

• 临床研究 • doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2025.02.015

网络首发 [https://link.cnki.net/urlid/50.1097.R.20241127.1633.004\(2024-11-28\)](https://link.cnki.net/urlid/50.1097.R.20241127.1633.004(2024-11-28))

ULIF 与 MIS-TLIF 治疗单节段腰椎退行性疾病的早期临床疗效观察*

高 速¹, 陆 慧^{1△}, 周 新¹, 袁 婷²

(重庆大学附属江津医院;1. 脊柱外科;2. 呼吸与危重症医学科, 重庆 402260)

[摘要] **目的** 比较单侧双通道内镜下腰椎椎间融合术(ULIF)与微创通道下经椎间孔入路腰椎椎间融合术(MIS-TLIF)治疗单节段腰椎退行性疾病(LDD)的早期临床疗效。**方法** 选取 2020 年 1 月至 2022 年 11 月重庆大学附属江津医院采用 ULIF(ULIF 组, $n=32$)和 MIS-TLIF(MIS-TLIF 组, $n=36$)治疗的 LDD 患者为研究对象。比较两组患者围手术期情况,包括术后引流量、下地活动时间、住院时间、手术时间、住院总费用,以及实验室血液学指标,包括血红蛋白(Hb)、红细胞比容(HCT)、C 反应蛋白(CRP)、肌酸激酶(CK)水平。比较两组患者临床疗效,包括腰、腿痛视觉模拟量表(VAS)评分、Oswestry 功能障碍指数(ODI)、手术优良率、椎间融合率及手术相关并发症。**结果** 与 MIS-TLIF 组比较,ULIF 组术后引流量更少,下地活动时间更早,住院时间更短,但手术时间更长,住院总费用更高,差异有统计学意义($P<0.05$);与 MIS-TLIF 组比较,ULIF 组术后 3 d Hb 和 HCT 水平更高,术后 1、3、5 d CRP、CK 水平更低,差异有统计学意义($P<0.001$)。两组术后各随访时间点腰、腿痛 VAS 评分和 ODI 均较术前明显改善($P<0.05$);组间比较显示 ULIF 组在术后 1 周、1 个月的腰痛 VAS 评分和术后 1 个月的 ODI 低于 MIS-TLIF 组($P<0.05$)。术后 12 个月时,ULIF 组的手术优良率和椎间融合率分别为 93.75%、96.88%,MIS-TLIF 组为 88.89%、91.67%,两组比较差异无统计学意义($P>0.05$)。**结论** 采用 ULIF 治疗单节段 LDD 可获得 MIS-TLIF 相似的临床疗效,且 ULIF 组织损伤小、出血少、炎症反应轻、术后恢复快。

[关键词] 单侧双通道内镜;微创;经椎间孔入路;腰椎椎间融合术;腰椎退行性疾病;临床疗效
[中图法分类号] R681.5 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1671-8348(2025)02-0372-08

Early clinical effect observation of ULIF and MIS-TLIF in treating single lumbar vertebral degenerative disease*

GAO Su¹, LU Hui^{1△}, ZHOU Xin¹, YUAN Ting²

(1. Department of Spinal Surgery; 2. Department of Respiratory and Critical Care Medicine, Affiliated Jiangjin Hospital, Chongqing University, Chongqing 402260, China)

[Abstract] **Objective** To compare the early clinical effects of unilateral biportal endoscopic lumbar interbody fusion (ULIF) and minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion (MIS-TLIF) in the treatment of single lumbar degenerative disease (LDD). **Methods** The patients with LDD treated with ULIF (ULIF group, $n=32$) and MIS-TLIF (MIS-TLIF group, $n=36$) in this hospital from January 2020 to November 2022 were selected as the study subjects. The perioperative conditions were compared between the two groups, including the postoperative drainage volume, postoperative ground activity time, hospitalization duration, total hospitalization expenses, laboratory hematological indexes including Hb, HCT, CRP and CK levels. The clinical effects were compared between the two groups, including the visual analogue scale (VAS) score of waist and leg pain, Oswestry dysfunction index (ODI), operation excellence rate, vertebral fusion rate and operation related complications. **Results** Compared with the MIS-TLIF group, the ULIF group had less postoperative drainage, earlier ground activity time, short hospitalization duration, but the operation time was longer and hospitalization costs were higher, and the differences were statistically significant ($P<0.05$). Compared with the MIS-TLIF group, the Hb and HCT levels on postoperative 3 d in the ULIF group were higher, the CRP and CK levels on postoperative 1, 3, 5 d were lower, and the differences were statistically significant ($P<0.05$). The waist and leg pain VAS score and ODI at each postoperative follow up time points in the two

* 基金项目:重庆市自然科学基金项目(cstc2021jcyj-msxmX0904)。 △ 通信作者, E-mail: 601290211@qq.com。

groups were significantly improved compared with before operation ($P<0.05$). The intergroup comparison showed that the VAS score in postoperative 1 week and 1 month, and ODI in postoperative 1 month in the ULIF group were lower than those in the MIS-TLIF group ($P<0.05$). In postoperative 12 months, the operation excellence rate and intervertebral fusion rate in the ULIF group were 93.75% and 96.88% respectively, which in the MIS-TLIF group were 88.89% and 91.67% respectively, but the difference between the two groups were not statistically significant ($P>0.05$). **Conclusion** Adopting ULIF in the treatment of single LDD could obtain the similar clinical effectt of MIS-TLIF, moreover ULIF has less tissue damage, less bleeding, less inflammatory reaction and faster postoperative recovery.

[Key words] unilateral biportal endoscope; minimally invasive; transforaminal approach; lumbar interbody fusion; lumbar degenerative disease; clinical efficacy

腰椎退行性疾病(lumbar degenerative diseases, LDD)主要包括腰椎管狭窄、腰椎间盘突出、腰椎滑脱和腰椎不稳,是导致腰腿痛的常见原因,保守治疗无效的情况下通常需要外科手术干预^[1]。手术治疗的目的是减压、融合与稳定。而传统后路开放性腰椎椎间融合术既可做到彻底减压,还能实现即刻稳定,既往是治疗 LDD 的首选术式^[2]。但该技术对肌肉软组织的剥离广、创伤重、并发症多,不利于术后早期快速康复。因此,为规避开放手术的缺点,2003 年 FOLEY 等^[3]首次提出微创通道下经椎间孔入路腰椎椎间融合术(minimally invasive transformational lumbar interbody fusion, MIS-TLIF),并凭借其相对微创的优势在世界范围迅速推广。近年来,随着脊柱内镜技术的不断发展和日趋成熟,同时也源于脊柱外科医生对微创理念的极致追求,更加微创的全内镜下腰椎椎间融合术正掀起脊柱微创领域新一轮变革,其中为代表的单侧双通道内镜下腰椎椎间融合术(unilateral biportal endoscopic lumbar interbody fusion, ULIF)备受关注。2017 年 HEO 等^[4]首次报道应用单侧双通道内镜(unilateral biportal endoscopic, UBE)技术行腰椎椎间融合术治疗 69 例 LDD 患者,获得满意疗效。但与经典的 MIS-TLIF 比较,ULIF 存在开展时间较短、相关临床文献报道较少、手术优势证据不足

等缺点。因此,笔者比较了两种不同微创腰椎椎间融合术治疗单节段 LDD 的早期临床效果,以期验证 ULIF 的安全性及有效性,现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

本研究纳入了 2020 年 1 月至 2022 年 11 月期间收治的 68 例经临床和影像确诊的单节段 LDD 患者,术前就两种手术方式与患方沟通后遵其意愿自由选择,最终 ULIF 组 32 例, MIS-TLIF 组 36 例,随访 12~18 个月,平均(13.56 ± 1.48 个月)。纳入标准:(1)腰椎间盘突出症、腰椎管狭窄症伴腰椎不稳;(2)Ⅰ度或Ⅱ度腰椎滑脱症;(3)症状、体征与影像学检查结果相符合;(4)经至少 3 个月的正规保守治疗无效;(5)复发性腰椎间盘突出或术后医源性腰椎不稳;(6)单节段。排除标准:(1)未经正规严格保守治疗;(2)腰椎肿瘤、感染;(3)脊柱侧凸或脊柱后凸畸形需要手术矫正;(4)随访资料不完整;(5)心肺功能不全,无法耐受全身麻醉。两组患者年龄、性别、BMI、病程、随访时间、手术节段、融合治疗原因等一般资料比较,差异均无统计学意义($P>0.05$),具有可比性,见表 1。本研究的实施符合《赫尔辛基宣言》且已获得本院医学伦理委员会审核批准,患者对治疗方案充分知情,并签署手术同意书。

表 1 术前两组患者一般资料比较

项目	ULIF 组($n=32$)	MIS-TLIF 组($n=36$)	t/χ^2	P
年龄($\bar{x}\pm s$,岁)	65.47 $\pm$ 5.12	64.94 $\pm$ 4.67	0.442	0.660
性别(n)			0.511	0.475
男	15	20		
女	17	16		
BMI($\bar{x}\pm s$,kg/m ²)	23.30 $\pm$ 2.66	24.17 $\pm$ 2.54	-1.382	0.172
病程($\bar{x}\pm s$,月)	12.19 $\pm$ 3.88	12.33 $\pm$ 3.56	-0.162	0.872
随访时间($\bar{x}\pm s$,月)	13.84 $\pm$ 1.63	13.31 $\pm$ 1.31	1.511	0.136
手术节段(n)			0.026	0.987
第 3~4 腰椎	5	6		
第 4~5 腰椎	14	16		

续表 1 术前两组患者一般资料比较

项目	ULIF 组(<i>n</i> =32)	MIS-TLIF 组(<i>n</i> =36)	<i>t</i> / χ^2	<i>P</i>
第 5 腰椎至第 1 骶椎	13	14		
融合治疗原因(<i>n</i>)			0.397	0.820
腰椎间盘突出伴椎管狭窄	10	13		
椎管狭窄伴不稳	13	12		
腰椎滑脱	9	11		

1.2 方法

1.2.1 ULIF 组

以第 5 腰椎至第 1 骶椎节段为例。麻醉成功后，常规消毒、铺巾，制作防水“U”型槽。首先在 C 臂透视下于第 5 腰椎至第 1 骶椎双侧椎弓根预先经皮置入椎弓根螺钉导丝备用；再用一枚 5 mL 空针针头插入第 5 腰椎至第 1 骶椎症状侧椎板间隙（如术前存在双侧症状，则选择从症状严重侧进入），C 臂正侧位透视定位，确保位置无误。然后以此为中心，沿第 5 腰椎、第 1 骶椎椎弓根投影处水平向外作观察通道和操作通道的体表横切口，依次切开皮肤、皮下及腰背肌筋膜，逐步扩张分离软组织，构建观察通道和操作通道。镜下剥离椎板表面软组织，显露同侧上下椎板及关节突关节。使用骨刀及磨钻切除第 5 腰椎椎板下缘、下关节突，第 1 骶椎椎板上缘、上关节突尖部及内侧缘部分骨质，枪钳咬除增生增厚的黄韧带，行同侧椎管和神经根管减压（有双侧症状者需行单侧入路双侧减压）；神经拉钩向中央轻柔牵开硬膜囊和第 1 骶椎神经根，从椎间孔区域显露椎间盘。内镜直视下用尖刀片小心切开椎间盘后方的纤维环，用不同型号的铰刀逐级处理椎间隙，去除髓核组织。刮匙刮除软骨终板，直至轻微渗血，准备植骨床。将植骨漏斗插入椎间隙内，植入自体 and 同种异体骨颗粒并夯实。然后放置 1 枚合适大小的椎间融合器。沿预先留置的导丝拧入 4 枚经皮椎弓根螺钉，上棒固定，透视位置满意后在关节镜监视下留置引流管 1 根，撤出器械，缝合切口。

1.2.2 MIS-TLIF 组

全身麻醉后取俯卧位，常规消毒铺巾。首先在 C 臂透视下预先经皮置入责任节段双侧椎弓根螺钉导丝备用。于棘突正中线旁作症状侧纵向皮肤切口，长约 3 cm。切开皮肤、筋膜，用手指经 Wiltse 入路钝性分离多裂肌和最长肌肌间隙，扪及关节突关节并稍作剥离，逐级放置 Quadrant 可扩张通道，撑开固定，连接光源，充分暴露关节突关节和椎板。使用骨刀及枪钳切除部分上下关节突和椎板，去除黄韧带，充分减压神经根和硬膜囊。对于有双侧症状者，同样方法进行对侧减压。随后用神经拉钩将其向中线牵开，摘除椎间盘、刮除软骨终板、准备植骨床。椎间充分植骨后选择合适大小的融合器置入。最后沿预先留置的

导丝拧入 4 枚经皮椎弓根螺钉，上棒固定，再次 C 臂透视确定内固定位置良好，冲洗、止血，留置引流管，逐层缝合切口。

1.2.3 术后处理

两组均遵循相同的术后治疗方案：常规给予预防感染、脱水、镇痛、护胃、营养神经等处理；切口引流管在引流量小于 30 mL/d 时拔出；拔管后即可鼓励患者佩戴硬质腰围下地活动；告知患者围手术期注意事项并指导其进行功能康复锻炼；出院后定期随访（1、3、12 个月），通过微信、电话、门诊复查等方式进行。

1.3 观察指标

（1）围手术期指标：术后引流量、下地活动时间、住院时间、手术时间、住院总费用；（2）实验室血液学指标：比较两组术前及术后 3 d 血红蛋白（hemoglobin, Hb）、红细胞比容（hematocrit, HCT）水平，术前及术后 1、3、5 d C 反应蛋白（C reaction protein, CRP）、肌酸激酶（creatine kinase, CK）水平，以评估两组围手术期失血、炎症反应和肌肉损伤情况；（3）临床疗效指标：记录术前及术后 1 周、1、3、12 个月腰、腿痛视觉模拟量表（visual analogue scale, VAS）评分^[5]，术前及术后 1、3、12 个月 Oswestry 功能障碍指数（Oswestry disability index, ODI）^[6]。术后 12 个月，采用 MacNab 标准^[7]评价手术优良率；按照改良 Brantigan 评分标准^[8]评估椎间融合情况并计算融合率；（4）并发症发生情况。

1.4 统计学处理

采用 SPSS26.0 软件进行数据统计分析。计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示，组内各时间点比较采用重复测量方差分析，组间比较采用独立样本 *t* 检验。计数资料以例数或百分比表示，组间比较采用校正 χ^2 检验，以 *P* < 0.05 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 两组围手术期指标比较

与 MIS-TLIF 组比较，ULIF 组术后引流量更少、下地活动时间更早、住院时间更短，但手术时间更长、住院总费用更高，差异均有统计学意义（*P* < 0.001），见表 2。

2.2 两组实验室血液学指标比较

两组术前 Hb、HCT、CRP 及 CK 水平比较，差异无统计学意义（*P* > 0.05），与 MIS-TLIF 组比较，

ULIF 组术后 3 d 的 Hb、HCT 水平更高,差异有统计学意义($P<0.001$);两组 CK、CRP 水平分别在术后 1 d 达到峰值,之后逐渐下降,但术后各时间点 ULIF 组均明显低于 MIS-TLIF 组,差异有统计学意义($P<0.001$),见表 3。

表 2 两组围手术期指标比较($\bar{x}\pm s$)

项目	ULIF 组 (<i>n</i> =32)	MIS-TLIF 组 (<i>n</i> =36)	<i>t</i>	<i>P</i>
术后引流量(mL)	161.88±10.20	236.78±13.34	-25.760	<0.001
下地活动时间(d)	2.84±0.63	3.53±0.65	-4.386	<0.001
住院时间(d)	6.97±1.26	8.25±1.57	-3.705	<0.001
手术时间(min)	188.41±14.96	121.89±6.97	23.035	<0.001
住院总费用(万元)	5.04±0.25	4.37±0.12	14.484	<0.001

表 3 两组血液学指标比较($\bar{x}\pm s$)

项目	ULIF 组 (<i>n</i> =32)	MIS-TLIF 组 (<i>n</i> =36)	<i>t</i>	<i>P</i>
Hb(g/dL)				
术前	12.89±0.56	12.76±0.40	1.064	0.292
术后 3 d	10.47±0.53	9.77±0.58	5.139	<0.001
HCT(%)				
术前	40.30±1.64	39.98±1.85	0.757	0.452
术后 3 d	31.02±1.47	28.73±1.11	7.169	<0.001
CK(U/L)				
术前	86.03±5.87	86.75±7.06	-0.453	0.652
术后 1 d	343.38±14.14	436.89±11.54	-29.644	<0.001
术后 3 d	118.22±4.49	156.58±7.64	-25.576	<0.001
术后 5 d	87.19±6.27	108.83±9.76	-10.728	<0.001
CRP(mg/L)				
术前	4.07±1.96	4.87±2.45	-1.467	0.147
术后 1 d	11.91±1.41	13.65±1.37	-5.135	<0.001
术后 3 d	41.06±3.15	61.52±4.13	-23.116	<0.001
术后 5 d	18.38±1.86	30.18±2.49	-21.945	<0.001

2.3 两组临床疗效指标比较

两组术后各随访时间点腰、腿痛 VAS 评分及 ODI 均较术前明显改善($P<0.05$)。组间比较显示:ULIF 组在术后 1 周、1 个月的腰痛 VAS 评分和术后 1 个月的 ODI 低于 MIS-TLIF 组($P<0.05$),但两组腿痛 VAS 评分及其余各时间点的腰痛 VAS 评分、ODI 比较,差异均无统计学意义($P>0.05$),见表 4。术后 12 个月按改良 MacNab 标准对手术疗效进行评定,ULIF 组优 24 例、良 6 例、可 1 例、差 1 例,优良率为 93.75%;MIS-TLIF 组优 27 例、良 5 例、可 3 例、差 1 例,优良率为 88.89%;两组手术优良率比较差异无统计学意义(校正 $\chi^2=0.077$, $P=0.782$)。术后 12 个月根据 Brantigan 评分标准,ULIF 组评分 ≥ 3 分者

有 31 例,<3 分者有 1 例,椎间融合率为 96.88%;MIS-TLIF 组评分 ≥ 3 分者有 33 例,<3 分者有 3 例,椎间融合率为 91.67%,两组椎间融合率比较差异无统计学意义(校正 $\chi^2=0.156$, $P=0.693$)。

表 4 两组手术前后腰、腿痛 VAS 评分及 ODI 比较($\bar{x}\pm s$)

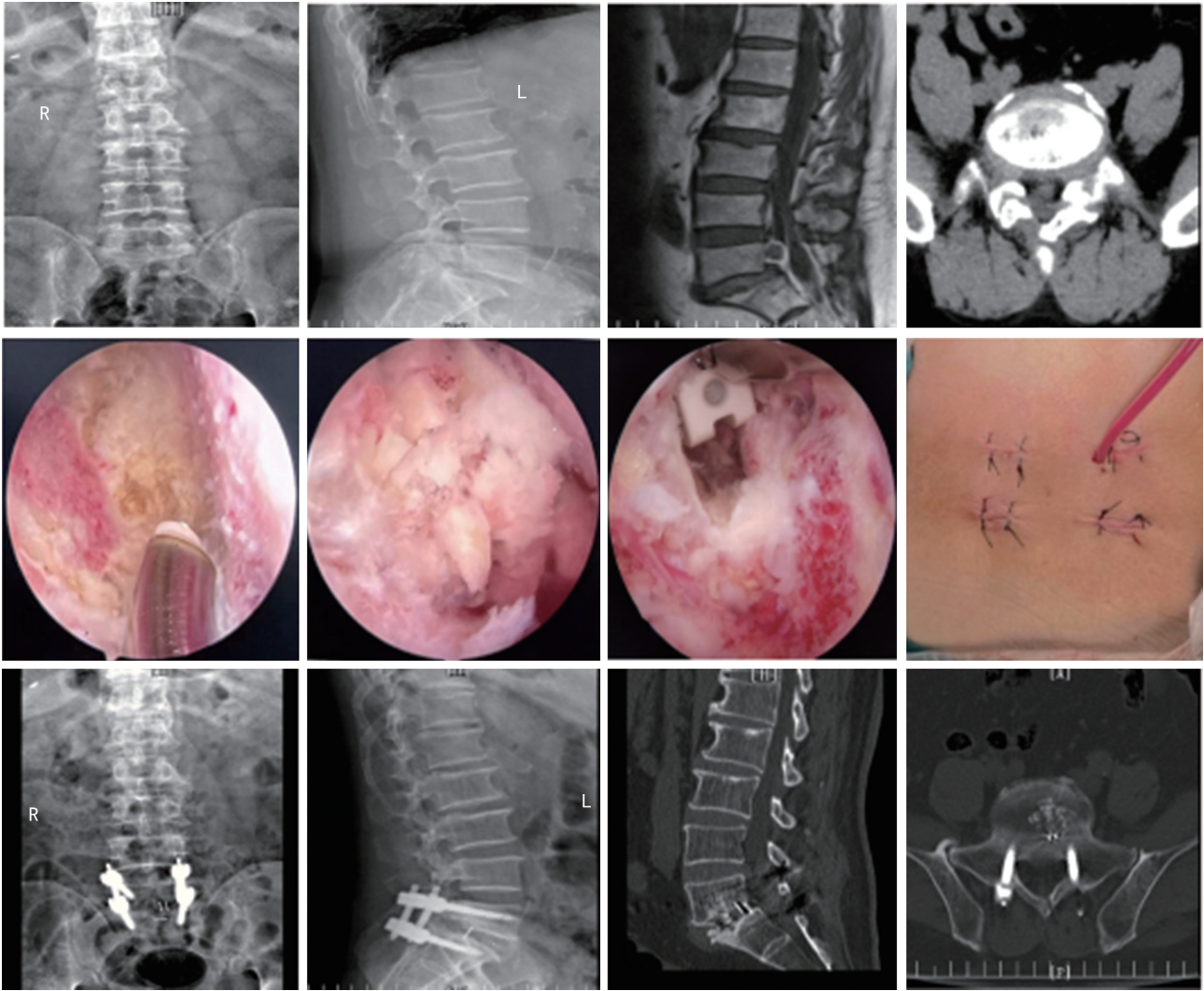
项目	ULIF 组 (<i>n</i> =32)	MIS-TLIF 组 (<i>n</i> =36)	<i>t</i>	<i>P</i>
腰痛 VAS 评分(分)				
术前	6.16±0.82	6.28±0.82	-0.617	0.540
术后 1 周	3.38±0.91	4.08±0.84	-3.341	0.001
术后 1 个月	2.47±0.67	2.97±1.03	-2.416	0.019
术后 3 个月	1.59±0.56	1.72±0.62	-0.897	0.373
术后 12 个月	1.22±0.71	1.28±0.62	-0.368	0.714
腿痛 VAS 评分(分)				
术前	7.13±1.13	7.06±0.96	0.275	0.784
术后 1 周	3.03±0.47	3.19±0.62	-1.221	0.226
术后 1 个月	2.47±0.62	2.64±0.64	-1.110	0.271
术后 3 个月	1.44±0.56	1.64±0.72	-1.269	0.209
术后 12 个月	0.75±0.44	0.86±0.42	-1.059	0.293
ODI(%)				
术前	56.94±5.92	56.72±6.35	0.144	0.886
术后 1 个月	29.25±2.77	31.22±2.10	-3.330	0.001
术后 3 个月	20.44±2.37	21.17±1.99	-1.378	0.173
术后 12 个月	12.25±1.88	12.33±2.22	-0.166	0.869

2.4 两组并发症比较

两组无硬膜外血肿、马尾损伤、神经根断裂、血管损伤、椎间隙感染等严重并发症发生。ULIF 组发生硬脊膜撕裂 2 例、类脊髓高压综合征 1 例、手术节段错误 1 例、神经根牵拉伤 2 例,总体并发症发生率为 18.75%(6/32);MIS-TLIF 组发生硬脊膜撕裂 1 例、伤口感染 1 例、融合器下沉 1 例、神经根牵拉伤 1 例,总体并发症发生率为 11.11%(4/36);两组并发症发生率比较差异无统计学意义(校正 $\chi^2=0.297$, $P=0.586$)。

2.5 ULIF 组和 MIS-TLIF 组典型病例

病例 1:患者男,72 岁,术前腰椎 X 线片、MRI、CT 显示第 5 腰椎至第 1 骶椎椎间盘脱出、第 5 腰椎至第 1 骶椎双侧峡部裂伴滑脱(图 1A~D);行 ULIF 手术(图 1E~H),术后 1 年复查腰椎 X 线片及 CT 三维重建显示椎间植骨融合、内固定位置良好(图 1I~L)。病例 2:患者女,64 岁,术前腰椎 X 线片、MRI 显示腰椎退行性病变、第 5 腰椎至第 1 骶椎椎间盘突出、终板炎(图 2A~D);行 MIS-TLIF 手术(图 2E~H),术后 1 年复查腰椎 X 线片及 CT 三维重建显示椎间植骨融合、内固定位置良好(图 2E~H)。



A~D:术前腰椎影像学图片;E~H:ULIF手术;I~L:术后1年复查腰椎影像学图片。
图1 ULIF组典型病例手术及随访情况



A~D:术前腰椎影像学图片;E~H:术后1年复查腰椎影像学图片。
图2 MIS-TLIF组典型病例术前及随访情况

3 讨 论

LDD 的发病率随着我国人口老龄化加剧正逐年上升,现已成为脊柱外科门诊最常见的慢性病。虽然大部分 LDD 都可通过保守治疗获得病情改善,但仍有极少数患者因保守治疗失败、腰痛严重或神经功能受损而亟须外科手术处理。传统开放腰椎椎间融合术是治疗 LDD 的常用术式^[2]。但开放手术因存在诸多广受诟病的缺点,已逐渐被管状扩张的通道技术 MIS-TLIF 和经皮脊柱内镜技术(percutaneous endoscopic unilateral laminotomy for interbody fusion, PE/U-LIF)等现代脊柱微创外科技术所替代^[9]。MIS-TLIF 在可扩张通道辅助下实施,循 Wiltse 入路钝性分离多裂肌和最长肌肌间隙后精确到达手术目标操作区域,与传统开放手术比较,可有效减轻对椎旁肌肉的破坏,降低术后出现肌肉神经萎缩和顽固性下腰痛的概率,是进入 21 世纪后治疗 LDD 的经典术式^[10]。近年来,随着经皮脊柱内镜技术飞速发展,其镜下处理能力逐渐从单纯髓核摘除减压向椎间融合覆盖。研究表明,采用 UBE 进行腰椎椎板切除、椎管减压的临床疗效和传统小切口通道下显微镜技术相当^[11],但 UBE 术后疼痛程度更轻、镇痛药物需求量更小、恢复更快。那么上述优势是否会继续在 UBE 镜下腰椎椎间融合手术中凸显呢?该问题也成为大家争相研究的热点。然而,当前关于 ULIF 治疗 LDD 的高质量循证医学证据仍旧缺乏。因此,作者开展了本研究以系统评价 ULIF 和 MIS-TLIF 治疗 LDD 的临床疗效和安全性。

腰腿痛症状是否能够在术后得到快速缓解或缓解程度是评判腰椎椎间融合手术早期疗效的重要指标。而术后腰痛程度又与术中解剖损伤和椎旁肌肉被过度牵拉挤压密切相关。如何避免和减少对肌肉软组织的牵拉、损伤取决于术前选择何种手术方案的关键。本研究显示,两组术后各随访时间点的腰、腿痛 VAS 评分及 ODI 均较术前明显改善($P < 0.05$),术后 12 个月根据 Macnab 标准比较两组的手术优良率差异无统计学意义($P > 0.05$),结果表明采用 ULIF 治疗 LDD 可获得与 MIS-TLIF 相似且满意的临床疗效,均能有效缓解腰、腿痛症状、促进腰椎功能恢复,和既往文献报道类似^[12]。但是,ULIF 组术后 1 周、1 个月的腰痛 VAS 评分和术后 1 个月的 ODI 明显低于 MIS-TLIF 组,这说明 ULIF 对改善术后早期腰痛和功能恢复有更积极的作用。首先,MIS-TLIF 是在管状扩张的通道辅助直视下完成手术,为了保证手术视野,椎旁肌肉全程被持续牵拉挤压,而椎旁肌肉损伤程度又与其所承受的压力强度和受压时间有关,长期受压可导致肌肉萎缩和去神经支配,从而增加术后早期腰痛的可能^[13]。其次,与使用 Quadrant 通道的传统 MIS-TLIF 比较,ULIF 不需要在椎旁肌之间放置管状扩张器,它是利用多裂肌三角与椎板之

间的潜在间隙经皮建立观察和操作通道,可以最大限度保留脊柱后方正常肌肉、韧带及骨结构的完整,减少术中创伤。另外,CRP 是反应机体炎症和组织损伤的客观血液学指标^[14]。在无感染的情况下,术后 CRP 峰值可以反映组织损伤的程度^[15]。CRP 水平往往在术后 3 d 达到峰值,并在术后 10~14 d 左右迅速下降至基线^[16]。CK 是肌肉损伤的定量指标^[17],AR-TS 等^[18]在一项前瞻性队列研究中观察到 CK 水平与手术侵袭程度呈明显正相关。CK 水平通常在术后 1 d 达到峰值^[19]。本研究中,两组术后 CRP、CK 峰值出现时间与前述研究相似,但 ULIF 组的 CRP、CK 峰值和总体水平均明显低于 MIS-TLIF 组,表明 ULIF 较 MIS-TLIF 造成的机体炎症反应更小、肌肉损伤程度更轻,这也可以解释术后早期腰痛 VAS 评分不同的原因。最后,与 MIS-TLIF 组比较,ULIF 组的下地活动时间早、住院时间短,同样意味着 ULIF 组具有更好的早期临床结果。虽然本研究显示 ULIF 的住院总费用较 MIS-TLIF 更高,但是目前随着国家高值耗材进入集采并大幅降价,两者费用上的差距会缩小,且 ULIF 所使用的操作工具和传统开放手术相同,无须另行购置特殊器械,不会增加其他手术成本及费用,适合在广大基层医院开展。

术中减压是否充分与术后腿痛缓解程度息息相关。文献报道单侧双通道内镜技术的减压效果良好,可与小切口通道下的显微内镜技术相媲美,并具有独特的优势^[20]。本研究显示两组术后各随访时间点的腿痛 VAS 评分差异无统计学意义($P > 0.05$),亦证明 ULIF 减压效果和 MIS-TLIF 相同。此外,研究还显示 ULIF 组的术后引流量更少、Hb 和 HCT 水平更高,说明 ULIF 可有效降低围手术期失血。分析原因除前文所述的 ULIF 本身具有更小的组织损伤、可帮助减少松质骨出血和术后溶血外,通过成像系统放大且清晰的镜下视野有助于观察到术区血管网并提前做好预止血。

成功的椎间融合是腰椎减压术后能获得持久疗效的前提,故椎间融合率也是评估疗效最重要的指标之一。有研究报道 ULIF 手术时用生理盐水持续冲刷椎间隙内植骨床,导致植骨颗粒、血供和成骨因子减少,可能会对椎间融合率产生负面影响^[21]。同时,对于内窥镜下脊柱融合技术,因术中可获得的自体松质骨量有限和缺乏足够的操作空间来置入合适尺寸的融合器,使得难以实现充分的椎间融合^[22]。然而,本研究中 ULIF 组的椎间融合率为 96.88%,MIS-TLIF 组为 91.67%,两组均取得了良好的椎间融合率且两组比较差异无统计学意义($P > 0.05$),和部分文献报道类似^[22]。一些研究表明,使用较小或可扩展的融合器、软骨终板刮除不完全、骨性终板损伤是导致融合失败、融合器下沉或移位的危险因素^[23-24]。而双通道的 UBE 技术避免了单轴内镜技术的通道限制,

镜下操作空间范围更广,可置入的融合器尺寸和开放手术相同;且在内镜直视下可将软骨终板完全分离去除并确保不损伤骨性终板,有利于建立良好的植骨床,促进椎间融合。

关于腰椎椎间融合手术的另一个主要问题是相关并发症。本研究中所有患者均顺利完成手术,除 ULIF 组出现 1 例手术节段错误外,围手术期无其他严重并发症发生,包括硬膜外血肿、马尾损伤、神经根断裂、血管损伤、椎间隙感染等。虽然本研究显示两组的总体并发症发生率差异无统计学意义($P>0.05$),但值得注意的是,ULIF 似乎具有更高的潜在并发症发生风险。因此,笔者根据临床实践经验总结出实施 ULIF 的如下注意事项:(1)术前严格把握手术适应证。尽管 UBE 镜下融合的微创优势明显,但其仍是一项具有挑战性且相对复杂的技术,适应证范围有限,特别是对于Ⅲ度及以上的腰椎滑脱、严重腰椎畸形或多节段病变等治疗较为困难;(2)准确识别镜下解剖标志。本研究 ULIF 组在技术开展早期出现过 1 例手术节段错误,分析原因可能跟术者经验不足、内镜及器械的活动范围较广容易导致方向迷失有关。因此,镜下首先要寻找的骨性解剖标志是下椎板和下关节突的转角部位,然后以此为中心,暴露整个关节突关节,切忌镜下盲目操作,防止迷路;而对于初学者,在开始使用骨刀进行下关节突截骨操作时,建议再次 C 臂透视,确保万无一失;(3)保持手术视野清晰。术中需采取多种措施防止出血,如提前电凝血管预止血、维持适当的灌注水压、保证出水顺畅、控制术中血压、截骨面封闭骨蜡等;(4)术中彻底止血、术毕常规放置引流、围手术期加强血压管理对预防硬膜外血肿具有重要意义;(5)在去除黄韧带时切勿生拉硬拽,要提前仔细分离其腹侧与硬膜囊之间的粘连组织,避免误伤硬脊膜;(6)上下关节突均需被完整切除,以扩大操作空间利于融合器的置入;(7)椎间隙应充分植骨,包括自体骨、同种异体骨和骨形态发生蛋白(bone morphogenetic protein,BMP);(8)手术由简到难,循序渐进。围手术期并发症容易发生在开始阶段和手术进阶的过程中,对于早期进行 ULIF 操作的外科医生,建议从单纯髓核摘除病例开始,逐步过渡到双侧减压,待累积一定经验后再尝试镜下融合。

综上所述,采用 ULIF 治疗 LDD 是有效且安全的手术技术,早期临床结果、椎间融合率和并发症发生率方面与经典的 MIS-TLIF 相似,但具有手术创伤小、失血少、炎症反应轻、腰痛缓解早、术后恢复快等优点,更符合当前大力提倡的加速康复外科理念,是脊柱外科医生应该掌握的又一微创利器,可为腰椎融合手术提供一种新的、可行的选择。然而,技术难度和陡峭的学习曲线仍是 ULIF 全面推广需要突破的壁垒。因此,在具体临床实践中,术者需根据自身的

技术水平和患者的病情选择个体化的治疗方案,切勿盲目跟风,坚决避免因手术方式错误给患者带来额外伤害。本研究样本量有限,随访时间较短,远期疗效有待多中心、大样本量、长时间随访的高质量前瞻性随机对照研究来验证。

参考文献

[1] JERMY J E,COPLEY P C,POON M T C,et al. Does pre-operative multifidus morphology on MRI predict clinical outcomes in adults following surgical treatment for degenerative lumbar spine disease? A systematic review[J]. Eur Spine J,2020,29(6):1318-1327.

[2] HUMPHREYS S C,HODGES S D,PATW-ARDHAN A G,et al. Comparison of posterior and transforaminal approaches to lumbar interbody fusion[J]. Spine (Phila Pa 1976),2001,26(5):567-571.

[3] FOLEY K T,HOLLY L T,SCHWENDER J D. Minimally invasive lumbar fusion[J]. Spine (Phila Pa 1976),2003,28(15 Suppl.):26-35.

[4] 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.

[5] HUSKISSON E C. Measurement of pain[J]. Lancet,1974,2(7889):1127-1131.

[6] FAIRBANK J C,COUPER J,DAVIES J B,et al. The Oswestry low back pain disability questionnaire[J]. Physiotherapy,1980,66(8):271-273.

[7] MACNAB I. Negative disc exploration. An analysis of the causes of nerve-root involvement in sixty-eight patients[J]. J Bone Joint Surg Am,1971,53(5):891-903.

[8] BRANTIGAN J W,STEFFEE A D,LEWIS M L,et al. Lumbar interbody fusion using the Brantigan I/F cage for posterior lumbar interbody fusion and the variable pedicle screw placement system:two-year results from a food and drug administration investigational device exemption clinical trial[J]. Spine (Phila Pa 1976),2000,25(11):1437-1746.

[9] 黄心乐,王文凯,龚俊峰,等. 单侧双通道脊柱内镜技术治疗腰椎退变性疾病的研究进展[J]. 中华解剖与临床杂志,2023,28(5):345-351.

[10] GUO H,SONG Y,WENG R,et al. Comparison of clinical outcomes and complications between

- endoscopic and minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion for lumbar degenerative diseases: a systematic review and meta-analysis[J]. *Global Spine J*, 2023, 13(5): 1394-1404.
- [11] PARK S M, PARK J, JANG H S, et al. Biportal endoscopic versus microscopic lumbar decompressive laminectomy in patients with spinal stenosis: a randomized controlled trial[J]. *Spine J*, 2020, 20(2): 156-165.
- [12] HAN H, SONG Y, LI Y, et al. Short-term clinical efficacy and safety of unilateral biportal endoscopic transforaminal lumbar interbody fusion versus minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion in the treatment of lumbar degenerative diseases: a systematic review and meta-analysis[J]. *J Orthop Surg Res*, 2023, 18(1): 656.
- [13] HEEMSKERK J L, OLUWADARA AKINDU-RO O, CLIFTON W, et al. Long-term clinical outcome of minimally invasive versus open single-level transforaminal lumbar interbody fusion for degenerative lumbar diseases: a meta-analysis[J]. *Spine J*, 2021, 21(12): 2049-2065.
- [14] NEUMAIER M, METAK G, SCHERER M A. C-reactive protein as a parameter of surgical trauma: CRP response after different types of surgery in 349 hip fractures[J]. *Acta Orthop*, 2006, 77(5): 788-790.
- [15] IWATA E, SHIGEMATSU H, KOIZUMI M, et al. Lymphocyte count at 4 days postoperatively and CRP level at 7 days postoperatively: reliable and useful markers for surgical site infection following instrumented spinal fusion[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2016, 41(14): 1173-1178.
- [16] MOK J M, PEKMEZCI M, PIPER S L, et al. Use of C-reactive protein after spinal surgery: comparison with erythrocyte sedimentation rate as predictor of early postoperative infectious complications[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2008, 33(4): 415-421.
- [17] KUMBHARE D, PARKINSON W, DUNLOP B. Validity of serum creatine kinase as a measure of muscle injury produced by lumbar surgery[J]. *J Spinal Disord Tech*, 2008, 21(1): 49-54.
- [18] ARTS M P, NIEBORG A, BRAND R, et al. Serum creatine phosphokinase as an indicator of muscle injury after various spinal and nonspinal surgical procedures [J]. *J Neurosurg Spine*, 2007, 7(3): 282-286.
- [19] XU J Z, LI L L, FU J, et al. Comparison of serum inflammatory indicators and radiographic results in MAKO robotic-assisted versus conventional total knee arthroplasty for knee osteoarthritis: a retrospective study of Chinese patients[J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2022, 23(1): 418.
- [20] HEO D H, LEE D C, PARK C K. Comparative analysis of three types of minimally invasive decompressive surgery for lumbar central stenosis: biportal endoscopy, uniportal endoscopy, and microsurgery[J]. *Neurosurg Focus*, 2019, 46(5): E9.
- [21] KANG M S, YOU K H, CHOI J Y, et al. Minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion using the biportal endoscopic techniques versus microscopic tubular technique[J]. *Spine J*, 2021, 21(12): 2066-2077.
- [22] HUANG X, WANG W, CHEN G, et al. Comparison of surgical invasiveness, hidden blood loss, and clinical outcome between unilateral biportal endoscopic and minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion for lumbar degenerative disease: a retrospective cohort study[J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2023, 24(1): 274.
- [23] AHN Y, YOUN M S, HEO D H. Endoscopic transforaminal lumbar interbody fusion: a comprehensive review [J]. *Expert Rev Med Devices*, 2019, 16(5): 373-380.
- [24] ZHANG Y W, XIA W H, GAO W C, et al. Direct foraminoplasty in endoscope-assisted transforaminal lumbar interbody fusion for the treatment of lumbar disc herniation[J]. *J Int Med Res*, 2020, 48(1): 300060519875372.

(收稿日期: 2024-05-10 修回日期: 2024-11-08)

(编辑: 姚 雪)