

后路经侧前方椎管减压结合伤椎置钉短节段固定治疗严重胸腰椎爆裂骨折合并脊髓损伤

高杰,竺得洲,王浩,李连华,刘智,孙天胜
(中国人民解放军总医院第七医学中心骨科,北京 100700)

【摘要】 目的:探讨后路经侧前方椎管减压结合伤椎置钉短节段固定治疗严重胸腰椎爆裂骨折并脊髓损伤的临床疗效。方法:回顾性分析 2016 年 1 月至 2018 年 6 月收治的 16 例严重胸腰椎爆裂骨折(椎管侵占率>50%、椎体后缘存在翻转骨块)合并脊髓损伤的患者,其中男 10 例,女 6 例;年龄 19~57 岁。高处坠落伤 8 例,车祸伤 6 例,其他伤 2 例。骨折部位:T₁₁ 4 例,T₁₂ 5 例,L₁ 5 例,L₂ 2 例。所有患者采用后路经侧前方椎管减压结合伤椎置钉短节段固定的手术方式,通过测量伤椎前缘丢失高度、伤椎邻近节段 Cobb 角、椎管侵占率评价影像学效果,并通过 Frankel 脊髓损伤评级和视觉模拟评分(visual analogue scale, VAS)评价临床疗效。结果:16 例均获得完整随访,随访时间 11~28(15.9±5.4)个月。手术时间(234±41) min,术中出血量(431±93) ml。伤椎前缘高度丢失术前(52.25±10.10)%,术后 3 d(8.93±3.61)%,末次随访(9.25±2.88)%;术后 3 d、末次随访时较术前恢复($P<0.01$),末次随访时较术后 3 d 无明显变化($P>0.05$)。伤椎邻近节段 Cobb 角术前(28.19±10.89)°,术后 3 d(5.31±5.14)°,末次随访(6.81±4.59)°;椎管侵占率术前(67.68±12.45)%,术后 3 d(7.69±4.46)%,末次随访(4.75±1.63)%,术后 3 d、末次随访时较术前恢复($P<0.01$),末次随访时较术后 3 d 也有一定程度恢复($P<0.05$)。末次随访时 12 例脊髓神经功能获得改善,4 例未获得改善,未出现神经功能恶化者;VAS 评分由术前的(7.8±0.9)分改善至末次随访的(1.8±0.7)分。结论:对于椎管侵占率>50%、椎体后缘存在翻转骨块的严重胸腰椎爆裂骨折合并脊髓损伤时,后路经侧前方椎管减压结合伤椎置钉短节段固定具有复位精确、减压彻底、固定牢固等特点。

【关键词】 胸椎; 腰椎; 骨折; 脊髓损伤

中图分类号:R684

DOI:10.12200/j.issn.1003-0034.2020.12.009

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Curative effect of anterolateral spinal canal decompression combined with short segment screw fixation with posterior approach for severe thoracolumbar burst fractures with spinal cord injury GAO Jie, ZHU De-zhou, WANG Hao, LI Lian-hua, LIU Zhi, and SUN Tian-sheng. Department of Orthopaedics, the Seventh Medical Center of PLA General Hospital, Beijing 100700, China

ABSTRACT Objective: To explore the effect of anterolateral spinal canal decompression combined with short segment screw fixation with posterior approach for severe thoracolumbar burst fractures with spinal cord injury. **Methods:** From January 2016 to June 2018, 16 patients with severe thoracolumbar burst fractures (more than 50% of ratio of spinal canal encroachment, reverse fragment at the posterior edge of the vertebral body) with spinal cord injury were retrospectively analyzed, including 10 males and 6 females, ranging in age from 19 to 57 years old. Causes of injury: 8 cases of fall injury, 6 cases of traffic accident injury and 2 cases of other injuries. Fracture site: T₁₁ in 4 cases, T₁₂ in 5 cases, L₁ in 5 cases, L₂ in 2 cases. All the patients underwent anterolateral spinal canal decompression combined with short segment screw fixation with posterior approach. The curative imaging effects were evaluated by measuring the loss height of the anterior edge of the injured vertebra, Cobb angle of the adjacent segment of the injured vertebra, and ratio of spinal canal encroachment. The clinical effects were evaluated by Frankel spinal cord injury rating and visual analogue scale (VAS). **Results:** All 16 patients were followed up, and the average follow-up time was (15.9±5.4) months. The average operation time was (234±41) minutes and the average amount of bleeding was (431±93) ml. The loss of anterior height of injured vertebrae was (52.25±10.10)% before operation, (8.93±3.61)% at 3 days after operation, and (9.25±2.88)% at the latest follow-up. The results of 3 days after operation and the latest follow-up were better than that before operation, and there was no significant differences between results at the latest follow-up

基金项目:军队医学科技计划创新工程专项(编号:16CXZ002);北京市科技新星计划(编号:Z181100006218031)

Fund program: Military Medical Science and Technology Innovation Project of China (No. 16CXZ002)

通讯作者:孙天胜 E-mail: suntiansheng-@163.com

Corresponding author: SUN Tian-sheng E-mail: suntiansheng-@163.com

and 3 days after operation ($P<0.01$). Cobb angle of adjacent segment of injured vertebrae was $(28.19\pm 10.89)^\circ$ before operation, $(5.31\pm 5.14)^\circ$ 3 days after operation, and $(6.81\pm 4.59)^\circ$ at the latest follow-up. The ratio of spinal canal encroachment was $(67.68\pm 12.45)\%$ before operation, $(7.69\pm 4.46)\%$ at 3 days after operation, and $(4.75\pm 1.63)\%$ at the latest follow-up. At 3 days and the latest follow-up, the rate recovered to a certain extent ($P<0.05$). At the latest follow-up, spinal nerve function was improved in 12 patients, no improvement in 4 patients and no deterioration in nerve function. VSA score was improved from preoperative 7.8 ± 0.9 to final follow-up 1.8 ± 0.7 . **Conclusion:** For severe thoracolumbar burst fracture and spinal cord injury, with more than 50% of ratio of spinal canal encroachment and reverse fragment at the posterior edge of the vertebral body, the anterolateral spinal canal decompression combined with short segment screw fixation with posterior approach has the characteristics of accurate reduction, complete decompression and firm fixation, and the clinical effect is satisfactory.

KEYWORDS Thoracic vertebrae; Lumbar vertebrae; Fractures; Spinal cord injuries

胸腰椎爆裂骨折占有所有脊柱骨折的 50% 以上^[1]。随着大家对椎弓根螺钉系统和间接减压技术的认识和掌握, 后路间接减压复位固定已经成为目前临床上治疗胸腰椎爆裂骨折最常用的手术方法^[2]。但是, 对于严重的胸腰椎爆裂骨折, 尤其是椎管侵占率 > 50% 的胸腰椎爆裂骨折, 单纯的后路间接减压复位的效果还存在争议^[3-5]。同时, 当胸腰椎爆裂骨折存在椎体后缘翻转骨块 (reverse fragment) 时, 提示存在后纵韧带断裂或损伤, 后方间接减压复位可能会导致翻转骨块进一步后移, 进而加重脊髓神经损伤^[6-7]。后路经侧前方减压结合椎弓根螺钉固定的三柱重建技术具有手术入路简单、减压彻底、固定牢固的优点, 适用于合并脊髓损伤的严重胸腰椎爆裂骨折^[8]。2016 年 1 月至 2018 年 6 月, 笔者采用后路经侧前方椎管减压结合伤椎置钉短节段固定治疗 16 例严重胸腰椎爆裂骨折 (椎管侵占率 > 50%、椎体后壁存在翻转骨块) 合并脊髓损伤的患者, 早期效果良好, 报告如下。

1 资料与方法

1.1 病例选择

1.1.1 纳入标准 年龄 ≥ 18 岁, 并 ≤ 60 岁; 椎管侵占率 > 50%, 同时椎体后壁存在翻转骨块的胸腰椎爆裂骨折; 存在脊髓神经损伤症状; 手术前后影像学资料完整者。

1.1.2 排除标准 合并颅脑、颈椎、胸腹部等多发伤患者; 既往存在胸腰椎外伤史或有胸腰椎手术病史; 病理性骨折; 重度骨质疏松。

1.2 一般资料

本组 16 例患者, 男 10 例, 女 6 例; 年龄 19~57 岁, 平均 36.2 岁。致伤原因: 高处坠落伤 8 例, 车祸伤 6 例, 其他伤 2 例。术前经 X 线、CT 及 MRI 检查确诊为严重胸腰椎爆裂骨折, 骨折累及脊柱前中柱, 并且椎管侵占率 > 50%、椎体后壁存在翻转骨块。骨折部位: T₁₁ 4 例, T₁₂ 5 例, L₁ 5 例, L₂ 2 例。术前神经功能评价采用 Frankel 分级: A 级 2 例, B 级 3 例, C 级 3 例, D 级 8 例。受伤至手术时间 3~8 d。

1.3 治疗方法

1.3.1 手术方法 麻醉满意后, 患者取俯卧位, 垫胸垫和髌垫保持腹部悬空, 进行体位复位, 手术采用腰背部后正中入路。具体方法如下^[8]: (1) 置钉。剥离椎旁肌显露伤椎及其邻近上下椎的棘突、椎板和双侧关节突, 采用横突轴线与关节突外缘交点定位进针法。在伤椎上下椎的两侧椎弓根分别置入单轴椎弓根螺钉, 伤椎 (MRI 示脊髓压迫较轻侧或 CT 示椎管内骨块后突较轻侧) 单侧椎弓根置入多轴椎弓根螺钉, 透视保证椎弓根螺钉的正确位置。(2) 减压。在伤椎置钉侧安装连接杆, 拧紧尾帽固定该侧椎弓根螺钉维持脊柱稳定性。切除伤椎及上下椎棘突及椎板 (伤椎全椎板和上下椎的部分椎板), 暴露该段脊髓, 注意检查和保护硬膜囊完整性。选择伤椎未置钉侧为侧前方减压侧, 切除该侧下关节突及椎弓根内侧面, 抵达椎弓根基底部和椎体后缘, 使用角度刮匙经椎弓根通道刮除椎体松质骨, 把椎体的后部刮空。保护好神经根和脊髓, 最后以塌方的方式使用“L”形顶棒从硬膜囊前方将椎体后方骨块击打入椎体内。(3) 固定。安装伤椎减压侧连接杆, 松开上位椎体双侧椎弓根螺钉尾帽, 交替沿双侧连接杆轴向撑开, 透视观察伤椎前缘高度、椎间隙高度及生理曲度恢复情况。最后拧紧所有椎弓根螺钉尾帽并安装横联维持脊柱稳定性, 双侧横突间植骨进行后外侧融合。

1.3.2 术后处理 术后常规预防应用抗生素, 术后 48 h 拔除引流管, 注意预防下肢深静脉血栓等相关并发症。根据神经恢复情况, 条件允许者术后 4 周佩戴腰围支具下地活动, 直至术后 3 个月。

1.4 观察项目与方法

(1) 手术一般情况观察: 包括手术方式和术中出血量, 以手术记录为准。(2) 影像学观察: 伤椎前缘丢失高度、伤椎邻近节段 Cobb 角和椎管侵占率, 通过术前、术后 3 d 和末次随访时的正侧位 X 线片和 CT 检查进行评估。其中 X 线测量伤椎前缘丢失高度: $[1 - (\text{伤椎椎体前缘高度} / \text{伤椎上下椎体前缘高度平均值})] \times 100\%$; 伤椎邻近节段 Cobb 角: 伤椎上位椎

体上终板切线与伤椎下位椎体下终板切线夹角。CT 轴位片测量椎管侵占率： $[1-(\text{伤椎椎管正中矢状径}/\text{伤椎上下椎体椎管正中矢状径平均值})]\times 100\%$ 。(3) 临床表现观察：视觉模拟评分 (visual analogue scale, VAS) 和脊髓损伤评级。记录术前和末次随访 VAS 评分，以评估腰背疼痛的改善情况；采用 Frankel 脊髓损伤评级记录术前和末次随访分级，以评估神经功能的恢复情况。

1.5 统计学处理

应用 SPSS 20.0 统计软件对相应数据进行分析。VAS 评分、伤椎前缘丢失高度、伤椎邻近节段 Cobb 角和椎管侵占率符合正态分布的定量资料，用均数±标准差 ($\bar{x}\pm s$) 表示，术前、术后 3 d 和末次随访的比较采用配对设计定量资料的 *t* 检验。以 *P*<0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般情况

本组患者手术时间 (234±41) min，术中出血量 (431±93) ml。16 例均获得完整随访，随访时间 11~28 (15.9±5.4) 个月。无感染、内固定断裂或松动移位等并发症。典型病例见图 1。

2.2 影像学变化

术前伤椎前缘丢失高度为 (52.25±10.10)%，术后 3 d 为 (8.93±3.61)%，术后 3 d 较术前显著恢复 (*P*<0.01)；末次随访时为 (9.25±2.88)%，较术后 3 d 无明显丢失 (*P*>0.05)。术前伤椎邻近节段 Cobb 角为 (28.19±10.89)°，术后 3 d 为 (5.31±5.14)°，末次随访 (6.81±4.59)°，术后 3 d、末次随访时较术前显著恢复 (*P*<0.01)，末次随访时较术后 3 d 丢失约 1.5° (*P*=0.041)。术前椎管侵占率 (67.68±12.45)%，术后 3 d (7.69±4.46)%，末次随访时 (4.75±1.63)%，术后 3 d、末次随访时较术前显著恢复 (*P*<0.01)，末次随访时较术后 3 d 也有一定程度恢复 (*P*=0.023)。见表 1。

2.3 临床疗效

所有患者腰背疼痛术后明显好转，术前 VAS 评分为 (7.8±0.9) 分，术后 3 d 明显下降至 (3.5±1.1) 分，末次随访时为 (1.8±0.7) 分，术后 3 d、末次随访时与术前 VAS 评分比较差异均有统计学意义 (*P*<0.01)。此外，12 例脊髓神经功能经过手术后均有一定程度恢复，末次随访时 Frankel 分级 A 级中 1 例恢复至 B 级，B 级中 1 例恢复至 C 级、1 例恢复至 D 级，C 级中 1 例恢复至 D 级、2 例恢复至 E 级，D 级中 6 例恢复至 E 级，余无明显变化 (A 级 1 例、B 级 1 例、D 级 2 例)，见表 2。

3 讨论

胸腰椎爆裂骨折是最常见的脊柱损伤，损伤累

表 1 严重胸腰椎爆裂骨折合并脊髓损伤 16 例影像学评估情况 ($\bar{x}\pm s$)

Tab.1 Imaging evaluation of 16 patients with severe thoracolumbar burst fractures with spinal cord injury ($\bar{x}\pm s$)

时间	伤椎前缘丢失高度 (%)	Cobb 角 (°)	椎管侵占率 (%)
术前	52.25±10.10	28.19±10.89	67.68±12.45
术后 3 d	8.93±3.61*	5.31±5.14**	7.69±4.46***
末次随访	9.25±2.88 [▲]	6.81±4.59 ^{▲▲}	4.75±1.63 ^{▲▲▲}

注：与术前比较，**t*=14.836, *P*=0.000；***t*=7.697, *P*=0.000；****t*=23.140, *P*=0.000；[▲]*t*=14.367, *P*=0.000；^{▲▲}*t*=7.209, *P*=0.000；^{▲▲▲}*t*=21.114, *P*=0.000。*与[▲]比较，*t*=-0.496, *P*=0.672；**与^{▲▲}比较，*t*=-2.236, *P*=0.041；***与^{▲▲▲}比较，*t*=2.633, *P*=0.023
Note: Compared with preoperative data, **t*=14.836, *P*=0.000；***t*=7.697, *P*=0.000；****t*=23.140, *P*=0.000；[▲]*t*=14.367, *P*=0.000；^{▲▲}*t*=7.209, *P*=0.000；^{▲▲▲}*t*=21.114, *P*=0.000。*vs[▲], *t*=-0.496, *P*=0.672；**vs^{▲▲}, *t*=-2.236, *P*=0.041；***vs^{▲▲▲}, *t*=2.633, *P*=0.023

表 2 严重胸腰椎爆裂骨折合并脊髓损伤 16 例脊髓神经功能恢复情况 (例)

Tab.2 Neurological recovery of 16 patients with severe thoracolumbar burst fractures with spinal cord injury (case)

术前 Frankel 分级	例数	末次随访 Frankel 分级				
		A 级	B 级	C 级	D 级	E 级
A 级	2	1	1			
B 级	3		1	1	1	
C 级	3				1	2
D 级	8				2	6

及脊柱前柱和中柱，椎体后壁骨折块不同程度突入椎管，伴有或不伴有脊髓损伤。对于胸腰椎爆裂骨折，手术的目的是恢复脊柱的正常序列，彻底的椎管减压和重建脊柱的稳定。随着椎弓根螺钉系统的不断发展，经后路的骨折复位内固定手术技术已经成为目前治疗胸腰椎爆裂骨折最常用的手术方法^[2]。

对于胸腰椎爆裂骨折，突入椎管的骨折块是否需要处理以及如何进行处理，目前尚存在争议^[2,9]。争议的一个聚焦点在于突入椎管的骨折块与脊髓损伤的关系：Limb 等^[10]和戴力扬^[11]认为胸腰椎爆裂性骨折后引起脊髓损伤的程度，主要与脊柱损伤瞬间所产生的能量有关，而与损伤后突出椎管骨折块的压迫关系不大，并且突出椎管的骨折块在骨折愈合的重建过程中逐渐减小或被吸收，不会引起严重的椎管狭窄；而另外一些研究认为胸腰椎爆裂骨折后椎管的狭窄程度与脊髓损伤存在密切相关性，即使在损伤发生以后也应该对存在骨折块突入的椎管进行减压^[12-13]。争议的另一个焦点在于如何解除突入椎



图 1 患者,女,37岁,L₂椎体爆裂骨折伴马尾神经损伤 1a,1b.术前正侧位X线片显示L₂椎体爆裂骨折 1c.术前CT轴位片可见骨折块突入椎管,椎管侵占比56% 1d.术前CT矢状位片可见椎体后壁存在翻转骨块 1e.术前MRI矢状位片可见L₂椎体骨折水平硬膜囊受压明显 1f,1g.术后3d正侧位X线示骨折复位满意、内固定位置良好 1h.术后3dCT轴位片可见术后突入椎管的骨折块较术前明显复位 1i,1j.术后18个月正侧

位X线显示骨折愈合良好,取出内固定后椎体高度和复位角度无丢失 1k.术后18个月CT轴位片可见突出椎管的骨折块在骨折愈合过程中进一步吸收

Fig.1 A 37-year-old female patient with L₂ burst fracture with cauda equina injury 1a,1b. Preoperative AP and lateral X-ray films showed L₂ burst fracture 1c. Preoperative CT axial image showed bony fragment protruding into the spinal canal, and ratio of spinal canal encroachment is 56% 1d. Preoperative CT sagittal image showed reverse fragment at the posterior edge of the vertebral body 1e. Preoperative MRI sagittal image showed compression of the dural sac on the L₂ fracture plane 1f,1g. At 3 days after operation, AP and lateral X-rays showed satisfactory reduction of fracture and good location of internal fixation device 1h. At 3 days after operation, CT axial image showed reduction of bony fragment protruding into the spinal canal 1i,1j. At 18 months after operation, AP and lateral X-rays showed fracture healing, and no loss of vertebral height and reduction angle after removing the internal fixation 1k. At 18 months after operation, CT axial image showed bony fragment absorbed in the process of fracture healing

管骨折块对脊髓的压迫,胸腰椎骨折后路手术椎管减压的方法目前有间接减压和直接减压。间接减压

是通过椎弓根螺钉的轴向撑开和牵引等操作,利用前纵韧带和后纵韧带张力作用使突出椎管的骨折块

复位,进而起到减压的作用。直接减压是后路椎板切除减压,通过开放椎管后壁使脊髓向后漂移以减轻来自前方突入椎管骨折块的压迫,或者通过后路经侧前方减压的方法直接将突入椎管的骨折块推挤复位实现椎管前方的减压。

胸腰椎后路间接减压具有操作简单、出血量少、并发症发生率低等优点,结合短节段非融合固定技术更符合生物力学的要求,但减压效果并不彻底,同时在术中难以直接评估,所以必须合理掌握其适应证和禁忌证^[14-15]。首先,后路间接减压技术对于骨折块突入椎管的程度是否有限制要求,目前并没有确切的标准。Patel 等^[3]研究认为当椎管侵占率在 34%~66% 时,进行间接减压最为有效,而椎管侵占率超过 67% 时则需要前路或后路手术直接减压。许守祥等^[4]也认为对于椎管侵占超过 50% 的胸腰椎爆裂骨折,不适宜进行间接减压。而孙兆云等^[5]研究认为对于椎管侵占率 $\geq 50\%$ 的高侵占率患者应用后路间接减压的手术方法也可以取得良好的临床效果,但前提是后纵韧带完整,强调了后纵韧带的完整性是后路间接减压的指征之一。其次,翻转骨块也是影响间接减压效果的因素之一^[15],这种骨折块可以通过在影像上的翻转骨皮质征象(reverse cortical sign)来发现。Wang 等^[7]对 85 例胸腰椎爆裂骨折行间接减压的患者进行研究,其中 12 例(14.1%)间接减压后骨折块没有复位,分析发现骨块移位超过 0.85 cm 和翻转角度 $>55^\circ$ 是间接减压效果不佳的 2 个相关因素。此外,对于合并脊髓损伤的胸腰椎爆裂骨折,间接复位虽然可以起到椎管减压的作用,但对于间接减压复位过程中可能造成神经损伤进一步加重的问题,以及间接减压的效果对神经功能恢复帮助程度的问题,目前尚存在争议。Mueller 等^[16]研究认为对于合并神经损伤的胸腰椎骨折患者,间接复位的效果有限,建议行直接减压。Charles 等^[17]研究认为,对于伴有脊髓损伤的胸腰椎骨折,不建议行间接减压,因为不彻底的减压效果影响对术后神经功能恢复不佳的原因分析,并且容易增加医患矛盾。

因此,对于椎管侵占率大 $>50\%$ 、椎体后缘存在翻转骨块的严重胸腰椎爆裂骨折合并脊髓损伤时,使用后路间接减压技术存在一定的局限性。刘树清等^[8]利用后路椎管前方减压技术治疗爆裂性胸腰椎骨折截瘫,临床效果良好,强调当爆裂骨折侵占椎管面积 $>50\%$ 时,后纵韧带损伤严重,在应用轴向器械恢复脊椎曲线的同时,必须对突入椎管的骨折块及间盘组织进行比较彻底的去除,也就是行椎管侧前方直接减压。研究发现椎弓根的横径为 7~9 mm,经椎弓根内侧壁切除椎管侧前方减压有足够的操作空

间,并且突入椎管的骨折块多位于椎管的一侧、椎弓根的正下方,经单侧椎弓根内侧壁侧前方减压可以完全解除脊髓的压迫,同时保留椎弓根外侧壁、关节突及横突,维持了脊柱的力学稳定性。在后路经侧前方椎管减压的基础上,结合伤椎置钉短节段固定,在伤椎上建立了 1 个支点,对其有向前的推动作用,直接矫正后凸畸形,同时轴向撑开恢复前纵韧带的紧张性也有利于骨折的复位^[18-19]。本研究采用后路经侧前方椎管减压结合伤椎置钉短节段固定治疗严重胸腰椎爆裂骨折合并脊髓损伤,16 例伤椎邻近节段 Cobb 角由术前 $(28.19 \pm 10.89)^\circ$ 恢复到术后 $(5.31 \pm 5.14)^\circ$,伤椎前缘高度丢失由术前 $(52.25 \pm 10.10)\%$ 恢复到术后 $(8.93 \pm 3.61)\%$,并且至末次随访时并未出现复位角度的丢失。同时,术前椎管侵占率 $(67.68 \pm 12.45)\%$,术后改善至 $(7.69 \pm 4.46)\%$,并且至末次随访时进一步改善,恢复至 $(4.75 \pm 1.63)\%$,这也证实了突出椎管的骨折块在骨折愈合的重建过程可被进一步吸收。所有患者中 12 例脊髓神经功能获得改善,4 例未获得改善,未出现神经功能恶化者,临床效果满意。

综上所述,对于椎管侵占率 $>50\%$ 、椎体后缘存在翻转骨块的严重胸腰椎爆裂骨折合并脊髓损伤时,后路经侧前方椎管减压结合伤椎置钉短节段固定具有复位精确、减压彻底、固定牢固等特点,短期临床效果可靠,其远期疗效以及取出内固定后的情况仍需进一步随访观察。

参考文献

- [1] 杨宗酉,刘磊,孙家元,等. 2003 年至 2012 年河北医科大学第三医院成人腰椎骨折的流行病学分析[J]. 中华创伤骨科杂志, 2015, 17(3):243-247.
YANG ZY, LIU L, SUN JY, et al. Epidemiological analysis of adult thoracolumbar fractures in the Third Affiliated Hospital to Hebei Medical University from 2003 through 2012[J]. Zhonghua Chuang Shang Gu Ke Za Zhi, 2015, 17(3):243-247. Chinese.
- [2] Yang HL, Shi JH, Molly E, et al. Outcome of thoracolumbar burst fractures treated with indirect reduction and fixation without fusion[J]. Eur Spine J, 2011, 20(3):380-386.
- [3] Patel A, Brown Z, Whang PG, et al. Thoracolumbar spine trauma[J]. Oper Tech Orthop, 2007, 17(3):190-198.
- [4] 许守祥,曲秀慧,曹卫友,等. 后路器械间接减压固定不做椎间融合与开放减压融合固定治疗胸腰椎骨折的疗效比较[J]. 中华临床医师杂志(电子版), 2011, 5(23):6934-6938.
XU SX, QU XH, CAO WY, et al. Comparison of therapeutic effects of the indirect decompression by pedicle instrument without interbody fusion and the open decompression to vertebra tube with fusion-stabilization on thoracolumbar burst fractures[J]. Zhonghua Lin Chuang Yi Shi Za Zhi (Dian Zi Ban), 2011, 5(23):6934-6938. Chinese.
- [5] 孙兆云,陈伯华,郭新银,等. 后路间接减压治疗不同椎管侵占率的胸腰椎爆裂骨折的效果观察[J]. 中华骨与关节外科杂志,

- 2015,8(2):135-139.
- SUN ZY, CHEN BH, GUO XY, et al. Comparative study on the treatment outcome of indirect decompression in thoracolumbar burst fractures with an intact posterior longitudinal ligament but different ratios of spinal canal encroachment [J]. Zhonghua Gu Yu Guan Jie Wai Ke Za Zhi, 2015, 8(2):135-139. Chinese.
- [6] Arlet V, Orndorff DG, Jagannathan J, et al. Reverse and pseudoreverse cortical sign in thoracolumbar burst fracture: radiologic description and distinction—a propos of three cases [J]. Eur Spine J, 2009, 18(2):282-287.
- [7] Wang XB, Lu GH, Li J, et al. Posterior distraction and instrumentation cannot always reduce displaced and rotated posterolateral fracture fragments in thoracolumbar burst fracture [J]. Clin Spine Surg, 2017, 30(3):E317-E322.
- [8] 刘树清, 胥少汀, 李少民, 等. 后路椎管前方减压治疗爆裂性胸腰椎骨折截瘫 [J]. 中国矫形外科杂志, 1999, 6(5):337-339.
- LIU SQ, XU ST, LI SM, et al. Anterior Decompression through posterior approach for burst fracture of thoracolumbar spine with spinal cord injury [J]. Zhongguo Jiao Xing Wai Ke Za Zhi, 1999, 6(5):337-339. Chinese.
- [9] Crutcher JP Jr, Anderson PA, King HA, et al. Indirect spinal canal decompression in patients with thoracolumbar burst fractures treated by posterior distraction rods [J]. J Spinal Disord, 1991, 4(1):39-48.
- [10] Limb D, Shaw DL, Dickson RA. Neurological injury in thoracolumbar burst fractures [J]. J Bone Joint Surg Br, 1995, 77(5):774-777.
- [11] 戴力扬. 胸腰椎爆裂性骨折形态学异常的放射学测量及其与脊髓损伤的关系 [J]. 中国临床解剖学杂志, 2000, 18(2):155-156.
- DAI LY. Radiographic measurement of morphological abnormalities in thoracolumbar burst fracture: relationship to spinal cord lesion [J]. Zhongguo Lin Chuang Jie Pou Xue Za Zhi, 2000, 18(2):155-156. Chinese.
- [12] Meves R, Avanzi O. Correlation among canal compromise, neurologic deficit, and injury severity in thoracolumbar burst fractures [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2006, 31(18):2137-2141.
- [13] 唐和虎, 洪毅, 张军卫, 等. 胸腰段爆裂骨折椎管占位与早期神经损伤的关系 [J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2010, 20(10):839-843.
- TANG HH, HONG Y, ZHANG JW, et al. Relationship between acute neurological deficit and spinal canal compromise in patients with thoracolumbar burst fractures [J]. Zhongguo Ji Zhu Ji Sui Za Zhi, 2010, 20(10):839-843. Chinese.
- [14] 王朝阳, 袁文, 陈华江, 等. 经后路器械固定间接减压与开放减压治疗胸腰椎骨折疗效比较分析 [J]. 中华创伤骨科杂志, 2006, 8(6):536-539.
- WANG CY, YUAN W, CHEN HJ, et al. Indirect decompression versus open decompression to vertebral canal in treatment of thoracolumbar fractures with posterior pedicle instrument fixation [J]. Zhonghua Chuang Shang Gu Ke Za Zhi, 2006, 8(6):536-539. Chinese.
- [15] 李连华, 刘智, 孙天胜, 等. 间接减压在成人胸腰椎爆裂性骨折中的应用 [J]. 中华创伤骨科杂志, 2016, 18(9):814-817.
- LI LH, LIU Z, SUN TS, et al. Indirect spinal canal decompression in adult patients with thoracolumbar burst fracture [J]. Zhonghua Chuang Shang Gu Ke Za Zhi, 2016, 18(9):814-817. Chinese.
- [16] Mueller LA, Mueller LP, Schmidt R, et al. The phenomenon and efficiency of ligamentotaxis after dorsal stabilization of thoracolumbar burst fractures [J]. Arch Orthop Trauma Surg, 2006, 126(6):364-368.
- [17] Charles YP, Steib JP. Management of thoracolumbar spine fractures with neurologic disorder [J]. Orthop Traumatol Surg Res, 2015, 101(1 Suppl):S31-S40.
- [18] 王翔奕, 谭伦. 经单侧椎弓根内侧面切除椎管前方减压后路复位固定手术治疗胸腰椎爆裂骨折 [J]. 中国矫形外科杂志, 2013, 21(6):563-570.
- WANG XY, TAN L. The treatment of thoracolumbar vertebral bursting fractures by the method of anterior decompression and posterior reposition fixation applied in the affected vertebra via unipedicular pedicle medial wall by cutting vertebral canal [J]. Zhongguo Jiao Xing Wai Ke Za Zhi, 2013, 21(6):563-570. Chinese.
- [19] 陈晓东, 易小波. 后路经侧前方椎管减压单节段融合治疗胸腰椎爆裂骨折疗效观察 [J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2013, 28(9):805-807.
- CHEN XD, YI XB. Curative effect of anterolateral single segmental vertebral canal decompression and interbody titanium mesh reconstruction with posterior approach for thoracolumbar burst fractures [J]. Zhonghua Gu Yu Guan Jie Sun Shang Za Zhi, 2013, 28(9):805-807. Chinese.

(收稿日期:2020-04-15 本文编辑:王宏)