

麻醉深度指数在临床麻醉中的应用进展

高俊琼*, 王士雷#

青岛大学附属医院麻醉科, 山东 青岛

收稿日期: 2021年10月5日; 录用日期: 2021年11月3日; 发布日期: 2021年11月10日

摘要

麻醉深度监测在临床麻醉中应用日益广泛。术中监测麻醉深度,既可以指导术中用药,又可以减少术后麻醉相关并发症的发生。麻醉深度指数(depth of anesthesia index, AI)作为一种新近研发的麻醉深度监测仪器,主要针对意识及镇静水平的变化来进行麻醉状态分析。本文总结了AI的临床应用进展,以及与临床上常用麻醉深度仪器——脑电双频指数(BIS)的比较。因为AI值是基于亚洲人的脑电数据计算出的数值,所以它更适合中国人的术中麻醉监测,可以有效防止麻醉过深,尽可能减少麻醉药物的毒副作用,缩短苏醒时间;防止麻醉过浅,可避免术中知晓,提高患者术中对重大创伤的应激能力。

关键词

麻醉深度指数, 脑电双频指数, 丙泊酚, 老年患者

Application Progress of Anesthesia Depth Index in Clinical Anesthesia

Junqiong Gao*, Shilei Wang#

Department of Anesthesiology, Affiliated Hospital of Qingdao University, Qingdao Shandong

Received: Oct. 5th, 2021; accepted: Nov. 3rd, 2021; published: Nov. 10th, 2021

Abstract

Anesthesia depth monitoring is widely used in clinical anesthesia. Intraoperative monitoring of anesthesia depth can not only guide intraoperative medication, but also reduce the incidence of postoperative anesthesia related complications. As a newly developed depth of anesthesia monitoring instrument, AI is mainly used to analyze the changes of consciousness and sedation level. This paper summarizes the clinical application of AI and its comparison with BIS. Because AI value is calculated based on the EEG data of Asian people, it is more suitable for intraoperative anes-

*第一作者 Email: 1344610219@qq.com

#通讯作者 Email: wshlei@aliyun.com

sia monitoring of Chinese people, which can effectively prevent excessive anesthesia, minimize the toxic and side effects of narcotic drugs, and shorten the recovery time; the prevention of shallow anesthesia can avoid intraoperative awareness and improve the stress ability of patients with major trauma.

Keywords

Depth of Anesthesia Index, Bispectral Index, Propofol, Elderly Patients

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 麻醉深度指数(AI)简介

适宜的麻醉深度是手术顺利完成的前提。麻醉过浅, 可能导致术中知晓, 给患者造成一定的心理阴影; 可能导致体动, 对脑科、心外科等精细操作造成干扰。麻醉过深, 不仅增加了用药量, 还会延长拔管时间, 甚至还会产生严重的麻醉并发症。这就需要麻醉医师精确掌握术中的麻醉深度。最原始监测麻醉深度的方法是观察术中患者的心率(HR)、血压(MAP)、体动反应等生命体征[1], 但这种方法具有滞后性, 手术操作的干扰性也很大。后来, 发明了针对全身麻醉深度的监测仪器, 包括脑电双频指数 BIS、听觉诱发电位指数、AI 等[1], 且 BIS 已被大量研究证实可用于麻醉深度的监测。

AI 是由浙江省普可公司研发的, 具有完全自主知识产权的国产麻醉深度监测系统[2]。AI 判断麻醉深度状态主要针对意识及镇静水平变化。它的原理是将综合选取的脑电图数据进行加权求和, 得到 0~99 的无量纲数值来反映麻醉深度, 将信号分为清醒、浅麻、中麻、深麻、过深麻醉五种状态。其算法是基于亚洲人的脑电数据得到的, 具有抗干扰性强, 针对性高, 特异性好等特点。AI 监护仪的显示设置(如图 1)比较齐全, 采用多变量分析方法, 右上方显示麻醉深度 AI 值; 还添加了爆发抑制(BSR)和肌电指数(EMG, 测前额肌电); 右下方的 FC 表示重心频率, 表示当前时刻脑电的频谱中频率分布的重心位置; 左上方显示患者脑电图的变化; 左下方将脑电波根据能量高低转换成彩色频谱图, 可将上方的波形和下方的频谱进行对比, 从而确定 AI 监测麻醉深度的准确性。麻醉医师可以根据频谱图做“简单”的 EEG 解读, 为指导麻醉的管理提供更多的信息。



Figure 1. AI interface diagram

图 1. AI 界面图

全麻药物会短暂性抑制中枢神经系统功能和神经传导, 使神经元电活动发生改变[3]。脑电图(electroencephalogram, EEG)可以直接反应大脑神经元电活动, 用于评价麻醉深度[4]。因为任何一种麻醉药物都会产生特定的脑电图变化, 而患者的个体差异也会导致不同的脑电差异, 所以根据脑电图的变化可以反映出实际的麻醉深度。脑电图监测还可用于解决重症监护治疗和麻醉中的紧急问题[5]。

2. 应用

2.1. AI 值与 BIS 值的比较

AI 的产生, 填补了我国自主研发麻醉深度监测仪器的空白。在此之前, 我们习惯用 BIS 来监测患者围手术期的意识状态[6]。AI 是基于亚洲人的脑电频率而得出的数据[2], 与 BIS 所制定的脑电频率有所差别, 所以我们需要比较 AI 值与 BIS 值之间是否存在差异及差异的大小。

首先是二者针对某一特定药物的比较。丙泊酚是手术过程中常用的麻醉镇静药物, 有研究证明 BIS 值和丙泊酚之间存在良好的相关性[7], 而我们通常认为丙泊酚可导致血压下降, 所以 Arndt C. 等人对丙泊酚是否与低血压存在相关性进行了研究, 结果表明, BIS 监测下和根据体重调整丙泊酚用量两组患者低血压的发生率并无明显差异[8]。因此, 可以通过监测 AI 指数与丙泊酚镇静深度来反映 AI 值和 BIS 值的相关性[9]。临床上普遍接受的麻醉深度 BIS 值在 40~60, 研究发现, 在非伤害性刺激下, AI 可准确监测麻醉深度, 且与 BIS 无明显差异[10]。在意识消失和恢复意识时, AI 值和 BIS 值的差距很小, 在判断麻醉深度方面一致性较高, 但在意识变化过程中, AI 值的改变比 BIS 值更明显, 更能反映意识的改变[11]。

研究显示阿片类药物本身对 BIS 值没有影响, 但阿片类药物的使用能增强丙泊酚的镇静作用[12]。现有研究不能证明阿片类药物对 AI 值是否有影响, 但同一患者使用丙泊酚和阿片类药物时, AI 的表现与 BIS 类似[13]。

其次是二者针对同一手术类型进行的比较[14]。研究者选择了择期腹腔镜手术的患者, 发现从诱导到插管成功时刻, AI 值变化较 BIS 值更灵敏, AI 值常常在 BIS 值变化前 10~15 s 就有反应。与 BIS 相比, AI 能更真实反映患者麻醉诱导过程中的脑电变化。经过统计学分析, 两种测量方法的标准偏差(BIS 值-AI 值)分别为: 诱导前(4.7 ± 11.6); 插管成功即刻(-17.3 ± 24.9); 插管后 5 min (-4.9 ± 21.5); 气腹完成即刻(-5.3 ± 15.3); 拔管前即刻(-3.6 ± 11.4); 拔管后 5 min (-2.8 ± 14.4)。在插管成功时 AI 值和 BIS 值的差值均数最大为 17.3, 此时二者的一致性较低, 但尚在统计学接受范围内。在插管成功后 5 分钟, AI 和 BIS 的一致性较高, 可准确反映麻醉深度。同时还发现在苏醒过程中, AI 相对于 BIS 可能更准确一些[14]。

AI 值数据库参数来源于亚洲人, 符合中国人脑电信号特征, 参数敏感性高, 特异性好, 而 BIS 值数据库来源于欧美人群, 同亚洲人群的脑电数据有一定差距, 所以两者的数值代表的麻醉深度可能存在差异[14]。术中测量同一国人的 BIS 值、脑电图和光谱熵值, 发现其一致性较差[15]。有研究发现丙泊酚致意识消失时白人与国人 BIS 平均值分别为 70.9 和 57.9 [16], 说明国产 ConView 麻醉深度监测仪更适合国人监测[14]。

2.2. AI 在老年全麻中的应用

随着年龄的增大, 老年患者的身体机能下降, 对创伤的应激能力, 麻醉药物的耐受能力都有所下降, 老年患者全麻恢复期并发症发生率高, 常危及生命[17]。潘严等人的研究证明, AI 监护下气管拔管不仅能缩短拔管时间, 还能减少老年患者呼吸相关并发症[18]。

老年患者术后并发症较多, 如术后认知功能障碍(POCD)、术后谵妄(POD)等。研究证明, 术前额叶 α 功率与术前认知指数得分之间存在明显的相关性[19]。研究证明, 老年患者的脑电图震荡幅度比青年人小 2~3 倍。与年轻患者相比, 老年患者的 α 下降幅度要慢, 且 α 相关性和峰值频率明显更低, 年龄较大

的患者更容易遭受爆发抑制[20]。Deiner S.等人的回顾性研究证明,老年患者术后三个月 POCD 发生率为 27.3%,且大部分为执行功能障碍,记忆功能障碍比例较少,也没有二者同时存在的情况,麻醉药物的选择不会影响到 POCD 的发展[21]。术前认知障碍的患者术后 POCD 和 POD 的发生率明显增加。脑电图监测下的全麻会使 α 波段前趋化(即 α 波段急剧下降并向前增加),处于清醒状态的 α 功率会随着年龄的增长而降低[22],且麻醉药诱导的额叶 α 功率也随着年龄增长而下降;闫琪等人的研究证明,在全凭静脉麻醉下,AI 值与血流动力学变化呈正相关关系,尤其是平均动脉压的变化可以更好的反应麻醉深度的变化[23]。由于老年人的血流动力学不稳定,所以高龄患者的用药要相对减少,减少血压的波动,使 AI 频谱图中的 α 波下降幅度减小,可能减少术后认知障碍的发生。

3. 局限性

首先, AI 监测仪的电极片和平时我们用的三导联或五导联心电图的电极片类似,因此 AI 监测仪在抗高频电刀干扰、监测电极片工艺方面还有待提高。其次,在腔镜手术过程中,由于气腹造成的麻醉深度的改变, AI 对此并不敏感[14]。最后,不同的麻醉药物会产生不一样的频谱图,其测得的 AI 值也会大不相同。因为数据的收集、处理过程需要时间[24],所以 AI 值的显示会有滞后性,从而造成给药量的增多,这是使用 AI 监测仪时需要注意的问题。

4. 展望

随着科学技术的不断发展,针对于患者个体化的精准麻醉也越来越受到麻醉医师的重视。精准麻醉主要包括术前麻醉的精准评估,术中的精准监测,术后恢复以及术后镇痛[25]。术前准确评估,需要麻醉医师在术前访视患者时正确判断患者当前的身体状况,是否合并其他并发症,术前是否用药以及是否会术中、术后的麻醉管理产生影响。术中精准监测,术后镇痛等就需要麻醉深度的监测。

AI 是针对亚洲人的脑电数据计算得到的,能帮助麻醉医师提高精准麻醉的准确率,可有效防止麻醉过深,减少麻醉药物的毒副作用,缩短苏醒时间;防止麻醉过浅,可避免术中知晓,提高患者术中对于重大创伤的应激能力;术后防止镇痛药物过量引起的呼吸抑制。对于老年患者,术中用药量的减少,能使术后并发症(如术后认知功能障碍、术后谵妄等)的发生率明显降低。随着技术的不断改进, AI 会变得更加智能和准确,在围手术期的麻醉深度监测方面发挥更强大的优势。

利益冲突

所有作者均声明不存在利益冲突。

参考文献

- [1] 袁伟. 关于全身麻醉深度监测研究的综述[J]. 健康之友, 2018(12): 150.
- [2] 浙江普可医疗技术有限公司. 一种基于脑电的麻醉深度监测方法[P]. 中国, 2015-04-29.
- [3] 任艺, 韩如泉. 全麻药物影响儿童及婴幼儿神经系统预后的研究进展[J]. 临床麻醉学杂志, 2017, 33(12): 1228-1230.
- [4] Hadavi, S.M., Allahyary, E. and Asadi, S. (2013) Evaluation of the Adequacy of General Anesthesia in Cesarean Section by Bispectral Index. *Iranian Journal of Medical Sciences*, **38**, 240-247.
- [5] Department of Neurology, Krishna Institute of Medical Sciences, Secunderabad, Telangana, India (2018) Continuous EEG Monitoring in Intensive Care Unit. *International Journal of Epilepsy*, **5**, 62-67. <https://doi.org/10.1055/s-0039-1693079>
- [6] Shepherd, J., Jones, J., Frampton, G., et al. (2013) Clinical Effectiveness and Cost-Effectiveness of Depth of Anaesthesia Monitoring (E-Entropy, Bispectral Index and Narcotrend): A Systematic Review and Economic Evaluation. *Health Technology Assessment*, **17**, 1-264. <https://doi.org/10.3310/hta20340>

- [7] 程芳. 离子迁移谱技术检测呼出气中丙泊酚的浓度与 BIS 监测麻醉深度之间的相关性研究[D]: [硕士学位论文]. 大连: 大连医科大学, 2017.
- [8] Rusch, D., Arndt, C., Eberhart, L., *et al.* (2018) Bispectral Index to Guide Induction of Anesthesia: A Randomized Controlled Study. *BMC Anesthesiology*, **18**, 66. <https://doi.org/10.1186/s12871-018-0522-8>
- [9] 刘悦. ConView 脑电意识状态法与 BIS 法监测患者异丙酚镇静深度准确性的比较[D]: [硕士学位论文]. 石家庄: 河北医科大学, 2017.
- [10] 蒋毅, 余丽珍, 刘悦. 麻醉指数监测异丙酚镇静深度的准确性与 BIS 的比较[J]. 中华麻醉学杂志, 2017, 37(12): 1516-1519.
- [11] 付阳, 许涛, 谢克亮, 等. 麻醉深度指数和脑电双频指数在静脉麻醉中判断意识变化的多中心比较研究[J]. 国际麻醉学与复苏杂志, 2018, 39(11): 1005-1009.
- [12] Lysakowski, C., Dumont, L., Pellegrini, M., *et al.* (2001) Effects of Fentanyl, Alfentanil, Remifentanyl and Sufentanil on Loss of Consciousness and Bispectral Index during Propofol Induction of Anaesthesia. *British Journal of Anaesthesia*, **86**, 523-527. <https://doi.org/10.1093/bja/86.4.523>
- [13] Fu, Y., Xu, T., Xie, K., *et al.* (2019) Comparative Evaluation of a New Depth of Anesthesia Index in ConView(R) System and the Bispectral Index during Total Intravenous Anesthesia: A Multicenter Clinical Trial. *BioMed Research International*, **2019**, Article ID: 1014825. <https://doi.org/10.1155/2019/1014825>
- [14] 陶守君, 雷卫平, 黄娅琴, 等. 国产麻醉深度监测仪和脑电双频指数监测仪在腹腔镜手术中的一致性分析[J]. 临床麻醉学杂志, 2018, 34(9): 878-891.
- [15] Tiefenthaler, W., Colvin, J., Steger, B., *et al.* (2018) How Bispectral Index Compares to Spectral Entropy of the EEG and A-Line ARX Index in the Same Patient. *Open Medicine (Wars)*, **13**, 583-596. <https://doi.org/10.1515/med-2018-0087>
- [16] Arndt, C., Eberhart, L., Tappert, S., *et al.* (2018) Bispectral Index to Guide Induction of Anesthesia: A Randomized Controlled Study. *BMC Anesthesiology*, **18**, 66. <https://doi.org/10.1186/s12871-018-0522-8>
- [17] 李英姿, 李彭覃. 老年患者全身麻醉恢复期并发症相关因素的分析[J]. 临床护理杂志, 2008, 7(3): 13-15.
- [18] 潘严, 栾春梅, 任震晴. 麻醉深度监测在老年全麻患者恢复期的应用[J]. 江苏医药, 2015, 41(8): 924-926.
- [19] Giattino, C.M., Gardner, J.E., Sbahi, F.M., *et al.* (2017) Intraoperative Frontal Alpha-Band Power Correlates with Preoperative Neurocognitive Function in Older Adults. *Frontiers in Systems Neuroscience*, **11**, 24. <https://doi.org/10.3389/fnsys.2017.00024>
- [20] Purdon, P.L., Pavone, K.J., *et al.* (2015) The Ageing Brain: Age-Dependent Changes in the Electroencephalogram during Propofol and Sevoflurane General Anaesthesia. *British Journal of Anaesthesia*, **115**, 145-157. <https://doi.org/10.1093/bja/aev213>
- [21] Deiner, S., Luo, X., Silverstein, J.H., *et al.* (2015) Can Intraoperative Processed EEG Predict Postoperative Cognitive Dysfunction in the Elderly? *Clinical Therapeutics*, **37**, 2700-2705. <https://doi.org/10.1016/j.clinthera.2015.11.004>
- [22] Kan, D.P.X., Croarkin, P.E., Phang, C.K., *et al.* (2017) EEG Differences between Eyes-Closed and Eyes-Open Conditions at the Resting Stage for Euthymic Participants. *Neurophysiology*, **49**, 432-440. <https://doi.org/10.1007/s11062-018-9706-6>
- [23] 闫琪, 贾谜谜, 马尚文, 等. 麻醉意识指数与血流动力学变化的相关性研究[J]. 麻醉安全与质控, 2020, 4(1): 25-28.
- [24] Li, T.N. and Li, Y. (2014) Depth of Anaesthesia Monitors and the Latest Algorithms. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, **7**, 429-437. [https://doi.org/10.1016/S1995-7645\(14\)60070-5](https://doi.org/10.1016/S1995-7645(14)60070-5)
- [25] 吴凡, 陶晓三. 精准麻醉理念在临床实践中的应用与展望[J]. 江西医药, 2018, 53(2): 185-187.