

· 综述 ·

急性术后疼痛危险因素和疼痛程度预测方法的研究进展

邱迪 王黎明 刘清仁 杨建军

【摘要】 急性术后疼痛(APP) 是患者受到手术刺激后出现的一系列生理、心理及行为反应等, 主要集中在术后 24~72 h, 常持续 4~6 d。APP 严重影响手术预后, 而导致患者 APP 治疗不充分的原因较多, 因此, APP 的管理重点在于对疼痛的评估和预防, 充分理解和掌握 APP 危险因素和疼痛程度预测方法对于 APP 的管理十分必要。APP 的危险因素包括人口社会学因素、心理因素、术前疼痛及阿片类药物的使用、手术、麻醉相关因素等。APP 程度预测方法包括镇痛监测指标、局部浸润麻醉疼痛评分、外周静脉针留置疼痛评分、定量感觉检查、疼痛敏感度问卷、脑电图等。全文主要就其在急性术后疼痛危险因素和疼痛程度预测方法的进展进行综述, 为临床应用提供参考。

【关键词】 急性术后疼痛; 危险因素; 疼痛程度; 预测方法

Research progress on risk factors and pain degree prediction methods of acute postoperative pain

QIU Di, WANG Xingming, LIU Qingren, YANG Jianjun. Department of Anesthesiology, the First Affiliated Hospital of Zhengzhou University, Zhengzhou 450000, China

Corresponding author: YANG Jianjun, Email: jianjunyang1971@163.com

【Abstract】 Acute postoperative pain (APP) is a series of physical, psychological, and behavioral reactions in patients after surgeries, which mainly focuses on 24–72 hours after surgery and usually lasts for 4–6 days. Many reasons can lead to inadequate treatment of APP in patients, which seriously affects the prognosis of surgery. Therefore, the management of APP should focus on the assessment and prevention of pain. It is necessary to fully understand and master the risk factors and prediction methods of APP. The risk factors of APP include demographic factors, psychological factors, preoperative pain, opioid use, surgical and anesthesia related factors, etc. And the prediction methods of pain degree include analgesia monitoring indicators, local infiltration anesthesia pain score, peripheral intravenous needle indwelling pain score, quantitative sensory examination, pain sensitivity questionnaire, and electroencephalogram, etc. In this paper, the progress on risk factors and pain degree prediction methods of acute postoperative pain were reviewed in order to provide reference for clinical application.

【Key words】 Acute postoperative pain; Risk factors; Pain degree; Prediction methods

急性术后疼痛(acute postoperative pain, APP)主要集中在术后 24~72 h, 常持续 4~6 d。目前预防和治疗 APP 的方法不断改善, 但仍有超过 80% 的患者在术后 7 d 内经历疼痛, 其中 39% 的患者经历“严重”到“极端”的术后疼痛^[1]。术后严重疼痛常引发一系列应激反应, 升高心血管、呼吸系统并发症和血栓栓塞等并发症的发生率, 影响患者免疫功能、消化系统功能、内分泌代谢功能等, 严重影响患者术后生活质量^[2]。APP 程度和镇痛药物的使用与人口社会学因素、心理因素、术前疼痛及阿片类药物的使用、手术、麻醉相关因素等密切相关^[3-4]。

因此, 为了制定个体化、精准化镇痛策略, 术前对 APP 危险因素的识别及对 APP 程度的预测至关重要。

APP 的危险因素

人口社会学因素 人口社会学因素是临床中首先被关注的与 APP 发生相关的因素, 包括性别、年龄、BMI、生活习惯等。

(1) 性别。APP 存在明显性别差异, 女性 APP 发生率明显高于男性^[5]。Aubrun 等^[6]研究表明, 术后 1 d 女性患者重度疼痛发生率为 36%, 而男性患者重度疼痛发生率仅为 23%。发生 APP 的性别差异与性激素、遗传免疫应激、内源性阿片类药物功能及女性中枢环路更易感知疼痛有关^[7]。但 Theodoraki 等^[8]研究表明, 术后不同性别患者 VAS 疼痛

DOI: 10.12089/jca.2022.02.017

基金项目: 国家自然科学基金(81901139)

作者单位: 450000 郑州大学第一附属医院麻醉与围手术期医学部

通信作者: 杨建军, Email: jianjunyang1971@163.com

评分和吗啡用量差异无统计学意义,可能是由于该研究对象的中位年龄为 65 岁,而老年患者受性激素影响较小,缩小了性别引起的疼痛差异。

(2)年龄。年轻患者 APP 发生率高于老年患者,需要应用更多镇痛药^[5]。老年患者对疼痛的耐受度高、NK 细胞数量减少且活性降低、炎症反应相对较轻,随着年龄增大,患者脑组织内乙酰胆碱、儿茶酚胺等神经递质减少、神经元密度降低、传导功能减退^[9]。

(3)BMI。BMI 高的患者 APP 发生率更高,Fan 等^[10]研究表明,冠状动脉搭桥患者 BMI ≥ 25 kg/m² 是 APP 的危险因素,脂肪组织中的抵抗素因子可调节炎症过程。此外,肥胖患者长期处于炎症前状态,脂肪组织肥大和增生可以升高促炎因子浓度,增强疼痛敏感性。因此术前控制体重能降低血清促炎因子浓度,减少 APP 的发生,降低 APP 程度。

(4)生活习惯。①吸烟。术前长期吸烟的患者 APP 发生率、VAS 疼痛评分升高,术中和术后阿片类药物用量升高,患者即使术前暴露于二手烟环境下,APP 发生率也明显升高。长时间吸烟造成烟碱型乙酰胆碱受体脱敏及受体数量增多,患者对阿片类药物的需求增加。此外,吸烟可引起中枢神经系统可塑性改变,致痛阈降低^[11]。但 Brattwall 等^[12]研究表明,长期吸烟的患者术后第 1 天 VAS 疼痛评分并无明显升高,可能与该研究的手术类型多为关节手术、创伤较小有关。②饮酒。长期饮酒易造成酒精依赖,易出现痛觉过敏现象,同时使 APP 持续时间延长。赵珊珊等^[13]研究表明,与未饮酒的患者比较,长期饮酒的患者术后 12、24、36、48 h VAS 疼痛评分、镇痛泵实际按压次数及有效按压次数均明显升高,机制可能是由于长期酒精摄入使中枢内源性阿片类系统失调,导致急性戒断期(住院期间)诱发痛觉过敏,长期酒精摄入使下丘脑和垂体合成释放的 β -内啡肽减少及脑内与之结合的阿片类受体密度降低,对疼痛的抑制效果变差。③睡眠。Yang 等^[4]研究表明,睡眠质量差的患者术后 24 h NRS 评分更高,长期睡眠困难使 APP 风险增加约 2~3 倍。Roth 等^[14]一项对全膝关节置换 APP 的预测因素研究中,提出了疲劳和 APP 的关系,未来可以通过对疲劳的客观测量(如睡眠时间和安眠药用量),评估其与 APP 的相关性。

心理因素 对 APP 产生影响的精神心理因素主要包括术前焦虑、抑郁、疼痛灾难化、APP 的预期。

(1)术前焦虑。术前焦虑是预测 APP 重要的心理因素,焦虑程度与 APP 程度呈明显正相关^[4-5]。中枢的情绪管理区与疼痛调节脑区在结构上存在交叉,焦虑通过易化疼痛信号的传导,加强海马形成的内嗅皮质对伤害性刺激的反应,导致痛觉敏感^[15]。但 Feldmann 等^[16]研究表明,术前焦虑并不是 APP 程度和镇痛药用量的危险因素,这种矛盾的结果可能是其研究的群体主要是中年女性和测量术前焦虑的工具差异所致,且疼痛阈值测定受患者主观影响较强。

(2)抑郁。术前的抑郁状态与 APP 呈明显正相关,尤其在脊柱手术和创伤手术的患者中^[17]。剖宫产后第 2 天出现严重疼痛的产妇,产后抑郁的风险是轻度疼痛产妇的 2.5~3 倍。由于疼痛和抑郁存在下丘脑-垂体-肾上腺轴等共同神经生物学通路,可以同时激活单胺类物质、细胞因子等相同的神经化学物质,因此,大多数抗抑郁药物具有明显的镇痛作用,而部分镇痛药也能明显改善患者的抑郁情绪。

(3)疼痛灾难化。疼痛灾难化是指一种对实际或预期的疼痛体验表现出的夸大的消极心理。采用疼痛灾害量表来评估疼痛灾难化水平,灾难化评分越高,患者术后 VAS 疼痛评分越高^[18]。Pinto 等^[19]研究表明,疼痛灾难化的认知方式导致患者对疼痛过度的恐惧,产生对躯体活动的回避和对疼痛感的高度警觉,导致疼痛的发生。

(4)APP 的预期。APP 的预期影响 APP 发生。Sipilä 等^[20]研究表明,乳腺癌患者对术后疼痛程度的预期越高,术后 7 d 内 NRS 评分越高。其机制可能是对疼痛的预期部分激活了与实际疼痛相同的大脑区域,对高强度疼痛的预期会增加对疼痛的关注和意识。

术前疼痛及阿片类药物使用 术前疼痛是 APP 的危险因素,术前疼痛持续时间大于 6 个月的慢性疼痛往往会发生严重的 APP,术前疼痛的患者周围痛觉感受器的敏感性增强,前列腺素 E2 和神经生长因子等炎性介质的释放增加,引起中枢神经可塑性变化^[4]。与未使用阿片类药物的患者比较,长期使用阿片类药物的患者 APP 发生率、NRS 评分升高,镇痛药物用量增加,这与阿片类药物诱发的痛觉过敏现象(opioid induced hyperalgesia, OIH)有关。OIH 与阿片类药物的大剂量、长时间及突然改变使用浓度有关,还与中枢谷氨酸能系统的激活、内源性神经肽的产生、释放及下行易化系统等因素

密切相关^[21],因此临床上可以复合应用非甾体类药物、氯胺酮、丙泊酚等来减轻阿片类药物引起的痛觉过敏。

手术、麻醉相关因素 包括手术类型、手术方式、麻醉相关因素和其他。

(1)手术类型。手术类型与 APP 程度密切相关,是术后镇痛药物用量的有力预测因素,不同类型的手术有不同程度的组织损伤,骨科、胸外、腹部手术 APP 程度高于其他类型的手术^[22],由于组织创伤及炎性反应更明显,骨膜的痛阈最低,因此骨损伤比软组织损伤的疼痛更严重。此外,创伤大的手术往往手术时间较长,组织损伤释放大量致痛炎性介质,导致外周敏化,APP 程度往往十分严重^[18]。但 Vasilopoulos 等^[5]研究表明,患者术后 7 d 急性疼痛轨迹主要是由患者因素决定,而手术类型不是关键决定因素。

(2)手术方式。在加速康复外科的理念下,外科正在向着微创化、腔镜化发展,与传统手术比较,腔镜手术有切口小、损伤小、并发症少、恢复快等优点,开腹手术患者更易发生严重术后疼痛,胸腔镜手术后疼痛病理生理改变与传统的开胸手术没有明显差异,手术后疼痛程度仍较为剧烈,尤其是接受大范围肺叶切除的术式^[23]。

(3)麻醉相关因素。与吸入麻醉比较,使用丙泊酚静脉维持可以提高患者术后的机械性痛阈,在术后 12 h 内 VAS 疼痛评分更低,这可能与吸入麻醉药通过烟碱抑制导致痛觉过敏,而丙泊酚对氧自由基释放及氧化损伤有保护作用有关^[24-25]。Palanne 等^[26]在一项比较椎管内麻醉和全身麻醉在全膝关节置换 APP 情况的研究中表明,使用椎管内麻醉的患者和全身麻醉的患者术后 24 h 内阿片类药物用量差异无统计学意义,但使用蛛网膜下腔阻滞的患者术后恶心、呕吐和头晕发生率较高。

其他 人类 μ -阿片受体基因(mu-opioid receptor gene) OPRM1 的等位基因,特别是 OPRM1A118G 基因多态性与疼痛敏感性增强呈正相关^[27],OPRM1A118G 基因突变可以降低阿片类药物的效能。与接受术中自体血回输的患者比较,输注异体血的患者更易发生中到重度 APP,这与输血激活炎症反应有关。教育水平越高,对疼痛控制期望值越高,APP 评分越高。由于一些研究样本量有限且混杂因素较多,使得部分结论尚存在分歧,未来仍需要更进一步的研究。

APP 程度预测方法

镇痛监测指标 包括镇痛与伤害指数、伤害感受水平指数、手术容积指数等。镇痛与伤害指数(analgesia nociception index, ANI)通过分析伤害性刺激对呼吸性窦性心律的影响从而监测伤害性刺激强度,当患者无疼痛刺激时,迷走神经张力占优势,ANI 升高;受到刺激时 ANI 降低,ANI 与 VAS 疼痛评分呈负相关,在麻醉过程中 ANI 最优值定义为 50~70 分。Charier 等^[28]研究表明,ANI<50 分是术后即刻中到重度疼痛的预测指标。伤害感受水平指数(nociception level, NOL)范围为 0~100 分,0 分表示无痛,100 分表示极度疼痛。Ledowski 等^[29]研究表明,术中监测 NOL 可以减少术中阿片类药物用量,降低 APP 发生率,皮肤切开后 NOL>20 分可预测中到重度 APP。外科容积指数(surgical pleth index, SPI)是基于脉搏波和心搏间期的光电容积描记进行分析的评分,可以反映术中不同刺激和不同程度自主神经激活的状态。当伤害性刺激作用于外周感受器,引起外周去甲肾上腺素释放,心率增快、脉搏波振幅降低及心跳间隔缩短。SPI 范围为 0~100, SPI>50 代表镇痛不足。SPI 诊断准确性较高, SPI = 30 时,对术后疼痛的阳性预测值可达 89.7%^[30]。镇痛监测可优化阿片类药物的使用,避免阿片类药物过量引起疼痛过敏或剂量不足引起 APP。

局部浸润麻醉疼痛评分 在椎管内麻醉时,注射局麻药物引起的疼痛与 APP 程度存在正相关^[31],通常注射 1%利多卡因 2.5 ml,注射后记录患者言语数字疼痛评分(verbal numerical pain score, VNPS), VNPS $\geq$ 70 分(总分值 0~100 分)时预测剖宫产术后 24 h 内急性疼痛的敏感性为 91.6%。Chan 等^[32]研究表明,椎管内麻醉期间注射局麻药物时的 NRS 评分与剖宫产术后 24 h 内急性疼痛无关,但却与剖宫产术后 6~10 周的亚急性剖宫产后疼痛有关,结果的差异可能与疼痛评估采取的方法不同有关。

外周静脉针留置疼痛评分 外周静脉针留置 VAS 疼痛评分可用于预测 APP 的程度,静脉穿刺瞬间疼痛评分高的患者 APP 程度高^[33-34]。静脉针留置时引起的言语疼痛评分(verbal pain scores, VPS)还可以预测分娩后硬膜外镇痛需求时间, VPS 越高,术后所需镇痛时间越长^[35]。

定量感觉检查 定量感觉检查利用多种心理

物理学方法评估疼痛感知,是评价躯体感觉系统功能状态的一种检测方法,包括温度、机械和电三种刺激方式测定疼痛阈值、阈上伤害性刺激幅度以及耐受性测定等指标。Rehberg 等^[36]研究表明,这种评估有助于预测术后的疼痛程度,痛阈较低者具有较高的疼痛评分,需要更多的术后镇痛药物。

疼痛敏感度问卷 通过对生活中某些场景进行想象,并进行疼痛评分,以此来评估个体的疼痛敏感度,反映对不同强度刺激的预期疼痛水平,得分越高表明对疼痛刺激越敏感。Rehberg 等^[36]研究表明,疼痛敏感度问卷得分是乳腺癌手术中度 APP 的独立预测因子,但由于问卷繁琐,反复测试易得出不正确的结果,因此有效性有待证实。

脑电图 痛觉信息对脑电信号的频率变化有明显的调节作用,脑电图可对神经元激活情况进行评价。Furman 等^[37]研究表明,大脑中特定的电活动模式和对疼痛敏感性之间存在相关性,其中 α 波的活动与疼痛程度呈负相关,较慢 α 波频率脑电图读数的患者对疼痛更敏感,因此 α 波可以直接地、客观地反映疼痛。Sun 等^[38]研究表明,功能磁共振成像和正电子发射断层扫描等影像学信息可用于探究疼痛患者大脑结构、化学成分、脑功能以及脑血流等改变,为进一步的研究提供了方向。

其他 自动化瞳孔测量设备测量瞳孔变化,瞳孔大小的变化反映了对疼痛刺激的反应,瞳孔大小不仅与疼痛程度有关,也与阿片类药物浓度有关^[28]。疼痛时间总和(temporal summation of pain, TSP)和条件性疼痛调制(conditioned pain modulation, CPM)是测量疼痛敏感性和疼痛调节能力的两种经典行为学测量方法,其中 TSP 是一种促进疼痛机制,可以作为衡量产生伤害感受时大脑功能状态的一个指标,而 CPM 是一种内源性镇痛机制,Weissman-Fogel 等^[39]研究表明,TSP 与 APP 程度呈明显正相关。Caumo 等^[40]研究表明,术前情绪应激简易衡量指数能预测中到重度 APP 的发生风险。此外,在大数据时代背景下,新兴的机器学习方法也被用来预测 APP 发生。

小 结

影响 APP 的因素众多,基于文中阐明的各种危险因素和多种预测手段,可以设计相应的术前评估方式,预测患者术后疼痛程度,从而在术前、术中、术后采用更合理、有效的镇痛方法,努力实现提高手术患者生活质量、提高满意度、减少医疗资源的

疼痛精准管理和个体化治疗目标。麻醉科医师依据手术患者情况、手术类型等个体化因素选择个体化、精准化的镇痛措施,降低围术期并发症发生率、改善患者远期转归,加速手术后患者康复。由于疼痛是一种伴情绪化和个体化的主观体验,尚不能有效量化,因此未来的研究应更多的关注客观反映疼痛或预测疼痛的生物技术手段,如脑电图、核磁共振等影像学数据及血清学生物指标等,将麻醉学、疼痛学与神经学和免疫学联系起来,为制定更加科学的镇痛策略提供依据。

参 考 文 献

- [1] Walker E, Bell M, Cook TM, et al. Patient reported outcome of adult perioperative anaesthesia in the United Kingdom: a cross-sectional observational study. *Br J Anaesth*, 2016, 117(6): 758-766.
- [2] 黑子清, 靳三庆, 李雅兰, 等. 成人术后急性疼痛 PCIA 治疗规范化建议. *临床麻醉学杂志*, 2018, 34(2): 187-190.
- [3] Liu QR, Ji MH, Dai YC, et al. Predictors of acute postsurgical pain following gastrointestinal surgery: a prospective cohort study. *Pain Res Manag*, 2021: 6668152.
- [4] Yang M, Hartley RL, Leung AA, et al. Preoperative predictors of poor acute postoperative pain control: a systematic review and meta-analysis. *BMJ Open*, 2019, 9(4): e025091.
- [5] Vasilopoulos T, Wardhan R, Rashidi P, et al. Patient and procedural determinants of postoperative pain trajectories. *Anesthesiology*, 2021, 134(3): 421-434.
- [6] Aubrun F, Salvi N, Coriat P, et al. Sex-and age-related differences in morphine requirements for postoperative pain relief. *Anesthesiology*, 2005, 103(1): 156-160.
- [7] Edgley C, Hogg M, De Silva A, et al. Severe acute pain and persistent post-surgical pain in orthopaedic trauma patients: a cohort study. *Br J Anaesth*, 2019, 123(3): 350-359.
- [8] Theodoraki K, Staikou C, Fassoulaki A. Postoperative pain after major abdominal surgery: is it gender related? An observational prospective study. *Pain Pract*, 2014, 14(7): 613-619.
- [9] Gerbershagen HJ, Pogatzki-Zahn E, Aduckathil S, et al. Procedure-specific risk factor analysis for the development of severe postoperative pain. *Anesthesiology*, 2014, 120(5): 1237-1245.
- [10] Fan Q, Xie H, Ma Z, et al. Perioperative predictors of moderate and severe postoperative pain in idiopathic scoliosis patients following spinal correction and fusion operations. *Medicine (Baltimore)*, 2018, 97(46): e13215.
- [11] Chiang HL, Chia YY, Lin HS, et al. The implications of tobacco smoking on acute postoperative pain: a prospective observational study. *Pain Res Manag*, 2016, 2016: 9432493.
- [12] Brattwall M, Warrén Stomberg M, Rawal N, et al. Postoperative impact of regular tobacco use, smoking or snuffing, a prospective multi-center study. *Acta Anaesthesiol Scand*, 2010, 54(3): 321-327.

- [13] 赵珊珊, 张宗旺. 饮酒对疼痛的影响及其机制研究进展. 国际麻醉学与复苏杂志, 2020, 41(9): 915-919.
- [14] Roth ML, Tripp DA, Harrison MH, et al. Demographic and psychosocial predictors of acute perioperative pain for total knee arthroplasty. *Pain Res Manag*, 2007, 12(3): 185-194.
- [15] Bravo L, Mico JA, Rey-Brea R, et al. Depressive-like states heighten the aversion to painful stimuli in a rat model of comorbid chronic pain and depression. *Anesthesiology*, 2012, 117(3): 613-625.
- [16] Laufenberg-Feldmann R, Kappis B, Cámara R, et al. Anxiety and its predictive value for pain and regular analgesic intake after lumbar disc surgery: a prospective observational longitudinal study. *BMC Psychiatry*, 2018, 18(1): 82.
- [17] Lewis GN, Rice DA, McNair PJ, et al. Predictors of persistent pain after total knee arthroplasty: a systematic review and meta-analysis. *Br J Anaesth*, 2015, 114(4): 551-561.
- [18] Habib AS, Kertai MD, Cooter M, et al. Risk factors for severe acute pain and persistent pain after surgery for breast cancer: a prospective observational study. *Reg Anesth Pain Med*, 2019, 44(2): 192-199.
- [19] Pinto PR, McIntyre T, Ferrero R, et al. Predictors of acute post-surgical pain and anxiety following primary total hip and knee arthroplasty. *J Pain*, 2013, 14(5): 502-515.
- [20] Sipilä RM, Haasio L, Meretoja TJ, et al. Does expecting more pain make it more intense? Factors associated with the first week pain trajectories after breast cancer surgery. *Pain*, 2017, 158(5): 922-930.
- [21] Mauermann E, Filitz J, Dolder P, et al. Does fentanyl lead to opioid-induced hyperalgesia in healthy volunteers? A double-blind, randomized, crossover trial. *Anesthesiology*, 2016, 124(2): 453-463.
- [22] Manalo J, Castillo T, Hennessy D, et al. Preoperative opioid medication use negatively affect health related quality of life after total knee arthroplasty. *Knee*, 2018, 25(5): 946-951.
- [23] Steinhorsdottir KJ, Wildgaard L, Hansen HJ, et al. Regional analgesia for video-assisted thoracic surgery: a systematic review. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2014, 45(6): 959-966.
- [24] Cheng SS, Yeh J, Flood P. Anesthesia matters: patients anesthetized with propofol have less postoperative pain than those anesthetized with isoflurane. *Anesth Analg*, 2008, 106(1): 264-269.
- [25] 李冬, 严虹, 杭燕南, 等. 七氟醚或丙泊酚维持麻醉对妇科腹腔镜手术患者术后疼痛的影响. 临床麻醉学杂志, 2020, 36(3): 253-256.
- [26] Palanne R, Rantasalo M, Vakkuri A, et al. Effects of anaesthesia method and tourniquet use on recovery following total knee arthroplasty: a randomised controlled study. *Br J Anaesth*, 2020, 125(5): 762-772.
- [27] Ren ZY, Xu XQ, Bao YP, et al. The impact of genetic variation on sensitivity to opioid analgesics in patients with postoperative pain: a systematic review and meta-analysis. *Pain Physician*, 2015, 18(2): 131-152.
- [28] Charier D, Vogler MC, Zantour D, et al. Assessing pain in the postoperative period: analgesia nociception indexTM versus pupilometry. *Br J Anaesth*, 2019, 123(2): e322-e327.
- [29] Ledowski T, Schlueter P, Hall N. Nociception level index: do intra-operative values allow the prediction of acute postoperative pain. *J Clin Monit Comput*, 2021.
- [30] 李奕铮, 邓乐雁, 胡业晓, 等. 手术体积描计指数、瞳孔直径和镇痛指数预测腹腔镜阑尾切除术中疼痛的有效性. 临床麻醉学杂志, 2020, 36(4): 359-363.
- [31] Orbach-Zinger S, Aviram A, Fireman S, et al. Severe pain during local infiltration for spinal anaesthesia predicts post-caesarean pain. *Eur J Pain*, 2015, 19(9): 1382-1388.
- [32] Chan J, Tan CW, Yeam CT, et al. Risk factors associated with development of acute and sub-acute post-caesarean pain: a prospective cohort study. *J Pain Res*, 2020, 13: 2317-2328.
- [33] Persson A, Åkeson J. Prediction of acute postoperative pain from assessment of pain associated with venous cannulation. *Pain Pract*, 2019, 19(2): 158-167.
- [34] 王艳萍, 彭菲, 李燕爽, 等. 外周静脉置管疼痛评分与腹腔镜肾切除术患者术后疼痛程度的相关性. 临床麻醉学杂志, 2020, 36(11): 1078-1081.
- [35] Carvalho B, Zheng M, Aiono-Le Tagaloa L. Evaluation of experimental pain tests to predict labour pain and epidural analgesic consumption. *Br J Anaesth*, 2013, 110(4): 600-606.
- [36] Rehberg B, Mathivon S, Combescore C, et al. Prediction of acute postoperative pain following breast cancer surgery using the pain sensitivity questionnaire: a cohort study. *Clin J Pain*, 2017, 33(1): 57-66.
- [37] Furman AJ, Prokhorenko M, Keaser ML, et al. Sensorimotor peak alpha frequency is a reliable biomarker of prolonged pain sensitivity. *Cereb Cortex*, 2020, 30(12): 6069-6082.
- [38] Sun G, Wen Z, Ok D, et al. Detecting acute pain signals from human EEG. *J Neurosci Methods*, 2021, 347: 108964.
- [39] Weissman-Fogel I, Granovsky Y, Crispel Y, et al. Enhanced presurgical pain temporal summation response predicts post-thoracotomy pain intensity during the acute postoperative phase. *J Pain*, 2009, 10(6): 628-636.
- [40] Caumo W, Nazare Furtado da Cunha M, Camey S, et al. Development, psychometric evaluation and validation of a brief measure of emotional preoperative stress (B-MEPS) to predict moderate to intense postoperative acute pain. *Br J Anaesth*, 2016, 117(5): 642-649.

(收稿日期: 2021-04-24)