

DOI: 10.3969/j.issn.1005-8982.2026.01.010
文章编号: 1005-8982 (2026) 01-0064-06

综述

骶管阻滞佐剂围手术期应用的研究进展*

彭何琦, 翁莹琪, 唐朝辉

(中南大学湘雅医院 麻醉科, 湖南 长沙 410008)

摘要: 骶管阻滞作为一种经典的神经阻滞技术, 在临床麻醉实践中已有百年历史。随着超声引导技术的广泛应用, 其临床应用范围不断扩大。传统单用局部麻醉药的骶管阻滞存在作用时间有限(通常为4~8 h)和个体反应差异显著等局限性。为克服上述不足, 局部麻醉药联合辅助药物(佐剂)使用日益受到关注, 并在延长镇痛时间和改善镇痛效果等方面取得了重要进展。该文系统回顾骶管阻滞中常用局部麻醉药及佐剂的应用现状, 重点从作用机制、剂量优化、安全性和有效性等多个维度加以归纳与分析, 旨在为佐剂在围手术期的规范化临床应用及相关研究提供理论依据与实践参考。

关键词: 佐剂; 骶管阻滞; 局部麻醉药; 麻醉管理

中图分类号: R614.4

文献标识码: A

Research progress on the perioperative application of adjuvants in caudal block*

Peng He-qi, Weng Ying-qi, Tang Zhao-hui

(Department of Anesthesiology, Xiangya Hospital of Central South University,
Changsha, Hunan 410008, China)

Abstract: Caudal block, a classic nerve block technique, has a history of a century in clinical anesthetic practice. With the wide application of ultrasound-guided technology, its clinical application scope has been continuously expanded. Traditional caudal block using local anesthetics alone has limitations such as limited duration of action (usually 4-8 hours) and significant individual response differences. To overcome these shortcomings, the combined use of local anesthetics with auxiliary drugs (adjuvants) has attracted increasing attention, and achieved important progress in prolonging analgesic duration and improving analgesic effect. This article systematically reviews the current application status of common local anesthetics and adjuvants in caudal block, focusing on summarizing and analyzing them from multiple dimensions such as mechanism of action, dosage optimization, safety and effectiveness, aiming to provide theoretical basis and practical reference for the standardized clinical application and related research of adjuvants during the perioperative period.

Keywords: adjuvants; caudal block; local anesthetics; anesthesia management

骶管阻滞是一种将局部麻醉药注入骶管腔, 从而阻滞骶神经的区域麻醉技术。该技术操作简便、创伤小、起效迅速且镇痛效果确切, 具有显著的临床应用优势。目前, 骶管阻滞已广泛应用于小儿和

成人的直肠、肛周及会阴部手术麻醉, 并用于某些慢性疼痛疾病的干预治疗, 在提升围手术期安全性与患者舒适度方面显示出重要价值。随着加速康复外科理念的广泛推广, 术后镇痛对时效性和质量

收稿日期: 2025-07-19

* 基金项目: 湖南省自然科学基金(No: 2025JJ70418)

[通信作者] 唐朝辉, E-mail: Tangzhaohui3005@126.com

提出了更高要求,这也促进了临床与基础对骶管阻滞技术的持续优化与创新。近年来,局部麻醉药联合佐剂(如阿片类药物、 α -2肾上腺素能受体激动剂等)的应用已成为延长感觉与运动阻滞时间、增强镇痛效果、减少局部麻醉药用量,以及降低不良反应的重要策略。此外,随着超声引导等可视化技术的引入,骶管阻滞的精准性和安全性得到进一步提升,为其个体化应用提供了更多可能。

1 骶管阻滞的局部麻醉药基础

1.1 小儿用药方案

小儿患者骶管阻滞常用的局部麻醉药包括0.1%~0.375%罗哌卡因和0.125%~0.25%(左旋)布比卡因,通常与1:200 000浓度的肾上腺素联合使用,推荐的给药体积为0.5~1.5 mL/kg,总剂量不超过30 mL^[1]。已有研究表明,0.2%罗哌卡因可能是儿童骶管阻滞中镇痛效果与安全性较为平衡的最佳剂量^[2]。根据当前临床麻醉相关指南^[3],罗哌卡因和布比卡因的最大推荐剂量分别为2.0 mg/kg和2.5 mg/kg,其中具体推荐的给药体积应依据所需阻滞平面而定:骶部0.5 mL/kg、腰部1.0 mL/kg、下胸部1.25 mL/kg。

1.2 成人用药方案

目前骶管阻滞在成人临床应用中仍缺乏统一的剂量标准,相关研究数据较为有限。LI等^[4]关于罗哌卡因用于肛肠手术骶管阻滞的剂量研究发现,指能使90%的患者产生满意手术麻醉效果的罗哌卡因最低剂量,男性患者需要0.35%的剂量(14 mL),女性患者需要0.353%的剂量(12 mL)。后续研究证实,采用0.362%罗哌卡因20 mL或0.316%罗哌卡因25 mL的给药方案,可使95%的患者获得满意的手术麻醉效果^[5]。当前临床常用方案主要包括:0.375%~0.75%罗哌卡因15~25 mL,或0.25%(左旋)布比卡因15~30 mL(37.5~75.0 mg),或0.5%(左旋)布比卡因15~20 mL(75~150 mg)。然而当前可获得的临床研究证据仍然不足,亟需开展更多高质量的研究来验证和优化给药方案,从而建立更安全、有效且个体化的骶管阻滞用药标准。

2 常用佐剂分类及研究进展

2.1 局部麻醉药联合应用

不同局部麻醉药联合应用的临床价值目前尚缺乏一致共识。理论上,联合使用长效与短效局部麻醉药可能优化神经阻滞的起效速度与阻滞效果,但药物混合后可能引起的溶液pH变化反而会延缓利多卡因的起效,从而削弱其快速麻醉的优势,这提示混合局部麻醉药在加速起效方面的药理学基础仍不充分,且缺乏系统的临床与实验研究支持。ATASEVER等^[6]在一项小儿骶管阻滞的临床研究中发现,0.25%布比卡因与1%利多卡因的联合方案(0.5 mL/kg + 3 mg/kg)可增强镇痛效果,但未明确两者在起效时间上的差异。此外,应高度重视混合用药可能带来的神经毒性风险。现有研究显示,罗哌卡因与利多卡因联合使用可能增加鞘内给药后的神经毒性发生率,而布比卡因与利多卡因按照1:1比例联合使用则相对安全^[7]。

2.2 镇静药物

2.2.1 α -2肾上腺素能受体激动剂 ①可乐定: α -2肾上腺素能受体激动剂,由于具有镇静、镇痛和减轻手术应激反应等多种药理作用,在临床得到了广泛应用。WANG等^[8]通过Meta分析发现,1~2 μ g/kg可乐定与其他佐剂(右美托咪定、咪达唑仑、氯胺酮、曲马多、吗啡、氢吗啡酮、芬太尼)的效果相当,但其不良反应发生率显著低于其他对照药物。值得注意的是,在早产儿及3月龄以下婴儿中使用可乐定存在诱发呼吸暂停的严重不良反应潜在风险,临床使用时应严格评估风险收益比并加强监护^[9]。②右美托咪定:在骶管阻滞中展现出卓越的佐剂效果,延长镇痛时间的同时并不增加不良反应的发生率^[9]。理论上,右美托咪定作为一种高选择性 α -2肾上腺素能受体激动剂(α -2/ α -1=1 600:1),其镇痛效果优于可乐定,且心血管不良反应发生率更低,但实际临床研究显示两者比较差异无统计学意义^[10]。AL-ZABEN等^[11]研究证实,1 μ g/kg右美托咪定骶管注射的镇痛效果与2 μ g/kg相当,且副作用更少。因此,建议采用1 μ g/kg作为右美托咪定骶管注射的优选剂量。国内有研究发现,1 μ g/kg右美托咪定滴鼻给药联合骶管阻滞与右美托咪定骶管内注

射的镇痛效果相仿^[12]。但是,目前经鼻给药方式的相关研究主要集中于儿童,其研究结论在成人患者中的应用价值仍需进一步验证。在神经毒性方面,右美托咪定展现出复杂的双重作用:在生理状态下,其通过抑制氧化应激和下调炎症因子等发挥神经保护效应^[13];然而在糖尿病状态下的动物模型中,该药可能加剧罗哌卡因所致的神经损伤,动物实验使用 20 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 的剂量,远超临床使用范围,未来研究应着重探讨临床相关剂量下的神经相关安全性^[14]。这种剂量和状态依赖的双重效应提示,临床应用需特别关注患者的病理生理状态。

2.2.2 咪达唑仑 经硬膜外途径给药后,主要通过激活脊髓 γ -氨基丁酸-A/苯二氮草系统发挥镇痛作用,该作用机制可能与阿片受体间接相关。有研究表明,硬膜外给药剂量为 50 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 时可获得最佳镇痛效果^[2]。然而咪达唑仑在骶管阻滞中的应用价值存在争议:部分研究证实其可有效延长布比卡因骶管阻滞的镇痛时间^[15],但也有研究未观察到明显的增效作用^[16]。此外,KNIGHT 等^[17]通过动物实验发现,咪达唑仑可能增强罗哌卡因所致的神经毒性反应,这对咪达唑仑在骶管阻滞临床应用的安全性提出警示。

2.2.3 氯胺酮 通过作用于脊髓阿片受体和 N-甲基-D-天冬氨酸受体(N-methyl-D-aspartate receptor, NMDAR)发挥镇痛作用,其不引起呼吸抑制,具有良好的镇痛与安全特性。王棱玉^[18]探讨氯胺酮静脉或骶管给药的镇痛效果发现,静脉注射(0.5 mg/kg)氯胺酮术中镇痛效果显著,而骶管注射同等剂量则可提供更持久的术后镇痛效果,两者术后恶心呕吐的发生率比较差异无统计学意义。目前,硬膜外注射推荐剂量为 0.5 ~ 1.0 mg/kg,但动物模型研究显示鞘内应用可能导致神经元凋亡,故欧洲指南建议临床应采用保守剂量策略(0.5 mg/kg)以降低神经毒性风险^[3]。近期研究显示,局部神经周围注射氯胺酮(如腹股沟疝修补术中精索与髂腹股沟神经周围)可能比骶管给药更简便有效^[19]。基于目前研究,局部神经周围注射被视为一种潜在更安全和可行的替代给药方式。另外,该药物的临床应用需警惕可能伴随的头晕、眼球震颤、烦躁及恶心等中枢不良反应。

2.3 阿片类药物

硬膜外阿片类药物和局部麻醉药溶液在镇痛

方面的协同作用已得到公认,并且这些药物的联合使用比单独使用阿片类药物更普遍。在椎管内麻醉中,水溶性阿片类药物相较于脂溶性阿片类药物具有更长的镇痛持续时间和更优的镇痛效果。阿片类药物在硬膜外腔可迅速转移至外周循环,通常于给药后 10 min 内达到血浆峰值浓度。当前临床指南^[13]主要推荐将水溶性阿片类药物(尤其是吗啡)作为小儿骶管阻滞辅助用药,其镇痛作用可持续 24 h,显示良好的镇痛效果与可接受的安全性。

2.3.1 完全激动剂 ①吗啡:目前指南推荐硬膜外吗啡剂量是 10 ~ 30 $\mu\text{g}/\text{kg}$ ^[3],而作为骶管阻滞佐剂的最佳剂量尚无统一结论。已有研究表明,骶管注射 0.25% 布比卡因联合 3 mg 吗啡在全椎板切除术中能改善镇痛效果及长期功能预后(3 个月)^[20],但也会增加瘙痒和迟发性呼吸抑制的风险^[21]。相关研究显示,成人硬膜外注射吗啡后呼吸抑制的发生率为 3 ~ 4 例/1 000 例^[2],其危险因素包括静脉注射阿片类药物与骶管内注射吗啡的联合使用,并且其他副作用发生率也随剂量增加而上升。因此,若使用阿片类药物作为佐剂,应进行密切的监测。如何在确保有效镇痛的同时减少不良反应,是吗啡骶管阻滞临床应用需要解决的关键问题。②氢吗啡酮:氢吗啡酮是吗啡的半合成衍生物,与罗哌卡因配伍物理兼容性较好^[22],其水溶性和脂溶性介于吗啡与芬太尼之间,具有良好的药代动力学特性及较低的不良不良反应发生率。10 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 氢吗啡酮联合 0.20% 罗哌卡因 1 mL/kg 的骶管阻滞方案已被证实适用于小儿骶管麻醉。另外,成人骶管阻滞的研究进一步表明,氢吗啡酮的镇痛效果与吗啡相当,且术后第一天瘙痒及其他不良反应的发生率更低^[23]。氢吗啡酮的安全性和低不良反应特点,使其在儿童及成人骶管阻滞中均展现出广阔的临床应用前景。③芬太尼:一种人工合成的阿片受体激动剂,具有亲脂性,主要与脊髓内的 μ 受体结合,容易穿过硬脊膜进入脊髓。芬太尼硬膜外注射仅可提供 4 h 的有效镇痛,且其作为佐剂使用会显著增加患者瘙痒的发生率^[24]。总体而言,芬太尼作为骶管阻滞佐剂的临床优势有限,其延长镇痛时间的效果并不显著,且存在较高风险。④曲马多:一种作用于中枢神经系统的镇痛药,其镇痛机制具有双重特征。一方面为弱 μ -阿片受体激动剂,另一方面可抑制去甲肾上腺素

和 5-羟色胺的再摄取, 从而增强下行性疼痛抑制通路的活性, 其镇痛效力约为吗啡的 1/10, 通常不引起显著的呼吸抑制或心血管系统不良反应, 安全性相对较高^[25]。然而, 由于曲马多在椎管内的吸收速度较慢, 尤其是经硬膜外腔注射后的起效时间明显延迟, 限制了其在术中快速镇痛中的临床应用。此外, MURTHY 等^[26]通过相关药代动力学研究证实, 经骶管给药的曲马多通过循环系统产生镇痛作用, 其镇痛效果与其他非椎管内给药途径相近。综合考虑其椎管吸收效率低、起效慢及无显著优势, 目前不推荐将曲马多作为骶管阻滞的常规佐剂使用。

2.3.2 激动-拮抗混合剂 ①纳布啡: 一种 κ 阿片受体的完全激动剂兼 μ 阿片受体的部分拮抗剂。与其他阿片类药物相比, 纳布啡致恶心呕吐、呼吸抑制、尿潴留等不良反应轻, 且呼吸抑制作用与镇痛作用平行, 具有“封顶效应”。小剂量纳布啡与同等剂量吗啡的呼吸抑制程度相当, 但剂量达到 0.3 ~ 0.5 mg/kg 时, 继续增加纳布啡剂量不再加重呼吸抑制程度及其持续时间。作为鞘内注射的佐剂, 纳布啡可改善剖宫产术中及术后镇痛效果^[27]。有研究表明, 在下肢骨科手术患者中, 鞘内注射 0.4 mg 纳布啡可作为 0.5% 布比卡因 12.5 mg 的理想佐剂, 在增强术后镇痛的同时, 不增加呼吸抑制、瘙痒及恶心等不良反应的发生风险^[28]。然而, 目前关于纳布啡的研究仍集中于鞘内给药途径, 其在骶管硬膜外阻滞中作为佐剂应用的临床证据尚显不足, 有待更多研究进一步探讨。②丁丙诺啡: 兼具 μ 受体激动与拮抗双重作用, 其药效具有明显的剂量依赖性。在低剂量时以激动作用为主, 高剂量则呈现拮抗效应, 镇痛效力约为吗啡的 25 ~ 50 倍。相关研究表明, 经骶管注射 2.5 μ g/kg 丁丙诺啡可显著改善儿童下肢骨科手术后的术后镇痛效果, 镇痛持续时间可达 24 h, 且未见明显不良反应^[2]。因此, 该给药途径被认为是儿童围手术期镇痛的可选方案之一。但是, 目前关于丁丙诺啡在成人骶管阻滞中应用的临床研究仍较为有限。

2.4 糖皮质激素

地塞米松的镇痛机制较为复杂, 骶管内注射地塞米松可发挥与静脉注射地塞米松相似的术后镇痛效果, 但两种用药方式的作用机制不同, 骶管内注射地塞米松作用更为局限, 镇痛效果的发生机制

可能与其延长局部麻醉药的作用时间有关。KIM 等^[29]通过临床研究证实, 0.1 mg/kg 地塞米松作为骶管阻滞佐剂可显著提升小儿睾丸固定术的镇痛效果, 且不增加不良反应发生率。另外, 与右美托咪定联合使用作为神经阻滞的佐剂可产生协同作用, 可以进一步延长镇痛时间^[30]。但多种佐剂联合用药方案需进行更多的安全性评估。

糖皮质激素的神经安全性主要取决于其所含防腐剂及辅剂成分。硬膜外注射含有防腐剂苯甲醇的甲泼尼龙时, 应高度关注其潜在的神经溶解作用及脊髓毒性^[31], 而无防腐剂的地塞米松周围神经损伤风险较低^[32]。目前, 鉴于缺乏充分的动物安全性数据, 建议避免鞘内注射类固醇。

2.5 其他

1:200 000 浓度的肾上腺素通过收缩局部血管, 延缓局部麻醉药物的吸收, 从而延长神经阻滞时间, 并提高利多卡因、布比卡因和左旋布比卡因的最大安全剂量。然而, Cochrane 系统综述指出, 肾上腺素联合利多卡因延长麻醉时间的证据质量较低^[33]。而罗哌卡因在低浓度时已具备血管收缩作用, 添加肾上腺素既不能延长其作用时间, 也无法提高最大安全剂量^[34]。此外, 肾上腺素可能减少轴突血供, 增加神经毒性风险。因此, 对存在神经病变或既往神经损伤的患者, 应慎用或避免使用肾上腺素。

当前关于非甾体抗炎药作为骶管阻滞佐剂的临床应用仍存在较大争议。尽管从理论上讲, 通过局部抑制环氧化酶活性可能相较于全身给药具有更强的镇痛优势, 但其在实际应用中面临诸多挑战。首先, 非甾体抗炎药的药物相容性较差。例如, 双氯芬酸仅在碱性环境中可与利多卡因混合使用, 而与布比卡因等临床常用局部麻醉药联用时, 即便经过碱化处理仍易发生沉淀反应, 从而影响其药效与安全性^[33]。其次, 有临床研究显示, 在骶管阻滞中联合使用对乙酰氨基酚并未在镇痛持续时间或镇痛质量方面优于单纯局部麻醉药应用^[35]。上述证据提示, 非甾体抗炎药局部用于骶管阻滞尚存在药物配伍及疗效有限等方面的问题, 其临床价值有待进一步研究证实。

新斯的明骶管内注射的镇痛机制尚未完全明确, 可能与直接作用于脊髓中的毒蕈碱 M1 和 M2 受

体有关。研究表明,小儿泌尿生殖系统手术中,2~4 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 新斯的明作为骶管阻滞佐剂可提供 16~17 h 剂量非依赖性的镇痛效果,且未显著增加不良反应发生率^[36]。但部分研究未观察到显著增效^[37],这可能与其作用机制的复杂性有关。

碳酸氢盐通过提高局部麻醉药溶液的 pH 值增加非离子化药物的比例,从而加速起效。目前推荐每 10 mL 局部麻醉药添加 1 mL 8.4% 碳酸氢钠,但该方案仅适用于利多卡因,且以 3:1 比例混合效果最佳^[38]。利多卡因与碳酸氢盐混合后可保留 94.7% 的初始浓度,溶液性质稳定,用于(左)布比卡因和罗哌卡因则可能引发沉淀^[33]。

镁作为非竞争性 NMDAR 拮抗剂,其 50% 浓度与 2% 利多卡因的混合剂在 6 个月内具有良好的理化稳定性,pH 值和颜色无显著变化,且无沉淀生成,药物浓度能保持在初始值的 90% 以上^[39]。然而,镁与其他局部麻醉药的相容性尚未明确。LI 等^[40]通过 Meta 分析表明,硬膜外注射镁可改善术后镇痛,但证据质量较低。动物实验提示,鞘内注射硫酸镁可能存在神经毒性风险^[41]。综上所述,尽管镁与利多卡因的混合剂稳定性良好,但其与其他局部麻醉药的相容性、潜在神经毒性及临床镇痛效果仍需进一步研究验证。

3 总结与展望

骶管阻滞佐剂的应用在延长镇痛时间和提高镇痛效果方面已获得临床广泛认可。然而需注意的是,部分佐剂需通过辅剂配制而成,佐剂制剂中含有的抗氧化剂、防腐剂等辅料成分可能在骶管内沉积,进而增加神经损伤风险。目前临床应用仍面临以下关键问题:①多数佐剂仍属超说明书使用,缺乏充分的循证医学证据支持;②联合用药方案尚未形成统一标准;③理想佐剂的选择和剂量尚未明确。在新型药物研发方面,食品药品监督管理局已批准布比卡因脂质体、HTX-011、SABER-布比卡因和布比卡因胶原植入物等超长效局部麻醉药上市,但其在骶管阻滞中的应用仍受限于临床数据不足和安全性验证不充分。因此,在未来一段时间内,优化佐剂使用方案(重点评估药物相容性、安全性和有效性)仍将是临床实践的主流方向。

参 考 文 献 :

- [1] SHAH R D, SURESH S. Applications of regional anaesthesia in paediatrics[J]. Br J Anaesth, 2013, 111 Suppl 1: i114-i124.
- [2] de BEER D A H, THOMAS M L. Caudal additives in children--solutions or problems?[J]. Br J Anaesth, 2003, 90(4): 487-498.
- [3] SURESH S, ECOFFEY C, BOSENBERG A, et al. The European Society of Regional Anaesthesia and Pain Therapy/American Society of Regional Anesthesia and Pain Medicine recommendations on local anesthetics and adjuvants dosage in pediatric regional anesthesia[J]. Reg Anesth Pain Med, 2018, 43(2): 211-216.
- [4] LI X H, LI J, ZHANG P, et al. The minimum effective concentration (MEC90) of ropivacaine for ultrasound-guided caudal block in anorectal surgery. A dose finding study[J]. PLoS One, 2021, 16(9): e0257283.
- [5] MA D M, CHEN Y, CHEN P, et al. The minimum effective concentration (MEC95) of different volumes of ropivacaine for ultrasound-guided caudal epidural block: a dose-finding study[J]. BMC Anesthesiol, 2023, 23(1): 74.
- [6] ATASEVER A G, ERMIŞ O, DEMIR B Ş, et al. Comparison of bupivacaine alone and in a combination with lidocaine for caudal block in patients undergoing circumcision: a historical cohort study[J]. Turk J Urol, 2020, 46(3): 243-248.
- [7] ZHAO G Y, DING X D, GUO Y, et al. Intrathecal lidocaine neurotoxicity: combination with bupivacaine and ropivacaine and effect of nerve growth factor[J]. Life Sci, 2014, 112(1/2): 10-21.
- [8] WANG Y, GUO Q Q, AN Q, et al. Clonidine as an additive to local anesthetics in caudal block for postoperative analgesia in pediatric surgery: a systematic review and meta-analysis[J]. Front Med (Lausanne), 2021, 8: 723191.
- [9] QUAN S B, LU Y X, HUANG Y J. Analgesic effect of ropivacaine combined with dexmedetomidine in the postoperative period in children undergoing ultrasound-guided single-shot sacral epidural block: a systematic review and meta-analysis[J]. Front Pediatr, 2023, 11: 1099699.
- [10] GOGOI S, SAIKIA D, DEY S. Addition of clonidine or dexmedetomidine with bupivacaine to prolong caudal analgesia in children undergoing infraumbilical surgery[J]. Cureus, 2022, 14(3): e23110.
- [11] AL-ZABEN K R, QUDAISAT I Y, ABU-HALAWEH S A, et al. Comparison of caudal bupivacaine alone with bupivacaine plus two doses of dexmedetomidine for postoperative analgesia in pediatric patients undergoing infra-umbilical surgery: a randomized controlled double-blinded study[J]. Paediatr Anaesth, 2015, 25(9): 883-890.
- [12] 林伟巍,戴双波.右美托咪定不同的给药路径联合骶管麻醉在小儿斜疝修补术中的应用比较[J].创伤与急诊电子杂志, 2022, 10(2): 101-105.
- [13] TÜFEK A, KAYA S, TOKGÖZ O, et al. The protective effect of dexmedetomidine on bupivacaine-induced sciatic nerve inflammation is mediated by mast cells[J]. Clin Invest Med,

- 2013, 36(2): E95-E102.
- [14] YU Z Y, GENG J, LI Z Q, et al. Dexmedetomidine enhances ropivacaine-induced sciatic nerve injury in diabetic rats[J]. *Br J Anaesth*, 2019, 122(1): 141-149.
- [15] KUMAR P, RUDRA A, PAN A K, et al. Caudal additives in pediatrics: a comparison among midazolam, ketamine, and neostigmine coadministered with bupivacaine[J]. *Anesth Analg*, 2005, 101(1): 69-73.
- [16] BARIS S, KARAKAYA D, KELSAKA E, et al. Comparison of fentanyl-bupivacaine or midazolam-bupivacaine mixtures with plain bupivacaine for caudal anaesthesia in children[J]. *Paediatr Anaesth*, 2003, 13(2): 126-131.
- [17] KNIGHT J B, SCHOTT N J, KENTOR M L, et al. Neurotoxicity of common peripheral nerve block adjuvants[J]. *Curr Opin Anaesthesiol*, 2015, 28(5): 598-604.
- [18] 王棱玉. 氯胺酮静脉或骶管给药复合罗哌卡因骶管阻滞麻醉的镇痛效果研究[J]. *中国实用医药*, 2022, 17(18): 20-24.
- [19] ABDEL-GHAFFAR H S, MOEEN S M, MOEEN A M. Topical versus caudal ketamine/bupivacaine combination for postoperative analgesia in children undergoing inguinal herniotomy[J]. *Saudi J Anaesth*, 2017, 11(1): 41-48.
- [20] BHARDWAJ M, JINDAL P, SRIVASTAVA A, et al. Postoperative pain relief and functional outcomes after pre-emptive ultrasound-guided caudal analgesia in patients undergoing spinal laminectomy under general anaesthesia: comparison between bupivacaine versus bupivacaine with morphine[J]. *Indian J Anaesth*, 2022, 66(S3): S154-S160.
- [21] EVANS M A, MONAHAN A, ABHOLD E, et al. The utilization of caudal hydromorphone for fast-tracking in congenital cardiac surgery in a tertiary-care children's hospital: an audit[J]. *J Clin Anesth*, 2021, 72: 110314.
- [22] 黄赛赛, 姚菊, 曹苏. 氢吗啡酮对罗哌卡因臂丛神经阻滞临床效果的影响[J]. *中国现代医学杂志*, 2018, 28(18): 108-110.
- [23] 张萌, 覃道锐, 杨博, 等. 氢吗啡酮复合罗哌卡因骶管阻滞在儿童尿道下裂手术中的应用效果[J]. *天津医药*, 2023, 51(3): 274-277.
- [24] PRAJAPATI D J, PATEL M, PATEL P, et al. Effect of caudal bupivacaine alone and with adjuvant fentanyl and nalbuphine to minimize the catheter-related bladder discomfort after tubeless percutaneous nephrolithotomy: a prospective randomized study[J]. *J Anaesthesiol Clin Pharmacol*, 2020, 36(4): 524-530.
- [25] SOLANKI N M, ENGINEER S R, JANSARI D B, et al. Comparison of caudal tramadol versus caudal fentanyl with bupivacaine for prolongation of postoperative analgesia in pediatric patients[J]. *Saudi J Anaesth*, 2016, 10(2): 154-160.
- [26] MURTHY B V, PANDYA K S, BOOKER P D, et al. Pharmacokinetics of tramadol in children after i. v. or caudal epidural administration[J]. *Br J Anaesth*, 2000, 84(3): 346-349.
- [27] 余盼, 邹岩, 王军. 纳布啡在围手术期的应用[J]. *国际麻醉学与复苏杂志*, 2021, 42(9): 983-986.
- [28] MUKHERJEE A, PAL A, AGRAWAL J, et al. Intrathecal nalbuphine as an adjuvant to subarachnoid block: what is the most effective dose[J]. *Anesth Essays Res*, 2011, 5(2): 171-175.
- [29] KIM E M, LEE J R, KOO B N, et al. Analgesic efficacy of caudal dexamethasone combined with ropivacaine in children undergoing orchiopexy[J]. *Br J Anaesth*, 2014, 112(5): 885-891.
- [30] 李国威, 马赛仙, 房朱红, 等. 右美托咪定复合地塞米松肋间神经阻滞用于老年肺癌患者胸腔镜根治术后镇痛的效果分析[J]. *中国现代医学杂志*, 2024, 34(2): 38-44.
- [31] LIPMAN Z J, ISAACSON S A. Potentially concerning reason why adding methylprednisolone to local anesthetic may increase the duration of axillary block[J]. *Reg Anesth Pain Med*, 2005, 30(1): 114.
- [32] MACKINNON S E, HUDSON A R, GENTILI F, et al. Peripheral nerve injection injury with steroid agents[J]. *Plast Reconstr Surg*, 1982, 69(3): 482-490.
- [33] NESTOR C C, NG C, SEPULVEDA P, et al. Pharmacological and clinical implications of local anaesthetic mixtures: a narrative review[J]. *Anaesthesia*, 2022, 77(3): 339-350.
- [34] BURROW J G, ROME K, PADHIAR N. Neale's disorders of the foot and ankle[M]. 9th ed. Oxford: Elsevier, 2020.
- [35] COŞKUN İ, YALÇIN O. Evaluating caudal block enhancements in pediatric circumcision: do additional analgesics make a difference?[J]. *Med Sci Monit*, 2023, 29: e942557.
- [36] MAHAJAN R, GROVER V K, CHARI P. Caudal neostigmine with bupivacaine produces a dose-independent analgesic effect in children[J]. *Can J Anaesth*, 2004, 51(7): 702-706.
- [37] BHARDWAJ N, YADDANAPUDI S, GHAI B, et al. Neostigmine does not prolong the duration of analgesia produced by caudal bupivacaine in children undergoing urethroplasty[J]. *J Postgrad Med*, 2007, 53(3): 161-165.
- [38] VENT A, SURBER C, GRAF JOHANSEN N T, et al. Buffered lidocaine 1%/epinephrine 1 : 100,000 with sodium bicarbonate (sodium hydrogen carbonate) in a 3 : 1 ratio is less painful than a 9 : 1 ratio: a double-blind, randomized, placebo-controlled, crossover trial[J]. *J Am Acad Dermatol*, 2020, 83(1): 159-165.
- [39] HOULIHAN S, DECARIE D, BENES C, et al. Magnocaine: physical compatibility and chemical stability of magnesium sulphate and lidocaine hydrochloride in prefilled syringes[J]. *J Obstet Gynaecol Can*, 2016, 38(10): 936-944.e3.
- [40] LI L Q, FANG M D, WANG C, et al. Comparative evaluation of epidural bupivacaine alone and bupivacaine combined with magnesium sulfate in providing postoperative analgesia: a meta-analysis of randomized controlled trials[J]. *BMC Anesthesiol*, 2020, 20(1): 39.
- [41] SAEKI H, MATSUMOTO M, KANEKO S, et al. Is intrathecal magnesium sulfate safe and protective against ischemic spinal cord injury in rabbits?[J]. *Anesth Analg*, 2004, 99(6): 1805-1812.

(张蕾 编辑)

本文引用格式: 彭何琦, 翁莹琪, 唐朝辉. 骶管阻滞佐剂围手术期应用的研究进展[J]. *中国现代医学杂志*, 2026, 36(1): 64-69.

Cite this article as: PENG H Q, WENG Y Q, TANG Z H. Research progress on the perioperative application of adjuvants in caudal block[J]. *China Journal of Modern Medicine*, 36(1): 64-69.