

doi: 10.3978/j.issn.2095-6959.2015.02.011

View this article at: <http://dx.doi.org/10.3978/j.issn.2095-6959.2015.02.011>

· 论著 ·

椎间撑开解剖复位对于退变性腰椎滑脱症价值的前瞻性比较研究

刘好源, 陈峰嵘, 黄建明, 简国坚, 龚灏, 徐天睿, 王博文, 王俊, 叶志扬, 黄哲元

(解放军一七四医院骨科, 厦门 361000)

[摘要] 目的: 通过前瞻性研究评价椎间撑开解剖复位对于退变性腰椎滑脱症价值。方法: 2006年1月~2009年12月, 对56例退变性腰椎滑脱症(II度以上)患者均施行经后路椎体间融合术(posterior lumbar interbody fusion, PLIF), 但随机选择是否在术中进行解剖复位的操作, 复位组30例, 对照组26例, 随访时比较两组病例的影像学、JOA功能障碍评分及并发症。结果: 56例均获得13~46个月(平均32月)随访。复位组的影像学结果及最终融合率均优于对照组($P<0.01$)。末次随访时, 两组患者都有较高的JOA功能障碍评分, 复位组略优于对照组($P<0.01$)。复位组和对照组的并发症发生率分别为10%和23.1%。结论: 经后路椎体间融合术治疗退变性腰椎滑脱症术中中进行解剖复位可以获得更为理想的影像学结果、植骨融合及生活质量。

[关键词] 腰椎滑脱; 解剖复位; 经后路椎体间融合术; 手术治疗

Prospective comparison research of intervertebral disc space distraction and anatomical reduction of instrumented posterior lumbar interbody fusion for lumbar degenerative spondylolisthesis

LIU Haoyuan, CHEN Fengrong, HUANG Jianming, JIAN Guojian, GONG Hao,
XU Tianrui, WANG Bowen, WANG Jun, YE Zhiyang, HUANG Zheyuan

(Department of Orthopaedics, 174th Hospital of PLA, Xiamen 361000, China)

Abstract **Objective:** To prospectively evaluate the special roles of anatomical reduction of instrumented posterior lumbar interbody fusion for lumbar degenerative spondylolisthesis. **Methods:** From January 2006 to December 2009, fifty-six lumbar degenerative spondylolisthesis cases were treated by instrumented posterior lumbar interbody fusion, all surgical cases were randomly divided into reduction group and matched group according to whether anatomical reduction. The definitive reduction of the spondylolisthesis using pedicle screw instrumentation was followed by primary reduction using intervertebral disc space distraction and interbody fusion with insert cages and local morselized bone after decompressive laminectomy. Main outcome measurements included imaging, JOA dysfunction score and complication. **Results:** Fifty-six patients were followed up for 13 to 46 (average, 32) months, the Imaging results and solid bony fusion rate of reduction group were better than matched group ($P<0.01$).

收稿日期 (Date of reception): 2014-09-14

通信作者 (Corresponding author): 刘好源, Email: liuhaoyuan@medmail.com.cn

Both groups had preferable JOA dysfunction score. Reduction group was slightly better than matched group ($P < 0.01$). The complication rates for reduction group and matched group were 10% and 23.1%, respectively. **Conclusion:** Instrumented posterior lumbar interbody fusion following by anatomical reduction for lumbar degenerative spondylolisthesis can be obtained with more ideal Imaging results, solid bony fusion rate and the quality of life.

Keywords lumbar degenerative spondylolisthesis; anatomical reduction; posterior lumbar interbody fusion; surgical therapy

退变性腰椎滑脱症是骨科较为常见的腰椎疾病, 其临床表现复杂、治疗方法多样。目前经后路椎体间融合术(posterior lumbar interbody fusion, PLIF)是目前治疗退变性腰椎滑脱症公认的标准术式之一^[1-4]。然而关于术中滑脱椎体是否需要尽可能解剖复位以及如何实现复位的问题, 目前仍有很大争议。本研究目的在于通过前瞻性的研究对腰椎滑脱症患者进行椎间隙撑开解剖复位后的影像学检查、临床功能评价等方面与术中未进行解剖复位的对照组进行比较。从而为临床治疗方法的选择提供参考。

1 资料与方法

1.1 资料

自2006年1月~2009年12月, 对我院收治的退变性腰椎滑脱症患者进行筛选。入选条件为: 腰椎滑脱程度(II度以上), 无精神方面障碍, 无严重的长期内科慢性疾病史, 无慢性肾功能衰竭或严重的代谢性疾病史, 非病理性滑脱。患者都能相对独立地生活。对56例入选患者随机分为复位组及对照组, 其中男32例, 女24例; 复位组30例, 对照组26例, 年龄43~67岁(平均53.5岁)。根据Meyerding法测量腰椎过伸过屈位X线片上椎体前后移位 >3 mm作为失稳的测定标准: 36例II度滑脱移位为25%~50%, 17例III度滑脱移位为50%~75%, 3例IV度滑脱移位 $>75%$ 。术前临床表现均有活动后下腰部疼痛, 43例合并单侧或双侧下肢无力, 间歇性跛行。查体: 25例小腿及足背外侧皮肤感觉迟钝, 5例出现跟腱反射减弱。 L_3 滑脱8例, L_4 滑脱18例, L_5 滑脱25例, $L_{4,5}$ 滑脱5例。所有病例均行腰椎正侧位、左右斜位及MRI检查, 23例同时行CT检查, 其中15例有神经根管狭窄。本研究获得厦门大学附属成功医院医学伦理委员会的同意, 并与每位参与研究的患者签订了知情同意书。

1.2 方法

患者采用全身麻醉, 俯卧位, 以病椎为中心的后正中切口, 切开暴露病椎上下椎板、小关节

突及横突根部, 清理峡部纤维瘢痕; 咬骨钳咬除增生硬化的上下关节突, 在上下椎弓根根据常规定位点进行钻孔、测深, 插入定位针, C臂机透视证实位置正确, 拧入合适椎弓钉; 再用尖刀切除肥厚黄韧带, 椎板咬骨钳将上下椎板咬成1~2 mm骨粒备用, 开窗后, 沿神经根表面行神经根管彻底减压, 神经拉钩保护脊髓、神经根, 尖刀切除纤维环, 髓核钳摘除髓核组织, 终板刮除器刮除上下终板; 将窄骨膜剥离子沿开窗的椎间隙徐徐插入, 远端抵住上位椎体前沿, 以下位椎体后缘为承重点, 轻轻向后撬拨, 触及椎体后缘平齐后, 将固定棒插入对侧椎弓钉螺钉头端开口内, 锁紧下位椎体螺帽, 撑开器撑开后, 拧紧上位椎体提拉椎弓钉螺帽; 退出骨膜剥离子, C臂机透视见滑脱椎体解剖复位; 将备用的骨碎块填入椎间隙前缘, 按顺时针方向沿中线向椎体前方拧入单枚填塞碎骨块的Cage; C臂机再次透视证实椎间融合器Cage位置正确, 再将固定棒置入椎弓钉螺钉头端开口内, 锁紧上位椎体螺帽; 冲洗伤口, 彻底止血, 用明胶海绵覆盖裸露的硬脊膜, 放置负压引流管, 逐层缝合切口。(对照组则采用后路减压椎间融合, 但术中未进行复位操作, 其余手术步骤相同)

1.3 术后处理

复位组及对照组均采用相同的术后处理方式。术后24~48 h根据引流量拔除引流管, 以 <50 mL为标准, 术后当日嘱患者行直腿抬高2~3次练习, 以牵动神经根2~3次, 每次5下, 预防神经根粘连; 术后3~5 d开始督促腰背肌功能锻炼, 促进腰背肌功能早日康复, 以利尽早下地, 1 w后在支具保护下练习床上坐起-床边站立, 根据个体差异4~6 w戴胸腰骶段支具逐步行走等康复训练, 出院时嘱定期随访。

1.4 影像学 and 临床功能评价

所有病例均在手术前、术后第1周及术后3、6、12、24、36个月随访时摄站立位腰椎数码X线片, 并在X线片上用计算机软件测量滑脱率、滑脱角、骶骨倾斜角和椎间隙后高(图1)。1)椎间隙后

高: Ullmann线到上位椎体下缘的高度与上位椎体高度的比值, 直接反映椎间孔的高度; 2) 骶骨倾斜角(sacral inclination, SI): 划一垂直于地面水平的垂线, 再于滑移椎体的下一椎体后壁划一直线, 两直线交角; 3) 滑脱率: 滑脱椎体在下位椎体上的相对滑脱距离/下位椎体的水平长度; 4) 滑脱角(slip angle, SA): 滑脱椎体下缘与上位椎体下缘连线的夹角(脊柱前凸为正值, 后凸为负值)。同时术后3、6、12、24个月进行融合节段薄层螺旋CT扫描矢状位和冠状位三维重建, 并进行磁共振扫描, 以观察融合器内植骨融合情况。临床功能评价采用国际常用的JOA功能障碍评分, 评分主要包括疼痛程度、感觉运动障碍及日常生活自理能力。超过2年的随访病例, 如果确定已实现骨性融合, 则只进行临床功能评价。

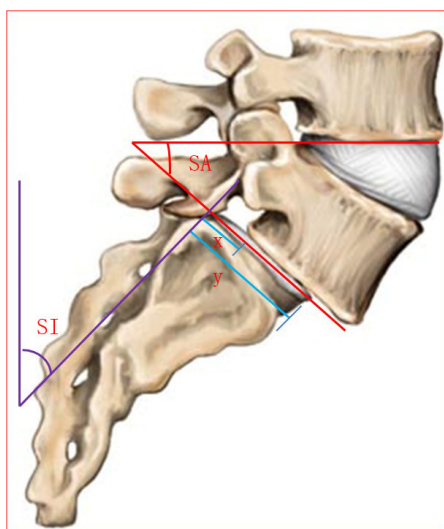


图1 影像学评估指标示意图: SI表示骶骨倾斜角; $x/y \times 100\%$ 表示滑脱率; SA表示滑脱角

Figure 1 Radiographic assessment indicators include: sacral inclination (SI), percentage of spondylolisthesis ($x/y \times 100\%$), slip angle (SA)

1.5 统计学处理

所有影像学数据采用SPSS 10.0软件进行统计学处理。对手术前、后所有影像学数据进行配对t检验, $P < 0.01$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 影像学结果

手术前后X线片测量, 复位组滑脱率由 $28.1\% \pm 3.4\%$ 降至术后1w $2.0\% \pm 0.35\%$, 滑脱角由 $6.2^\circ \pm 2.7^\circ$ 恢复到术后1w $12.7^\circ \pm 1.2^\circ$, 骶骨倾斜角由 $32.2^\circ \pm 2.5^\circ$ 升至术后1w的 $45.3^\circ \pm 2.1^\circ$, 椎间隙后高由 6.20 ± 1.9 升至术后1w的 9.70 ± 2.0 , 复位率术后1w为99.3%, 末次随访时仍有98.8%。与术前相比, 术后1w以及末次随访时的结果均有统计学差异 ($P < 0.01$, 见表1)。对照组滑脱率由 $28.4\% \pm 2.9\%$ 降至术后1w $21.3\% \pm 2.5\%$, 滑脱角由 $6.1^\circ \pm 2.3^\circ$ 恢复到术后1w $7.7^\circ \pm 2.2^\circ$, 骶骨倾斜角由 $31.4^\circ \pm 2.7^\circ$ 升至术后1w的 $35.8^\circ \pm 2.2^\circ$, 椎间隙后高由 6.35 ± 1.8 升至术后1w的 8.56 ± 2.4 , 复位率术后1w为25.6%, 末次随访时为22.2%。两组间各项测量指标之间均存在统计学差异 ($P < 0.01$)。

2.2 临床功能评价

56例均获得随访, 通过门诊复诊、调查信件以及电话咨询等方式追踪症状改善情况, 对比术前、后X线片变化, 随访时间13~46个月, 平均32月。复位组1年融合率93.3%(28例), 2年融合率100%(30例); 对照组1年融合率80.7%(21例), 2年融合率88.5%(23例)。根据JOA评分法测定, 无论是复位还是对照组, 术前与末次随访时相比, 均有统计学差异 ($P < 0.01$, 见表2)。复位组末次随访时的JOA评分也较对照组有统计学差异。

表1 复位组与对照组术前、术后1w、末次随访X线片的比较

Table 1 The X-ray examination comparasion between treatment group and control group at different stages

| 组别 | 滑脱率/% | 复位率/% | 椎间隙后高/mm | 滑脱角/° | 骶骨倾斜角/° |
|------|-----------------|-------|----------------|----------------|----------------|
| 复位组 | | | | | |
| 术前 | 28.1 ± 3.4 | | 6.20 ± 1.9 | 6.2 ± 2.7 | 32.2 ± 2.5 |
| 术后1w | 2.0 ± 0.35 | 99.3 | 9.70 ± 2.0 | 12.7 ± 1.2 | 45.3 ± 2.1 |
| 末次随访 | 2.3 ± 0.54 | 98.8 | 8.50 ± 2.0 | 12.5 ± 1.4 | 42.8 ± 1.9 |
| 对照组 | | | | | |
| 术前 | 28.4 ± 2.9 | | 6.35 ± 1.8 | 6.1 ± 2.3 | 31.4 ± 2.7 |
| 术后1w | 21.3 ± 2.5 | 25.6 | 8.56 ± 2.4 | 7.7 ± 2.2 | 35.8 ± 2.2 |
| 末次随访 | 22.1 ± 2.75 | 22.2 | 8.32 ± 1.9 | 7.5 ± 2.1 | 36.4 ± 1.9 |

表2 术前术后JOA评分比较

Table 2 The JOA score assessment before and after the operation

| 组别 | 术前 | 末次随访时 | 术前术后评分比较(P) |
|-----|-----------|------------|-------------|
| 复位组 | 6.0 ± 1.9 | 24.3 ± 1.8 | <0.01 |
| 对照组 | 7.1 ± 2.4 | 21.0 ± 2.1 | <0.01 |

2.3 并发症

对照组最终随访时, 对照组: 2例因融合失败而出现钉棒断裂, 假关节形成1例, 浅表感染2例, Cage位置不佳1例; 复位组: 浅表感染1例, 硬膜损伤致脑脊液漏1例, Cage位置不佳1例。

3 讨论

退变性腰椎滑脱手术治疗的主要目的是解除神经压迫、矫正脊柱畸形和恢复脊柱的稳定性。近年来, 随着对退变性腰椎滑脱病因、病理认识的深入和内固定技术的发展, 对退变性腰椎滑脱症的手术治疗取得了很大进展。Weinstein等的一项随机化临床实验^[5]证实, 对于退变性腰椎滑脱症的患者, 采用手术治疗能在术后2年内显著改善疼痛以及临床功能。近年来多项研究^[6-10]均支持对退变性腰椎滑脱症患者进行手术干预。尽管对症状性退变性腰椎滑脱症采取手术治疗已经取得了广泛共识, 但是有关腰椎滑脱症手术是否需要尽可能解剖复位以及如何实现复位问题上仍存在颇多争议。

以往部分学者认为^[11-14], 解除腰椎滑脱症状的关键在于彻底减压和牢固融合, 复位反而容易牵拉神经根导致并发症。因此主张仅行腰椎后外侧原位融合即可, 也取得了较好的临床效果。但由于腰椎后外侧原位融合不能纠正滑移椎体前移、旋转的趋势, 使植骨部位承受张力过大, 致使植骨不融合、延迟融合或融合不牢靠, 容易出现滑脱进展。有文献报道原位融合进展率为11%~72%, 平均33%, 滑脱角平均进展15°~20°^[13]。Boxall等^[15]认为原位融合, 对II度以上腰椎滑脱融合率只有30%左右, 且神经症状的缓解率低。最近的研究也证实, 经后路椎体间融合术较后外侧原位融合术能获得更好的融合率^[16]。也有学者主张进行部分复位^[17], 认为安全性较高, 但并未明确指出如何判定最佳复位的程度及其与预后的相关性。

退变性椎体滑脱的治疗目的是消除或减轻患者症状, 而马尾和(或)神经根的减压是腰椎滑脱外科治疗的核心。我们所指的充分减压, 是指彻底

清除峡部的纤维疤痕组织, 切除滑移椎体的椎板及肥厚的黄韧带, 对上下关节突, 至少切除1/3, 充分扩大根管及椎管, 尤其是神经根管, 直至神经根松弛为止。当充分减压后, 滑脱节段椎体间的骨性障碍和软组织瘢痕被彻底清理, 这也为滑脱复位提供了保证, 同时也可以避免复位后神经根和硬脊膜再度受压的风险。因此, 不应将减压和复位割裂开来。由于充分减压的过程可能同时破坏腰椎局部结构的力学平衡, 因此良好复位以及坚强固定是阻止滑脱进展和保持神经减压效果的前提, 而有效的椎体间融合是获得手术疗效的保证^[18]。如果不对滑移的椎体进行解剖复位, 则难以解除因矢状径减小所致的神经根管狭窄, 也就难以重建脊柱的正常序列和恢复其基本生理功能。复位是治疗腰椎滑脱症的基础, 融合和内固定则是恢复脊柱三柱结构的稳定性及腰骶部的生物力学功能、改善腰骶部外观的保障。近年来国内外多数学者均认为减压、解剖复位、固定融合是治疗腰椎滑脱的基本原则^[11,17,19-27]。而解剖复位被视为治疗腰椎滑脱症的根本目标^[27]。总结以往文献并结合我们自身的经验, 在腰椎滑脱症手术中实现解剖复位有如下优势: 1)可以重建腰骶部矢状面的正常结构^[28], 恢复腰骶椎的生理弧度和整体的平衡, 减小脊柱后柱的张力, 改善负重力线, 减少椎体继续向前下滑移形成的剪切力, 增加了椎体间的稳定性, 减轻内固定的负荷, 从而避免假关节形成^[29]或滑脱继续加重以及术后螺钉松动、断钉等并发症^[30]的发生。本研究中, 复位组未见假关节形成及钉棒断裂的病例。腰椎退行性滑脱患者内固定后恢复腰椎生理前凸, 不仅可以使腰椎得到矢状面上的稳定, 而且可以有效预防邻近节段的退变^[9]; 2)可缓解神经根或马尾神经的牵拉压迫症状。滑脱椎体复位后有利于重塑椎管形态, 增加椎管的容积, 在一定程度上解除神经根在“台阶”上的受压和牵拉, 有利于神经减压及症状缓解; 3)可提高植骨融合率。复位增加了植骨床的面积, 滑脱角的纠正减少了植骨块上弯矩和张应力, 保证了植骨融合。Kanayama等^[31]认为脊柱复位后植骨区域的局部运动力学效应及椎体间植人物与上下椎体接触面积增加, 可进一步提高融合率。本研究中, 复位组最终的植骨融合率明显优于对照组, 证实了以上结论; 4)可纠正腰椎过度前凸^[28]、骨盆倾斜及膝关节屈曲的畸形, 从而获得姿态和步态的改善; 5)术后摄片显示复位更能令患者满意。使患者及家属从感观上对手术效果直接认可, 减少心理负担, 增强自信心, 促进功能康复, 提高生活质量。同时一定程

度上减少不必要的医疗纠纷。

对于如何实现腰椎滑脱的复位, 自上世纪20年代以来, 人们进行了不断探索, 包括单纯腔骨植骨支撑, 骨牵引结合石膏固定, 单纯石膏复位, 后路椎板下钢丝固定于背部固定装置上、Harrington棒^[32]等等, 但均未取得较好的效果。1986年Matthiass等^[33]首先报道了利用后路杠杆撬拨进行腰椎滑脱复位的装置。1996年Sandhu等^[34]在一项体外实验中验证了椎体间“撑开-加压”的张力带作用原理, 即通过逐渐撑开椎间隙, 借助椎体周围非骨性组织(前、后纵韧带及纤维环等)处于张应力增加状态以对滑脱的椎体进行复位。既往报告的PLIF手术步骤, 多数先采用各种不同的椎弓根内固定器械对滑脱椎体进行复位和固定, 然后再行椎间的融合。这种单纯的提拉复位和复位前的预弯棒往往并不能很好起到滑脱椎体解剖复位以及恢复生理性前凸的作用。并且可能导致固定钉切割椎体发生松动以及限制椎间的高度形状, 妨碍融合器的植入。因此, 应用上述“撑开-加压”原理, 我们在术中或依次使用从小到大与融合器配套的撑开器, 或配合窄骨膜剥离离子进行撬拨的方式在逐渐撑开椎间隙过程中, 实现对滑脱椎体的即刻复位^[35]。此时再于融合器植入侧的对应侧放置预弯后的纵向连接杆并拧紧后即可于术中较好地维持腰椎的力线及滑脱椎体的解剖复位。这是依靠脊柱本身解剖结构来进行的自主复位, 因而其承受的应力较小且更符合椎体本身的生物力学特性。腰椎的生物力学研究表明^[36], 单纯后路椎弓根钉内固定后, 椎体上方承担的负荷有80%经椎弓根螺钉、连接杆传导给下位椎体, 而椎体间行植骨后有65%的负荷经植骨块向下位椎体传导, 只有35%负荷经内固定装置传导。因此附加的短节段椎弓根螺钉内固定系统选用易于操作的原位固定系统即可。并且可降低椎弓根螺钉松动的发生率。本研究中, 通过前瞻性的对比研究, 复位组的术后影像学指标以及融合率均优于对照组, 虽然最终随访时对照组JOA评分也有较大改善, 但复位组改善相对更为明显。因此, 我们推荐对滑脱椎体尽可能实现解剖复位, 但在复位过程中, 应注意避免神经牵拉伤。

本研究表明, 辅助相应复位操作技术实现良好解剖复位的经后路椎体间融合术是治疗退变性腰椎滑脱症的良好选择。可以获得更好的影像学结果以及植骨融合率, 在最终随访时, 临床评估结果也具备一定优势。但术中应注意配合相对熟练的复位操作技术, 以避免由于操作不当所导致的并发症。

参考文献

1. Brotis AG, Paterakis KN, Tsiamalou PM, et al. Instrumented posterior lumbar fusion outcomes for lumbar degenerative disorders in a southern European, semirural population[J]. *J Spinal Disord Tech*, 2010, 23(7): 444-450.
2. Gong K, Wang Z, Luo Z. Reduction and transforaminal lumbar interbody fusion with posterior fixation versus transsacral cage fusion in situ with posterior fixation in the treatment of Grade 2 adult isthmic spondylolisthesis in the lumbosacral spine[J]. *J Neurosurg Spine*, 2010, 13(3): 394-400.
3. Wu RH, Fraser JF, Härtl R. Minimal access versus open transforaminal lumbar interbody fusion: meta-analysis of fusion rates[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2010, 35(26): 2273-2281.
4. Xu H, Tang H, Li Z. Surgical treatment of adult degenerative spondylolisthesis by instrumented transforaminal lumbar interbody fusion in the Han nationality[J]. *J Neurosurg Spine*, 2009, 10(5): 496-499.
5. Weinstein JN, Lurie JD, Tosteson TD, et al. Surgical versus nonsurgical treatment for lumbar degenerative spondylolisthesis[J]. *N Engl J Med*, 2007, 356(22): 2257-2270.
6. Lauber S, Schulte TL, Liljenqvist U, et al. Clinical and radiologic 2-4-year results of transforaminal lumbar interbody fusion in degenerative and isthmic spondylolisthesis grades 1 and 2[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2006, 31(15): 1693-1698.
7. Pearson A, Blood E, Lurie J, et al. Degenerative spondylolisthesis versus spinal stenosis: does a slip matter? Comparison of baseline characteristics and outcomes (SPORT)[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2010, 35(3): 298-305.
8. Schaeren S, Broger I, Jeanneret B. Minimum four-year follow-up of spinal stenosis with degenerative spondylolisthesis treated with decompression and dynamic stabilization[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2008, 33(18): E636-E642.
9. Sears W. Posterior lumbar interbody fusion for degenerative spondylolisthesis: restoration of sagittal balance using insert-and-rotate interbody spacers[J]. *Spine J*, 2005, 5(2): 170-179.
10. Weinstein JN, Lurie JD, Tosteson TD, et al. Surgical compared with nonoperative treatment for lumbar degenerative spondylolisthesis. four-year results in the Spine Patient Outcomes Research Trial (SPORT) randomized and observational cohorts[J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2009, 91(6): 1295-1304.
11. 黄志海, 金才益, 吴鹏, 等. 短节段钉棒系统在Ⅱ~Ⅲ度腰椎滑脱中的复位效果评价[J]. *中国矫形外科杂志*, 2007, 15(21): 1661-1663. HUANG Zhihai, JIN Caiyi, WU Peng, et al. Effect analysis of short segment peg-stick system on Ⅱ~Ⅲ° lumbar spondylolisthesis[J]. *Orthopedic Journal of China*, 2007, 15(21): 1661-1663.
12. 朱大成, 张强, 陈君生, 等. 介绍一种自主研发的治疗腰椎滑脱的新型复位系统[J]. *中国矫形外科杂志*, 2007, 15(23): 1785-1788. ZHU Dacheng, ZHANG Qiang, CHEN Junsheng, et al. Introduction of a new invented spondylolisthesis reduction system for treatment of lumbar spondylolisthesis[J]. *Orthopedic Journal of China*, 2007,

- 15(23): 1785-1788.
13. 陈亮, 唐天骖. 重度腰椎滑脱的治疗现状[J]. 中国脊柱脊髓外科杂志, 1999, 9(4): 227-229.
CHEN Liang, TANG Tiansi. Current status of treatment of severe lumbar spondylolisthesis[J]. Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 1999, 9(4): 227-229.
 14. Benli IT, Çiçek H, Kaya A. Comparison of sagittal plane realignment and reduction with posterior instrumentation in developmental low or high dysplastic spondylolisthesis[J]. Kobe J Med Sci, 2006, 52(6): 151-169.
 15. Boxall D, Bradford DS, Winter R, et al. Management of severe spondylolisthesis in children and adolescents[J]. J Bone Joint Surg Am, 1979, 61(4): 479-495.
 16. Cheng L, Nie L, Zhang L. Posterior lumbar interbody fusion versus posterolateral fusion in spondylolisthesis: a prospective controlled study in the Han nationality[J]. Int Orthop, 2009, 33: 1043-1047.
 17. 张忠民, 金大地, 陈建庭, 等. 重度腰椎滑脱脊柱序列功能重建[J]. 中华骨科杂志, 2008, 28(4): 302-306.
ZHANG Zhongmin, JIN Dadi, CHEN Jianting, et al. Sagittal spine alignment reconstruction in high-grade lumbar spondylolisthesis[J]. Chin J Orthop, 2008, 28(4): 302-306.
 18. Johnson JR, Kirwan EO. The long-term results of fusion in situ for severe spondylolisthesis[J]. J Bone Joint Surg Br, 1983, 65(1): 43-46.
 19. 郝定均, 温世明, 窦榆生. 椎间融合器与椎弓根系统复位固定治疗腰椎滑脱症[J]. 中国脊柱脊髓外科杂志, 2003, 13(10): 409-411.
HAO Dingjun, WEN Shiming, DOU Yusheng, et al. The treatment of lumbar spondylolisthesis with intervertebral threaded fusion cage (TFC) and pedicle screw reduction and fixation system[J]. Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2003, 13(10): 409-411.
 20. 邵高海, 李波. 重度腰椎滑脱的手术治疗[J]. 骨与关节损伤杂志, 2004, 19(4): 264-265.
SHAO Gaohai, LI Bo. Operative treatment of severe lumbar spondylolisthesis[J]. The Journal of Bone and Joint Injury, 2004, 19(4): 264-265.
 21. 王玉, 邱勇, 王斌, 等. 影响腰椎滑脱手术复位的影像学预测因素及其临床意义[J]. 中华外科杂志, 2009, 47(4): 289-292.
WANG Yu, QIU Yong, WANG Bin, et al. Radiologic analysis of factors predicting the surgical reduction of lumbar spondylolisthesis[J]. Chinese Journal of Surgery, 2009, 47(4): 289-292.
 22. 朱大成, 张强, 陈君生, 等. 腰椎滑脱手术中复位困难的临床治疗研究[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2008, 23(11): 893-895.
ZHU Dacheng, ZHANG Qiang, CHEN Junsheng, et al. SRS Pedicle Screw System and New Type Reduction System for Treatment Lumbar Spondylolisthesis[J]. Chinese Journal of Bone and Joint Injury, 2008, 23(11): 893-895.
 23. Hakalo J, Wronski J. The role of reduction in operative treatment of spondylolytic spondylolisthesis[J]. Neurol Neurochir Pol, 2008, 42(4): 345-352.
 24. Mehdiian SM, Arun R, Jones A, et al. Reduction of severe adolescent isthmic spondylolisthesis: a new technique[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2005, 30(19): E579-E584.
 25. Hohmann F, Stürz H. Differential indications for lumbosacral fusion and reposition operation in spondylolisthesis[J]. Orthopade, 1997, 26(9): 781-789.
 26. Hresko MT, Labelle H, Roussouly P, et al. Classification of high-grade spondylolistheses based on pelvic version and spine balance: possible rationale for reduction[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2007, 32(20): 2208-2213.
 27. Ruf M, Koch H, Melcher RP, et al. Anatomic reduction and monosegmental fusion in high-grade developmental spondylolisthesis[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2006, 31(3): 269-274.
 28. Akamaru T, Kawahara N, Tim Yoon S, et al. Adjacent segment motion after a simulated lumbar fusion in different sagittal alignments: a biomechanical analysis[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2003, 28(14): 1560-1566.
 29. Hanley EN, David SM. Lumbar Arthrodesis for the Treatment of Back Pain[J]. J Bone Joint Surg Am, 1999, 81(5): 716-730.
 30. Yahiro MA. Comprehensive literature review: pedicle screw fixation devices[J]. Spine (Phila Pa 1976), 1994, 19(20 Suppl): 2274S-2278S.
 31. Kanayama M, Cunningham BW, Seftor JC, et al. Does spinal instrumentation influence the healing process of posterolateral spinal fusion? An in vivo animal model[J]. Spine (Phila Pa 1976), 1999, 24(11): 1058-1065.
 32. Harrington PR, Tullos HS. Reduction of severe spondylolisthesis in children[J]. South Med J, 1969, 62(1): 1-7.
 33. Matthiass HH, Heine J. The surgical reduction of spondylolisthesis[J]. Clin Orthop Relat Res, 1986, (203): 34-44.
 34. Sandhu HS, Turner S, Kabo JM, et al. Distractive properties of a threaded interbody fusion device. An in vivo model[J]. Spine (Phila Pa 1976), 1996, 21(10): 1201-1210.
 35. 范顺武, 方向前, 张宏军, 等. 椎间隙撑开在腰椎滑脱症复位和融合中的应用价值[J]. 中华骨科杂志, 2006, 26(2): 105-109.
FAN Shunwu, FANG Xiangqian, ZHANG Hongjun, et al. Modified procedure of instrumented posterior lumbar interbody fusion for isthmic spondylolisthesis[J]. Chin J Orthop, 2006, 26(2): 105-109.
 36. Banwart JC, Asher MA, Hassanein RS. Iliac crest bone graft harvest donor site morbidity. A statistical evaluation[J]. Spine (Phila Pa 1976), 1995, 20(9): 1055-1060.

本文引用: 刘好源, 陈峰嵘, 黄建明, 简国坚, 龚灏, 徐天睿, 王博文, 王俊, 叶志扬, 黄哲元. 椎间撑开解剖复位对于退变性腰椎滑脱症价值的前瞻性比较研究 [J]. 临床与病理杂志, 2015, 35(2): 209-214. doi:10.3978/j.issn.2095-6959.2015.02.011

Cite this article as: LIU Haoyuan, CHEN Fengrong, HUANG Jianming, JIAN Guojian, GONG Hao, XU Tianrui, WANG Bowen, WANG Jun, YE Zhiyang, HUANG Zheyuan. Prospective comparison research of intervertebral disc space distraction and anatomical reduction of instrumented posterior lumbar interbody fusion for lumbar degenerative spondylolisthesis[J]. Journal of Clinical and Pathological Research, 2015, 35(2): 209-214. doi:10.3978/j.issn.2095-6959.2015.02.011