

右美托咪定与不同麻醉药物联合应用的临床研究进展

张雨¹, 韩乐¹, 邱嘉欣¹, 李忆¹, 胡志敏¹, 吴志勇¹, 吴欣¹, 谢海玉^{1,2}

(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, 江西 赣州 341000)

摘要:右美托咪定是一种高选择性的 α_2 肾上腺素能受体激动剂,具有镇静、镇痛、降低交感神经张力等作用,同时无呼吸抑制和脑电干扰等不良反应,现已广泛应用于临床。研究表明,右美托咪定与不同麻醉药物联合使用可强化镇静镇痛、改善呼吸抑制、稳定血流动力学、减少药物用量及减轻手术期间的不适感,并降低不良反应的发生率。本文就右美托咪定与不同麻醉药物联合应用的临床研究进展进行综述,以期为临床应用提供参考。

关键词:右美托咪定;艾司氯胺酮;二异丙酚;舒芬太尼

中图分类号:R453.9 **文献标志码:**A **文章编号:**2097-7174(2026)03-0255-07

DOI:10.3969/j.issn.2097-7174.2026.03.010

Clinical research progress on the combination of dexmedetomidine with different anesthetic drugs

ZHANG Yu¹, HAN Le¹, QIU Jiixin¹, LI Yi¹, HU Zhimin¹, WU Zhiyong¹, WU Xin¹, XIE Haiyu^{1,2}

(1. The First Clinical Medical School of Gannan Medical University; 2. Anesthesia Surgery Center, The First Affiliated Hospital of Gannan Medical University, Ganzhou, Jiangxi 341000)

Abstract: Dexmedetomidine is a highly selective α_2 -adrenergic receptor agonist, which has the effects of sedation, analgesia, and reduction of sympathetic nerve tone with no side effects such as respiratory depression and EEG interference. It is widely used now in clinical practice. Studies have shown that dexmedetomidine in combination with different anesthetic drugs enhances sedation and analgesia, improves respiratory depression, stabilizes hemodynamics, reduces drug dosage and discomfort during surgery, and reduces the incidence of adverse reactions. This article reviews the clinical research progress of the combination of dexmedetomidine with different anesthetic drugs, aiming to provide references for clinical application.

Key words: Dexmedetomidine; Esketamine; Propofol; Sufentanil

右美托咪定(Dexmedetomidine, Dex)又名盐酸右美托咪定,是一种新型的 α_2 肾上腺素受体激动剂,其通过抑制蓝斑核去甲肾上腺素(Norepinephrine, NE)释放和竞争性结合受体发挥药理作用,具有镇静、镇痛、抗焦虑、抑制炎症反应及交感神经系统活动、稳定心血管、防治谵妄等作用,且对呼吸系统抑制作用微弱,因此在临床麻醉和重症监护病房中广泛应用^[1]。Dex还有抑制唾液腺分泌、抗寒战和利尿等作用,可经静脉内泵注、肌肉注射、经鼻给药、颊黏膜或口服给药,主要通过肝脏代谢、肾脏排泄^[2]。Dex作为临床上最常见的麻醉辅助药物之一,与其他不同麻醉药物联合使用时具有良好的协同作用,

本文就Dex与不同麻醉药物联合应用的临床研究进展进行综述,以期为临床应用提供更多选择和参考。

1 与全身麻醉药物联用

1.1 与阿片类药物联用 阿片类药物是临床全身麻醉用药中最重要的药物组成之一,但其不良反应如呛咳、呼吸抑制等严重影响患者舒适度。如静脉注射舒芬太尼呛咳发生率约28%~65%,虽然大部分患者呛咳持续时间短且可自行恢复,但呛咳易引起胸壁强直,影响胸廓顺应性,使腹内压、颅内压升高,从而增加低氧血症发生风险;尤其对于合并

颅脑病变、眼部创伤、气胸或腹部肿瘤的急危重症患者,上述病理改变会进一步放大,显著增加麻醉相关不良事件的发生风险^[3-4]。既往研究认为,Dex因其独特的镇静、镇痛和抗交感神经作用可减少术中阿片类药物用量,有效减轻围手术期应激反应,维持血流动力学稳定,缓解术后疼痛,还可降低苏醒期呛咳发生率和严重程度^[5]。有研究^[6]发现,相较于经鼻给药,持续静脉给药可充分发挥药物生物利用度,预防舒芬太尼全身麻醉诱导所致呛咳的效果更优,但存在心动过缓发生风险。瑞芬太尼是目前术中镇痛最常用的一种超短效镇痛剂,其独特的药代动力学特性使其具有起效快、代谢快等优势,但可降低痛阈,术后引发痛觉超敏^[7]。而痛觉超敏发生机制及如何预防已成为困扰临床医师的重要问题。Dex作为一种麻醉辅助用药,对全身麻醉药物具有协同作用。有研究^[8]发现,日间手术患者围手术期予以负荷量的Dex可明显改善瑞芬太尼相关的痛觉过敏,其机制可能与血液中miR-183表达上调有关。而有研究^[9]报道,miR-183表达下调显著提高人体对疼痛的敏感性。有研究^[10]发现了脊髓小胶质细胞M1极化在痛觉过敏发展中的核心作用及小胶质细胞、瞬时受体电位香草素4(Transient receptor potential vanilloid 4, TRPV4)通道和Nrf2/HO-1信号通路在痛觉过敏发展中有着相互关联作用。进一步研究发现TRPV4通道是影响炎症转移的关键介质,Nrf2/HO-1信号通路作为一种平衡机制出现,当受损时,会加剧脊髓小胶质细胞M1极化和随之而来的痛觉过敏反应,Dex具有抑制小胶质细胞激活及其向M1极化转变的潜力。Dex可通过调节小胶质细胞Nrf2-TRPV4轴改善瑞芬太尼相关的痛觉过敏。

1.2 与艾司氯胺酮联用 艾司氯胺酮是氯胺酮的右旋异构体,可拮抗N-甲基-D-天冬氨酸(N-methyl D-aspartic acid, NMDA)受体,阻断谷氨酸介导的Ca²⁺内流,抑制突触后兴奋性传递,发挥麻醉和镇痛作用。艾司氯胺酮的麻醉和镇痛效力是消旋体氯胺酮的2倍,是氯胺酮左旋异构体的4倍,其镇静强度、镇痛强度和运动兴奋度均较高,不良反应较少^[11]。但艾司氯胺酮可刺激交感神经、抑制儿茶酚胺再摄取,从而导致心率加快、心排血量增多、血压增高、脑血流量增多,同时升高颅内压和眼内压。而Dex通过激活 α_2 受体降低环磷酸腺苷(Cyclic adenosine monophosphate, cAMP)水平减弱蛋白激酶A

(Protein kinase A, PKA)对NMDA受体的磷酸化,从而降低其活性,可能间接调节了NMDA受体功能,且Dex抑制交感神经系统的活性,降低神经递质去甲肾上腺素释放,产生镇静、抗焦虑以及镇痛效果。当这2种药物联合应用时,它们在药理作用上的互补性提供了一种更加全面的镇痛和镇静策略。

在小儿扁桃体切除术中,与单纯经鼻给药Dex相比,经鼻给药Dex复合艾司氯胺酮的患儿在给药后10、20、30 min的改良警觉/镇静评分更低,镇静起效时间更快,分离焦虑评分和面罩接受度评分更低,表明艾司氯胺酮可增强儿童Dex经鼻给药的镇静效果^[12]。张世涛等^[13]研究发现艾司氯胺酮复合Dex术前滴鼻不仅可以获得良好的镇静效果,还可以减少Dex的用量,且不会加重心肌氧化应激损伤。

在俯卧位手术中,阿片类和苯二氮卓类药物可导致老年患者发生呼吸抑制,增加其麻醉管理风险。而艾司氯胺酮复合Dex可保留自主呼吸,不抑制循环系统,适用于老年高龄心功能较差患者。在老年患者椎体成形手术中,艾司氯胺酮联合Dex可发挥较好的镇静、镇痛效果,且对患者血流动力学和呼吸功能影响较小,安全性较高^[14]。也有研究^[15]认为,Dex复合亚麻醉剂量艾司氯胺酮对经皮椎体成形术老年患者的镇静镇痛效果确切,还可减轻应激反应,促进术后快速恢复。但在一项经皮内窥镜经椎间孔椎间盘切除术研究中发现,艾司氯胺酮联合Dex对呼吸和循环系统影响极小,可以降低此类手术在建立工作套管、摘取髓核、神经根松解等阶段的VAS评分^[16]。然而,该麻醉方法与术后头晕和精神不良反应的发生率增加有关,这也可能影响患者依从性。因此,使用Dex联合艾司氯胺酮的患者满意度并不高于单独使用Dex。

有研究^[17]将艾司氯胺酮0.5 mg/(kg·h)和Dex 0.2~0.5 μ g/(kg·h)复合输注用于髋关节置换术的老年慢性阻塞性肺疾病(Chronic obstructive pulmonary disease, COPD)患者,结果显示,复合用药可有效稳定老年COPD患者髋关节置换术中血流动力学,缩短术后苏醒时间,减轻术后苏醒期躁动程度及疼痛程度,安全性更高。研究发现,艾司氯胺酮复合Dex输注,可明显改善顽固型失眠伴抑郁症患者的睡眠质量及抑郁焦虑症状,且无呼吸抑制等不良反应^[18]。此外,复合用药也可减少患者术后躁动及认知功能损伤,减轻炎症反应和神经损伤^[19-20]。

乳腺癌根治术的切口创伤较大,不仅会让患者在麻醉苏醒期出现明显躁动、烦躁不安,术后患者会有明显的疼痛感,且疼痛会随着呼吸运动明显加剧。目前临床上使用的艾司氯胺酮可以减轻患者疼痛感,但单独用其治疗时,仍可能出现烦躁、谵妄等不良反应,甚至导致患者出现幻觉、精神错乱等症状^[21]。有研究^[22]探究了 Dex 联合艾司氯胺酮对老年乳腺癌根治术患者术后镇静、镇痛、患者自控镇痛(Patient-controlled analgesia, PCA)和不良反应的影响,发现 Dex 联合艾司氯胺酮可获得良好的镇静、镇痛效果,且梦魇、谵妄等不良反应及中心静脉压、平均动脉压(Mean arterial pressure, MAP)、心率(Heart rate, HR)等显著低于单用艾司氯胺酮。但有研究^[23]发现,虽然 Dex 联合艾司氯胺酮部分改善了乳腺癌改良根治术患者术后恢复质量,降低了心动过缓的发生率,但延长了清醒时间、拔管时间和麻醉恢复室停留时间,尤其是 Dex 联合 4 $\mu\text{g}/(\text{kg}\cdot\text{min})$ 艾司氯胺酮时更为明显。

Dex 联合艾司氯胺酮可以通过两者在镇静、镇痛方面的协同性获得更佳的镇静、镇痛效果。Dex 可以抑制艾司氯胺酮对交感神经系统的兴奋作用,而艾司氯胺酮可以减轻 Dex 减慢心率的作用,两者联合不仅可维持患者围术期血流动力学稳定,还被证实可减轻手术创伤所致的机体炎症反应,具备多维度的临床应用优势。上述研究提示在小儿、俯卧位、乳腺癌等手术麻醉中, Dex 联合艾司氯胺酮可能是一个较为合适的选择。

1.3 与丙泊酚联用 丙泊酚是用于全身麻醉诱导和维持最常见的静脉麻醉药,可通过 γ -氨基丁酸受体直接抑制神经元活性,而 Dex 通过激活 α_2 受体减少 NE 释放,间接降低中枢兴奋性。丙泊酚通过抑制钠通道间接抑制钙通道和间接减少钙内流,而 Dex 通过激活 α_2 受体降低细胞内 cAMP 水平,进一步抑制钙通道活性,协同减少神经递质释放。两者从不同通路增强镇静效果。Sen S 等^[24]研究发现, Dex 联合丙泊酚在相同的麻醉深度下可显著减少丙泊酚用量,节约用量达 48%~61%。Dex 是胃肠道内窥镜镜检查中丙泊酚的理想辅助药物,推荐剂量为 0.6~0.8 $\mu\text{g}/\text{kg}$ ^[25]。这种组合减少了丙泊酚的半数效应浓度(Half maximal effective concentration, EC50)和剂量,提供有效的镇静作用,减轻呼吸抑制且不会增加心动过缓发生风险或延长手术恢复期,提高患者满意度。此时,丙泊酚的 EC50 为

1.97~1.85 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 。而有研究^[26]表明,0.5~1 $\mu\text{g}/\text{kg}$ Dex 可有效降低丙泊酚靶控输注的 EC50,该剂量虽会引起患者 HR 降低,但并未导致心动过缓发生。丙泊酚剂量的减少与 Dex 剂量的增加使 MAP 更稳定,在内窥镜逆行胰胆管造影术中,丙泊酚-Dex 联合疗法也表现出良好的血流动力学稳定性,减少了丙泊酚需求量,恢复时间更快^[27]。

注射痛是丙泊酚麻醉诱导时常见的不良反应之一,发生率高达 28%~90%。有研究^[28]发现,在无痛胃镜丙泊酚诱导前使用 1 $\mu\text{g}/\text{kg}$ Dex 滴鼻可以明显减轻患者的注射痛,减少丙泊酚用量并降低并发症发生率,用药方便。研究发现,丙泊酚组大鼠心肌纤维排列紊乱,细胞水肿、溶解、少量散在炎细胞浸润; Dex 联合丙泊酚组的心肌纤维排列较丙泊酚组规则整齐,认为 Dex 可减轻大鼠丙泊酚输注综合征所致器官损伤,其机制可能与减轻线粒体内呼吸链的功能损害及改善脂肪酸分解代谢相关^[29]。但相关研究较少,后续需大量研究验证。

综上所述, Dex 与丙泊酚联合应用,不仅可实现更平稳有效的镇静效应、维持患者术中血流动力学稳定,还能通过减少丙泊酚总用量来降低药物间不良相互作用的发生风险,并减少呼吸抑制、注射痛等不良反应发生,从而在临床上提供一个更为安全、有效的麻醉方案。

1.4 与环泊酚联用 环泊酚是一种新型非巴比妥类全身麻醉药,属于短效 γ -氨基丁酸(γ -aminobutyric acid, GABA)受体激动剂,其与 GABA 受体的亲和力为丙泊酚的 4~5 倍,且环泊酚的治疗指数为 6.6,较丙泊酚高约 2.4 倍,其安全范围也更广^[30-32]。环泊酚同样可以通过激活 GABA 受体介导的离子通道,促进氯离子内流,导致神经细胞膜超极化,产生中枢神经抑制作用。相对于丙泊酚,其起效快、呼吸抑制较轻,对血流动力学的影响更小,且注射痛发生率较低。在腹腔镜胆囊切除术中,环泊酚联合 Dex 可获得稳定的血流动力学,且术后 3 d 血清白细胞介素 1 β (Interleukin-1 beta, IL-1 β)、IL-6 和肿瘤坏死因子 α (Tumor necrosis factor-alpha, TNF- α)等炎症因子水平明显低于单用环泊酚^[33]。有研究^[34-35]证实,在腹腔镜下子宫肌瘤切除术中,使用环泊酚联合小剂量 Dex 同样可以达到满意的麻醉效果,术后疼痛不明显,并能够有效减轻术后应激反应,从而降低不良反应发生率,改善预后。

2 与吸入麻醉药联用

七氟烷是一种无色、透明、有香味、无刺激性的挥发性液体,具有血/气分布系数小、药效快、恢复时间短、肝毒性低等优点,被广泛用于儿科麻醉诱导和维持。然而,七氟烷麻醉后苏醒谵妄或苏醒躁动的发生率很高,一项荟萃分析显示,行手术治疗并接受七氟烷麻醉的儿科患者,苏醒谵妄或苏醒躁动的发生率为31.4%^[36]。而苏醒谵妄或躁动可导致严重后果,如呕吐、误吸、喉痉挛,并显著延长住院时间^[37-38]。七氟烷诱发儿童术后苏醒期谵妄及躁动的病理生理机制尚未完全阐明,但现有证据表明,蓝斑核去甲肾上腺素能系统的异常激活可能是其核心神经通路之一。蓝斑核作为脑内主要去甲肾上腺素能神经元聚集区,在调控觉醒-睡眠周期中起关键作用。七氟烷可能通过干扰该区域 α_2 -肾上腺素能受体的正常功能,导致去甲肾上腺素释放失调,进而诱发苏醒期神经兴奋性增高及行为紊乱。右美托咪定(Dexmedetomidine, Dex)作为一种高选择性 α_2 -肾上腺素能受体激动剂,能够竞争性结合蓝斑核突触前膜受体,负反馈抑制去甲肾上腺素的释放,发挥镇静、抗焦虑及稳定血流动力学的作用。因此,右美托咪定与七氟烷联合应用,有望通过拮抗蓝斑核过度激活,有效预防或减轻儿童七氟烷麻醉相关的术后苏醒期谵妄与躁动。有研究^[39-40]发现,Dex还可能通过促进NLRP3炎症小体降解以及自噬-泛素通路减少海马脑炎症等机制来保护神经并改善认知功能障碍,预防儿童苏醒谵妄或躁动。且Dex对接受七氟烷全身麻醉患儿的恢复质量有积极影响,可缩短患儿睁眼时间、拔管时间和住院时间^[41]。研究发现,静脉使用不同剂量的Dex时效果不同,其中 $0.5 \mu\text{g}/\text{kg}$ 的剂量不仅能显著降低幼儿苏醒期躁动及镇痛抢救的发生率,还能通过减少丙泊酚和阿片类药物的用量,有效降低术后恶心呕吐的发生风险^[42]。而有研究^[43]认为,经鼻使用Dex时, $2.0 \mu\text{g}/\text{kg}$ 是减少儿科患者苏醒谵妄或苏醒躁动的发生,并减轻术后疼痛的最佳剂量。

研究认为,Dex可显著降低宫腔镜手术中七氟烷的最低有效肺泡浓度(Minimum alveolar concentration, MAC),但这种效果存在上限效应, $0.8 \mu\text{g}/\text{kg}$ 是Dex联用七氟烷时较为适宜的剂量,此时MAC为 $(1.03 \pm 0.10)\%$ ^[44]。

研究发现, $2.0 \mu\text{g}/\text{kg}$ 的Dex进行滴鼻可有效缓解地氟烷吸入麻醉患儿术后躁动,对患儿术中血流

动力学稳态维持效果最好;同时不会增加术后恶心、呕吐等不良事件风险^[45]。对于腹部外科手术老年患者,地氟烷复合Dex麻醉也可有效减少应激反应,降低患者苏醒期的躁动发生率^[46]。此外,研究还发现,相较于单独使用地氟烷,Dex联合地氟烷可降低老年患者术后神经认知障碍的发生率,并降低术后炎症细胞数^[47]。

综上所述,Dex可以降低七氟烷的MAC,与七氟烷或地氟烷联用均可维持术中血流动力学稳定,减少麻醉苏醒期躁动的发生。

3 与局部麻醉药联用

Dex作为局部麻醉佐剂,不仅能提供更优的术后镇痛效果,还能显著延长局部麻醉药的作用时效^[48-49]。其相对于其他佐剂具有一定的优势,Dex作为一种 α_2 -肾上腺素能受体激动剂,具有镇静、镇痛、抗焦虑、抑制交感神经活动、无明显呼吸抑制和稳定血流动力学等特性。一项荟萃分析显示,与单独使用罗哌卡因相比,罗哌卡因联合Dex在椎旁、臂丛、硬膜外等不同神经阻滞麻醉手术中显著延长了术后镇痛和感觉/运动阻滞的持续时间,并减少舒芬太尼需求量及术后恶心呕吐发生率^[50]。Dex溶液的辅料为氯化钠,不含其他赋形剂,这为其椎管内应用提供了一定的安全性基础。研究发现,在剖宫产蛛网膜下腔阻滞中,鞘内注射右美托咪定作为布比卡因的辅助用药,与单用布比卡因相比,可显著延长产妇的感觉阻滞与运动阻滞时长;同时可改善麻醉后1h的镇痛效果,且产妇与新生儿的不良反应发生率与单用布比卡因方案无显著差异;但Dex的最佳应用剂量仍有待进一步研究^[51]。在一项动物实验中发现,Dex可以通过抑制脊髓神经元凋亡减轻丁哌卡因脊髓神经毒性,其机制与激活PI3K/Akt通路有关^[52]。然而,目前尚缺乏相关的临床证据支持。

4 小结与展望

Dex与多种麻醉药物的联合使用显著提升了麻醉效率并保障了麻醉安全性,尤其适用于复杂手术和精细镇痛管理。通过分析不同药物组合发现,这种协同用药策略不仅能减少药物剂量和潜在不良反应,还能提供持久的镇痛效果和稳定的麻醉状态。此外,联合用药方案可明显改善患者术后恢复质量,尤其体现在减轻术后急性疼痛、加快患者意

识苏醒进程。但目前多数研究数据均来源于特定人群、单中心及单一临床场景,且关于药物间相互作用的长期影响尚未完全明了,需要更多长期跟踪研究来验证这些药物组合的安全性和效果。此外,某些联合用药方案在儿科、老年或有严重共病患者中的研究尚不充分,这些患者的药物反应可能与无严重基础合并症的成年患者不同。未来应进行多中心、多样本的随机对照试验,以增强结果的普适性。同时,探索 Dex 与新兴麻醉药物或技术的联合应用,并利用最新药物释放技术,可能提供更安全、有效的麻醉管理方案。研究还应深入探讨药物剂量、给药时间点与术后恢复之间的关系,以优化个体化麻醉治疗策略。

所有作者均声明不存在利益冲突关系。

参考文献:

- [1] Weerink M A S, Struys M M R F, Hannivoort L N, et al. Clinical pharmacokinetics and pharmacodynamics of dexmedetomidine[J]. *Clin Pharmacokinet*, 2017, 56(8): 893-913.
- [2] 吴新民,薛张纲,马虹,等. 右美托咪定临床应用专家共识(2018)[J]. *临床麻醉学杂志*, 2018, 34(8): 820-823.
- [3] Xiong Z, Yi P, Song J, et al. Dezocine prevents sufentanil-induced cough during general anesthesia induction: a meta-analysis of randomised controlled trials [J]. *BMC Anesthesiol*, 2020, 20(1): 154.
- [4] 石梦竹,许琦琦,卞绍波,等. 麻醉诱导前主动咳嗽对吸烟患者舒芬太尼诱发呛咳反应影响[J]. *临床军医杂志*, 2022, 50(6): 639-641.
- [5] Zheng L, Fang T, Zhang W, et al. Beneficial effects of low-dose intravenous dexmedetomidine premedication in patient undergoing laparoscopic cholecystectomy under general anesthesia: a prospective, double-blind, randomized controlled trial[J]. *Drug Des Devel Ther*, 2024, 18: 443-452.
- [6] 赵晓龙,张成江,赵锦阳. 右美托咪定经鼻与静脉给药预防舒芬太尼呛咳反应的效果比较[J]. *临床医学研究与实践*, 2024, 9(22): 64-67.
- [7] Koo C H, Yoon S, Kim B R, et al. Intraoperative naloxone reduces remifentanyl-induced postoperative hyperalgesia but not pain: a randomized controlled trial [J]. *Br J Anaesth*, 2017, 119(6): 1161-1168.
- [8] 罗宇,王琳,李高炜,等. 右美托咪定上调外周血微小RNA183改善瑞芬太尼相关痛觉过敏的临床研究[J]. *中华医学杂志*, 2021, 101(17): 1246-1249.
- [9] Peng C, Li L, Zhang M D, et al. miR-183 cluster scales mechanical pain sensitivity by regulating basal and neuropathic pain genes[J]. *Science*, 2017, 356(6343): 1168-1171.
- [10] Liu X, Cai H, Peng L, et al. Microglial Nrf2/HO-1 signaling gates remifentanyl-induced hyperalgesia via suppressing TRPV4-mediated M1 polarization[J]. *Free Radic Biol Med*, 2024, 214: 87-100.
- [11] Hashimoto K. Molecular mechanisms of the rapid-acting and long-lasting antidepressant actions of (R)-ketamine [J]. *Biochem Pharmacol*, 2020, 177: 113935.
- [12] 陈丽君,王翔锋,林芬. 艾司氯胺酮对儿童右美托咪定经鼻给药镇静效果的影响[J]. *福建医药杂志*, 2022, 44(4): 42-46.
- [13] 张世涛,吴仁丰,梁小青. 艾司氯胺酮复合右美托咪定术前滴鼻对先天性心脏病手术患儿血流动力学水平及心肌氧化应激损伤的影响[J]. *中国医刊*, 2024, 59(4): 387-391.
- [14] 陈毓铭,苏志辉,宋建阳. 艾司氯胺酮联合右美托咪定在椎体压缩性骨折患者椎体成形术中的应用效果[J]. *临床合理用药*, 2023, 16(24): 107-110.
- [15] 刘耿,章壮云,胡建,等. 右美托咪定复合艾司氯胺酮对老年经皮椎体成形术患者应激反应的影响[J]. *实用临床医药杂志*, 2023, 27(1): 79-83.
- [16] Zhou J S, Chen Z, Liu Y Y, et al. Observation on the analgesic effect of different doses of a combination of esketamine and dexmedetomidine administered for percutaneous endoscopic transforaminal discectomy: a randomized, double-blind controlled trial[J]. *CNS Drugs*, 2024, 38(7): 547-558.
- [17] 陈杰,李莎,李千一,等. 艾司氯胺酮联合右美托咪定在老年慢性阻塞性肺疾病患者髋关节置换术中的应用效果研究[J]. *实用心脑血管病杂志*, 2023, 31(5): 116-120.
- [18] 刘雨思,胡淇云,韩亮,等. 右美托咪定复合艾司氯胺酮治疗顽固性失眠伴抑郁症患者的有效性[J]. *临床麻醉学杂志*, 2024, 40(4): 357-362.
- [19] Hu F, Wang Q, Yang Y, et al. The impact of esketamine combined with dexmedetomidine on laparoscopic gallbladder surgery: a randomized controlled trial[J]. *Altern Ther Health Med*, 2024, 30(2): 25-29.
- [20] 毛国华,王志. 艾司氯胺酮联合右美托咪定对腹腔镜全子宫切除术患者术后早期认知功能的影响[J]. *现代肿瘤医学*, 2023, 31(21): 4020-4025.
- [21] 张海贤,梁婉珍,阳兴,等. 不同剂量艾司氯胺酮复合舒芬太尼对乳腺癌术后早期情绪及恢复质量的影响分析[J]. *现代诊断与治疗*, 2022, 33(17): 2557-2559.

- [22] 罗文文,罗文姿,张满和,等. 右美托咪定联合艾司氯胺酮对老年乳腺癌根治术患者术后镇痛、镇静、PCA和不良反应的效果[J]. 中国老年学杂志, 2023, 43(21):5205-5208.
- [23] Huang Z, Liu N, Hu S, et al. Effect of dexmedetomidine and two different doses of esketamine combined infusion on the quality of recovery in patients undergoing modified radical mastectomy for breast cancer—a randomised controlled study [J]. *Drug Des Devel Ther*, 2023, 17: 2613-2621.
- [24] Sen S, Chakraborty J, Santra S, et al. The effect of dexmedetomidine infusion on propofol requirement for maintenance of optimum depth of anaesthesia during elective spine surgery [J]. *Indian J Anaesth*, 2013, 57(4):358-363.
- [25] Xu H C, Ye Q, Wu L, et al. The EC50 of propofol with different doses of dexmedetomidine during gastrointestinal endoscopy: a double-blind, placebo-controlled trial [J]. *Medicine*, 2024, 103(23):e38421.
- [26] Chen H Y, Deng F, Tang S H, et al. Effect of different doses of dexmedetomidine on the Median effective concentration of propofol during gastrointestinal endoscopy: a randomized controlled trial [J]. *Br J Clin Pharmacol*, 2023, 89(6):1799-1808.
- [27] 李向博,袁莉,李国利,等. 不同剂量右美托咪定复合丙泊酚在内镜下逆行胰胆管造影术中麻醉效果比较[J]. 神经药理学报, 2023, 13(1):16-20.
- [28] 练胜强,彭小兰,谢晓燕. 右美托咪定滴鼻对胃镜检查中丙泊酚注射痛及用量的影响[J]. 临床医学工程, 2021, 28(6):713-714.
- [29] 孙金辉,何毕晨,顾冰蕊,等. 右美托咪定减轻大鼠丙泊酚输注综合征的研究[J]. 新疆医科大学学报, 2024, 47(6):804-809.
- [30] Wei Y, Qiu G, Lei B, et al. Oral delivery of propofol with methoxymethylphosphonic acid as the delivery vehicle [J]. *J Med Chem*, 2017, 60(20):8580-8590.
- [31] Liao J, Li M, Huang C, et al. Pharmacodynamics and pharmacokinetics of HSK3486, a novel 2, 6-disubstituted phenol derivative as a general anesthetic [J]. *Front Pharmacol*, 2022, 13:830791.
- [32] Sneyd J R, Absalom A R, Barends C R M, et al. Hypotension during propofol sedation for colonoscopy: a retrospective exploratory analysis and meta-analysis [J]. *Br J Anaesth*, 2022, 128(4):610-622.
- [33] 解飞,胡艳丽,周海,等. 环泊酚与小剂量右美托咪定复合镇痛腹腔镜胆囊切除术治疗胆囊结石患者麻醉效果研究 [J]. 实用肝脏病杂志, 2024, 27(3): 462-465.
- [34] 尚艳红,何静,郑重,等. 腹腔镜下子宫肌瘤切除术采用环泊酚与小剂量右美托咪定复合麻醉的效果[J]. 实用妇科内分泌电子杂志, 2023, 10(28):61-64.
- [35] 刘璐. 环泊酚与小剂量右美托咪定复合麻醉对腹腔镜下子宫肌瘤切除术麻醉效果及术后应激反应的影响 [J]. 实用妇科内分泌电子杂志, 2022, 9(19): 72-74.
- [36] Farag R S, Spicer A C, Iyer G, et al. Incidence of emergence agitation in children undergoing sevoflurane anesthesia compared to isoflurane anesthesia; an updated systematic review and meta-analysis [J]. *Paediatr Anaesth*, 2024, 34(4):304-317.
- [37] Park S K, Lim T, Cho H, et al. Comparative effectiveness of pharmacological interventions to prevent postoperative delirium: a network meta-analysis [J]. *Sci Rep*, 2021, 11(1):11922.
- [38] Sudhakar G, Aneja J, Gehlawat P, et al. A prospective cohort study of emergence delirium and its clinical correlates in a pediatric intensive care unit in North India [J]. *Asian J Psychiatr*, 2022, 72:103070.
- [39] Zhang L, Xiao F, Zhang J, et al. Dexmedetomidine mitigated NLRP3-mediated neuroinflammation *via* the ubiquitin-autophagy pathway to improve perioperative neurocognitive disorder in mice [J]. *Front Pharmacol*, 2021, 12:646265.
- [40] Dumbuya J S, Li S, Liang L, et al. Paediatric sepsis-associated encephalopathy (SAE): a comprehensive review [J]. *Mol Med*, 2023, 29(1):27.
- [41] Tang W, He D, Liu Y. Effect of Dexmedetomidine in children undergoing general anaesthesia with sevoflurane: a meta-analysis and systematic review [J]. *J Int Med Res*, 2020, 48(6):0300060520927530.
- [42] Tang Y, Song Y, Tian W, et al. A systematic review and meta-analysis on the efficacy and safety of dexmedetomidine combined with sevoflurane anesthesia on emergence agitation in children [J]. *Transl Pediatr*, 2022, 11(7):1156-1170.
- [43] Li Y, Jiang Y, Zhang L. The effect of different dosage of intranasal dexmedetomidine on preventing emergence delirium or agitation in children: a network meta-analysis of randomized controlled trials [J]. *PLoS One*, 2024, 19(9):e0304796.
- [44] Guo Y X, Luo K, Jiang P P, et al. Minimal alveolar concentration of sevoflurane in combination with dexmedetomidine in patients with hysteroscopy: an up-down sequential allocation study [J]. *Basic Clin Pharmacol Toxicol*, 2022, 131(5):364-371.
- [45] 彭景燕,李玉霞,杨运亮,等. 不同剂量右美托咪定滴

- 鼻对小儿地氟烷吸入麻醉术后躁动、恶心及呕吐的改善效果研究[J]. 川北医学院学报, 2022, 37(11): 1447-1450.
- [46] 邓双钊,莫平,黎铨初,等. 地氟烷复合右美托咪定在老年腹部外科手术患者的临床运用效果分析[J]. 现代诊断与治疗, 2022, 33(10): 1480-1483.
- [47] Hu Y, Ye Y, Lin H, et al. Feasibility study of use of desflurane combined with dexmedetomidine in inhibiting postoperative neurocognitive disorders in elderly patients under general anesthesia: a perspective study [J]. *Ibrain*, 2022, 10(2): 186-196.
- [48] Chen Z, Liu Z, Feng C, et al. Dexmedetomidine as an adjuvant in peripheral nerve block [J]. *Drug Des Devel Ther*, 2023, 17: 1463-1484.
- [49] Xuan C, Yan W, Wang D, et al. The facilitatory effects of adjuvant pharmaceuticals to prolong the duration of local anesthetic for peripheral nerve block: a systematic review and network meta-analysis [J]. *Anesth Analg*, 2021, 133(3): 620-629.
- [50] Li F, Guo L, Huang Z, et al. Effects of dexmedetomidine as an adjuvant to ropivacaine or ropivacaine alone on duration of postoperative analgesia: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials [J]. *PLoS One*, 2023, 18(10): e0287296.
- [51] Giaccari L G, Coppolino F, Aurilio C, et al. Is intrathecal bupivacaine plus dexmedetomidine superior to bupivacaine in spinal anesthesia for a cesarean section A systematic review and meta-analysis [J]. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*, 2024, 28(15): 4067-4079.
- [52] 韦丽玲,罗云鹏,赖坚,等. 右美托咪定对布比卡因脊髓神经毒性的作用及相关机制[J]. 广西医科大学学报, 2022, 39(8): 1185-1191.
- (收稿: 2025-01-09) (修回: 2025-05-17)
(责任编辑: 尹丹)

(上接第 254 页)

- [48] Zonneveld M I, Van Herwijnen M J C, Fernandez-Gutierrez M M, et al. Human milk extracellular vesicles target nodes in interconnected signalling pathways that enhance oral epithelial barrier function and dampen immune responses [J]. *J Extracell Vesicles*, 2021, 10(5): e12071.
- [49] Van Herwijnen M J C, Driedonks T A P, Snoek B L, et al. Abundantly present miRNAs in milk-derived extracellular vesicles are conserved between mammals [J]. *Front Nutr*, 2018, 5: 81.
- [50] Ma L, Shen Q, Lyu W, et al. *Clostridium butyricum* and its derived extracellular vesicles modulate gut homeostasis and ameliorate acute experimental colitis [J]. *Microbiol Spectr*, 2022, 10(4): e0136822.
- [51] Wang X, Lin S, Wang L, et al. Versatility of bacterial outer membrane vesicles in regulating intestinal homeostasis [J]. *Sci Adv*, 2023, 9(11): eade5079.
- [52] Ma L, Lyu W, Song Y, et al. Anti-inflammatory effect of *Clostridium butyricum*-derived extracellular vesicles in ulcerative colitis: impact on host microRNAs expressions and gut microbiome profiles [J]. *Mol Nutr Food Res*, 2023, 67(13): e2200884.
- (收稿: 2025-06-09) (修回: 2025-11-29)
(责任编辑: 何明)