

UBE-LIF与MIS-TLIF治疗腰椎管滑脱的临床疗效与安全性的Meta分析

李 昆^{1,2*}, 张智斌^{1,2}, 季朝霞², 孟祥玉^{2#}

¹新疆医科大学研究生学院, 新疆 乌鲁木齐

²新疆医科大学第六附属医院微创脊柱外科, 新疆 乌鲁木齐

收稿日期: 2025年6月12日; 录用日期: 2025年7月17日; 发布日期: 2025年7月25日

摘 要

目的: 通过Meta分析评价单侧双通道内镜腰椎椎体间融合术(Unilateral biportal endoscopic lumbar interbody fusion, UBE-LIF)与微创经椎间孔腰椎椎体间融合术(Minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion, MIS-TLIF)治疗腰椎管滑脱(Lumbar spondylolisthesis, LSP)的临床疗效与安全性。
方法: 检索PubMed、Cochrane Library、Web of Science、Embase、Medline、CNKI、万方、维普数据库进行了全面搜索关于UBE-LIF和MIS-TLIF治疗LSP的临床预后和并发症等相关研究。提取纳入研究的结局指标数据, 包括视觉模拟评分(Visual analogue scale, VAS)、Oswestry功能障碍指数(Oswestry disability index, ODI)、一般评估指标、手术时间、术中出血量和手术并发症。提取数据后通过Review Manager 5.3软件进行Meta分析。结果: 共纳入11篇文献, 包括1篇随机对照研究、7篇回顾性研究、3篇队列研究, 总样本量1034例, 其中UBE-LIF组患者502例, MIS-TLIF组患者532例。Meta分析结果显示, MIS-TLIF组手术时间[MD = 23.25, 95% CI (12.41, 34.10), $P < 0.0001$]方面优于UBE-LIF组, 然而在术中失血量[MD = -58.22, 95% CI (-85.49, -30.96), $P < 0.00001$]方面, UBE-LIF组优于MIS-TLIF组; 然而在手术并发症[MD = 0.66, 95% CI (0.39, 1.12), $P = 0.12$]等方面无明显统计学差异; 在VAS及ODI评分方面, 早中期时期内, UBE组均优于MIS组[MD = -1.09, 95% CI (-1.35, -0.83), $P < 0.00001$]、[MD = -1.09, 95% CI (-1.35, -0.83), $P < 0.00001$]、[MD = -2.76, 95% CI (-0.12, -1.36), $P = 0.0001$]; 在晚期恢复中两组未见明显差异[MD = 0.09, 95% CI (-0.22, 0.03), $P = 0.15$]、[MD = -0.64, 95% CI (-1.37, 0.10), $P = 0.09$]。结论: UBE-LIF和MIS-TLIF均是治疗腰椎管滑脱的微创方式, 两者都具有明显的临床疗效和安全性, 在手术并发症方面无明显差异。UBE-LIF在术中出血量、术后早期疼痛恢复方面具有优势, 然而MIS-TLIF具有手术时间短、学习曲线平缓等优点。

关键词

腰椎退行性病变, 腰椎间盘突出症, 腰椎管滑脱症, 单侧双通道内镜腰椎椎体间融合术, 脊柱融合手术, 微创经椎间孔入路腰椎椎体间融合术

*第一作者。

#通讯作者。

Meta-Analysis of the Clinical Efficacy and Safety of UBE-LIF and MIS-TLIF in the Treatment of Lumbar Spondylolisthesis

Kun Li^{1,2*}, Zhibin Zhang^{1,2}, Zhaoxia Ji², Xiangyu Meng^{2#}

¹Graduate School of Xinjiang Medical University, Urumqi Xinjiang

²Minimally Invasive Spine Surgery, The Sixth Affiliated Hospital of Xinjiang Medical University, Urumqi Xinjiang

Received: Jun. 12th, 2025; accepted: Jul. 17th, 2025; published: Jul. 25th, 2025

Abstract

Objectives: To evaluate the clinical efficacy and safety of unilateral biportal endoscopic lumbar interbody fusion (UBE-LIF) and minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion (MIS-TLIF) in the treatment of lumbar spondylolisthesis (LSP) by a Meta-analysis. **Methods:** A comprehensive search was conducted through PubMed, Cochrane Library, Web of Science, Embase, Medline, CNKI, Wanfang, and VIP databases to retrieve relevant studies on the clinical outcomes and complications of UBE-LIF and MIS-TLIF in the treatment of LSP. Outcome measures extracted from the included studies comprised: visual analogue scale (VAS) scores, Oswestry disability index (ODI), general assessment indicators, operative time, intraoperative blood loss, and surgical complications. Following data extraction, a Meta-analysis was performed using Review Manager 5.3 software. **Results:** A total of 11 studies were included, comprising 1 randomized controlled trial, 7 retrospective studies, and 3 cohort studies, with a combined sample size of 1034 patients, including 502 patients in the UBE-LIF group and 532 patients in the MIS-TLIF group. The Meta-analysis results demonstrated that the MIS-TLIF group demonstrated shorter operative time compared to the UBE-LIF group [MD = 23.25, 95% CI (12.41, 34.10), $P < 0.0001$], whereas the UBE-LIF group exhibited significantly less intraoperative blood loss than the MIS-TLIF group [MD = -58.22, 95% CI (-85.49, -30.96), $P < 0.00001$]. No statistically significant differences were observed in surgical complications between the two groups [MD = 0.66, 95% CI (0.39, 1.12), $P = 0.12$]. Regarding VAS and ODI scores, the UBE group demonstrated superior outcomes compared to the MIS group during early-to-midterm follow-up periods [MD = -1.09, 95% CI (-1.35, -0.83), $P < 0.00001$], [MD = -1.09, 95% CI (-1.35, -0.83), $P < 0.00001$], [MD = -2.76, 95% CI (-0.12, -1.36), $P = 0.0001$]. However, no significant differences were observed between the two groups in long-term recovery [MD = 0.09, 95% CI (-0.22, 0.03), $P = 0.15$], [MD = -0.64, 95% CI (-1.37, 0.10), $P = 0.09$]. **Conclusions:** Both UBE-LIF and MIS-TLIF are minimally invasive techniques for treating lumbar spondylolisthesis, demonstrating significant clinical efficacy and safety with no significant differences in surgical complications or postoperative intervertebral disc height. UBE-LIF offers advantages in terms of reduced intraoperative blood loss and better early postoperative pain relief, while MIS-TLIF features shorter operative time and a more gradual learning curve.

Keywords

Lumbar Degenerative Diseases, Lumbar Disc Herniation, Lumbar Spondylolisthesis, Unilateral Biportal Endoscopic Lumbar Interbody Fusion, Spinal Fusion Surgery, Minimally Invasive Transforaminal Lumbar Interbody Fusion



1. 引言

随着人口老龄化进程的加快, 腰椎退行性病变的患病率持续攀升。这类疾病常引发患者腰部及下肢疼痛等临床症状, 其常见类型主要包括腰椎间盘突出症、腰椎管狭窄以及腰椎滑脱症等。自经椎间孔腰椎椎间融合术(Transforaminal lumbar interbody fusion, TLIF) [1]被引入临床以来, 其术后的效果得到了广泛临床医师的认可。然而开放手术对于脊柱骨骼结构等条件的破坏, 也被许多医师所诟病。随着微创理念的不断普及, Foley 等[2]基于管状牵开系统和显微技术开始了微创经椎间孔腰椎椎间融合术(Minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion, MIS-TLIF)方式的探索, 该技术通过最小化脊柱暴露过程中的肌肉剥离和骨质破坏, 降低了医源性对于脊柱后路结构的损伤, 并且随着其应用越来越广, MIS-TLIF 技术被脊柱外科医生认为是融合手术的标准术式。单侧双通道内镜技术(Unilateral biportal endoscopic, UBE)是近年来新兴的脊柱微创技术, 该术式创新性地采用同侧双通道设计, 将观察通道与操作通道相互独立设置。这种独特的通道配置不仅实现了术野观察与手术操作的互不干扰, 同时还能兼容传统开放手术器械, 为各类脊柱疾病的外科治疗提供了有效的解决方案[3] [4]。自 Heo 等[5]使用该技术首次完成腰椎椎体间融合术并取得良好效果开始, 越来越多的脊柱外科医生开始了 UBE 技术镜下融合的探索, 并取得了良好的临床效果。然而, 对于内镜方式下手术所得到的临床疗效以及安全性方面, 仍有许多脊柱外科医生持怀疑态度。因此, 作者整理和分析相关文献, 通过多个实验数据证据的支持, 来对比两种手术的优劣性, 并进一步加强临床医师对于内镜方式下治疗腰椎管滑脱的认识。

2. 资料与方法

2.1. 文献检索策略

1) **检索者:** 李昆。

2) **数据库:** 计算机完整检索 PubMed、Cochrane Library、Embase、中国知网、万方和维普数据库。

3) **检索词:** 英文检索词: “Lumbar degenerative disease, Lumbar disc herniation, Lumbar spondylolisthesis, Unilateral biportal endoscopic lumbar interbody fusion, Lumbar interbody fusion, Minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion”; 中文检索词: “腰椎退行性病变、腰椎间盘突出症、腰椎管滑脱症、单侧双通道内镜腰椎椎体间融合术、脊柱融合手术、微创经椎间孔入路腰椎椎体间融合术”。

4) **检索文献时限:** 各数据库建库至 2024 年 12 月期间比较 UBE-LIF 和 MIS-TLIF 治疗腰椎管滑脱患者的研究。

5) **文献检索策略:** 在 PubMed、Cochrane Library、Embase、中国知网、万方和维普数据库中对截至 2024 年 12 月发表的文献进行了计算机检索。在搜索时使用了以下关键词: 英文检索词: “Lumbar degenerative disease, Lumbar disc herniation, Lumbar spondylolisthesis, Unilateral biportal endoscopic lumbar interbody fusion, Lumbar interbody fusion, Minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion”; 中文检索词: “腰椎退行性病变、腰椎间盘突出症、腰椎管滑脱症、单侧双通道内镜腰椎椎体间融合术、脊柱融合手术、微创经椎间孔入路腰椎椎体间融合术”, 结合各种操作 “AND”、“NOT” 和 “OR”。我们将语言限制为英语和中文, 将文章类型限制为人体临床试验。

2.2. 文献纳入与排除标准

纳入标准：1) 诊断为腰椎管滑脱的患者包括但不限于腰椎间盘突出、腰椎管狭窄)，通过临床症状、体征和影像学检查确诊，经标准化保守治疗后症状未明显改善的研究；2) 干预措施涉及 UBE-LIF 和 MIS-TLIF 之间直接比较的研究；3) 包括至少一个随访参数的基本数据：手术时间、术中出血量、并发症、术后腰痛和腿痛视觉模拟评分(Visual analog scale, VAS)、Oswestry 功能障碍指数(Oswestry disability index, ODI)等指标；4) 术后至少随访 12 个月；5) 文献语种为中文和英文。排除标准：1) 伴有腰椎侧凸、强直性脊柱炎、脊柱肿瘤、骨折或神经系统疾病等合并症患者；2) 同一腰椎节段有手术史的患者；3) 研究质量差，缺乏原始数据或原始数据不能够提取；4) 非临床研究或重复研究。

2.3. 数据提取

本研究采用双人独立提取和交叉核对的方式进行数据收集，以确保信息的准确性。若两位评估者在提取过程中存在分歧，将由资深医师介入并进行讨论以达成一致。所提取的信息涵盖以下内容：研究作者及发表年份、受试者性别比例(男性/女性)、年龄分布(岁)、研究的脊柱部位、文章类型及其质量评分、随访时间(月)以及相关结局指标。对于文献中缺失的关键数据，我们将通过电子邮件联系原作者以获取未发表的补充资料。这种规范化的数据提取流程既保证了研究的系统性，又确保了与原始数据的高度一致性。

2.4. 文献质量评价

本研究采用纽卡斯尔-渥太华量表(Newcastle-Ottawa Scale, NOS)对纳入文献进行方法学质量评价。NOS 量表是国际公认的非随机研究质量评估工具，其评价体系包含三大维度(研究人群选择、组间可比性及结局评估)，共计 9 个条目。通过该量表的系统评估，可全面考察各项研究的潜在偏倚风险。最终，每项研究将根据评分结果划分为三个质量等级：0~3 分为低质量研究，4~6 分为中等质量研究，7~9 分则视为高质量研究。

2.5. 统计学分析

应用 RevMan 5.3 软件进行 Meta 分析。连续性变量运用加权均数差(Mean difference, MD)，二分类变量采用比值比(Odds ratio, OR)来表示，分别计算出 95%可信区间(95% CI)， $P < 0.05$ 为差异有显著性意义。对两组研究之间进行异质性检验，如果各研究结果之间没有异质性($I^2 \leq 50\%$, $P \geq 0.1$)，使用固定效应模型计算合并效应量；如果研究结果之间异质性显著($I^2 > 50\%$, $P < 0.1$)，应用随机效应模型并进行亚组分析、敏感性分析找出异质性来源，敏感性分析采取逐一去除单篇文献法，检验单篇文献对总效应量是否存在显著性影响。运用漏斗图检验发表偏倚。

3. 结果

3.1. 文献检索结果

共检索到 836 篇文献，经排除重复文献、阅读题目和摘要、阅读全文后最终筛选出 11 篇符合标准的文献[6]-[16]。具体筛选流程见图 1。

3.2. 纳入文献的基本特征和质量评价

纳入文献中英文 7 篇，中文文献 4 篇；3 篇队列研究，随机对照研究 1 篇，7 篇回顾性研究。总样本量 1034 例，其中 UBE-LIF 组患者 502 例，MIS-TLIF 组患者 532 例。入选文献的基本资料见表 1。文献

质量评价结果见表 2。文献风险评估结果见图 2。

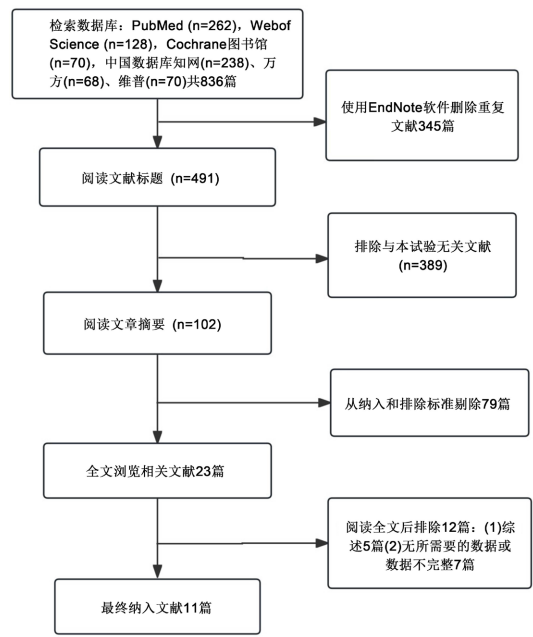


Figure 1. Literature screening flowchart
图 1. 文献筛选流程图

	Random sequence generation (selection bias)	Allocation concealment (selection bias)	Blinding of participants and personnel (performance bias)	Blinding of outcome assessment (detection bias)	Incomplete outcome data (attrition bias)	Selective reporting (reporting bias)	Other bias
Gatam, 2021	?	?	?	?	+	+	+
Huang, 2023	?	?	?	?	+	+	+
Kang, 2021	?	?	?	?	+	+	+
Kim, 2021	?	?	?	?	+	+	+
Qi Yu, 2023	?	?	?	?	+	+	+
Rattalerk, 2024	?	?	?	?	+	+	+
Song, 2023	?	?	?	?	+	+	+
余洋, 2023	?	?	?	?	+	+	+
孔凡国, 2022	?	?	?	?	+	+	+
朱剑, 2021	?	?	?	?	+	+	+
桑龙, 2024	+	?	?	?	+	+	+

Figure 2. Risk assessment analysis chart
图 2. 风险评估分析图

Table 1. Basic characteristics of the 11 included studies
表 1. 纳入 11 篇研究的基本特征

纳入研究	发表国家	研究类型	样本量(男/女)		年龄/Age		疾病	手术节段		随访时间 (月)	结局指标
			ULIF	MIS-TLIF	ULIF	MIS-TLIF		ULIF	MIS-TLIF		
Kim, 2021 [6]	韩国	回顾性研究	17/15	25/30	70.5 ± 8.26	67.3 ± 10.7	LSP	L2-3: 1 L3-4: 3 L4-5: 20 L5-S1: 8	L2-3: 0 L3-4: 2 L4-5: 46 L5-S1: 7	12	①③④⑤⑥⑦⑧
Huang, 2023 [7]	中国	队列研究	22/16	26/18	60.13 ± 7.36	59.68 ± 6.94	LSP LDH LSS	L3-4: 0 L4-5: 28 L5-S1: 10	L3-4: 1 L4-5: 30 L5-S1: 13	12	①③④⑤⑥⑦⑧
Kang, 2021 [8]	中国	队列研究	17/30	17/15	66.87 ± 10.41	66.38 ± 9.45	LSP LDH LSS	L2-3: 4 L3-4: 7 L4-5: 34 L5-S1: 20	L2-3: 1 L3-4: 9 L4-5: 22 L5-S1: 11	14	①②③⑤⑥⑦⑧⑨
Qi Yu, 2023 [9]	中国	回顾性研究	16/13	23/9	64.62 ± 7.62	61.09 ± 9.22	LSP LDH LSS	L2-3: 1 L3-4: 0 L4-5: 25 L5-S1: 3	L2-3: 0 L3-4: 1 L4-5: 25 L5-S1: 6	16	①②③⑤⑥⑦⑧
Gatam, 2021 [10]	印度尼西亚	队列研究	26/46	28/45	55.1 ± 5.12	52.3 ± 6.13	LSP LDH LSS	L3-4: 8 L4-5: 56 L5-S1: 8	L3-4: 10 L4-5: 48 L5-S1: 15	12	④⑤⑥⑦⑧
Rattalerk Arunakul, 2024 [11]	泰国	回顾性研究	9/25	13/43	61.26 ± 9.28	62.84 ± 13.8	LSP	/	/	12	①②③④⑤⑥⑦⑧
Song, 2023 [12]	中国	回顾性研究	9/16	8/16	52.36 ± 10.69	56.38 ± 10.53	LSP LDH LSS	L3-4: 2 L4-5: 13 L5-S1: 10	L3-4: 2 L4-5: 10 L5-S1: 12	14	①②④⑤⑥⑦⑧
桑龙, 2024 [13]	中国	随机对照研究	57/75	48/69	60.3 ± 8.6	60.7 ± 9.1	LSP	L3-4: 6 L4-5: 105 L5-S1: 21	L3-4: 3 L4-5: 99 L5-S1: 15	15	①②③④⑤⑦⑧⑨
朱剑, 2021 [14]	韩国	回顾性研究	16/19	19/22	50.94 ± 12.12	53.44 ± 14.37	LSP	L3-4: 0 L4-5: 28 L5-S1: 7	L3-4: 2 L4-5: 25 L5-S1: 14	15	①②③④⑤⑥⑦⑧
余洋, 2023 [15]	中国	回顾性研究	11/12	8/10	60.8 ± 7.6	60.7 ± 8.5	LSP LDH LSS	L3-4: 3 L4-5: 11 L5-S1: 9	L3-4: 3 L4-5: 8 L5-S1: 7	13	①②④⑤⑦⑧⑨
孔凡国, 2022 [16]	中国	回顾性研究	13/22	18/22	55.1 ± 10.63	56.0 ± 10.53	LSS	L2-3: 1 L3-4: 5 L4-5: 17 L5-S1: 10	L1-2: 1 L2-3: 4 L3-4: 7 L4-5: 15 L5-S1: 12	18	① ②③④⑤⑥⑦⑧⑨

注：① 手术时间；② 术中失血量；③ 住院时间；④ 并发症；⑤ 手术前后腰痛 VAS 评分；⑥ 手术前后下肢痛 VAS；⑦ ODI 评分；⑧ 融合率；⑨ 术后椎间隙高度。

Table 2. Quality assessment of the included literature (NOS scale)
表 2. 纳入文献的质量评估(NOS 量表)

作者	研究对象选择	组间可比性	结果测量	总分	质量评价
Kim, 2021	★★	★★	★★	6	中等质量
Huang, 2023	★★	★★★★	★★	7	高质量
Kang, 2021	★★★★	★	★★★★	7	高质量
Qi Yu, 2023	★★	★	★★	5	中等质量
Gatam, 2021	★★★★	★★	★★	7	高质量
Rattalerk Arunakul, 2024	★★	★★	★	5	中等质量
Song, 2023	★★	★★	★★	6	中等质量
桑龙, 2024	★★★★	★★★★	★★	8	高质量
朱剑, 2021	★	★★	★★	5	中等质量
余洋, 2023	★★★★	★★	★	6	中等质量
孔凡国, 2022	★★	★★★★	★	6	中等质量

3.3. Meta 分析结果

1) 手术时间: 10 篇文献均报道了手术时间[6]-[9][11]-[16], UBE-LIF 组有 438 例患者, MIS-TLIF 组有 472 例患者。异质性检验($P < 0.00001$, $I^2 = 89\%$)表明研究之间存在显著异质性, 采用随机效应模型, UBE 组手术时间较 MIS 组长[MD = 23.25, 95% CI (12.41, 34.10), $P < 0.0001$] (见图 3)。

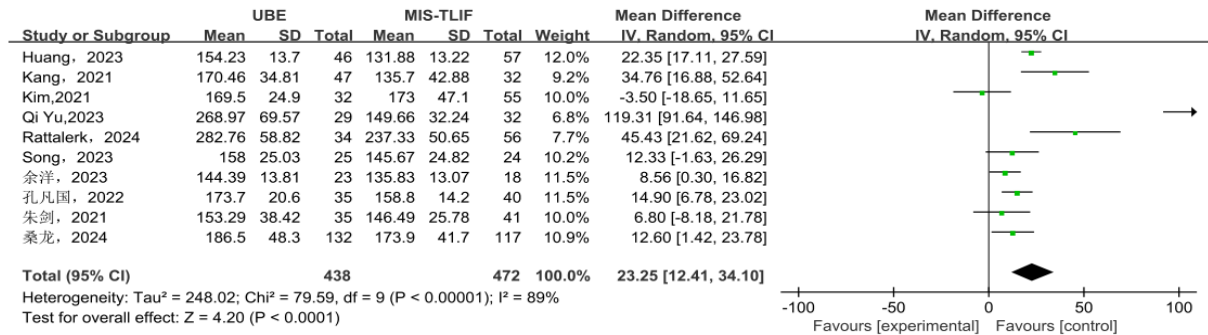


Figure 3. Comparison of operative time between the two groups of patients
图 3. 两组患者手术时间比较

2) 术中失血量: 共 7 篇文献报道了术中失血量[7][8][12]-[16], UBE-LIF 组有 343 例患者, MIS-TLIF 组有 329 例患者。异质性检验($P < 0.00001$, $I^2 = 98\%$)表明研究之间存在显著异质性, 采用随机效应模型, 两组术中失血量存在显著性差异, UBE 组术中出血量较 MIS 组少[MD = -58.22, 95% CI (-85.49, -30.96), $P < 0.0001$] (见图 4)。

3) 术后背部 VAS 评分: 在术后 1~2 周(早期), 6 项研究报道了 VAS 背部评分[6][7][9][11][12][14], 其中包括 466 例患者, 异质性检验结果显示 $P = 0.19$ 、 $I^2 = 33\%$ 。结果显示, UBE-LIF 组术后早期背部 VAS 评分低于 MIS-TLIF 组[MD = -1.09, 95% CI (-1.35, -0.83), $P < 0.00001$]。在术后 3~6 个月内(中期), 8 项研究报告了 VAS 背部评分[6][7][9][11]-[15], 其中 UBE 组 356 例, MIS 组 400 例患者。结果显示, UBE 组的 VAS 背部评分较 MIS 组低[MD = -0.33, 95% CI (-0.57, -0.08), $P = 0.009$]。术后 12 个月(晚期), 我们纳入了 8 项研究(共 770 例病例)[6][7][11]-[16], UBE 组的 VAS 背部评分仍较 MIS 组低[MD = -0.11, 95% CI (-0.19, -0.04), $P = 0.005$] (见图 5)。

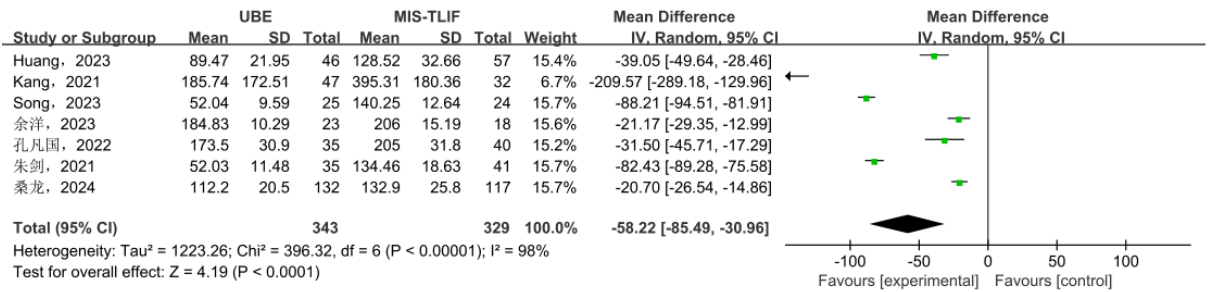


Figure 4. Comparison of intraoperative blood loss between the two groups of patients
图 4. 两组患者术中失血量比较

4) 术后下肢 VAS 评分: 在术后 1~2 周(早期), 6 项研究报告了下肢 VAS 评分[6][7][9][11][12][14], 其中包括 466 例患者, 异质性检验结果显示 $P = 0.51$ 、 $I^2 = 0\%$ 。结果显示, 两组早期下肢 VAS 评分未见

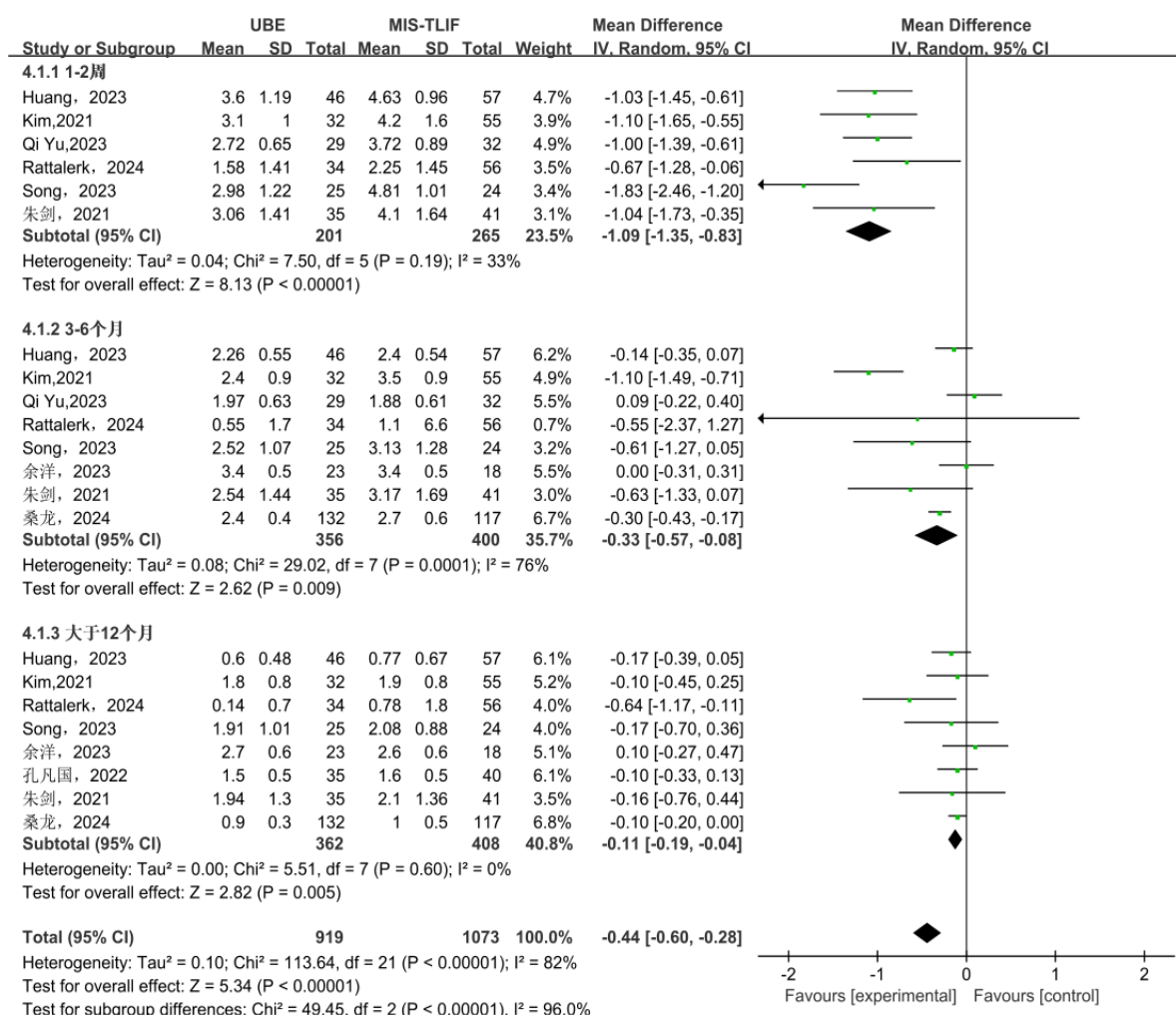


Figure 5. Comparison of back VAS scores between the two groups of patients

图 5. 两组患者背部 VAS 评分比较

明显异常[MD = -0.03, 95% CI (-0.21, 0.15), $P = 0.76$]。在术后 3~6 个月(中期), 6 项研究报告了下肢 VAS 评分[6] [7] [9] [11] [12] [14], 其中 UBE 组 201 例, MIS 组 265 例患者。结果显示, 两组在中期评定中未见明显统计学差异[MD = 0.04, 95% CI (-0.12, 0.19), $P = 0.64$]。术后 12 个月(晚期), 6 项研究(共 480 例病例)纳入研究[6] [7] [11] [12] [14] [16], 两组在晚期评定中仍未见明显统计学差异[MD = 0.09, 95% CI (-0.22, 0.03), $P = 0.15$] (见图 6)。

5) 术后 ODI: 在 3 个月内(早期), 8 项研究报告了 ODI 评分[6] [7] [8] [11] [13]-[16], 其中包括 782 例患者, 异质性检验结果显示 $P = 0.01$ 、 $I^2 = 61\%$ 。结果显示, UBE 组术后早期较 MIS 组 ODI 评分低[MD = -2.76, 95% CI (-0.12, -1.36), $P = 0.0001$]。在术后 3~6 个月(中期), 7 项研究报告了术后 ODI 评分[6] [7] [9] [11] [12] [14] [15], 其中 UBE 组 224 例, MIS 组 283 例患者。结果显示, UBE 组术后中期较 MIS 组 ODI 评分低[MD = -1.33, 95% CI (-2.27, -0.93), $P = 0.005$]。术后 12 个月(晚期), 7 项研究(共 721 例病例)纳入研究[6] [7] [11] [13]-[16], 两组在晚期评定中未见明显统计学差异[MD = -0.64, 95% CI (-1.37, 0.10), $P = 0.09$] (见图 7)。

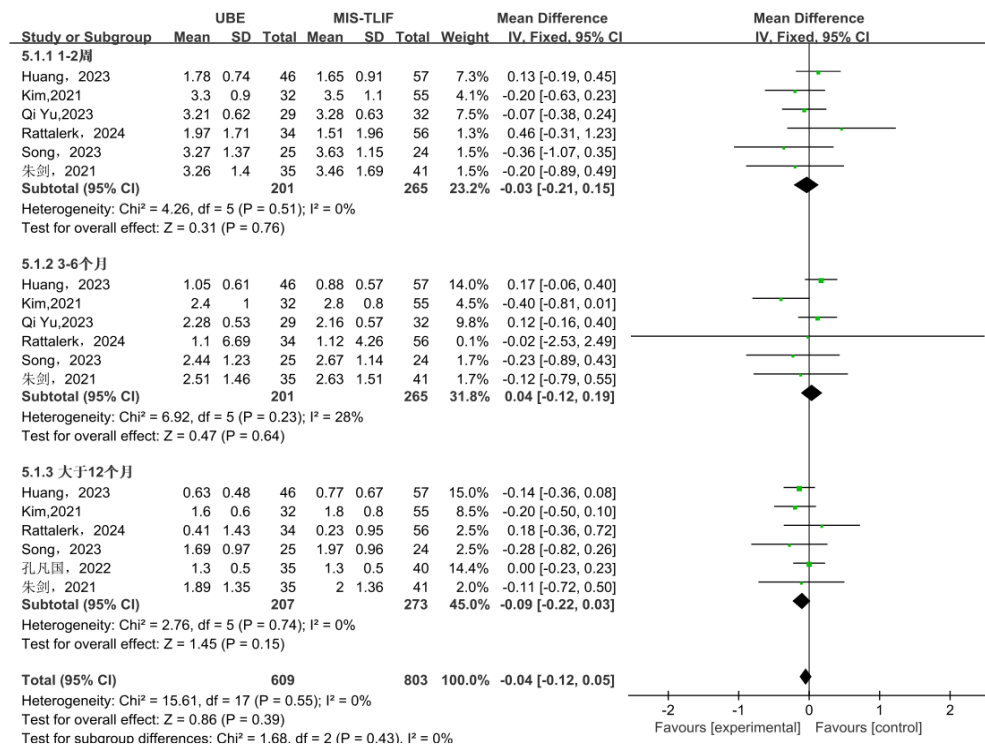


Figure 6. Comparison of lower limb VAS scores between the two groups of patients

图 6. 两组患者下肢 VAS 评分比较

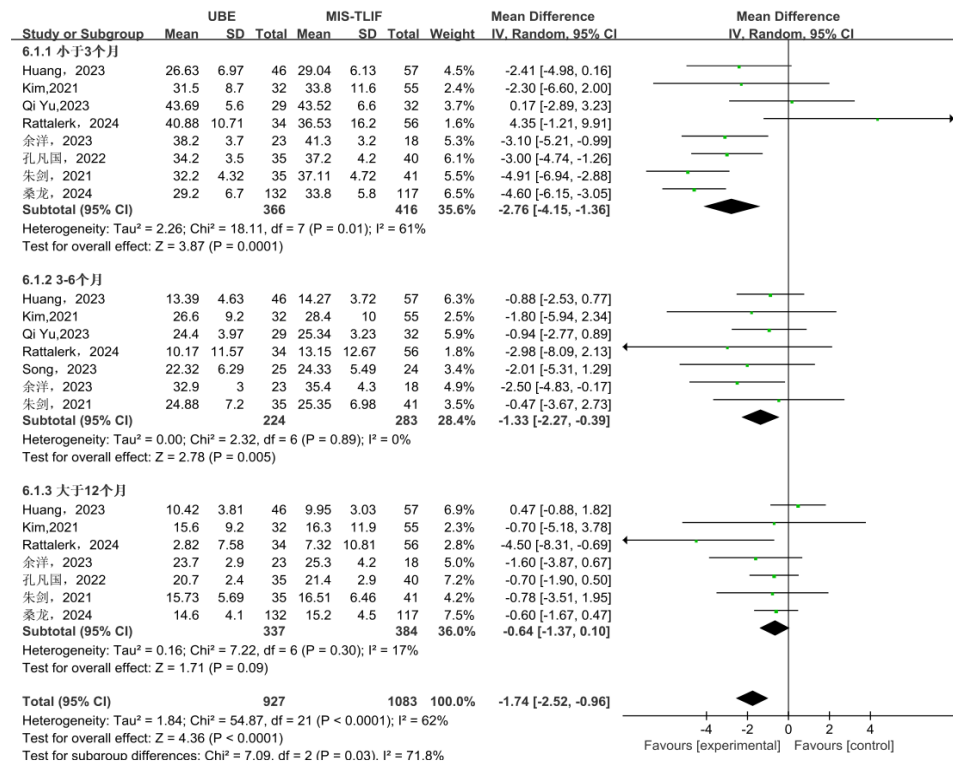


Figure 7. Comparison of ODI scores between the two groups of patients

图 7. 两组患者 ODI 评分比较

6) 手术并发症: 共 9 篇文献报道了术后并发症情况[6]-[8][11]-[16], UBE-LIF 组有 409 例患者, MIS-TLIF 组有 440 例患者。异质性检验($P = 0.98$, $I^2 = 0\%$)显示, 各研究间无统计学异质性, 采用固定效应模型, 两组术后并发症未见明显差异[MD = 0.66, 95% CI (0.39, 1.12), $P = 0.12$] (见图 8)。

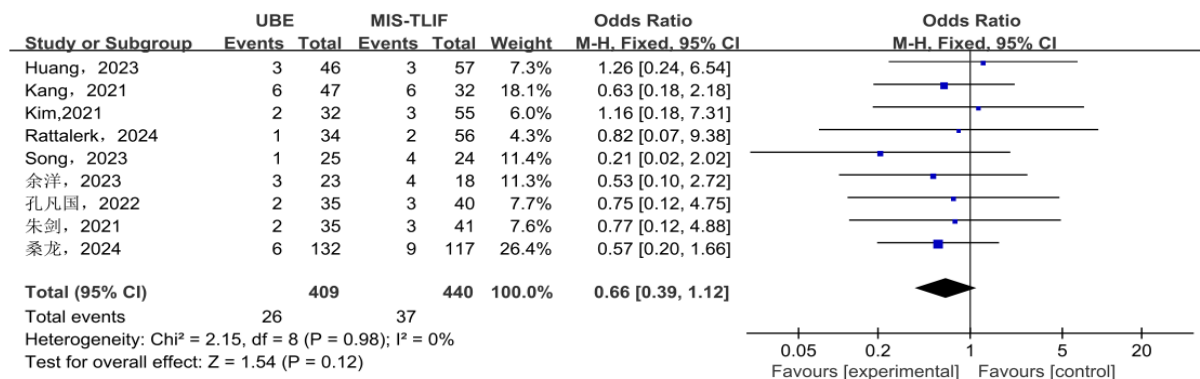


Figure 8. Comparison of surgical complications between the two groups of patients

图 8. 两组患者手术并发症比较

3.4. 异质性与敏感性分析

Meta 分析显示, 手术时间与术中失血量均存在高度异质性。采用逐个数据剔除进行敏感性分析发现, 剔除任意研究后, 手术时间异质性指数(85%~89%)和失血量异质性指数(90%~95%)均未显著改变原始水平。这表明高度异质性对主要结论影响有限, 结果稳健。异质性可能源于术者手术熟练度及失血量测量方法的差异。

3.5. 发表偏倚分析

应用 RevMan 5.3 软件, 通过绘制漏斗图检验文章中主要观察指标是否存在发表偏倚, 漏斗图结果显示手术时间、下肢 VAS 评分和 ODI 评分、并发症、术中出血量漏斗图左右分布近似对称, 表明存在发表偏倚可能性较小。术后背部 VAS 评分漏斗图分布不对称, 表明纳入的研究可能存在发表偏倚, 但偏离指标较少, 因此我们认为该结果虽存在发表偏移, 但结果尚可接受(见图 9)。

4. 讨论

腰椎管滑脱是中老年人群的常见疾病, 其发病率随老龄化的加剧而上升。保守治疗可缓解部分症状, 但严重者需手术干预[17]。传统开放融合手术虽能恢复脊柱稳定, 但存在软组织损伤、术后感染等问题[18]。随着微创理念的普及, MIS-TLIF 被广泛认可, 通过管状牵开器减少脊柱损伤[19][20]。但其不足包括: 1) 牵开器可能造成软组织损伤, 甚至瘢痕或坏死[21]; 2) 终板处理依赖经验, 可能导致处理不充分或损伤[22]。单侧双通道内镜技术采用同侧观察和操作通道, 术者可直观处理终板, 仅需 2 个 1 cm 孔道完成融合器置入, 保护脊柱后柱结构, 减少肌肉韧带损伤, 患者恢复更快[23][24]。

本研究显示, UBE-LIF 组术中失血量显著少于 MIS-TLIF 组, 可能因为: 1) UBE 的水介质持续冲洗提供了清晰视野, 便于止血; 2) 水流压力本身具有止血作用。但 UBE 手术时间明显长于 MIS, 原因包括: 1) UBE 需通过屏幕观察, 手眼协调需要适应; 2) 经皮螺钉固定技术存在学习曲线[25][26]。研究表明, 无内镜基础的术者需完成 30~35 例融合手术才能达到稳定操作水平, 而有经验者适应更快。在术后疗效方面, UBE 组术后 6 个月内的背部 VAS 和 ODI 评分改善优于 MIS 组, 这与 Park 的研究结果相似

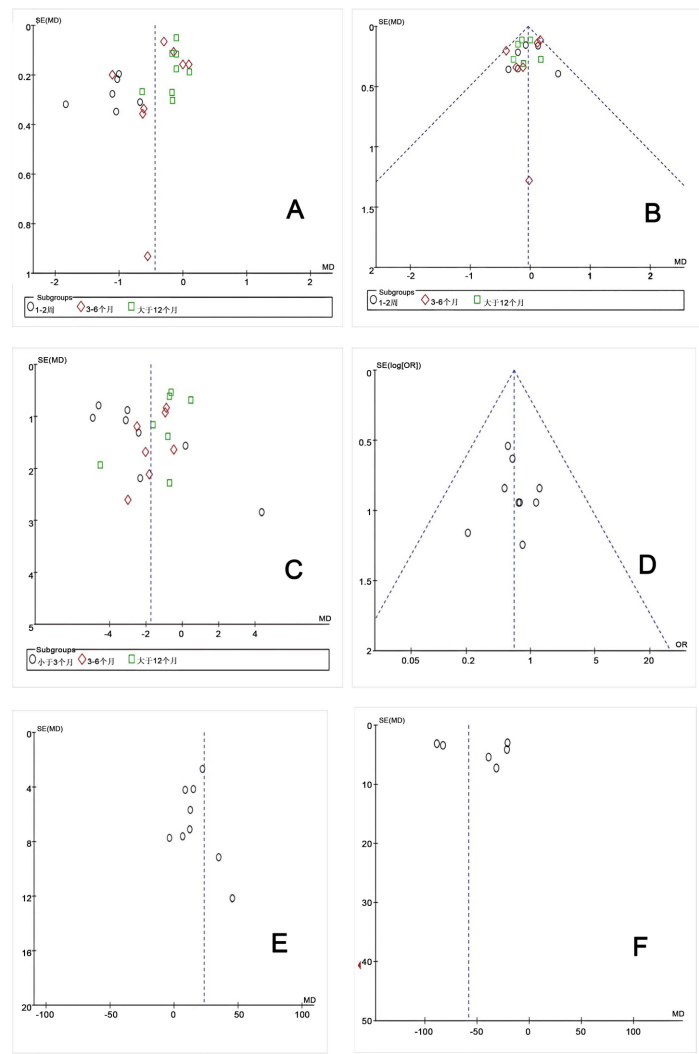


Figure 9. Funnel plot for publication bias: (A) Back VAS scores; (B) Lower limb VAS scores; (C) ODI scores; (D) Complications; (E) Operative time; (F) Intraoperative blood loss
图 9. 发表偏移漏斗图: (A) 背部 VAS 评分; (B) 下肢 VAS 评分; (C) ODI 评分; (D) 并发症; (E) 手术时间; (F) 术中出血量

[27], 但下肢 VAS 评分无显著差异。长期随访中(>12 个月)仅背部 VAS 评分存在差异, 可能与以下因素有关: 1) UBE 切口更小, 恢复更快; 2) UBE 更好地保留了背部软组织和肌肉支撑; 3) 患者主观疼痛评分差异。综上, UBE-LIF 在减少软组织损伤、促进早期恢复方面更具优势, 但需克服学习曲线。建议术者从简单内镜手术开始积累经验, 再逐步开展融合手术。

此外, 纳入的 17 篇文献中有 9 篇报道了并发症(如硬膜撕裂、脑脊液漏)。Meta 分析显示两组并发症发生率无显著差异, 且均得到妥善处理。值得一提的是, 腰椎手术硬膜破损较普遍, 部分学者认为这与关节突退变严重、硬脊膜粘连相关[28]。既往研究表明, 内镜手术硬膜损伤率约为 3%-6% [29]。临床中硬膜撕裂患者常仅需短期卧床, 研究表明这与 UBE 较好保留后柱肌肉、有效封堵脑脊液漏并促进愈合有关[30]。

5. 局限性

我们的研究存在以下几个局限性: 1) 首先, 纳入的大多数研究是回顾性研究, 缺乏更多的高质量随

机对照试验,使得研究结果存在一定的偏移;2)其次,目前对于双通道的手术方式在亚洲地区及东南亚地区较为流行,尤其以中、韩两国多见,因此我们所纳入的研究大多为中国或者韩国学者所撰写,存在一定的发表偏移;3)不同医生的手术技术以及术中相关指标评估的方式存在差异,同时每个病人对于疼痛等指标的评估也存在不同,这可能导致研究的异质性较大,对最终结果有着一定程度的影响;4)不同的研究对于随访时间节点的选取不同,最终随访期限也存在部分差异,这可能会影响结果。

6. 结果

单侧双通道内镜下腰椎椎间融合术(UBE-LIF)在微创脊柱手术中优势显著:其术中出血量优于开放手术,水介质双通道操作提供清晰视野利于止血;术后早期疼痛轻、恢复快,得益于小切口(仅需两个约1 cm 通道)最大程度减少椎旁组织损伤,降低慢性腰痛风险。然而,UBE-LIF 手术时间较长,尤其在早期学习曲线阶段,因其依赖内镜操作,术者需掌握镜下解剖辨识、器械操作及水介质管理,需积累病例方能熟练。随着经验的积累,其优势(出血少、恢复快、神经损伤风险低)将更明显,成为腰椎退变疾病微创治疗的安全有效选择。未来技术标准化和器械优化有望进一步提升其在微创脊柱领域的作用。

参考文献

- [1] Harms, J.G. and Jeszenszky, D. (1998) The Unilateral Transforaminal Approach for Posterior Lumbar Interbody Fusion. *Operative Orthopädie und Traumatologie*, **10**, 90-102. <https://doi.org/10.1007/s00064-006-0112-7>
- [2] Foley, K.T., Holly, L.T. and Schwender, J.D. (2003) Minimally Invasive Lumbar Fusion. *Spine*, **28**, S26-S35. <https://doi.org/10.1097/01.brs.0000076895.52418.5e>
- [3] 田大胜, 朱斌, 荆珏华, 单侧双通道内镜技术在脊柱外科的应用拓展与相关问题[J]. 中华医学杂志, 2022, 102(41): 3241-3245.
- [4] 王湘斌, 刘东山, 隆宇斌, 等. 单侧双通道内镜技术在脊柱疾病中应用的研究进展[J]. 中华医学杂志, 2023, 103(39): 3144-3148.
- [5] Heo, D.H., Son, S.K., Eum, J.H. and Park, C.K. (2017) Fully Endoscopic Lumbar Interbody Fusion Using a Percutaneous Unilateral Biportal Endoscopic Technique: Technical Note and Preliminary Clinical Results. *Neurosurgical Focus*, **43**, E8. <https://doi.org/10.3171/2017.5.focus17146>
- [6] Kim, J., Yoo, H., Choi, D., Park, E.J. and Jee, S. (2021) Comparison of Minimal Invasive versus Biportal Endoscopic Transforaminal Lumbar Interbody Fusion for Single-Level Lumbar Disease. *Clinical Spine Surgery*, **34**, E64-E71. <https://doi.org/10.1097/bsd.0000000000001024>
- [7] Huang, X., Wang, W., Chen, G., Guan, X., Zhou, Y. and Tang, Y. (2023) 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. *BMC Musculoskeletal Disorders*, **24**, Article No. 274. <https://doi.org/10.1186/s12891-023-06374-1>
- [8] Kang, M., You, K., Choi, J., Heo, D., Chung, H. and Park, H. (2021) Minimally Invasive Transforaminal Lumbar Interbody Fusion Using the Biportal Endoscopic Techniques versus Microscopic Tubular Technique. *The Spine Journal*, **21**, 2066-2077. <https://doi.org/10.1016/j.spinee.2021.06.013>
- [9] Yu, Q., Hu, X., Pan, X., Kong, X., Zhang, J., Yu, Y., et al. (2023) Early Efficacy and Safety of Unilateral Biportal Endoscopic Lumbar Interbody Fusion versus Minimal Invasive in the Treatment of Lumbar Degenerative Diseases. *Clinical Spine Surgery*, **36**, E390-E396. <https://doi.org/10.1097/bsd.0000000000001470>
- [10] Gatam, A.R., Gatam, L., Mahadhipta, H., Ajiantoro, A., Luthfi, O. and Aprilya, D. (2021) Unilateral Biportal Endoscopic Lumbar Interbody Fusion: A Technical Note and an Outcome Comparison with the Conventional Minimally Invasive Fusion. *Orthopedic Research and Reviews*, **13**, 229-239. <https://doi.org/10.2147/orr.s336479>
- [11] Arunakul, R., Anumas, S., Pattharanitima, P., Susrirvaraput, C. and Pholsawatchai, W. (2024) Unilateral Biportal Endoscopic versus Microscopic Transforaminal Lumbar Interbody Fusion for Lumbar Degenerative Disease: A Retrospective Study. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*, **19**, Article No. 326. <https://doi.org/10.1186/s13018-024-04813-w>
- [12] Song, X., Ren, Z., Cao, S., Zhou, W. and Hao, Y. (2023) Clinical Efficacy of Bilateral Decompression Using Biportal Endoscopic versus Minimally Invasive Transforaminal Lumbar Interbody Fusion for the Treatment of Lumbar Degenerative Diseases. *World Neurosurgery*, **173**, e371-e377. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2023.02.059>
- [13] 桑龙, 吴克第, 陈文健, 等. 腰椎滑脱内镜与通道经椎间孔椎体间融合比较[J]. 中国矫形外科杂志, 2024, 32(17):

- 1564-1570.
- [14] 朱剑, 镐英杰, 任志楠, 等. 单侧双通道内镜下腰椎融合术治疗腰椎退行性疾病的初步研究[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2021, 31(11): 1026-1033.
- [15] 余洋, 王永涛, 谢一舟, 等. 单侧双通道脊柱内镜与 3D 显微镜辅助经椎间孔腰椎椎体间融合术治疗腰椎滑脱症的中期疗效比较[J]. 中国修复重建外科杂志, 2023, 37(1): 52-58.
- [16] 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.
- [17] 高江, 马良, 王艺, 等. 经皮内镜下经椎板间入路与微创经椎间孔入路椎间融合术治疗 I、II 度腰椎滑脱症的临床疗效对比[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2023, 33(11): 1003-1010.
- [18] Cho, J.H. (2017) Treatment Outcomes for Patients with Failed Back Surgery. *Pain Physician*, **1**, E29-E43. <https://doi.org/10.36076/ppj.2017.1.e29>
- [19] Lener, S., Wipplinger, C., Hernandez, R.N., Hussain, I., Kirnaz, S., Navarro-Ramirez, R., *et al.* (2020) Defining the MIS-TLIF: A Systematic Review of Techniques and Technologies Used by Surgeons Worldwide. *Global Spine Journal*, **10**, 151S-167S. <https://doi.org/10.1177/2192568219882346>
- [20] Schwender, J.D., Holly, L.T., Rouben, D.P. and Foley, K.T. (2005) Minimally Invasive Transforaminal Lumbar Interbody Fusion (TLIF): Technical Feasibility and Initial Results. *Journal of Spinal Disorders & Techniques*, **18**, S1-S6. <https://doi.org/10.1097/01.bsd.0000132291.50455.d0>
- [21] Rajakumar, D., Hari, A., Krishna, M. and Rajagandhi, S. (2016) Minimally Invasive Transforaminal Lumbar Interbody Fusion—Indications and Clinical Experience. *Neurology India*, **64**, 444-454. <https://doi.org/10.4103/0028-3886.181536>
- [22] Jiang, C., Huang, Y.H., Zuo, H., Sun, Y. and Sun, J.F. (2022) [Clinical Effect of Unilateral Biportal Endoscopic Lumbar Interbody Fusion and Minimally Invasive Transforaminal Lumbar Interbody Fusion on Single-Segment Lumbar Stenosis with Instability]. *Acta Academiae Medicinae Sinicae*, **44**, 563-569.
- [23] Ahn, J., Lee, H., Park, E.J., Kim, S.B., Choi, D., Kwon, Y., *et al.* (2019) Multifidus Muscle Changes after Biportal Endoscopic Spinal Surgery: Magnetic Resonance Imaging Evaluation. *World Neurosurgery*, **130**, e525-e534. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2019.06.148>
- [24] Kim, J., Choi, D., Kim, M. and Park, E.J. (2019) Risk Factors of Postoperative Spinal Epidural Hematoma after Biportal Endoscopic Spinal Surgery. *World Neurosurgery*, **129**, e324-e329. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2019.05.141>
- [25] Hsu, H., Chang, S., Yang, S.S. and Chai, C.L. (2012) Learning Curve of Full-Endoscopic Lumbar Discectomy. *European Spine Journal*, **22**, 727-733. <https://doi.org/10.1007/s00586-012-2540-4>
- [26] Anichini, G., Landi, A., Caporlingua, F., Beer-Furlan, A., Brogna, C., Delfini, R., *et al.* (2015) Lumbar Endoscopic Microdiscectomy: Where Are We Now? An Updated Literature Review Focused on Clinical Outcome, Complications, and Rate of Recurrence. *BioMed Research International*, **2015**, Article ID: 417801. <https://doi.org/10.1155/2015/417801>
- [27] Park, M., Park, S., Son, S., Park, W. and Choi, S. (2019) Clinical and Radiological Outcomes of Unilateral Biportal Endoscopic Lumbar Interbody Fusion (ULIF) Compared with Conventional Posterior Lumbar Interbody Fusion (PLIF): 1-Year Follow-Up. *Neurosurgical Review*, **42**, 753-761. <https://doi.org/10.1007/s10143-019-01114-3>
- [28] Kim, J., Choi, D. and Park, E.J. (2019) Evaluation of Postoperative Spinal Epidural Hematoma after Biportal Endoscopic Spine Surgery for Single-Level Lumbar Spinal Stenosis: Clinical and Magnetic Resonance Imaging Study. *World Neurosurgery*, **126**, e786-e792. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2019.02.150>
- [29] Lin, G., Huang, P., Kotheeranurak, V., Park, C., Heo, D., Park, C., *et al.* (2019) A Systematic Review of Unilateral Biportal Endoscopic Spinal Surgery: Preliminary Clinical Results and Complications. *World Neurosurgery*, **125**, 425-432. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2019.02.038>
- [30] Kim, W., Kim, S., Kang, S., Park, H., Han, S. and Lee, S. (2019) Pooled Analysis of Unsuccessful Percutaneous Biportal Endoscopic Surgery Outcomes from a Multi-Institutional Retrospective Cohort of 797 Cases. *Acta Neurochirurgica*, **162**, 279-287. <https://doi.org/10.1007/s00701-019-04162-z>