

· 临床论著 ·

复位前与复位后伤椎置钉固定胸腰椎骨折比较<sup>△</sup>

庞广兴, 刘先银\*, 汪宇, 张海滨, 周仲华, 张小骞

(南方医科大学附属东莞医院 东莞市人民医院骨科, 广东东莞 523059)

**摘要:** [目的] 比较复位棒辅助复位后伤椎置钉与常规复位前伤椎置钉短节段固定治疗 Magerl A3 型胸腰椎骨折的临床疗效。[方法] 2018 年 12 月—2020 年 6 月收住本院的 59 例 Magerl A3 型胸腰椎骨折患者随机分为两组。所有患者均接受短节段椎弓根钉固定, 其中, 32 例采用自制复位棒复位后, 再行伤椎置钉(复位置钉组); 27 例采用常规技术, 复位前伤椎置钉(常规组)。比较两组围手术期、随访和影像资料。[结果] 两组患者均顺利完成手术, 无严重术中并发症。两组手术时间、切口长度、术中失血量、术后引流量、下地行走时间及完全负重时间方面比较差异无统计学意义 ( $P>0.05$ )。59 例患者随访时间 12~21 个月, 平均  $(14.42\pm 2.04)$  个月。随时间推移, 两组的 VAS 及 ODI 评分均显著减少 ( $P<0.05$ ), 相应时间点, 两组间 VAS 及 ODI 评分的差异均无统计学意义 ( $P>0.05$ )。影像学方面, 与术前相比, 术后两组的伤椎前缘相对高度、后凸 Cobb 角和椎管占位率均显著改善 ( $P<0.05$ )。相应时间点, 两组间伤椎前缘相对高度和 Cobb 角的差异无统计学意义 ( $P>0.05$ ), 但复位置钉组术后 3 d 及末次随访椎管占位率改善显著优于常规组 ( $P<0.05$ )。[结论] 伤椎复位置钉与单纯置钉短节段固定治疗 Magerl A3 型胸腰椎骨折临床疗效无显著差异, 但伤椎复位置钉椎管占位的改善优于单纯置钉。

**关键词:** 胸腰椎骨折, 复位装置, 椎弓根钉固定, 伤椎置钉

**中图分类号:** R683.2      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1005-8478 (2022) 02-0135-05

**Comparison of pedicle screw placement at the fractured vertebra after and before fracture reduction for thoracolumbar fractures** // PANG Guang-xing, LIU Xian-yin, WANG Yu, ZHANG Hai-bin, ZHOU Zhong-hua, ZHANG Xiao-qian. Department of Orthopedics, Affiliated Dongguan Hospital, Southern Medical University, Dongguan 523059, China

**Abstract:** [Objective] To compare the clinical outcomes of pedicle screw placement at the injured vertebra after and before fracture reduction in posterior short-segment fixation for Magerl type A3 thoracolumbar fractures. [Methods] From December 2018 to June 2020, 59 patients who were undergoing surgical treatment for Magerl type A3 thoracolumbar fractures were randomly divided into two groups. All the patients received posterior short-segment fixation with the intermediate screws. Of them, 32 patients had the screws at injured vertebra placed after fracture reduction by using self-developed reducing rods with the upper and lower pedicle screws (the reduced group), while the remaining 27 patients had the screws placed before fracture reduction as usual (the conventional group). The documents regarding to perioperative period, follow-up and radiographs were compared between the two groups. [Results] All patients in both groups had surgical procedures completed successfully without serious intraoperative complications. There was no statistically significant difference between the two groups in terms of operation time, intraoperative blood loss, incision length, hospital stay, the time to return walking and the time to resume full-weight bearing activity ( $P>0.05$ ). All the 59 patients were followed up for 12-21 months with an average of  $(14.42\pm 2.04)$  months. Both the VAS score and the ODI score decreased significantly in both groups over time ( $P<0.05$ ), however, no significant difference was noted in the two scores at any corresponding time point between the two groups ( $P>0.05$ ). Regarding to radiographic assessment, the relative anterior vertebral height, kyphotic Cobb angle and spinal canal occupation ratio significantly improved postoperatively compared with those before operation in both groups ( $P<0.05$ ). Although there was no statistically significant difference in the relative anterior vertebral height and kyphotic Cobb angle at any matching time point ( $P>0.05$ ), the reduced group proved significantly superior to the conventional group in term of spinal canal occupation ratio at 3 days after operation and the latest follow-up ( $P<0.05$ ). [Conclusion] Both short-segment pedicle screw fixation with screws placement at the injured vertebra after or before fracture reduction achieve satisfactory and comparable clinical outcomes for Magerl type A3 thoracolumbar fractures. However, the screws placed after fracture reduction does improve spinal canal occupation better.

DOI:10.3977/j.issn.1005-8478.2022.02.08

<sup>△</sup>基金项目:广东省医学科学技术研究基金资助项目(编号:A2019267)

作者简介:庞广兴,副主任医师,医学硕士,研究方向:脊柱外科,(电话)15016952052,(电子信箱)panguagxing98@163.com

\*通信作者:刘先银,(电话)0769-28637021,(电子信箱)dgphly@126.com

**Key words:** thoracolumbar fracture, reduction device, pedicle screw fixation, screw placement at fractured vertebra

Magerl A3型胸腰椎骨折是一种累及上或下终板的椎体爆裂性骨折,骨折局部后凸畸形,向椎管爆散的骨折块可造成神经损伤<sup>[1]</sup>。Magerl A3型骨折的复位要求在恢复椎体高度及纠正后凸畸形的基础上同时改善椎管占位。经伤椎置钉的优势已得到肯定及广泛应用<sup>[2-5]</sup>,但传统伤椎置钉均在伤椎获得复位前进行,术中为避开椎体上方骨折区域大多采取头倾短螺钉置钉,Magerl A3型骨折多累及上终板椎弓根水平<sup>[6]</sup>,由于椎弓根高度的限制,头倾置钉仍难免干扰骨折区域,置入螺钉可阻挡椎管骨折块的回纳复位,同时头倾置钉对上终板的支撑作用有限,且短螺钉固定远期强度可能受到一定的影响。作者尝试探索一种伤椎复位后再置钉方式,以避免置入螺钉对椎管占位骨块复位的干扰,进一步改善椎管占位的复位效果,并可在复位后平行于伤椎上终板置入全长螺钉,以实现对上终板的可靠支撑及远期固定效果。为此本团队自研制造了特殊的复位棒,以利于复位后的伤椎置钉。本研究对2018年12月—2020年6月收住本院的Magerl A3型胸腰椎骨折患者随机分为两组,分别进行复位后伤椎置钉与复位前伤椎置钉短节段固定手术治疗,现将两种方式的治疗结果报道如下。

## 1 资料与方法

### 1.1 纳入与排除标准

纳入标准:(1) T<sub>11</sub>~L<sub>2</sub>椎体外伤性单节段骨折;(2)累及上终板的Magerl A3型骨折(图1a);(3)椎管占位骨块完整,无分离旋转(图1b);(4)伤椎双侧椎弓根结构完整;(5)无严重神经损伤,ASIA分级为D或E级;(6)受伤至手术时间<7 d。

排除标准:(1)多节段骨折;(2)伤椎椎管占位率>50%;(3)骨质疏松、肿瘤及结核等病理性骨折;(4)陈旧性骨折;(5)术后随访丢失或随访时间<12个月。

### 1.2 一般资料

2018年12月—2020年6月对本院收治的Magerl A3型胸腰椎骨折患者进行前瞻性研究。按以上标准,共59例患者纳入本研究。采用随机数字法,将患者分为两组。32例采用复位后伤椎置钉(复位置钉组),27例采用常规技术复位前伤椎置钉(常规组)。两组术前一般资料见表1,两组性别构成、年龄、损伤节段和损伤至手术时间的差异均无统计学意义( $P>0.05$ )。本研究获得东莞市人民医院医学伦理

委员会批准,批准文号(KYKT2019-044),所有患者均签署知情同意书。

表1 两组患者术前一般资料与比较

| 指标   | 复位置钉组<br>(n=32) | 常规组<br>(n=27) | P值    |
|--|-----------------|---------------|-------|
| 性别(例,男/女)  | 20/12           | 18/9          | 0.739 |
| 年龄(岁, $\bar{x} \pm s$ )  | 44.91±11.08     | 46.04±10.04   | 0.685 |
| 节段(例, T <sub>11</sub> /T <sub>12</sub> /L <sub>1</sub> /L <sub>2</sub> ) | 2/14/10/6       | 2/9/12/4      | 0.740 |
| 损伤至手术时间(d, $\bar{x} \pm s$ )   | 4.56±1.37       | 4.22±1.42     | 0.354 |

### 1.3 手术方法

手术所用内固定器械为山东威高骨科材料股份有限公司提供的SINO脊柱后路固定系统。行以伤椎为中心的后正中切口,显露伤椎以及上、下邻椎后方结构。首先于伤椎的上、下邻椎采用常规技术置入2对椎弓根钉。

复位置钉组:在上、下邻椎椎弓根钉间安装双侧复位棒,此复位棒外观呈“Ω”形(图1c)。复位棒的凹槽对面的柱状结构为把手,便于调整位置,主棒直径6.0 mm,此棒可根据伤椎局部生理弯曲作适当预弯调整。调整复位棒的中央凹槽部分对应伤椎椎弓根钉的进针点,为复位后伤椎置钉预留空间。透视下交替撑开复位棒,至伤椎复位满意。分别于伤椎两侧,经椎弓根平行于上终板,置入全长度的椎弓根钉(图1d,1e)。交替卸下复位棒,更换为正常固定棒,紧固钉-棒系统。

常规组:术中根据伤椎椎体压缩程度适当调整头倾角度并控制长度,置入双侧伤椎椎弓根钉。透视确认螺钉位置满意后,安装双侧棒,适当交替撑开钉-棒系统,进行复位,透视见伤椎复位满意后,紧固钉-棒系统。

再次透视确认骨折复位满意,内固定位置良好。冲洗切口,并留置切口引流管,逐层关闭切口。术后3 d拔除引流管,在胸腰支具保护下扶双拐下床活动。积极主动进行康复锻炼。

### 1.4 评价指标

记录围手术期资料。采用完全负重行走时间、疼痛视觉模拟评分(visual analogue scale, VAS)及Oswestry功能障碍指数(Oswestry disability index, ODI)评价临床效果。行影像学检查,测量计算伤椎前缘相对高度<sup>[7]</sup>、伤椎椎管占位率及伤椎局部Cobb角。

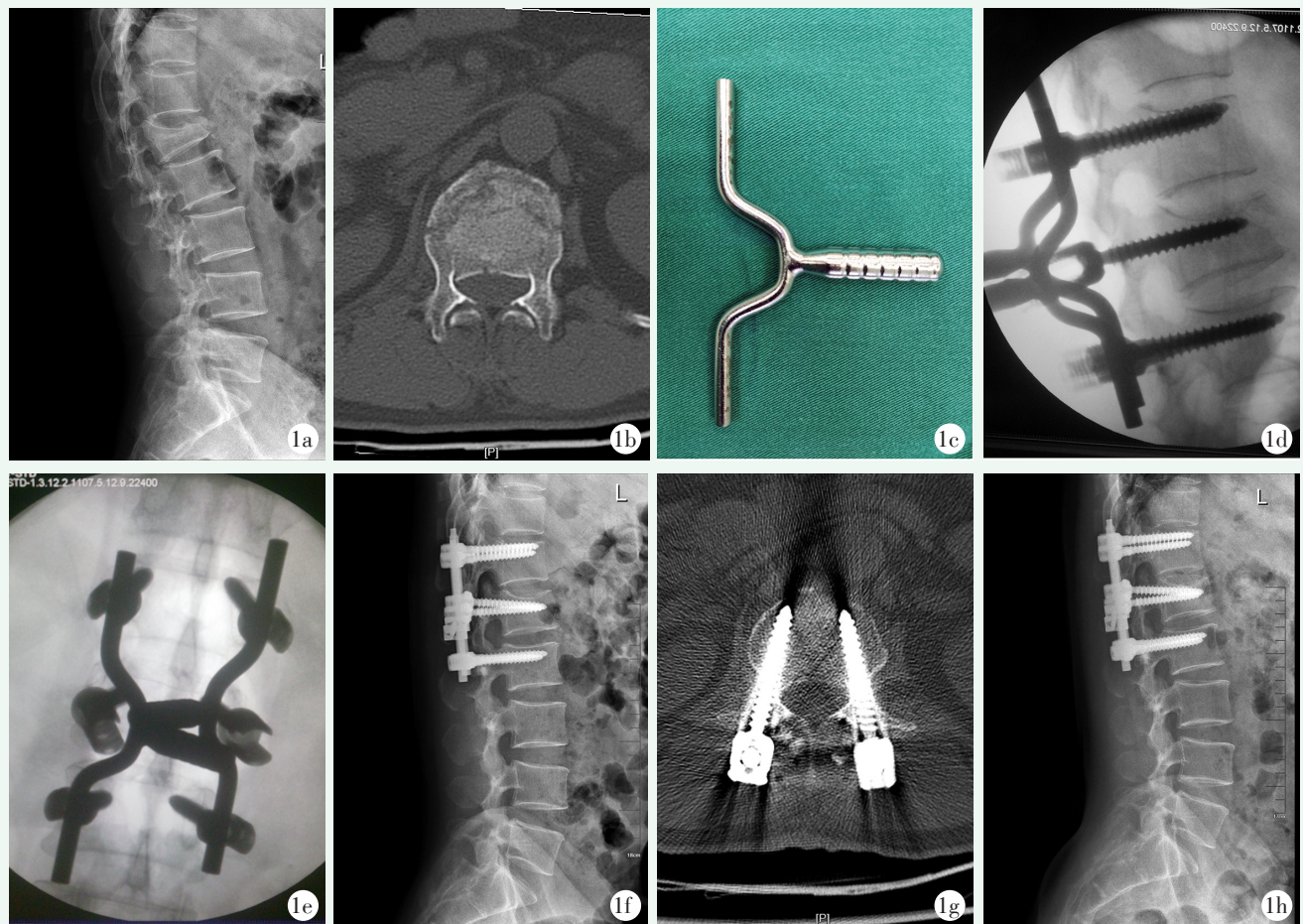


图 1 患者,男,43 岁, L<sub>1</sub> 椎体爆裂性骨折, Magerl A3 型, 行复位棒辅助复位后伤椎置钉短节段固定术 1a: 术前侧位 X 线片示 L<sub>1</sub> 爆裂骨折, 累及上终板, 局部后凸畸形 1b: 术前 CT 显示 L<sub>1</sub> 椎管占位骨块完整, 无分离旋转 1c: 自研伤椎复位棒外形 1d: 术中侧位透视, 在复位棒撑开复位后, 平行伤椎上终板置入全长椎弓根钉, 伤椎高度恢复良好, 伤椎螺钉对上终板支撑作用可靠, 局部后凸畸形纠正满意 1e: 术中正位透视, 伤椎双侧全长椎弓根钉已置入到位 1f: 术后 3 d 侧位 X 线片示伤椎高度恢复良好, 后凸纠正满意, 椎弓根钉位置良好 1g: CT 横断面扫描, 显示骨折块复位, 椎管占位显著改善 1h: 术后 12 个月侧位 X 线片示伤椎高度及后凸纠正维持良好, 骨折愈合, 内固定物无松动

### 1.5 统计学方法

应用 SPSS 22.0 统计软件进行统计学分析。计量数据以  $\bar{x} \pm s$  表示, 资料呈正态分布时, 两组间比较采用独立样本 *t* 检验, 组内时间点间比较采用单因素方差分析; 资料呈非正态分布时, 采用秩和检验。计数资料采用  $\chi^2$  检验或 Fisher 精确检验。以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 围手术期资料

两组患者均顺利完成手术。复位置钉组操作过程中未出现螺钉松动拔出情况; 5 例患者撑开复位不满意, 经调整复位棒弯度后复位满意。常规组 3 例患者因伤椎单轴螺钉头倾置钉角度过大安装连接棒困难而

改行多轴螺钉固定。两组均未发生螺钉误置及血管、神经损伤情况。

两组患者围手术期资料见表 2。两组患者手术时间、切口长度、术中失血量、术后引流量、下地行走时间及住院时间的差异均无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。两组患者中, 1 例糖尿病患者因切口愈合不良, 予以清创、控制血糖及改善营养等处理后愈合; 另 1 例因服用免疫抑制剂切口浅层感染, 予清创、负压吸引及抗感染治疗后愈合; 其余患者切口均一期愈合。两组患者围手术期均未发生呼吸道感染、泌尿系感染、下肢深静脉血栓及褥疮等卧床并发症。

### 2.2 随访结果

59 例患者均获随访, 随访时间 12~21 个月, 平均  $(14.42 \pm 2.04)$  个月。随访过程中, 2 例患者分别于术后 10 个月和 11 个月影像显示伤椎螺钉向上“切

割”征象，但未超出上终板，骨折愈合后手术取出内固定物。1 例体形消瘦患者术后 3 个月因钉尾挤压皮肤出现疼痛与局部色素沉着，嘱患者卧软垫，术后 12 个月骨折愈合后取出内固定。1 例患者因佩戴支具时间过长出现腰背痛，加强腰背肌功能锻炼 2 个月后症状缓解。

表 2 两组患者围手术期资料 ( $\bar{x} \pm s$ ) 与比较

| 指标         | 常规组<br>(n=27) | 复位置钉组<br>(n=32) | P 值   |
|------------|---------------|-----------------|-------|
| 手术时间 (min) | 105.78±11.14  | 109.72±13.50    | 0.232 |
| 切口长度 (cm)  | 13.30±0.87    | 13.16±0.95      | 0.561 |
| 术中失血量 (ml) | 190.07±21.59  | 185.75±30.87    | 0.543 |
| 术后引流量 (ml) | 117.00±29.60  | 111.84±26.42    | 0.482 |
| 下地行走时间 (d) | 5.37±1.15     | 5.50±1.37       | 0.698 |
| 住院时间 (d)   | 13.37±1.47    | 13.12±1.90      | 0.586 |

两组患者随访结果见表 3，两组患者恢复完全负重活动的时间差异无统计学意义 ( $P>0.05$ )。与术前相比，术后两组患者的 VAS 和 ODI 评分显著下降，并随术后时间推移，进一步降低 ( $P<0.05$ )。但是，相应时间点两组间 VAS 及 ODI 评分的差异无统计学意义 ( $P>0.05$ )。

表 3 两组患者随访结果 ( $\bar{x} \pm s$ ) 与比较

| 指标           | 复位置钉组<br>(n=32) | 常规组<br>(n=27) | P 值   |
|--------------|-----------------|---------------|-------|
| 完全负重活动时间 (周) | 2.56±0.84       | 2.63±0.93     | 0.771 |
| VAS 评分 (分)   |                 |               |       |
| 术前           | 7.66±0.79       | 7.52±0.75     | 0.497 |
| 术后 1 个月      | 2.34±0.55       | 2.19±0.56     | 0.257 |
| 末次随访         | 1.09±0.59       | 1.22±0.58     | 0.403 |
| P 值          | <0.001          | <0.001        |       |
| ODI 评分 (%)   |                 |               |       |
| 术前           | 84.75±4.21      | 85.26±3.60    | 0.623 |
| 术后 1 个月      | 20.56±2.70      | 21.33±2.48    | 0.262 |
| 末次随访         | 15.50±2.27      | 14.96±1.95    | 0.339 |
| P 值          | <0.001          | <0.001        |       |

### 2.3 影像评估

两组患者影像测量结果见表 4。与术前相比，两组术后 3 d 及末次随访伤椎前缘相对高度、椎管占位率及后凸 Cobb 角均显著改善 ( $P<0.05$ )；与术后 3 d 相比，末次随访两组的上述影像指标无明显变化 ( $P>0.05$ )。相同时间点，两组间伤椎前缘相对高度和 Cobb 角的差异无统计学意义 ( $P>0.05$ )，但复位置钉

组术后 3 d 及末次随访椎管占位率改善均显著优于常规组 ( $P<0.05$ )。复位置钉组典型病例影像见图 1。

表 4 两组患者影像测量结果 ( $\bar{x} \pm s$ ) 与比较

| 指标            | 复位置钉组<br>(n=32) | 常规组<br>(n=27) | P 值   |
|---------------|-----------------|---------------|-------|
| 伤椎前缘相对高度 (%)  |                 |               |       |
| 术前            | 57.42±11.22     | 60.73±10.18   | 0.244 |
| 术后 3 d        | 90.94±6.29      | 92.36±7.32    | 0.462 |
| 末次随访          | 89.18±5.97      | 90.31±6.64    | 0.492 |
| P 值           | <0.001          | <0.001        |       |
| 后凸 Cobb 角 (°) |                 |               |       |
| 术前            | 19.28±3.95      | 20.63±2.88    | 0.146 |
| 术后 3 d        | 6.09±2.37       | 6.48±3.08     | 0.587 |
| 末次随访          | 6.78±2.60       | 6.89±3.33     | 0.890 |
| P 值           | <0.001          | <0.001        |       |
| 伤椎椎管占位率 (%)   |                 |               |       |
| 术前            | 32.18±8.69      | 31.40±7.02    | 0.709 |
| 术后 3 d        | 15.15±5.07      | 18.33±5.20    | 0.021 |
| 末次随访          | 13.36±4.83      | 16.66±4.99    | 0.013 |
| P 值           | <0.001          | <0.001        |       |

### 3 讨论

由于手术入路相同，同样是经伤椎置钉短节段固定，复位置钉组与常规组在手术时间、术中出血量、切口长度和住院时间方面无显著差异，术后随访 VAS 及 ODI 评分比较也无统计学意义。影像学方面，两组伤椎前缘高度及局部后凸角改善比较亦无显著性差异，这可能是由于两组在伤椎复位操作过程中同样运用了撑开及上棒后伤椎螺钉的“锚定”与“推顶”作用<sup>[8,9]</sup>，但在伤椎椎管占位复位方面，复位置钉组的复位效果显著优于常规组。

笔者认为这种伤椎复位置钉方式的创新性在于基于伤椎复位的螺钉置入，其优势有以下三点：(1) 能更有效改善椎管占位。Magerl A3 型骨折椎管占位骨折块常常位于椎弓根水平<sup>[6]</sup>，临床上由于椎弓根宽度与高度的限制，传统单纯伤椎置钉尽管增加头倾角度仍难以避免对骨折区域的干扰，此时双侧椎弓根螺钉的外展角度使其钉体部分在椎体内形成的夹角就像一道“闸门”阻挡椎管占位骨折块的回纳。器械辅助下伤椎复位置钉在椎管占位骨折块获得复位后进行螺钉置入，能降低置入螺钉对椎管骨折块回纳复位的影响，取得更好的椎管占位复位效果；(2) 器械辅助伤椎复位后平行上终板的长螺钉固定对上终板塌陷的复

位作用更显著,而且对于终板复位维持作用比传统远离上终板的头倾置钉更优良<sup>[10]</sup>,良好的终板复位对促进终板骨折愈合,降低远期椎间盘退变及椎间隙高度丢失的发生率都有积极的意义<sup>[11]</sup>,Müller及Lee等<sup>[12,13]</sup>认为椎间盘的退变及高度丢失是胸腰椎骨折远期后凸畸形加重的重要因素。由于椎间盘的退变及椎间隙塌陷是一个长期的过程,本组病例随访观察时间尚短,暂未发现两组术后 Cobb 角变化存在差异;(3)平行上终板的置钉由于螺钉经过椎体骨折区域,此时螺钉的“占位”效应会起到“夯实”局部骨质减少椎体内骨质缺损产生的蛋壳效应<sup>[14]</sup>,这可能对椎体骨折愈合及降低远期伤椎高度丢失具有积极的意义。

笔者认为辅助复位伤椎置钉应注意以下事项:可根据伤椎局部生理弯曲调整复位装置连接棒弧度,以获得更好的复位效果;安装复位装置时应使连接棒“凹槽”尽可能对应伤椎置钉的进钉点位置,以免阻挡伤椎螺钉的置入;平行上终板置钉经过椎体骨折区域,注意避免开路椎落空及超越椎体前壁损伤前方结构;因钉道通过椎体骨折区域,通过探针探测确定螺钉长度可能不可靠,可通过术前 CT 测量确定螺钉长度;安装内固定系统连接棒时应交替卸下复位装置,以免伤椎复位丢失。

笔者自研的有利于复位后伤椎置钉的特殊复位棒,制造工艺及工作原理并不复杂,更值得探讨的是这种基于伤椎复位的置钉理念,初步研究证实了其对于伤椎椎管占位复位存在的优势,下一步将纳入神经功能分级更低级的患者以探讨这种置钉方式对神经功能恢复的影响。在手术入路方面,若这种手术方式相对成熟后亦可改为更微创的椎旁肌入路或经椎弓根钉固定方式<sup>[15-17]</sup>。因本研究随访观察的时间尚短,这种置钉方式对于减轻骨折节段椎间盘退变、椎间隙高度丢失及后凸畸形加重等方面是否有意义还需要更长远的随访观察。总之,这种置钉方式可能还存在许多需要改进的地方,其相对于传统单纯伤椎置钉的优势也有待于进一步观察。

#### 参考文献

- [1] Magerl F, Aebi M, Gertzbein SD, et al. A comprehensive classification of thoracic and lumbar injuries [J]. *Eur Spine J*, 1994, 3 (4): 184-201.
- [2] Shen WJ, Liu TJ, Shen YS. Nonoperative treatment versus posterior fixation for thoracolumbar junction burst fractures without neurologic deficit [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2001, 26 (9): 1038-1045.
- [3] 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.
- [4] 吴卫平, 楼列名, 史永振, 等. 经骨折椎弓根直接复位固定治疗胸腰椎爆裂性骨折 [J]. *中华创伤骨科杂志*, 2006, 8 (9): 838-842.
- [5] Dick JC, Jones MP, Zdeblick TA, et al. A biomechanical comparison evaluating the use of intermediate screws and cross-linkage in lumbar pedicle fixation [J]. *J Spinal Disord*, 1994, 7 (5): 402-407.
- [6] 王雷, 夏天, 田纪伟, 等. 后路短节段固定联合伤椎置钉治疗胸腰段单椎体骨折 [J]. *中华医学杂志*, 2010, 90 (13): 886-889.
- [7] 丁旭明, 赵智. 通过上下相邻椎体高度测量计算病椎原始高度的可靠性 [J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2010, 20 (6): 522-523.
- [8] Mahar A, Kim C, Wedemeyer M, et al. Short-segment fixation of lumbar burst fractures using pedicle fixation at the level of the fracture [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2007, 32 (14): 1503-1507.
- [9] McDonnell M, Shah KN, Paller DJ, et al. Biomechanical analysis of pedicle screw fixation for thoracolumbar burst fractures [J]. *Orthopedics*, 2016, 39 (3): e514-518.
- [10] 廖旭昱, 马维虎, 刘观焱, 等. 伤椎螺钉的空间位置对 AO 分型 A 型胸腰椎骨折椎体高度的影响分析 [J]. *中华创伤骨科杂志*, 2021, 23 (7): 564-570.
- [11] Choi W, Song S, Chae S, et al. Comparison of the extent of degeneration among the normal disc, immobilized disc, and immobilized disc with an endplate fracture [J]. *Clin Orthop Surg*, 2017, 9 (2): 193-199.
- [12] Müller U, Berlemann U, Sledge J, et al. Treatment of thoracolumbar burst fractures without neurologic deficit by indirect reduction and posterior instrumentation: bisegmental stabilization with monosegmental fusion [J]. *Eur Spine J*, 1999, 8 (4): 284-289.
- [13] Lee KY, Kim MW, Seok SY, et al. The relationship between superior disc-endplate complex injury and correction loss in young adult patients with thoracolumbar stable burst fracture [J]. *Clin Orthop Surg*, 2017, 9 (4): 465-471.
- [14] 朱立帆, 曾金才, 朱晓东, 等. 胸腰椎骨折三种不同内固定方式的疗效比较 [J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2016, 26 (10): 893-898.
- [15] 白长双, 王法佳, 戴尚轶, 等. 经皮与开放椎弓根钉固定胸腰椎骨折的比较 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2020, 28 (12): 1098-1103.
- [16] Stevens KJ, Spenciner DB, Griffiths KL, et al. Comparison of minimally invasive and conventional open posterolateral lumbar fusion using magnetic resonance imaging and retraction pressure studies [J]. *J Spinal Disord Tech*, 2006, 19 (2): 77-86.
- [17] 周英杰, 孟宪杰. 微创经椎弓根螺钉内固定治疗胸腰椎骨折的研究进展 [J]. *中华创伤杂志*, 2016, 32 (5): 464-468.

(收稿:2021-05-01 修回:2021-10-08)

(同行评议专家: 杨建东)

(本文编辑: 闫承杰)