

# 经皮椎弓根螺钉内固定术治疗胸腰椎骨折的临床研究

李驰<sup>1</sup> 郭中华<sup>1</sup> 原野<sup>1</sup>

**[摘要]** **目的:**比较经皮椎弓根螺钉内固定术(PPSIF)与后路切开复位椎弓根螺钉内固定术治疗胸腰椎骨折的治疗效果,探讨 PPSIF 治疗胸腰椎骨折的临床价值。**方法:**回顾性研究 2012 年 1 月至 2016 年 2 月在本院手术治疗的资料完整的胸腰椎骨折患者共 130 例,将患者分为研究组(采用 PPSIF 治疗)和对照组(采用开放手术治疗),比较两组患者手术情况、术前、术后第 5 天、术后 6 个月的后凸 Cobb 角、椎体前缘高度值、Oswestry 功能障碍指数评分(ODI 指数)、疼痛评分(VAS)等指标,MRI 检查观察手术前后手术区域炎症水肿体积。**结果:**两组患者的手术时间差异无统计学意义( $P>0.05$ );对照组术中 X 线检查次数低于研究组( $P<0.05$ );术中出血量、伤口引流量、下床时间均大于研究组( $P<0.05$ )。两组术后后凸 Cobb 角及后凸 Cobb 角丢失比较均无统计学意义( $P>0.05$ )。两组椎体前缘高度值比较差异均无统计学意义( $P>0.05$ )。对照组术后第 1 天,第 3 天的 VAS 高于研究组,差异有统计学意义( $P<0.05$ ),术后第 5 天和术后 6 个月对照组 VAS 高于研究组,差异有统计学意义( $P>0.05$ )。两组术前 ODI 指数差异无统计学意义( $P>0.05$ ),术后 1 个月对照组 ODI 指数高于研究组,差异有统计学意义( $P<0.05$ ),术后 6 个月两组 ODI 指数差异无统计学意义( $P>0.05$ )。术前两组炎症水肿区域体积差异无统计学意义( $P>0.05$ ),术后对照组炎症水肿区域体积大于研究组,差异有统计学意义( $P<0.05$ )。对照组围手术期并发症总发生率为 6.90%,研究组围手术期无并发症发生;随访中对照组 9 例患者有腰背部疼痛(15.52%),研究组 1 例有腰背部疼痛(1.72%),两组并发症发生率比较差异有统计学意义( $P<0.05$ )。**结论:**PPSIF 治疗胸腰椎单节段骨折严格把握适应证可获得与开放手术相似的治疗效果,且术中创伤小、安全性高、术后并发症少。

**[关键词]** 经皮椎弓根螺钉内固定术;胸腰椎骨折;脊柱微创

**[中图分类号]** R683.2 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1005-0205(2017)08-0039-05

## The Clinical Study of Treating Thoracolumbar Fractures with Percutaneous Pedicle Screw Internal Fixation

LI Chi<sup>1</sup> GUO Zhonghua<sup>1</sup> YUAN Ye<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Orthopaedics, Dongxihu District People's Hospital of Wuhan, Wuhan 430040, China.

**Abstract Objective:** To compare the clinical effects of percutaneous pedicle screw internal fixation(PPSIF) and posterior approach for open reduction and internal fixation in the treatment of thoracolumbar fracture, and to evaluate the clinical value of PPSIF for the treatment of thoracolumbar fracture. **Methods:** We retrospectively select 130 patients who were treated in our hospital from Jan 2012 to Feb 2016. According to the treatment they received, 130 cases were divided into study group who received PPSIF treatment and control group who received open reduction and internal fixation treatment. The operation condition, the Cobb angle, vertebral height ratio, Oswestry disability index(ODI), pain score(VAS) before the operation, 5 days and 6 months after the operation were observed in all patients. MRI was used to observe the pre-and post-operative inflammatory edema of the surgery region. **Results:** The difference of operation time between the two groups was insignificant( $P>0.05$ ). Compared with study group, fluoroscopy times were fewer in control group( $P<0.05$ ) while the amount of blood loss and wound drainage were more and longer time of off-bed. ( $P<0.05$ ). There was no significant difference in postoperative Cobb angles and vertebral height ratio between the two groups( $P>0.05$ ). VAS scores were higher in the control group than in the study group at day 1 and day 3 after the operation, and the difference was statistically significant( $P<0.05$ ). VAS scores were still higher in control group than study group 5 days and 6 months after the operation, but there was no statistically significant difference ( $P>0.05$ ). Before operation, there was no significant difference in ODI index between the two groups( $P>0.05$ ).

<sup>1</sup> 湖北武汉市东西湖人民医院骨科(武汉, 430040)

One month after operation, the ODI index in control group was greater than the study group, and the difference was statistically significant ( $P < 0.05$ ). Six months after operation, there was no significant difference in ODI index between the two groups ( $P > 0.05$ ). Before operation, there was no significant difference in inflammatory edema volume between the two groups ( $P > 0.05$ ). After operation, the inflammatory edema area in control group was greater than the study group, and the difference was statistically significant ( $P < 0.05$ ). The total perioperative complication rate was 6.90% in control group, while there were no complications in the study group during the perioperative period. During the follow-up, 9 patients in the control group had lumbar back pain, with the incidence rate 15.52%, and 1 patient in the study group had lumbar back pain, with the incidence rate 1.72%. There was significant difference in the complication rate between the two groups ( $P < 0.05$ ). **Conclusion:** Percutaneous pedicle screw internal fixation can achieve similar effects as open reduction if used strictly. It has the advantages of mini-invasion, good safety and few complications.

**Keywords:** percutaneous pedicle screw fixation; thoracolumbar fractures; minimally invasive

胸腰椎骨折是最常见的脊柱损伤, 约占所有骨折类型的 5%~6%, 在脊柱骨折中占比超过 50%<sup>[1,2]</sup>. 胸腰椎骨折可导致脊柱不稳, 脊髓损伤, 对不稳定骨折手术治疗是首选, 后路切开复位椎弓根螺钉内固定术是常用的手术方法<sup>[3]</sup>. 但后路切开复位椎弓根螺钉内固定术的创伤大, 术中出血量大, 术后较长时间卧床可增加下肢深静脉血栓形成、压疮等并发症发生<sup>[4]</sup>. 在没有神经损伤的胸腰椎骨折的治疗中, 经皮椎弓根螺钉内固定(PPSIF)等微创方法得到应用, 临床研究<sup>[5,6]</sup>显示, 经皮椎弓根螺钉内固定术治疗胸腰椎骨折具有微创、出血少、恢复快等优点. 本研究中对 2012 年 1 月至 2016 年 2 月在本院住院手术治疗的 130 例胸腰椎骨折患者进行回顾性研究, 旨在进一步验证 PPSIF 在胸腰椎骨折中应用的价值, 现报告如下.

## 1 研究对象与方法

### 1.1 研究对象

回顾性研究 2012 年 1 月至 2016 年 2 月在本院住院手术治疗的胸腰椎骨折患者, 按其所接受的手术方式分为两组, 其中研究组 72 例, 对照组 58 例.

### 1.2 诊断标准

采用《AO 脊柱手册》中对“脊柱胸腰段骨折”的诊断标准: 1) 临床诊断; 2) 影像学诊断(X 线片, CT 扫描与三维重建, MRI 检查<sup>[7]</sup>).

### 1.3 纳入标准

1) 符合上述诊断标准; 2) 单节段闭合性胸腰椎骨折; 3) 无明显的神损伤症状; 4) 无合并多发伤; 5) 受伤时间  $< 7$  d; 6) 年龄  $> 18$  岁, 性别不限; 7) AO 分型为 A2~B2 型.

### 1.4 排除标准

1) 合并脊髓损伤; 2) 合并有严重的骨质疏松; 3) 病理性骨折.

### 1.5 方法

**1.5.1 治疗方法** 两组患者手术均由本科室同一组医生完成, 术前完善胸腰椎 X 线片、CT 和 MRI 检查.

对照组采用开放手术治疗, 全身麻醉, 俯卧位, 腰

部悬空, 术前采用 C 臂机定位伤椎, 以伤椎为中心做纵向切口, 分离椎旁肌, 保留棘上、棘间韧带, 暴露伤椎及上下椎体小关节, 确定椎弓根螺钉进针点, 开口、开路、球探探查、测量椎弓根钉道长度, 攻丝后拧入长度合适的椎弓根螺钉, 相同的方法拧入其余 3 枚螺钉, 连接钉棒, 撑开复位, 拧紧螺帽, C 臂机检查确认复位满意, 螺钉长度合适后冲洗创口, 间断缝合放置引流管.

研究组采用经皮椎弓根螺钉内固定术治疗, 全身麻醉, 取俯卧位, 术前 C 臂机定位, 在皮肤上标记正位相左右各 2 个椎弓根穿刺点, 首先在一侧穿刺点做 1.5 cm 切口, 依次切开皮肤、皮下及筋膜组织, 正位相穿刺点外缘 9 点处置入穿刺针, 穿刺针长度 6 cm, 在 C 臂机定位下监测穿刺导针位于椎弓根中上 1/3 处, 前方至椎体后缘 1 cm 左右, 攻丝, 通过螺钉延长杆置入空心椎弓根螺钉, 同法置入对侧螺钉, 安装测量板测量连接杆长度后置入连接杆, C 臂机监测显示钉棒位置正确, 撑开复位, 待复位满意后拧紧尾钉, 再次 C 臂机检查确认复位满意, 螺钉长度合适后冲洗切口, 缝合切口.

术后处理, 两组患者术后均常规应用抗生素 1 d, 采用保护胃黏膜药物保护胃黏膜预防应激性溃疡, 术后按常规时间 24~48 h 拔除引流装置; 对照组卧床 1~2 周, 研究组卧床 3~5 d, 然后在支具保护下下床活动.

**1.5.2 疗效评定方法** 观察两组的手术时间、术中出血量、术中 X 线检查次数、术后切口引流量、术后下床时间等.

**检查指标:** 术前、术后第 5 天、6 个月后凸 Cobb 角与椎体前缘高度值, 并观察随访术后 6 个月时椎体前缘高度值丢失情况. 术前及术后第 5 天手术区域的炎症水肿区域的体积. 患者术后拔除引流管后, 采用 1.5 T 核磁共振扫描手术区域, 观察术区炎症水肿区域的体积, 测量方法参考文献[8].

**临床疗效指标:** 1) 疼痛评分 术前、术后第 1, 3, 5 天, 术后 6 个月分别对患者进行视觉模拟评分

(VAS),划一条 10 cm 的线,0 分表示无痛,10 分表示疼痛不可忍受,患者根据疼痛状态标记位置,该位置刻度即为 VAS 评分。2)Oswestry 功能障碍指数评分<sup>[9]</sup>术前,术后 1 个月、术后 6 个月评定患者的 ODI 评分。

1.6 统计学方法

方法数据均采用 SPSS23.0 进行统计学数据处

理,计量资料采用  $\bar{x}\pm s$  表示,采用  $t$  检验,组间不同时间点采用重复测量数据的方差分析,计数资料采用  $\chi^2$  检验,检验水平  $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 一般资料

纳入研究的患者共 130 例,其基本情况见表 1。

表 1 两组患者基线资料比较

| 组别    | 例数 | 性别比<br>(男/女)   | 年龄(岁)<br>( $\bar{x}\pm s$ ) | 损伤部位(例)         |                 |                |                |
|-------|----|----------------|-----------------------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|
|       |    |                |                             | T <sub>11</sub> | T <sub>12</sub> | L <sub>1</sub> | L <sub>2</sub> |
| 研究组   | 72 | 55/17          | 35.2±16.1                   | 11              | 27              | 22             | 12             |
| 对照组   | 58 | 41/17          | 36.8±14.3                   | 12              | 20              | 17             | 9              |
| 统计检验值 |    | $\chi^2=0.736$ | $t=0.476$                   | $\chi^2=0.447$  |                 |                |                |
| P     |    | 0.412          | 0.680                       | 0.811           |                 |                |                |

| 组别    | 受伤原因(例)        |     |     | 受伤至手术<br>时间/d | Denis 分型(例)    |     | 骨折 AO 分型(例)    |    |    |
|-------|----------------|-----|-----|---------------|----------------|-----|----------------|----|----|
|       | 交通伤            | 坠落伤 | 压砸伤 |               | 压缩性            | 爆裂性 | A2             | A3 | B1 |
| 研究组   | 36             | 28  | 8   | 2.6±1.3       | 50             | 22  | 12             | 52 | 8  |
| 对照组   | 31             | 21  | 6   | 2.4±2.3       | 39             | 19  | 6              | 43 | 9  |
| 统计检验值 | $\chi^2=0.479$ |     |     | $t=0.513$     | $\chi^2=1.868$ |     | $\chi^2=1.569$ |    |    |
| P     | 0.620          |     |     | 0.897         | 0.456          |     | 0.512          |    |    |

2.2 两组手术情况比较

两组手术情况比较,见表 2。

表 2 两组患者手术情况比较( $\bar{x}\pm s$ )

| 组别  | 例数 | 手术时间(min)   | 透视次数(次)    | 术中出血量(mL)    | 伤口引流量(mL)    |
|-----|----|-------------|------------|--------------|--------------|
| 研究组 | 72 | 79.65±12.10 | 13.13±3.52 | 45.36±18.20  | 15.36±12.28  |
| 对照组 | 58 | 83.35±10.14 | 8.35±3.14  | 315.46±89.37 | 199.45±56.12 |
| t   |    | 0.673       | 2.468      | 6.160        | 6.432        |
| P   |    | 0.504       | 0.017      | <0.001       | <0.001       |

2.3 两组手术前后后凸 Cobb 角差异及术后 6 个月  
后凸 Cobb 角丢失差异比较

两组手术前后后凸 Cobb 角差异及术后 6 个月  
后凸 Cobb 角丢失差异比较,见表 3。

表 3 两组手术前后后凸 Cobb 角差异及术后 6 个月  
后凸 Cobb 角丢失差异比较( $\bar{x}\pm s$ )

| 组别  | 例数 | 术前(°)      | 术后第 5 天(°) | 术后 6 个月(°) | 术后个月 Cobb 角丢失(°) |
|-----|----|------------|------------|------------|------------------|
| 研究组 | 72 | 19.20±3.96 | 4.86±1.97  | 6.23±1.86  | 1.60±0.89        |
| 对照组 | 58 | 18.63±3.49 | 5.40±1.83  | 7.02±1.56  | 1.62±0.94        |
| t   |    | 0.763      | 0.763      | 0.618      | 0.417            |
| P   |    | 0.521      | 0.362      | 0.710      | 0.591            |

2.4 两组前及术后不同时间点椎体前缘高度比较及  
椎体前缘高度变化比较

两组前及术后不同时间点椎体前缘高度比较及椎  
体前缘高度变化比较,见表 4。

表 4 两组术前及术后不同时间点椎体前缘高度比较及椎体前缘高度变化比较( $\bar{x}\pm s$ )

| 组别  | 例数 | 术前(mm)     | 术后第 5 天(mm) | 术后 6 个月(mm) | 术后 6 个月椎体前缘高度丢失(mm) |
|-----|----|------------|-------------|-------------|---------------------|
| 研究组 | 72 | 59.63±5.93 | 96.23±4.17  | 91.67±2.73  | 4.17±1.39           |
| 对照组 | 58 | 60.37±5.62 | 94.08±4.05  | 90.52±3.17  | 3.56±1.14           |
| t   |    | 0.763      | 0.985       | 0.575       | 0.824               |
| P   |    | 0.592      | 0.632       | 0.495       | 0.397               |

2.5 手术前后 VAS 比较

手术前后 VAS 比较,见表 5。

表 5 两组手术前后 VAS 比较( $\bar{x}\pm s$ )

| 组别  | 例数 | 术前(分)     | 术后第 1 天(分) | 术后第 3 天(分) | 术后第 5 天(分) | 术后 6 个月(分) |
|-----|----|-----------|------------|------------|------------|------------|
| 研究组 | 72 | 7.63±1.19 | 3.29±1.07  | 2.73±1.29  | 1.31±1.11  | 0.98±0.61  |
| 对照组 | 58 | 7.52±1.43 | 5.02±1.42  | 3.88±1.27  | 1.43±1.24  | 1.04±0.58  |
| t   |    | 0.528     | 3.649      | 2.915      | 0.968      | 1.192      |
| P   |    | 0.619     | 0.003      | 0.017      | 0.351      | 0.275      |

2.6 两组手术前后 ODI 指数比较

两组手术前后 ODI 指数比较,见表 6.

表 6 两组术前后 ODI 指数比较( $\bar{x}\pm s$ )

| 组别       | 例数 | 术前         | 术后 1 个月    | 术后 6 个月   |
|----------|----|------------|------------|-----------|
| 研究组      | 72 | 75.9±11.87 | 47.63±7.23 | 4.67±2.01 |
| 对照组      | 58 | 74.2±10.28 | 52.44±9.19 | 4.37±1.82 |
| <i>t</i> |    | 1.134      | 2.715      | 0.169     |
| <i>P</i> |    | 0.290      | 0.019      | 0.772     |

2.7 两组手术前后炎症水肿区域体积比较

术前两组炎症水肿区域体积差异无统计学意义( $P>0.05$ ),术后对照组炎症水肿区域体积大于研究组,差异有统计学意义( $P<0.05$ )。

2.8 两组并发症发生情况比较

对照组围手术期出现切口感染 2 例,下肢深静脉血栓 2 例,总发生率为 6.90%,研究组围手术期无并发症发生,差异有统计学意义( $P<0.001$ )。疼痛(15.52%),其中 5 例需要服用止痛药物;研究组 1 例有腰背部疼痛(1.72%),不需要服用止痛药物,患者围手术期和随访中并发症发生率比较,差异有统计学意义( $P<0.01$ )。

3 讨论

压缩性骨折和爆裂性骨折是常见的胸腰椎骨折,可导致脊柱不稳,治疗的原则为及时矫正骨折畸形、缓解脊髓压迫、恢复脊柱稳定性<sup>[10]</sup>。后路切开复位椎弓根螺钉内固定可取得满意效果,但手术过程中需要广泛剥离和长时间牵拉肌肉、肌筋膜和韧带,术后可遗留背部僵硬、疼痛等后遗症,减少椎弓根螺钉内固定术中、术后并发症是临床研究的热点<sup>[11]</sup>。PPSIF 是发展迅速的胸腰椎骨折治疗方法。

PPSIF 可通过微创途径入棒,进行复位和内固定, Sextant 系统包括中空万向头椎弓根螺钉、螺钉扩张器和连接杆插入器,手术过程中将内固定系统插入深筋膜下椎旁,连接杆经皮按照弧形轨迹插入螺钉万向头,锁定螺塞将预切与预弯棒紧锁,可达到复位和内固定的目的<sup>[12]</sup>。和传统开放手术相比,PPSIF 只需要做 4 个微创切口,术中不需要大范围剥离椎旁肌,是微创手术,且其配套器械可进行有效止血操作<sup>[13]</sup>,本研究结果显示,PPSIF 组患者的手术时间、术中出血量、术后引流量等均低于对照组。在 PPSIF 术中,因手术切口小,无法暴露脊椎骨骶定位标志,因此置入椎弓根螺钉时需要多次采用 C 臂机透视帮助定位以确定椎弓根进针点,本研究结果也显示,PPSIF 组患者的 X 线透视次数高于对照组,结果说明 PPSIF 手术操作较复杂,需要进一步提高手术技巧,增加椎弓根螺钉置入时的准确性和稳定性,以避免更多的放射线辐射。结果还显示 PPSIF 患者下床时间小于对照组,其原因笔者认为传统手术需要较大范围剥离椎旁肌,对脊柱周围

软组织损伤较大,术中出血较多,导致术后患者整体生理状况及脊柱周围软组织恢复时间长,延缓了患者下床活动的时间,且因为切口大,切口需要观察及换药次数多,也增加了住院时间<sup>[14]</sup>。PPSIF 组术中椎旁肌破坏远小于开放手术,对于脊柱周围软组织干扰小,术中出血少,故术后患者可更早下床活动,恢复更快、住院时间更短。Kim 等<sup>[15]</sup>研究也显示,开放手术较微创手术患者术后 VAS 高。其原因可能也与 PPSIF 组中对软组织损伤较小有关。PPSIF 组和对照组患者术后后凸 Cobb 角改善及椎体前缘高度值改善相当<sup>[16]</sup>,差异无统计学意义,说明 PPSIF 治疗胸腰椎骨折可达到与开放手术相当的复位效果。但微创手术中因所用手术器械较多、操作较复杂、置钉过程需要反复 X 线检查和调整等因素,致手术时间多长于开放手术<sup>[17]</sup>,本研究中 PPSIF 组手术时间大于对照组,但差异无统计学意义,考虑可能与本组术者对 PPSIF 术式操作熟练程度较高,同时与 PPSIF 术式缝合手术切口的时间远较开放手术短有关。MRI 检查对软组织炎症水肿区域反应良好,通过 MRI 测量软组织炎症水肿区域体积大小,可作为创伤程度的客观指标,本研究结果显示术前两组均存在炎症水肿,且炎性水肿范围差异无统计学意义,术后研究组的水肿体积显著低于对照组,笔者也认为可能与 PPSIF 手术对患者的软组织损伤较小有关。

综上所述,本研究通过回顾既往病例,探讨 PPSIF 在胸腰椎骨折中的应用价值,结果显示,PPSIF 治疗胸腰椎骨折只要严格把握适应证可获得与开放手术相似的效果,且具有术中创伤小、安全性高、术后并发症少等优点,但 PPSIF 存在手术操作较复杂、术中放射暴露多、学习曲线陡峭等问题,应引起临床重视。

参考文献

[1] Pneumáticos SG, Karampinas PK, Triantafilopoulos G, et al. Evaluation of TLICS for thoracolumbar fractures[J]. European Spine Journal, 2016, 25(4): 1123-1127.

[2] Montshiwa TR. Injuries Associated with Thoracolumbar Fractures[J]. East African Orthopaedic Journal, 2015, 9(1): 18-20.

- 对疼痛的 VAS 评分临床研究[J]. 北京中医, 2005, 24(5):297-298.
- [3] 王乾, 朱立国, 高景华, 等. 旋提手法治疗神经根型颈椎病的疗效观察[J]. 中医正骨, 2009, 21(6):9-11.
- [4] 朱立国, 冯敏山, 毕方杉, 等. 颈椎旋转(提)手法的在体力学测量[J]. 中国康复医学杂志, 2007, 22(8):673-676.
- [5] 朱立国, 冯敏山, 魏戌, 等. 个体因素对颈椎旋提手法操作影响的在体力学研究[J]. 中国中医骨伤科杂志, 2011, 19(9):14-17.
- [6] 冯敏山, 朱立国, 魏戌, 等. 颈椎旋提手法操作轨迹的动态捕捉研究[J]. 中国康复医学杂志, 2011, 26(2):176-177.
- [7] Hurwita EL, Aker PD, Adams AH, et al. Manipulation and mobilization of the cervical spine: a systematic review of literature[J]. Spine (Phila Pa 1976), 1996, 21(15):1746-1760.
- [8] Di Fabio RP. Manipulation of the cervical spine: risks and benefits[J]. Phys Ther, 1999, 79(1):50-65.
- [9] Kapral MK, Bondy SJ. Cervical manipulation and risk of stroke[J]. CMAJ, 2001, 165(7):907-908.
- [10] Bertino RE, Talkad AV, DeSanto JR, et al. Chiropractic manipulation of the neck and cervical artery dissection[J]. Ann Intern Med, 2012, 17, 157(2):150-152.
- [11] 王辉昊, 詹红生, 张明才, 等. 手法治疗颈椎病意外事件分析与预防策略思考[J]. 中国骨伤, 2012, 25(9):730-735.
- [12] 宋志靖, 宋敏, 吴建民, 等. 《中医筋伤学》理筋手法实训教学改革实践探索[J]. 中国中医药, 2014, 12(1):78-79.
- [13] 张欣, 王之虹, 刘明军, 等. 国家精品课程《推拿手法学》实训课程体系改革的研究与实践[J]. 吉林省教育学院学报, 2012, 28(3):45-46.
- [14] 吕立江, 范炳华, 许丽, 等. 推拿手法“三位一体”实践教学探索[J]. 中医教育, 2011, 30(6):66-67.
- [15] 顾星. 中医推拿按摩手法教学测试仪的研制[J]. 按摩与导引, 2003, 19(1):50.
- [16] 张军, 韩磊, 胡磊, 等. 推拿手法培训系统的研制及应用[J]. 中国中医骨伤科杂志, 2009, 17(2):60.
- [17] 罗伟, 李珊珊, 田夫, 等. 虚拟现实技术在医疗中的应用[J]. 中华医院管理杂志, 2005, 12(6):33-35.
- [18] 石巧, 侯建霞. 虚拟现实技术在口腔诊疗操作培训中的应用[J]. 国际口腔医学杂志, 2015, 42(1):69-74.
- [19] 王丹, 罗良平. 虚拟现实技术在临床教学中的应用[J]. 医疗卫生装备, 2012, 33(7):126-127.

(收稿日期:2017-03-08)

(上接第 42 页)

- [3] Vaccaro AR, Lehman RA Jr, Hurlbert RJ, et al. A new classification of thoracolumbar injuries: the importance of injury morphology, the integrity of the posterior ligamentous complex, and neurologic status[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2005, 30(20):2325-2333.
- [4] 李志良, 杨操, 熊期, 等. Sextent 系统下微创经皮与开放椎弓根螺钉内固定术治疗胸腰椎骨折疗效比较的 Meta 分析[J]. 中国矫形外科杂志, 2014, 22(8):687-691.
- [5] 邓亚军, 张民泽, 姜棚菲. 经皮与开放椎弓根螺钉内固定治疗胸腰椎骨折 36 例对比研究[J]. 陕西医学杂志, 2015, 44(1):79-80.
- [6] 张培, 高增鑫, 吴小涛. Sextant 经皮微创脊柱内固定系统治疗胸腰椎骨折的疗效研究[J]. 中国矫形外科杂志, 2015, 23(20):1831-1835.
- [7] Max A, Vincent A, John KW. AO 脊柱手册[M]. 陈仲强, 袁文, 等译. 济南: 山东科学技术出版社, 2014:105.
- [8] 柯镇文. 经皮与开放椎弓根螺钉内固定术治疗胸腰椎骨折围手术期炎症状态变化的临床观察[D]. 武汉: 湖北中医药大学, 2015:1-50.
- [9] Firkbank JC, Pynsent PB. The Oswestry disability index[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2000, 25(22):2940-2953.
- [10] Phanab K, Raoab PJ, Mobbsab RJ. Percutaneous versus open pedicle screw fixation for treatment of thoracolumbar fractures: systematic review and meta-analysis of comparative studies[J]. Clin Neurol Neurosurg, 2015, 135:85-92.
- [11] 聂锋锋, 张英泽, 黄寿国, 等. 经皮微创椎弓根螺钉内固定与开放手术治疗胸腰椎骨折: Cobb's 角与椎体前缘高度恢复的比较[J]. 中国组织工程研究, 2014, 18(44):7094-7099.
- [12] 邹澍, 王建, 潘文琦, 等. 微创与开放经椎间孔腰椎椎间融合术组织创伤相关血清指标的比较研究[J]. 中国修复重建外科杂志, 2013, 27(8):960-964.
- [13] Wild MH, Glees M, Plieschnegger C, et al. Five-year follow-up examination after purely minimally invasive posterior stabilization of thoracolumbar fractures: a comparison of minimally invasive percutaneously and conventionally open treated patients[J]. Arch Orthop Trauma Surg, 2007, 127(5):335-343.
- [14] Merom L, Raz N, Hamud C, et al. Minimally invasive burst fracture fixation in the thoracolumbar region[J]. Orthopedics, 2009, 32(4):273-278.
- [15] Kim DY, Lee SH, Chung SK, et al. Comparison of multifidus muscle atrophy and trunk extension muscle strength: percutaneous versus open pedicle screw fixation[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2005, 30(1):123-129.
- [16] 黄小刚. 后路短节段椎弓根螺钉结合伤椎置钉复位固定治疗胸腰椎骨折[J]. 中国中医骨伤科杂志, 2014, 22(5):34-38.
- [17] 王锋. 微创与开放椎弓根螺钉内固定术治疗胸腰椎骨折的对比研究[D]. 武汉: 湖北中医药大学, 2014:1-56.

(收稿日期:2016-12-02)