doi:10.11659/jjssx.09E019044

·临床研究·

Wiltse 入路联合选择性关节突融合治疗胸腰椎骨折的临床疗效分析

张良民,赵建华,刘 鹏,王 钟,刘明永 (陆军军医大学大坪医院脊柱外科,重庆 400042)

[摘 要] **目的** 观察经 Wiltse 入路联合选择性关节突融合治疗胸腰椎骨折的临床效果及手术节段运动功能的恢复情况。**方法** 回顾性分析我院 2011 年 3 月至 2018 年 3 月收治的 98 例胸腰椎压缩性骨折手术患者的临床资料,根据手术不同入路分为 Wiltse 入路组和后正中入路组,各 49 例。比较 2 组患者手术时间、出血量、卧床时间、引流量、手术前后伤椎后凸 Cobb 角、VAS 评分、JOA 评分、取出内固定后椎间活动度等指标。**结果** 98 例患者获得 6~42 个月随访,平均 15.8 个月。Wiltse 入路组术中出血量、术后引流量、术后卧床时间均少于后正中入路组,差异具有统计学意义($P<0.05$)。2 组患者术后 VAS、JOA 评分较术前明显改善,差异具有统计学意义($P<0.05$);除术后 2 d Wiltse 入路组 VAS 评分低于后正中入路组外($P<0.05$),2 组间术后 VAS 评分、JOA 评分差异无统计学意义($P>0.05$)。术后 1 周和术后 3 个月,2 组患者伤椎椎体 Cobb 角均明显低于术前,差异有统计学意义($P<0.05$)。2 组患者术后 6 个月、12 个月取出内固定患者未融合节段活动度明显高于术后 18 个月取出患者,差异有统计学意义($P<0.05$)。**结论** 处理胸腰椎骨折时,选择性融合终板损伤节段并适时取出内固定能够保留非融合节段的运动功能,而 Wiltse 入路较传统后正中入路具有微创优势。

[关键词] 胸腰椎骨折;Wiltse 入路;关节突融合;椎弓根螺钉;椎间盘退变;终板损伤

[中图分类号] R687.3 [文献标识码] A [收稿日期] 2019-09-16

Effects of Wiltse approach combined with selective facet joint fusion for treatment of thoracolumbar fracture

ZHANG Liang-min, ZHAO Jian-hua, LIU Peng, WANG Zhong, LIU Ming-yong (Department of Spine Surgery, Daping Hospital, Army Medical University, Chongqing 400042, China)

Abstract: Objective To analyze the effect of Wiltse approach combined with selective facet joint fusion for treatment of thoracolumbar fracture and motor function recovery of the operative segment. **Methods** The clinical data of 98 patients with thoracolumbar compression fracture who were admitted into our hospital from March 2011 to March 2018 were retrospectively analyzed. According to different surgical approaches, they were divided into Wiltse approach group and posterior median approach group, with 49 cases in each group. The operation time, blood loss, time in bed, drainage volume, Cobb Angle, VAS score, JOA score and intervertebral mobility after internal fixation removal were compared between the two groups. **Results** The 98 patients were followed up for 6 to 42 months, averagely 15.8 months. The intraoperative blood loss, postoperative drainage volume and time in bed postoperatively in the Wiltse approach group were all lower than those in the posterior median approach group, with statistically significant differences ($P<0.05$). The VAS and JOA scores of the two groups were significantly improved compared with those of the two groups before surgery, and the differences were statistically significant ($P<0.05$). There was no significant difference in VAS score and JOA score between the two groups ($P>0.05$), except at the time of 2 days after operation when the VAS score of Wiltse approach group was lower than that of posterior median approach group ($P<0.05$). One week after the

[基金项目] 国家自然科学基金(81972161)

[通信作者] 刘明永,E-mail:mingyong_liu@163.com

[19] 谢立平,王 潇,郑祥义,等.耻骨后根治性前列腺切除术与标准腹腔镜下根治性前列腺切除术疗效比较的荟萃分析[J].中华泌尿外科杂志,2015,36(8):615-619.doi:10.3760/cma.j.issn.1000-6702.2015.08.014.

[20] 冯能卓,何京伟,梁其炎,等.3D 腹腔镜和 2D 腹腔镜下腹膜外途径前列腺癌根治术的优劣差异[J].中国医学创新,2018,15(20):38-41.doi:10.3969/j.issn.1674-4985.2018.20.009.

[21] 平秦榕,王海峰,颜汝平,等.单一中心 3D/2D 腹腔镜前列腺癌根治术的临床研究[J].中国内镜杂志,2016,22(12):1-5.doi:10.3969/j.issn.1007-1989.2016.12.001.

[22] 许 斌,刘 宁,姜 华,等.3D 腹腔镜与传统腹腔镜经腹腔根治性前列腺切除术比较[J].中华男科学杂志,2015,21(10):904-907.doi:10.13263/j.cnki.nja.2015.10.009.

[23] 马超光,闫成智.3D 腹腔镜系统在泌尿外科的临床应用进展[J].中华腔镜泌尿外科杂志,2017,11(2):134-138.doi:10.3877/cma.j.issn.1674-3253.2017.02.014.

[24] 缪志俊,孙玉峰,李 峰,等.传统 2D 腹腔镜与 3D 腹腔镜下前列腺癌根治手术疗效比较[J].现代泌尿生殖肿瘤杂志,2018,10(2):94-97.doi:10.3870/j.issn.1674-4624.2018.02.009.

(编辑:贺绍梅)

operation and 3 months after the operation, Cobb Angle of the injured vertebra in both groups were significantly lower than that before the operation, and the differences were statistically significant ($P<0.05$). The intervertebral mobility of the non-fusion segment in the patients who removed the internal fixation at 6 and 12 months after surgery was higher than that who removed the internal fixation at 18 months after surgery, the difference was significant ($P<0.05$). **Conclusion** In the treatment of thoracolumbar fractures, selective fusion of the injured segment of the endplate and timely removal of internal fixation can preserve the motor function of the non-fusion segment, and Wiltse approach has a minimally invasive advantage over the traditional posterior median approach.

Keywords: thoracolumbar fractures; Wiltse approach; facet joint fusion; pedical screw; disc degeneration; endplate injury

胸腰椎骨折是临床较常见的脊柱骨折[1],临床上多采用后路短节段椎弓根钉棒系统内固定进行治疗,以恢复伤椎高度、矫正后凸畸形、重建脊柱序列。目前临床上常用两种手术入路方式:经后正中入路和经椎旁肌间隙入路(Wiltse 入路)。胸腰段脊柱在维持腰椎活动度功能中具有重要作用,腰椎活动度的丧失是大部分术后患者诉临床疗效不良的原因之一。因此,尽量恢复术后腰椎活动度对提高临床疗效具有重要意义。文献报道椎体后方韧带复合体和椎体终板在维持脊柱序列中起到重要作用,AO、A1、A2、A3.1 型胸腰段骨折多无后方韧带复合体的损伤[2-4]。我们在临床工作中发现,合并终板损伤而未行融合的患者在取出内固定后,局部后凸再发会逐渐加重到接近但不超过术前的畸形水平,提示椎体终板的完整性在制定胸腰椎骨折融合策略中起到重要作用。然而,对于胸腰椎骨折中没有终板损伤相对应的节段,是否需要同时融合,如果没有融合,取出内固定后骨折复位是否丢失,以及何时取出内固定对保留胸腰椎的活动度具有更好的效果,临床鲜有报道。本研究回顾性分析我院 2011 年 3 月至 2018 年 3 月收治的 98 例 AO 分型为 A 型的胸腰椎骨折手术患者的临床资料,比较 Wiltse 入路和传统后正中入路的临床效果,以及不同融合策略对于手术节段运动功能的保留作用,现报告如下。

1 资料与方法

1.1 临床资料

本组患者 98 例,均为外伤患者,无手术史及输血史;无疫区长期生活史。其中 15 例合并一般基础疾病,均无其他重大疾病,如冠心病、恶性肿瘤等。均在伤后 1~12 d 内接受治疗。根据手术入路不同分为 Wiltse 入路组和后正中入路组,每组 49 例。Wiltse 入路组中男 32 例,女 17 例,平均年龄(40.02±3.48)岁,受伤至手术时间为(6.7±5.3)d;后正中入路组中男 34 例,女 15 例,平均年龄(40.18±3.42)岁,受伤至手术时间为(6.4±5.6)d。2 组患者临床资料比较差异无统计学意义($P>0.05$),具有可比性(表 1)。

纳入标准:AO 分型为 A1、A2、A3.1 型胸腰椎骨折;病程在 12 d 以内;胸腰椎损伤评分系统评分不低于 4 分;无神经症状;CT 横断位显示椎管内占位不超过 20%,无皮质翻转征。排除标准:肿瘤、感染、骨质疏松症等病理性骨折;存在椎管内占位超过 20%;有神经症状者。

表 1 2 组患者术前临床资料比较($\bar{x}\pm s$,$n=49$,例)

组别	骨折部位						合并高血压	合并高血压、糖尿病	固定		损伤部位		
	T_{12}	L_1	L_2	L_3	L_4	L_5			4 钉	6 钉	上终板	下终板	上+下终板
后正中入路组	5	21	12	6	3	2	6	2	17	32	16	14	4
Wiltse 入路组	6	24	8	4	5	2	4	3	14	35	18	12	5

1.2 手术方法

Wiltse 入路组:患者全身麻醉俯卧,透视定位。术前进行体位复位以促进椎体高度恢复。以伤椎为中心做 6 cm 长的后正中切口,切开皮肤以及皮下组织,到达腰背筋膜后,在其表面向两侧分离牵开,棘突旁 1.5~2.0 cm 切开腰背筋膜,钝性分离多裂肌与最长肌之间的间隙,显露关节突和横突基底部。分别于伤椎上下位各 1 个椎体的两侧椎弓根置入定位针,C 型臂透视位置良好后,再植入椎弓根螺钉。安装预弯好的连接棒,并用撑开器纵向撑开,适当复位骨折椎体后拧紧螺帽。采用 C 型臂透视显示椎体高度基本恢复正常。上终板破坏,破坏伤椎及上位正常椎体的关节突关节,清除关节软骨,行选择性关节突融合;下终板破坏,破坏伤椎及下位正常椎体的关节突关节,清除关节软骨,行选择性关节突融合;如伤椎上下终板均未破坏,只固定不需融合。双侧放置引流管,可吸收缝线逐层关闭切口。术后 24~48 h 常规使用第 2 代头孢菌素预防感染[2]。术后 24~48 h 拔除引流管[3]。拔除引流管后当天复查胸腰椎 X 射线片,观察伤椎的复位情况和固定状况,手术后 24 h 佩戴腰围保护性下床活动,并在床上逐渐恢复腰背肌功能锻炼。手术后 3、6、12 个月分别进行摄片检查,90 d 后撤掉腰围并逐渐提高运动强度。术后

6~24 个月取出内固定装置。取出内固定装置后 3 d 及 3、6、12、18 个月复查腰椎正侧位、动力位片。

后正中入路组:作腰椎后正中切口,逐层切开,从棘突及椎板两侧剥离椎旁肌至关节突外缘(注意保护关节囊),余下操作同 Wiltse 入路组。术后双侧放置引流管。术后 24~72 h 常规使用第 2 代头孢菌素预防感染[2],术后 24~72 h 拔除引流管[3],拔除引流管后当天复查胸腰椎 X 射线片,观察伤椎的复位情况和固定状况,手术后 24 h 佩戴腰围后保护性下床活动,并在床上逐渐恢复腰背肌功能锻炼。手术后 3、6、12 个月分别进行摄片检查,90 d 后撤掉腰围并逐渐提高运动强度。术后 6~24个月取出内固定装置。取出内固定装置后 3 d 及 3、6、12、18 个月复查腰椎正侧位、动力位片。

1.3 效果评价

对比 2 组患者手术时间、切口大小、出血量、引流量以及术后 2 d 疼痛情况;术后 1 周、3 个月随访,对比 2 组 Cobb 角大小、腰背疼痛程度。术后 2 d 疼痛程度采用疼痛视觉模拟量表(VAS)进行评估,得分范围 0~10 分。术后 1、3 个月腰背疼痛采用日本骨科协会评分(JOA)进行评估。得分越高,表示功能恢复越好。JOA 评估腰背疼痛部分总分共 29 分,包括 4 个部分:①下腰痛、腿痛等主观症状;②感觉与运动障碍等临床体征;③日常活动受限情况;④膀胱功能。通过内固定取出前及内固定取出术后第 3 天、3 个月、6 个月、12 个月、18 个月的腰椎动力位片,测量未融合节段的腰椎活动度。

1.4 统计学方法

所有数据采用 SPSS 15.0 统计学软件进行处理,计量资料以均数±标准差($\bar{x}\pm s$)表示,采用成组设计的配对 t 检验,$P<0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结果

2 组患者均顺利完成手术,无神经、血管、脏器损伤、不良置钉、内固定断裂等相关并发症。后正中入路组有 2 例切口脂肪液化,其中 1 例经换药处理,于术后 12 d 切口愈合;1 例经清创缝合处理,于术后 14 d 切口愈合,其余患者切口均一期愈合。Wiltse 入路组有1 例术后尿路刺激症状,给予相应处置后症状缓解。98 例患者随访 6~42 个月,平均 15.8 个月。

2.1 手术时间、出血量、引流量及卧床时间情况

Wiltse 入路组手术时间、术中出血量、术后引流量、卧床时间均少于后正中入路组,差异有统计学意义($P<0.05$),见表 2。

表 2 2 组患者手术情况比较($n=49,\bar{x}\pm s$)

组别	手术时间(min)	术中出血量(mL)	术后引流量(mL)	卧床时间(h)
后正中入路组	55.4±12.3	100.2±20.5	98.4±39.6	42.5±14.3
Wiltse 入路组	50.2±10.8	56.5±15.6*	32.1±15.2*	26.2±5.1*

*:与后正中入路组比较,$P<0.05$

2.2 手术前后伤椎后凸 Cobb 角、VAS、JOA 评分情况

术后1 周和术后 3 个月,2 组患者伤椎椎体 Cobb 角均明显低于术前,差异有统计学意义($P<0.05$),见表 3。2 组患者术后 3 个月 VAS 评分及术后 1、3 个月 JOA 评分比较差异无统计学意义($P>0.05$),见表 3。2 组患者术后 VAS、JOA 评分较术前明显改善,差异有统计学意义($P<0.05$)。Wiltse 入路组术后 2 d 的 VAS 评分低于后正中入路组,差异有统计学意义($P<0.05$),见表 3。

表 3 2 组患者手术前、后伤椎后凸 Cobb 角、VAS、JOA 评分比较($\bar{x}\pm s,n=49$)

组别	伤椎后凸 Cobb 角(°)			VAS 评分(分)			JOA 评分(分)		
	术前	术后 1 周	术后 3 个月	术前	术后 2 d	术后 3 个月	术前	术后 1 个月	术后 3 个月
后正中入路组	28.2±4.0	5.0±3.5*	4.8±3.6*	8.4±1.1	6.5±1.2	2.1±0.8	5.6±2.6	24.5±2.2	26.8±1.5
Wiltse 入路组	27.5±3.8	5.1±2.9*	4.9±2.7*	8.3±1.2	3.8±0.9*#	1.5±0.6*	5.8±2.5	25.3±2.4*	27.0±1.6*

*:与术前比较,$P<0.05$;#:与后正中入路组比较,$P<0.05$

2.3 非融合节段内固定不同取出时间的椎间活动度

术后 6、12 个月取出内固定患者的未融合节段活动度明显高于术后 18 个月取出患者,差异有统计学意义($P<0.05$),见表 4。

表 4 2 组患者非融合节段内固定不同取出时间的椎间活动度比较($\bar{x}\pm s,n=49$,°)

组别	术后 6 个月	术后 12 个月	术后 18 个月
后正中入路组	10.2±4.5*	9.8±3.9*	1.6±0.7
Wiltse 入路组	10.8±4.6*	10.1±4.2*	1.8±0.8

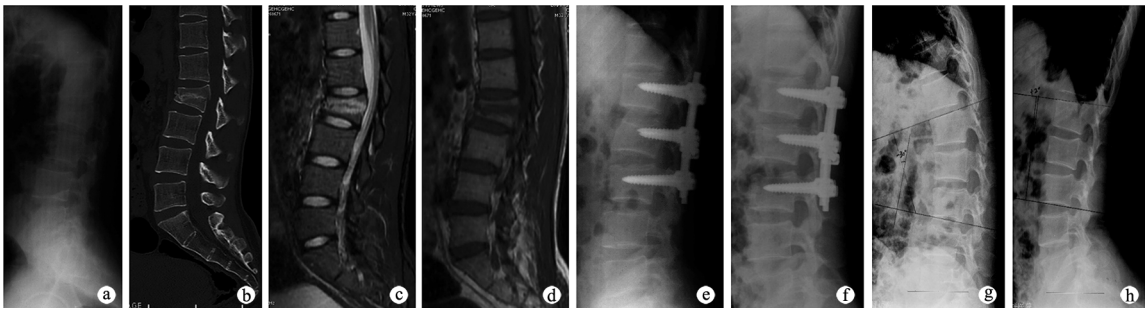
*:与术后 18 个月比较,$P<0.05$

2.4 典型病例

病例 1:患者,男,29 岁。因高处坠落伤致腰背部疼痛、活动受限 3 h 就诊(图 1a),无神经功能障碍。VAS 评分 8 分。CT 显示 L_2 压缩性骨折(A1 型),骨折线经过椎体(图 1b),Cobb 角 28°。MRI 显示 L_2 椎体上下终板正常、后方韧带复合体无损伤(图 1c、d)。予以 Wiltse 入路切开复位、内固定、非融合手术,术后 Cobb 角 2°(图 1e)。术后 8 个月 Cobb 角 2°(图 1f),VAS 评分 2 分,骨折骨性愈合,术后 9 个月取出内固定。术后 15 个月复查动力位片显示 L_1~L_3 两个脊柱功能单位的屈伸活动度为 32°(图 1g、h)。

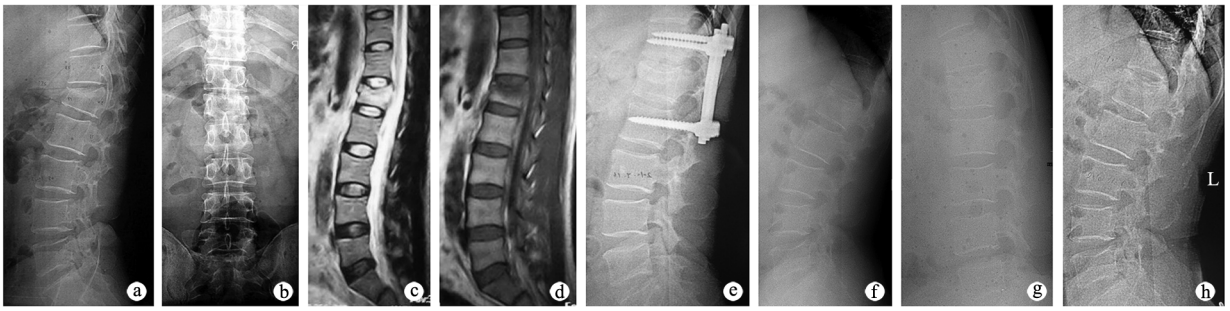
病例 2:患者,男,49 岁。从楼梯上摔下臀部着地导致 L_1 压缩性骨折,X 射线片显示 L_1 椎体前缘高度丧

失约43%,局部后凸角度为22°(图2a、b),MRI显示以上终板压缩骨折为主(图2c、d)。手术采取后外侧融合T_{12}~L_1的选择性融合,未融合L_1~L_2。术后12个月取内固定之前X射线片显示位置良好、骨折愈合满意,L_1椎体前缘高度丧失约1%,局部后凸角度为8°(图2e)。取出内固定后半年复查中立位片(图2f)及动力位片(图2g、h),显示椎体复位无丢失,T_{12}~L_1无动度,L_1~L_2有6°屈伸活动度。



a:腰椎X射线片示L_2椎体呈压缩性改变;b:CT示L_2压缩性骨折;c、d:MRI示L_2椎体上下终板正常、后方韧带复合体无损伤;e:X射线片示L_2椎体压缩骨折基本复位;f:X射线片示L_2椎体骨折基本愈合;g、h:腰椎动力位片示内固定取出术后复位高度无丢失

图1 典型病例1影像学资料



a、b:腰椎X射线片示L_1椎体呈压缩性改变;c、d:MRI示L_1椎体压缩性骨折;e:X射线片示L_1椎体骨折基本复位;f、g、h:X射线片示内固定取出术后复位无丢失

图2 典型病例2影像学资料

3 讨论

Wiltse入路广泛适用于无需减压的胸腰椎骨折[4-6],从多裂肌和最长肌间隙显露,能避免对多裂肌营养神经和血管的损伤,保护脊柱后方竖脊肌于椎板、棘突之止点,而竖脊肌对脊柱动态稳定具有重要意义。同时,此入路由于不需要剥离椎旁肌,术中没有椎旁肌阻挡,操作更方便,可减少术中出血,缩短手术时间,减少手术并发症[7]。此入路可以进一步减少对周围软组织的创伤,保护了椎旁肌以及相关支配神经,明显降低了治疗后腰背痛的发生率,有利于患者早期进行腰背肌功能恢复锻炼,提高了临床疗效[8]。

采用传统后正中入路手术的患者在术后取内固定时常采用原切口行椎弓根螺钉取出,由于初次手术对椎旁肌肉的广泛剥离,大量瘢痕增生,解剖层次不清,势必带来多裂肌再次剥离及牵拉损伤导致术后肌肉功能减退,增加术后出现顽固性腰背痛概率,而解剖结构不清楚必然会增加手术时间,增加创伤及出血量,不利于患者术后的康复[9]。而Wiltse入路在取出内固定时,同样是经肌间隙进入,创伤小、手术时间短、术中出血少、术后疼痛轻的优势再次得以体现,有利于患者的术后康复[10]。

目前,临床常用的胸腰椎骨折的融合策略尚无统一定论,后方韧带复合体的完整性、神经功能情况都是影响是否融合的重要因素[11-17]。然而,终板的完整性却一直未受到临床关注。由于终板在椎间盘营养中起着重要作用,而终板损伤与椎间盘退变密切相关,终板损伤在极大程度上会加速邻近椎间盘的退变,进而出现运动相关背痛甚至神经功能障碍[18-19]。因此,我们建议在胸腰椎压缩性骨折中,对于终板无骨折或者终板骨折范围局限、局部后凸畸形角度小、目标椎间隙无退变加速或者仅有轻度退变加速的患者,保守治疗或者因其他原因(如多发伤或矫正局部畸形)手术治疗时可采用非融合策略,术后6~12个月取出内固定后,有望部分恢复骨折椎体与上、下位椎体椎间盘的运动功能。然而,一旦出现如伤椎上下终板均有破坏或后凸畸形角度大,伤椎上下椎间隙退变会明显加速。为防止术后出现伤椎邻近椎间盘加速退变、伤椎与邻近

椎体不稳定、伤椎进一步塌陷致局部后凸畸形加重造成患者长期腰背部疼痛,术中需融合伤椎及上下临近椎体。本研究中,选择性融合手术达到了预期的临床效果,并且不需要药物来治疗腰背疼痛。在一些椎体终板骨折的患者中,我们对伤椎终板损伤侧椎间盘的相应活动节段进行选择性融合,术后随访 CT 显示,术后 6~9 个月伤椎的终板损伤侧椎间盘出现"真空现象",这表明椎间盘退变加速,如果未进行融合,极可能在数年内出现难以控制的慢性腰背疼痛。

胸腰椎压缩性骨折合并上终板破坏,在进行手术治疗时采用选择性融合伤椎与上位椎体,能防止伤椎后凸畸形加重,稳定可能出现塌陷的伤椎及上位椎体。术后 6~12 个月取出内固定后,有望部分恢复伤椎与下位椎体椎间盘的运动功能及未融合椎体间的力学功能,能显著提高术后患者生活质量。

胸腰椎压缩性骨折合并下终板破坏,手术治疗时采用选择性融合伤椎与下位椎体,稳定可能出现塌陷的伤椎及下位椎体;术后 6~12 个月取出内固定后,有望部分恢复伤椎与上位椎体椎间盘的运动功能及未融合椎体间的力学功能,能显著提高术后患者生活质量。

脊柱创伤的外科治疗策略主要是以牺牲脊柱椎间运动功能来重建创伤造成的脊柱稳定性丧失。通过合理选择手术节段、减少固定长度、选择性融合减少融合节段、及时的内固定取出减少术后脊柱强直程度、微创手术入路保护椎旁肌功能等综合外科策略可以有效保护患者脊柱运动功能。然而,不同脊柱损伤的内固定取出的具体时机目前仍然没有定论,这也是我们下一步的研究方向。

[参考文献]

[1] Kim BG, Dan JM, Shin DE. Treatment of thoracolumbar fracture[J]. Asian Spine J,2015,9(1):133-146. doi:10.4184/asj.2015.9.1.133.

[2] 任亚军,张云庆,周 枫,等. 经 Wiltse 入路治疗胸腰椎骨折[J]. 创伤外科杂志, 2014,21(1):66. doi:10.3969/j.issn.1008-0287.2014.02.007.

[3] 王 晨,王振威,张敏健,等. 经伤椎椎弓根植骨并伤椎椎弓根钉内固定治疗胸腰段椎体骨折[J]. 中国伤残医学,2014,22(2): 47-48. doi:10.13214/j.cnki.cjotadm.2014.02.231.

[4] Liu Y, Yin Q, Gu S, et al. Research progress of stress fracture of lumbar pedicle[J]. Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi, 2013, 27(2): 240-242. doi: 10.7507/1002-1892.20130052.

[5] Ha AS, Petscavage-Thomas JM. Imaging of current spinal hardware: lumbar spine[J]. AJR Am J Roentgenol,2014,203(3):573-581. doi: 10.2214/AJR.13.12217.

[6] Spena G, Panciani PP, Costi E, et al. Minimally invasive surgery for thoracic and lumbar spinal fractures: rationale for treatment[J]. J Neurosurg Sci,2014, 58(2 Suppl 1):23.

[7] Takami M, Yamada H, Nohda K, et al. A minimally invasive surgery combining temporary percutaneous pedicle screw fixation without fusion and vertebroplasty with transpedicular intracorporeal hydroxyapatite blocks grafting for fresh thoracolumbar burst fractures: prospective study[J]. Eur J Orthop Surg Traumatol, 2014, 24(1): 159-165. doi: 10.1007/s00590-013-1266-2.

[8] 张 强, 纪玉清, 胡 樵,等. 胸腰椎骨折后路微创器械的设计及临床应用[J]. 中华创伤骨科杂志, 2010, 12(7):605-608. doi: 10.3760/cma.j.issn.1671-7600.2010.07.002.

[9] 赵 斌,赵轶波, 马 迅,等. 经椎旁肌间隙入路在胸腰椎骨折治疗中的应用[J]. 中华骨科杂志,2011,31(10): 1147-1151. doi: 10.3760/cma.j.issn.0253-2352.2011.10.028.

[10] Warren A, Prasad V, Thomas M. Pre-operative planning when using the Wiltse approach to the lumbar spine[J]. Ann R Coll Surg Engl, 2010, 92(1):74-75. doi: 10.1308/rcsann.2010.92.1.74.

[11] Müslüman AM, Yılmaz A, Cansever T, et al. Posterior lumbar interbody fusion versus posterolateral fusion with instrumentation in the treatment of low-grade isthmic spondylolisthesis: midterm clinical outcomes[J]. J Neurosurg Spine, 2011, 14(4): 488-496. doi: 10.3171/2010.11.SPINE10281.

[12] White AA 3rd, Panjabi MM. The basic kinematics of the human spine: a review of past and current knowledge[J]. Spine, 1978, 3(1): 12-20. doi: 10.1097/00007632-197803000-00003.

[13] Dai LY, Jiang LS. Posterior short-segment fixation with or without fusion for thoracolumbar burst fractures. A five to seven-year prospective randomized study[J]. J Bone Joint Surg Am, 2009, 91(5):1033-1041. doi: 10.2106/JBJS.H.00510.

[14] Wang ST, Ma HL, Liu CL, et al. Is fusion necessary for surgically treated burst fractures of the thoracolumbar and lumbar spine? A prospective, randomized study[J]. Spine,2006,31(23): 2646-2652. doi: 10.1097/01.brs.0000244555.28310.40.

[15] Sanderson PL, Fraser RD, Hall DJ, et al. Short segment fixation of thoracolumbar burst fractures without fusion[J]. Eur Spine J, 1999, 8(6): 495-500. doi: 10.1007/s005860050212.

[16] Kim YM, Kim DS, Choi ES, et al. Nonfusion method in thoracolumbar and lumbar spinal fractures[J]. Spine,2011,36(2): 170-176. doi: 10.1097/brs.0b013e3181cd59d1.

[17] Gardner VO, Armstrong GW. Long-term lumbar facet joint changes in spinal fracture patients treated with harrington rods[J]. Spine,1990, 15(6):479. doi: 10.1097/00007632-199006000-00009.

[18] Roberts S, Menage J, Urban JP. Biochemical and structural properties of the cartilage end-plate and its relation to the intervertebral disc[J]. Spine,1989,14(2):166-174. doi:10.1097/00007632-198902000-00005.

[19] Kerttula LI, Serlo WS, Tervonen OA, et al. Post-traumatic findings of the spine after earlier vertebral fracture in young patients: clinical and MRI study[J]. Spine, 2000, 25(9):1104-1108. doi: 10.1097/00007632-200005010-00011.

(编辑:左艳芳)