

经皮穴位电刺激在术后镇痛中的临床应用进展

唐倩倩¹ 徐艳¹ 姜春玲¹ 李岩松²

¹ 四川大学华西医院麻醉科, 四川成都 610041; ² 西安交通大学医学院第一附属医院麻醉手术部 & 脑科学中心, 陕西西安 710061

通信作者: 李岩松, Email: liyansong.inter@163.com

【摘要】 术后急性疼痛若不能被充分控制, 不仅影响患者术后早期康复, 还可能发展为慢性术后疼痛 (CPSP)。目前, 临床常用的镇痛策略是以静脉阿片类药物为主的多模式镇痛, 尽管这种方法能有效缓解术后疼痛, 但阿片类药物相关副作用限制了其广泛应用。近年来, 随着中西医结合医学的发展, 多项研究表明, 结合经皮穴位电刺激 (TEAS) 的多模式镇痛策略在术后镇痛中展现出了显著优势。TEAS 不仅能减轻术后疼痛, 减少阿片类药物的使用及相关副作用, 还能促进患者术后康复。本文拟从 TEAS 的镇痛机制及其在术后多模式镇痛中的应用等方面进行综述, 以期为临床医师在术后多模式镇痛中合理应用 TEAS 提供参考。

【关键词】 经皮穴位电刺激; 术后镇痛; 急性术后疼痛; 慢性术后疼痛

基金项目: 四川省科技计划项目 (2025NSFSCR0135); 四川省中医药管理局科学技术研究专项项目 (25ZDIZX035)

DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2025.04.022

Clinical application of transcutaneous electrical acupoint stimulation in postoperative analgesia

Tang Qianqian¹, Xu Yan¹, Jiang Chunling¹, Li Yansong²

¹Department of Anesthesiology, West China Hospital, Sichuan University, Chengdu 610041, Sichuan, China; ²Department of Anesthesiology & Center for Brain Science, the First Affiliated Hospital of Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710061, Shaanxi, China

Corresponding author: Li Yansong, Email: liyansong.inter@163.com

【Abstract】 Postoperative acute pain can significantly hinder early postoperative recovery if inadequately managed, and may even progress to chronic postsurgical pain (CPSP). The current clinical practice primarily relies on multimodal analgesia strategies, with intravenous opioids being the cornerstone. Although effective in alleviating postoperative pain, the associated adverse effects of opioids have limited their widespread use. In recent years, with the development of integrative medicine combining Western and traditional Chinese medicine, numerous studies have demonstrated that incorporating transcutaneous electrical acupoint stimulation (TEAS) into multimodal analgesia protocols confers significant benefits for postoperative pain management. TEAS not only reduces postoperative pain and opioid consumption but also mitigates opioid-related side effects, thereby facilitating patient recovery. This review aims to provide a comprehensive overview of the analgesic mechanisms of TEAS, its application within multimodal analgesia for postoperative pain, and its potential to serve as a valuable reference for clinicians seeking to optimize postoperative pain management strategies.

【Key words】 Transcutaneous electrical acupoint stimulation; Postoperative analgesia; Acute postoperative pain; Chronic postsurgical pain

Fund program: Sichuan Provincial Science and Technology Program (2025NSFSCR0135); Sichuan Provincial Administration of Traditional Chinese Medicine Science and Technology Special Research Project (25ZDIZX035)

DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2025.04.022

全球每年约有 3.1 亿人次接受手术治疗^[1-2], 其中, 超过 80% 的患者在术后早期经历了急性疼痛^[3]。一项来自 122 家研究中心的 26 193 例患者的横断面调查显示, 超过 48.7% 的患者在术后第 1 天经历了中 - 重度疼痛, 其中, 重度疼痛患者达 32.2%^[4]。术后急性疼痛控制不佳, 阻碍了患者术后快速康复。根据手术类型不同, 有 10% ~ 56% 的患者将会发展为慢性术后疼痛 (chronic postsurgical pain, CPSP), 严重影响患者预后^[5-7]。以静脉阿片类药物为主的多模式镇痛是目前临床常用的镇痛策略, 然而, 阿片类药物的相关副作用, 如恶心、呕吐、肠梗阻、呼吸抑制、痛觉过敏及免疫功能抑制等, 限制了该药的使用剂量, 从而影响了镇痛效果, 也不利于

患者的快速康复^[8]。因此, 寻找一种非阿片类药物疗法, 优化现有的多模式镇痛策略, 减轻患者术后疼痛, 减少阿片类药物使用, 对于促进患者术后快速康复有重要意义。

近年来, 随着国家对中医的重视及精准医疗的需要, 中医理论及技术在临床上得到了再认识及拓展。穴位刺激是传统中医理论的重要组成部分, 它是指应用手针、电针、针刺、经皮穴位电刺激 (transcutaneous electrical acupoint stimulation, TEAS) 等技术刺激穴位产生针刺感应 (得气), 并通过神经、内分泌、免疫等系统的调控作用, 对多个器官和系统产生保护作用, 有安全、无不良反应等特点^[9-10]。其中, TEAS 通过将输出端改为电极贴片, 对目标穴位施加低电压、

高频电流以改变周围神经的活动,从而产生针刺感应^[10]。该疗法不仅改善了传统针灸和电针进针时的疼痛感,也减少了患者惧针感,增加了舒适度,有无创、无痛、操作简单、感染发生率低等多重优点^[11-13]。研究表明,联合 TEAS 的多模式镇痛策略能发挥显著的术后镇痛作用^[13-15]。然而,TEAS 的具体效果因手术类型的不同而有所差异,原因可能与所选取的穴位、刺激的频率强度、波形、介入的时机及治疗持续时间等不同有关。因此,本文将从 TEAS 的镇痛机制及其在术后多模式镇痛中的应用等方面进行详细阐述,以期临床医师在术后多模式镇痛中合理应用 TEAS 治疗提供参考。

1 TEAS 的镇痛机制

目前,关于 TEAS 的镇痛作用机制尚不明确,现有关于 TEAS 机制的假说均源于针灸和电针机制的相关报道。现有证据表明,电针产生镇痛作用的机制涉及包括内啡肽和肾上腺素能等多个系统,其中内啡肽系统起关键作用^[16]。内啡肽家族包括多种不同类型的肽类,如 β -内啡肽、脑啡肽、抗内啡肽、强啡肽等,主要是垂体释放的内源性镇痛物质。既往研究表明,不同类型内啡肽的释放与受到的刺激频率相关,频率为 2 Hz 的电针主要促进脑啡肽、 β -内啡肽和内啡肽的释放,当频率为 100 Hz 时,则选择性地促进抗内啡肽释放;而当这两种频率结合使用时,则可同时促进 4 种阿片类肽的释放,从而产生协同镇痛的效果,这一发现已在糖尿病性神经性疼痛和腰痛等各种慢性疼痛的临床研究中得到了证实^[16-17]。此外,研究显示,内啡肽既可通过与 μ 受体结合发挥镇痛作用,也可通过抑制 P 物质等递质的释放,阻断疼痛相关的通路,进而发挥镇痛作用^[18]。也有研究显示,内啡肽还可通过阻断促炎细胞因子的释放,减轻神经性炎症反应的程度,进而减轻外周和中枢神经系统的敏化,从而减轻炎症性和神经性疼痛^[19-20]。

2 TEAS 在术后多模式镇痛中的应用

2.1 TEAS 联合多模式镇痛减轻术后急性疼痛: TEAS 作为一种新的术后多模式镇痛辅助措施,因其无创、非药物、操作简便等特点,近年来愈发受到临床医师的重视,不仅减轻了术后疼痛,也为高敏体质、易药物耐受的患者提供了一种新的选择,成为目前围术期多模式镇痛的重要措施之一。

Zhou 等^[14]的研究表明,在腹腔镜胃癌根治术后的 1~3 d,每天早晚,分别在患者双侧合谷、内关、胃俞、小肠俞、足三里、上巨虚等多个穴位,给予持续 30 min 的 TEAS 治疗,相较于常规镇痛组患者,不仅可降低患者术后 1~5 d 的疼痛强度,还可减少术后阿片类药物的使用率。Meng 等^[15]的 Meta 分析表明,TEAS 可在腹腔镜术后早期有效缓解疼痛,并减少补救性镇痛的次数,进而提高患者术后生活质量,缩短术后住院时间,且无严重不良反应,因此,提示 TEAS 治疗可被推荐作为腹腔镜术后多模式镇痛的措施之一。Ao 等^[21]在乳腺癌根治术中分别在麻醉诱导前、术后 4 h 和 12 h,在患者双侧合谷、内关和足三里穴给予持续 30 min 的 TEAS 治疗,结果显示,TEAS 可显著降低乳腺癌患者术后 12~24 h 的疼痛评分,同时降低术后 48 h 内的阿片类药物累计消耗量和

术后恶心呕吐的发生率。Wu 等^[22]的研究也表明,TEAS 在减轻术后疼痛和阿片类药物消耗方面也显示出了积极作用,主要是通过麻醉诱导前 30 min 至手术结束,给予患者双侧足三里和三阴交穴持续 30 min 的 TEAS 治疗,术后 1~4 d,给予双侧太冲和内关穴持续 30 min 的刺激治疗,每天 1 次。Maurer 等^[23]在前列腺癌根治术中选用压针,对内关、耳穴和三阴交 3 个穴位从术后即刻开始到术后第 3 天,进行持续 3 d 的治疗,结果显示,与对照组比较,针刺组患者术后疼痛水平明显降低。此外,Chen 等^[24]的研究显示,TEAS 在疼痛剧烈的胸科手术中亦表现出了积极作用,通过麻醉诱导前 30 min 至手术结束,对患者双侧合谷、内关、后溪、支沟等穴位进行持续 TEAS 治疗,并于术后 6、24 和 48 h 继续间歇性进行 30 min TEAS 治疗,可显著降低 TEAS 组患者术后 6、24 和 48 h 疼痛评分和术后镇痛泵的按压次数。

值得关注的是,Wang 等^[25]对 2021 年及之前 TEAS 用于术后镇痛的相关研究(如乳腺手术、肺部手术、开颅手术、胸科手术、腹股沟疝修补术、泌尿手术、妇科手术等)进行 Meta 分析,结果表明,TEAS 虽可降低开放手术和微创手术术后 24 h 的疼痛评分,但改善程度(疼痛评分的标准化均数差值)在开放手术中并不显著,常小于最小临床重要性差值(minimum clinically important difference, MCID; 疼痛评分 < 1 分,开颅手术除外)^[26],而在微创手术中,疼痛评分的改善程度均 > MCID。此外,现有的关于 TEAS 用于术后镇痛的研究通常并未区分静息痛和咳嗽、深呼吸等功能活动时引起的活动痛,而既往研究显示,同一镇痛策略对于静息痛和活动痛的效果并不同^[27-28]。因此,将静息痛和活动痛视作一个整体进行研究可能会掩盖 TEAS 的真实效果。因此,有必要在未来的 TEAS 镇痛研究中,对静息痛和活动痛进一步区分,以便后续更好地将 TEAS 用于术后镇痛。

2.2 TEAS 联合多模式镇痛减轻 CPSP: CPSP 是指在手术后(组织损伤后)出现,在损伤愈合后(>3 个月)仍持续存在于手术区域的疼痛,且排除了任何器质性疼痛的原因^[29]。CPSP 通常由难以控制的术后急性疼痛转变而成,多见于乳腺手术、截肢手术、胸科手术等。Lu 等^[30]的研究表明,于麻醉诱导前 30 min,对 576 例 18~65 岁计划在全身麻醉下接受择期乳腺癌根治术的女性双侧内关和膻中穴进行持续 30 min 的 TEAS 治疗,通过术后 6 个月电话随访发现,TEAS 组患者术后 6 个月 CPSP 的发生率明显低于假刺激组(22.1% 比 34.6%, $P=0.001$),但在慢性疼痛评分上差异无统计学意义。尽管 TEAS 在乳腺手术 CPSP 中显示出积极作用,但在其他高 CPSP 发生率的手术中的应用情况尚不清楚,未来还需更多高质量的前瞻性研究来完善,以充分发挥 TEAS 促进患者术后康复的优势。

2.3 TEAS 联合多模式镇痛减轻药物注射痛: TEAS 除了用于术后急慢性疼痛外,近年来也逐渐应用于药物注射痛。Jin 等^[31]对拟接受丙泊酚用于宫腔镜检查或手术的患者双侧内关和合谷穴进行持续 30 min 的 TEAS 治疗,并同时联合利多卡因预注射,发现该策略相较于单独利多卡因预注射可显

著降低丙泊酚注射痛,同时可降低患者术后恶心呕吐的发生率及术后腹部疼痛程度。Yildiz 等^[32]的研究表明,在术前 30 min 对拟使用非去极化肌松药罗库溴铵注射剂的患者双侧合谷和内关穴进行持续 30 min 的 TEAS 治疗,可显著降低罗库溴铵注射痛的发生率和严重程度。现有评估 TEAS 用于注射痛的研究有一些局限性,如样本量有限,未对减轻注射痛的相关机制进行探索分析等。

3 TEAS 的实施策略

3.1 穴位的选择:穴位的选择是影响 TEAS 镇痛作用的关键因素之一。不恰当的穴位治疗可能会导致相反的效果。“经络所在,主治所及”“以痛为腧”是《黄帝内经》中取穴的核心思想,该取穴方式常被用于慢性病的防治。但对于术后疼痛的防治,除了上述取穴方法,还应在经验选穴的基础上,从解剖生理学和神经学的角度,结合相应手术部位涉及的神经节段支配理论综合考虑,合理选穴。根据《穴位刺激围术期应用专家共识》^[11]推荐,术后镇痛取穴应遵循“局部取穴、远端取穴及经验取穴为主”的原则。局部取穴指以手术部位为中心,选择靠近手术部位取穴,以达到镇痛的效果。远端取穴常循经选穴,即选择与手术区域相同经脉上的穴位或远离手术区域的穴位。经验取穴则常选择合谷、足三里、内关、人中、三阴交等与疼痛相关的穴位。结合既往文献的报告,常见胸科手术镇痛多选取合谷、内关、后溪等穴位^[24],腹部手术多选择合谷、内关、胃俞、小肠俞、足三里、上巨虚等穴位^[14],颅脑手术多选择合谷、内关、足三里等穴位^[33],膝关节手术多选择梁丘、血海、足三里、阴陵泉等穴位^[34],脊柱手术常选择足三里、三阴交等穴位^[22],乳腺癌 CPSP 防治可选择内关和膻中等穴位^[35]。

3.2 穴位的组合:穴位的选择可在同一经络或不同经络上,不同穴位的组合产生的效果亦不相同^[35],同时必须考虑到患者的方便性和舒适度。尽管现有关于穴位的选择可根据经络理论和既往文献研究结果,但针对不同手术术后镇痛穴位的选择尚缺乏统一标准;同时,针对同一类手术不同穴位组合效果的比较,均有待未来的研究进一步完善。

3.3 刺激频率及强度的选择:针灸时,当患者出现“酸、麻、胀、痛”这种特殊感觉时,针刺镇痛才有效,这种特殊的感受被称为“得气感”^[10]。而 TEAS 主要通过设置频率、强度、持续时间等参数,使患者产生与“得气感”类似的感觉,以达到镇痛的效果。目前,临床上常用的 TEAS 治疗频率是 2~100 Hz,将 2~10 Hz 归为低频,50~100 Hz 归为高频。研究显示,低频主要促进内啡肽和脑啡肽的释放,而高频则主要引起强啡肽的释放,当将低频/高频交替使用时,则可激发多种肽类物质同时释放,从而发挥协同镇痛作用,有助于避免因单一频率长时间刺激使患者产生耐受^[17,36]。因此,根据《穴位刺激辅助治疗术后疼痛临床实践指南(2021)》^[36]建议,当 TEAS 用于术后辅助镇痛时,应使用低频与高频相结合的疏密波。对于电刺激强度的选择,主要受患者主观感知的影响,研究显示,若选择的刺激强度适当,可使正常人的痛阈和耐痛阈提高 65% 左右^[37]。而在既往研究中,均推荐

以“患者所能耐受的最大强度为适宜强度”,当刺激强度逐渐增加时,患者会自诉有“蚁行感”,此时,继续增加刺激强度至患者自诉不适感难以忍受时,则达到 TEAS 治疗时所需的电刺激强度^[14,38]。

3.4 TEAS 介入的时机及持续时间选择:Zhou 等^[14]对行腹腔镜胃癌手术的患者术后 1~3 d 进行持续 30 min 的 TEAS 治疗,每天 2 次,患者的疼痛评分和阿片类药物的使用率均得到改善。Ao 等^[21]对接受乳腺癌根治术的患者在麻醉诱导前、术后 4 h 和 12 h,给予持续 30 min 的 TEAS 治疗,亦降低了术后 12~24 h 的疼痛评分和术后 48 h 内阿片类药物累计消耗量。由此可见,不同研究针对 TEAS 治疗介入时机的选择并不相同。动物研究显示,低频电针从治疗开始到产生镇痛效果至少需要 15 min,而持续刺激 30 min 以上,可使内啡肽及脑啡肽等起主要镇痛作用的物质发挥作用,持续 45 min 则可使镇痛效果达到高峰,随后镇痛效果便出现降低趋势^[39]。研究表明,相同参数设置条件下,刺激持续时间越长,其镇痛作用反而会因“耐受”而逐渐降低,其原因可能是因长时间刺激,激活了负反馈机制,从而导致镇痛效果降低^[40]。Cheing 等^[41]的研究表明,刺激持续 40 min,TEAS 在疼痛评分降低程度和维持镇痛时间方面均显示出了最佳效果。根据《穴位刺激辅助治疗术后疼痛临床实践指南(2021)》^[36]建议,TEAS 用于术后辅助镇痛时,刺激介入时机主要以术前或术后为主,也可二者相结合。

然而,对于 TEAS 的参数设置,尽管有相关指南共识或文献^[35-36]为临床应用提供参考,但目前尚缺乏大样本、多中心前瞻性随机对照研究对不同参数设置的效果进行比较以确定最佳的介入时机和持续时间。

4 总结及展望

TEAS 作为一种新的中医治疗技术,目前已被广泛应用于各种术后急性疼痛管理中,由于其有无创、非药物、操作简单等优点,为临床医师在制定低阿片类多模式镇痛策略时提供了新选择,不仅有助于减轻术后疼痛,还可减少围术期阿片类药物的使用。但基于 TEAS 镇痛相关的研究现状和临床术后疼痛控制现状的实际需求,在未来的 TEAS 镇痛相关研究中,还应进一步关注不同穴位组合刺激之间效果的比较,以确定最合适的穴位;此外,TEAS 用于术后镇痛的经济因素、TEAS 介入术后疼痛治疗的最佳介入时机、TEAS 治疗对于 CPSP 及患者远期生存质量的影响等亦是未来值得关注的方向。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] Meara JG, Leather AJ, Hagander L, et al. Global Surgery 2030: evidence and solutions for achieving health, welfare, and economic development [J]. Lancet, 2015, 386 (9993): 569-624. DOI: 10.1016/S0140-6736(15)60160-X.
- [2] Weiser TG, Haynes AB, Molina G, et al. Estimate of the global volume of surgery in 2012: an assessment supporting improved health outcomes [J]. Lancet, 2015, 385 Suppl 2: S11. DOI: 10.1016/S0140-6736(15)60806-6.
- [3] Walker EMK, Bell M, Cook TM, et al. Patient reported outcome of adult perioperative anaesthesia in the United Kingdom: a cross-

- sectional observational study [J]. *Br J Anaesth*, 2016, 117 (6): 758–766. DOI: 10.1093/bja/aew381.
- [4] Liu YH, Xiao SS, Yang HK, et al. Postoperative pain-related outcomes and perioperative pain management in China: a population-based study [J]. *Lancet Reg Health West Pac*, 2023, 39: 100822. DOI: 10.1016/j.lanwpc.2023.100822.
 - [5] Kehlet H, Jensen TS, Woolf CJ. Persistent postsurgical pain: risk factors and prevention [J]. *Lancet*, 2006, 367 (9522): 1618–1625. DOI: 10.1016/S0140-6736(06)68700-X.
 - [6] Montes A, Roca G, Sabate S, et al. Genetic and clinical factors associated with chronic postsurgical pain after hernia repair, hysterectomy, and thoracotomy: a two-year multicenter cohort study [J]. *Anesthesiology*, 2015, 122 (5): 1123–1141. DOI: 10.1097/ALN.0000000000000611.
 - [7] Martinez V, Lehman T, Lavand'homme P, et al. Chronic postsurgical pain: a European survey [J]. *Eur J Anaesthesiol*, 2024, 41 (5): 351–362. DOI: 10.1097/EJA.0000000000001974.
 - [8] Shanthanna H, Ladha KS, Kehlet H, et al. Perioperative opioid administration [J]. *Anesthesiology*, 2021, 134 (4): 645–659. DOI: 10.1097/ALN.0000000000003572.
 - [9] 何孟霖, 胡澄, 田伟干. 经皮穴位电刺激在围手术期的应用 [J]. *针刺研究*, 2021, 46 (9): 800–803. DOI: 10.13702/j.1000-0607.200977.
 - [10] 韩济生. 针麻镇痛研究 [J]. *针刺研究*, 2016, 41 (5): 377–387. DOI: 10.13702/j.1000-0607.2016.05.001.
 - [11] 中华医学会麻醉学分会“穴位刺激围术期应用专家共识”工作小组. 穴位刺激围术期应用专家共识 [J]. *中华麻醉学杂志*, 2017, 37 (10): 1153–1158. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1416.2017.10.001.
 - [12] 卢乐苗, 田昕. TEAS 特定穴对 ICU 重度创伤性脑损伤患者胃肠低动力的改善效果 [J]. *中国中西医结合急救杂志*, 2021, 28 (4): 412–415. DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2021.04.007.
 - [13] Chuah JS, Tan JH, Buijag MA, et al. Transcutaneous electric nerve stimulation of acupuncture points improves tolerance in adults undergoing diagnostic upper gastrointestinal endoscopy: a single-center, double-blinded, randomized controlled trial [J]. *Surg Endosc*, 2024, 38 (6): 3279–3287. DOI: 10.1007/s00464-024-10841-8.
 - [14] Zhou X, Cao SG, Tan XJ, et al. Effects of transcutaneous electrical acupoint stimulation (TEAS) on postoperative recovery in patients with gastric cancer: a randomized controlled trial [J]. *Cancer Manag Res*, 2021, 13: 1449–1458. DOI: 10.2147/CMAR.S292325.
 - [15] Meng D, Mao YF, Song QM, et al. Efficacy and safety of transcutaneous electrical acupoint stimulation (TEAS) for postoperative pain in laparoscopy: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials [J]. *Evid Based Complement Alternat Med*, 2022, 2022: 9922879. DOI: 10.1155/2022/9922879.
 - [16] Han JS. Acupuncture and endorphins [J]. *Neurosci Lett*, 2004, 361 (1–3): 258–261. DOI: 10.1016/j.neulet.2003.12.019.
 - [17] Skrabanek P. Acupuncture and endorphins [J]. *Lancet*, 1984, 1 (8370): 220. DOI: 10.1016/s0140-6736(84)92137-8.
 - [18] Shao ZQ. Neural mechanism underlying acupuncture analgesia [J]. *Prog Neurobiol*, 2008, 85 (4): 355–375. DOI: 10.1016/j.pneurobio.2008.05.004.
 - [19] Groppetti D, Pecile AM, Sacerdote P, et al. Effectiveness of electroacupuncture analgesia compared with opioid administration in a dog model: a pilot study [J]. *Br J Anaesth*, 2011, 107 (4): 612–618. DOI: 10.1093/bja/aer199.
 - [20] Smith TJ, Wang EJ, Loprinzi CL. Cutaneous electroanalgesia for relief of chronic and neuropathic pain [J]. *N Engl J Med*, 2023, 389 (2): 158–164. DOI: 10.1056/NEJMr2110098.
 - [21] Ao L, Shi JL, Bai YW, et al. Effects of transcutaneous electrical acupoint stimulation on perioperative immune function and postoperative analgesia in patients undergoing radical mastectomy: a randomized controlled trial [J]. *Exp Ther Med*, 2021, 21 (3): 184. DOI: 10.3892/etm.2021.9615.
 - [22] Wu XY, Huang JL, Zhang YL, et al. Perioperative transcutaneous electrical acupoint stimulation (pTEAS) in pain management in major spinal surgery patients [J]. *BMC Anesthesiol*, 2022, 22 (1): 342. DOI: 10.1186/s12871-022-01875-3.
 - [23] Maurer J, Friedemann T, Chen Y, et al. A randomized controlled study on acupuncture for peri-operative pain after open radical prostatectomy [J]. *BJU Int*, 2024, 133 (6): 725–732. DOI: 10.1111/bju.16288.
 - [24] Chen JH, Zhang YX, Li XX, et al. Efficacy of transcutaneous electrical acupoint stimulation combined with general anesthesia for sedation and postoperative analgesia in minimally invasive lung cancer surgery: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial [J]. *Thorac Cancer*, 2020, 11 (4): 928–934. DOI: 10.1111/1759-7714.13343.
 - [25] Wang D, Shi HS, Yang ZG, et al. Efficacy and safety of transcutaneous electrical acupoint stimulation for postoperative pain: a meta-analysis of randomized controlled trials [J]. *Pain Res Manag*, 2022, 2022: 7570533. DOI: 10.1155/2022/7570533.
 - [26] Myles PS, Myles DB, Galagher W, et al. Measuring acute postoperative pain using the visual analog scale: the minimal clinically important difference and patient acceptable symptom state [J]. *Br J Anaesth*, 2017, 118 (3): 424–429. DOI: 10.1093/bja/aew466.
 - [27] Xu Y, Ye M, Liu F, et al. Efficacy of prolonged intravenous lidocaine infusion for postoperative movement-evoked pain following hepatectomy: a double-blinded, randomised, placebo-controlled trial [J]. *Br J Anaesth*, 2023, 131 (1): 113–121. DOI: 10.1016/j.bja.2023.03.026.
 - [28] Fullwood D, Means S, Merriwether EN, et al. Toward understanding movement-evoked pain (MEP) and its measurement: a scoping review [J]. *Clin J Pain*, 2021, 37 (1): 61–78. DOI: 10.1097/AJP.0000000000000891.
 - [29] 曹伯旭, 林夏清, 吴莹, 等. 慢性疼痛分类目录和定义 [J]. *中国疼痛医学杂志*, 2021, 27 (1): 2–8. DOI: 10.3969/j.issn.1006-9852.2021.01.002.
 - [30] Lu ZH, Wang Q, Sun XD, et al. Transcutaneous electrical acupoint stimulation before surgery reduces chronic pain after mastectomy: a randomized clinical trial [J]. *J Clin Anesth*, 2021, 74: 110453. DOI: 10.1016/j.jclinane.2021.110453.
 - [31] Jin D, Pan YY, Jin WJ, et al. Clinical study on the combination of transcutaneous electrical acupoint stimulation and lidocaine for preventing propofol injection pain [J]. *J Pain Res*, 2022, 15: 745–755. DOI: 10.2147/JPR.S356150.
 - [32] Yildiz M, Kozanhan B. Transcutaneous electric acupoint stimulation reduces rocuronium injection-related pain: a prospective randomized controlled study [J]. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*, 2022, 26 (17): 6215–6220. DOI: 10.26355/eurev_202209_29639.
 - [33] Lv JQ, Li PC, Zhou L, et al. Acupuncture at the P6 acupoint to prevent postoperative pain after craniotomy: a randomized, placebo-controlled study [J]. *Evid Based Complement Alternat Med*, 2021, 2021: 6619855. DOI: 10.1155/2021/6619855.
 - [34] 张熙南. 经皮穴位电刺激对 ERAS 模式下全膝关节置换术围手术期的疼痛及血流变影响 [D]. 天津: 天津中医药大学, 2021.
 - [35] Lu Z, Dong H, Wang Q, et al. Perioperative acupuncture modulation: more than anaesthesia [J]. *Br J Anaesth*, 2015, 115 (2): 183–193. DOI: 10.1093/bja/aev227.
 - [36] 中国中西医结合学会麻醉专业委员会, 甘肃省中西医结合学会麻醉专业委员会. 穴位刺激辅助治疗术后疼痛临床实践指南 (2021) [J]. *中华麻醉学杂志*, 2021, 41 (10): 1159–1165. DOI: 10.3760/cma.j.cn131073.20211009.01002.
 - [37] 陈赞文. 不同电针刺刺激参数对电针镇痛和耐受的影响 [D]. 北京: 北京大学, 2002.
 - [38] Teoh AYB, Chong CCN, Leung WW, et al. Electroacupuncture-reduced sedative and analgesic requirements for diagnostic EUS: a prospective, randomized, double-blinded, sham-controlled study [J]. *Gastrointest Endosc*, 2018, 87 (2): 476–485. DOI: 10.1016/j.gie.2017.07.029.
 - [39] 曹蔚鸿, 邓颖, 董晓彤, 等. 不同频率对关节炎大鼠痛反应及中枢 γ -氨基丁酸和谷氨酸含量的影响 [J]. *针刺研究*, 1993, 18 (1): 48–52. DOI: 10.13702/j.1000-0607.1993.01.011.
 - [40] 王韵, 张翼, 王伟, 等. 内啡肽与强啡肽产生协同镇痛作用的新证据 [J]. *中国疼痛医学杂志*, 2002, 8 (2): 118–119. DOI: 10.3969/j.issn.1006-9852.2002.02.018.
 - [41] Cheing GL, Tsui AY, Lo SK, et al. Optimal stimulation duration of tens in the management of osteoarthritic knee pain [J]. *J Rehabil Med*, 2003, 35 (2): 62–68. DOI: 10.1080/16501970306116.

(收稿日期: 2025-04-13)

(责任编辑: 邸美仙)