

· 继续教育 ·

麻醉镇痛深度监测的研究进展

张建文 王保国

全身麻醉由镇静、镇痛/抗伤害性刺激和肌肉松弛三要素组成,只有同时使全身麻醉的三要素都达到合适状态,才能获得理想的麻醉深度,但由于全身麻醉的三要素产生的机制不同,目前没有一种技术或参数能够同时监测全身麻醉的三个要素,所以麻醉深度仍采用对不同要素分别监测。当前已有标准的麻醉镇静深度和麻醉肌松深度的监测,但麻醉镇痛深度的监测仍在探索阶段,现将近年来麻醉镇痛深度监测的研究进展作一综述。

关于麻醉深度

麻醉深度可从哲学层面和临床麻醉层面进行分析。麻醉药物使患者意识可逆性消失即进入哲学层面的麻醉深度,意识消失与恢复就是全身麻醉的开始和结束,意识消失是“全有”或“全无”现象,因而无所谓麻醉的浅与深,但哲学层面的全麻尚不能完成手术。疼痛是以意识存在为基础的,全麻时患者意识消失,其“疼痛”主要表现为伤害性应激反应,可使机体发生一系列病理生理改变。临床麻醉层面的麻醉深度主要是指在何种程度上抑制手术伤害性刺激所导致的患者血压升高、心跳加快、体动和挣扎、出汗和流泪、应激激素释放等应激反应。所以,当患者意识消失进入全麻状态后实施的麻醉深度监测实质上就是对伤害性刺激/抗伤害性刺激平衡的监测,即麻醉镇痛深度的监测。

麻醉镇痛深度监测方法

传统的麻醉镇痛深度监测 传统的麻醉镇痛深度监测主要包括:(1)血压和心率等血流动力学指标;(2)眼球运动、流泪及瞳孔对光反射等眼征;(3)呼吸幅度及节律;(4)体动和挣扎等骨骼肌反应;(5)出汗、流泪和皮肤颜色;(6)胃肠道运动。但这些指标个体差异大,易受血管活性药物、血容量、受体阻滞剂及神经肌肉阻滞剂等诸多因素影响,因此不能精准反映麻醉镇痛深度和合理指导临床麻醉用药。

手术应激指数(surgical stress index, SSI) SSI是通过脉搏血氧饱和度探头获得标准心脏搏动间期和容积描记的脉搏波幅来间接反映交感神经活性,是对外科手术应激反应的多变量监控,交感神经活性增加可引起外周血管收缩和光电容积脉搏振幅的微小振动。计算公式: $SSI = 100 -$

$(0.3 \times \text{标准心脏搏动间期} + 0.7 \times \text{容积描记的脉搏波幅})$,参考值范围 0~100, 20~50 为镇痛满意, >50 为镇痛药物剂量不足, <20 为镇痛药物过量^[1,2]。多项研究证实, SSI 是监测伤害性刺激/抗伤害性刺激之间平衡的良好指标^[3,4]。SSI 调控麻醉镇痛深度可使患者血流动力学更加平稳,明显减少阿片类药物用量,明显降低意外事件发生率^[1,5]。另外, SSI 也是评估儿童手术中应激反应的较好指标^[6]。

有研究显示,心血管活性药物(如儿茶酚胺、艾司洛尔、阿托品等)或心脏起搏器会对 SSI 的监测产生明显影响^[7,8]。Mustola 等^[9]研究指出,影响心率的麻醉药物可能影响 SSI 结果的准确性。Ilies 等^[10]在清醒状态下的椎管内麻醉患者中发现 SSI 不能准确反映伤害性刺激/抗伤害性刺激之间的平衡,适当给予镇静药物缓解精神应激后 SSI 可降至基线水平,分析原因可能是由于精神应激影响交感神经反应所致。另外,低体温、老年患者、影响末梢循环的疾病如高血压病和糖尿病等均影响 SSI 的监测结果。

末梢灌注指数(tip perfusion index, TPI) TPI 是通过脉搏血氧饱和度仪实时、无创、连续监测麻醉镇痛深度的一项分析指数。伤害性刺激引起机体交感神经兴奋,末梢小动脉收缩,末梢血流灌注减少。通过监测末梢小动脉血流灌注情况反映交感神经张力,可间接反映机体应激状态。Nilsson 等^[11]认为数理化处理脉搏容积波形后获得的 TPI 使脉搏血氧饱和度的监测有望成为反映外周交感张力变化的定量分析仪器。

TPI 与应激引起的血压变化存在较好的相关性,可预测应激引起的血压变化和反映血中去甲肾上腺素浓度^[12]。多项研究表明, TPI 的变化与交感神经活性及麻醉深度有很好的相关性,在全麻状态下主要反映麻醉镇痛深度^[13,14]。TPI 监测敏感性高、特异性差,监测数据的准确性易受低体温、探头位置、电刀刺激、血流动力学波动等因素的干扰,给临床精准判断造成困难。

镇痛/伤害性刺激指数(analgesia nociception index, ANI) 近年有欧洲学者利用心率变异性与全身麻醉中伤害性刺激/抗伤害性刺激平衡相关联,可作为判断麻醉镇痛程度指标的机制,创立 ANI,实时、连续评估伤害性刺激/抗伤害性刺激的平衡,指导临床镇痛药物使用^[15]。ANI 值范围为 0~100, ANI 值 50~70 为镇痛满意, ANI 值 <50 为镇痛不足, ANI 值 >70 为镇痛过度^[16,17]。Sabourdin 等^[18]通过观察给予瑞芬太尼镇痛的患儿全麻中不同刺激下血流动力学、ANI 和皮肤传导性的变化,结果显示, ANI 在反映

DOI:10.12089/jca.2018.03.022

作者单位:030032 太原市,山西大医院麻醉科(张建文);首都医科大学三博脑科医院麻醉科(王保国)

通信作者:王保国, Email: wbgtyy@sina.com

疼痛刺激方面比血流动力学参数和皮肤传导性敏感性更高。许力等^[19]研究表明, ANI 的变化能够及时反映吸入全麻下腹腔镜胆囊切除手术患者的镇痛水平。传统血流动力学或 ANI 指导丙泊酚复合瑞芬太尼麻醉的镇痛深度调节的研究发现, ANI 指导麻醉镇痛深度调节能够更加合理地使用镇痛药物, 术中血流动力学更加平稳, 镇痛深度更加合理, 苏醒时间明显缩短^[20,21]。

Jeanne 等^[16]研究表明, ANI 数值必须在肺膨胀刺激肺牵张感受器时才能监测。气管插管期间由于肺牵张感受器的刺激被打断, 副交感反射弧中断, ANI 监测会出现偏差, 气管插管后机械通气, 由于存在呼吸性窦性心律失常, ANI 曲线又需要复位。儿茶酚胺、麻黄碱、阿托品等影响窦房结功能的药物或者心脏起搏器都影响 ANI 数值的可靠性。另外, 电极摆放位置和周围仪器电流干扰等因素也影响 ANI 数值的稳定性。

伤害性刺激反应指数 (noxious stimulation response index, NSRI) NSRI 是指对伤害性刺激发生反应的概率, 与伤害性刺激具有良好相关性, 是反映阿片类药物与镇静药物协同抑制伤害性刺激的麻醉状态指数, 通过权重丙泊酚和瑞芬太尼浓度, 校正两者间相互作用后计算得到的范围 0~100 的数值。以置入喉镜时患者的反应作为标准, 100 提示反应的可能性为 100%, 0 提示反应的可能性为 0。Luginbuhl 等^[22]通过丙泊酚-不同剂量瑞芬太尼麻醉的 44 例女性患者同时监测 BIS、听觉诱发电位和 NSRI, 结果显示, NSRI 比 BIS 或听觉诱发电位能更好地预测丙泊酚及麻醉镇痛药的浓度。NSRI 反映的是对伤害性刺激发生反应的概率, 但不能判断单个个体对伤害性刺激有无反应, 目前有关 NSRI 的临床应用尚需进一步研究。

脑电镇痛指数 (pain rating index, PRi) 疼痛/镇痛程度脑电监测的研究是近年研究的热点。多项研究表明^[23~25], 疼痛可引起脑电的明显改变, 脑电有可能成为反映疼痛程度的指标。PRi 是 2016 年 4 月由国内自主研发的反映大脑皮层及皮层下中枢对疼痛刺激耐受程度的综合脑电参数, 量程为 0~100, 是通过小波算法提取脑电中与疼痛信号在脑内传递程度相关的高频节律 (γ 波段, 40~100 Hz)、低频节律 (α 波段和 β 波段, 8~30 Hz) 中规律重复变化的元数据, 再通过数学建模计算出的能够特异性反映药物抑制大脑皮层及皮层下中枢对疼痛刺激反应敏感程度的参数。目前有关 PRi 的临床应用正在多中心研究中, 尚未见相关文献报道。

小 结

传统的麻醉镇痛深度监测难以精准反映麻醉镇痛深度并合理指导临床麻醉用药。近年关于手术应激指数、末梢灌注指数、镇痛-伤害性刺激指数及伤害刺激反应指数等监测技术的探索与发展, 极大地改善临床麻醉镇痛深度的监测, 但尚不能完全满足临床需求, 临床应用有限。目前似乎基于脑电监测反映麻醉镇痛深度的研究可望成为解决麻醉镇

痛深度监测的方向, 但公认的方法仍未产生。

参 考 文 献

- [1] Chen X, Thee C, Gruenewald M, et al. Comparison of surgical stress index-guided analgesia with standard clinical practice during routine general anesthesia: a pilot study. *Anesthesiology*, 2010, 112(5): 1175-1183.
- [2] Won YJ, Lim BG, Lee SH, et al. Comparison of relative oxycodone consumption in surgical pleth index-guided analgesia versus conventional analgesia during sevoflurane anesthesia: a randomized controlled trial. *Medicine(Baltimore)*, 2016, 95(35): e4743.
- [3] Bonhomme V, Uutela K, Hans G, et al. Comparison of the surgical Pleth IndexTM with haemodynamic variables to assess nociception-nociception balance during general anaesthesia. *Br J Anaesth*, 2011, 106(1): 101-111.
- [4] Struys MM, Vanpeteghem C, Huiku M, et al. Changes in a surgical stress index in response to standardized pain stimuli during propofol-remifentanyl infusion. *Br J Anaesth*, 2007, 99(3): 359-367.
- [5] Bergmann I, Gohner A, Crozier TA, et al. Surgical pleth index-guided remifentanyl administration reduces remifentanyl and propofol consumption and shortens recovery times in outpatient anaesthesia. *Br J Anaesth*, 2013, 110(4): 622-628.
- [6] Kallio H, Lindberg LI, Majander AS, et al. Measurement of surgical stress in anaesthetized children. *Br J Anaesth*, 2008, 101(3): 383-389.
- [7] Ahonen J, Jokela R, Uutela K, et al. Surgical stress index reflects surgical stress in gynaecological laparoscopic day-case surgery. *Br J Anaesth*, 2007, 98(4): 456-461.
- [8] Hocker J, Broch O, Grasner JT, et al. Surgical stress index in response to pacemaker stimulation or atropine. *Br J Anaesth*, 2010, 105(2): 150-154.
- [9] Mustola S, Parkkari T, Uutela K, et al. Performance of surgical stress index during sevoflurane-fentanyl and isoflurane-fentanyl anesthesia. *Anesthesiol Res Pract*, 2010, pii: 810721.
- [10] Ilies C, Gruenewald M, Ludwigs J, et al. Evaluation of the surgical stress index during spinal and general anaesthesia. *Br J Anaesth*, 2010, 105(4): 533-537.
- [11] Nilsson L, Johansson A, Kalman S. Respiration can be monitored by photoplethysmography with high sensitivity and specificity regardless of anaesthesia and ventilatory mode. *Acta Anaesthesiol Scand*, 2005, 49(8): 1157-1162.
- [12] 李淑琴, 罗宝蓉, 王保国. 末梢灌注指数与全身麻醉患者血流动力学及儿茶酚胺的相关性. *中华医学杂志*, 2008, 88(17): 1177-1180.
- [13] Mowafi HA. The efficacy of plethysmographic pulse wave amplitude as an indicator for intravascular injection of epinephrine-containing epidural test dose in anesthetized adults. *Anesth Analg*, 2005, 101(5): 1506-1511.
- [14] Klodell CT, Lobato EB, Willert JL, et al. Oximetry-derived perfusion index for intraoperative identification of successful

- thoracic sympathectomy. *Ann Thorac Surg*, 2005, 80(2): 467-470.
- [15] Jeanne M, Logier R, De Jonckheere J, et al. Heart rate variability during total intravenous anesthesia: effects of nociception and analgesia. *Auton Neurosci*, 2009, 147(1-2): 91-96.
- [16] Jeanne M, Logier R, De Jonckheere J, et al. Validation of a graphic measurement of heart rate variability to assess analgesia/nociception balance during general anesthesia. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc*, 2009: 1840-1843.
- [17] Gruenewald M, Ilies C, Herz J, et al. Influence of nociceptive stimulation on analgesia nociception index (ANI) during propofol-remifentanyl anaesthesia. *Br J Anaesth*, 2013, 110(6): 1024-1030.
- [18] Sabourdin N, Arnaout M, Louvet N, et al. Pain monitoring in anesthetized children: first assessment of skin conductance and analgesia-nociception index at different infusion rates of remifentanyl. *Paediatr Anaesth*, 2013, 23(2): 149-155.
- [19] 许力, 马璐璐, 张秀华, 等. 镇痛-伤害性刺激指数是一种新的用于吸入全麻手术镇痛水平的临床监测指数. *基础医学与临床*, 2014, 34(7): 990-993.
- [20] 时胜男, 姚兰, 冯艺. 镇痛-伤害性刺激指数与脑电双频指数指导下的瑞芬太尼复合丙泊酚靶控输注在腹腔镜胆囊切除术中的应用. *临床麻醉学杂志*, 2013, 29(9): 867-869.
- [21] 易端, 魏滨, 张利萍, 等. 镇痛/伤害性刺激指数指导瑞芬太尼在全麻腰椎后路手术中的应用. *基础医学与临床*, 2015, 35(10): 1341-1345.
- [22] Luginbuhl M, Schumacher PM, Vuilleumier P, et al. Noxious stimulation response index: a novel anesthetic state index based on hypnotic-opioid interaction. *Anesthesiology*, 2010, 112(4): 872-880.
- [23] Vatankhah M, Toliyat A. Pain level measurement using discrete wavelet transform. *International Journal of Engineering and Technology*, 2016, 8(5): 380-384.
- [24] Jensen MP, Sherlin LH, Gertz KJ, et al. Brain EEG activity correlates of chronic pain in persons with spinal cord injury: clinical implications. *Spinal Cord*, 2013, 51(1): 55-58.
- [25] 苏珍, 蔡伟, 戴体俊, 等. 疼痛程度与定量药物脑电图的相关性研究. *中国现代医学杂志*, 2013, 23(18): 91-94.

(收稿日期: 2017-06-02)

· 继续教育 ·

可视插管设备的临床应用现状

龚洁 王庆东 王恒林 曹江北

直接喉镜到目前为止仍然是最常用的气管插管方法^[1]。可视插管设备能够改善声门显露的 Cormack-Lehane 分级, 并提高整体插管成功率, 在气道管理中已经变得越来越重要。与直接喉镜比较, 使用可视插管设备能够间接地观察声门, 而无需将口腔、咽部和喉部 3 条轴线对合成 1 条直线。但更好的声门视图并不意味着容易或成功的气管插管, 气管导管的放置有时可能失败^[1]。目前, 已经开发出多种可视设备用于气管插管, 国内外多项研究分别对其各自的应用情况进行了阐述。本文就可视插管设备的临床应用现状综述如下。

可视插管设备的分类

本文将对临床上应用较为广泛的视频喉镜、纤维支气管镜和光纤喉镜进行介绍。

视频喉镜 根据视频喉镜的原理、形状和插管形式, 可将其分为 3 大类^[2]。

1. 带有气管导管引导通道的视频喉镜。这类喉镜为解剖结构形状, 操作者将气管导管预先放置在引导通道中, 成功显露声门后, 沿着引导通道将气管导管送入气管内。

Pentax 气道镜 (pentax airway scope, Pentax-AWS) 的主管道可容纳外径为 8.5~11 mm 的气管导管, 副管道可用作吸引和局部麻醉。它的优点为可显著改善声门显露, 缩短无经验操作者的气管插管时间, 并降低气管插管的失败率。

Airtraq 光学喉镜是一种相对新的一次性使用喉镜, 它能够显著缩短声门暴露时间和气管插管完成时间, 其镜片前端的加热元件可防止雾气形成。

2. 带有改良喉镜片的视频喉镜。这类视频喉镜比直接喉镜的喉镜片具有更大的弯曲度, 对于解剖变异的患者可能具有优势, 操作者需要通过塑形管芯将气管导管前端预先弯曲成 60°, 以便与喉镜片的弯曲度相匹配, 将气管导管推入气管。

Glidescope® 视频喉镜 (GLV) 具有较大尺寸的喉镜片, 对舌体、咽壁和会厌压力较小, 但因其导致插管的空间变窄, 可能会限制气管导管通过声门。

McGrath Series 5 喉镜的摄像机杆长度能够根据患者的不同体型进行调整, 且喉镜片为一次性使用, 无论是镜柄

DOI:10.12089/jca.2018.03.023

基金项目: 全军“十二五”面上项目 (CWS14J068)

作者单位: 100853 北京市, 解放军医学院 (龚洁); 佳木斯大学附属第一医院麻醉科 (王庆东); 解放军第 309 医院麻醉科 (王恒林); 解放军总医院麻醉手术中心 (曹江北)

通信作者: 曹江北, Email: cjb2000@sina.com