

神经电生理监测对急诊机械取栓术后患者 神经功能预后的预测价值

王帆 王金川 胡伟鹏

福建医科大学附属第二医院神经外科, 福建泉州 362000

通信作者: 胡伟鹏, Email: hwplej@sina.com

【摘要】 目的 探讨术中神经电生理监测指标对急性颅内大血管闭塞机械取栓术后患者神经功能的预测价值。**方法** 采用回顾性研究方法。收集 2019 年 5 月至 2020 年 5 月福建医科大学附属第二医院神经外科收治的 68 例急性颅内大血管闭塞机械取栓术后患者的临床资料,包括患者性别、年龄、体重、吸烟史、饮酒史、心房颤动(房颤)、高血压、糖尿病、心力衰竭、高脂血症、脑血管病史、术前美国国立卫生研究院卒中量表(NIHSS)评分、躯体感觉诱发电位(SEP)分级、取栓前后拇展肌运动诱发电位(MEP)的波幅比值,以及术后 1 周、3 个月及 6 个月改良 Rankin 量表(mRS)评分。按神经功能结局将患者分为预后良好组(术后 1 周 25 例,术后 3 个月 33 例,术后 6 个月 36 例)和预后不良组(术后 1 周 43 例,术后 3 个月 35 例、术后 6 个月 32 例)。比较不同神经功能预后两组患者一般资料的差异;采用单因素分析和多因素 Logistic 回归分析影响急性颅内大血管闭塞机械取栓术后患者神经功能预后的独立危险因素;并绘制受试者工作特征曲线(ROC 曲线),评价各危险因素预测患者术后神经功能的预测价值。**结果** 68 例急性颅内大血管闭塞患者均在神经电生理监测下行机械取栓术,术后提示大血管再通。单因素分析显示:与预后良好组比较,术后 1 周起,预后不良组 >65 岁者比例、存在卒中或短暂性脑缺血发作(TIA)病史和脑血管疾病史比例均明显增多[术后 >65 岁者比例:60.4%(26/43)比 16.0%(4/25),存在卒中或 TIA 病史:69.8%(30/43)比 16.0%(4/25),脑血管疾病:62.8%(27/43)比 40.0%(10/25),均 $P < 0.05$],术前 NIHSS 评分 ≥ 15 分的比例和术中 SEP 分级 III 级比例均明显较高[74.4%(32/43)比 8.0%(2/25)和 83.7%(36/43)比 40.0%(10/25)],以及 MEP 波幅比值明显降低(0.57 ± 0.36 比 1.32 ± 0.43),差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$),持续到术后 6 个月。多因素 Logistic 回归分析显示:术后 1 周,术前 NIHSS 评分是影响患者神经功能预后的危险因素[优势比(OR)=7.188, 95% 可信区间(95%CI)为 1.033 ~ 50.026, $P=0.046$], MEP 波幅比值是影响患者神经功能预后的保护因素(OR=0.028, 95%CI 为 0.002 ~ 5.352, $P=0.006$);术后 3 个月 SEP 分级是影响患者神经功能预后的危险因素(OR=19.071, 95%CI 为 1.504 ~ 241.848, $P=0.023$), MEP 波幅比值是影响患者神经功能预后的保护因素(OR=0.060, 95%CI 为 0.008 ~ 0.437, $P=0.005$);术后 6 个月 SEP 分级是影响患者神经功能预后的危险因素(OR=20.767, 95%CI 为 1.734 ~ 248.750, $P=0.017$), MEP 波幅比值是影响患者神经功能预后的保护因素(OR=0.078, 95%CI 为 0.013 ~ 0.469, $P=0.005$)。ROC 曲线分析显示, MEP 波幅比值对患者神经功能预后有一定预测价值。术后 1 周 ROC 曲线下面积(AUC)=0.894, 95%CI 为 0.804 ~ 0.984, $P=0.000$;当截断值为 0.717 时,其敏感度为 88.0%,特异度为 83.7%;术后 3 个月 AUC=0.858, 95%CI 为 0.758 ~ 0.985, $P=0.000$;当截断值为 0.702 时,其敏感度为 78.8%,特异度为 91.4%;术后 6 个月 AUC=0.851, 95%CI 为 0.752 ~ 0.951, $P=0.000$;当截断值为 0.653 时,其敏感度为 77.8%,特异度为 87.5%。**结论** 术中神经电生理监测 SEP 分级和 MEP 波幅比值对评估患者神经功能,特别是远期神经功能恢复有一定的预测价值。

【关键词】 神经电生理; 机械取栓; 急性缺血性脑卒中; 预后

基金项目: 福建省自然科学基金(2018J01281);福建省泉州市高层次人才创新创业项目(2019C026R)

DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2022.02.006

Predictive value of neuroelectrophysiological monitoring for prognosis of neurological function after emergency mechanical thrombectomy

Wang Fan, Wang Jinchuan, Hu Weipeng

Department of Neurosurgery, the Second Affiliated Hospital of Fujian Medical University, Quanzhou 362000, Fujian, China

Corresponding author: Hu Weipeng, Email: hwplej@sina.com

【Abstract】 Objective To explore the predictive value of intraoperative neurophysiological monitoring indicators on neurological function in patients with acute intracranial large vessel occlusion after mechanical thrombectomy. **Methods** A retrospective research was conducted. The clinical data of 68 patients with acute intracranial large vessel occlusion after mechanical thrombectomy who were admitted to the Department of Neurosurgery of the Second Affiliated Hospital of Fujian Medical University from May 2019 to May 2020 were collected, including patients' gender, age, weight, smoking history, alcohol consumption history, atrial fibrillation (AF), hypertension, diabetes, heart failure, hyperlipidemia, history of cerebrovascular disease, preoperative National Institutes of Health Stroke Scale (NIHSS) score, somatosensory evoked potential (SEP) classification, amplitude ratio of abductor pollicis

muscle motor evoked potential (MEP) before and after thrombus removal and modified Rankin scale (mRS) score at 1 week, 3 months and 6 months after surgery. According to neurological outcome, the patients were divided into good prognosis group (25 cases at 1 week after operation, 33 cases at 3 months after operation, 36 cases at 6 months after operation) and poor prognosis group (43 cases at 1 week after operation, 35 cases at 3 months after operation and 32 cases at 6 months after operation). The differences in general data of patients with different prognosis were compared; univariate and multivariate Logistic regression analyses were used to analyze the independent risk factors affecting the neurological function prognosis of patients with acute intracranial large vessel occlusion after mechanical thrombectomy; and the receiver operator characteristic curve (ROC curve) was drawn to evaluate the predictive value of various risk factors in predicting postoperative neurological function in the patients. **Results** All 68 patients with acute intracranial large vessel occlusion underwent mechanical thrombectomy under neurophysiological monitoring, and the postoperative recanalization of large vessels was suggested. Univariate analysis showed that compared with the good prognosis group, the proportions of patients > 65 years old, the history of stroke or transient ischemic attack (TIA) and the history of cerebrovascular disease in the poor prognosis group were obviously increased from 1 week after surgery [proportion of patients > 65 years old after surgery: 60.4% (26/43) vs. 16.0% (4/25), history of stroke or TIA: 69.8% (30/43) vs. 16.0% (4/25), history of cerebrovascular disease: 62.8% (27/43) vs. 40.0% (10/25), all $P < 0.05$], the proportion of preoperative NIHSS score ≥ 15 and the proportion of intraoperative SEP grade III were significantly higher [74.4% (32/43) vs. 8.0% (2/25) and 83.7% (36/43) vs. 40.0% (10/25), respectively], and the MEP amplitude ratio was significantly lower (0.57 ± 0.36 vs. 1.32 ± 0.43), and the differences were statistically significant (all $P < 0.05$), which lasted to 6 months after operation. Multivariate Logistic regression analysis showed that: 1 week after surgery, the preoperative NIHSS score was a risk factor affecting the neurological function prognosis of the patients [odds ratio (OR) = 7.188, 95% confidence interval (95%CI) was 1.033–50.026, $P = 0.046$], MEP amplitude ratio was a protective factor affecting the neurological function prognosis of the patients (OR = 0.028, 95%CI was 0.002–5.352, $P = 0.006$); SEP grading at 3 months after surgery was a risk factor affecting the neurological function prognosis of patients (OR = 19.071, 95%CI was 1.504–241.848, $P = 0.023$), MEP amplitude ratio was a protective factor affecting the prognosis of neurological function (OR = 0.060, 95%CI was 0.008–0.437, $P = 0.005$); SEP grade 6 months after surgery was a risk factor affecting the prognosis of neurological function (OR = 20.767, 95%CI was 1.734–248.750, $P = 0.017$), and the ratio of MEP amplitude was a protective factor affecting the prognosis of neurological function (OR = 0.078, 95%CI was 0.013–0.469, $P = 0.005$). ROC curve analysis showed that the MEP amplitude ratio had a certain predictive value for the prognosis of neurological function of the patients. The area under ROC curve (AUC) at 1 week after operation was 0.894, 95%CI was 0.804–0.984, $P = 0.000$; when the cut-off value was 0.717, the sensitivity was 88.0% and the specificity was 83.7%; AUC at 3 months after operation was 0.858, 95%CI was 0.758–0.985, $P = 0.000$; when the cut-off value was 0.702, the sensitivity was 78.8% and the specificity was 91.4%; AUC = 0.851, 95%CI was 0.752–0.951 at 6 months after operation, $P = 0.000$; when the cut-off value was 0.653, the sensitivity was 77.8% and the specificity was 87.5%.

Conclusion Intraoperative neurophysiological monitoring of SEP grade and MEP amplitude ratio has a certain predictive value for evaluating the neurological function of patients, especially the long-term neurological recovery.

【Key words】 Neuroelectrophysiological monitoring; Mechanical thrombus removal; Acute ischemic stroke; Prognosis

Fund program: Natural Science Foundation of Fujian Province of China (2018J01281); Fujian Quanzhou High Level Talents Innovation and Entrepreneurship Project of China (2019C026R)

DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2022.02.006

研究表明,颅内大动脉闭塞可导致脑梗死,继而产生严重的神经系统重症疾病,给患者带来严重的后遗症^[1]。近年来,随着科技的进步,机械取栓因具有延长治疗时间窗、减少并发症、疗效显著等特点,已成为挽救急性颅内大动脉的有效手段^[2]。但目前辅助机械取栓围手术期的监测或评估手段较少,给临床医师带来较大挑战^[3]。随着神经电生理技术的不断革新,术中神经电生理监测被临床广泛使用^[4]。因此,如何拓展神经电生理应用范围,结合其优势辅助机械取栓手术,根据电生理波形来评估及预测患者神经功能,成为当前亟需要突破的难题。现通过回顾性分析 2019 年 5 月至 2020 年 5 月本院神经外科收治的 68 例急性大血管闭塞患

者的临床资料,观察术中电生理监测躯体感觉诱发电位(somatosensory evoked potential, SEP)分级和取栓前后拇展肌运动诱发电位(motor evoked potential, MEP)波幅比值,结合统计学分析综合评估患者术后神经功能结局,探讨神经电生理指标变化对评估患者术后神经功能的预测价值。

1 对象与方法

1.1 研究对象:采用回顾性研究方法。收集 2019 年 5 月至 2020 年 5 月本院神经外科收治的 68 例急性大血管闭塞患者作为研究对象。

1.1.1 纳入标准:①术前 CT 血管造影(computed tomography angiography, CTA)或全血管造影(digital subtraction angiography, DSA)证实为颅内大血管闭

塞；② 年龄 30~75 岁，平均(56±7.7) 岁；③ 均进行经股动脉机械取栓手术；④ 术后提示大动脉再通。

1.1.2 排除标准：① 术中无法开通大血管或开通后再次闭塞者；② 既往存在癫痫病史、颅腔内存在植入物等不适宜行经颅电刺激者。

1.1.3 伦理学：本研究符合医学伦理学标准，并经本院医学伦理委员会批准(审批号：2022-38)，对患者采取的治疗和检测均得到过患者或家属的知情同意。

1.2 资料收集

1.2.1 SEP^[5]：收集的病例术中均使用美国 Cadwell 神经电生理监测仪。按照 SEP 监测标准，根据收集的结果，将患者双侧正中神经短潜伏期 SEP 结果采用 Judson 分级标准^[6]分为 3 级，I 级为双侧中枢传导时间(central conductive time, CCT)处于正常且双侧对称；II 级为双侧或单侧 CCT 不对称或时间延长；III 级为双侧皮层电位波消失。

1.2.2 MEP^[7]：MEP 检测参照标准的电生理放置，MEP 波幅比值为颅内大动脉开通后且稳定的 MEP 波幅值与基线(术前状态稳定时测得)波幅值的比值。

1.2.3 随访及结局分级评价：于术后 1 周、3 个月

及 6 个月评估患者的神经功能状态。神经功能采用改良 Rankin 量表(modified Rankin scale, MRS)分级^[8]，神经功能结局分组：预后良好组为 MRS 评分为 0~II 级；神经功能预后不良组：MRS 评分 III 级及以上。

1.3 统计学方法：使用 SPSS 24.0 统计软件分析数据。计量资料符合正态分布以均数 ± 标准差($\bar{x} \pm s$)表示，采用 *t* 检验；计数资料以例(%)表示，采用 χ^2 检验或 *F* 检验(MEP 波幅比值)。采用 Logistic 回归分析患者术后神经功能的保护因素和危险因素；绘制受试者工作特征曲线(receiver operator characteristic curve, ROC 曲线)，并计算 ROC 曲线下面积(area under ROC curve, AUC)、敏感度和特异度，综合评估各因素对术后患者神经功能的预测价值。*P* < 0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 单因素分析(表 1)：与本组术后 1 周比较，预后良好组 >65 岁者比例、SEP 分级 III 级患者比例均明显升高，MEP 波幅比值明显降低(均 *P* < 0.05)；预后不良组各时间点一般资比较差异均无统计学意义(均 *P* > 0.05)。与预后良好组比较，预后不良组术后 1 周起 >65 岁、存在卒中或短暂性脑缺血发作(transient ischemic attack, TIA)病史、脑血管疾

表 1 不同预后两组缺血性脑卒中患者机械取栓后各时点一般资料比较

组别	随访时间	女性	年龄〔%(例/例)〕			体重 ≤ 65 kg	吸烟史	饮酒史
		〔%(例/例)〕	< 50 岁	50~65 岁	> 65 岁	〔%(例/例)〕	〔%(例/例)〕	〔%(例/例)〕
预后良好组	术后 1 周	44.0(11/25)	44.0(11/25)	40.0(10/25)	16.0(4/25)	36.0(9/25)	52.0(13/25)	48.0(12/25)
	术后 3 个月	45.5(18/33)	39.4(13/33)	39.4(13/33)	21.2(7/33)	36.4(12/33)	42.4(14/33)	45.5(15/33)
	术后 6 个月	41.7(15/36)	36.1(13/36)	36.1(13/36)	27.8(10/36) ^a	38.9(14/36)	44.4(16/36)	44.4(16/36)
预后不良组	术后 1 周	55.8(24/43)	4.7(2/43)	34.9(15/43)	60.4(26/43) ^b	60.5(26/43)	39.5(17/43)	46.5(20/43)
	术后 3 个月	51.4(18/35)	0(0/35)	34.3(12/35)	65.7(23/35) ^b	37.1(13/35)	45.7(16/35)	48.6(17/35)
	术后 6 个月	46.9(15/32)	0(0/32)	37.5(12/32)	62.5(20/32) ^b	34.4(11/32)	43.8(14/32)	50.0(16/32)
组别	随访时间	房颤	高血压	糖尿病	心力衰竭	高脂血症	卒中或 TIA 病史	脑血管性疾病
		〔%(例/例)〕	〔%(例/例)〕	〔%(例/例)〕	〔%(例/例)〕	〔%(例/例)〕	〔%(例/例)〕	〔%(例/例)〕
预后良好组	术后 1 周	36.0(9/25)	40.0(10/25)	36.0(9/25)	44.0(11/25)	52.0(13/25)	16.0(4/25)	40.0(10/25)
	术后 3 个月	45.5(15/33)	48.6(17/33)	36.4(12/33)	42.4(14/33)	54.5(18/33)	27.3(9/33)	39.4(13/33)
	术后 6 个月	44.4(16/36)	50.0(18/36)	36.1(13/36)	38.9(14/36)	50.0(18/36)	33.3(12/36)	44.4(16/36)
预后不良组	术后 1 周	60.5(26/43)	55.8(24/43)	34.9(15/43)	39.5(17/43)	41.9(18/43)	69.8(30/43) ^b	62.8(27/43) ^b
	术后 3 个月	57.1(20/35)	48.6(17/35)	34.3(12/35)	40.0(14/35)	37.1(13/35)	71.4(25/35) ^b	68.6(24/35) ^b
	术后 6 个月	59.3(19/32)	50.0(16/32)	34.4(11/32)	43.8(14/32)	40.6(13/32)	61.1(22/32) ^b	65.6(21/32) ^b
组别	随访时间	术前 NIHSS 评分〔%(例/例)〕			SEP 分级〔%(例/例)〕			MEP 波幅比值
		< 4 分	4~15 分	≥ 15 分	I 级	II 级	III 级	($\bar{x} \pm s$)
预后良好组	术后 1 周	52.0(13/25)	40.0(10/25)	8.0(2/25)	40.0(10/25)	40.0(10/25)	20.0(10/25)	1.32 ± 0.43
	术后 3 个月	39.4(13/33)	36.4(12/33)	24.2(8/33)	30.3(10/33)	45.5(15/33)	24.2(8/33)	1.19 ± 0.48
	术后 6 个月	36.1(13/36)	33.3(12/36)	30.6(11/36) ^a	27.8(10/36)	41.7(15/36)	30.5(11/36) ^a	1.14 ± 0.48 ^a
预后不良组	术后 1 周	0(0/43)	25.6(11/43)	74.4(32/43) ^b	0(0/43)	16.3(7/43)	83.7(36/43) ^b	0.57 ± 0.36 ^b
	术后 3 个月	0(0/35)	25.7(9/35)	74.3(26/35) ^b	0(0/35)	5.7(2/35)	94.3(33/35) ^b	0.52 ± 0.34 ^b
	术后 6 个月	0(0/32)	28.1(9/32)	71.9(23/32) ^b	0(0/32)	6.3(2/32)	93.7(30/32) ^b	0.50 ± 0.34 ^b

注：与本组术后 1 周比较，^a*P* < 0.05；与预后良好组同期比较，^b*P* < 0.05

病史、术前美国国立卫生研究院卒中量表(National Institutes of Health Stroke Scale, NIHSS)评分 ≥ 15 分和 SEP 分级Ⅲ级患者比例均明显升高, MEP 波幅比值明显降低(均 $P < 0.05$)。

2.2 一般资料及手术结果:共纳入 68 例急性颅内大动脉闭塞患者,其中男性 33 例,女性 35 例;颈内动脉闭塞 17 例,大脑前动脉闭塞 8 例,大脑中动脉闭塞 25 例,椎基底动脉闭塞 18 例。68 例患者均经急诊机械取栓,均获得血管再通。术中 SEP、MEP 成功引起并记录,所有病例未发生因术中电生理监测而导致的并发症和不良事件。术后根据神经功能评分和不同时间随访结果:预后良好组(术后 1 周 25 例,术后 3 个月 33 例、术后 6 个月 36 例)和预后不良组(术后 1 周 43 例,术后 3 个月 35 例、术后 6 个月 32 例)。

2.3 多因素分析(表 2):将单因素分析差异有统计学意义的变量纳入多因素 Logistic 回归分析,结果显示:术后 1 周时,术前 NIHSS 评分是影响患者预后的危险因素, MEP 波幅比值是影响患者预后的保护因素($P < 0.05$);术后 3 个月和 6 个月,SEP 分级是影响患者预后的危险因素, MEP 波幅比值是患者预后的保护因素(均 $P < 0.05$)。

表 2 多因素 Logistic 回归分析影响急性颅内大血管闭塞机械取栓术后患者预后的独立危险因素

项目	β 值	s_e	χ^2 值	P 值	OR 值	95%CI
术后 1 周						
年龄	-0.371	1.045	0.126	0.732	0.690	0.089 ~ 5.352
术前 NIHSS 评分	1.972	0.990	3.971	0.046	7.188	1.033 ~ 50.026
卒中或 TIA 病史	-2.531	1.332	3.612	0.057	0.080	0.006 ~ 1.082
SEP 分级	1.379	1.313	1.104	0.293	3.971	0.303 ~ 52.046
MEP 波幅比值	-3.575	1.310	7.448	0.006	0.028	0.002 ~ 5.352
术后 3 个月						
年龄	0.270	0.945	0.082	0.775	1.310	0.206 ~ 8.353
术前 NIHSS 评分	0.518	0.752	0.475	0.491	1.679	0.384 ~ 7.336
卒中或 TIA 病史	-0.574	0.954	0.363	0.547	0.563	0.087 ~ 3.651
SEP 分级	2.948	1.296	5.175	0.023	19.071	1.504 ~ 241.848
MEP 波幅比值	-2.086	1.009	7.732	0.005	0.060	0.008 ~ 0.437
术后 6 个月						
年龄	-0.241	0.854	0.080	0.778	0.786	0.147 ~ 4.191
术前 NIHSS 评分	0.044	0.696	0.004	0.949	1.045	0.267 ~ 4.088
卒中或 TIA 病史	-0.195	0.870	0.050	0.822	0.823	0.150 ~ 4.522
SEP 分级	3.033	1.267	5.733	0.017	20.767	1.734 ~ 248.750
MEP 波幅比值	-2.556	0.918	7.747	0.005	0.078	0.013 ~ 0.469

注:OR 为优势比,95%CI 为 95% 可信区间

2.4 ROC 曲线分析(表 3; 图 1):ROC 分析显示, MEP 波幅比值对急性颅内大血管闭塞机械取栓术后患者神经功能有较好的预测价值。

表 3 术后不同时间点 MEP 波幅比值对急性颅内大血管闭塞机械取栓术后患者神经功能预后的预测价值

时间	AUC	P 值	95%CI	最佳截断值	敏感度 (%)	特异度 (%)
术后 1 周	0.894	0.000	0.804 ~ 0.984	0.717	88.0	83.7
术后 3 个月	0.858	0.000	0.758 ~ 0.985	0.702	78.8	91.4
术后 6 个月	0.851	0.000	0.752 ~ 0.951	0.653	77.8	87.5

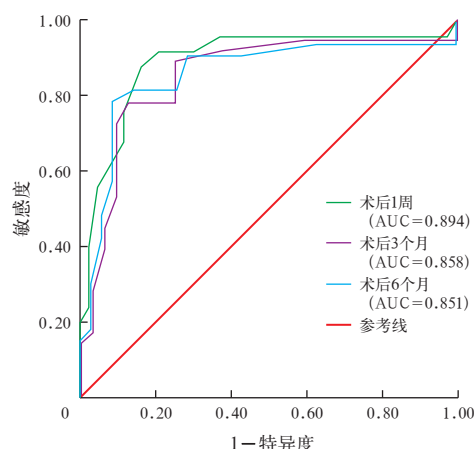


图 1 不同时间点 MEP 波幅比值预测术后神经功能的 ROC 曲线分析

3 讨论

随着老龄化时代的到来,饮食结构和环境的改变,大面积脑梗死的发病率急剧升高^[9]。脑梗死的特点是起病迅速,并发症多,预后差,已经严重影响患者的生活质量^[10]。因此,早期合理的诊治手段,对于挽救脑梗死患者生命、提高生活质量以及改善预后均有深远意义^[11]。急诊机械取栓术对于早期大动脉梗死具有快速开通血管,可迅速恢复脑部血流,短时间颅内血流再次灌注等特点,这将是改善患者预后的重要措施^[12]。有文献报道,急诊机械取栓的优点为低出血风险、快速开通闭塞血管、治疗时间窗增加等优点,是目前最有效的治疗患者颅内大血管闭塞的手段^[13]。但目前对于机械取栓术中的监测手段少,而神经电生理的推广,能很好地补充颅内大血管血流动力学的监测活动^[14]。因此,本研究通过分析患者术中神经电生理数据,观察 SEP 分级和 MEP 波幅比值,结合统计学分析患者术后神经功能恢复的影响因素,进一步阐明神经电生理监测对急诊机械取栓术后患者神经功能的判断和预测价值。本研究通过对患者基本资料和电生理指标分析显示,发病年龄、卒中或 TIA 病史、术前 NIHSS 评分、SEP 分级、MEP 波幅比值均是影响患者预后因素。将单因素分析有统计学意义的变量纳入多因素

Logistic 回归分析,结果显示:SEP 分级和 MEP 波幅比值是影响患者预后的关键因素。研究表明,SEP 可以反映大脑皮质及其相联系纤维的受损情况^[15]。本研究显示,SEP 级别越高,患者神经功能损伤越严重,进一步说明颅内大动脉血管梗死会导致严重的血流改变,造成神经功能的永久性损伤,即使手术将其血管开通,但造成的神经损伤是不可逆的。本研究表明,连续监测 SEP,可实时反映患者大脑皮质的变化:① 术中颅内大动脉开通后患者 SEP 出现由高级别转为低级别,且能维持长时间不变化,一般患者预后良好;② 手术即使能使颅内大动脉开通,但 SEP 仍维持较高级别者,一般预后较差;③ 术前提示颅内大动脉闭塞,但 SEP 处于低级别,一般提示患者颅内血管代偿较好,预后尚可。因此,术中对于 SEP 的连续监测,能很好地反映患者预后情况,能更精确地评价脑功能缺损程度及预测预后,有重要的临床应用价值^[16]。

目前 MEP 是极为重要的术中电生理监测手段,其原理是通过监测患者神经运动传导通路,来评估患者运动神经功能,是评估术中及术后神经功能状态的重要指标^[17]。研究表明,若患者 MEP 波幅能及时有效恢复,患者肢体活动功能将较术前有进一步改善^[18]。MEP 主要用于判断运动神经传导通路的同步性和完整性,可用于预测患者术后运动功能。颅内大血管闭塞可导致患者大脑皮质缺血,从而影响患者的运动功能区;而 MEP 波幅的变化可直接反映运动功能损伤程度和损伤后血流再灌注患者神经功能的恢复程度^[19]。本研究进一步利用 ROC 曲线分析确定 MEP 波幅比值预测患者神经功能预后的有效性,结果表明,预测患者远期的 AUC 较高,且 MEP 波幅比值也有较高的特异度和敏感度,因此,MEP 波幅比值的实用性和可信度高。神经电生理监测可以及时反映患者手术过程中颅内血流变化而导致的神经功能影响,根据术中电生理变化,及时采取相应干预措施,能有效提高手术成功率,极大地降低患者手术风险,改善患者预后,更具有术后神经功能恢复的预测价值。但本回顾性研究是单中心,且样本量相对较少,后期还需进一步开展多中心大样本的研究。

综上所述,术中神经电生理监测 SEP 分级和 MEP 波幅比值较其他因素更能评估患者神经功能,特别是对远期神经功能恢复的预测价值。对于颅内大动脉梗死患者急诊机械取栓,神经电生理具有独

特的临床价值。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] Puig J, Shankar J, Liebeskind D, et al. From "time is brain" to "imaging is brain": a paradigm shift in the management of acute ischemic stroke [J]. *J Neuroimaging*, 2020, 30 (5): 562–571. DOI: 10.1111/jon.12693.
- [2] McCarthy DJ, Diaz A, Sheinberg DL, et al. Long-term outcomes of mechanical thrombectomy for stroke: a meta-analysis [J]. *Sci World J*, 2019, 2019: 7403104. DOI: 10.1155/2019/7403104.
- [3] Ikenberg B, Scharfich B, Mönch S, et al. Neurosonography after mechanical thrombectomy for acute stroke treatment [J]. *J Neuroimaging*, 2019, 29 (3): 364–370. DOI: 10.1111/jon.12592.
- [4] Brandmeier S, Taskiran E, Bolukbasi FH, et al. Multimodal intraoperative neurophysiological monitoring in neurosurgical oncology [J]. *Turk Neurosurg*, 2018, 28 (2): 204–210. DOI: 10.5137/1019-5149.JTN.19177-16.1.
- [5] 王金川,王帆,高宏志,等. 肢体温度和肌松剂停药时间对术中 SEP、MEP 监测的影响 [J]. *中国微侵袭神经外科杂志*, 2015, 20 (7): 303–305. DOI: 10.11850/j.issn.1009-122X.2015.07.005.
- [6] Judson JA, Cant BR, Shaw NA. Early prediction of outcome from cerebral trauma by somatosensory evoked potentials [J]. *Crit Care Med*, 1990, 18 (4): 363–368. DOI: 10.1097/00003246-199004000-00003.
- [7] Sala F, Meneghelli P. Intraoperative neurophysiological monitoring for craniocervical junction surgery [J]. *Acta Neurochir Suppl*, 2019, 125: 369–380. DOI: 10.1007/978-3-319-62515-7_53.
- [8] 孙云云,洪二春,张衍忠. 血小板与淋巴细胞比值对阿替普酶静脉溶栓的急性缺血性脑卒中患者预后的预测价值 [J]. *中华老年心脑血管病杂志*, 2021, 23 (6): 609–612. DOI: 10.3969/j.issn.1009-0126.2021.06.014.
- [9] Chu YT, Lee KP, Chen CH, et al. Contrast-induced encephalopathy after endovascular thrombectomy for acute ischemic stroke [J]. *Stroke*, 2020, 51 (12): 3756–3759. DOI: 10.1161/STROKEAHA.120.031518.
- [10] 陶涛涛,郑珂,冯炜珍,等. 不同发病时间窗的急性基底动脉闭塞患者行血管内治疗的预后分析 [J]. *中国中西医结合急救杂志*, 2021, 28 (3): 312–315. DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2021.03.013.
- [11] 金雷雷,王耀辉,吕喆,等. 定量脑电图监测在评估急性脑梗死溶栓效果中的应用 [J]. *中华危重病急救医学*, 2021, 33 (2): 207–210. DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20201110-00759.
- [12] Yamamoto Y, Yamamoto N, Kanematsu Y, et al. High white blood cell count is a risk factor for contrast-induced nephropathy following mechanical thrombectomy for acute ischemic stroke [J]. *Cerebrovasc Dis Extra*, 2020, 10 (2): 59–65. DOI: 10.1159/000507918.
- [13] Sarioglu O, Sarioglu FC, Capar AE, et al. The role of CT texture analysis in predicting the clinical outcomes of acute ischemic stroke patients undergoing mechanical thrombectomy [J]. *Eur Radiol*, 2021, 31 (8): 6105–6115. DOI: 10.1007/s00330-021-07720-4.
- [14] Wang JF, Guo LJ, Holdefer RN, et al. Intraoperative neurophysiology and transcranial doppler for detection of cerebral ischemia and hyperperfusion during carotid endarterectomy [J]. *World Neurosurg*, 2021, 154: e245–e253. DOI: 10.1016/j.wneu.2021.07.023.
- [15] Mirallave Pescador A, Pérez Lorensu PJ, Saponaro GÁ, et al. Anaesthesia and multimodality intraoperative neuromonitoring in carotid endarterectomy. Chronological evolution and effects on intraoperative neurophysiology [J]. *J Clin Monit Comput*, 2021, 35 (6): 1429–1436. DOI: 10.1007/s10877-020-00621-9.
- [16] 吴欣桐,何朝晖. 多种监测辅助下头颈部联合入路夹闭颈内动脉床突旁动脉瘤的临床研究 [J]. *第三军医大学学报*, 2021, 43 (2): 131–136. DOI: 10.16016/j.1000-5404.202008134.
- [17] Frigeni B, Bivona R, Foresti C, et al. Predictive value of preoperative and intraoperative neurophysiology in evaluating long-term facial function outcome in acoustic neuroma surgery [J]. *Otol Neurotol*, 2020, 41 (4): 530–536. DOI: 10.1097/MAO.0000000000002553.
- [18] 李培良,宋剑平,田彦龙,等. 复合手术术中评估技术在复杂颅内动脉瘤治疗中的应用效果 [J]. *中华神经外科杂志*, 2020, 36 (8): 809–813. DOI: 10.3760/cma.j.cn112050-20190725-00324.
- [19] 赵恺,张所军,郭超,等. 术中超声联合神经电生理监测辅助高位颈段脊髓髓内肿瘤显微手术治疗 [J]. *中华显微外科杂志*, 2019, 42 (3): 250–253. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1001-2036.2019.03.010.

(收稿日期: 2021-09-18)