

胸腰椎爆裂骨折术后椎体“空壳”体积变化的相关因素分析

宋正东, 宋文慧, 刘昌文, 梁凯恒, 吴文斌, 刘义伟, 苏学渊

(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体“空壳”体积变化与临床因素之间的关系。**方法:**本研究共纳入 2016 年 1 月~2018 年 1 月我科收治的 52 例胸腰椎单节段爆裂骨折行后路撑开复位间接减压内固定术后出现“空壳”现象的患者。所有患者均拍摄术前、术后 3d 内及术后 6 个月时的 CT-三维重建影像学资料,通过收集临床及影像学资料计算各时期的“空壳”体积。将术后 6 个月较术后即刻椎管内骨块体积的变化与术后即刻骨块体积之比称为再吸收率,将术后 6 个月较术后即刻椎体“空壳”体积的变化与术后即刻“空壳”体积之比称为体积变化率。可能影响椎体“空壳”体积变化率的因素包括:年龄、性别、骨折节段、骨折类型、术前椎体压缩率、术后椎管内骨块的再吸收率、术后椎体前缘高度的恢复率、Cobb 角的恢复率。通过单因素和多因素分析研究体积变化率与上述相关因素之间的关系。**结果:**术后椎体“空壳”的体积变化率与年龄、性别、BMI、吸烟、骨折节段、骨折类型、Cobb 角的恢复率、有无椎间盘损伤无相关性($P>0.05$)。单因素分析结果中显示患者术前椎体压缩率、术后椎管内骨块的再吸收率、术后椎体前缘高度的恢复率与术后椎体“空壳”的体积变化率均有明显相关性($P<0.05$),多因素分析中结果显示术前椎体压缩率($t=-2.47$)、术后椎管内骨块的再吸收率($t=5.06$)是影响术后椎体“空壳”体积变化率的主要因素,术前椎体压缩率对术后椎体“空壳”体积变化率有负向影响,术后椎管内骨块的再吸收率对术后椎体“空壳”体积变化率有正向影响($P<0.05$)。**结论:**胸腰椎爆裂骨折行后路撑开复位、间接减压内固定术后出现的椎体“空壳”体积变化受多种因素影响,其中术前椎体压缩率、术后椎管内骨块的再吸收率是其主要影响因素。

【关键词】 胸腰椎爆裂骨折;“空壳”现象;再吸收率;相关因素

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2018.11.08

中图分类号:R682.3 文献标识码 A 文章编号:1004-406X(2018)-11-1011-09

Relationship between clinical factors and the volume change of vertebral "shell" after thoracolumbar burst fractures after surgery/SONG Zhengdong, SONG Wenhui, LIU Changwen, et al/Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2018, 28(11): 1011-1019

【Abstract】 Objectives: To analyze the relationship between the volume change of vertebral "shell" and clinical factors after posterior distraction and indirect decompression of thoracolumbar burst fractures. **Methods:** Totally 52 patients with thoracolumbar single-segment burst fractures undergoing open reduction and indirect decompression and internal fixation in our department from January 2016 to January 2018 were reviewed. CT- three dimensional reconstruction was performed on these patients before surgery, within 3 days after surgery, and at 6 months after surgery. The volume of vertebral "shell" was calculated by 3D-CT images. The ratio of the volume of bone fragments at 6 months after surgery to those immediately after the surgery was called resorption rate. The ratio of the volume change of vertebral "shell" at 6 months after surgery to that immediately after surgery was called the rate of volume change. Possible factors affecting the rate of volume change of vertebral "shell" included age, gender, location, fracture segment, fracture type, preoperative compression rate of vertebra, resorption rate, recovery rate of the anterior height of vertebral body after operation and recovery rate of Cobb angle. Single factor and multi-factor logistic analysis were used to study the correlation between these factors and the rate of volume change of vertebral "shell". **Results:** The

第一作者简介:男(1992-),硕士在读,研究方向:脊柱外科

电话:(0351)3365103 E-mail:1095705239@qq.com

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

rate of volume change of vertebral "shell" had no correlation with age, gender, BMI, smoking, intervertebral disc injury location, fracture type, recovery rate of Cobb angle ($P>0.05$). Single factor analysis showed that the rate of volume change of vertebral "shell" was significantly correlated with preoperative compression rate of vertebral body, resorption rate and recovery rate of the anterior height of vertebral body after operation ($P<0.05$). Multi-factor analysis showed that preoperative compression rate ($t=-2.47$) of vertebral body and resorption rate ($t=5.06$) were the main influencing factors of the rate of volume change of vertebral "shell". Preoperative compression rate of vertebral body had a negative influence on the rate of volume change of vertebral "shell" while the resorption rate had a positive effect on the rate of volume change of vertebral "shell" ($P<0.05$).

Conclusions: The volume change of vertebral "shell" after thoracolumbar burst fracture with open reduction, indirect decompression and internal fixation is influenced by many factors. The preoperative compression rate of vertebral body and resorption rate are the main influencing factors.

[Key words] Thoracolumbar burst fractures; "Shell" phenomenon; Resorption rate; Influencing factor

[Author's address] Department of Orthopedics, Second Hospital of Shanxi Medical University, Taiyuan, 030000, China

胸腰椎骨折是脊柱外科常见的损伤,而胸腰椎骨折主要集中于胸腰段,一般指 T11~L2 节段脊椎,此段因其是脊柱两个生理弯曲交汇的地方,应力集中之处^[1],使其成为脊柱骨折易发生的部位。对于胸腰椎爆裂骨折的治疗目前国内外最常用的方式是后路撑开复位、间接减压椎弓根螺钉固定^[2],伴有脊髓压迫,神经症状的采用后路椎板减压,为增强稳定性采取椎间或椎板、关节突、横突植骨^[3]。在临床工作中发现,对于没有脊髓神经损伤症状的患者行单纯撑开复位、间接减压内固定术后,因骨折后椎体内骨小梁支架结构受到破坏,在撑开复位后虽然椎体外形得到一定恢复,但由于骨小梁被挤压破坏,不能完全恢复,易出现腔隙或骨缺损区,即“空壳”现象^[4,5]。椎体“空壳”易导致后期内固定松动、断裂,椎体塌陷,脊柱后凸畸形加重,出现腰部慢性疼痛。而且,塌陷的伤椎不足以维持脊柱稳定性,容易出现再次骨折,甚至腰椎滑脱,造成脊髓、马尾压迫症状^[6,7]。目前国内外对椎体“空壳”现象着重于影像学研究^[8,9],影响“空壳”体积变化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“空壳”体积变化之间的关系。

1 资料与方法

1.1 一般资料

收集自 2016 年 1 月~2018 年 1 月我科收治的 52 例胸腰椎单节段爆裂骨折行后路撑开复位、间接减压内固定术后出现“空壳”现象的患者。所有患者胸腰椎骨折 AO 分型^[10]均为 A3(不完全爆

裂骨折,29 例)或 A4(完全爆裂骨折,23 例)型,神经功能 Frankel 分级^[11]均为 D 级(损伤平面以下肌肉功能部分损伤,可拄拐行走)或 E 级(深浅感觉、各肌肉运动功能良好,大小便正常)。术后影像学资料尤其是 CT-三维重建图像均可观察到椎体“空壳”。本组患者中男性 30 例,女性 22 例,年龄 24~72 岁,平均 43.87 ± 10.58 岁。体重指数 BMI 为 $17.2\sim 28.3$,平均为 22.54 ± 2.55 。骨折节段:T11 6 例,T12 14 例,L1 20 例,L2 12 例。致伤原因:高处坠落 25 例,车祸 16 例,运动摔伤 6 例,重物砸伤 5 例。神经功能分级 Frankel D 级 11 例,E 级 41 例。伤后至手术的平均时间为 5d(3~9d)。其中吸烟者 14 例,伴有相应节段椎间盘损伤者 21 例。

病例纳入标准:①受伤时长小于 2 周的单节段胸腰椎爆裂性骨折;②椎管内有占位骨块;③神经功能 Frankel 分级为 D/E 级;④行后路撑开复位、间接减压固定;⑤固定后伤椎存在骨缺损区域(空壳);⑥资料完整。排除标准:①病理性骨折及陈旧性骨折;②伴有骨质疏松的骨折;③T11~L2 椎体骨折脱位;④术后随访存在内固定松动、断裂等严重并发症;⑤伴有严重的心血管疾病、糖尿病等内科疾病;⑥影像学资料不完全。

1.2 手术方法

所有病例均行后路撑开复位、间接减压椎弓根钉内固定术,并由同一医师操作。患者麻醉满意后取俯卧位,腹部悬空,经 C-arm 透视定位伤椎位置,常规消毒铺巾。以伤椎为中心取后正中中线直切口,切开皮肤、皮下组织,切口延长至伤椎上下一个椎体,显露腰背筋膜,沿其表面向两侧剥离,

于棘突旁约 2~3cm 处切开腰背筋膜,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,保留关节囊完整性,电刀剥离显露椎弓根钉进针点;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^[12,13],C-arm 透视见螺钉位置良好后安装长度及角度适宜的连接棒,适当撑开复位后拧紧尾钉。经透视内固定位置满意、伤椎高度恢复满意,予充分止血,冲洗切口,逐层缝合。因本组患者术前均无严重神经损伤症状,术中未行椎板减压及后外侧植骨融合。根据患者全身情况术后卧床休息约 2~3 周后,可在腰背支具保护下负重活动,术后 2~3 个月逐渐去除支具。

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后 3d 内及术后 6 个月“空壳”的体积及椎管内骨块的体积。我们将术后 6 个月较术后即刻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^[14],术后 6 个月较术后即刻椎体“空壳”体积的变化与术后即刻“空壳”体积之比称为体积变化率。

可能影响术后椎体“空壳”体积变化率的相关因素有:年龄、性别、BMI、吸烟、骨折节段、骨折类型、术前椎体压缩率、术后椎管内骨块的再吸收率、术后椎体前缘高度的恢复率、Cobb 角的恢复率、有无椎间盘损伤。

1.4 测量方法

①椎体“空壳”的体积及椎管内骨块的体积: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 752 HD 宝石 CT,在窗宽 1520Hu、窗位 352Hu、层厚 2mm、机架角度 0°下测量计算骨块体积。在 PACS 系统上,测量每一轴位图像上“空壳”及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)即得出椎体“空壳”及突入椎管内骨块占位的总体积。如图 1 所示,椎体“空壳”的体积为:[83mm²(a)+68mm²(b)+61mm²(c)+55mm²(d)+33mm²(e)+46mm²(f)+75mm²(g)+64mm²(h)]×2mm=970mm³。

如图 2 所示,突入椎管内骨块的体积为:[28mm²(a)+68mm²(b)+115mm²(c)+89mm²(d)+75mm²(e)+88mm²(f)+20mm²(g)+9mm²(h)]×2mm=984mm³。

②术前伤椎的椎体压缩率与术后伤椎前缘的高度恢复率:A1 表示术前伤椎前缘高度,A2 为术后伤椎前缘高度,B 为术前伤椎上位椎体高度,C 为术前伤椎下位椎体高度(图 3)。其中伤椎原始高度 $A=(B+C)/2$ 。术前椎体压缩率= $(A-A1)/A \times 100\%$ 。术后椎体压缩率= $(A-A2)/A \times 100\%$ 。术后椎体前缘高度的恢复率= $(A2-A1)/A \times 100\%$ 。

③矢状面 Cobb 角的恢复率:术前较术后 Cobb 角的变化与术前 Cobb 角的比值;Cobb 角的测量采用 Phillips 等^[15]的方法,即伤椎上位椎体上终板线与伤椎下位椎体下终板线的延长线的夹角。

为尽量减少记录数值的误差,本次椎体“空壳”的面积、突入椎管内骨块面积、术前术后椎体前缘高度及 Cobb 角的测量均由 3 位对本项研究的设计方法及目的不知情的高年资影像科医师测量并取平均值而得出。同一病例均对其术后 3d、术后 6 个月进行椎体“空壳”及占位骨块体积的计算。

1.5 数据分析

应用 SPSS 21.0 对数据进行统计分析,计量资料符合正态分布,统计描述采用均数±标准差进行表示,不符合正态分布应用中位数(四分位数)进行表示,计数资料的统计描述采用频数、百分比进行表示,影响因素分析,首先进行单因分析,计量资料的统计分析采用 *t* 检验或方差分析、相关分析筛选出有意义的因素,进一步应用多元线性回归进行统计分析, $P<0.05$,有统计学意义。

2 结果

2.1 研究对象的一般情况

本次研究选取的 52 例病例中,术前椎体压缩率为 13.14%~73.04%,平均为 $(42.67 \pm 15.63)\%$;术后椎管内骨块的再吸收率为 37.27%~100%,平均为 $(70.87 \pm 19.06)\%$;椎体前缘高度的恢复率为 21.33%~85.71%,平均为 $(52.61 \pm 16.23)\%$;Cobb 角恢复率为 0.271~0.837,平均为 0.547 ± 0.145 ;体积变化率为 18.31%~100%,平均为 $(70.08 \pm 27.38)\%$ (图 4)。在所有的随访病例中,均没有发生椎体塌陷、内固定松动断裂及迟发性脊髓神经损伤症状。

2.2 术后椎体“空壳”体积变化率影响因素分析

2.2.1 单因素分析 经 *t* 检验、方差分析、相关分析,单因素分析结果显示:术前椎体压缩率、术后

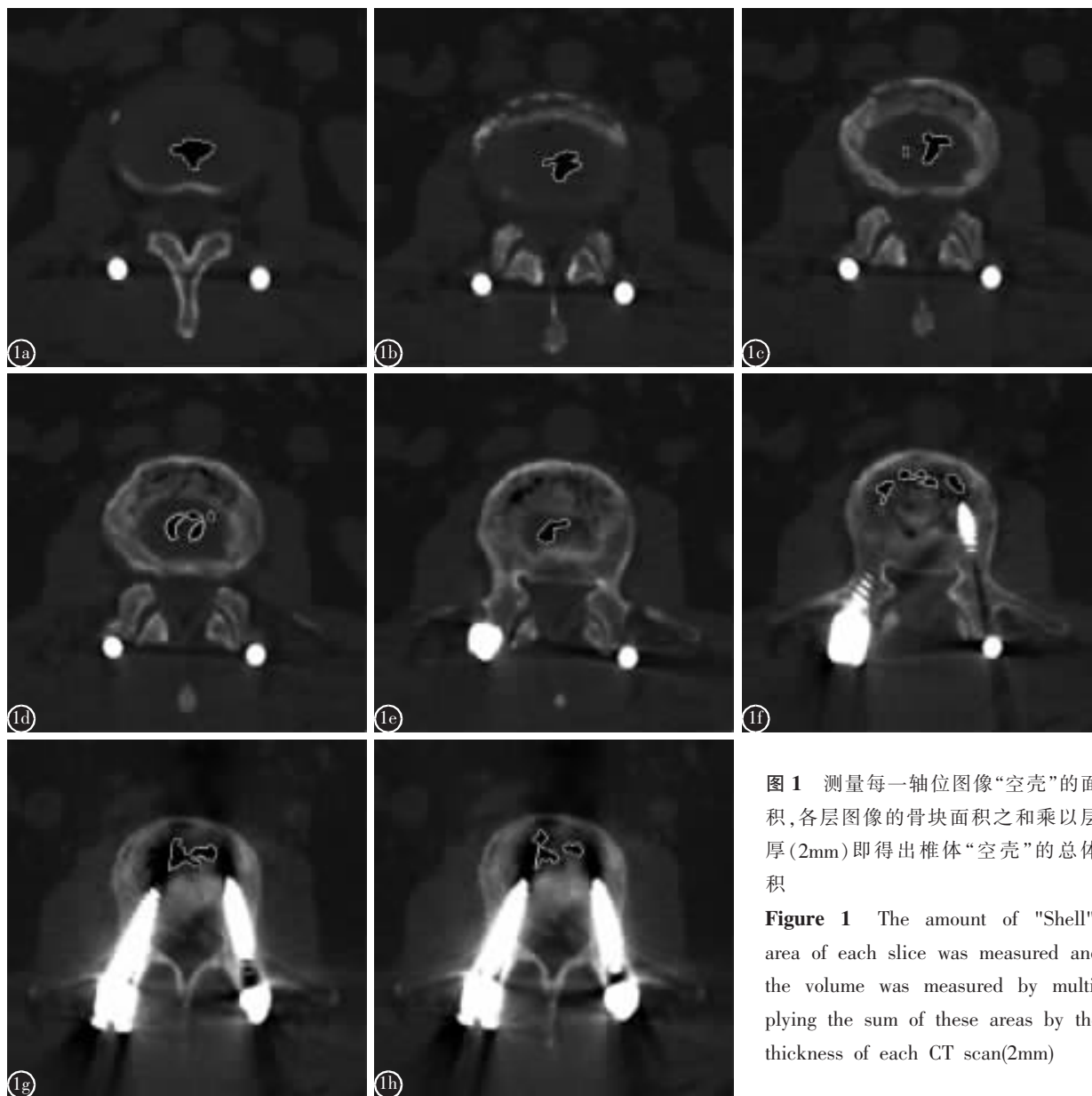


图 1 测量每一轴位图像“空壳”的面积,各层图像的骨块面积之和乘以层厚(2mm)即得出椎体“空壳”的总体积

Figure 1 The amount of "Shell" area of each slice was measured and the volume was measured by multiplying the sum of these areas by the thickness of each CT scan(2mm)

椎管内骨块的再吸收率、术后椎体前缘高度的恢复率是影响术后椎体“空壳”体积变化率的影响因素($P<0.05$,表 1、2)。

2.2.2 多因素分析 以术后椎体“空壳”体积变化率为因变量,以单因素分析有统计学意义的因素:术前椎体压缩率、再吸收率、术后椎体前缘高度的恢复率为自变量进一步进行多因素分析,应用进入法,纳入 $\alpha=0.05$,剔除 $\alpha=0.10$,结果显示,术前椎体压缩率、术后椎管内骨块的再吸收率是影响术后椎体“空壳”体积变化率的主要因素,术前椎体压缩率对术后椎体“空壳”体积变化率有负向影响,术后椎管内骨块的再吸收率对术后椎体“空壳”体积变化率有正向影响($P<0.05$,表 3)。

3 讨论

脊柱胸腰段因其解剖和力学特点,此段骨折约占脊柱骨折的 50% 以上^[16,17],其中爆裂骨折约占 15%。手术治疗的目的是恢复骨折节段的生理曲度,解除或减轻脊髓神经压迫,提高并维持脊柱稳定性,有利于神经功能和脊柱各项功能的恢复。目前后路短节段椎弓根钉内固定术治疗胸腰椎爆裂骨折是最常用的手术方法^[18],对于神经损伤轻的患者,后路间接减压内固定术应用广泛,许多研究^[19-23]肯定了其疗效。此术式操作简单且创伤较小,同时能达到充分复位且固定牢靠。

随着该术式应用逐渐广泛,临床上观察到有患者术后伤椎出现椎体骨缺损,即“空壳”现象,一

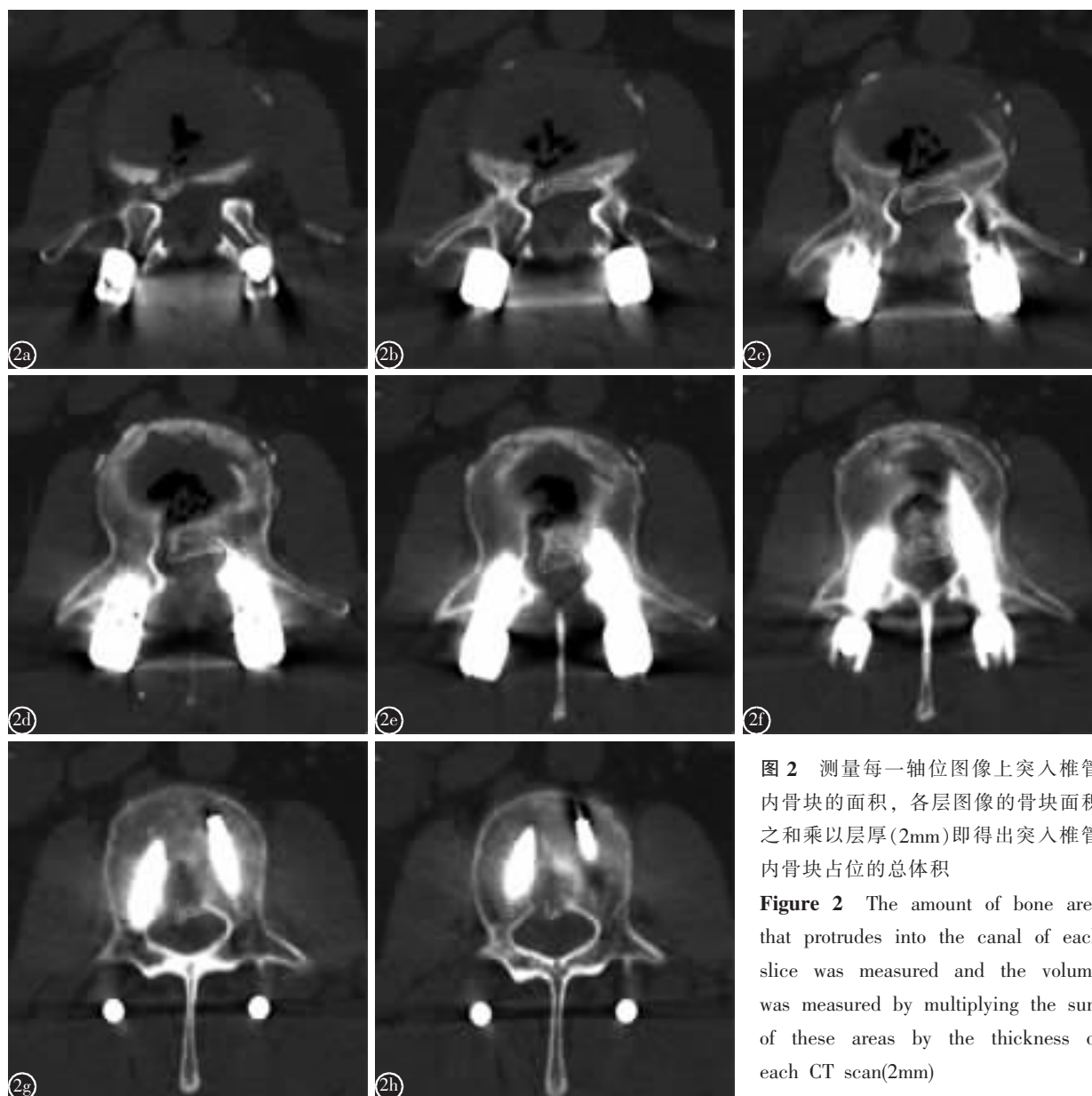


图 2 测量每一轴位图像上突入椎管内骨块的面积, 各层图像的骨块面积之和乘以层厚(2mm)即得出突入椎管内骨块占位的总体积

Figure 2 The amount of bone area that protrudes into the canal of each slice was measured and the volume was measured by multiplying the sum of these areas by the thickness of each CT scan(2mm)

些并发症随之出现,如伤椎高度丢失和终板塌陷、内固定松动、断裂等^[24,25]。通过观察发现,“空壳”现象可发生在不同的年龄、性别以及骨折类型的患者,其形态各异,缺乏规律性,但走形与其骨折线基本吻合。位置主要分布在椎体前上方,前柱靠近上终板,与既往观察结果相似^[26]。Olerud 等^[7]认为,导致术后内固定松动断裂、椎体塌陷、高度丢失的主要原因是骨折复位后伤椎遗留的骨缺损,如果术后患者正常负重活动且骨折不愈合,则会造成骨不连及假关节形成^[27]。胡海刚等^[9]认为,椎体“空壳”的体积和转归是影响椎体骨折愈合的危险因素。

目前关于椎体“空壳”的研究着重于影像学特

点,缺少对“空壳”的发生和愈合转归的研究,也缺少对“空壳”的预防治疗和填充治疗的相关研究。已有的研究发现^[28],承受应力时,椎体上终板的中央区域及髓核是薄弱区,当椎体受力骨折时,薄弱区破坏严重,髓核组织通过终板破口或穿过终板逐渐陷入椎体,形成终板塌陷、骨缺损。早在 1986 年,Daniaux 等^[29]对胸腰椎骨折采用后路椎弓根螺钉复位固定后,经椎弓根途径向伤椎内植入自体骨浆,之后伤椎植骨逐渐被推广。叶春万等^[30]对伤椎经椎弓根打压植骨,并通过生物力学实验进行研究,认为伤椎植骨提高了即刻稳定性和抗压强度,消除了椎体的“空壳”现象,远期随访椎体内骨性愈合好,椎体高度丢失减少,达到了与内固定物

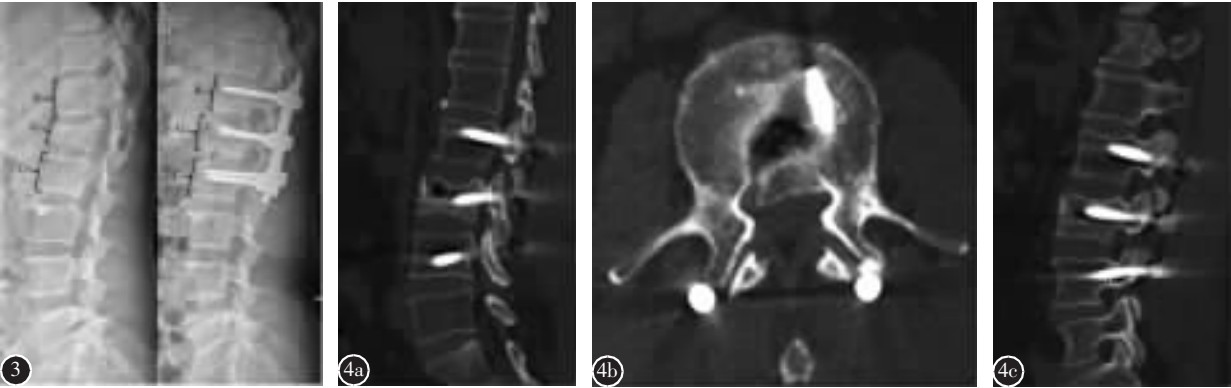


图 3 术前伤椎的椎体压缩率与术后伤椎前缘的高度恢复率测量方法:其中伤椎原始高度 $A=(B+C)/2$,术前椎体压缩率 $= (A-A_1)/A \times 100\%$;术后椎体压缩率 $= (A-A_2)/A \times 100\%$;术后椎体前缘高度的恢复率 $= (A_2-A_1)/A \times 100\%$ (A_1 表示术前伤椎前缘高度, A_2 为术后伤椎前缘高度, B 为术前伤椎上位椎体高度, C 为术前伤椎下位椎体高度) 图 4 患者女性,36 岁,L2 椎体爆裂骨折 a、b 术后即刻 CT 矢状位及轴位图像 c、d 术后 6 个月复查 CT 矢状位及轴位图像示椎体“空壳”体积变化率为 75.5%,椎管内占位骨块再吸收率为 100%

Figure 3 Preoperative vertebral compression rate and postoperative height recovery rate of the anterior margin of injured vertebrae were measured: the original height of the injured vertebra $A=(B+C)/2$, and the preoperative vertebral compression rate $= (A-A_1)/A \times 100\%$; Postoperative vertebral compression rate $= (A-A_2)/A \times 100\%$; Postoperative recovery rate of anterior vertebral height $= (A_2-A_1)/A \times 100\%$ (A_1 represents the height of the anterior margin of the injured vertebra before surgery, A_2 represents the height of the anterior margin of the injured vertebra after surgery, B represents the height of the upper vertebra before surgery, and C represents the height of the lower vertebra before surgery) Figure 4 A 36-year-old female, L2 burst fracture a Sagittal view and cross section CT scan after surgery b The rate of volume change of vertebral "shell" measured from sagittal and cross section scan 6 months after surgery was 75.5%, the resorption rate was 100%

表 1 椎体“空壳”体积变化率单因素分析(1)

Table 1 Single factor analysis of the rate of volume change of vertebral "shell"(1)

		<i>n</i>	均值(%) Mean	检验统计量 Test statistics	<i>P</i>
性别 Gender	男/Male	30	68.25±26.16	$t=-0.55$	0.58
	女/Female	22	72.56±29.99		
吸烟 Smoking	是/Yes	14	65.94±25.49	$t=-0.65$	0.52
	否/No	38	71.60±28.58		
骨折类型 Type of fracture	A3	29	68.96±28.06	$t=-0.32$	0.75
	A4	23	71.48±27.69		
	T11	6	65.61±19.14	$F=1.88$	0.15
	T12	14	74.71±28.84		
骨折节段 Location	L1	20	60.63±29.77	$t=-0.24$	0.81
	L2	12	82.65±22.18		
	是/Yes	21	68.94±26.20		
椎间盘损伤 Intervertebral disc injury location	否/No	31	70.85±28.99		

共同承载负荷的目的,减少了内固定的并发症。这也是支持伤椎内植骨的学者们选择此方法的优势。然而,有的学者则认为伤椎植骨远期随访并不

能有效防止内固定松动断裂等问题^[31]。Aono 等^[32]认为椎体前柱的“空壳”没有必要行额外填充,后期椎体高度的丢失主要是因为后期椎间盘的退变

表 2 椎体“空壳”体积变化率单因素分析(2)

Table 2 Single factor analysis of the rate of volume change of vertebral "shell" (2)

		年龄 Age	术前椎体压缩率 Preoperative compression rate of vertebral	再吸收率 Resorpti-on rate	术后椎体前缘高度恢复率 Recovery rate of the anterior height of vertebral body after operation	Cobb角恢复率 Recovery rate of Cobb angle	体重指数 BMI
体积变化率 the rate of volume change	<i>r</i>	-0.037	-0.64	0.65	0.611	-0.089	-0.019
	<i>P</i>	0.80	<0.001	<0.001	<0.001	0.53	0.90
	<i>n</i>	52	52	52	52	52	52

表 3 椎体“空壳”体积变化率的多因素分析

Table 3 Multiple factors analysis of the rate of volume change of vertebral "shell"

	非标准化系数 Unstandardized Coefficients		标准系数 Standardized Coefficients	<i>t</i>	<i>P</i>	B的 95.0% CI 95% CI of B	
	B	标准误差 Standard error				下限 Lower limit	上限 Upper limit
常量 Constant	108.59	51.69		2.10	0.041	4.66	212.52
术前椎体压缩率 Preoperative compression rate of vertebral	-1.38	0.56	-0.79	-2.47	0.017	-2.50	-0.25
再吸收率 Resorption rate	0.71	0.14	0.49	5.06	<0.001	0.43	0.99
术后椎体前缘高度恢复率 Recovery rate of the anterior height of vertebral body after operation	-0.57	0.54	-0.34	-1.05	0.30	-1.66	0.52

注: $R^2=0.62$, 调整 $R^2=0.59$, $F=25.83$, $P<0.001$ Note: $R^2=0.62$, adjusted $R^2=0.59$, $F=25.83$, $P<0.001$

引起。Knop 等^[6]认为伤椎内植骨并不能有效防止内固定松动断裂及伤椎塌陷, 并分析可能是由于植骨量不足或椎间盘空间附近区域未被有效清理。对于骨质疏松性胸腰椎骨折的治疗, 通常采用 PVP 或 PKP 治疗, 已经取得了良好的临床疗效, 远期随访疗效满意, 因此有学者在后路撑开复位内固定后, 向伤椎内注射骨水泥, 以强化椎体, 堵塞骨折复位后的空壳。Marco 等^[33]报道了 28 例经椎弓根注射磷酸钙骨水泥以加强胸腰椎爆裂性骨折的稳定性, 骨折良好复位且椎体高度恢复满意, 术后椎体“空壳”被骨水泥填充, 减少了椎弓根螺钉的应力, 从而防止内固定松动断裂、椎体塌陷。Katsumi 等^[34]也发现短节段固定加椎体成形术可明显改善脊柱疼痛, 维持生理曲度, 防止后凸畸形带来的相关并发症。

本研究结果提示术前椎体压缩率是影响“空壳”体积变化率的主要因素, 究其原因, 可能是术前椎体压缩越严重, 椎体骨折块越多越分散, 骨折线越复杂, 复位后形成的“空壳”表面积/体积比值越大, 越容易愈合。但是我们同时观察到, 椎体压缩越重, 骨小梁破坏越严重, 术中为追求充分复

位、恢复椎体高度及脊柱生理曲度, 故复位后产生的“空壳”体积越大, 虽然后期其体积变化率较高, 愈合较好, 但是相对于椎体整体体积, 愈合残存体积依然较大, 可能发生远期相关并发症风险依旧较高。术后椎管内骨块的再吸收率也是影响“空壳”体积变化的主要因素之一, 骨块吸收越明显, “空壳”体积变化率越高, 这可能是由于术后在后纵韧带整复作用下, 椎管内骨块自行吸收重塑, 重塑越明显, 椎体内“空壳”愈合越好。作者认为这可能与椎体骨折后植骨治疗原理类似, 椎管内骨块可看作为自体植骨块, 其吸收越明显, 骨折愈合越好。Miyashita 等^[19]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 周内达到顶峰, 之后这一速度将明显变缓。所以, 对前期椎管内骨块吸收回纳的观察对椎体“空壳”的愈合至关重要。有研究^[14]显示, 椎体前缘高度的恢复与术后椎管内骨块的回复密切相关, 因此, 术中因尽量恢复椎体前缘高度。通过单因素分析发现, 患者术后椎体前缘高度的恢复率也是影响“空壳”愈合的因素, 但并不是主要因素, 原因是因其与术前椎体压缩率密切相关, 虽然术中撑开复位

情况不同,但会尽可能地恢复椎体前缘的高度,压缩率越高,术后椎体前缘的高度恢复程度越大,恢复率就越高。目前对于预防椎体“空壳”的手术方式选择缺乏统一性,对于远期椎体“空壳”的处理及是否取出内固定尚未达成一致意见。结合目前相关的临床研究,我们分析总结认为,对于术前椎体压缩严重的患者,复位后的“空壳”应选择合适填充物填充,通过众多相关的研究分析发现,骨水泥是不错的填充物^[35],通过骨水泥填满骨折复位后形成的“空壳”,有效地支撑伤椎,解决“空壳”现象;对于椎体压缩程度不重的患者,可不作一期填充,建议观察随访一段时间,若椎管内骨块吸收明显,椎体“空壳”有愈合趋势,则可继续观察,根据愈合情况选择合适时间取出内固定;若椎管内骨块吸收不良,则后期椎体“空壳”可能难以愈合,建议在行内固定取出术时,根据情况选择骨水泥或自体骨、异体骨等填充物对椎体“空壳”行二期填充。

本研究存在一定的不足,比如没有设立椎体内植骨组和非手术治疗组加以对照,通过对照组的分析可更加全面准确地了解术后椎体“空壳”体积变化的相关因素。本次研究只对行后路撑开复位间接减压手术这一手术方式进行研究,并没有与其他手术方式进行对比,虽然有以上缺陷,但结果仍有一定参考价值。另外,样本量较少、随访时间较短等也对本研究造成一定局限,在接下来的工作中我们将继续对病例进行随访,研究患者术后椎体“空壳”远期及取出内固定后的体积变化及其相关影响因素,来对比结果是否和本次一致,同时,继续研究分析其他相关因素,从而对临床工作进行更加全面的指导。

4 参考文献

1. Gertzbein SD. Scoliosis research society. Multicenter spine fracture study[J]. Spine(Phila Pa 1976), 1992, 17(5): 528-540.
2. Parker JW, Lane JR, Karaikovic EE, et al. Successful short-segment instrumentation and fusion for thoracolumbar spine fractures a consecutive 41/2-year series [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2000, 25(9): 1157-1170.
3. Fu Neng-gao, Chen Xiao-fen. Clinical efficacy of pedicle screw internal fixation through posterior approach in treatment of thoracolumbar fracture [J]. J Modern Medicine & Health, 2013, 2: 207.
4. 刘团江, 郝定均, 王晓东, 等. 胸腰段骨折椎弓根钉复位固定术后骨缺损的 CT 研究[J]. 中国矫形外科杂志, 2003, 11(10): 35-37.
5. 印飞, 张绍东, 吴小涛, 等. 短节段椎弓根螺钉复位固定伤椎内植骨治疗 Denis B 型胸腰椎骨折的影像学观察[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2013, 23(4): 341-346.
6. Knop C, Fabian HF, Bastian L, et al. Late results of thoracolumbar fractures after posteroior instrumentation and transpedicular bone grafting[J]. Spine, 2001, 26(1): 88-99.
7. Olerud S, Karlström G, Sjöström L. Transpedicular fixation of thoracolumbar vertebral fractures [J]. Clin Orthop Relat Res, 1998, 227: 44-51.
8. 胡海刚, 谭伦, 林旭, 等. 胸腰椎骨折复位术后椎体“空壳现象”的相关因素分析[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2017, 27(3): 242-247.
9. 胡海刚, 林旭, 谭伦, 等. 胸腰椎骨折后路复位术后椎体“空壳”现象的影像学研究[J]. 中国修复重建外科杂志, 2017, 31(8): 976-981.
10. Vaccaro AR, Oner C, Kepler CK, et al. AO Spine thoracolumbar spine injury classification system: fracture description, neurological status, and key modifiers[J]. Spine, 2013, 38(23): 2028-2037.
11. Ditunno JF, Young W, Donovan WH, et al. The international standards booklet for neurological and functional classification of spinal cord injury[J]. Spinal Cord, 1994, 32(2): 70-80.
12. Guven O, Kocaoglu B, Bezer M, et al. The use of screw at the fracture level in the treatment of thoracolumbar burst fractures[J]. J Spinal Disord Tech, 2009, 22(6): 417-421.
13. Pellis'e F, Barastegui D, Hernandez-Fernandez A, et al. Viability and long-term survival of short-segment posterior fixation in thoracolumbar burst fractures[J]. Spine J, 2015, 15(8): 1796-1803.
14. Moon YJ, Lee KB. Relationship between clinical outcomes and spontaneous canal remodeling in thoracolumbar burst fracture[J]. World Neurosurgery, 2016, 89: 58-64.
15. Phillips FM, Ho E, Campbellhupp M, et al. Early radiographic and clinical results of balloon kyphoplasty for the treatment of osteoporotic vertebral compression fractures [J]. Spine, 2003, 28(19): 2260-2267.
16. Kim BG, Dan JM, Shin DE, et al. Treatment of thoracolumbar fracture[J]. Asian Spine J, 2015, 9(1): 133-146.
17. Wahba GM, Bhatia N, Bui CN, et al. Biomechanical evaluation of short-segment posterior instrumentation with and without crosslinks in human cadaveric unstable thoracolumbar burst fracture model[J]. Spine, 2010, 35(3): 278-285.
18. Justin S. Surgical management of thoracolumbar fractures: rationale for short fixation[J]. Seminars in Spine Surgery, 2010, 22(1): 20-32.
19. 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.

20. 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.
21. 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.
22. 吴文斌, 宋文慧, 赵卫东, 等. 胸腰椎爆裂骨折术后椎管内骨块吸收容纳的相关因素分析[J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2018, 28(3): 200-205.
23. Huilin Yang, Jin-hui Shi, Molly Ebraheim, et al. Outcome of thoracolumbar burst fractures treated with indirect reduction and fixation without fusion[J]. *Eur Spine J*, 2011, 20(4): 380-386.
24. Alanay A, Aearoglu E, Yazici M, Oznur A, Surat A. Short-segment pedicle instrumentation of thoracolumbar burst fractures: does transpedicular intracorporeal grafting prevent early failure[J]. *Spine*, 2001, 26(2): 213-217.
25. 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]. *J Spinal Disord Tech*, 2004, 17(4): 251-264.
26. 钟泽莅, 胡海刚, 林旭, 等. 测量胸腰椎骨折复位后椎体“空壳”的体积[J]. *中国组织工程研究*, 2018, 22(7): 1038-1043.
27. Pappou IP, Papadopoulos EC, Swanson AN, et al. Osteoporotic vertebral fractures and collapse with intravertebral vacuum sign(Kümmel's disease)[J]. *Orthopedics*, 2008, 31(1): 61-66.
28. 赵小丹, 刘浩, 龚民, 等. 胸腰椎爆裂骨折上下位椎间盘软骨终板的分子病理改变[J]. *中国组织工程研究与临床康复*, 2008, 37: 7215-7218.
29. Daniaux H. Transpedicular repositioning and spongionoplasty in fractures of the vertebral bodies of the lower thoracic and lumbar spine [J]. *Unfallchirurg*, 1986, 89(5): 197-213.
30. 叶春万, 朱敏, 甘业春, 等. 计算骨丧失量经椎弓根打压植骨治疗胸腰椎压缩性骨折的生物力学研究与临床应用[J]. *中国骨与关节损伤杂志*, 2011, 26(5): 394-397.
31. Xu G, Fu X, Du C, et al. Biomechanical effects of vertebroplasty on thoracolumbar burst fracture with transpedicular fixation: a finite element model analysis[J]. *Orthop Traumatol Surg Res*, 2014, 100(4): 379-383.
32. Aono H, Tobimatsu H, Ariga K, et al. Surgical outcomes of temporary short-segment instrumentation without augmentation for thoracolumbar burst fractures [J]. *Injury*, 2016, 47(6): 1337-1344.
33. Marco RA, Meyer BC, Kushwaha VP. Thoracolumbar burst fractures treated with posterior decompression and pedicle screw instrumentation supplemented with balloon-assisted vertebroplasty and calcium phosphate reconstruction. Surgical technique[J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2010, 92(Suppl 1 Pt 1): 67-76.
34. Katsumi K, Hirano T, Watanabe K, et al. Surgical treatment for osteoporotic thoracolumbar vertebral collapse using vertebroplasty with posterior spinal fusion: a prospective multicenter study[J]. *Int Orthop*, 2016, 40(11): 1-7.
35. Kao FC, Hsieh MK, Yu CW, et al. Additional vertebral augmentation with posterior instrumentation for unstable thoracolumbar burst fractures[J]. *Injury*, 2017, 48(8): 1806-1812.

(收稿日期:2018-08-28 修回日期:2018-11-04)

(英文编审 郑国权/贾丹彤)

(本文编辑 彭向峰)

(上接第 1010 页)

- of lumbar spine arthrodesis in patients in their ninth decade [J]. *Spine*, 2006, 31(1): 99-103.
15. Endres S. Instrumented posterolateral fusion-clinical and functional outcome in elderly patients[J]. *Ger Med Sci*, 2011, 9: Doc09.
16. Jakola AS, Sørli A, Gulati S, et al. Clinical outcomes and safety assessment in elderly patients undergoing decompressive laminectomy for lumbar spinal stenosis: a prospective study[J]. *BMC Surg*, 2010, 10: 34.
17. Giannadakis C, Solheim O, Jakola AS, et al. Surgery for lumbar spinal stenosis in individuals aged 80 and older: a multicenter observational study[J]. *J Am Geriatr Soc*, 2016, 64(10): 2011-2018.
18. Huskisson EC. Measurement of pain[J]. *Lancet*, 1974, 2 (7889): 1127-1131.
19. Okuda S, Oda T, Miyauchi A, et al. Surgical outcomes of posterior lumbar interbody fusion in elderly patients [J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2006, 8(12): 2714-2720.
20. Arinzon ZH, Fredman B, Zohar E, et al. Surgical management of spinal stenosis: a comparison of immediate and long term outcome in two geriatric patient populations [J]. *Arch Gerontol Geriatr*, 2003, 36(3): 273-279.

(收稿日期:2018-07-23 末次修回日期:2018-10-23)

(英文编审 唐翔宇/贾丹彤)

(本文编辑 卢庆霞)