

经皮椎弓根螺钉固定联合有限切开减压治疗胸腰段爆裂骨折伴神经功能损伤

胡旭栋, 马维虎, 蒋伟宇, 陈云琳, 阮超越

(宁波市第六医院脊柱外科, 浙江 宁波 315040)

【摘要】 目的:评价经皮椎弓根螺钉固定联合后路有限切开减压治疗胸腰段爆裂骨折伴神经功能损伤的疗效。方法:回顾性分析 2010 年 6 月至 2014 年 6 月 76 例具有完整资料的采用经皮椎弓根螺钉固定联合后路有限切开、椎管扩大减压治疗的胸腰段爆裂骨折伴神经功能损伤的患者,其中男 45 例,女 31 例;年龄 17~56 岁,平均 32.5 岁。根据 Denis 爆裂骨折分型,A 型 33 例,B 型 26 例,C 型 17 例。神经功能损伤参照 ASIA 分级,A 级 13 例,B 级 9 例,C 级 21 例,D 级 33 例。记录手术时间、术中出血量、术后内固定松动断裂情况,比较术前、术后 3 d 及末次随访时矢状面 Cobb 角及椎管内占位变化,分析末次随访时神经功能改善情况。结果:76 例患者手术时间 136~218 min,平均 159 min;术中出血量 150~360 ml,平均 225 ml。所有患者获得随访,时间 13~47 个月,平均 32.1 个月。术前、术后 3 d 及末次随访时伤椎前缘高度分别为 (52.0±5.9)%、(87.2±1.8)%和 (86.1±1.5)%,差异有统计学意义 ($F=45.27, P=0.000$);矢状面 Cobb 角分别为 (29.7±8.2)°、(5.7±2.9)°和 (5.9±3.6)°,差异有统计学意义 ($F=34.62, P=0.000$);椎管内占位率分别为 (37.5±7.2)%、(12.3±3.3)%和 (11.9±3.1)%,差异有统计学意义 ($F=37.02, P=0.000$);以上指标末次随访与术后 3 d 比较均未见明显丢失 ($P>0.05$)。末次随访神经功能 ASIA 分级,A 级 13 例,B 级 0 例,C 级 10 例,D 级 21 例,E 级 32 例。2 例患者出现术后内固定松动、断裂。结论:经皮椎弓根螺钉固定联合后路有限切开减压治疗胸腰段爆裂骨折伴神经功能损伤能够取得满意的疗效,术后神经功能恢复良好。

【关键词】 经皮椎弓根螺钉内固定; 有限切开减压; 胸腰段骨折; 神经损伤

DOI: 10.3969/j.issn.1003-0034.2018.01.011

Percutaneous pedicle screw fixation combined with limited-open decompression technique for thoracolumbar fractures with neurologic deficit HU Xu-dong, MA Wei-hu, JIANG Wei-yu, CHEN Yun-lin, and RUAN Chao-yue. Department of Spinal Surgery, Ningbo No.6 Hospital, Ningbo 315040, Zhejiang, China

ABSTRACT **Objective:** To evaluate the clinical effects of percutaneous pedicle screw fixation combined with limited open decompression technique for the treatment of thoracolumbar fractures with neurologic deficit. **Methods:** The clinical data of 76 patients with thoracolumbar fractures with neurologic deficit underwent percutaneous pedicle screw fixation combined with limited open decompression technique from June 2010 to June 2014 were retrospectively analyzed. There were 45 males and 31 females, aged from 17 to 56 years with an average of 32.5 years old. According to the classification of Denis, 33 cases were type A, 26 cases were type B, 17 cases were type C. According to the criterion of American Spinal Injury Association (ASIA), 13 cases were grade A, 9 cases were grade B, 21 cases were grade C, 33 cases were grade D. The operative time, intraoperative blood loss, postoperative internal fixation loosening and breakage were recorded. The informations of the Cobb angle, the anterior height of injured vertebra, canal stenosis were observed before operation, 3 days after operation, and the final follow-up. The improvement of neurologic function were analyzed at final follow-up. **Results:** All the patients were followed up from 13 to 47 months with an average of 32.1 months. The mean operative time was 159 min (136 to 218 min) and the intraoperative blood loss was 225 ml (150 to 360 ml). The anterior height of injured vertebra was increased from (52.0±5.9)% before operation to (87.2±1.8)% at 3 days after operation, and (86.1±1.5)% at final follow-up ($F=45.27, P=0.000$); the Cobb angle was decreased from (29.7±8.2)° before operation to (5.7±2.9)° at 3 days after operation, and (5.9±3.6)° at final follow-up ($F=34.62, P=0.000$); the canal stenosis was decreased from (37.5±7.2)% before operation to (12.3±3.3)% at 3 days after operation, and (11.9±3.1)% at final follow-up ($F=37.02, P=0.000$); there was no significant differences between postoperative 3 days and the final follow-up about the above parameters ($P>0.05$). According to ASIA criterion, the spinal cord function was

基金项目:宁波市创新团队项目(编号:2015B11050)

Fund program: Ningbo Innovation Team Project (No.2015B11050)

通讯作者:马维虎 E-mail: weihu_ma@163.com

Corresponding author: MA Wei-hu E-mail: weihu_ma@163.com

classified as grade A in 13 cases, grade B in 0 cases, grade C in 10 cases, grade D in 21 cases and grade E in 32 cases at final follow-up. Internal fixation loosening and breakage occurred in 2 cases. **Conclusion:** Percutaneous pedicle screw fixation combined with limited open decompression technique can obtain satisfactory clinical effect for patients with thoracolumbar fractures with neurologic deficit, and have a good recovery of nerve function can be observed.

KEYWORDS Percutaneous pedicle screw fixation; Limited open decompression; Thoracolumbar fractures; Neurologic injury

Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2018, 31(1): 62-66 www.zggszz.com

胸腰段爆裂骨折是脊柱损伤中最常见的类型,其中 20% 左右的患者伴有脊髓损伤。手术治疗伴有脊髓损伤的胸腰段爆裂骨折能够取得较好的疗效已经形成共识,治疗的目的是重建脊柱的稳定性,通过椎管减压解除神经压迫、改善神经功能^[1-2]。根据骨折类型、椎管内占位情况,手术可分为前路和后路手术。McCormack 脊柱载荷分享评分系统为手术方式的选择提供了一定的指导意义,对于评分 ≥ 7 分的患者通常需行前路手术^[3]。但随着手术技术的提高,近年来部分学者报道采用单纯后路减压内固定治疗严重的胸腰段爆裂骨折能够取得满意的疗效。但以上技术均存在手术创伤大、出血量多、围手术期并发症高等缺点,影响术后功能恢复。随着微创技术及器械的发展,临床上采用微创技术治疗胸腰段爆裂骨折逐渐成为热点,经皮椎弓根螺钉固定治疗胸腰段爆裂骨折取得满意疗效已有相关报道^[4],但对于伴有神经功能损伤的患者,在经皮椎弓根螺钉固定的基础上采用小切口微创减压的临床研究较少,本研究拟通过回顾性分析我科自 2010 年 6 月至 2014 年 6 月具有完整资料的采用经皮椎弓根螺钉固定联合后路有限切开减压治疗胸腰段爆裂骨折伴神经功能损伤的 76 例患者,目的在于:(1)评价该术式治疗此类患者的疗效;(2)总结该术式的特点、适应证及需要注意的相关问题。

1 资料和方法

1.1 一般资料

纳入标准:胸腰段爆裂骨折伴神经功能损伤;行经皮椎弓根螺钉固定联合后路有限切开减压手术;手术前后 X 线片、CT 检查资料完整者。排除标准:胸腰段爆裂骨折无神经功能损伤;采用前路手术或后路非经皮固定手术的患者;未进行椎管减压手术的患者;骨质疏松症患者;病理性骨折。根据以上纳入和排除标准,本组有 76 例患者纳入研究,其中男 45 例,女 31 例;年龄 17~56 岁,平均 32.5 岁。根据 Denis 爆裂骨折分型,A 型 33 例,B 型 26 例,C 型 17 例。神经功能损伤参照 ASIA 分级,A 级 13 例,B 级 9 例,C 级 21 例,D 级 33 例。

1.2 治疗方法

1.2.1 手术方法 采用全身麻醉,取俯卧位,胸肩

及双侧腋前上棘放置软垫使腹部悬空,对矢状位成角畸形明显者采用手法复位,在前后位 X 线透视下确定伤椎及上下椎体椎弓根位置。术区常规消毒、铺巾,在 X 线透视引导下完成经皮椎弓根螺钉的置入(上海三友公司)。根据术者经验决定跨伤椎固定或是经伤椎固定。经皮置入连接棒,在 C 形臂 X 线透视下使用撑开器撑开复位,并锁牢螺母。在需要减压的伤椎节段取后正中中小切口,长 5~6 cm,逐层切开暴露伤椎椎板,切除双侧椎板,咬除黄韧带,使用神经剥离器探查椎管内骨块,通过特制击入器将突入椎管骨块复位,再次探查椎管是否减压彻底。对于 C 形臂 X 线透视骨折复位良好椎管内探查占位不明显的患者不使用击入器复位,单纯行后路椎板切除减压。伤椎运动节段关节突关节去皮质化,行关节突关节融合。彻底止血、冲洗、放置引流管后切口后逐层缝合。

1.2.2 术后处理 麻醉清醒后即刻嘱患者主动(双下肢肌力良好者)或被动(双下肢肌力不良者)进行踝关节背伸运动预防深静脉血栓;术后 48 h 内常规予 1 代头孢预防感染,小剂量激素减轻神经水肿,同时联合使用胃黏膜保护剂;术后 48 h 内拔除引流管,术后 14 d 切口拆线。术后 1 周内胸腰支具保护下坐起,对于双下肢肌力 IV 级或以上者下地活动。

1.3 观察项目和方法

1.3.1 一般情况 记录手术时间、术中出血量,通过 ASIA 分级评价术前及末次随访时神经功能改善情况;记录切口感染、深静脉血栓及术后内固定松动、断裂等并发症。

1.3.2 影像学观察 比较术前、术后 3 d 及末次随访时伤椎前缘高度、矢状面 Cobb 角及椎管内占位变化。

1.4 统计学处理

采用 SPSS 17.0 软件包进行统计学分析,符合正态分布的定量资料以均数 \pm 标准差($\bar{x}\pm s$)表示,术前、术后 3 d 及末次随访时伤椎高度、矢状面 Cobb 角及椎管内占位变化采用方差分析。检验水准 α 值取双侧 0.05。

2 结果

本组手术时间为 136~218 min,平均 159 min;术中出血量为 150~360 ml,平均 225 ml。围手术期无感

染及深静脉血栓等并发症。76 例均获得随访,时间 13~47 个月,平均 32.1 个月。2 例出现术后内固定松动、断裂。伤椎前缘高度、矢状面 Cobb 角及椎管内占位术后 3 d 及末次随访时均较术前明显改善 ($P < 0.05$), 末次随访时与术后 3 d 比较均未见明显丢失 ($P > 0.05$), 见表 1。末次随访神经功能 ASIA 分级, A 级 13 例, B 级 0 例, C 级 10 例, D 级 21 例, E 级 32 例。

表 1 胸腰段爆裂骨折伴神经功能损伤的 76 例患者手术前后的影像学指标比较 ($\bar{x} \pm s$)

Tab.1 Comparison of the image parameters of 76 patients with thoracolumbar fractures complicated with neurologic injury before and after operation ($\bar{x} \pm s$)

时间	伤椎前缘高度 (%)	Cobb 角 (°)	椎管内占位 (%)
术前	52.0±5.9	29.7±8.2	37.5±7.2
术后 3 d	87.2±1.8	5.7±2.9	12.3±3.3
末次随访	86.1±1.5*	5.9±3.6*	11.9±3.1 [△]
F 值	45.27	34.62	37.02
P 值	0.000	0.000	0.000

注:末次随访与术后 3 d 比较, * $t=5.286, P=1.392$; ^{*} $t=3.561, P=1.577$; [△] $t=3.828, P=1.492$

Note: Comparison between postoperative at 3 days and the final follow-up, * $t=5.286, P=1.392$; ^{*} $t=3.561, P=1.577$; [△] $t=3.828, P=1.492$

3 讨论

3.1 后路固定、减压治疗胸腰段骨折的疗效

胸腰段爆裂骨折伴脊髓损伤是手术治疗的绝对适应证,手术一方面能够有效重建脊柱的稳定性,同时通过椎管减压为脊髓神经功能恢复创造条件。胸腰段骨折手术可分为前路、后路及前后联合入路,前路手术能够对椎管进行彻底减压,理论上更加有利于神经功能的恢复,但是前路或者前后联合入路手术创伤大,而后路手术具有安全、有效、操作简单等优点。Kaya 等^[5]认为多数严重胸腰段骨折可经后路手术达到前路减压融合的效果,所以对于绝大部分患者应选择后路手术。彭展等^[6]报道的 52 例患者中仅 2 例采用前路手术,余 50 例均采用后路复位、减压内固定治疗,取得了满意的疗效。McCormack 等^[3]提出的脊柱载荷评分系统在过去很长一段时间被看做是前后路手术方法选择的标准,认为对于评分 ≥ 7 分的患者需要进行前路手术。但是 Kanna 等^[7]采用经伤椎后路短节段椎弓根螺钉固定治疗严重胸腰椎爆裂骨折取得了满意的疗效,认为该技术能够有效纠正后凸畸形、恢复椎体高度。曾忠友等^[8]比较了 I 期前后联合入路和 I 期后路治疗严重胸腰段爆裂骨折的疗效,结果发现 I 期后路手术在手术时间、出血量、输血率上均少于前后联合入路手术,而术后

Cobb 角矫正、椎体前缘高度恢复、椎管占位率恢复及最后随访时椎体前缘高度和椎管占位保持方面两组间差异无统计学意义,同时对于不全神经功能损伤的患者均能获得满意的恢复,因此认为相比联合入路,后路手术更具优势。本组病例采用单纯后路内固定结合有限切开减压取得了满意的疗效,因此笔者认为单纯后路手术治疗胸腰段爆裂骨折伴神经功能损伤的患者是切实可行的。

3.2 经皮螺钉固定联合有限切开减压治疗胸腰段骨折的疗效

传统后路手术需要对腰背部软组织进行广泛剥离,容易导致腰背部肌肉缺血坏死,最终引起慢性腰背部疼痛,因此在确保后路减压、固定效果的同时,降低手术区域软组织的损伤,具有重要的临床意义。随着手术技术的提高及内固定材料的发展,经皮椎弓根螺钉固定治疗胸腰段爆裂骨折已被证明是安全有效的,多项研究证实,和传统开放手术相比,经皮固定在后凸畸形纠正、伤椎前缘高度恢复上均无明显差异,而经皮螺钉固定具有创伤小、出血少、术后恢复快等优点,越来越多的学者推荐采用该术式治疗胸腰段骨折^[9]。但是对于伴有神经功能损伤、需要进行椎管减压的患者,采用经皮螺钉固定治疗的相关报道较少。国内李长青等^[10]比较了后路小切口减压结合经皮椎弓根螺钉内固定术和开放手术治疗伴神经功能损伤的胸腰段骨折,结果发现,与传统开放手术相比较,前者在手术创伤和术后疼痛程度上均优于后者,而两者在减压效果和术后神经功能恢复上无明显差异,因此认为经皮螺钉固定结合小切口减压治疗伴有神经功能损伤的胸腰段骨折是安全有效的。但是李长青等^[10]报道的病例数量较小,且未明确该技术的适应证。本研究则通过大宗病例证实对于伴有神经功能损伤的胸腰段爆裂骨折,采用该方法治疗能取得满意的疗效,除术前神经功能完全损伤,ASIA 分级 A 级的 13 例患者外其余患者神经功能均较术前明显改善,同时并发症较少,本组病例中仅 2 例患者出现内固定松动、断裂,因此笔者认为经皮椎弓根螺钉固定结合有限小切口切开减压是治疗此类患者的理想治疗方法。

3.3 经皮螺钉固定联合有限切开减压治疗胸腰段骨折的注意事项

经皮椎弓根螺钉固定联合有限切开减压治疗胸腰段爆裂骨折伴神经功能损伤的患者时需遵循先复位后减压的原则,研究显示对于后纵韧带完整的患者,借助韧带的整复作用使突入椎管的骨块复位能够取得较好的疗效^[11]。目前对于该技术应用报道较少,其适应证尚无明确的标准,本组病例中包含有

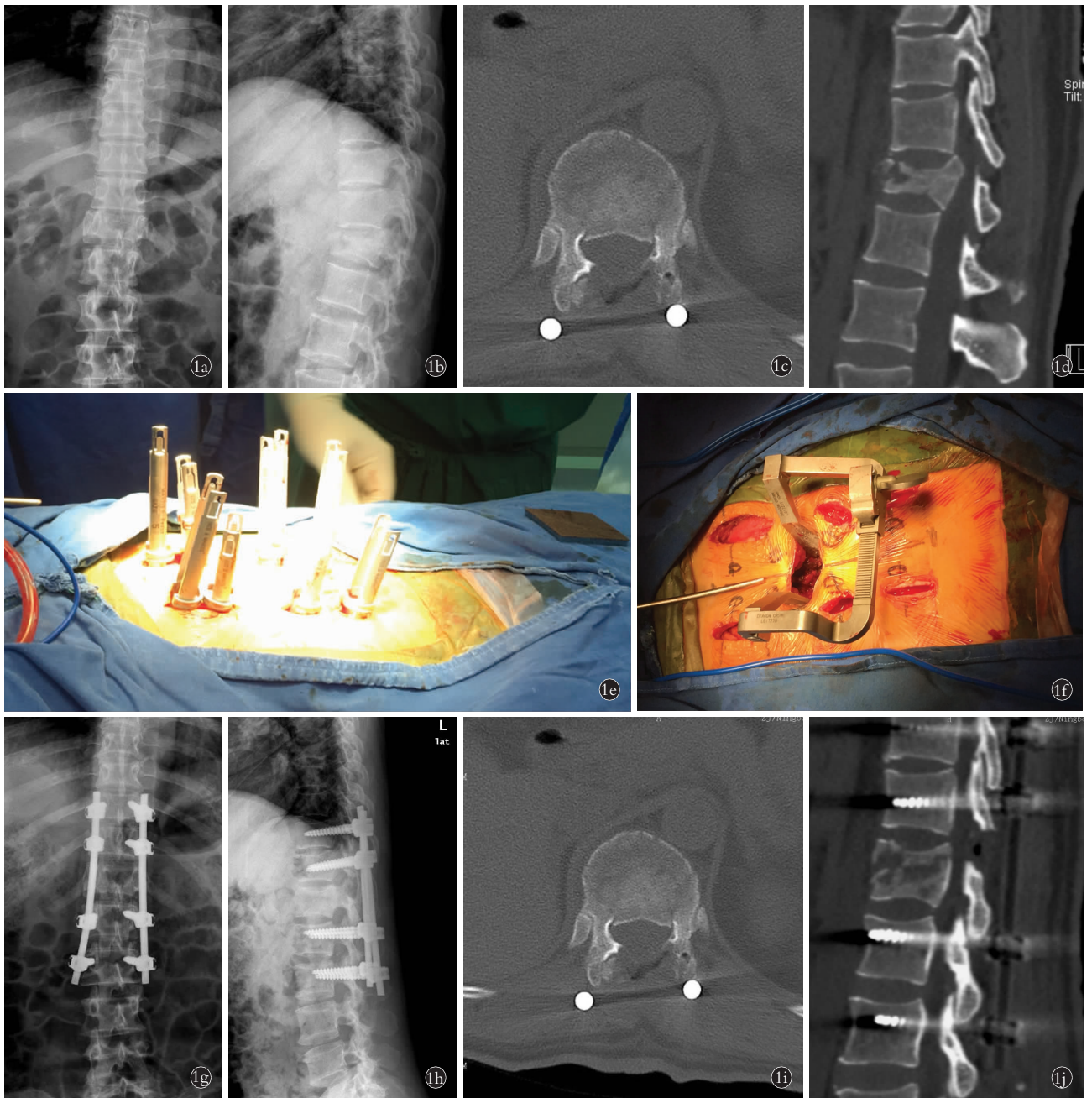


图 1 女性患者, 35 岁, 车祸伤致 T₁₂ 爆裂骨折伴脊髓神经损伤, Denis A 型, ASIA 分级 C 级 **1a, 1b**. 术前胸腰段正侧位 X 线片示 T₁₂ 椎体爆裂骨折, 椎体高度降低, 上下终板受累, 胸腰段后凸畸形 **1c, 1d**. 术前 CT 横断面及矢状面示骨折块突入椎管内 **1e, 1f**. 术中经皮椎弓根螺钉置入及小切口减压 **1g, 1h**. 术后胸腰段正侧位 X 线片示伤椎高度恢复, 内固定位置良好, 后凸畸形纠正 **1i, 1j**. 术后 CT 横断面及矢状面示椎管减压后骨折块消失

Fig. 1 A 35-year-old female patient with T₁₂ burst fracture (Denis type A) complicated with spinal cord injury (ASIA grade C) caused by the traffic accident **1a, 1b**. Preoperative AP and lateral X-rays showed T₁₂ burst fracture, the height of the vertebral body decreased, the superior and inferior endplates involved, with thoracolumbar kyphosis **1c, 1d**. Preoperative CT of cross section and sagittal plane showed the fracture fragment intruded into spinal canal **1e, 1f**. Percutaneous pedicle screw placement and decompression through small incision during the operation **1g, 1h**. Postoperative AP and lateral X-rays showed the height of injury vertebra recovered, the position of internal fixation was good, and the kyphosis was corrected **1i, 1j**. Postoperative CT of cross section and sagittal plane showed the fracture fragment in the spinal canal vanished after decompression

胸腰段爆裂骨折 Denis 分型中的 A、B、C 型, 此 3 类骨折主要表现为椎体轴向压缩导致骨折块突入椎管内, 而对于伴有旋转暴力及侧屈暴力所致的 Denis D 型和 E 型骨折需保持谨慎, 以上 2 类骨折常可伴有

脱位, 极不稳定, 单纯后路内固定联合有限切开减压可能存在固定不够牢固、减压不够彻底, 部分此类患者需采用椎间融合的治疗, 因此笔者认为该技术主要适用于 Denis 分型中的 A、B、C 3 种类型, 但本研

究为回顾性研究, 手术方案的选择依赖于既往手术经验, 其适应证需在后期的临床中进一步证实。

胸腰段爆裂骨折治疗中固定节段的选择仍存在争议, 经皮螺钉固定时同样存在此类问题。对于严重不稳定的骨折, 短节段固定易导致内固定失败, 而长节段固定在抗轴向旋转、维持脊柱序列和内固定松动、断裂的发生率上更有优势。既往对于不稳定的胸腰椎骨折由于需要采用椎间融合治疗, 因此长节段固定无法避免, 而 Pellisé 等^[12]研究证实, 短节段固定能够更好地保留脊柱运动单位, 减少邻近节段退变, 且长期随访结果令人满意。Kanna 等^[7]也认为对于 LSC 评分 ≥ 7 分的患者采用经伤椎短节段固定能够取得满意的疗效。本组病例中笔者依据伤椎椎弓根的完整性决定是否行伤椎置钉, 对于椎弓根完整的患者选择经伤椎置钉的短节段固定, 而椎弓根不完整的患者则采用跨伤椎的长节段固定。另一方面胸腰段骨折经后路椎弓根内固定后是否需要行后外侧植骨融合同样存在争议, 既往的研究认为, 骨折愈合后取出内固定装置能够恢复运动节段, 而后外侧植骨融合将导致运动单元的丢失, 因此后外侧植骨融合不是必须的。史晓林等^[13]的研究则发现, 对于伴有神经损伤的胸腰段骨折, 由于术中需行椎管探查减压、切除部分后柱结构将破坏局部稳定性, 椎弓根螺钉固定只能起到临时稳定脊柱的作用, 长期稳定需要依靠有效植骨融合, 而择性损伤节段植骨融合与后外侧全部固定节段植骨融合两者在内固定失败的风险上无明显差异, 同时在内固定取出后脊柱运动单元得到一定保留, 因此建议选择选择性损伤节段的融合。本组病例中笔者同样选择有限切开减压的节段行后外侧融合, 对于经皮固定节段则不做融合, 结果仅 2 例患者出现内固定松动、断裂, 证实伤椎椎弓根的完整性在很大程度上能够决定固定节段, 同时仅选择损伤节段的融合是切实可行的。

本研究的缺点在于是回顾性研究, 缺乏对照组, 但总体而言, 经皮椎弓根螺钉固定联合小切口有限切开减压治疗伴有神经功能损伤的胸腰段爆裂骨折能够取得满意的疗效, 是治疗此类患者安全、有效的方法。

参考文献

[1] O'Boynick CP, Kurd MF, Darden BV 2nd, et al. Timing of surgery in thoracolumbar trauma: is early intervention safe[J]. Neurosurg Focus, 2014, 37(1): E7.

[2] 董健. 胸腰椎骨折的手术指征及方式的合理选择[J]. 中国骨伤, 2009, 22(7): 485-487.

DONG J. The choices of the indications and approach of operation in thoracolumbar fracture[J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2009, 22(7): 485-487. Chinese.

[3] McCormack T, Karaikovic E, Gaines RW. The load sharing classification of spine fractures[J]. Spine (Phila Pa 1976), 1994, 19(15): 1741-1744.

[4] Heintel TM, Berglehner A, Meffert R. Accuracy of percutaneous pedicle screws for thoracic and lumbar spine fractures: a prospective trial[J]. Eur Spine J, 2013, 22(3): 495-502.

[5] Kaya RA, Aydin Y. Modified transpedicular approach for the surgical treatment of severe thoracolumbar or lumbar burst fractures[J]. Spine J, 2004, 4(2): 208-217.

[6] 彭展, 陈亮, 顾勇, 等. 胸腰段爆裂骨折伴不完全脊髓损伤的手术疗效分析[J]. 中华创伤骨科杂志, 2015, 31(11): 972-976.

PENG Z, CHEN L, GU Y, et al. Curative of surgical treatment on thoracolumbar burst fracture complicated with incomplete spinal cord injury[J]. Zhonghua Chuang Shang Gu Ke Za Zhi, 2015, 31(11): 972-976. Chinese.

[7] Kanna RM, Shetty AP, Rajasekaran S. Posterior fixation including the fractured vertebra for severe unstable thoracolumbar fractures [J]. Spine J, 2015, 15(2): 256-264.

[8] 曾忠友, 马红军, 张建, 等. 两种不同减压、固定方法治疗严重腰椎爆裂骨折的临床疗效比较[J]. 中华创伤骨科杂志, 2015, 29(5): 425-430.

ZENG ZY, MA HJ, ZHANG J, et al. Comparative study on two decompression and fixation approaches for severe lumbar burst fractures[J]. Zhonghua Chuang Shang Gu Ke Za Zhi, 2013, 29(5): 425-430. Chinese.

[9] 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.

[10] 李长青, 张伟, 常献, 等. 小切口减压结合经皮椎弓根螺钉内固定治疗伴神经功能损害的胸腰椎骨折[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2014, 24(5): 395-399.

LI CQ, ZHANG W, CHANG X, et al. Posterior mini-open technique with percutaneous pedicle screw instrumentation for thoracolumbar fracture complicated with neurological deficits[J]. Zhongguo Ji Zhu Ji Sui Za Zhi, 2014, 24(5): 395-399. Chinese.

[11] 孙兆云, 陈伯华, 郭新银, 等. 后路间接减压治疗不同椎管侵占率的胸腰椎爆裂骨折的效果观察[J]. 中华骨与关节外科杂志, 2015, 8(2): 135-139.

SUN ZY, CHEN BH, GUO XY, et al. Comparative study on the treatment outcome of indirect decompression in thoracolumbar burst fractures with an intact posterior longitudinal ligament but different ratios of spinal canal encroachment[J]. Zhongguo Gu Yu Guan Jie Wai Ke Za Zhi, 2015, 8(2): 135-139. Chinese.

[12] Pellisé F, Barastegui D, Hernandez-Fernandez A, et al. Viability and long-term survival of short-segment posterior fixation in thoracolumbar burst fractures[J]. Spine J, 2015, 15(8): 1796-1803.

[13] 史晓林, 张昊, 刘磊, 等. 椎弓根置钉修复胸腰椎骨折合并脊髓损伤: 选择性损伤节段及全部固定节段植骨融合的比较[J]. 中国组织工程研究, 2016, 20(17): 2488-2495.

SHI XL, ZHANG H, LIU L, et al. Pedicle screw fixation for thoracolumbar fracture with spinal cord injury: a comparison of the selective injury segment and the whole bone graft fusion[J]. Zhongguo Zu Zhi Gong Cheng Yan Jiu, 2016, 20(17): 2488-2495. Chinese.