

doi: 10.3969/j.issn.1674-1242.2025.05.016

UBE 技术与开放手术对 LSS 术后脊柱稳定性影响的比较研究

官奕云，尹小锋

(福建省龙岩市第二医院脊柱手足踝外科，福建龙岩 364000)

【摘要】目的 比较单侧双通道全内镜 (Unilateral Biportal Endoscopy, UBE) 技术与开放手术治疗腰椎管狭窄症 (Lumbar Spinal Stenosis, LSS) 的临床疗效及两者对脊柱稳定性的影响差异。**方法** 回顾性分析 2021 年 1 月至 2024 年 1 月于福建省龙岩市第二医院接受手术治疗的 90 例 LSS 患者，按手术方式的不同分为内镜组 ($n=45$) 和开放组 ($n=45$)。比较两组手术指标 (手术时间、术中出血量、住院时间及术后引流量)、融合情况 (融合时间、CT 融合分级)、疼痛视觉模拟评分 (Visual Analogue Scale, VAS)、功能学指标 [Oswestry 功能障碍指数 (Oswestry Disability Index, ODI)、日本骨科协会评分 (Japanese Orthopaedic Association, JOA 评分)] 及脊柱稳定性影像学参数 (椎间屈伸运动角度、节段滑移距离)。**结果** 内镜组在手术时间、术中出血量、住院时间及术后引流量方面均显著优于开放组 (均 $P<0.001$)。术后 12 个月，融合分级组间差异无统计学意义 ($P=0.419$)，两组融合时间无显著差异 ($P=0.393$)。术后各时间点内镜组腰痛 VAS 评分均低于开放组 ($P<0.05$)，而两组腿痛 VAS 评分无显著差异 ($P>0.05$)。术后内镜组 ODI 指数显著低于开放组 ($P<0.05$)，两组 JOA 评分无显著差异 ($P>0.05$)。术后 12 个月，内镜组手术节段保留更多生理活动度 [(2.8 ± 1.0)° vs. (1.9 ± 0.8)°, $P<0.001$]，角度变化值小于开放组 [(7.4 ± 2.5)° vs. (8.6 ± 2.8)°, $P=0.035$]；术后 12 个月，内镜组手术节段滑移距离为 (0.8 ± 0.3) mm，显著大于开放组的 (0.5 ± 0.2) mm ($P<0.001$)，但两组滑移变化值比较无显著差异 ($P=0.450$)。**结论** UBE 技术治疗 LSS 具有创伤小、恢复快的特点，在缓解患者腰痛和改善生活质量方面优于开放手术，同时能更好地保留脊柱的生理活动功能，是一种安全有效的微创治疗方法。

【关键词】腰椎管狭窄症；单侧双通道全内镜技术；开放手术；脊柱稳定性；视觉模拟评分；节段活动度

【中图分类号】R687.3

【文献标志码】A

文章编号：1674-1242 (2025) 05-0725-09

A Comparative Study of the Effects of UBE Technology versus Open Surgery on Postoperative Spinal Stability in Patients with LSS

GUAN Yiyun, YIN Xiaofeng

(Spine, Hand, Foot, and Ankle Surgery Department, Longyan Second Hospital, Longyan, Fujian 364000, China)

【Abstract】Objective To compare the clinical efficacy between unilateral biportal endoscopy (UBE) technology and open surgery in the treatment of lumbar spinal stenosis (LSS) and their effects on spinal stability. **Methods** A retrospective analysis was conducted on 90 patients with LSS who underwent surgical treatment at Longyan Second Hospital in Fujian Province from January 2021 to January 2024. The patients were divided into two groups based on the

收稿日期：2025-04-27。

基金课题：2023 年龙岩市科技计划项目 (2023LYF17087)。

作者简介：官奕云（1988—），福建省上杭县人，本科学历，主治医师，从事腰椎管狭窄症研究。邮箱：guanyiyun33@163.com。

surgical approach: the endoscopic group ($n=45$) and the open group ($n=45$). The two groups were compared in terms of surgical indicators (surgical duration, intraoperative blood loss, hospital stay, and postoperative drainage volume), fusion outcomes (fusion time, CT fusion grading), Visual Analogue Scale (VAS), functional indicators [Oswestry Disability Index (ODI), Japanese Orthopaedic Association (JOA) score], and spinal stability imaging parameters (intervertebral flexion-extension angle, segmental slippage distance). **Results** The endoscopic group demonstrated significantly superior outcomes compared to the open group in terms of surgical duration, intraoperative blood loss, hospital stay, and postoperative drainage volume (all $P < 0.001$). At 12 months postoperatively, there was no statistically significant difference in fusion grading between the two groups ($P=0.419$), and there was no significant difference in fusion time between the two groups ($P=0.393$). At all postoperative time points, the endoscopic group had lower VAS scores for low back pain than the open group ($P < 0.05$), while there was no significant difference in VAS scores for leg pain between the two groups ($P > 0.05$). The ODI in the endoscopic group was significantly lower than that in the open group at 12 months postoperatively ($P < 0.05$), while there was no significant difference in JOA scores between the two groups ($P > 0.05$). At 12 months postoperatively, the endoscopic group retained more physiological mobility at the surgical segment [$(2.8 \pm 1.0)^\circ$ vs. $(1.9 \pm 0.8)^\circ$, $P < 0.001$], and the angle change value was smaller than that of the open group [$(7.4 \pm 2.5)^\circ$ vs. $(8.6 \pm 2.8)^\circ$, $P=0.035$]. At 12 months postoperatively, the endoscopic group had a significantly greater segmental slippage distance [(0.8 ± 0.3) mm] than the open group [(0.5 ± 0.2) mm] ($P < 0.001$), but there was no significant difference in the change in slippage between the two groups ($P=0.450$). **Conclusion** UBE technology for the treatment of LSS is characterized by minimal trauma and rapid recovery. It is superior to open surgery in relieving patients' low back pain and improving their quality of life, while better preserving the spine's moderate physiological mobility. It is a safe and effective minimally invasive treatment method.

【Key words】Lumbar Spinal Stenosis (LSS); Unilateral Biportal Endoscopic (UBE) Technology; Open Surgery; Spinal Stability; Visual Analogue Scale (VAS); Segmental Mobility

0 引言

腰椎管狭窄症 (Lumbar Spinal Stenosis, LSS) 是一种常见的退行性腰椎疾病，临床表现主要为神经源性间歇性跛行、腰痛和下肢放射痛，严重影响患者生活质量^[1]。当保守治疗无效时，手术减压是目前 LSS 公认的有效治疗方案^[2]。传统开放手术虽然能充分减压，但创伤较大，术后恢复慢，且可能破坏脊柱稳定性结构，增加融合术和内固定的需求数^[3]。近年来，随着内镜技术的发展，LSS 的微创治疗方法不断创新。单侧双通道全内镜 (Unilateral Biportal Endoscopy, UBE) 技术作为一种新型微创技术，通过在单侧建立两个工作通道，实现了对中央管、侧隐窝及椎间孔的全方位减压^[4]。该技术理论上能最大限度地保留脊柱后方稳定结构，但其对脊柱稳定性的影响及与传统开放手术的比较尚缺乏系统研究^[5]。因此，本研究回顾性分析比较了 UBE 技术与开放手术治疗 LSS 的临床疗效及两者对脊柱

稳定性的影响，旨在为 LSS 术式选择提供科学依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料

本研究采用回顾性分析方法，收集 2021 年 1 月至 2024 年 1 月在福建省龙岩市第二医院接受手术治疗的 90 例 LSS 患者的临床资料。根据患者和医生共同决定的手术方式，将患者分为内镜组 ($n=45$) 和开放组 ($n=45$)。内镜组采用 UBE 技术，开放组采用传统开放手术。所有患者术前均经临床症状、体征和影像学检查明确诊断为单节段 LSS。

1.1.1 纳入标准

- ①年龄 40~75 岁，性别不限；②临床表现为间歇性跛行、腰痛、下肢放射痛和 / 或感觉异常；③MRI 确诊为单节段 LSS，狭窄节段为 L3/4、L4/5 或 L5/S1；④保守治疗至少 3 个月无明显改善；⑤影像学资料完整，包括术前和术后 12 个月功能位 X 线片、CT、MRI 检查；⑥随访资料完整。

1.1.2 排除标准

①合并腰椎不稳、滑脱≥Ⅱ度、严重侧弯或先天性发育异常者；②患有骨质疏松症（T值≤-2.5）者；③患有腰椎慢性感染或肿瘤者；④合并严重基础疾病者，如未控制的高血压、糖尿病、心功能不全等；⑤既往有腰椎手术史者；⑥术后随访资料不完整者；⑦术后1年内因其他疾病接受再次手术者。

1.1.3 手术方式选择

手术方式的选择基于患者意愿、医师的专业建议，并综合考虑患者的年龄、体质状况、基础疾病、狭窄程度等因素。医师充分告知患者两种手术方式的优缺点、预期效果、风险及费用等信息，最终由患者与医师共同决定采用UBE技术或开放手术。所有手术均由同一组具有丰富经验的脊柱外科医师团队完成。

1.1.4 一般资料比较

两组患者一般资料比较如表1所示。两组患者在年龄、性别、体质量指数（Body Mass Index, BMI）、病程、狭窄节段分布及ASA分级等方面比较，差异均无统计学意义（ $P>0.05$ ），具有可比性。所有患者均完成至少12个月的随访，随访时间为12~18个月，平均随访时间（ 14.5 ± 2.1 ）个月。

表1 两组一般资料比较

Tab.1 Comparison of general information between the two groups

指标	内镜组 (n=45)	开放组 (n=45)	t/χ^2 值	P值
年龄（ $\bar{x}\pm s$,岁）	63.5 ± 8.2	64.2 ± 7.9	0.412	0.681
性别（男/女）	23/22	25/20	0.179	0.673
BMI（ $\bar{x}\pm s$, kg/m ² ）	24.3 ± 3.1	24.8 ± 2.9	0.790	0.432
病程（ $\bar{x}\pm s$,月）	18.5 ± 7.3	19.2 ± 8.1	0.431	0.668
椎管狭窄节段[n(%)]			0.253	0.881
L3/4	8(17.8)	7(15.6)		
L4/5	26(57.8)	25(55.6)		
L5/S1	11(24.4)	13(28.9)		
ASA分级[n(%)]			0.062	0.970
I级	12(26.7)	11(24.4)		
II级	27(60.0)	28(62.2)		
III级	6(13.3)	6(13.3)		

1.2 手术方法

1.2.1 UBE技术（内镜组）

所有患者都采用全身麻醉，屈髋屈膝俯卧位于脊

柱手术托架上，腹部悬空，C臂下透视定位拟手术节段。体表划线标记患侧椎弓根内缘连线和棘突连线。

以间隙上位椎体下缘与患侧椎弓根投影内缘连线的交点为中心，向头、尾侧1.5cm各做长约0.6cm、1cm的纵切口，分别作为观察通道和操作通道。使用逐级扩张套管穿过椎旁肌直达椎板，钝性剥离椎板表面软组织后，观察通道内置入关节镜，操作通道内置入等离子射频电刀。术中使用生理盐水自关节鞘持续灌注，使用半套管保持操作通道引流通畅，操作关节镜配合等离子射频电刀清理椎板与黄韧带背侧软组织。

核心操作：在30°内窥镜直视下，使用高速磨钻行部分椎板切除，椎板咬骨钳完整切除增厚的黄韧带，充分松解硬膜囊和神经根。双通道操作可分别从内侧至外侧、外侧至内侧两个方向进行减压，确保全方位减压。对于需要融合的患者，彻底清除椎间盘组织后植入骨移植植物进行椎间融合。手术在持续水介质下进行，完成后无须放置引流管。

1.2.2 开放手术（开放组）

患者全身麻醉后取俯卧位，C臂X线机定位手术节段。沿后正中线做长5~7cm的纵行切口，逐层切开至椎板和小关节。采用电刀沿棘突两侧剥离椎旁肌，置入自动牵引器保持手术野暴露。

核心操作：使用椎板咬骨钳切除部分椎板和增厚的黄韧带，必要时行小关节部分切除，彻底减压硬膜囊和受压神经根。对于需要融合的患者，去除软骨终板后在椎间隙内植入融合器，根据稳定情况同时行椎弓根螺钉内固定。术后常规放置负压引流。

1.2.3 术后处理

两组患者均于术前半小时开始预防性应用抗生素，术后给予适当的镇痛处理。内镜组患者术后第1天可下床活动，开放组患者根据恢复情况，一般术后2~3天开始下床活动。两组患者均使用腰围保护6周，并进行循序渐进的功能锻炼。术后1个月、3个月、6个月及12个月进行门诊随访，完成临床评估和相关影像学检查。

1.3 观察指标

1.3.1 手术指标和融合情况

记录并比较两组患者的手术时间、术中出血量、

住院时间和术后引流量，评估手术创伤程度和恢复情况。同时监测骨融合过程，包括融合时间和术后12个月时CT融合分级。CT融合分级采用Bridwell标准：I级为完全融合，椎体间形成连续骨桥；II级为部分融合，融合区存在部分透亮线但整体稳定。评估两种手术方式对椎间融合效果的影响。

1.3.2 疼痛评估

采用视觉模拟评分法（Visual Analogue Scale, VAS）分别评估患者术前和术后1个月、3个月、6个月、12个月的腰痛和腿痛程度。评分范围为0~10分，0分表示无痛，10分表示疼痛剧烈难以忍受。通过持续跟踪不同时间点的疼痛改变情况，评估两种手术方式在缓解症状方面的效果和持久性。

1.3.3 脊柱稳定性的功能学测量

1.3.3.1 日本骨科协会（Japanese Orthopaedic Association, JOA）评分

收集患者术前和术后3个月、6个月、12个月的JOA评分，满分29分，包括主观症状、临床体征、日常活动能力和膀胱功能四个方面。分数越高，表示腰椎功能状态越好。通过评分变化趋势，评估两种手术方式对患者整体功能恢复的影响。

1.3.3.2 Oswestry功能障碍指数（Oswestry Disability Index, ODI）

评估患者术前和术后3个月、6个月、12个月的ODI指数，用于衡量腰椎疾病导致的残疾程度。包括疼痛强度、个人护理、提重物、行走、坐位、站立、睡眠、性生活、社交生活和旅行共10个问题，每题0~5分，计算公式为：实际得分 / 最高可能得分 × 100%。指数越低，表示患者残疾程度越轻，日常生活能力越强。通过对两组患者ODI指数变化，评估两种手术方式对患者生活质量的改善程度。

1.3.4 脊柱稳定性的影像学观察

患者进行标准站立位腰椎正侧位X线片，以及最大屈曲位与最大伸展位功能位X线检查。所有X线片均由同一台DR设备（Siemens Ysio Max，德国）拍摄，参数设置保持一致：管电压75kV，管电流200mA，焦片距100cm。

1.3.4.1 手术节段椎间屈伸运动角度

分别在术前、术后12个月测量患者腰椎最大屈

曲位与最大伸展位的节段活动度。采用Cobb法测量椎间角度，屈曲位与伸展位之间的角度差值即椎间活动度，单位为度（°）。同时计算术前与术后角度变化值，评估两种手术方式对节段活动度的影响。

1.3.4.2 手术节段滑移距离

在术前、术后12个月测量患者站立位腰椎侧位X线片上的椎体滑移距离，单位为毫米（mm）。测量方法为：测量从上位椎体后下缘到下位椎体后上缘的水平距离。计算术前与术后滑移距离的变化值，评价两种手术方式对节段稳定性的影响。

1.3.4.3 质量控制

(1) 影像学评估设计与质量控制。为确保测量结果的客观性和可靠性，本研究采用双盲法设计。所有影像学资料均去除患者姓名和手术方式等标识信息，进行随机编码后分配给评估者。影像学测量由两名具有10年以上脊柱影像学诊断经验的主治医师独立完成，评估者事先不知晓患者的手术方式、临床资料和分组信息。

(2) 测量可靠性验证方法。
①观察者间一致性验证：两名评估者分别对所有患者影像进行独立测量；
②观察者内一致性验证：每名评估者在间隔2周后对随机选取的30例患者影像进行重复测量；
③一致性判断标准：采用组内相关系数（Intraclass Correlation Coefficient, ICC）和Kappa值评估测量一致性， $ICC > 0.8$ 且 $Kappa > 0.8$ 视为一致性良好；
④质量控制措施：当两名评估者测量结果差异 $> 10\%$ 时，由第三名高年资影像科主任医师进行最终判定。

1.4 统计分析

采用SPSS 26.0统计软件进行数据分析。计量资料以均数±标准差（ $\bar{x} \pm s$ ）表示，组间比较采用独立样本t检验；计数资料以例数和百分比[n (%)]表示，组间比较采用卡方检验。对于不同时间点的多次测量数据（如VAS评分、JOA评分和ODI指数），采用重复测量方差分析，并进行组间和组内比较。脊柱稳定性影像学指标的变化值比较采用配对t检验。以 $P < 0.05$ 表示差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者手术指标和融合情况比较

两组患者的手术指标比较如表2所示。内镜组

在手术时间、术中出血量、住院时间及术后引流量方面均显著优于开放组 ($P<0.001$)。两组患者 CT 融合分级比较显示, 术后 12 个月, 融合分级组间差异无统计学意义 ($P=0.419$) ; 两组融合时间无显著差异 ($P=0.393$)。

表 2 两组患者手术指标比较
Tab.2 Comparison of surgical indicators between the two groups

指标	内镜组 (n=45)	开放组 (n=45)	t/ χ^2 值	P 值
手术时间 ($\bar{x}\pm s$, min)	98.5±15.3	135.7±21.8	9.370	<0.001
术中出血量 ($\bar{x}\pm s$, mL)	65.3±18.7	243.8±75.6	15.375	<0.001
住院时间 ($\bar{x}\pm s$, d)	5.2±1.4	8.7±2.3	8.720	<0.001
术后引流量 ($\bar{x}\pm s$, mL)	35.8±12.5	185.3±45.6	21.210	<0.001
融合时间 ($\bar{x}\pm s$, 月)	5.8±1.2	5.6±1.0	0.859	0.393
CT 融合分级 (12 个月) [n(%)]		0.653	0.419	
I 级	35 (77.78)	38 (84.44)		
II 级	10 (22.22)	7 (15.56)		

2.2 两组患者不同时点腰痛、腿痛 VAS 评分比较

如表 3 和图 1 所示, 术前两组腰痛 VAS 评分无显著差异 ($P=0.681$), 术后各时间点内镜组腰痛 VAS 评分均显著低于开放组 ($P<0.05$)。如表 4 和图 2 所示, 两组患者术前和术后各时间点腿痛 VAS 评分均无显著差异 ($P>0.05$)。

表 3 两组患者腰痛 VAS 评分比较 ($\bar{x}\pm s$, 分)

Tab.3 Comparison of VAS scores for low back pain between the two groups ($\bar{x}\pm s$, scores)

时间点	内镜组 (n=45)	开放组 (n=45)	t值	P值
术前	6.8±1.2	6.9±1.1	0.412	0.681
术后1个月	2.2±0.7	3.1±0.9	5.295	<0.001
术后3个月	1.8±0.6	2.3±0.7	3.638	<0.001
术后6个月	1.5±0.5	1.9±0.6	3.436	0.001
术后12个月	1.3±0.4	1.6±0.5	3.143	0.002

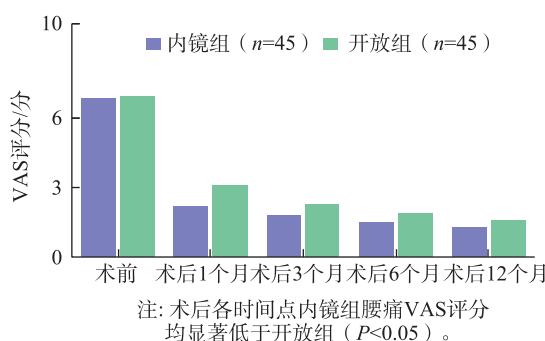
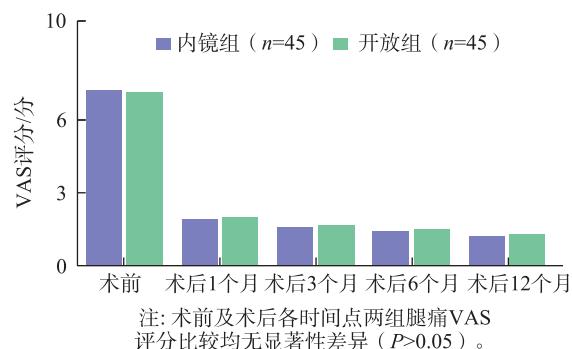


图 1 两组患者腰痛 VAS 评分比较

Fig.1 Comparison of VAS scores for low back pain between the two groups

表 4 两组患者腿痛 VAS 评分比较 ($\bar{x}\pm s$, 分)
Tab.4 Comparison of VAS scores for leg pain between the two groups ($\bar{x}\pm s$, scores)

时间点	内镜组 (n=45)	开放组 (n=45)	t 值	P 值
术前	7.3±1.0	7.2±1.1	0.451	0.653
术后1个月	1.9±0.6	2.0±0.7	0.728	0.469
术后3个月	1.6±0.4	1.7±0.5	1.048	0.298
术后6个月	1.4±0.4	1.5±0.4	1.186	0.239
术后12个月	1.2±0.3	1.3±0.4	1.342	0.183



注: 术前及术后各时间点两组腿痛 VAS 评分比较均无显著性差异 ($P>0.05$)。

图 2 两组患者腿痛 VAS 评分比较

Fig.2 Comparison of VAS scores for leg pain between the two groups

2.3 脊柱稳定性的功能学测量

如表 5 和图 3 所示, 两组患者 JOA 评分在术前和术后各时间点比较均无显著差异 ($P>0.05$), 提示两种手术方式在改善患者整体功能水平方面效果相似。ODI 指数比较如表 6 和图 4 所示, 内镜组在术后 3 个月、6 个月和 12 个月的 ODI 指数均显著低于开放组 ($P<0.05$), 表明 UBE 技术在减轻患者残疾程度、改善生活质量方面优势明显。

2.4 脊柱稳定性的影像学观察

如表 7 和图 5 所示, 术后 12 个月时内镜组手术节段椎间屈伸运动角度为 $(2.8\pm1.0)^\circ$, 显著大于开放组的 $(1.9\pm0.8)^\circ$ ($P<0.001$), 而内镜组的角度变化值为 $(7.4\pm2.5)^\circ$, 小于开放组的 $(8.6\pm2.8)^\circ$ ($P=0.035$), 提示内镜技术在维持适当的节段活动度方面更加优越。如表 8 和图 6 所示, 术后 12 个月时内镜组手术节段滑移距离为 $(0.8\pm0.3) \text{ mm}$, 显著大于开放组的 $(0.5\pm0.2) \text{ mm}$ ($P<0.001$), 但两组滑移变化值比较无显著差异 ($P=0.450$)。这些结果表明, 虽然两种手术方式均能有效改善节段稳定性, 但内镜技术能更好地保留脊柱的生理活动功能。

表5 两组患者JOA评分比较($\bar{x} \pm s$, 分)Tab.5 Comparison of JOA scores between the two groups ($\bar{x} \pm s$, scores)

时间点	内镜组(n=45)	开放组(n=45)	t值	P值
术前	10.3±2.1	10.5±2.0	0.463	0.645
术后3个月	20.7±2.6	19.8±2.5	1.674	0.098
术后6个月	23.5±2.3	22.6±2.4	1.816	0.073
术后12个月	25.2±1.8	24.7±2.0	1.247	0.216

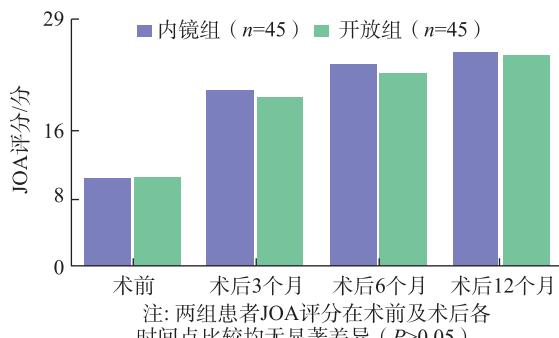


Fig.3 Comparison of JOA scores between the two groups

表6 两组患者ODI指数比较($\bar{x} \pm s$, %)Tab.6 Comparison of ODI index between the two groups ($\bar{x} \pm s$, %)

时间点	内镜组(n=45)	开放组(n=45)	t值	P值
术前	68.3±8.5	67.9±8.3	0.226	0.822
术后3个月	30.5±7.2	35.8±7.8	3.349	0.001
术后6个月	22.3±5.3	26.5±5.9	3.553	<0.001
术后12个月	15.7±4.2	18.9±4.8	3.366	0.001

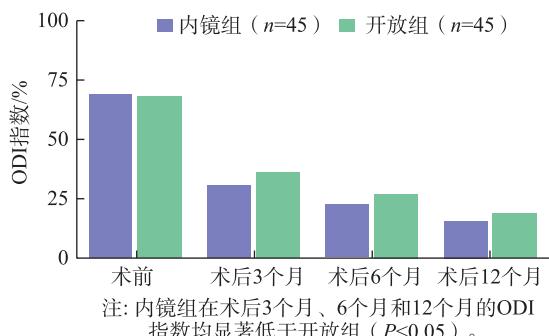


Fig.4 Comparison of ODI index between the two groups

表7 两组患者手术节段椎间屈伸运动角度比较($\bar{x} \pm s$, °)Tab.7 Comparison of intervertebral flexion-extension angles at surgical segments between the two groups ($\bar{x} \pm s$, °)

时间点	内镜组(n=45)	开放组(n=45)	t值	P值
术前	10.2±3.1	10.5±3.3	0.445	0.658
术后12个月	2.8±1.0	1.9±0.8	4.714	0.001
角度变化值	7.4±2.5	8.6±2.8	2.145	0.035

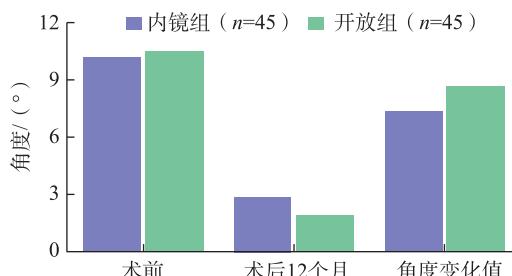


Fig.5 Comparison of intervertebral flexion-extension angles at surgical segments between the two groups

表8 两组患者手术节段滑移距离比较($\bar{x} \pm s$, mm)Tab.8 Comparison of slippage distance at surgical segments between the two groups ($\bar{x} \pm s$, mm)

时间点	内镜组(n=45)	开放组(n=45)	t值	P值
术前	3.8±1.4	3.7±1.3	0.351	0.726
术后12个月	0.8±0.3	0.5±0.2	5.582	<0.001
滑移变化值	3.0±1.2	3.2±1.3	0.758	0.450

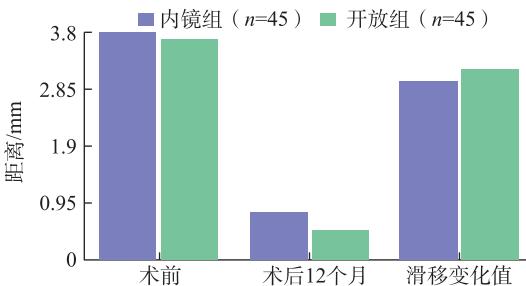


Fig.6 Comparison of slippage distance at surgical segments between the two groups

3 讨论

脊柱稳定性是评价腰椎手术效果的核心指标之一，既要保证手术节段不发生病理性活动，又要维持适当的生理活动度。在腰椎手术中，病理性活动（如过度的运动或不稳定性）是导致术后脊柱功能障碍、疼痛和并发症的主要原因之一^[6,7]。病理性活动通常是因为手术节段的解剖结构不稳定，导致术后复发性疼痛或神经受压^[8]。为此，脊柱稳定性的恢复必须确保手术节段的解剖结构得到有效恢复或适当固定，防止出现过度的运动或不正常的位移。本研究的影像学结果显示，术后12个月，内镜组

手术节段椎间屈伸运动角度为 $(2.8\pm1.0)^\circ$ ，显著大于开放组的 $(1.9\pm0.8)^\circ$ ，而内镜组角度变化值为 $(7.4\pm2.5)^\circ$ ，小于开放组的 $(8.6\pm2.8)^\circ$ 。这一现象可能与两种手术方式对脊柱后方结构的保留程度有关。UBE技术仅需在单侧建立两个工作通道，最大限度地保留了棘上韧带、棘间韧带及部分小关节囊等脊柱后方稳定结构，同时在减压过程中对椎旁肌的牵拉损伤较小。而开放手术需要广泛剥离椎旁肌，切除更多的椎板和小关节，对后方稳定结构的破坏更为显著。

手术节段滑移距离是评估脊柱稳定性的另一个重要指标，尤其是在脊柱手术后。它能够反映脊柱手术后节段的稳定性和力学功能恢复情况^[9,10]。滑移距离越大，说明该节段的稳定性越差，可能导致新的病理性活动，进而影响术后的功能恢复^[11]。在本研究中，术后12个月，内镜组手术节段滑移距离为 $(0.8\pm0.3)\text{ mm}$ ，显著大于开放组的 $(0.5\pm0.2)\text{ mm}$ ，但两组滑移变化值比较无显著差异。这表明两种手术方式均能有效改善术前存在的节段不稳，但UBE技术保留了更多的生理活动功能。两组患者术后滑移距离均小于3mm，处于生理活动范围内，未出现病理性不稳。可见，保留适度的节段活动度有利于维持脊柱的整体生物力学功能，减少邻近节段退变的风险。本研究还发现，两组患者术后JOA评分均显著改善，且组间无显著差异，表明两种手术方式在改善神经功能方面效果相当。这可能与两种手术方式均能充分减压神经结构有关。内镜组在ODI指数方面的优势则反映了微创手术在改善患者生活质量、减轻残疾程度方面的优势。这与术后腰痛VAS评分的结果一致，内镜组在术后各时间点腰痛VAS评分均显著低于开放组，而腿痛VAS评分差异不显著。腰痛与椎旁肌功能和小关节的完整性密切相关，UBE技术对椎旁肌和小关节的保护作用可能是术后腰痛改善更显著的主要原因。

手术创伤的大小是评价手术优劣的重要方面。在本研究中，内镜组在手术时间、术中出血量、住院时间及术后引流量等指标上均优于开放组，这是微创手术的内在优势。创伤越小，术后炎症反应越轻，组织愈合越快，患者恢复也越快。然而，必须

指出的是，手术创伤与学习曲线密切相关。UBE技术存在一定的学习曲线，需要术者具备丰富的解剖知识和熟练的操作技巧。本研究中的所有手术均由经验丰富的脊柱外科医师完成，因此两组手术并发症发生率无显著差异。在推广UBE技术的过程中，应充分考虑术者经验，逐步掌握操作技巧，以确保手术安全^[12]。椎间融合是维持脊柱长期稳定的重要手段。将相邻的椎体通过植入物（如金属板、螺钉等）或骨移植植物连接在一起，椎间融合可以消除病理性运动，提供结构稳定性，从而减轻疼痛、改善功能，甚至阻止疾病的进展^[13,14]。本研究结果显示，两组患者CT融合分级和融合时间比较无显著差异，表明UBE技术不会影响骨融合效果。这打破了“内镜下融合效果不如开放手术”这一传统观念。随着内镜器械的不断改进和术者经验的积累，内镜下椎间融合已能获得与开放手术相当的融合效果^[15]。从长期稳定性角度考虑，UBE技术对于需要融合的腰椎管狭窄症患者同样适用。

本研究存在一定的局限性，其中随访时间相对较短是主要限制因素。尽管12个月的随访期能够观察到术后早期的功能恢复情况和初步的脊柱稳定性变化，但对于全面评估脊柱长期稳定性和融合效果仍显不足。脊柱融合的完全愈合过程通常需要12~24个月，而邻近节段退变、远期并发症及术后脊柱生物力学的长期适应性改变可能需要更长时间才能充分显现。本研究选择12个月作为主要观察终点，基于以下几点考虑：首先，大多数患者的临床症状改善和功能恢复在术后12个月已基本稳定；其次，CT影像学检查显示的初步融合征象能够反映骨愈合的早期进展；最后，脊柱稳定性的主要影像学参数变化在术后12个月已趋于稳定。然而，为获得更可靠的长期效果评估数据，未来研究应将随访时间延长至至少24个月，甚至进行更长期的5年随访，以便更全面地评价两种手术方式对脊柱长期稳定性、邻近节段退变发生率及患者生活质量的持续影响，为临床决策提供更充分的循证医学证据。

微创理念贯穿脊柱外科发展的全过程。UBE技术与传统单通道内镜技术相比，通过建立双工作通道，扩大了手术视野和操作空间，克服了单通道操

作的局限性，实现了更全面的减压。与经皮内镜下单侧入路双侧减压技术相比，双通道技术避免了过度牵拉硬膜囊的风险，减少了神经并发症的发生。这些技术改进为 LSS 的微创治疗提供了新的选择。根据本研究所得结论，临床实践中可更多地考虑采用 UBE 技术治疗 LSS，特别是对于合并腰痛明显、希望早日恢复功能的患者。针对技术推广中的学习曲线问题，建议构建规范化培训体系，采用模拟训练与临床指导相结合的方式，提高术者操作技能。同时，应不断完善内镜器械设计，进一步简化操作流程，降低学习难度。

随着数字化技术的发展，脊柱稳定性评估向量化建模和智能辅助方向发展。有限元分析通过构建患者个体化的脊柱三维模型，精确预测术后节段的应力分布和邻近节段的负荷传递，为手术方案的选择提供定量依据。影像力学模拟技术结合 CT/MRI 数据重建患者特异性脊柱模型，不仅可以评估术后即时稳定性状态，还可以预测长期生物力学演变趋势。多体动力学模拟通过建立包含椎体、椎间盘、韧带和肌肉的综合模型，精确分析不同手术方式对脊柱运动链的影响。在智能辅助设备方面，术中导航系统提供毫米级精度控制，指导 UBE 术中工作通道的最佳置入。图像融合评估系统整合多维度解剖信息，实时监测减压程度和神经根松解状况。人工智能辅助诊断系统基于深度学习算法，能够自动识别影像学特征并预测术后脊柱的稳定性。未来，实时生物力学监测、数字化术前规划平台及 VR/AR 技术的发展将进一步提升脊柱外科的精准性和安全性。这些创新方法为 LSS 的个体化治疗和精准评估开辟了新途径，推动脊柱外科向数字化、智能化方向发展。

参考文献

- [1] 邹玉彬, 谢建新, 王金鑫, 等. 两种术式治疗腰椎管狭窄症的疗效比较 [J]. 临床骨科杂志, 2025, 28 (1) : 30-33.
ZOU Yubin, XIE Jianxin, WANG Jinxin, et al. Comparison of therapeutic effects of two surgical methods for lumbar spinal stenosis[J]. *Journal of Clinical Orthopaedics*, 2025, 28(1): 30-33.
- [2] 张仙娟, 李茂, 徐秋平, 等. 腰椎管狭窄症手术患者出院准备度现状及影响因素 [J]. 大理大学学报, 2025, 10 (2) : 82-88.
ZHANG Xianjuan, LI Mao, XU Qiuping, et al. Status and influencing factors of discharge readiness in patients with lumbar spinal stenosis[J]. *Journal of Dali University*, 2025, 10(2): 82-88.
- [3] 姜乐涛, 杜建伟. 腰椎管狭窄症的治疗进展 [J]. 局解手术学杂志, 2021, 30 (11) : 1012-1017.
JIANG Letao, DU Jianwei. Progress in the treatment of lumbar spinal stenosis[J]. *Journal of Regional Anatomy and Operative Surgery*, 2021, 30(11): 1012-1017.
- [4] 徐海亮, 丁亚杰, 王青梅. 单侧双通道内镜技术对腰椎间盘突出合并腰椎管狭窄症患者腰椎功能的改善作用分析 [J]. 临床研究, 2025, 33 (1) : 15-18.
XU Hailiang, DING Yajie, WANG Qingmei. Analysis of the improvement effect of unilateral biportal endoscopic technique on lumbar function in patients with lumbar disc herniation combined with lumbar spinal stenosis[J]. *Clinical Research*, 2025, 33(1): 15-18.
- [5] 张晗硕, 丁宇, 蒋强, 等. 脊柱内镜下椎板开窗减压与单侧入路双侧减压治疗腰椎管狭窄症的生物力学稳定性及有限元分析 [J]. 中国组织工程研究, 2023, 27 (13) : 1981-1986.
ZHANG Hanshuo, DING Yu, JIANG Qiang, et al. Biomechanical stability and finite element analysis of spinal endoscopic laminectomy decompression versus unilateral approach bilateral decompression for lumbar spinal stenosis[J]. *Chinese Journal of Tissue Engineering Research*, 2023, 27(13): 1981-1986.
- [6] 雷宜松, 刘安平, 杨俊忠, 等. 椎板减压关节突融合联合钉棒系统对单节段腰椎管狭窄症患者脊柱稳定功能的影响 [J]. 中南医学科学杂志, 2022, 50 (4) : 564-567.
LEI Yisong, LIU Anping, YANG Junzhong, et al. Effect of laminectomy decompression facet fusion combined with screw-rod system on spinal stability function in patients with single-segment lumbar spinal stenosis[J]. *Medical Science Journal of Central South*, 2022, 50(4): 564-567.
- [7] 于先凯, 赵加庆, 任佳彬, 等. 单侧双通道内镜技术治疗腰椎管狭窄症合并退行性脊柱侧弯的 2 种入路的比较研究 [J]. 中国微创外科杂志, 2023, 23 (11) : 807-812.
YU Xiankai, ZHAO Jiaqing, REN Jabin, et al. Comparative study of two approaches of unilateral biportal endoscopic technique for lumbar spinal stenosis combined with degenerative scoliosis[J]. *Chinese Journal of Minimally Invasive Surgery*, 2023, 23(11): 807-812.
- [8] 韩昶晓, 冯敏山, 高景华, 等. 刺骨针法改善退行性腰椎管狭窄症疼痛及功能的临床研究 [J]. 中国骨伤, 2025, 38 (2) : 152-156.
HAN Changxiao, FENG Minshan, GAO Jinghua, et al. Clinical study of bone-pricking needle technique for improving pain and function in degenerative lumbar spinal stenosis[J]. *China Journal of Orthopaedics and Traumatology*, 2025, 38(2): 152-156.

- [9] YUAN H, YI X. Lumbar spinal stenosis and minimally invasive lumbar decompression: a narrative review[J]. *J Pain Res*, 2023, 16: 3707-3724.
- [10] ZHANG J, YAN R, XU S, et al. Short-term lumbar disc and lumbar stability changes of one-hole split endoscope technique treatment of spinal stenosis[J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2024, 25(1): 325.
- [11] ZHANG Y, WEI F L, LIU Z X, et al. Comparison of posterior decompression techniques and conventional laminectomy for lumbar spinal stenosis[J]. *Front Surg*, 2022, 9: 997973.
- [12] PARK D K, WENG C, ZAKKO P, et al. Unilateral biportal endoscopy for lumbar spinal stenosis and lumbar disc herniation[J]. *JBJS Essent Surg Tech*, 2023, 13(2): e22.00020.
- [13] 陶瑜晶, 叶丙霖, 桑廷瑞, 等. 机器人辅助内镜下腰椎椎间融合术治疗腰椎管狭窄症早期疗效观察[J]. *颈腰痛杂志*, 2025, 46(1): 55-59.
TAO Yujing, YE Binglin, SANG Tingrui, et al. Early efficacy observation of robot-assisted endoscopic lumbar interbody fusion for lumbar
- spinal stenosis[J]. *The Journal of Cervicodynia and Lumbodynbia*, 2025, 46(1): 55-59.
- [14] 刘江, 张晗硕, 丁逸苇, 等. 棘突间固定辅助内镜下椎间融合治疗重度腰椎管狭窄症的有限元分析[J]. *中国组织工程研究*, 2024, 28(24): 3789-3795.
LIU Jiang, ZHANG Hanshuo, DING Yiwei, et al. Finite element analysis of interspinous fixation assisted endoscopic interbody fusion for severe lumbar spinal stenosis[J]. *Chinese Journal of Tissue Engineering Research*, 2024, 28(24): 3789-3795.
- [15] 庞大明, 杨晋才, 海涌, 等. 经皮内镜下经椎间孔椎体间融合术与后入路椎体间融合术治疗单节段腰椎管狭窄症的临床疗效及椎旁肌的变化[J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2024, 34(6): 585-594.
PANG Daming, YANG Jincai, HAI Yong, et al. Clinical efficacy and paraspinal muscle changes of percutaneous endoscopic transforaminal lumbar interbody fusion versus posterior lumbar interbody fusion for single-segment lumbar spinal stenosis[J]. *Chinese Journal of Spine and Spinal Cord*, 2024, 34(6): 585-594.