

· 临床论著 ·

开放获取

低度腰椎滑脱症经皮内镜与切开腰椎间融合比较

徐用亿, 王守国, 费昊东, 陈政, 陈晓钢, 唐洪辉*

(南京医科大学附属淮安第一医院, 江苏淮安 223300)

摘要: [目的] 比较分析经皮大通道脊柱内镜 (percutaneous endoscopic lumbar interbody fusion, PELIF) 与切开后路腰椎间融合术 (posterior lumbar interbody fusion, PLIF) 治疗单节段低度腰椎滑脱症的临床疗效。[方法] 回顾性分析 2020 年 1 月—2023 年 2 月本院手术治疗的 56 例单节段低度腰椎滑脱症患者的临床资料。根据术前医患沟通结果, 27 例接受 PELIF; 另外 29 例接受 PLIF 治疗。比较两组围手术期资料、随访结果和影像学资料。[结果] PELIF 组切口总长度 [(8.3±1.5) cm vs (10.2±2.2) cm, $P<0.001$]、术中失血量 [(151.9±99.5) ml vs (303.5±117.2) ml, $P<0.001$]、开始下地行走时间 [(2.2±0.9) d vs (3.3±0.9) d, $P<0.001$]、住院时间 [(5.9±1.8) d vs (8.6±2.3) d, $P<0.001$] 均显著优于 PLIF 组, PELIF 组手术时间 [(178.3±32.5) min vs (134.5±27.4) min, $P<0.001$] 和术中透视次数 [(34.3±7.1) 次 vs (12.0±4.0) 次, $P<0.001$] 显著大于 PLIF 组; 两组术中并发症率和切口愈合等级的差异无统计学意义 ($P>0.05$)。56 例平均随访时间 (16.3±2.6) 个月。随时间推移, 两组腰痛 VAS 评分、腿痛 VAS 评分、ODI、JOA 评分均显著改善 ($P<0.05$)。术后第 3 d PELIF 组的腰 VAS 评分显著低于 PLIF 组 [(2.6±1.9) vs (4.0±1.8), $P=0.005$], 但是, 相应时间点两组腿痛 VAS 评分、ODI、JOA 评分组间比较差异无统计学意义 ($P>0.05$)。影像方面, 术后两组腰椎前凸角、椎间隙高度、滑脱率、椎管面积均较术前显著改善 ($P<0.05$), 相应时间点, 两组组间比较差异无统计学意义 ($P>0.05$)。[结论] 采用 PELIF 与开放 PLIF 治疗低度腰椎滑脱症都可以取得令人满意的疗效, 但 PELIF 具有创伤小、术后早期腰痛缓解快优点。

关键词: 腰椎滑脱, 脊柱内镜, 椎体间融合, 经皮技术

中图分类号: R687 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-8478 (2024) 13-1181-07

Percutaneous endoscopic lumbar fusion versus open counterpart for low grade lumbar spondylolisthesis // XU Yong-yi, WANG Shou-guo, FEI Hao-dong, CHEN Zheng, CHEN Xiao-gang, TANG Hong-hui. The First Hospital of Huaian City, Nanjing Medical University, Huaian 223300, China

Abstract: [Objective] To compare the clinical efficacy of percutaneous endoscopic lumbar interbody fusion with large channel (PELIF) versus open posterior lumbar interbody fusion (PLIF) for single-level and low-grade lumbar spondylolisthesis. **[Methods]** A retrospective study was conducted on 56 patients who received lumbar fusion for the single-level and low-grade lumbar spondylolisthesis in our hospital from January 2020 to February 2023. According to preoperative dock-patient communication, 27 patients underwent PELIF, while other 29 patients received PLIF. The perioperative, follow-up and imaging data were compared between the two groups. **[Results]** The PELIF group proved significantly superior to the PLIF group in terms of total incision length [(8.3±1.5) cm vs (10.2±2.2) cm, $P<0.001$], intraoperative blood loss [(151.9±99.5) ml vs (303.5±117.2) ml, $P<0.001$], time to return walking [(2.2±0.9) days vs (3.3±0.9) days, $P<0.001$], hospitalization [5.9±1.8) days vs (8.6±2.3) days, $P<0.001$], despite of the fact that the former was significantly inferior to the latter in terms of operative time [(178.3±32.5) min vs (134.5±27.4) min, $P<0.001$] and intraoperative fluoroscopy times [(34.3±7.1) times vs (12.0±4.0) times, $P<0.001$]. There was no significant difference in intraoperative complication rate and incision healing grade between the two groups ($P>0.05$). As time went on during follow-up period lasted for (16.3±2.6) months, VAS score for leg pain, VAS score for back pain, ODI score and JOA score significantly improved in both groups ($P<0.05$). The PELIF group had significantly lower lumbago VAS score than the PLIF group 3 days postoperatively [(2.6±1.9) vs (4.0±1.8), $P=0.005$], whereas there were no significant differences in the leg pain VAS score, ODI and JOA scores between the two groups at any time points accordingly ($P>0.05$). As for imaging, the lumbar lordosis angle, intervertebral space height, slipping rate and spinal canal area significantly improved in both groups after surgery compared with those preoperatively ($P<0.05$), while which were not statistically different between the two groups at any corresponding time points ($P>0.05$). **[Conclusion]** Both PELIF and open PLIF can achieve satisfactory efficacy in the treatment of low-grade lumbar spondylolisthesis, but PELIF has the advantages of

DOI:10.20184/j.cnki.issn1005-8478.110272

作者简介:徐用亿,医学博士,副主任医师,研究方向:脊柱外科,(电子信箱)yongyixu@126.com

* 通信作者:唐洪辉,(电子信箱)tanghonghui@163.net

less trauma and quick recovery in early stage after operation over the PLIF.

Key words: lumbar spondylolisthesis, spinal endoscopy, lumbar interbody fusion, percutaneous technique

腰椎滑脱症是上位椎体相对于下位椎体向前滑移,产生相应节段不稳、椎管狭窄,从而引起椎管内神经、血管组织受压,导致慢性持续性腰痛、下肢根性疼痛、间歇性跛行等症状^[1]。临床上大多数的腰椎滑脱病例属于低度滑脱(Meyerding I、II级),很少出现像高度滑脱患者的腰骶部畸形,但常引发腿腰痛症状^[2]。在保守治疗无效的情况下通常需要外科手术干预,而且在减压后进行融合术治疗腰椎滑脱症可能会带来更好的临床结果和更低的再手术率^[3]。目前临床上以传统切开后路腰椎椎间融合术(posterior lumbar interbody fusion, PLIF)和经椎间孔融合术(transforaminal lumbar interbody fusion, TLIF)治疗较为多见,但是开放式手术具有椎旁肌剥离广泛、软组织损伤大等缺点,往往需要更长时间进行术后康复^[4]。随着人们生活水平的逐渐提高,腰椎滑脱患者对外科手术治疗及术后的康复要求越来越高。得益于近年来脊柱内镜技术的迅猛发展,微创经皮大通道脊柱内镜椎间融合技术(percutaneous endoscopic lumbar interbody fusion, PELIF)作为脊柱外科一种新兴的手术技术,在治疗腰椎退行性疾病逐渐得到脊柱外科医师关注,尽管目前 PELIF 技术存在很多争议,但其可行性还是受到大多数脊柱外科医生的认可,逐渐成为脊柱外科临床新技术研究方面的热点之一^[5]。目前 PELIF 治疗低度腰椎滑脱症与开放 PLIF 的疗效比较方面的报道相对较少,故回顾性分析本院 2020 年 1 月—2023 年 2 月 56 例单节段低度腰椎滑脱症患者的资料,分别接受 PELIF 和 PLIF 术式治疗,并对其临床疗效进行了比较,现报告如下。

1 资料与方法

1.1 纳入与排除标准

纳入标准:年龄>40 岁,腰背疼痛伴或不伴下肢放射痛,且经过严格保守治疗超过 3 个月无效;腰椎 X 线片显示滑脱为 Meyerding I、II 级(图 1a, 1b)。

排除标准:排除腰椎间盘突出症、腰椎管狭窄症、退变性脊柱侧凸症、类风湿、脊柱感染或肿瘤、既往腰椎手术史、合并重度骨质疏松症、合并严重心肺疾病等患者。

1.2 一般资料

回顾性分析 2020 年 1 月—2023 年 2 月本院收治的单节段低度腰椎滑脱症患者的临床资料,56 例符合上述标准,纳入本研究。其中男 21 例,女 35 例;年龄 42~75 岁,平均(58.8±9.6)岁;峡部裂型 15 例,非峡部裂型 41 例;腰椎滑脱节段:L_{3/4} 节段 3 例,L_{4/5} 节段 34 例,L₅S₁ 节段 19 例。根据术前医患沟通结果,27 例行经皮脊柱内镜椎间融合(PELIF 组),29 例行后路切开腰椎间融合(PLIF 组),两组患者一般资料比较的差异无统计学意义(P>0.05),见表 1。本研究所有患者均知情同意。

表 1. 两组患者一般资料比较

Table 1. Comparison of general data between the two groups

before treatment

指标	PELIF 组 (n=27)	PLIF 组 (n=29)	P 值
年龄(岁, $\bar{x} \pm s$)	60.3±8.9	57.3±10.2	0.252
性别(例,男/女)	11/16	10/19	0.628
BMI(kg/m ² , $\bar{x} \pm s$)	23.8±3.9	24.1±4.2	0.829
病程(月, $\bar{x} \pm s$)	16.8±8.2	15.4±7.2	0.492
滑脱性质(例,峡性/退变)	6/21	9/20	0.457
节段(例, L _{3/4} /L _{4/5} /L ₅ S ₁)	2/16/9	1/18/10	0.850

1.3 手术方法

两组手术均由同一组外科医生完成。采用插管全麻,头孢呋辛 2 g 术前静滴预防感染,取俯卧位并垫空腹部。

PELIF 组: C 形臂 X 线机透视定位,标记椎间隙和关节突关节中垂线的交点内侧为穿刺点,经穿刺针后插入导丝,沿导丝做长约 1.5 cm 纵切口,逐级扩张置入工作套筒,经工作套筒在透视监护下环锯去除下关节突及部分椎板,连接山东康盛大通道内镜系统(外径 10 mm,内径 7.1 mm),在内镜下继续向上环除少部分椎板组织、向外环除下位椎体的部分上关节突组织,切除黄韧带及下位椎体的椎板上缘直至可容纳工作通道(图 1c)。镜下可见神经根、硬膜囊和椎间盘。旋转工作套筒至神经根肩上区域并将神经根向内侧阻挡,摘除髓核、刮除软骨终板。取出内镜,椎间隙植骨后置入填充自体骨和骨诱导材料的可调节融合器(北京富乐科技股份有限公司)。检查椎管减压情况和融合器位置(图 1d),退出内镜及工作通道,经皮置入椎弓根钉,调节椎弓根钉的深浅和经

皮纵向穿入预弯好钛棒，提拉滑脱椎体复位并固定(图 1e, 1f)。留置负压引流管、缝合切口。

PLIF 组：做腰后正中切口，长 8~12 cm，沿骨膜下剥离双侧椎旁肌至小关节突外侧缘，显露关节突，同时尽量保留近端关节突关节囊。椎弓根置钉采用 Magerl-Weinstein 法，开口、开路、测深、攻丝，拧入合适长度及粗细的椎弓根螺钉，根据术前影像学检查和症状切除棘突及椎板，切除相应的黄韧带，显露硬脊膜和神经根并向对侧牵拉，处理椎间隙，切除椎间盘组织并刮除软骨终板，将切除的椎板骨及骨诱导材料填入 Cage 内，将自体骨和 Cage 骨复合体放入椎间隙，调节椎弓根钉的深浅和纵向连接棒的弧度，提拉滑脱椎体复位并固定。留置负压引流管、缝合切口。

1.4 评价指标

记录围手术期资料：手术时间、切口总长度、术中透视次数、术中失血量、术中并发症、切口愈合等级、开始下地行走时间以及住院时间。使用视觉模拟量表 (visual analogue scale, VAS)^[6]、Oswestry 功能障碍指数 (Oswestry disability index, ODI)^[7]、腰椎日本骨科协会 (Japanese Orthopaedic Association, JOA) 评分^[8] 评价临床效果。影像学 X 线片测量腰椎前凸角、椎间隙高度 (椎间隙前缘和后缘高度平均值)、椎体滑脱率，核磁共振测量病变节段腰椎管面积。使用 Bridwell 分级评价腰椎间融合情况：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^[9]。

1.5 统计学方法

采用 SPSS 19.0 软件进行统计学分析。计量数据以 $\bar{x} \pm s$ 表示，资料呈正态分布时，两组间比较采用独立样本 *t* 检验；组内时间点间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 χ^2 检验或 Fisher 精确检验。等级资料两组比较采用 Mann-Whitney *U* 检验，组内比较采用多个相关资料的 Friedman 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 围手术期资料

56 例患者均顺利完成手术。两组患者的围手术期资料比较详见表 2，PELIF 组切口总长度、术中失血量、下地行走时间、住院时间显著优于 PLIF 组

($P < 0.05$)；PELIF 组手术时间和透视次数明显多于 PLIF 组 ($P < 0.05$)。虽然 PLIF 组出现 2 例脂肪液化和 1 例切口浅表感染，经换药和抗生素升级后乙级愈合，但是两组切口的愈合等级比较差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。

术中并发症：PELIF 组 2 例神经根损伤，仅仅是神经根外膜损伤并没有发生切割断裂，术后早期表现为大腿及小腿后外侧麻木；PLIF 组 1 例神经牵拉损伤，表现为足背麻木、踝趾背伸肌力减退；硬膜损伤两组各 1 例，PLIF 组于术中修补、PELIF 组予以姑息处理，术后无脑脊液漏；但是两组之间的术中并发症率比较差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。

表 2. 两组患者围手术期资料比较

Table 2. Comparison of perioperative documents between the two groups

指标	PELIF 组 (n=27)	PLIF 组 (n=29)	P 值
手术时间 (min, $\bar{x} \pm s$)	178.3 \pm 32.5	134.5 \pm 27.4	<0.001
切口总长度 (cm, $\bar{x} \pm s$)	8.3 \pm 1.5	10.2 \pm 2.2	<0.001
术中失血量 (ml, $\bar{x} \pm s$)	151.9 \pm 99.5	303.5 \pm 117.2	<0.001
术中透视次数 (次, $\bar{x} \pm s$)	34.3 \pm 7.1	12.0 \pm 4.0	<0.001
术中并发症 [例 (%)]	3 (11.1)	2 (6.7)	0.596
硬膜损伤	1 (3.7)	1 (3.4)	
神经根损伤	2 (7.4)	1 (3.4)	
切口愈合等级 (例, 甲/乙/丙)	27/0/0	26/3/0	0.089
下地行走时间 (d, $\bar{x} \pm s$)	2.2 \pm 0.9	3.3 \pm 0.9	<0.001
住院时间 (d, $\bar{x} \pm s$)	5.9 \pm 1.8	8.6 \pm 2.3	<0.001

2.2 随访结果

所有病例均获得至少 12 个月以上的随访，平均随访时间 (16.3 \pm 2.6) 个月；3 例神经根损伤病例经 3~6 个月术后营养神经及积极康复治疗神经功能均逐渐恢复，麻木明显缓解，肌力恢复正常。

两组患者的随访结果详见表 3，两组间恢复完全负重活动时间的比较无统计学差异 ($P > 0.05$)。两组的术后腰痛 VAS、腿痛 VAS 评分、ODI 均较术前显著降低 ($P < 0.05$)；两组术后的 JOA 评分均较术前显著增加 ($P < 0.05$)；PELIF 组术后 3 d 腰痛 VAS 评分明显低于 PLIF 组 ($P < 0.05$)，两组间末次随访时腰痛 VAS 评分的比较差异无统计学意义 ($P > 0.05$)；各相应时间点，两组间腿痛 VAS、ODI、JOA 评分的比较无统计学差异 ($P > 0.05$)。

2.3 影像评估

末次随访时无断钉、断棒等现象；两组的腰椎前

凸角、椎间隙高度、病变节段椎管面积均较术前显著增加 ($P < 0.05$)，腰椎滑脱率较术前显著下降 ($P < 0.05$)。术前及末次随访时的腰椎前凸角、椎间隙高度、病变节段椎管面积、腰椎滑脱率两组间比较差异

无统计学意义 ($P > 0.05$)。末次随访时两组间腰椎融合情况的 Bridwell 分级比较差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。两组的影像测量随访结果详见表 4。PELIF 组典型病例术后影像见图 1g, 1h。

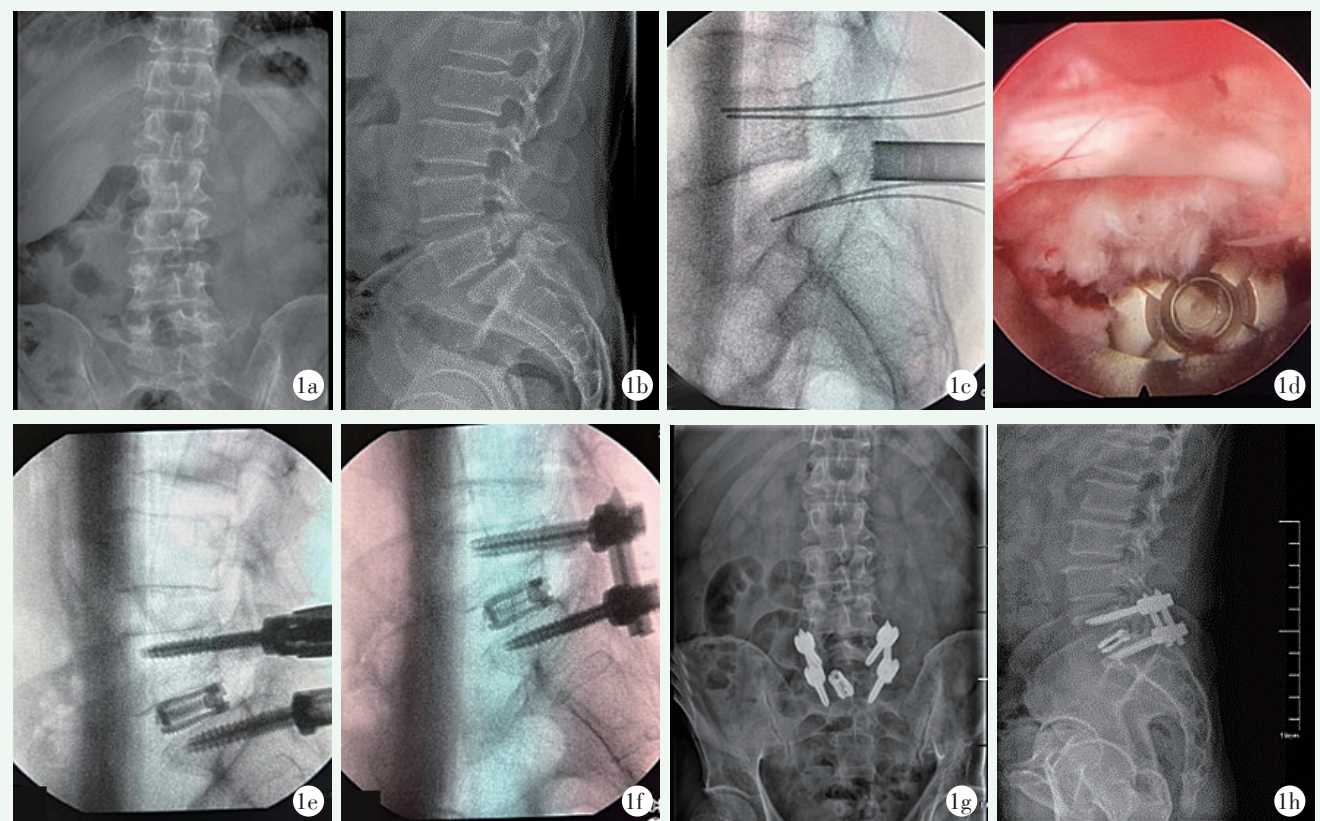


图 1. 患者男性, 54 岁。1a, 1b: 术前正侧位 X 线片示 L₅ 峡部裂型 I 度滑脱; 1c: 用环锯靶向切除右侧 L₅ 下关节突、部分椎板及 S₁ 部分上关节突; 1d: 镜下见融合器置入、神经根松弛; 1e, 1f: 置入经皮螺钉并提拉复位; 1g, 1h: 术后 1 年腰椎正侧位 X 线片示已融合、内固定位置良好。

Figure 1. A 54-year-old male. 1a, 1b: Anteroposterior and lateral X rays revealed L₅ isthmus spondylolisthesis, with I grade slipping before operation; 1c: Resection of the right inferior articular process of L₅, part of the laminae and part of the superior articular process of S₁ by targeting trephine; 1d: Endoscopic view of intervertebral cage placed with the nerve root relaxed; 1e, 1f: Intraoperative fluoroscopy of percutaneous pedicle screws placement, and reduction of the slippage by lifting; 1g, 1h: X rays 1 year after surgery showed good fusion of the involved intervertebral space with implants in proper position.

3 讨论

低度腰椎滑脱症是脊柱外科常见的疾病, 保守治疗无效的患者过去通常接受传统开放 PLIF 或者 TLIF 治疗。近年来随着微创脊柱内镜技术治疗腰椎疾病迅猛发展并不断更新, 适应证也在逐渐扩大, PELIF 技术正好满足了当下低度腰椎滑脱症患者的微创治疗需求。Osman 等^[10] 2012 年开展了脊柱 PELIF 技术治疗腰椎退行性疾病, 获得了令人满意的临床疗效。众多脊柱外科微创学者不断对该技术进行研究与改良, 脊柱 PELIF 技术已成为脊柱外科重要技术^[5]。

PELIF 技术: 内镜下腰椎减压术, 包含椎板、黄韧带以及小关节突关节 (根据需要进行) 的切除; 椎间融合术, 包含椎间盘组织的切除, 椎体间植骨及融合器的置入技术^[5]。作者采用的椎板间隙入路方式, 经大通道内镜切除椎板减压范围上至黄韧带头侧起点下至尾侧的下位椎板上缘, 完整切除下关节突, 内至椎板与棘突交界处, 外至下位椎体上关节突中份。这样既能够实现椎管的充分减压, 又便于处理椎间隙和安放椎间融合器。本研究中发现大通道脊柱内镜下减压植骨融合术比传统开放手术的术中失血量少, 可能与切口小、逐级套管扩张使暴露范围小以及术中视野清晰能够准确止血有关。但是 PELIF 的手术时间确

实比 PLIF 手术时间要长，尤其是早期刚开展阶段，主要因为镜下操作技术难度大，镜下解剖结构准确判定、重要组织识别以及如何实现精准减压，早期往往很难把握，学习曲线陡峭^[5, 11]。同轴大通道具备较宽的工作区域，经过反复训练能够高效完成手术操作，作者后期 PELIF 病例手术时间明显缩短。PELIF 整个手术过程中的 X 线透视次数明显要多于 PLIF，与既往文献报道一致^[12]。透视次数增多主要是因为当镜下解剖结构难以准确判断时需要增加 X 线透视，同时经皮置入椎弓根螺钉时也需要反复透视，所以在手术过程需注意 X 线防护。

表 3. 两组患者随访资料 ($\bar{x} \pm s$) 比较

Table 3. Comparison of follow-up documents between the two groups ($\bar{x} \pm s$)

指标	PELIF 组 (n=27)	PLIF 组 (n=29)	P 值
恢复完全负重活动时间 (d)	57.6±16.4	63.3±19.7	0.244
腰痛 VAS 评分 (分)			
术前	7.9±2.1	8.1±1.7	0.724
术后 3 d	2.6±1.9	4.0±1.8	0.005
末次随访	2.0±1.7	1.9±1.5	0.681
P 值	<0.001	<0.001	
腿痛 VAS 评分 (分)			
术前	6.9±2.2	7.2±2.0	0.619
术后 3 d	1.6±1.7	1.5±1.3	0.781
末次随访	1.0±0.9	1.1±1.0	0.904
P 值	<0.001	<0.001	
ODI 评分 (%)			
术前	63.4±12.5	58.3±13.3	0.144
术后 3 个月	28.4±10.8	27.8±9.6	0.685
末次随访	20.6±10.1	19.5±7.4	0.554
P 值	<0.001	<0.001	
JOA 评分 (分)			
术前	18.1±2.9	17.7±2.6	0.519
术后 3 个月	22.7±2.4	21.7±2.4	0.153
末次随访	26.4±2.3	25.9±2.5	0.461
P 值	<0.001	<0.001	

本研究中腰腿痛 VAS 评分、ODI 和 JOA 评分在术后随访的各个时间点较术前均得到显著改善，虽然两组在末次随访时疗效无明显差别，但术后早期两组的腰痛 VAS 评分有显著性差异 ($P < 0.05$)，说明 PELIF 较传统开放手术后早期腰痛缓解更快，这一现象可能与 PELIF 的切口较短，椎旁肌、腰椎骨性结构

等组织的医源性破坏少有关^[13, 14]。相对于开放手术椎旁肌肉被剥离损伤，PELIF 最大限度保留机体椎旁软组织的功能^[15]。术后腰痛缓解更快、下地活动时间更早，有利于缩短住院时间，减少住院费用^[16]。两组手术相关并发症发生率都很低且无明显差异，本团队早期 PELIF 出现 2 例神经根损伤可能是由于在处理椎间隙过程中长时间受到套筒阻挡与挤压有关，通过将外侧的上关节突切除扩大操作空间以及避免长时间套筒阻挡挤压神经根，与既往文献中报道经间孔减压融合过程容易发生出口根损伤不同^[17]；而开放 PLIF 可也能与神经根损伤可能过度牵拉有关，所以在处理椎间隙时一定要注意保护神经根。

表 4. 两组患者影像资料比较

Table 4. Comparison of imaging documents between the two groups

指标	PELIF 组 (n=27)	PLIF 组 (n=29)	P 值
椎管面积 (cm ² , $\bar{x} \pm s$)			
术前	89.5±12.4	92.4±13.1	0.393
末次随访	115.1±13.7	119.7±12.5	0.201
P 值	<0.001	<0.001	
椎间隙高度 (mm, $\bar{x} \pm s$)			
术前	6.9±2.5	6.3±2.2	0.319
末次随访	10.5±2.0	11.1±1.5	0.304
P 值	<0.001	<0.001	
腰椎前凸角 (°), $\bar{x} \pm s$)			
术前	36.1±7.4	35.0±5.5	0.528
末次随访	42.3±8.9	40.1±7.4	0.316
P 值	<0.001	<0.001	
滑脱率 (%), $\bar{x} \pm s$)			
术前	19.3±5.9	18.1±6.0	0.449
末次随访	6.3±3.6	5.8±3.5	0.596
P 值	<0.001	<0.001	
Bridwell 评级 (例, I/II/III/IV)			
术后 6 个月	10/10/7/0	12/8/8/1	0.951
末次随访	17/7/3/0	19/6/3/1	0.946

虽然对于腰椎滑脱症复位还是原位融合固定有一定的争议^[18-21]，但是对于低度滑脱患者目前多数学者还是倾向于复位融合。本研究中两组的腰椎滑脱率较术前明显减小，而末次随访时两组之间腰椎滑脱率无明显差别，说明 PELIF 通过融合器撑开椎间隙结合经皮椎弓根螺钉提拉复位一样能够实现开放手术滑脱脱位的影像学效果。腰椎滑脱患者由于病变节段椎

间隙高度减小和局部节段成角,会对整体腰椎前凸角产生影响。腰椎前凸角减少和滑脱所致腰椎不稳定都是患者腰痛的关键因素,腰椎前凸角矫正不足将会引发相邻节段退变、功能障碍以及残留腰痛^[22]。而复位有利于增加腰椎前凸角,改善腰椎矢状面平衡,缓解腰痛症状^[20, 23]。有效复位滑脱椎体,还能通过拉伸皱褶的后纵韧带、黄韧带和纤维环来增加椎管面积,达到间接减压目的,有助于缓解下肢疼痛症状。文献报道行融合手术相比于单纯减压术治疗低度腰椎滑脱具有更低的再手术率^[3, 24],所以有效融合仍是治疗腰椎滑脱的目标。本研究中的两种术式均能较好减压的同时实现有效的椎间融合,虽然 PELIF 可以直视下切除软骨终板,显露骨性终板,营造良好的植骨床,但是末次随访时的融合评级情况与开放手术组相比并没有明显增高,与既往报道相似^[25, 26]。

综上所述,采用 PELIF 与开放 PLIF 治疗低度腰椎滑脱症都可以取得令人满意的临床疗效,但相比于开放 PLIF 术式,PELIF 具有创伤小、术后早期腰痛缓解快优点。本研究为回顾性研究,也存在一定选择性偏倚、各组样本量不够大等不足之处,远期临床疗效还需进一步观察随访。

参考文献

- [1] McNeely ML, Torrance G, Magee DJ. A systematic review of physiotherapy for spondylolysis and spondylolisthesis [J]. *Man Ther*, 2003, 8 (2): 80-91. DOI: 10.1016/s1356-689x(02)00066-8.
- [2] Evans N, McCarthy M. Management of symptomatic degenerative low-grade lumbar spondylolisthesis [J]. *EFORT Open Rev*, 2018, 3 (12): 620-631. DOI: 10.1302/2058-5241.3.180020.
- [3] Chan KA, Sharma V, Robinson CL, et al. Summary of Guidelines for the treatment of lumbar spondylolisthesis [J]. *Neurosurg Clin North Am*, 2019, 30 (3): 353-364. DOI: 10.1016/j.nec.2019.02.009.
- [4] Price JP, Dawson JM, Schwende RJD, et al. Clinical and radiologic comparison of minimally invasive surgery with traditional open transforaminal lumbar interbody fusion: a review of 452 patients from a single center [J]. *Clin Spine Surg*, 2018, 31 (2): E121-126. DOI: 10.1097/BSD.0000000000000581.
- [5] 中国康复医学会脊柱脊髓损伤专业委员会脊柱微创学组, 中国康复医学会脊柱脊髓专业委员会腰椎研究学组. 脊柱内镜辅助下腰椎椎体间融合术应用的中国专家共识 [J]. *中华医学杂志*, 2023, 103 (5): 329-335. DOI: 10.3760/cma.j.cn112137-20220817-01749. Chinese Study Group for Lumbar Spine, Chinese Association of Spine and Spinal Cord, Chinese Association of Rehabilitation Medicine. Chinese Study Group of Minimal Invasive Spinal Surgery, Chinese Association of Spine and Spinal Cord, Chinese Association of Rehabilitation Medicine. The consensus of Chinese experts on the application of percutaneous endoscopic lumbar interbody fusion [J]. *National Medical Journal of China*, 2023, 103 (5): 329-335. DOI: 10.3760/cma.j.cn112137-20220817-01749.
- [6] Jensen MP, Karoly P, Braver S. The measurement of clinical pain-intensity: a comparison of six methods [J]. *Pain*, 1986, 27 (1): 117-126. DOI: 10.1016/0304-3959(86)90228-9.
- [7] Fairbank JC, Pynsent PB. The Oswestry Disability Index [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2000, 25 (22): 2940-2952. DOI: 10.1097/00007632-200011150-00017.
- [8] Fujiwara A, Kobayashi N, Saiki K, et al. Association of the Japanese Orthopaedic Association score with the Oswestry Disability Index, Roland-Morris Disability Questionnaire, and short-form 36 [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2003, 28 (14): 1601-1607.
- [9] Bridwell KH, Lenke LG, McEnery KW, et al. Anterior fresh frozen structural allografts in the thoracic and lumbar spine. Do they work if combined with posterior fusion and instrumentation in adult patients with kyphosis or anterior column defects [J]. *Spine*, 1995, 20 (12): 1410-1418.
- [10] Osman SG. Endoscopic transforaminal decompression, interbody fusion, and percutaneous pedicle screw implantation of the lumbar spine: a case series report [J]. *Int J Spine Surg*, 2012, 12 (6): 157-166. DOI: 10.1016/j.ijsp.2012.04.001.
- [11] 张斌, 孔清泉, 戎利民. 经皮内镜辅助腰椎椎间融合术的技术利弊分析及趋势展望 [J]. *中国修复重建外科杂志*, 2022, 36 (6): 653-659. DOI: 10.7507/1002-1892.202202075. Zhang B, Kong QQ, Rong LM. Analysis of technical advantages and disadvantages of percutaneous endoscopic lumbar interbody fusion and its trend prospect [J]. *Chinese Journal of Reparative and Reconstructive Surgery*, 2022, 36 (6): 653-659. DOI: 10.7507/1002-1892.202202075.
- [12] Wang JC, Cao Z, Li ZZ, et al. Full-endoscopic lumbar interbody fusion versus minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion with a tubular retractor system: a retrospective controlled study [J]. *World Neurosurg*, 2022, 165: e457-e468. DOI: 10.1016/j.wneu.2022.06.083.
- [13] 曹华, 陈步俊, 李安澜, 等. 两种微创融合术治疗退行性腰椎滑脱的比较 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2023, 31 (13): 1171-1176. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.13.04. Cao H, Chen BJ, Li AL, et al. Comparison of two minimally invasive lumbar fusion procedures for degenerative lumbar spondylolisthesis [J]. *Orthopedic Journal of China*, 2023, 31 (13): 1171-1176. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.13.04.
- [14] 武浩然, 冯皓宇, 何李明, 等. 经皮内镜与开放腰椎后路椎间融合术治疗腰椎滑脱症比较 [J]. *中国微创外科杂志*, 2023, 23 (11): 801-806. DOI: 10.3969/j.issn.1009-6604.2023.11.001. Wu HR, Feng HY, He LM, et al. Clinical comparison of percutaneous endoscopic and open posterior lumbar interbody fusion in the treatment of lumbar spondylolisthesis [J]. *Chinese Journal of Minimally Invasive Surgery*, 2023, 23 (11): 801-806. DOI: 10.3969/j.issn.1009-6604.2023.11.001.

- [15] Rushton A, Zoulas K, Powell A, et al. Physical prognostic factors predicting outcome following lumbar discectomy surgery: systematic review and narrative synthesis [J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2018, 19 (1) : 326. DOI: 10.1186/s12891-018-2240-2.
- [16] 刘玖行, 熊小春, 贾高永, 等. 腰椎滑脱症镜下与开放经椎间孔融合术比较 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2023, 31 (1) : 21-25. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.01.04.
Liu JH, Xiong XC, Jia GY, et al. Endoscopy-assisted versus open transforaminal lumbar interbody fusion for lumbar spondylolisthesis [J]. *Orthopedic Journal of China*, 2023, 31 (1) : 21-25. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.01.04.
- [17] Jacquot F, Gastambide D. Percutaneous endoscopic transforaminal lumbar interbody fusion: is it worth it [J]. *Int Orthop*, 2013, 37 (8) : 1507-1510. DOI: 10.1007/s00264-013-1905-6.
- [18] Oikonomidis S, Meyer C, Scheyerer MJ, et al. Lumbar spinal fusion of low-grade degenerative spondylolisthesis (Meyerding grade I and II) : Do reduction and correction of the radiological sagittal parameters correlate with better clinical outcome [J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2020, 140 (9) : 1155-1162. DOI: 10.1007/s00402-019-03282-9.
- [19] Bai X, Chen J, Liu L, et al. Is reduction better than arthrodesis in situ in surgical management of low-grade spondylolisthesis? A system review and meta analysis [J]. *Eur Spine J*, 2017, 26 (3) : 606-618. DOI: 10.1007/s00586-016-4810-z.
- [20] Lenz M, Oikonomidis S, Hartwig R, et al. Clinical outcome after lumbar spinal fusion surgery in degenerative spondylolisthesis: a 3-year follow-up [J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2022, 142 (5) : 721-727. DOI: 10.1007/s00402-020-03697-9.
- [21] He R, Tang GL, Chen K, et al. Fusion in situ versus reduction for spondylolisthesis treatment: grading the evidence through a meta-analysis [J]. *Biosci Rep*, 2020, 40 (6) : BSR20192888. DOI: 10.1042/BSR20192888.
- [22] Kamalanathan V, Kieffer WKM, Zhu M, et al. Lordosis recreation with PLIF surgery-what is the influence on adjacent segment lordosis: an observational study of radiological alignment change [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2020, 45 (17) : 1178-1184. DOI: 10.1097/BRS.0000000000003492.
- [23] Eghbal K, Pourabbas B, Abdollahpour HR, et al. Clinical, functional, and radiologic outcome of single- and double-level transforaminal lumbar interbody fusion in patients with low-grade spondylolisthesis [J]. *Asian J Neurosurg*, 2019, 14 (1) : 181-187. DOI: 10.4103/ajns.AJNS_156_18.
- [24] Koenig S, Jauregui JJ, Shasti M, et al. Decompression versus fusion for Grade I degenerative spondylolisthesis: A Meta-analysis [J]. *Global Spine J*, 2019, 9 (2) : 155-161. DOI: 10.1177/2192568218777476.
- [25] Nagahama K, Ito M, Abe Y, et al. Early clinical results of percutaneous endoscopic transforaminal lumbar interbody fusion: a new modified technique for treating degenerative lumbar spondylolisthesis [J]. *Spine Surg Relat Res*, 2018, 3 (4) : 327-334. DOI: 10.22603/ssrr.2018-0058.
- [26] 魏见伟, 姜良海, 陈龙伟, 等. 微创经椎间孔椎体间融合治疗退行性腰椎滑脱 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2022, 30 (7) : 587-592. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2022.07.03.
Wei JW, Jiang LH, Chen LW, et al. Minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion for degenerative lumbar spondylolisthesis [J]. *Orthopedic Journal of China*, 2022, 30 (7) : 587-592. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2022.07.03.

(收稿: 2024-03-08 修回: 2024-04-23)

(同行评议专家: 田纪伟, 王策, 高瑞)

(本文编辑: 闫承杰)