

OLIF联合后路经皮椎弓根螺钉内固定技术与传统TLIF治疗腰椎滑脱症的近期疗效对比

王晋德, 梁卫东, 蔡晓宇, 郭海龙*

新疆医科大学第一附属医院脊柱外科, 新疆 乌鲁木齐

收稿日期: 2023年12月23日; 录用日期: 2024年1月17日; 发布日期: 2024年1月23日

摘要

目的: 比较斜外侧入路(OLIF)联合后路经皮椎弓根螺钉内固定技术与传统经椎间孔入路椎间融合术(TLIF)治疗腰椎滑脱症的近期临床疗效并明确OLIF手术适应证。方法: 回顾性分析新疆医科大学第一附属医院自2021年1月至2023年2月收治的54例符合纳入标准的腰椎滑脱症患者资料。根据手术入路不同, 分为OLIF + 后路经皮椎弓根螺钉固定组(21例)和TLIF + 后路椎弓根螺钉固定组(33例)。观察围术期情况(手术时间、术中出血量等); 同时, 比较手术前后腰痛视觉模拟疼痛评分(VAS)、Oswestry功能障碍指数(ODI)、影像学相关指标(椎间隙高度、椎间孔高度、腰椎前凸角、融合节段前凸角和椎体滑脱率)。结果: 54例患者均获得6个月随访。与TLIF组相比, OLIF组术中出血量、术后住院天数、术后3 d VAS评分及ODI指数, 均少于TLIF组, 但手术时间较长, 差异有统计学意义(均 $P < 0.05$)。但两组术后6个月疼痛VAS评分及ODI指数差异无统计学意义($P > 0.05$)。OLIF组术后3 d、3个月椎间隙高度、椎间孔高度优于TLIF组, 差异有统计学意义($P < 0.05$)。但两组术后6个月时椎间隙高度、椎间孔高度差异无统计学意义($P > 0.05$)。TLIF组与OLIF组术后3 d、6个月时腰椎前凸角、融合节段前凸角和腰椎滑脱率差异无统计学意义($P > 0.05$)。结论: 与TLIF相比, OLIF的住院时间更短、术中失血更少、术后疼痛缓解更快、术后功能恢复获益更好, 在轻中度腰椎滑脱且椎管内游离髓核较少的情况下推荐应用OLIF联合后路经皮椎弓根螺钉内固定技术。

关键词

腰椎滑脱, 斜外侧椎间融合术, 经椎间孔椎间融合术, 微创性, 经皮椎弓根螺钉内固定

Comparison of Early Clinical Effect between OLIF Combined with Posterior Percutaneous Pedicle Screw Fixation Technique and Conventional TLIF in the Treatment of Lumbar Spondylolisthesis

*通讯作者。

文章引用: 王晋德, 梁卫东, 蔡晓宇, 郭海龙. OLIF联合后路经皮椎弓根螺钉内固定技术与传统TLIF治疗腰椎滑脱症的近期疗效对比[J]. 临床医学进展, 2024, 14(1): 1173-1181. DOI: 10.12677/acm.2024.141170

Jinde Wang, Weidong Liang, Xiaoyu Cai, Hailong Guo*

Department of Spinal Surgery, The First Affiliated Hospital of Xinjiang Medical University, Urumqi Xinjiang

Received: Dec. 23rd, 2023; accepted: Jan. 17th, 2024; published: Jan. 23rd, 2024**Abstract**

Objective: To compare the short-term clinical outcomes of oblique lumbar interbody fusion (OLIF) combined with posterior percutaneous pedicle screw fixation and conventional transforaminal lumbar interbody fusion (TLIF) for treatment of lumbar spondylolisthesis and define the indications for OLIF surgery. **Methods:** A retrospective study was performed on 54 cases of patients with lumbar spondylolisthesis who were admitted from January 2021 to February 2023. Included patients were divided into 2 groups according to the surgical techniques: TLIF (transforaminal lumbar interbody fusion) (n = 33) and OLIF + PSF (OLIF combined with posterior spinal fixation) (n = 21). The perioperative conditions (operation time, length of hospital stay, intraoperative blood loss, etc.); at the same time, visual analogue scale (VAS), Oswestry dysfunction index (ODI), imaging related indicators (intervertebral space height, intervertebral foramen height, lumbar lordosis, fused segmental lordosis and vertebral slippage rate) were compared before and after surgery. **Results:** Fifty-four patients were followed up 6 months. Compared with the TLIF group, the OLIF group had less intraoperative blood loss and shorter length of hospital stay, as well as VAS and ODI 3 days after operation were lower, but the operation time was longer, the difference was statistically significant ($P < 0.05$). However, there was no significant difference between two groups in the postoperative VAS score and ODI score after 6 months ($P > 0.05$). The OLIF group was significantly superior to the TLIF group in the height of the vertebral space and the height of the intervertebral foramina at 3 days and 3 months postoperatively ($P < 0.05$). However, there was no significant difference between two groups at 6 months follow-up ($P > 0.05$). Additionally, there were no significant differences between two groups in the lumbar lordosis, fused segmental lordosis and vertebral slippage rate of spondylolisthesis at 3 days and 6 months postoperatively ($P > 0.05$). **Conclusion:** Compared with TLIF, OLIF has shorter hospital stay, less intraoperative blood loss, faster postoperative pain relief, and better benefit from postoperative functional recovery, and the combination of OLIF with posterior percutaneous pedicle screw internal fixation technique is recommended in mild to moderate lumbar spondylolisthesis and less intraspinal free nucleus pulposus.

Keywords**Lumbar Spondylolisthesis, Oblique Lumbar Interbody Fusion, Transforaminal Lumbar Interbody Fusion, Minimally Invasive, Percutaneous Pedicle Screw Internal Fixation**

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Open Access

1. 引言

腰椎滑脱症(lumbar spondylolisthesis, LS)是指由于椎间盘退行性改变、创伤等原因致使上下椎体发生相对位移,导致局部椎管狭窄,压迫神经根或硬膜囊,从而引起下腰痛或下肢神经症状,一般人群的患病率为4.1%~11.1% [1]。腰椎滑脱症患者由于腰椎不稳或继发性椎管狭窄,通常表现为腰骶部疼痛不适

伴或不伴有下肢放射痛、下肢麻木无力、间歇性跛行等，滑脱严重时可累及马尾神经，出现鞍区麻木不适和大小便障碍，严重影响患者的生活和工作。大多数患者最初接受保守治疗控制症状[2]。但是，对于症状严重或保守治疗的患者，手术治疗是一种很好的选择。

腰椎椎体间融合术是治疗腰椎滑脱症的常用手术方式。以经椎间孔腰椎椎间融合术(Transforaminal lumbar interbody fusion, TLIF)为代表的后外侧腰椎椎间融合术长期以来一直被广泛应用[3]，TLIF需切除单侧部分关节突，从椎间孔进入，减少了对硬膜囊和神经根的牵拉，并保留了后方结构的相对完整性，减少了对脊柱稳定性的影响。虽然TLIF临床疗效良好，然而，TLIF，包括微创TLIF(MIS-TLIF)，不仅需要术中剥离椎旁肌肉，还会导致并发症，如融合塌陷、神经损伤、脑脊液渗漏和术后椎旁肌肉萎缩等[4][5]；并且TLIF手术操作属于椎管内操作，有神经根和硬膜损伤的风险。

随着微创融合技术的发展，出现了许多的新型椎间融合手术，例如斜外侧腰椎椎间融合术(oblique lumbar interbody fusion, OLIF)。斜外侧腰椎椎间融合术(OLIF)是法国学者Silvestre于2012年提出的新型微创LIF[6]，现已广泛应用于腰椎疾病的治疗。该术式利用腰大肌及腹主动脉之间的自然间隙到达椎间隙进行椎间处理，避免了腰椎后路手术对椎旁肌肉的损伤，也降低了常规后路手术的风险，同时可以提供强有力的前柱支撑，充分恢复椎间高度及扩大椎间孔，达到间接减压的目的[7]。与TLIF相比，OLIF的侵入性较小，保留了脊柱的后柱稳定结构，并减少了软组织损伤，同时更容易恢复脊柱的冠状面和矢状面平衡，然而，由于腰椎前外侧手术通道的神经血管较多且结构复杂，因此可发生术后腰交感神经干损伤、股神经损伤和节段性动脉损伤，手术技术要求也较高。这两种手术方式各有优缺点。

由于TLIF和OLIF在手术方法和融合技术上的差异，目前尚不清楚OLIF手术是否具有更好的效果[8]。本研究旨在比较斜外侧入路(OLIF)联合后路经椎弓根螺钉内固定技术与传统经椎间孔入路椎间融合术(TLIF)治疗腰椎滑脱症的近期临床疗效的同时明确在腰椎滑脱症中OLIF的手术适应证。

2. 资料与方法

2.1. 临床资料

回顾性分析2021年1月至2023年2月在新疆医科大学第一附属医院脊柱外科行椎间融合术治疗的54例单节段腰椎滑脱患者资料。

纳入标准：①临床表现为急性或慢性腰背痛，伴或不伴有间歇性跛行，且有相对应的阳性体征；②影像学资料表现为Meyerding分型I、II度的单节段腰椎滑脱，并且椎管内游离髓核较少；③腰腿部症状经正规保守治疗3个月后效果不佳或病情进展；④随访时间超过6个月，随访影像学资料完整。⑤常规实验室及影像学检查未见明显手术禁忌证；⑥患者及其家属对治疗方案知情同意，并获得医学伦理委员会批准。

排除标准：①脊柱畸形患者(旋转、侧凸)；②腰椎肿瘤、腰椎感染、腰椎结核等；③II度以上腰椎滑脱；④重度骨质疏松，骨密度检测 $T > 2.5 SD$ ；⑤严重腰椎椎管狭窄；⑥既往腹部手术病史；合并有全身严重疾病或不能耐受手术；⑦OLIF与经椎弓根螺钉固定分期进行；⑧随访病史资料不全或失访。

根据手术入路不同分为OLIF+后路经椎弓根螺钉内固定(OLIF组)和TLIF+后路椎弓根螺钉固定(TLIF组)。OLIF组21例，男8例，女13例；年龄(52.52 ± 8.8)岁(范围：41~71岁)；Meyerding I型16例，II型5例；病变节段：L3-4：4例，L5-S1：2例，L4-5：15例；术前VAS评分为(5.7 ± 0.9)分，ODI指数为(48.7 ± 4.7)%，椎间隙高度为(4.1 ± 1.1) mm，椎间孔高度为(13.7 ± 1.5) mm，腰椎滑脱率为(32.9 ± 1.4)%。TLIF组33例，男14例，女19例；年龄(56.61 ± 8.0)岁(范围：44~74岁)；Meyerding I型25例，II型8例；病变节段：L2-3：4例，L3-4：6例，L4-5：20例，L5-S1：3例；术前VAS评分为(6.2 ± 1.1)

分, ODI 指数为 $(47.2 \pm 3.2)\%$, 椎间隙高度为 (3.8 ± 1.1) mm, 椎间孔高度为 (13.5 ± 1.3) mm, 腰椎滑脱率为 $(32.9 \pm 2.5)\%$ 。年龄($t = -1.755, P = 0.085$)、术前疼痛 VAS 评分($t = -1.853, P = 0.070$)、ODI 指数($t = 1.347, P = 0.184$)、椎间隙高度($t = 1.164, P = 0.250$)、椎间孔高度($t = 0.736, P = 0.465$)、腰椎滑脱程度($t = 0.002, P = 0.999$)比较差异无统计学意义($P > 0.05$)。

2.2. 手术方法

手术均由同一位高年资脊柱外科医师一期完成。

OLIF 组: 患者全身麻醉, 取右侧卧位, 躯体两侧垫枕使腹部悬空、避免受压, 术前 C 形臂 X 线机透视引导下定位。常规消毒铺巾后于左侧腋中线上作 3~5 cm 斜形切口, 依次切开皮肤、皮下、深筋膜, 并对腹外斜肌、腹内斜肌及腹横肌使用止血钳沿肌纤维方向进行钝性分离, 至腹膜后间隙后用食指沿腹壁内侧向后追踪到腰大肌, 食指清扫腹膜后脂肪, 拉钩向后拉开腰大肌, 找到目标椎间盘。透视定位确认目标椎间盘后小心切开椎前软组织及前纵韧带, 尖刀切开纤维环, 用髓核钳清除椎间盘髓核组织和纤维环, 依次使用不同规格铰刀处理椎间隙, 至上下软骨终板。选择合适大小的试模。生理盐水冲洗椎间隙, 将富含同种异体骨粒的椎间融合器植入椎间隙内, 再次行 C 形臂 X 线机透视, 检查椎间融合器的位置和大小, 确认位置良好后, 查无活动性出血, 逐层缝合伤口, 无菌敷料覆盖。改体位为俯卧位, X 线透视下确定椎弓根穿刺点后, 两侧旁开 1.5 cm, 分别横行切开长约 1.5 cm 切口。沿两侧推弓根进针, 插入导针, 在导针引导下置入椎弓根螺钉, 透视下确认螺钉位置良好, 取出导针; 双侧安装预弯棒, 确认其位于椎弓根钉槽内, 分别拧入螺帽后提拉复位滑脱椎体, 加压锁死。再次 X 线透视见钉棒系统位置良好, 椎体复位良好。大量生理盐水冲洗, 术区充分止血, 清点纱布器械无误后, 逐层缝合伤口, 无菌敷料覆盖。

TLIF 组: 患者全身麻醉, 取卧位, 躯体两侧垫枕使腹部悬空、避免受压, 术前 C 形臂 X 线机透视引导下定位。做腰背正中切口, 逐层切开皮肤、皮下组织及腰背筋膜, 显露椎板至关节突水平, 按“人字嵴”定位法确定椎弓根进针点, 用尖锥开口, 置入合适直径及长度的椎弓根螺钉。用 C 形臂 X 线机透视确认螺钉位置满意后, 咬除部分关节突, 减压椎间孔。将神经根及硬膜囊剥离显露椎间盘, 切开纤维环后用椎间撑开器及刮刀清除椎间盘, 终板刮勺刮除软骨终板, 置入椎间融合器。探查硬膜和神经根处于松弛状态, 安装钉棒系统, 再次行 C 形臂 X 线机透视, 检查椎间融合器的位置和大小, 确认位置良好后, 查无活动性出血, 逐层缝合伤口, 无菌敷料覆盖。

2.3. 术后处理

术后予以预防性抗生素、镇痛、营养神经等对症处理。TLIF 组引流管于术后第 2~4 天拔除。术后第 1 天嘱患者戴腰围下床适当活动, 术后第 3 天复查腰椎 X 线片。在康复医师指导下进行功能锻炼。

2.4. 疗效评价指标

收集并分析两组患者的手术时间、术中出血量、住院时间, 术后 3 天、6 个月疼痛 VAS 评分、ODI 指数、腰椎前凸角、融合节段前凸角和腰椎滑脱率, 以及术后 3 天、3 个月、6 个月椎间隙高度、椎间孔高度。椎间隙高度: 上下终板前后缘垂直距离之和的平均值, 椎间孔高度为滑脱节段上一椎体椎弓根的下缘至下一椎体椎弓根上缘的距离, 腰椎滑脱率 = (上位椎体与下位椎体的相对位移/下位椎体上终板前后径) $\times 100\%$ 。

2.5. 统计学分析

采用 SPSS26.0 统计软件进行统计学分析。符合正态分布且方差齐的计量资料数据以均数 \pm 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示, 组间比较采用两独立样本 t 检验, 组内不同时间点数据比较采用配对 t 检验。计数资料比较采用 Fisher 确切概率法, 以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

3. 结果

54 例患者均获得 6 个月随访。与 TLIF 组相比, OLIF 组术中出血量、住院时间、术后 3 天 VAS 评分及 ODI 指数, 均少于 TLIF 组, 但手术时间较长, 差异有统计学意义(均 $P < 0.05$)。两组术后 6 个月疼痛 VAS 评分及 ODI 指数差异无统计学意义($P > 0.05$)。见表 1。OLIF 组术后 3 天、3 个月椎间隙高度、椎间孔高度优于 TLIF 组, 差异有统计学意义($P < 0.05$); 但两组术后 6 个月时椎间隙高度、椎间孔高度差异无统计学意义($P > 0.05$)。见表 2。TLIF 组与 OLIF 组术后 3 d、6 个月时腰椎前凸角、融合节段前凸角和腰椎滑脱率差异无统计学意义($P > 0.05$)。见表 3。

Table 1. Comparison of operation time, intraoperative bleeding, hospital stay, postoperative pain VAS score and ODI index between TLIF and OLIF groups ($x \pm s$)

表 1. 腰椎滑脱症 TLIF 组与 OLIF 组手术时间、术中出血量、住院时间、术后疼痛 VAS 评分、ODI 指数比较($x \pm s$)

组别	n	手术时间 (min)	术中出血量 (mL)	住院时间 (d)	疼痛 VAS 评分(分)		ODI 指数(%)	
					术后 3 d	术后 6 个月	术后 3 d	术后 6 个月
TLIF 组	33	104.85 ± 9.96	147.27 ± 23.22	6.85 ± 1.00	1.9 ± 0.7	0.7 ± 0.7	26.6 ± 3.4	15.2 ± 2.0
OLIF 组	21	143.33 ± 12.88	54.52 ± 12.64	5.83 ± 0.87	1.5 ± 0.6	0.6 ± 0.6	16.6 ± 2.8	14.8 ± 2.9
t 值		12.340	-16.755	-5.518	-2.033	-0.660	-11.738	-0.503
P 值		<0.001	<0.001	<0.001	0.047	0.512	<0.001	0.617

Table 2. Comparison of postoperative intervertebral space height and forinal height between TLIF and OLIF groups ($x \pm s$)

表 2. 腰椎滑脱症 TLIF 组与 OLIF 组术后椎间隙高度、椎间孔高度比较($x \pm s$)

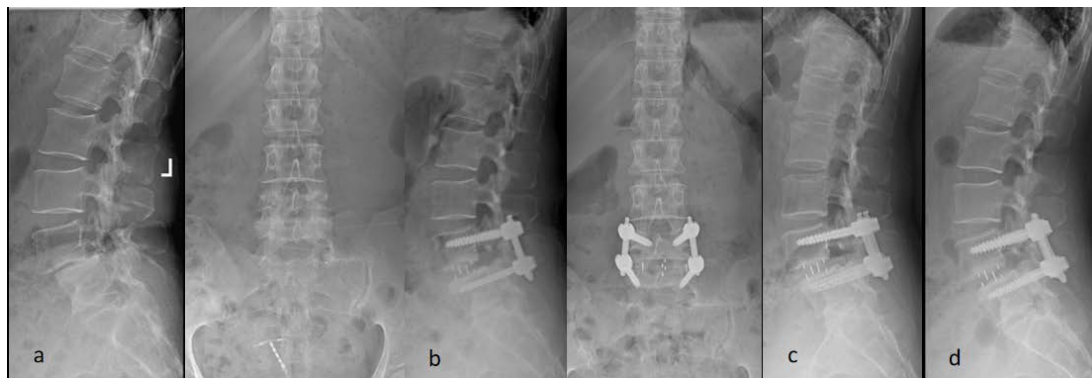
组别	n	椎间隙高度(mm)			椎间孔高度(mm)		
		术后 3 d	术后 3 个月	术后 6 个月	术后 3 d	术后 3 个月	术后 6 个月
TLIF 组	33	13.8 ± 1.1	12.5 ± 1.3	12.0 ± 1.1	23.0 ± 1.4	22.3 ± 1.4	22.1 ± 1.3
OLIF 组	21	14.6 ± 1.6	13.5 ± 1.4	12.3 ± 1.4	23.9 ± 1.3	23.3 ± 1.2	22.5 ± 1.2
t 值		2.138	2.592	0.820	2.317	2.666	0.898
P 值		0.037	0.012	0.416	0.025	0.010	0.373

Table 3. Comparison of lumbar spondylolisthesis rate of postoperative lordosis and fusion segments between TLIF and OLIF groups for lumbar spondylolisthesis ($x \pm s$)

表 3. 腰椎滑脱症 TLIF 组与 OLIF 组术后腰椎前凸角、融合节段前凸角腰椎滑脱率比较($x \pm s$)

组别	n	腰椎前凸角(°)		融合节段前凸角(°)		腰椎滑脱率(%)	
		术后 3 d	术后 6 个月	术后 3 d	术后 6 个月	术后 3 d	术后 6 个月
TLIF 组	33	44.4 ± 2.3	43.6 ± 2.4	10.1 ± 5.7	8.8 ± 5.4	6.26 ± 1.39	5.44 ± 1.45
OLIF 组	21	45.4 ± 2.7	44.3 ± 2.8	11.7 ± 6.7	10.7 ± 6.6	6.34 ± 1.26	5.75 ± 1.14
t 值		1.416	0.946	0.958	1.187	0.226	0.841
P 值		0.163	0.348	0.343	0.241	0.882	0.404

患者，女，48岁。腰痛10年，右下肢麻木6月余。查体示腰骶部压痛、叩击痛阳性，右下肢小腿外侧浅感觉减退，右下肢肌力4级。患者无早期并发症，术后3d腰腿痛较前缓解。术后6个月随访，右下肢放射症状消失。见图1。



a: 术前; b: 术后3天; c: 术后3月; d: 术后6月。

Figure 1. The preoperative and postoperative imaging findings of the typical cases of OLIF

图 1. OLIF 典型病例术前术后的影像学表现

患者，女，58岁，腰痛2年，加重2月，查体示腰骶部压痛、叩击痛阳性，否认双下肢症状。术后3d腰痛较前缓解，出现右下肢轻微麻木。术后6个月随访，腰痛及右下肢症状消失。见图2。



a: 术前; b: 术后3天; c: 术后3月; d: 术后6月。

Figure 2. The preoperative and postoperative imaging findings of the typical cases of TLIF

图 2. TLIF 典型病例术前术后的影像学表现

TLIF组术中1例硬膜囊撕裂，无脑脊液漏；术后出现3例神经根损伤，1例存在右侧坐骨神经痛，2例存在右足背麻木，予口服营养神经药物治疗后于术后6个月恢复；术后5例椎间融合器下沉。OLIF组术中1例造成了椎体节段血管损伤；1例术后出现屈髋乏力，未特殊处理，术后2周内自行恢复；术后3例椎间融合器下沉。

4. 讨论

腰椎椎间融合术已成为腰椎滑脱症主要的手术治疗方式，传统后路腰椎椎间融合手术虽能进行有效的椎管减压，但无法避免腰背肌与周围韧带广泛剥离、对硬膜囊和神经根过度干扰及对脊柱后柱结构的破坏，导致术后出现术后椎旁肌肉萎缩、神经损伤、硬膜外粘连和继发性脊柱不稳[9]。微创 TLIF 虽然

可以减少对椎旁肌的侵犯，但为了达到神经彻底减压的目的，术中还需切除部分椎板、韧带及上下关节突关节，从而对椎管有一定干扰，影响腰椎后柱结构的稳定性。前路腰椎椎间融合手术存在着前纵韧带损伤、大血管损伤和男性逆行性射精等风险[10]。

而 OLIF 是一种间接神经减压手术，其机制是通过置入体积足够大的椎间融合器，撑开椎间隙，恢复椎间隙和椎间孔高度，纤维环、黄韧带及后纵韧带重新恢复张力，使椎管面积增大，达到间接减压的目的。其相较于传统的 TLIF 具有天然的入路优势，通过腰大肌和腹部血管的生理间隙进入，无需剥离椎旁肌肉并打开椎管，就可以直达病变椎体，从而减少了术中出血量，加速了术后康复[11]，并可通过更换体位于腰背部行多个小切口实现内固定。本研究中 OLIF 组术中平均出血量仅约 50 mL，明显低于 TLIF 组。

临床疗效方面，OLIF 及 TLIF 均能显著减轻患者腰腿疼痛，提高日常活动能力，两组间差异无统计学意义，在其他研究中也得到了相似的结果[12] [13]，本研究结果显示，OLIF 组患者住院时间、术后 3 天疼痛 VAS 评分、ODI 指数明显低于 TLIF 组，差异有统计学意义($P < 0.05$)。表明 OLIF 术后早期缓解疼痛、改善患者生活质量方面更具优势。

Fujibayashi 等[14]研究结果显示，OLIF 手术患者的硬膜囊横截面面积较术前平均增加 30.2%，而且椎间隙高度从术前平均 5.4 mm 增加到术后平均 9.9 mm，平均增加 82.3%。Cofano 等[15]报道，腰椎外侧椎间融合术式的椎间孔减压效果满意，椎间孔高度比术前增加约 45%。本研究结果显示 OLIF 组术后 3 d、3 个月椎间隙高度、椎间孔高度优于 TLIF 组，差异有统计学意义($P < 0.05$)，这说明了 OLIF 在术后早期恢复椎体间高度方面更具有优势。同时有研究表明 OLIF 在恢复腰椎前凸角方面具有优越性[16]，但本研究中 TLIF 组与 OLIF 组术后 3 d、6 个月时腰椎前凸角、融合节段前凸角差异无统计学意义($P > 0.05$)。我们认为这种差异可能没有完全反映在单节段融合中(本研究中患者为单节段滑脱)，在多节段腰椎融合中 OLIF 的优势可能更明显。

生物力学方面，OLIF 术中通过腰大肌和腹主动脉天然间隙直达椎间隙，便于摘除退变的椎间盘和准备充足的植骨空间。相对于 TLIF 手术而言，OLIF 椎间盘摘除更彻底，植骨床的制备更完善，植骨面积更大。根据三柱力学理论，脊柱重要承载区域位于前中柱，而 Zhang 等[17]也证实了前柱承受约 80%的轴向载荷应力。与传统的后路椎间融合器相比，侧方大面积融合器可有效地分散终板的载荷应力，提供有效的前柱支撑，力学稳定性更佳[18]。相关研究也进一步证实，侧方融合附加外侧钢板或椎弓根螺钉固定可显著增加节段稳定性[19]。本研究中 OLIF 手术联合后路经皮椎弓根螺钉内固定，保证脊柱融合节段稳定。

并发症方面，OLIF 手术通过天然间隙绕开腰椎后路组织，有效规避传统腰椎后路手术风险，减少术中神经牵拉[20]；相比 TLIF，其术后出现下肢神经并发症的概率大大减小。血管损伤和侧方融合器下沉位移是 OLIF 手术的常见并发症，血管损伤主要为节段血管和髂血管损伤[21]。本研究中为椎体节段血管损伤。OLIF 技术对血管损伤的风险主要表现在切口暴露、腰肌和血管鞘分离以及椎间隙的深部清除过程中[22]。融合器下沉位移发生率约为 18.7% [23]；本研究 OLIF 组术后 3 例出现椎间融合器下沉，Tempel 等[24]也指出了骨密度越低的患者 OLIF 术后椎间融合器下沉的可能性越高。因此考虑椎间融合器下沉主要与患者骨质疏松相关，同时早期负重也可能是导致椎间融合器下沉的另一诱因。

综上所述，在本研究中纳入患者均为 Meyerding I、II 型，并且腰椎椎管内游离髓核较少，术后均得到了满意的临床疗效。在治疗单节段腰椎滑脱方面 OLIF 和 TLIF 同样安全、有效，OLIF 具有手术创伤小、术后恢复快、早期症状改善明显等优势，并且在椎间隙高度及椎间孔高度恢复方面 OLIF 优于 TLIF，因此在轻中度腰椎滑脱且椎管内游离髓核较少的情况下推荐应用 OLIF 联合后路经皮椎弓根螺钉内固定技术。而对于其他腰椎退变性疾病及脊柱畸形，OLIF 技术同样适用，且更加微创[25] [26]。但是，OLIF 术式并不能完全取代 TLIF 手术，严格控制手术适应证是 OLIF 取得满意临床疗效的重要保证。

本研究主要局限性在于：样本数量少，随访时间短；早期腰腿痛的改善效果明显，但远期临床效果观察需进一步长期的随访和多中心大样本的系统研究。

微创脊柱手术取得了巨大的进步，是一个快速发展的领域。作为一种新型的微创技术，其需要更多的前瞻性研究来比较微创和开放性脊柱手术，以确认其具体疗效、风险、优势、学习曲线和最终临床疗效。微创手术已成为脊柱外科研究的主要方向之一，随着新技术、新器械的出现，腰椎椎间融合术将得到进一步发展。

参考文献

- [1] Yi, P., Tang, X.S., Yang, F. and Tan, M.S. (2020) A Retrospective Controlled Study Protocol of Transforaminal Lumbar Interbody Fusion Compared with Posterior Lumbar Interbody Fusion for Spondylolisthesis. *Medicine*, **99**, e22878. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000022878>
- [2] Chang, Y., Zhou, F., Fei, L. and Wang, Z. (2020) The Effect of Preoperative Degenerative Spondylolisthesis on Post-operative Outcomes of Degenerative Lumbar Spinal Stenosis: A Single-Center Cohort Study Protocol. *Medicine (Baltimore)*, **99**, e22355. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000022355>
- [3] Ahmad, S., Hamad, A., Bhalla, A., Turner, S., Balain, B. and Jaffray, D. (2017) The Outcome of Decompression alone for Lumbar Spinal Stenosis with Degenerative Spondylolisthesis. *European Spine Journal*, **26**, 414-419. <https://doi.org/10.1007/s00586-016-4637-7>
- [4] Qin, R., Wu, T., Liu, H., Zhou, B., Zhou, P. and Zhang, X. (2020) Minimally Invasive versus Traditional Open Transforaminal Lumbar Interbody Fusion for the Treatment of Low-Grade Degenerative Spondylolisthesis: A Retrospective Study. *Scientific Reports*, **10**, Article No. 21851. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-78984-x>
- [5] Poppenborg, P., Liljenqvist, U., Gosheger, G., et al. (2021) Complications in TLIF Spondylodesis—Do They Influence the Outcome for Patients? A Prospective Two-Center Study. *European Spine Journal*, **30**, 1320-1328. <https://doi.org/10.1007/s00586-020-06689-w>
- [6] Silvestre, C., Mac-Thiong, J.M., Hilmi, R. and Roussouly, P. (2012) Complications and Morbidities of Mini-Open Anterior Retroperitoneal Lumbar Interbody Fusion: Oblique Lumbar Interbody Fusion in 179 Patients. *Asian Spine Journal*, **6**, 89-97. <https://doi.org/10.4184/asj.2012.6.2.89>
- [7] Lang, G., Perrech, M., Navarro-Ramirez, R., Hussain, I., Pennicooke, B., Maryam, F., Avila, M.J. and Härtl, R. (2017) Potential and Limitations of Neural Decompression in Extreme Lateral Interbody Fusion—A Systematic Review. *World Neurosurgery*, **101**, 99-113. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2017.01.080>
- [8] Chang, M.C., Kim, G.U., Choo, Y.J. and Lee, G.W. (2021) Transforaminal Lumbar Interbody Fusion (TLIF) versus Oblique Lumbar Interbody Fusion (OLIF) in Interbody Fusion Technique for Degenerative Spondylolisthesis: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Life (Basel)*, **11**, 696. <https://doi.org/10.3390/life11070696>
- [9] Lin, G.X., Xu, W.B., Kotheeranurak, V., Chen, C.M., Deng, Z.H. and Zhu, M.T. (2023) Comparison of Oblique and Transforaminal Approaches to Lumbar Interbody Fusion for Lumbardegenerative Disease: An Updated Meta-Analysis. *Frontiers in Surgery*, **9**, Article 1004870. <https://doi.org/10.3389/fsurg.2022.1004870>
- [10] Mobbs, R.J., Phan, K., Malham, G., Seex, K. and Rao, P.J. (2015) Lumbar Interbody Fusion: Techniques, Indications and Comparison of Interbody Fusion Options Including PLIF, TLIF, MI-TLIF, OLIF/ATP, LLIF and ALIF. *Journal of Spine Surgery*, **1**, 2-18.
- [11] 陈意磊, 朱志海, 王玉康, 等. 斜侧方椎间融合术与经椎间孔椎间融合术在腰椎退变性疾病中前凸矫正效果的对比研究[J]. 中华医学杂志, 2018, 98(25): 1990-1995.
- [12] Sheng, S.R., Geng, Y.B., Zhou, K.L., Wu, A.M., Wang, X.Y. and Ni, W.F. (2020) Minimally Invasive Surgery for Degenerative Spondylolisthesis: Transforaminal or Oblique Lumbar Interbody Fusion. *Journal of Comparative Effectiveness Research*, **9**, 45-51. <https://doi.org/10.2217/ceer-2019-0055>
- [13] 叶志炜, 朱世杰, 彭龙海, 等. OLIF 与 TLIF 治疗 L4-5 单节段退行性腰椎滑脱的疗效对比[J]. 实用临床医学, 2020, 21(1):19-24. <https://doi.org/10.13764/j.cnki.lcsy.2020.01.008>
- [14] Fujibayashi, S., Hynes, R.A., Otsuki, B., Kimura, H., Takemoto, M. and Matsuda, S. (2015) Effect of Indirect Neural Decompression through Oblique Lateral Interbody Fusion for Degenerative Lumbar Disease. *Spine*, **40**, E175-E182. <https://doi.org/10.1097/BRS.0000000000000703>
- [15] Cofano, F., Langella, F., Petrone, S., Baroncini, A., Cecchinato, R., Redaelli, A., Garbossa, D. and Berjano, P. (2021) Clinical and Radiographic Performance of Indirect Foraminal Decompression with Anterior Retroperitoneal Lumbar Approach for Interbody Fusion (ALIF). *Clinical Neurology and Neurosurgery*, **209**, Article 106946. <https://doi.org/10.1016/j.clineuro.2021.106946>

- [16] Li, R., Shao, X., Li, X., Liu, Y. and Jiang, W. (2021) Comparison of Clinical Outcomes and Spino-Pelvic Sagittal Balance in Degenerative Lumbar Spondylolisthesis: Minimally Invasive Oblique Lumbar Interbody Fusion (OLIF) versus Transforaminal Lumbar Interbody Fusion (TLIF). *Medicine (Baltimore)*, **100**, e23783. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000023783>
- [17] Zhang, C., Mannen, E.M., Sis, H.L., Cadel, E.S., Wong, B.M., Wang, W., Cheng, B., Friis, E.A. and Anderson, D.E. (2020) Moment-Rotation Behavior of Intervertebral Joints in Flexion-Extension, Lateral Bending, and Axial Rotation at All Levels of the Human Spine: A Structured Review and Meta-Regression Analysis. *Journal of Biomechanics*, **100**, Article 109579. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2019.109579>
- [18] Du, L., Sun, X.J., Zhou, T.J., Li, Y.C., Chen, C., Zhao, C.Q., Zhang, K. and Zhao, J. (2017) The Role of Cage Height on the Flexibility and Load Sharing of Lumbar Spine after Lumbar Interbody Fusion with Unilateral and Bilateral Instrumentation: A Biomechanical Study. *BMC Musculoskeletal Disorders*, **18**, Article No. 474. <https://doi.org/10.1186/s12891-017-1845-1>
- [19] Godzik, J., Martinez-Del-Campo, E., Newcomb, A.G.U.S., Reis, M.T., Perez-Orribo, L., Whiting, A.C., Singh, V., Kelly, B.P. and Crawford, N.R. (2018) Biomechanical Stability Afforded by Unilateral Versus Bilateral Pedicle Screw Fixation with and without Interbody Support Using Lateral Lumbar Interbody Fusion. *World Neurosurgery*, **113**, e439-e445. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2018.02.053>
- [20] Ohtori, S., Orita, S., Yamauchi, K., Eguchi, Y., Ochiai, N., Kishida, S., Kuniyoshi, K., Aoki, Y., Nakamura, J., Ishikawa, T., Miyagi, M., Kamoda, H., Suzuki, M., Kubota, G., Sakuma, Y., Oikawa, Y., Inage, K., Sainoh, T., Sato, J., Fujimoto, K., Shiga, Y., Abe, K., Toyone, T., Inoue, G. and Takahashi, K. (2015) Mini-Open Anterior Retroperitoneal Lumbar Interbody Fusion: Oblique Lateral Interbody Fusion for Lumbar Spinal Degeneration Disease. *Yonsei Medical Journal*, **56**, 1051-1059. <https://doi.org/10.3349/ymj.2015.56.4.1051>
- [21] Woods, K.R., Billys, J.B. and Hynes, R.A. (2017) Technical Description of Oblique Lateral Interbody Fusion at L1-L5 (OLIF25) and at L5-S1 (OLIF51) and Evaluation of Complication and Fusion Rates. *The Spine Journal*, **17**, 545-553. <https://doi.org/10.1016/j.spinee.2016.10.026>
- [22] Zeng, Z.Y., Xu, Z.W., He, D.W., Zhao, X., Ma, W.H., Ni, W.F., Song, Y.X., Zhang, J.Q., Yu, W., Fang, X.Q., Zhou, Z.J., Xu, N.J., Huang, W.J., Hu, Z.C., Wu, A.L., Ji, J.F., Han, J.F., Fan, S.W., Zhao, F.D., Jin, H., Pei, F., Fan, S.Y. and Sui, D.X. (2018) Complications and Prevention Strategies of Oblique Lateral Interbody Fusion Technique. *Orthopaedic Surgery*, **10**, 98-106. <https://doi.org/10.1111/os.12380>
- [23] Abe, K., Orita, S., Mannoji, C., Motegi, H., Aramomi, M., Ishikawa, T., Kotani, T., Akazawa, T., Morinaga, T., Fujiyoshi, T., Hasue, F., Yamagata, M., Hashimoto, M., Yamauchi, T., Eguchi, Y., Suzuki, M., Hanaoka, E., Inage, K., Sato, J., Fujimoto, K., Shiga, Y., Kanamoto, H., Yamauchi, K., Nakamura, J., Suzuki, T., Hynes, R.A., Aoki, Y., Takahashi, K. and Ohtori, S. (2017) Perioperative Complications in 155 Patients Who Underwent Oblique Lateral Interbody Fusion Surgery: Perspectives and Indications From a Retrospective, Multicenter Survey. *Spine*, **42**, 55-62. <https://doi.org/10.1097/BRS.0000000000001650>
- [24] Tempel, Z.J., Gandhoke, G.S., Okonkwo, D.O. and Kanter, A.S. (2015) Impaired Bone Mineral Density as a Predictor of Graft Subsidence Following Minimally Invasive Transposoas Lateral Lumbar Interbody Fusion. *European Spine Journal*, **24**, 414-419. <https://doi.org/10.1007/s00586-015-3844-y>
- [25] 何达, 何蔚, 孙宇庆, 等. 斜外侧入路和经椎间孔入路椎间融合术在腰椎退变性侧凸的疗效比较[J]. *中华骨科杂志*, 2020(8): 515-525.
- [26] Li, R., Li, X., Zhou, H. and Jiang, W. (2020) Development and Application of Oblique Lumbar Interbody Fusion. *Orthopaedic Surgery*, **12**, 355-365. <https://doi.org/10.1111/os.12625>