doi:10.11659/jjssx.11E024039

·综 述·

疼痛评估工具的研究进展

李 慧,陈 兵,黄 河,段光友 (重庆医科大学附属第二医院麻醉科,重庆 400072)

[摘 要] 准确的疼痛评估是疼痛管理的前提,但疼痛是一种较为主观的感受,受到环境、学历、情绪状态的极大影响。因此在进行疼痛诊疗时,不仅需要评估患者的主观感受,更要有稳定可靠的客观指标以评判不同患者的疼痛状态。目前临床评定和监测疼痛的工具较多,本文介绍了常用的主观评估工具(单维度疼痛程度评估量表、多维度疼痛程度评估量表)和客观评估工具(手术体积描记指数、镇痛与伤害性刺激指数、伤害性水平指数、生物标志物),并分析其优劣,以期对未来临床疼痛评定提供参考。

[关键词] 疼痛;镇痛;视觉模拟量表;手术体积描记指数;疼痛行为量表
[中图分类号] R441.1 [文献标志码] A [收稿日期] 2024-11-08

Research progress on pain assessment tools

LI Hui, CHEN Bing, HUANG He, DUAN Guang-you (Department of Anesthesiology, Second Affiliated Hospital of Chongqing Medical University, Chongqing 400072, China)

Abstract: Accurate pain assessment is a prerequisite for pain management. However, pain is a relatively subjective feeling greatly affected by the environment, education, and emotional state. Therefore, in diagnosing and treating pain, it is necessary not only to assess the subjective feelings of patients, but also to have stable and reliable objective indicators to evaluate the pain status of different patients. At present, there are many clinical tools for assessing and monitoring pain. This paper introduces the commonly used subjective assessment tools (single-dimensional pain assessment scale, multi-dimensional pain assessment scale) and objective assessment tools (surgical pleth index, analgesia and nociception index, nociceptive level index, and biomarkers), and analyzes their advantages and disadvantages, so as to provide reference for future clinical pain assessment.

Keywords: pain; analgesia; visual analogue scale; surgical pleth index; behavioral pain scale

国际疼痛研究协会将疼痛定义为一种与实际或潜在的组织损伤相关的不愉快的感觉和情绪情感体验,或与此相似的经历[1]。疼痛会导致身体和情感受损,如认知功能受损、抑郁、睡眠障碍、社交障碍和技能受损等[2],加重社会经济负担。一个在学术界更常被引用的定义是“痛苦是体验者所说的一切,只要体验者说它存在,它就存在”,此定义着重强调了疼痛的主观性,即疼痛的感觉因人而异,难以用统一标准衡量[3]。鉴于此,准确评估疼痛并采取针对性的干预措施显得尤为重要。目前在临床工作中疼痛评估主要依赖患者主观感觉,干扰因素过多,导致评估结果的准确性和可靠性不高。同时,由于缺乏客观评估工具,仅依靠主观评估作为疼痛诊断及治疗的依据远远不足,需要寻找更准确可靠的客观指标辅助疼痛诊疗。本文就目前疼痛评估工具的研究进展进行综述,分析各种工具的优缺点,并探讨未来的研究方向,以期实现疼痛的精准评估,提升疼痛诊疗水平。

1 疼痛主观评估工具

1.1 常用单维度疼痛程度评估量表

目前临床中最常用的疼痛评估量表,包括视觉模拟量表(利用1条100 mm的水平线进行评估,该线段的最左端代表无疼痛,最右端代表可以想象到的最严重的疼痛,患者在线上标记正在经历的疼痛强度)、数字评定量表(该量表使用11分制,0代表无疼痛,10代表可以想象到的最严重的疼痛,患者在量表上指出疼痛值)、面部表情疼痛评估法[0代表无疼痛,10代表最严重的疼痛,同时提供6种面部表情的卡通图片(从微笑、悲伤至痛苦的哭泣等)来形象表达分值区域所代表的疼痛程度]、口头评定量表(常用五点评分法,1为轻微的疼痛,2为引起不适感的疼痛,3为比较疼痛/难受,4为严重的疼痛,5为剧烈的疼痛),统称为单维度疼痛程度评估量表。单维度疼痛程度评估量表通过文字、数字、图像等简单明了的形式使患者能快速地表达出主观疼痛感受,是目前临床医护人员进行快速疼痛评估的首选,已广泛应用于成人患者。

[基金项目] 国家自然科学基金面上项目(821712101003769)
[通信作者] 黄 河,E-mail:huanghe@cqmu.edu.cn;段光友,E-mail:duangy@hospital.cqmu.edu.cn

然而,这些方法过于依赖患者的主观评价,是其优点,也是其重要弊端。患者的教育背景、止痛药物使用剂量、当下情绪状态等,会极大地影响评定结果的准确性,使医师对患者病情判断不准确,从而影响后续治疗。此外,对不同个体来说,量表选择也存在偏好,进而影响评估程序的遵守程度和总体满意度[4]。对于存在语言、视力、书写功能等严重缺陷或精神错乱的患者以及脑瘫等严重认知功能障碍的患者,这些工具的有效性和可靠性不足[5]。因此,在选择量表时要根据患者特点和临床环境进行调整。

1.2 多维度疼痛程度评估量表

多维度疼痛程度评估量表不仅有对疼痛的评定,还包括疼痛对患者心理、情绪、睡眠等的影响。与单维度疼痛程度评估量表相比,多维度疼痛程度评估量表内容更丰富,在临床应用中也更复杂。如麦吉尔疼痛问卷,通过使用独特的疼痛描述词汇来评估疼痛的性质和数量,但其要求患者了解大量的词汇;此外,性别和种族差异可能会影响疼痛描述词汇的选择。简明麦吉尔疼痛问卷(short-form McGill pain questionnaire, SF-MPQ),在原版基础上做了精简,缩短了评估时间,但保留了原版的敏感度。尽管如此,对于首次使用SF-MPQ的患者,仍需要医护人员全程监督及陪同。

一项观察性研究认为,在镇静、机械通气的患者中使用疼痛行为量表(behavioral pain scale, BPS)和危重症患者疼痛观察工具(critical care pain observation tool, CCPOT)进行疼痛监测是敏感和可靠的,并且应该作为ICU管理的常规要素[6]。BPS从面部表情、上肢运动和通气依从性三个方面进行评估[7],CCPOT从面部表情、身体运动、肌肉张力和插管患者的通气依从性(或没有气管内插管患者的发声)四个方面进行评估[8-9],两者都适用于无法自我报告疼痛的插管和非插管重症成人患者。

小儿的疼痛评估和管理对医护人员来说也相当具有挑战性。研究表明,与年龄较大的婴儿、儿童和成人相比,新生儿对疼痛的敏感性更高,疼痛耐受性更低,疼痛的感知更加强烈、持久和深刻[10]。由于新生儿无法自我报告,护理人员必须通过观察特定的行为和生理体征来评估其疼痛程度。新生儿婴儿疼痛量表由Lawrence等[11]于1993年开发并验证,包括面部表情、哭闹、呼吸类型、上肢、腿部、觉醒状态6项,适用于评估胎龄在28~38周的新生儿。然而,当患儿处于全身麻醉时或者既不能自我报告也不能表达疼痛行为体征时,上述方法就不再适宜,需要一种脱离间接征象的直接客观疼痛评估工具,以便明确疼痛情况,不必再简单依靠表情、体动、睡眠、依从性、肌张力等体征进行模糊判断。

2 疼痛客观评估工具

除了上述基于患者主观感觉或者生命体征的疼痛评定方法,近些年来出现一些可作为疼痛客观评估的工具,例如手术应激指数(surgical pleth index, SPI)、镇痛与伤害性刺激指数(analgesia nociception index, ANI)、伤害感受水平指数(nociception level index, NOL)、瞳孔大小、皮肤电导水平(skin conductance level, SCL)、综合变异性指数(composite variability index, CVI)。下面介绍临床及实验室中较常见的三种工具。

2.1 SPI

SPI利用手指小动脉的光电容积脉搏波波幅(photoplethysmography amplitude, PPGA)来检测全身麻醉期间伤害感受器激活和镇痛之间的平衡[12-14],是近些年来出现的一项反映伤害性刺激的指标。SPI来源于GE监护仪的无创指脉氧监测,将标准化心跳间期(normalized heart beat interval, HBI)与PPGA两类连续心血管变量进行整合,并对外周交感神经活动情况加以量化,从而有效评估伤害性刺激大小。SPI的计算公式为SPI=100-(0.33×HBI+0.67×PPGA)[15],范围从0~100,值越高表示伤害性(应激)反应越大。SPI检测仅需将脉搏血氧仪连接到手指上便可进行连续、无创监测。与传统镇痛相比,SPI指导的镇痛术中阿片类药物消耗量更低,患者康复更快,术后疼痛水平和不良事件发生率更低[16-17]。但是,SPI也有明显的局限性,导致其未得到大范围使用。决定SPI的两个因素(HBI和PPGA)与年龄息息相关。不同年龄患者的动脉硬度和弹性以及血管壁扩张性明显不同。与成人相比,儿童患者的血管壁应力较低、扩张性较高,因交感神经刺激而出现PPGA显著降低的情况较少见,且儿童患者基线心率较高,导致SPI偏低。老年人由于小动脉和大动脉的硬度增加,压力波的传递加速,强度增加,交感神经刺激导致的PPGA变化幅度更高。另外,在全身麻醉过程中,使用心血管药物也可能会影响SPI监测,尤其是血管活性药物可能通过改变PPGA和HBI影响SPI。

2.2 ANI

当伤害感受增加或镇痛作用消失时,交感神经活动增加,副交感神经张力降低。因此,测量交感与副交感神经的张力可以评估伤害感受-镇痛平衡。心电图的R-R波间隔会周期性地变化,这种变化被称为心

率变异性(heart rate variability, HRV)。由于心率受到交感与副交感神经的张力调控,ANI通过分析患者HRV来评估伤害感受-镇痛平衡。ANI的范围从0(最小副交感神经张力和高伤害性水平)~100(最大副交感神经张力和低伤害性水平)[18-19],分值越高代表镇痛越完善,分值越低则疼痛越强烈。研究表明,ANI可预测术后即刻疼痛及术后早期是否需要镇痛[20]。ANI在评估伤害感受方面比心率或血压更敏感[21]。因此,在全身麻醉期间监测ANI可能会减少不良心血管事件并提高麻醉的安全性。但ANI也存在局限性,不适用于严重心律失常、房颤、植入起搏器或体外循环等患者。此外,麻黄碱等药物会影响ANI的准确性[21]。

2.3 NOL

上述多项研究已经证明了不同生理参数,包括但不限于以上提及的心率、HRV、PPGA、SCL等,与伤害性刺激具有相关性,可作为客观评估手术期间伤害感受水平的基础。近年来,有研究利用多个客观参数进行疼痛评估。Rantanen等[22]通过几种广义线性回归的荟萃组合方式,结合心率、HRV、PPGA衍生参数和脑电图相关参数(状态熵和反应熵),开发出了适合麻醉患者的伤害感受反应指数,与单独使用每个参数相比,多个伤害性感受相关参数的组合显示出与应激反应或伤害性刺激更强的关联,表明多参数方法在进行疼痛评估方面更具有优越性。NOL同时结合了心率、PPGA和SCL进行评估,通过非侵入式手指探头获得从0~100的单个数字,高于25则被认为存在伤害感受和疼痛。与以血压、心率为指导的麻醉相比,NOL指导的麻醉术后疼痛评分较低、术中阿片类药物使用减少了30%[23-24]。因此,NOL所使用的复合算法可能是一个有前途的疼痛评估工具。

2.4 SPI、ANI和NOL的比较

Choi等[25]在一项针对健康受试者的研究中比较了SPI和ANI,用电子压力测痛仪在健康受试者中诱导骨痛至疼痛数字评定量表评分达数5分,再给予瑞芬太尼或生理盐水后重复此操作,给药期间当数字评定量表评分为5分时,瑞芬太尼或生理盐水组SPI相似,而ANI在给予瑞芬太尼后显著降低。因此,尽管SPI和ANI都是检测健康受试者疼痛的有效指标,但SPI在疼痛强度感知方面表现更好,表明SPI可能更有助于评估疼痛。Koschmieder等[26]比较了SPI、NOL和瞳孔疼痛指数(pupillary pain index, PPI)对全身麻醉唤醒后术后即刻疼痛的预测能力,发现这些工具在预测术后疼痛方面均缺乏足够的诊断准确性,这些评估工具的限制性包括在测量术中伤害感受时并不能准确地给出伤害性疼痛的临界值,不能满足预测术后疼痛的需要,以及绝大多数临床试验是在西方国家中进行,由于基因表达的差异性,还需要在亚洲进行大样本的临床实验验证。尽管这些工具都基于交感神经-迷走神经平衡,但其根据不同的机制和自主神经系统标志物参数。未来研究应比较这些评估工具的优缺点,以便进行针对性的临床应用。此外,将这些伤害性指标与术中镇痛结合可能更有助于提高术后疼痛预测的准确性。

3 生物标志物在疼痛评估中的应用

生物标志物是体内特定的生物化学物质,具有明确的分子特征,在疾病诊断、进展和疗效评估方面具有重要作用。Mannes等[27]于2003年发现经历分娩痛的女性脑脊液中cystatin C水平显著高于分娩无疼痛(如剖宫产)产妇,提示cystatin C可能是一个很好的疼痛标志物。疼痛的严重程度和镇痛反应存在较大个体差异[28]。研究发现,遗传多态性和表观遗传修饰参与了慢性术后疼痛的发生,如儿茶酚-O-甲基转移酶多态性与慢性术后疼痛的发生有关,蛋白激酶Cα基因的突变与膝关节置换术后神经性疼痛相关,编码钠通道的SCN9A通道突变导致机体对利多卡因耐药,造成区域镇痛失败[29]。随着遗传学的研究与基因检测技术的发展,有望实现真正的个体化镇痛。

4 神经生理学在疼痛评估中的应用

由于疼痛伴随着大脑电活动的变化,故目前已有研究使用脑电图的变化作为疼痛的动态脑生物标志物[30],例如功率谱分析、α不对称及前额叶、额叶和颞区的γ振荡[31]。Segning等[32]的研究发现,脑电图β波段的变化与疼痛感知之间具有相关性,其适合用于疼痛的识别与量化研究。Teixeira等[33]将β波段脑电振荡信号作为疼痛评估的潜在客观标志物,纳入了12例成年慢性神经性疼痛男性和10例匹配的对照者,发现慢性疼痛组患者低频β波(13~20 Hz)的整体功率谱显著低于对照组,表明低频β波整体功率谱的降低与疼痛程度有关。目前大多数监测伤害感受和镇痛的方法都依赖于伤害感受与自主神经系统之间的密切联系,使用有害刺激后的心率、动脉压或皮肤电导等自主神经反应作为伤害感受的替代物,而神经生理学参数可反映伤害感受和镇痛相关的脑电图变化,故可能在疼痛评估方面具有更高的特异性。

5 总结

疼痛主观评估量表由于简单易行、评估迅速、相对准确,仍然是目前临床疼痛评估的主要工具。现有的疼痛客观评估工具并不能反映疼痛体验的复杂性,不足以诊断或治疗疼痛,因此未进行大范围推广使用。目前仍然缺乏一种高准确性、高适用性、低局限性的客观指标以评估个体疼痛。此外,疼痛是器质性原因、神经变化和环境因素之间的复杂相互作用,适当地评估和管理需要使用多参数工具,除了准确的评估工具,还应该全面了解患者既往史和持续密切的监测。使用任何工具得出的疼痛评价结果都应该考虑到患者的各个方面并谨慎使用[34]。随着经验医学、循证医学到精准医学的发展,相信关于疼痛的疑问会在未来得到解答。

[参考文献]

[1] Raja SN, Carr DB, Cohen M, et al. The revised International Association for the Study of Pain definition of pain: concepts, challenges, and compromises[J]. Pain, 2020, 161(9): 1976-1982. doi:10.1097/j.pain.0000000000001939.

[2] Antunes TPC, Jardim FG, de Oliveira Abreu CIP, et al. Chronic pain self-management strategies for older adults: an integrative review[J]. Life, 2024, 14(6): 707. doi:10.3390/life14060707.

[3] Manworren RCB, Stinson J. Pediatric pain measurement, assessment, and evaluation[J]. Semin Pediatr Neurol, 2016, 23(3): 189-200. doi: 10.1016/j.spen.2016.10.001.

[4] Nimmaanrat S, Thepsuwan A, Tipchatyotin S, et al. Measuring pain intensity in older patients: a comparison of five scales[J]. BMC Geriatr, 2024, 24(1): 556. doi:10.1186/s12877-024-05127-6.

[5] Smith NL, Gibson N, Bear N, et al. Measurement properties and feasibility of chronic pain assessment tools for use with children and young people with cerebral palsy[J]. Disabil Rehabil, 2025, 47(4): 840-854. doi:10.1080/09638288.2024.2362398.

[6] Wojnar-Gruszka K, Sega A, Płaszewska-Żywko L, et al. Pain assessment with the BPS and CCPOT behavioral pain scales in mechanically ventilated patients requiring analgesia and sedation[J]. Int J Environ Res Public Health, 2022, 19(17): 10894. doi: 10.3390/ijerph191710894.

[7] Waydhas C, Ull C, Cruciger O, et al. Behavioral pain scale may not be reliable in awake non-verbal intensive care patients: a case control study[J]. BMC Anesthesiol, 2024, 24(1): 84. doi: 10.1186/s12871-024-02472-2.

[8] Asriyanto LF, Chayati N. Cross-cultural adaptation and validation of the indonesian version of the critical-care pain observation tool[J]. Int J Nurs Sci, 2024, 11(1): 113-119. doi: 10.1016/j.ijnss.2023.12.013.

[9] Stollings JL, Rumbaugh KA, Wang L, et al. Correlation of the critical care pain observation tool and numeric rating scale in intensive care unit patients[J]. J Intensive Care Med, 2024, 39(1): 12-20. doi: 10.1177/08850666231187336.

[10] Chen X, Zhu H, Mei L, et al. Video-based versus on-site neonatal pain assessment in neonatal intensive care units: the impact of video-based neonatal pain assessment in real-world scenario on pain diagnosis and its artificial intelligence application[J]. Diagnostics (Basel), 2023, 13(16): 2661. doi:10.3390/diagnostics13162661.

[11] Lawrence J, Alcock D, McGrath P, et al. The development of a tool to assess neonatal pain[J]. Neonatal Netw, 1993, 12(6): 59-66.

[12] Charlton PH, Paliakaitė B, Pilt K, et al. Vascular biology and microcirculation: assessing hemodynamics from the photoplethysmogram to gain insights into vascular age: a review from VascAgeNet[J]. Am J Physiol Heart Circ Physiol, 2022, 322(4): H493-H522. doi: 10.1152/ajpheart.00392.2021.

[13] Chen IW, Hung KC. Low body mass index may impact the accuracy of surgical pleth index to predict postoperative major pain[J]. Anaesth Crit Care Pain Med, 2020, 39(4): 543-544. doi: 10.1016/j.accpm.2020.05.017.

[14] Ho CN, Fu PH, Chen JY, et al. Heart rate variability and surgical pleth index under anesthesia in poor and normal sleepers[J]. J Clin Monit Comput, 2020, 34: 1311-1319. doi: 10.1007/s10877-019-00450-5.

[15] 刘华为,陈 凤,丁锦屏,等. 手术体积描记指数监测全凭静脉麻醉患者伤害性刺激的应用研究[J]. 陆军军医大学学报, 2022, 44(17): 1757-1763. doi:10.16016/j.2097-0927.202205088.

[16] Oh SK, Won YJ, Lim BG. Surgical pleth index monitoring in perioperative pain management: usefulness and limitations[J]. Korean J Anesthesiol, 2023, 77(1): 31-45. doi:10.4097/kja.23158.

[17] Won YJ, Oh SK, Lim BG, et al. Effect of surgical pleth index-guided remifentanil administration on perioperative outcomes in elderly patients: a prospective randomized controlled trial[J]. BMC Anesthesiol, 2023, 23(1): 57. doi:10.1186/s12871-023-02011-5.

[18] Kim MK, Choi GJ, Oh KS, et al. Pain assessment using the analgesia nociception index (ANI) in patients undergoing general anesthesia: a systematic review and meta-analysis[J]. Pers Med, 2023, 13(10): 1461. doi:10.3390/jpm13101461.

[19] Liu J, Wang Z, Huang W, et al. Analgesia nociception index is an indicator of laparoscopic trocar insertion-induced transient nociceptive stimuli[J]. Open Med (Wars), 2024, 19(1): 20240933. doi:10.1515/med-2024-0933.

[20] Tribuddharat S, Sathitkarnmanee T, Sukhong P, et al. Comparative study of analgesia nociception index (ANI) *vs.* standard pharmacokinetic pattern for guiding intraoperative fentanyl administration among mastectomy patients[J]. BMC Anesthesiol, 2021, 21(1): 50. doi:10.1186/s12871-021-01272-2.

[21] Yoshida K, Obara S, Inoue S. Analgesia nociception index and high frequency variability index: promising indicators of relative parasympathetic tone[J]. J Anesth, 2023, 37(1): 130-137. doi: 10.1007/s00540-022-03126-8.

[22] Rantanen M, Yli-Hankala A, van Gils M, et al. Novel multiparameter approach for measurement of nociception at skin incision during general anaesthesia[J]. Br J Anaesth, 2006, 96(3): 367-376. doi: 10.1093/bja/ael005.

[23] Meijer FS, Martini CH, Broens S, et al. Nociception-guided versus standard care during remifentanil-propofol anesthesia: a randomized controlled trial[J]. Anesthesiology, 2019, 130(5): 745-755. doi: 10.1097/ALN.0000000000002634.