

脑电双频谱指数和听觉诱发电位指数监测静吸复合全麻时的麻醉深度

杨浩波,郭曲练

(中南大学湘雅医院麻醉科,长沙 410008)

[摘要] 目的:观察异氟醚和异丙酚静吸复合全麻时脑电双频谱指数(bispectral index, BIS)和听觉诱发电位指数(auditory evoked potentials index, AEPindex)的变化,探讨在静吸复合全麻中应用 BIS 和 AEPindex 监测麻醉深度的意义。方法:ASA I ~ II 级择期行腹部外科手术的患者 40 例,随机分为 I₁ 组($n=20$)和 I₂ 组($n=20$),I₁ 组异氟醚呼末浓度为 0.6 MAC, I₂ 组为 1.0 MAC。异丙酚和维库溴铵诱导气管内插管后,吸入异氟醚,呼末浓度分别为 0.6/1.0 MAC,稳定 20 min 后靶控输注异丙酚,靶浓度从 1.0 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 开始,以 0.5 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 递增,靶浓度稳定在 3.0 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 开始手术。记录 MAP, HR, BIS 和 AEPindex。结果:MAP 和 HR 的变化与异氟醚呼末浓度和异丙酚浓度无相关性。BIS 和 AEPindex 与异氟醚呼末浓度的相关系数分别为 -0.757, -0.819 和 -0.832, -0.878;与异丙酚靶控浓度的相关系数分别为 -0.932, -0.888 和 -0.920, -0.923 ($P < 0.001$)。BIS 和 AEPindex 与插管刺激的相关性为 -0.544 和 -0.728, BIS 和 AEPindex 与切皮和探查的刺激无线性相关。结论:BIS 和 AEPindex 能可靠地监测异氟醚-异丙酚复合麻醉的深度。在反应气管插管的刺激上 AEPindex 明显优于 BIS,但两者均不能有效地监测切皮和探查时的心血管反应。

[关键词] 脑电双频谱指数; 听觉诱发电位指数; 麻醉深度; 异氟醚; 二异丙酚

[中图分类号] R614.21 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1672-7347(2007)01-0127-05

Effects of BIS and AEPindex monitoring on the depth of anesthesia in intravenous-inhalational anesthesia

YANG Hao-bo, GUO Qu-lian

(Department of Anesthesiology, Xiangya Hospital, Central South University, Changsha 410008, China)

Abstract: **Objective** To evaluate the effects of bispectral index (BIS) and auditory evoked potentials index (AEPindex) monitoring on the depth of anesthesia in inhalation of isoflurane and target-controlled infusion (TCI) of propofol, and to observe the changes of BIS and AEPindex. **Methods** Forty ASA physical status I ~ II patients undergoing selective abdominal operations were divided into 2 groups randomly: Group I₁ (the end-tidal isoflurane concentration was 0.6 MAC, $n=20$) and Group I₂ (the end-tidal isoflurane concentration was 1.0 MAC, $n=20$). Anesthesia was induced with propofol and vecuronium. After the tracheal intubation, the patients were ventilated with 0.6/1.0 MAC isoflurane in pure oxygen, and after 20 minutes, propofol was administered with TCI according to the different target plasma concentrations from 1.0 g/mL to 3.0 g/mL (increasing 0.5 g/mL each time). The changes of MAP, HR, BIS and AEPindex were recorded simultaneously. **Results** There was no close correlation between MAP, HR and the end-tidal isoflurane concen-

tration, target plasma concentration of propofol. The correlation coefficients between BIS, AEPindex and the end-tidal isoflurane concentration were -0.757 , -0.819 and -0.832 , -0.878 ($P < 0.001$), respectively; those between BIS, AEPindex and the target plasma concentration of propofol were -0.932 , -0.888 and -0.920 , -0.923 ($P < 0.001$). The correlation coefficients between BIS, AEPindex and the stimulation of endotracheal intubation were -0.728 and 0.544 , respectively; however, there was no close correlation between BIS, AEPindex and the stimulation of skin incision, and exploration. **Conclusion** BIS and AEPindex are reliable parameters to monitor the depth of anesthesia of isoflurane and propofol combined anesthesia; and in response to the stimulation of tracheal intubation, AEPindex is better than BIS, but BIS and AEPindex can not be used to predict the cardiovascular reaction of skin incision and exploration.

Key words: bispectral index; auditory evoked potential index; depth of anesthesia; isoflurane; propofol

[*J Cent South Univ (Med Sci)*, 2007, 32(1):0127-05]

静吸复合全麻是临床常用的麻醉方法,具有麻醉维持相对稳定,苏醒相对迅速等优点,但多种全身麻醉药的复合使用,对麻醉深度的判断带来一定的困难。既往的麻醉深度监测多是在单纯的吸入或静脉全麻基础上进行的,将脑电双频谱指数(bispectral index, BIS)和听觉诱发电位指数(auditory evoked potentials index, AEPindex)联合用于静吸复合全麻的麻醉深度监测的研究较少^[1-4]。本研究旨在观察异氟醚吸入和异丙酚靶控输注(target-controlled infusion, TCI)复合全麻下诱导插管、切皮和手术探查时 BIS 和 AEPindex 的变化,探讨 BIS 和 AEPindex 在静吸复合全麻深度监测中的应用及其意义。

1 对象与方法

1.1 一般资料 择期在全麻下行腹部手术的患者 40 例(男/女为 20/20),美国麻醉医师协会(ASA)分级 I ~ II 级,无精神和听力障碍,排除气管插管困难者。随机 I₁ 组和 I₂ 组,每组均为 20 例, I₁ 组异氟醚呼末浓度为 0.6 MAC(最低肺泡有效浓度), I₂ 组为 1.0 MAC。

1.2 麻醉方法 术前不用镇静药。入室输入复方氯化钠溶液,滴速 10 mL/(kg·h)。患者闭目静卧 5 min, 2% 利多卡因 2 mL 环甲膜穿刺气管内表麻,异丙酚 2 mg/kg 和维库溴铵 0.1 mg/kg 静脉诱导, 3 ~ 5 min 后气管内插管,控制呼吸,吸入异氟醚,呼末气浓度为 0.6/1.0 MAC,稳定 20 min 后靶控输注异丙酚,靶浓度从 1.0 μg/mL 开始,以

0.5 μg/mL 递增,每一靶浓度稳定 5 ~ 10 min,血压下降者,加快输液,使血压波动在基础值 20% 以内。靶浓度稳定在 3.0 μg/mL 开始手术。

1.3 监测方法 PHILIPS V24E 监护仪监测平均动脉压(MAP)和心率(HR), Datex-Ohmeda 气体监测仪监测异氟醚的呼气末浓度。A-line 无创麻醉深度监测仪连续监测 AEPindex, 3 个特制电极分别贴在前额正中(正极),前额偏左(参考电极),左耳后乳突(负极),双耳以 70 dB/5.9 Hz 的刺激,持续 0.5 ~ 1 ms。记录每一时点连续 30 s 内的变化数值,取其均值。Aspect A-1000 数量化脑电图监测仪连续监测 BIS。采用 Ag-AgCl 电极,按照国际脑电图学会规定的 10/20 标准连接 Fp1-A1, Fp2-A2, Fpz 接地。记录每一时点连续 30 s 内的变化数值,取其均值。

1.4 观察指标和采样时点 记录 MAP, HR, BIS 和 AEPindex。记录时点:麻醉前(T₁),注射异丙酚后 2 min(T₂),插管后 2 min(T₃),异氟醚呼气末 0.6/1.0 MAC(T₄, T₄ 又分为 1, 5, 10, 20 min 4 个时间点,分别为 T₄₋₁, T₄₋₅, T₄₋₁₀, T₄₋₂₀),异丙酚 TCI 1.0 μg/mL(T₅), 1.5 μg/mL(T₆), 2.0 μg/mL(T₇), 2.5 μg/mL(T₈), 3.0 μg/mL(T₉),切皮(T₁₀)和探查时(T₁₁)。

1.5 统计学处理 采用 SPSS for Windows 11.0 统计软件进行统计分析。计量指标用 $\bar{x} \pm s$ 表示,组内每个样本均数各时间点的比较采用配对 *t* 检验,组间每个样本均数相应时间点的比较采用单因素方差分析,记数资料采用 χ^2 检验,将 MAP, HR, BIS 和 AEPindex 和异氟醚呼气末浓度、异丙酚

靶控浓度和气管插管、切皮探查等进行线性相关因素分析。 $P < 0.05$ 认为差异有统计学意义。

2 结 果

所有患者麻醉诱导和维持均顺利进行,术后随访均无术中知晓发生。

2.1 两组患者血流动力学变化 麻醉诱导(T_2)后,两组患者 MAP 均显著下降($P < 0.05$),插管后(T_3)均显著上升($P < 0.05$),而 HR 无明显变化($P > 0.05$);异氟醚麻醉(T_4)后 MAP 和 HR 显著下降($P < 0.05$),并且两组之间有显著差异, I_2 组低于 I_1 组($P < 0.05$),在异丙酚靶控输注期间($T_5 \sim T_9$)无明显变化($P > 0.05$);切皮(T_{10})两组 MAP 和 HR 均较前有明显上升($P < 0.05$) (图 1,2)。两组患者 MAP,HR 与异氟醚呼气末浓度的相关系数分别是 -0.247 , -0.411 和

-0.266 , -0.368 ,与异丙酚靶控浓度的相关系数分别是 -0.245 , -0.428 和 -0.399 , -0.266 。

2.2 两组患者各时点 BIS 和 AEPindex 变化 麻醉诱导(T_2)后 BIS 和 AEPindex 即显著下降($P < 0.05$),插管后(T_3)较前(T_2)明显上升($P < 0.05$),依然低于麻醉前(T_1) ($P < 0.05$);异氟醚吸入麻醉(T_4)时,两者均显著降低,其中 I_2 组 BIS 下降更明显($P < 0.05$),两组 AEPindex 之间则无差别($P > 0.05$);异丙酚靶控麻醉两组 BIS 和 AEPindex 呈下降趋势($P > 0.05$),切皮和探查时两组 BIS 和 AEPindex 有变化但无统计学意义($P > 0.05$) (图 3,4)。两组患者 BIS, AEPindex 与异氟醚呼气末浓度的相关系数分别为 -0.757 , -0.819 和 -0.832 , -0.878 ,与异丙酚靶控浓度的相关系数分别为 -0.932 , -0.888 和 -0.920 , -0.923 。

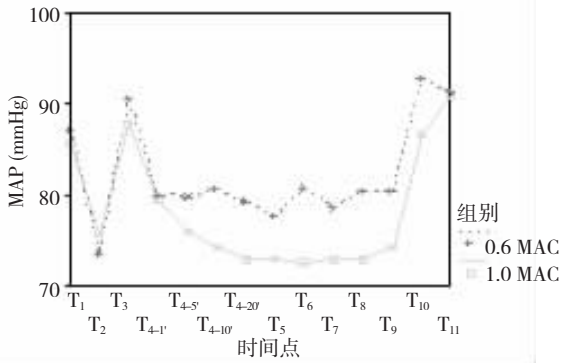


图 1 两组患者 MAP 变化

Fig.1 Changes of MAP in two groups

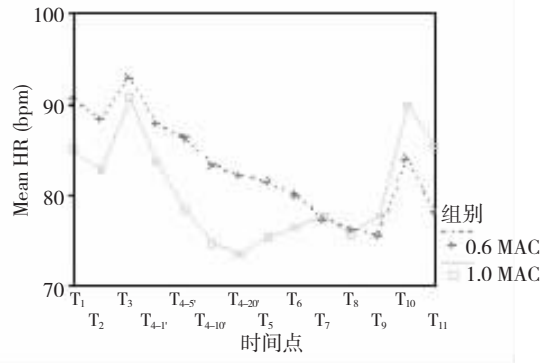


图 2 两组患者 HR 变化

Fig.2 Changes of HR in two groups

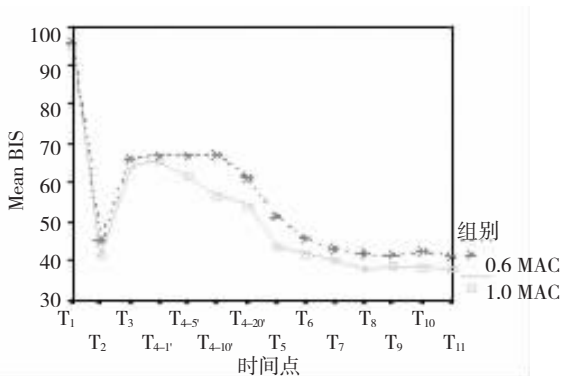


图 3 两组患者 BIS 变化

Fig.3 Changes of BIS in two groups

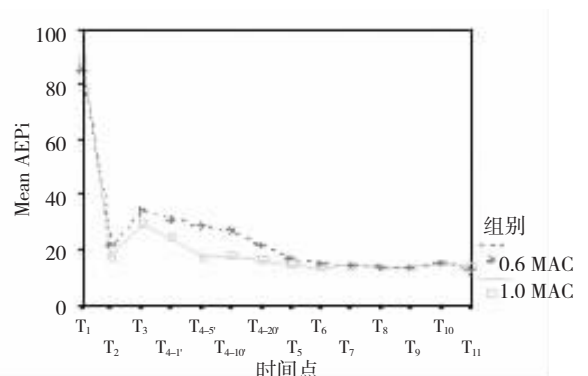


图 4 两组患者 AEPindex 变化

Fig.4 Changes of AEPindex in two groups

2.3 各参数与伤害性刺激的关系 MAP, HR, BIS 和 AAI 与插管的相关性分别为 0.103, 0.132, -0.544 和 -0.728。两组 MAP, HR 与切皮和探查的相关系数分别为 0.395, 0.643 和 0.083, 0.270。两组 BIS, AEPindex 与切皮和探查的相关系数分别为 -0.016, -0.019 和 -0.146, 0.076。

3 讨 论

BIS 能反映大脑皮层的意识水平,随着麻醉和镇静程度的加深其值下降,作为麻醉深度的监测指标,已经在临床上广泛使用。对静脉麻醉药如异丙酚和咪唑安定等的镇静深度的监测上,BIS 的作用已经肯定^[1-2]。在监测吸入麻醉深度上,有越来越多的研究证实 BIS 与吸入麻醉药之间有良好的相关性,能够准确地判断吸入麻醉深度^[3-4]。在本研究中,异氟醚吸入麻醉时,BIS 即有非常显著的下降,尤以高浓度(1.0MAC)的变化较低浓度(0.6 MAC)更加明显,两组 BIS 与异氟醚浓度之间有良好的相关性,而 1.0MAC 组的相关性更高($r = -0.819, P < 0.001$),与许毓光等^[3]和 Olofsen 等^[4]的报道相似。在异氟醚吸入-异丙酚靶控麻醉时,随着靶控浓度的增加,两组 BIS 出现恒定的下降。BIS 与异丙酚靶控浓度之间有着良好的直线相关($r_1 = -0.932, r_2 = -0.888, P < 0.001$)。因此,BIS 可以作为异氟醚-异丙酚复合麻醉时麻醉深度监测的一个可靠指标。

AEPindex 由听觉诱发电位 AEP 衍生而来。AAI 是由丹麦 Danmeter 公司用自行开发的 ARX 模型(autoregressive modeling with exogenous input, ARX-model)得到的 AEPindex。大量的研究已经证实 AEPindex 可以准确地监测麻醉深度。Kurita 等^[5]报道,AEPindex 和呼出气七氟醚浓度与镇静程度的相关性分别为 0.820 和 0.870。Anderson 等^[6]的研究发现,AEPindex 在清醒和意识消失时分别为 71 和 21。Ge 等^[7-8]的系列研究认为,AAI 在监测镇静程度上优于 BIS;AAI 对机体从无应答到有应答和从有应答到无应答的意识预测概率(Pk)分别为 0.786 和 0.864,认为 AAI 对意识恢复和消失均有良好的预测。本研究中,异氟醚麻醉后,两组 AAI 呈下降趋势,吸入 0.6 MAC 稳定到 20 min 时 AAI 较前显著降低,而在吸入较高浓度(1.0 MAC)稳定 5 min 起就出现显著下降,下降幅度要

显著大于较低浓度组(0.6 MAC),AAI 与异氟醚呼气末浓度之间有良好的相关性($r_1 = -0.832, r_2 = -0.878, P < 0.001$),这表明 AEPindex 能较好地反映异氟醚麻醉深度。异丙酚靶控麻醉期间,AAI 与异丙酚靶控浓度的有良好的相关性($r_1 = -0.920, r_2 = -0.923, P < 0.001$),表明 AEPindex 能够较好地反映异丙酚的麻醉深度。此结果与 Struys 等^[9]的不同,作者认为主要原因在于本试验是在复合异氟醚吸入麻醉的基础上行异丙酚靶控麻醉,AAI 的变化应该是异氟醚-异丙酚共同作用的反映。因此,AEPindex 可以作为异氟醚-异丙酚复合麻醉时麻醉深度监测的一个可靠指标。

AEPindex 除了反映大脑皮层特定的活动外,还反映特定的皮层下的活动,可能对伤害刺激的体动反应有一定的预见性^[5]。一般认为,AEPindex 能较好地预测伤害刺激的体动,而 BIS 不能较好地预测伤害刺激的体动。本研究中 AAI 与诱导插管的相关性为 -0.728,提示 AAI 能可靠地预测气管插管的刺激。而 BIS 和 AAI 与切皮和探查的相关性较低,表明在本试验条件下两者不能有效地预测切皮和探查的刺激状况。这可能与本试验在切皮时的麻醉较深(异氟醚吸入 1.0 MAC 下异丙酚靶控 3.0 $\mu\text{g}/\text{mL}$),对脑电活动抑制较强(AAI ≤ 15)有关。

本研究中血流动力学参数与异氟醚、异丙酚之间的量效相关性,以及与诱导插管和切皮探查的相关性均较低,因此认为在异氟醚-异丙酚麻醉期间的血流动力学改变多由于麻醉药对心血管功能的抑制效应所致,而不能反映麻醉药对神经中枢的抑制作用,故不能准确地反映麻醉深度的变化。Weber 等^[10]在七氟醚-雷米芬太尼麻醉的研究也证实了这一点。

总之,BIS 和 AEPindex 均能可靠的监测异氟醚-异丙酚复合麻醉的深度。在反应气管插管的刺激上,AEPindex 明显优于 BIS,但两者均不能有效地监测切皮和探查时的心血管反应。

参考文献:

- [1] Kreuer S, Bruhn J, Larsen R, et al. Comparison of Alaris AEP index and bispectral index during propofol-remifentanyl [J]. Br J Anaesth, 2003, 91(3):336-340.
- [2] Buyukkocak N, Ozcan S, Daphan C, et al. A comparison of four intravenous sedation techniques and bispectral index moni-

- toring in sinonasalsurgery [J]. *Anesth Int Care*, 2003, 31 (2): 164-165.
- [3] 许毓光,郭曲练,唐朝晖. 不同浓度的异氟醚对听觉诱发电位指数和数量化脑电图的影响[J]. *临床麻醉学杂志*, 2004, 20 (3): 144-145.
- XU Yu-guang, GUO Qu-lian, TANG Zha-hui. The effects of different MAC of isoflurane on auditory evoked potential index and quantitative electroencephalogram [J]. *J Clin Anesthesiol*, 2004, 20 (3): 144-145.
- [4] Olofson E, Dahan A. The dynamic relationship between end-tidal sevoflurane and isoflurane concentrations and bispectral index and spectral edge frequency of the electroencephalogram [J]. *Anesthesiology*, 1999, 90 (5): 1345-1353.
- [5] Kurita T, Doi M, Katoh T, et al. Auditory evoked potential index predicts the depth of sedation and movement in response to skin incision during sevoflurane anesthesia [J]. *Anesthesiology*, 2001, 95 (2): 364-370.
- [6] Anderson R E, Barr G, Assareh H, et al. The AAI index, the BIS index and end-tidal concentration during wash in and wash out sevoflurane [J]. *Anesthesia*, 2003, 58 (6): 531-535.
- [7] Ge S J, Zhuang X L, Wang Y T, et al. Changes in the rapidly extracted auditory evoked potentials index and the bispectral index during sedation induced by propofol or midazolam under epidural block [J]. *Br J Anaesth*, 2002, 89 (2): 260-264.
- [8] Ge S J, Zhuang X L, Wang Y T, et al. Performance of the rapidly extracted auditory evoked potentials index to detect the recovery and loss of wakefulness in anesthetized and paralyzed patients [J]. *Acta Anaesthesiol Scand*, 2003, 47 (4): 466-471.
- [9] Struys M M, Jensen E W, Smith W, et al. Performance of the AEX-derived auditory evoked potential index as an indicator of anesthetic depth: a comparison with bispectral index and hemodynamic measures during propofol administration [J]. *Anesthesiology*, 2002, 96 (4): 803-816.
- [10] Weber F, Bein T, Hobbhahn J, et al. Evaluation of the Alaris Auditory Evoked Potential Index as an indicator of anesthetic depth in preschool children during induction of anesthesia with sevoflurane and remifentanyl [J]. *Anesthesiology*, 2004, 101 (2): 294-298.

(本文编辑 傅希文)