

超声引导下骶管阻滞的临床研究现状

邱东¹, 谢聪¹, 周树保^{2,3}

(1. 赣南医科大学第一临床医学院; 2. 赣南医科大学第一附属医院麻醉手术中心;
3. 赣州市麻醉学重点实验室, 江西 赣州 341000)

摘要: 骶管阻滞是一种经典的区域麻醉技术, 传统骶管阻滞主要依赖体表解剖标志定位, 但这种盲穿操作方式存在显著临床限制: 不仅可能引发椎管内误注、组织血肿及药物毒性反应等风险, 更在解剖变异群体(如病态肥胖、脊柱发育异常患者)中表现出较高失败率。近年来超声影像技术的临床整合具有里程碑意义, 其通过可视化穿刺路径、实时监控药物扩散等革新性突破, 成功将传统经验导向型麻醉提升至影像介导的精准医疗层次, 为骶管阻滞技术体系注入了新的发展动能。本文综述了超声引导技术在骶管阻滞中的应用价值, 通过对比传统盲穿的局限性, 全面评估了超声引导在提升操作成功率、安全性以及在肛肠手术、儿科手术麻醉和慢性疼痛治疗等特定临床场景中的应用进展与优势, 以期临床实践提供参考。

关键词: 超声引导; 骶管阻滞; 区域麻醉; 解剖

中图分类号: R614 文献标志码: A 文章编号: 2097-7174(2026)02-0176-06

DOI: 10.3969/j.issn.2097-7174.2026.02.012

Current status of clinical research on ultrasound-guided caudal block

QIU Dong¹, XIE Cong¹, ZHOU Shubao^{2,3}

(1. The First Clinical Medical College of Gannan Medical University; 2. Department of Anesthesiology, The First Affiliated Hospital of Gannan Medical University; 3. Ganzhou Key Laboratory of Anesthesiology, Ganzhou, Jiangxi 341000)

Abstract: Caudal block is a classic regional anesthesia technique. Traditional approaches primarily rely on landmark-based techniques, and this blind method carries risks such as subarachnoid injection, hematoma, and local anesthetic systemic toxicity, performing worse in populations with anatomical variations (e.g., patients with obesity or anatomical anomalies). The clinical integration of ultrasound imaging technology in recent years has been landmark. Ultrasound technology, with its innovative breakthroughs including the visualization of puncture paths and real-time monitoring of drug diffusion, has successfully promoted traditional experience-oriented anesthesia to the level of image-guided precision medicine, thereby facilitating a new development momentum into the technical system of caudal block. This article provides a systematic review of the application value of ultrasound-guided technique in caudal block, comprehensively assessing the advancements and advantages of ultrasound guidance by contrasting its efficacy with the limitations of traditional blind techniques, focusing on improving procedural success rates and safety, particularly in specialized clinical contexts such as anorectal surgery, pediatric anesthesia, and chronic pain management, aiming to offer insights for optimizing clinical practice.

Key words: Ultrasonic guidance; Caudal block; Regional anesthesia; Anatomy

骶管阻滞自1933年应用于临床, 因其通过骶裂孔注入局麻药的操作简便、成本低廉, 始终是下腹部及会阴部手术麻醉的核心技术之一。然而, 传统盲穿法以体表骶角作为主要解剖定位标志, 其操作

成功率即使在经验丰富的术者中亦仅为68%~75%; 该方法在肥胖、存在骶骨解剖变异或儿童患者中的应用受到显著限制, 失败率较高; 此外, 盲穿操作本身伴随血管内误注与硬脊膜意外穿透等固有

通信作者: 周树保, 男, 副主任医师, 硕士生导师, 研究方向: 骨科麻醉与神经阻滞。E-mail: zsb1997ren@163.com

风险^[1-2]。超声技术的引入,尤其是2010年后高频超声探头的普及,通过实现骶管内部关键结构(包括骶裂孔、骶尾韧带及硬膜囊下界)的实时可视化,彻底改变了传统盲穿模式,扩大了骶管阻滞的应用范围。研究证实,在超声引导下将局部麻醉药注入骶管硬膜外腔,可显著提升操作精准性,使首次穿刺成功率提高至90%以上,同时降低了并发症发生率^[3-6]。此外,超声能实时监测药物扩散范围,指导调整剂量,尤其适用于需要精确控制阻滞平面的老年或危重患者。本文主要综述超声引导技术相较于传统盲法,在提升骶管阻滞成功率、安全性及拓展其临床应用方面的价值,为临床实践提供参考。

1 骶管阻滞的解剖学基础

骶管是由5块骶椎经骨性融合构成完整骨性通道,该腔隙上界与硬膜外腔形成连续性解剖连接,硬膜外腔作为硬脊膜与椎管内壁之间的潜在性解剖间隙,在临床麻醉实践中具有重要应用价值,是实施椎管内麻醉的关键目标区域。骶管的前壁有4对骶前孔,这些孔是神经和血管的通道,骶神经的前支通过这些孔向外延伸,支配着盆腔脏器和下肢的部分肌肉。后壁则有4对骶后孔,骶神经的后支通过这些孔,主要负责下肢后部和臀部的感觉和运动功能。骶管裂孔构成骶管下端的特殊结构,其双侧存在对称分布的骶角突起,这种由胚胎发育残留形成的骨性突起在临床定位中具有重要价值。操作时,医师通过体表触诊法辨识这对特征性骨性标志,可精准确定裂孔穿刺靶点,继而实现骶管间隙的精准入路建立。但并非所有患者的骶角都能通过触诊被发现, Sekiguchi M等^[7]研究表明,在成人骶骨中,仅19%在触诊时可双侧触及骶角,25%可单侧触及。另一项研究表明,仅59%的个体可以触及骶角^[8]。

骶管作为复杂的三维骨性通道,其内走行具有重要功能的解剖结构:终丝(脊髓圆锥延伸的固定性纤维束)、脊膜(神经保护鞘)及马尾(脊髓末端束状神经根)。这些结构在骶管中段穿出硬脊膜和蛛网膜,继续向下延伸,终丝经裂孔沿第5骶椎下行至尾骨,而第5骶神经经骶角穿出后支配周围的组织和结构。

2 骶管阻滞技术:从传统盲法到超声引导的临床实践

骶管阻滞作为一种经典的区域麻醉技术,其临床应用效果与操作方法的精准性密切相关。随着医疗技术的进步,骶管阻滞已从依赖体表标志和经验触诊的传统盲法操作,逐步发展到借助超声成像实现精准可视化的现代技术。为了系统阐述其技术要点,本节将首先介绍传统盲法骶管阻滞的解剖基础与操作局限,进而探讨超声引导下2种主要入路(骶正中嵴平面与骶角平面)的操作方法及优势,最后并对阻滞药物的选择与用药方案进行阐述。

2.1 传统盲法骶管阻滞 传统骶管阻滞是一种盲探操作,它的成功实施主要依靠麻醉医师对骶管区域解剖结构的精确掌握及操作经验。该技术在临床应用中常受限于患者个体差异及骶管解剖结构变异(如肥胖、骨化性改变)等因素,易导致定位困难或准确性下降,从而显著增加操作失败的风险,即使是经验丰富的麻醉医师,亦难以确保骶管阻滞的高成功率^[9-10]。

操作方法:患者采取俯卧位实施骶管裂孔体表触诊定位,该结构通常位于双侧骶角骨性标志之间,当骶角触诊困难时,操作者可先确认尾骨尖端作为解剖参考点,沿正中矢状面向头侧延伸4~8 cm,于骶骨末端触诊特征性“U”型骨性凹陷即可确认裂孔位置。此外,从解剖学角度来看,骶裂孔中心点与双侧髂后上棘构成的几何结构呈现等边三角形特征,这一解剖标志可为临床定位骶裂孔提供重要的参考依据。然而有研究^[11]表明,个体间的生理差异可能导致等腰三角形的形态随年龄增长发生变化,这种解剖结构的动态变化会影响麻醉医师的临床判断,使其通过视觉观察和触诊获得的结果与实际解剖位置产生偏差。确定位置后,穿刺针沿垂直矢状面方向刺入,当穿透骶尾韧带瞬间可感知落空感,此时立即终止进针并稳定穿刺针体位,在负压回抽排除血管或蛛网膜下腔误入风险后,分次缓慢注药实施局部麻醉,该操作方法可有效降低神经血管并发症发生率。

2.2 超声引导下骶管阻滞 超声引导下骶管麻醉是一种利用超声成像技术的麻醉方法,在可视化条件下进行骶管穿刺,有助于麻醉医师精确定位骶管腔隙并避开邻近血管,还能显著减少穿刺操作时间,降低重复穿刺率,从而提升首次穿刺成功率,有效缓解

患者疼痛,明显降低术后穿刺部位血肿及局部麻醉药物中毒等并发症发生率^[12-13]。目前临床上常见的超声引导骶管阻滞有2种,分别是骶正中嵴平面入路和骶角平面入路。研究显示,2种入路方式阻滞成功率类似,但骶正中嵴平面入路一次性穿刺成功率更高^[14]。患者可取侧卧位,髋部略屈曲,或取俯卧位,双下肢自然伸直,以充分暴露患者腰骶部。操作前可予适当镇痛、镇静,消毒完成后使用高频线性超声探头进行扫描。

2.2.1 骶正中嵴平面入路 将探头置于后正中线上,股沟上,探头长轴与后正中线平行,超声下可显示垛状的骶正中嵴声像,向尾侧移动探头,至第4骶正中嵴,尾侧还可显示骶骨板声像,在骶骨板的浅层可显示中高回声的、弓形的骶尾后纵韧带,骶骨板与骶尾后纵韧带之间的三角形间隙即为骶管部分超声。骶正中嵴平面骶管阻滞多采用平面内穿刺技术,穿刺针从探头尾侧端进针,针尖穿过骶尾后纵韧带可感受到落空感即至骶管。

2.2.2 骶角平面入路 将探头横置于后正中线上,股沟上方,超声下可显示骶正中嵴声像,向尾侧移动探头直至第4骶正中嵴消失,直至出现2个凸起的骨性声像即为两侧骶角。两侧骶角之间的深层可见骶骨板声像,在骶骨板的浅层可显示骶尾后纵韧带,两者之间的低回声区即为骶管声像。骶角平面骶管阻滞多采用平面外进针技术,穿刺针从探头尾侧进针,针尖穿过骶尾后纵韧带即可注射局部麻醉药。平面外进针时无法确定针尖位置,进针容易过深,误入蛛网膜下隙,进针时一定要注意进针的深度,也可通过调整探头位置和角度尽可能追寻针尖位置,反复回抽确定针尖位于骶管内才可注药。

2.3 超声引导骶管阻滞的用药 局部麻醉药是一类通过阻断神经细胞膜上的电压门控钠离子通道,抑制动作电位的产生与传导,从而在特定区域产生暂时性、可逆性感觉和运动功能丧失的药物。如利多卡因、罗哌卡因、布比卡因及左旋布比卡因等^[15]。Dobereiner E F A等^[16]研究显示,罗哌卡因在临床应用中较传统布比卡因具有显著优势,该长效酰胺类局部麻醉药通过选择性钠通道阻滞机制,在产生充分感觉阻滞的同时,也能使运动功能抑制发生率降低,这一特性使其特别适用于需保留运动功能的术后镇痛。从药代动力学角度分析,罗哌卡因表现出更理想的安全窗值,其血浆蛋白结合率达94%,显著高于布比卡因,这直接导致游离药物浓度降低,

使心脏毒性风险指数较布比卡因低^[17]。此外,左旋异构体药物(如左旋布比卡因)虽然心脏安全性有所改善,但其感觉-运动分离阻滞效果仍逊于罗哌卡因。基于上述药理学优势,罗哌卡因的精准剂量方案得以实现:临床研究证实,0.350%罗哌卡因(14 mL)可使90%男性患者骶管阻滞成功,而女性需0.353%(12 mL);浓度增至0.4%时,男性14 mL、女性12 mL的剂量可使99%患者成功^[18]。此结果既体现其宽安全窗支持浓度优化,亦揭示性别差异需同步调整浓度与体积的个体化给药策略,即女性依赖更高浓度但更低体积,而浓度提升可突破性别限制实现普适高效。

3 超声引导骶管阻滞的临床应用

3.1 肛肠手术麻醉 肛肠疾病是临床常见疾病,我国发病率约为50%,手术是常用的治疗手段^[19-20]。肛门周围区域血管和神经分布十分丰富,对疼痛刺激极为敏感,若疼痛控制不当,可能会引发排便困难、尿潴留、交感神经兴奋等不良反应,进而影响术后恢复效果,增加患者住院时长,降低患者满意度,因此确保围手术期有效镇痛至关重要^[21-23]。超声引导骶管阻滞可用于肛肠手术及术后镇痛,减少不良反应发生率,加速患者术后康复。有研究^[24]显示,超声引导骶管阻滞在肛肠手术中具有可操作性与普遍适用性,可将手术成功率提升至99%,满足患者术后快速康复的需求,提高患者满意度。另一项研究发现,在肛周手术术后镇痛中,超声引导骶管阻滞在骶管腔放置一根硬膜外导管进行患者自控镇痛,相较于患者自控静脉镇痛,可提供更好的镇痛效果且不增加并发症发生率^[25]。超声引导骶管阻滞也可配合其他麻醉方法完成肛肠手术麻醉,有研究^[26]显示,与单纯氯胺酮全身麻醉相比,超声引导骶管阻滞复合小剂量氯胺酮静脉全身麻醉可减轻机体应激反应,维持机体血流动力学稳定。

3.2 儿科手术麻醉 骶管阻滞可应用于儿童手术麻醉及术后镇痛的区域麻醉,其操作简便、安全性高,可有效减轻患儿的术后疼痛,减少用药,有利于术后恢复,尤其适用于腹部、会阴及下肢手术^[27]。近年来,随着超声引导技术的普及和药物配伍的优化,其临床应用效果得到显著提升。一项随机对照研究发现,在儿科隐匿性阴茎手术的患者中,相对于传统盲法骶管阻滞,超声引导骶管阻滞成功率与

其相似,但儿科骶管阻滞中使用超声减少了穿刺次数和并发症发生率,提高了第一次穿刺的成功率,此研究认为超声引导骶管阻滞可安全应用于儿科手术^[6]。另一项针对儿科人群骶管阻滞的Meta分析显示,超声引导骶管阻滞相对于传统盲穿技术虽未显著提高总体成功率,但首次穿刺成功率显著提升,且操作时间差异无统计学意义^[28]。

综上所述,骶管阻滞为儿童手术提供了优良的麻醉与镇痛方案。超声技术的引入虽未改变其总体有效性,但通过实现更精准操作,显著提升了其安全性与临床效能。

3.3 慢性疼痛治疗 慢性疼痛是临床常见的复杂病症,涉及神经、骨骼、肌肉等多系统病变。骶管阻滞作为一种经典的硬膜外麻醉技术,通过向骶管裂孔注入药物,可阻断骶神经及部分腰神经的痛觉传导,广泛用于慢性下腰疼、会阴部疼痛、骶神经根性疼痛的治疗。

腰椎退行性病变(如椎间盘突出、椎管狭窄)是慢性下腰痛的常见原因,超声引导骶管阻滞可精准注射抗炎药物至病变神经根周围,缓解神经水肿。一项骶管注射治疗腰椎管狭窄症的回顾性研究发现,超声引导下骶管注射成功率为96.9%~100%,彩色多普勒超声检查还可以确定药物溶液是否到达腰骶区域^[29]。另一项针对伴有双侧神经根病的慢性下腰痛患者的随机对照研究显示,尽管荧光透视引导在操作速度上仍有优势,但超声引导下骶管硬膜外注射在治疗伴有神经根病的慢性下腰痛方面,能够取得与金标准方法相当的疼痛缓解、功能改善效果,且患者满意度和安全性相似,这为超声引导技术作为一种无辐射、便捷的替代方案在临床中的推广应用提供了有价值证据,随着超声设备技术的进步和操作者经验的积累,其准确性和效率有望进一步提升,未来应用前景广阔^[30]。

4 超声引导下骶管阻滞的优势与局限性

4.1 超声引导下骶管阻滞的优势 超声引导下骶管阻滞在临床应用中展现出诸多优势,尤其是在精准性和安全性方面。在精准性方面,超声引导通过实时动态成像技术,将骶管及其毗邻结构的解剖细节可视化,显著优化了穿刺路径规划与操作控制,使医师能够准确定位骶管及其周围结构^[31-32]。有研究^[33]显示,超声下可清晰显示骶裂孔的三维形态,

并测量其深度以计算进针角度与深度,从而提高了穿刺的成功率,此外,超声引导下的骶管阻滞能够减少穿刺次数,降低患者因多次穿刺而产生的疼痛和不适感,提高患者满意度。安全性方面,超声技术能够有效降低血管穿刺和针尖错位等并发症发生率,尤其适用于解剖变异或肥胖患者^[34]。因此,超声引导下骶管阻滞在提供有效镇痛的同时,也提高了手术的安全性和患者的舒适度。

4.2 超声引导下骶管阻滞的局限性 超声引导的核心优势是实时成像,但骶骨的骨性结构可能产生伪影,导致穿刺针进入骶管硬膜外腔后针尖显示不清,Chen C P C等^[35]在70例腰骶神经炎患者的研究中发现,尽管超声引导下穿刺针放置成功率达100%,但针尖进入硬膜外腔后因骨质遮挡无法持续追踪,可能影响局部麻醉药扩散的精准评估。尽管实时超声引导的实施提高了骶管阻滞的可靠性和安全性,然而,该技术的一个显著缺点是,即使使用了长效镇痛药或辅助联合给药,但单次注射后的作用持续时间有限^[5]。因此,有几种神经阻滞被建议作为术后镇痛的替代方法,如腰方肌阻滞、腹横肌平面阻滞和腹直肌鞘阻滞^[36-38]。此外,超声引导需要专业超声设备(如高频线阵探头),基层医院或资源有限地区可能缺乏相关设备,限制该技术的推广。临床实践中,需权衡患者个体情况、术者经验及设备条件,合理选择引导方式,以最大化该技术的安全性与有效性。

5 小结与展望

骶管阻滞作为经典区域麻醉技术,在临床麻醉及疼痛治疗中始终占据重要地位。传统盲法依赖体表标志,存在定位困难、并发症发生风险高等缺点,肥胖及骶骨畸形患者失败率可达25%。超声引导技术通过高频探头可视化识别骶裂孔、骶尾韧带及硬膜囊,实现实时导航与药物动态监测,使首次穿刺成功率提升至90%以上,显著降低血管误注等并发症。值得注意的是,目前研究多为小样本或单中心且集中于短期疗效评价,缺乏长期随访数据,此外,目前基层医院仍面临超声设备不足和操作水平不均的问题,可通过虚拟现实模拟培训有效缩短医护人员的技能学习周期。未来发展方向需要聚焦3个方面:(1)技术创新层面,建立骶管解剖变异数据库并开发人工智能辅助定位系统,结合超声-CT

多模态影像融合技术,有望提升复杂病例穿刺精准度;(2)药物研发层面,新型纳米缓释局部麻醉药与靶向抗炎制剂可能突破现有镇痛时效限制;(3)临床应用层面,需通过多中心研究验证其在产科镇痛等新领域的价值,同时建立长期随访体系评估远期并发症。随着精准医学发展,超声引导骶管阻滞将向智能化、个体化方向演进,为患者提供更安全高效的麻醉解决方案。

所有作者均声明不存在利益冲突关系。

参考文献:

- [1] Jain A, Barasker S K, Jain S, et al. Correlation of correct needle placement in caudal epidural space and anatomical structures of sacral canal in paediatric patients: an observational study [J]. *Indian J Anaesth*, 2021, 65 (Suppl 2):S74-S79.
- [2] Zhang P, Chen H, Yu K, et al. Ultrasonography-guided catheter-over-needle insertion for caudal epidural catheter placement in adults: technical considerations [J]. *BMC Anesthesiol*, 2025, 25(1):149.
- [3] Adler A C, Belon C A, Guffey D M, et al. Real-time ultrasound improves accuracy of caudal block in children [J]. *Anesth Analg*, 2020, 130(4):1002-1007.
- [4] Wiegele M, Marhofer P, Lönnqvist P A. Caudal epidural blocks in paediatric patients: a review and practical considerations [J]. *Br J Anaesth*, 2019, 122 (4) : 509-517.
- [5] Guan J, Liu L, Yang Y, et al. Erector spinae plane block versus caudal block for postoperative analgesia in pediatric patients undergoing inguinal hernia repair: a randomized controlled trial [J]. *Ann Med*, 2023, 55(2) : 2298868.
- [6] Zhu Y, Xiao T, Zhang S, et al. Application of wireless ultrasound for guided caudal anesthesia in children undergoing concealed penis surgery [J]. *Biotechnol Genet Eng Rev*, 2024, 40(4): 4589-4598.
- [7] Sekiguchi M, Yabuki S, Satoh K, et al. An anatomic study of the sacral hiatus: a basis for successful caudal epidural block [J]. *Clin J Pain*, 2004, 20(1): 51-54.
- [8] Stitz M Y, Sommer H M. Accuracy of blind versus fluoroscopically guided caudal epidural injection [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 1999, 24(13): 1371-1376.
- [9] 沈菊芳,吴敏娣,秦思雯. 超声引导定位骶管阻滞麻醉在肛肠手术中的麻醉效果 [J]. *浙江实用医学*, 2024, 29 (4): 337-339.
- [10] Inklebarger J, Totlis T, Feigl G, et al. Transverse plane ultrasound-guided caudal epidural injections: sonographic anatomy and stepwise technique [J]. *Surg Radiol Anat*, 2021, 43(9): 1527-1535.
- [11] 潘蓓,程伟波,李江悦. 超声引导下骶管阻滞在临床麻醉中的应用 [J]. *中华全科医学*, 2020, 18(5) : 826-829.
- [12] Tian Y, Li S, Yang F, et al. The Median effective concentration of ropivacaine for ultrasound-guided caudal block in children: a dose-finding study [J]. *J Anesth*, 2024, 38(2): 179-184.
- [13] 徐振锋,谷秋寒,高兴旺,等. 小剂量骶神经阻滞麻醉在肛肠病手术中的效果观察 [J]. *中国肛肠病杂志*, 2022, 42(4): 59-60.
- [14] Shin S K, Hong J Y, Kim W O, et al. Ultrasound evaluation of the sacral area and comparison of sacral interspinous and hiatal approach for caudal block in children [J]. *Anesthesiology*, 2009, 111 (5) : 1135-1140.
- [15] Wang Y, Guo 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*, 2021, 8: 723191.
- [16] Dobereiner E F A, Cox R G, Ewen A, et al. Evidence-based clinical update: which local anesthetic drug for pediatric caudal block provides optimal efficacy with the fewest side effects? [J]. *Can J Anaesth*, 2010, 57(12) : 1102-1110.
- [17] Butiulca M, Farczadi L, Vari C E, et al. The study of ropivacaine pharmacokinetics in a clinical setting: a critical scoping review from the perspective of analytical methodologies [J]. *Int J Mol Sci*, 2024, 25(24): 13487.
- [18] Li X, 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.
- [19] 程议乐,武永连,李万里,等. 国内肛肠疾病流行病学调查研究进展 [J]. *中国肛肠病杂志*, 2022, 42(6) : 74-76.
- [20] Goffredo P, Klemen N D, Hassan I. Prevention of anal cancer [J]. *N Engl J Med*, 2022, 387(7): 665.
- [21] Yang T R, Pu D, Cheng Y, et al. The impact of combined administration of ropivacaine and dexamethasone on postoperative analgesia in perianal surgery with pudendal nerve block under ultrasound guidance: a prospective

- randomized controlled study [J]. *Front Pharmacol*, 2024,15:1366070.
- [22] Tarasconi A, Perrone G, Davies J, et al. Anorectal emergencies: WSES-AAST guidelines [J]. *World J Emerg Surg*, 2021,16(1):48.
- [23] Joshi G P, Kehlet H, Group P W. Guidelines for perioperative pain management: need for re-evaluation [J]. *Br J Anaesth*, 2017,119(4):703-706.
- [24] Zhang P, Chang H, Yang T, et al. Study on MEV90 of 0.5% ropivacaine for US-guided caudal epidural block in anorectal surgery[J]. *Front Med*, 2023,9:1077478.
- [25] Xu L, Zhang P, Long W, et al. Comparison of patient-controlled caudal epidural analgesia and patient-controlled intravenous analgesia after perianal surgery: a randomized controlled trial [J]. *Pain Ther*, 2022, 11 (3):1025-1035.
- [26] 李娇琴,梁艳,李枝英. 小剂量氯胺酮静脉全身麻醉复合罗哌卡因骶管阻滞对肛肠手术患者术中应激反应的影响[J]. *中国处方药*,2021,19(6):11-13.
- [27] Yan T T, Yang X L, Wang S, et al. Application of continuous sacral block guided by ultrasound after comprehensive sacral canal scanning in children undergoing laparoscopic surgery: a prospective, randomized, double-blind study [J]. *J Pain Res*, 2023, 16:83-92.
- [28] Jain D, Hussain S Y, Ayub A. Comparative evaluation of landmark technique and ultrasound-guided caudal epidural injection in pediatric population: a systematic review and meta-analysis [J]. *Paediatr Anaesth*, 2022, 32(1):35-42.
- [29] Gagliardi V, Lovato A, Ceccherelli F, et al. Ultrasound-guided caudal epidural injection to treat symptoms of lumbar spinal stenosis: a retrospective study [J]. *Eur J Transl Myol*, 2024, 34(2): 12167.
- [30] Goel S, Mitra S, Singh J, et al. Comparison of ultrasound and fluoroscopy-guided caudal epidural block in low back pain with radiculopathy: a randomized controlled study [J]. *J Anaesthesiol Clin Pharmacol*, 2025,41(1):106-111.
- [31] Chen C P, Wong A M, Hsu C C, et al. Ultrasound as a screening tool for proceeding with caudal epidural injections [J]. *Arch Phys Med Rehabil*, 2010, 91(3): 358-363.
- [32] Ahiskalioglu A, Yayik A M, Ahiskalioglu E O, et al. Ultrasound-guided versus conventional injection for caudal block in children: a prospective randomized clinical study [J]. *J Clin Anesth*, 2018,44:91-96.
- [33] Bagheri H, Govsa F. Anatomy of the sacral hiatus and its clinical relevance in caudal epidural block [J]. *Surg Radiol Anat*, 2017,39(9):943-951.
- [34] 胡祖焯,于布为,董榕,等. 超声引导与体表定位用于肥胖患儿阴茎成形术骶管阻滞的比较 [J]. *临床麻醉学杂志*,2025,41(2):165-168.
- [35] Chen C P C, Tang S F T, Hsu T C, et al. Ultrasound guidance in caudal epidural needle placement [J]. *Anesthesiology*, 2004,101(1):181-184.
- [36] Genç Moralı D, Cekmecelioglu Btok, Aslan M, et al. Effect of *Quadratus lumborum* block on postoperative analgesic requirements in pediatric patients: a randomized controlled double-blinded study [J]. *Minerva Anesthesiol*, 2020,86(2):150-156.
- [37] Ranjan V, Singh S. Comparison of ultrasound-guided transversus abdominis plane block and caudal epidural block for postoperative analgesia in paediatric lower abdominal surgeries: a randomised controlled trial [J]. *Indian J Anaesth*, 2023,67(8):720-724.
- [38] Relland L M, Tobias J D, Martin D, et al. Ultrasound-guided rectus sheath block, caudal analgesia, or surgical site infiltration for pediatric umbilical herniorrhaphy: a prospective, double-blinded, randomized comparison of three regional anesthetic techniques [J]. *J Pain Res*, 2017, 10: 2629-2634.

(收稿:2025-04-20)(修回:2025-10-22)

(责任编辑:睦荣燕)