

引用格式:田青松,熊会会,朱天波,等.微创和开放式经椎间孔腰椎椎体间融合术在双节段腰椎管狭窄症中的临床疗效比较[J].巴楚医学,2025,8(3):29-35. DOI: 10.3969/j.issn.2096-6113.2025.03.005

Cite as: Tian Q S, Xiong H H, Zhu T B, et al. Comparison of Clinical Efficacy between Minimally Invasive Surgery and Open Transforaminal Lumbar Interbody Fusion in Dual Segment Lumbar Spinal Stenosis[J]. Bachu Medical Journal, 2025, 8(3): 29-35. DOI: 10.3969/j.issn.2096-6113.2025.03.005

微创和开放式经椎间孔腰椎椎体间融合术在双节段腰椎管狭窄症中的临床疗效比较

田青松 熊会会 朱天波 李新志 黄卫

(三峡大学附属仁和医院 骨科,湖北宜昌 443000)

摘要: **目的:**比较微创手术经椎间孔腰椎椎体间融合术(MIS-TLIF)和开放式 TLIF 治疗双节段腰椎管狭窄症(LSS)的临床效果。**方法:**回顾性分析 2020 年 1 月—2022 年 12 月于三峡大学附属仁和医院接受手术治疗的 136 例双节段 LSS 患者的临床资料。根据手术方案不同,分为 MIS-TLIF 组($n=74$)和开放式 TLIF 组($n=62$),比较两组患者的临床疗效。**结果:**与开放式 TLIF 组相比,MIS-TLIF 组手术时间[(269.26±31.57) min vs (212.37±24.26) min]及透视次数[(13.27±1.52)次 vs (8.12±2.16)次]均明显增加,但 MIS-TLIF 组切口长度[(5.01±2.13) cm vs (7.03±1.62) cm]、术中出血量[(456.21±79.63) mL vs (701.32±110.49) mL]、切口引流量[(151.47±27.39) mL vs (236.22±23.61) mL]、卧床时间[(4.59±1.21) d vs (6.21±1.79) d]和住院时间[(9.00±1.37) d vs (13.04±2.12) d]均显著减少(均 $P<0.05$)。MIS-TLIF 组术后 1 周和 6 个月的腰痛视觉模拟量表(VAS)评分及术后 3 个月和 6 个月腿痛 VAS 评分均明显降低,C 级螺钉(1.35% vs 3.49%)和 D 级螺钉(0.22% vs 1.88%)明显少于开放式 TLIF 组(均 $P<0.05$)。两组患者术后总并发症发生率无明显差异。**结论:**对于双节段 LSS 患者,虽然 MIS-TLIF 需更多透视次数及更长手术时间,但术中出血量少且术后 1 周腰痛程度更轻,推荐 MIS-TLIF 用于临床双节段 LSS 患者的治疗。

关键词: 腰椎管狭窄症; 微创手术; 经椎间孔腰椎椎体间融合术

中图分类号: R681.5

文献标志码: A

文章编号: 2096-6113(2025)03-0029-07

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Comparison of Clinical Efficacy between Minimally Invasive Surgery and Open Transforaminal Lumbar Interbody Fusion in Dual Segment Lumbar Spinal Stenosis

Tian Qingsong Xiong Huihui Zhu Tianbo Li Xinzhi Huang Wei

(Department of Orthopedics, Affiliated Renhe Hospital of China Three Gorges University, Yichang 443000, China)

Abstract Objective: To compare the clinical efficacy of minimally invasive surgery transforaminal lumbar interbody fusion (MIS-TLIF) and open TLIF in the treatment of dual segment lumbar spinal stenosis (LSS).

基金项目:湖北省自然科学基金项目(2022CFB098)

作者简介:田青松,主治医师,E-mail: tqssqt@126.com

通信作者:黄卫,主任医师,E-mail: rhhuangwei@163.com

Methods: A retrospective analysis was conducted on clinical data from 136 patients with dual segment LSS who underwent surgical treatment at Renhe Hospital, Affiliated with China Three Gorges University, between January 2020 and December 2022. Based on the surgical approach, patients were divided into the MIS-TLIF group ($n=74$) and the open TLIF group ($n=62$). Clinical outcomes between the two groups were compared. **Results:** Compared with the open TLIF group, the MIS-TLIF group had significantly longer operative time [(269.26 ± 31.57) min vs (212.37 ± 24.26) min] and a greater number of fluoroscopic exposures [(13.27 ± 1.52) times vs (8.12 ± 2.16) times] (both $P < 0.05$). However, the MIS-TLIF group showed significantly shorter incision length [(5.01 ± 2.13) cm vs (7.03 ± 1.62) cm], lower intraoperative blood loss [(456.21 ± 79.63) mL vs (701.32 ± 110.49) mL], reduced drainage volume [(151.47 ± 27.39) mL vs (236.22 ± 23.61) mL], shorter bed rest duration [(4.59 ± 1.21) d vs (6.21 ± 1.79) d], and shorter hospital stay [(9.00 ± 1.37) d vs (13.04 ± 2.12) d] (all $P < 0.05$). The visual analogue scale (VAS) for low back pain at 1 week and 6 months after surgery, as well as the VAS scores for leg pain at 3 months and 6 months after surgery were significantly reduced in the MIS-TLIF group. Additionally, the incidence of C-grade screws (1.35% vs 3.49%) and D-grade screws (0.22% vs 1.88%) was significantly lower in the MIS-TLIF group (both $P < 0.05$). There was no significant difference in the overall complication rates between the two groups. **Conclusion:** For patients with dual segment LSS, although MIS-TLIF requires a longer operative time and more fluoroscopic exposures, it is associated with less intraoperative bleeding, milder postoperative pain, and faster recovery. MIS-TLIF is recommended as an effective surgical option for the treatment of dual segment LSS in clinical practice.

Keywords lumbar spinal stenosis (LSS); minimally invasive surgery (MIS); transforaminal lumbar interbody fusion (TLIF)

腰椎退行性疾病的发病率正随着人口老龄化而逐年攀升^[1]。腰椎管狭窄症(lumbar spinal stenosis, LSS)为常见的腰椎退行性疾病。成人LSS的患病率约为11%,并随年龄的增长而提高^[2-3]。腰椎融合术普遍应用于腰椎退行性病变等疾病中,是消除或缓解症状的重要方法^[4]。后路腰椎椎间融合术(posterior lumbar interbody fusion, PLIF)和经椎间孔腰椎椎体间融合术(transforaminal lumbar interbody fusion, TLIF)作为治疗LSS的两种经典术式被广泛开展^[5]。PLIF是最早用于治疗LSS的术式,但其手术创伤大、并发症多、恢复缓慢,且PLIF对后柱结构的破坏易导致医源性不稳定^[6]。1982年Harms等提出的TLIF弥补了始于1943年Briggs等提出的PLIF的诸多不足,TLIF被证实为一种较PLIF更安全有效且并发症更低的术式^[7]。TLIF的优点是通过去除部分关节突关节来显露神经以减少对神经根的牵引,并避免棘突的切除来保持后柱的完整性。随着微创手术(minimally invasive surgery, MIS)的发展,Foley等^[8]于2003年首次提出经wistle入路在可扩张管道下行TLIF手术,并将该微创手术命名为MIS-TLIF。其通过多裂肌与最长肌间隙实现TLIF以减少椎旁肌和软组织损伤。与开放式TLIF相比,MIS-TLIF具有更令人满意的结果和可接受的并发症^[9]。但以

上对比多基于单节段腰椎退行性疾病,在双节段腰椎疾病中的优劣仍存在争议^[10]。双节段LSS正逐渐增多,且尤以双节段LSS常见^[11]。目前,MIS-TLIF较开放式TLIF对双节段LSS是否仍有优势尚缺乏研究。本文回顾性研究MIS-TLIF和开放式TLIF在双节段LSS患者中的疗效,为双节段LSS寻求最佳的术式。

1 资料与方法

1.1 研究对象

回顾性分析2020年1月—2022年12月于三峡大学附属仁和医院骨科接受手术治疗的136例双节段LSS患者的临床资料,根据手术方案不同,分为开放式TLIF组($n=62$)和MIS-TLIF组($n=74$)。本研究已通过三峡大学附属仁和医院伦理委员会审查批准(批号:2022KY28)。

纳入标准:①具有典型临床表现的LSS,有间歇性跛行病史,存在不同程度的腰痛或下肢疼痛麻木等症状;②CT、MRI检查示腰椎相邻两节段均存在椎管狭窄,根据椎管狭窄严重程度的Schizas分级标准,双节段椎管狭窄严重程度分级均 \geq B级(即中度椎管狭窄)^[12];③临床表现和影像学资料相符合;④经保守

治疗 3 个月以上无效或症状加重,严重影响工作或生活;⑤资料完整。

排除标准:①单节段或者三节段及以上 LSS;②非退行性改变引起的 LSS;③明显脊柱后凸或侧凸畸形,腰椎不稳定或腰椎滑脱^[13];④病变节段有椎管内手术史或神经阻滞治疗史;⑤合并脊柱外伤,椎间隙感染、结核、肿瘤等;⑥伴严重内科疾病不能耐受手术;⑦合并精神相关疾病影响功能评价;⑧不完整的影像学数据和随访缺失。

1.2 手术步骤

所有患者行全身麻醉,俯卧于可透视手术床,腹部悬空,用 C 臂机透视腰椎侧位片并定位标记拟手术切口,消毒铺巾。

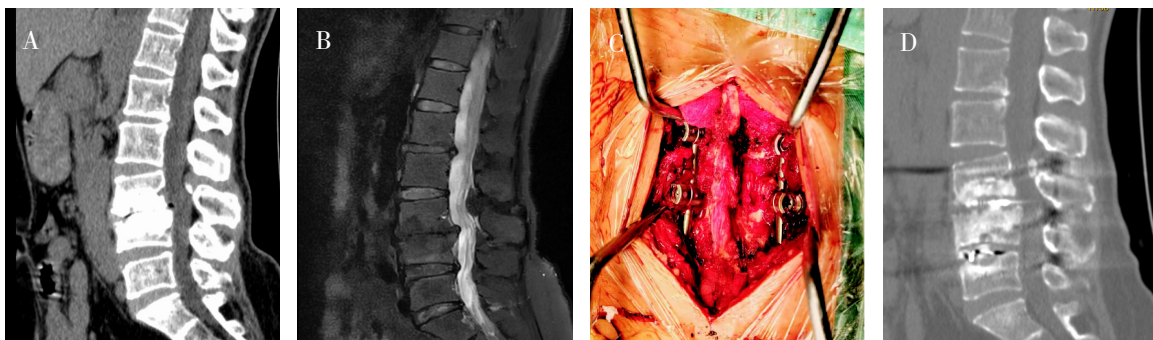
1.2.1 开放式 TLIF

取后正中纵行切口,切开皮肤,电刀和骨膜剥离器紧贴棘突、椎板和关节囊,剥离双侧椎旁肌。植入定位针并通过 C 臂透视确认节段。建立 6 处椎弓根螺钉钉道,暂不置钉,用超声骨刀和椎板咬骨钳切除责任节段的部分关节突关节、椎板和黄韧带,显露硬膜囊和神经根,行神经根管探查减压。切除突出的椎

间盘,髓核钳摘除椎间隙剩余髓核组织,用终板刮匙搔刮上下终板,生理盐水冲洗椎间隙。自体骨咬碎后,填入椎间隙,将填满自体骨粒的融合器斜向置入椎间隙并夯实,明胶海绵覆盖硬膜囊。同样的方式减压融合另一节段。根据术前临床表现和影像学检查规划对侧是否减压。双侧置钉(6 枚)并安装固定杆。C 臂透视正侧位确定椎弓根钉以及融合器位置良好,使用双极电凝彻底止血,双侧植入引流管并固定,逐层缝合切口,见图 1。

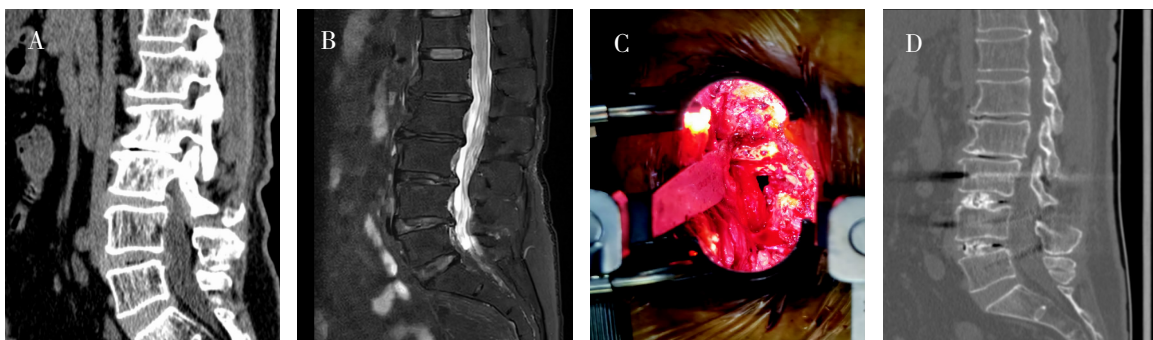
1.2.2 MIS-TLIF

取后正中纵行切口,切开皮肤,正中旁开约 2.5 cm,用电刀纵行切开腰背筋膜,用导棒分离多裂肌与最长肌间隙,用逐级扩张器扩张肌间隙,放置 Quadrant 通道并进行通道下操作。钉道建立和减压植骨融合同开放式 TLIF。同样方式建立通道、钉道并减压融合另一节段。撤离通道,置入椎弓根螺钉并安装固定杆。根据术前临床表现和影像学检查规划对侧是否减压。非减压节段按上述方式建立通道和置钉,安装固定杆。C 臂透视和切口处理同开放式 TLIF,见图 2。



注:A:术前矢状位 CT; B:术前矢状位 MRI; C:术野直视图; D:术后 1 年矢状位 CT。

图 1 开放式 TLIF 代表病例



注:A:术前矢状位 CT; B:术前矢状位 MRI; C:术野直视图; D:术后 1 年矢状位 CT。

图 2 单切口 MIS-TLIF 代表病例

1.3 术后处理

术后行抗感染、缓解神经根水肿、止痛及营养神经等治疗,观察下肢活动及疼痛麻木乏力改善情况。术后 2 天拔除引流管,术后 3 天 X 射线复查,术后 4

天在宽护腰带保护下下床活动。术后 1 个月内加强双下肢肌肉功能锻炼以预防下肢静脉血栓和肌肉萎缩,复查并拍摄 X 射线及指导腰背部功能锻炼,术后 3 个月复查及行 CT 检查。

1.4 观察指标

记录两组患者手术时间、X 射线透视次数、出血量、引流量、切口长度、卧床及住院时间、并发症。采用视觉模拟量表 (visual analogue scale, VAS) 和 Oswestry 功能障碍指数 (Oswestry disability index, ODI) 评估术后临床疗效^[14]。记录术前、术后 1 周、术后 3 个月及术后 6 个月的腰痛 VAS 评分、腿痛 VAS 评分和 ODI 指数。

运用本院影像归档与传输系统软件在重建 CT 扫描上评估融合。融合评估由两名未参与手术的研究者独立进行。评估依据术后 1 年腰椎 CT。采用改良脊柱融合分级量表 (brantigan-steffee-fraser, mBSF) 评估椎间融合, 结果分为 I 级 (影像学假关节)、II 级 (不确定融合) 和 III 级 (完全影像学融合)^[15]。运用改良 Gertzbein-Robbins 分级量表记录每个螺钉的位置, 评估螺钉置入精度。根据螺钉与椎弓根边界的距离及偏移程度, 分为 A 级 (完全在椎弓根内)、B 级 (偏移 ≤ 2 mm)、C 级 (2 mm < 偏移 ≤ 4 mm) 和 D 级 (偏移 > 4 mm)。临床上可接受 < 2 mm 的偏移, 因此 A 级和 B 级不需要二次手术调整^[16]。

1.5 统计学方法

采用 SPSS 22.0 进行数据统计分析, 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 $n(\%)$ 表示, 两组间比较采用 χ^2 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者一般资料比较

开放式 TLIF 组中男性占 59.68%, 平均年龄为 (62.31 ± 7.51) 岁; MIS-TLIF 组中男性占 58.11%, 平均年龄为 (64.27 ± 6.23) 岁。两组患者一般临床资料无显著差异 (均 $P > 0.05$), 见表 1。

2.2 两组患者手术相关资料对比

与开放式 TLIF 组相比, MIS-TLIF 组手术时间 [(269.26 ± 31.57) min vs (212.37 ± 24.26) min] 及透视次数 [(13.27 ± 1.52) 次 vs (8.12 ± 2.16) 次] 均明显增加; MIS-TLIF 组切口长度 [(5.01 ± 2.13) cm vs (7.03 ± 1.62) cm]、术中出血量 [(456.21 ± 79.63) mL vs (701.32 ± 110.49) mL]、切口引流量 [(151.47 ± 27.39) mL vs (236.22 ± 23.61) mL]、卧床时间 [(4.59 ± 1.21) d vs (6.21 ± 1.79) d] 和住院时间 [(9.00 ± 1.37) d vs (13.04 ± 2.12) d] 均显著减少 (均 $P < 0.05$), 见表 2。

表 1 两组患者一般临床资料比较 ($\bar{x} \pm s$), $n(\%)$

项目	开放式 TLIF 组 ($n=62$)	MIS-TLIF 组 ($n=74$)	t/χ^2	P	
年龄/岁	62.31 ± 7.51	64.27 ± 6.23	1.664	0.099	
性别	男	37(59.68)	43(58.11)	0.034	0.854
	女	25(40.32)	31(41.89)		
BMI/(kg/m ²)	26.51 ± 5.27	27.39 ± 4.72	1.027	0.306	
I°腰椎滑脱	12(19.35)	16(21.62)	0.105	0.746	
手术节段	L3~L5	24(38.71)	26(35.14)	0.184	0.668
	L4~S1	38(61.29)	48(64.86)		
糖尿病	5(8.06)	6(8.11)	<0.001	0.993	
吸烟	10(16.13)	12(16.22)	<0.001	0.989	
饮酒	13(20.97)	15(20.27)	0.010	0.921	

注: BMI: 身体质量指数; L: 腰椎; S: 骶椎。

表 2 两组患者手术相关信息比较 ($\bar{x} \pm s$)

项目	开放式 TLIF 组 ($n=62$)	MIS-TLIF 组 ($n=74$)	t	P
手术时间/min	212.37 ± 24.26	269.26 ± 31.57	11.604	<0.001
X 射线透视次数/次	8.12 ± 2.16	13.27 ± 1.52	16.264	<0.001
术中出血量/mL	701.32 ± 110.49	456.21 ± 79.63	-14.994	<0.001
切口引流量/mL	236.22 ± 23.61	151.47 ± 27.39	-19.125	<0.001
切口长度/cm	7.03 ± 1.62	5.01 ± 2.13	-6.127	<0.001
卧床时间/d	6.21 ± 1.79	4.59 ± 1.21	-6.264	<0.001
住院时间/d	13.04 ± 2.12	9.00 ± 1.37	-13.396	<0.001

2.3 VAS评分和ODI指数变化

MIS-TLIF组术后1周[(1.97±0.47)分 vs (2.81±0.51)分]和术后6个月[(1.01±0.17)分 vs (1.12±0.21)分]腰痛VAS评分明显低于开放式TLIF组(均 $P < 0.05$)。MIS-TLIF组术后3个月

[(1.19±0.17)分 vs (1.27±0.24)分]和术后6个月[(0.91±0.11)分 vs (1.01±0.13)分]腿痛VAS评分明显低于开放式TLIF组(均 $P < 0.05$)。MIS-TLIF组术前及术后各时点ODI值均小于开放式TLIF组(均 $P < 0.05$),见表3。

表3 两组患者随访期间VAS评分和ODI指数的变化($\bar{x} \pm s$)

项目	开放式 TLIF 组(n=62)	MIS-TLIF 组(n=74)	t	P	
腰痛 VAS 评分/分	术前	6.21±1.37	6.57±1.12	1.686	0.094
	术后1周	2.81±0.51	1.97±0.47	-9.985	<0.001
	术后3个月	1.32±0.32	1.26±0.29	-1.146	0.254
	术后6个月	1.12±0.21	1.01±0.17	-3.376	<0.001
腿痛 VAS 评分/分	术前	7.32±1.49	7.01±1.27	-1.310	0.193
	术后1周	2.73±0.42	2.61±0.31	-1.914	0.058
	术后3个月	1.27±0.24	1.19±0.17	-2.268	0.025
	术后6个月	1.01±0.13	0.91±0.11	-4.860	<0.001
ODI/%	术前	73.21±7.21	69.53±6.52	-3.124	0.002
	术后1周	16.72±3.51	14.21±2.97	-4.518	<0.001
	术后3个月	14.51±2.56	13.21±2.02	-3.309	0.001
	术后6个月	11.62±3.71	10.27±3.26	-2.258	0.026

注:VAS:视觉模拟量表;ODI:Oswestry 功能障碍指数。

2.4 两组患者融合率及螺钉位置分布情况比较

开放式 TLIF 组中 36 例(58.06%)为 II 级融合、26 例(41.94%)为 III 级融合,MIS-TLIF 组中有 41 例(55.41%)为 II 级融合,33 例(44.59%)为 III 级融合,两组各级椎体间融合率无显著差异(均 $P > 0.05$)。开放式 TLIF 组共植入 372 颗螺钉,其中 A 级螺钉 281(75.54%);MIS-TLIF 组共植入 444 颗螺钉,其中 A 级螺钉 346(77.93%)。与开放式 TLIF 组相比,MIS-TLIF 组 C 级螺钉率(1.35% vs 3.49%)和 D 级螺钉率(0.22% vs 1.88%)明显更低(均 $P < 0.05$),见表4。

表4 两组患者融合率及螺钉位置分布情况比较[n(%)]

项目	开放式 TLIF 组(n=62)	MIS-TLIF 组(n=74)	χ^2	P
II 级融合	36(58.06)	41(55.41)	0.096	0.756
III 级融合	26(41.94)	33(44.59)		
A 级螺钉	281(75.54)	346(77.93)	0.649	0.421
B 级螺钉	71(19.09)	91(20.50)	0.252	0.615
C 级螺钉	13(3.49)	6(1.35)	4.083	0.043
D 级螺钉	7(1.88)	1(0.22)	4.142	0.042

2.5 两组患者并发症发生情况

两组患者均未出现内植入物松动、移位、断裂等并发症。与开放式 TLIF 组相比,MIS-TLIF 组切口愈合不良率(0.00% vs 8.06%)更低($P < 0.05$)。两

组患者硬膜囊撕裂、神经损伤及总并发症发生率无明显差异(均 $P > 0.05$),见表5。

表5 两组患者手术并发症比较[n(%)]

并发症	开放式 TLIF 组(n=62)	MIS-TLIF 组(n=74)	χ^2	P
切口愈合不良	5(8.06)	0(0.00)	-	0.018 ^a
硬膜囊撕裂	2(3.23)	7(9.46)	1.232	0.267
神经损伤	1(1.61)	3(4.05)	0.109	0.742
合计	8(12.90)	10(13.51)	0.011	0.917

注:^aFisher 精确检验。

3 讨论

本研究发现,在双节段 LSS 患者中,MIS-TLIF 组的透视次数及手术时间更长。这与 MIS-TLIF 术中的通道建立及通道下操作的局限性有关。透视次数的增加亦延长了手术时间,增加了医患的辐射暴露^[10]。研究发现^[17],与开放式 TLIF 相比,MIS-TLIF 手术时间增加 126.3 min,透视时间增加 22.9 s。但 MIS-TLIF 组的切口长度显著短于开放式 TLIF 组,且其出血量和引流量显著少于开放式 TLIF 组,更符合微创手术的特征。微创脊柱手术在脊柱疾病的治疗中发挥举足轻重的作用,可改善患者的治疗效果并降低并发症的发生率^[18]。在 VAS 评分比较中,MIS-

TLIF 组患者术后 1 周腰痛 VAS 评分显著低于开放式 TLIF 组。这表明 MIS-TLIF 组在早期缓解腰痛方面优于开放式 TLIF,可能得益于其微创的属性,因此对软组织损伤更小。术后恢复期间,MIS-TLIF 组患者的卧床时间更短、出院时间更早,符合当前加速康复外科(enhanced recovery after surgery, ERAS)的理念^[19]。研究发现^[20],ERAS 在 MIS-TLIF 中安全有效,具有重要的临床价值。

根据 mBSF 量表评估融合情况,两组患者均无影像学假关节形成且术后椎体间融合率无显著差异。这意味着 MIS-TLIF 不影响椎间融合。Zhai 等^[21]系统评价发现,MIS-TLIF 和开放式 TLIF 在多节段腰椎退行性疾病中的椎体间融合率无显著差异。这些研究表明,无论是开放式还是微创 TLIF,术后融合率都能达到满意的结果。早期融合及融合的质量和数量是椎间手术需要考虑的关键因素,决定手术融合效果的评价。延迟愈合和椎间假关节预示预后不良,且具有极高的螺钉松动和融合器下沉等并发症风险^[22]。

在螺钉精确性方面,开放式 TLIF 组中 C、D 级螺钉明显多于 MIS-TLIF 组。螺钉穿透椎弓根外侧壁,限制螺钉长度,降低把持力,增加血管损伤风险;螺钉穿透椎弓根内侧壁导致神经损伤,必要时需要手术调整。可能归因于 MIS-TLIF 组通道可实现螺钉方向的自由调整,而开放式 TLIF 组中因肌肉阻挡而导致螺钉内倾角被动减少及螺钉进针点内移。MIS-TLIF 有助于提升 TLIF 术式的螺钉准确植入率,术后并发症及不良预后与螺钉误植具有重要关联。Liu 等^[23]研究表明,相对于术中 CT 导航辅助下的开放式 TLIF,导航辅助下的 MIS-TLIF 具有更小的侵入性、更高的螺钉置入精度、更少的失血量和更短的住院时间。然而,MIS-TLIF 的学习曲线更陡峭,这需要我们高度重视^[24]。一项关于 MIS-TLIF 学习曲线的大样本研究发现^[25],只有经过至少 44 例手术后,主刀医生才能真正掌握手术技能、缩短手术时间,患者才能获得满意的临床疗效。

在并发症方面,开放式 TLIF 组有 5 例切口愈合不良,表明其对软组织的损伤远高于 MIS-TLIF。MIS-TLIF 组有 7 例硬膜囊撕裂,硬膜囊撕裂将导致脑脊液漏出,通过显微缝合和肉泥封堵裂缝,并实施头低脚高体位和延迟拔除引流管,均未导致不良后果。自体脂肪移植和明胶海绵填塞在处理脑脊液漏方面的安全性和有效性也得到了证实^[26]。统计分析发现^[27],对于 MIS-TLIF 而言,4% 的初次手术和 19% 的翻修手术中发生了硬膜囊撕裂。肥胖患者行

双节段腰椎后路椎体融合术,发生硬膜囊撕裂等并发症的发生率偏高^[28]。上述研究结果表明,MIS-TLIF 手术的适应证应严格控制,对于肥胖及翻修的病例需谨慎。

本研究由于病例较少且为单中心研究,存在一定的局限性。在后续研究中,我们将进行多中心研究扩大样本量,以期寻求更加可靠的结果指导临床。综上所述,在双节段 LSS 的手术治疗中,虽然 MIS-TLIF 需更多透视次数及更长手术时间,但术中出血量少且术后 1 周腰痛程度更轻,推荐 MIS-TLIF 用于双节段 LSS 患者的治疗。

参考文献:

- [1] Liu X W, Zhao T Y, Sun C X, et al. Evaluation and analysis of surgical treatment for single-level or multi-level lumbar degenerative disease based on radiography [J]. *Quant Imaging Med Surg*, 2024, 14(2): 1441-1450.
- [2] Xiao X, Duan H, Pan X, et al. Fusion rate and complications of oblique lumbar interbody fusion and transforaminal lumbar interbody fusion in the treatment of lumbar degenerative diseases: a meta-analysis [J]. *Front Surg*, 2024, 11: 1374134.
- [3] Yuan H J, Yi X B. Lumbar spinal stenosis and minimally invasive lumbar decompression: a narrative review [J]. *J Pain Res*, 2023, 16: 3707-3724.
- [4] 程志坚, 贺西京. 腰椎融合术选择策略及发展趋势 [J]. *中国骨伤*, 2024, 37(8): 746-749.
- [5] Li W, Wei H B, Zhang R. Different lumbar fusion techniques for lumbar spinal stenosis: a Bayesian network meta-analysis [J]. *BMC Surg*, 2023, 23(1): 345.
- [6] 马晓敏, 董军峰, 张鹏. 腰椎管狭窄症的手术治疗现状 [J]. *巴楚医学*, 2021, 4(4): 125-128.
- [7] Drossopoulos P N, Ononogbu-Uche F C, Tabarestani T Q, et al. Evolution of the transforaminal lumbar interbody fusion (TLIF): from open to percutaneous to patient-specific [J]. *J Clin Med*, 2024, 13(8): 2271.
- [8] Foley K T, Holly L T, Schwender J D. Minimally invasive lumbar fusion [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2003, 28(15 Suppl): S26-S35.
- [9] Chen X, Lin G X, Rui G, et al. Comparison of perioperative and postoperative outcomes of minimally invasive and open TLIF in obese patients: a systematic review and meta-analysis [J]. *J Pain Res*, 2022, 15: 41-52.
- [10] Hu W R, Yang G, Wang H Q, et al. Which is better in

- clinical and radiological outcomes for lumbar degenerative disease of two segments: mis-TLIF or OPEN-TLIF [J]. *J Pers Med*, 2022, 12(12): 1977.
- [11] 张玉红, 冯波, 苏炜良, 等. 单侧双通道脊柱内镜技术椎管减压术治疗双节段腰椎管狭窄症的早期临床疗效[J]. *中国修复重建外科杂志*, 2023, 37(6): 706-712.
- [12] Holc F, Albani-Forneris A, Kido G, et al. Independent inter and intra-observer agreement of the schizas' s classification of degenerative lumbar stenosis: comparison among three levels of surgical training[J]. *Rev Esp Cir Ortop Traumatol*, 2023, 67(3): T175-T180.
- [13] Koslosky E, Gendelberg D. Classification in brief: the meyerding classification system of spondylolisthesis[J]. *Clin Orthop Relat Res*, 2020, 478(5): 1125-1130.
- [14] Norisyam Y, Salim A A, Bahrin Z, et al. Lateral lumbar spinal stenosis: associations with the oswestry disability index, visual analogue scale, and magnetic resonance imaging[J]. *Cureus*, 2023, 15(12): e50475.
- [15] Lee S, Jung J W, Lee S W, et al. Fusion assessment of oblique lumbar interbody fusion using demineralized bone matrix: a 2-year prospective study [J]. *Neurospine*, 2023, 20(4): 1205-1216.
- [16] Zhao W H, Wang Y, Zhang H, et al. Analysis of the screw accuracy and postoperative efficacy of screw placement in single position and bipedal position in robot-assisted oblique lumbar interbody fusion: preliminary results of mazor X stealth usage[J]. *Orthop Surg*, 2024, 16(2): 401-411.
- [17] Arif S, Brady Z, Enchev Y, et al. Minimising radiation exposure to the surgeon in minimally invasive spine surgeries: a systematic review of 15 studies[J]. *Orthop Traumatol Surg Res*, 2021, 107(7): 102795.
- [18] Park S M, Kim H J, Yeom J S. Is minimally invasive surgery a game changer in spinal surgery [J]. *Asian Spine J*, 2024, 18(5): 743-752.
- [19] Robertson S C. Enhanced recovery after surgery (ERAS) spine pathways and the role of perioperative checklists[J]. *Adv Tech Stand Neurosurg*, 2024, 49: 73-94.
- [20] Guo T C, Ding F F, Fu B F, et al. Efficacy and safety of enhanced recovery after surgery (ERAS) protocols for patients undergoing minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion surgery: a systematic review and meta-analysis [J]. *World Neurosurg*, 2024, 188: 199-210.
- [21] Zhai W J, Wang Z K, Liu H L, et al. Comparison between minimally invasive and open transforaminal lumbar interbody fusion for the treatment of multi-segmental lumbar degenerative disease: a systematic evaluation and meta-analysis[J]. *Exp Ther Med*, 2024, 27(4): 162.
- [22] Kim S H, Park Y, Shin J W, et al. Accelerated fusion dynamics by recombinant human bone morphogenetic protein-2 following transforaminal lumbar interbody fusion, particularly in osteoporotic conditions[J]. *Spine J*, 2024, 24(11): 2078-2085.
- [23] Liu J B, Wu J L, Zuo R, et al. Does MIS-TLIF or TLIF result in better pedicle screw placement accuracy and clinical outcomes with navigation guidance [J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2022, 23(1): 153.
- [24] Garg B, Mehta N. Minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion (MI-TLIF): a review of indications, technique, results and complications[J]. *J Clin Orthop Trauma*, 2019, 10(Suppl 1): S156-S162.
- [25] Lee K H, Yeo W, Soeharno H, et al. Learning curve of a complex surgical technique: minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion (MIS TLIF) [J]. *J Spinal Disord Tech*, 2014, 27(7): E234-E240.
- [26] Pruttikul P, Sutthiwongkit T, Kunakornsawat S, et al. Enhanced technique of dural closure using autologous fat graft and Gelfoam for effective management of dural tear following interlaminar endoscopic lumbar spine surgery [J]. *Eur Spine J*, 2024, 33(7): 2886-2891.
- [27] Kang M S, Park J Y, Kim K H, et al. Minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion with unilateral pedicle screw fixation: comparison between primary and revision surgery [J]. *Biomed Res Int*, 2014, 2014: 919248.
- [28] 孟海, 倪嘉帅, 苏楠, 等. 肥胖因素对后路椎间融合术治疗双节段腰椎退行性疾病的影响[J]. *颈腰痛杂志*, 2023, 44(1): 46-49.

[收稿日期 2024-10-07]