

艾司氯胺酮佐剂复合罗哌卡因行臂丛神经阻滞效果的研究进展

杨羽彤*, 张茂荷#

大理大学临床医学院, 云南 大理

收稿日期: 2025年8月29日; 录用日期: 2025年9月23日; 发布日期: 2025年9月30日

摘 要

臂丛神经阻滞麻醉在上肢手术中的应用已日益广泛, 其效果直接影响患者的术后疼痛管理及康复过程。由于臂丛神经阻滞的局限性, 促使了多种综合措施的采用, 以期达到最佳的神经阻滞效果。近年来, 氯胺酮的衍生物艾司氯胺酮作为一种有效的镇痛药物, 其药理作用及临床疗效与氯胺酮相似, 逐渐引起临床研究者的关注。艾司氯胺酮不仅在静脉麻醉中作为辅助镇痛药物, 其与罗哌卡因联合使用的效果也成为了研究的热点。本文将就臂丛神经阻滞的特点、艾司氯胺酮的药理特性以及其作为佐剂与罗哌卡因联合应用的机制进行概述, 以指导临床实践。

关键词

艾司氯胺酮, 罗哌卡因, 臂丛神经阻滞, 反跳痛

Research Progress on the Efficacy of Esketamine Adjuvant Combined with Ropivacaine in Brachial Plexus Block

Yutong Yang*, Maohe Zhang#

Clinical Medical College of Dali University, Dali Yunnan

Received: August 29, 2025; accepted: September 23, 2025; published: September 30, 2025

Abstract

The application of brachial plexus block anesthesia in upper limb surgery has become increasingly

*第一作者。

#通讯作者。

文章引用: 杨羽彤, 张茂荷. 艾司氯胺酮佐剂复合罗哌卡因行臂丛神经阻滞效果的研究进展[J]. 临床医学进展, 2025, 15(10): 654-664. DOI: 10.12677/acm.2025.15102804

widespread, and its effect directly affects the patient's postoperative pain management and rehabilitation process. Due to the limitations of brachial plexus block, a variety of comprehensive measures have been adopted to achieve the optimal nerve block effect. In recent years, esketamine, a derivative of ketamine, has gradually attracted the attention of clinical researchers as an effective analgesic drug, whose pharmacological effects and clinical efficacy are similar to those of ketamine. Esketamine is not only used as an adjuvant analgesic in intravenous anesthesia, but also the effect of its combined use with ropivacaine has become a research focus. This article will summarize the characteristics of brachial plexus block, the pharmacological properties of esketamine, and the mechanism of its combined application with ropivacaine as an adjuvant, so as to provide guidance for clinical practice.

Keywords

Esketamine, Ropivacaine, Brachial Plexus Block, Rebound Pain

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. 前言

臂丛神经阻滞(Brachial Plexus Block, BPB)是一种广泛应用于上肢骨折手术的区域麻醉技术,其效果直接影响术后镇痛的质量和患者的整体恢复。近年来,随着对疼痛管理和麻醉效果要求的提高,如何提高臂丛神经阻滞的镇痛效果成为了研究的热点。罗哌卡因作为一种常用的局部麻醉药物,因其良好的麻醉效果和较低的毒性被广泛使用。然而,单独使用罗哌卡因时,常常出现麻醉持续时间有限和反跳痛等问题,这使得临床医生亟需寻找有效的佐剂以增强麻醉效果。

艾司氯胺酮(Esketamine)作为一种 N-甲基-D-天冬氨酸受体(N-methyl-D-aspartic acid receptor, NMDA)拮抗剂,近年来被探索作为缓解术后疼痛和抗反跳痛的潜力药物。其在麻醉中的应用越来越受到关注,尤其是在与罗哌卡因联合使用时。研究表明,艾司氯胺酮能够通过抑制中枢神经系统的兴奋性,延长麻醉的持续时间并减少术后疼痛的发生[1]。在一项研究中,艾司氯胺酮与罗哌卡因联合应用被发现可以显著降低上肢骨折术后 48 小时内的反跳痛发生率,且患者的疼痛评分显著低于单独使用罗哌卡因的患者[1]。

值得注意的是,不同剂量及给药方式的艾司氯胺酮对麻醉效果的影响尚缺乏统一的结论。不同研究中,艾司氯胺酮的剂量和使用方式的差异可能导致麻醉效果的不同。例如,一项比较研究中发现,艾司氯胺酮在不同剂量下的给药能够影响麻醉的起效时间和持续时间[2]。因此,系统综述这些相关证据,尤其是不同剂量及给药方式对臂丛神经阻滞的效果影响,将为临床应用提供更科学的依据。

综上所述,艾司氯胺酮作为罗哌卡因的佐剂,有潜力改善臂丛神经阻滞的效果,但仍需更多的临床证据来确认其最佳剂量及给药方式。通过对最新临床研究的分析,本文将深入探讨艾司氯胺酮在臂丛神经阻滞麻醉中的应用,旨在指导临床合理用药,提高术后镇痛质量和患者恢复速度。

2. 艾司氯胺酮与罗哌卡因联合应用的药理基础

2.1. 罗哌卡因的药理特性及其局部麻醉机制

罗哌卡因是一种长效的氨基酰胺类局部麻醉药,其主要通过阻断钠通道来抑制神经信号的传导,从而实现麻醉效果。其作用机制是通过与神经细胞膜上的钠通道结合,抑制钠离子的内流,从而减少动作

电位的生成。这种效应不仅限于外周神经,还会影响中枢神经系统的神经传导。因此,在临床实践中,罗哌卡因被广泛应用于多种手术的局部麻醉及镇痛管理中[3]。

与其他局部麻醉药物相比,罗哌卡因表现出较低的心脏毒性和神经毒性,使其在实施臂丛神经阻滞时更加安全。研究表明,罗哌卡因对心脏组织的作用较弱,因此在高剂量使用时,其引发心脏不良反应的风险显著低于同类药物如布比卡因。这一特性使得罗哌卡因在需要长时间麻醉的手术中,能够有效降低心脏并发症的发生率,特别适合老年患者或有心脏病史的个体[4]。

此外,罗哌卡因的药代动力学特性也使其成为理想的局部麻醉药。其在体内的代谢和排泄过程较为缓慢,能够提供持久的麻醉效果,从而减少患者在手术后对镇痛药物的需求。这种持续的镇痛作用在外科手术后的恢复过程中,有助于有效降低对阿片类药物的依赖,减少术后疼痛的发生率[3][5]。

综上所述,罗哌卡因通过有效阻断神经信号的传导,结合其低心毒性及优良的药代动力学特性,使其成为臂丛神经阻滞麻醉的重要选择。随着对局部麻醉药物作用机制的深入探讨,罗哌卡因的应用潜力仍然值得进一步挖掘,特别是在改善术后疼痛管理及降低并发症风险方面的研究[4][6]。

2.2. 艾司氯胺酮药理特点

艾司氯胺酮(esketamine)是氯胺酮的 S 异构体,具有显著的 NMDA 受体拮抗作用,镇痛效果优于前体。NMDA 受体在中枢神经系统的痛觉传导及疼痛记忆中起关键作用,通过拮抗该受体,艾司氯胺酮有效抑制中枢敏化现象,降低术后疼痛反弹及慢性疼痛的发生,已被多项研究证实。它通过减少神经元内钙离子流入,减轻因疼痛刺激引发的过度激活,不仅缓解急性疼痛,还降低慢性疼痛发生率[7]。研究显示,艾司氯胺酮可部分替代阿片类药物,并减少其副作用,如恶心、呕吐和瘙痒[8][9]。

临床研究中显示,艾司氯胺酮在不同剂量下能改善术后疼痛评分,并与局部麻醉药物(如罗哌卡因)联用时,显著减少所需剂量,增强镇痛效果,降低副作用发生概率[10][11]。这种多样化的镇痛机制为临床疼痛管理提供了更多灵活性,特别是在术后疼痛控制上,艾司氯胺酮展现出良好应用前景。总体而言,艾司氯胺酮凭借其对 NMDA 受体的拮抗作用,展示出在镇痛中的独特优势,尤其在阿片类药物滥用日益严重的背景下,其应用潜力愈发重要。未来研究应探讨其最佳使用策略,以发挥最大镇痛效能。

2.3. 联合应用的协同效应及潜在机制

艾司氯胺酮作为新型镇痛辅助药物,与罗哌卡因联合使用可显著提升臂丛神经阻滞的麻醉效果,延长罗哌卡因的阻滞持续时间,减轻术后疼痛,促进恢复。其通过降低罗哌卡因的半数效应浓度(median effect concentration, EC50)实现镇痛效果,并在 0.3 mg/mL 浓度下展现理想的镇痛作用[10]。此外,艾司氯胺酮的协同作用可能抑制中枢神经系统中的疼痛传导信号,从而降低对阿片类药物的需求,减少相关副作用。在对比研究中,艾司氯胺酮组镇痛效果优于标准阿片类药物组,术后恢复中药物消耗和副作用更低[8][12]。

进一步研究发现[13],艾司氯胺酮的应用与术后情绪调节相关,使用者产后抑郁症发生率低于阿片类药物使用者,可能因其调节神经递质水平。另一研究显示[14],艾司氯胺酮减少术后抑郁症发生率,进一步证明其在术后恢复中的重要性。

因此,艾司氯胺酮作为罗哌卡因的辅助药物,延长了麻醉效果,通过多靶点协同作用提高镇痛效果,减少阿片类药物需求,有效降低术后疼痛和并发症,为改善患者术后恢复提供新思路。

3. 艾司氯胺酮不同剂量对麻醉起效时间和持续时间的影响

3.1. 低剂量艾司氯胺酮的影响

低剂量艾司氯胺酮作为麻醉和镇痛的辅助药物,在多项研究中显示了显著的临床效果。研究表明[15],

低剂量(0.1~0.2 mg/kg)能够缩短麻醉起效时间, 并延长神经阻滞持续时间, 提升患者舒适度, 减少全身麻醉药物需求, 从而降低副作用和不良反应发生率。针对剖宫产的研究发现[15][16], 接受低剂量艾司氯胺酮的患者术后疼痛评分明显低于对照组, 术后抑郁症状发生率也得到了控制, 显示了其在疼痛管理中的重要作用。此外, 患者术后整体满意度显著提高, 验证了其临床应用的安全性与有效性[17]。

关于安全性, 研究表明低剂量不会显著增加不良反应风险。在剖宫产的临床试验中, 低剂量组与对照组在术后恶心和呕吐发生率上差异不显著, 且未见严重不良事件[18]。因此, 低剂量艾司氯胺酮在适当剂量下是一种安全的麻醉辅助药物, 不仅显著改善起效时间和阻滞效果, 且安全性良好, 尤其适用于需要快速起效和良好镇痛效果的手术。未来研究可进一步探讨其在不同类型手术中的应用及最佳剂量。

3.2. 中高剂量艾司氯胺酮的效果及风险

中等至高剂量的艾司氯胺酮在臂丛神经阻滞麻醉中可延长麻醉阻滞时间, 但伴随剂量的增加, 也相应增加了不良反应风险。研究显示[19], 剂量在 0.25 mg/kg 至 0.5 mg/kg 时, 镇痛效果显著增强, 能有效延长术后镇痛时间并减少对其他镇痛药物的需求。然而, 高剂量的副作用, 包括眩晕、恶心、嗜睡和认知功能下降等, 也不可忽视[20][21]。例如, 接受高剂量艾司氯胺酮的患者中, 出现幻觉及意识混乱的比例显著高于低剂量组[15]。治疗方案建议个体化调整艾司氯胺酮的剂量, 以增强疗效并降低风险。适当低剂量(如 0.15 mg/kg)已显示有效减少术后疼痛, 而高剂量(如 0.5 mg/kg)虽能提供强镇痛效果, 但增加副作用风险[16][22]。因此, 临床应谨慎对待中高剂量艾司氯胺酮的使用, 强调有效镇痛与安全性之间的最佳平衡, 以优化患者的整体治疗体验和术后恢复。

3.3. 剂量 - 反应关系及剂量优化建议

剂量 - 反应关系在药物疗效和安全性中至关重要, 特别是在艾司氯胺酮与罗哌卡因的臂丛神经阻滞麻醉中。研究显示[18], 艾司氯胺酮的疗效明显依赖剂量, 适当选择剂量可以增强麻醉效果并减少不良反应。例如, 在治疗抵抗性抑郁症时, 0.2 mg/kg 和 0.5 mg/kg 的剂量效果显著, 而超过 0.5 mg/kg 未能明显提高效果。剂量优化还可以降低潜在副作用, 如在外科手术中, 较低剂量的艾司氯胺酮能有效缓解术后疼痛[10]。

个体化剂量调整对不同患者尤为重要, 患者的体质、年龄、性别和基础疾病等都会影响药物的代谢和疗效。因此, 根据具体情况制定个体化用药方案能更有效地实现最佳麻醉效果。某研究显示[23], 女性患者使用 0.3 mg/kg 的艾司氯胺酮联合丙泊酚麻醉时, 其有效剂量明显低于 0.2 mg/kg 的使用组。此外, 患者的心理状态也会影响药物疗效, 高焦虑患者可能需要增加剂量以获得有效镇痛[24]。

综上, 剂量 - 反应关系及个体化调整是优化艾司氯胺酮与罗哌卡因联合麻醉效果的关键。医务人员应综合考虑患者的生理特征和手术需求, 制定合理用药方案, 以最大限度提升麻醉效果和患者安全性。

3.4. 艾司氯胺酮给药方式对麻醉效果的影响

3.4.1. 周围神经注射与静脉注射的比较

周围神经注射与静脉注射是两种常见的麻醉手段, 各有优缺点。周围神经注射适用于肢体手术, 麻醉效果迅速且持续时间较长, 研究表明其麻醉起效时间显著优于静脉注射, 且阻滞时间更长, 这与药物在局部组织中的浓度有关[1]。而静脉注射起效时间较长但镇痛效果持续时间短, 需较高药物剂量维持镇痛效果, 通常用于全身镇痛, 但在局部麻醉深度上不如周围神经注射, 可能需结合其他方法使用。在一项上肢骨折手术研究中, 静脉注射组患者术后疼痛评分较高[14]。周围神经注射提供集中局部麻醉, 适合精细手术, 而静脉注射适合全身镇痛需求大的患者。周围神经注射与静脉注射在麻醉效果及镇痛持续时

间上存在显著差异, 临床医生应根据手术类型及患者情况选择麻醉方式, 结合使用两者可能在复杂手术中优化疼痛管理。

3.4.2. 联合给药方案的临床试验数据分析

近年来, 周围神经注射结合静脉给药作为新兴镇痛方法受到关注。研究显示, 艾司氯胺酮与罗哌卡因联合使用能显著减轻术后疼痛。针对膝关节镜手术的随机对照试验[25], 联合给药方案延长了神经阻滞持续时间, 并降低了术后疼痛评分, 显示艾司氯胺酮能优化周围神经阻滞效果。

另一研究[1]探讨了不同给药方式对反跳痛的影响, 结果显示, 艾司氯胺酮的围神经注射组在 48 小时内反跳痛发生率显著低于仅用罗哌卡因的组。反跳痛是术后疼痛管理的重要问题, 可能与药物代谢或神经敏感性增强有关。结合使用艾司氯胺酮可减轻这一现象, 尤其在上肢骨折手术后[1] [25]。

比较艾司氯胺酮不同给药方式研究中, 静脉给药效果优于周围神经注射。研究显示[26], 静脉艾司氯胺酮与周围神经罗哌卡因的组合在镇痛效果和术后恢复质量上有显著改善。该联合方案的临床试验为优化疼痛管理提供新视角, 强调多模式镇痛策略的重要性。

艾司氯胺酮与罗哌卡因联合给药在改善术后镇痛和降低反跳痛方面展现良好临床潜力, 为周围神经注射的临床应用提供新依据, 推动围术期疼痛管理进展。未来需更多大规模、多中心临床研究验证不同给药方式的有效性和安全性。

3.4.3. 给药方式选择的临床应用建议

在实施臂丛神经阻滞麻醉时, 选择合适的给药方式对优化麻醉效果和改善术后疼痛管理非常重要。合理的给药方案能提升麻醉的有效性与安全性, 尤其是针对上肢手术患者, 研究表明艾司氯胺酮与罗哌卡因联合使用能有效缓解术后疼痛, 并延长麻醉效果[1]。周围神经注射被优先推荐用于延长局部阻滞效果, 能直接作用于神经, 减少术后疼痛, 与全身麻醉相比, 控制局部疼痛更有效, 降低镇痛药物需求。一项研究显示[1], 使用艾司氯胺酮与罗哌卡因的围神经注射可显著降低上肢骨折患者术后 48 小时反弹性疼痛发生率, 且麻醉起效时间更短、持续时间更长。这种方法提升患者舒适度, 减少额外镇痛药物需求, 降低药物不良反应风险。选择给药方式时需考虑患者个体差异, 如年龄和基础疾病, 这些因素可能影响麻醉效果和耐受性。老年患者需调整麻醉剂量, 以避免不良反应。因此, 给药方式应根据手术类型和患者情况个性化制定, 周围神经注射作为优先推荐的方式, 能有效改善术后疼痛管理。未来研究可探讨不同药物组合及给药方式的应用, 以提供更安全、有效的麻醉体验。

3.5. 艾司氯胺酮联合罗哌卡因对术后反跳痛的预防作用

3.5.1. 反跳痛的临床表现及机制

反跳痛是指在局部麻醉药物效应消失后, 患者经历的一种剧烈疼痛, 这种疼痛往往对患者的康复过程产生显著的负面影响。反跳痛的临床表现多种多样, 患者可能会在麻醉效果消退后的 24 小时内感受到突然加剧的疼痛。相关研究显示[27], 接受周围神经阻滞的患者中, 反跳痛的发生率可高达 61.7%至 70%。这种疼痛不仅给患者带来身体上的不适, 还可能引发心理上的焦虑, 增加对术后护理的依赖, 进而影响患者整体的康复进程。

反跳痛的发生机制与中枢敏化及局部炎症反应密切相关。中枢敏化是指神经系统中疼痛信号传递和处理机制的改变, 导致对疼痛的过度反应。局部麻醉药物在最初有效抑制了疼痛的传递, 但随着药效的减退, 原本被抑制的疼痛信号又被激活, 从而引发反跳痛的感觉[28] [29]。另外, 局部炎症反应也可能在麻醉药物清除后加重, 进一步加剧疼痛。研究表明[30], 当局麻效果消失时, 术后疼痛的强度可能超过手术前的水平, 这种现象在部分患者中被称为反跳痛。

为了有效预防反跳痛的发生, 临床医生在麻醉和疼痛管理过程中需采取多种措施, 包括预防性使用镇痛药物, 以及通过患者宣教来管理患者的期望。研究发现[31][32], 采用术后多模式镇痛策略能够显著降低反跳痛的发生率。医生应在患者出院前, 向其说明反跳痛的可能性及应对措施, 以减少因疼痛引发的焦虑和不适感。

3.5.2. 艾司氯胺酮在反跳痛预防中的作用机理

艾司氯胺酮(esketamine)是一种 N-甲基-D-天冬氨酸(NMDA)受体拮抗剂, 广泛应用于临床麻醉和疼痛管理, 特别是在反跳痛预防方面受到关注。反跳痛是区域麻醉效应消失后患者经历的急性疼痛, 主要由预防性镇痛不足及区域麻醉引起的痛觉过敏现象造成[33]。艾司氯胺酮通过抑制 NMDA 受体, 显著减少中枢神经系统的疼痛信号传递, 有效缓解患者疼痛。例如, 接受艾司氯胺酮治疗的患者在术后 24 小时和 48 小时的疼痛评分显著低于对照组, 显示其在术后疼痛管理中的有效性[34]。此外, 它还能降低术后反跳痛发生率[1]。

同时, 艾司氯胺酮通过抑制炎症介质的释放, 进一步降低疼痛信号传递。疼痛不仅与神经信号传递相关, 还与炎症反应密切相关。研究表明[14], 与单独使用罗哌卡因的患者相比, 联合使用艾司氯胺酮和罗哌卡因的患者反跳痛发生率显著降低, 镇痛效果增强。因此, 艾司氯胺酮在联合镇痛方案中发挥了重要的辅助作用。

总之, 艾司氯胺酮通过拮抗 NMDA 受体, 有效抑制中枢神经系统的痛觉敏化, 显著降低反跳痛发生, 同时通过降低炎症介质释放, 调节疼痛信号传递。这些机制使其成为预防反跳痛的有效药物, 对改善术后疼痛管理具有重要临床意义。

3.5.3. 临床研究证据汇总

近年来, 臂丛神经阻滞麻醉的研究增多, 艾司氯胺酮与罗哌卡因的联合使用引起关注。随机对照试验显示, 这种联合疗法显著降低了反跳痛发生率。一项研究针对 149 名上肢骨折患者, 发现艾司氯胺酮联合罗哌卡因的组反跳痛发生率明显低于仅用罗哌卡因的组($P < 0.05$) [1], 提示其在临床上具有积极价值。

艾司氯胺酮的剂量和给药方式在预防反跳痛中扮演重要角色, 已有研究显示周围神经内注射的效果优于静脉注射[14]。此外, 高剂量的艾司氯胺酮能显著延长麻醉持续时间, 降低术后疼痛评分[2], 但需谨慎选择剂量以避免不良反应。

综上所述, 艾司氯胺酮的剂量和给药方式在反跳痛预防中重要, 未来研究需探索最佳使用策略, 以改善患者术后体验并提升麻醉效果。

3.6. 艾司氯胺酮联合罗哌卡因的镇痛效果及阿片类药物需求

3.6.1. 术后疼痛评分及镇痛质量评价

在术后疼痛管理中, 疼痛评分是关键指标之一。研究显示[1], 联合用药组(艾司氯胺酮和罗哌卡因)的数字评定量表(numerical rating scale, NRS)显著低于单用罗哌卡因组, 表明联合用药在减轻术后疼痛方面具有优势, 患者在术后 12 小时和 24 小时的疼痛评分均有显著降低。这种评分的降低反映了镇痛效果的优越性, 并提升了患者的舒适度和总体满意度。

研究发现, 联合用药能有效缩短麻醉起效时间并延长镇痛持续时间, 减少患者对额外镇痛药物的需求[14]。其有效镇痛次数和用药量显著低于单用罗哌卡因组, 体现了其镇痛质量的优势。

此外, 艾司氯胺酮的使用还改善了患者的生理应激反应, 降低术后炎症标志物的水平, 可能与其镇痛机制有关。作为 NMDA 受体拮抗剂, 艾司氯胺酮有效减轻术后疼痛的生理和心理反应, 促进患者更快恢复[2][35]。这一镇痛策略在术后早期对反应不佳的患者尤为重要, 显著改善其舒适度和恢复质量。

综上所述, 联合使用艾司氯胺酮和罗哌卡因在术后疼痛管理中展现出显著优势, 有效降低了疼痛评分, 提高了患者舒适度, 延长了镇痛效果, 为改善臂丛神经阻滞麻醉的疼痛管理策略提供了重要依据。

3.6.2. 阿片类药物使用量及患者控制镇痛(PCA)需求

阿片类药物在术后疼痛管理中是评估疼痛控制的重要指标。研究显示, 联合用药策略如艾司氯胺酮与罗哌卡因的组合能显著减少对阿片类药物的需求。例如, 在一项针对 149 名上肢骨折患者的研究中, 使用艾司氯胺酮的患者术后阿片类药物的使用量明显低于仅服用罗哌卡因的患者, 且艾司氯胺酮组的 PCA 按压次数显著低于罗哌卡因组, 这表明联合用药有效降低了阿片类药物需求[1]。

而主成分分析(principal component analysis, PCA)系统虽然允许患者自行调整药物剂量, 但也可能导致阿片类药物的过量使用, 研究发现 PCA 组患者术后 24 小时的阿片类药物使用量高于非 PCA 组, 这与患者的疼痛需求及 PCA 的自我调节特性有关[36]。因此, 采用非阿片类药物的联合用药不仅可减少阿片类药物使用量, 还提升患者满意度。

减少阿片类药物的使用有助于控制疼痛, 降低副作用风险, 包括恶心、呕吐和呼吸抑制等, 这些副作用可能延迟患者术后恢复并增加住院时间[37] [38]。对比研究显示, 使用艾司氯胺酮的患者术后 48 小时内恶心和呕吐发生率低于仅用阿片类药物的患者, 表明联合用药能有效降低不良反应[1]。

结合非阿片类药物的多模式镇痛方案如持续性局部麻醉或 NSAIDs, 不仅可以缓解疼痛, 还能减少对阿片类药物的需求, 从而降低副作用发生的可能性。有研究显示[39], 接受 TAP 阻滞结合 PCA 的腹部手术患者, 术后恶心和呕吐发生率明显低于仅用 PCA 的患者。联合用药策略能有效减少术后阿片类药物使用量及相关副作用, 优化患者的整体术后恢复体验。

3.6.3. 镇痛效果与患者满意度的相关性分析

在医学研究中, 疼痛缓解与患者满意度之间的关系受到重视。研究显示[40], 优质的镇痛效果能显著提升患者对治疗的满意度。例如, 使用艾司氯胺酮进行术后自我控制镇痛的患者, 其满意度评分明显高于传统镇痛药物的患者, 表明艾司氯胺酮在疼痛管理上的有效性更佳。进一步分析显示, 镇痛效果改善与患者的术后康复体验密切相关, 使用艾司氯胺酮的患者在术后恢复期间情绪状态和生活质量更佳, 焦虑和抑郁评分显著降低[40]。

此外, 良好的疼痛管理也提升了患者对医疗服务的信任和忠诚度, 满意的患者更愿意推荐医院或医生[41]。有效的疼痛管理还可降低术后并发症的发生率, 如术后恶心呕吐(PONV)和呼吸抑制。在比较艾司氯胺酮与传统镇痛药物的研究中, 艾司氯胺酮组患者的术后恶心呕吐发生率较低[40]。

总之, 镇痛效果与患者满意度及术后并发症发生率密切相关, 提升镇痛效果应成为临床实践的重要目标, 以改善患者的满意度和康复质量。

3.7. 艾司氯胺酮联合罗哌卡因的安全性及不良反应分析

3.7.1. 常见不良反应及其发生率

在临床麻醉中, 艾司氯胺酮与罗哌卡因联合用于臂丛神经阻滞可能引发心率和血压波动等不良反应。研究显示, 使用艾司氯胺酮后, 麻醉后 5 分钟和 10 分钟的平均动脉压和心率较单独使用罗哌卡因组有所增加, 但这些变化通常可控且不严重。

此外, 艾司氯胺酮可能引发轻微的精神症状, 如短暂的意识混乱和焦虑, 通常在药物代谢后消退, 其发生率并不高且对麻醉体验影响不大。研究表明, 艾司氯胺酮与罗哌卡因联合使用与单独使用罗哌卡因的不良反应发生率无显著差异, 术后 48 小时内无统计学显著性差异($P > 0.05$), 显示艾司氯胺酮未增加不良反应风险。

因此, 尽管可能出现心率、血压波动和轻微精神症状, 但不良反应发生率未显著提升, 大多数患者能良好耐受, 这为临床麻醉实践提供依据, 支持在臂丛神经阻滞中结合使用艾司氯胺酮以提升麻醉效果与患者舒适度。

3.7.2. 不同剂量及给药方式对安全性的影响

在研究艾司氯胺酮与罗哌卡因联合使用时, 不同给药方式和剂量的安全性差异显著。周围神经注射被认为相对安全, 且不良反应发生率低于静脉注射, 可能因其更直接作用于目标神经, 减少全身副作用。同时, 周围神经注射可降低麻醉药物剂量, 提高安全性。因此, 选择艾司氯胺酮与罗哌卡因联合使用时, 给药方式和剂量的安全性应成为重要的临床决策因素。

综上所述, 艾司氯胺酮的应用应根据患者情况, 结合剂量与给药方式的安全性进行个体化调整, 以确保最佳麻醉效果和患者安全。未来研究应关注不同剂量与给药途径对长期安全性和疗效的影响。

3.7.3. 安全用药建议及监测措施

在臂丛神经阻滞麻醉中, 确保安全性至关重要, 尤其是使用艾司氯胺酮与罗哌卡因时。手术期间应严格监测患者的生命体征, 如心率、血压和氧饱和度, 以及时识别不良反应。艾司氯胺酮可能引发心率上升和血压波动, 因此监测尤为重要[42] [43]。尽管大多数不良反应轻微且短暂, 但若出现严重副作用, 需及时处理[18] [44]。

此外, 艾司氯胺酮可能增加尿路症状, 护理人员需关注患者排尿情况, 尤其是高剂量时[42] [45], 发现异常应立即报告并采取措施。

个体化剂量调整是确保麻醉安全与有效的关键。根据患者体重和病史制定用药方案可避免药物过量。例如, 艾司氯胺酮在治疗抵抗性抑郁症的有效剂量为 56~84 mg, 超出此剂量疗效未显著提升[43]。因此, 应根据患者反应及时调整剂量, 以实现最佳麻醉效果并降低不良反应风险。

文献指出, 使用艾司氯胺酮时需考虑其对认知功能的影响, 尤其是高剂量可能导致长期认知障碍[42] [44]。临床医生需关注用药对患者长期健康的影响, 合理制定用药策略, 以确保患者安全与健康。

综上所述, 手术中应严格监测生命体征, 并对艾司氯胺酮与罗哌卡因进行个体化剂量调整, 以确保麻醉的安全与有效性。

4. 结论

在臂丛神经阻滞的麻醉管理中, 艾司氯胺酮作为罗哌卡因的辅助手段展现出显著的临床益处。研究表明, 艾司氯胺酮不仅有效缩短了麻醉起效时间, 延长了阻滞持续时间, 还显著减少了术后反跳痛的发生率。这一发现为改善患者术后体验提供了重要的理论支持和实践依据。然而, 药物剂量和给药方式的不同对麻醉效果及安全性产生了显著影响。现有研究结果表明, 低至中剂量的周围神经注射在有效性及安全性上均表现出色, 为临床麻醉师在实际操作中提供了切实可行的指导。合理选择剂量不仅能够优化麻醉效果, 还能最大限度减少不良反应的发生, 确保患者安全。

值得注意的是, 艾司氯胺酮的联合用药策略显著降低了术后对阿片类药物的需求, 这在当今阿片类药物成瘾和副作用问题日益突出的背景下, 具有重要的临床意义。同时, 这种联合用药的方式也提升了患者的镇痛质量与满意度, 体现了现代医学对患者中心理念的更深层次关注。

在临床应用, 麻醉师应根据患者的具体情况合理选择艾司氯胺酮的剂量与给药方式, 并对不良反应进行密切监测。这不仅有助于优化上肢骨折手术的麻醉管理, 也为其他类型的手术提供了借鉴。

尽管现有研究为艾司氯胺酮在臂丛神经阻滞中的应用提供了良好证据, 但仍需更多的大样本、多中心随机对照试验来进一步验证最佳剂量及给药方案。这将有助于推动该联合用药策略在临床上的广泛应

用, 并为未来的麻醉管理提供更为坚实的科学依据。

总体而言, 艾司氯胺酮作为一种有效的麻醉辅助药物, 其在臂丛神经阻滞中的应用前景广阔。通过持续的研究与探索, 我们期待为患者提供更安全、有效及个性化的麻醉方案, 最终提升患者的术后生活质量。

参考文献

- [1] Zhu, S., Wang, D., Gao, H., Heng, L., Shui, W. and Zhu, S. (2024) Clinical Value of Esketamine Combined with Ropivacaine in Rebound Pain after Brachial Plexus Block in Patients with Upper Limb Fractures. *Frontiers in Surgery*, **11**, Article ID: 1470205. <https://doi.org/10.3389/fsurg.2024.1470205>
- [2] Wen, J., Zhou, G., Bin, Y., Zeng, Y., Tan, D. and Zhang, J. (2025) Ropivacaine Combined with Esketamine in Ultrasound-Guided Thoracic Paravertebral Nerve Block in Lung Cancer Patients Undergoing Thoracoscopic Radical Surgery. *Discover Oncology*, **16**, Article No. 1053. <https://doi.org/10.1007/s12672-025-02762-2>
- [3] Maqsood, S., Madavi, S., Bele, A., Dash, S. and Bawiskar, D. (2024) Pharmacological Insights of Ropivacaine and Clinical Applications: A Narrative Review. *Cureus*, **16**, e67565. <https://doi.org/10.7759/cureus.67565>
- [4] Plakhotnik, J., Zhang, L., Estrada, M., Coles, J.G., Lonnqvist, P. and Maynes, J.T. (2022) Local Anesthetic Cardiac Toxicity Is Mediated by Cardiomyocyte Calcium Dynamics. *Anesthesiology*, **137**, 687-703. <https://doi.org/10.1097/aln.0000000000004389>
- [5] Butiulca, M., Farczadi, L., Imre, S., Vari, C.E., Vlase, L., Azamfirei, L., et al. (2025) Evaluation of Ropivacaine and 3-OH-Ropivacaine Pharmacokinetics Following Interpectoral Nerve Block via LC-MS/MS—A Pilot Study. *International Journal of Molecular Sciences*, **26**, Article No. 6696. <https://doi.org/10.3390/ijms26146696>
- [6] Sharma, R., Bhutda, S., Bhutda, S., Munjewar, P. and Sharma, R. (2024) Role of Dexmedetomidine and Clonidine with Hyperbaric Ropivacaine in Subarachnoid Block: A Comprehensive Review. *Cureus*, **16**, e65798. <https://doi.org/10.7759/cureus.65798>
- [7] Mohammad Shehata, I., Masood, W., Nemr, N., Anderson, A., Bhusal, K., Edinoff, A.N., et al. (2022) The Possible Application of Ketamine in the Treatment of Depression in Alzheimer's Disease. *Neurology International*, **14**, 310-321. <https://doi.org/10.3390/neurolint14020025>
- [8] Lou, S., Du, Q., Yu, L., Wang, Q., Yu, J. and Mei, Z. (2023) ED90 of Epidural Esketamine with 0.075% Ropivacaine for Labor Analgesia in Nulliparous Parturients: A Prospective, Randomized and Dose-Finding Study. *Frontiers in Pharmacology*, **14**, Article ID: 1169415. <https://doi.org/10.3389/fphar.2023.1169415>
- [9] Zheng, H., Zhang, P., Shi, S., Zhang, X., Cai, Q. and Gong, X. (2024) Sub-Anesthetic Dose of Esketamine Decreases Postoperative Opioid Self-Administration after Spine Surgery: A Retrospective Cohort Analysis. *Scientific Reports*, **14**, Article No. 3909. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-54617-5>
- [10] Xu, L., Li, S., Zhang, C., Zhou, Y. and Chen, X. (2024) Esketamine Administered Epidurally as an Adjuvant to Epidural Ropivacaine for Labour Analgesia: A Prospective, Double-Blind Dose-Response Study. *BMJ Open*, **14**, e071818. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2023-071818>
- [11] Li, K., Chai, Z., Deng, C., Niu, G., Geng, X., Zhang, Y., et al. (2025) Effects of Epidural Esketamine versus Sufentanil on Labor Analgesia and Postpartum Depression: A Retrospective Cohort Study. *BMC Anesthesiology*, **25**, Article No. 6. <https://doi.org/10.1186/s12871-024-02846-6>
- [12] Ni, L., Yao, S., Wu, Y., Ni, J., Wang, Q., Mei, Z., et al. (2024) Epidural Dexmedetomidine or Esketamine versus Fentanyl to Decrease Ropivacaine Use for Labor Analgesia: A Randomized Non-Inferiority Study. *Heliyon*, **10**, e30218. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e30218>
- [13] Wang, W., Ling, B., Zhao, H., He, J., Xu, H., Lv, J., et al. (2024) Effect of Esketamine on Postpartum Depression after Labor Analgesia and Potential Mechanisms: A Randomized, Double-Blinded Controlled Trial. *BMC Anesthesiology*, **24**, Article No. 4. <https://doi.org/10.1186/s12871-023-02377-6>
- [14] Jiang, W., Peng, Y., Chen, X., Fu, L., Zhai, W., Zhang, X., et al. (2024) Effect of Different Modes of Administration of Esketamine Combined with Supraclavicular Brachial Plexus Block on the Incidence of Rebound Pain after Upper Limb Fracture Surgery: Study Protocol for a Single-Centre, Double-Blinded, Randomised Controlled Trial. *BMJ Open*, **14**, e088177. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2024-088177>
- [15] Chen, K., Xie, Y., Chi, S., Chen, D., Ran, G. and Shen, X. (2024) Effects of Intraoperative Low-Dose Esketamine on Postoperative Pain after Vestibular Schwannoma Resection: A Prospective Randomized, Double-Blind, Placebo-Controlled Study. *British Journal of Clinical Pharmacology*, **90**, 1892-1899. <https://doi.org/10.1111/bcp.16081>
- [16] Darwish, M.Y., Helal, A.A., Othman, Y.A., Mabrouk, M.A., Alrawi, A., Ashraf, T.A., et al. (2025) Efficacy and Safety of Ketamine and Esketamine in Reducing the Incidence of Postpartum Depression: An Updated Systematic Review and

- Meta-analysis. *BMC Pregnancy and Childbirth*, **25**, Article No. 125. <https://doi.org/10.1186/s12884-025-07186-y>
- [17] An, R., Lin, C., Lu, Z., Lin, W., Tan, H., Zhang, T., *et al.* (2025) Effect of Pretreatment with Low-Dose Esketamine on the Propofol Requirements and the Onset Time of Cisatracurium during the Induction of General Anesthesia: A Prospective, Randomized, Double-Blinded Trial. *BMC Anesthesiology*, **25**, Article No. 219. <https://doi.org/10.1186/s12871-025-03058-2>
 - [18] Seshadri, A., Prokop, L.J. and Singh, B. (2024) Efficacy of Intravenous Ketamine and Intranasal Esketamine with Dose Escalation for Major Depression: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Affective Disorders*, **356**, 379-384. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2024.03.137>
 - [19] Zhou, S., Liu, Y., Xue, B. and Yuan, P. (2024) Low-Dose Esketamine Suppresses NLRP3-Mediated Apoptotic and Pyroptotic Cell Death in Microglial Cells to Ameliorate LPS-Induced Depression via Ablating GSK-3 β . *Behavioural Brain Research*, **459**, Article ID: 114782. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2023.114782>
 - [20] Duan, W., Peng, K., Qin, H., Li, B., Xu, Y., Wang, D., *et al.* (2024) Esketamine Accelerates Emergence from Isoflurane General Anaesthesia by Activating the Paraventricular Thalamus Glutamatergic Neurones in Mice. *British Journal of Anaesthesia*, **132**, 334-342. <https://doi.org/10.1016/j.bja.2023.10.038>
 - [21] Tang J, Zhang E, Huang B, Fei Y, Yao M. (2023) Efficacy of Patient-Controlled Intravenous Analgesia with Esketamine for Herpes Zoster Associated with Breakthrough Pain. *Pain Physician Journal*, **26**, 299-306. <https://doi.org/10.36076/ppj.2023.26.299>
 - [22] Roncero, C., Merizalde-Torres, M., Szerman, N., Torrens, M., Vega, P., Andres-Olivera, P., *et al.* (2025) Is There a Risk of Esketamine Misuse in Clinical Practice? *Therapeutic Advances in Drug Safety*, **16**, 1-23. <https://doi.org/10.1177/20420986241310685>
 - [23] Lin, Y., Chen, S., Zheng, X., Yu, S. and Lu, L. (2024) Dose-Response Study of Propofol Combined with Two Different Doses of Esketamine for Laryngeal Mask Airway Insertion in Women Undergoing Hysteroscopy. *Heliyon*, **10**, e30511. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e30511>
 - [24] Shen, Y., Yin, L., Hu, B., Xia, Y. and Zhang, L. (2024) Preoperative Anxiety's Impact on the Median Effective Dose of Esketamine for Alleviating Propofol Injection Pain in Patients Undergoing Painless Abortion: A Randomized, Double-Blind, Controlled Trial. *Drug Design, Development and Therapy*, **18**, 5863-5872. <https://doi.org/10.2147/dddt.s482019>
 - [25] Zhao, S., Lu, Z., Zhang, S., Wang, J., Ma, X., Diao, Y., *et al.* (2025) The Effect of Esketamine as an Adjuvant for Adductor Canal Block on Postoperative Pain in Patients Undergoing Arthroscopic Knee Surgery: A Randomized Controlled Trial. *Annali Italiani di Chirurgia*, **96**, 617-625. <https://doi.org/10.62713/aic.3775>
 - [26] Hu, J., Zhong, Z., Shi, H., Wang, J., Chen, S., Shan, X., *et al.* (2024) Esketamine vs. Placebo Combined with Erector Spinae Plane Block vs. Intercostal Nerve Block on Quality of Recovery Following Thoracoscopic Lung Resection: A Randomized Controlled Factorial Trial. *International Journal of Surgery*, **111**, 677-685. <https://doi.org/10.1097/js9.0000000000002060>
 - [27] Admassie, B.M., Tegegne, B.A., Alemu, W.M. and Getahun, A.B. (2022) Magnitude and Severity of Rebound Pain after Resolution of Peripheral Nerve Block and Associated Factors among Patients Undergoes Surgery at University of Gondar Comprehensive Specialized Hospital Northwest, Ethiopia, 2022. Longitudinal Cross-Sectional Study. *Annals of Medicine & Surgery*, **84**, Article ID: 104915. <https://doi.org/10.1016/j.amsu.2022.104915>
 - [28] Zhou, R., Jiang, W., Miao, Q., Li, X. and Xiong, L. (2024) Current Status and Global Trend of Rebound Pain after Regional Anesthesia: A Bibliometric Analysis. *Local and Regional Anesthesia*, **17**, 67-77. <https://doi.org/10.2147/lra.s455347>
 - [29] Azimi, E., Fazli, M.R., Price, N. and Wahidi, H. (2024) Uncomplicated Appendicitis at Herat Regional Hospital: Limited Resource Is Not Always the End of the World. *ANZ Journal of Surgery*, **94**, 1578-1583. <https://doi.org/10.1111/ans.19165>
 - [30] Et, T., Basaran, B., Bilge, A., Yarimoğlu, R., Korkusuz, M. and Tülüce, İ. (2023) Rebound Pain after Interscalene Brachial Plexus Block for Shoulder Surgery: A Randomized Clinical Trial of the Effect of Different Multimodal Analgesia Regimens. *Annals of Saudi Medicine*, **43**, 339-347. <https://doi.org/10.5144/0256-4947.2023.339>
 - [31] Lee, B., Jang, J., Lim, J., Kim, E.J., Kim, D., Chun, Y., *et al.* (2024) Continuous Superior Trunk Block versus Single-Shot Superior Trunk Block with Intravenous Dexmedetomidine for Postoperative Analgesia in Arthroscopic Shoulder Surgery: A Prospective Randomized Controlled Trial. *Journal of Clinical Medicine*, **13**, Article No. 1845. <https://doi.org/10.3390/jcm13071845>
 - [32] Touil, N., Pavlopoulou, A., Barbier, O., Libouton, X. and Lavand'homme, P. (2022) Evaluation of Intraoperative Ketamine on the Prevention of Severe Rebound Pain Upon Cessation of Peripheral Nerve Block: A Prospective Randomised, Double-Blind, Placebo-Controlled Study. *British Journal of Anaesthesia*, **128**, 734-741. <https://doi.org/10.1016/j.bja.2021.11.043>
 - [33] Zhu, Y., Li, Q., Liu, G., Sheng, F., Zhang, X., Jiang, L., *et al.* (2023) Effects of Esketamine on Postoperative Rebound Pain in Patients Undergoing Unilateral Total Knee Arthroplasty: A Single-Center, Randomized, Double-Blind, Placebo-

- Controlled Trial Protocol. *Frontiers in Neurology*, **14**, Article ID: 1179673. <https://doi.org/10.3389/fneur.2023.1179673>
- [34] Zeng, X., Zhang, X., Jiang, W. and Zhou, X. (2024) Efficacy of Intravenous Administration of Esketamine in Preventing and Treating Rebound Pain after Thoracic Paravertebral Nerve Block: A Prospective Randomized, Double-Blind, Placebo-Controlled Trial. *Drug Design, Development and Therapy*, **18**, 463-473. <https://doi.org/10.2147/dddt.s448336>
- [35] Yang, Q., Luo, Q., Cheng, L., Yang, Z., Rao, L., Cheng, F., et al. (2025) Combination of Ropivacaine Hydrochloride and Esketamine for Thoracic Paravertebral Block on Pain and Postoperative Recovery of Patients Undergoing Radical Resection Surgery for Lung Cancer. *Journal of PeriAnesthesia Nursing*. <https://doi.org/10.1016/j.jopan.2025.01.012>
- [36] Zoma, L., Paxton, R.A., Dehoorne, M. and Giuliano, C. (2023) Comparing Post-Operative Opioid Consumption before and after a Patient-Controlled Analgesia Shortage: A Re-Evaluation of Safety and Effectiveness. *Journal of Pain & Palliative Care Pharmacotherapy*, **37**, 272-277. <https://doi.org/10.1080/15360288.2023.2250334>
- [37] (2021) Fatal Patient-Controlled Analgesia (PCA) Opioid-Induced Respiratory Depression. *AORN Journal*, **114**, 108-110.
- [38] Lee, J.E., Oh, J., Lee, J.N., Ri, H., Lee, C.S. and Yeo, J. (2023) Comparison of a Non-Opioid Multimodal Analgesia Protocol with Opioid-Based Patient-Controlled Analgesia for Pain Control Following Robot-Assisted Radical Prostatectomy: A Randomized, Non-Inferiority Trial. *Journal of Pain Research*, **16**, 563-572. <https://doi.org/10.2147/jpr.s397529>
- [39] Makino, H., Seki, S., Kamei, K., Yahara, Y. and Kawaguchi, Y. (2022) Efficacy of Surgeon-Directed Postoperative Local Injection with an Analgesic Mixture in Posterior Fusion Surgery for Adolescent Idiopathic Scoliosis. *BMC Musculoskeletal Disorders*, **23**, Article No. 208. <https://doi.org/10.1186/s12891-022-05158-3>
- [40] Qu, S., Zhang, W., Zhou, H., Deng, F., Liu, R. and Yan, W. (2025) The Efficacy and Safety of Patient-Controlled Intravenous Analgesia with Esketamine after Total Hip Arthroplasty: A Randomized Controlled Trial. *BMC Anesthesiology*, **25**, Article No. 31. <https://doi.org/10.1186/s12871-025-02894-6>
- [41] Li, N., Qi, X., Bao, J., Gu, Y., Zhou, X., Wang, T., et al. (2024) A Comparative Study of Esketamine-Propofol and Sufentanil-Propofol for Analgesia and Sedation during Breast Minimally Invasive Rotary Resection with Local Anesthesia: A Randomized Double-Blind Clinical Trial. *Drug Design, Development and Therapy*, **18**, 5397-5407. <https://doi.org/10.2147/dddt.s487872>
- [42] Nikayin, S., Murphy, E., Krystal, J.H. and Wilkinson, S.T. (2022) Long-Term Safety of Ketamine and Esketamine in Treatment of Depression. *Expert Opinion on Drug Safety*, **21**, 777-787. <https://doi.org/10.1080/14740338.2022.2066651>
- [43] Smith-Apeldoorn, S.Y., Veraart, J.K.E., Kamphuis, J., Spijker, J., van der Meij, A., van Asselt, A.D.I., et al. (2024) Oral Esketamine in Patients with Treatment-Resistant Depression: A Double-Blind, Randomized, Placebo-Controlled Trial with Open-Label Extension. *Molecular Psychiatry*, **29**, 2657-2665. <https://doi.org/10.1038/s41380-024-02478-9>
- [44] McIntyre, R.S., Bitter, I., Buyze, J., Fagiolini, A., Godinov, Y., Gorwood, P., et al. (2024) Safety and Tolerability of Esketamine Nasal Spray versus Quetiapine Extended Release in Patients with Treatment Resistant Depression. *European Neuropsychopharmacology*, **85**, 58-65. <https://doi.org/10.1016/j.euroneuro.2024.05.009>
- [45] Yang, S.Q., Zhou, Y.Y., Yang, S.T., Mao, X.Y., Chen, L., Bai, Z.H., et al. (2023) Effects of Different Doses of Esketamine Intervention on Postpartum Depressive Symptoms in Cesarean Section Women: A Randomized, Double-Blind, Controlled Clinical Study. *Journal of Affective Disorders*, **339**, 333-341. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2023.07.007>