

超声多普勒系统联合神经电生理监测技术对颈动脉内膜剥脱术中血压控制及术后认知功能的影响

李丹¹, 李俊青¹, 王彦², 彭红兵¹, 武清菊¹

(1.河北省邢台市第三医院心血管超声室, 河北邢台 054000; 2.河北省邢台市第三医院手麻科, 河北邢台 054000)

[摘要] **目的** 探讨经颅超声多普勒系统(transcranial doppler ultrasound, TCD)联合神经电生理监测技术(neurophysiological monitoring, SEP)对颈动脉内膜剥脱术(carotid endarterectomy, CEA)患者术中个体化血压管理、心肌耗氧及术后认知功能的影响。**方法** 纳入择期行 CEA 治疗的老年患者 120 例作为研究对象,根据随机数字表法分为研究组和对照组,每组 60 例。对照组通过血管活性药物升高血压,研究组术中根据 TCD 和 SEP 联合监测结果指导血压调节工作。收集 2 组麻醉前(T00)、麻醉后 10 min(T0)、颈动脉阻断前 5 min(T1)、颈动脉阻断前后即刻(T2)、解除颈动脉阻断即刻(T3)及解除颈动脉阻断后 1 h(T4)时大脑中动脉血流速度(V_m)值和外周动脉收缩压,比较 2 组术中一般情况(心肌耗氧量、血管活性药物用量等)、术后认知功能障碍(postoperative cognitive dysfunction, POCD)发生率和半年后超声复查结果。**结果** 研究组术中麻黄碱用量、尼卡地平用量、去甲肾上腺素用量、心肌耗氧量及术中发生心动过缓患者比例均低于对照组($P < 0.05$)。2 组手术侧 V_m 与外周动脉收缩压呈波动趋势,研究组 V_m 与外周动脉收缩压的波动幅度小于对照组,组间、时点间、组间·时点间交互作用差异有统计学意义($P < 0.05$)。2 组 POCD 总发生率差异无统计学意义($P > 0.05$)。2 组 C 反应蛋白、丙二醛水平呈先升高后降低趋势,超氧化物歧化酶水平呈先降低后升高趋势,研究组 C 反应蛋白、丙二醛水平明显高于对照组,超氧化物歧化酶水平明显低于对照组,组间、时点间、组间·时点间交互作用差异有统计学意义($P < 0.05$)。研究组 60 例患者中有 25 例术中阻断颈动脉后,TCD 监测提示达到流转标准,其中 7 例患者同时达 SEP 波幅下降流转标准,给予转流术操作。TCD 监测阳性率高于 SEP 监测($P < 0.05$),两种手段共同监测达到转流标准的比例一致性一般($Kappa = 0.243, P < 0.05$)。研究组术后半年发生术后再狭窄和形成继发血栓的患者例数均较对照组明显偏少($P < 0.05$)。**结论** TCD 联合 SEP 对 CEA 患者术中个体化血压管理具有较高的指导价值,可显著减少术中心肌耗氧量,降低术后不良事件的发生风险,其中 TCD 对 CEA 术中脑血流高灌注现象监测效果较好,而 SEP 对术中转流的实施指导意义更高。

[关键词] 颈动脉内膜切除术;超声检查;神经电生理监测 doi:10.3969/j.issn.1007-3205.2024.07.009

[中图分类号] R654.32 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1007-3205(2024)07-0791-08

Effect of TCD combined with neuroelectrophysiological monitoring on individualized blood pressure management and postoperative cognitive function in patients undergoing CEA

LI Dan¹, LI Jun-qing¹, WANG Yan², PENG Hong-bing¹, WU Qing-ju¹

(1. Department of Cardiovascular Ultrasound Room, the Third Hospital of Xingtai City, Hebei Province, Xingtai 054000, China; 2. Department of Surgical Anesthesiology, the Third Hospital of Xingtai City, Hebei Province, Xingtai 054000, China)

[Abstract] **Objective** To explore the effect of transcranial doppler ultrasound (TCD) combined with neurophysiological monitoring technology sensory evoked potential (SEP) on intraoperative individualized blood pressure management, myocardial oxygen consumption and

[收稿日期] 2023-04-25

[基金项目] 邢台市重点研发计划社会发展领域专项
(2021ZC102)

[作者简介] 李丹(1989-),女,河北邢台人,河北省邢台市第三医院主治医师,医学学士,从事心脑血管超声诊断研究。

postoperative cognitive function in patients undergoing carotid endarterectomy (CEA). **Methods**

One hundred and twenty elderly patients undergoing elective CEA were enrolled as research subjects, and divided into research group ($n = 60$) and control group ($n = 60$) according to random number table method. The control group was treated with vasoactive drugs to increase blood pressure, and the research group was guided by the combined monitoring results of TCD and SEP during the operation. Mean velocity of middle cerebral artery (V_m) values and peripheral arterial systolic pressure before anesthesia (T00), at 10 min after anesthesia (T0), at 5 min before carotid artery occlusion (T1), immediately before and after carotid artery occlusion (T2), immediately after carotid artery occlusion (T3) and at 1 h after carotid artery occlusion (T4) were collected. The intraoperative general conditions (myocardial oxygen consumption, dosage of vasoactive drugs), the incidence of postoperative cognitive dysfunction (POCD) and the results of ultrasound reexamination at 6 months after operation were compared between the two groups. **Results** The consumption of ephedrine, nicardipine and norepinephrine, myocardial oxygen consumption and the proportion of patients developing intraoperative bradycardia in the research group were lower than those in the control group ($P < 0.05$). V_m and peripheral arterial systolic pressure on the surgical side of the two groups showed a downward fluctuation trend, and the fluctuation range of V_m and peripheral arterial systolic pressure in the research group was smaller than that in the control group; The difference of interaction between groups, time points, and time points between groups were statistically significant ($P < 0.05$). There was no significant difference in the total incidence of POCD between the two groups ($P > 0.05$). The levels of C-reactive protein (CRP) and malondialdehyde in the two groups increased first and then decreased, while the level of superoxide dismutase decreased first and then increased. The levels of CRP and malondialdehyde in the research group were significantly higher than those in the control group, while the level of superoxide dismutase was significantly lower than that in the control group; There were significant differences in interactions between groups, time points, and time points between groups ($P < 0.05$). In 60 patients in the research group, TCD monitoring indicated that 25 patients reached the shunting standard after carotid artery occlusion during operation, and 7 patients reached the shunting standard of decreased SEP amplitude simultaneously and were given shunting operation. The positive rate of TCD monitoring was higher than that of SEP monitoring ($P < 0.05$), and the consistency of the proportion of shunting standards by the two methods was general ($Kappa = 0.243$, $P < 0.05$). The number of patients with postoperative restenosis and secondary thrombosis in the research group was significantly less than that in the control group ($P < 0.05$). **Conclusion** TCD combined with SEP has a high guiding value for individualized intraoperative blood pressure management in patients with CEA, which can significantly reduce intraoperative myocardial oxygen consumption and reduce the risk of postoperative adverse events. TCD has a better monitoring effect on cerebral blood flow hyperperfusion during CEA, while SEP has a higher guiding significance for the implementation of intraoperative shunting.

[**Key words**] carotid endarterectomy; ultrasonography; neuroelectrophysiological monitoring

颈动脉狭窄是颈动脉粥样硬化发展过程中的一种病理状态,也是导致脑血管疾病发生的重要原因,公认治疗此类疾病较好的方法包括以药物为基础的内科治疗和基于颈动脉支架植入术(carotid

artery stenting,CAS)或颈动脉内膜剥脱术(carotid endarterectomy,CEA)为主的手术治疗,其中CEA被视为治疗颈动脉狭窄的金标准手段^[1-2]。CEA对脑血流状态具有明显的改善作用,同时还可明显

降低脑卒中的发病率和病死率^[3-4]。但在 CEA 阻断颈动脉期间,被阻断侧的脑卒中可能会出现缺氧、缺血现象,甚至引发失语、偏瘫及死亡等严重后果^[5]。再加上行 CEA 治疗的患者多为老年患者,此群体多合并糖尿病、高血压及冠心病等基础疾病,手术风险更高。在颈动脉阻断期间进行升高血压操作可有效降低阻断侧脑组织的缺血程度^[6]。经颅超声多普勒系统(transcranial doppler ultrasound, TCD)是一种操作简单、可重复率高的无创检测方法,且几乎不受心率、动脉顺应性和每搏量的影响,平均血流速度达到一定值时便可有效保障脑血流灌注量,对术中血压管理具有一定的指导价值^[7-9]。而神经电生理监测技术(neurophysiological monitoring, SEP)则是一种可通过术中脑电图、感觉诱发电位和体感诱发电位来反应大脑皮层功能状态的检测技术,可辅助临床判断阻断侧是否存在脑缺血现象^[10]。术中收缩压在颈动脉阻断期间的升高幅度应在基础血压的 20%~30%为宜,但仍无法完全避免术后认知功能障碍(postoperative cognitive

dysfunction, POCD) 的发生^[11]。针对术中脑血流监测的手段较多,但关于 TCD 联合 SEP 监测对 CEA 手术患者术中个体化血压管理、心肌耗氧及术后认知功能的影响未见报道。基于此,本研究以 120 例择期行 CEA 术治疗的老年患者作为研究对象展开探讨,现报告如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 前瞻性纳入 2017 年 1 月—2021 年 12 月我院收治的择期行 CEA 术治疗的老年患者 120 例作为研究对象,根据随机数字表法分为研究组和对照组,每组 60 例。入院后均完善常规术前检查,行局部麻醉下桡动脉穿刺置管,连续监测无创动脉压力。对照组术中应用血管活性药物升高收缩压,研究组术中则根据 TCD 和 SEP 联合监测结果指导血压调节工作。2 组一般资料差异无统计学意义($P>0.05$),具有可比性,见表 1。

本研究经医院伦理委员会批准通过。

表 1 2 组患者一般资料比较

Table 1 Comparison of general data between the two groups

($n=60$)

组别	性别(例数)		年龄($\bar{x}\pm s$, 岁)	糖尿病(例数)	高血压(例数)	ASA 分级(例数)	
	男性	女性				Ⅱ级	Ⅲ级
研究组	36	24	57.41±8.67	5	11	17	43
对照组	35	25	56.83±10.13	7	8	12	48
χ^2/t 值	0.035		0.340	0.370	0.563	1.137	
P 值	0.853		0.737	0.543	0.453	0.286	

注:美国麻醉医师协会健康状况分级(American society of Anesthesiologists physical status classification system, ASA)

1.2 纳入标准和排除标准 纳入标准:①均经超声明确诊断为术侧颈动脉狭窄;②均具有 CEA 手术指征,可耐受全身麻醉手术;③同意行 CEA 治疗;④无症状性颈动脉颅外段狭窄率 $\geq 70\%$;⑤临床资料完整,患者或家属对本研究知情,签署知情同意书。排除标准:①术前 6 个月内伴有心肌梗死者;②存在凝血功能障碍者;③合并精神障碍者;④合并严重心脏病者;⑤术前存在急、慢性感染者;⑥伴有 CEA 手术禁忌,12 个月内伴有颅内自发出血、3 个月内有紧张性脑卒中、30 d 内发生过心肌梗死或大面积脑卒中、伴有颅内动脉瘤且医生评估无法开展此手术者、严重痴呆者。

1.3 治疗方法 所有病者入院后监测心电图(electrocardiogram, ECG)、脑电双频指数(bispectral index, BIS)、血氧饱和度(oxygen saturation, SpO₂)和无创血压,构建外周静脉通路后,静脉输注复方醋酸钠林格注射液(四川科伦药业

股份有限公司,批准文号:国药准字 H20150050,规格:500 mL),1 mg 咪达唑仑注射液(江苏九旭药业有限公司,批准文号:国药准字 H20113433,规格:1 mL:5 mg)和 5 mg 地佐辛注射液(扬子江药业集团公司,批准文号:国药准字 H20184150,规格:1 mL:5 mg)静脉注射。在局部麻醉状态下实施桡动脉穿刺置管术,应用 FloTrac/Vigileo 监测仪检测有创动脉压、每搏量变异度和心输出量。

麻醉诱导:静脉注射 0.01~0.05 mg/kg 咪达唑仑、0.1~0.3 mg/kg 依托咪酯注射液(江苏恩华药业股份有限公司,批准文号:国药准字 H32022992,规格:10 mL:20 mg)、0.1~0.2 mg/kg 注射用苯磺顺阿曲库铵[上药东英(江苏)药业有限公司,批准文号:国药准字 H20123332,规格:10 mg]和 0.4~0.6 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 枸橼酸舒芬太尼注射液[宜昌人福药业有限责任公司,批准文号:国药准字 H20054172,规格:2 mL:100 μg (以舒芬太尼计)],气管插管后进

行机械通气,设定呼气末二氧化碳分压 (partial pressure of end tidal carbon dioxide, PETCO₂) 值维持在 35~45 mmHg (1 mmHg=0.133 kPa) 之间。

麻醉维持:静脉输注 2~6 mg/kg 丙泊酚(北京费森尤斯卡比医药有限公司,批准文号:国药准字 J20110058,规格:50 mL:1.0 g)和 0.1~0.3 μg · kg⁻¹ · min⁻¹,稳定 BIS 值在 40~60 范围内。

使用 2%利多卡因对暴露后的颈动脉窦进行表面麻醉,并于颈动脉阻断前静脉注射 1 mg/kg 肝素,使活化凝血时间超过 200 s。颈动脉阻断期间,对照组使用血管活性药物使收缩压升高基础值的 20%~30%,研究组则根据 Epoch XP 神经生理监测(SEP)仪(美国 Axon 公司)和 TCD 仪监测结果使用血管活性药物升高患者颈动脉阻断期间的收缩压。TCD 血压调整原则:Vm(T2) 低于 70% Vm(T0)时,提升血压;Vm(T3) > 200% Vm(T0)时,降低血压,直至使得脑血流处于安全范围。SEP 调整血压原则:体感诱发电位 P40 波幅 ≥ 基础值 × 50%、脑电图电压波幅 ≥ 基础值 × 50%。预先在颈动脉开放前降低血压,避免发生脑过度灌注综合征。术后给予相同的镇痛、抗感染处理,拔除气管导管,待患者完全恢复意识后送回病房。

1.4 观察指标

1.4.1 大脑中动脉血流速度(Vm)及外周动脉收缩压 测量 2 组 Vm 和外周动脉收缩压,具体测量时间点为麻醉前(T00)、麻醉后 10 min(T0)、颈动脉阻断前 5 min(T1)、颈动脉阻断前后即刻(T2)、解除颈动脉阻断即刻(T3)及解除颈动脉阻断后 1 h(T4)。

1.4.2 围术期相关指标收集 术中指标:术中心动过速和过缓例数、术侧和非术侧颈动脉狭窄程度、发

生严重高血压和严重低血压例数、术中麻醉药物和血管活性药物使用量、颈动脉夹闭时间、手术时间、麻醉时间及苏醒时间。术后指标:术后头核磁有新发梗死灶例数、发生术后认知功能障碍(postoperative cognitive dysfunction, POCD)患者例数、半年后发生心血管事件例数。术后高灌注损伤监测指标:分别于颈动脉阻断前 5 min(T1)、解除颈动脉阻断即刻(T3)、术后 3 d(T5)、术后 7 d(T6)采集患者静脉血 5 mL,采用酶联免疫吸附试验法(enzyme linked immunosorbent assay, ELISA)检测患者的血清 C 反应蛋白、超氧化物歧化酶、丙二醛水平。

1.5 统计学方法 应用 SPSS 20.0 统计软件分析数据。计量资料比较采用 *t* 检验和重复测量方差分析;计数资料比较采用 χ^2 检验,等级资料比较采用秩和检验。*P* < 0.05 为差异有统计学意义。

2 结 果

所有入组患者均完成全部随访,未出现失访、脱落患者。

2.1 2 组术中情况比较 研究组术中麻黄碱用量、尼卡地平用量、去甲肾上腺素用量及心肌耗氧量、术中心动过缓发生率均显著低于对照组,差异有统计学意义(*P* < 0.05);2 组术侧颈动脉狭窄程度、非术侧颈动脉狭窄程度、麻醉时间、手术时间、颈动脉夹闭时间、苏醒时间、术中 1%丙泊酚用量、术中输液量、术中发生严重高血压、严重低血压、术后头核磁有新发梗死灶患者比例差异无统计学意义(*P* > 0.05);2 组术中均未发生心动过速、严重高血压、严重低血压。见表 2。

表 2 2 组患者术中情况比较

Table 2 Comparison of general conditions during operation between the two groups

(*n* = 60, $\bar{x} \pm s$)

组别	术侧颈动脉狭窄程度(%)	非术侧颈动脉狭窄程度(%)	麻醉时间(min)	手术时间(min)	颈动脉夹闭时间(min)	苏醒时间(min)	1%丙泊酚用量(mL)
研究组	75.43 ± 5.61	31.46 ± 6.55	136.63 ± 18.44	116.41 ± 17.55	41.11 ± 7.53	13.21 ± 3.73	771.13 ± 83.64
对照组	76.28 ± 5.54	31.28 ± 4.73	131.66 ± 18.37	113.56 ± 17.14	40.37 ± 7.21	12.62 ± 4.31	760.71 ± 83.44
<i>t</i> / χ^2 值	0.835	0.032	1.479	0.900	0.550	0.802	0.683
<i>P</i> 值	0.405	0.975	0.142	0.370	0.584	0.424	0.496

组别	麻黄碱用量(mg)	尼卡地平用量(mg)	去甲肾上腺素用量(μg)	心肌耗氧量(mL/min)	术中输液量(mL)	心动过缓(例数,%)	术后头核磁有新发梗死灶(例数,%)
研究组	8.71 ± 2.84	0.85 ± 0.33	9.56 ± 2.87	10 344.58 ± 2 557.74	1 673.31 ± 324.53	1(1.67)	1(1.67)
对照组	12.83 ± 2.04	1.84 ± 0.66	18.64 ± 2.33	12 678.32 ± 2 756.13	1 702.34 ± 289.57	8(13.33)	2(3.33)
<i>t</i> / χ^2 值	9.127	10.392	19.026	4.808	0.517	5.886	0.342
<i>P</i> 值	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.606	0.015	0.559

2.2 术中手术侧 Vm 和外周动脉收缩压比较 2 组手术侧 Vm 与外周动脉收缩压呈起俯波动趋势, 研究组 Vm 与外周动脉收缩压的波动幅度小于对

照组, 组间、时点间、组间·时点间交互作用差异有统计学意义($P < 0.05$)。见表 3。

表 3 2 组术中不同时间点手术侧 Vm 和收缩压比较

Table 3 Comparison of Vm on surgical side and systolic blood pressure at different time points during operation between the two groups

($n = 60, \bar{x} \pm s$)

组别	Vm(cm/s)					
	T00	T0	T1	T2	T3	T4
研究组	40.31±2.21	39.74±2.33	41.23±1.64	38.12±1.65	62.58±1.21	64.17±2.46
对照组	40.47±2.65	39.18±2.12	42.28±1.56	39.18±1.21	65.71±2.32	66.71±2.32
组间			F 值=15.343	P 值<0.001		
时点间			F 值=16.434	P 值<0.001		
组间·时点间			F 值=18.545	P 值<0.001		

组别	收缩压(mmHg)					
	T00	T0	T1	T2	T3	T4
研究组	133.76±8.45	110.65±7.23	154.13±8.67	143.45±10.43	115.76±8.67	114.76±7.45
对照组	133.86±8.24	110.65±7.98	120.65±7.23	154.65±12.54	115.87±8.89	113.76±7.67
组间			F 值=18.344	P 值<0.001		
时点间			F 值=21.545	P 值<0.001		
组间·时点间			F 值=20.564	P 值<0.001		

2.3 2 组术后 POCD 发生情况比较 2 组 POCD 总发生率差异无统计学意义($P > 0.05$), 见表 4。

表 4 2 组术后 POCD 发生率比较

Table 4 Comparison of the incidence of POCD between the two groups after operation

($n = 60$, 例数, %)

组别	术后 1 d	术后 3 d	术后 7 d	POCD 总发生率
研究组	3(5.00)	2(3.33)	0(0.00)	5(8.33)
对照组	5(8.33)	3(5.00)	2(3.33)	10(16.67)
χ^2 值				1.905
P 值				0.168

2.4 2 组高灌注损伤监测指标比较 2 组 C 反应蛋白、丙二醛水平呈先升高后降低趋势, 超氧化物歧化酶水平呈先降低后升高趋势, 研究组 C 反应蛋白、丙二醛水平明显高于对照组, 超氧化物歧化酶水平明显低于对照组, 组间、时点间、组间·时点间交互作用差异有统计学意义($P < 0.05$)。见表 5。

表 5 2 组术后高灌注损伤相关监测指标比较

Table 5 Comparison of monitoring indexes related to postoperative hyperperfusion injury between the two groups

($n = 60, \bar{x} \pm s$)

组别	C 反应蛋白(mg/L)				超氧化物歧化酶(U)					
	T1	T3	T5	T6	T1	T3	T5	T6		
研究组	5.83±1.32	14.18±1.34	11.65±1.65	5.81±1.45	94.18±9.42	78.81±2.43	86.19±2.54	92.58±2.54		
对照组	5.96±1.34	13.34±2.43	12.54±1.54	7.34±1.76	94.43±9.76	60.49±3.12	76.48±3.65	94.39±4.65		
组间			F 值=6.575	P 值<0.001				F 值=5.884	P 值<0.001	
时点间			F 值=11.134	P 值<0.001				F 值=7.994	P 值<0.001	
组间·时点间			F 值=15.025	P 值<0.001				F 值=13.386	P 值<0.001	

组别	丙二醛(μ mol/L)				
	T1	T3	T5	T6	
研究组	3.68±1.45	5.48±1.54	4.76±1.26	3.49±1.21	
对照组	3.69±1.41	6.28±1.43	5.69±1.66	4.53±1.54	
组间			F 值=6.332	P 值<0.001	
时点间			F 值=6.604	P 值<0.001	
组间·时点间			F 值=10.986	P 值<0.001	

2.5 研究组术中转流及术后脑血流高灌注情况 研究组 60 例患者术中均采用 TCD、SEP 进行联合监测, 手术成功率 100%。术中 25 例患者阻断颈动脉后, TCD 监测提示达到流转标准, 其中 7 例患者同时达 SEP 波幅下降流转标准, 给予转流术操作。

TCD 监测阳性率为 41.67%(25/60)较 SEP 监测阳性率 11.67%显著偏高($P < 0.05$), 两种手段共同监测达到转流标准的比例一致性一般(Kappa=0.243, $P < 0.05$)。此外, 有 9 例患者术中 TCD 监测提示存在脑血流灌注现象, 但 SEP 无阳性表现。对患者

对症处理后,其脑血流过度灌注现象经均明显缓解, 见图 1。

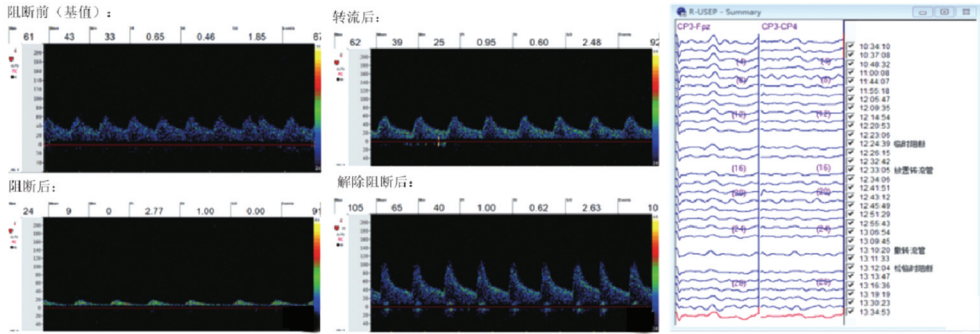


图 1 术中阻断颈动脉及转流后 TCD 和 SEP 监测变化

A.阻断颈动脉后 MCAVm 降低 80%(TCD 监测结果);B.转流后 MCAVm 基本恢复到基值水平,术毕解除阻断后升高 50%,未提示脑血流过度灌注(TCD 监测结果);C.阻断颈动脉后 SEP 波幅下降 70%,转流及术后 SEP 恢复(SEP 监测结果)

Figure 1 The changes of TCD and SEP monitored after carotid artery occlusion and shunting

2.6 2 组术后半年术后并发症情况比较 2 组均接受为期 6 个月的复查随访,期间未出现患者失访或未遵医嘱复查的情况。研究组术后半年再狭窄和继发血栓发生率较小于对照组,差异有统计学意义 ($P < 0.05$),见表 6。

用^[17-18]。

表 6 2 组术后半年术后并发症情况比较

现已证实,在术中进行相关监测可显著降低 CEA 的手术风险和围术期并发症的发生率,但目前尚未规范 CEA 术中的监测标准。相关调查报告显示,脑电图、TCD 及 SEP 是各个医疗中心常用的监测手段,且大多为单独应用,不同的监测手段均有着各自的优缺点^[19-20]。其中 TCD 可实时监测术侧脑组织的血流变化情况,指导手术操作,有效避免脑过度灌注综合征和缺血性脑卒中的发生^[21]。SEP 则可根据电生理信号的改变来了解神经功能的情况,进而为术中升血压、转流和减少阻断时间等手术操作提供指导,起到改善 CEA 术后疗效的作用^[22]。但目前关于 TCD 联合 SEP 监测对 CEA 手术患者术中个体化血压管理、心肌耗氧及术后认知功能影响的研究未见报道,故本研究旨在通过病例对照的研究方法,来明确 TCD 联合 SEP 监测对 CEA 手术的临床应用价值。

Table 6 Comparison of postoperative complications between the two groups at 6 months after operation

组别	未见明显异常	狭窄率		
		<50%	50%~69%	70%~99%
研究组	57(95.00)	2(3.33)	1(1.67)	0(0.00)
对照组	41(68.33)	9(15.00)	6(10.00)	4(6.67)
U 值		2.650		
P 值		0.008		

3 讨 论

CEA 是阻塞性脑卒中和颈动脉颅外段狭窄的有效防治措施,其治疗效果明显优于单纯药物治疗。有报道指出,在麻醉过程中加强对脑灌注风险的监测可显著降低术中脑缺血和术后脑过度灌注综合征的发生风险,进而有效提高手术患者的预后质量^[12-14]。大部分 CEA 患者在接受手术治疗前均已存在不同程度的脑缺血,当其颈动脉被阻断后,其脑血流供应量将进一步改善,当开放颈动脉时,存在较大的一过性脑过度灌注风险,因而麻醉过程中的血压管理工作具有重要的意义^[15-16]。

对采用 TCD 联合 SEP 监测的研究组和单纯凭经验使用血管活性药物的对照组的术中一般情况进行比较,发现研究组患者术中麻黄碱用量、尼卡地平用量、去甲肾上腺素用量及心肌耗氧量均明显低于对照组,且术中发生心动过缓患者比例也较对照组明显偏低。这表明 TCD 联合 SEP 监测可有效降低 CEA 手术患者术中的麻醉用药和血管活性用药,改善其心肌缺氧状况。为进一步明确 TCD 联合 SEP 监测对 CEA 术中颈动脉阻断期间血压管理的指导作用,本文中 2 组术中不同时间点的术侧 Vm 和收缩压进行比较,结果显示,2 组手术侧 Vm 与外周动脉收缩压呈起俯波动趋势,研究组 Vm 与外周动脉收缩压的波动幅度小于对照组,组间、时点间、组间·时点间交互作用差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。这表明在 CEA 术中应用 TCD、SEP 进行联

为尽可能排除动脉血 CO₂ 分压不一致、容量及麻醉深度对本研究结果的干扰,本研究在麻醉过程中始终将 BIS 值维持在 40~60 范围内,并将 PETCO₂ 设定在 35~45 mmHg 范围内。并参考既往文献结论,通过在颈动脉阻断期间将收缩压升高 20%~30% 来起到维持阻断侧脑血流灌注的作

合监测对术中个性化血压管理具有较高的指导意义,可较好的避免术侧脑组织在术中发生脑缺血。分析认为,在CEA手术过程中,由于不分老年患者伴有高血压以及高血糖等基础疾病,加之患者面对手术应激因素,伴有焦虑、担忧等情绪,均会导致患者在手术中血压波动较大^[23-24]。而研究组的Vm与收缩压的波动幅度更低,与其在CEA手术期间采用TCD联合SEP监测密切监测有一定关系,通过TCD联合SEP监测,有效指导术中用药与管理。

本研究还发现研究组术后1d、术后3d及术后7d发生POCD的患者例数较对照组明显偏少,但2组POCD总发生率差异无统计学意义,研究组术后半年发生术后改变、术后再狭窄和形成继发血栓的患者例数均较对照组明显偏少。这表明在CEA术应用TCD与SEP联合监测可降低CEA手术对患者的认知功能的损害,并可明显降低其术后发生心脑血管事件的风险。但2组术后POCD发生率之间的差异并不显著,分析其原因在于本研究对患者术后发生POCD的跟踪时间较短,结论准确性有待进一步验证。2组颈动脉阻断解除时、术后3d的血清C反应蛋白、丙二醛水平相比较颈动脉阻断前均明显升高,且研究组明显高于对照组,2组C反应蛋白、丙二醛水平呈先升高后降低趋势,超氧化物歧化酶水平呈先降低后升高趋势,研究组C反应蛋白、丙二醛水平明显高于对照组,超氧化物歧化酶水平明显低于对照组,组间、时点间、组间·时点间交互作用差异有统计学意义($P < 0.05$)。分析认为:在CEA手术中,有效预防高灌注损伤的关键是预防脑出血,适当增加脑灌注,防止氧化应激反应所致的脑血管壁脆性增加,进一步降低术后抵抗过度灌注的能力。在CEA手术中,TCD联合SEP监测可以观察患者脑血流量,最大程度的监测患者的脑基础代谢情况,从而在手术过程中提升大脑对颈动脉阻断后的耐受能力,降低脑缺血灌注损伤^[25-26]。

本研究研究组60例患者中,25例患者术中阻断颈动脉后,TCD监测提示达到流转标准,但其中仅7例患者同时达到了SEP波幅下降流转标准。这7例患者均成功实施转流术,其围术期均未发生严重并发症。余下18例患者仅达TCD监测转流术阳性标准,未达SEP阳性标准者均未实施转流术,术后同样未出现脑梗死等并发症,预后质量均较高。本研究结果显示,TCD监测阳性率为41.67%较SEP监测阳性率11.67%显著偏高,两种手段共同监测达到流转标准的比例一致性一般($Kappa = 0.243, P < 0.05$)。由此可见,根据阻断颈动脉后

MCA Vm 降幅超过50%这一标准来判断是否进行转流的假阳性率较高,无法准确识别术中需要转流的患者,以SEP N20波幅降幅大于50%为标的准确性更高。此外,有9例研究组患者术中TCD监测提示存在脑血流灌注现象,但SEP无阳性表现。这表明TCD监测对术后高灌注综合征的预测敏感度较高。

综上所述,TCD联合SEP监测在CEA术中的临床应用价值较高,可显著降低术中心肌耗氧量,减轻手术操作对患者认知功能的影响,对术中个体化血压管理具有较高的指导意义。本文仍存在一定的不足之处,如本试验样本较小,均为本中心患者、随访跟踪时间较短等,仍需进一步扩大样本量验证结论准确性。

[参考文献]

- [1] 王彦,胡志远,苗振华.颈内动脉内膜剥脱术中脑功能状态指数分布特点及对瑞芬太尼用量的指导价值[J].实用药物与临床,2022,25(10):888-892.
- [2] 陈忠,杨耀国,唐小斌,等.颈动脉内膜剥脱术与颈动脉支架植入术治疗颈动脉狭窄的疗效分析[J].中华普通外科杂志,2022,37(3):6.
- [3] 高帆,袁建军,朱好辉,等.多模态超声影像技术评估在颈动脉内膜剥脱术中的疗效评价[J].医学影像学杂志,2022,32(7):1118-1121.
- [4] 张娟,李玉宏,冯卫,等.超声多参数评分量表对颈动脉狭窄患者颈动脉支架植入术或颈动脉内膜剥脱术不良转归事件的预测价值[J].陕西医学杂志,2022,51(3):351-354.
- [5] 王业飞.经颅多普勒超声联合彩色多普勒超声在颈动脉狭窄患者内膜剥脱术治疗中的应用[J].实用医学影像杂志,2022,23(1):32-34.
- [6] 黄云,陈鸿尤,陈达健,等.经颅多普勒超声及脑电图联合血清超敏C反应蛋白动态监测在颈动脉内膜剥脱术围术期中的价值[J].中国医学装备,2021,18(8):105-109.
- [7] Reichenbach A, Altheld L, Henriksen J, et al. ranscranial Doppler during the first week after cardiac arrest and association with 6-month outcomes[J]. Front Neurol, 2023, 14:1222401.
- [8] 黄红,谢懿漫.颈部血管超声联合经颅多普勒超声在老年急性脑梗死患者颈动脉狭窄评估中的应用[J].中国老年学杂志,2022,42(9):2084-2087.
- [9] 叶晓燕,陈金丽,李刚,等.颈动脉超声联合TCD在颈动脉,椎动脉支架术中的应用[J].重庆医学,2021,50(20):4.
- [10] Shao M, Kruse A, Nelson P, et al. Neuromonitoring identifies occlusion of femoral artery in STA-MCA bypass procedure: a case report[J]. Neurodiagn J, 2023, 63(3):180-189.
- [11] Seidel K, Jeschko J, Schucht P, et al. Somatosensory evoked potential and transcranial doppler monitoring to guide shunting in carotid endarterectomy[J]. J Neurol Surg A Cent Eur Neurosurg, 2021, 82(4):299-307.

- [12] Yildiz Y, Çiftçi B, Ekinci M, et al. Ultrasound-guided carotid sheath block for carotid endarterectomy surgery in a high-risky patient and literature review[J]. *Agri*, 2023, 35(1): 50—52.
- [13] Monteiro E, Ferreira A, Mendes ER, et al. Neurocritical care management supported by multimodal brain monitoring after acute brain injury[J]. *Crit Care Sci*, 2023, 5(2): 196—202.
- [14] 胡业帅, 刘方军, 钱海, 等. 症状性颈动脉狭窄患者 CEA 术后的预后改善及影响因素[J]. *国际神经病学神经外科学杂志*, 2023, 50(5): 32—37.
- [15] 张琳, 何文, 程令刚. 颈动脉内膜切除术术后脑过度灌注综合征影像学研究进展[J]. *中国医学影像技术*, 2021, 37(10): 1575—1578.
- [16] 孟心怡, 吴昊, 赵冰, 等. 颈动脉内膜切除术和颈动脉支架置入术后脑过度灌注综合征[J]. *国际脑血管病杂志*, 2020, 28(4): 314—320.
- [17] 闫学强, 何连交, 李晓龙, 等. 经颅多普勒超声联合体感诱发电位监测在颈动脉内膜剥脱术中的应用价值[J]. *临床神经外科杂志*, 2021, 18(1): 11—15.
- [18] 王大宝, 王晓刚, 金强, 等. 颈动脉内膜剥脱术中血压及区域脑氧饱和度的相关性研究[J]. *中国微侵袭神经外科杂志*, 2021, 26(7): 308—311.
- [19] Chiba T, Fujiwara S, Oura K, et al. Superb microvascular imaging ultrasound for cervical carotid artery stenosis for prediction of the development of microembolic signals on transcranial Doppler during carotid exposure in endarterectomy[J]. *Cerebrovasc Dis Extra*, 2021, 11(2): 61—68.
- [20] Vega Colón M, López González JM, Jiménez Gómez BM, et al. Prospective analysis on carotid endarterectomy: intermediate-deep ultrasound-guided cervical blockade versus general anesthesia[J]. *Minerva Anesthesiol*, 2023, 89(7/8): 636—642.
- [21] Malferrari G, Merli N, Inchingolo V, et al. Role of advanced hemodynamic ultrasound evaluation in the differential diagnosis of middle cerebral artery stenosis: introducing morphological criteria[J]. *Ultrasound Med Biol*, 2023, 49(11): 2428—2435.
- [22] Wilkinson MF, Silvaggio J, Kaufmann A. Cathodal genesis of ipsilateral hand (Crossover) motor evoked potentials: evidence from a patient with previous stroke[J]. *Neurodiagn J*, 2023, 63(2): 149—155.
- [23] 曾海兰, 罗德芳, 杨瑞金, 等. 多项神经电生理监测联合应用于颈动脉内膜剥脱术的探讨[J]. *检验医学与临床*, 2021, 18(24): 3604—3606.
- [24] 顾大群, 张扬, 晁迎九, 等. 脑电图联合局部脑氧饱和度监测脑灌注在颈动脉内膜剥脱术中的应用[J]. *中华神经医学杂志*, 2021, 20(4): 346—349.
- [25] 蒋敏, 顾蔚琳, 魏善震, 等. 经颅多普勒超声在颈动脉内膜剥脱术围手术期的临床应用价值[J]. *徐州医学院学报*, 2020, 40(9): 676—678.
- [26] 秦海林, 徐国政, 胡军民, 等. 多参数监测在颈动脉内膜斑块剥脱术中的应用[J]. *中国临床神经外科杂志*, 2022, 27(12): 983—985.

(本文编辑:赵丽洁)