

· 临床研究 ·

术前脑状态指数预测老年患者神经认知功能的有效性

童朝阳 吴镜湘 徐美英

【摘要】 目的 观察老年患者术前认知功能损伤的发生率,并探讨脑状态指数(cerebral state index, CSI)评估老年患者术前认知功能损伤的有效性。方法 择期肺切除手术的老年患者 105 例,男 54 例,女 51 例,年龄 65~80 岁,BMI 18~30 kg/m²,ASA I—III 级。术前行 CSI 监测和中国改良版蒙特利尔认知功能测试(MoCA)。根据 MoCA 测试结果将患者分为术前认知功能正常组(MoCA ≥ 26 分,N 组)和认知功能异常组(MoCA < 26 分,AN 组)。以 MoCA 认知功能测试结果为金标准,基于患者术前 CSI 建立回归方程,计算认知指数;采用 ROC 曲线检验认知指数预测术前认知功能损伤的效能。结果 有 50 例(47.6%)患者存在术前认知功能损伤。基于认知指数构建的预测模型诊断老年患者术前认知功能损伤的阈值为 0.5,敏感性 66.7%,特异性 69.2%,曲线下面积(AUC)为 0.699(95%CI 0.563~0.835,P=0.007)。结论 老年患者术前认知功能损伤的发生率较高,术前脑状态指数能够预测其认知功能损伤,但效能一般。

【关键词】 脑状态指数;认知功能;老年患者;ROC 曲线

Efficacy of preoperative cerebral state index predicting neurocognitive function in elderly patients

TONG Chaoyang, WU Jingxiang, XU Meiyang. Department of Anesthesiology, Shanghai Chest Hospital, Medical School of Shanghai Jiao Tong University, Shanghai 200030, China

Corresponding author: XU Meiyang, Email: xumeiyangxk@163.com

【Abstract】 Objective To observe the incidence of preoperative cognitive impairment of elderly patients and explore whether the cerebral state index (CSI) based on EEG could be used for cognitive function assessment. **Methods** A total of 105 patients undergoing elective thoracic surgery, 54 males and 51 females, aged 65–80 years, BMI 18–30 kg/m², ASA physical status I–III, were involved in the study. Brain function assessment and Chinese modified version of Montreal cognitive assessment testing (MoCA) were performed before surgery. According to MoCA, the patients were divided into normal group (MoCA ≥ 26 scores, group N) and abnormal group (MoCA < 26 scores, group AN). Regarding the results of MoCA testing as the gold standard, logistic regression equations were established based on CSI (brain chaos, internal concentration, brain introversion, memory processing, reaction speed) in patients. the cognitive index was calculated. Receiver operating characteristic (ROC) curve and area under the curve (AUC) were used to evaluate CSI to differentiate the cut-off points and efficacy of CI for predicting the cognitive impairment. **Results** The incidence of cognitive impairment in elderly patients before thoracic surgery was 47.6%. A model based on cognitive index could diagnose preoperative cognitive impairment in elderly patients (AUC=0.699, P=0.007, when threshold was 0.5, sensitivity was 66.7%, specificity was 69.2%). **Conclusion** The incidence of cognitive impairment in elderly patients before thoracic surgery is higher. Preoperative cerebral state index based on EEG extraction could predict cognitive function impairment, but the power of test is moderate.

【Key words】 Cerebral state index; Cognitive function; Elderly; ROC curve

重要脏器功能的评估是一项常规化的术前工作^[1],而脑功能评估因临床检测手段有限未能常规开展^[2]。有研究表明,老年患者术前认知功能损害的发生率为 35%~50%^[3-4],且相对于年轻患者,麻

醉和手术对老年患者脑功能的影响更为明显^[5],表现为围术期神经认知障碍(periooperative neurocognitive disorders, PND)^[6],使患者住院时间延长,医疗费用增加,生活质量降低,且增加老年患者的患病率和死亡率^[7-8]。针对术前的认知功能评估,临床上缺乏安全可靠、简单高效的评估工具。脑状态指数(cerebral state index, CSI)是一种新的脑功能监测指标,能够客观定量地反映大脑的功能

DOI:10.12089/jca.2019.12.012

基金项目:上海交通大学附属胸科医院重大重点项目(2014YCDCT0500)

作者单位:200030 上海交通大学医学院附属胸科医院麻醉科
通信作者:徐美英,Email: xumeiyangxk@163.com

状态,为评估脑功能提供了新途径^[9-10]。本研究拟通过 CSI 建立回归方程并计算认知指数,探讨其预测老年患者术前认知功能损伤的可行性与有效性。

资料与方法

一般资料 本研究方案经医院伦理委员会批准(KS1862),患者或家属同意并签署知情同意书。选择择期进行肺切除手术的老年患者,性别不限,年龄 65~80 岁, BMI 18~30 kg/m², ASA I—III 级。排除标准:已明确诊断的精神类疾病如焦虑、抑郁、痴呆等;未矫正的视力或听力受损;不能听懂研究者说话;合并严重的心脑血管疾病、肝肾功能障碍等;已纳入其他研究。剔除标准:测试过程中脑电严重受干扰;测试过程中说话、询问、肢体活动过大;机器接受信号受干扰等。

认知功能测试方法 在术前 1 d 进行测试。所有测试均于安静环境下进行,以排除环境干扰,测试前向受试者再次讲解测试流程,配合不佳时重新讲解并测试。由训练有素的研究员在安静的麻醉准备室对其进行 CSI 监测(多功能组合式监护仪 HXD-I)和中国改良版蒙特利尔认知功能测试(MoCA)。

MoCA 测试:包括视空间与执行功能(5 分)、命名(3 分)、注意力(6 分)、语言能力(3 分)、抽象力(2 分)、延迟回忆(5 分)和定向力(6 分),总分 30 分,受教育年限≤12 年,整体分数+1;评分<26 分视为存在轻度认知功能损伤(mild cognitive impairment, MCI)。根据 MoCA 测试结果将患者分为术前认知功能正常组(MoCA≥26 分, N 组)和认知功能异常组(MoCA<26 分, AN 组)^[10]。

CSI 监测:清洁患者前额及耳后乳突部位的皮肤,按照国际通用头皮电极定位 10/20 系统法,将无创脑电电极分别放置于前额双眉中心点上方 2 cm (FZ)、双侧眉弓上方(左侧 FP1,右侧 FP2)、双侧乳突位放置参考电极(左侧 C1,右侧 C2),采集到的信号同步传入下一级差分放大电路。连续记录 6 min 的脑电数据,包括睁眼、闭眼、二次睁眼以及在规定系统任务的实时语音提示下保持专注等。记录

CSI,包括脑混沌、脑内敛、记忆加工、内专注及反应速度等 5 个成分,量程均为 0~100^[11]。(1)脑混沌是大脑信息加工的无序程度在脑电波中的综合反映,值越高,大脑越无序。(2)脑内敛为大脑能屏蔽或接收外部信息输入的程度在脑电波的综合反映,值越高,抗干扰能力越强。(3)记忆加工是指记忆前准备状态在脑电波中的综合反映,值越高,记忆的转化和理解能力越强。(4)内专注反映了因脑功能系统协同性降低所造成的个别区域或环路持续兴奋程度在脑电波中的综合反映,值越高,对自身的关注强度越高,过高一般见于大脑开始老化或存在一定的认知问题。(5)反应速度为大脑对外界信息作出反应的速度在脑电波中的综合表现,值越高,反应速度越快。

统计分析 采用 SPSS 25.0 统计软件进行数据处理。正态分布计量资料以均数±标准差($\bar{x}\pm s$)表示,组间比较采用两独立样本 *t* 检验。计数资料采用 χ^2 检验。绘制 ROC 曲线计算预测阈值及其敏感性和特异性,计算曲线下面积(AUC)表示预测效能。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

本研究共 105 例患者完成 MoCA 测试,其中 MCI 患者 50 例(47.6%)。两组患者性别、年龄、BMI、ASA 分级、合并症和术前受教育情况差异均无统计学意义(表 1)。

AN 组在视空间与执行功能、命名、注意力、语言、抽象、延迟回忆得分及总分明显低于 N 组($P<0.05$)。两组定向力得分差异无统计学意义(表 2)。

剔除脑功能测试过程中脑电严重受干扰的 40 例患者,最终有 65 例患者数据纳入回归方程,其中认知功能异常患者 39 例(60%)。基于 65 例患者的 CSI,以 MoCA 测试结果为金标准,构建 Logistic 回归模型计算认知指数:认知指数 = $1 - 1 \div (1 + e^{-\alpha})$,其中 $\alpha = -9.658\ 544\ 57 \times 10^{-6} \times$ 脑混沌 - $1.348\ 233\ 29 \times 10^{-4} \times$ 内专注 + $5.615\ 906\ 03 \times 10^{-6} \times$ 脑内敛 - $5.249\ 908\ 62 \times 10^{-5} \times$ 记忆加工 - $2.045\ 992\ 92 \times 10^{-4} \times$

表 1 两组患者一般情况的比较

组别	例数	男/女 (例)	年龄 (岁)	BMI (kg/m ²)	ASA II/III 级	高血压/糖尿病/ 脑梗死(例)	受教育年限≤12 年 [例(%)]
N 组	55	28/27	69.2±3.1	23.5±2.6	45/10	26/6/5	32(58)
AN 组	50	26/24	68.6±3.3	23.5±3.0	37/13	22/4/3	30(60)

表 2 两组患者 MoCA 认知领域测试得分的比较 (分, $\bar{x} \pm s$)

指标	N 组 (n=55)	AN 组 (n=50)
视空间与执行功能(5 分)	4.4±0.7	2.9±1.1 ^a
命名(3 分)	2.7±0.6	2.0±0.5 ^a
注意力(6 分)	6.0±0.3	5.4±1.0 ^a
语言能力(3 分)	2.4±0.5	1.5±0.8 ^a
抽象力(2 分)	1.4±0.6	0.6±0.5 ^a
延迟回忆(5 分)	3.8±1.2	2.1±1.4 ^a
定向力(6 分)	5.9±0.4	5.8±0.5
总分(30 分)	27.4±1.2	21.3±3.3 ^a

注:与 N 组比较, ^aP<0.05

反应速度+0.006 847 87。

采用 ROC 曲线评价认知指数预测 MCI 的效能,阈值为 0.5,敏感性 66.7%,特异性 69.2%,AUC = 0.699(95% CI 0.563~0.835),P=0.007(图 1)。

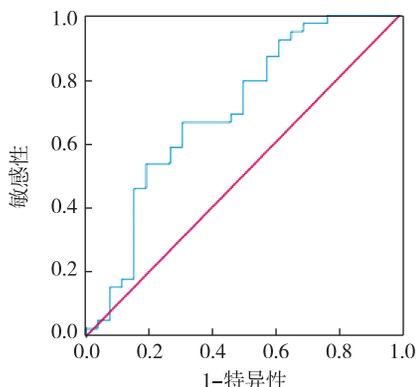


图 1 认知指数预测老年患者术前 MCI 的 ROC 曲线

讨 论

脑电监测技术的便捷化使得脑功能评估的普及成为可能。基于脑电提取的脑状态指数,不仅能够监测围术期的镇静水平和麻醉深度,还能反应测试者的睡眠、焦虑、反应速度、记忆力、认知等多项脑功能^[12-14]。传统功率谱脑电分析方法算法单一、个体主观评判差异大、脑功能状态分辨率低等缺陷,不具备人群应用的共性^[15]。本研究使用的多功能组合式监护仪对患者不需要刻意的准备和处理,通过直接佩戴电极片,即可获得电生理要求的脑电信号,同时采用目前公认最适合用于分析脑电的小波算法,将时域的一维信号转换成时间-尺度-窗口

的三维信号,使得原时间域上混迭在一起不易观察的信号特征在某个尺度上得到显著体现,从而达到最有效的信号处理目的^[16-17]。此外本研究采用的中国改良版 MoCA 量表主要用于筛查 MCI,选择 26 分为截点,具有较高的敏感性和特异性^[11]。

本研究结果显示,老年患者术前 MCI 的发生率约 48%,与相关报道类似^[3-4],且主要表现在视空间与执行功能、命名、注意力、语言、抽象和延迟回忆能力的降低,而在定向力方面与认知功能正常者没有显著差异。本研究术前基于脑电提取的与认知相关的脑混沌、脑内敛、记忆加工、反应速度、内专注,分别反映了老年患者术前的大脑无序程度、对外界环境的抗干扰能力、记忆转化提取能力、反应速度和内心焦虑程度。通过对这些反映老年患者认知状况的多个脑状态指数的最优拟合,得出最佳认知指数,综合反映患者的认知状况。本研究通过绘制 ROC 曲线检测认知指数的预测效能,结果显示,术前基于脑电提取的脑状态指数可用于预测老年患者术前认知功能损伤,其敏感性和特异性分别为 66.7%和 69.9%。

本研究存在一定的缺陷。脑电测试过程中仍然有相当大的干扰(剔除率达到了近 40%),其主要原因是机器自身的稳定性及老年患者在测试过程中注意力不集中容易受到周围环境的干扰,由于样本量较小,纳入认知指数分析的患者人数偏少,检验效能未能达到预想的目标。此外,本研究未对术前存在认知功能损伤患者的术后不良临床结局进行观察和分析,虽然本研究的目的是利用脑状态指数预测老年患者术前认知功能损伤,但关注患者预后才是麻醉科医师临床研究的方向。

综上所述,老年患者胸科手术前认知功能损伤的发生率较高,术前基于脑电提取的脑状态指数能够预测其认知功能损伤,可为患者术前认知功能评估提供新的选择,但认知指数的有效性还需临床进一步验证。

参 考 文 献

[1] Chow WB, Rosenthal RA, Merkow RP, et al. Optimal preoperative assessment of the geriatric surgical patient: a best practices guideline from the American College of Surgeons National Surgical Quality Improvement Program and the American Geriatrics Society. J Am Coll Surg, 2012, 215(4): 453-466.
 [2] Crosby G, Culley DJ, Hyman BT. Preoperative cognitive assessment of the elderly surgical patient: a call for action. Anesthesiology, 2011, 114(6): 1265-1268.

- [3] Culley DJ, Flaherty D, Fahey MC, et al. Poor Performance on a preoperative cognitive screening test predicts postoperative complications in older orthopedic surgical patients. *Anesthesiology*, 2017, 127(5): 765-774.
- [4] Culley DJ, Flaherty D, Reddy S, et al. Preoperative cognitive stratification of older elective surgical patients: a cross-sectional study. *Anesth Analg*, 2016, 123(1): 186-192.
- [5] Strøm C, Rasmussen LS, Sieber FE. Should general anaesthesia be avoided in the elderly. *Anaesthesia*, 2014, 69 Suppl 1: 35-44.
- [6] 翟菲菲, 黄宇光. 围术期神经认知障碍: 从术后到术前, 从临床指标到生物学指标. *临床麻醉学杂志*, 2019, 35(4): 317-318.
- [7] Shi Z, Mei X, Li C, et al. Postoperative delirium is associated with long-term decline in activities of daily living. *Anesthesiology*, 2019, 131(3): 492-500.
- [8] Silbert B, Evered L, Scott DA, et al. Preexisting cognitive impairment is associated with postoperative cognitive dysfunction after hip joint replacement surgery. *Anesthesiology*, 2015, 122(6): 1224-1234.
- [9] 吴一兵. 脑电波中疼痛、焦虑、抑郁等定量指数组的提取. *中国医学工程*, 2017, 25(4): 1-7.
- [10] Tan JP, Li N, Gao J, et al. Optimal cutoff scores for dementia and mild cognitive impairment of the Montreal Cognitive Assessment among elderly and oldest-old Chinese population. *J Alzheimer Dis*, 2015, 43(4): 1403-1412.
- [11] An JX, Wang Y, Cope DK, et al. Quantitative evaluation of pain with pain index extracted from electroencephalogram. *Chin Med J (Engl)*, 2017, 130(16): 1926-1931.
- [12] 田雪, 安海燕, 冯艺, 等. 老年患者围术期脑功能状态定量监测特征及其与术后认知功能障碍的关系. *中华麻醉学杂志*, 2015, 35(2): 191-193.
- [13] 代世韬, 郭曲练, 徐志鹏, 等. 右美托咪定对丙泊酚或七氟醚全麻患者脑状态指数的影响. *临床麻醉学杂志*, 2018, 34(8): 782-784.
- [14] Cherbuin N, Kim S, Anstey KJ. Dementia risk estimates associated with measures of depression: a systematic review and meta-analysis. *BMJ Open*, 2015, 5(12): e008853.
- [15] 金洪星, 胡平. 脑电图检测和智能诊断系统的研究. *南京工业大学学报(自然科学版)*, 2005, 27(1): 81-84.
- [16] Zhang XT, Cheng H, Xiong W, et al. Comparison of the ability of wavelet index and bispectral index for reflecting regain of consciousness in patients undergone surgery. *Chin Med J (Engl)*, 2010, 123(12): 1520-1523.
- [17] Fernandez Rojas R, Huang X, Ou KL. Toward a functional near-infrared spectroscopy-based monitoring of pain assessment for nonverbal patients. *J Biomed Opt*, 2017, 22(10): 1-12.

(收稿日期: 2019-01-09)

· 读者 · 作者 · 编者 ·

《临床麻醉学杂志》可直接使用缩略语的词汇

美国麻醉医师学会(ASA)	聚合酶链反应(PCR)	美国纽约心脏病协会(NYHA)
酶联免疫吸附试验(ELISA)	N-甲基-D-天冬氨酸(NMDA)	吸入氧浓度(FiO ₂)
γ-氨基丁酸(GABA)	血浆靶浓度(C _p)	白细胞介素(IL)
效应室靶浓度(C _e)	肿瘤坏死因子(TNF)	心率(HR)
血红蛋白(Hb)	血压(BP)	血小板(Plt)
收缩压(SBP)	红细胞压积(Hct)	舒张压(DBP)
红细胞计数(RBC)	心率与收缩压乘积(RPP)	白细胞计数(WBC)
平均动脉压(MAP)	体重指数(BMI)	中心静脉压(CVP)
心肺转流(CPB)	脉搏血氧饱和度(SpO ₂)	靶控输注(TCI)
潮气量(V _T)	患者自控静脉镇痛(PCIA)	呼吸频率(RR)
患者自控硬膜外镇痛(PCEA)	呼气末二氧化碳分压(P _{ET} CO ₂)	患者自控镇痛(PCA)
动脉血二氧化碳分压(PaCO ₂)	呼气末正压(PEEP)	动脉血氧分压(PaO ₂)
间歇正压通气(IPPV)	静脉血氧分压(PvO ₂)	最低肺泡有效浓度(MAC)
静脉血二氧化碳分压(PvCO ₂)	脑电双频指数(BIS)	视觉模拟评分法(VAS)
听觉诱发电位指数(AAI)	重症监护病房(ICU)	麻醉后恢复室(PACU)
四个成串刺激(TOF)	天门冬氨酸氨基转移酶(AST)	心电图(ECG)
丙氨酸氨基转移酶(ALT)	警觉/镇静状态评定(OAA/S)	核因子(NF)
磁共振成像(MRI)	羟乙基淀粉(HES)	计算机断层扫描(CT)
伊红染色(HE)	术后认知功能障碍(POCD)	急性呼吸窘迫综合征(ARDS)