

不同微创手术方式治疗退行性腰椎滑脱症的研究进展

马楚杰 莫泳皓 余熙荣 王子恒 钟远鸣

广西中医药大学 广西中医药大学第一附属医院, 广西 南宁 530000

摘要: 退行性腰椎滑脱症作为脊柱退变常见疾病, 以腰骶部疼痛和神经根性症状为主要表现。治疗策略应遵循个体化原则, 结合患者滑脱程度、椎间盘退变分级及神经压迫情况进行分层管理。与传统开放手术相比, 微创手术具备显著优势。传统术式因广泛软组织剥离、大范围手术创伤及高并发症发生率而受限。微创脊柱外科技术凭借微小切口、精准可控的术中出血和快速术后康复, 已成为研究热点。本研究系统综述近年微创手术治疗退行性腰椎滑脱症的文献, 多维度分析不同手术方式的优缺点, 旨在为外科医生选择最佳治疗方案提供科学依据。

关键词: 退行性腰椎滑脱症; 脊柱微创; 手术治疗; 椎间融合术

退行性腰椎滑脱症作为脊柱退变性疾病典型类型, 其发病机制涉及椎间盘退变、终板 Modic 改变及小关节退变的综合作用, 导致脊柱生物力学失衡并引发腰腿痛等临床表现。随着病情的发展, 患者可能会有腰椎或下肢的疼痛、麻木、无力等症状^[1]。退行性腰椎滑脱症的治疗方法包括保守治疗及手术治疗。保守治疗无法缓解的顽固性神经根性症状患者, 常需采取手术治疗^[2]。传统开放手术虽能实现脊柱稳定性重建, 但存在软组织损伤广泛、术后并发症多及住院周期长等缺点。近年来, 微创脊柱外科技术凭借其精准化的操作技术和微侵袭性特点, 通过多种手术入路实现椎间稳定性重建, 显著降低了手术创伤和术后康复时间^[3]。当前临床实践中已发展出多种微创术式, 有效弥补了传统术式的不足^[4]。本文系统综述近年来微创手术治疗退行性腰椎滑脱症的临床研究, 对比分析不同技术的操作特点和临床效果, 为脊柱外科医师选择个体化手术方案提供参考依据。

1 后方入路

1.1 后入路腰椎椎间融合术

后入路腰椎椎间融合术 (PLIF) 由 Cloward 于 20 世纪 40 年代首创, 现已成为治疗退变性腰椎滑脱的经典术式。该技术采用双侧椎弓根螺钉固定、全椎间盘切除及椎间融合器植入, 配合植骨扩展, 实现脊柱节段稳定融合。其技术优势在于通过后正中入路完成双侧神经根减压, 同时维护脊柱前中柱稳定性。临床数据显示, PLIF 复位率及融合率良好^[5]。有研究显示融合率达 90% 以上, 可有效预防椎体塌陷及再滑脱^[6]。Cheung 等学者^[7]的 3 年前瞻性研究对比传统开放 PLIF 与微创 PLIF 治疗腰椎滑脱的效果。结果显示, 两种术式均具良好疗效, 但微创 PLIF 在术中

出血、术后引流量、并发症发生率及住院时长等方面均优于传统术式, 且影像学证实复位效果确切, 下肢痛显著缓解。然而, PLIF 存在技术局限性。广泛软组织剥离增加医源性损伤风险, 器械操作可能牵拉硬脊膜及神经根, 导致硬膜撕裂、神经刺激等急性并发症, 甚至引发慢性神经病理改变, 表现为持续性肌力减退和腰背痛^[8]。

1.2 经椎间孔腰椎椎间融合术

经椎间孔腰椎椎间融合术 (TLIF) 作为 PLIF 的改良术式, 由 Foley 等于 2003 年首次提出微创实施方案^[9]。该技术通过 Kambin 安全三角工作通道实施操作, 具有精准减压、有效融合及三维稳定等优势^[10]。临床疗效方面, Bredow 团队^[11]对 Meyerding I - II 级滑脱患者 (PLIF 组 16 例, TLIF 组 1 例) 进行 6 年随访, 结果显示所有病例均实现解剖复位与功能重建, 术后 VAS 及 ODI 评分显著改善, 但 TLIF 组样本量过小可能影响结果可信度。近年 Meta 分析研究^[12]纳入 16 项 RCT 研究共 1,321 例患者 (微创 TLIF 组 660 例), 平均随访 ≥ 2 年。数据显示两组在疼痛缓解、功能恢复方面疗效相当, 脊柱融合率分别为 80.5% (微创组) 和 91.1% (开放组), 差异无统计学意义。当前证据表明, 微创 TLIF 可作为传统开放术式的安全替代方案, 在减少组织创伤的同时维持相近临床效果。尽管微创 TLIF 较传统术式显著降低了组织损伤, 但仍需有限切口完成椎旁肌剥离、椎板切除等操作^[13]。其技术局限包括: 椎间盘残留风险、终板准备不足及隐匿性神经根损伤可能^[13]。与单侧双通道内镜腰椎融合术 (ULIF) 相比, 微创 TLIF 在操作机制上存在显著差异。传统撑开器对椎旁肌的机械牵拉效应更明显, 而 ULIF 凭借内镜通道设计实现无创化操作, 可降低术后腰背痛发生率, 促进早期康复^[14]。

2 侧方入路

2.1 斜外侧入路腰椎椎间融合术

斜外侧入路腰椎椎间融合术 (OLIF) 通过腹壁肌群天然间隙建立手术路径, 经左下腹肌间隙进入腹膜后, 沿主动脉/下腔静脉与腰大肌间隙抵达椎间盘。该技术无需切断腰大肌, 完整保留后方复合体, 避免椎板及关节突破坏, 可在不进入椎管情况下完成减压、融合及内固定。临床研究显示, OLIF 较微创 TLIF 具有显著优势。Kotani 等^[15]的 5 年随访研究表明, OLIF 组在疼痛缓解 (VAS)、功能恢复及步态改善方面均优于微创 TLIF, 融合率达 98% (vs 90%)。Zhu 等^[16]对照研究 (OLIF 71 例 vs 微创 TLIF 66 例) 显示, OLIF 在手术时间 (128 ± 23 vs 156 ± 31 分钟) 和出血量 (185 ± 67 vs 312 ± 92 ml) 方面优势显著, 但并发症发生率较高 (19.7% vs 9.1%)。OLIF 技术存在特定风险。其经腹膜外入路邻近大血管结构, 易导致腹主动脉、下腔静脉及腰动脉损伤; 腹膜完整性受损风险亦需警惕。此外, 终板处理不充分可能导致融合器沉降或椎间高度丢失等远期并发症^[17]。

2.2 外侧入路腰椎椎间融合术

外侧入路腰椎椎间融合术 (LLIF) 作为创新脊柱外科技术, 通过腹膜后入路结合内镜系统实施前柱融合。其以神经间接减压为核心, 通过恢复椎间隙高度和松解纤维化结构治疗退行性椎间盘疾病。该技术可同步重建脊柱矢状位与冠状位平衡, 利用椎间孔自然扩张实现神经根间接减压, 并提供即刻稳定性^[18]。相较于 PLIF, LLIF 在神经保护方面优势显著。腹膜后路径可避免对神经根、硬膜囊及周围软组织的直接侵扰, 降低医源性神经损伤风险。但其特定并发症包括腰交感神经链损伤导致的下肢感觉异常及椎体终板骨折等。国内专家共识明确 LLIF 适应证包括腰椎间盘突出症、I–II 度滑脱、退行性椎管狭窄、成人脊柱侧凸、翻修手术及邻近节段退变; 禁忌证为重度腹膜后纤维化、先天性骨性椎管狭窄、III–IV 度滑脱及严重小关节病变^[19]。MCGOWAN 等^[20]生物力学研究表明, LLIF 允许植入大尺寸融合器而无需破坏后方结构, 在恢复椎间隙高度和矫正力线方面具有独特优势, 可减少二次手术风险。DORIA 等^[21]纳入 23 例单节段不稳或退变患者的前瞻性研究显示: 术后 24 个月 VAS 评分降低 62.3%, ODI 改善率 71.5%; 融合率达 91.3%, 无严重并发症。该研究为 LLIF 临床应用提供了高质量循证依据。

3 前方入路

前路腰椎椎间融合术 (ALIF) 由 Burns 于 1933 年首

次用于治疗腰椎滑脱症, 作为传统后路手术的重要替代方案。受限于早期复杂操作和器械限制, ALIF 术中及术后并发症较多, 包括大血管损伤、逆行性射精、肠梗阻、腹膜撕裂、输尿管损伤及神经根损伤等^[22]。随着微创技术进步, ALIF 已发展为以腹腔镜辅助和微创小切口为特点的现代术式。相较于传统开放 ALIF, 微创 ALIF 具有以下优势: (1) 显著降低组织损伤和并发症; (2) 缩短住院时间, 加速功能恢复; (3) 独特凸侧 Cage 植入路径更利于脊柱前柱重建和矢状面力线矫正, 优于后路手术 (PLIF/TLIF)^[23]; (4) 因皮肤-植入物间距较大及腹膜免疫调节, 感染风险更低。Rathbone 等的 Meta 分析研究^[24]比较了 ALIF 与后路融合术 (PLIF/TLIF)。多中心 RCT 数据显示: ALIF 组手术时间 (MD=-28.5min) 和出血量 (MD=-128.7ml) 显著优于后路组; 术后疼痛管理中, ALIF 组 VAS 评分改善率高 18.3%, ODI 改善幅度高出 15.7%。这些结果为 ALIF 临床应用提供了可靠循证依据。

4 内镜技术

双通道脊柱内镜技术 (BESS) 通过独立光学通道与工作通道设计, 配合生理盐水灌注系统, 在有限空间内实现高清术野与精准操作。该技术衍生单侧双通道内镜 (UBE) 与双侧双通道内镜两种术式, 可根据病变部位选择经关节突或经椎板间隙入路。对于腰椎滑脱患者, 经关节突入路因符合生物力学特性被优先推荐^[25]。与传统后路融合术相比, BESS 辅助腰椎融合术可促进术后快速康复^[26], 通过精准减压与结构重建实现更好功能恢复。Heo 等^[27]首次报道 UBE 单节段腰椎融合术, 结果显示术后 VAS 与 ODI 评分显著改善。Kim 等^[28]的 24 个月随访研究表明, 腰椎滑脱患者术后 ODI 改善率达 $72.3\% \pm 15.2\%$, VAS 下降 $68.5\% \pm 21.4\%$, 融合率 $96.2\% \pm 3.8\%$, 证实该技术可靠性。尽管 BESS 优势显著, 其特有并发症仍需关注。常见并发症包括硬脊膜破裂 (1.6%-4.7%)、神经根损伤、邻近节段退变、融合器移位及慢性腰痛等^[29]。研究显示, BESS 硬脊膜及神经损伤发生率略高于微创 TLIF, 而融合器移位率显著更高^[24]。

5 小结与展望

当前, 退行性腰椎滑脱症微创术式呈多元化发展, 各技术体系具有独特临床特征。其中, TLIF 因其操作标准化、学习曲线较平缓及内镜技术普及等优势, 成为临床首选。但该技术仍面临学习周期长、视野受限及器械要求高等瓶颈, 存在优化空间。精准医疗理念下, 微创术式选择应遵循个体化原则。术前需通过多模态影像 (X 线、CT、

MRI)明确病理分型与责任节段,结合患者全身状况综合评估。对复杂病例建议采用多术式联合策略以提高精准度。微创技术革新呈现三大趋势:(1)手术器械微型化与智能化;(2)术式融合创新;(3)数字化导航应用。未来研究应聚焦:(1)构建生物力学导向的术式选择模型;(2)研发实时反馈智能手术器械;(3)开展多中心大样本 RCT 验证长期疗效。通过技术创新与循证医学协同推进,有望实现退行性腰椎滑脱症微创手术的精准化与标准化。

参考文献:

- [1]万大地,袁野,范鑫超,等.腰椎滑脱症的分类及治疗进展[J].中国医药导刊,2021,23(3):190-194.
- [2]Chan AK, Sharma V, Robinson LC, et al. Summary of guidelines for the treatment of lumbar spondylolisthesis[J]. *Neurosurg Clin N Am*, 2019, 30(3): 353-364.
- [3]Son S, Lee SG, Kim WK, Ahn Y, Jung JM. Disc height discrepancy between supine and standing positions as a screening metric for discogenic back pain in patients with disc degeneration[J]. *Spine J*, 2021,21(1):71-79.
- [4]武浩然,冯皓宇,何李明等.经皮内镜与开放腰椎后路椎间融合术治疗腰椎滑脱症比较[J].中国微创外科杂志,2023,23(11):801-806.
- [5]易寒,王飞,肖霖,等.腰椎滑脱症的微创手术治疗研究进展[J].华西医学,2023,38(10):1564-1570.
- [6]Said E, Abdel-Wanis ME, Ameen M, et al. Posterolateral fusion versus posterior lumbar interbody fusion: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials[J]. *Global Spine J*, 2022, 12(5): 990-1002.
- [7]Cheung NK, Ferch RD, Ghahreman A, et al. Long-term follow-up of minimal-access and open posterior lumbar interbody fusion for spondylolisthesis[J]. *Neurosurgery*. 2013,72(3):443-50;discussion 450-1.
- [8]谭俊磊,黄承夸,周千候,等.腰椎滑脱症的治疗研究新进展[J].右江医学,2024,52(12):1111-1114.
- [9]Foley KT, Holly LT, Schwender JD. Minimally invasive lumbar fusion[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2003, 28(Suppl 15): S26-S35.
- [10]Badlani N, Yu E, Kreitz T, et al. Minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion (TLIF)[J]. *Clin Spine Surg*, 2020, 33(2): 62-64.
- [11]Bredow J, Meyer C, Oikonomidis S, et al. Long-term radiological and clinical outcome after lumbar spinal fusion surgery in patients with degenerative spondylolisthesis: a prospective 6-year follow-up study[J]. *Orthop Surg*, 2022, 14(8): 1607-1614.
- [12]Heemskerk JL, Oluwadara Akinduro O, Clifton W, et al. Longterm clinical outcome of minimally invasive versus open singlelevel transforaminal lumbar interbody fusion for degenerative lumbar diseases: a meta-analysis[J]. *Spine J*, 2021, 21(12): 2049-2065.
- [13]Tang AR, Chanbour H, Steinle AM, et al. Transforaminal lumbar interbody fusion versus posterolateral fusion alone in the treatment of grade 1 degenerative spondylolisthesis[J]. *Neurosurgery*,2023, 93(1): 186-197.
- [14]杨康,彭帅,常磊,等.单侧双通道内镜腰椎融合术与微创经椎间孔入路腰椎融合术治疗单节段腰椎退行性疾病对比观察[J].山东医药,2023,63(8):71-74.
- [15]Kotani Y, Ikeura A, Saito T. Comparative clinical analysis of oblique lateral interbody fusion at L5/S1 versus minimally invasive transforaminal interbody fusion (MIS-TLIF) for degenerative lumbosacral disorders[J].*Spine Surg Relat Res*, 2022, 7(1): 66-73.
- [16]Zhu HF, Fang XQ, Zhao FD, et al. Comparison of oblique lateral interbody fusion (OLIF) and minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion (MI-TLIF) for treatment of lumbar degeneration disease: a prospective cohort study[J].*Spine (Phila Pa 1976)*, 2022, 47(6): E233-E242.
- [17]Li R, Li X, Zhou H, et al. Development and application of oblique lumbar interbody fusion[J].*Orthop Surg*, 2020, 12(2): 355-365.
- [18]Sato J, Ohtori S, Orita S, et al. Radiographic evaluation of indirect decompression of mini-open anterior retroperitoneal lumbar interbody fusion: oblique lateral interbody fusion for degenerated lumbar spondylolisthesis[J].*Eur Spine J*, 2017, 26(3): 671-678.
- [19]HAI Y, LIU J, LIU Y, et al. Expert consensus on clinical application of lateral lumbar interbody fusion: results from a modified delphi study[J]. *Global Spine J*, 2023,13(4): 995-1004.
- [20]MCGOWAN J E, KANTER A S. Lateral approaches for the surgical treatment of lumbar spondylolisthesis[J].*Neurosurg Clin N Am*,2019,30(3): 313-322.

- [21]DORIA C, BALSANO M, RAMPAL V, et al. Minimally invasive far lateral lumbar interbody fusion: a prospective cohort study [J]. *Global Spine J*, 2018, 8(5): 512–516.
- [22]PHAN K, XU J, SCHERMAN D B, et al. Anterior lumbar interbody fusion with and without an "access surgeon": a systematic review and meta-analysis[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2017, 42(10): 592–601.
- [23]Pereira P, Park Y, Arzoglou V, et al. Anterolateral versus posterior minimally invasive lumbar interbody fusion surgery for spondylolisthesis: comparison of outcomes from a global, multicenter study at 12-months follow-up[J]. *Spine J*, 2023, 23(10): 1494–1505.
- [24]Rathbone J, Rackham M, Nielsen D, et al. A systematic review of anterior lumbar interbody fusion (ALIF) versus posterior lumbar interbody fusion (PLIF), transforaminal lumbar interbody fusion (TLIF), posterolateral lumbar fusion (PLF) [J]. *Eur Spine J*, 2023, 32(6): 1911–1926.
- [25]中国医师协会骨科医师分会脊柱微创学组. 水介质脊柱内镜下腰椎椎间融合术的临床应用指南(2022)[J]. *中华创伤骨科杂志*, 2022, 24(9): 737–746.
- [26]Yang H, Cheng F, Hai Y, et al. Unilateral biportal endoscopic lumbar interbody fusion enhanced the recovery of patients with the lumbar degenerative disease compared with the conventional posterior procedures: a systematic review and meta-analysis[J]. *Front Neurol*, 2023, 13: 1089981.
- [27]Heo DH, Son SK, Eum JH, 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.
- [28]Kim JE, Yoo HS, Choi DJ, et al. Learning curve and clinical outcome of biportal endoscopic-assisted lumbar interbody fusion[J]. *Biomed Res Int*, 2020, 2020: 8815432.
- [29]Bui AT, Trinh GM, Wu MH, et al. Indications for and outcomes of three unilateral biportal endoscopic approaches for the decompression of degenerative lumbar spinal stenosis: a systematic review[J]. *Diagnostics (Basel)*, 2023, 13(6): 1092.
- 作者简介:** 马楚杰 (1997—), 男, 汉族, 籍贯广西贵港, 本科毕业于广西中医药大学, 现就读广西中医药大学中医骨伤科学专业硕士学位, 研究方向为脊柱相关疾病的中医诊治研究。