

肺楔形切除术后镇痛管理的研究进展

张新宇, 孔雅圆, 蓝意歆, 杨雪静, 李映霓, 李雅兰*

暨南大学附属第一医院, 广东 广州

收稿日期: 2025年10月21日; 录用日期: 2025年11月14日; 发布日期: 2025年11月25日

摘要

肺楔形切除术是一种广泛应用于肺部的微创手术, 其术后疼痛管理的重要性与复杂性是目前临床研究的热点。术后疼痛不仅会影响患者的早期康复, 还可能引发慢性疼痛, 进一步降低患者的生活质量。近年来, 随着镇痛技术和药物的不断进步, 针对肺楔形切除术后疼痛管理的方法也得到了显著的发展。本文综述目前肺楔形切除术后多种镇痛临床应用策略, 包括传统的药物镇痛、区域神经阻滞技术, 以及多模式镇痛策略的有效性和安全性, 对各类镇痛手段的优缺点进行分析, 并探讨个体化镇痛方案的优化, 旨在为临床医生提供循证依据, 以进一步促进术后镇痛管理的规范化与精准化, 从而提升肺楔形切除术后患者的恢复质量和生活水平。

关键词

肺楔形切除术, 术后疼痛管理, 多模式镇痛, 区域神经阻滞, 加速康复外科

Advances in Postoperative Analgesic Management Following Pulmonary Wedge Resection

Xinyu Zhang, Yayuan Kong, Yixin Lan, Xuejing Yang, Yingni Li, Yalan Li*

The First Affiliated Hospital of Jinan University, Guangzhou Guangdong

Received: October 21, 2025; accepted: November 14, 2025; published: November 25, 2025

Abstract

Pulmonary wedge resection is a minimally invasive procedure widely used for pulmonary conditions,

*通讯作者。

文章引用: 张新宇, 孔雅圆, 蓝意歆, 杨雪静, 李映霓, 李雅兰. 肺楔形切除术后镇痛管理的研究进展[J]. 临床医学进展, 2025, 15(11): 2320-2328. DOI: 10.12677/acm.2025.15113353

and the importance and complexity of postoperative pain management in this context represent a significant focus of clinical research. Postoperative pain not only impacts early recovery but may also lead to chronic pain, further reducing patients' quality of life. In recent years, with advancements in analgesic techniques and medications, approaches for managing pain after pulmonary wedge resection have evolved considerably. This article reviews current clinical application strategies for analgesia following pulmonary wedge resection, including conventional pharmacological analgesia, regional nerve block techniques, and the efficacy and safety of multimodal analgesic strategies. It analyzes the advantages and disadvantages of various analgesic methods and explores the optimization of individualized analgesic protocols. The aim is to provide clinicians with evidence-based insights to further standardize and refine postoperative analgesic management, thereby enhancing the quality of recovery and life for patients after pulmonary wedge resection.

Keywords

Pulmonary Wedge Resection, Postoperative Pain Management, Multimodal Analgesia, Regional Nerve Block, Enhanced Recovery after Surgery (ERAS)

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

肺楔形切除术是一种微创手术技术，广泛应用于肺部良性及早期恶性病变的切除。然而，肺楔形切除术后的疼痛管理一直是影响患者恢复速度、住院时间及并发症发生率的关键因素。如果术后急性疼痛在早期未得到有效控制，可能会发展为术后慢性疼痛。传统的镇痛方法，如静脉给药镇痛法和高位硬膜外麻醉，虽然在一定程度上缓解了术后疼痛，但仍存在药物副作用大、镇痛效果有限及个体差异明显等诸多局限性。近年来，随着术后加速康复外科(Enhanced Recovery after Surgery, ERAS)理念的推广，肺楔形切除术后的多模式镇痛和区域神经阻滞技术逐渐成为研究热点[1]。因此，本研究系统总结了多种镇痛方法，旨在为临床肺楔形切除术后的患者提供更加科学、有效的镇痛策略。

2. 肺楔形切除术后的疼痛

2.1 肺楔形切除术后疼痛的病理生理机制

肺楔形切除术作为一种肺组织的局部切除手术，涉及胸壁、胸膜以及肺实质多层结构的损伤，术后疼痛往往表现为多维度的复杂特征。肺楔形切除术的创伤性刺激可激活多级疼痛传导通路，其病理生理过程呈现时空动态演变特征。不同手术入路对疼痛模式有显著影响：单孔入路可能因切口集中导致局部应力更高，引发更明显的体表切口痛；而多孔入路虽分散了创伤，但可能增加肋间神经损伤的风险，从而强化神经病理性疼痛成分。手术操作引起的胸膜剥离、肺实质离断及肋间神经分支损伤，可导致局部组织损伤因子(IL-6、TNF- α 、PGE2)浓度在术后 24 小时内升高至基线水平的 3 至 5 倍。这些炎性介质通过激活 TRPV1 通道和 P2X3 受体，引发初级传入神经元的异常兴奋，形成急性伤害性疼痛信号[2]。值得注意的是，约 42%患者在术后 72 小时仍存在胸膜下神经丛的持续性敏化状态。此时若未实施有效镇痛，脊髓背角胶质细胞(小胶质细胞、星形胶质细胞)会通过释放 IL-1 β 和活性氧簇(ROS)，导致 NMDA 受体磷

酸化水平升高, 触发中枢敏化现象[3]。这种神经可塑性改变表现为: 机械痛觉超敏: 咳嗽时 VAS 评分较术前增加 ≥ 2 分, 痛觉过敏范围扩大: 由切口区域向邻近皮节扩散, 异常性疼痛: 非疼痛刺激诱发疼痛反应神经病理性疼痛成分的形成与手术操作密切相关。超声引导下的术中神经监测显示, 约 37% 患者存在肋间臂神经分支意外损伤, 这类损伤可导致背根神经节(DRG)钠离子通道表达异常, 使自发异位放电频率增加至正常水平的 5~8 倍, 此类患者术后 3 个月仍存在自发性疼痛的比例高达 28%, 且对传统阿片类药物反应率不足 40% [4]。

综上, 肺楔形切除术后疼痛是多因素、多机制作用的结果, 既包括手术创伤引发的炎症反应和神经刺激所致的急性疼痛, 也包含可能发展为慢性的神经病理性疼痛成分, 这对疼痛的评估与治疗提出了较高要求。

2.2. 疼痛评估工具及其临床应用

疼痛的有效评估是实现精准镇痛管理的基础。目前, 临床上常用的疼痛评估工具包括视觉模拟评分(Visual Analog Scale, VAS)、数字评分量表(Numeric Rating Scale, NRS)以及麦吉尔疼痛问卷(McGill Pain Questionnaire)等[5]。疼痛评估工具通过量化患者的主观疼痛感受, 为临床医生提供直观的疼痛强度和性质信息[6]。

肺楔形切除术后, 疼痛评估不仅需结合患者的主观感受, 也应辅以客观指标, 如术后呼吸功能、活动能力等, 并动态追踪疼痛变化趋势[7]。近年来, 随着技术发展, 生物标志物如 C 反应蛋白(CRP)等炎症因子水平, 以及神经影像技术(如功能性磁共振成像, fMRI)在疼痛评估中的应用潜力逐渐显现。这些技术有望为疼痛机制的深入了解及精准镇痛管理提供支持[8]。

此外, 特定患者群体(如老年患者、认知障碍患者)可能难以完成传统疼痛量表的评估, 此时需采用观察性疼痛评估工具, 结合行为学指标进行综合判断。临床上建议结合多种评估方法, 建立个体化、动态化的疼痛管理方案。

有效的术后疼痛评估不仅帮助医生调整镇痛策略, 减少疼痛相关并发症, 还可增强患者的满意度和康复信心。未来, 基于数字技术的智能疼痛监测工具和人工智能辅助分析系统, 或将成为疼痛评估的重要发展方向。

2.3. 疼痛对术后恢复的影响

肺楔形切除术后的疼痛若未得到充分控制, 可能对患者的术后恢复产生多方面负面影响。首先, 剧烈的胸痛会引起呼吸抑制, 患者因疼痛减少深呼吸和咳嗽, 导致肺部通气不足, 增加肺不张及肺部感染等并发症的风险, 严重时甚至可能引发呼吸衰竭[9]。

疼痛诱导的呼吸功能障碍不仅延缓肺功能恢复, 还可能导致氧合不足, 影响全身组织代谢和免疫功能; 甚至诱发生命危险。此外, 疼痛还会激活交感神经系统, 诱发心率加快、血压升高等应激反应, 增加心血管事件风险, 尤其对老年及合并症患者更具危害性[10]。

心理应激反应也是术后疼痛的重要影响因素, 持续疼痛可导致焦虑、抑郁、失眠等心理问题, 进一步加剧疼痛体验, 形成恶性循环。慢性疼痛的发生亦与术后疼痛管理不佳密切相关, 可能严重影响患者的生活质量和长期康复。从医疗资源利用角度看, 疼痛控制不当会延长住院时间, 增加并发症发生率, 提升医疗费用负担, 患者满意度下降也不利于早期康复和功能恢复。

因此, 合理有效的术后疼痛管理是促进肺楔形切除术患者快速康复的关键环节。多模式镇痛策略结合早期功能锻炼和心理支持, 有助于减少疼痛相关不良影响, 缩短住院时间, 提高患者满意度和生活质量。

3. 传统药物镇痛方法及其临床应用进展

3.1. 非甾体抗炎药及其作用机制

非甾体抗炎药(Nonsteroidal Anti-Inflammatory Drugs, NSAIDs)通过可逆性抑制环氧化酶(COX)活性,阻断花生四烯酸转化为前列腺素(PGs)和血栓素 A_2 (TXA₂),从而发挥抗炎、镇痛及解热作用[11]。

其作用机制具有以下特征:

COX-1: 构成性表达于胃肠黏膜、血小板及肾脏,维持生理性前列腺素合成(如保护胃黏膜的 PGE₂、促进血小板聚集的 TXA₂)。非选择性 NSAIDs (如布洛芬、萘普生)同时抑制 COX-1/COX-2, 导致胃肠道黏膜屏障破坏(PGs 减少使黏膜修复延迟)和血小板功能抑制(TXA₂下降致出血风险增加)。

COX-2: 诱导性表达于炎症组织,介导疼痛信号传递(PGE₂ 增强伤害性感受器敏感性)和炎性渗出。选择性 COX-2 抑制剂(如塞来昔布、帕瑞昔布)可保留 COX-1 的生理功能,使胃肠道不良反应发生率降低 40%~60%。

临床研究表明,NSAIDs 在肺楔形切除术等胸外科手术后镇痛中有效降低患者的疼痛评分,减少阿片类药物的使用需求,从而减轻阿片类药物相关的呼吸抑制、恶心、便秘等副作用[12]。例如,布洛芬、吲哚美辛、吡罗昔康等 NSAIDs 被证实术后 30 分钟内显著缓解疼痛,不同 NSAIDs 间镇痛效果相似,静脉给药与肌肉注射效果相近,但静脉给药较直肠给药更优[13]。在乳腺手术患者中,围手术期使用 NSAIDs 可降低术后镇痛药的用量,缓解疼痛,同时未增加术后出血或水肿风险。

然而,NSAIDs 的使用需注意其胃肠道及肾脏不良反应。长期或大剂量使用 NSAIDs 还可能导致肾功能损害[14]。同时,NSAIDs 的处置还需关注其对免疫功能及性激素相关的生理差异等潜在影响[15]。因此,合理选择 NSAIDs 的种类、剂量及合理给药时机,结合患者个体风险评估,是临床应用中的关键。近年来,研究还探索了 NSAIDs 的多重作用机制及其对疼痛相关离子通道的调控,为新型镇痛药物的开发提供理论基础[16]。

综上,NSAIDs 作为传统且常用的镇痛药,通过抑制环氧合酶,减少炎症介质生成发挥镇痛作用。在肺楔形切除术及其他手术后镇痛中,NSAIDs 可有效减轻疼痛并降低阿片类药物用量,但需警惕其胃肠道和肾脏不良反应,合理用药和监测至关重要。

3.2. 阿片类镇痛药的应用

阿片类药物因其强效镇痛作用,仍是术后疼痛管理的重要组成部分,尤其适用于中重度疼痛的控制。阿片类药物通过激活中枢神经系统的 μ 、 κ 、 δ 等受体,阻断疼痛信号传导,达到镇痛效果。临床上,阿片类药物多用于肺楔形切除术后及其他胸外科手术的疼痛缓解[17]。

然而,阿片类药物使用面临三重挑战:

(1) 呼吸抑制: μ 受体过度激活使呼吸频率下降至 8~10 次/分,PaCO₂ 升高至 50~60 mmHg,老年患者(>65 岁)发生率增加 2.3 倍。建议采用纳洛酮(0.4 mg IV)预给药方案,使呼吸抑制风险降低 60%。

(2) 痛觉过敏: 长期使用导致 NMDA 受体磷酸化水平升高,表现为痛阈降低。预防性使用镁剂(2 g IV 负荷量)可抑制 NMDA 受体过度激活,使痛觉过敏发生率下降 40%。

(3) 免疫调节异常: 阿片类药物通过 μ 受体激活 Toll 样受体 4 (TLR4),使 IL-6 水平升高至 25~30 pg/mL,增加术后感染风险。建议联合对乙酰氨基酚(1 g q6h)阻断 TLR4 通路[18]。

因此,当前研究强调阿片类药物的个体化用药策略,依据患者具体情况调整剂量及用药方案,防止过度使用及依赖的发生[19]。例如,在肺楔形切除术后,合理结合 NSAIDs、局部麻醉剂和非药物疗法,推广多模式镇痛,可有效减少阿片类药物的需求。

此外,近年来新型阿片受体调节剂及阿片替代药物的研究逐渐兴起。如选择性 NaV1.8 钠通道抑制剂苏泽替宁(suzetrigine)已显示出良好的术后镇痛效果,且避免了传统阿片的依赖和呼吸抑制风险[20]。研究还关注阿片受体的手性异构体及其不同的药理作用,推动精准医疗的发展,期望通过优化阿片类药物的结构与作用,减轻副作用并提升安全性。

在临床实践中,阿片类药物的风险管理策略包括限制处方剂量和时间、患者教育、使用处方监测程序、结合非阿片镇痛药物和非药物疗法等。对特殊人群如儿童、老年人及有药物过敏史的患者,需格外谨慎,避免药物过敏和不良反应[21]。同时,生物制剂(如奥马珠单抗、度普利尤单抗)在 NSAID 过敏伴发的呼吸疾病患者中,表现出诱导 NSAID 耐受性的潜力,也为减少阿片类药物依赖提供新思路[22]。

综上,阿片类药物因其强效镇痛作用仍为术后疼痛管理的重要手段,但其个体化用药和风险管理是保证安全有效使用的关键。新型阿片受体调节剂及替代药物的发展为减少传统阿片副作用提供了新方向。

3.3. 局部麻醉药物的系统应用

局部麻醉药物通过阻断神经纤维的钠通道,阻碍神经冲动的传导,直接缓解术区疼痛,成为术后镇痛的重要辅助手段。临床常用的局麻药物包括利多卡因、布比卡因、甲哌卡因等,具有起效快、作用局限、副作用小的特点[23]。

在肺楔形切除术等胸外科手术中,局部浸润麻醉被广泛应用于术中,能有效减少术后疼痛及全身镇痛药物用量[24]。此外,术后持续镇痛泵通过持续释放局麻药物,延长镇痛时间,改善患者舒适度,促进早期康复[25]。研究表明,不同局麻药物的配伍及给药途径对镇痛效果有显著影响。例如,结合地塞米松或右美托咪定的局麻药物联合应用,可增强镇痛效果,延长作用时间。

局麻药物的系统应用还包括微针贴片和纳米载体技术的开发[26]。例如,将局麻药物封装于纳米颗粒或水凝胶中,结合微针技术,实现无痛、精准的皮肤穿透和药物释放,既提升了镇痛效果,又减少了系统毒性。此外,局麻药物的长效制剂如脂质体包裹的布比卡因、微球缓释制剂等,已在临床试验中显示出多日持续镇痛效果,有望替代传统短效局麻药物,减少重复给药[27]。

值得注意的是,局麻药物仍可能引发局部麻醉药系统毒性(local anesthetic systemic toxicity, LAST)、过敏反应或神经损伤。临床操作中需严格掌握给药剂量和途径,监测不良反应[28]。此外,数字化神经认知监测等新技术能够辅助评估高剂量局麻药物对神经功能的影响,这些技术通过实时监测神经认知状态,有助于早期发现神经功能异常[29]。

综上,局麻药物通过阻断神经传导直接缓解术区疼痛。其系统化应用包括术中局部浸润、术后持续镇痛泵、微针及纳米技术等新型给药方式,这些方法不仅提高了镇痛效果,还降低全身药物用量。未来,长效缓释制剂和精准给药技术将进一步推动局麻药物在肺楔形切除术后镇痛中的应用。

4. 区域神经阻滞技术的临床进展

4.1. 胸壁神经阻滞技术及其应用

肋间神经阻滞(ICNB)、胸椎旁阻滞(TPVB)、胸横肌间平面阻滞(TTMP)、竖脊肌平面阻滞(ESPB)等胸壁区域阻滞技术,在肺楔形切除术后镇痛中发挥重要作用。临床研究表明,区域阻滞能够显著降低术后疼痛评分,改善患者的呼吸功能,减少阿片类药物的需求,从而降低阿片相关副作用的发生率。具体而言,TPVB 通过超声引导精准定位 T3-T5 椎旁间隙,采用平面内技术注射罗哌卡因,形成“三叶草”形药物扩散区(覆盖 T2~T8 神经根),最新研究显示,该技术使肺楔形切除术后 48 小时吗啡用量减少 68% ($P < 0.01$),且气胸发生率降至 0.7%;TTMP 在胸骨旁第 4 肋间注射 0.5% 的利多卡因,可同时阻滞 T2-T6 肋间神经前皮支及胸横神经。III 期临床试验显示,该技术使胸骨正中切口术后疼痛 VAS 评分降低 4.2 分,

且膈肌麻痹发生率仅为 4.3%；ESPB 采用平面外技术于 T5 水平注射罗哌卡因，药物扩散覆盖 T2-T9 脊神经背支。此外，肋间神经阻滞虽然需要多点注射，但因其直接作用于肋间神经，对胸壁疼痛也有良好控制作用[30]。

技术方面，超声引导的应用极大地提高了阻滞的准确性和安全性。超声技术使操作者能够实时观察针尖位置和局麻药扩散情况，避免穿刺血管或肺组织，降低气胸、神经损伤等并发症风险[31]。

综上，肋间神经阻滞和胸椎旁阻滞作为肺楔形切除术后常用的胸壁区域阻滞技术，在临床上已证明能够有效缓解术后疼痛，改善呼吸功能。超声引导进一步提升阻滞的安全性和成功率，推动其应用范围不断扩大。

4.2. 神经阻滞技术的并发症及风险控制

区域神经阻滞技术虽然在镇痛中应用广泛，但其潜在并发症不容忽视。常见并发症包括局部麻醉药系统毒性(LAST)、神经损伤和感染等。局麻药中毒是由于局麻药进入血循环引起的中枢神经系统和心血管系统毒性反应，严重时可导致癫痫、心律失常甚至心脏骤停。神经损伤可能因针刺损伤或局麻药毒性引起，表现为感觉异常、运动障碍，虽多数为暂时性，但也存在永久性风险[32]。感染风险主要来自穿刺部位细菌侵入，深部阻滞尤需注意无菌操作[33]。

为降低风险，规范操作流程和充分的术前评估至关重要。术前应详细询问患者既往神经病变史、过敏史及凝血功能，排除感染灶，制定个体化阻滞方案。操作时，应在超声引导下准确定位神经结构，避免血管和肺组织损伤，减少多次穿刺。术后需监测患者生命体征及神经功能，早期识别并发症，及时处理[34]。

最新研究关注局麻药剂量调整和新型局麻药物的应用以提升安全性。例如，低浓度长效局麻药联合辅助剂(如右美托咪定、地塞米松)可延长阻滞持续时间，减少总剂量，降低毒性风险。此外，开展针对不同阻滞技术的规范化培训和质量控制，推动多学科合作，促进安全文化建设，如建立标准操作流程和风险管理体系，是风险控制的重要保障。

综上，区域神经阻滞技术虽存在一定风险，但通过规范操作、完善术前评估及应用新技术新药物，能够显著降低并发症发生率，保障患者安全。

4.3. 多模式镇痛中区域阻滞的整合应用与优化策略

区域神经阻滞作为多模式镇痛的重要组成部分，已被广泛应用于肺楔形切除术后镇痛。多模式镇痛理念强调联合运用不同机制的镇痛方法，以协同作用降低单一药物剂量及相关副作用。研究显示，区域阻滞联合系统性镇痛药物(如非甾体类抗炎药、阿片类药物等)能够实现镇痛协同效应，显著减轻术后疼痛，提高患者满意度，并促进早期康复。

例如，术中采用胸壁区域阻滞配合术后持续镇痛泵，能够减少阿片类药物用量，降低恶心、呕吐等不良反应[35]。此外，多模式方案中区域阻滞还可减少手术应激反应，改善肺功能，促进术后早期活动。目前，临床试验正在进一步探索不同区域阻滞技术的最佳组合方案及个体化应用策略，如结合胸椎旁阻滞、肋间神经阻滞和胸壁肌肉平面阻滞，以达到更全面的镇痛效果[36]。

总结而言，区域神经阻滞与系统性药物镇痛的整合应用是肺楔形切除术后多模式镇痛的关键。两者的协同作用显著提升镇痛质量，减少单一药物副作用。未来需进一步明确最优方案及个性化应用路径。

5. 临床决策建议

肺楔形切除术后疼痛管理是促进患者快速康复的核心环节。基于前述分析，我们尝试构建一个简化的临床决策流程，旨在为个体化镇痛方案的选择提供更具象化的参考(见图 1)。

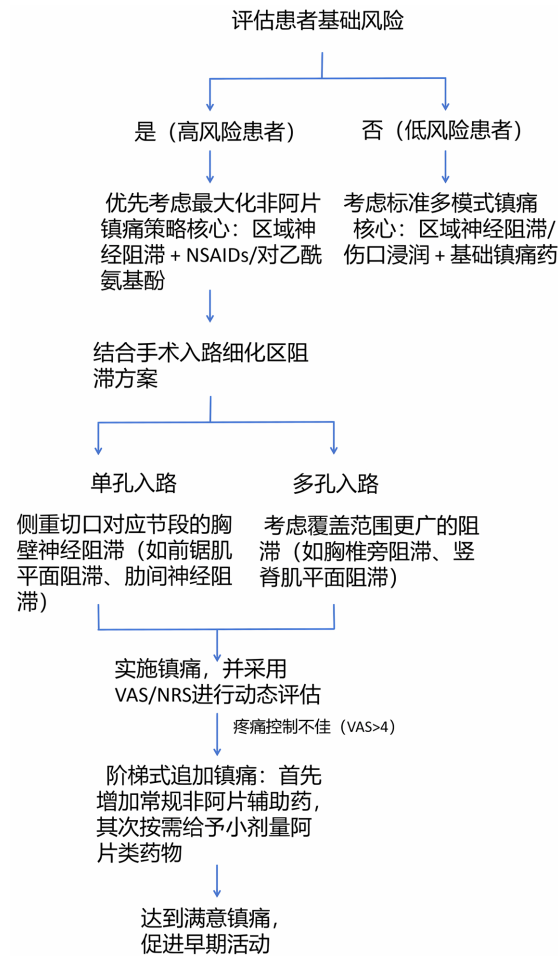


Figure 1. Clinical decision-making process for analgesia in patients undergoing wedge resection of the lung
图 1. 肺楔形切除术患者镇痛的临床决策流程

6. 结论

肺楔形切除术后疼痛的管理是胸外科领域面临的重要挑战，其复杂的病理机制决定了镇痛策略必须科学精准。通过上述的分析可以看出，术后疼痛的有效控制依赖于对疼痛性质和程度的准确评估，这是制定个体化镇痛方案的基础。传统药物镇痛方法虽然作为基础手段被广泛采用，但其副作用和局限性不容忽视，单一药物的依赖往往难以满足患者多样化的需求。区域神经阻滞技术作为近年来兴起的镇痛方式，因其靶向性强、镇痛效果显著且安全性较高，逐渐成为术后疼痛管理的核心组成部分。不同研究对区域阻滞技术的具体应用存在一定差异，但总体一致认可其在减少全身用药剂量、降低药物相关不良反应方面的优势。同时，多模式镇痛策略的提出及应用，体现了医学界对术后疼痛管理理念的深化。通过联合使用不同机制的药物和技术，多模式镇痛不仅提升镇痛效果，还有效缓解单一用药带来的副作用，体现个体化精准医疗的趋势。

然而，各研究在具体实施方案、药物选择及阻滞技术细节上存在一定差异，未来的研究应着力于以下方向：(1) 开展针对性的高质量 RCTs：专门纳入肺楔形切除术患者，比较不同多模式镇痛方案(如区域阻滞 A + 基础镇痛药 vs 区域阻滞 B + 基础镇痛药)的有效性与安全性。(2) 进行技术比较研究：设计多中心 RCT，直接比较不同区域阻滞技术(例如，超声引导下胸椎旁阻滞与前锯肌平面阻滞)在特定入路(如

单孔 VATS)楔形切除术中的镇痛效果、对肺功能恢复的影响及并发症发生率。(3) 探索个体化预测模型: 结合患者术前因素(如年龄、疼痛敏感度、焦虑评分)和术中变量(如手术时间、入路), 利用机器学习等工具构建预测模型, 用于指导个体化镇痛方案的选择。(4) 关注长期结局: 未来研究应延长随访时间, 评估不同急性期镇痛策略对术后慢性疼痛发生率及患者长期生活质量的影响。此外, 结合患者生理和心理特征, 建立科学、个体化的镇痛方案, 是提升术后生活质量的关键。

综上所述, 肺楔形切除术后疼痛管理正朝着精准化、多模式化方向发展。我们应积极推动镇痛技术与药物的创新, 促进个体化医疗策略的落地, 最终实现患者术后镇痛效果的最大化和生活质量的显著提升。这不仅有助于改善患者的术后恢复体验, 也为胸外科疼痛管理体系的完善提供了坚实的理论和实践基础。

参考文献

- [1] Komasaawa, N. (2024) Revitalizing Postoperative Pain Management in Enhanced Recovery after Surgery via Inter-Departmental Collaboration toward Precision Medicine: A Narrative Review. *Cureus*, **16**, e59031. <https://doi.org/10.7759/cureus.59031>
- [2] Mitchell, J., Couvreur, C. and Forget, P. (2024) Recent Advances in Perioperative Analgesia in Thoracic Surgery: A Narrative Review. *Journal of Clinical Medicine*, **14**, Article 38. <https://doi.org/10.3390/jcm14010038>
- [3] Ji, Y., Bai, G., Qiu, B., Zhao, L., Zhou, J., Xue, Q., et al. (2021) The Surgical Management of Early-Stage Lung Adenocarcinoma: Is Wedge Resection Effective? *Journal of Thoracic Disease*, **13**, 2137-2147. <https://doi.org/10.21037/jtd-20-3005>
- [4] Negi, T., Suda, T., Tochii, S. and Hoshikawa, Y. (2020) Subxiphoid Uniportal Bilateral Lung Wedge Resection. *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery*, **58**, i100-i102. <https://doi.org/10.1093/ejcts/ezaa169>
- [5] Gregory, J. (2019) Use of Pain Scales and Observational Pain Assessment Tools in Hospital Settings. *Nursing Standard*, **34**, 70-74. <https://doi.org/10.7748/ns.2019.e11308>
- [6] Small, C. and Laycock, H. (2020) Acute Postoperative Pain Management. *British Journal of Surgery*, **107**, e70-e80. <https://doi.org/10.1002/bjs.11477>
- [7] Yang, M.M.H. and Riva-Cambrin, J. (2021) Prediction Tools for Postoperative Pain. *PAIN Reports*, **6**, e875. <https://doi.org/10.1097/pr9.0000000000000875>
- [8] Vide, S., Castro, A., Correia, R., Cabral, T., Lima, D., Nunes, C.S., et al. (2021) Foreseeing Postoperative Pain in Neurosurgical Patients: Pupillometry Predicts Postoperative Pain Ratings—An Observational Study. *Journal of Clinical Monitoring and Computing*, **35**, 1111-1118. <https://doi.org/10.1007/s10877-020-00570-3>
- [9] Mori, S., Shibazaki, T., Noda, Y., Kato, D., Nakada, T., Asano, H., et al. (2019) Recovery of Pulmonary Function after Lung Wedge Resection. *Journal of Thoracic Disease*, **11**, 3738-3745. <https://doi.org/10.21037/jtd.2019.09.32>
- [10] Ishida, Y., Okada, T., Kobayashi, T., et al. (2022) Pain Management of Acute and Chronic Postoperative Pain. *Cureus*, **14**, e23999
- [11] Ghlichloo, I. and Gerriets, V. (2025) Nonsteroidal Anti-Inflammatory Drugs (NSAIDs). StatPearls Publishing.
- [12] Klifto, K.M., Elhelali, A., Payne, R.M., Cooney, C.M., Manahan, M.A. and Rosson, G.D. (2021) Perioperative Systemic Nonsteroidal Anti-Inflammatory Drugs (NSAIDs) in Women Undergoing Breast Surgery. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, **2021**, CD013290. <https://doi.org/10.1002/14651858.cd013290.pub2>
- [13] Afshar, K., Gill, J., Mostafa, H. and Noparast, M. (2025) Nonsteroidal Anti-Inflammatory Drugs (NSAIDs) for Acute Renal Colic. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, **2025**, CD006027. <https://doi.org/10.1002/14651858.cd006027.pub3>
- [14] Gross, A., Gentle, C., Wehrle, C.J., Nimyłowycz, K., Said Al-Deen, S., Aminian, A., et al. (2025) Nonsteroidal Anti-Inflammatory Drug (NSAID) Prescribing after Gastrojejunostomy: A Preventable Cause of Morbidity. *Surgery*, **179**, Article 108806. <https://doi.org/10.1016/j.surg.2024.07.061>
- [15] Bereketoglu, C., Pradhan, A. and Olsson, P. (2020) Nonsteroidal Anti-Inflammatory Drugs (NSAIDs) Cause Male-Biased Sex Differentiation in Zebrafish. *Aquatic Toxicology*, **223**, Article 105476. <https://doi.org/10.1016/j.aquatox.2020.105476>
- [16] Kim, S.E., Chung, G. and Kim, S.K. (2025) Phytochemical-Based Therapeutics from Traditional Eastern Medicine: Analgesic Effects and Ion Channel Modulation. *Frontiers in Pain Research*, **6**, Article 1537154. <https://doi.org/10.3389/fpain.2025.1537154>

- [17] Szczupak, M., Kobak, J., Cimoszko-Zauliczna, M., Krupa-Nurcek, S., Ingielewicz, A. and Wierzchowska, J. (2025) Strategy for Effective Analgesia with Intravenous Buprenorphine in Patients with Acute Postoperative Pain. *BMC Anesthesiology*, **25**, Article No. 216. <https://doi.org/10.1186/s12871-025-03084-0>
- [18] Langford, A.V., Schneider, C.R., Reeve, E. and Gnjjidic, D. (2024) Minimising Harm and Managing Pain: Deprescribing Opioids in Older Adults. *Drugs & Aging*, **41**, 863-871. <https://doi.org/10.1007/s40266-024-01154-5>
- [19] Smith, R.G. (2023) Risk Management and Mitigating Risk Opportunities for Opioid Prescribing. *Journal of the American Podiatric Medical Association*, **113**, 21-166. <https://doi.org/10.7547/21-166>
- [20] Peshin, S., Villa Celi, C., Rashid, S., Rego, A. and Baumrucker, S.J. (2025) Pharmacology Update: Suzetrigine: A Novel Nav1.8 Sodium Channel Inhibitor for Acute Pain Management. *American Journal of Hospice and Palliative Medicine*. <https://doi.org/10.1177/10499091251353455>
- [21] Podlecka, D., Socha-Banasiak, A., Jerzynska, J., Nodzykowska, J. and Brzozowska, A. (2023) Practical Approach to Hypersensitivity to Nonsteroidal Anti-Inflammatory Drugs (NSAIDs) in Children. *Pharmaceuticals*, **16**, Article 1237. <https://doi.org/10.3390/ph16091237>
- [22] Sánchez, J., García, E., Lopez, J., Calle, A. and Buendia, J. (2023) Nonsteroidal Anti-Inflammatory Drug (NSAID) Tolerance after Biological Therapy in Patients with NSAID-Exacerbated Respiratory Disease: A Randomized Comparative Trial. *The Journal of Allergy and Clinical Immunology: In Practice*, **11**, 2172-2179. <https://doi.org/10.1016/j.jaip.2023.04.033>
- [23] Chen, Y., Xu, J., Li, P., Shi, L., Zhang, S., Guo, Q., et al. (2023) Advances in the Use of Local Anesthetic Extended-Release Systems in Pain Management. *Drug Delivery*, **31**, Article 2296439. <https://doi.org/10.1080/10717544.2023.2296439>
- [24] Kaye, A.D., Hollander, A.V., Rogers, B.N., Thomassen, A.S., Boullion, J.A., Ly, G.H., et al. (2025) Rhomboid Intercostal and Subscapular Plane Block for Acute Pain Management after Abdominal Surgeries: A Narrative Review. *Current Pain and Headache Reports*, **29**, Article No. 7. <https://doi.org/10.1007/s11916-024-01356-x>
- [25] Lee, J.S. (2025) Antibacterial Activity of Local Anesthetics against Multidrug-Resistant Bacteria *in Vitro*. *American Journal of Translational Research*, **17**, 4774-4778. <https://doi.org/10.62347/gkx8390>
- [26] Ma, H., Pan, Z., Lai, B., Zan, C. and Liu, H. (2023) Recent Research Advances in Nano-Based Drug Delivery Systems for Local Anesthetics. *Drug Design, Development and Therapy*, **17**, 2639-2655. <https://doi.org/10.2147/dddt.s417051>
- [27] Wei, Y., Wu, Y., Wen, K., Bazybek, N. and Ma, G. (2020) Recent Research and Development of Local Anesthetic-Loaded Microspheres. *Journal of Materials Chemistry B*, **8**, 6322-6332. <https://doi.org/10.1039/d0tb01129k>
- [28] Varsha Gowda, V.M., Sheno, S.D. and Augustine, K.M. (2025) Anaphylactic Shock Secondary to Topical EMLA. *Journal of Cutaneous and Aesthetic Surgery*, **18**, 120-122.
- [29] Butenschoen, V.M., Wriedt, F., Meyer, B. and Krieg, S.M. (2023) Neurocognitive Monitoring in Patients Undergoing Opioid Pain Medication after Spinal Surgery: A Feasibility Study of a New Monitoring Method. *Acta Neurochirurgica*, **165**, 335-340. <https://doi.org/10.1007/s00701-023-05486-w>
- [30] Sepolvere, G., Coppolino, F., Tedesco, M. and Cristiano, L. (2021) Ultrasound-Guided Parasternal Blocks: Techniques, Clinical Indications and Future Prospects. *Minerva Anestesiologica*, **87**, 1338-1346. <https://doi.org/10.23736/s0375-9393.21.15599-3>
- [31] Harbell, M.W., Langley, N.R., Seamans, D.P., Kraus, M.B., Carey, F.J. and Craner, R.C. (2023) Deep Parasternal Intercostal Plane Nerve Block: An Anatomical Study. *Regional Anesthesia & Pain Medicine*, **49**, 179-183. <https://doi.org/10.1136/rapm-2023-104716>
- [32] Nagdev, A., Dreyfuss, A., Martin, D., et al. (2019) Principles of Safety for Ultrasound-Guided Single Injection Blocks in the Emergency Department. *The American Journal of Emergency Medicine*, **37**, 1160-1164.
- [33] Abdelbaser, I. and Mageed, N.A. (2022) Safety of Ultrasound-Guided Transversus Thoracis Plane Block in Pediatric Cardiac Surgery: A Retrospective Cohort Study. *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia*, **36**, 2870-2875. <https://doi.org/10.1053/j.jvca.2021.12.006>
- [34] Bhattaram, S., Shinde, V.S., Lamba, I., Khumujam, P.P. and Desai, T.S. (2024) Emergency Practitioner-Administered Ultrasound Nerve Blocks in the Emergency Department: A Retrospective Analysis. *Turkish Journal of Emergency Medicine*, **24**, 245-251. https://doi.org/10.4103/tjem.tjem_41_24
- [35] Sandeep, B., Huang, X., Li, Y., Xiong, D., Zhu, B. and Xiao, Z. (2022) A Comparison of Regional Anesthesia Techniques in Patients Undergoing Video-Assisted Thoracic Surgery: A Network Meta-Analysis. *International Journal of Surgery*, **105**, Article 106840. <https://doi.org/10.1016/j.ijsu.2022.106840>
- [36] Kaye, A.D., Ilochi, J., Thomassen, A., Thomas, N.L., DeOliveira, S.I., Robichaux, C., et al. (2025) Efficacy and Clinical Role of Rhomboid Intercostal Nerve Block for Postoperative Pain Management: A Narrative Review. *Current Pain and Headache Reports*, **29**, Article No. 100. <https://doi.org/10.1007/s11916-025-01418-8>