

经皮内镜下经椎间孔腰椎间融合术与传统微创 经椎间孔腰椎间融合术治疗腰椎退行性疾病 临床疗效与安全性的Meta分析

高江,阿里木江·玉素甫,马良,孟祥玉
(新疆医科大学第六附属医院脊柱外科 830002 乌鲁木齐市)

【摘要】目的:通过 Meta 分析评价经皮内镜下经椎间孔腰椎间融合术(percutaneous endoscopic transforaminal lumbar interbody fusion, PE-TLIF)与传统微创经椎间孔腰椎间融合术(minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion, MIS-TLIF)治疗腰椎退行性疾病(lumbar degenerative diseases, LDD)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 PE-TLIF 和 MIS-TLIF 治疗 LDD 的临床预后和并发症的相关研究。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)、日本骨科协会(Japanese Orthopaedic Association, JOA)评估治疗分数;手术时间、透视时间、术中出血量、术后引流量、下床时间、住院时间、融合率和手术相关并发症。提取数据后通过 Review Manager 5.3 软件进行 Meta 分析。**结果:**共纳入 10 篇文献,2 篇 RCT,1 篇前瞻性队列研究,7 篇回顾性研究,总样本量 696 例,其中 PE-TLIF 组患者 345 例, MIS-TLIF 组患者 351 例。Meta 分析结果显示, PE-TLIF 组住院时间[MD=-1.45, 95%CI(-2.17, -0.74), $P<0.0001$]、术中失血量[MD=-56.39, 95%CI(-77.50, -35.29), $P<0.00001$]、术后引流量[MD=-46.27, 95%CI(-67.68, -24.85), $P<0.0001$]、下地时间[MD=-2.84, 95%CI(-4.97, -0.71), $P=0.009$]方面均优于 MIS-TLIF 组; MIS-TLIF 组手术时间[MD=35.89, 95%CI(16.82, 54.95), $P=0.0002$]、术中透视时间[MD=15.42, 95%CI(15.28, 15.55), $P<0.00001$]及下肢 VAS 评分[MD=0.10, 95%CI(0.01, 0.19), $P=0.02$]优于 PE-TLIF 组;二者在术后背部 VAS 评分[MD=-0.02, 95%CI(-0.10, 0.06), $P=0.68$]、ODI[MD=-0.14, 95%CI(-0.71, 0.43), $P=0.62$]、术后 JOA 评分[MD=-0.11, 95%CI(-0.48, 0.26), $P=0.55$]、并发症发生率[OR=1.69, 95%CI(0.81, 3.54), $P=0.16$]及融合率[OR=0.56, 95%CI(0.23, 1.37), $P=0.20$]方面无显著性差异。**结论:**PE-TLIF 和 MIS-TLIF 作为腰椎退行性疾病的微创手术,都具有明显的临床疗效和安全性,两种术式的中远期临床疗效、手术并发症以及融合率方面无明显差异, PE-TLIF 在住院时间、术中失血量、术后引流量、下地时间等方面更占优势, PE-TLIF 具有手术创伤小、恢复快、术后早期缓解腿部疼痛等优点。

【关键词】腰椎退行性疾病;微创经椎间孔腰椎间融合术;经皮内镜下经椎间孔腰椎间融合术;Meta 分析

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2023.06.09

中图分类号:R681.5, R616.2 文献标识码:A 文章编号:1004-406X(2023)-06-0547-11

Meta-analysis of clinical efficacy and safety of percutaneous endoscopic and minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusions in the treatment of lumbar degenerative diseases/GAO Jiang, A Li Mu Jiang·YuSuFu, MA Liang, et al//Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2023, 33(6): 547-557

【Abstract】Objectives: To evaluate the efficacies of percutaneous endoscopic transforaminal lumbar interbody fusion(PE-TLIF) and traditional minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion(MIS-TLIF) in the treatment of lumbar degenerative diseases (LDD) by meta-analysis. **Methods:** The databases of PubMed, Cochrane Library, Web of science, Embase, Medline, CNKI, Wanfang and VIP were searched for the relative studies of the clinical prognosis and complications of PE-TLIF and MIS-TLIF in LDD treatment. The outcome data were extracted, including visual analog scale(VAS), Oswestry disability index(ODI), Japanese Orthopaedic

第一作者简介:男(1997-),在读硕士研究生,研究方向:脊柱外科

电话:(0991)2632179 E-mail:920278415@qq.com

通讯作者:孟祥玉 E-mail:1016568047@qq.com

Association(JOA) score, operative time, fluoroscopy time, intraoperative blood loss, postoperative drainage volume, leaving bed time, length of hospital stay, fusion rate, and operation-related complications. Meta-analysis was carried out by Review Manager 5.3 software. **Results:** A total of 10 articles(2 RCT studies, 1 prospective cohort study and 7 retrospective studies) were included, involving a total sample size of 696 cases, including 345 cases in PE-TLIF group and 351 cases in MIS-TLIF group. Meta-analysis showed that the length of hospital stay[MD=-1.45, 95%CI(-2.17, -0.74), $P<0.0001$], intraoperative blood loss[MD=-56.39, 95%CI(-77.50, -35.29), $P<0.00001$], postoperative drainage volume[MD=-46.27, 95%CI(-67.68, -24.85), $P<0.0001$], leaving bed time[MD=-2.84, 95%CI(-4.97, -0.71), $P=0.009$] of the PE-TLIF group were better than those of MIS-TLIF group; And the MIS-TLIF group was better in operative time[MD=35.89, 95%CI(16.82, 54.95), $P=0.0002$], intraoperative fluoroscopy time[MD=15.42, 95%CI(15.28, 15.55), $P<0.00001$] and leg pain VAS score [MD=0.10, 95%CI(0.01, 0.19), $P=0.02$] than those of the PE-TLIF group; There were no significant differences in postoperative back pain VAS score[MD=-0.02, 95%CI(-0.10, 0.06), $P=0.68$], ODI[MD=-0.14, 95%CI(-0.71, 0.43), $P=0.62$], JOA score[MD=-0.11, 95%CI(-0.48, 0.26), $P=0.55$], complication rate[OR=1.69, 95%CI(0.81, 3.54), $P=0.16$] or fusion rate [OR=0.56, 95%CI(0.23, 1.37), $P=0.20$] between the two groups. **Conclusions:** As minimally invasive operations for LDD, both PE-TLIF and MIS-TLIF have obvious clinical efficacies and safety with certain advantages and disadvantages each; The results of this meta-analysis show that although no significant difference between the two procedures in terms of the mid- and long-term clinical efficacy, surgical complications and fusion rate, PE-TLIF is superior in length of hospital stay, intraoperative blood loss, postoperative drainage volume, and leaving bed time, and that PE-TLIF has the advantages of less surgical trauma, faster recovery and less early postoperative low back and leg pain.

【Key words】 Lumbar degenerative disease; Minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion; Percutaneous endoscopic transforaminal lumbar interbody fusion; Meta-analysis

【Author's address】 Spinal Surgery Department of the Sixth Affiliated Hospital of Xinjiang Medical University, Urumqi, 830002, China

腰椎退行性疾病 (lumbar degenerative diseases, LDD) 是最常见的一类脊柱疾病, 可导致腰腿痛和活动受限, 严重影响患者生活质量^[1]。尽管传统的后路开放融合手术可以实现神经结构的大范围减压, 并为手术处理的节段提供稳定, 但也可能导致医源性椎旁肌的广泛损伤, 可引起术后顽固性腰痛, 需要长时间恢复^[2]。为了减少软组织损伤和术中出血量, 微创经椎间孔腰椎间融合术 (minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion, MIS-TLIF) 在 2002 年由 Foley 等^[3]首次提出并取得了良好的临床效果^[4-5]。然而, MIS-TLIF 仍然需要剥离部分椎旁肌肉组织及较多的骨质。近年来, 随着手术技术和器械的发展, 经皮内镜下经椎间孔腰椎间融合术 (percutaneous endoscopic transforaminal lumbar interbody fusion, PE-TLIF) 越来越多地用于治疗 LDD^[6-8], 其可以利用椎间孔这一自然间隙直接到达椎间盘, 无需切除椎板、上下关节突和黄韧带, 同时实现减压和融合等优点^[9]。但相对于 MIS-TLIF, 其临床疗效仍存在争议^[10-12]。因此, 本研究目的是比较 PE-TLIF 和

MIS-TLIF 治疗 LDD 的临床结果和并发症, 并为临床决策提供参考。

1 资料与方法

1.1 文献检索策略

系统检索 PubMed、Cochrane Library、Web of Science、Embase、Medline、CNKI、万方和维普等中英文数据库, 并扩大检索范围到相关研究的参考文献。中文检索词包括: “腰椎退行性疾病” “微创经椎间孔入路椎间融合术” “经皮内窥镜经椎间孔腰椎体间融合术”; 英文检索词包括: “Lumbar degenerative disease” “minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion” “MIS-TLIF” “percutaneous endoscopic transforaminal lumbar interbody fusion” “PE-TLIF” 等。检索时限自数据库建库至 2022 年 11 月。

1.2 纳入与排除标准

纳入标准: (1) 研究类型为临床对照研究; (2) 研究人群是临床诊断为 LDD 的患者, 包括腰椎退行性滑脱、腰椎管狭窄、椎间盘突出症等, 手术

方式为 PE-TLIF 和 MIS-TLIF; (3) 结局指标包括手术时间、住院时间、透视时间、术中出血量、术后引流量、下地时间、背部及下肢疼痛视觉模拟评分 (visual analog scale, VAS)、Oswestry 功能障碍指数 (Oswestry disability index, ODI)、日本骨科协会 (Japanese Orthopaedic Association, JOA) 评估治疗分数、术后并发症发生率及融合率; (4) 随访至少 6 个月; (5) 文献语种为中文和英文。排除标准: (1) 非临床对照研究; (2) 综述、个案报道、生物力学研究; (3) 无法提取数据的文献。

1.3 文献筛选与数据提取

通过文献管理软件 (EndNote) 对检索到的文献进行查重, 然后由 2 名作者独立对查重后文献的标题和摘要进行筛查, 除去明显与文章内容不符合的文献。然后根据制定好的纳入与排除标准进行二次筛查后, 再阅读剩余文章的全文进行筛选。由 2 位研究员分别对最终纳入文献进行质量评价和数据提取, 并进行汇总核对。从纳入的文章中提取数据时, 如果 2 人提取结果出现不一致, 由第 3 名独立研究者进行审查核对, 讨论后决定最终结果, 必要时将联系通讯作者以获得完整的原始数据。

1.4 文献质量评价

采用 Cochrane 风险评估工具对纳入的 RCT 文献进行评价; 对于纳入的队列研究和回顾性研

究采用纽卡斯尔-渥太华量表 (Newcastle-Ottawa scale, NOS) 进行评价。NOS 满分为 9 分, ≥ 7 分为高质量文献; 5~6 分为中等质量文献; < 5 分为低质量文献。

1.5 统计学分析

本研究通过 RevMan 5.3 软件进行 Meta 分析。连续性变量采用的效应指标为均数差或样本标准差 (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 (confidence interval, 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 ($I^2 \leq 50\%$, $P \geq 0.1$) 时, 则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 ($I^2 > 50\%$, $P < 0.1$) 时, 对异质性的来源和原因进行了更深入分析, 排除了显著的临床异质性影响后, 如果只存在统计学异质性, 则使用随机效应模型来检验合并效应量, 否则只进行描述性分析。

2 结果

2.1 文献检索结果

共检索到 4229 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 10 篇符合标准的文献。具体筛选流程见图 1。

2.2 纳入研究的基本特征和质量评价

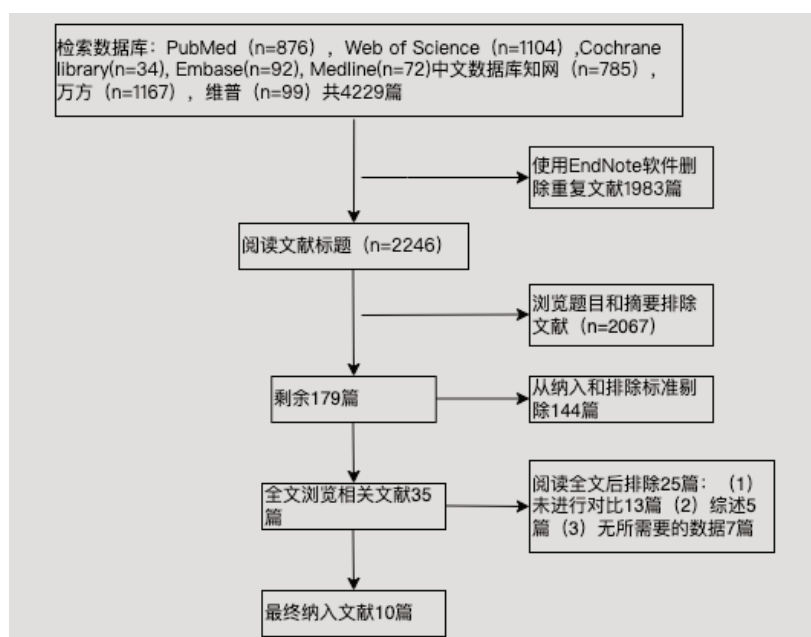


图 1 文献筛选流程图

Figure 1 Flow chart of the literature screening

其中,英文文献 9 篇,中文文献 1 篇,2 篇为 RCT,1 篇前瞻性队列研究,7 篇回顾性研究。总样本量 696 例,其中 PE-TLIF 组患者 345 例,MIS-TLIF 组患者 351 例。入选文献的基本资料见表 1。对纳入的文献中的 2 篇随机对照试验采用 Cochrane 手册评价,结果见图 2;NOS 文献质量评价 1 篇为 8 分,2 篇为 7 分,其余均为 6 分,评价为中高质量见表 2。

2.3 Meta 分析结果

2.3.1 各组手术时间的差异 共 10 篇文献报道手术时间的情况,Meta 分析结果显示各研究间具有显著统计学异质性($P<0.00001$, $I^2=99\%$),故采用随机效应模型,两组手术时间差异具有显著统计学意义 [$MD=35.89$,95%CI (16.82,54.95), $P=0.0002$],MIS-TLIF 组手术时间明显少于 PE-TLIF 组(图 3)。

2.3.2 各组住院时间亚组分析结果 共 8 篇文献报道住院时间的情况,Meta 分析结果显示各研究

间有统计学异质性($P<0.00001$, $I^2=89\%$),通过敏感性分析发现纳入文献的发表时间差异为异质性来源,因此根据文献发表时间的不同进行亚组分析,2022 年组无异质性($P=0.60$, $I^2=0\%$),而 2022 年之前发表组有异质性($P=0.001$, $I^2=81\%$),结论与总的合并量保持一致,结合亚组分析的结果显示 2022 年发表组 [$MD=-0.48$,95%CI (-0.78,-0.18), $P=0.002$],2022 年之前发表组 [$MD=-2.28$,95%CI (-3.12,-1.44), $P<0.00001$],两组住院时间差异具有显著统计学意义,PE-TLIF 组住院时间明显小于 MIS-TLIF 组(图 4)。

2.3.3 各组透视时间差异 共 3 篇文献报道术中透视时间的情况,Meta 分析结果显示各研究间有显著统计学异质性($P<0.00001$, $I^2=97\%$),故采用随机效应模型,两组术中透视时间有统计学意义 [$MD=12.35$,95%CI (-7.42,17.29), $P<0.00001$],MIS-TLIF 组术中透视时间明显少于 PE-TLIF 组(图 5)。

表 1 纳入 10 篇研究的基本特征

Table 1 Basic characteristics of the 10 studies included

作者/年份 Author/Year	PE-TLIF 组/MIS-TLIF 组 (n)	PE-TLIF 组 Group PE-TLIF		MIS-TLIF 组 Group MIS-TLIF		实验设计 Experimental design	主要结局指标 Main outcomes
		性别(男/女) Sex(M/F)	年龄(岁) Age(years)	性别(男/女) Sex(M/F)	年龄(岁) Age(years)		
Meng ^[13] ,2022	41/43	21/20	59.6±7.6	19/24	62.7±10.4	回顾性研究 Retro-CCS	④⑦⑧⑨⑩⑪
Liang ^[14] ,2022	32/32	N	59.3±6.2	N	59.2±5.5	回顾性研究 Retro-CCS	①②③④⑤⑦⑧⑨⑪
Qi ^[15] ,2022	39/43	18/21	60.3±8.04	23/20	60.98±6.62	回顾性研究 Retro-CCS	①②④⑤⑥⑦⑧⑨⑩⑪⑫
Zhang ^[16] ,2021	32/30	12/20	53.1±12.8	14/16	55.7±14.2	回顾性研究 Retro-CCS	①③④⑥⑦⑧⑨⑩⑪⑫
Li ^[2] ,2021	54/48	N	N	N	N	随机对照试验 RCTs	①④⑥⑦⑧⑨⑪
Zhao ^[17] ,2021	40/38	23/17	56.9±1.6	20/18	57.01±0.95	回顾性研究 Retro-CCS	①④⑦⑩
Ao ^[6] ,2020	35/40	16/19	52.8±7.5	22/18	53.68±7.24	前瞻队列性研究 Pro-CS	①②④⑤⑦⑧⑨⑪⑫
刘 ^[18] ,2022	21/26	11/10	58.9±7.7	11/15	57.8±7.2	回顾性研究 Retro-CCS	①②④⑤⑦⑧⑨
Song ^[19] ,2022	31/31	14/17	59.1±8.7	20/11	54.8±9.4	前瞻对照实验 Pro-CCS	①②③⑥⑦⑧⑨⑩⑪⑫
Xue ^[20] ,2021	20/20	119	46.3±17.2	12/8	48.4±13.6	回顾性研究 Retro-CCS	①②④⑦⑧⑨⑪⑫

注:①手术时间;②住院时间;③透视时间;④失血量;⑤术后引流流量;⑥下地时间;⑦VAS 视觉模拟评分法(背部);⑧VAS 视觉模拟评分法(下肢);⑨ODI;⑩JOA;⑪并发症;⑫融合率;PE-TLIF,经皮内窥镜经椎间孔腰椎体间融合术;MIS-TLIF,微创经椎间孔腰椎体间融合术;

Note: ①Operative time; ②Length of hospital stay; ③Intraoperative fluoroscopy time; ④Intraoperative blood loss; ⑤Postoperative drainage; ⑥Leaving bed time; ⑦Low back pain VAS score; ⑧Leg pain VAS score; ⑨Oswestry disability index; ⑩Japanese Orthopaedic Association; ⑪Incidence of complications; ⑫Fusion rate; PE-TLIF, percutaneous endoscopic transforaminal lumbar interbody fusion; MIS-TLIF, minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion; RCTs, randomized controlled trials; Retro-CCS, retrospective case-control study; Pro-CS, prospective cohort study; Pro-CCS, prospective case-control study

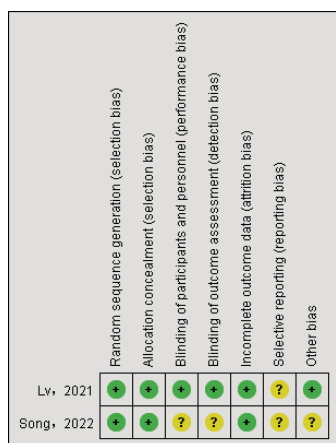


图 2 纳入随机对照实验的质量评价

Figure 2 Quality evaluation for randomized controlled trials

2.3.4 各组术中失血量亚组分析结果 共 9 篇文献报道术中失血量的情况, Meta 分析结果显示各研究间有统计学异质性 ($P<0.00001$, $I^2=99\%$), 故采用随机效应模型, 两组术中失血量差异具有显著统计学意义 [$MD=56.39$, $95\%CI(77.05, 35.29)$, $P<0.00001$], PE-TLIF 组术中失血量明显小于 MIS-TLIF 组(图 6)。

2.3.5 各组术后引流量差异 共 4 篇文献报道术后引流量的情况, Meta 分析结果显示各研究间有统计学异质性 ($P<0.00001$, $I^2=95\%$), 故采用随机效应模型, 两组术后引流量具有统计学意义 [$MD=-46.27$, $95\%CI(-67.68, -24.85)$, $P<0.0001$], 两组术后引流量 PE-TLIF 组术后引流量明显少于 MIS-TLIF 组(图 7)。

2.3.6 各组下地时间差异 共 4 篇文献报道术后下地时间的情况, Meta 分析结果显示各研究间有统计学异质性 ($P<0.00001$, $I^2=99\%$), 故采用随机效应模型, 两组术后下地时间有统计学意义

[$MD=-2.84$, $95\%CI(-4.97, -0.71)$, $P=0.009$], PE-TLIF 组术后下地时间明显短于 MIS-TLIF 组(图 8)。

2.3.7 各组术后背部 VAS 评分差异 共 10 篇文献报道术后背部 VAS 评分的情况, Meta 分析结果显示各研究间无统计学异质性 ($P=0.29$, $I^2=16\%$), 故采用固定效应模型, 两组术后背部 VAS 评分无统计学意义 [$MD=-0.02$, $95\%CI(-0.10, 0.06)$, $P=0.68$](图 9)。

2.3.8 各组术后下肢 VAS 评分差异 共 8 篇文献报道术后下肢 VAS 评分的情况, Meta 分析结果显示各研究间无统计学异质性 ($P=0.34$, $I^2=11\%$), 故采用固定效应模型, 两组术后下肢 VAS 评分有统计学意义 [$MD=0.10$, $95\%CI(0.01, 0.19)$, $P=0.02$] MIS-TLIF 组术后下肢 VAS 评分优于 PE-TLIF 组(图 10)。

2.3.9 各组术后 ODI 评分差异 共 9 篇文献报道术后 ODI 评分的情况, Meta 分析结果显示各研究间无统计学异质性 ($P=0.73$, $I^2=0\%$), 故采用固定效应模型, 两组术后 ODI 评分无统计学意义 [$MD=-0.14$, $95\%CI(-0.71, 0.43)$, $P=0.62$](图 11)。

2.3.10 各组术后 JOA 评分差异 共 5 篇文献报道术后 JOA 评分的情况, Meta 分析结果显示各研究间具有统计学异质性 ($P=0.08$, $I^2=52\%$), 故采用随机效应模型, 两组术后 JOA 评分无统计学意义 [$MD=-0.11$, $95\%CI(-0.48, 0.26)$, $P=0.55$](图 12)。

2.3.11 各组术后并发症发生率差异 共 9 篇文献报道并发症发生率的情况, Meta 分析结果显示各研究间无统计学异质性 ($P=0.72$, $I^2=0\%$), 故采用固定效应模型, 两组术后并发症发生率无统计学意义 [$OR=1.69$, $95\%CI(0.81, 3.54)$, $P=0.16$](图 13)。

表 2 纳入文献质量评估(NOS 量表)

Table 2 Literature Quality Assessment(NOS scale)

作者/发表时间 Author/Year	研究对象选择 Selection	组间可比性 Comparability	结果测量 Outcomes assessment	总分 Total score	质量评价 Quality assessment
Meng ^[13] , 2022	★★★★	★★	★	7	高质量 High quality
Liang ^[14] , 2022	★★★	★★	★	6	中等质量 Medium quality
Qi ^[15] , 2022	★★★	★★	★★	7	高质量 High quality
Zhang ^[16] , 2021	★★★	★	★★	6	中等质量 Medium quality
Zhao ^[17] , 2021	★★★	★★	★	6	中等质量 Medium quality
Ao ^[6] , 2020	★★★	★★	★★★	8	高质量 High quality
刘兵兵 ^[18] , 2022	★★★	★★	★	6	中等质量 Medium quality
Xue ^[20] , 2021	★★	★	★★★	6	中等质量 Medium quality

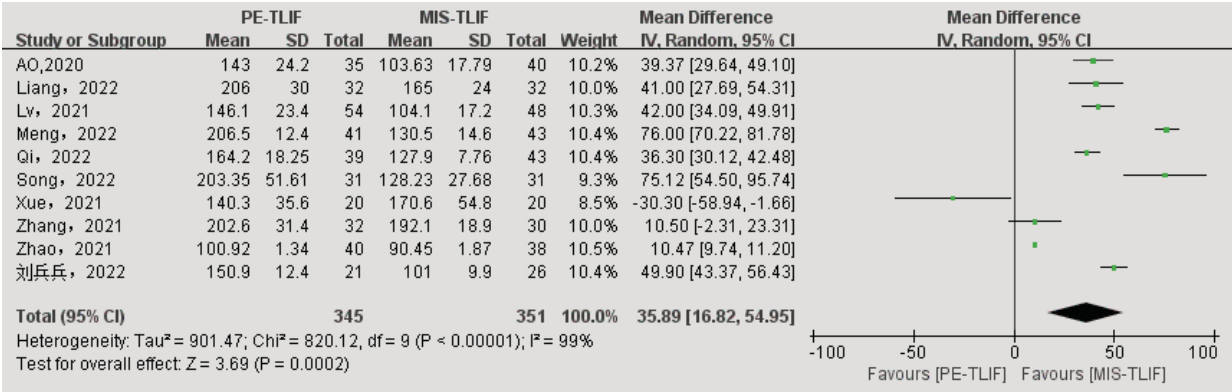


图 3 两组手术时间分析比较的森林图

Figure 3 Forest plot comparing the operative time between the two groups

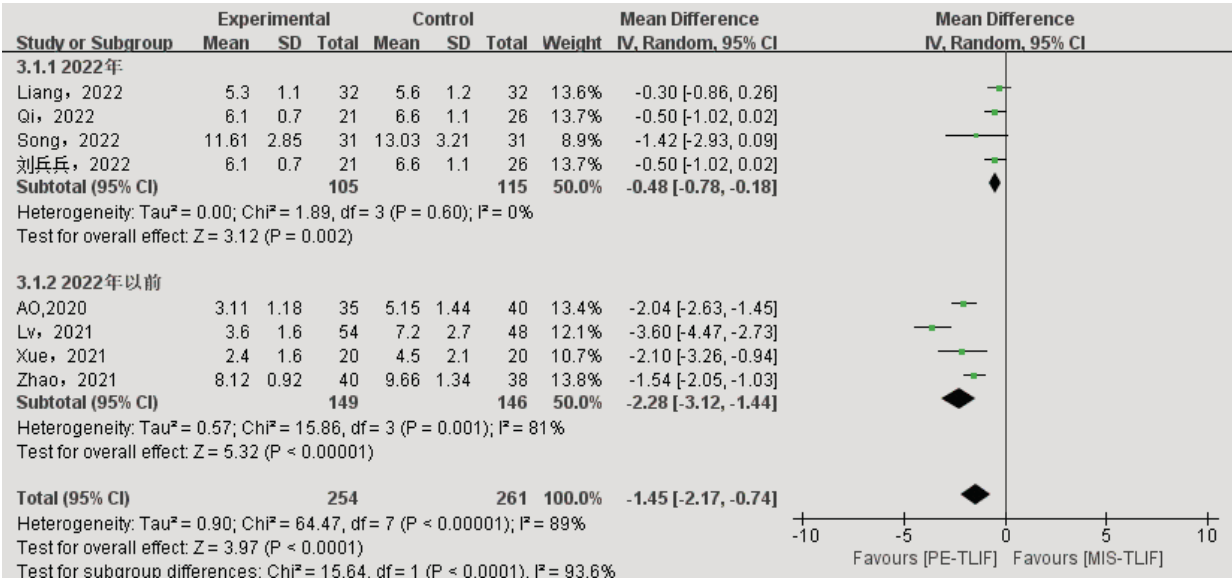


图 4 两组住院时间亚组分析比较的森林图

Figure 4 Forest plot comparing the length of hospital stay between the two groups

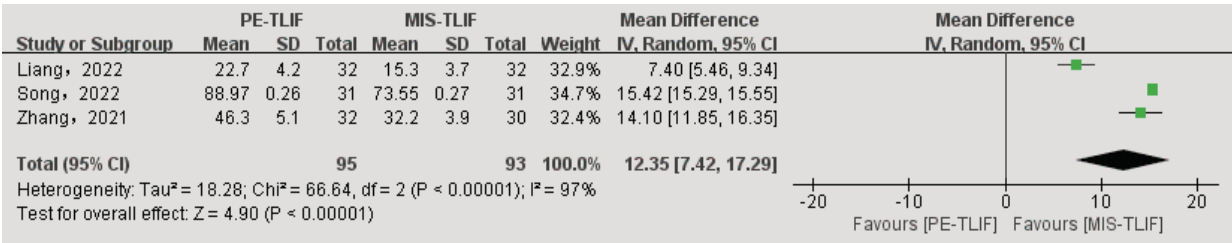


图 5 两组术中透视时间比较的森林图

Figure 5 Forest plot comparing the intraoperative fluoroscopy time between the two groups

2.3.12 各组术后融合率差异 共 5 篇文献报道术后融合率评分的情况, Meta 分析结果显示各研究间无统计学异质性 ($P=0.64, I^2=0\%$), 故采用固定效应模型, 两组术后融合率无统计学意义 [$OR=0.56, 95\%CI(0.23, 1.37), P=0.20$] (图 14)。

2.4 敏感性分析

本研究结果显示, 在手术时间、术中透视时间、术中失血量、术后引流量、术后下地时间及 JOA 评分异质性较高, 逐一剔除各项研究后再分析, 异质性变化不大, 表明该结果较为可靠, 异质

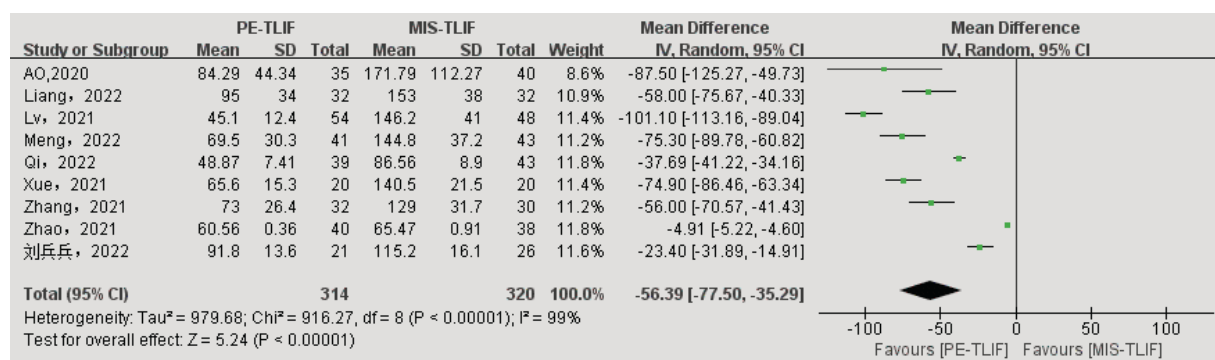


图 6 两组术中失血量比较的森林图

Figure 6 Forest plot comparing the intraoperative blood loss between the two groups

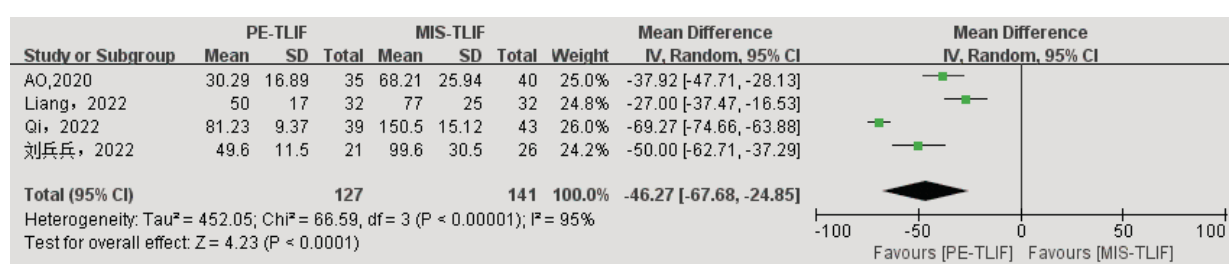


图 7 两组术后引流流量比较的森林图

Figure 7 Forest plot comparing the postoperative drainage volume between the two groups

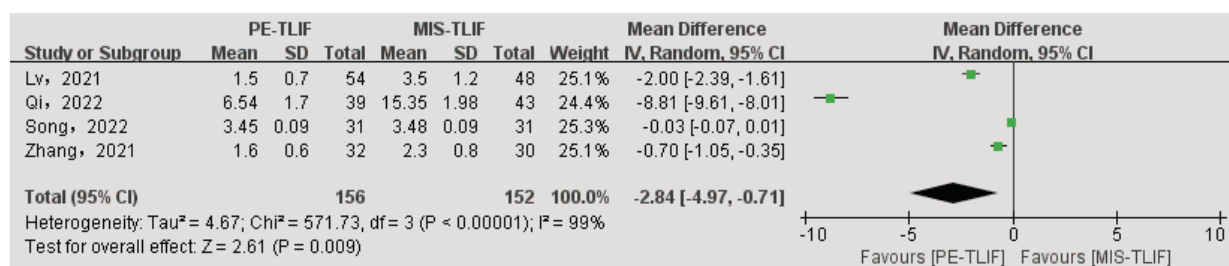


图 8 两组术后下地时间比较的森林图

Figure 8 Forest plot comparing the postoperative leaving bed time between the two groups

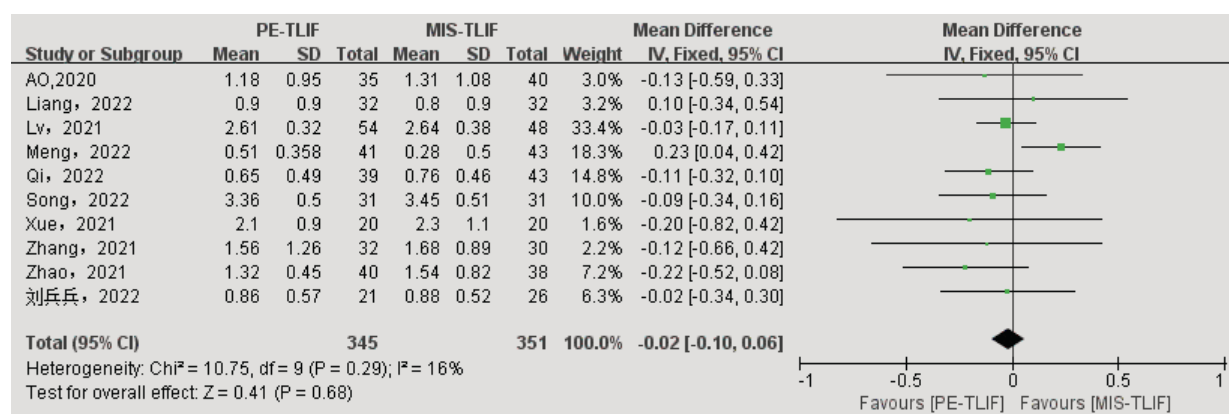


图 9 两组术后背部 VAS 评分比较的森林图

Figure 9 Forest plot comparing the postoperative back pain VAS scores between the two groups

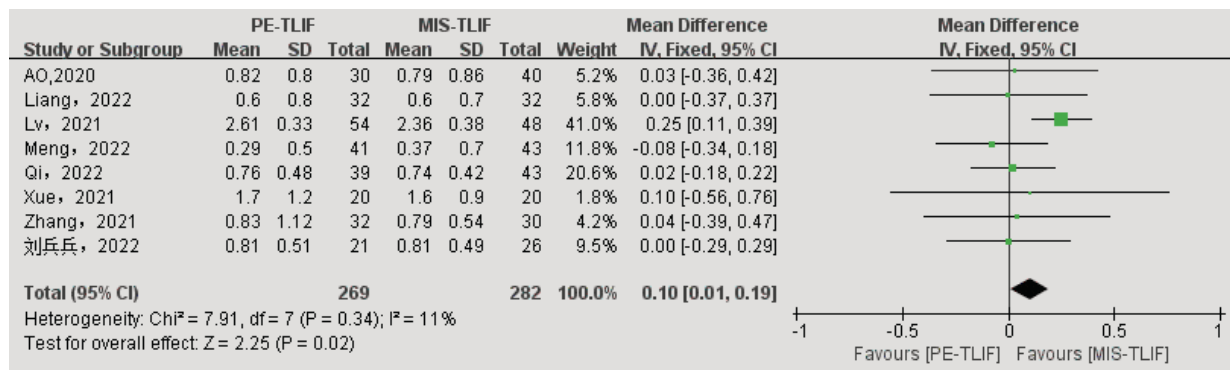


图 10 两组术后下肢 VAS 评分比较的森林图

Figure 10 Forest plot comparing the postoperative leg pain VAS scores between the two groups

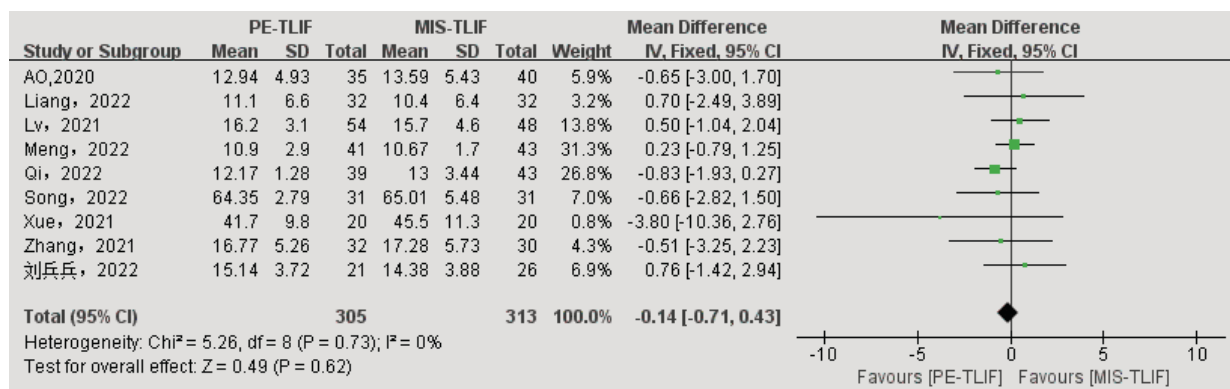


图 11 两组术后 ODI 比较的森林图

Figure 11 Forest plot comparing the postoperative ODI between the two groups

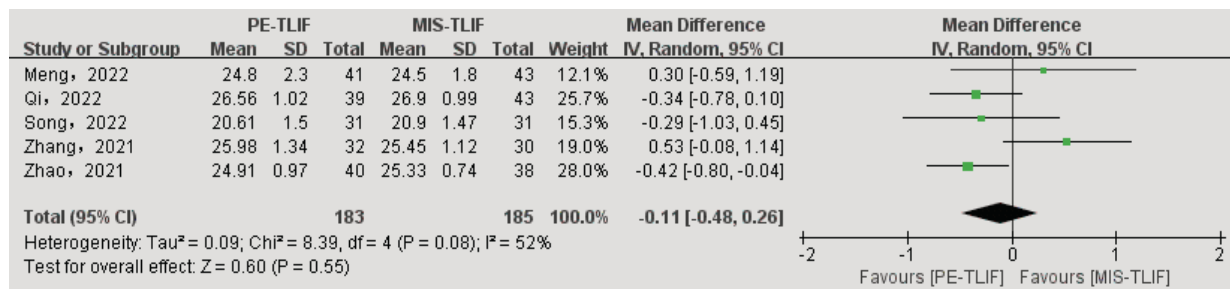


图 12 两组术后 JOA 评分比较的森林图

Figure 12 Forest plot comparing the postoperative JOA scores between the two groups

性来源可能为手术医生水平和腰椎退变疾病不同以及患者身体健康程度的差异。

2.5 发表偏倚

文章对 ODI 评分、背部 VAS 评分、术后并发症、出血量、手术时间、住院时间等方面的观察指标进行发表偏倚分析,结果显示各漏斗图基本对称,说明发表偏倚对结果的影响较小(图 15)。

3 讨论

LDD 是一系列疾病,以椎间盘突出、椎管狭窄、腰椎滑脱、峡部裂、脊柱侧凸和小关节突关节疾病为特征^[21-24]。对于大多数患者可以通过牵引、中医疗疗缓解症状,但是保守治疗欠佳的患者,应考虑行手术治疗。手术方式分为传统的开放手术及微创手术。开放手术包括后路腰椎间融合术 (posterior lumbar interbody fusion, PLIF)、经椎间

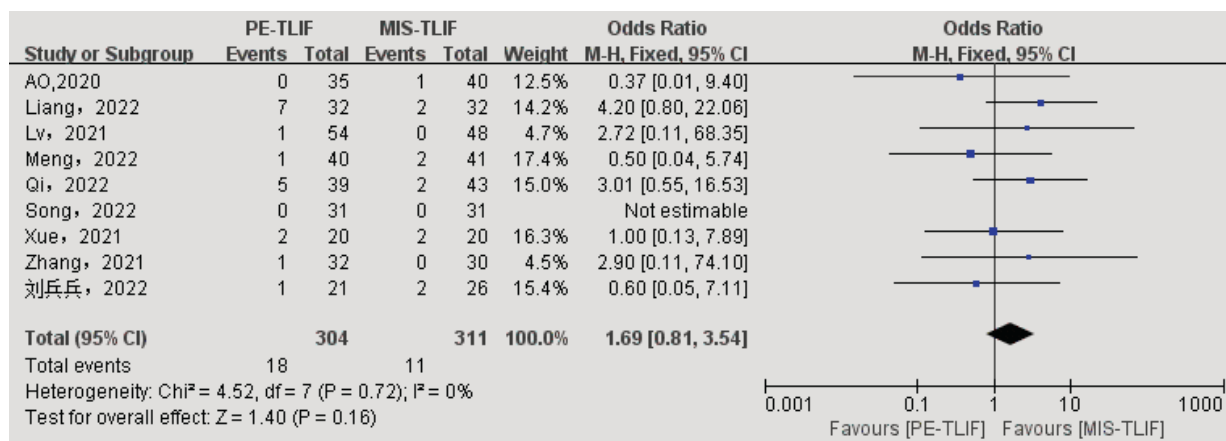


图 13 两组术后并发症发生率比较的森林图

Figure 13 Forest plot comparing the postoperative complication rates between the two groups

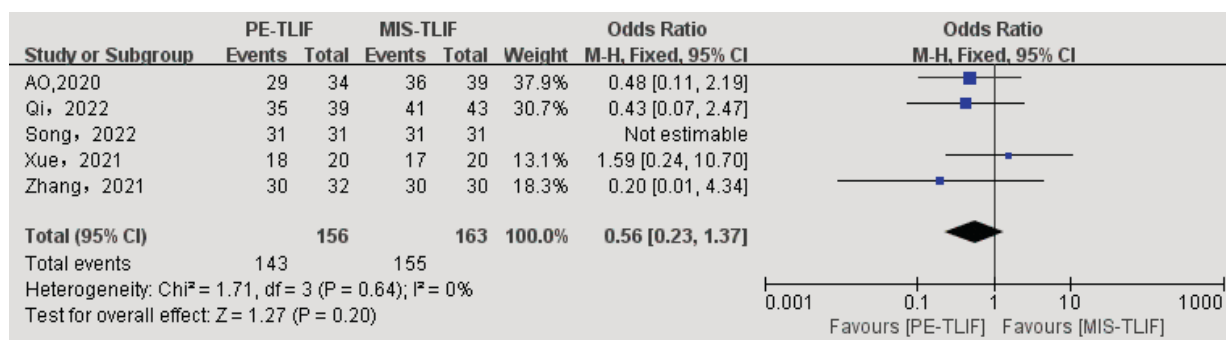


图 14 两组术后融合率比较的森林图

Figure 14 Forest plot comparing the postoperative fusion rates between the two groups

孔腰椎间融合术(transforaminal lumbar interbody fusion, TLIF)、前路腰椎间融合术(anterior lumbar interbody fusion, ALIF)、斜外侧腰椎间融合术(oblique lumbar interbody fusion, OLIF)、侧路腰椎间融合术(lateral lumbar interbody fusion, LLIF),其中 PLIF 可以在直接、彻底地减压椎管的同时实现椎间融合,然而 PLIF 对于椎旁软组织及骨性结构的损伤很大并且对硬膜囊及神经根有极大的干扰。TLIF 通过椎间孔入路避免了对神经根的过度干扰,但是在减压和置入融合器前仍需要去除大部分同侧小关节突及韧带。ALIF、OLIF、LLIF 从外侧或前侧进入椎间隙,可避免对椎旁肌和骨性结构的破坏,而不侵犯椎管,但大多数脊柱外科医生对腹腔的解剖结构不熟悉,可能会有损伤腹腔重要器官和大血管的风险^[25]。为了减少开放手术对患者的创伤,2002 年 Foley 等^[3]提出了 MIS-TLIF 概念,该术式使用可扩张通道经过肌间隙建立手术入路,然后从椎间孔进行减压和椎间

融合从而减少了对椎旁肌和骨性结构的损伤。随着对技术的掌握不断熟练, MIS-TLIF 已成为脊柱手术中可接受和流行的腰椎融合技术。同时 MIS-TLIF 与传统的后路开放手术的临床效果在越来越多文献中进行比较,证实了 MIS-TLIF 可以取得与后路开放手术同样的临床效果,然而由于 MIS-TLIF 早期学习曲线陡峭,并发症的发生率较高^[20],如神经损伤、手术部位感染、血肿、脑脊液渗漏是文献报道的常见并发症^[26]。此外,由于 MIS-TLIF 的工作通道对椎旁肌的持续挤压,可能发生后肌肉萎缩和缺血性坏死^[27]。有研究报道^[28, 29],术后腰背部疼痛与肌肉去神经和萎缩相关,因此强调了手术对减少肌肉损害的重要性。近些年,随着微创脊柱外科技术的进步和创新,经皮椎间孔镜于 2013 年由 Jacquot 等^[9]提出,由于并发症高达 36%而未被推荐使用。而随着内镜技术的不断改进,脊柱外科医生逐渐接受,并达到了满意的临床疗效。PE-TLIF 入路是以椎间孔解剖入路进入

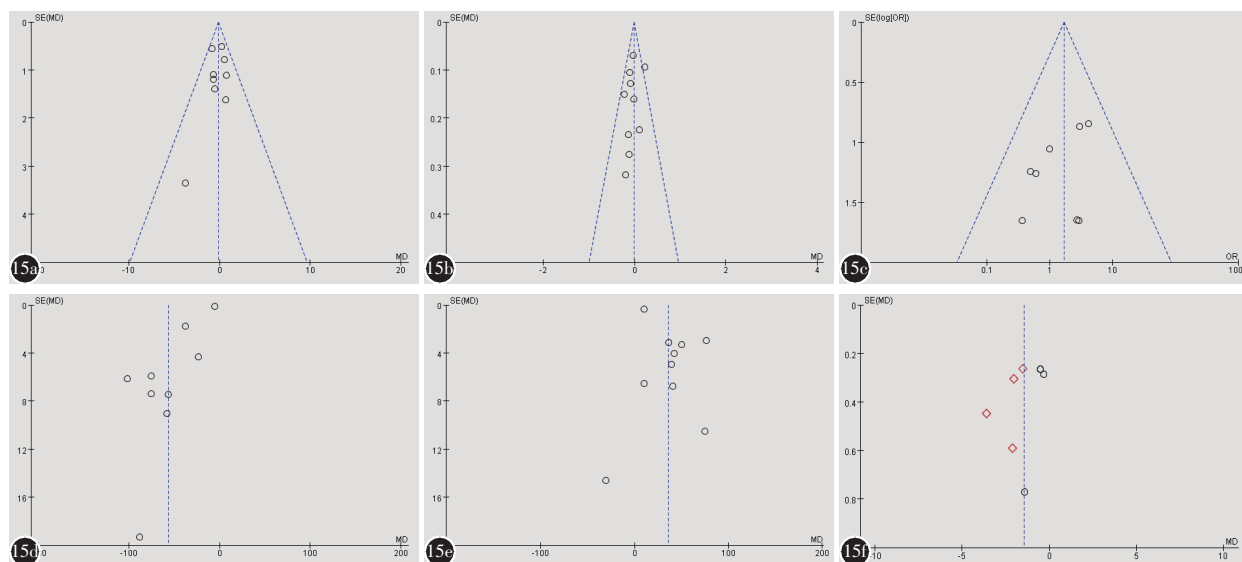


图 15 漏斗图 a ODI 评分漏斗图 b 背部 VAS 评分漏斗图 c 术后并发症漏斗图 d 出血量漏斗图 e 手术时间漏斗图 f 住院时间漏斗图

Figure 15 Funnel plot a Funnel plot of the ODI score b Funnel plot of the low back pain VAS score c Funnel plot of postoperative complications d Funnel plot of blood loss e Funnel plot of operative time f Funnel plot of length of hospital stay

椎间盘,全部或部分保留小关节突关节,另外对小关节突关节的保留可以对硬膜形成保护,减少了硬膜撕裂的风险,另一方面,在内镜的直接可视化下观察神经根可以进一步评估椎间孔减压的必要性,降低了神经根损伤的风险。

本 Meta 分析结果表明,在手术时间方面 PE-TLIF 时间明显长于 MIS-TLIF,这可能是由于 PE-TLIF 的通道以及手术器械较 MIS-TLIF 小,所以术中终板准备以及减压等过程要长于 MIS-TLIF,再者 PE-TLIF 技术的掌握要求相对较高,术者需要具备一定的数量脊柱内镜减压经验积累,同时需要配备相应的手术工具,相信随着手术器械的改进和医师对技术的熟练,手术时间上会进一步减少。

在术中出血量和术后引流量方面,PE-TLIF 明显少于 MIS-TLIF,这可能与 PE-TLIF 对软组织的剥离程度较少,也可能与术中持续的水压和在清晰的手术视野下能够准确止血有关,然而由于该手术是在水的持续冲洗下进行,无法明确计算术中出血量。但是 Ao 等^[6]一项前瞻性队列实验结果表明,PE-TLIF 在总失血量、术中失血量、术后引流量和隐性失血量方面较 MIS-TLIF 显著减少。同样在 Song 等^[9]一项前瞻性对照实验中测定两组术前术后的血红蛋白,PE-TLIF 组术后血红

蛋白明显低于 MIS-TLIF 组,说明 PE-TLIF 比 MIS-TLIF 组术中出血量较少。

在手术创伤方面与 MIS-TLIF 相比,由于 PE-TLIF 对于软组织和椎旁肌较小的损害,且在内镜的可视化下能清楚显示硬膜囊、神经根层次,并利用通道保护神经根,减小了神经损伤的发生率,在直视下进行射频消融,清除软组织,提前止血,并且保留了全部或部分椎板和关节突在内的骨性结构,显著减少了手术创伤。血清 CRP 和 CK 是评估两种不同融合手术创伤的理想客观指标。C 反应蛋白(CRP)作为炎症和组织创伤的指标,可以反映炎症、感染、组织创伤^[30,31]。而肌酸激酶(CK)可用于量化肌肉损伤,与椎旁肌的受压强度有明显关系^[32,33]。在 Ao 等^[6]研究中表明,PE-TLIF 术后第 3 天 CRP 与 CK 比 MIS-TLIF 明显降低,说明了在减少手术创伤方面 PE-TLIF 比 MIS-TLIF 更有优势。

在并发症方面,本研究结果可见两种术式不存在显著差异,虽然 PE-TLIF 手术时间以及学习曲线长于 MIS-TLIF,但在并发症发生率方面,其手术安全性与 MIS-TLIF 相当。

PE-TLIF 与 MIS-TLIF 相比,融合率是其中主要问题之一,Ao 等^[6]研究发现,术后 12 个月时 PE-TLIF 手术患者通过计算机断层图像评估的融

合率为 85.3%, MIS-TLIF 手术患者为 92.3%; 对于 PE-TLIF 手术而言, 获得融合似乎有相对较长的延迟。其原因可能是植骨不足和应用可扩张融合器。但在 Lv 等^[2]随机对照实验中表明, PE-TLIF 融合率为 90.7%, 可以达到与 MIS-TLIF 相同的融合率(95.8%)。本研究结果与 Lv 等^[2]结果一致, 两种手术的融合率无明显差异, 说明 PE-TLIF 在融合率方面可以达到满意的效果。

虽然其他经皮内窥镜腰椎间融合技术与 PE-TLIF 的技术有相同之处, 但在有些方面仍有所不同, 如工作通道的位置、手术过程和细节以及融合器的置入^[16]。但与本研究结果相似的是他们同样报道了 PE-TLIF 技术与 MIS-TLIF 相比, 具有手术创伤小、隐性失血量少、术后腰痛轻等优点^[6]。在末次随访中, 两组的临床效果无明显差异, 说明两种技术在远期临床效果都可以获得令人满意的结果。

此外, 本研究具有一定的局限性: (1) 纳入的文献较少, 且大都为回顾性研究, 这可能会在判断干预和结果间的因果关系方面具有一定的局限性, 研究结果难免存在一定的偏倚, 因此, 还需要更多的随机对照试验来进一步证实这一结果; (2) 一些文献中的数据无法获取, 难以提取到足够的信息, 评价指标有限, 未纳入治疗费用、患者满意度等结局指标; (3) 大多数研究缺乏患者术前合并症的信息, 这可能会影响本研究结果的准确性。尽管存在以上局限性, 此研究扩大了我们对于 PE-TLIF 和 MIS-TLIF 手术技术的理解, 并相应的为临床提供了指导。

综上所述, PE-TLIF 和 MIS-TLIF 两种术式作为 LDD 的微创手术, 都具有明显的临床疗效和安全性, 并且存在一定的优缺点; 据本 Meta 分析结果表明, 两种术式的中远期临床疗效、手术并发症以及融合率方面无明显差异, PE-TLIF 在住院时间、术中失血量、术后引流量、下地时间等方面更占优势, PE-TLIF 具有手术创伤小、恢复快、术后早期缓解腰腿部疼痛等优点。

4 参考文献

1. Reid PC, Morr S, Kaiser MG. State of the union: a review of lumbar fusion indications and techniques for degenerative spine disease[J]. J Neurosurg Spine, 2019, 31(1): 1-14.
2. Lv Y, Chen M, Wang SL, et al. Endo-TLIF versus MIS-TLIF in 1-segment lumbar spondylolisthesis: a prospective randomized pilot study [J]. Clin Neurol Neurosurg, 2022, 212: 107082.
3. Foley KT, Lefkowitz MA. Advances in minimally invasive spine surgery[J]. Clin Neurosurg, 2002, 49: 499-517.
4. Cheng JS, Park P, Le H, et al. Short-term and long-term outcomes of minimally invasive and open transforaminal lumbar interbody fusions: is there a difference[J]. Neurosurg Focus, 2013, 35(2): E6.
5. Shunwu F, Xing Z, Fengdong Z, et al. Minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion for the treatment of degenerative lumbar diseases[J]. Spine(Phila Pa 1976), 2010, 35(17): 1615-1620.
6. Ao S, Zheng W, Wu J, et al. Comparison of Preliminary clinical outcomes between percutaneous endoscopic and minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion for lumbar degenerative diseases in a tertiary hospital: Is percutaneous endoscopic procedure superior to MIS-TLIF? A prospective cohort study[J]. Int J Surg, 2020, 76: 136-143.
7. Kim JE, Yoo HS, Choi DJ, et al. Comparison of minimal invasive versus biportal endoscopic transforaminal lumbar interbody fusion for single-level lumbar disease [J]. Clin Spine Surg, 2021, 34(2): E64-71.
8. He EX, Guo J, Ling QJ, et al. Application of a narrow-surface cage in full endoscopic minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion[J]. Int J Surg, 2017, 42: 83-89.
9. Jacquot F, Gastambide D. Percutaneous endoscopic transforaminal lumbar interbody fusion: is it worth it [J]. Int Orthop, 2013, 37(8): 1507-1510.
10. Wu W, Yang S, Diao W, et al. Analysis of clinical efficacy of endo-LIF in the treatment of single-segment lumbar degenerative diseases[J]. J Clin Neurosci, 2020, 71: 51-57.
11. Xu D, Han S, Wang C, et al. The technical feasibility and preliminary results of minimally invasive endoscopic-TLIF based on electromagnetic navigation: a case series[J]. BMC Surg, 2021, 21(1): 149.
12. Son S, Yoo BR, Lee SG, et al. Full-endoscopic versus minimally invasive lumbar interbody fusion for lumbar degenerative diseases: a systematic review and meta-analysis [J]. J Korean Neurosurg Soc, 2022, 65(4): 539-548.
13. Ge M, Zhang Y, Ying H, et al. Comparison of hidden blood loss and clinical efficacy of percutaneous endoscopic transforaminal lumbar interbody fusion and minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion[J]. Int Orthop, 2022, 46(9): 2063-2070.
14. Shi L, Ding T, Shi Y, et al. Comparison of the outcomes of minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion and endoscopic transforaminal lumbar interbody fusion for lumbar degenerative diseases: a retrospective matched case-control study[J]. World Neurosurg, 2022, 9: 13.
15. Han Q, Meng F, Chen M, et al. Comparison between PE-TLIF and MIS-TLIF in the treatment of middle-aged and

- elderly patients with single-level lumbar disc herniation[J]. *J Pain Res*, 2022, 15: 1271–1282.
16. Zhang H, Zhou C, Wang C, et al. Percutaneous endoscopic transforaminal lumbar interbody fusion: technique note and comparison of early outcomes with minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion for lumbar spondylolisthesis[J]. *Int J Gen Med*, 2021, 14: 549–558.
17. Zhao XB, Ma HJ, Geng B, et al. Early clinical evaluation of percutaneous full-endoscopic transforaminal lumbar interbody fusion with pedicle screw insertion for treating degenerative lumbar spinal stenosis[J]. *Orthop Surg*, 2021, 13(1): 328–337.
18. 刘兵兵, 任志楠, 张盼可, 等. 经皮内镜与微创经椎间孔腰椎间融合术治疗单阶段退行性腰椎管狭窄的疗效对比[J]. *中国微创外科杂志*, 2022, 22(7): 553–558.
19. Song Z, Zhu W, Zheng J, et al. Comparison of short-term efficacy of MIS-TLIF and Endo-LIF in the treatment of single-segment degenerative lumbar diseases [J]. *Front Surg*, 2022, 9: 922930.
20. Xue YD, Diao WB, Ma C, et al. Lumbar degenerative disease treated by percutaneous endoscopic transforaminal lumbar interbody fusion or minimally invasive surgery – transforaminal lumbar interbody fusion: a case-matched comparative study[J]. *J Orthop Surg Res*, 2021, 16(1): 696.
21. Hardenbrook M, Lombardo S, Wilson MC, et al. The anatomic rationale for transforaminal endoscopic interbody fusion: a cadaveric analysis[J]. *Neurosurg Focus*, 2016, 40(2): E12.
22. Youn MS, Shin JK, Goh TS, et al. Full endoscopic lumbar interbody fusion (FELIF): technical note [J]. *Eur Spine J*, 2018, 27(8): 1949–1955.
23. Higuchi H, Adachi Y, Kazama T. Effects of epidural saline injection on cerebrospinal fluid volume and velocity waveform: a magnetic resonance imaging study[J]. *Anesthesiology*, 2005, 102(2): 285–292.
24. Joh JY, Choi G, Kong BJ, et al. Comparative study of neck pain in relation to increase of cervical epidural pressure during percutaneous endoscopic lumbar discectomy[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2009, 34(19): 2033–2038.
25. Quraishi NA, Konig M, Booker SJ, et al. Access related complications in anterior lumbar surgery performed by spinal surgeons[J]. *Eur Spine J*, 2013, 22(Suppl 1): S16–20.
26. Hu ZJ, Fang XQ, Zhou ZJ, et al. Effect and possible mechanism of muscle-splitting approach on multifidus muscle injury and atrophy after posterior lumbar spine surgery[J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2013, 95(24): e192(1–9).
27. Hari A, Krishna M, Rajagandhi S, et al. Minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion –indications and clinical experience[J]. *Neurol India*, 2016, 64(3): 444–454.
28. Laasonen EM. Atrophy of sacrospinal muscle groups in patients with chronic, diffusely radiating lumbar back pain[J]. *Neuroradiology*, 1984, 26(1): 9–13.
29. Sihvonen T, Hernö A, Paljorvi L, et al. Local denervation atrophy of paraspinal muscles in postoperative failed back syndrome[J]. *Spine(Phila Pa 1976)*, 1993, 18(5): 575–581.
30. 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.
31. Mok JM, Pekmezci M, Piper SL, 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.
32. 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.
33. Kawaguchi Y, Matsui H, Tsuji H. Back muscle injury after posterior lumbar spine surgery: a histologic and enzymatic analysis[J]. *Spine(Phila Pa 1976)*, 1996, 21(8): 941–944.
- (收稿日期:2022-11-21 末次修回日期:2023-05-04)
- (英文编审 谭 啸)
- (本文编辑 彭向峰)