·综　述·

神经阻滞技术在胸腔镜手术术后镇痛中的研究进展

施国富，丁锡富，任胜楠，马璇，朱挺，张瑀宸，张光辉，陈莹芝，罗淑辉，孙乐波

【摘要】 电视辅助胸腔镜手术（VATS）显著缩小手术切口、减轻术后创伤，但手术经肋间隙进入胸腔，导致肋间神经及周围组织损伤，患者术后出现中重度急性疼痛。术后胸痛可抑制患者咳嗽排痰，进而导致肺不张、肺部感染，甚至呼吸衰竭、支气管胸膜瘘等术后并发症，严重时可危及生命。多项研究证实，VATS 术后急性疼痛的控制效果与术后慢性疼痛的发生密切相关，急性镇痛不佳会显著提升慢性疼痛的发病风险及疼痛程度。由此可见，有效的术后镇痛是保障 VATS 患者手术安全、改善术后生活质量的关键。本文系统梳理近年相关研究文献，归纳分析现有研究成果，以期为临床研究提供参考。

【关键词】 神经阻滞；胸腔镜手术；术后镇痛
DOI:10.3969/j.issn.1671-0800.2026.05.028
【中图分类号】 R614.4　【文献标志码】 C　【文章编号】 1671-0800(2026)05-0572-04

据国际癌症研究机构数据显示，肺癌发病率与死亡率位列所有癌症首位[1]。近年来，肺结节筛查的普及提高了早期肺癌的检出率，随着早期肺癌就诊患者数量明显增多，推动了临床治疗模式不断优化。电视辅助胸腔镜手术（video-assisted thoracic surgery，VATS）因其切口小、创伤轻等优势，已成为早期肺癌治疗的主流术式。然而，VATS 经肋间隙进入胸腔易造成胸壁组织损伤与肋间神经刺激，导致术后疼痛[2]。术后疼痛不仅降低患者舒适度，还会抑制咳嗽反射，引发痰液淤积、肺部感染，甚至呼吸衰竭、支气管胸膜瘘等术后并发症，严重时可危及生命，严重阻碍了术后快速康复[3-4]。

阻断外周神经是目前VATS术后镇痛的常用方案。通过神经阻滞技术切断疼痛信号的外周传导通路，实现精准镇痛，减少对全身系统的影响，已成为临床研究与应用的重点。本文拟对 VATS 术后镇痛临床常用的神经阻滞技术进行系统梳理与探讨，以期为临床实践提供参考。

1　神经阻滞技术在 VATS 术后镇痛中的应用

肋间神经共 11 对，伴随有肋间动、静脉，其感觉纤维广泛分布于胸壁[5]。VATS 经肋间隙操作，易对肋间神经造成损伤。疼痛信号经“外周伤害刺激→神经冲动传导→中枢感知”路径产生。临床镇痛主要围绕“减少外周刺激、阻断外周神经”展开。其中，减少外周刺激并非独立的镇痛手段，而是通过抑制局部炎症反应，减少疼痛信号的外周来源，从而增强神经阻滞的镇痛效果。

1.1　胸段硬膜外阻滞（thoracic epidural block，TEB）

TEB 是将麻醉药物注入硬膜外腔，阻断脊神经传导以实现节段性镇痛的成熟技术。其优点在于镇痛效果确切，被认为是 VATS 术后镇痛的“金标准”[6]。一项单盲随机对照试验，比较了 VATS 术后患者采用 TEB（试验组）和静脉泵自控镇痛（对照组）的疗效。结果显示，术后 3 个月试验组慢性术后疼痛发生率为 28.9%（33 例），显著低于对照组的 56.4%（66 例），差异有统计学意义（$P < 0.05$），且该差异在术后 6 个月仍存在[7]。TEB 存在全脊髓麻醉及硬膜外出血等并发症，且随着心血管等疾病高发，服用阿司匹林、利伐沙班等抗凝药物的患者增多，此类药物的使用增加了 TEB 操作中硬膜外出血的风险[8]。TEB

基金项目：象山县科技计划项目（2025C6008）
作者单位：315211 宁波，宁波大学医学部（施国富）；象山县第一人民医院医疗健康集团（施国富，丁锡富，任胜楠，马璇，朱挺，张瑀宸，张光辉，陈莹芝，罗淑辉）；宁波市医疗中心李惠利医院（宁波大学附属李惠利医院）（孙乐波）
通信作者：孙乐波，Email：sunbentall@qq.com

高风险的特性限制了其广泛应用，临床亟需探索更安全且有效的替代方案。因此，各类针对胸段外周神经的阻滞技术相继被研发与应用，为 VATS 术后镇痛提供了更多元、更安全的选择。

1.2　肋间神经阻滞（intercostal nerve block，ICNB）

ICNB 是将麻醉药物注入肋间神经周围以阻断其传导功能的镇痛技术。Li 等[9]开展了一项纳入 126 例 VATS 患者的随机对照试验，试验组及对照组术后均使用自控镇痛装置，试验组术前加用罗哌卡因 ICNB，比较两组术后的镇痛效果。结果显示，试验组术后疼痛评分低于对照组（$P < 0.05$）。一项纳入 66 项研究的荟萃分析显示：单次注射 ICNB 可减轻胸外科手术后 24 h 内疼痛，其短期镇痛效果不劣于 TEB[10]。临床中 ICNB 多为术中单次注射给药，仅能提供短时镇痛；而 TEB 术后常连接自控镇痛装置持续输注，具备长效镇痛优势。因此，以 24 h 为评估节点，可客观反映两种阻滞方式的镇痛时效差异。布比卡因脂质体等长效药物的研发与应用，可将局麻药物的镇痛时长延至 72 h 以上[11]，此类药物运用于 ICNB 能有效弥补单次镇痛时长不足的缺陷。血气胸是 ICNB 的主要并发症，但在超声引导下操作可避开重要血管及胸膜以减少并发症的发生 [12-13]。在 VATS 中，还可通过胸腔镜在胸腔内直接进行 ICNB，若出现出血也能及时处理，可规避气胸这一并发症。胸腔镜下 ICNB 多由胸外科医生独立完成，在无其他神经阻滞时是一种安全有效的镇痛方案。

1.3　胸段椎旁间隙阻滞（thoracic paravertebral block，TPVB）　椎旁间隙是脊柱旁楔形间隙，其内包含脊神经分支、交感神经纤维及肋间血管[14]，麻醉药物注入后可扩散阻滞神经纤维，实现镇痛。Wu 等 [15] 将 176 例 VATS 患者随机分为 TPVB 组和 TEB 组，术后均使用导管持续自控泵镇痛，比较 TPVB、TEB 的术后镇痛效果。结果显示，两组术后疼痛评分差异无统计学意义，但 TPVB 组低血压及尿潴留并发症发生率更低（$P < 0.05$）。TPVB 与 ESPB 等其他镇痛模式的对照研究中，TPVB 的镇痛效果更具优势[16]。此外，有研究显示，TPVB 可降低 VATS 术后谵妄的发生率[17]。但在术后 3 个月的慢性疼痛方面，TPVB 的作用有待进一步研究[18]。因椎旁间隙为潜在间隙且贴近血管、胸膜及脊髓等较为危险区域，TPVB 入针深度较难把握，操作失败率较高且易引发血气胸等并发症。在超声实时引导下操作可提升 TPVB 成功率，并减少并发症。另有研究[19]显示，通过导管连续进行 TPVB 时，局麻药物扩散范围存在不确定性，因此操作时应少量多次谨慎给药。总而言之，TPVB 镇痛优势显著，但操作难度相对较大，对操作者的技术熟练度要求较高。

1.4　竖脊肌平面阻滞（erector spinae plane block，ESPB）　竖脊肌平面是位于竖脊肌与腰方肌、腰大肌等深部躯干肌肉之间的一个筋膜间隙。ESPB 将局麻药物注射于横突和竖脊肌之间，药物在竖脊肌平面内扩散，阻滞分布在该平面肌肉群内的脊神经后支分支，从而实现局部镇痛。Hong 等[20]对 60 例 VATS 患者分别实施 ESPB 和 TEB，结果发现 ESPB 在 VATS 术后的镇痛效果弱于 TEB，但 ESPB 无低血压并发症，且头晕、恶心的发生率远低于 TEB。Fenta 等[21]纳入 10 项随机对照试验的荟萃分析显示，TPVB 在胸外科术后的镇痛效果优于 ESPB，两者在术后抢救镇痛需求和术后恶心呕吐发生率差异无统计学意义。但 TPVB 的注射部位靠近胸膜，气胸风险更高；而 ESPB 的注射部位远离胸膜、主要血管及脊髓，并发症极为少见。这提示 ESPB 相较于其他阻滞方式，镇痛效果相对较弱，但安全性高，或可适用于创伤较小、镇痛要求不高的 VATS。

1.5　前锯肌平面阻滞（serratus anterior plane block，SAPB）　前锯肌平面是前锯肌周围的筋膜间隙，分为深浅两层：浅层位于背阔肌与前锯肌之间，深层位于前锯肌与深层胸壁肌肉之间。SAPB 通过超声引导将局麻药物注入该平面，阻断分布其间的肋间神经外侧皮支、胸长神经，从而达到良好的镇痛效果。一项随机对照研究[22]纳入 92 例 VATS 患者，围术期使用罗哌卡因，在超声引导下分别行 SAPB、TPVB，观察术后 24 、48 h 静息及咳嗽状态时疼痛评分，及术后 3、6 个月慢性疼痛的发生率和严重程度。结果显示，两组上述指标的差异无统计学意义，但 SAPB 组术后恶心呕吐等并发症更少，患者满意度较高。Lee 等[23]将 22 例接受 VATS 患者随机分为 SAPB 组和对照组，两组均接受静脉内自控泵镇痛，SAPB 组额外接受罗哌卡因 SAPB，比较其镇痛效果。结果显示，SAPB 组术后 4、24 及 48 h 芬太尼的使用剂量显

著低于对照组。Lusianawati 等[24]纳入 6 项随机对照研究的荟萃分析显示，SAPB 在胸部手术疼痛管理中疼痛评分与 TEB 相当，但 SAPB 低血压的发生率低于 TEB。前锯肌平面（尤其是浅层平面）远离胸膜、主要血管及脊髓，这一解剖特点使 SAPB 的并发症发生率较低；同时，其镇痛效果十分良好[25]。因此，SAPB 有望成为未来 VATS 围术期主流的镇痛方式之一。

2　减少外周刺激与神经阻滞的协同镇痛效应

手术创伤可导致机体释放肿瘤坏死因子-α、白细胞介素-6 等炎症因子，这些因子通过降低神经末梢疼痛阈值、激活伤害感受器、引发组织水肿压迫神经等多种途径加重了疼痛[26-28]，抑制炎症反应可与神经阻滞形成协同镇痛效果。Talebzadeh 等[29]对 82 例开胸术后患者采用胸膜旁导管（位于壁层胸膜和胸壁肌肉骨骼结构之间，局麻药物通过该导管输注以阻滞肋间神经）输注布比卡因+地塞米松（试验组）或 0.9%氯化钠注射液+布比卡因（对照组）镇痛。结果显示，试验组术后 24 h 疼痛评分中位数显著低于对照组。此研究虽针对开胸手术患者，但其疼痛产生原理和 VATS 类同，故对 VATS 的术后镇痛亦有借鉴意义。地塞米松通过与细胞质中的糖皮质激素受体结合进入细胞核，影响相关基因的转录表达，实现抑制免疫调节及炎症反应[30-31]，但这种抑制作用削弱了机体抗感染的能力，存在感染扩散的风险，需谨慎使用。韩永彬[32]将 80 例行胸腔镜肺癌根治术患者，随机分为 P 组（帕瑞昔布钠组）和 C 组（安慰剂对照组），两组均在超声引导下行前 SAPB 与全身麻醉；P 组于术前 10 min、术后 24 h 静脉推注帕瑞昔布钠，C 组同期静脉推注 0.9%氯化钠注射液，比较两者术后镇痛效果。结果发现，P 组术后 6 ～ 24 h 疼痛评分、自控镇痛装置按压次数及应激、炎症因子水平更低，镇痛满意度更高，两组苏醒相关指标差异无统计学意义。非甾体类药物通过抑制炎症因子合成减轻疼痛，长期使用易引起胃肠道不良反应，但在围术期时间短使用，相对较为安全。以上两种药物分别通过抑制炎症反应的不同环节，与神经阻滞技术形成“抗炎+阻神经”的协同效应，既增强了镇痛效果，又为 VATS 术后多模式镇痛提供了安全可行的优化路径。

3　展望与总结

VATS 术后疼痛严重影响患者术后康复，这一时期的镇痛管理愈发受到临床重视。针对术后疼痛的发生传导机制，临床形成了多种镇痛干预策略，以神经阻滞应用最为普遍。不同患者在疼痛敏感程度、神经解剖结构以及药物代谢能力等方面存在较大差异。临床中可根据患者个体差异性，采用不同的镇痛模式为患者量身定制更合适、更精准的个体化镇痛方案。加速康复外科理念下，神经阻滞可与术中麻醉、术后康复锻炼协同，实现全程化镇痛管理，助力患者机能恢复与生活质量提升。未来，需进一步开展高质量临床研究，探索神经阻滞技术的长期效果（如术后慢性疼痛预防）及新型局麻药物的应用，同时规范操作流程，推动 VATS 术后镇痛向更精准、更安全的方向发展。

利益冲突　所有作者声明无利益冲突

参　考　文　献

[1] Bray F, Laversanne M, Sung H, et al. Global cancer statistics 2022: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries[J]. CA Cancer J Clin, 2024, 74(3): 229-263.

[2] Ohashi K, Suzuki H, Sata Y, et al. Postoperative pain and quality of life after lung cancer surgery: A prospective observational study[J]. Ann Palliat Med, 2023, 12(2): 346-355.

[3] Deng H Y, Qiu X M, Zhu D X, et al. Video-assisted thoracoscopic sleeve lobectomy for centrally located non-small cell lung cancer: A meta-analysis[J]. World J Surg, 2021, 45(3): 897-906.

[4] Mehta S, Jen T T H, Hamilton D L. Regional analgesia for acute pain relief after open thoracotomy and video-assisted thoracoscopic surgery[J]. BJA Educ, 2023, 23(8): 295-303.

[5] Warhadpande S, Liles A, Kirkpatrick D. Intercostal artery laceration after adrenal mass cryoablation[J]. Semin Intervent Radiol, 2023, 40(3): 286-289.

[6] Huang Q W, Li J B, Huang Y, et al. A comparison of analgesia after a thoracoscopic lung cancer operation with a sustained epidural block and a sustained paravertebral block: A randomized controlled study[J]. Adv Ther, 2020, 37(9): 4000-4014.

[7] Jiang L, Wang C Y, Tong J, et al. Comparison between thoracic epidural analgesia VS patient controlled analgesia on chronic postoperative pain after video-assisted thoracoscopic surgery: A prospective randomized controlled study[J]. J Clin Anesth, 2025, 100: 111685.

[8] Saitta B H, Shultz P, Hanson K, et al. Post-operative spinal epidural hematoma: Are we discontinuing aspirin early enough?[J]. Global

Spine J, 2023, 13(8): 2255-2261.

[9] Li S, Feng J T, Fan K, et al. The effect of ultrasound-guided intercostal nerve block on postoperative analgesia in thoracoscopic surgery: A randomized, double-blinded, clinical trial[J]. J Cardiothorac Surg, 2023, 18(1): 128.

[10] Guerra-Londono C E, Privorotskiy A, Cozowicz C, et al. Assessment of intercostal nerve block analgesia for thoracic surgery: A systematic review and meta-analysis[J]. JAMA Netw Open, 2021, 4(11): e2133394.

[11] 邓梦秋,蒋鑫,袁红斌.布比卡因脂质体 exparel 应用研究进展[J].海军军医大学学报,2023,44(8):965-970.

[12] Tascón Padrón L, Emrich N L A, Schroder C, et al. Ultrasound-guided intercostal block for the management of intercostal neuralgia in pregnant women: Case series and review of the literature[J]. Int J Gynaecol Obstet, 2025, 170(2): 532-537.

[13] Marchi G, Cinquini S, Tannura F, et al. Intercostal artery screening with color Doppler thoracic ultrasound in pleural procedures: A potential yet underexplored imaging modality for minimizing iatrogenic bleeding risk in interventional pulmonology[J]. J Clin Med, 2025, 14(17): 6326.

[14] Ardon A E, Lee J, Franco C D, et al. Paravertebral block: Anatomy and relevant safety issues[J]. Korean J Anesthesiol, 2020, 73(5): 394-400.

[15] Wu Z X, Wang Q, Wu C, et al. Paravertebral vs epidural anesthesia for video-assisted thoracoscopic surgery: A randomized trial[J]. Ann Thorac Surg, 2023, 116(5): 1006-1012.

[16] Zhao Y L, Cheng C H, Jiao X P, et al. A commentary on 'a comparison of regional anesthesia techniques in patients undergoing video-assisted thoracic surgery: A network meta-analysis'[J]. Int J Surg, 2023, 109(3): 498-499.

[17] Zhou X L, Mao W, Zhao L, et al. Effect of thoracic paravertebral nerve block on delirium in patients after video-assisted thoracoscopic surgery: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials[J]. Front Neurol, 2024, 15: 1347991.

[18] Na H S, Koo C H, Koo B W, et al. Effect of the paravertebral block on chronic postsurgical pain after thoracic surgery: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials[J]. J Cardiothorac Vasc Anesth, 2023, 37(2): 252-260.

[19] Termpornlert S, Sakura S, Aoyama Y, et al. Distribution of injectate administered through a catheter inserted by three different approaches to ultrasound-guided thoracic paravertebral block: a prospective observational study[J]. Reg Anesth Pain Med, 2020, 45(11): 866-871.

[20] Hong J M, Kim E, Jeon S, et al. A prospective double-blinded randomized control trial comparing erector spinae plane block to thoracic epidural analgesia for postoperative pain in video-assisted thoracic surgery[J]. Saudi Med J, 2023, 44(2): 155-163.

[21] Fenta E, Kibret S, Hunie M, et al. The analgesic efficacy of erector spinae plane block versus paravertebral block in thoracic surgeries: A meta-analysis[J]. Front Med, 2023, 10: 1208325.

[22] Wang Y, Shi M K, Huang S M, et al. Ultrasound-guided *Serratus anterior* plane block versus paravertebral block on postoperation analgesia and safety following the video-assisted thoracic surgery: A prospective, randomized, double-blinded non-inferiority clinical trial[J]. Asian J Surg, 2023, 46(10): 4215-4221.

[23] Lee S, Sung T Y, Cho C K, et al. Effects of a *Serratus* Anterior plane block after video-assisted lung wedge resection: A single-center, prospective, and randomized controlled trial[J]. Medicina (Kaunas), 2024, 61(1): 11.

[24] Lusianawati, Suhardi C J, Sumartono C, et al. Efficacy and safety of the *Serratus anterior* block compared to thoracic epidural analgesia in surgery: Systematic review and meta-analysis[J]. Tzu Chi Med J, 2023, 35(4):329-337.

[25] De Cassai A, Boscolo A, Zarantonello F, et al. *Serratus anterior* plane block for video-assisted thoracoscopic surgery: A meta-analysis of randomised controlled trials[J]. Eur J Anaesthesiol, 2021, 38(2): 106-114.

[26] Kwon J, Choi Y I, Jo H J, et al. The role of prostaglandin E1 as a pain mediator through facilitation of hyperpolarization-activated cyclic nucleotide-gated channel 2 *via* the EP2 receptor in trigeminal ganglion neurons of mice[J]. Int J Mol Sci, 2021, 22(24): 13534.

[27] Gonçalves E C D, Vieira G, Goncalves T R, et al. Bradykinin receptors play a critical role in the chronic post-ischaemia pain model[J]. Cell Mol Neurobiol, 2021, 41(1): 63-78.

[28] Gao S Z, Liu K Y, Ku W H, et al. Histamine induced high mobility group box-1 release from vascular endothelial cells through H_1 receptor[J]. Front Immunol, 2022, 13: 930683.

[29] Talebzadeh H, Eslamian M, Sheikhbahaei E, et al. Pain management after thoracotomy with dexamethasone and bupivacaine through a peripleural Cather: A randomized controlled trial[J]. BMC Anesthesiol, 2024, 24(1): 240.

[30] Martinez G J, Appleton M, Kipp Z A, et al. Glucocorticoids, their uses, sexual dimorphisms, and diseases: New concepts, mechanisms, and discoveries[J]. Physiol Rev, 2024, 104(1): 473-532.

[31] Prenen F, Vandermosten L, Knoops S, et al. JAK/STAT inhibition protects glucocorticoid receptor knockout mice from lethal malaria-induced hypoglycemia and hyperinflammation[J]. EMBO Mol Med, 2025, 17(8): 2040-2070.

[32] 韩永彬. 帕瑞昔布钠联合前锯肌平面阻滞对胸腔镜手术术后疼痛及炎性反应的影响[D].青岛:青岛大学,2020.

收稿日期:2025-09-16

(本文编辑:方能)