·综 述·

椎间孔镜下髓核摘除术麻醉选择的研究进展

张龙，刘观燚，袁力勇

doi:10.3969/j.issn.1671-0800.2025.09.026
【中图分类号】 R614；R687.3 【文献标志码】 C 【文章编号】 1671-0800(2025)09-0975-04

腰椎间盘突出症（lumbar disc disease，LDH）是常见的脊柱退行性疾病，其发病率在人口老龄化及久坐生活方式的影响下呈上升趋势[1]。对于保守治疗无效的患者，经皮内窥镜下腰椎髓核摘除术（percutaneous endoscopic lumbar discectomy，PELD）凭借其微创性、精准性和快速康复等优势，已成为优选方案之一[2]。

合适的麻醉方式是影响 PELD 手术效果的关键，对手术过程顺利进行以及患者的术中安全至关重要[3]。术中既需维持足够的镇痛深度以确保手术操作，又需尽量保留患者神经反馈功能以规避医源性损伤[4]。如何在保障手术安全性与提升患者舒适度之间建立最佳平衡点，已成为推动 PELD 技术发展的核心议题。本文综述 PELD 的麻醉方式的最新研究进展，重点探讨不同麻醉策略对镇痛效果、神经功能保护和术后康复质量的影响，旨在为临床实践提供科学依据。

1 各种麻醉方式在 PELD 中的应用

随着医疗技术的不断进步，PELD 的麻醉选择也日益多样化。局部麻醉（local anesthesia，LA）曾是 PELD 的首选麻醉方式[5-6]。但随着 PELD 操作的成熟，LA 镇痛强度和时间不足的缺点愈加凸显[7]。因此，寻求更有效麻醉方式的需求日益增大。

1.1 LA LA 具有操作简便、对患者生理功能影响小，有助于早期发现神经损伤等优点[5-6]。患者保持清醒状态，能够在碰触神经组织时及时给予反馈，有效避免神经损伤，从而确保手术的安全[4，8]。此外，LA 对呼吸和循环功能的影响小，并能促进患者早期活动，显著缩短术后恢复时间[9]。

然而，LA 存在镇痛效果不佳的缺点[7]。对于痛觉敏感的患者，可能难以实现有效镇痛，导致手术中出现难以忍受的疼痛，从而被迫中断手术[10]。此外，清醒状态下接受手术可能加重患者的心理压力和恐惧，使患者焦虑加剧，进而影响术中血流动力学的稳定[5]。

LA 的效果与手术的范围和局部注射技术有很大的关系，特别是在经板间入路的 PELD 的疼痛风险更高，这是由于对硬膜囊和神经根进行了大量的操纵和牵拉，引起难以忍受的背部和腿部疼痛[10]。优化局部注射方式或术式后，LA 效果可能会改善[11-12]。

LA 效果不佳时，可以选择给予患者镇痛或镇静药物（如羟考酮、右美托咪定等[13]），以实现多模式镇痛来强化 LA 的镇痛效果[14]。右美托咪定不仅可以辅助镇痛，还能有效减轻 PELD 患者的氧化应激和炎症反应，呼吸抑制的风险相对较低[15]。李岗[16]认为 0.50 μg·kg^{-1}·h^{-1} 右美托咪定是 PELD 患者的最佳剂量，对患者的循环和呼吸系统影响轻微，具有较高的安全性和可控性。

1.2 全身麻醉（general anesthesia，GA） GA 具有确切的麻醉和镇痛效果，且不影响术后肢体功能恢复，并能完全消除患者在手术过程中的恐惧和焦虑等优点[5-6]。这些优点使得 GA 成为 PELD 的常用麻醉方式之一。相较于 LA，GA 更易被患者接受[5-6]。一项研究对比了 PELD 时使用 GA 和 LA 的麻醉效果，其结果显示，在术后 1 年的随访中两组患者 Oswestry 功能障碍指数（ODI）和疼痛评分方面无显著差异，但患者对 GA 的接受度更高[5]。最新的荟萃分

基金项目： 宁波市科技计划项目（2024Z048）；宁波市鄞州区科技项目（2024AS036）
作者单位： 315040 宁波，宁波市第六医院
通信作者： 刘观燚，Email：18906628697@163.com

析显示[4]，GA 对于提高手术后远期效果更加有利。

GA 的主要局限在于其增加了麻醉相关风险（如呼吸抑制和心脑血管意外等），延长了术后恢复时间[5]。由于患者意识消失，不能有效反馈术中神经牵拉症状，可能造成神经阻滞的误伤[17]。术中神经功能监测是一种有效避免神经损伤的方法[18]，但这需要增加额外的设备、人员和医疗费用，限制了它在基层医院的推广和应用。

因此，尽管 GA 在麻醉效果上具有优势。但考虑到 PELD 的微创性和患者术后快速恢复的需求，GA 常非首选。在特定情况下，如患者痛觉敏感、心理承受能力差或合并其他需要全麻的疾病时，GA 是一种可行的选择。

1.3　硬膜外麻醉（epidural anesthesia，EA）　PELD 中采用 EA 已被广泛证实为既安全又可行的方式。PELD 的切口较小，对阻滞范围的需求较低。通常 4 ～ 6 对脊神经被阻滞即可满足 PELD 的镇痛需求，这为 EA 用于 PELD 提供了理论基础[19]。Akakin 等[20]研究表明，EA 应用于 PELD 是安全有效的，且术中患者能够及时反馈神经误触事件，从而避免神经损伤，这一优点与 LA 相同[21]。

与 LA 相比，EA 在镇痛方面效果更佳[19,21]，有助于缩短手术时间和减少 X 线照射[19]，被迫更改麻醉方式的概率也更低[22]。尤其是老年患者，术中 EA 能有效减少患者静脉止痛药的需求，减少术后恶心呕吐的发生[23]，提高患者对麻醉的满意度[4]。此外，与 GA 相比，EA 可降低神经损伤发生率[5,24]，减轻术后短期的疼痛，且对患者的术后认知功能影响较小[25]。

近年来，PELD 中 EA 技术的改进主要着眼于优化局麻药浓度[26]。研究表明[17,20]，低浓度罗哌卡因的 EA 在 PELD 中不仅有良好的镇痛效果，而且能够尽量保留患者下肢的运动功能，保留手术区域神经被误触或损伤时产生的胀痛感，有利于及时判断神经牵拉事件，避免神经损伤。Hu 等[27-28]通过多次研究，在力求保持最大触觉敏感性与最大限度减轻疼痛之间找到平衡点，最终发现罗哌卡因用于 EA 的理想浓度范围应为 0.294%～ 0.434%。该研究结果对临床实践具有重要的指导意义。

1.4　脊髓麻醉（spinal anaesthesia，SA）　SA 通过阻滞脊神经根使其支配的相应区域产生确切的麻醉作用，能够显著减轻甚至完全消除 PELD 患者术中的疼痛[29]。有研究表明[29]，SA 还可以缩短术后恢复时间，优化手术条件，降低感染和出血等并发症的风险，减少术后用药需求，进而提升手术的疗效与安全性，降低治疗成本。总的来说，SA 可以改善 PELD 患者的麻醉效果，并提升患者和外科医生的手术体验。

一项回顾性队列研究显示[30-31]，与 LA 相比，SA 的麻醉效果更好，无论是对术中还是术后早期的疼痛控制都更佳，两组患者术中循环变化、术后 5 个月的 ODI 评分、手术疗效满意度和手术相关并发症等均无显著差异，这得益于手术医生熟练且规范的操作[30]。

然而，SA 的缺点依旧明显[30]。（1）SA 阻滞下肢运动，不利于患者术后早期活动。（2）SA 的操作需要避开病变节段，因此目前仅适用于 L_5/S_1 和 L_4/L_5 节段的 LDH，这限制了其推广。（3）术中未能及时发现神经误触的风险依旧值得担忧。

降低局麻药（如罗哌卡因）的浓度，有望改善 SA 的不足，特别是针对老年患者[32]。低浓度 SA 有望成为未来研究的一个重要方向，对解决循环抑制、术后卧床时间长和神经损伤风险等问题具有重要意义。

1.5　区域阻滞麻醉（regional block anesthesia，RBA）　目前，RBA 多应用于 LDH 的诊断和保守治疗[33]。但 RBA 在满足 PELD 手术镇痛需求上展现出潜力，其镇痛效果可能不亚于 LA，同时能保持患者清醒，保留神经运动功能，有利于保护神经，这为 RBA 用于 PELD 术中镇痛提供了理论基础。

竖脊肌平面阻滞（erector spinal plane block，ESPB）是一种常见的 RBA 技术，可通过肌肉筋膜和椎旁间隙扩散而阻滞脊神经根。既往研究发现在 PELD 中 ESPB 展现了其优异的镇痛效果[34]。此外，ESPB 还可以作为一种有效的术后镇痛方式，参与术后疼痛的管理，促进患者快速康复[35]。然而，目前仍缺乏更多的证据支持其他 RBA 技术的有效性研究，这限制了其临床推广。

1.6　中医辅助镇痛　中医作为我国传统医学，是中国文化的瑰宝，其理论被广泛应用于人民生活的各个方面。中医在麻醉领域常被用作辅助镇痛的手

段，能够增强麻醉效果，显著减少并发症的发生。研究表明[36]，针药复合LA应用于老年PELD患者，有利于维持术中血流动力学稳定，并具有良好的镇痛及镇静作用，与LA复合右美托咪定的效果相近。穴位注射东莨菪碱和0.9%氯化钠注射液可强化LA在PELD中的镇痛效果，促进术后康复，提高患者满意度[37]。此外，腕踝针不仅对PELD患者术中腰背部疼痛具有确切的镇痛作用，还能增强患者对手术疗效的信心[38]。

中医技术因具备高度的安全性，而易于被患者和医护人员接受，且在临床中易于实施[39]。然而，目前我国麻醉医师队伍中具备中医知识的人员比例较小，因此需要其他相关科室的参与或指导，这无疑增加了时间成本和技术难度，从而使其真实疗效的评估变得更具挑战性。

2 总结与展望

本文阐述了目前用于PELD的各种麻醉技术，并分析了每种技术的优势和局限性。未来的研究应致力于进一步探索各种麻醉方式在PELD中的最佳应用策略，在保障手术安全的同时，最大限度地减轻患者痛苦和提高术后康复质量。一方面，在EA和SA未来的研究可聚焦于麻醉药物的优化选择、麻醉深度的精准控制以及并发症的有效预防等方面，进一步提其高安全性和有效性。另一方面，随着RBA和中医辅助镇痛等新兴麻醉方式的不断涌现，应积极探索其在PELD中的应用潜力和价值。通过深入的临床研究和实践探索，发掘更多有效的麻醉策略，为患者提供更加多样化的选择，满足其个性化的医疗需求。

同时，应关注PELD技术发展中可能带来的新的要求，如单侧双通道内镜技术对麻醉效果的需求增加[35,40]。在选择麻醉方式时，应依据患者不同的的身体情况、手术需求以及麻醉医生的专业意见进行谨慎选择。通过加强麻醉科、骨科、中医科等科室之间的沟通与协作，共同推动PELD麻醉策略的创新与发展，为患者带来更加全面、优质的医疗服务。

利益冲突 所有作者声明无利益冲突

参 考 文 献

[1] ROGERSON A, AIDLEN J, JENIS L G. Persistent radiculopathy after surgical treatment for lumbar disc herniation: Causes and treatment options[J]. Int Orthop, 2019, 43(4): 969-973.

[2] PAN M M, LI Q F, LI S C, et al. Percutaneous endoscopic lumbar discectomy: Indications and complications[J]. Pain Physician, 2020, 23(1): 49-56.

[3] 祝斌,刘晓光.经皮腰椎内窥镜下手术麻醉方案选择的前瞻性随机对照研究[J].中国脊柱脊髓杂志,2015,25(12):1069-1072.

[4] ZHENG B, YU P F, LIANG Y, et al. Comparison of safety and efficacy of anesthesia methods in percutaneous endoscopic lumbar discectomy: A network meta-analysis[J]. Pain Res Manag, 2024, 2024: 8022643.

[5] YE X F, WANG S, WU A M, et al. Comparison of the effects of general and local anesthesia in lumbar interlaminar endoscopic surgery[J]. Ann Palliat Med, 2020, 9(3): 1103-1108.

[6] MOONEY J, LASKAY N, ERICKSON N, et al. General vs local anesthesia for percutaneous endoscopic lumbar discectomy (PELD): A systematic review and meta-analysis[J]. Global Spine J, 2023, 13(6): 1671-1688.

[7] GIBSON J N, COWIE J G, IPRENBURG M. Transforaminal endoscopic spinal surgery: The future 'gold standard' for discectomy? -A review[J]. Surgeon, 2012, 10(5): 290-296.

[8] YENER ERKEN H, KARAEMINOGULLARI O, YILMAZ O, et al. Local anesthesia and conscious sedation does not affect patient's mood and anxiety levels during percutaneous endoscopic lumbar diskectomy: A prospective study[J]. J Neurol Surg A Cent Eur Neurosurg, 2022, 83(5): 435-441.

[9] MARHOFER P, HOPKINS P M. Anaesthesiologists versus surgeons, or regional anaesthesia versus local anaesthesia?[J]. Br J Anaesth, 2020, 124(2): 126-128.

[10] CHEN Z H, WANG X, CUI X Y, et al. Transforaminal versus interlaminar approach of full-endoscopic lumbar discectomy under local anesthesia for L5/S1 disc herniation: A randomized controlled trial[J]. Pain Physician, 2022, 25(8): E1191-E1198.

[11] WU K, ZHAO Y W, FENG Z Y, et al. Stepwise local anesthesia for percutaneous endoscopic interlaminar discectomy: Technique strategy and clinical outcomes[J]. World Neurosurg, 2020, 134: e346-e352.

[12] HENMI T, TERAI T, NAGAMACHI A, et al. Morphometric changes of the lumbar intervertebral foramen after percutaneous endoscopic foraminoplasty under local anesthesia[J]. J Neurol Surg A Cent Eur Neurosurg, 2018, 79(1): 19-24.

[13] 邵丹,汪凯,郭瑞.羟考酮复合右美托咪定在经皮椎间孔镜下髓核摘除术中的应用效果[J].临床医学,2019,39(4):41-42.

[14] 李杰,江伟,彭立鹏.多模式镇痛在局部麻醉经椎间孔入路经皮内窥镜下椎间盘切除术中的应用[J].脊柱外科杂志,2020,18(6):392-397.

[15] ZHANG X L, ZHAO W P, SUN C, et al. Effect of dexmedetomidine administration on analgesic, respiration and inflammatory responses in patients undergoing percutaneous endoscopic lumbar discectomy: A prospective observational study[J]. BMC Anesthesiol, 2022, 22

(1): 152.
[16] 李岗. 不同剂量右美托咪定在椎间孔镜手术中麻醉效果的比较研究[J].临床合理用药杂志,2019,12(33):110-112.
[17] ZHU Y J, ZHAO Y Z, FAN G X, et al. Comparison of 3 anesthetic methods for percutaneous transforaminal endoscopic discectomy: A prospective study[J]. Pain Physician, 2018, 21(4): E347-E353.
[18] 胡楷,熊梅,王言,等.神经电生理监测在经皮内窥镜下腰椎间盘切除术中的应用[J].中国脊柱脊髓杂志,2015,25(7):602-606.
[19] XU T T, TIAN R, QIAO P, et al. Application of continuous epidural anesthesia in transforaminal lumbar endoscopic surgery: A prospective randomized controlled trial[J]. J Int Med Res, 2019, 47 (3): 1146-1153.
[20] AKAKIN A, YILMAZ B, AKAY A, et al. Epidural anesthesia in elective lumbar microdiscectomy surgery: Is it safe and effective?[J]. Turk Neurosurg, 2015, 25(1): 117-120.
[21] FANG G F, DING Z H, SONG Z H. Comparison of the effects of epidural anesthesia and local anesthesia in lumbar transforaminal endoscopic surgery[J]. Pain Physician, 2016, 19(7): E1001-E1004.
[22] 孔维军,廖文波,覃建朴,等.不同麻醉下椎间孔镜治疗腰椎间盘突出症疗效观察[J].遵义医学院学报,2015,38(2):182-184,187.
[23] SHARMA N, PIAZZA M, MARCOTTE P J, et al. Implications of anesthetic approach, spinal versus general, for the treatment of spinal disc herniation[J]. J Neurosurg Spine, 2018, 30(1): 78-82.
[24] REN Z Q, HE S H, LI J, et al. Comparison of the safety and effectiveness of percutaneous endoscopic lumbar discectomy for treating lumbar disc herniation under epidural anesthesia and general anesthesia[J]. Neurospine, 2020, 17(1): 254-259.
[25] 钟成跃,凤旭东,王灿,等.不同麻醉方法在腰椎间盘突出症患者椎间孔镜下髓核摘除术中的对比分析[J].内蒙古医学杂志,2018,50 (4):441-442.
[26] ZHU Y J, ZHAO Y Z, FAN G X, et al. Comparison of the effects of local anesthesia and epidural anesthesia for percutaneous transforaminal endoscopic discectomy in elderly patients over 65 years old[J]. Int J Surg, 2017, 48: 260-263.
[27] HU B W, LI L, WANG H W, et al. Determining the minimum effective concentration of ropivacaine in epidural anesthesia for tolerable pain in transforaminal percutaneous endoscopic lumbar discectomy to avoid nerve injury: A double-blind study using a biased-coin design[J]. Drug Des Devel Ther, 2022, 16: 315-323.
[28] HU B W, KANG X H, ZHOU C, et al. Determining the maximum tolerable concentration of ropivacaine to maintain sensation of the nerve root in percutaneous endoscopic transforaminal lumbar discectomy: Can epidural anaesthesia achieve pain-tactile separation block to avoid nerve injury?[J]. Drug Des Devel Ther, 2024, 18: 2357-2366.
[29] LIU G Y, ZHAO J S, YUAN L Y, et al. Spinal anesthesia for L_5-S_1 interlaminar endoscopic lumbar discectomy: A retrospective study[J]. BMC Musculoskelet Disord, 2023, 24(1): 818.
[30] LIU G Y, ZHANG J W, ZHANG L, et al. Comparison of spinal anesthesia and local anesthesia in percutaneous interlaminar endoscopic lumbar discectomy for L5/S1 disc herniation: A retrospective cohort study[J]. BMC Musculoskelet Disord, 2024, 25(1): 774.
[31] 张芳磊. 脊髓麻醉在经皮椎间孔镜下髓核摘除术中的应用效果[J].河南医学研究,2019,28(5):860-861.
[32] 孙义军,龚福太,郑宇,等.低浓度腰麻下经皮椎间孔镜术治疗腰椎间盘突出症的临床效果[J].临床医学研究与实践,2020,5(30): 28-30.
[33] YUE B, SHEN F, YE Z F, et al. Accurate location and minimally invasive treatment of lumbar lateral recess stenosis with combined SNRB and PTED[J]. J Int Med Res, 2020, 48(3): 300060519884817.
[34] REDDY A, BARIK A K, BHATIA N, et al. Ultrasound-guided erector spinae plane block for awake spine surgery: A case report and review of the literature[J]. Saudi J Anaesth, 2024, 18(1): 126-128.
[35] ZHAO D, WANG H K, LIU X, et al. The efficacy of lumbar erector spinae plane block for postoperative analgesia management in patients undergoing lumbar unilateral bi-portal endoscopic surgery: A prospective randomized controlled trial[J]. BMC Anesthesiol, 2024, 24(1): 214.
[36] 白俊媛,冯秀玲,杨言苹,等.针药复合麻醉对老年椎间孔镜下髓核摘除术患者术中镇静、镇痛效果的影响[J].中医临床研究,2021,13 (18):94-97.
[37] 熊琼,熊青媛,涂娟,等.穴位注射辅助局麻下经皮椎间孔镜椎间盘髓核摘除术术中镇痛的临床探究[J].中国中医药现代远程教育, 2019,17(16):40-42.
[38] 吴江林,苏海涛,梁以豪,等.腕踝针对椎间孔镜手术患者术中辅助镇痛效应观察[J].中国针灸,2020,40(2):147-151.
[39] 邓亚萍,王昌文,曾涛,等.针刺应用于脊柱手术围术期的研究进展[J].医药前沿,2025(4):20-22.
[40] WU T, LIU D, MENG F H, et al. Awake unilateral biportal endoscopic decompression under local anesthesia for degenerative lumbar spinal stenosis in the elderly: A feasibility study with technique note[J]. Clin Interv Aging, 2024, 19: 41-50.

收稿日期:2025-03-23
(本文编辑:方能)