

· 临床研究 ·

体感诱发电位联合运动诱发电位监测在颈动脉内膜剥脱术中的应用

于斌 王云珍 韩如泉

【摘要】 目的 评估在颈动脉内膜剥脱术 (carotid endarterectomy, CEA) 中采用体感诱发电位 (somatosensory evoked potential, SSEP) 与运动诱发电位 (motor evoked potential, MEP) 联合监测的方案对于预防术中脑缺血发生的准确性。方法 选择因颈动脉狭窄择期拟行 CEA 患者 90 例, 男 71 例, 女 19 例, 年龄 18~80 岁, ASA II 或 III 级。术中监测 SSEP 和 MEP, 记录颈内动脉阻断前、颈动脉阻断时、阻断期间及开放后直至术毕 SSEP 和 MEP 波幅和潜伏期。评估术后 5 d 内神经功能缺失情况, 以发生神经功能缺失作为评判术中脑缺血发生的金标准。结果 本研究中 14 例 (15.6%) 患者发生术后神经功能缺失。SSEP 预测脑缺血发生的灵敏度 79%、特异度 92%; MEP 预测脑缺血发生的灵敏度 86%、特异度 89%、SSEP+MEP 联合监测的灵敏度为 79%、特异度 99%。结论 在颈动脉内膜剥脱术中, 体感诱发电位预测脑缺血发生的特异度高, 运动诱发电位灵敏度高; 二者联合监测可提高监测的特异性, 弥补单一监测的不足。

【关键词】 颈动脉内膜剥脱术; 体感诱发电位; 运动诱发电位; 脑缺血

Somatosensory evoked potential and motor evoked potential in detecting the occurrence of intraoperative cerebral ischemia in patients undergoing carotid endarterectomy YU Bin, WANG Yunzhen, HAN Ruquan. Department of Anesthesiology, Beijing Tiantan Hospital, Capital Medical University, Beijing 100050, China

Corresponding author: HAN Ruquan, Email: ruquan.han@gmail.com

【Abstract】 Objective To investigate the accuracy of somatosensory evoked potential (SSEP) and motor evoked potential (MEP) in estimation of the occurrence of intraoperative cerebral ischemia in patients undergoing carotid endarterectomy (CEA). **Methods** Ninety patients (71 males, 19 females, aged 18-80 years, ASA physical status grade II or III) undergoing CEA using general anesthesia were studied. Bilateral SSEP and MEP were monitored during CEA and the intraoperative changes of SSEP and MEP amplitude and latency were analyzed before, during and after ICA cross-clamping until CEA ended. Neurological dysfunction was investigated within 5 days after operation and the gold standard of cerebral ischemia was defined as the occurrence of neurological dysfunction. **Results** Fourteen cases (15.6%) were diagnosed as post-operative neurological dysfunction. The sensitivity, specificity of SSEP in detecting the occurrence of intraoperative brain ischemia were 79%, 92%, respectively. The sensitivity, specificity of MEP was 86%, 89% respectively. The sensitivity, specificity, of SSEP+MEP was 79%, 99% respectively. **Conclusion** During the carotid endarterectomy, SSEP predicts the occurrence of cerebral ischemia with a high specificity. MEP has a high sensitivity. The combination monitoring of SSEP+MEP can improve the specificity, make up for the shortcomings of single monitoring.

【Key words】 Carotid endarterectomy; Somatosensory evoked potential; Motor evoked potential; Brain ischemia

颈动脉内膜剥脱术 (carotid endarterectomy, CEA) 是治疗动脉硬化性颈动脉狭窄, 预防脑梗死的金标准。然而, CEA 围术期新发脑卒中发生率为

2.3%~13.6%^[1~3]。术中颈动脉远心端及近心端夹闭后夹闭侧脑灌注不足或脑循环微栓子脱落是造成卒中的主要危险因素。因此, 颈动脉夹闭期间及时准确的脑循环监测是有效预防和及时处理的关键。传统的单一监测手段均有其局限性。目前, 一致的观点认为采用两种以上的监测方法, 通过多模式监测可提高脑循环监测的敏感性及特异性, 从而降低脑缺血事件的发生^[4]。本研究采用前瞻性研

基金项目: 首都特色应用研究 (Z141107002514123); 北京市医院管理局“扬帆计划”重点医学方向 (ZYLX201708); 首都卫生发展科研专项重点攻关项目 (2016-1-20410)

作者单位: 100050 首都医科大学附属北京天坛医院麻醉科
通信作者: 韩如泉, Email: ruquan.han@gmail.com

究方法,采用体感诱发电位(somatosensory evoked potential, SSEP)联合运动诱发电位(motor evoked potential, MEP)的多模式监测手段,通过美国国立健康研究院卒中量表(National Institute of Health stroke scale, NIHSS)及影像学变化评估术后神经功能障碍,探讨 SSEP 和 MEP 联合监测预测脑缺血的敏感性和特异性,为临床提供参考。

资料与方法

一般资料 本研究已通过医院伦理委员会批准(KY2014-043-01),并与患者签署知情同意书。选择 2015 年 3 月至 2016 年 12 月因颈动脉狭窄择期行 CEA 患者,性别不限,年龄 18~80 岁, BMI < 30 kg/m², ASA II 或 III 级。排除标准: Hb < 100 g/L; 合并重要脏器功能受损如肝肾功能不全者。剔除标准: 围术期严重电解质、酸碱平衡紊乱; 术中出血量 > 15 ml/kg; 围术期发生严重心血管系统不良事件如心肌缺血、心律失常、心脏骤停等; 术中脑缺血监测及术后随访数据采集不完整。

麻醉方法 术前 1 d 采用 NIHSS 量表评估患者术前神经系统功能状态。入室后常规监测 ECG、BP、SpO₂、体温、P_{ET}CO₂ 及 BIS。局麻下桡动脉穿刺置管用于持续动脉压监测及血气分析。开放静脉,给予平衡液 10 ml/kg,静脉注射咪达唑仑 0.05 mg/kg。麻醉诱导:采用丙泊酚靶控输注血浆浓度 5 μg/ml (Marsh 模式, Graseby 3500, 英国)、舒芬太尼 0.3 μg/kg、罗库溴铵 0.8 mg/kg。气管插管后行机械通气: V_T 6~8 ml/kg、RR 12 次/分、FiO₂ 60%、氧流量 1 L/min。麻醉维持:瑞芬太尼 0.1~0.2 μg·kg⁻¹·min⁻¹, 根据 BIS 值调整丙泊酚靶控输注速度,丙泊酚血浆浓度 3.0~5.0 μg/ml, 维持 BIS 值在 40~60, 术中不再追加任何肌松药。维持 PaCO₂ 在 35~40 mm Hg、体温 36~37℃。若 MAP 升高幅度 > 麻醉诱导前水平的 20% 时, 予以乌拉地尔 10~25 mg; 若 MAP 降低幅度 > 麻醉诱导前水平的 20% 时, 给予去氧肾上腺素 25~100 μg; 若 HR > 90 次/分, 给予艾司洛尔 10~20 mg; 若 HR < 50 次/分, 给予阿托品 0.5~1 mg。阻断颈动脉时, 提升血压升高幅度 > 基础值的 10%~20% 以保证脑组织低灌注; 开放颈动脉时, 控制血压降低幅度 > 基础值的 10%~20% 以防脑组织高灌注。

监测方法 术中诱发电位监测使用 Cadwell Cascade 16 导诱发电位监护系统(CADWELL LABORATORIES, INC, 美国)。(1) SSEP 监测方

法:记录电极按照国际脑电 10/20 标准,采用针电极。刺激电极置于上肢腕部正中神经和下肢踝部胫后神经。采用连续单个脉冲电刺激,刺激频率 4.76 Hz,刺激间期 200 μs,刺激强度上肢 15~25 mA、下肢 35~40 mA,灵敏度 1~5 μV,带通 30~500 Hz,时程 100 ms,平均叠加 200 次。(2) MEP 监测方法:刺激电极按照国际脑电 10/20 标准,刺激模式为短串电刺激,包含 5~8 个单刺激,单刺激时程 50 μs、刺激间歇时间 1~2 ms,刺激强度 100~400 V,灵敏度 50~200 μV,带通 30~3 000 Hz,分析时间 100 ms。

观察指标 于颈动脉阻断前(基础状态)、颈动脉阻断时、阻断期间及开放后直至术毕同步记录 MEP、SSEP 波幅和潜伏期变化。SSEP 上肢观察 N20 潜伏期和波幅,下肢观察 P40 潜伏期和波幅; MEP 观察上肢拇短展肌和下肢拇展肌的 CMAP 的潜伏期和波幅。术中缺血事件判断标准:(1) SSEP 潜伏期延长 10% 和/或波幅降低 50%; (2) MEP 波幅消失;在调整血压无改善的情况下放置分流器。

术后神经功能缺损评估出现下列临床表现之一者即诊断神经功能缺损。术后 1、3、5 d 的美国国立健康研究院卒中量表(National Institute of Health stroke scale, NIHSS)评分较术前增加 ≥ 1 分;影像学表现:CT 显示同侧大脑新发缺血灶,除术后颅内出血性疾病(面积不限)。

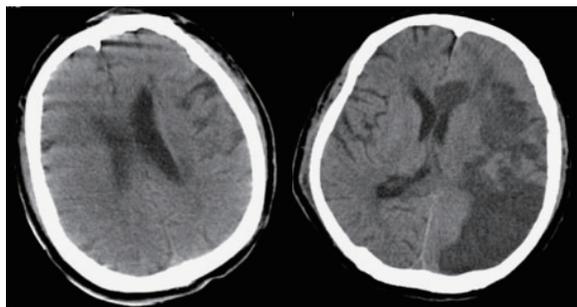
统计分析 采用 SPSS 20.0 软件进行统计学分析。正态分布计量资料以均数 ± 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示。计数资料比较采用连续性校正 χ^2 检验或 Fisher 确切概率法。P < 0.05 为差异有统计学意义。

结 果

本研究共纳入 90 例患者,男 71 例,女 19 例,年龄 (62.4 ± 7.0) 岁, BMI (24.8 ± 2.6) kg/m²; 术侧颈动脉狭窄程度 (80.6 ± 9.1)%; 对侧颈动脉狭窄程度 (47.0 ± 3.1)%; 平均阻断时间 (30.0 ± 14.9) min。81 例为有症状性颈动脉狭窄患者,其中 59 例患者伴有同侧脑卒中发作史。

术中仅 1 例患者放置转流管,13 例患者在术后的 NIHSS 评分较术前有不同程度的增加,增加范围为 1~13 分,其中 3 例增加 1 分,4 例增加 2 分,2 例增加 3 分,1 例增加 4 分,2 例增加 6 分,1 例增加 13 分;2 例患者术后复查 CT 显示同侧大脑新发缺血灶,其中 1 例患者术后第 1 天的脑 CT 复查发现

新增小面积缺血灶,1 例患者在术后 5 d 的脑 CT 检查发现大面积新发脑梗死(图 1)。共计 14 例(15.6%)患者被认定为术后神经功能缺失。



注:左图为患者术前 CT 表现,右图为患者 CEA 术后 5 d 的 CT 表现
图 1 CEA 术后新发大面积梗死病灶

术中诱发电位监测结果:颈动脉阻断期间 SSEP 潜伏期延长 10% 和/或波幅降低 50% 为 17 例,其中,11 例术后发生神经功能缺失;阻断期间 MEP 波幅消失者 19 例,12 例发生术后神经功能缺失;13 例患者颈动脉夹毕期间 SSEP+MEP 的变化均为阳性,11 例发生术后神经功能缺失。不同诱发电位监测指标评估患者术中脑缺血发生的灵敏度、特异度见表 1。

表 1 不同诱发电位指标评估患者术中脑缺血发生(n=90)

指标	术中发生脑缺血事件患者数	灵敏度	特异度	P 值
SSEP	17	79%	92%	0.002
MEP	19	86%	89%	0.004
SSEP+MEP	13	79%	99%	0.000

讨 论

近年来,诱发电位监测已成为术中监测神经功能完整性,最大程度减少神经损伤,提高手术质量的重要组成部分。术中连续监测诱发电位可有效地协助术者及时、全面地了解脑组织代谢功能和脑血流灌注情况,降低或防止永久性神经损伤。本研究将 SSEP、MEP 应用于 CEA 术中,旨在探讨采用多模式监测手段的可靠性及临床应用的优越性,探讨 SSEP 和 MEP 联合监测与术后神经功能障碍的相关性以及预测脑缺血的灵敏度和特异度。

SSEP 监测可反映大脑前、中动脉供血区内运动皮质神经通路上电生理功能改变。既往研究表

明,在 CEA 术中应用 SSEP 监测预测脑缺血时具有特异性高的优势。术后神经功能缺失的患者,术中 SSEP 变化是未变化者的 14 倍^[5],但灵敏度低,假阴性的发生率为 0.127%~4.1%^[6,7]。本研究结果支持这一结论:单一 SSEP 监测的灵敏度为 79%,特异度为 92%。这可能与下列因素有关:(1)本研究为前瞻性研究,采用 NHISS 评分及术后影像学变化为评判神经功能缺损的标准,与既往回顾性研究比较,能收集到更多可能被临床忽视的微小病灶脑缺血,采集的数据更全面。(2)由于 CEA 术中深穿支血管的供血受到影响,因此可能造成皮层下的缺血性改变,且运动传导通路的损伤可能并不引起 SSEP 的改变^[8]。MEP 的引入恰好可以弥补这方面的不足。

MEP 监测对于运动功能通路、皮层下缺血更敏感,与术后运动功能的预后具有良好相关性^[8,9]。研究表明,MEP 灵敏度高,但假阳性率也偏高。本研究结果与既往研究基本相符。MEP 监测灵敏度 86%,特异度 89%。如此高的假阳性率对手术操作造成了不必要的干扰。因此,有必要将 MEP 与 SSEP 监测有效结合起来,综合评判二者的变化,指导临床。

目前,CEA 术中的多模式监测已成为一种趋势^[4]。与单一 MEP 或 SSEP 监测比较,SSEP+MEP 监测的特异度为 99%,假阳性率为 1%。可见 SSEP+MEP 联合监测可有效提高监测的特异性、降低假阳性率。这一结果与 Michael 等^[10]的研究结果基本一致。其对 264 例患者在 CEA 术中实施 SSEP+MEP 的多模式监测方案进行回顾性研究表明,SSEP+MEP 的假阳性率仅为 0.4%,认为 MEP 可敏感地反映皮层下脑缺血事件,是 SSEP 监测的有效可行的补充手段。因此,SSEP+MEP 联合监测是一种反映全脑循环的合理、高效监测方案。但理想的多模式监测方案并不是通过增加监测项目来实现的。Alcantara 等^[11]研究表明,在 CEA 术中应用 SSEP+MEP+EEG 的多模式监测手段,并不能增加脑缺血监测的敏感性和特异性,EEG 监测并不能提供额外、有效的监测信息。

脑过度灌注综合征是 CEA 术后的常见并发症,可同样引起术后神经功能缺失^[12]。因此,本研究中所有患者术后均实施严格的血压调控,一旦怀疑,立即明确诊断以最大程度地避免脑过度灌注综合征的干扰。

综上所述,尽管 SSEP、MEP 与 CEA 患者术后

神经功能缺失的相关性较好,但均有不足之处。CEA 术中监测应建立全脑循环监测的模式。选取能反映大脑前、中动脉供血区及皮层下皮质脊髓束的血供情况的监测手段。SSEP+MEP 的多模式监测手段可有效预测术后神经功能缺失的发生,提高诊断的特异性,减少假阳性的发生,是 CEA 多模式脑循环监测的有效方案。

参 考 文 献

- [1] Chongruksut W, Vaniyapong T, Rerkasem K. Routine or selective carotid artery shunting for carotid endarterectomy (and different methods of monitoring in selective shunting). *Cochrane Database Syst Rev*, 2014 (6): CD000190.
- [2] Mauermann WJ, Crepeau AZ, Pulido JN, et al. Comparison of electroencephalography and cerebral oximetry to determine the need for in-line arterial shunting in patients undergoing carotid endarterectomy. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 2013, 27 (6): 1253-1259.
- [3] Uchino H, Nakamura T, Kuroda S, et al. Intraoperative dual monitoring during carotid endarterectomy using motor evoked potentials and near-infrared spectroscopy. *World Neurosurg*, 2012, 78 (6): 651-657.
- [4] Guay J, Kopp S. Cerebral monitors versus regional anesthesia to detect cerebral ischemia in patients undergoing carotid endarterectomy: a meta-analysis. *Can J Anaesth*, 2013, 60 (3): 266-279.
- [5] Nwachuku EL, Balzer JR, Yabes JG, et al. Diagnostic value of somatosensory evoked potential changes during carotid endarterectomy: a systematic review and meta-analysis. *JAMA Neurol*, 2015, 72 (1): 73-80.
- [6] Kelleher MO, Tan G, Sarjeant R, et al. Predictive value of intraoperative neurophysiological monitoring during cervical spine surgery: a prospective analysis of 1055 consecutive patients. *J Neurosurg Spine*, 2008, 8 (3): 215-221.
- [7] Schwartz DM, Auerbach JD, Dormans JP, et al. Neurophysiological detection of impending spinal cord injury during scoliosis surgery. *J Bone Joint Surg Am*, 2007, 89 (11): 2440-2449.
- [8] Yun WS. Cerebral monitoring during carotid endarterectomy by transcranial Doppler ultrasonography. *Ann Surg Treat Res*, 2017, 92 (2): 105-109.
- [9] 张园园, 董江涛, 代志刚, 等. 不同剂量顺式阿曲库铵对神经外科手术运动诱发电位的影响. *临床麻醉学杂志*, 2017, 33 (2): 129-132.
- [10] Malcharek MJ, Kulpok A, Deletis V, et al. Intraoperative multimodal evoked potential monitoring during carotid endarterectomy: a retrospective study of 264 patients. *Anesth Analg*, 2015, 120 (6): 1352-1360.
- [11] Alcantara SD, Wuamett JC, Lantis JC 2nd, et al. Outcomes of combined somatosensory evoked potential, motor evoked potential, and electroencephalography monitoring during carotid endarterectomy. *Ann Vasc Surg*, 2014, 28 (3): 665-672.
- [12] 林甜, 刘丽, 蔡艺灵. 脑过度灌注综合征的辅助检查. *中国卒中杂志*, 2016, 0(3): 215-220.

(收稿日期: 2017-02-24)

· 读者 · 作者 · 编者 ·

《临床麻醉学杂志》对来稿署名的要求

作者姓名在文题下方按序排列,一般不宜超过 6 位。排序应在投稿时确定,在编排过程中不应再作更换,如欲更换第一作者,需出具单位证明和由全体作者签名的申请。作者单位的邮编、所在城市、单位名称的全称和科室在首页脚注中说明。若其他作者不属同一单位,需写出各自单位,并在单位后用括号列出作者的姓名。作者应具备的条件:(1)参与选题和设计,或参与资料的分析和解释;(2)起草或修改论文中关键性理论或其他主要内容;(3)能对编辑部的修改意见进行核修,在学术上进行答辩,并最终同意该文发表者。以上 3 条均需具备。“通信作者”系指研究生课题论文的导师或直接指导者、相关科研项目课题负责人及该文的主要责任者和联系者。“通信作者”对论文应具有与第一作者同等的权利和义务。