

· 临床研究 ·

智能化体外充气复位联合经皮椎弓根螺钉固定治疗胸腰段爆裂型骨折

邵荣学¹, 陈宝英², 周辉¹, 潘浩¹, 乐军¹, 陈惠国¹, 杨贺杰¹, 胡庆丰¹, 全仁夫³

(1. 杭州市中医院, 浙江 杭州 310007; 2. 浙江中医药大学附属第三医院, 浙江 杭州 300005; 3. 浙江中医药大学附属江南医院, 浙江 杭州 311201)

【摘要】 目的: 评价智能化体外充气复位联合经皮椎弓根螺钉固定治疗胸腰段爆裂型骨折的临床效果。方法: 回顾性分析 2013 年 1 月至 2015 年 12 月收治的 22 例单节段胸腰段爆裂型骨折患者, 其中男 12 例, 女 10 例, 年龄 32~56(42.4±8.6) 岁。22 例患者术前均采用自行研制的智能化充气复位仪体外复位, 然后行经皮椎弓根螺钉固定治疗, 通过视觉模拟评分(VAS)、Oswestry 功能障碍指数(ODI)评分、脊柱后凸畸形角度(Cobb 角)及椎体前缘高度对患者手术前后的临床特征进行评价并观察其临床疗效。结果: 所有患者获得随访, 时间 1~2.5 年, 平均 18 个月。22 例骨折均获得愈合, 未出现椎弓根螺钉松动、移位、断裂及脊柱后凸畸形等并发症。术前、术后 1 周及末次随访腰痛 VAS 评分分别为 7.82±0.85, 3.09±0.92, 1.05±0.72; ODI 评分为 84.2±11.2, 46.3±9.0, 12.2±4.3; 后凸 Cobb 角为 (16.3±5.4)°, (3.7±2.2)°, (5.5±2.6)°; 椎体前缘高度为 (59.5±7.8)%, (86.9±6.0)%, (83.5±5.5)%。VAS 评分和 ODI 评分在术前、术后 1 周及末次随访, 两两时间比较差异有统计学意义($P<0.05$)。后凸 Cobb 角和伤椎前缘高度, 术后 1 周、末次随访与术前比较差异有统计学意义($P<0.05$), 术后 1 周和末次随访比较差异无统计学意义。结论: 智能化体外充气复位联合经皮椎弓根螺钉固定术具有复位可靠、创伤小、骨折愈合率高和并发症少等优点, 是胸腰段爆裂型骨折较好的治疗方案, 值得临床推广应用。

【关键词】 胸椎; 腰椎; 脊柱骨折; 骨牵引复位法; 椎弓根螺钉; 外科手术, 微创性

DOI: 10.3969/j.issn.1003-0034.2018.08.003

Treatment of thoracolumbar burst fractures with intelligent inflated reduction combined with percutaneous pedicle screw fixation SHAO Rong-xue, CHEN Bao-ying, ZHOU Hui*, PAN Hao, YUE Jun, CHEN Hui-guo, YANG He-jie, HU Qing-feng, and QUAN Ren-fu. Hangzhou Hospital of Traditional Chinese Medicine, Hangzhou, 310007, Zhejiang, China

ABSTRACT Objective: To evaluate the clinical outcome of intelligent inflated reduction combined with percutaneous pedicle screw fixation in treating thoracolumbar burst fractures. **Methods:** The clinical data of 22 patients with thoracolumbar burst fractures of single segment treated from January 2013 to December 2015 were retrospectively analyzed. There were 12 males and 10 females, aged from 32 to 56 years old with an average of (42.4±8.6) years. Self-made intelligent pneumatic reset instrument was applied to 22 cases under anaesthesia reduction, and then percutaneous pedicle screw fixation was performed. Clinical features were observed and the clinical effects were evaluated by VAS, ODI, kyphotic angle (Cobb angle) and the injured vertebral anterior border height before and after operation. **Results:** All the patients were followed up from 1 to 2.5 years with an average of 18 months. All fractures obtained bone healing, no complications such as loosening, displacement, breakage of pedicle screw and kyphosis were found. Preoperative, 1 week postoperative, and final follow-up, VAS scores of lumbar pain were 7.82±0.85, 3.09±0.92, 1.05±0.72; ODI scores were 84.2±11.2, 46.3±9.0, 12.2±4.3; Cobb angle were (16.3±5.4)°, (3.7±2.2)°, (5.5±2.6)°; the injured vertebral anterior border heights were (59.5±7.8)%, (86.9±6.0)%, (83.5±5.5)%, respectively. There was significant differences in VAS, ODI scores between any two times ($P<0.05$). At 1 week postoperative and final follow-up, Cobb angle, injured vertebral anterior border height were obviously improved ($P<0.05$), and there was no significant difference between postoperative 1 week and final follow-up ($P>0.05$). **Conclusion:** It is safe and feasible surgical technique that intelligent inflated reduction combined with percutaneous pedicle screw fixation for thoracolumbar burst fractures. It has advantage of little trauma, reliable fixation, and less complication, etc. Therefore, it is a better choice for single-segment thoracolumbar burst fractures.

KEYWORDS Thoracic vertebrae; Lumbar vertebrae; Spinal fractures; Skeletal traction reposition; Pedicle screw fixation; Surgical procedures, minimally invasive

Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2018, 31(8):698-702 www.zggszz.com

通讯作者: 周辉 E-mail: huizhou2016@yahoo.com

Corresponding author: ZHOU Hui E-mail: huizhou2016@yahoo.com

脊柱骨折占全身骨折的 5%~6%，其中以胸腰段骨折更为多见，而爆裂型骨折常见于胸腰段，多由高能量暴力所致，破坏了脊柱的前柱和中柱、甚至后柱，常导致进行性不稳、后凸畸形，严重者可出现脊髓神经损伤^[1]。椎弓根螺钉内固定能够为脊柱提供即刻、术后的三柱稳定性，且对血管、神经干扰较小，已成为胸腰段爆裂型骨折常用的治疗方案^[2-3]。然而，传统开放手术置入椎弓根螺钉的操作中对周围肌肉、筋膜和韧带的广泛剥离，创伤大、出血多、住院时间长，术后常遗留顽固性腰背痛、脊柱僵硬等不适，影响患者日常的生活和工作^[4-5]。随着显微外科技术及影像设备的发展，经皮置入椎弓根螺钉内固定因其具有对脊柱后柱结构破坏小、失血少、术后恢复时间缩短、疗效确实等优点，已在脊柱外科手术中的应用日趋普遍^[6-7]。但是，近年来有报道指出单纯后路经皮椎弓根螺钉内固定存在着骨折复位不佳、术后骨折复位丢失等缺点^[8]。为此，笔者课题组自行设计并研制出智能化体外充气复位仪，并对 2013 年 1 月至 2015 年 12 月收治的 22 例无神经症状的单节段胸腰段爆裂型骨折患者术前采用智能化充气复位仪体外复位，然后行经皮椎弓根螺钉固定治疗，取得了满意的临床疗效，现报告如下。

1 资料与方法

1.1 病例选择

1.1.1 纳入标准 (1) 外伤前相应节段胸腰椎无手术史、无脊柱畸形等疾病史。(2) 单节段胸腰段爆裂性骨折(T₁₀-L₂)。(3) 胸、腰背部疼痛，椎体骨折的所在节段，与影像学表现一致。(4) 临床上无神经受损征象，ASIA 分级为 E 级。(5) 脊柱后方复合没有损伤，且 Franke1 分级为 E 级。(6) 若为椎体后壁骨折，则骨折块移位侵占椎管 30% 以下。(7) 年龄 32~56 岁，患者知情同意。(8) 随访时间不少于 1 年。

1.1.2 排除标准 (1) 相应节段有手术史，或脊柱畸形等病史。(2) 2 个节段及以上骨折。(3) 单节段骨折伴有后柱骨折、骨折脱位或神经症状。(4) 椎体后壁骨折且骨折块移位侵占椎管 30% 以上需行椎管内减压者。(5) 伴有骨质疏松、椎体肿瘤、结核或其他病理性骨折等。(6) 肝、肾功能不全及凝血功能异常者及全身严重感染者等不能耐受手术者。(7) 不能配合手术及随访者。

1.2 一般资料

本组 22 例，男 12 例，女 10 例；年龄 32~56(42.4±8.6) 岁；T₁₀ 2 例，T₁₁ 3 例，T₁₂ 5 例，L₁ 7 例，L₂ 5 例；交通事故伤 15 例，高空坠落伤 5 例，重物砸伤 2 例。术前均采用自行研制的智能化充气复位仪体外复位，然后行经皮椎弓根螺钉固定治疗，手术由同一组医

生完成。

1.3 智能化体外充气复位仪

智能化体外充气复位仪由我科自行研制。其主要部件：(1) 主体气囊，由 3 个半圆叠加设计的三叶草形外观，分内外双层结构，内层由密闭性能较好的 PVC 塑胶复合材料制成，外层采用加厚牛津布材料，气囊一侧有出气、入气口，充气后最大高度 25 cm。(2) 充气泵，ACO 系列电磁式空气压缩机，型号为 A-CO-818，功率为 385 W，电源 220 V/50 Hz，风压为 0.05 MPa，风量 300 L/min。(3) 其他部件，包括连接装置、电源线、测高标尺等^[9](图 1)。



图 1 智能化体外充气复位仪及部件

Fig.1 Device and components of intelligent inflated reduction

1.4 治疗方法

1.4.1 充气复位 麻醉成功后，患者仰卧于手术床上，以伤椎为中心，腰背部置于充气囊上，连接电源线，打开充气泵，开放充气囊管阀门，缓速充气，同时固定患者两端，以达到有效过伸。初始予以气囊充气高 10 cm 时停止充气，适应 5 min，再次充气至 15~20 cm 后维持 3~5 min，再缓慢放气，如此反复充气、放气 3 次，同时复位过程应在 G 形臂 X 线机监控下进行，充气不可过高，原则上不超过 25 cm(图 2)。达到理想高度后保持牵引下转换患者为俯卧位进行下一步手术。

1.4.2 经皮椎弓根螺钉置入 (1) 充气复位满意后变换体位俯卧于 Jackson 手术床上，术前 G 形臂 X 线机准确定位病变节段并做好标记。(2) 首先于伤椎的上下椎体置钉：在置钉椎体的棘突旁 2 cm 做长 1.5 cm 的纵行切口，用经皮专用穿刺定位针穿刺至椎弓根进钉点，即 G 形臂 X 线机正位投影下“Scotty 狗”的眼睛中心外侧缘^[10]，根据不同节段选择相应外展角度和头倾或尾倾角度；侧位投照下定位针通过



图 2 麻醉后充气复位

Fig. 2 Self-made intelligent pneumatic reset instrument was applied for reduction under anaesthesia

椎弓根中心轴与终板平行。用电钻将定位针缓慢均匀钻入椎弓根,用空心丝攻扩大钉道后,用探针确定钉道四壁完整,测量深度,沿导针拧入适合规格的长尾可折“U”形空心椎弓根钉。同法置入其余椎弓根钉。(3)根据术前 CT 阅片,如果伤椎椎弓根完整,选择伤椎置钉,方法同上。(4)调整长尾可折“U”形空心椎弓根钉方向,使其上下一致,通过上下纵切口间制备的深部肌肉隧道置入连接棒并固定、加压后锁紧,再次 G 形臂 X 线机正侧位透视满意后断椎弓根钉 U 形尾,冲洗、逐层闭合手术切口。

1.4.3 术后处理 术后常规镇痛、补液等处理,通常不用抗生素和激素。麻醉清醒后即嘱患者进行双踝、膝关节主动活动,术后 24 h 主被动进行双下肢直腿抬高活动。术后 3 d 开始在床上行“五点支撑法”腰背肌锻炼^[11],根据切口疼痛缓解情况逐步增加腰背肌锻炼。术后 1 周在支具保护下下床行走,行走时间逐渐增加,术后 2 周拆线,支具通常固定至术后 1 个月换腰围保护 3 个月,3 个月内避免过度弯腰及负重。

1.5 观察项目与方法

观察并记录术前、术后 7 d、末次随访的 VAS、ODI,后凸 Cobb 角及伤椎前缘高度(%)的变化,根据结果评价应用智能化体外充气复位联合经皮椎弓根螺钉固定治疗胸腰段爆裂型骨折的效果。

(1)VAS 评分:0 分为无疼痛;10 分为疼痛剧烈、不能忍受。一条长度 10 cm 的直线,分别标注 0 至 10 字样,患者依据自己的感觉疼痛程度标出位置。(2)伤椎前缘相对高度值测定:伤椎前缘高度=[(伤椎前缘实际高度/伤椎前缘参考高度)×100%,伤椎前缘参考高度=(伤椎上位椎体前缘高度+伤椎下位椎体前缘高度)/2。(3)ODI 评分从疼痛程度、日常生

活自理能力、提物、行走、站立、睡眠、社会活动等方面对疗效进行评定,其中性生活状况未评价。(4)Cobb 角的变化测定:侧位 X 线片首先确定受伤椎体,分别作伤椎上位椎体上终板线和伤椎下位椎体下终板线的垂直线,两垂直线的交角即为矢状面后凸 Cobb 角。其中伤椎前缘实际高度、伤椎上位椎体前缘高度、伤椎下位椎体前缘高度及后凸 Cobb 角均通过侧位 X 线片测量所获。

1.6 统计学处理

所有资料采用 SPSS 18.0 统计软件进行统计学分析。所有数据采用均数±标准差($\bar{x}\pm s$)形式表示,对 22 例患者的术前和术后 1 周及末次随访的 VAS、ODI 评分、Cobb 角及伤椎前缘高度进行比较,采用单因素方差分析,双侧检验水准为 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

本组病例均由同一组医生完成,手术时间 45~90 min,平均 65 min;术中出血量为 30~120 ml,平均 60 ml。术后均无椎间隙感染、神经损伤、节段定位错误、脑脊液漏等严重并发症发生;术后 1 例患者出现切口感染,经再次清创、引流,积极换药和静脉注射抗生素治疗后创面愈合出院。

所有患者获得随访,时间 1~2.5 年,平均 18 个月;随访过程中发现所有患者获得骨性融合,无内固定物松动、移位、断裂,椎间隙未见明显丢失。术前、术后 1 周及末次随访腰痛 VAS 评分分别为 7.82 ± 0.85 , 3.09 ± 0.92 , 1.05 ± 0.72 ;ODI 评分为 84.2 ± 11.2 , 46.3 ± 9.0 , 12.2 ± 4.3 ;后凸 Cobb 角为 $(16.3\pm 5.4)^\circ$, $(3.7\pm 2.2)^\circ$, $(5.5\pm 2.6)^\circ$;椎体前缘高度为 $(59.5\pm 7.8)\%$, $(86.9\pm 6.0)\%$, $(83.5\pm 5.5)\%$ 。VAS 评分和 ODI 评分在术前、术后 1 周及末次随访,两两时间比较差异有统计学意义($P<0.05$)。后凸 Cobb 角和伤椎前缘高度,术后 1 周和末次随访与术前比较差异有统计学意义($P<0.05$),术后 1 周和末次随访比较差异无统计学意义。见表 1。典型病例见图 3。

3 讨论

无神经症状的爆裂性骨折的手术选择,仍有争议。有研究表明手术治疗和非手术治疗无神经症状的爆裂性骨折,在慢性疼痛和神经功能恶化等结果并无统计学意义,在非手术组即便明显的畸形亦不影响良好的功能,伴有畸形的自发性前方椎体融合比手术融合更好^[10]。而 Denis 等^[11]研究发现无神经症状的胸腰椎爆裂性骨折患者,手术治疗者均能恢复工作,而非手术治疗者中有 25%不能恢复工作,17%出现迟发性神经功能损害。然而预防脊柱畸形发展、慢性疼痛及迟发的神经损伤仍然是无神经症状的爆裂性骨折的首要任务。



图 3 女性患者,50 岁,L₁ 椎体爆裂型骨折,行智能化体外充气复位联合经皮椎弓根螺钉固定治疗 3a,3b. 术前腰椎正侧位 X 线片示 L₁ 椎体爆裂型骨折 3c,3d. 术后 1 周正侧位 X 线片示 L₁ 椎体复位满意,内固定位置满意 3e,3f. 术后 2 年正侧位 X 线片示 L₁ 椎体骨折骨性愈合,内固定已拆除

Fig.3 An 50-year-old female patient with burst fracture on L₁, were treated by intelligent inflated reduction combined with percutaneous pedicle screw fixation 3a,3b. Preoperative lumbar AP and lateral X-rays showed burst fracture on L₁ 3c,3d. Postoperative 1 week, AP and lateral X-rays showed the fracture reduction was satisfactory on L₁ 3e,3f. Postoperative 2 years, AP and lateral X-rays showed the vertebral body fracture obtained bone healing, and internal fixation already was removed

表 1 胸腰段爆裂型骨折 22 例患者手术前后临床症状及影像学观察结果 ($\bar{x} \pm s$)

Tab.1 Clinical symptoms and image data of 22 patients with thoracolumbar burst fractures before and after operation ($\bar{x} \pm s$)

时间	VAS 评分	ODI 指数 (分)	后凸 Cobb 角 (°)	伤椎前缘高度 (%)
术前	7.82±0.85 ^{BC}	84.2±11.2 ^{BC}	16.3±5.4 ^{BC}	59.5±7.8 ^{BC}
术后 1 周	3.09±0.92 ^{AC}	46.3±9.0 ^{AC}	3.7±2.2 ^A	86.9±6.0 ^A
末次随访	1.05±0.72 ^{AB}	12.2±4.3 ^{AB}	5.5±2.6 ^A	83.5±5.5 ^A
F 值	379.712	421.565	77.139	115.634
P 值	0.000	0.000	0.000	0.000

注:与术前相比,^AP<0.05;与术后 1 周相比,^BP<0.05;与末次随访相比,^CP<0.05

Note: Compared with preoperative data, ^AP<0.05; compared with postoperative 1 week, ^BP<0.05; compared with final follow-up, ^CP<0.05

本研究采用智能化体外充气复位仪对胸腰段爆裂型骨折进行术前复位,可在 G 形臂 X 线透视机辅助下调整复位高度及重复次数,多数病例能得到满意复位,然后进行经皮椎弓根螺钉固定,获得满意临

床效果。在实际临床应用中,患者通过气管插管全麻后,徒手依靠体位进行的手法复位,也取得了较好的疗效,但是徒手复位,尤其患者在全麻下,易引起后方复合结构损伤,过度复位,严重者可引起脊髓损伤等。智能化体外充气复位仪具有安全可靠、操作简便、便于携带等特点。前期研究表明^[9],对于青壮年胸腰椎压缩型骨折,可单独使用其整复,复位后结合支具固定、功能锻炼,替代普通垫枕用于胸腰椎骨折的治疗,获得满意效果;此外,对于老年骨质疏松性骨折患者,可以作为椎体成形术前复位工具,替代价格昂贵的充气球囊,达到与球囊复位相同的效果,同时可以避免球囊复位时所产生的空腔,而充气复位后骨小梁排列得到恢复,骨水泥沿骨折裂隙均匀渗透、分布,支撑力度大大加强。

从生物力学角度分析,有研究证实结合伤椎椎弓根螺钉可以显著增加生物力学稳定性,与跨伤椎 4 枚椎弓根螺钉内固定相比,伤椎置钉的 6 枚椎弓根螺钉内固定在前屈、后伸、左右侧屈和左右旋转各个方向上的固定强度明显提高^[12]。本研究中根据伤椎椎弓根是否断裂选择置钉情况,本组共 22 个节段,其中 2 例伤椎双侧椎弓根破裂、5 例伤椎单侧椎

弓根破裂未置钉,余均选择伤椎双侧螺钉置入,其椎体前缘高度和后凸 Cobb 角,在术后随访 1~2.5 年,术后 1 周与末次随访的差异无统计学意义($P < 0.05$),表明经皮椎弓根螺钉可较好的维持椎体高度,无明显高度丢失。

手术适应证、禁忌证和并发症。根据文献报道结合笔者的临床经验,本手术的适应证包括:(1)单节段胸腰段爆裂性骨折,无脱位。(2)临床上无神经症状。(3)伤后 1 周内的新鲜骨折。(4)无重要脏器功能障碍及严重合并时。(5)年龄 18~65 岁,无病理性骨折及骨质疏松。禁忌证:(1)后方复合结构损伤的胸腰段爆裂性骨折。(2)伴有神经症状需要减压的胸腰段骨折。(3)屈曲牵张型骨折或骨折椎体脱位。(4)骨折 >3 周的胸腰段爆裂性骨折。(5)重要脏器功能障碍及不能耐受手术的患者。并发症主要包括神经根损伤、脊髓损伤、内脏或大血管损伤、内固定失效及脑脊液漏等。本组 22 例患者,术后均未出现神经根损伤、脊髓损伤、内脏或大血管损伤、内固定失效、脑脊液漏等严重并发症;术后 1 例患者出现切口感染,经再次清创、引流,抗炎治疗后愈合出院。本研究结果显示对于椎体后壁完整的稳定型胸腰椎压缩骨折的整复固定,通过有效的一次过伸复位使椎体完全或接近完全复位;对于后壁有短缩时,后方复合体完整时,依靠后方复合结构的支撑作用亦可达到满意的复位效果;而对于后方复合结构损伤患者不适合本技术。

综上所述,智能化体外充气复位联合经皮椎弓根螺钉固定治疗胸腰段爆裂型骨折疗效确切,体外充气复位联合伤椎置钉对伤椎直接复位及固定,在改善和维持伤椎前缘高度、后凸畸形方面有明显优势。它不仅使得操作更准确、更安全、更省时,减少手术过程中 X 线对患者和医生的损害,而且明显减少术中出血量,缩短手术时间、住院时间和康复时间。在本研究中患者的样本量偏少,随访时间尚短,目前仅为早期的临床研究结果,需要在后期进一步完善设计,继续扩大样本量,进行远期随访,以便进一步指导临床工作。

参考文献

[1] Wood KB,Buttermann GR,Phukan R,et al. Operative compared with nonoperative treatment of a thoracolumbar burst fracture without neurological deficit:a prospective randomized study with follow-up at sixteen to twenty-two years[J]. J Bone Joint Surg Br,2015,97

(1):3-9.
 [2] McDonnell M,Shah KN,Paller DJ,et al. Biomechanical analysis of pedicle screw fixation for thoracolumbar burst fractures[J]. Orthop, 2016,39(3):e514-e518.
 [3] 朱云荣,叶晓健,余将民,等. 短节段经伤椎椎弓根螺钉治疗胸腰段骨折[J]. 中华创伤杂志,2010,26(3):221-224. ZHU YR, YE XJ, YU JM, et al. Posterior short - segment pedicle screw fixation at the injured level for thoracolumbar spine fractures [J]. Zhonghua Chuang Shang Za Zhi, 2010, 26 (3): 221 - 224. Chinese.
 [4] 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.
 [5] Taylor H, McGregor AH, Medhi-Zadeh S, et al. The impact of self-retaining retractors on the paraspinal muscles during posterior spinal surgery [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2002, 27(24): 2758-2762.
 [6] Zhang W, Li H, Zhou Y, et al. Minimally invasive posterior decompression combined with percutaneous pedicle screw fixation for the treatment of thoracolumbar fractures with neurological deficits: a prospective randomized study versus traditional open posterior surgery [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2016, 41 (Suppl 19): B23-B29.
 [7] Ni WF, Huang YX, Chi YL, et al. Percutaneous pedicle screw fixation for neurological intact thoracolumbar burst fractures [J]. J Spinal Disord Tech, 2010, 23(8): 530-537.
 [8] Li C, Pan J, Gu Y, et al. Minimally invasive pedicle screw fixation combined with percutaneous vertebroplasty for the treatment of thoracolumbar burst fracture [J]. Int J Surg, 2016, 36 (Pt A): 255-260.
 [9] 周辉,彭亮,韩勇,等. 体外充气复位结合椎体成形术治疗胸腰椎压缩性骨折[J]. 中国骨伤,2007,20(3):155-157. ZHOU H, PENG L, HAN Y, et al. Percutaneous vertebroplasty combined with portable charged reduction device for the treatment of thoracolumbar [J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2007, 20(3): 155-157. Chinese with abstract in English.
 [10] Wood K, Buttermann G, Mehdob A, et al. Operative compared with nonoperative treatment of a thoracolumbar burst fracture without neurological deficit. A prospective, randomized study [J]. J Bone Joint Surgery Am, 2003, 85(5): 773-781.
 [11] Denis F, Armstrong GW, Searls K, et al. Acute thoracolumbar burst fractures in the absence of neurologic deficit. A comparison between operative and nonoperative treatment [J]. Clin Orthop Related Res, 1984, 189: 142-149.
 [12] 王洪伟,周跃,李长青,等. 经伤椎与跨伤椎万向钉置钉固定脊柱骨折的生物力学对比研究[J]. 中华创伤杂志,2010,26(12):1105-1108. WANG HW, ZHOU Y, LI CQ, et al. Multiaxial intervertebral and vertebral pedicle screw fixation for spinal fractures: a biomechanical comparative study [J]. Zhonghua Chuang Shang Za Zhi, 2010, 26(12): 1105-1108. Chinese.

(收稿日期:2018-03-12 本文编辑:王宏)