | 10,320 | 0,74* |
| Perda (final - pós op) | 7,130 | 7,550 | 0,786* |
| Falha | 9 (37,5%) | 10 (34,5%) | 0,412** |

*t de Student; ** Qui Quadrado

Tabela 4. Relação entre falha de síntese e tipo de fixação.

| | Fixação curta (n = 14) | Fixação longa (n = 14) | p |
|----------------------------|---------------------------|---------------------------|--------|
| Correção (pré op - pós op) | 7,780 | 6,140 | 0,331* |
| Perda (final - pós op) | 4,214 | 5,400 | 0,494* |
| Falha | 2 (14,3%) | 3 (21,4%) | 0,49** |

*t de Student; ** Fisher test

Tabela 5. Relação entre tipo de fixação e perda da correção.

| | Fixação curta (n = 10) | Fixação longa (n = 15) | p |
|----------------------------|---------------------------|---------------------------|---------|
| Correção (Pré Op - Pós Op) | 12,800 | 14,330 | 0,376* |
| Perda (Final - Pós Op) | 11,200 | 9,000 | 0,365* |
| Falha | 7 (70%) | 7 (46,7%) | 0,144** |

*t de Student; ** Fisher test

DISCUSSÃO

A escolha do método de tratamento cirúrgico da fratura toracolombar do tipo explosão permanece em discussão.¹² Vários parâmetros devem ser considerados, tais como o tipo e a estabilidade da fratura, grau de cominuição, presença de déficit neurológico.¹³

McCormack et al.¹⁰ descreveram a classificação de *Load Sharing*, para identificar as fraturas instáveis toracolombares que teriam pouca capacidades de suporte de carga anterior, resultando em perda de correção e falha do implante. O grau de cominuição do corpo vertebral, o afastamento dos fragmentos e o grau da correção da cifose deveriam ser avaliados e pontuados, sendo os casos com pontuação maior ou igual a sete, mais susceptível a falha anterior. Nesses casos, eles recomendaram uma fixação posterior longa ou associar uma abordagem anterior e suporte no corpo vertebral.

A abordagem anterior, têm provado ser eficaz,¹⁴ porém, poderá aumentar a morbidade do procedimento como maior tempo cirúrgico e maior perda.¹⁵

Lazaro et al.¹⁶ em 2011 demonstrou em um trabalho biomecânico que fixação de um segmento curto torácico proporciona uma estabilidade significativamente menor do que de um segmento longo de fixação nas lesão vertebrais, com envolvimento das três colunas. Adicionando um *cross-link* para fixação curta, houve melhora apenas da estabilidade durante a rotação axial. Adicionando um parafuso no local da fratura melhorou a estabilidade da fixação de um segmento curto em média de 25%.

Altay et al.¹¹ referem, no seu estudo publicado em 2007, que especialmente em pacientes jovens, com *Load Sharing* igual ou menor que 7, com fratura tipo A31 e A32 da classificação de Magerl, a fixação posterior curta pode alcançar estabilidade adequada, sem falha do implante ou perda de correção. Nas fraturas com *Load Sharing* maior que sete, a fixação posterior longa é mais benéfica.

Tezeren e Kuru¹⁷, em seu estudo comparando fixação de segmento curto com fixação longa na fratura toracolombar do tipo explosão, demonstraram que a instrumentação longa é uma forma eficaz para o tratamento de fratura toracolombar do tipo explosão. A fixação pedicular curta teve uma alta taxa de falha. No entanto, a fixação longa prolongou o tempo cirúrgico e aumentou a quantidade de perda sanguínea de forma significativa.

O presente estudo comparou pacientes portadores de fratura toracolombar do tipo explosão que foram submetidos à fixação posterior curta e a fixação longa. Os grupos se mostraram semelhantes na média de idade e na distribuição do gênero.

Tradicionalmente, a fixação longa para as fraturas toracolombares do tipo explosão era mais utilizada, sendo mais recente o interesse pela identificação de fraturas que permitissem fixação mais curtas, poupando assim níveis de artrodese. Este fato pode explicar a superioridade na média de tempo de seguimento que o grupo da fixação longa apresentou, sendo estatisticamente significativa.

Embora alguns estudos mostrem o acidente de trânsito como o responsável pela maioria dessas fraturas¹⁸, a queda de altura foi a causa mais frequente em nossa série, o que ratifica o seu papel de principal mecanismo de trauma, conforme observado por grande número de autores que relacionam essas fraturas a traumas graves.^{19,20}

A análise do índice sagital, não demonstrou nenhuma diferença estatisticamente significativa, em nenhuma dos momentos avaliados, quando comparamos os dois grupos. Ao estratificar os grupos pela classificação de *Load Sharing*, nos subgrupos que apresentavam o valor maior ou igual a sete, os pacientes que foram submetidos à fixação curta teve uma tendência a piores resultados. Não foi constatado diferença estatisticamente significativa, porém, atribuímos ao número limitado da amostra.

A falha do procedimento foi de 37,5% no grupo de fixação curta e 34,5% no grupo de fixação longa. Conforme demonstrado nas Tabelas 4 e 5 é possível observar que estes casos se concentram nos subgrupos com *Load Sharing* maior ou igual a sete. Este dado corrobora a importância desta classificação na avaliação da gravidade da fratura.

Nosso estudo é limitado por se tratar de uma análise retrospectiva, sem randomização dos grupos. O número de casos avaliados também interfere na avaliação estatística dos dados.

CONCLUSÃO

O melhor método de abordagem para as fraturas toracolombares do tipo explosão ainda não foi bem estabelecido. Na nossa amostra, observamos uma tendência a melhores resultados radiográficos no grupo que foi submetido à fixação longa em comparação com a de fixação curta, principalmente nos subgrupos com *Load Sharing* maior ou igual a sete. A classificação de *Load Sharing* se mostrou útil para revelar a gravidade das fraturas e conseqüentemente piores resultados.

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 manuscrito. RM coordenou e orientou o trabalho. CAAF, NAN, JPB, LANP, RSGU, MFSC, AO e RM contribuíram efetivamente na coleta, análise de dados e análise crítica dos resultados.

REFERÊNCIAS

1. Denis F. The three column spine and its significance in the classification of acute thoracolumbar spinal injuries. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1983;8(8):817-31.
2. Meves R, Avanzi O. Correlation between neurological deficit and spinal canal compromise in 198 patients with thoracolumbar and lumbar fractures. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2005;30(7):787-91.
3. Yi L, Jingping B, Gele J, Baoleri X, Taixiang W. Operative versus non-operative treatment for thoracolumbar burst fractures without neurological deficit. *Cochrane Database Syst Rev*. 2006;(4):CD005079.
4. Alanay A, Acaroglu E, Yazici M, Oznur 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.
5. Akbarnia BA, Crandall DG, Burkus K, Matthews T. Use of long rods and a short arthrodesis for burst fractures of the thoracolumbar spine. A long-term follow-up study. *J Bone Joint Surg Am*. 1994;76(11):1629-35.
6. 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.
7. Yue JJ, Sossan A, Selgrath C, Deutsch LS, Wilkens K, Testaiuti M, et al. The treatment of unstable thoracic spine fractures with transpedicular screw instrumentation: a 3-year consecutive series. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2002;27(24):2782-7.
8. Kim YJ, Lenke LG, Cho SK, Bridwell KH, Sides B, Blanke K. Comparative analysis of pedicle screw versus hook instrumentation in posterior spinal fusion of adolescent idiopathic scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2004;29(18):2040-8.
9. Parker JW, Lane JR, Karaikovic EE, Gaines RW. Successful short-segment instrumentation and fusion for thoracolumbar spine fractures: a consecutive 41/2-year series. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2000;25(9):1157-70.
10. McCormack T, Karaikovic E, Gaines RW. The load sharing classification of spine fractures. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1994;19(15):1741-4.
11. Altay M, Ozkurt B, Aktekin CN, Ozturk AM, Dogan O, Tabak AY. Treatment of unstable thoracolumbar junction burst fractures with short- or long-segment posterior fixation in magerl type a fractures. *Eur Spine J*. 2007;16(8):1145-55.
12. Cho DY, Lee WY, Sheu PC. Treatment of thoracolumbar burst fractures with polymethyl methacrylate vertebroplasty and short-segment pedicle screw fixation. *Neurosurgery*. 2003;53(6):1354-60.
13. Wood KB, Bohn D, Mehbod A. Anterior versus posterior treatment of stable thoracolumbar burst fractures without neurologic deficit: a prospective, randomized study. *J Spinal Disord Tech*. 2005;18(Suppl):S15-23.
14. 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.
15. Knop C, Bastian L, Lange U, Oeser M, Zdichavsky M, Blauth M. Complications in surgical treatment of thoracolumbar injuries. *Eur Spine J*. 2002;11(3):214-26.
16. Lazaro BC, Deniz FE, Brasiliense LB, Reyes PM, Sawa AG, Theodore N, et al. Biomechanics of thoracic short versus long fixation after 3-column injury. *J Neurosurg Spine*. 2011;14(2):226-34.
17. 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.
18. McAfee PC, Yuan HA, Fredrickson BE, Lubicky JP. The value of computed tomography in thoracolumbar fractures. An analysis of one hundred consecutive cases and a new classification. *J Bone Joint Surg Am*. 1983;65(4):461-73.
19. Dai LY, Wang XY, Jiang LS, Jiang SD, Xu HZ. Plain radiography versus computed tomography scans in the diagnosis and management of thoracolumbar burst fractures. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2008;33(16):E548-52.
20. Meves R, Avanzi O. Correlation between neurological deficit and spinal canal compromise in 198 patients with thoracolumbar and lumbar fractures. *Spine*. 2006;30(7):787-91.