

DOI: 10.16781/j.CN31-2187/R.20240549

· 论 著 ·

单边双通道内镜与传统后路腰椎椎体间融合术治疗单节段退行性腰椎滑脱伴腰椎管狭窄症的疗效分析

卢春闻[△], 王 辉[△], 吴宏日, 杜诗尧, 王振伟, 许天明*

海军军医大学(第二军医大学)第二附属医院骨科第九〇五医院骨科(中国人民解放军海军第九〇五医院骨科), 上海 200050

[摘要] **目的** 比较单边双通道内镜下经椎间孔腰椎椎体间融合术(UBE-TLIF)及传统后路腰椎椎体间融合术(PLIF)治疗单节段退行性腰椎滑脱伴腰椎管狭窄症(DLS-LSS)的临床疗效。**方法** 回顾性分析2020年1月至2022年1月于我院接受手术治疗的85例DLS-LSS患者的临床资料,根据所接受术式分为UBE-TLIF组(46例)和PLIF组(39例)。记录分析两组患者的一般资料、围手术期数据、影像学参数及临床疗效指标。**结果** 两组患者的基线特征及术前影像学参数、疼痛视觉模拟量表(VAS)评分、Oswestry功能障碍指数(ODI)评分差异均无统计学意义(均 $P>0.05$)。UBE-TLIF组手术时间长于PLIF组[(156.42±26.65) min vs (141.36±21.46) min, $P=0.006$],术中出血量少于PLIF组[(170.15±10.87) mL vs (203.15±15.67) mL, $P<0.001$],住院时间短于PLIF组[(6.73±2.42) d vs (9.61±2.56) d, $P<0.001$]。UBE-TLIF组的腰椎前凸角及节段角在术后3个月[(42.52±8.57)° vs (46.61±7.31)°、(10.93±2.59)° vs (12.16±3.05)°]及末次随访时[(41.35±7.46)° vs (44.62±6.42)°、(10.65±2.43)° vs (11.87±2.53)°]均小于PLIF组(均 $P<0.05$)。UBE-TLIF组术后3个月融合率低于PLIF组[34.78% (16/46) vs 58.97% (23/39), $P<0.05$],末次随访时融合率差异无统计学意义[93.48% (43/46) vs 94.87% (37/39), $P>0.05$]。UBE-TLIF组术后3个月VAS评分及ODI评分均低于PLIF组[(2.43±0.92)分 vs (3.12±1.03)分、(26.81±9.14)分 vs (33.35±8.76)分,均 $P<0.01$],末次随访时比较差异均无统计学意义(均 $P>0.05$)。**结论** UBE-TLIF作为一种微创手术技术,具有创伤小、恢复快、术后疼痛轻、融合率可靠等优点,是一种值得推广的治疗DLS-LSS的有效方法。

[关键词] 退行性腰椎滑脱; 腰椎管狭窄症; 单边双通道内镜; 后路腰椎椎体间融合术

[引用本文] 卢春闻, 王辉, 吴宏日, 等. 单边双通道内镜与传统后路腰椎椎体间融合术治疗单节段退行性腰椎滑脱伴腰椎管狭窄症的疗效分析[J]. 海军军医大学学报, 2025, 46(4): 481-487. DOI: 10.16781/j.CN31-2187/R.20240549.

Efficacy of unilateral biportal endoscopy versus traditional posterior lumbar interbody fusion surgery in treating single-segment degenerative lumbar spondylolisthesis with lumbar spinal stenosis

LU Chunwen[△], WANG Hui[△], WU Hongri, DU Shiyao, WANG Zhenwei, XU Tianming*

Department of Orthopedics, No. 905 Hospital, The Second Affiliated Hospital of Naval Medical University (Second Military Medical University) & Department of Orthopedics, No. 905 Hospital of PLA Navy, Shanghai 200050, China

[Abstract] **Objective** To compare the clinical efficacy of transforaminal lumbar interbody fusion under unilateral biportal endoscopy (UBE-TLIF) and traditional posterior lumbar interbody fusion (PLIF) in treating single-segment degenerative lumbar spondylolisthesis with lumbar spinal stenosis (DLS-LSS). **Methods** The clinical data of 85 patients diagnosed with DLS-LSS who underwent surgery between Jan. 2020 and Jan. 2022 in our hospital were retrospectively analyzed. Patients were assigned to UBE-TLIF group (46 cases) and PLIF group (39 cases) based on the surgical procedure. The general characteristics, perioperative data, radiological parameters, and clinical efficacy indicators were analyzed. **Results** There were no significant differences in baseline characteristics, preoperative radiological parameters, pain visual analogue scale (VAS) score, or Oswestry disability index (ODI) score between the 2 groups (all $P>0.05$). Compared with the PLIF group, the UBE-TLIF group had significantly longer operation time [(156.42±26.65) min vs (141.36±21.46) min, $P=0.006$], significantly less operation blood loss [(170.15±10.87) mL vs (203.15±15.67) mL, $P<0.001$], and significantly shorter hospital stay [(6.73±2.42) d vs (9.61±2.56) d, $P<0.001$]. The UBE-TLIF group had significantly smaller lumbar lordosis and segmental angle 3 months postoperatively [(42.52±8.57)° vs (46.61±7.31)°, (10.93±2.59)° vs (12.16±3.05)°] and at final follow-up [(41.35±7.46)° vs (44.62±6.42)°, (10.65±2.43)° vs (11.87±2.53)°] compared with the PLIF group

[收稿日期] 2024-08-05 [接受日期] 2024-10-30

[基金项目] 上海市自然科学基金(22ZR1476600). Supported by Natural Science Foundation of Shanghai (22ZR1476600).

[作者简介] 卢春闻, 博士, 副主任医师. E-mail: luchunwench@163.com; 王 辉, 硕士, 主治医师. E-mail: whspine@126.com

[△]共同第一作者(Co-first authors).

*通信作者(Corresponding author). Tel: 021-81819101, E-mail: xutum_smmu@126.com

(all $P < 0.05$). The fusion rate was significantly lower in the UBE-TLIF group compared with the PLIF group 3 months after operation (34.78% [16/46] vs 58.97% [23/39], $P < 0.05$), with no significant difference at final follow-up (93.48% [43/46] vs 94.87% [37/39], $P > 0.05$). The VAS score and ODI score 3 months after operation were significantly lower in the UBE-TLIF group compared with the PLIF group (2.43 ± 0.92 vs 3.12 ± 1.03 , 26.81 ± 9.14 vs 33.35 ± 8.76 , both $P < 0.01$), with no significant differences at final follow-up (both $P > 0.05$). **Conclusion** As a minimally invasive surgical technique, UBE-TLIF has the advantages of minimal trauma, fast recovery, mild postoperative pain, and a reliable fusion rate. It is an effective treatment for DLS-LSS and deserves to be promoted.

[**Key words**] degenerative lumbar spondylolisthesis; lumbar spinal stenosis; unilateral biportal endoscopy; posterior lumbar interbody fusion

[**Citation**] LU C, WANG H, WU H, et al. Efficacy of unilateral biportal endoscopy versus traditional posterior lumbar interbody fusion surgery in treating single-segment degenerative lumbar spondylolisthesis with lumbar spinal stenosis[J]. Acad J Naval Med Univ, 2025, 46(4): 481-487. DOI: 10.16781/j.CN31-2187/R.20240549.

随着人口老龄化的加重, 退行性腰椎滑脱 (degenerative lumbar spondylolisthesis, DLS) 的患病率快速增长, 在 66~70 岁的人群中, DLS 影响多达 15% 的男性和超过 50% 的女性^[1]。DLS 是腰椎疾病中常见的病理状态之一, 表现为上位椎体相对于下位椎体前移, 这种位移常导致脊柱不稳定和神经压迫^[2]。DLS 不仅引起慢性和持续的腰痛或神经根性腿痛, 还常与腰椎管狭窄症 (lumbar spinal stenosis, LSS) 共存, 后者进一步加重了患者的症状和生活质量下降^[3-4]。

传统后路腰椎椎体间融合术 (posterior lumbar interbody fusion, PLIF) 作为一种常规的手术治疗方法, 在治疗 DLS 伴 LSS (DLS-LSS) 方面具有较久的历史, 自 20 世纪 80 年代起应用越来越广泛^[5], 尤其在复杂临床病例中具有重要的价值^[6]。随着技术的进步, 一系列微创手术逐渐开始取代传统 PLIF。单边双通道内镜 (unilateral biportal endoscopy, UBE) 技术作为一种微创手术方法, 通过双切口建立操作通道和观察通道, 实现了多角度操作, 弥补了既往微创手术单通道技术角度受限和视野小等不足, 且使用常规器械即可, 在脊柱外科领域备受关注^[7-8]。UBE 下经椎间孔腰椎椎体间融合术 (transforaminal lumbar interbody fusion under UBE, UBE-TLIF) 已开始应用于 DLS 及 LSS 的治疗, 其在减少术中出血量、缩短住院时间及降低并发症发生率等方面具有潜在优势^[9]。然而, 当前仍然缺乏关于直接比较 UBE-TLIF 与传统 PLIF 治疗 DLS-LSS 的研究。

本研究旨在比较 UBE-TLIF 和传统 PLIF 治疗 DLS-LSS 患者的临床疗效, 并探讨 2 种手术技术的优缺点, 为临床上 DLS-LSS 的治疗选择提供更多的科学依据。

1 资料和方法

1.1 研究对象 回顾我院 2020 年 1 月至 2022 年 1 月接受 UBE-TLIF 或 PLIF 治疗的 DLS-LSS 患者的临床数据。纳入标准: (1) 腰痛或神经根性腿痛患者, 伴或不伴间歇性神经性跛行, 且 X 线片或 CT 检查显示单节段 Meyerding I 度或 II 度腰椎滑脱合并同一责任节段 LSS; (2) 保守治疗至少 3 个月无改善; (3) 年龄 > 18 岁, 随访时间 2 年以上, 且临床数据完整。排除标准: (1) 有腰椎结核、肿瘤、感染或外伤; (2) 有骨质疏松症 (骨密度 T 值 < -2.5); (3) 有既往腰椎手术病史。为避免手术难度和复杂性对手术结果的影响, 本研究在患者筛选时考虑了滑脱程度、狭窄程度和病程等参数, 以确保两组患者在这些方面的匹配。根据纳入和排除标准, 本研究选取了 85 例符合条件的 DLS-LSS 患者, 其中 46 例接受了 UBE-TLIF 治疗, 39 例接受了 PLIF 治疗。所有患者的手术均由 2 位经验丰富的脊柱外科专科医师完成 (充分掌握 UBE-TLIF 及 PLIF 手术技术, 且技术水平稳定), 避免了经验差异所带来的偏倚。

1.2 手术方法 (1) UBE-TLIF: 成功实施全身麻醉后, 患者取俯卧位。在 C 臂机透视下, 尽量确保椎间隙与地面垂直, 标记责任节段椎间隙水平和双侧椎弓根体表投影位置。以手术切口为中心常规消毒。每个椎弓根插入 1 根导丝, 并在症状严重的一侧椎弓根投影处做 2 个长约 2 cm 的横向切口。观察通道位于操作者左侧, 操作通道位于操作者右侧。将皮肤、皮下组织和深筋膜逐层切开, 置入逐级扩张导管, 将棘突和椎板表面的肌肉组织钝性分离。连接内镜系统后, 使用射频工具进一步暴露棘

突、椎板和关节突区域。用一次性脊柱微创磨钻及骨凿切除部分椎板和棘突根部,对侧椎板进行切削,并切除同侧下关节突。用髓核钳摘除椎间盘组织,并用等离子刀头、软骨终板剥离器、刮匙、刮刀处理椎间隙,将同种和自体骨颗粒植入到椎间隙,然后将大小合适的椎间融合器置入椎间隙。退出内镜系统后,沿着椎弓根导向针旋入椎弓根螺钉。再次用C臂机透视检查以确认内固定位置良好,冲洗和缝合切口,并放置引流管。

(2) PLIF:全身麻醉后,患者取俯卧位,使用C臂机定位目标椎体椎弓根并在体表划线,以椎间隙为中心,在腰背部进行常规消毒并铺单。做后正中纵切口及切开皮肤和皮下组织、筋膜,沿着棘突两侧剥离脊柱椎旁肌肉以暴露关节突关节。在C臂机透视下向椎弓根双侧置入椎弓根螺钉。切除椎板,去除黄韧带,暴露硬脊膜和椎间盘,切除椎间盘,处理椎间隙,并选择大小合适的椎间融合器置入椎间隙。在C臂机透视下确认椎弓根螺钉和椎间融合器位置良好。冲洗术区、逐层缝合切口,并放置引流管。

1.3 数据收集与随访 (1) 临床资料:记录患者的年龄、性别、BMI、病变程度及分布、手术时间、术中出血量和住院时间等。在术前、术后3个月和末次随访时分别通过视觉模拟量表(visual analogue scale, VAS)^[10]和Oswestry功能障碍指数(Oswestry disability index, ODI)^[11]评估患者的腰痛程度和腰椎功能。

(2) 影像学参数:术前、术后3个月和末次随访时所有患者均进行腰椎X线片、CT和MRI检查,记录腰椎前凸角(lumbar lordosis, LL)^[12]、骨盆入射角(pelvic incidence, PI)^[13]、骨盆倾斜角(pelvic tilt, PT)^[13]、节段角(segmental angle, SA)和椎间盘高度(disk height, DH)。SA为滑脱椎体的上终板与下椎体的下终板之间的夹角;DH为椎间隙前缘和后缘高度之和的平均值。在术后3个月和末次随访时,采用Bridwell的融合分级系统^[14]计算融合率:I级为融合良好且有重塑和小梁,II级为未完全重塑和融合但无透明区,III级为移植物顶部或底部有明显透明区,IV级为明显未融合且骨移植物吸收并塌陷;其中I级和II级被认为是成功融合,III级和IV级则被认为是融合失败,融合率为达到I级和II级患者的占比。所

有影像学参数的测量均由2名独立观察者进行,取平均值进行分析。

(3) 随访计划:所有患者均按照统一的随访计划进行随访。随访时间为术后3个月、6个月、12个月、18个月和24个月,之后每年进行1次随访。为了减少由于末次随访时间不同导致的差异,在数据分析时将末次随访时间控制在24个月,对于随访时间超过24个月的患者,选择其24个月的随访数据进行分析。

1.4 统计学处理 所有统计分析均使用SPSS 27.0软件进行。符合正态分布的计量资料以 $\bar{x}\pm s$ 表示,两组间比较采用独立样本 t 检验。计数资料以例数和百分数表示,两组间比较采用 χ^2 检验。检验水准(α)为0.05。

2 结果

2.1 两组患者基线特征 共纳入85例DLS-LSS患者,其中UBE-TLIF组46例,PLIF组39例。UBE-TLIF组与PLIF组男性患者占比分别为30.43%(14/46)和30.77%(12/39),平均年龄分别为(56.43 ± 8.54)岁和(54.63 ± 9.42)岁,平均BMI分别为(24.53 ± 3.42) kg/m^2 和(25.36 ± 3.58) kg/m^2 ,Meyerding I度患者占比分别为63.04%(29/46)和61.54%(24/39),病变节段均主要位于L₄/L₅。两组患者在性别、年龄、BMI、Meyerding分级及病变节段分布方面差异均无统计学意义(均 $P>0.05$)。见表1。

2.2 围手术期指标 UBE-TLIF组的手术时间为(156.42 ± 26.65)min,PLIF组为(141.36 ± 21.46)min,UBE-TLIF组的手术时间长于PLIF组($P=0.006$)。UBE-TLIF组的术中出血量为(170.15 ± 10.87)mL,少于PLIF组的(203.15 ± 15.67)mL($P<0.001$)。UBE-TLIF组的住院时间为(6.73 ± 2.42)d,短于PLIF组的(9.61 ± 2.56)d($P<0.001$)。

2.3 影像学参数 两组患者术前LL、PI、PT、SA及DH比较差异均无统计学意义(均 $P>0.05$)。与术前相比,术后3个月和末次随访时两组患者的LL、SA及DH均增大(均 $P<0.05$),PT减小(均 $P<0.05$),而PI无明显改变(均 $P>0.05$)。术后3个月及末次随访时,UBE-TLIF组的LL及SA均小于PLIF组(均 $P<0.05$),PI、PT及DH在UBE-TLIF组与PLIF组之间差异均无统计学意

义 (均 $P>0.05$)。术后 3 个月 UBE-TLIF 组的融合率为 34.78% (16/46), 低于 PLIF 组的 58.97% (23/39) ($P=0.039$); 两组末次随访时融合率比较差异无统计学意义 ($P>0.05$)。见表 2。

表 1 两组 DLS-LSS 患者的基线特征比较

Tab 1 Comparison of baseline characteristics of DLS-LSS patients between 2 groups

| Characteristic | UBE-TLIF group $N=46$ | PLIF group $N=39$ | P value |
|--|-----------------------|-------------------|-----------|
| Gender, n (%) | | | 0.973 |
| Male | 14 (30.43) | 12 (30.77) | |
| Female | 32 (69.57) | 27 (69.23) | |
| Age/year, $\bar{x} \pm s$ | 56.43 \pm 8.54 | 54.63 \pm 9.42 | 0.358 |
| BMI/($\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$), $\bar{x} \pm s$ | 24.53 \pm 3.42 | 25.36 \pm 3.58 | 0.278 |
| Meyerding classification, n (%) | | | 0.887 |
| I | 29 (63.04) | 24 (61.54) | |
| II | 17 (36.96) | 15 (38.46) | |
| Lesion segment, n (%) | | | 0.790 |
| L_3/L_4 | 8 (17.39) | 9 (23.08) | |
| L_4/L_5 | 25 (54.35) | 19 (48.72) | |
| L_5/S_1 | 13 (28.26) | 11 (28.21) | |

DLS-LSS: Degenerative lumbar spondylolisthesis with lumbar spinal stenosis; UBE-TLIF: Transforaminal lumbar interbody fusion under unilateral biportal endoscopy; PLIF: Posterior lumbar interbody fusion; BMI: Body mass index.

表 2 两组 DLS-LSS 患者影像学参数比较

Tab 2 Comparison of radiographic parameters of DLS-LSS patients between 2 groups

| Parameter | UBE-TLIF group $N=46$ | PLIF group $N=39$ | P value |
|---------------------------------|-----------------------|-------------------|-----------|
| LL($^\circ$), $\bar{x} \pm s$ | | | |
| Preoperatively | 39.34 \pm 10.26 | 40.21 \pm 11.63 | 0.715 |
| 3 months postoperatively | 42.52 \pm 8.57* | 46.61 \pm 7.31* | 0.022 |
| At final follow-up | 41.35 \pm 7.46* | 44.62 \pm 6.42* | 0.035 |
| PI($^\circ$), $\bar{x} \pm s$ | | | |
| Preoperatively | 59.24 \pm 10.16 | 58.36 \pm 9.82 | 0.687 |
| 3 months postoperatively | 58.64 \pm 9.36 | 57.43 \pm 8.68 | 0.541 |
| At final follow-up | 58.16 \pm 8.48 | 57.08 \pm 8.24 | 0.555 |
| PT($^\circ$), $\bar{x} \pm s$ | | | |
| Preoperatively | 18.89 \pm 8.32 | 18.75 \pm 7.94 | 0.937 |
| 3 months postoperatively | 16.24 \pm 6.38* | 14.45 \pm 6.21* | 0.196 |
| At final follow-up | 15.88 \pm 6.64* | 14.02 \pm 6.18* | 0.188 |
| SA($^\circ$), $\bar{x} \pm s$ | | | |
| Preoperatively | 8.16 \pm 3.26 | 8.31 \pm 3.31 | 0.834 |
| 3 month follow-up | 10.93 \pm 2.59* | 12.16 \pm 3.05* | 0.048 |
| At final follow-up | 10.65 \pm 2.43* | 11.87 \pm 2.53* | 0.026 |
| DH/mm, $\bar{x} \pm s$ | | | |
| Preoperatively | 8.64 \pm 2.05 | 8.48 \pm 2.14 | 0.726 |
| 3 months postoperatively | 12.14 \pm 3.23* | 13.08 \pm 3.21* | 0.184 |
| At final follow-up | 11.96 \pm 2.86* | 13.02 \pm 3.24* | 0.113 |
| Fusion, n (%) | | | |
| 3 months postoperatively | 16 (34.78) | 23 (58.97) | 0.039 |
| At final follow-up | 43 (93.48) | 37 (94.87) | 0.786 |

* $P<0.05$ vs the same parameter preoperatively in the same group. DLS-LSS: Degenerative lumbar spondylolisthesis with lumbar spinal stenosis; UBE-TLIF: Transforaminal lumbar interbody fusion under unilateral biportal endoscopy; PLIF: Posterior lumbar interbody fusion; LL: Lumbar lordosis; PI: Pelvic incidence; PT: Pelvic tilt; SA: Segmental angle; DH: Disk height.

2.4 临床疗效评估 两组患者术前 VAS 评分和 ODI 评分比较差异均无统计学意义 (均 $P>0.05$)。与术前相比, 术后 3 个月及末次随访时两组患者的 VAS 和 ODI 评分均下降 (均 $P<0.05$)。UBE-TLIF

组术后 3 个月 VAS 评分及 ODI 评分均低于 PLIF 组 (均 $P<0.01$), 而末次随访时两组 VAS 评分及 ODI 评分比较差异均无统计学意义 (均 $P>0.05$)。见表 3。

表3 两组 DLS-LSS 患者临床疗效比较

Tab 3 Comparison of clinical efficacy of DLS-LSS patients between 2 groups

| Index | UBE-TLIF group <i>n</i> =46 | PLIF group <i>n</i> =39 | <i>P</i> value |
|--------------------------|-----------------------------|-------------------------|----------------|
| $\bar{x} \pm s$ | | | |
| VAS score | | | |
| Preoperatively | 6.55 ± 1.68 | 6.62 ± 2.34 | 0.873 |
| 3 months postoperatively | 2.43 ± 0.92* | 3.12 ± 1.03* | 0.002 |
| At final follow-up | 1.86 ± 0.34* | 1.97 ± 0.57* | 0.275 |
| ODI score | | | |
| Preoperatively | 56.91 ± 12.37 | 58.41 ± 13.35 | 0.593 |
| 3 months postoperatively | 26.81 ± 9.14* | 33.35 ± 8.76* | 0.001 |
| At final follow-up | 18.43 ± 7.56* | 19.14 ± 6.64* | 0.650 |

**P*<0.05 vs the same index preoperatively in the same group. DLS-LSS: Degenerative lumbar spondylolisthesis with lumbar spinal stenosis; UBE-TLIF: Transforaminal lumbar interbody fusion under unilateral biportal endoscopy; PLIF: Posterior lumbar interbody fusion; VAS: Visual analogue scale; ODI: Oswestry disability index.

3 讨论

DLS 在临床上特别是在老年女性患者中很常见, 由于其解剖学特征和临床表现, DLS 常常合并 LSS^[15]。传统的后路减压和融合手术(如 PLIF) 是治疗 DLS-LSS 的有效方法, 但由于其开放式操作, 易导致脊柱后部结构广泛破坏, 术后并发症如硬膜外瘢痕形成、脊柱不稳定等发生率也较高^[16]。随着加速康复外科(enhanced recovery after surgery, ERAS) 概念逐渐普及, 内镜脊柱手术快速发展, 已成为侵入性最小的外科手术之一, 其效果与传统的开放手术相当, 且组织损伤更少、住院时间更短、恢复正常活动的速度更快^[17-18]。与其他内镜技术不同, UBE 有 2 个入口: 操作入口和观察入口。在水介质和关节镜的帮助下, 使用 UBE 技术可以实现更清晰的手术视野和更大的操作空间^[19]。Heo 等^[20]首次将 UBE 技术与 TLIF 相结合, 发现 UBE-TLIF 显著改善了患者的 VAS 和 ODI 评分。Kim 等^[21]使用 UBE-TLIF 技术治疗腰椎滑脱患者, 不仅能够显著改善患者的疼痛和功能障碍(VAS 和 ODI 评分), 还能够实现令人满意的融合率。融合率是腰椎融合术成功的关键指标, 直接关系到手术后的脊柱稳定性和患者的长期预后。本研究回顾性分析了 UBE-TLIF 和 PLIF 治疗单节段 DLS-LSS 的临床疗效, 结果显示, 两组患者术后临床症状和影像学指标均得到改善, 但 UBE-TLIF 在术中出血量、住院时间、术后早期疼痛等方面较 PLIF 更具优势。

UBE 手术具有陡峭的学习曲线, 研究表明 UBE 手术技术至少在操作 34 例后才能开始稳定^[9]。本

研究中 UBE-TLIF 手术时间较 PLIF 长, 这可能由于 UBE-TLIF 手术需要更高的技术熟练度和更多的手术步骤, 包括双通道内镜的操作和脊柱解剖结构的暴露^[22]。随着手术熟练度的提高, 手术时间有望进一步缩短。UBE-TLIF 术中出血量及术后住院时间优于 PLIF, 这表明 UBE-TLIF 技术可以减少对脊柱后方肌肉和软组织的损伤, 有利于患者术后康复。

术后矢状面平衡的恢复对患者的预后有重要影响, 特别是 LL 和 DH。LL 是维持脊柱生理曲度和整体平衡的关键因素, 而 DH 则直接影响神经根的压力和患者临床症状的恢复情况^[23]。本研究中, UBE-TLIF 和 PLIF 组的 LL、PT、SA 及 DH 均较术前改善, 但 PLIF 手术在 LL 及 SA 改善方面较 UBE-TLIF 显示出一定优势, 而 DH 虽然同样显示出恢复趋势但差异无统计学意义。LL 和 SA 是影响脊柱整体矢状面平衡的重要指标, 研究表明它们的恢复直接关系到术后患者的临床功能和生活质量^[24]。LL 的恢复不足可能导致术后腰背痛和长期功能障碍, 而 SA 的恢复不足则可能影响脊柱的节段稳定性和神经根减压效果。因此推测 LL 及 SA 的优势改善可能与 PLIF 作为开放手术, 使用了较大尺寸的椎间融合器有关。融合器的选择在术中恢复脊柱曲度和稳定性方面起到重要作用^[25]。PLIF 使用的大尺寸融合器能够提供更好的支撑, 但也可能增加终板损伤及神经根过度劳损的风险^[26]。UBE-TLIF 作为一种微创技术, 通常使用较小尺寸的融合器。术后康复治疗对矢状面平衡的恢复也起到了关键作用^[27]。UBE-TLIF 手术的微创特点使患者能够更早开始康复, 这在一定程度上可以弥补术中 LL 和 SA 恢复的不足。UBE-TLIF 所用的相对较小的融

合器减少了对周围软组织的损伤,但可能影响早期融合效果。这是由于小尺寸融合器在提供脊柱稳定性时可能不如大尺寸融合器效果好,尤其是在初期骨融合过程中^[28]。此外,UBE-TLIF术中对椎间隙的处理可能不如PLIF彻底,影响早期融合效果。我们也注意到技术学习曲线在UBE-TLIF中的重要性。由于这一技术仍处于推广阶段,术者经验不足可能会影响早期融合率。

为了应对以上这些挑战,未来可以考虑优化融合器的设计和选择,尤其是融合器体积、形状及骨移植材料,以增强UBE-TLIF的早期稳定性和提高其融合率。随着手术经验的积累,UBE-TLIF的长期稳定性和临床疗效有望进一步提高。在末次随访时,UBE-TLIF与PLIF的融合率差异无统计学意义,说明2种手术方法在长期融合效果方面均能达到较高水平。因此,尽管UBE-TLIF在早期融合率上存在一些不足,但其长期效果仍然令人满意。

两组患者术后3个月和末次随访时VAS与ODI评分均较术前有所改善,并随时间推移改善效果逐渐增强,表明UBE-TLIF与PLIF这2种手术方法均可以显著缓解患者的临床症状。UBE-TLIF组术后3个月的VAS评分和ODI评分均低于PLIF组,这一优势的主要机制可能与手术方式对脊柱后方结构的保留有关。UBE-TLIF是一种微创手术,减少了对脊柱后方肌肉和韧带结构的破坏,尤其是减少了对椎旁肌肉的广泛切开^[29],从而减少了术中软组织损伤,减轻了术后炎症反应和疼痛。此外,UBE-TLIF在操作过程中可以通过双通道内镜实现更精确的神经根减压和椎间隙处理,减少了对神经根的牵拉。这种减少神经牵拉的操作可能是患者术后疼痛较轻的重要原因之一。ERAS理念正在脊柱外科手术中推广,UBE-TLIF凭借其微创特点和较少的术后并发症,与ERAS理念高度契合。未来的研究方向应进一步探讨UBE技术与ERAS路径的结合,尤其是在术中技术优化和术后管理方面。

总体来说,UBE-TLIF作为一种微创手术技术,具有创伤小、恢复快、术后疼痛轻、融合率可靠等优点,是一种值得推广的治疗DLS-LSS的有效方法。本研究的局限性在于样本量相对较小,且为单中心研究,结果的推广性有限。此外,本研究随访时间较短,未能充分评估UBE-TLIF和PLIF在长期并发症和再手术率方面的差异。未来应通过多中

心、大样本随机对照试验,结合更长的随访时间,进一步验证UBE-TLIF的长期临床效果和安全性,并探讨其在不同类型腰椎退行性疾病中的应用价值。

[参考文献]

- [1] ISHIMOTO Y, COOPER C, NTANI G, et al. Is radiographic lumbar spondylolisthesis associated with occupational exposures? Findings from a nested case control study within the Wakayama spine study[J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2019, 20(1): 618. DOI: 10.1186/s12891-019-2994-1.
- [2] KORECKIJ T D, FISCHGRUND J S. Degenerative spondylolisthesis[J]. *J Spinal Disord Tech*, 2015, 28(7): 236-241. DOI: 10.1097/BSD.0000000000000298.
- [3] AKKAWI I, ZMERLY H. Degenerative spondylolisthesis: a narrative review[J]. *Acta Biomed*, 2022, 92(6): e2021313. DOI: 10.23750/abm.v92i6.10526.
- [4] MCNEELY M L, TORRANCE G, MAGEE D J. 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.
- [5] KATZ J N, ZIMMERMAN Z E, MASS H, et al. Diagnosis and management of lumbar spinal stenosis: a review[J]. *JAMA*, 2022, 327(17): 1688-1699. DOI: 10.1001/jama.2022.5921.
- [6] BADHIWALA J H, KARMUR B S, HACHEM L D, et al. The effect of older age on the perioperative outcomes of spinal fusion surgery in patients with lumbar degenerative disc disease with spondylolisthesis: a propensity score-matched analysis[J]. *Neurosurgery*, 2020, 87(4): 672-678. DOI: 10.1093/neuros/nyz444.
- [7] ZHENG B, ZHANG X L, LI P. Transforaminal interbody fusion using the unilateral biportal endoscopic technique compared with transforaminal lumbar interbody fusion for the treatment of lumbar spine diseases: analysis of clinical and radiological outcomes[J]. *Oper Neurosurg (Hagerstown)*, 2023, 24(6): e395-e401. DOI: 10.1227/ons.0000000000000641.
- [8] JIANG H W, CHEN C D, ZHAN B S, et al. Unilateral biportal endoscopic discectomy versus percutaneous endoscopic lumbar discectomy in the treatment of lumbar disc herniation: a retrospective study[J]. *J Orthop Surg Res*, 2022, 17(1): 30. DOI: 10.1186/s13018-022-02929-5.
- [9] GUO W, LI T, FENG C, et al. Clinical comparison of unilateral biportal endoscopic transforaminal lumbar interbody fusion versus 3D microscope-assisted transforaminal lumbar interbody fusion in the treatment of single-segment lumbar spondylolisthesis with lumbar spinal stenosis: a retrospective study with 24-month follow-up[J]. *J Orthop Surg Res*, 2023, 18(1): 943. DOI: 10.1186/s13018-023-04401-4.
- [10] HJERMSTAD M J, FAYERS P M, HAUGEN D F, et al. Studies comparing numerical rating scales, verbal rating

- scales, and visual analogue scales for assessment of pain intensity in adults: a systematic literature review[J]. *J Pain Symptom Manage*, 2011, 41(6): 1073-1093. DOI: 10.1016/j.jpainsymman.2010.08.016.
- [11] BRODKE D S, GOZ V, LAWRENCE B D, et al. Oswestry disability index: a psychometric analysis with 1, 610 patients[J]. *Spine J*, 2017, 17(3): 321-327. DOI: 10.1016/j.spinee.2016.09.020.
- [12] 陈飞,朱泽源,廖树良,等.局部麻醉侧卧位内镜下腰椎椎间融合术治疗腰椎滑脱症临床疗效观察[J].*海军军医大学学报*,2024,45(5):653-659. DOI: 10.16781/j.CN31-2187/R.20230116.
- CHEN F, ZHU Z, LIAO S, et al. Clinical efficacy of postlateral endoscopic lumbar interbody fusion under local anesthesia for treatment of lumbar spondylolisthesis[J]. *Acad J Naval Med Univ*, 2024, 45(5): 653-659. DOI: 10.16781/j.CN31-2187/R.20230116.
- [13] 林秋水,牛升波,李博,等.慢性腰痛患者脊柱-骨盆矢状面参数特征分析[J].*海军军医大学学报*, 2023, 44(3):278-282. DOI: 10.16781/j.CN31-2187/R.20220822.
- LIN Q S, NIU S B, LI B, et al. Characteristics of sagittal spino-pelvic parameters in patients with chronic low back pain[J]. *Acad J Naval Med Univ*, 2023, 44(3): 278-282. DOI: 10.16781/j.CN31-2187/R.20220822.
- [14] BRIDWELL K H, LENKE L G, MCENERY K W, 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 (Phila Pa 1976)*, 1995, 20(12): 1410-1418.
- [15] BYDON M, ALI ALVI M, GOYAL A. Degenerative lumbar spondylolisthesis: definition, natural history, conservative management, and surgical treatment[J]. *Neurosurg Clin N Am*, 2019, 30(3): 299-304. DOI: 10.1016/j.nec.2019.02.003.
- [16] KIM C H, EASLEY K, LEE J S, et al. Comparison of minimally invasive versus open transforaminal interbody lumbar fusion[J]. *Global Spine J*, 2020, 10(2 Suppl): 143S-150S. DOI: 10.1177/2192568219882344.
- [17] KANG K B, SHIN Y S, SEO E M. Endoscopic spinal surgery (BESS and UESS) versus microscopic surgery in lumbar spinal stenosis: systematic review and meta-analysis[J]. *Global Spine J*, 2022, 12(8): 1943-1955. DOI: 10.1177/21925682221083271.
- [18] LIN G X, YAO Z K, ZHANG X, et al. Evaluation of the outcomes of biportal endoscopic lumbar interbody fusion compared with conventional fusion operations: a systematic review and meta-analysis[J]. *World Neurosurg*, 2022, 160: 55-66. DOI: 10.1016/j.wneu.2022.01.071.
- [19] PAO J L, LIN S M, CHEN W C, et al. Unilateral biportal endoscopic decompression for degenerative lumbar canal stenosis[J]. *J Spine Surg*, 2020, 6(2): 438-446. DOI: 10.21037/jss.2020.03.08.
- [20] HEO D H, SON S K, EUM J H, et al. Fully endoscopic lumbar interbody fusion using a percutaneous unilateral biportal endoscopic technique: technical note and preliminary clinical results[J]. *Neurosurg Focus*, 2017, 43(2): E8. DOI: 10.3171/2017.5.FOCUS17146.
- [21] KIM J E, YOO H S, CHOI D J, et al. Learning curve and clinical outcome of biportal endoscopic-assisted lumbar interbody fusion[J]. *Biomed Res Int*, 2020, 2020: 8815432. DOI: 10.1155/2020/8815432.
- [22] 孔凡国,周全,乔杨,等.单侧双通道内镜下与微创通道下经椎间孔腰椎间融合术治疗腰椎退行性疾病的疗效比较[J].*中国修复重建外科杂志*,2022,36(5): 592-599. DOI: 10.7507/1002-1892.202201005.
- [23] LE HUEC J C, FAUNDEZ A, DOMINGUEZ D, et al. Evidence showing the relationship between sagittal balance and clinical outcomes in surgical treatment of degenerative spinal diseases: a literature review[J]. *Int Orthop*, 2015, 39(1): 87-95. DOI: 10.1007/s00264-014-2516-6.
- [24] 鲁世保,陈小龙.对成人退行性脊柱畸形矢状面和冠状面失平衡的再认识[J].*中国骨与关节杂志*, 2024, 13(7):481-483. DOI: 10.3969/j.issn.2095-252X.2024.07.001.
- [25] CAO S, FAN B, SONG X, et al. Oblique lateral interbody fusion (OLIF) compared with unilateral biportal endoscopic lumbar interbody fusion (ULIF) for degenerative lumbar spondylolisthesis: a 2-year follow-up study[J]. *J Orthop Surg Res*, 2023, 18(1): 621. DOI: 10.1186/s13018-023-04111-x.
- [26] TRUUMES E, DEMETROPOULOS C K, YANG K H, et al. Effects of disc height and distractive forces on graft compression in an anterior cervical discectomy model[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2002, 27(22): 2441-2445. DOI: 10.1097/00007632-200211150-00005.
- [27] FORTNER M O, WOODHAM T J, HAAS J W, et al. Failed back surgery syndrome successfully ameliorated with Chiropractic Biophysics® structural rehabilitation improving pain, disability as well as sagittal and coronal balance: a Chiropractic Biophysics® case report with a 6-year follow-up[J]. *J Phys Ther Sci*, 2024, 36(1): 44-50. DOI: 10.1589/jpts.36.44.
- [28] YOO J S, MIN S H, YOON S H. Fusion rate according to mixture ratio and volumes of bone graft in minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion: minimum 2-year follow-up[J]. *Eur J Orthop Surg Traumatol*, 2015, 25(Suppl 1): S183-S189. DOI: 10.1007/s00590-014-1529-6.
- [29] 邵荣学,张伟,朱承跃,等.经皮单边双通道内镜技术治疗高位腰椎间盘突出症的短期临床疗效[J].*中国内镜杂志*,2023,29(10):1-11. DOI: 10.12235/E20220676.