

无神经损伤的胸腰椎骨折的治疗进展

Treatment advancement in thoracolumbar fractures without neurological deficit

王许可, 王洪伟, 刘兰涛, 周 跃, 李长青

(第三军医大学新桥医院骨科 400037 重庆市)

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2012.11.15

中图分类号: R683.2 文献标识码: A 文章编号: 1004-406X(2012)-11-1035-05

目前,对于无神经损伤的胸腰椎骨折患者,在手术适应证的确定、手术方法的选择等方面,一直存在着争议^[1-3],一些学者倾向于保守治疗,但常因为后凸畸形的持续存在,到晚期引发代偿性劳损型疼痛,严重者可因椎管或椎间孔狭窄造成晚期脊髓或神经根受压,因此,手术治疗也是非常需要的。笔者就近年来无神经损伤的胸腰椎骨折的治疗新理念、观点以及治疗方法作一综述。

1 手术治疗与非手术治疗的选择

对于脊柱骨折后治疗方式的选择,普遍的观点是,稳定性骨折可考虑保守治疗,而不稳定性骨折应采取手术治疗^[1-3],但是如何判定脊柱骨折后的稳定性,目前没有明确

的、统一的标准。

脊柱骨折的分类系统被广泛接受和采用的有四种: Denis 分型^[3,4], Magerl 的 AO 分型^[5], McCormack 等提出的载荷分享分类 (load sharing classification)^[6], Vaccaro 等提出的胸腰段损伤分类和严重程度评分 (thoracolumbar injury classification and severity score, TLICS)^[7,8]。

Denis^[3,4]认为三柱结构中有两柱或两柱以上的结构受累判定为不稳定,并提出将脊椎骨折不稳定分为三度:① I 度,为力学不稳定;② II 度,为神经性不稳定;③ III 度,为兼有力学及神经性不稳定。McAfee 等^[9]认为即使爆裂骨折也有稳定性和不稳定性之分,当脊柱前柱和中柱受压缩遭到破坏,而后柱结构完整时,这种损伤是稳定的;只有当后柱也破坏时,损伤才不稳定,其将伴有后柱损伤、椎体前柱高度丢失>50%或伴有小关节半脱位的胸腰椎爆裂骨折分类为不稳定骨折。

目前,胸腰段骨折的 Denis^[3,4]和 AO^[5]分类系统已被广

第一作者简介:男(1983-),硕士研究生,研究方向:脊柱外科
电话:(023)68755608 E-mail:suikwong@163.com
通讯作者:李长青 E-mail:changqli@163.com

- Cell Transplant, 2003(12): 555-561.
18. Ceradini DJ, Gurtner GC. Homing to hypoxia: HIF-1 as a mediator of progenitor cell recruitment to injured tissue [J]. Trends Cardiovasc Med, 2005, 15(2): 57-63.
19. Obi C, Wysokinski W, Karnicki K, et al. Inhibition of platelet-rich arterial thrombus in vivo: acute antithrombotic effect of intravenous HMG-CoA reductase therapy [J]. Arterioscler Thromb Vasc Biol, 2009, 29(9): 1271-1276.
20. Farida H, Andres H, Jörg R, et al. Microtubule stabilization reduces scarring and causes axon regeneration after spinal cord injury [J]. Science, 2011, 331(6019): 928-931.
21. Kim BG, Hwang DH, Lee SI, et al. Stem cell-based cell therapy for spinal cord injury [J]. Cell Transplant, 2007, 16(4): 355-364.
22. Gu W, Zhang F, Xue Q, et al. Transplantation of bone marrow mesenchymal stem cells reduce lesion volume and induces axonal regrowth of injured spinal cord [J]. Neuropathology, 2010, 30(3): 205-217.
23. Cheng M, Qin G. Progenitor cell mobilization and recruitment: SDF-1, CXCR4, $\alpha 4$ -integrin, and c-kit [J]. Prog Mol Biol Transl Sci, 2012, 111: 243-264.
24. Patel CB, Cohen DM, Ahobila-Vajjula P, et al. Effect of VEGF treatment on the blood-spinal cord barrier permeability in experimental spinal cord injury: dynamic contrast-enhanced magnetic resonance imaging [J]. J Neurotrauma, 2009, 26(7): 1005-1016.
25. Weishaup N, Blesch A, Fouad K. BDNF: the career of a multifaceted neurotrophin in spinal cord injury [J]. Exp Neurol, (10.1016/j.expneurol. 2012.09.001).
26. Wu H, Lu D, Jiang H, et al. Simvastatin-mediated upregulation of VEGF and BDNF, activation of the PI3K/Akt pathway, and increase of neurogenesis are associated with therapeutic improvement after traumatic brain injury [J]. J Neurotrauma, 2008, 25(2): 130-139.

(收稿日期: 2012-02-14 修回日期: 2012-04-27)

(英文编审 蒋欣/贾丹彤)

(本文编辑 卢庆霞)

泛接受,但是 Denis^[3,4]与 AO^[5]分类系统对临床治疗的指导意义有限,两者都缺乏明确的治疗意见和对治疗结果的预判。

载荷分享分类^[6]有一个初级治疗效用,主要用于评估胸腰椎骨折后路短节段固定的失败风险。相比 Denis 和 AO 分类系统,有较好的重复性和可信度,有一定的临床指导意义。为了弥补以上分类的不足,使分类具有更好的重复性和临床指导意义,Vaccaro 等^[7,8]提出了 TLICS,可以更加准确地判断骨折稳定性并指导后续治疗。这种评分系统基于损伤形态学(压缩型 1 分;爆裂型 2 分;移位及旋转型 3 分;牵张型 4 分)、后方韧带复合体完整性(无损伤 0 分;不确定 2 分;确定断裂 3 分)和神经功能状态(无损伤 0 分;神经根损伤 2 分;脊髓或圆锥完全性损伤 2 分,不完全性损伤 3 分;马尾神经损伤 3 分),其有效性和可重复性已得到确证。TLICS 总评分 ≥ 5 分者应考虑手术治疗, ≤ 3 分者考虑保守治疗,4 分者可选择手术或保守治疗。Vaccaro 等认为,影响胸腰椎骨折手术入路的最重要的两个因素是 TLICS 三大因素中的椎体后方韧带复合体结构的完整性及神经系统功能状态。该分类是目前最为可靠的用于评估胸腰椎损伤程度及指导治疗的方法^[9]。但缺点是对椎体明显压缩而无神经损伤的严重骨质疏松患者,以及后韧带复合体骨化、骨折后稳定性差的强直性脊柱炎患者,评分可能出现偏差,使用时需酌情修正。目前 TLICS 分类系统多用于单节段胸腰椎骨折评分,对多节段胸腰椎骨折的临床应用很少报道。

基于骨折的类型、畸形的程度、受伤椎体的水平、椎管的相对宽度和后纵韧带复合体受累的情况,不同的学者提出不同的治疗方案和选择。

1.1 椎体压缩骨折

对椎体压缩骨折的治疗,有学者^[1,2]认为,除椎体压缩 $>50\%$ 、后凸畸形 $>20^\circ$ 或发生在多个平面外,一般均为稳定骨折,常采用保守治疗。也有学者^[11]提出椎体压缩骨折的手术适应证为:①后凸畸形 $>40^\circ$;②前柱压缩 $>50\%$;③多节段压缩骨折,后凸角之和 $>60^\circ$;④非手术治疗过程中出现畸形进行性加重,甚至出现神经功能障碍。

Gertzbein 等^[12]进行了一个涉及 1019 例脊柱骨折患者的多中心研究,在 2 年的随访期间,他们发现,所有患者(包括手术治疗和保守治疗)后凸畸形的大小与腰背痛存在明显相关性($P<0.05$),后凸角 $>30^\circ$ 的患者存在有明显的后背痛和腰痛。因此,后凸畸形 $>30^\circ$ 时建议手术治疗。Domenicucci 等^[13]在研究中发现,对于后凸畸形 $<20^\circ$ 的椎体压缩性骨折患者,手术治疗和保守治疗的结果是相似的,差异没有统计学意义。

Singh 等^[1]及 McLain^[2]认为,若椎体后凸畸形 $>20^\circ$ 、椎体压缩 $>50\%$ 或存在连续多发压缩骨折,提示可能有后纵韧带结构的破坏,建议手术治疗,此外,若在保守治疗过程中出现畸形进行性加重或神经功能障碍时,也应考虑手术。Oner 等^[14]和 Tezer 等^[15]提出,对于压缩骨折:后凸畸形

$<30^\circ$ 是稳定骨折,可保守治疗;而对于后凸角 $>30^\circ$ 的患者,常伴有后纵韧带复合体的损伤,虽然通过体位复位可以改善椎体的压缩程度和后凸角而达到“符合”保守治疗的指标,但后纵韧带复合体的损伤并未得到改变,只要合并有后纵韧带复合体损伤,就是不稳定骨折,需要进行手术治疗。

对于压缩骨折的手术适应证,虽然学者们在后凸角、脊柱前柱高度丢失的具体数值上面有不同的观点,但在某种意义上,大部分最后都回归到或统一到了对后纵韧带复合体的损伤判断上面。

1.2 胸腰椎爆裂骨折

对于无神经损伤的胸腰椎爆裂骨折的治疗无明确标准,因此选择保守治疗还是手术治疗存在较大争议。

Shen 等^[16]认为后凸畸形 $<35^\circ$ 或椎体高度丢失 $<60\%$,作为稳定骨折是可以接受的,可采用保守治疗。Cantor 等^[17]将无神经损伤胸腰椎爆裂骨折的手术指征选择定为后凸畸形 $>30^\circ$,椎体高度丢失 $>50\%$ 及后柱的撕裂性损伤。Mikles 等^[18]认为,当无神经症状型胸腰椎爆裂型骨折后凸畸形 $>25^\circ$,椎体高度丢失 $>50\%$,或椎管占位 $>40\%$ 时需手术治疗。

Knight 等^[19]认为只有当后凸畸形 $<20^\circ$,椎体高度丢失 $<20\%$,椎管占位 $<20\%$,单节段椎体骨折和合并多发外伤,可行保守治疗,否则均需要手术治疗。而侯树勋等^[20]认为,胸腰椎爆裂骨折后,中柱遭到破坏,脊柱失稳,随着脊柱负重,易导致后凸畸形的发生,同时局部软组织的代偿增生易使神经受压,故建议对胸腰椎爆裂骨折,在无特殊禁忌证下,均应积极手术治疗。

Tezer 等^[15]认为前柱或中柱损伤只要伴随后纵韧带复合体损伤则表现出明显的脊柱不稳定性,应积极手术治疗。Shaffrey 等^[21]认为后纵韧带、棘突及椎板间距增宽表示骨折已发生移位,椎体高度丢失 $>50\%$ 或出现了神经源性损伤,发生了关节突的骨折,都是临床上不稳定骨折的特征,需要手术治疗。

1.3 屈曲-牵张损伤和 chance 骨折

屈曲牵张骨折是轴向牵张力所致的脊柱中、后柱损伤,前柱可发生屈曲压缩。

有学者^[1,2,21]认为,①若损伤经过棘突、椎板、椎弓根以及椎体,损伤以骨性损伤为主,韧带损伤较轻,即 Chance 骨折,可采用保守治疗。对于合并腹部创伤、不能耐受支具治疗的建议手术治疗。②若损伤通过棘间韧带、关节突间关节囊,以及后侧纤维环,损伤以韧带和椎间盘为主,尽管此类损伤大部分不伴有神经损伤,但损伤后韧带和纤维环常以瘢痕组织愈合,存在近期或远期疼痛和脊柱不稳,保守治疗效果差,通常需要手术治疗。

1.4 骨折脱位

胸腰椎骨折脱位是脊柱三柱损伤,是最不稳定的骨折,手术是普遍公认的治疗方法。手术的目的是重建脊柱稳定性,预防神经损伤,允许早期活动,减少各种并发症的

发生^[1,21]。

1.5 非手术治疗的方法

非手术治疗多采用卧床休息,垫枕、悬吊或腰桥法等体位复位,腰背肌功能锻炼,在维持复位情况下,一般卧床 4~10 周,然后戴维持脊柱后伸的石膏背心或脊柱矫形器早期下床活动,再固定 8~12 周^[15,22-24]。Dai 等^[22]的保守治疗方法为在体位枕垫复位的同时,辅以 5~10kg 的模拟轴向牵引。Weninger 等^[23]主张伤后 3d 进行悬吊复位和过伸位石膏固定,然后逐步下床活动,压缩性骨折至少固定 8 周,爆裂性骨折至少 12 周。学者们普遍认为,即使有充分的支具固定,保守治疗期间也要定期行影像学检查,以了解后凸畸形的发生和椎体高度的丢失,影像学检查显示骨折愈合后,方可恢复工作^[15,22-24]。

2 手术入路的选择

McCormack 等^[6]提出载荷分享分类 (load sharing classification),依据载荷分享评分选择手术入路:当 3 项分数合计 ≤6 分时选择后方入路,>6 分时则应经前方入路。这一评分易于掌握,重复性好,尤其是在应用于爆裂性骨折的手术入路选择时效果满意。

Vaccaro 等^[7,8,10]认为,影响胸腰椎骨折手术入路的最重要的两个因素是 TLICS 三大因素中的椎体后方韧带复合体结构的完整性及神经系统功能状态。对于无神经损伤的胸腰椎骨折,如有椎体后方韧带复合体结构破坏,通常需要后路手术。

2.1 前路手术

优点是能在直视下充分行椎管前侧减压,无需经椎管操作,同时前路重建可充分矫正畸形,符合脊柱载荷分享原则和支撑原则,避免了远期发生后凸畸形引起脊髓神经再损伤的潜在危险。

多数学者^[1,21]认为,后路手术或保守治疗后脊柱仍有不稳,或前方压迫未解除、残存慢性疼痛或神经症状者,需行前路手术进行矫正,且疗效肯定。McAfee 等^[29]认为,无神经功能损伤的 T10~L3 不稳定爆裂骨折是前路手术的相对适应证;而后凸>50°的爆裂骨折、L4 和 L5 节段骨折以及严重的三柱骨折则是前路手术的禁忌证。对严重的三柱骨折通常需要联合后路内固定来重建脊柱稳定性。Shaffrey 等^[21]认为,无神经损伤的爆裂骨折有下列征象时宜考虑前路手术:①严重的椎体粉碎性骨折;②证据显示有明显的前柱和中柱韧带断裂;③椎管占位>70%;④后路手术减压不充分,残留椎管内占位>30%者应考虑二期前路手术;⑤对 L2 和 L3 骨折,希望保留下腰椎正常运动节段的患者。

有学者^[26,27]认为,前路植骨重建在预防内置物失败和后凸畸形的再发生上是确实有效的,但创伤性大,且易损伤邻近重要器官,术后并发症多,增加了供区并发症和患病率,只适合严重的胸腰椎爆裂骨折等。

Wood 等^[28]认为椎管压迫超过 50%,椎管前方有游离骨块,采用后路间接复位不能使骨块前移,而且由于神经

组织紧贴突出骨块后方,采用后路过伸复位会造成脊髓的过度牵拉或进一步损伤,建议行前路手术。

2.2 后路手术

适用于椎管占位不明的无神经损伤的胸腰椎骨折。

对于无神经损伤的胸腰椎爆裂骨折,Shaffrey 等^[21]及 McAfee 等^[29]认为,有如下征象时应考虑后路手术,是绝对手术适应证:①合并椎体后方骨折需减压者或怀疑有硬膜囊撕裂及硬膜外血肿者;②合并腹腔内或腹膜后损伤者。McAfee 等^[29]认为,合并下列情况时,是后路手术的相对适应证:①不稳定爆裂骨折;③下腰椎爆裂骨折;④不稳定屈曲-牵张损伤;⑤移位性损伤。对于 L4 和 L5 爆裂骨折,Shaffrey 等^[21]将其作为后路手术的绝对适应证,而 McAfee 等^[29]将其作为手术的相对适应证。

对于无神经损伤的屈曲-牵张损伤、Chance 骨折及骨折-脱位,通常先行后路固定手术,当后路复位和内固定不能对椎管达到有效减压时,即椎管有明显的残存骨折片和椎间盘组织占位时,需联合前路手术^[1,21,25]。

对伤后 10d 以内,伤椎前缘高度<50%,椎管占位在 T12 及以上<35%,L1<45%,及 L2 以下<55%者多采用后路手术。Schnee 等^[29,30]对椎体高度、椎管容积和后凸畸形进行综合评价,发现椎管占位>40%或后凸畸形>15°者宜采用前路手术,反之则考虑后路手术治疗,后路手术便于处理后部结构损伤,如椎板骨折导致的硬膜囊撕裂和马尾神经卡压等,尤其对合并椎间移位或脱位、关节突关节绞锁的骨折脱位以及后部结构损伤等,往往只有后路手术才能获得较好的整复效果,多节段相邻椎体骨折也常采用后路手术^[30]。

2.3 前后路联合手术

前后路联合手术可实现充分减压、有效支撑及生物力学稳定性。目前普遍认为^[1,21,25,31,32],前后路手术的主要适应证包括:①后路手术后仍有明显椎管内占位或慢性疼痛及继发神经症状者,需行二期前路手术;②胸腰椎爆裂骨折后凸>50°或有明显三柱损伤时,应考虑前后路联合手术。

P Oprel P 等^[33]研究发现,前后路联合手术相比单纯后路手术在后凸畸形校正和椎体高度恢复上有统计学差异,但其被更多的失血、更长的手术时间,更长的住院时间、更高的花费(代价)和可能更高的术中和术后的并发症发生率、甚至需要再次手术以及更差的 Hannover 脊柱评分这些情况相抵。

2.4 微创手术

2.4.1 后凸成形术和椎体成形术 经皮椎体后凸成形术 (percutaneous kyphoplasty, PKP) 和经皮椎体成形术 (percutaneous vertebroplasty, PVP) 是一种主要用于治疗胸腰椎压缩骨折特别是老年骨质疏松性骨折的理想手术方式。近来也有学者尝试将其用于创伤性胸腰椎骨折的治疗, Maestretti 等^[34]对 Magerl 分型 A1 型、A2 型(劈裂小于

2mm)骨折,以及后壁破坏的 A3.1、A3.2(劈裂小于 2mm)性骨折单独行 PKP 治疗,效果令人满意,但对于 A3.3 性骨折,虽有学者进行了尝试,但大多数学者的意见还是将其和 Magerl B、C 型骨折一起作为该手术的禁忌证。Hartmann 等^[35]认为,A3.1 型骨折单独行后凸成形术是安全的和有效的,但对于 A3.2、A3.3 型骨折,需要进一步的技术辅助,如联合后路椎弓根内固定术。

2.4.2 脊柱内窥镜技术 包括胸腔镜和腹腔镜技术以及脊柱后路内窥镜技术。胸、腹腔镜入路下行前路减压内固定治疗胸腰椎骨折,是脊柱微创外科发展的方向之一,其有效性和安全性已被广泛认同。该技术的发展目标是达到与开放手术的适应证相一致,而在创伤和并发症方面降到最低。

近年来,腔镜下脊柱前路手术也逐渐被腔镜辅助下的小切口前路微创脊柱手术所代替,有学者^[36]认为腔镜辅助下小切口胸腰椎前路手术能取得与传统前路手术相同的疗效,且克服了传统前路手术切口长、创伤大、恢复慢和学习曲线陡峭、不易推广等缺点。Kocis 等^[37]采用胸腔镜经横膈入路治疗胸腰椎骨折,异体骨或钛网植入椎间,进行单独前路钉棒固定或前后路联合固定,取得了满意的效果,所有患者术后 1 年均达到骨性融合,没有并发症,后凸角丢失平均 2°,无内置物的松动和断裂,其认为胸腔镜辅助下的小切口微创手术是脊柱前路重建、固定安全有效的手术方式。刘晓岚等^[38]采用传统前路手术与腹腔镜辅助下小切口前路手术治疗胸腰椎爆裂骨折,在手术时间、出血量方面后者优于前者,后凸角纠正无显著性差异,但腹腔镜辅助下小切口较前路手术损伤较小,并发症较少。

随着脊柱内窥镜及影像学技术的不断发展,Quadrant 下减压,METRx 等内窥镜下减压,或 METRx 内窥镜辅助下 X-tube 可扩张通道下减压,再结合 Sextant 椎弓根螺钉系统内固定,可对无神经损伤的胸腰椎爆裂骨折患者行椎管预防性减压和微创椎弓根内固定^[39]。

2.4.3 经皮后路椎弓根螺钉内固定术 Lowery 等^[40]最早在 C 型臂 X 线机透视下实施了经皮穿刺腰椎弓根内固定技术,显示出了巨大的优势:手术切口小、创伤小、恢复快、住院日短等优势受到越来越多关注。

Kim 等^[41]采用经皮椎弓根螺钉固定技术治疗无神经损伤胸腰椎骨折,研究显示,经皮椎弓根螺钉固定较开放手术造成更少肌肉萎缩,术后躯干肌肉力量更强,出血减少,减少了术后镇痛药物使用。

2.4.4 后路经皮微创椎弓根内固定联合椎体成形术或后凸成形术 随着经皮椎弓根内固定的发展和技术的成熟,气囊辅助终板复位椎体成形术联合经皮椎弓根螺钉内固定可能成为胸腰椎骨折合并后韧带复合体损伤患者的一种治疗方案。Blondel 等^[42]联合经皮椎弓根内固定术和后凸成形术治疗胸腰椎爆裂骨折 29 例,Magerl 分型,A1 型 17 例,A2 型 3 例,A3 型 9 例,术中出现骨水泥侧方渗漏 2 例,但未出现症状,术后第 1 天即可下地,术后至后凸畸形矫

正由术前 14°改善到 3°,平均矫正达到 11°,术后平均随访 24 个月,没有内固定松动及断裂,平均后凸角丢失 2°,无患者需要止痛药物应用和二期手术治疗。

总之,关于手术适应证和手术入路,目前仍存在争议,但在选择手术方式时,最终原则是用最小的创伤使患者获得最好的术后康复。

3 参考文献

1. Singh K, Vaccaro AR, Eichenbaum MD, et al. The surgical management of thoracolumbar injuries[J]. J Spinal Cord Med, 2004, 27(2): 95-101.
2. McLain RF. The biomechanics of long versus short fixation for thoracolumbar spine fractures[J]. Spine, 2006, 31(11 Suppl): S70-79.
3. Denis F. The three column spine and its significance in the classification of acute thoracolumbar spinal injuries [J]. Spine 1983, 8(8): 817-831.
4. Denis F. Spinal instability as defined by the three-column spine concept in acute spinal trauma [J]. Clin Orthop Relat Res, 1984, 189: 65-76.
5. Magerl F, Aebi M, Gertzbein S, et al. A comprehensive classification of thoracic and lumbar injuries [J]. Eur Spine J, 1994, 3(4): 184-201.
6. McCormack T, Karaikovic E, Gaines R. The load sharing classification of spine fractures[J]. Spine 1994, 19(15): 1741-1744.
7. 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, 2005, 30(20): 2325-2333.
8. Vaccaro AR, Zeiller SC, Hurlbert RJ, et al. The thoracolumbar injury severity score: a proposed treatment algorithm [J]. J Spinal Disord Tech, 2005, 18(3): 209-215.
9. McAfee PC, Yuan HA, Fredrickson BE, et al. The value of computed tomography in thoracolumbar fractures. An analysis of one hundred consecutive cases and a new classification [J]. J Bone Joint Surg Am, 1983, 65(4): 461-473.
10. Vaccaro AR, Baron EM, Sanfilippo J, et al. Reliability of a novel classification system for thoracolumbar injuries: the Thoracolumbar Injury Severity Score[J]. Spine, 2006, 31(11 Suppl): S62-69.
11. Levine AM, McAfee PC, Anderson PA. Evaluation and emergent treatment of patients with thoracolumbar trauma[M]. Instr Course Lect, 1995, 44: 33-45.
12. Gertzbein SD. Scoliosis Research Society. Multicenter spine fracture study[J]. Spine, 1992, 17(5): 528-540.
13. Domenicucci M, Preite R, Ramieri A, et al. Thoracolumbar fractures without neurosurgical involvement: surgical or conservative treatment[J]? J Neurosurg Sci, 1996, 40(1): 1-10.
14. Oner FC, van Gils AP, Dhert WJ, et al. MRI findings of

- thoracolumbar spine fractures: a categorisation based on MRI examinations of 100 fractures[J]. *Skeletal Radiol*, 1999, 28(8): 433-443.
15. Tezer M, Erturur RE, Ozturk C, et al. Conservative treatment of fractures of the thoracolumbar spine[J]. *Int Orthop*, 2005, 29(2): 78-82.
16. Shen WJ, Shen YS. Nonsurgical treatment of three-column thoracolumbar junction burst fractures without neurologic deficit[J]. *Spine*, 1999, 24(4): 412-415.
17. Cantor J, Lebowitz N, Garvey T, et al. Nonoperative management of stable thoracolumbar burst fractures with early ambulation and bracing[J]. *Spine*, 1993, 18(8): 971-976.
18. Mikles M, Stchur R, Graziano G. Posterior instrumentation for thoracolumbar fractures [J]. *J Am Acad Orthop Surg*, 2004, 12(6): 424-435.
19. Knight R, Stomelli D, Chan D, et al. Comparison of operative versus nonoperative treatment of lumbar burst fractures [J]. *Clin Orthop Relat Res*, 1993, 293: 112-121.
20. 侯树勋, 史亚民. 胸腰椎骨折手术适应证及其远期疗效观察 [J]. *中华创伤杂志*, 2002, 18(1): 14-16.
21. Shaffrey CI, Shaffrey ME, Whitehill R, et al. Surgical treatment of thoracolumbar fractures [J]. *Neurosurg Clin N Am*, 1997, 8(4): 519-540.
22. Dai LY, Jiang LS, Jiang SD. Conservative treatment of thoracolumbar burst fractures: a long-term follow-up results with special reference to the load sharing classification [J]. *spine*, 2008, 33(23): 2536-2544.
23. Weninger P, Schultz A, Hertz H. Conservative management of thoracolumbar and lumbar spine compression and burst fractures: functional and radiographic outcomes in 136 cases treated by closed reduction and casting [J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2009, 129(2): 207-219.
24. Agus H, Kayali C, Arslantas M. Nonoperative treatment of burst-type thoracolumbar vertebra fractures: clinical and radiological results of 29 patients[J]. *Eur Spine J*, 2005, 14(6): 536-540.
25. McAfee PC, Levine AM, Anderson PA. Surgical management of thoracolumbar fractures[J]. *Instr Course Lect*, 1995, 44: 47-55.
26. Korovessis P, Baikousis A, Zacharatos S, et al. Combined anterior plus posterior stabilization versus posterior short-segment instrumentation and fusion for mid-lumbar (L2-L4) burst fractures[J]. *Spine*, 2006, 31(8): 859-868.
27. McDonough PW, Davis R, Tribus C, et al. The management of acute thoracolumbar burst fractures with anterior corpectomy and Z-plate fixation[J]. *Spine*, 2004, 29(17): 1901-1908.
28. Wood KB, Bohn D, Mehbod A. Anterior versus posterior treatment of stable thoracolumbar burst fractures without neurologic deficit: a prospective, randomized study [J]. *J Spinal Disord Tech*, 2005, 18(Suppl): S15-23.
29. Schnee CL, Ansell LV. Selection criteria and outcome of operative approaches for thoracolumbar burst fractures with and without neurological deficit[J]. *J Neurosurg*, 1997, 86(1): 48-55.
30. Knop C, Fabian HF, Bastian L, et al. Late results of thoracolumbar fractures after posterior instrumentation and transpedicular bone grafting[J]. *Spine*, 2001, 26(1): 88-99.
31. Sasso RC, Best NM, Reilly TM, et al. Anterior-only stabilization of three-column thoracolumbar injuries [J]. *J Spinal Disord Tech*, 2005, 18(Suppl): S7-14.
32. Tezere G, Kuru I. Posterior fixation of thoracolumbar burst fracture: short-segment pedicle fixation versus long-segment instrumentation[J]. *J Spinal Disord Tech*, 2005, 18(6): 485-488.
33. P Oprel P, Tuinebreijer WE, Patka P, et al. Combined anterior-posterior surgery versus posterior surgery for thoracolumbar burst fractures: a systematic review of the literature [J]. *Open Orthop J*, 2010, 4: 93-100.
34. Maestretti G, Cremer C, Otten P, et al. Prospective study of standalone balloon kyphoplasty with calcium phosphate cement augmentation in traumatic fractures [J]. *Eur Spine J*, 2007, 16(5): 601-610.
35. Hartmann F, Gercek E, Leiner L, et al. Kyphoplasty as an alternative treatment of traumatic thoracolumbar burst fractures Magerl type A3[J]. *Injury*, 2012, 43(4): 409-415.
36. Beisse R. Video-assisted techniques in the management of thoracolumbar fractures[J]. *Orthop Clin North Am*, 2007, 38(3): 419-429.
37. Kocis J, Wendsche P, Muzik V, et al. Minimally invasive thoracoscopic transdiaphragmatic approach to thoracolumbar junction fractures [J]. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech*, 2009, 76(3): 232-238.
38. 刘晓岚, 李云华, 刘杜庭等. 前路传统手术与腹腔镜辅助下小切口手术治疗胸腰段脊柱爆裂骨折 [J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2010, 20(1): 24-28.
39. Samartzis D, Shen FH, Perez-Cruet MJ, et al. Minimally invasive spine surgery: a historical perspective[J]. *Orthop Clin North Am*, 2007, 38(3): 305-326.
40. Lowery GL, Kulkarni SS. Posterior percutaneous spine instrumentation[J]. *Eur Spine J*, 2000, 9(Suppl 1): S126-130.
41. 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*, 2005, 30(1): 123-129.
42. Blondel B, Fuentes S, Pech-Gourg G, et al. Percutaneous management of thoracolumbar burst fractures: evolution of techniques and strategy[J]. *Orthop Traumatol Surg Res*, 2011, 97(5): 527-532.

(收稿日期:2011-10-18 末次修回日期:2012-05-12)

(本文编辑 彭向峰)