

下腰椎骨折的损伤特点与改良胸腰椎损伤分类及损伤程度评分系统的应用

曾忠友, 孙德弢, 吴 鹏, 张建乔, 唐宏超, 姚小英, 宋永兴, 严卫锋, 韩建福

【摘要】 目的 分析下腰椎骨折的损伤特点, 探讨改良胸腰椎损伤分类及损伤程度评分 (thoracolumbar injury classification and severity score, TLICS) 系统指导下腰椎骨折治疗的可行性。**方法** 收集本院 2008 年 1 月 ~ 2012 年 12 月收治的下腰椎骨折病例资料 89 例, 按 AO 分型: A3.1 型 22 例, A3.2 型 22 例, A3.3 型 31 例, B2.3 型 6 例, C1.3 型 8 例。用改良 TLICS 系统进行评分, 根据评分结果确定治疗方案。对比术前、术后和末次随访时影像结果, 观察植骨融合情况以及内固定是否存在弯曲、松动或断裂现象。采用 Frankel 分级标准评定脊髓神经功能恢复情况。**结果** 本组手术病例切口无感染。随访 12 ~ 60 个月, 平均 29.2 个月; 未出现内固定松动或断裂现象。在 Cobb 角、椎体前缘高度压缩比及椎管占位恢复方面, 术后与术前相比差异有统计学意义 ($P < 0.05$); 术后与末次随访相比差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。82 例患者植骨融合良好, 脊髓神经功能有 I ~ II 级的恢复。**结论** 由于下腰椎具有完全不同的损伤特点, 应根据损伤类型和程度采用不同的手术方法, 改良 TLICS 系统是指导下腰椎骨折治疗的较好方法。

【关键词】 腰椎; 脊柱骨折; 内固定器; 减压术, 外科; 骨移植

【中图分类号】 R683.2 **【文献标志码】** A **【文章编号】** 1672-2957(2015)05-0294-05

【DOI】 doi:10.3969/j.issn.1672-2957.2015.05.009

Characterization of lower lumbar vertebra fracture and application of modified thoracolumbar injury classification and severity score system ZENG Zhong-you*, SUN De-tao, WU Peng, ZHANG Jian-qiao, TANG Hong-chao, YAO Xiao-ying, SONG Yong-xing, YAN Wei-feng, HAN Jian-fu. *Second Department of Orthopaedics, Hospital of Zhejiang General Corps of Chinese People's Armed Police Forces, Jiaxing 314000, Zhejiang, China

【Abstract】 Objective To investigate the characteristics of lower lumbar vertebra fracture and the feasibility of applying modified thoracolumbar injury classification and severity score (TLICS) system as a guideline for selecting treatment methods of lower lumbar vertebra fracture. **Methods** Eighty-nine patients of lower lumbar vertebra fracture, who received treatment between January 2008 and December 2012 were included in this study. According to the AO classification system, type-A3.1 injury occurred in 22 patients, type-A3.2 injury in 22 patients, type-A3.3 injury in 31 patients, type-B2.3 in 6 patients, and type-C1.3 in 8 patients. According to the injury characteristics of lower lumbar vertebra fracture, the modified TLICS system was used to guide treatment of lower lumbar vertebra fracture. Imaging data, bone graft fusion, internal fixation curving, loosening or breakage were observed after surgery as well as at the final follow-up. Neurological function recovery was assessed by the Frankel classification grading system. **Results** No wound infection or aggravated neurological deficit was observed in all patients. All patients were followed up for 12-60 months (mean 29.2 months). During the period of follow up, no pedicle screw loosening and/or breakage was observed. The Cobb's angle of the lumbar vertebra, compression ratio of injured spinal anterior edge, and space-occupying lesion in the spinal canal after surgery were significantly superior to those before surgery ($P < 0.05$), and there were no significant differences in these index between after surgery and at the final follow-up ($P > 0.05$). After surgery, bone graft fusion were achieved in 82 patients, and neurological function were improved for grade I or II. **Conclusion** The lower lumbar vertebra fracture has its own injury characteristics and its treatment method should be selected according to the type and degree of injury. The modified TLICS system is a preferred method for determining the treatment method of lower lumbar vertebra fracture.

【Key words】 Lumbar vertebrae; Spinal fractures; Internal fixators; Decompression, Surgical; Bone transplantation

J Spinal Surg, 2015, 13(5):294-298

基金项目: 浙江省嘉兴市科技计划项目 (2010AY1056)

作者简介: 曾忠友 (1969—), 硕士, 副主任医师

作者单位: 314000 浙江, 武警部队骨科医学中心, 武警浙江省总队医院骨二科 (曾忠友, 孙德弢, 吴鹏, 张建乔, 唐宏超, 宋永兴, 严卫锋, 韩建福), 武警浙江省总队医院 ICU (姚小英)

通信作者: 张建乔 gkzjq@163.com

下腰椎骨折是临床上相对较少见的损伤, 由于下腰椎在解剖和生物力学方面的特殊性, 决定了其与胸腰段不同的损伤特点, 因此, 下腰椎骨折的治疗

亦应有别于胸腰段。目前,对于下腰椎骨折的评价和手术方式选择尚无成熟的分类指导方法和标准。在总结下腰椎解剖、生物力学及损伤特点的基础上,参考胸腰椎损伤的 Denis 分型^[1]、AO 分型^[2]、载荷评分^[3],将胸腰椎损伤分类及损伤程度评分(thoracolumbar injury classification and severity score, TLICS)^[4]系统进行改进,用于指导本院 2008 年 1 月~2012 年 12 月收治的符合病例纳入标准的 89 例下腰椎骨折患者的治疗,需要手术治疗的病例根据损伤类型和评分选择具体的手术方式。通过改进的评分系统的应用,获得了良好的治疗效果,现报告如下。

1 资料与方法

1.1 评分系统的设计和手术方式选择

根据下腰椎的解剖、生物力学和损伤特点,结合文献报道的分型^[1-2]和评分系统^[3-4],将 TLICS 系统^[4]进行改进,观察指标仍为 3 项,满分为 8 分,评分内容为:①骨折类型。压缩型 1 分,爆裂型 2 分,脱位型 3 分,屈曲牵张型 4 分。②后柱损伤。无损伤 0 分,后柱骨折/韧带损伤 1 分,后柱复合体损伤 2 分。③神经损伤。无损伤 0 分,神经根损伤 1 分,马尾神经损伤 2 分。治疗建议:评分 1 分,建议非手术治疗;2 分非手术或手术治疗;≥3 分建议手术治疗。手术方式为 3 类 4 种方法:①后路椎弓根螺钉跨伤椎固定(4 钉 2 椎体固定方式)^[5];②经伤椎置钉椎弓根螺钉固定(6 钉 3 椎体固定方式)^[6];③后路椎弓根螺钉固定联合侧前方椎管减压、椎体次全切除并植骨内固定术(联合后前入路方式)^[7],或一期后路椎弓根螺钉固定、椎管减压、椎体次全切并椎体重建术(一期后入路方式)^[8],由于后 2 种手术方法在手术适应证和手术目标上基本一致^[9],因而将其归为同一类。进一步根据骨折类型和评分选择具体的治疗方式:①压缩型骨折 1~2 分,非手术治疗/跨伤椎固定。②爆裂型骨折 2~3 分,跨伤椎固定;4 分,经伤椎置钉固定;5~6 分,联合后前入路/一期后入路方式。③骨折脱位型 4~5 分,经伤椎置钉固定;6~7 分,联合后前入路/一期后入路方式。④屈曲牵张型骨折 5~6 分,经伤椎置钉固定;7~8 分,联合后前入路/一期后入路方式。

1.2 一般资料

选择 2008 年 1 月~2012 年 12 月本院收治的下腰椎骨折患者 89 例,其中男 79 例,女 10 例;年龄 19~65 岁,平均 45.2 岁。病例入选标准:①高能量

所致损伤;②脊柱无明显的骨质疏松或严重畸形;③不伴有颅脑、胸腹脏器损伤;④随访≥1 年。致伤原因:高处坠落伤 71 例,交通伤 11 例,重物砸伤 6 例,飞机失事 1 例。损伤部位:L₃ 28 例,L₄ 46 例,L₅ 3 例,L_{3,4} 10 例,L_{4,5} 2 例;按 AO 分型 A3.1 型 22 例,A3.2 型 22 例,A3.3 型 31 例,B2.3 型 6 例,C1.3 型 8 例。脊髓神经功能按 Frankel 分级^[10],其中 B 级 3 例,C 级 7 例,D 级 15 例,E 级 64 例。合并上腰椎或胸椎骨折 13 例,合并上肢骨折 4 例,合并下肢骨折 17 例。本组病例常规行腰椎 X 线、CT、MRI 检查。根据影像学检查测量其 Cobb 角(伤椎邻近上椎体的上终板平行线与伤椎邻近下椎体的下终板平行线的夹角)、椎体前缘高度压缩比(伤椎前缘高度与邻近上、下椎体前缘高度平均值的比值)及椎管占位程度(突入椎管骨块占椎管矢状径比例)。

1.3 治疗方法

根据骨折类型、评分和治疗选择标准,本组采用非手术治疗 2 例,行体位复位并卧床休息;手术治疗 87 例,受伤至手术时间 3 h~9 d,其中跨伤椎固定 37 例,经伤椎置钉固定 27 例,联合后前入路方式 10 例,一期后入路方式 13 例。具体损伤类型、评分及手术方式:①A3.1 型,评分 2~3 分,其中非手术治疗 2 例,跨伤椎固定 20 例;②A3.2 型,评分 2~3 分 14 例,跨伤椎固定;4 分 8 例,经伤椎置钉固定;③A3.3 型,评分 2~3 分 3 例,跨伤椎固定;4 分 16 例,经伤椎置钉固定;5~6 分 12 例,联合后前入路或一期后入路方式;④B2.3 型,评分 5~6 分 1 例,经伤椎置钉固定;7~8 分 5 例,联合后前入路或一期后入路方式;⑤C1.3 型,评分 4~5 分 2 例,经伤椎置钉固定;6~7 分 6 例,联合后前入路或一期后入路方式。具体见表 1。

采用跨伤椎固定和经伤椎置钉固定的病例均选择性单节段后外侧混合植骨(椎板表面、关节突间自体骨和人工骨植骨)。伤椎与邻椎植骨节段的选择以伤椎终板损伤侧为确定标准,如为上终板损伤,则融合伤椎与上位椎体;如为下终板损伤,则融合伤椎与下位椎体,其中行椎管探查并骨块打压回纳者 31 例。

联合后前入路手术方式为先行后路椎弓根螺钉跨伤椎固定,然后一期或分期行侧前方椎管减压、伤椎次全切除、植骨内固定,其中采用一期手术方式 6 例,分期手术方式 4 例;植骨方式采用髂骨块 5 例,钛笼植骨 5 例。

一期后入路方式为后路椎弓根螺钉跨伤椎固定、360°椎管减压、伤椎次全切除并椎管、椎体重建术,椎体重建均采用钛笼植骨。

表 1 手术方式选择及术后融合率
Tab.1 Selection of operation methods and postoperative fusion rate

手术方式 Operation methods	n	AO 分型 AO classification					融合例数 Number of fusion	融合率/(%) Fusion rate/(%)
		A3. 1	A3. 2	A3. 3	B2. 3	C1. 3		
跨伤椎固定 Cross injured vertebral fixation	37	20	14	3	0	0	33	89. 2
经伤椎置钉固定 Via injured vertebral fixation	27	0	8	16	1	2	26	96. 3
联合后前入路/一期后入路方式 Combined anterior-posterior approach/ One stage posterior approach	23	0	0	12	5	6	23	100

本组病例中采用联合后前入路手术方式的大多为早期病例,2008 年 9 月后基本采用一期后入路的手术方式。所用椎弓根螺钉均为钉棒系统,AF 系统(奥斯比利克,北京)19 例,通用 GSS 系统(创生医疗器械有限公司,江苏)46 例,Moss Miami SI 系统(强生,美国)16 例,Monarch 系统(强生,美国)6 例。合并上腰椎或胸椎骨折的 13 例病例中 8 例同时进行了后路椎弓根螺钉复位内固定术,合并肢体骨折的 21 例病例均进行了肢体骨折的复位内固定术。非手术治疗的病例卧床休息 8 周后佩带高腰围下床活动,并渐进性腹肌、腰背肌锻炼。

1.5 术后处理

所有手术病例术后继续卧床并预防性抗感染、激素(有神经症状患者)及保护胃黏膜等治疗,根据引流量,切口引流管于术后 48~72 h 拔除,14 d 切口拆线。麻醉苏醒后即嘱患者主动或被动双侧踝关节背伸运动、双下肢直腿抬高锻炼,对于无合并伤的手术病例(双下肢肌力≥Ⅳ级)3 周后在胸腰支具保护下站立或行走,6 周后渐进性腹肌、腰背肌锻炼,有合并伤的病例根据恢复情况及时进行康复锻炼。

1.6 评价方法

1.6.1 影像学评价

分别于术后 3~5 d、3 个月、6 个月、12 个月,随后每隔 12 个月行腰椎正侧位 X 线检查,于术后 3~5 d 行腰椎 CT 平扫,术后 12 个月腰椎 CT 平扫、二维和三维重建。测量手术病例的术前、术后和末次随访时的 Cobb 角、伤椎前缘高度压缩比及椎管占位程度。随访过程中观察内固定是否存在弯曲、松动或断裂现象,以及植骨融合情况。

1.6.2 临床评价

采用 Frankel 分级^[10]标准评价神经恢复情况。患者最后的局部疼痛和工作状态根据 Denis 等^[11]制定的标准进行评定。疼痛分 5 级,从无疼痛(P1)到严重疼痛(P5);工作状态分 5 级,从恢复重体力劳动(W1)到完全丧失劳动(W5)。

1.7 统计学处理

采用 SPSS 15.0 统计软件,对手术病例术前、术后和末次随访 Cobb 角、伤椎前缘高度压缩比及椎管占位数据进行配对 *t* 检验,*P*<0.05 为差异有统计学意义。对于不同手术方法之间的数据不进行对比。

2 结 果

本组手术病例切口无感染,未出现脊髓神经症状加重现象。均获得随访,随访时间 12~60 个月,平均 29.2 个月;未出现内固定松动或断裂现象,75 例于术后 12~24 个月行后路椎弓根螺钉取出术;Cobb 角、椎体前缘高度压缩比及椎管占位恢复方面,术后与术前相比差异有统计学意义(*P*<0.05),术后与末次随访时相比差异无统计学意义(*P*>0.05),具体见表 2。植骨融合情况:手术病例中 82 例于术后 6~12 个月获得骨性融合,其中跨伤椎固定方式融合 33 例,经伤椎固定方式融合 26 例,联合后前入路和一期后入路方式融合 23 例,未融合 5 例无临床症状,未特殊处理。跨伤椎固定和经伤椎固定病例其伤椎前中部存在程度不一的“空壳现象”。脊髓神经功能有Ⅰ~Ⅱ级的恢复,其中 B 级恢复至 C 级 1 例,恢复至 D 级 2 例;C 级恢复至 D 级 1 例,恢复至 E 级 6 例;D 级恢复至 E 级 15 例。末次随访时 C 级 1 例,D 级 3 例,E 级 85 例。患者局部疼痛评定 P1 75 例,P2 11 例,P3 3 例;工作状态分级 W1 32 例,W2 50 例,W3 7 例。

3 讨 论

3.1 下腰椎骨折的损伤特点与治疗要求

由于下腰椎具有与胸腰段完全不同的解剖特点和生物力学行为^[12],因而其损伤表现亦有别于脊柱胸腰段。根据文献[13-14]报道并结合本组病例的观察,下腰椎骨折具有以下特点:①骨折发生率较低,多为高能量损伤,且以高处坠落伤为主(本组 76 例),常在垂直压缩暴力的基础上,合并屈曲、扭转、侧屈、剪力等多种损伤模式,因而其损伤机制复杂;

表 2 术前、术后和末次随访时各测量指标
Tab.2 Index of pre-operation, post-operation and final follow-up.

N = 87, $\bar{x} \pm s$

指标 Index	术前 Preoperative	术后 Postoperative	末次随访 Final follow-up
Cobb 角/(°) Cobb's angle/(°)	-7.0 ± 21.8	-13.8 ± 5.3 *	-12.1 ± 5.2
伤椎椎体前缘压缩比/(%) Compression ratio of injured spine anterior edge/(%)	65.3 ± 20.6	93.9 ± 6.2 *	93.6 ± 6.5
椎管占位程度/(%) Spinal canal occupying/(%)	44.2 ± 39.8	10.3 ± 7.0 *	6.4 ± 5.5

注：* 与术前比较, $P < 0.05$
Note: * Compared with preoperative, $P < 0.05$

②脊柱跳跃性骨折多(本组合并上腰椎或胸椎骨折 13 例);③合并肢体骨折多(本组 21 例);④损伤类型以爆裂性骨折多见(本组 75 例),而爆裂性骨折中爆裂性骨折合并矢状面或冠状面劈裂多(本组 22 例),椎体完全爆裂多(本组 31 例);⑤神经损伤与椎体的损伤程度和椎管占位程度存在不对称现象,虽然本组病例中有评分较高的屈曲牵张型、骨折脱位型及完全爆裂型骨折,且完全爆裂型骨折中椎管骨块占位均较为严重,但由于下腰椎的解剖因素,以及相对脊髓和圆锥,马尾神经对冲击、震荡、挤压和牵拉的耐受力较强,因而较少出现神经损伤症状,即使出现,其损伤程度亦较轻(本组脊髓神经功能 B 级 3 例, C 级 7 例, D 级 15 例, E 级 64 例);⑥由下腰椎构成了腰椎前凸的主要部分,即使是椎体损伤较为严重的爆裂型骨折,其损伤节段的 Cobb 角仍表现为前凸,因而术前 Cobb 角 $-7.0^{\circ} \pm 21.8^{\circ}$ 。由于下腰椎在解剖、生物力学与损伤方面所具有的特性,决定了下腰椎骨折在手术治疗原则上和手术方式上的不同,其手术治疗原则除了要恢复脊柱的正常序列和生理弧度,重建脊柱的稳定,更强调中后柱的稳定性重建,必要时进行椎管减压,促进神经恢复。因此,在手术治疗的选择上应遵循以下几点:①手术入路要有利于中后柱的保护和重建,后路术式可能是较好的选择;②内置物应能很好地承担轴向载荷和抵抗旋转扭力,从生物力学比较和临床实践来看,钉棒系统可能更加适合;③根据损伤类型和损伤程度确定具体的手术方式。目前,对于胸腰椎损伤已有比较完善的分型^[1-2]和评分系统^[3-4]指导其治疗,而对于下腰椎骨折,国内外尚无成熟的评分系统或标准。临床上使用较多的评价方法,如载荷系统^[3]和 TLICS 系统^[4]并不能真实地反映下腰椎的损伤特点和损伤程度,如下腰椎骨折多为轴向损伤,其损伤后的 Cobb 角不能真实地反映椎体的碎裂程度,因而载荷评分结果往往偏低。另外,对于屈曲牵张型和骨折脱位型损伤,载荷评分同样会出现分值较低的现象,

鉴于脊柱后方复合体在下腰椎稳定的重要性,而载荷评分无此观察项。TLICS 系统虽然观察项目较为全面,但无法指导具体手术方式的选择。综上所述,载荷评分和 TLICS 系统不适宜作为下腰椎骨折手术与否及手术方式选择的依据。因此,设计一套符合下腰椎特点,能反映其损伤程度,并能很好地指导其治疗的评分系统显得十分重要。

3.2 评分系统的设计与手术方式的选择

根据下腰椎的解剖、生物力学及骨折损伤特点,特别是其后方复合结构对于脊柱稳定的重要性,以及完全性神经损伤较罕见等特点,本研究将 TLICS 系统进行了改进。并根据下腰椎的解剖、生物力学和损伤特点,结合其手术治疗原则,确定了目前临床使用较多、方法成熟、效果确切、具有代表性和递次性的 3 类 4 种手术方法供选择,分别为:①后路椎弓根螺钉跨伤椎固定;②后路经伤椎置钉椎弓根螺钉固定;③联合后前入路方式或一期后入路方式。在具体手术方式的选择上,借鉴文献报道^[3-4,13,15-17],根据骨折类型以及评分分值进一步细化。例如,压缩型骨折在下腰椎骨折中极少见,而且一般损伤不严重,如手术可采用跨伤椎固定方式。爆裂型骨折最常见,其分值范围为 2 ~ 6 分, 5 ~ 6 分者说明其为严重的爆裂型骨折,不仅椎体碎裂、椎管占位明显,且后柱亦有严重损伤,手术建议采用联合后前入路或一期后入路方式。对于骨折脱位型,由于其伤及后柱,其最低分为 4 分,如 4 ~ 5 分,经伤椎置钉更有利于椎体的复位^[6,18]; 6 ~ 7 分,则需考虑采用联合后前入路或一期后入路方式。屈曲牵张型损伤在下腰椎较为少见,是一种极度不稳定的损伤,由于后柱复合体破坏严重,因此最低分为 6 分,评分 6 分者建议采用经伤椎置钉固定方式; 7 ~ 8 分则需采用联合后前入路或一期后入路方式。考虑到本组病例损伤较为严重,对于采用跨伤椎固定或经伤椎置钉固定的病例均选择性进行单节段后外侧植骨。另外,椎弓根螺钉选择方面,87 例病例中除了早期的 19 例使

用了 AF 系统,其余的是以国产通用系统(GSS 系统)为代表的或设计理念相近的内置物。从手术病例的随访来看,其术后的 Cobb 角、伤椎前缘高度压缩比及椎管占位均获得了良好的恢复,随访过程中仅在跨伤椎固定组、经伤椎置钉固定组和一期后入路组部分病例出现矫正度的轻度丢失,而联合后前入路组其脊柱矫正度获得良好的维持。植骨融合率高,本组病例中除跨伤椎固定组 4 例、经伤椎固定组 1 例融合不确切外,其余均获得良好的植骨融合(82/87)。同时,本组未发生内固定松动或断裂现象。末次随访时局部疼痛恢复良好,P1 75 例,P2 11 例,P3 3 例;大部分病例恢复体力劳动,其工作状态分级为 W1 32 例,W2 50 例,W3 7 例。根据本组病例的治疗结果,本研究认为综合 AO 分型、脊柱后柱损伤和神经损伤所进行的改良 TLICS,以及在损伤类型基础上结合评分结果可作为下腰椎骨折是否手术和选择何种手术方式的较好依据。

3.3 注意事项

为了能较全面、客观地分析下腰椎的损伤特点,本研究在病例选择中包括了具有轻度合并伤的病例,如四肢骨折或邻近椎体的损伤,正因为合并伤的存在,临床上可能会影响下腰椎骨折的具体手术方式的选择及最终的治疗效果。选择经伤椎置钉固定时要考虑到伤椎椎弓根的完整性。由于下腰椎的稳定更倚重中后柱的完整性,建议尽量减少由于手术选择或操作所导致的后柱破坏。另外,下腰椎活动度较大,植骨融合势必导致活动度丢失,后路跨伤椎固定或经伤椎置钉固定是否常规植骨融合尚存争议^[19]。本研究认为植骨与否,需要结合椎体和终板的损伤程度、内固定的选择、椎管减压与否、下腰椎生理弧度 and 伤椎高度的恢复情况以及固定部位的稳定性等进行综合判断。

本研究侧重于观察改良 TLICS 系统临床应用的可行性,因而未进行不同系统评分,以及不同手术方法之间的对比。改良 TLICS 系统在指导治疗方式的选择方面是否具有科学性和实用性,由于病例数不多,尚需加大样本量观察,加强随访和对比研究。

参考文献

- [1] Denis F. The three column spine and its significance in the classification of acute thoracolumbar spinal injuries[J]. Spine (Phila Pa 1976), 1983, 8(8):817-831.
- [2] Magerl F, Aebi M, Gertzbein SD, et al. A comprehensive classification of thoracic and lumbar injuries[J]. Eur Spine J, 1994, 3(4):184-201.
- [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] 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.
- [5] 曾忠友, 张建乔, 金才益, 等. 胸腰段脊柱骨折两种不同固定方式的临床对比研究[J]. 中华创伤杂志, 2012, 28(2):149-154.
- [6] 曾忠友, 黄伟, 张建乔, 等. 椎弓根螺钉系统同时经伤椎置钉固定治疗胸腰椎骨折[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2009, 19(8):609-613.
- [7] 曾忠友, 金才益, 裴仁模, 等. 联合前后入路治疗严重腰椎爆裂性骨折[J]. 中华创伤骨科杂志, 2010, 12(3):226-229.
- [8] 曾忠友, 张建乔, 金才益, 等. 后路椎弓根螺钉固定、360°椎管减压并重建治疗严重胸腰椎爆裂性骨折[J]. 中华创伤杂志, 2011, 27(8):679-683.
- [9] 曾忠友, 马红军, 严卫锋, 等. 两种不同减压、固定方法治疗严重腰椎爆裂性骨折的临床对比研究[J]. 中华创伤杂志, 2013, 29(5):425-430.
- [10] Frankel HL, Hancock DO, Hyslop G, et al. The value of postural reduction in the initial management of closed injuries of the spine with paraplegia and tetraplegia. I[J]. Paraplegia, 1969, 7(3):179-192.
- [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 Relat Res, 1984, (189):142-149.
- [12] 曾忠友, 吴鹏, 张建乔, 等. 下腰椎爆裂性骨折的损伤特点和手术治疗选择[J]. 中国骨伤, 2014, 27(2):112-117.
- [13] Seybold EA, Sweeney CA, Fredrickson BE, et al. Functional outcome of low lumbar burst fractures. A multicenter review of operative and nonoperative treatment of L3-L5[J]. Spine(Phila Pa 1976), 1999, 24(20):2154-2161.
- [14] Lehman RA Jr, Paik H, Eckel TT, et al. Low lumbar burst fractures; a unique fracture mechanism sustained in our current overseas conflicts[J]. Spine J, 2012, 12(9):784-790.
- [15] 马维虎, 刘观燚, 徐荣明, 等. 前后联合入路治疗严重下腰椎爆裂骨折[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2007, 17(8):600-604.
- [16] Reinhold M, Knop C, Beisse R, et al. Operative treatment of traumatic fractures of the thorax and lumbar spine. Part II: surgical treatment and radiological findings[J]. Unfallchirurg, 2009, 112(2):149-167.
- [17] 李想, 洪毅, 唐和虎, 等. 下腰椎爆裂骨折的手术治疗[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2010, 20(5):395-400.
- [18] 李晶, 吕国华, 王冰, 等. 胸腰椎骨折脱位伤椎固定的可行性研究[J]. 中华骨科杂志, 2005, 25(5):293-296.
- [19] Jang KS, Ju CI, Kim SW, et al. Screw Fixation without Fusion for Low Lumbar Burst Fracture : A Severe Canal Compromise But Neurologically Intact Case[J]. J Korean Neurosurg Soc, 2011, 49(2):128-130.

(收稿日期:2015-01-04)

(本文编辑 张建芬)