

· 临床论著 ·

精准内镜与微创减压融合治疗多节段腰椎管狭窄症[△]

潘其鹏¹, 孔凡国^{1*}, 付拴虎², 王文举¹, 张昌盛¹, 朱卉敏¹, 赵文海³, 史明⁴

[1. 河南省洛阳正骨医院(河南省骨科医院)脊柱微创外科, 河南郑州 450016; 2. 广西中医药大学第一附属医院脊柱外科, 广西南宁 530023; 3. 长春中医药大学第一附属医院骨伤科, 吉林长春 130021; 4. 广西中医药大学附属国际壮医医院骨关节与脊柱科, 广西南宁 530023]

摘要: [目的] 比较单侧双通道内镜下经椎间孔腰椎间融合术(unilateral biportal endoscopy transforaminal lumbar interbody fusion, UBE-TLIF)和微创经椎间孔腰椎间融合(minimal invasive transforaminal lumbar interbody fusion, MIS-TLIF)治疗腰椎管狭窄症(lumbar spinal stenosis, LSS)的临床效果。[方法] 回顾性分析2022年1月—2023年8月本院基于神经阻滞定位的微创手术治疗多节段腰椎管狭窄症52例患者的临床资料。依据术前医患沟通结果, 28例采用UBE-TLIF治疗; 24例采用MIS-TLIF治疗。比较两组患者围手术期、随访和影像资料。[结果] 两组均顺利完成手术, 无死亡及神经损伤等严重并发症发生。UBE-TLIF组在手术时间[(137.7±24.6) min vs (154.8±34.5) min, $P=0.042$]、术中出血量[(182.5±33.2) ml vs (211.7±57.4) ml, $P=0.027$]、下床时间[(2.4±0.5) d vs (3.3±0.4) d, $P<0.001$]、住院时间[(7.3±1.4) d vs (8.4±2.1) d, $P=0.042$]均显著优于MIS-TLIF组。所有患者随访(10.6±1.9)个月, 随时间推移, 两组的VAS评分、ODI和JOA评分均显著改善($P<0.05$); 相应时间点, 两组间上述指标的差异均无统计学意义($P>0.05$)。影像方面, 术后两组硬膜囊面积、责任节段椎间隙高度较术前均显著改善($P<0.05$); 但相应时间点, 两组间影像指标的差异均无统计学意义($P>0.05$)。末次随访时, UBE-TLIF组融合率为89.3%, MIS-TLIF组为91.7%, 差异无统计学意义($P>0.05$)。[结论] 精准模式微创减压固定融合治疗多节段腰椎管狭窄症, 可显著减少手术创伤和患者经济负担。两种术式均可取得满意临床疗效, 相比之下, UBE-TLIF组在手术时间、术中出血量、下床时间、住院时间优于MIS-TLIF组。

关键词: 多节段腰椎管狭窄症, 神经根阻滞术, 单侧双通道内镜腰椎间融合术, 微创经椎间孔腰椎间融合
中图分类号: R681.57 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-8478(2024)17-1558-06

Precise endoscopic decompression and instrumented fusion versus small-incision counterpart for multi-segmental lumbar spinal stenosis // PAN Qi-peng¹, KONG Fan-guo¹, FU Shuan-hu², WANG Wen-ju¹, ZHANG Chang-sheng¹, ZHU Hui-min¹, ZHAO Wen-hai³, SHI Ming⁴. 1. Department of Minimally Invasive Spine Surgery, Orthopedic Hospital of Henan Province (Luoyang Orthopedic Hospital of Henan Province), Zhengzhou Henan 450016, China; 2. Department of Spinal Surgery, First Affiliated Hospital, Guangxi University of Traditional Chinese Medicine, Nanning, Guangxi 530023, China; 3. Department of Orthopedics, the First Affiliated Hospital, Changchun University of Traditional Chinese Medicine, Changchun, Jilin 130021, China; 4. Department of Bone, Joint and Spine Surgery, International Zhuang Medical Hospital, Guangxi University of Traditional Chinese Medicine, Nanning, Guangxi 530023, China

Abstract: [Objective] To compare clinical consequences of unilateral biportal endoscopic transforaminal lumbar interbody fusion (UBE-TLIF) versus minimal invasive transforaminal lumbar interbody fusion (MIS-TLIF) for multi-segment lumbar spinal stenosis (LSS). [Methods] A retrospective analysis was performed on 52 patients who received accurate minimal invasive surgery based on nerve block location for multi-level LSS in our hospitals from January 2022 to August 2023. According to preoperative doctor-patient communication, 28 patients were treated with UBE-TLIF, while other 24 patients underwent MIS-TLIF. The perioperative, follow-up and imaging data of the two groups were compared. [Results] All patients in both groups had operation performed successfully without serious complications, such as death and nerve injury. The UBE-TLIF group proved significantly superior to the MIS-TLIF group in terms of operative time [(137.7±24.6) min vs (154.8±34.5) min, $P=0.042$], intraoperative blood loss [(182.5±33.2) ml vs (211.7±57.4) ml, $P=0.027$], bed rest time [(2.4±0.5) days vs (3.3±0.4) days, $P<0.001$], hospital stay [(7.3±1.4) days vs (8.4±2.1) days, $P=0.042$]. As time went on during follow-up period lasted for (10.6±1.9) months in a mean, the VAS, ODI and JOA scores in both groups were significantly improved ($P<0.05$), whereas which were not statistically significant between the two groups at any corresponding time points ($P>0.05$). As for imaging, the area of internal dural sac and height

DOI:10.20184/j.cnki.Issn1005-8478.110315

△基金项目:河南省中医药科学研究专项课题(编号:2024ZY3072);广西医疗卫生适宜技术开发与推广应用项目(编号:S2022060)

作者简介:潘其鹏,主治医师,硕士,研究方向:脊柱疾病的中西医结合诊断及微创治疗,(电子信箱)panpeng2848@163.com

*通信作者:孔凡国,(电话)0371-85965073,(电子信箱)kongfanguo@126.com

of intervertebral space at the responsible level were significantly improved in both groups after surgery ($P < 0.05$), while which were not significantly different between the two groups at any time points accordingly ($P > 0.05$). At the last follow-up, the intervertebral fusion rate was of 89.3% in the UBE-TLIF group, while 91.7% in the MIS-TLIF group, and the difference was not statistically significant ($P > 0.05$). [Conclusion] The accurate minimally invasive decompression and instrumented fusion in the treatment of multi-level lumbar spinal stenosis do significantly reduce surgical trauma and patients' economic burden. In contrast, UBE-TLIF group was superior to MIS-TLIF group in terms of operation time, intraoperative blood loss, bed rest and hospital stay.

Key words: multi-level lumbar spinal stenosis, nerve root block, unilateral biportal endoscopic transforaminal lumbar interbody fusion, minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion

腰椎管狭窄症 (lumbar spinal stenosis, LSS) 是引起老年人腰腿痛的常见原因, 发病率约为 11%, 影响着全球约 1.03 亿人, 且有增加趋势。系统的保守治疗可以使约 1/3 的患者症状得到缓解, 然而随着时间的推移, 10%~20% 的患者表示腰腿痛进行性加重、行走困难, 严重影响生活质量, 此时手术的干预是有效的^[1]。

传统的开放后路腰椎间融合术 (posterior lumbar interbody fusion, PLIF) 和经椎间孔腰椎间融合 (transforaminal lumbar interbody fusion, TLIF) 术式, 目前仍是临床学者公认治疗 LSS 的经典术式, 因其具有良好的临床疗效, 至今仍较多应用。然而开放手术需要过多破坏周围组织结构, 导致脊柱稳定性丢失, 不利于患者尽早恢复, 可能残留慢性腰痛。随着微创及快康理念的提出, 脊柱内镜技术因其创伤小、出血少、恢复快、并发症少、临床效果满意等优势, 被广泛应用于临床。单侧双通道内镜 (unilateral biportal endoscopy, UBE) 是治疗 LSS 的新型微创技术, Park 等^[2] 认为 UBE 不仅可以在高倍可视化下进行灵活操作, 还可以更好地保留骨骼和肌肉组织又达到减压目的, 实现满意的临床效果。

对于多节段椎管狭窄的 LSS 进行多节段减压、融合治疗, 可以取得良好效果, 由于该病好发于老年人, 本身存在较多基础疾病, 不仅会增加手术风险及经济负担, 而且对患者身体造成重大创伤, 不利于患者尽早恢复。因此, 本团队通过精准化定位责任节段, 采用微创术式 UBE-TLIF 进行干预, 同样可以达到满意效果。

1 资料与方法

1.1 纳入与排除标准

纳入标准: (1) 临床诊断为 LSS 合并腰椎失稳; (2) 影像学提示病变节段 ≥ 2 个; (3) 保守治疗 > 3 个月无效; (4) 行 UBE-TLIF 或微创经椎间孔腰

椎间融合 (minimal invasive transforaminal lumbar interbody fusion, MIS-TLIF) 治疗。

排除标准: (1) 严重基础疾病不能耐受手术; (2) 单节段 LSS; (3) 腰椎间融合术后; (4) 合并脊柱骨折、感染、肿瘤等; (5) 合并精神类疾病等依从性不佳。

1.2 一般资料

本研究为回顾性分析, 收集 2022 年 1 月—2023 年 8 月河南省洛阳正骨医院 (河南省骨科医院) 52 例多节段 LSS 手术患者。依据术前医患沟通结果, 28 例采用 UBE-TLIF 治疗; 24 例采用 MIS-TLIF 治疗。两组一般资料见表 1, 两组年龄、性别、BMI、病程、责任节段个数对比, 差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。本研究已经通过医院伦理委员会批准, 患者或授权亲属术前均签署知情同意书。

表 1. 两组患者术前一般资料比较
Table 1. Comparison of the two groups in perioperative general data

指标	UBE-TLIF 组 (n=28)	MIS-TLIF 组 (n=24)	P 值
年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	64.1 \pm 5.9	64.1 \pm 6.1	0.974
性别 (例, 男/女)	16/12	14/10	0.578
BMI (kg/m^2 , $\bar{x} \pm s$)	20.9 \pm 2.4	20.6 \pm 2.7	0.656
病程 (月, $\bar{x} \pm s$)	23.3 \pm 9.6	24.2 \pm 10.8	0.736

1.3 手术方法

术前行 CT 引导下腰椎神经根阻滞术, 以确定责任节段。患者取俯卧位, CT 定位阻滞节段椎间隙, 于患侧旁开棘突连线 7~10 cm, 并与椎间隙呈 10°~30° 夹角处标记穿刺点。常规消毒铺巾, 1% 利多卡因注射液局部麻醉, CT 引导下使用 18 G 穿刺针穿至神经根管处, 出现症状复制后, 回抽无血, 将 2 ml 利多卡因注射液局部注射, 患者原有症状消失, 退出穿刺针。

UBE-TLIF 组: 患者全麻取俯卧位, 透视定位责任节段的椎弓根在体表投影, 并垂直于棘突连线画出责任节段椎间隙。以椎间隙横线为中心, 在病变一侧

棘突线旁开约 1 cm 的上、下 1~1.5 cm 处，分别作长约 8 mm 和 2 cm 的切口，分开椎旁肌，置入骨膜剥离器，于椎板和小关节上轻轻剥离软组织，分别形成观察通道和工作通道，置入内镜和器械。连接灌注泵系统，调整镜头充分暴露视野。切除同侧上椎板下缘、下椎板上缘及责任椎间隙关节突内侧部分骨质，以神经剥离子、刮匙剥离并以枪钳咬除黄韧带，用神经剥离子游离硬膜外脂肪显露硬膜，应用 L 形拉钩牵开硬膜囊，使用神经剥离子保护神经根，切除突出的椎间盘组织。对于双侧椎管狭窄，镜下用磨钻等沿棘突根部磨除骨质，咬除黄韧带，显露对侧硬膜，减压至对侧。处理主要节段病变后，必要时采用同法对次要节段进行镜下减压。选择主要不稳节段进行融合，镜下使用骨锉、刮匙、髓核钳等仔细处理椎间隙，内镜监视下椎间植骨，再置入椎间融合器。最后，透视下经皮置入椎弓根螺钉及连接棒，完成椎弓钉固定。留置 1 条引流管并缝合切口^[3]。

MIS-TLIF 组：患者全麻取俯卧位，常规消毒铺巾，在责任节段患侧沿正中旁开 3.5 cm 处作纵向切口，逐层切开皮肤、皮下组织及深筋膜，在多裂肌肌间隙放置微创固定通道，暴露责任节段上下关节突。用椎板咬骨钳去除上位椎体部分椎板、下关节突及下位椎体部分椎板、上关节突，去除黄韧带，扩大侧隐窝及神经根管，暴露椎间隙清除椎间盘组织后椎间植骨并放置融合器。置入同侧椎弓根，对侧经皮置入椎弓钉，安放连接棒，冲洗切口后留置 1 条引流管并缝合切口。

两组患者围手术期均使用抗生素预防感染及脱水消肿药物，配合中医和局部物理治疗，嘱患者术后尽早行直腿抬高及踝泵功能锻炼。24 h 引流量 < 30 ml 拔除引流管，戴腰围护腰下床活动。

1.4 评价指标

记录两组围手术期资料，包括手术时间、术中出血量、下床时间、住院时间。采用疼痛视觉模拟评分 (visual analogue scale, VAS)、Oswestry 功能障碍指数 (Oswestry disability index, ODI) 和日本骨科协会 (Japanese Orthopaedic Association, JOA) 下腰痛评分法评价临床效果。行影像检查，测量硬膜囊面积和责任节段椎间隙高度，评估椎间融合情况。

1.5 统计学方法

采用软件 SPSS 25.0 对数据进行统计分析。计数资料采用 χ^2 检验或 Fisher 检验；计量数据以 $\bar{x} \pm s$ 表示，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或重复测量方差分析。 $P < 0.05$

为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 围手术期资料

两组均顺利完成手术，无死亡及神经损伤等严重并发症发生。相比 MIS-TLIF 组，UBE-TLIF 组在手术时间、术中出血量、下床时间、住院时间具有优势，差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。见表 2。

UBE-TLIF 组有 1 例硬膜撕裂，1 例迟发性脑脊液漏；MIS-TLIF 组有 1 例迟发性脑脊液漏，1 例切口脂肪液化。针对 1 例硬膜撕裂，术中及时生物膜覆盖撕裂口，切口加压包扎，嘱患者头低脚高位，1 周拔除引流管，2 周后愈合拆线；2 例迟发性脑脊液漏，拔管后发现从管道渗出清亮液，予引流管口处深部缝合加压包扎后正常愈合；1 例切口脂肪液化，予隔日无菌换药后正常愈合。

表 2. 两组患者围手术期资料比较
Table 2. Comparison of perioperative data between the two groups

指标	UBE-TLIF 组 (n=28)	MIS-TLIF 组 (n=24)	P 值
手术节段数 (例, 1/2)	27/1	22/2	0.467
手术时间 (min, $\bar{x} \pm s$)	137.7 \pm 24.6	154.8 \pm 34.5	0.042
术中出血量 (ml, $\bar{x} \pm s$)	182.5 \pm 33.2	211.7 \pm 57.4	0.027
下床时间 (d, $\bar{x} \pm s$)	2.4 \pm 0.5	3.3 \pm 0.4	<0.001
住院时间 (d, $\bar{x} \pm s$)	7.3 \pm 1.4	8.4 \pm 2.1	0.042
并发症 [例 (%)]	2 (7.1)	2 (8.3)	0.874

2.2 随访结果

所有患者均获得随访，平均随访时间 (10.6 \pm 1.9) 个月。随时间推移，两组的 VAS 评分、JOA 评分和 ODI 均显著改善 ($P < 0.05$)；相应时间点，两组间上述指标的差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)，见表 3。

2.3 影像评估

术后两组内硬膜囊面积、责任节段椎间隙高度较术前均明显改善，差异有统计学意义 ($P < 0.05$)；两组间不同时间点对比，差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。末次随访时两组椎间融合方面差异无统计学意义 ($P > 0.05$)，UBE-TLIF 组 25 例 (89.3%)、MIS-TLIF 组 22 例 (91.7%)。见表 4。典型病例影像学资料见图 1。

3 讨论

LSS 作为脊柱外科常见疾病之一，因其腰腿痛症

状伴随行走困难，严重影响着患者日常生活，在系统保守治疗无效的情况下，手术可以达到扩大椎管、解除神经受压缓解症状的目的。然而对于临床上 MRI 或 CT 提示多节段腰椎管狭窄的患者，Murata 等^[4]认为脊柱外科医生需要考虑的是怎样通过精准化、选择性的进行手术治疗，以解决患者此次有限的症状，毕竟部分节段的椎管狭窄是无症状发生的，他的一项研

究中提到，针对责任节段进行手术，随访十年后发现只有 18.4% 的患者需要对其他节段再次手术。Kim 等^[5]通过一项前瞻性研究表明，选择性的神经根封闭结合步态负荷试验明确责任节段，针对性的对纳入研究的 21 例多节段 LSS 患者进行手术，所有患者的神经源性跛行症状均消失。

表 3. 两组患者随访资料比较 ($\bar{x} \pm s$)
Table 3. Comparison of the two groups regarding follow-up documents ($\bar{x} \pm s$)

指标	时间点	UBE-TLIF 组 (n=28)	MIS-TLIF 组 (n=24)	P 值
腰痛 VAS 评分 (分)	术前	6.9±0.9	6.8±0.8	0.781
	术后 1 周	2.4±0.5	2.6±0.6	0.195
	术后 3 个月	1.1±0.6	1.1±0.5	0.739
	末次随访	0.5±1.1	0.7±0.9	0.553
	P 值	<0.001	<0.001	
ODI 评分 (%)	术前	67.4±6.4	65.8±6.3	0.369
	术后 3 个月	18.8±4.7	19.3±4.9	0.682
	末次随访	11.2±4.1	12.1±5.1	0.499
	P 值	<0.001	<0.001	
JOA 评分 (分)	术前	7.1±2.9	7.3±3.2	0.792
	术后 3 个月	22.7±2.4	22.3±2.7	0.514
	末次随访	26.1±1.7	25.8±2.3	0.674
	P 值	<0.001	<0.001	

表 4. 两组患者影像资料比较
Table 4. Comparison of radiographic measurements between the two groups

指标	时间点	UBE-TLIF 组 (n=28)	MIS-TLIF 组 (n=24)	P 值
硬膜囊面积 (mm ² , $\bar{x} \pm s$)	术前	70.9±2.1	70.4±2.8	0.479
	术后 3 个月	113.4±7.5	113.8±8.2	0.841
	末次随访	111.1±6.9	110.7±7.9	0.833
	P 值	<0.001	<0.001	
责任节段椎间隙高度 (mm, $\bar{x} \pm s$)	术前	7.8±1.1	7.9±1.0	0.762
	术后 3 个月	11.4±0.9	11.3±1.0	0.717
	末次随访	11.1±1.0	11.0±1.0	0.719
	P 值	<0.001	<0.001	
椎间融合 [例 (%)]	末次随访	25 (89.3)	22 (91.7)	0.774

随着微创技术的不断发展，UBE 作为近几年比较成熟的技术^[6]，可以通过 1 个观察通道和 1 个工作通道，实现术者灵活的器械操作，优化手术视野，并持续进行液体冲洗，避免了对椎旁肌的挤压或热损伤，同时可以通过最小的骨骼切除获得足够的神经减压并完整去除黄韧带，还可以在放大的内窥镜视野下完成充足的终板准备，减少骨终板损伤，为椎间植骨融合提供良好环境^[7, 8]。Sakhrekar 等^[9]认为 UBE-

TLIF 具有后方入路的所有优势，例如广泛的椎板切除或选择性的最少椎板切除；与通过前、侧或斜向入路的微创技术相比，可以进行双侧关节突、黄韧带切除。同时它的优势还包括肌肉损伤小、术中出血少、切口感染率低、并发症少、术后复发率低，可以加快患者术后恢复和早日重返工作或社会生活，是治疗腰椎疾病的一种安全有效的治疗方法^[10]。

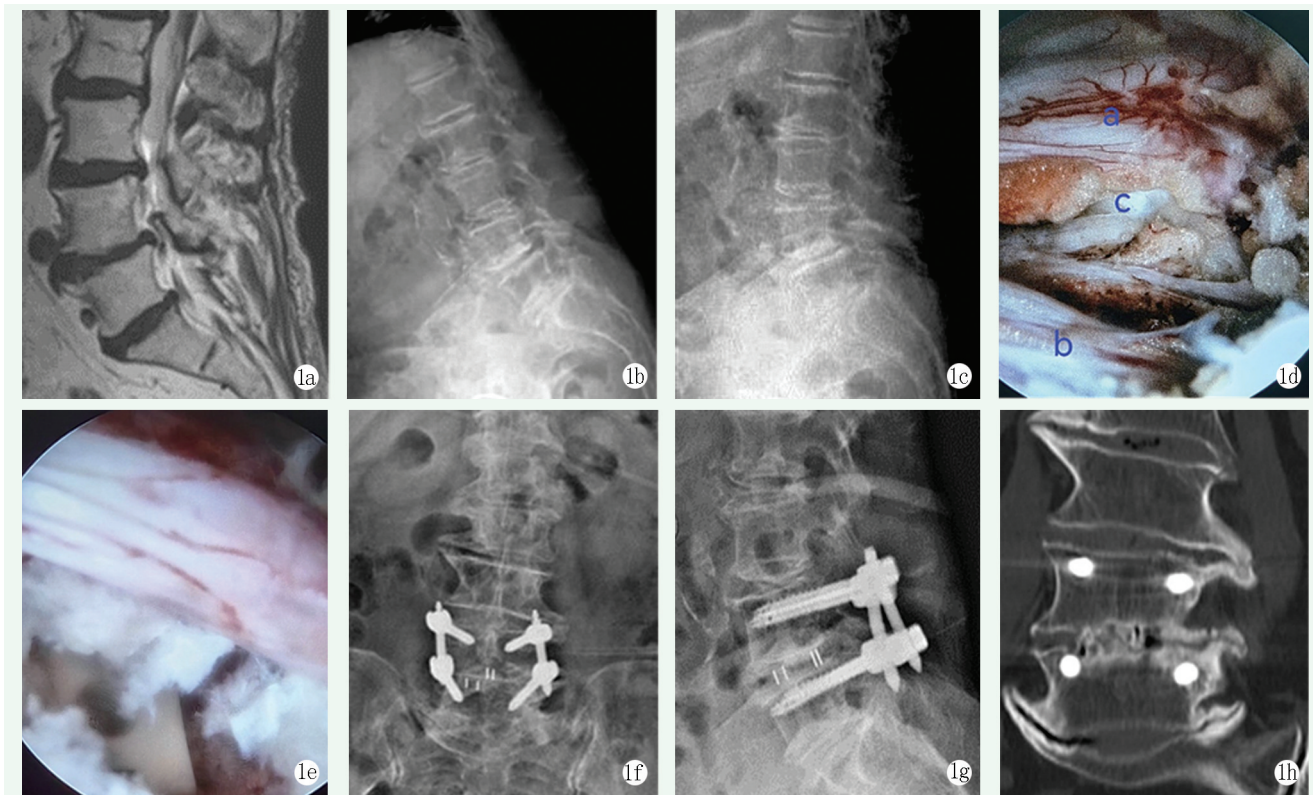


图 1. 患者女性, 89 岁, 腰椎管狭窄症, 行 UBE-TLIF 术。1a: 术前腰椎 MRI 提示 L_{3/4}、L_{4/5}、L₅S₁ 椎管狭窄; 1b, 1c: 腰椎动力位 X 线片提示 L_{4/5} 节段不稳; 1d: 内镜下见 L₅ 行走根 (a)、L₄ 出口根 (b)、突出椎间盘 (c); 1e: 镜下见融合器位置良好; 1f, 1g: 术后复查腰椎 X 线片显示椎弓根螺钉及融合器位置良好; 1h: 末次随访时腰椎 CT 提示椎间融合。

Figure 1. A 89-year-old female underwent UBE-TLIF. 1a: Preoperative lumbar MRI indicated L_{3/4}, L_{4/5}, L₅S₁ spinal canal stenosis; 1b, 1c: Lumbar dynamic position radiographs suggested L_{4/5} instability; 1d: Endoscopic view of L₅ walking root (a), L₄ outlet root (b), and herniated disc (c); 1e: The fusion device is in good position under the endoscope; 1f, 1g: Postoperative X rays revealed all pedicle screws and fusion cage in good position; 1h: Lumbar CT indicated interbody fusion at the last follow-up.

Luan 等^[11]通过 UBE-TLIF 和 MIS-TLIF 的荟萃分析得出, 与 MIS-TLIF 相比, UBE-TLIF 治疗腰椎退行性疾病具有术中出血少、术后腰背疼痛轻、住院时间短、早期功能恢复快等优点, 还可以达到与 MIS-TLIF 相似的融合率和临床效果。Yu 等^[12]对纳入的 61 例患者进行研究, 结果表明, UBE-TLIF 的手术时间较长、隐性出血量较多, 差异有统计学意义, 两组在改善症状、住院时间、植骨量体积及椎间融合率方面, 差异无统计学意义, 这可能与 UBE 的学习曲线陡峭有关^[13]。

本文通过回顾性分析发现, UBE-TLIF 组在手术时间、术中出血量、下床时间、住院时间优于 MIS-TLIF 组, 差异有统计学意义; 两组间术后不同时间节点 VAS 评分、JOA 评分、ODI、硬膜囊面积、责任节段椎间隙高度对比, 差异无统计学意义。与 MIS-TLIF 相比, UBE-TLIF 同样可以达到椎间融合的效果, 在并发症方面, 两组差异也无统计学意义。本研究认为 UBE-TLIF 治疗 LSS 合并腰椎失稳具有安全性和可行性, 是一种可以选择的微创术式。

有研究表明, 硬膜撕裂是 UBE 技术最常见的并发症, 可能由于本身椎管狭窄严重, 导致黄韧带与硬膜粘连, 初学者未能有效处理渗血, 致使术野模糊, 盲目剥离黄韧带时造成硬膜撕裂^[14]。本研究中出现 1 例硬膜撕裂, 主要是早期行对侧减压时, 由于硬膜囊的遮挡, 剥离对侧黄韧带时引起。随着临床病例增多, 技术不断完善, 为了避免此类情况的发生, 笔者认为需要对侧减压时, 建议暂时保留同侧大部分黄韧带^[15], 以减少硬膜囊和同侧神经根损伤的风险, 特别是在严重 LSS 的情况下, 如果先将同侧黄韧带移除, 硬膜囊的漂浮会导致“跨顶”困难, 增加硬膜囊损伤的风险, 同时引起对侧视野受阻, 不利于对侧减压, 这与 Wang 等^[16]的观点一致, 对侧减压是否彻底, 笔者认为能清晰暴露对侧神经根外缘及对侧椎间盘结构为准。

综上所述, 通过 UBE-TLIF 和 MIS-TLIF 两种术式对多节段 LSS 的责任节段进行治疗, 均可取得满意临床效果, 还可以减轻患者经济负担, 减少医源性损伤。与 MIS-TLIF 相比, UBE-TLIF 在手术时间、

术中出血量、下床时间、住院时间具有优势。本文也存在一定不足，缺乏长期数据的大型前瞻性多中心群组研究。

参考文献

- [1] Katz JN, Zimmerman ZE, 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.
- [2] Park DK, Weng C, Zakko P, et al. Unilateral biportal endoscopy for lumbar spinal stenosis and lumbar disc herniation [J]. *JBJS Essential Surg Tech*, 2023, 13 (2): e22. DOI: 10.2106/JBJS.ST.22.0020.
- [3] 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.
Kong FG, Zhou Q, Qiao Y, et al. Comparison of unilateral biportal endoscopic transforaminal lumbar interbody fusion versus minimally invasive tubular transforaminal lumbar interbody fusion for lumbar degenerative disease [J]. *Chinese Journal of Reparative and Reconstructive Surgery*, 2022, 36 (5): 592-599. DOI: 10.7507/1002-1892.202201005.
- [4] Murata S, Nagata K, Iwasaki H, et al. Long-term outcomes after selective microendoscopic laminotomy for multilevel lumbar spinal stenosis with and without remaining radiographic stenosis: a 10-year follow-up study [J]. *Spine Surg Relat Res*, 2022, 6 (5): 488-496. DOI: 10.22603/ssrr.2021-0200.
- [5] Kim YS, Park SJ, Oh IS, et al. The clinical effect of gait load test in two level lumbar spinal stenosis [J]. *Asian Spine J*, 2009, 3 (2): 96-100. DOI: 10.4184/asj.2009.3.2.96.
- [6] Bui AT, Trinh GM, Wu MH, et al. Indications for and outcomes of three unilateral biportal endoscopic approaches for the decompression of degenerative lumbar spinal stenosis: a systematic review [J]. *Diagnostics (Basel)*, 2023, 13 (6): 1092. DOI: 10.3390/diagnostics13061092.
- [7] Kang MS, Heo DH, Kim HB, et al. Biportal endoscopic technique for transforaminal lumbar interbody fusion: review of current research [J]. *Int J Spine Surg*, 2021, 15 (suppl 3): S84-S92. DOI: 10.14444/8167.
- [8] Yang H, Cheng F, Hai Y, et al. Unilateral biportal endoscopic lumbar interbody fusion enhanced the recovery of patients with the lumbar degenerative disease compared with the conventional posterior procedures: a systematic review and meta-analysis [J]. *Front Neurol*, 2023, 13: 1089981. DOI: 10.3389/fneur.2022.1089981.
- [9] Sakhrekar R, Ha JS, Han HD, et al. The past, present, and future of unilateral biportal endoscopy with a technical note on novel endoscopic visualization pedicle screw insertion technique and UBE-transforaminal lumbar interbody fusion technique with literature review [J]. *J Orthop Case Rep*, 2023, 13 (12): 165-171. DOI: 10.13107/jocr.2023.v13.i12.4120.
- [10] Fan Z, Wu X, Guo Z, et al. Unilateral biportal endoscopic lumbar interbody fusion (ULIF) versus endoscopic transforaminal lumbar interbody fusion (Endo-TLIF) in the treatment of lumbar spinal stenosis along with intervertebral disc herniation: a retrospective analysis [J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2024, 25 (1): 186. DOI: 10.1186/s12891-024-07287-3.
- [11] Luan H, Peng C, Liu K, et al. Comparing the efficacy of unilateral biportal endoscopic transforaminal lumbar interbody fusion and minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion in lumbar degenerative diseases: a systematic review and meta-analysis [J]. *J Orthop Surg Res*, 2023, 18 (1): 888. DOI: 10.1186/s13018-023-04393-1.
- [12] Yu Q, Hu X, Pan X, et al. Early efficacy and safety of unilateral biportal endoscopic lumbar interbody fusion versus minimal invasive in the treatment of lumbar degenerative diseases [J]. *Clin Spine Surg*, 2023, 36 (8): E390-E396. DOI: 10.1097/BSD.0000000000001470.
- [13] 裴少保, 杜怡斌, 尹宗生. 单侧双通道内镜与双侧椎旁肌间入路腰椎间融合比较 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2024, 32 (5): 410-416. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2024.05.05.
Pei SB, Du YB, Yin ZS. Unilateral biportal endoscope versus bilateral paravertebral intermuscular approaches for lumbar interbody fusion [J]. *Orthopedic Journal of China*, 2024, 32 (5): 410-416. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2024.05.05.
- [14] 赵广超, 吴天亮, 夏大宝, 等. 两种术式治疗腰椎管狭窄症的临床比较 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2023, 31 (11): 967-973. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.11.02.
Zhao GC, Wu TL, Xia TB, et al. Comparison of two surgical procedures in the treatment of lumbar spinal stenosis [J]. *Orthopedic Journal of China*, 2023, 31 (11): 967-973. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.11.02.
- [15] Lee DH, Lee DG, Park CK, et al. Saving stabilizing structure treatment with bilateral-contralateral decompression for spinal stenosis in degenerative spondylolisthesis using unilateral biportal endoscopy [J]. *Neurospine*, 2023, 20 (3): 931-939. DOI: 10.14245/ns.2346504.252.
- [16] Wang X, Tian Z, Mansuerjiang M, et al. A single-arm retrospective study of the clinical efficacy of unilateral biportal endoscopic transforaminal lumbar interbody fusion for lumbar spinal stenosis [J]. *Front Surg*, 2023, 9: 1062451. DOI: 10.3389/fsurg.2022.1062451.

(收稿:2024-05-10 修回:2024-07-02)

(同行评议专家: 刘宏建, 廖文胜, 周红刚)

(本文编辑: 郭秀婷)