

术后早期脑电双频指数对高分级动脉瘤性蛛网膜下腔出血病人意识恢复的预测价值

刘健伟 程 矫 甄 勇 何 亮 宋炳伟 耿 平 胡建兵

【摘要】目的 探讨术后早期脑电双频指数(BIS)对高分级(Hunt-Hess 分级Ⅵ~Ⅴ级)动脉瘤性蛛网膜下腔出血(aSAH)病人术后意识恢复的预测价值。方法 选择2015年1月至2021年12月手术治疗的156例高分级aSAH,术后3 d记录BIS值,并计算BIS低值、高值、均值;术后随访6个月,根据GCS评分评估意识恢复情况,GCS评分≥13分判定为意识恢复。结果 156例中,术后6个月意识恢复76例;意识未恢复80例,其中昏迷45例,死亡35例。意识恢复组BIS低值、高值、均值较意识未恢复组均显著增高($P<0.01$)。ROC曲线分析显示,BIS低值、高值、均值预测意识恢复的曲线下面积分别为0.758(95% CI 0.682~0.834)、0.866(95% CI 0.808~0.924)、0.830(95% CI 0.765~0.895)。BIS低值≥41预测意识恢复的敏感度为73.7%、特异度为67.5%,阳性预测值为68.3%,阴性预测值为73.0%;BIS高值≥55预测意识恢复的敏感度为92.1%、特异度为75.0%,阳性预测值为77.8%,阴性预测值为90.9%;BIS均值≥47预测意识恢复的敏感度为86.8%,特异度为73.8%,阳性预测值为75.9%,阴性预测值为85.5%。结论 BIS能客观地反映脑电活动,可以预测高分级aSAH术后意识恢复情况,其中BIS高值预测准确性最高。

【关键词】 高分级动脉瘤性蛛网膜下腔出血;脑电双频指数;意识恢复;预测

【文章编号】 1009-153X(2023)08-0493-04 【文献标志码】 A 【中国图书资料分类号】 R 743.9

Value of early postoperative bispectral index in predicting consciousness recovery of patients with poor-grade aneurysmal subarachnoid hemorrhage

LIU Jian-wei¹, CHENG Jiao², ZHEN Yong², HE Liang², SONG Bing-wei², GENG Ping¹, HU Jian-bing¹. 1. Department of Emergency, Northern Jiangsu People's Hospital, Yangzhou 225000, China; 2. Department of Neurosurgery, Northern Jiangsu People's Hospital, Yangzhou 225000, China

【Abstract】 Objective To investigate the value of early postoperative bispectral index (BIS) in predicting consciousness recovery of patients with poor-grade (Hunt-Hess grade Ⅵ~Ⅴ) aneurysmal subarachnoid hemorrhage (aSAH). Methods A total of 156 patients with poor-grade aSAH who underwent surgery were selected from January 2015 to December 2021. BIS values were recorded within 3 days after the operation, and the low, high and mean values of BIS were calculated. Six months after the operation, consciousness status was assessed according to GCS score, with a GCS score ≥13 as consciousness recovery. Results Of these 156 patients, 76 patients (recovery group) regained consciousness 6 months after the operation and 80 patients (no recovery group) did not (45 unconscious, 35 death). The low, high and mean values of BIS in the recovery group were significantly higher than those in the no recovery group ($P<0.01$). ROC curve analysis showed that the area under the curve of low, high and mean values of BIS for predicting consciousness recovery were 0.758 (95%CI 0.682~0.834), 0.866 (95%CI 0.808~0.924) and 0.830 (95%CI 0.765~0.895), respectively. For predicting consciousness recovery, the sensitivity and specificity of BIS low value ≥41 were respectively 73.7% and 67.5%, the positive and negative predictive values were respectively 68.3% and 73.0%; the sensitivity and specificity of BIS high value ≥55 were respectively 92.1% and 75.0%, the positive and negative predictive values were respectively 77.8% and 90.9%; the sensitivity and specificity of BIS mean value ≥47 were respectively 86.8% and 73.8%, the positive and negative predictive values were respectively 75.9% and 85.5%. Conclusions BIS can objectively reflect the electrical activity of the brain, and can predict the recovery of consciousness of patients with poor-grade aSAH after the operation, and the prediction accuracy of BIS high value is the highest.

【Key words】 Poor-grade aneurysmal subarachnoid hemorrhage; Bispectral index; Consciousness recovery

doi:10.13798/j.issn.1009-153X.2023.08.005

基金项目:扬州市社会发展基金(YZ2021089)

作者单位:225000 江苏扬州,江苏省苏北人民医院急诊医学科(刘健伟、程 矫、甄 勇、耿 平、胡建兵),神经外科(程 矫、甄 勇、何 亮、宋炳伟)

通讯作者:宋炳伟,E-mail:1697124778@qq.com

脑电双频指数(bispectral index, BIS)是脑电图(electroencephalogram, EEG)的一种参数,包含更多的原始EEG的信息,并且排除了许多对EEG的干扰因素,不仅可以反映大脑清醒程度及镇静深度,还能反映大脑皮层的功能状态,体现脑代谢情况^[1,2];因

此,在评估昏迷病人的脑损伤程度及预测预后方面具有积极的意义和价值^[3-5]。本文探讨 BIS 预测高级别蛛网膜下腔出血(aneurysmal subarachnoid hemorrhage, aSAH)病人术后意识恢复的准确性,为临床应用提供参考。

1 资料与方法

1.1 病例选择标准 纳入标准:①Hunt-Hess 分级 VI~V 级 aSAH 术后昏迷病人;②术后早期(3 d 内)行 BIS 监测;③无重要器官(心脏、肝脏、肺、肾脏)功能衰竭;④对于需要镇静的病人,仅应用代谢迅速、无蓄积作用的丙泊酚进行镇静,且监测前停用至少 1 h;⑤年龄>18 岁;⑥随访至少 6 个月(死亡除外)。排除标准:①术后 7 d 内死亡;②放弃治疗;③伴有癫痫;④合并严重的中枢神经系统感染;⑤既往有精神类疾病病史。

1.2 研究对象 2015 年 1 月至 2021 年 12 月收治符合标准的 aSAH 病人 156 例,其中男 57 例,女 99 例;年龄 29~79 岁,平均(60.5±9.3)岁;术前 Hunt-Hess 分级 VI 级 96 例, V 级 60 例。

1.3 BIS 监测方法 BIS 值记录人员均经相关培训并考核合格。病人额部皮肤用酒精擦拭,去除油脂,待干燥后再放置电极片,将正极放置在鼻根上 5 cm 的前额中央,参考电极放置在眉弓上方,负极放置在太阳穴平眼角处。当皮肤阻抗小于 5 kΩ,信号质量指数≥80%,肌电图<40 dB 时,进行取值^[6]。

术后早期(3 d 内),每天上、下午进行 BIS 监测,每次监测持续时间至少 1 h,每 10 min 记录一次 BIS 值,记录 10 min 内 BIS 最大值和最小值,计算出平均值。上午、下午最高和最低 BIS 值为记录的 BIS 最大值和最小值的平均值。收集上、下午最高 BIS 值,平均 BIS 值和最低 BIS 值,计算出每天的最高 BIS 值,平均 BIS 值和最低 BIS 值平均值,然后计算 3 d 内最高 BIS 值、平均 BIS 值及最低 BIS 值的平均值,用 BIS 高值、BIS 均值及 BIS 低值表示。

1.4 意识的评估方法 术后 6 个月记录病人 GCS 评分判断病人意识是否恢复,GCS 评分≥13 分判定为意识恢复。

1.5 统计学方法 采用 SPSS 23.0 软件分析;计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,采用 *t* 检验;ROC 曲线分析 BIS 预测意识恢复的价值,计算曲线下面积(area under the curve, AUC),根据约登指数最大值确定相对应的临界值,计算 BIS 值的灵敏度、特异度、阳性预测值及阴性预测值,评价 BIS 值预测病人意识恢复的能力,其中

AUC 在 0.5~0.7 为识别能力较差,0.7~0.9 为识别能力好,>0.9 为识别能力非常好;约登指数=灵敏度+特异度-1,以约登指数最大时对应的 BIS 值为判断意识恢复的最佳分界值;用交叉表计算灵敏度、特异度、阳性预测值及阴性预测值;*P*<0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 意识恢复情况 156 例中,术后 6 个月意识恢复 76 例;意识未恢复 80 例,其中昏迷 45 例,死亡 35 例。

2.2 BIS 与意识恢复的关系 意识恢复组 BIS 低值、高值、均值较意识未恢复组均显著增高(*P*<0.01,表 1)。

2.3 BIS 预测意识恢复的价值 ROC 曲线分析显示,BIS 低值、高值、均值预测意识恢复的 AUC 分别为 0.758 (95% CI 0.682~0.834)、0.866 (95% CI 0.808~0.924)、0.830 (95% CI 0.765~0.895;图 1)。BIS 低值约登指数为 0.412,临界值为 41,敏感度为 73.7%,特异度为 67.5%,阳性预测值为 68.3%,阴性预测值为 73.0%。BIS 高值约登指数为 0.671,临界值为 55,敏感度为 92.1%,特异度为 75.0%,阳性预测值为 77.8%,阴性预测值为 90.9%。BIS 均值约登指数为 0.606,临界值为 47,敏感度为 86.8%,特异度为 73.8%,阳性预测值为 75.9%,阴性预测值为 85.5%。

3 讨论

目前,预测高级别 aSAH 病人术后意识恢复情况的方法有很多,如 GCS 评分、瞳孔情况、影像学表现等,这些方法受主观影响大,准确性不高。近年来,有学者开始用神经电生理监测来评估高级别 aSAH 病人的神经功能状态,判断意识恢复情况^[7,8]。常用的神经电生理监测方法有体感诱发电位、脑干听觉诱发电位、EEG 和 BIS。不同监测方式的原理不同,对疾病的预测价值也不同。EEG 和 BIS 可以反映大脑皮质活动,而高级别 aSAH 病人往往存在比较严重的皮层损伤,皮层功能的恢复是意识恢复的先决条件,由此推测 EEG 和 BIS 在预测高级别 aSAH 病人术后意识恢复情况的价值相对较高。EEG 的判读需要去测量分析脑电波的频率、幅度、形态、节律等,较为

表 1 两组病人 BIS 值的比较

BIS 值	意识恢复组(n=76)	意识未恢复组(n=80)
BIS 低值	46.09±11.42	36.29±8.42
BIS 高值	67.28±11.50	52.98±7.34
BIS 均值	56.55±10.75	44.51±7.39

注:与意识未恢复组相应值比,* *P*<0.05;BIS. 脑电双频指数

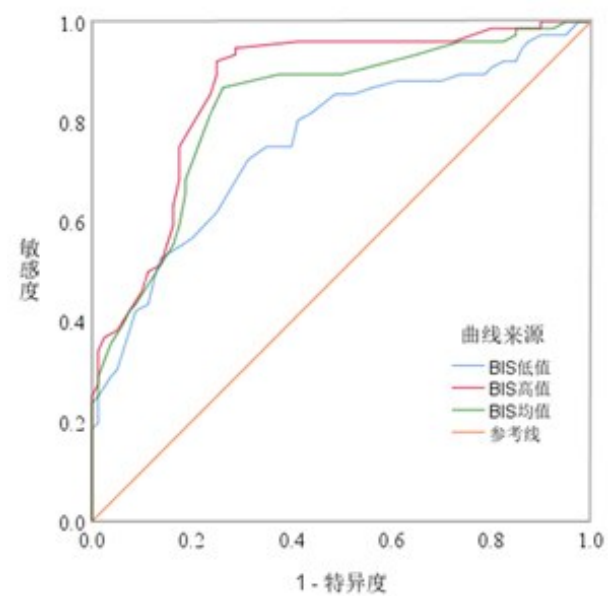


图1 ROC曲线分析脑电双频指数预测高级别动脉瘤性蛛网膜下腔出血病人术后6个月意识恢复的价值

复杂,需要有丰富经验的专业人员进行判读,有误判可能,这在一定程度上影响了EEG的准确性及推广使用。BIS是在EEG基础上发展出来的,可以提供大脑皮层和皮层下区域相互作用的信息,避免了主观误判,是评估病人意识状态和镇静水平的敏感的、准确的客观指标之一^[5,9,10]。

BIS为EEG的功率和频率经过双频分析后得出的混合信息,对脑电参数进行加权,拟合成一个最佳数字,以具体的数值表示,范围在0~100,反映整体脑电活动程度,数值越小脑电活动越弱,0代表完全无脑电活动,100代表脑电活动活跃、意识清醒。2001年,Gilbert等^[11]发现BIS值可以评估重症病人的神经功能状态,神经功能越好,BIS值越高。Schnakers等^[12]在一项前瞻性多中心研究中进一步证实BIS值可以帮助判断昏迷病人的预后。Yang等^[13]对比BIS值、GCS运动评分及脑出血(intracerebral hemorrhage, ICH)评分对ICH术后意识恢复的预测价值,BIS值预测价值最高。也有学者应用BIS评估颅脑损伤病人的病情和预后^[14, 15]。Hernández-Hernández等^[16]用BIS监测aSAH后脑缺血性损伤,认为其准确性要高于经颅多普勒超声。Shi等^[17]对84例严重脑损伤病人早期应用BIS监测,当临界值为43.6时,预测不良神经功能预后的特异性为74.4%,敏感性为85.4%,准确性较高。Dou等^[18]对208例脑损伤昏迷病人进行BIS监测,当BIS临界值为42.5时,预测昏迷病人清醒的灵敏度为90%、特异度为82%。BIS值能监测脑损伤程度,可以用于预测脑损

伤病人的预后^[10,19~22]。

本文应用BIS值预测高级别aSAH病人术后意识恢复情况,发现BIS高值的准确性最高,其次为BIS均值,BIS低值的准确性差、预测价值低。当BIS高值的临界值为55时,敏感度高达92.1%,特异度为75.0%,阳性预测值为77.8%,阴性预测值为90.9%。BIS低值在某种程度上高估了脑损伤,特别是BIS值波动比较大时,准确性较差。BIS均值计算相对复杂,且准确性不如BIS高值。BIS高值真实反映了大脑皮质神经元的活性,BIS高值越高,大脑皮层神经元的活性越好,神经损伤越小,预后越好。

综上所述,BIS监测具有直观、易于判读、可持续监测等优点,能够反映脑损伤的程度,预测高级别aSAH病人术后意识恢复情况。本文应用的3种BIS值中,BIS高值准确性最高,临界值为55,敏感度高,但特异度相对较低。然而,本文病例仅记录了术后3 d内BIS值,未对整个住院期间BIS值进行记录,而术后2~3周神经功能状态尚不稳定,BIS值波动大,无法确定早期BIS值预测的准确性,所以,需要大样本、多中心、前瞻性研究,并对病人进行住院全程监测,以进一步确定最佳监测时机、明确BIS值的预测能力。

【参考文献】

[1] TAGLIABUE S, LINDER C, dA PRAT IC, *et al.* Comparison of cerebral metabolic rate of oxygen, blood flow, and bispectral index under general anesthesia [J]. *Neurophotonics*, 2023, 10(1): 015006.

[2] FROESE L, GOMEZ A, SAINBHI AS, *et al.* Optimal bispectral index level of sedation and cerebral oximetry in traumatic brain injury: a non-invasive individualized approach in critical care [J]. *Intensive Care Med Exp*, 2022, 10(1): 33.

[3] 徐伟伟,王向宇. 颅脑损伤后长期昏迷病人预后预测方法的研究进展[J]. *中国临床神经外科杂志*, 2008, 13(5): 318-320.

[4] CHAN DYC, LI LF, LUI WM, *et al.* Predictive value of bispectral index (BIS) in emergency neurosurgical patients: loss of BIS reactivity to propofol predicts poor functional outcomes [J]. *Clin Neurol Neurosurg*, 2022, 221: 107382.

[5] 贾丕丰,李 锋,张卫峰. BIS联合GCS对创伤性脑损伤病人预后的预测作用[J]. *立体定向和功能神经外科杂志*, 2020, 33(4): 232-236.

[6] DONG L, CHEN L, SHI T, *et al.* Combined monitoring of intracranial pressure and bispectral index in patients with severe craniocerebral trauma post- operatively [J]. Clin Neurol Neurosurg, 2016, 148: 42-44.

[7] 赵经纬, 罗旭颖, 张 铮, 等. 体感诱发电位在重症动脉瘤性蛛网膜下腔出血病人外科或介入干预术前评估中的应用: 一项前瞻性观察性队列研究[J]. 中华危重病急救医学, 2018, 30(3): 251-256.

[8] 王淇民, 杨 璇, 高 飞. 脑电图联合脑 CT 灌注成像评定动脉瘤性蛛网膜下腔出血病人预后的价值[J]. 中国实用神经疾病杂志, 2021, 24(12): 1061-1066.

[9] HEAVNER MS, GORMAN EF, LINN DD, *et al.* Systematic review and meta- analysis of the correlation between bispectral index (BIS) and clinical sedation scales: toward defining the role of BIS in critically ill patients [J]. Pharmacotherapy, 2022, 42(8): 667-676.

[10] 黄昌琴, 杨淑青, 劳传毅, 等. 脑电双频指数在早期评估急性脑损伤昏迷病人昏迷程度和预后中的应用[J]. 卒中与神经疾病, 2019, 26(2): 229-232.

[11] GILBERT TT, WAGNER MR, HALUKURIKE V, *et al.* Use of bispectral electroencephalogram monitoring to assess neurologic status in unsedated, critically ill patients [J]. Crit Care Med, 2001, 29(10): 1996-2000.

[12] SCHNAKERS C, LEDOUX D, MAJRUS S, *et al.* Diagnostic and prognostic use of bispectral index in coma, vegetative state and related disorders [J]. Brain Inj, 2008, 22(12): 926-931.

[13] YANG YL, ZHANG L, HE X, *et al.* Use of the bispectral index to predict recovery of consciousness in patients with spontaneous intracerebral hemorrhage after surgical hematoma evacuation: a prospective cohort study [J]. Med Sci Monit, 2019, 25: 3446-3453.

[14] 王小峰, 王 琪, 白西民, 等. 脑电双频指数对颅脑损伤严重程度和病人预后的评估研究进展[J]. 临床神经外科杂志, 2021, 18(6): 714-716.

[15] 书国伟, 张 珏, 费智敏. 脑电双频指数评估急性脑损伤程度的可行性研究[J]. 中国神经精神疾病杂志, 2019, 45(6): 370-373.

[16] HERNÁNDEZ- HERNÁNDEZ MA, CHERCHI MS, TORRES- DIRZ E, *et al.* Bispectral index monitoring to detect delayed cerebral ischemia after aneurysmal subarachnoid hemorrhage [J]. J Crit Care, 2022, 72: 154154.

[17] SHI D, SHEN C, WU J, *et al.* Evaluation of prognosis of coma patients with acute brain injury by electroencephalogram bispectral index monitoring [J]. J Trauma Nurs, 2021, 28(5): 298-303.

[18] DOU L, GAO HM, LU L, *et al.* Bispectral index in predicting the prognosis of patients with coma in intensive care unit [J]. World J Emerg Med, 2014, 5(1): 53-56.

[19] CHANG CY, CHEN CS, CHIEN YJ, *et al.* The effects of early bispectral index to predict poor neurological function in cardiac arrest patients: a systematic review and meta- analysis [J]. Diagnostics (Basel), 2020, 10(5): 271.

[20] EBTEHAJ M, YAQUBI S, SEDDIGHI AS, *et al.* Correlation between BIS and GCS in patients suffering from head injury [J]. Ir J Med Sci, 2012, 181(1): 77-80.

[21] KUSKEN O, OZTURK TC, HUNUK A, *et al.* Relationship between brain computed tomography findings and bispectral index score in patients presenting with head trauma [J]. North Clin Istanbul, 2019, 6(3): 219-225.

[22] 池锐彬, 叶铨秋, 李超锋, 等. 早期 NSE 联合 BIS 监测预测重症脑出血病人神经功能预后的价值[J]. 中华急诊医学杂志, 2021, 30(12): 1444-1447.

(2023-04-30 收稿, 2023-07-29 修回)

(上接第 492 页)

[15] TAKIZAWA K, SORIMACHI T, ISHIZAKA H, *et al.* Enlargement of the middle meningeal artery on MR angiography in chronic subdural hematoma [J]. J Neurosurg, 2016, 124(6): 1679-1683.

[16] BAN SP, HWANG G, BYOUN HS, *et al.* Middle meningeal artery embolization for chronic subdural hematoma [J]. Radiology, 2018, 286(3): 992-999.

[17] LINK TW, BODDU S, PAINE SM, *et al.* Middle meningeal artery embolization for chronic subdural hematoma: a series of 60 cases [J]. Neurosurgery, 2019, 85(6): 801-807.

[18] 朱 锋, 吴祖超. 小骨窗开颅血肿清除治疗慢性硬膜下血肿临床疗效研究[J]. 福建医药杂志, 2021, 43(5): 67-69.

[19] YOU CG, ZHENG XS. Postoperative pneumocephalus increases the recurrence rate of chronic subdural hematoma [J]. Clin Neurol Neurosurg, 2018, 166: 56-60.

[20] 林晓宁, 田新华, 孙 瑾, 等. 慢性硬膜下血肿术后复发的危险因素分析[J]. 中华神经外科杂志, 2019, 35(3): 302-304.

(2023-05-09 收稿, 2023-07-18 修回)