

DOI: 10.3969/j.issn.1005-8982.2023.05.015
文章编号: 1005-8982 (2023) 05-0091-06

临床研究·论著

微创经皮椎弓根钉联合同切口通道减压术治疗 胸腰椎爆裂性骨折的疗效与安全性研究*

张弘来¹, 陈霄雷², 高飞¹

(1. 巴彦淖尔市医院 脊柱外科, 内蒙古 巴彦淖尔 015000; 2. 宁夏医科大学
附属总医院 脊柱外科, 宁夏 银川 750004)

摘要: **目的** 分析微创经皮椎弓根钉联合同切口通道减压术治疗胸腰椎爆裂性骨折的临床疗效和安全性。
方法 选取2019年9月—2021年10月巴彦淖尔市医院收治的98例胸腰椎爆裂性骨折患者, 按照随机数字表法分为研究组和对照组, 每组49例。研究组行经皮椎弓根钉联合同切口通道减压术; 对照组行经皮椎弓根钉内固定并后路常规减压术。术后随访6个月, 比较两组手术情况、JOA评分、ODI、腰椎解剖学参数、椎管侵占率及并发症发生率。**结果** 两组手术时间比较, 差异无统计学意义($P>0.05$), 研究组术中出血量和术后引流液少于对照组($P<0.05$), 住院时间短于对照组($P<0.05$)。两组术前、术后3 d、术后7 d、术后1个月的视觉模拟评分法(VAS)比较: ①不同时间点VAS评分有差异($P<0.05$), 两组术后3 d、术后7 d、术后1个月的VAS评分均低于术前($P<0.05$); ②两组VAS评分有差异($P<0.05$), 研究组术后7 d、术后1个月的VAS评分低于对照组($P<0.05$); ③两组VAS评分变化趋势有差异($P<0.05$)。两组术前、术后6个月的日本骨科协会(JOA)评分及Oswestry功能障碍指数(ODI)差值比较, 差异无统计学意义($P>0.05$)。两组术前、术后6个月的伤椎前后缘高度比、后凸Cobb角差值、外旋活动度差值比较, 差异无统计学意义($P<0.05$)。两组术前、术后1个月、术后6个月的椎管侵占率比较: ①不同时间点间的椎管侵占率有差异($P<0.05$), 两组术后1个月、术后6个月的椎管侵占率低于术前($P<0.05$); ②两组的椎管侵占率无差异($P>0.05$); ③两组的椎管侵占率变化趋势无差异($P>0.05$)。两组总并发症发生率比较, 差异无统计学意义($P>0.05$)。**结论** 微创经皮椎弓根钉联合同切口通道减压术治疗胸腰椎爆裂性骨折可获得满意临床效果, 在减少手术创伤、缩短住院时间方面具有一定优势。

关键词: 胸腰椎爆裂性骨折; 微创手术; 减压; 效果

中图分类号: R683

文献标识码: A

Efficacy and safety of minimally invasive percutaneous pedicle screw combined with co-incision channel decompression in treatment of thoracolumbar burst fractures*

Zhang Hong-lai¹, Chen Xiao-lei², Gao Fei¹

(1. Department of Spine Surgery, Bayannur City Hospital, Bayannur, Inner Mongolia 015000, China;
2. Department of Spine Surgery, Affiliated General Hospital of Ningxia Medical University,
Yinchuan, Ningxia 750004, China)

Abstract: Objective To analyze the efficacy and safety of minimally invasive percutaneous pedicle screw combined with the same incision channel decompression in the treatment of thoracolumbar burst fractures.
Methods Ninety eight patients with thoracolumbar burst fracture who were treated in our hospital from September

收稿日期: 2022-10-10

* 基金项目: 内蒙古医科大学科技百万工程联合项目[No: YKD2020KJBW(LH)049]

[通信作者] 高飞, E-mail: nmbmgaof@163.com; Tel: 18604780597

2019 to October 2021 were selected and divided into a study group and a control group by random number table method, with 49 cases in each. The study group underwent percutaneous pedicle screw decompression combined with the same incision channel, while the control group was received percutaneous pedicle screw internal fixation and conventional posterior decompression. Two groups were followed up for 6 months after operation. The operation conditions, pain and lumbar function were compared between the two groups. The changes of lumbar anatomical parameters and spinal canal invasion rate were compared between the two groups. The incidence of complications in the two groups was counted. **Results** There was no significant difference in operation time between the two groups ($P > 0.05$). The intraoperative blood loss, postoperative drainage and hospital stay in the study group were lower than those in the control group ($P < 0.05$). The visual analogue scale (VAS) of pain before operation, 3d after operation, 7d after operation, and 1 month after operation between the two groups was compared, and the VAS score at different time points was different ($P < 0.05$), VAS scores of the two groups at 3d, 7d, and 1 month after surgery were lower than before surgery ($P < 0.05$). VAS score of the last month was lower than that of the control group ($P < 0.05$), and the change trend of the VAS score between the study group and the control group was different ($P < 0.05$). There was no significant difference in the differences of the Japanese Orthopaedic Association (JOA) score and Oswestry Disability Index (ODI) between the two groups before operation and 6 months after operation ($P > 0.05$). There was no significant difference in the ratio of the height of the anterior and posterior edges of the injured vertebrae, the difference in the Cobb angle of kyphosis, and the difference in the range of motion of external rotation between the two groups before operation and 6 months after operation ($P > 0.05$). There were differences in the spinal canal invasion rates between the two groups before surgery, 1 month after surgery, and 6 months after surgery ($P < 0.05$). The invasion rate of spinal canal at 1 month and 6 months after operation in both groups was lower than before operation ($P < 0.05$). There was no difference in the invasion rate of the spinal canal between the study group and control group ($P > 0.05$). There was no difference in the change trend of spinal canal invasion rate between the study group and the control group ($P > 0.05$). There was no significant difference in the incidence of total complications in two groups ($P > 0.05$). **Conclusion** Minimally invasive percutaneous pedicle screw combined with co-incision channel decompression in the treatment of thoracolumbar burst fractures can achieve satisfactory clinical results. It has certain advantages in reducing surgical trauma and hospitalization time.

Keywords: thoracolumbar burst fracture; minimally invasive surgical procedures; decompression; effect

外伤性胸腰椎爆裂性骨折是骨科常见损伤, 约占所有胸腰椎椎体骨折的15%^[1]。临床针对胸腰椎爆裂性骨折的主要治疗目的为改善腰椎疼痛等临床症状, 稳定脊柱, 防止短期或长期畸形, 预防神经功能衰退^[2]。椎弓根螺钉内固定是临床治疗胸腰椎爆裂性骨折的有效方案之一, 常规开放椎弓根钉内固定手术椎旁肌剥离范围较广、创伤大, 可增加医源性肌肉、神经损伤等不良事件发生风险^[3]。目前微创经皮椎弓根钉内固定广泛用于脊柱骨折, 该方案手术创伤小、术后恢复快、安全性高, 且可获得良好复位固定效果^[4]。

近期国外和国内研究^[5-6]指出, 严重胸腰椎爆裂性骨折患者行椎管减压可促进脊柱单节段前中柱稳定性恢复、重建, 利于腰椎功能恢复。目前应用较多的为后路全椎板切除和半椎板切除椎管减压等, 但存在椎体重建效果不佳、后期固定失效等风险^[7]。但目前关于胸腰椎爆裂性骨折患者如何在微创经皮椎弓根钉复位内固定治疗基础上,

不额外增加手术切口及不扩大肌肉剥离范围, 进行高效且安全的减压治疗尚缺乏报道。笔者团队根据多年工作经验, 经微创经皮椎弓根钉联合同切口(即置钉切口)通道下减压治疗胸腰椎爆裂性骨折, 并与常规经皮椎弓根钉内固定椎板切除椎管减压(后路常规减压)治疗效果进行比较, 为临床制订更适宜胸腰椎爆裂性骨折患者的微创方案提供参考。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取2019年9月—2021年10月巴彦淖尔市医院收治的98例胸腰椎爆裂性骨折患者, 按照随机数字表法分为研究组和对照组, 每组49例。纳入标准: ①影像学明确诊断为胸腰椎爆裂性骨折; ②受伤前胸腰椎功能正常; ③单节段胸腰椎完全或部分爆裂性骨折; ④AO分型为A3型; ⑤年龄>

18岁;⑥伤后2周内的新鲜骨折;⑦胸腰椎损伤分类及损伤程度评分^[8]>4分、椎管侵占率>40%。排除标准:①合并严重基础疾病、恶性肿瘤、血栓形成倾向或有出血倾向者;②合并免疫缺陷、传染性疾病、凝血功能障碍、重要脏器功能障碍者;③有病理性骨折、陈旧性骨折史;④骨折节段发

育畸形者;⑤合并严重骨质疏松、代谢性骨病者;⑥伴有脊柱外伤史或手术史者;⑦医患沟通障碍者;⑧不能耐受手术者;⑨哺乳者、妊娠者及自然失访者。本研究经医院医学伦理委员会审批,患者签署知情同意书。两组临床资料比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。见表1。

表1 两组临床资料比较 (n=49)

组别	男/女/例	年龄/(岁, $\bar{x} \pm s$)	体质量指数/(kg/m ² , $\bar{x} \pm s$)	受伤至手术时间/(d, $\bar{x} \pm s$)	骨折累及节段/例	
					T ₁₂	L ₁
对照组	29/20	37.23 ± 5.69	23.24 ± 1.84	6.09 ± 1.03	20	29
研究组	27/22	38.19 ± 5.17	23.45 ± 1.92	5.84 ± 1.01	22	27
χ^2/t 值	0.167	0.856	0.553	1.213	0.167	
P值	0.683	0.394	0.582	0.228	0.683	

组别	受伤原因/例				ASIA分级/例			胸腰椎损伤分类及损伤程度评分($\bar{x} \pm s$)	载荷分享评分($\bar{x} \pm s$)
	交通事故	高空坠落	摔伤	重物砸伤	C级	D级	E级		
对照组	32	5	7	5	10	33	6	4.86 ± 0.72	7.12 ± 1.03
研究组	35	4	6	4	9	36	4	4.79 ± 0.68	6.97 ± 0.95
χ^2/t 值	0.433				0.583			0.495	0.749
P值	0.933				0.747			0.622	0.455

1.2 方法

1.2.1 研究组行经皮椎弓根钉联合同切口通道减压术

全身麻醉,患者取俯卧位,X射线透视下,标记伤椎位置拟植钉的椎弓根体表投影,参照标记作4个1.7~2.0 cm的纵切口,X射线透视下穿刺针经切口进入至小关节突与横突交点,于椎体前1/3处停止进针,沿着穿刺针套置入导丝,退出穿刺针套,并借助椎弓根内导丝将拧入椎弓根(伤椎万向、邻椎单向),同法安装其余椎弓根钉;非减压侧(椎管骨块占位较小侧)安装连接棒,体外撑开器连接上下椎体螺钉,撑开以便恢复伤椎高度、纠正后凸畸形,螺母固定;减压侧仅撑开暂不安装连接棒;获得满意透视复位后,将减压侧伤椎椎弓根螺钉去除,骨蜡封填钉道止血,延伸切口至2.5 cm左右,经该切口逐级扩张软组织并安装Quadrant扩张通道,暴露伤椎椎弓根平面减压区域;行半椎板切除(约2 cm×2 cm窗口),术中尽量远离硬膜外操作,避免损伤脊髓神经,保留棘突、棘上韧带,使用L形打入器将突入椎管的骨块打击复位(若敲击复位不佳,则在骨折线与椎弓根内侧壁交会处做一个5 mm左右骨槽,刮匙经骨

槽下刮除侵入椎管骨折块);透视确认位置无误后拧入椎弓根螺钉,透视确定螺钉位置良好(首选万向螺钉,透视下调整椎弓根螺钉内倾、尾倾角及长度),选择长度合适的固定棒安装于置棒器上,将固定棒置入上、下椎弓根螺钉尾槽中,适当撑开后双侧置钉固定,依次拧入固定螺帽。减压切口放置引流管,常规关闭切口。

1.2.2 对照组行经皮椎弓根钉内固定并后路常规减压治疗

按研究组手术方法行椎弓根螺钉植入、撑开复位,椎旁软组织后正中处做一个10~12 cm的切口,暴露出减压区域,行全椎板切除椎管减压,再使用L形打入器打击突入椎管的骨块使之复位。

两组术后均行常规镇痛、抗感染治疗,术后3 d内床上轴线翻身,术后4 d佩带支具下床站立活动,术后2周行腰背肌等功能锻炼,术后4周去除支具行正常活动、锻炼。

1.3 观察指标

1.3.1 手术情况

手术时间、术中出血量、术后引流量、住院时间。

1.3.2 VAS评分

分别于术前、术后3 d、术后7 d、术后6个月,静息时采用视觉模拟评分法(visual

analogue scale, VAS)^[9]评估疼痛感受, 总分 10 分, 评分越高疼痛越剧烈。

1.3.3 腰椎功能 采用日本骨科协会 (Japanese Orthopaedic Association, JOA)^[10]及 Oswestry 功能障碍指数 (Oswestry disability index, ODI)^[11]评价患者术前、术后 6 个月腰椎功能, JOA 总分 0~29 分, JOA 分数越低表示腰椎功能障碍越明显, ODI 越接近 100% 表示腰椎功能障碍越严重。

1.3.4 腰椎解剖学参数 患者术前、术后 6 个月行 X 射线检查, 测定伤椎前后缘高度比、后凸 Cobb 角, 伤椎前缘 (或后缘) 高度比=伤椎前缘 (或后缘) 高度/[伤椎上位椎体高度+伤椎下位椎体高度]/2]×100%; 后凸 Cobb 角为侧位 X 射线片伤椎上、下终板垂线交角。

1.3.5 椎管侵占情况 患者于术前、术后 1 个月、术后 6 个月行 CT 横断面平扫, 测定椎管正中矢状径, 计算椎管侵占率。

1.3.6 安全性 自治疗起随访 6 个月期间出现的感染、内固定物松动或断裂、神经损伤、腰椎关节疼痛、腰椎活动受限等并发症发生情况

1.4 统计学方法

数据分析采用 SPSS 18.0 统计软件。计量资料以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示, 比较用 t 检验或重复测量的方差分析; 计数资料以构成比或率(%)表示, 比较做 χ^2 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组手术情况比较

对照组与研究组手术时间比较, 经 t 检验, 差异无统计学意义 ($P > 0.05$); 两组术中出血量、术后引流量、住院时间比较, 经 t 检验, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$), 研究组术中出血量、术后引流量少于对照组, 住院时间短于对照组。见表 2。

2.2 两组不同时间点 VAS 评分比较

对照组与研究组术前、术后 3 d、术后 7 d、术后 1 个月 VAS 评分比较, 采用重复测量设计的方差分析, 结果: ①不同时间点 VAS 评分有差异 ($F = 12.945, P = 0.000$), 两组术后 3 d、术后 7 d、术后 1 个月的 VAS 评分均低于术前 ($P < 0.05$); ②两组 VAS 评分有差异 ($F = 9.253, P = 0.000$), 研究组术后 7 d、

表 2 两组手术情况 ($n = 49, \bar{x} \pm s$)

组别	手术时间/ min	术中出血量/ mL	术后引流量/ mL	住院时间/ d
对照组	89.94 ± 10.37	180.13 ± 20.98	151.27 ± 23.05	13.36 ± 2.01
研究组	94.04 ± 11.61	99.27 ± 14.22	98.13 ± 15.01	11.23 ± 1.95
t 值	1.844	22.333	13.523	5.324
P 值	0.068	0.000	0.000	0.000

术后 1 个月的 VAS 评分低于对照组 ($P < 0.05$); ③两组 VAS 评分变化趋势有差异 ($F = 7.956, P = 0.000$)。见表 3。

表 3 两组不同时间点 VAS 评分比较 ($n = 49, \bar{x} \pm s$)

组别	术前	术后 3 d	术后 7 d	术后 1 个月
对照组	5.92 ± 0.87	3.82 ± 0.55 ^①	3.11 ± 0.31 ^①	1.59 ± 0.18 ^①
研究组	5.88 ± 0.91	3.91 ± 0.52 ^①	2.85 ± 0.29 ^{①②}	1.36 ± 0.17 ^{①②}

注: ①与术前比较, $P < 0.05$; ②与对照组比较, $P < 0.05$ 。

2.3 两组手术前后 JOA 评分、ODI 的变化

对照组与研究组术前、术后 6 个月的 JOA 评分、ODI 的差值比较, 经 t 检验, 差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。见表 4。

表 4 两组手术前后 JOA 评分、ODI 的差值比较 ($n = 49, \bar{x} \pm s$)

组别	JOA 评分差值	ODI 差值
对照组	10.94 ± 1.59	22.76 ± 4.18
研究组	11.57 ± 1.63	24.38 ± 4.24
t 值	1.937	1.905
P 值	0.056	0.060

2.4 两组手术前后腰椎解剖学参数的变化

对照组与研究组术前、术后 6 个月的伤椎前后缘高度比、后凸 Cobb 角差值、外旋活动度的差值比较, 经 t 检验, 差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。见表 5。

2.5 两组手术前后椎管侵占率比较

两组术前、术后 1 个月、术后 6 个月的椎管侵占率比较, 采用重复测量设计的方差分析, 结果: ①不同时间点椎管侵占率有差异 ($F = 8.281, P = 0.000$), 两组术后 1 个月、术后 6 个月的椎管侵占率低于术前 ($P < 0.05$); ②两组椎管侵占率无差异 ($F = 1.189, P = 0.308$); ③两组椎管侵占率变化趋势无差异 ($F = 2.277, P = 0.107$)。见表 6。

表5 两组手术前后腰椎解剖学参数的差值比较

(n=49, $\bar{x} \pm s$)

组别	伤椎前缘高度比 差值/%	伤椎后缘高度比 差值/%	后凸Cobb角 差值/(°)
对照组	40.25 ± 5.36	20.36 ± 3.51	17.23 ± 2.41
研究组	41.89 ± 6.14	21.14 ± 3.27	17.68 ± 2.35
t值	1.409	1.138	0.936
P值	0.162	0.258	0.352

表6 两组手术前后椎管侵占率比较 (n=49, %, $\bar{x} \pm s$)

组别	术前	术后1个月	术后6个月
对照组	47.36 ± 5.68	8.72 ± 1.26 [†]	8.99 ± 1.13 [†]
研究组	45.89 ± 5.41	8.49 ± 1.35 [†]	8.71 ± 1.04 [†]

注: †与术前比较, P<0.05。

2.6 两组并发症情况

研究组有1例腰椎活动轻度受限, 并发症发生率为2.04%; 对照组有2例腰椎轻度疼痛、1例腰椎活动轻度受限, 总并发症发生率为6.12%。两组总并发症发生率比较, 经 χ^2 检验, 差异无统计学意义 ($\chi^2=0.261$, $P=0.610$)。

3 讨论

胸腰椎爆裂性骨折区域大多是从刚性胸椎后凸到活动腰椎前凸的过渡区, 屈曲、压缩、牵引及旋转引起的变形力可能会产生继发性畸形、后韧带复合体损伤、植入物失败、椎间盘改变、脊髓神经损伤等, 进而影响脊柱稳定性^[12]。无脊柱神经功能障碍的胸腰椎爆裂性骨折患者可通过手术矫正椎体高度来减轻疼痛, 恢复脊柱功能, 降低创伤后后凸畸形和继发畸形发生风险。对于伴有脊柱神经系统病变的胸腰椎爆裂性骨折患者, 可进行前路直接减压、韧带趋向间接减压、后路经椎弓根直接减压或联合入路直接减压等治疗, 但传统方式减压治疗为显露植钉、减压部位, 剥离肌肉区域大, 并切除了椎板等附件, 术后可能出现腰背部僵硬、疼痛及旁肌失神经支配等不良事件, 此外也可能损伤后方韧带复合体, 进而影响脊柱稳定性^[13]。因此探讨胸腰椎爆裂性骨折患者微创减压术式具有重要临床价值。

胸腰椎爆裂性骨折患者微创经皮植入椎弓根钉, 给予伤椎均匀轴向撑开力, 在前纵及后纵韧

带、椎间纤维环等结构组织“夹板作用”下, 可间接复位移位骨块, 于伤椎植钉切口安装可扩张通道, 并通过该通道作椎板开窗(保留小关节突), 将L形打入器置于硬膜腹侧、椎体后壁, 打击移位骨块, 潜行扩大椎管以进一步减压, 该术式有利于胸腰椎爆裂性骨折患者保留后方韧带复合体结构完整。后路常规减压软组织剥离范围广, 出血量多, 创伤相对较大, 术后引流量多, 住院时间延长。本研究结果显示, 研究组术中出血量和术后引流量少于对照组, 住院时间短于对照组。研究组术后7d、术后1个月的VAS评分低于对照组, 与通过可扩张管道系统植钉、减压的术式相比, 无需患者过多肌肉牵张植钉, 单借助经皮植钉切口便可安置管道系统, 术中仅通过调控管道系统角度即可达到需减压区, 有助于进一步减小手术创伤, 达到更微创目的。

本研究显示对照组与研究组术前、术后6个月的JOA评分、ODI评分、伤椎前后缘高度比、后凸Cobb角的差值比较无差异, 研究组与对照组的椎管侵占率比较无差别, 说明微创经皮椎弓根钉联合同切口通道减压术治疗胸腰椎爆裂性骨折可实现良好复位、矫正效果。经皮椎弓根钉固定可增强胸腰椎爆裂性骨折患者伤椎内固定力学强度, 且能够分散应力达到更可靠固定, 减小钉-棒应力负荷, 降低内固定折损风险。本研究中两组均给予双侧伤椎椎弓根植钉, 均获取满意固定效果, 患者术后腰椎功能恢复良好。经皮椎弓根钉植钉切口在椎弓根平面(即胸腰椎爆裂性骨折易发生平面), 椎弓根多位于椎体上1/4~1/3处^[14], 在椎弓根平面椎板开窗便于接近易发骨折区, 为植钉切口骨折块直接复位提供解剖学依据。研究组植钉切口可提供手术操作通道, 进行椎板开窗减压可显露椎体后缘, 获取良好手术视野及操作空间, 减少突入椎管的骨折碎片, 便于手术操作, 避免脊髓和神经损伤。KOCIS等^[15]研究指出, 胸腰椎爆裂性骨折患者双侧椎板开窗减压在神经根减压中更彻底, 而单侧椎板减压可以更好地保持骨结构完整性, 有效提高后柱承受扭转力的能力。研究组有1例腰椎活动轻度受限; 对照组有2例腰椎轻度疼痛、1例腰椎活动轻度受限, 两组治疗方案安全性良好, 均无严重并发症发生。张贺星等^[16]回顾

性分析56例行经皮椎弓根螺钉内固定术治疗的胸腰椎骨折患者的临床资料,也指出经皮椎弓根螺钉内固定术安全性较高。

综上所述,微创经皮椎弓根钉联合切口通道减压术治疗胸腰椎爆裂性骨折可获得满意临床效果,在减少手术创伤、缩短住院时间方面具有一定优势,具有一定临床价值。后期可开展多中心、大样本量研究,延长随访时间进一步佐证本研究结论。

参 考 文 献 :

- [1] FUSINI F, COLÒ G, RISITANO S, et al. Back to the future in traumatic fracture shapes of lumbar spine: an analysis of risk of kyphosis after conservative treatment[J]. *J Craniovertebr Junction Spine*, 2021, 12(1): 38-43.
- [2] TANG C X, TANG X J, ZHANG W H, et al. Percutaneous mesh-container-plasty for osteoporotic thoracolumbar burst fractures: a prospective, nonrandomized comparative study[J]. *Acta Orthop Traumatol Turc*, 2021, 55(1): 22-27.
- [3] KWEH B T S, TAN T, LEE H Q, et al. Implant removal versus implant retention following posterior surgical stabilization of thoracolumbar burst fractures: a systematic review and meta-analysis[J]. *Global Spine J*, 2022, 12(4): 700-718.
- [4] ALAN N, DONOHUE J, OZPINAR A, et al. Load-sharing classification score as supplemental grading system in the decision-making process for patients with thoracolumbar injury classification and severity 4[J]. *Neurosurgery*, 2021, 89(3): 428-434.
- [5] PRESTAT A J, GONDIM TEIXEIRA P A, RAUCH A, et al. First intention vertebroplasty in fractures within an ankylosed thoracolumbar spinal segment[J]. *Diagn Interv Imaging*, 2021, 102(7/8): 421-430.
- [6] 胡靖, 向阳, 叶川, 等. 3D打印辅助与徒手置钉经皮椎弓根钉内固定治疗胸腰椎骨折的1年随访[J]. *中国组织工程研究*, 2021, 25(24): 3804-3809.
- [7] SALLE H, MEYNARD A, AUDITEAU E, et al. Treating traumatic thoracolumbar spine fractures using minimally invasive percutaneous stabilization plus balloon kyphoplasty: a 102-patient series[J]. *J Neurointerv Surg*, 2021, 13(9): 848-853.
- [8] JOAQUIM A F, de ALMEIDA BASTOS D C, JORGE TORRES H H, et al. Thoracolumbar injury classification and injury severity score system: a literature review of its safety[J]. *Global Spine J*, 2016, 6(1): 80-85.
- [9] MACHADO L, THOMPSON L M, BRETT C H R. Visual analogue mood scale scores in healthy young versus older adults[J]. *Int Psychogeriatr*, 2019, 31(3): 417-424.
- [10] ANDO W, SAKAI T, FUKUSHIMA W, et al. Japanese Orthopaedic Association 2019 guidelines for osteonecrosis of the femoral head[J]. *J Orthop Sci*, 2021, 26(1): 46-68.
- [11] TANG X D, SCHALET B D, HUNG M, et al. Linking Oswestry disability index to the PROMIS pain interference CAT with equipercentile methods[J]. *Spine J*, 2021, 21(7): 1185-1192.
- [12] HONG S H, SUH S P, YEOM J, et al. Minimally invasive spine surgery versus open posterior instrumentation surgery for unstable thoracolumbar burst fracture[J]. *Asian Spine J*, 2021, 15(6): 761-768.
- [13] MARTIN-SOMOZA F J, CANTERO ESCRIBANO J M, RAMÍREZ-VILLAESCUSA J V. Long-term reliability of the two-segment fusion technique in the treatment of thoracolumbar fractures using screws in the fractured vertebra[J]. *Int J Spine Surg*, 2021, 15(1): 169-178.
- [14] DING S C, LU X, LIU Z R, et al. Reduce the fractured central endplate in thoracolumbar fractures using percutaneous pedicle screws and instrumentational maneuvers: technical strategy and radiological outcomes[J]. *Injury*, 2021, 52(4): 1060-1064.
- [15] KOCIS J, KELBL M, KOCIS T, et al. Percutaneous versus open pedicle screw fixation for treatment of type A thoracolumbar fractures[J]. *Eur J Trauma Emerg Surg*, 2020, 46(1): 147-152.
- [16] 张贺星, 张奕, 丁凡. 微创经皮椎弓根螺钉内固定联合伤椎植骨与单纯经皮内固定治疗胸腰椎骨折的疗效比较研究[J]. *中华创伤骨科杂志*, 2021, 23(10): 906-910.

(张西倩 编辑)

本文引用格式: 张弘来, 陈霄雷, 高飞. 微创经皮椎弓根钉联合切口通道减压术治疗胸腰椎爆裂性骨折的疗效与安全性研究[J]. *中国现代医学杂志*, 2023, 33(5): 91-96.

Cite this article as: ZHANG H L, CHEN X L, GAO F. Efficacy and safety of minimally invasive percutaneous pedicle screw combined with co-incision channel decompression in treatment of thoracolumbar burst fractures[J]. *China Journal of Modern Medicine*, 2023, 33(5): 91-96.