

## 融合修复双节段腰椎滑脱：椎间高度与骨盆倾斜角及骶骨倾斜角的随访

杨思振, 马进峰, 王德春(青岛大学附属医院脊柱外科, 山东省青岛市 266000)

### 文章亮点:

1 目前临床上的腰椎滑脱多为单节段的滑脱, 双节段的腰椎滑脱在临床上比较少见。约有 10% 的患者经非手术治疗无效而行手术治疗, 其中后路腰椎椎间融合内固定目前在临床上已成熟应用于治疗单节段的腰椎滑脱症。有研究表明此手术可对峡部裂合并椎体滑脱, 并有神经症状者疗效显著, 通过椎弓根螺钉起到复位、固定作用。在坚强的内固定装置保护下, 提供了植骨块的即刻稳定性, 防止植骨块塌陷和脱出, 增加植骨愈合率, 但目前针对双节段腰椎滑脱的研究相对较少。

2 文章发现后路腰椎椎间融合内固定可有效缓解双节段腰椎滑脱患者的临床症状, 恢复椎间隙高度及椎间孔高度, 重建腰椎正常的生理曲度及脊柱-骨盆矢状面的正常生理序列, 改善脊柱外观, 增加椎体稳定性, 提高椎间骨性融合率及防止假关节形成。由于双节段滑脱临床发病率较低, 文章随访患者例数有限, 其固定后疗效有待长期随访。

### 关键词:

植入物; 脊柱植入物; 双节段; 腰椎滑脱; 椎间融合; 固定治疗; 椎间隙高度; 滑移百分率; 滑脱角; 骨盆倾斜角; 骶骨倾斜角; 椎弓根螺钉

### 主题词:

组织工程; 腰椎; 椎间盘

### 摘要

**背景:** 后路腰椎椎间融合内固定术目前在临床上已成熟应用于治疗单节段的腰椎滑脱症, 目前针对双节段腰椎滑脱的研究相对较少。

**目的:** 探讨腰椎后路椎间融合治疗双节段腰椎滑脱的疗效。

**方法:** 双节段腰椎滑脱患者 20 例, 均采用腰椎后路椎间融合治疗, 即后路腰椎管减压、神经根松解、椎间植骨融合、椎弓根螺钉系统复位固定治疗。固定前 1 d、固定后 1 周, 固定后 3, 6 个月及固定后 1 年并以后每隔一年均行腰腿痛目测类比分, 使用 Oswestry 功能障碍指数问卷调查表评价临床功能恢复情况, 并通过影像学检查观察滑脱恢复情况、椎间高度、骨盆倾斜角、骶骨倾斜角和植骨融合情况, 综合评价临床疗效。

**结果与结论:** 患者 20 例均获随访, 随访时间 6 个月至 3 年, 目测类比分及 Oswestry 功能障碍指数得分固定后及末次随访较固定前降低( $P < 0.05$ ); 固定后及末次随访时椎间隙高度均较固定前明显增高( $P < 0.05$ ), 固定后及末次随访时滑移百分率、骨盆倾斜角及骶骨倾斜角均较固定前有所改善( $P < 0.05$ ), 无内固定松动或断钉断棒, 所有病例复位满意, 所有患者植骨融合良好, 无假关节形成。结果证实, 后路腰椎椎间融合内固定治疗双节段腰椎滑脱效果满意, 该术式具有复位良好, 固定牢靠, 融合率高等优点并可重建脊柱-骨盆矢状面正常的生理序列, 增加脊柱稳定性。

杨思振, 马进峰, 王德春. 融合修复双节段腰椎滑脱: 椎间高度与骨盆倾斜角及骶骨倾斜角的随访[J]. 中国组织工程研究, 2015, 19(9):1382-1387.

## Fusion for treating double-segment lumbar spondylolisthesis: follow-up evaluation of lumbar height, pelvic tilt angle and sacral slope angle

Yang Si-zhen, Ma Jin-feng, Wang De-chun (Department of Spinal Surgery, Affiliated Hospital of Qingdao University, Qingdao 266000, Shandong Province, China)

### Abstract

**BACKGROUND:** Posterior lumbar interbody fusion with pedicle screws has been applied maturely in treating single-level lumbar spondylolisthesis. However, little evidence has focused on the application of this operation in treatment of double-segment lumbar spondylolisthesis.

**OBJECTIVE:** To investigate the clinical efficacy of posterior lumbar interbody fusion with pedicle screws in treatment of double-segment lumbar spondylolisthesis.

**METHODS:** Twenty patients with double-segment lumbar spondylolisthesis were treated with posterior lumbar interbody fusion with pedicle screws, including posterior lumbar-spinal canal decompression, nerve root release, interbody graft fusion, pedicle screws reduction and fixation. Clinical functional recovery was assessed by Oswestry disability index and visual analog scale. Radiographic data including lumbar slippery percentage, lumbar slippery angle, lumbar height, pelvic tilt angle and sacral slope angle were measured. All data was collected 1 day before surgery, 1 day, 3 months, 6 months and 1 year after surgery, and every year constantly.

**RESULTS AND CONCLUSION:** All 20 patients were followed up for 6 months to 3 years. Oswestry disability

杨思振, 男, 1989 年生, 山东省人, 汉族, 青岛大学附属医院在读硕士,

通讯作者: 王德春, 主任医师, 教授, 博士生导师, 青岛大学附属医院脊柱外科, 山东省青岛市 266000

doi:10.3969/j.issn.2095-4344.

2015.09.012

[http://www.crter.org]

中图分类号:R318

文献标识码:A

文章编号:2095-4344

(2015)09-01382-06

稿件接受: 2015-01-12

Yang Si-zhen, Studying for master's degree, Department of Spinal Surgery, Affiliated Hospital of Qingdao University, Qingdao 266000, Shandong Province, China

Corresponding author: Wang De-chun, Chief physician, Professor, Doctoral supervisor, Department of Spinal Surgery, Affiliated Hospital of Qingdao University, Qingdao 266000, Shandong Province, China

Accepted: 2015-01-12

index and visual analog scale were lower after surgery and at the final follow-up, when compared with before surgery ( $P < 0.05$ ). Lumbar disc height was significantly increased after surgery and at the final follow-up, than those of pre-operation ( $P < 0.05$ ). Lumbar slippery percentage, pelvic tilt angle and sacral slope angle were improved significantly after surgery and at the final follow-up, when compared with before surgery ( $P < 0.05$ ). During the follow-up, there were no signs of rupture, loosening or falling in the internal fixation and no pseudarthrosis. Reposition and reliable fusion of the bone graft were achieved satisfactorily in all patients. All patients are satisfactory of posterior operation with pedicle screw internal fixation, reduction, decompression in treating double-segment lumbar spondylolisthesis, due to satisfactory reduction, reliable fixation, high fusion rate and reconstruction of normal sagittal sequence in lumbar spine, which can enhance the stability of lumbar spine.

**Subject headings:** Tissue Engineering; Lumbar Vertebrae; Intervertebral Disk

Yang SZ, Ma JF, Wang DC. Fusion for treating double-segment lumbar spondylolisthesis: follow-up evaluation of lumbar height, pelvic tilt angle and sacral slope angle. *Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu*. 2015;19(9):1382-1387.

## 0 引言 Introduction

腰椎滑脱是指上位椎体相对于下位椎体向前或向后发生的位移, 是引起慢性腰痛的常见原因之一, 在人群中的发病率约为5%。Wiltse等<sup>[1]</sup>将其分为峡部裂型、退变型、发育不良型、创伤型和病理型。患者的临床表现主要为腰骶部疼痛伴下肢放射痛、间歇性跛行, 滑脱严重时马尾神经受累, 可出现鞍区麻木及尿便功能障碍等症状。虽然临床上大多数患者经非手术治疗可缓解, 但仍有10%左右的患者经非手术治疗无效而行固定治疗。固定适应证包括: 持续性腰背痛, 经保守治疗不缓解, 严重影响患者生活者; 伴持续性神经根压迫症状或椎管狭窄症状者; 严重腰椎滑脱伴有腰骶部畸形者; X射线片证实滑脱进展者<sup>[2]</sup>。外科治疗原则包括减压、融合、复位及内固定。

目前临床上的腰椎滑脱多为单节段的滑脱, 双节段的腰椎滑脱在临床上比较少见。由于解剖结构的改变, 腰椎的严重不稳, 导致多节段腰椎滑脱患者的临床症状复杂多样, 临床治疗难度增大。多节段腰椎滑脱的病因目前尚无大样本的相关研究<sup>[3]</sup>。一般认为腰椎间盘退变是其始动因素, 椎间隙狭窄导致腰椎序列失衡, 冠状面失衡导致腰椎退变侧弯, 而矢状面失衡则导致腰椎多节段滑脱, 后方小关节等因素作用下使滑脱椎体向前或向后滑移<sup>[4-5]</sup>。

后路腰椎椎间融合内固定(*posterior lumbar interbody fusion, PLIF*)目前在临床上已成熟应用于治疗单节段的腰椎滑脱症, 此方法最大的优点是对峡部裂合并椎体滑脱, 并有神经症状者疗效显著, 通过椎弓根螺钉起到复位、固定作用。这种固定强度足以保证通过节段内固定装置上的椎弓根螺钉与纵向连接棒之间的撑开、加压等作用力, 提供三维矫正和内固定, 恢复脊柱的正常生理曲度, 最大程度地保证脊柱的稳定性。在坚强的内固定装置保护下, 提供了植骨块的即刻稳定性, 防止植骨块塌陷、脱出, 增加植骨愈合率。一般常用载有自体髂骨片椎间融合器如Cage和BAK等进行融合。

文章从2009年1月至2014年1月共收治了371例腰椎滑脱患者, 其中双节段腰椎滑脱患者20例, 占5.39%。文

章对这20例双节段腰椎滑脱患者的临床资料进行回顾性分析, 以探讨腰椎后路椎间融合治疗双节段腰椎滑脱的临床疗效。

## 1 对象和方法 Subjects and methods

**设计:** 回顾性病例调查分析。

**时间及地点:** 于2009年1月至2014年1月在青岛大学附属医院脊柱外科完成。

**对象:** 选取2009年1月至2014年1月于青岛大学附属医院就诊并诊断为“双节段腰椎滑脱”患者20例, 其中男3例, 女17例; 年龄41-79岁, 平均62岁; 病程6个月-30年, 平均9.4年。

**纳入标准:** ①患者的滑脱节段均为前滑脱。②均经保守治疗3个月以上。③合并高血压及糖尿病的患者固定前均得到理想控制。

**排除标准:** 有明显固定禁忌证者。

患者6例为L<sub>3</sub>+L<sub>4</sub>滑脱, 14例L<sub>4</sub>+L<sub>5</sub>滑脱, 13例双节段滑脱均为退变型滑脱, 3例双节段滑脱为峡部裂型伴退变型, 4例双节段滑脱均为峡部裂型滑脱。所有患者固定前均有不同程度的腰痛和/或下肢麻木疼痛症状, 其中同时伴有神经性间歇性跛行者8例, 单侧下肢麻木疼痛者12例, 双侧下肢麻木疼痛者7例, 足背伸肌力减弱者9例。所有患者固定前均经药物、针灸、按摩和理疗等保守治疗一定时期后症状缓解不明显或继续加重。固定前已向所有患者及家属交代病情及固定治疗方案, 并签署固定治疗知情同意书。

**材料:** 实验采用山东省威高骨科材料有限公司生产的脊柱后路内固定系统, 椎弓根螺钉及纵向连接杆材质均为钛合金金属, 椎弓根螺钉包括万向螺钉和固定螺钉两种类型。椎间融合器亦采用威高骨科材料有限公司生产的cage, 其材质为高分子聚醚醚酮(PEEK)。

**方法:**

**影像学检测:** 固定前常规行腰椎正侧位、过伸过屈位X射线片、腰椎CT及腰椎MRI检查。固定前滑脱程度从X射线片上按Meyerding分度法分类, I度滑脱有32个节段, II度滑脱有7个节段, III度滑脱有1个节段。所有患者均存

在不同程度椎管狭窄或神经根管狭窄及相应节段椎间盘病变。见图1。

**内固定方法:** 本组所有患者均在全身麻醉下行腰椎后路椎管减压、神经根松解、椎体间植骨融合、椎弓根钉棒系统复位内固定。术中采用的椎弓根螺钉系统及人工融合器均来自山东威高医疗器械公司。

全身麻醉成功后, 患者取俯卧位, 腹部垫空, 取腰椎后正中纵行切口, 依次切开皮肤、皮下组织及筋膜, 向两侧剥离竖脊肌。充分显露滑脱椎体棘突、两侧椎板、棘突及关节突关节, C型臂X射线机透视确定病变节段无误。以“人字嵴”顶点为进针点<sup>[6]</sup>, 或横突中轴线与上关节突外缘交点为进针点, 倾斜一定角度进针, C型臂X射线机透视, 确定定位针的位置及角度无误后, 置入直径及长度大小合适的椎弓根螺钉, C型臂X射线机透视确定椎弓根螺钉位置正确。咬除滑脱椎体的棘突, 切除相应节段全椎板, 将咬除的棘突及凿除的全椎板剔除软组织, 修整成合适大小的骨粒, 凿除关节突关节的内侧部分, 椎管及神经根管充分减压, 切除滑脱节段椎间盘, 适当撑开椎间隙, 在确保硬膜及神经根都不受损伤的情况下, 使用铰刀进一步处理椎间隙, 再用刮匙刮除上下软骨终板直至骨性终板。椎间隙处理充分后, 探查硬膜及神经根无损伤, 先向椎体间植入适量的修整好的骨粒, 再将合适大小的cage两枚分别植入两个滑脱椎体间(或滑脱较重的椎体间植入1枚cage而滑脱较轻的椎体间植入修整的合适量的骨粒), 再次探查硬膜及神经根确保无损伤。将已预弯至生理弧度的双侧椎弓根螺钉连接棒安放至两侧椎弓根螺钉, 双侧交替适当提拉复位滑脱节段, 并适当加压固定。大量生理盐水冲洗后, 再次探查硬膜及双侧神经根, 确定减压松解充分, 放置负压引流, 逐层关闭切口。

固定后24 h内开始给予患者激素、体积分数20%甘露醇预防神经水肿直至固定后3 d, 固定后48-72 h根据引流流量拔除引流管。固定后24 h后开始进行直腿抬高训练, 固定后卧床2周后佩戴腰围下床活动。

**评价方法:** 所有患者分别于固定后(拔除引流管后)、固定后3, 6个月、1年复查腰椎X射线片。随访观察患者固定后腰痛等症状改善情况, 以及椎体复位、椎体间骨性融合情况。了解患者固定后有无内固定松动或断钉断棒, 有无植骨吸收或假关节形成, 并以腰腿痛目测类比评分及Oswestry功能障碍指数问卷评估患者临床功能恢复情况。骨性融合标准采用Suk等的标准<sup>[7]</sup>: 已融合, 植骨与椎体间有连续的骨小梁, 伸屈侧位椎体活动度小于4°; 可能融合, 植骨与椎体间连续骨小梁观察不清, 伸屈侧位椎体活动度小于4°; 未融合, 未见连续骨小梁, 融合区有间隙或骨小梁观察不清, 伸屈侧位椎体活动度大于4°。固定后通过影像学测量腰椎滑脱百分率、滑脱角、椎间隙高度、骨盆倾斜角、骶骨倾斜角。见图2。

**主要观察指标:** 固定后通过影像学测量腰椎滑脱百分率、滑脱角、椎间隙高度、骨盆倾斜角、骶骨倾斜角。

**统计学分析:** 应用SPSS 18.0统计学软件对结果进行标准统计学分析处理, 计量资料采用 $\bar{x} \pm s$ 表示, 采用配对t检验进行组间数据差异的比较,  $P < 0.05$ 为差异有显著性意义。

## 2 结果 Results

**2.1 受试者数量分析** 患者20例均获得随访, 均进入结果分析, 无脱落病例。

**2.2 受试者随访结果** 患者20例均完成随访, 随访时间为6个月至1年。所有节段均不同程度复位, 无内固定松动或断钉、断棒现象, 无植骨吸收或假关节形成情况。固定后6个月-1年均观察到植骨融合, 所有患者均达骨性融合。

**2.3 固定后患者临床功能恢复情况** 20例患者经固定治疗后Oswestry功能障碍指数评分较固定前下降。固定前Oswestry功能障碍指数评分与固定后及末次随访相比, 差异均表现出明显显著性意义( $P < 0.05$ )。与Oswestry功能障碍指数评分结果呈现的趋势相似, 患者在固定后目测类比评分较固定前下降, 固定前与固定后及末次随访目测类比评分相比, 差异均有显著性意义( $P < 0.05$ )。见表1。

**2.4 固定后患者影像学测量结果** 固定后及末次随访时椎间隙高度均较固定前增加( $P < 0.05$ ), 同时, 固定后椎间隙高度与末次随访相比, 差异无显著性意义( $P > 0.05$ )。患者接受后路腰椎椎间融合内固定治疗后, 固定后及末次随访滑移百分率与固定前滑移百分率相比差异有显著性意义( $P < 0.05$ )。固定后与末次随访滑移百分率相比差异无显著性意义。固定后及末次随访腰椎滑脱角与固定前相比差异无显著性意义( $P > 0.05$ ), 同时固定后及末次随访相比也未表现出明显统计学差异。患者固定后及末次随访所测的骨盆倾斜角较固定前减小, 而骶骨倾斜角较固定前增大( $P < 0.05$ ), 而固定后与末次随访相比, 二者之间均差异无显著性意义。见表1。

**2.5 手术时间变化** 患者手术时间155-395 min, 平均245 min; 术中出血量200-2 000 mL, 平均955 mL。

**2.6 不良反应分析** 患者1例固定后出现一侧下肢放射痛, 考虑为术中神经根牵拉刺激导致, 经神经营养药物及止痛药物治疗3 d后疼痛缓解; 患者2例手术后出现切口感染, 考虑为手术后不洁操作或患者年龄较大愈合较慢导致易感性增加, 手术后经切口清创缝合及积极抗感染2周后炎症控制、切口完好愈合。

## 3 讨论 Discussion

多节段腰椎滑脱的固定治疗原则和单节段椎体滑脱基本相同, 治疗目的是减压、复位、融合及内固定从而重建腰椎生理序列及稳定性。后路腰椎椎间融合内固定固定目

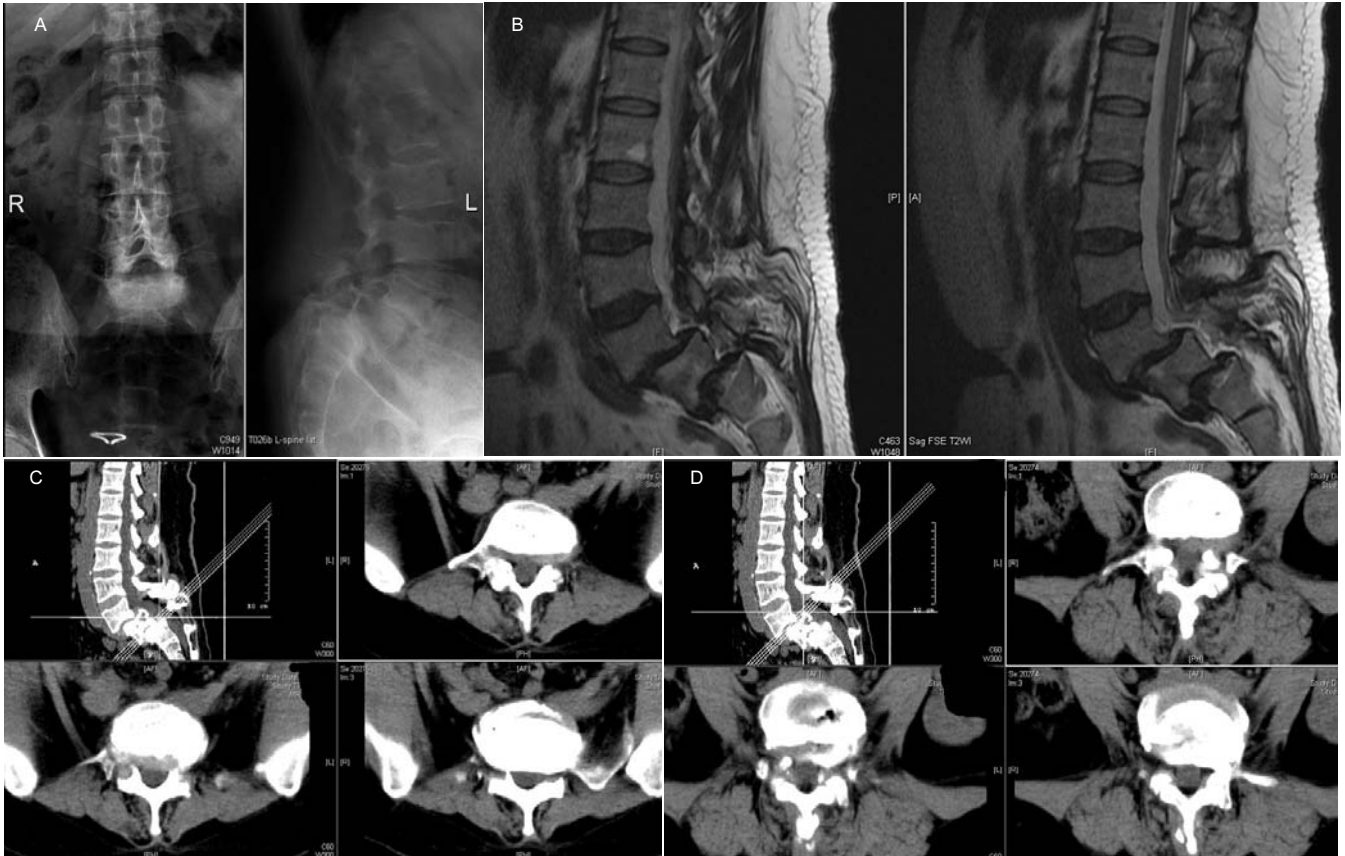


图 1 腰椎后路椎间融合治疗前双节段腰椎滑脱患者的影像资料。

Figure 1 Radiographic results of double-segment lumbar spondylolisthesis patients treated by posterior lumbar interbody fusion

图注: 患者, 女, 39 岁, 因腰痛半年入院。图 A 为患者 X 射线片, 正位片示腰椎无明显侧弯畸形, L<sub>4/5</sub>, L<sub>5</sub>/S<sub>1</sub> 椎间高度减小, 侧位片示腰椎前凸增大, L<sub>4/5</sub>, L<sub>5</sub>/S<sub>1</sub> 椎间高度减小, L<sub>4</sub> 椎体向前 II 度滑脱, L<sub>4</sub> 峡部裂; 图 B 为患者腰椎 MRI T2 加权像, 示腰椎前凸增大, L<sub>4/5</sub>, L<sub>5</sub>/S<sub>1</sub> 椎间高度减小, 相应椎间隙椎间盘信号改变, L<sub>4/5</sub> 椎体前滑脱, L<sub>4</sub> 峡部裂明显, 椎管内硬膜及神经根受压明显; 图 C, D 为患者腰椎 CT 片, 示腰椎前凸增大, L<sub>4/5</sub>, L<sub>5</sub>/S<sub>1</sub> 椎间高度减小, L<sub>4/5</sub> 椎体前滑脱, L<sub>4</sub> 峡部裂明显, 水平断面可见明显的“双边征”。

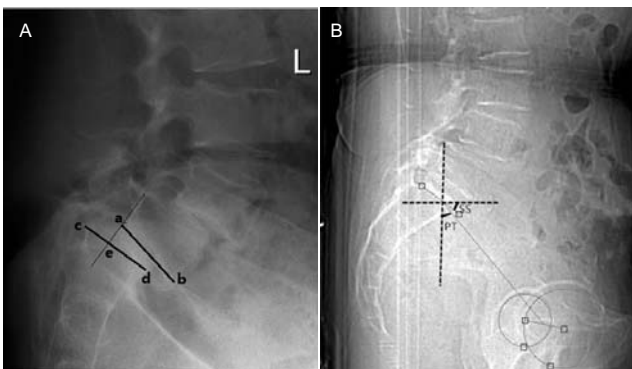


图 2 固定后通过影像学测量腰椎滑脱百分率、滑脱角、椎间隙高度、骨盆倾斜角和骶骨倾斜角变化。

Figure 2 Measurement of lumbar slippery percentage, lumbar slippery angle, lumbar height, pelvic tilt angle and sacral slope angle after fixation

图注: 图 A 中 ce/cd 比值为滑移百分率, ab 与 cd 夹角为滑脱角; 图 B 中 PT 为骨盆倾斜角, SS 为骶骨倾斜角。

前在临床上已成熟应用于治疗单节段的腰椎滑脱症。此术式即后路腰椎管减压、神经根松解、椎体间植骨融合和椎弓根螺钉系统复位固定。文章即重点探讨该术式在双节段腰椎滑脱固定治疗中的应用。较以往研究的不同, 文章还

表 1 固定前后及末次随访 Oswestry 功能障碍指数评分、目测类比分、椎间隙高度、滑移百分率、滑脱角、骨盆倾斜角及骶骨倾斜角的比较 ( $\bar{x} \pm s, n=20$ )

Table 1 Comparison of Oswestry disability index, visual analog scale, lumbar slippery percentage, lumbar slippery angle, lumbar height, pelvic tilt angle and sacral slope angle before and after fixation, and at the final follow-up

项目	固定前	固定后	末次随访
Oswestry 功能障碍指数评分(分)	38.17±8.18	7.89±3.12 <sup>a</sup>	6.17±2.96 <sup>ab</sup>
目测类比分(分)	7.61±1.20	0.89±0.58 <sup>a</sup>	0.44±0.62 <sup>ab</sup>
椎间隙高度(mm)	7.16±2.41	10.52±2.99 <sup>a</sup>	10.49±2.74 <sup>a</sup>
滑移百分率(%)	19.14±10.38	5.53±4.98 <sup>a</sup>	5.06±4.34 <sup>a</sup>
滑脱角(°)	7.44±6.19	8.72±4.27 <sup>a</sup>	7.92±4.25 <sup>a</sup>
骨盆倾斜角(°)	28.20±8.36	16.15±5.92 <sup>a</sup>	15.15±3.91 <sup>a</sup>
骶骨倾斜角(°)	33.30±10.45	41.25±5.05 <sup>a</sup>	42.00±4.29 <sup>a</sup>

表注: 与固定前相比, <sup>a</sup>P < 0.05; 与固定后相比, <sup>b</sup>P < 0.05

结合了骨盆倾斜角及骶骨倾斜角指标, 从生物力学角度充分评价后路腰椎椎间融合内固定的固定后疗效。

3.1 神经根彻底减压 神经根的牵拉程度在多节段腰椎滑脱较单节段者更为明显, 因此多节段腰椎滑脱要求对神经根的松解具有彻底性<sup>[6]</sup>。神经根的彻底松解, 不仅可以

解除神经根的压迫症状, 而且有利于减轻滑脱椎体复位过程中对神经根的牵拉。文章病例减压范围包括棘突及全椎板的切除, 上、下关节突内侧部分的切除、神经根管瘢痕组织的切除, 减压彻底。20例患者固定后仅1例出现一侧下肢放射痛, 经神经营养药物及止痛药物治疗3 d后疼痛缓解。末次随访时所有患者未有下肢神经压迫症状, Oswestry功能障碍指数及目测类比分较固定前明显改善, 固定后随访疗效满意。

**3.2 恰当的滑脱复位** 腰椎滑脱要求尽可能的进行完全复位<sup>[9]</sup>。对滑脱椎体的复位一方面可以消除腰椎椎体向前滑行的力量, 恢复腰椎的正常生理曲度, 从而改善腰椎外观, 保证了腰椎正常的生理力线; 另一方面因滑脱可致椎间孔狭窄, 而滑脱椎体的复位可恢复椎间孔的高度, 从而减轻其狭窄引起的神经根压迫症状。在多节段腰椎滑脱复位过程中, 对下位滑脱椎体复位时常导致上位滑脱椎体向前滑脱加重, 增加了安放钉棒的难度。为此, 我们先对神经根进行彻底松解, 从而确保硬膜及神经根的安全性, 同时在复位过程中借助上位椎体作为力学支点进行复位, 并双侧交替进行复位, 以减轻对神经根的牵拉作用, 然后借助预弯的具有一定生理弧度的钉棒进一步提拉复位。无论行椎间融合还是椎弓根固定滑脱复位, 都应反复探查神经根情况, 避免出现新的卡压<sup>[10-11]</sup>。对难复性滑脱者, 刻意追求解剖复位是不必要的, 因其不仅增加了椎弓根螺钉提拉力的要求, 可能引起螺钉松动、拔出, 而且会对神经根造成不必要的牵拉, 增加神经根损伤的风险性。文章随访病例中 I 度滑脱节段全部达到解剖复位, II 度及 III 度难复性滑脱节段术中并未全部达到解剖复位, 从而避免了术中对神经根的过度牵拉及再次损伤。

**3.3 可靠的内固定及椎间融合** 目前临床上广泛采用的椎弓根螺钉固定系统及椎间植骨融合技术为腰椎滑脱复位后稳定性提供了保证。椎弓根螺钉固定系统虽能保证近期内复位效果, 但远期复位的保证依赖于椎间植骨融合<sup>[12]</sup>。对前中柱的融合较后柱的融合更符合人体生物力学, 因腰椎前中柱承担了力学负荷的80%。目前临床上椎间融合方式主要有椎间单纯植骨和椎间人工融合器。术中利用减压时切除的自体椎骨作为植骨材料, 行后路椎体间植骨, 不仅重建了椎管, 减少了固定后瘢痕粘连及压迫, 而且避免了发生排斥反应等并发症的风险, 提高了融合率。而椎间融合器具有良好的组织相容性及抗压强度, 置入椎间隙后不仅可增加椎间隙及椎间孔高度, 有利于神经压迫的改善, 同时可提供固定后即刻稳定性<sup>[13]</sup>。椎间融合器(cage)在植入椎间隙后通过其本身具有的大量微孔与上下椎体的骨质发生确实的接触, 从而为植骨融合提供较大的接触面积。相对自体髂骨而言, 椎间融合器可减少术中出血、缩短固定时间、减轻供骨区疼痛并降低术中及固定后感染的风险性。它通过撑开椎间隙, 恢复椎间高度及生理前凸, 扩大

椎间孔, 间接解除神经根压迫, 在理想的位置上融合相邻椎体, 维持了脊柱运动节段的三维稳定, 为椎间融合提供了良好的生物力学环境<sup>[14]</sup>。

**3.4 对脊柱-骨盆参数的影响** 在腰椎滑脱症患者中, 骨盆在维持脊柱的矢状位序列方面发挥重要的作用, 特别是脊柱-骨盆矢状位的平衡状态是否得以恢复是预测固定后疗效的最可靠指标<sup>[15-16]</sup>。脊柱矢状位平衡在腰椎滑脱患者遭到破坏, 为代偿这种改变, 机体通过增大骨盆倾斜角, 减小骶骨倾斜角来调节, 使得重力线仍在髋关节之上, 建立新的平衡<sup>[17-18]</sup>。后路腰椎椎间融合内固定通过对滑移椎体的复位来重建脊柱-骨盆矢状面正常的生理序列。文章随访患者的固定后骨盆倾斜角度减小, 而骶骨倾斜角度增大, 使得固定后患者保持站立时无需通过骨盆过度代偿, 使得肌肉能量消耗最低, 符合生物力学上经济的姿势调节模式。

综上所述, 后路腰椎椎间融合内固定可有效缓解双节段腰椎滑脱患者的临床症状, 恢复椎间隙高度及椎间孔高度, 重建腰椎正常的生理曲度及脊柱-骨盆矢状面的正常生理序列, 改善脊柱外观, 增加椎体稳定性, 提高椎间骨性融合率及防止假关节形成<sup>[19-31]</sup>。由于双节段滑脱临床发病率较低, 文章随访患者例数有限, 其固定后疗效有待长期随访。

**致谢:** 感谢王德春教授对文章的大力指导, 在论文立意方面给予的点拨, 在研究方法上给予的指导, 以及在文章修改方面给予的辅导。

**作者贡献:** 第一作者为文章主要研究工作人员, 通讯作者给予了充分的指导和大力辅助, 第二作者在研究过程中参与了一定的指导工作。

**利益冲突:** 文章及内容不涉及相关利益冲突。

**伦理要求:** 根据中华人民共和国国务院颁发的《医疗机构管理条例》, 在实验前将实验方案和风险告知对方, 并签署知情同意书。

**学术术语:** 腰椎滑脱-是由于先天性发育不良、创伤和劳损等原因造成相邻椎体骨性连接异常而发生的, 上位椎体与下位椎体部分或全部滑移。正常人的腰椎排列整齐, 如果由于先天或后天的原因, 其中一个腰椎的椎体相对与邻近的腰椎向前滑移。

**作者声明:** 文章为原创作品, 无抄袭剽窃, 无泄密及署名和专利争议, 内容及数据真实, 文责自负。

## 4 参考文献 References

- [1] Wiltse LL, Newman PH, Macnab I. Classification of spondyloysis and spondylolisthesis. Clin Orthop Relat Res. 1976;6(117):23-29.
- [2] 西永明, 贾连顺. 退行性腰椎滑脱外科治疗中的相关问题[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2006, 16(1):65-67.
- [3] Kalichman L, Kim DH, Li L, et al. Spondylolysis and spondylolisthesis: prevalence and association with low back pain in the adult community-based population. Spine (Phila Pa 1976). 2009;34(2):199-205.

- [4] Herkowitz HN. Spine update. Degenerative lumbar spondylolisthesis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1995;20(9):1084-1090.
- [5] Rubery PT. Degenerative spondylolisthesis. *Curr Opin Orthop*. 2001;12(3):183-188.
- [6] 杜心如, 张一模, 赵玲秀. 腰椎椎弓根螺钉人字嵴顶点进钉方法的放射解剖学研究[J]. *骨与关节损伤杂志*, 2000, 15(3):206.
- [7] Suk SI, Lee CK, Kim WJ, et al. Adding posterior lumbar interbody fusion to pedicle screw fixation and posterolateral fusion after decompression in spondylolytic spondylolisthesis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1997;22(2):210-220.
- [8] 吴国保, 李健, 郑德富. 退变性腰椎滑脱症的临床治疗[J]. *临床骨科杂志*, 2005, 8(2):152-153.
- [9] 王静成, 戴松茂, 董仁章, 等. 腰椎滑脱的外科治疗初探[J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 1997, 7(2):87-88.
- [10] Lehman RA, Kuklo TR, Belmont PJ, et al. Advantage of pedicle screw fixation directed into the apex of the sacral promontory over bicortical fixation: a biomechanical analysis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2002;27(8):806-811.
- [11] 张忠民, 金大地, 陈建庭. 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.
- [12] Ray CD. Threaded titanium cages for lumbar interbody fusions. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1997;22(6):667-680.
- [13] 王新伟, 赵杰, 陈德玉. 椎间融合器治疗腰椎滑脱中的即刻复位效应[J]. *第二军医大学学报*, 2000, 7(21):S13-S14.
- [14] Klemme WR, Owens BD, Dhawan A, et al. Lumbar sagittal contour after posterior interbody fusion: threaded devices alone versus vertical cages plus posterior instrumentation. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2001;26(5):534-537.
- [15] Labelle H, Roussouly P, Chopin D, et al. Spino-pelvic alignment after surgical correction for developmental spondylolisthesis. *Eur Spine J*. 2008;17(9):1170-1176.
- [16] Hresko MT, Hirschfeld R, Buerk AA, et al. The effect of reduction and instrumentation of spondylolisthesis on spinopelvic sagittal alignment. *J Pediatr Orthop*. 2009;29(2):157-162.
- [17] Park SJ, Lee CS, Chung SS, et al. Postoperative changes in pelvic parameters and sagittal balance in adult isthmic spondylolisthesis. *Neurosurgery*. 2011;68(2 Suppl Operative):355-363.
- [18] Jackson RP, Peterson MD, McManus AC, et al. Compensatory spinopelvic balance over the hip axis and better reliability in measuring lordosis to the pelvic radius on standing lateral radiographs of adult volunteers and patients. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1998;23(16):1750-1767.
- [19] Martin CR, Gruszczynski AT, Braunsfurth HA, et al. The surgical management of degenerative lumbar spondylolisthesis: a systematic review. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2007;32(16):1791-1798.
- [20] Fernandez FM, Sala P, Ramirez H, et al. A prospective randomized study of unilateral versus bilateral instrumented posterolateral lumbar fusion in degenerative spondylolisthesis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2007;32(4):395-401.
- [21] Guo Z, Chen Z, Qi Q, et al. The treatment of severe lumbar dysplastic spondylolisthesis. *Zhonghua Wai Ke Za Zhi*. 2014; 52(11):845-850.
- [22] Lan J, Tang X, Xu Y, et al. Surgical treatment of degenerative lumbar scoliosis with multi-segment lumbar spinal stenosis. *Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi*. 2014;28(8):960-964.
- [23] Gao Z, Wang M, Zhu W, et al. Tuberculosis of ultralong segmental thoracic and lumbar vertebrae treated by posterior fixation and cleaning of the infection center through a cross-window. *Spine J*. 2015;15(1):71-78.
- [24] Zhang QS, Lü GH, Wang XB, et al. The significance of removing ruptured intervertebral discs for interbody fusion in treating thoracic or lumbar type B and C spinal injuries through a one-stage posterior approach. *PLoS One*. 2014; 9(5):e97275.
- [25] Lequin MB, Verbaan D, Bouma GJ. Posterior lumbar interbody fusion with stand-alone Trabecular Metal cages for repeatedly recurrent lumbar disc herniation and back pain. *J Neurosurg Spine*. 2014;20(6):617-622.
- [26] Yu X, Zhu L, Su Q. Lumbar spine stability after combined application of interspinous fastener and modified posterior lumbar interbody fusion: a biomechanical study. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2014;134(5):623-629.
- [27] Jin YM, Yang D, Shao HY, et al. Single midline posterior approach for 360 degree decompression and internal fixation with interbody bone graft fusion for severe thoracolumbar spinal fractures. *Zhongguo Gu Shang*. 2013;26(11):901-906.
- [28] Hart RA, Domes CM, Goodwin B, et al. High-grade spondylolisthesis treated using a modified Bohlman technique: results among multiple surgeons. *J Neurosurg Spine*. 2014; 20(5):523-530.
- [29] Tegos S, Charitidis C, Korovessis PG. Hybrid circumferential fixation for degenerative lumbosacral spine disease: posterior lumbar interbody fusion plus universal clamp rod-band instrumentation: a novel technique for lumbosacral fixation. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2014;39(7):E441-E449.
- [30] Whang PG, Sasso RC, Patel VV, et al. Comparison of axial and anterior interbody fusions of the L<sub>5</sub>-S<sub>1</sub> segment: a retrospective cohort analysis. *J Spinal Disord Tech*. 2013; 26(8):437-443.
- [31] Wang X, Pang X, Wu P, et al. One-stage anterior debridement, bone grafting and posterior instrumentation vs. single posterior debridement, bone grafting, and instrumentation for the treatment of thoracic and lumbar spinal tuberculosis. *Eur Spine J*. 2014;23(4):830-837.