

· 临床论著 ·

## 内镜减压与开放延长 PLIF 治疗腰椎融合后邻椎病<sup>△</sup>

许龙<sup>1</sup>, 卜晋辉<sup>2</sup>, 何博<sup>2</sup>, 黄森<sup>2</sup>, 王振飞<sup>3</sup>, 戴克戎<sup>4</sup>, 马超<sup>3</sup>, 刘光旺<sup>1, 2, 3\*</sup>

(1. 蚌埠医学院研究生院, 安徽蚌埠 233030; 2. 徐州医科大学研究生院, 江苏徐州 221004; 3. 徐州市中心医院, 江苏徐州 221009; 4. 上海交通大学医学院附属第九人民医院, 上海 200240)

**摘要:** [目的] 比较后路内镜减压与开放延长后路腰椎椎间融合术 (posterior lumbar interbody fusion, PLIF) 治疗腰椎融合术后邻椎病的临床疗效。[方法] 回顾性分析 2017 年 1 月—2020 年 1 月本院收治的邻椎病 26 例患者的临床资料, 依据医患沟通结果, 12 例采用后路内镜减压 (内镜组), 14 例采用开放延长 PLIF (PLIF 组)。比较两组围手术期、随访及影像资料。[结果] 两组患者均顺利完成手术, 术中均无严重并发症。内镜组在手术时间 [(61.1±20.4)min vs (124.2±27.9)min,  $P<0.05$ ]、切口总长度 [(0.7±0.1)cm vs (10.7±1.6)cm,  $P<0.05$ ]、术中失血量 [(8.8±7.1)ml vs (244.4±108.4)ml,  $P<0.05$ ]、下地时间 [(1.6±0.7)d vs (3.7±1.5)d,  $P<0.05$ ]、住院时间 [(5.6±1.9)d vs (9.5±2.5)d,  $P<0.05$ ] 均显著优于 PLIF 组。两组患者均获 12 个月以上随访, 内镜组恢复完全负重活动显著早于 PLIF 组 [(56.7±5.4)d vs (67.3±6.8)d,  $P<0.05$ ]。随时间推移, 两组腰痛 VAS、腿痛 VAS、ODI 和 JOA 评分均显著改善 ( $P<0.05$ )。相应时间点, 两组患者上述指标的差异均无统计学意义 ( $P>0.05$ )。影像方面, 末次随访时, 两组椎管面积、侧隐窝矢径较术前均显著增加 ( $P<0.05$ ), 两组腰椎前凸角无显著变化 ( $P>0.05$ )。术前两组之间的上述指标比较差异均无统计学意义 ( $P>0.05$ ), 末次随访时, 内镜组的椎管面积 [(142.2±14.7)mm<sup>2</sup> vs (182.0±20.5)mm<sup>2</sup>,  $P<0.05$ ]、侧隐窝矢径 [(3.4±0.4)mm vs (4.3±0.7)mm,  $P<0.05$ ] 均显著小于 PLIF 组 ( $P<0.05$ ), 两组腰椎前凸角的差异无统计学意义 ( $P>0.05$ )。[结论] 本研究后路内镜减压治疗邻椎病具有创伤小、恢复快等优势, 可取得与开放延长 PLIF 相当的治疗效果。

**关键词:** 后路腰椎椎间融合术, 邻椎病, 内镜减压, 开放延长融合

中图分类号: R681.57 文献标志码: A 文章编号: 1005-8478 (2023) 11-0986-06

**Endoscopic decompression versus open extension of posterior lumbar interbody fusion for adjacent segment diseases secondary to lumbar fusion** // XU Long<sup>1</sup>, BU Jin-hui<sup>2</sup>, HE Bo<sup>2</sup>, HUANG Sen<sup>2</sup>, WANG Zhen-fei<sup>3</sup>, DAI Ke-rong<sup>4</sup>, MA Chao<sup>3</sup>, LIU Guang-wang<sup>1,2,3</sup>. 1. Postgraduate School, Bengbu Medical University, Bengbu 233030, China; 2. Postgraduate School, Xuzhou Medical University, Xuzhou 221004, China; 3. Xuzhou Central Hospital, Xuzhou 221009, China; 4. Ninth People's Hospital, College of Medicine, Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200240, China

**Abstract: [Objective]** To compare the clinical efficacy of posterior endoscopic decompression versus open extension of the posterior interbody fusion (PLIF) for adjacent segment disease secondary to lumbar fusion. **[Methods]** A retrospective study was done on 26 patients who received surgical treatment for the adjacent segment disease in our hospital from January 2017 to January 2020. According to the doctor-patient communication, 12 patients received posterior endoscopic decompression (endoscopic group) and 14 patients received open prolongation of PLIF (PLIF group). The perioperative period, follow-up and imaging data of the two groups were compared. **[Results]** All patients in both groups had the corresponding surgical procedures performed successfully without serious complications during the operation. The endoscopic group proved significantly superior to the PLIF group in terms of operation time [(61.1±20.4)min vs (124.2±27.9)min,  $P<0.05$ ], total incision length [(0.7±0.1)cm vs (10.7±1.6)cm,  $P<0.05$ ], intraoperative blood loss [(8.8±7.1)ml vs (244.4±108.4)ml,  $P<0.05$ ], ambulation time [(1.6±0.7)days vs (3.7±1.5)days,  $P<0.05$ ] and hospital stay [(5.6±1.9)days vs (9.5±2.5)days,  $P<0.05$ ]. All patients in both groups were followed up for more than 12 months, and the endoscopy group returned to full weight-bearing activities significantly earlier than the PLIF group [(56.7±5.4)days vs (67.3±6.8)days,  $P<0.05$ ]. The VASs both for back pain and leg pain, ODI and JOA scores improved significantly over time in both groups ( $P<0.05$ ), which were not statistically significant between the two groups at any time points accordingly ( $P>0.05$ ). Regarding imaging, the spinal canal area and the sagittal diameter of the lateral recess significantly increased ( $P<0.05$ ), whereas the lumbar

DOI:10.3977/j.issn.1005-8478.2023.11.05

**△基金项目:**江苏省医学青年人才项目(编号:QNRC2016392);徐州市引进临床医学专家团队计划项目(编号:2019TD002);徐州市医学领军人才计划项目(编号:XWRCHT20210035);江苏省卫生健康委员会项目(编号:H202277)

**作者简介:**许龙,蚌埠医学院全日制专硕,研究方向:临床骨科,(电话)18855441501,(电子信箱)18855441501@139.com

\* **通信作者:**刘光旺,(电话)18012018238,(电子信箱)guangwangliu@163.com

lordosis angle remained unchanged in both groups at the latest follow-up compared with those preoperatively ( $P>0.05$ ). Although there was no significant difference in the abovementioned indexes between the two groups before surgery ( $P>0.05$ ), the endoscopic group had significantly less the spinal canal area [(142.2±14.7)mm<sup>2</sup> vs (182.0±20.5)mm<sup>2</sup>,  $P<0.05$ ] and lateral recess diameter [(3.4±0.4)mm vs (4.3±0.7)mm,  $P<0.05$ ] than the PLIF group at the latest follow-up, whereas without a significant difference in lumbar lordosis angle between the two groups ( $P>0.05$ ). **[Conclusion]** In this study, posterior endoscopic decompression for adjacent segment disease has the advantages of less trauma and faster recovery, and dose achieve the same clinical outcomes as open extension of PLIF.

**Key words:** posterior lumbar interbody fusion, adjacent segment disease, endoscopic decompression, open extension of fusion

腰椎椎间融合术是治疗多种腰椎退行性疾病的常用手术方式<sup>[1]</sup>。然而，融合后可能增加相邻节段的运动和机械应力，从而增加其退变的风险<sup>[2]</sup>。邻椎病定义为腰椎融合加速相邻节段退变，主要引起椎间隙高度丢失、椎间盘突出、关节突增生及韧带增厚等病理改变，从而导致椎管及侧隐窝狭窄，压迫脊髓或神经根引起相应的临床症状或体征的疾病<sup>[3]</sup>。邻椎病是腰椎融合术后常见的远期并发症，腰椎融合后 5 年内发生率为 2%~18.5%<sup>[4]</sup>。

翻修手术已成为保守治疗失败后的常规选择<sup>[5]</sup>。开放延长后路腰椎椎间融合术 (posterior lumbar interbody fusion, PLIF) 是目前治疗邻椎病常用的手术方式，具有减压充分、快速缓解疼痛、维持脊柱稳定的优势<sup>[6]</sup>。然而，既往开放手术引起的组织瘢痕及脊柱正常解剖结构的破坏，导致 PLIF 围手术期并发症发生率较高，严重影响手术效果<sup>[7]</sup>。为减少手术对肌肉软组织、椎板等腰椎后方结构的破坏，脊柱微创技术应运而生，并广泛用于脊柱手术<sup>[8, 9]</sup>。随着脊柱内镜技术的发展，后路内镜减压术可在局麻下进行扩大椎管、减压神经、脊髓等操作，获得了令人满意的临床疗效，且术中与患者及时有效的沟通，减少了损伤神经的风险<sup>[10]</sup>。然而，腰椎邻椎病的手术治疗方法仍存在争议，目前临床上缺乏比较后路内镜减压术和 PLIF 临床疗效的研究报道。因此，本研究回顾性分析本院收治的 26 例腰椎融合术后邻椎病患者的临床资料，旨在比较后路内镜减压术和开放延长 PLIF 治疗腰椎融合术后邻椎病的临床疗效。

## 1 资料与方法

### 1.1 纳入与排除标准

纳入标准：(1) 既往 PLIF 术后出现腰痛或一侧下肢根性症状；(2) 经影像学检查确诊为单节段邻椎病 (图 1a, 1b)；(3) 经严格保守治疗至少 6 个月效果不佳或无效；(4) 采用后路内镜减压术或开放延长 PLIF；(5) 具有完整的 12 个月以上的随访资料。

排除标准：(1) 因腰椎外伤、内固定松动、感染、脊柱肿瘤及其他原因行翻修手术者；(2) 邻近节段不稳或腰椎滑脱者。

### 1.2 一般资料

回顾性分析 2017 年 1 月—2020 年 1 月徐州市中心医院收治的 PLIF 术后邻椎病患者的临床资料，共 26 例符合上述标准，纳入本研究。依据医患沟通结果分为两组，12 例采用后路内镜减压术 (内镜组)，14 例采用开放延长 PLIF (PLIF 组)。两组患者术前一般资料见表 1，两组年龄、性别、体质指数 (body mass index, BMI)、初次融合术后时间、症状持续时间和责任节段的差异均无统计学意义 ( $P>0.05$ )。该研究已获本院伦理委员会批准，所有患者均签署手术知情同意书。

表 1 两组患者术前一般资料与比较

| 指标  | 内镜组<br>(n=12) | PLIF 组<br>(n=14) | P 值   |
|---|---------------|------------------|-------|
| 年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$ )  | 67.9±6.0      | 66.2±6.0         | 0.478 |
| 性别 (例, 男/女)   | 7/5           | 8/6              | 0.951 |
| BMI (kg/m <sup>2</sup> , $\bar{x} \pm s$ )  | 22.6±2.3      | 22.8±2.5         | 0.887 |
| 初次融合术后时间 (月, $\bar{x} \pm s$ )  | 88.8±29.2     | 89.1±31.6        | 0.980 |
| 症状持续时间 (月, $\bar{x} \pm s$ )  | 18.7±6.2      | 19.3±6.3         | 0.803 |
| 节段 (例, L <sub>2/3</sub> /L <sub>3/4</sub> /L <sub>4/5</sub> /L <sub>5</sub> /S <sub>1</sub> ) | 2/5/3/2       | 1/7/3/3          | 0.869 |

### 1.3 手术方法

患者术前进行神经根阻滞，明确邻近节段即为责任节段。

内镜组：患者俯卧，局麻生效后，透视定位责任间隙，在后正中线旁的皮肤投影处标记并做 7 mm 切口。插入软组织扩张器，钝性分离至椎板上缘，再次透视确认位置正确后，插入工作套管和脊柱内镜 (图 1c)。射频电极清除软组织暴露椎板，使用高速磨钻去除椎板上下缘及关节突内侧缘，咬除肥厚黄韧带，进行走行神经根全长及出口减压 (图 1d)。转动工作套管自走行神经根肩背侧向内侧推移神经根与硬膜囊，取出突出髓核 (图 1e)。以神经根松弛，硬膜囊表面血管充盈为减压结束的标准 (图 1f)。彻底止血，退出器械，缝合切口。患者在临床医师指导下行



腰背肌功能锻炼，术后 2~3 周以卧床休息为主，腰围佩戴 3 个月。

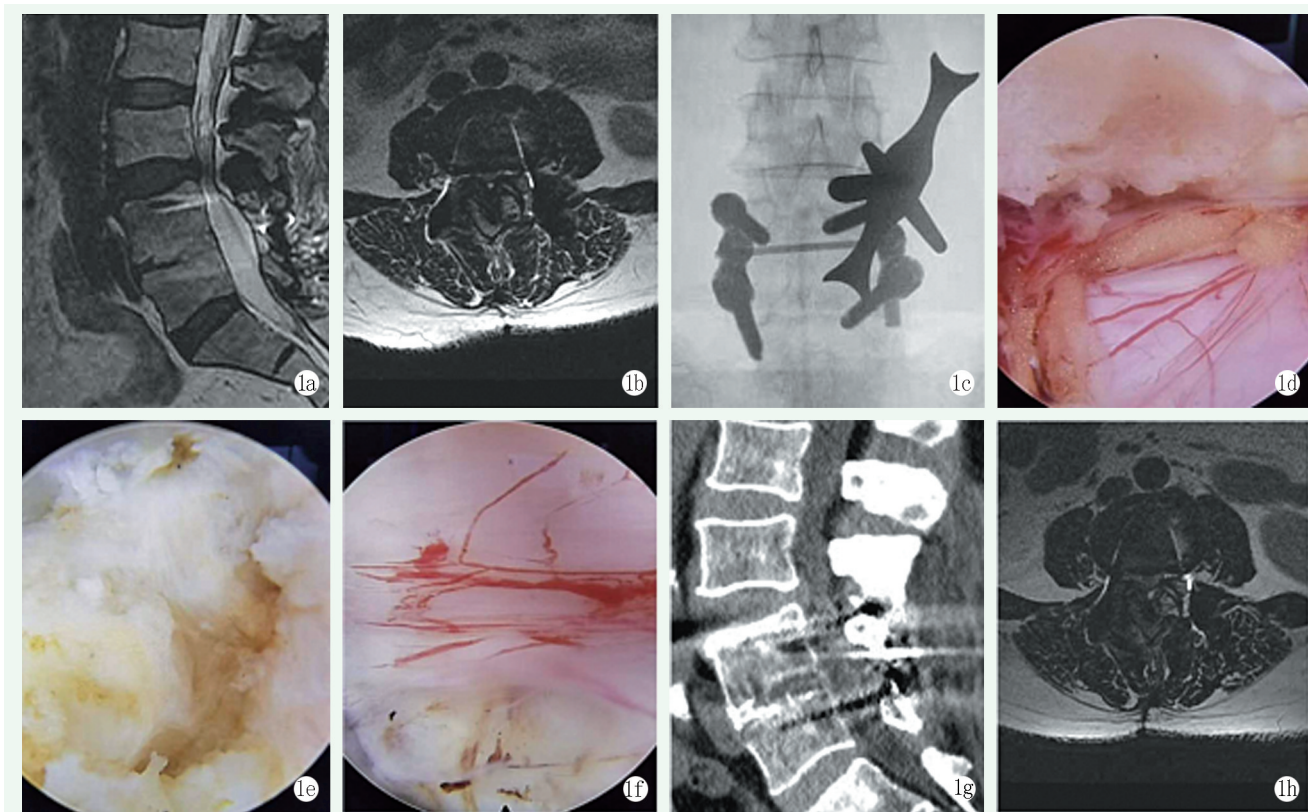


图 1 患者，女，61 岁，6 年前因 L<sub>4/5</sub> 椎管狭窄行 PLIF，再次出现下肢根性疼痛，诊断为邻椎病，行后路内镜减压治疗 1a, 1b: 术前腰椎 MRI 显示 L<sub>3/4</sub> 节段椎管及侧隐窝狭窄，椎间盘膨出，黄韧带肥厚 1c: 建立内镜工作通道 1d: 咬除肥厚黄韧带，显露受压硬膜囊 1e: 转动工作套管，显露变性突出的髓核 1f: 减压完成后见硬膜囊表面血管充盈 1g, 1h: 末次随访时腰椎 CT 和 MRI 示减压效果良好，未见复发

PLIF 组：全麻，取俯卧位，按术前手术设计，沿后正中切口切开，显露内固定装置，取出原连接棒。于邻近椎体两侧置入椎弓根螺钉，对责任节段行减压植骨融合后，安放适当长度连接棒。通过透视确认内固定位置良好。使用大量生理盐水冲洗伤口，充分止血，放置引流，逐层缝合切口。术后引流量低于 50 ml 时可拔除引流管，拔除后患者可扶持助行器适度下地活动，术后 14 d 拆线，腰围佩戴 3 个月。

#### 1.4 评价指标

记录两组围术期资料，包括手术时间、切口总长度、术中失血量、术中透视次数、下地行走时间、切口愈合等级、住院时间及早期并发症。采用术后完全负重活动时间、疼痛视觉模拟评分 (visual analogue scale, VAS)、Oswestry 功能障碍指数 (Oswestry disability index, ODI)、日本骨科协会评分 (Japanese Orthopaedic Association, JOA) 及晚期并发症评价临床效果<sup>[11]</sup>。所有患者术前及末次随访时行影像检查，测量椎管面积、侧隐窝矢状径、腰椎前凸角 (L<sub>1-5</sub> Cobb 角) 变化情况<sup>[12]</sup>。

#### 1.5 统计学方法

采用 SPSS 25.0 软件进行统计学分析。计量资料以  $\bar{x} \pm s$  表示，资料呈正态分布时，两组间比较采用独立样本 *t* 检验；组内时间点比较采用单因素方差分析；资料呈非正态分布时，采用秩和检验。计数资料采用  $\chi^2$  检验或 Fisher 精确检验。等级资料两组比较采用 Mann-Whitney *U* 检验，组内比较多个相关资料采用 Friedman 检验。*P* < 0.05 为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 围手术期情况

两组患者均顺利完成手术，内镜组无术中转为开放手术病例，两组术中无神经、血管损伤等严重并发症。两组围术期资料见表 2。内镜组手术时间、切口总长度、术中失血量、下地时间、住院时间均显著小于 PLIF 组 (*P* < 0.05)。两组透视次数、切口愈合等级的差异均无统计意义 (*P* > 0.05)。内镜组术中出现 1 例硬膜囊损伤，保守治疗治愈。PLIF 组术中出现 2 例硬膜囊损伤，脑脊液漏，术中修补；1 例伤口乙级

愈合，经抗感染及伤口清洁换药治疗后愈合。

表 2 两组患者围手术期资料与比较

| 指标                           | 内镜组<br>(n=12) | PLIF 组<br>(n=14) | P 值    |
|------------------------------|---------------|------------------|--------|
| 手术时间 (min, $\bar{x} \pm s$ ) | 61.1±20.4     | 124.2±27.9       | <0.001 |
| 切口总长度 (cm, $\bar{x} \pm s$ ) | 0.7±0.1       | 10.7±1.6         | <0.001 |
| 术中失血量 (ml, $\bar{x} \pm s$ ) | 8.8±7.1       | 244.4±108.4      | <0.001 |
| 术中透视次数 (次, $\bar{x} \pm s$ ) | 4.4±1.2       | 5.1±1.5          | 0.250  |
| 下地行走时间 (d, $\bar{x} \pm s$ ) | 1.6±0.7       | 3.7±1.5          | <0.001 |
| 切口愈合等级 (例, 甲/乙)              | 12/0          | 13/1             | 0.355  |
| 住院时间 (d, $\bar{x} \pm s$ )   | 5.6±1.9       | 9.5±2.5          | <0.001 |

## 2.2 随访结果

两组患者均获 12 个月以上的随访，平均随访时间 (19.2±4.0) 个月。内镜组术后出现 1 例下肢麻木不适感，经营养神经药物保守治疗，末次随访麻木

不适感明显好转。两组随访结果见表 3。内镜组完全负重活动时间显著早于 PLIF 组 ( $P<0.05$ )。随时间推移，两组腰痛 VAS、腿痛 VAS、ODI 评分均显著减少 ( $P<0.05$ )，而 JOA 评分显著增加 ( $P<0.05$ )。相应时间点，两组患者上述指标的差异均无统计学意义 ( $P>0.05$ )。

## 2.3 影像评估

两组影像评估结果见表 4。末次随访时，两组椎管面积、侧隐窝矢径较术前均显著增加 ( $P<0.05$ )，两组腰椎前凸角无显著变化 ( $P>0.05$ )。术前两组之间的椎管面积、侧隐窝矢径、腰椎前凸角比较差异均无统计学意义 ( $P>0.05$ )，末次随访时，内镜组椎管面积、侧隐窝矢径均显著小于 PLIF 组 ( $P<0.05$ )，两组间腰椎前凸角的差异无统计学意义 ( $P>0.05$ )。内镜组末次随访典型病例影像见图 1g, 1h。

表 3 两组患者随访结果 ( $\bar{x} \pm s$ ) 与比较

| 指标            | 时间点     | 内镜组 (n=12) | PLIF 组 (n=14) | P 值    |
|---------------|---------|------------|---------------|--------|
| 完全负重活动时间 (d)  |         | 56.7±5.4   | 67.3±6.8      | <0.001 |
| 腰痛 VAS 评分 (分) | 术前      | 6.4±0.8    | 6.2±0.7       | 0.496  |
|               | 术后 3 个月 | 2.1±0.5    | 2.3±0.6       | 0.375  |
|               | 末次随访    | 1.1±0.5    | 1.1±0.7       | 0.803  |
|               | P 值     | <0.001     | <0.001        |        |
| 腿痛 VAS 评分 (分) | 术前      | 7.1±0.9    | 7.1±0.9       | 0.773  |
|               | 术后 3 个月 | 2.2±0.7    | 2.1±0.7       | 0.675  |
|               | 末次随访    | 1.3±0.6    | 1.2±0.7       | 0.893  |
|               | P 值     | <0.001     | <0.001        |        |
| ODI 评分 (%)    | 术前      | 62.2±7.4   | 61.4±7.4      | 0.802  |
|               | 术后 3 个月 | 25.3±6.7   | 24.9±5.5      | 0.844  |
|               | 末次随访    | 13.0±2.9   | 12.6±2.4      | 0.684  |
|               | P 值     | <0.001     | <0.001        |        |
| JOA 评分 (分)    | 术前      | 12.5±1.7   | 12.6±1.7      | 0.918  |
|               | 术后 3 个月 | 24.8±1.3   | 25.1±1.4      | 0.557  |
|               | 末次随访    | 25.4±0.9   | 25.6±0.9      | 0.673  |
|               | P 值     | <0.001     | <0.001        |        |

表 4 两组患者影像评估结果 ( $\bar{x} \pm s$ ) 与比较

| 指标                      | 时间点  | 内镜组 (n=12) | PLIF 组 (n=14) | P 值    |
|-------------------------|------|------------|---------------|--------|
| 椎管面积 (mm <sup>2</sup> ) | 术前   | 100.4±12.0 | 102.8±14.2    | 0.649  |
|                         | 末次随访 | 142.2±14.7 | 182.0±20.5    | <0.001 |
|                         | P 值  | <0.001     | <0.001        |        |
| 侧隐窝矢径 (mm)              | 术前   | 2.7±0.4    | 2.9±0.5       | 0.339  |
|                         | 末次随访 | 3.4±0.4    | 4.3±0.7       | <0.001 |
|                         | P 值  | <0.001     | <0.001        |        |
| 腰椎前凸角 (°)               | 术前   | 28.3±4.9   | 28.9±3.2      | 0.709  |
|                         | 末次随访 | 26.8±5.1   | 29.0±3.5      | 0.205  |
|                         | P 值  | 0.482      | 0.912         |        |

### 3 讨论

虽然开放延长 PLIF 取得了令人满意的治疗效果,但由于广泛剥离椎旁肌肉,切除椎板及后方韧带复合体,需要进行内固定以维持脊柱的稳定性,延长了住院时间及术后恢复时间<sup>[13]</sup>。后路内镜减压可在局麻下进行,保留了腰椎后方及椎旁的组织结构,可减少术中出血量,缩短住院,有助于术后更快的康复<sup>[14]</sup>。本研究中,相比 PLIF,内镜减压的手术时间更短、创伤更小、术中失血量更低、下地活动时间更早,有利于预防血栓形成及肌肉萎缩,加速康复。

既往研究报道 PLIF 翻修手术出血较多,因视野不清而造成硬膜囊或神经根损伤的发生率高达 13.6%<sup>[15]</sup>。与之相比,内镜减压通过高分辨率镜头和光源系统提供清晰的术野,同时持续低压灌洗的生理盐水使出血更少,另外持续灌流减少了切口感染的风险<sup>[16]</sup>。本研究中内镜组术中出现 1 例硬膜囊损伤,PLIF 组术中发生 2 例硬膜囊撕裂。内镜减压不需要通过腰椎后部瘢痕组织进入责任间隙,避免了 PLIF 翻修手术入路相关并发症。PLIF 组围手术期发生 1 例切口乙级愈合,而内镜组切口均愈合良好。Wang 等<sup>[11]</sup> 研究表明采用内镜手术治疗融合术后邻椎病可能会降低手术相关并发症的发生率。术后两组患者切口均愈合,内镜组出现 1 例下肢麻木不适感,经对症治疗后症状缓解,可能是神经长时间受压造成,未出现其余严重并发症。

目前对于腰椎融合术后邻椎病选择内镜手术还是开放手术尚无统一定论,但以最小的创伤完成充分的神经减压,同时尽可能保留腰椎运动功能,提高患者生活质量是治疗邻椎病的追求目标<sup>[17]</sup>。经皮椎间孔入路内镜减压术高度符合这些要求,且已被证明治疗腰椎融合术后邻椎病是安全有效的,但由于解剖结构的限制,无法完成对侧神经根的减压<sup>[18]</sup>。单侧双通道内镜下双侧减压通过调节内镜角度,越过硬膜囊背侧减压解决了这一难题<sup>[19]</sup>。单侧双通道技术减压效果良好,具有操作更方便灵活、术野更广、效率更高等优点,但学习早期并发症发生率可能较高<sup>[20, 21]</sup>。本研究仅证明了后路内镜减压对单侧症状的邻椎病患者具有较好的疗效,并随时间延长具有可持续性。

内镜技术在神经减压过程中保留脊柱稳定性,但不能延缓腰椎邻近节段的退变。随着内镜器械和技术的发展,内镜作为一种辅助手段扩大了手术的适应证。腰椎不稳和腰椎滑脱是腰椎融合术的常见适应

证,但通常采用开放手术。经皮椎间孔镜减压融合固定治疗腰椎滑脱,恢复了椎间隙高度和腰椎前凸角,取得了良好的临床疗效<sup>[22]</sup>。经皮内镜椎间融合术治疗腰椎不稳,在缓解症状和恢复脊柱稳定性方面取得了与 PLIF 相似的疗效,具有手术创伤小、并发症少等优势<sup>[23]</sup>。因此,随着脊柱内镜技术的改进,在不久的将来具有更广泛的前景。

本研究采用后路内镜减压治疗邻椎病,通过单通道后入路实现椎管和隐窝减压,取得了良好的疗效。但该技术难度较大,内镜下局限的视野增加了辨识方向及解剖结构的难度,缺乏内镜操作经验的医师需要经历较漫长的手术学习和经验积累,学习曲线才能逐渐趋于平稳<sup>[24, 25]</sup>。本回顾性研究纳入的样本量较小,结论需要由更长随访时间的多中心随机前瞻性研究进一步验证。

综上所述,后路内镜减压与开放延长 PLIF 均能有效缓解腰椎症状,改善腰椎神经功能。内镜手术具有创伤小,恢复快等优点,具有较好的应用前景。

### 参考文献

- [1] Pu HY, Chen Q, Huang K, et al. Forearm T-score as a predictor of cage subsidence in patients with degenerative lumbar spine disease following posterior single-segment lumbar interbody fusion [J]. BMC Musculoskelet Disord, 2022, 23 (1): 1058.
- [2] Hashimoto K, Aizawa T, Kanno H, et al. Adjacent segment degeneration after fusion spinal surgery—a systematic review [J]. Int Orthop, 2019, 43 (4): 987–993.
- [3] Nikkhoo M, Chen WC, Lu ML, et al. Anatomical parameters alter the biomechanical responses of adjacent segments following lumbar fusion surgery: Personalized poroelastic finite element modeling investigations [J]. Front Bioeng Biotechnol, 2023, 11: 1110752.
- [4] Bamps S, Raymaekers V, Roosen G, et al. Lateral lumbar interbody fusion (direct lateral interbody fusion/extreme lateral interbody fusion) versus posterior lumbar interbody fusion surgery in spinal degenerative disease: a systematic review [J]. World Neurosurg, 2023, 171: 10–18.
- [5] Zhang S, Xu H, Yin CH. Application of oblique lateral interbody fusion combined with bridge-locking cage in adjacent segment disease after lumbar fusion [J]. Orthop Surg, 2022, 14 (12): 3268–3276.
- [6] Zhang B, Hu Y, Kong Q, et al. Comparison of oblique lumbar interbody fusion combined with posterior decompression (OLIF-PD) and posterior lumbar interbody fusion (PLIF) in the treatment of adjacent segmental disease(ASD) [J]. J Pers Med, 2023, 13 (2): 368.
- [7] Lambrechts MJ, Toci GR, Siegel N, et al. Revision lumbar fusions have higher rates of reoperation and result in worse clinical outcomes compared to primary lumbar fusions [J]. Spine J, 2023, 23



- (1): 105-115.
- [8] Choi JY, Park SM, Kim HJ, et al. Recent updates on minimally invasive spine surgery: techniques, technologies, and indications [J]. *Asian Spine J*, 2022, 16 (6): 1013-1021.
- [9] 王凌斌, 李俊杰, 朱林峰, 等. 经皮脊柱内镜治疗钙化型腰椎间盘突出症 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2021, 29 (17): 1597-1600.
- [10] Hellinger S, Telfeian AE, Lewandrowski KU. Magnetic resonance imaging documentation of approach trauma with lumbar endoscopic interlaminar, translaminar, compared to open microsurgical discectomy [J]. *Int J Spine Surg*, 2022, 16 (2): 343-352.
- [11] Wang N, Xie Y, Liu X, et al. Safety and clinical efficacy of endoscopic procedures for the treatment of adjacent segmental disease after lumbar fusion: A systematic review and meta-analysis [J]. *PLoS One*, 2023, 18 (2): e0280135.
- [12] Seok SY, Cho JH, Lee HR, et al. Risk factors for worsening of sagittal imbalance after revision posterior fusion surgery in patients with adjacent segment disease [J]. *World Neurosurg*, 2022, 158: e914-e921.
- [13] Ba Z, Pan F, Liu Z, et al. Percutaneous endoscopic transforaminal approach versus PLF to treat the single-level adjacent segment disease after PLF/PLIF: 1-2 years follow-up [J]. *Int J Surg*, 2017, 42: 22-26.
- [14] 赵子豪, 孙亦强, 赵加庆, 等. 腰椎管狭窄症的双通道内镜与开放减压比较 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2022, 30 (11): 973-978.
- [15] 李明, 种衍学, 宋将, 等. 腰椎椎体间融合不同手术入路及并发症 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2017, 25 (13): 1210-1214.
- [16] Liu G, Liu W, Jin D, et al. Clinical outcomes of unilateral biportal endoscopic lumbar interbody fusion (ULIF) compared with conventional posterior lumbar interbody fusion (PLIF) [J]. *Spine J*, 2023, 23 (2): 271-280.
- [17] Sun Y, Zhang W, Qie S, et al. Comprehensive comparing percutaneous endoscopic lumbar discectomy with posterior lumbar internal fixation for treatment of adjacent segment lumbar disc prolapse with stable retrolisthesis: a retrospective case-control study [J]. *Medicine (Baltimore)*, 2017, 96 (29): e7471.
- [18] 付松, 吕仁花, 邵诗泽, 等. 经椎间孔入路内镜治疗腰椎融合术后邻椎病 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2019, 27 (13): 1163-1166.
- [19] Zhang Q, Wei Y, Wen L, et al. An overview of lumbar anatomy with an emphasis on unilateral biportal endoscopic techniques: A review [J]. *Medicine (Baltimore)*, 2022, 101 (48): e31809.
- [20] Kang MS, Park HJ, Park SM, et al. Learning curve for biportal endoscopic posterior cervical foraminotomy determined using the cumulative summation test [J]. *J Orthop Surg Res*, 2023, 18 (1): 146.
- [21] Hu Y, Fu H, Yang D, et al. Clinical efficacy and imaging outcomes of unilateral biportal endoscopy with unilateral laminotomy for bilateral decompression in the treatment of severe lumbar spinal stenosis [J]. *Front Surg*, 2023, 9: 1061566.
- [22] Zhou T, Fan W, Gu Y, et al. Percutaneous transforaminal endoscopic surgery combined with mini-incision OLIF and anterolateral screws rod fixation vs. MIS-TLIF for surgical treatment of single-level lumbar spondylolisthesis [J]. *Front Surg*, 2022, 9: 1049448.
- [23] He LM, Chen KT, Chen CM, et al. Comparison of percutaneous endoscopic and open posterior lumbar interbody fusion for the treatment of single-segmental lumbar degenerative diseases [J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2022, 23 (1): 329.
- [24] Fukuhara D, Ono K, Kenji T, et al. A narrative review of full-endoscopic lumbar discectomy using interlaminar approach [J]. *World Neurosurg*, 2022, 168: 324-332.
- [25] Huang S, Wang Z, Xu L, et al. Percutaneous endoscopic lumbar discectomy via the medial foraminal and interlaminar approaches: a comparative study with 2-year follow-up [J]. *Front Surg*, 2022, 9: 990751.
- (收稿:2022-11-07 修回:2023-03-28)  
(同行评议专家: 曲新华 毛路 翟赞京  
聂颖 田鑫)  
(本文编辑: 闫承杰)