

## · 临床研究 ·

# 经皮内镜与开放腰椎后路椎间融合术治疗腰椎滑脱症的比较<sup>\*</sup>

武浩然 冯皓宇<sup>\*\*</sup> 何李明 关晓明 常 强

(山西医科大学第三医院 山西白求恩医院骨科,太原 030032)

【摘要】 目的 探讨经皮内镜腰椎后路椎间融合术(percutaneous endoscopic posterior lumbar interbody fusion, PE-PLIF)治疗腰椎滑脱症的效果。 方法 回顾性分析 2019 年 1 月~2020 年 10 月单节段 Meyerding I 度或 II 度腰椎滑脱症 142 例资料,其中 PE-PLIF(内镜组)72 例,开放 PLIF(开放组)70 例。2 组一般资料无统计学差异( $P > 0.05$ ),随访 2 年以上。比较 2 组围手术期指标、疗效评价指标和影像学数据。 结果 与开放组相比,内镜组术中出血少[(88.6 ± 30.8) ml vs. (543.8 ± 287.6) ml,  $t = -13.352$ ,  $P = 0.000$ ]。2 组术后各时点腰痛及腿痛视觉模拟评分(Visual Analogue Scale, VAS)、Oswestry 功能障碍指数(Oswestry Disability Index, ODI)较术前均明显改善( $P < 0.05$ ),内镜组术后 1 年、2 年腰痛 VAS 评分低于开放组( $P < 0.05$ ),术后 1 周内、1 个月 ODI 低于开放组( $P < 0.05$ ),其余各时点组间差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。术后椎间隙高度、骨盆倾斜角等影像学指标均明显改善( $P < 0.05$ ),组间差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。2 组融合率[93.1% (67/72) vs. 94.3% (66/70),  $\chi^2 = 0.000$ ,  $P = 1.000$ ]和融合器沉降率[19.4% (14/72) vs. 21.4% (15/70),  $\chi^2 = 0.086$ ,  $P = 0.769$ ]差异无统计学意义。 结论 对于 I、II 度腰椎滑脱症,相比于开放 PLIF,经皮内镜 PLIF 可以减少术中出血,减轻腰痛程度,加快术后康复。

【关键词】 内镜; 腰椎; 椎间融合术; 腰椎滑脱症

文献标识:A 文章编号:1009-6604(2023)11-0801-06

doi:10.3969/j.issn.1009-6604.2023.11.001

**Clinical Comparison of Percutaneous Endoscopic and Open Posterior Lumbar Interbody Fusion in the Treatment of Lumbar Spondylolisthesis** Wu Haoran, Feng Haoyu, He Liming, et al. Department of Orthopedics, Third Hospital of Shanxi Medical University, Shanxi Bethune Hospital, Taiyuan 030032, China

Corresponding author: Feng Haoyu, E-mail: fenghaoyuspine@126.com

【Abstract】 **Objective** To investigate the effect of percutaneous endoscopic posterior lumbar interbody fusion (PE-PLIF) in the treatment of lumbar spondylolisthesis. **Methods** Clinical data of 142 cases of single level Meyerding grade I or II lumbar spondylolisthesis from January 2019 to October 2020 were retrospectively analyzed, including 72 cases in the endoscopic group and 70 cases in the open group. There was no significant difference in the general data between the two groups ( $P > 0.05$ ), and the follow-ups lasted for more than 2 years. The perioperative parameters, efficacy evaluation results, and imaging data of the two groups were compared. **Results** As compared to the open group, the endoscopic group had less intraoperative bleeding [(88.6 ± 30.8) ml vs. (543.8 ± 287.6) ml,  $t = -13.352$ ,  $P = 0.000$ ]. The Visual Analogue Scale (VAS) of back pain and leg pain and Oswestry Disability Index (ODI) in both groups were significantly improved at all time points after surgery as compared to preoperation ( $P < 0.05$ ). The VAS scores of back pain of the endoscopic group at 1 year and 2 years after surgery were lower than those of the open group ( $P < 0.05$ ), the ODI at 1 week and 1 month after surgery were lower than those of the open group ( $P < 0.05$ ), and there were no statistical significances at other time points between the two groups ( $P > 0.05$ ). Postoperative disc height, pelvic tilt, and other imaging indicators were significantly improved ( $P < 0.05$ ), and there were no statistical significances between the two groups ( $P >$

<sup>\*</sup> 基金项目:山西省医学科技创新团队建设计划(2020TD13)<sup>\*\*</sup> 通讯作者, E-mail: fenghaoyuspine@126.com

0.05)。There were no significant differences between the two groups in the fusion rate [93.1% (67/72) vs. 94.3% (66/70),  $\chi^2 = 0.000$ ,  $P = 1.000$ ] and the cage subsidence rate [19.4% (14/72) vs. 21.4% (15/70),  $\chi^2 = 0.086$ ,  $P = 0.769$ ]. **Conclusion** As compared to open PLIF, PE-PLIF can reduce intraoperative bleeding, reduce the degree of low back pain, and accelerate postoperative rehabilitation for grade I and II lumbar spondylolisthesis.

**【Key Words】** Endoscopy; Lumbar; Interbody fusion; Lumbar spondylolisthesis

腰椎滑脱症 (lumbar spondylolisthesis, LS) 是由于椎间盘退变、小关节关节炎、韧带松弛导致椎体不稳定而产生腰痛、下肢放射痛、行走能力下降和神经源性跛行等症状的一种常见疾病<sup>[1,2]</sup>。保守治疗无效的 LS 需要行腰椎椎间融合手术。腰椎后路椎间融合术 (posterior lumbar interbody fusion, PLIF) 是成熟的治疗 LS 的手术方式<sup>[3,4]</sup>, 传统开放手术存在软组织损伤大、椎旁肌剥离范围广、术后慢性腰背痛发生率高<sup>[5]</sup>。脊柱内镜下腰椎融合手术发展迅速, 包括微创经椎间孔腰椎椎间融合术 (minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion, MIS-TLIF)<sup>[6]</sup>、经皮内镜经椎间孔腰椎椎间融合术 (percutaneous endoscopic transforaminal lumbar interbody fusion, PE-TLIF)<sup>[7]</sup> 和单侧双通道内镜腰椎椎间融合术 (unilateral biportal endoscopic lumbar interbody fusion, UBE-LIF)<sup>[8]</sup>。我们于 2019 年开展经皮内镜 PLIF (PE-PLIF), 有较好的早、中期疗效和融合率, 与 PLIF 相比并发症发生率低, 术后恢复快<sup>[9-11]</sup>。LS 解剖结构复杂, 术中减压和处理具有一定难度, PE-PLIF 具有一定的挑战性。本研究回顾性分析 2019 年 1 月 ~ 2020 年 10 月 PLIF 治疗单节段 Meyerding I 度或 II 度 LS 142 例资料, 其中内镜组 72 例, 开放组 70 例, 探讨 PE-PLIF 的有效性和安全性, 并对手术技术进行总结。

1 临床资料与方法

1.1 一般资料

纳入标准: ①症状与影像学、体征相符; ②腰椎 X 线、CT、MRI 提示单节段腰椎滑脱, Meyerding 分级<sup>[12]</sup>为 I 度或 II 度; ③保守治疗 6 个月或以上症状未缓解。

排除标准: ①有脊柱畸形、外伤、肿瘤、感染或腰椎手术史; ②年内失访或影像学资料不完整。

共纳入 142 例, 男 76 例, 女 66 例。年龄 31 ~ 84 岁, (57.9 ± 10.5) 岁。下肢疼痛、麻木症状 133 例 (单侧 103 例, 双侧 30 例), 腰背部疼痛、无下肢症状 9 例。直腿抬高试验单侧阳性 91 例, 双侧阳性 32 例, 阴性 19 例。均行腰椎 X 线、CT、MRI 检查, 提示单节段腰椎滑脱, 峡部裂型 47 例, 非峡部裂型 95 例, L<sub>4/5</sub> 74 例, L<sub>5</sub>/S<sub>1</sub> 68 例, Meyerding 分级<sup>[12]</sup> I 度 86 例, II 度 56 例。伴腰椎间盘突出 125 例 (中央型 22 例, 旁中央型 94 例, 椎间孔型 9 例), 椎管狭窄 97 例。骨密度检查诊断骨质疏松 62 例。解释 2 种术式的优缺点及并发症后由患者选择手术方式, 72 例行 PE-PLIF (内镜组), 70 例行开放 PLIF (开放组)。2 组一般资料差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ ), 见表 1, 有可比性。

表 1 2 组腰椎滑脱症一般资料比较

组别	性别		年龄 (岁)	手术节段		Meyerding 分级		滑脱类型	
	男	女		L <sub>4/5</sub>	L <sub>5</sub> /S <sub>1</sub>	I	II	峡部裂型	非峡部裂型
内镜组 (n = 72)	40	32	57.8 ± 11.3	41	31	47	25	27	45
开放组 (n = 70)	36	34	58.1 ± 9.8	33	37	39	31	20	50
t(χ <sup>2</sup> ) 值	χ <sup>2</sup> = 0.243		t = -0.206	χ <sup>2</sup> = 1.366		χ <sup>2</sup> = 1.359		χ <sup>2</sup> = 1.278	
P 值	0.622		0.837	0.242		0.244		0.258	
组别	椎间盘突出		椎管狭窄	骨质疏松		糖尿病		BMI	
内镜组 (n = 72)	67		51	30		23		25.29 ± 2.60	
开放组 (n = 70)	58		46	32		24		25.52 ± 2.76	
t(χ <sup>2</sup> ) 值	χ <sup>2</sup> = 3.503		χ <sup>2</sup> = 0.430	χ <sup>2</sup> = 0.236		χ <sup>2</sup> = 0.088		t = -0.504	
P 值	0.061		0.512	0.627		0.767		0.615	

1.2 手术方法

2 组手术均由同一组外科医生完成。

PE-PLIF:全麻,俯卧位,调节手术床使手术节段椎板间隙适度张开并垂直于水平面。C 臂机透视定位,标记椎间隙水平线和关节突关节中点垂线的交点为穿刺点,置入穿刺针,再次定位后置入导丝,取出穿刺针,沿导丝做长约 1.5 cm 纵切口,逐级扩张置入工作套筒及 LUSTA 大通道内镜系统(外径 10 mm,内径 7.3 mm,德国 SPINENDOS 公司,国械注进 20152042597),去除关节突表面软组织,用蓝钳切除关节突的关节囊(图 A),显露下关节突骨质。用骨刀和咬骨钳切除下关节突(图 B),显露上关节突。剥离切除上关节突内缘黄韧带及部分骨质直至可容纳工作通道(图 C)。内镜下可观察到神经根、硬膜囊和椎间盘(图 D)。旋转工作套筒将神经根阻挡在工作区域之外(图 E)。用髓核钳切除椎间盘髓

核,可撑开绞刀和刮勺处理软骨终板。取出内镜,置入植骨器植骨。取出植骨器,置入填充自体骨和骨诱导材料的融合器(RHQ10,大博医疗科技股份有限公司,国械注准 20193130159)(图 F)。检查减压情况和融合器位置,退出内镜及工作通道,行经皮椎弓根钉内固定。调节椎弓根钉的位置和纵向连接棒的弧度使滑脱复位。留置负压引流管,缝合切口。

开放 PLIF:全麻,俯卧位。以病变节段为中心后正中切口长约 8 cm,剥离椎旁肌,显露椎板及关节突。置入椎弓根钉,切除椎板、双侧下关节突和上关节突的内侧部分,显露硬膜囊及神经根。使用髓核钳切除椎间盘组织,处理终板软骨。试模后将填充自体骨及骨诱导材料的融合器(RP-01,天津正天医疗器械有限公司,国械注准 20163131149)置入椎间隙。安置纵向连接杆,留置负压引流管,缝合切口。

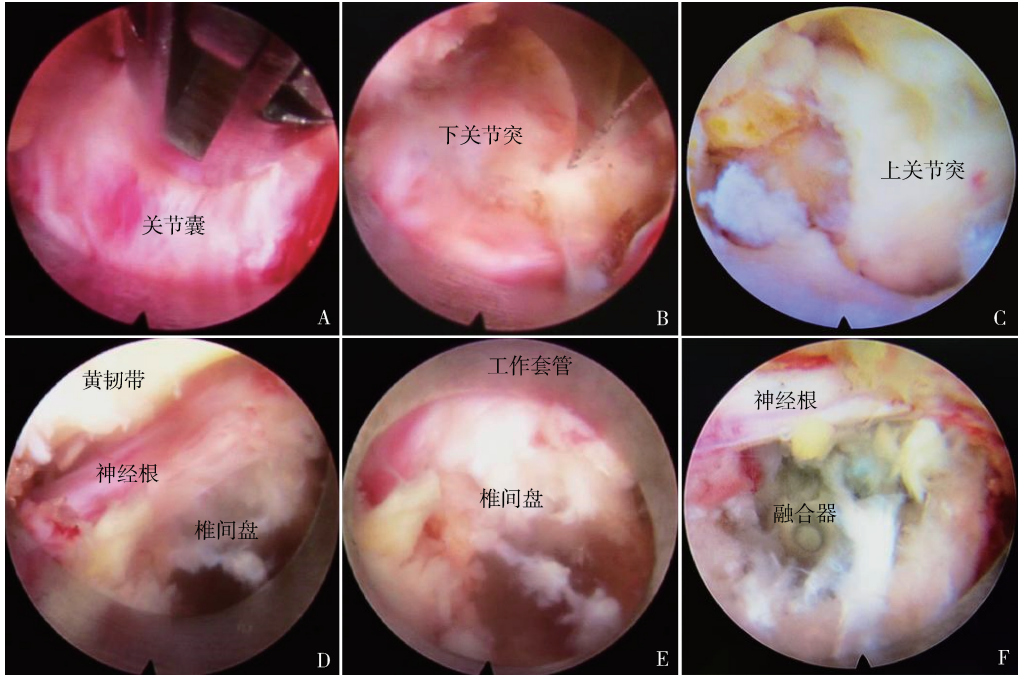


图 1 PE-PLIF 术中镜下图像:A. 去除关节突关节囊;B. 切除下关节突部分骨质;C. 切除上关节突内侧部分骨质;D. 可见黄韧带、神经根及椎间盘;E. 旋转套筒阻挡神经根;F. 置入融合器

1.3 术后处理和观察指标

术后平卧位,引流量 < 50 ml/24 h 后拔除引流管,可佩戴腰围起床,适当下地活动,功能锻炼,复查腰椎正侧位 X 线提示滑脱复位、内固定位置适宜,切口愈合良好后出院,继续自行功能锻炼。术后 1、3、6 个月和 1 年复查腰椎 X 线,末次随访复查腰椎 X 线、CT、MRI。

围手术期指标:手术时间,术中出血量(吸引器收集的血量),术后切口引流量,术后住院时间。由一名医师通过查阅病历及手术记录收集,另一名医师核对。

疗效评价指标:术前及术后 1 周内、1 个月、3 个月、6 个月、1 年、2 年问卷调查或电话随访得到腰痛、腿痛的视觉模拟评分(Visual Analogue Scale,

VAS) 和 Oswestry 功能障碍指数 (Oswestry Disability Index, ODI)。

影像学指标:①影像学数据包括术前和末次随访腰椎 X 线测量椎间隙高度、骨盆入射角、骨盆倾斜角、骶骨倾斜角、腰椎前凸角,CT 测量椎间孔面积,MRI 测量椎管面积<sup>[13,14]</sup>。②椎间融合情况,采用 Bridwell 分级<sup>[15]</sup>:Ⅰ级,椎间隙完全融合并伴有骨小梁重建;Ⅱ级,融合间隙无变化,未完全重建但无透明带;Ⅲ级,融合间隙无变化,但出现透明带;Ⅳ级,没有融合,伴有椎间隙塌陷和吸收。Ⅰ、Ⅱ级为影像学上有效融合。③融合器沉降情况,根据 Marchi 等<sup>[16]</sup>的标准,以进入椎体终板的融合器下沉量分级:0 级,0% ~ 24%;Ⅰ级,25% ~ 49%;Ⅱ级,50% ~ 74%;Ⅲ级,75% ~ 100%。以上均使用 syngo. plaza 软件或直接测量获得,由 2 人独立测量,取平均值。

1.4 统计学方法

采用 SPSS26 统计软件分析。计量资料以  $\bar{x} \pm s$

表示,组间比较使用独立样本  $t$  检验,组内术后各时间点与术前比较采用配对  $t$  检验。计数资料比较采用  $\chi^2$  检验。等级资料比较采用 Mann-Whitney  $U$  检验。 $P < 0.05$  为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 围手术期指标比较

内镜组手术时间长于开放组 ( $P < 0.05$ ),但术中出血量、术后引流量、术后住院时间优于开放组 ( $P < 0.05$ ),2 组并发症发生率差异无显著性 ( $P > 0.05$ ),见表 2。手术相关并发症 6 例(4.2%):硬膜撕裂 4 例(内镜组 3 例,开放组 1 例),切口加压包扎,补液、抗感染等治疗,均无术后感染及神经功能损伤。内镜组 1 例术后切口水肿,原因是手术时间较长(345 min),术中灌注水压较高,密切观察切口愈合良好。开放组 1 例术后下肢症状加重,予以脱水、营养神经等支持治疗后症状缓解。

表 2 2 组围手术期指标比较

组别	手术时间 (min)	术中出血量 (ml)	术后引流量 (ml)	术后住院时间 (d)	并发症
内镜组 ( $n = 72$ )	260.7 $\pm$ 38.8	88.6 $\pm$ 30.8	129.7 $\pm$ 61.3	4.6 $\pm$ 2.2	4(5.6%)
开放组 ( $n = 70$ )	143.5 $\pm$ 35.5	543.8 $\pm$ 287.6	640.8 $\pm$ 240.0	6.7 $\pm$ 2.5	2(2.9%)
$t(\chi^2)$ 值	$t = 18.770$	$t = -13.352$	$t = -17.492$	$t = -5.342$	$\chi^2 = 0.146$
$P$ 值	0.000	0.000	0.000	0.000	0.703

2.2 疗效指标比较

2 组术前腰痛、腿痛 VAS 评分和 ODI 差异均无统计学意义 ( $P > 0.05$ ),术后各时点较术前均明显改善 ( $P < 0.05$ )。内镜组术后 1 年、2 年腰痛 VAS

评分低于开放组 ( $P < 0.05$ ),术后 1 周内、1 个月 ODI 低于开放组 ( $P < 0.05$ ),其余各时点组间差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ ),见表 3。

表 3 2 组不同时点腰痛、腿痛 VAS 评分和 ODI 比较( $\bar{x} \pm s$ )

项目	组别	术前	术后 1 周内	术后 1 个月	术后 3 个月	术后 6 个月	术后 1 年	术后 2 年
腰痛 VAS	内镜组 ( $n = 72$ )	6.6 $\pm$ 2.2	5.3 $\pm$ 2.1 *	4.4 $\pm$ 2.2 *	3.0 $\pm$ 2.0 *	2.7 $\pm$ 1.9 *	1.2 $\pm$ 1.0 *	1.1 $\pm$ 0.9 *
	开放组 ( $n = 70$ )	6.5 $\pm$ 2.1	5.2 $\pm$ 2.2 *	3.9 $\pm$ 1.9 *	3.0 $\pm$ 1.9 *	2.9 $\pm$ 1.9 *	1.7 $\pm$ 1.3 *	1.5 $\pm$ 1.1 *
	$t$ 值	0.232	0.058	1.337	-0.044	-0.684	-2.435	-2.163
	$P$ 值	0.817	0.954	0.184	0.965	0.495	0.016	0.032
腿痛 VAS	内镜组 ( $n = 72$ )	6.4 $\pm$ 2.4	3.6 $\pm$ 2.2 *	3.3 $\pm$ 2.1 *	2.9 $\pm$ 1.9 *	1.9 $\pm$ 1.3 *	1.3 $\pm$ 1.1 *	1.1 $\pm$ 0.9 *
	开放组 ( $n = 70$ )	6.9 $\pm$ 2.2	4.0 $\pm$ 2.2 *	3.4 $\pm$ 2.1 *	2.9 $\pm$ 1.9 *	1.8 $\pm$ 1.2 *	1.2 $\pm$ 1.0 *	1.1 $\pm$ 0.9 *
	$t$ 值	-1.460	-1.059	-0.308	-0.253	0.362	0.453	-0.193
	$P$ 值	0.147	0.291	0.759	0.800	0.718	0.651	0.847
ODI (%)	内镜组 ( $n = 72$ )	58.0 $\pm$ 11.4	37.9 $\pm$ 19.4 *	29.3 $\pm$ 15.1 *	25.2 $\pm$ 13.1 *	22.6 $\pm$ 13.7 *	15.9 $\pm$ 8.7 *	14.5 $\pm$ 8.1 *
	开放组 ( $n = 70$ )	56.6 $\pm$ 10.9	46.4 $\pm$ 19.2 *	36.9 $\pm$ 15.6 *	27.5 $\pm$ 15.6 *	24.4 $\pm$ 9.2 *	15.3 $\pm$ 6.4 *	14.6 $\pm$ 6.2 *
	$t$ 值	0.745	-2.627	-2.916	-0.956	-0.904	0.471	-0.152
	$P$ 值	0.458	0.010	0.004	0.341	0.368	0.638	0.880

\* 与本组术前相比  $P < 0.05$



2.3 影像学指标比较

内镜组随访 24 ~ 33 (28.4 ± 2.2) 月, 开放组 24 ~ 35 (28.4 ± 2.2) 月 ( $t = 0.163, P = 0.871$ )。末次随访 2 组椎间隙高度、骨盆倾斜角、骶骨倾斜角、腰椎前凸角、椎管面积及椎间孔面积较术前显著改

善 ( $P < 0.05$ ), 骨盆入射角无显著变化 ( $P > 0.05$ ), 2 组间比较差异均无显著性 ( $P > 0.05$ ), 见表 4。

2 组椎间融合及融合器沉降情况比较见表 5, 差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。

表 4 2 组末次随访与术前影像学指标比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

组别	椎间隙高度 (mm)		椎管面积 (mm <sup>2</sup> )		椎间孔面积 (mm <sup>2</sup> )		骨盆入射角 (°)	
	术前	术后	术前	术后	术前	术后	术前	术后
内镜组 ( $n = 72$ )	8.0 ± 1.3	12.1 ± 1.5 *	91.9 ± 18.5	122.6 ± 18.4 *	124.1 ± 14.8	162.9 ± 20.4 *	53.9 ± 11.5	54.2 ± 9.0
开放组 ( $n = 70$ )	8.4 ± 1.8	11.7 ± 1.7 *	89.4 ± 17.1	116.9 ± 23.5 *	128.2 ± 16.8	169.5 ± 21.5 *	54.5 ± 9.3	53.7 ± 9.0
$t$ 值	-1.370	1.238	0.839	1.622	-1.577	-1.874	-0.356	0.338
$P$ 值	0.173	0.218	0.403	0.107	0.117	0.063	0.722	0.736

组别	骨盆倾斜角 (°)		骶骨倾斜角 (°)		腰椎前凸角 (°)	
	术前	术后	术前	术后	术前	术后
内镜组 ( $n = 72$ )	15.0 ± 6.9	11.9 ± 5.8 *	38.8 ± 4.7	42.4 ± 3.5 *	41.6 ± 12.8	46.0 ± 9.0 *
开放组 ( $n = 70$ )	14.5 ± 6.5	12.1 ± 5.4 *	40.0 ± 3.1	41.6 ± 3.9 *	42.3 ± 11.9	46.9 ± 10.8 *
$t$ 值	0.519	-0.269	-1.790	1.240	-0.339	-0.513
$P$ 值	0.605	0.788	0.076	0.217	0.735	0.609

\* 与本组术前相比  $P < 0.05$

表 5 2 组椎间融合及融合器沉降情况比较 [ $n$  (%) ]

组别	椎间融合 Bridwell 分级				椎间融合率	融合器沉降程度 Marchi 分级				融合器沉降率
	I	II	III	IV		0	I	II	III	
内镜组 ( $n = 72$ )	51 (70.8)	16 (22.2)	5 (6.9)	0	67 (93.1)	58 (80.6)	11 (15.3)	3 (4.2)	0	14 (19.4)
开放组 ( $n = 70$ )	55 (78.6)	11 (15.7)	4 (5.7)	0	66 (94.3)	55 (78.6)	12 (17.1)	3 (4.3)	0	15 (21.4)
$Z(\chi^2)$ 值	$Z = -1.023$				$\chi^2 = 0.000$	$Z = -0.282$				$\chi^2 = 0.086$
$P$ 值	0.306				1.000	0.778				0.769

3 讨论

内镜下融合技术具有可视化、水环境的优点, 包括经椎间孔入路、经椎板间入路。PE-TLIF 通过扩大椎间孔建立通道, 切除上关节突及黄韧带, 完成减压和融合<sup>[17]</sup>。UBE-LIF 采用双通道内镜系统, 操作空间大, 可应用传统器械<sup>[18]</sup>。PE-PLIF 与上述技术相比, 不同点在于关节突切除的位置和范围, 以及通道的角度和位置。目前各种技术区别越来越小, 手术中可以根据需要, 扩大关节突切除范围, 最终达到彻底减压的目的。

本研究内镜组术后 1 年、2 年腰背痛程度和术后 1 周、1 个月 ODI 较开放组低, 早期功能恢复较好, 主要原因是对椎旁肌保留较多, 术后恢复快。内镜组术中出血量明显少于开放组, 这是因为内镜组对骨质结构破坏较少, 水环境及射频止血均可减少出血量。内镜组术后切口引流量、术后住院时间明

显少于开放组, 是由于患者可以更早期地拔除引流管, 早期下地进行恢复训练。内镜组手术时间较长, 原因是内镜手术器械操作效率低, 止血难度大。2 组影像学指标均无明显差异。2 组术后椎间隙高度、骨盆倾斜角等均明显改善, 说明手术有助于恢复脊柱骨盆矢状面平衡。椎间隙高度降低会导致背痛, 2 组术后椎间隙高度均明显恢复, 缓解腰背痛。骨盆倾斜角的恢复可以改善髋关节伸展范围, 减小腰椎滑脱导致的骨盆后倾, 有利于恢复正常行走功能<sup>[19]</sup>。2 种手术通过矫正因骨盆后倾而形成的补偿性改变, 改善骨盆倾斜角及骶骨倾斜角, 对恢复矢状面平衡有重要作用。腰椎前凸角减小, 会在站立和行走时为代偿而使用更多的肌肉能量, 易产生疲劳, 增加腰椎后方肌肉的牵引负荷, 肌肉长期处于紧张状态, 会引起腰背痛, 2 种手术均通过恢复腰椎前凸角, 减轻疼痛症状, 有助于减缓邻近节段退变<sup>[20]</sup>。2 种术式均可有效解除神经压迫, 使椎管及椎间孔

面积明显增加,缓解下肢疼痛。2 种术式融合率均较高,融合效果好。

本研究存在一些不足,部分术前影像资料为外院拍摄,只能人工测量,与软件测量略有偏差;本研究为回顾性、非随机研究,存在选择偏倚。

综上,PE-PLIF 是一种微创、安全、有效的治疗 I、II 度 LS 的手术方式,相比于开放 PLIF 可以减少术中出血,减轻腰背痛程度,加快术后康复。

## 参考文献

- 1 Tang L, Wu Y, Jing D, et al. A Bayesian network meta-analysis of 5 different fusion surgical procedures for the treatment of lumbar spondylolisthesis. *Medicine (Baltimore)*, 2020, 99(14): e19639.
- 2 Akkawi I, Zmerly H. Degenerative spondylolisthesis: a narrative review. *Acta Biomed*, 2022, 92(6): e2021313.
- 3 Mobbs RJ, Phan K, Malham G, et al. Lumbar interbody fusion: techniques, indications and comparison of interbody fusion options including PLIF, TLIF, MI-TLIF, OLIF/ATP, LLIF and ALIF. *J Spine Surg*, 2015, 1(1): 2–18.
- 4 Mori K, Yayama T, Nishizawa K, et al. Incidence of cranial adjacent segment disease after posterior lumbar interbody fusion using the cortical bone trajectory technique for the treatment of single-level degenerative lumbar spondylolisthesis: more than a 2-year follow-up. *Spine Surg Relat Res*, 2020, 5(2): 98–103.
- 5 Overvest GM, Peul WC, Brand R, et al. Tubular discectomy versus conventional microdiscectomy for the treatment of lumbar disc herniation: long-term results of a randomised controlled trial. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, 2017, 88(12): 1008–1016.
- 6 Foley KT, Gupta SK. Percutaneous pedicle screw fixation of the lumbar spine: preliminary clinical results. *J Neurosurg*, 2002, 97(1 Suppl): 7–12.
- 7 Ahn Y, Youn MS, Heo DH. Endoscopic transforaminal lumbar interbody fusion: a comprehensive review. *Expert Rev Med Devices*, 2019, 16(5): 373–380.
- 8 Heo DH, Son SK, Eum JH, et al. Fully endoscopic lumbar interbody fusion using a percutaneous unilateral biportal endoscopic technique: technical note and preliminary clinical results. *Neurosurg Focus*, 2017, 43(2): E8.
- 9 He L, Feng H, Ma X, et al. Percutaneous endoscopic posterior lumbar interbody fusion for the treatment of degenerative lumbar diseases: a technical note and summary of the initial clinical outcomes. *Br J*

*Neurosurg*, 2021 May 24; 1–6. Epub ahead of print.

- 10 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. *BMC Musculoskelet Disord*, 2022, 23(1): 329.
- 11 He LM, Li JR, Wu HR, et al. Percutaneous endoscopic posterior lumbar interbody fusion with unilateral laminotomy for bilateral decompression vs. open posterior lumbar interbody fusion for the treatment of lumbar spondylolisthesis. *Front Surg*, 2022, 9: 915522.
- 12 方 璜, 刘鹏飞, 李国远, 等. 微创经椎间孔腰椎椎间融合术治疗 I、II 度腰椎滑脱症的临床效果. *局解手术学杂志*, 2021, 30(9): 769–773.
- 13 王海莹, 吕 冰, 李 辉, 等. 脊柱-骨盆矢状位参数及关节突关节角度对退变性腰椎滑脱的影响. *中国骨伤*, 2021, 34(11): 1016–1019.
- 14 张盼可, 朱广铎, 任志楠, 等. 斜外侧与后路腰椎间融合治疗腰椎融合术后邻近节段退变性疾病比较. *中国微创外科杂志*, 2022, 22(1): 7–13.
- 15 廖焯晖, 叶入裴, 李广州, 等. 一期后前联合入路与单纯后路手术治疗下腰椎结核的疗效比较. *中国修复重建外科杂志*, 2017, 31(5): 534–540.
- 16 Marchi L, Abdala N, Oliveira L, et al. Radiographic and clinical evaluation of cage subsidence after stand-alone lateral interbody fusion. *J Neurosurg Spine*, 2013, 19(1): 110–118.
- 17 Li Z, Hou S, Shang W, et al. New instrument for percutaneous posterolateral lumbar foraminoplasty: case series of 134 with instrument design, surgical technique and outcomes. *Int J Clin Exp Med*, 2015, 8(9): 14672–14679.
- 18 Kim JE, Choi DJ. Biportal endoscopic transforaminal lumbar interbody fusion with arthroscopy. *Clin Orthop Surg*, 2018, 10(2): 248–252.
- 19 Kim MK, Lee SH, Kim ES, et al. The impact of sagittal balance on clinical results after posterior interbody fusion for patients with degenerative spondylolisthesis: a pilot study. *BMC Musculoskelet Disord*, 2011, 12: 69.
- 20 Okpala FO. Lumbar lordotic change and its fulcrum in low back pain disorders: radiographic evaluation. *Niger J Clin Pract*, 2020, 23(11): 1530–1535.

(收稿日期: 2023–06–14)

(修回日期: 2023–09–11)

(责任编辑: 王惠群)