

临床论著

胸腰椎爆裂骨折术后椎管内骨块吸收
回纳的相关因素分析吴文斌¹, 宋文慧², 赵卫东², 刘 强¹, 郝语晨¹, 任海江¹, 王 翔¹

(1 山西医科大学 030000 太原市; 2 山西医科大学第二医院骨科 030000 太原市)

【摘要】目的:分析胸腰椎爆裂骨折后路撑开复位间接减压内固定术后椎管内骨块吸收回纳与临床因素之间的关系。**方法:**本研究共纳入 2016 年 1 月~2017 年 10 月收治的 61 例无脊髓神经损伤症状的胸腰椎爆裂骨折患者。所有患者均拍摄术前、术后 3d 内与术后 6 个月时的 CT+三维重建影像,通过影像资料计算其各时期的椎管内骨块体积。复位率定义为术后即刻较术前椎管内骨块体积的变化与术前椎管内骨块的体积之比;将术后 6 个月较术后骨块体积的变化与术后椎管内骨块体积之比称为再吸收率。可能影响椎管内骨块吸收回纳的因素包括:年龄、性别、骨折节段、术后椎体前缘压缩比率的恢复、术中置钉方式的不同、Cobb 角的恢复率。通过多元回归分析研究复位率、再吸收率与上述相关因素之间的关系。**结果:**术后椎管内占位骨块的复位率及再吸收率与年龄、性别、骨折节段、术中置钉方式的不同、Cobb 角恢复率无相关性($P>0.05$)。椎体前缘压缩比率的恢复与术后椎管内占位骨块的复位率($t=3.552$)、再吸收率($t=2.262$)均有明显相关性($P<0.05$)。术后椎体前缘压缩率较术前每恢复 1%,复位率会提高 0.429%,再吸收率会提高 0.284%。**结论:**在进行后路撑开复位、间接减压的手术中,椎体前缘压缩比率的恢复与术后椎管内占位骨块的吸收回纳、椎管重塑均有明显相关性。在进行撑开复位过程中应注意对于椎体前缘压缩比率的恢复,有利于骨块复位及椎管重塑。

【关键词】 胸腰椎爆裂骨折;椎管重塑;复位率;再吸收率

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2018.03.02

中图分类号:R683.2 文献标识码:A 文章编号:1004-406X(2018)-03-0200-06

Relationship between clinical factors and the absorption of the bone fragment in thoracolumbar burst fractures after surgery/WU Wenbin, SONG Wenhui, ZHAO Weidong, et al/Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2018, 28(3): 200-205

【Abstract】 Objectives: To analyze the relationship between clinical factors and the absorption of the bone fragment after posterior distraction and indirect decompression of thoracolumbar burst fractures. **Methods:** 61 patients without spinal cord nerve damage after thoracolumbar burst fractures were included. 3D-computed tomography scan was performed on these patients before surgery, within a week after surgery, and at 6 months after surgery. The volume of the bone fragment was calculated by 3D-CT images. The ratio of the volume of bone fragments at 3 days after operation to those before the operation was called reduction rate. The ratio of the volume of bone fragments at 6 months after operation to those immediately after the operation was called reabsorption rate. Factors potentially affecting the postoperative degree of reduction and spontaneous spinal remodeling, including age, sex, location, degree of change of anterior vertebral compression ratio, different implantations of the pedicle screws, and recovery rate of Cobb angle were analyzed. Multiple regression analyses were conducted on these factors to analyze the extent of their influences on the reduction and resorption rates. **Results:** The reduction rate and resorption rate had no correlation with age, sex, location, different implantations of the pedicle screws, recovery rate of Cobb angle($P>0.05$). The recovery rate of the anterior compression was significantly related($P<0.05$) to the reduction rate($t=3.552$) and the resorption rate($t=2.262$) after surgery. When 1% of the anterior compression rate had been restored, 0.429% of the reduction rate

第一作者简介:男(1991-),硕士在读,研究方向:脊柱外科

电话:(0351)3365103 E-mail:wwb353@163.com

通讯作者:宋文慧 E-mail:songwenhui301@sina.com

increased, 0.284% of the resorption rate increased. **Conclusions:** During posterior distraction and indirect decompression, the recovery rate of the anterior compression is significantly related to the bone fragment absorption and spontaneous canal remodeling. Therefore, more attention must be paid to the distraction technique during the operation so as to get better recovery of the anterior compression.

【Key words】 Thoracolumbar burst fractures; Spontaneous spinal remodeling; Reduction rate; Resorption rate

【Author's address】 Shanxi Medical University, Taiyuan, 030000, China

随着现代工业、交通运输业以及建筑业等的快速发展,近年来胸腰椎爆裂骨折的发病率逐渐增高^[1,2]。在受伤过程中的屈曲暴力常使局部的骨折碎块突入椎管内形成椎管内骨块占位,许多学者认为其与脊髓神经损伤密切相关^[3-5]。在临床工作中,有许多伴有椎管内明显骨块占位的病例却没有脊髓神经损伤症状。对于这样的患者,椎管内的占位骨块是否需要直接减压存在争议。最近,许多研究认为通过后路撑开复位、间接减压的方式可以取得与直接减压相同的效果^[6-8]。甚至部分患者术后椎管内骨折块会发生自发性吸收回纳的情况。

然而,影响胸腰椎爆裂骨折椎管内骨块占位吸收回纳的相关因素仍不清楚。因此,我们希望通过本次研究以明确临床相关因素与骨块吸收回纳、椎管自行重塑之间的关系。我们随访了 61 例进行后路撑开复位、间接减压的没有脊髓神经损伤症状患者,通过其不同时间段的 CT+三维重建图像计算出椎管内占位骨块的体积。通过多元回归分析来确定哪些相关因素会影响椎管内占位骨块的吸收回纳。

1 资料与方法

1.1 一般资料

收集自 2016 年 1 月~2017 年 10 月在山西医科大学第二医院脊柱科因单节段胸腰椎爆裂骨折行后路撑开复位、间接减压椎弓根钉内固定术的患者 61 例。所有患者均无脊髓神经损伤症状,术前影像学资料尤其 CT 三维重建图像均可观察到椎管内明显骨块占位。所有患者胸腰椎骨折 AO 分型^[9]均为 A3(不完全爆裂骨折)或 A4(完全爆裂骨折)型。本组患者男性 33 例,女性 28 例;年龄 24~72 岁,平均 45.85±1.53 岁。骨折节段:T12 11 例,L1 25 例,L2 16 例,L3 9 例。致伤原因:高处坠落伤 36 例,车祸伤 17 例,平地摔伤 5 例,重物砸伤 3 例。所有患者均在受伤后 1 周内行手术治疗。排除病理性骨折、伴有骨质疏松的骨折、陈

旧性骨折及影像学资料不完全的患者。

1.2 手术方法

所有病例均由同一手术医师进行后路撑开复位、间接减压椎弓根钉内固定术。患者全麻后取俯卧位,腹部悬空,以伤椎为中心取后正中切口,切开皮肤、皮下组织及深筋膜,钝性分离最长肌及多裂肌间隙后显露伤椎及上下位椎体两侧关节突;C-arm 透视准确后于伤椎及上下位椎体两侧椎弓根内置入 6 枚长度及直径适宜的椎弓根螺钉,或仅于伤椎的上下位椎体两侧椎弓根内植入 4 枚长度及直径适宜的椎弓根螺钉;C-arm 透视见螺钉位置良好后安装长度及角度适宜的纵杆,适当撑开复位后拧紧尾钉;C-arm 透视进行体表标志后于伤椎上下位椎体两侧椎弓根内置入 4 枚导针或于伤椎及其上下位椎体两侧椎弓根内置入 6 枚导针,C-arm 监视下将导针位置调整合适后于椎弓根内置入长度合适椎弓根螺钉 4 枚或 6 枚,安装长度及角度适宜的纵杆,适当撑开复位后拧紧尾钉。所有病例均不做椎板减压及植骨融合。根据患者全身情况术后卧床 2~3 周后佩戴腰围下地活动。

1.3 观测指标

所有的病例均在术前、术后 3d 内以及术后 6 个月行 CT+三维重建检查。通过 CT 图像分别计算出在术前、术后及术后 6 个月椎管内骨块的体积。我们将复位率定义为术后较术前椎管内骨块体积的变化与术前椎管内骨块的体积之比;术后 6 个月较术后骨块体积的变化与术后椎管内骨块体积之比称为再吸收率^[10]。

可能影响术后椎管内骨块复位、吸收回纳以及椎管重塑的相关因素有:性别、年龄、骨折节段(T11~L1,L2~L3)、术后椎体前缘压缩比率的恢复(术后与术前椎体前缘压缩比率的比值)、术中置钉方式的不同(经肌间隙置钉与经皮置钉)、Cobb 角(矢状面 Cobb 角为伤椎上位椎体上终板线与伤椎下位椎体下终板线垂线的夹角)的恢复率(术前较术后 Cobb 角的变化与术前 Cobb 角的比

值)。

1.4 骨块体积的计算

椎管内骨块占位的体积均由其 CT+三维重建检查的图像计算得出。检查均采用 GE 公司生产的 Discovery 750 HD 宝石 CT, 在窗宽 1300Hu、窗位 350Hu、层厚 2mm、机架角度 0°下观察并测量骨块体积。在 PACS 系统上, 测量每一轴位图像上突入椎管内骨块的面积, 各层图像的骨块面积之和乘以层厚(2mm)即得出突入椎管内骨块占位的总体积^[10]。如图 1 所示, 突入椎管内骨块的体积为:

$$[62\text{mm}^2(a) + 99\text{mm}^2(b) + 100\text{mm}^2(c) + 112\text{mm}^2(d) + 92\text{mm}^2(e) + 81\text{mm}^2(f) + 56\text{mm}^2(g)] \times 2\text{mm} = 1204\text{mm}^3。$$

本次突入椎管内骨块面积、椎体前缘压缩比率及 Cobb 角的测量均由 3 位高年资影像科医师测量并取平均值而得出。同一病例均对其术前、术后 3d、术后 6 个月进行骨块体积的计算。

1.5 数据分析

采用 SPSS 23.0 统计学软件对数据进行统计学分析。分别以复位率、再吸收率为因变量, 以性别、年龄、骨折节段、术后椎体前缘压缩比率的恢复、术中置钉方式的选择、Cobb 角恢复率为自变量构建多元线性回归 (具体相关因素赋值说明见表 1), 从而分析得出具有统计学意义的相关因素。P<0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

在随访的 61 例不伴有明显脊髓神经损伤症状的胸腰椎爆裂骨折病例中, 复位率为 3.83%~85.7%, 平均复位率为 43.8%; 再吸收率为 25.5%~100%, 平均再吸收率为 69.6%; 椎体前缘压缩比率的恢复率为 1.056~1.476, 平均为 1.239; Cobb 角变化率为 0.214~0.837, 平均为 0.528(图 2)。在随访的患者中, 均没有迟发性脊髓神经损伤症状。我们通过分析复位率及再吸收率的 6 个相关因素

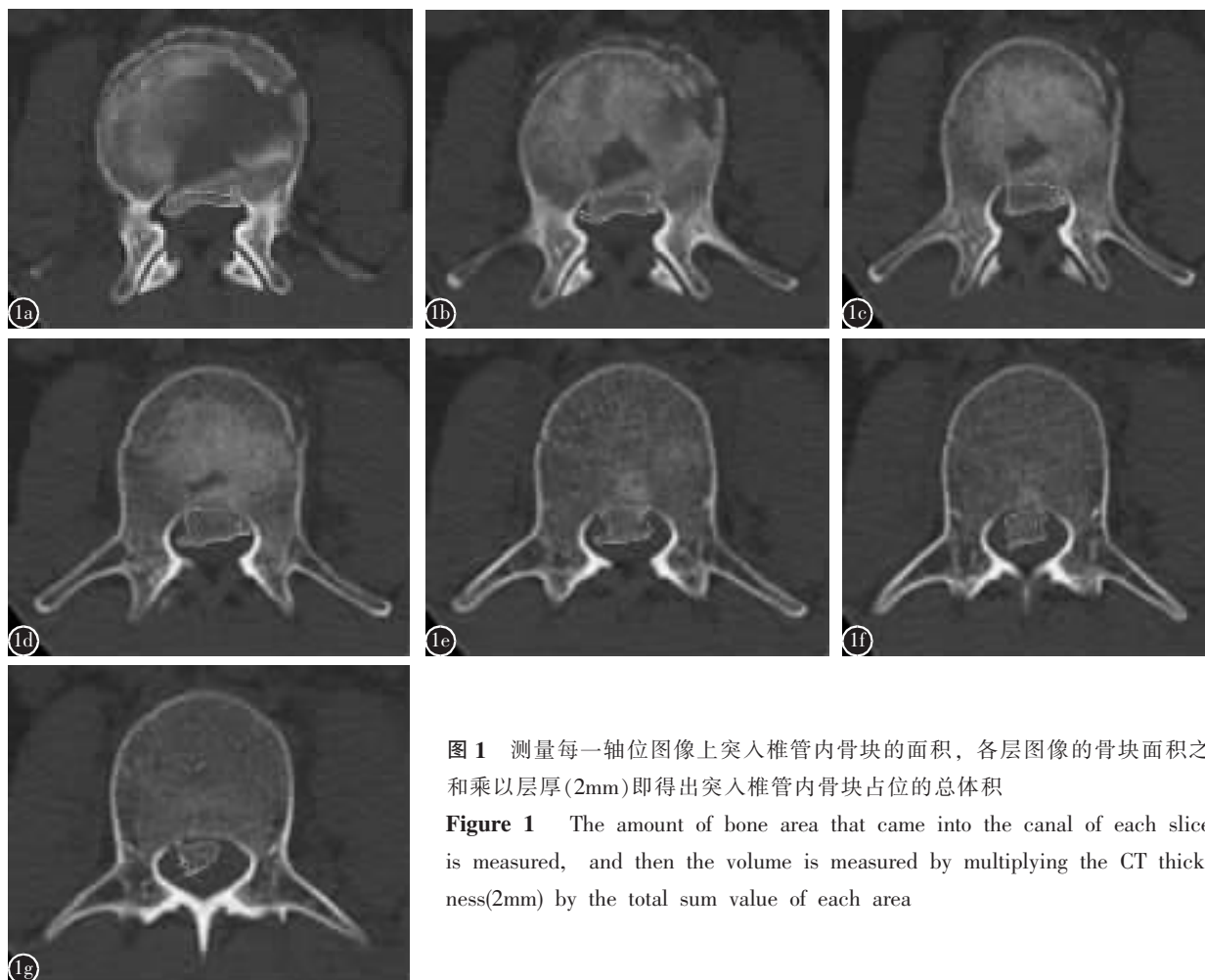


图 1 测量每一轴位图像上突入椎管内骨块的面积, 各层图像的骨块面积之和乘以层厚(2mm)即得出突入椎管内骨块占位的总体积

Figure 1 The amount of bone area that came into the canal of each slice is measured, and then the volume is measured by multiplying the CT thickness(2mm) by the total sum value of each area

后得出：椎体前缘压缩比率的恢复率对占位骨块的复位率及再吸收率均有明显统计学意义。

2.1 复位率的多元回归分析

如表 2 所示，以复位率为因变量构建多元线性回归，自变量筛选方法选择输入法。模型的决定系数 $R^2=0.293$ ，调整的决定系数为 0.215，对模型的方差分析， $F=3.737$ ， $P=0.004$ ，说明以上变量所拟合的方程有统计学意义。在分析的自变量中，椎体前缘压缩比率的恢复率的 $P=0.001$ ，具有明显统计学意义；其标准回归系数为 0.429，意味着术后椎体前缘压缩率较术前每恢复 1%，复位率会提高 0.429%。其他的自变量 P 值均 >0.05 ，没有统

计学意义。

2.2 再吸收率的多元回归分析

如表 3 所示，以再吸收率为因变量构建多元线性回归，自变量筛选方法选择输入法。模型的决定系数 $R^2=0.236$ ，调整的决定系数为 0.152，对模型的方差分析， $F=2.786$ ， $P=0.020$ ，说明以上变量所拟合的方程有统计学意义。在分析的自变量中，椎体前缘压缩比率的恢复率的 $P=0.028<0.05$ ，具有统计学意义；其标准回归系数为 0.284，意味着术后椎体前缘压缩率较术前每恢复 1%，再吸收率会提高 0.284%。其他的自变量 P 值均 >0.05 ，无统计学意义。

表 1 相关因素赋值说明

Table 1 Related factors and Assignment instructions

相关因素 Related factors	数量化赋值 Assignment instructions
性别 Sex	0=女 (Female), 1=男 (Male)
年龄 Age	实际值 (Actual value)
骨折节段 Fracture site	0=T11-L1 (Upper L1), 1=L2-L5 (Lower L2)
椎体前缘压缩率 (%) Degree of change of anterior vertebral compression ratio	实际值 (Actual value)
Cobb角恢复率 Recovery rate of Cobb angle	实际值 (Actual value)
置钉方式 Implantation of the pedicle screw	0=经皮 (Percutaneous), 1=经肌间隙 (Paraspinal muscle approach)
复位率 (%) The reduction rate	实际值 (Actual value)
再吸收率 (%) The resorption rate	实际值 (Actual value)

3 讨论

椎管内骨块占位的存在使椎管相对狭窄，因此许多学者认为其与脊髓神经损伤密切相关^[3-5]。通过目前常用的 CT 轴位图像可以明确地观察到椎管内骨块占位的大小以及椎管的相对狭窄程度，在临床工作中有相当比例的骨科医师通过椎管的相对狭窄程度来推断神经损伤的严重程度。

后路撑开复位间接减压手术是目前治疗胸腰椎爆裂骨折应用较为广泛的手术方式，许多相关研究肯定了其疗效^[6-8,11,12]。在手术过程中撑开复位是使椎管内占位骨块复位的关键，许多临床研究认为后方韧带结构在这一过程中起着重要作用，通过对后方韧带结构的撑开复位，能够促进椎管内骨块的复位回纳。Peng 等^[13]认为椎管内骨块



图 2 患者女性，24 岁，L1 椎体爆裂骨折 a 术前 CT 轴位图像示椎管狭窄率达到 67.3% b 术后 CT 轴位图像示骨块复位率 45.7% c 术后 6 个月复查 CT 轴位像示骨块再吸收率 50.7%

Figure 2 Female patient, 24 years old, burst fractures of L1 a Axial image before surgery, the canal stenosis rate is 67.3% b Axial image after surgery, the reduction rate is 45.7% c Axial image 6 months after surgery, the resorption rate is 50.7%

表 2 复位率的多元回归分析
Table 2 Multiple regression analyses of the reduction rate

相关因素 Related factors	偏回归系数 Partial regression coefficient	回归系数标准误 Standard error	标准化回归系数 Standardized regression coefficient	t	P
常数项 Constant term	-62.895	31.279	—	-2.011	0.049
性别 Sex	-4.091	4.709	-0.101	-0.869	0.389
年龄 Age	-0.149	0.199	-0.087	-0.749	0.457
骨折节段 Location	-2.472	5.650	-0.060	-0.437	0.664
椎体前缘压缩率(%) Degree of change of anterior vertebral compression ratio	83.834	23.603	0.429	3.552	0.001
Cobb角恢复率 Recovery rate of Cobb angle	11.072	16.971	0.080	0.652	0.517
置钉方式 Implantation of pedicle screw	10.121	5.952	0.228	1.701	0.095

表 3 再吸收率的多元回归分析
Table 3 Multiple regression analyses of the resorption rate

相关因素 Related factors	偏回归系数 Partial regression coefficient	回归系数标准误 Standard error	标准化回归系数 Standardized regression coefficient	t	P
常数项 Constant term	-6.588	30.937	—	-0.213	0.832
性别 Sex	-5.413	4.657	-0.140	-1.162	0.250
年龄 Age	-0.130	0.197	-0.080	-0.661	0.511
骨折节段 Location	6.967	5.588	0.178	1.247	0.218
椎体前缘压缩率(%) Degree of change of anterior vertebral compression ratio	52.814	23.345	0.284	2.262	0.028
Cobb角恢复率 Recovery rate of Cobb angle	24.657	16.786	0.187	1.469	0.148
置钉方式 Implantation of pedicle screw	5.724	5.887	0.136	0.972	0.335

占位的位置是间接复位能否成功的一个重要因素：当骨块位于后纵韧带没有覆盖的区域时不能够被复位；当骨块位于后纵韧带覆盖区域，骨块宽度大于椎管横径 75%以上、高度大于伤椎后壁高度 47%以上时不能够被复位。在本次研究中，通过术前影像学资料尤其 MRI 检查的分析，所有病例的后方韧带复合体均未断裂，术中撑开复位后 C-arm 透视可见椎体前缘压缩率可获得较好的恢复。进行多元回归分析后，术后椎体前缘压缩比率的恢复可以明显提高椎管内占位骨块的复位及再吸收，因此，在手术过程中我们可以将对椎体前缘压缩率的恢复作为手术中撑开复位效果的一个评价指标。

Miyashita 等^[9]研究发现椎管内的骨块在术后 2~3 周内逐渐开始吸收回纳，其速度在术后 3~4 周以内达到顶峰，此后这一速度将明显变缓。Klerk 等^[14]发现骨块的吸收回纳发生在受伤后的 1

年之内，在此后椎管内的骨块几乎没有变化。许多学者对椎管内占位骨块吸收回纳、椎管重塑进行了相关研究，但对于这一过程的发生机制仍然不明确。有研究^[6,15]发现椎管内骨块的吸收回纳与硬膜囊内的脊髓跳动及椎体前方的静脉丛滋养有很大关系，这两个因素对突入椎管内的骨块及其周围环境的作用可促进骨块的愈合以及进一步的椎管重塑。笔者认为椎管内骨块吸收回纳的过程与四肢骨折骨愈合的过程相似，与椎体相距越近、与原解剖结构越相似的骨块越容易吸收回纳。在临床工作中，我们常常会遇到一种特殊的椎管内骨块——“翻转骨块”，这种骨块的吸收回纳普遍被认为较为困难。

在对于置钉方式这一相关因素的多元回归分析后发现，经皮置钉与经肌间隙置钉这两种置钉方式对于椎管内骨块的吸收回纳并无统计学差异。与传统后路切开置钉方式相比，微创置钉方式

在手术切口小、出血量少、术后康复锻炼早等方面具有一定优势,可以作为无脊髓神经损伤的胸腰椎爆裂骨折的一个不错的手术选择。本次研究只对经皮置钉与经肌间隙置钉这两种置钉方式进行了分析,并未对伤椎是否置钉、伤椎置钉的内倾角度等其他置钉因素进行深入分析。目前对于胸腰椎爆裂骨折的相关研究在手术是否进行融合、伤椎是否置钉以及固定节段等手术相关问题上仍未得到统一,我们希望在进一步的研究中能够深入分析置钉方式的更多细节问题对于椎管内骨块吸收回纳、椎管重塑过程的相关性。

本次研究的一个不足之处是没有设立对照组,即没有设立非手术治疗组作为对照。在接下来的研究中,我们将对比非手术治疗组与经后路撑开复位间接减压组之间有无差异。通过对于两组对照组的分析,可以更加全面、准确地分析椎管内骨块占位的吸收回纳与椎管重塑的相关因素。本次研究设立的再吸收率为术后 6 个月较术后骨块体积的变化与术后椎管内骨块体积之比,接下来我们将继续对病例进行随访,研究患者术后 1 年甚至更长时间的椎管内骨块体积变化以及其相关影响因素,以对比术后更长时间的结果是否与本次一致。对于影响椎管内骨块吸收回纳以及椎管重塑的相关因素较多,我们将继续对其他相关因素进行分析,力求发现或证实其他具有统计学意义的相关因素以对临床工作进行指导。

4 小结

在进行后路撑开复位、间接减压的手术中,椎体前缘压缩比率的恢复与术后椎管内占位骨块的复位率、再吸收率均有明显相关性。因此,在进行撑开复位过程中应更加注意对于椎体前缘压缩比率的恢复,这样可以获得更好的骨块复位及椎管重塑。

5 参考文献

1. Zhao X, Fang XQ, Zhao FD, et al. Traumatic canal stenosis should not be an indication for surgical decompression in thoracolumbar burst fracture[J]. Med Hypotheses, 2010, 75(6): 550-552.
2. 李盛华, 张绍文, 樊成虎, 等. 1005 例胸腰椎骨折住院患者流

行病学特征分析[J]. 西部中医药, 2014, 27(5): 70-73.

3. Denis F. The three column spine and its significance in the classification of acute thoracolumbar spinal injuries [J]. Spine (Phila Pa 1976), 1983, 8(8): 817-831.
4. Tang P, Long A, Tao S, et al. Analysis of the independent risk factors of neurologic deficit after thoracolumbar burst fracture[J]. J Orthop Surg Res, 2016, 11(1): 128.
5. 成茂华, 郑祖根, 张彩元, 等. 胸腰段骨折椎管内骨折块与脊髓损伤的关系[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2001, 11(5): 275-277.
6. Miyashita T, Ataka H, Tanno T. Clinical results of posterior stabilization without decompression for thoracolumbar burst fractures: is decompression necessary? [J]. Neurosurg Rev, 2012, 35(3): 447-454.
7. Mohanty SP, Bhat SN, Ishwara-Keerthi C. The effect of posterior instrumentation of the spine on canal dimensions and neurological recovery in thoracolumbar and lumbar burst fractures[J]. Musculoskelet Surg, 2011, 95(2): 101-106.
8. Yang H, Shi JH, Ebraheim M, et al. Outcome of thoracolumbar burst fractures treated with indirect reduction and fixation without fusion[J]. Eur Spine J, 2011, 20(3): 380-386.
9. Vaccaro AR, Oner C, Kepler CK, et al. AOSpine thoracolumbar spine injury classification system: fracture description, neurological status, and key modifiers[J]. Spine, 2013, 38(23): 2028-2037.
10. Moon YJ, Lee KB. Relationship between clinical outcomes and spontaneous canal remodeling in thoracolumbar burst fracture[J]. World Neurosurgery, 2016, 89(1): 58-64.
11. Alanay A, Acaroğlu E, Yazici M, et al. The effect of transpedicular intracorporeal grafting in the treatment of thoracolumbar burst fractures on canal remodeling[J]. Eur Spine J, 2001, 10(6): 512-516.
12. Wessberg P, Wang Y, Irstam L, et al. The effect of surgery and remodelling on spinal canal measurements after thoracolumbar burst fractures[J]. Eur Spine J, 2001, 10(1): 55-63.
13. Peng Y, Zhang L, Shi T, et al. Relationship between fracture-relevant parameters of thoracolumbar burst fractures and the reduction of intra-canal fracture fragment [J]. J Orthop Surg Res, 2015, 10: 131. doi: 10.1186/s13018-015-0260-2.
14. de Klerk LW, Fontijne WP, Stijnen T, et al. Spontaneous remodeling of the spinal canal after conservative management of thoracolumbar burst fractures [J]. Spine (Phila Pa 1976), 1998, 23(9): 1057-1060.
15. Sjöström L, Jacobsson O, Karlström G, et al. Spinal canal remodelling after stabilization of thoracolumbar burst fractures[J]. Eur Spine J, 1994, 3(6): 312-317.

(收稿日期:2018-01-10 修回日期:2018-03-07)

(英文编审 郑国权/贾丹彤)

(本文编辑 彭向峰)