doi: 10.13241/j.cnki.pmb.2021.08.019

神经电生理在颅内动脉瘤夹闭术中联合颅内压、脑灌注压监测的应用效果研究 *

赵 永[1] 林 琳[1△] 杨建波[2] 向兴刚[1] 买买江·阿不力孜[1]

（1 新疆医科大学附属中医医院神经外科 新疆 乌鲁木齐 830000；2 新疆医科大学附属中医医院神经内科 新疆 乌鲁木齐 830000）

摘要 目的：探讨神经电生理在颅内动脉瘤夹闭术中联合颅内压（ICP）、脑灌注压（CPP）监测的应用效果。**方法：**选取 2018 年 12 月～2020 年 1 月我院进行开颅手术治疗的颅内动脉瘤患者 60 例，采用简单随机化分组方法分为两组，每组 30 例。对照组实施颅内动脉瘤夹闭手术，观察组在对照组基础上，术中应用神经电生理、ICP、CPP 监测。比较两组动脉瘤夹闭情况，术后第 1 d 新发神经功能缺损情况，术前、术后 1 d、术后 3 个月格拉斯哥昏迷评分（GCS）、美国国立卫生研究院脑卒中量表（NIHSS）评分及术后 3 个月预后优良率。**结果：**两组动脉瘤均完全夹闭，观察组术后第 1 d 新发神经功能缺损率 6.67%（2/30）低于对照组的 26.67%（8/30）（$P<0.05$）；术后 1 d 观察组 GCS 评分高于对照组，NIHSS 评分低于对照组（$P<0.05$）；排除失访病例后，观察组术后 3 个月 GOS 分级、mRS 分级优良率分别为 88.89%、88.89%，与对照组的 88.00%、84.00%比较，差异无统计学意义（$P>0.05$）。**结论：**采用神经电生理联合 ICP、CPP 监测，能够实时掌握颅内动脉瘤夹闭术患者脑组织血流情况，根据监测结果及时采取相应干预措施，可预防不可逆的脑缺血改变，改善术后早期患者意识状态，减少术后早期神经功能缺损的发生。

关键词：神经电生理；颅内动脉瘤夹闭术；颅内压；脑灌注压

中图分类号：R739.4 **文献标识码：**A **文章编号：**1673-6273(2021)08-1488-06

Application Study of Neuroelectrophysiology in Intracranial Aneurysm Clipping Combined with Intracranial Pressure and Cerebral Perfusion Pressure Monitoring*

ZHAO Yong[1], LIN Lin[1△], YANG Jian-bo[2], XIANG Xing-gang[1], Maimaijiang·Abulizi[1]

(1 Department of Neurosurgery, Hospital of Traditional Chinese Medicine Affiliated to Xinjiang Medical University, Urumqi, Xinjiang, 830000, China; 2 Department of Internal Medicine-Neurology, Hospital of Traditional Chinese Medicine Affiliated to Xinjiang Medical University, Urumqi, Xinjiang, 830000, China)

ABSTRACT Objective: To explore the application effect of neuroelectrophysiology combined with intracranial pressure (ICP) and cerebral perfusion pressure (CPP) monitoring during intracranial aneurysm clipping. **Methods:** A total of 60 patients with intracranial aneurysms who underwent craniotomy in our hospital from December 2018 to January 2020 were selected, and divided into two groups using a simple randomization method, with 30 cases in each group. The control group was operated by clipping intracranial aneurysms, and the observation group applied electrophysiology, ICP and CPP monitoring on the basis of the control group. The aneurysm clipping status and the new neurological deficit on the 1 d after operation, the Glasgow coma score (GCS) and the National Institutes of Health Stroke Scale (NIHSS) scores before operation, 1 d after operation and 3 months after operation, the prognostic and excellent rates of 3 months after operation were compared between two groups. **Results:** The aneurysms in both groups were completely clipped, and the rate of new neurological deficits in the observation group was 6.67% (2/30) on the 1 d after operation was lower than 26.67% (8/30) in the control group ($P<0.05$). The GCS score of the observation group was higher than that of the control group at 1d after operation, and the NIHSS score was lower than that of control group ($P<0.05$). After excluding the lost cases, the excellent and good rates of GOS grading and mRS grading in the observation group were 88.89% and 88.89% respectively, which had no statistical significance compared with 88.00% and 84.00% of the control group ($P>0.05$). **Conclusion:** Neuroelectrophysiology combined with ICP and CPP monitoring can be used to grasp the blood flow of the intracranial aneurysm clipping patient's brain tissue in real time. According to the monitoring results, timely intervention measures can be taken to prevent irreversible changes in cerebral ischemia, improve the early postoperative consciousness of patients, and reduce the occurrence of early neurological deficit.

Key words: Neuroelectrophysiology; Intracranial aneurysm clipping; Intracranial pressure; Cerebral perfusion pressure

Chinese Library Classification(CLC): R739.4 Document code: A

Article ID: 1673-6273(2021)08-1488-06

* 基金项目：新疆维吾尔自治区自然科学基金项目（2015211C117）；新疆医科大学附属中医医院院级课题（ZYY201817）

作者简介：赵永（1980-），男，博士，主治医师，研究方向：脑血管病与电生理监测，E-mail: zhaoyong198012@163.com

△ 通讯作者：林琳（1969-），男，博士，主任医师、副教授，研究方向：脑血管病、面肌痉挛、三叉神经痛及脑肿瘤，E-mail: linlin873374340@126.com

（收稿日期：2020-10-21 接受日期：2020-11-15）

前言

颅内动脉瘤属于神经外科的急危重症，具有较高的死亡率、致残率[1-3]。近年来随着手术设备、技术的不断进步，颅内动脉瘤治愈率逐渐提高，手术死亡率明显降低，但由于术中小穿支血管损害、脑过度牵拉、血管狭窄等，可能造成脑组织缺血和损伤，导致术后出现偏瘫等神经功能障碍，因此采取有效措施预防和减少术中、术后的神经功能缺损成为目前研究的热点与难点[4-6]。神经电生理监测可反映大脑皮层功能和功能区域的神经传导，通过预警值范围判断是否存在缺血，保证手术实施的安全性，但监测的指标结果多为预测，无具体量化的数值，无法精确定义脑缺血程度[7-9]。因此，本研究在熟练开展神经电生理监测的基础上，联合应用颅内压（ICP）、脑灌注压（CPP）监测和评估脑组织缺血的程度，可在电生理监测提供的预警基础上提供较为准确的数值评估，以使神经电生理监测更加精确，进一步降低术中风险，为临床实施颅内动脉瘤夹闭术提供参考，现作如下报告。

1 资料和方法

1.1 一般资料

选取 2018 年 12 月～2020 年 1 月我院进行开颅手术治疗的 60 例颅内动脉瘤患者，纳入标准：（1）入院诊断为脑动脉瘤[10]，行开颅手术夹闭的患者；（2）患者术前 Hunt-Hess 分级Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ级；（3）多发动脉瘤均一次夹闭的患者；（4）术前征得患者家属同意，观察组签订神经电生理监测和腰大池置管引流的知情同意书；对照组签订腰大池置管引流的知情同意书；（5）患者年龄 18 岁～80 岁；（6）患者无其他不能耐受手术的基础疾病。排除标准：（1）蛛网膜下腔出血后并发梗阻性脑积水、脑疝的患者。（2）电极放置失败、刺激器故障和有颅内金属植入物、癫痫发作史等电极刺激的禁忌症者。（3）装有心脏起搏器、重度颅脑损伤等神经电生理监测禁忌症的患者；（4）有脑血管疾病病史，或颅骨缺损病史的患者。（5）行血管内介入手术的颅内动脉瘤患者；（6）既往有腰椎手术、腰椎骨折病史的患者。患者分组应用简单随机化法，按照 1:1 配对患者，赋予每位患者 1 位随机数，随后按随机数大小排序，观察组为随机数序号 1～30 号，对照组为 31～60 号。本研究经我院伦理委员会审批，并详细告知患者家属治疗方案，履行告知义务，征得患者家属同意并签署知情同意书。

1.2 方法

1.2.1 麻醉方案 两组患者入手室后常规建立两条静脉通道，监测脉搏、血氧饱和度、心电图等。麻醉诱导前给予面罩通气，吸入纯氧 5 分钟，行桡动脉穿刺置管，连续监测有创动脉血压。麻醉诱导及麻醉维持均不使用任何肌松药物；麻醉诱导均采用利多卡因（江苏朗欧药业有限公司，国药准字 H32023259）1 mg/kg、舒芬太尼（国药准字 H20054172，宜昌人福药业有限责任公司）2-8 μg/kg、咪达唑仑（国药准字 H20153019，江苏九旭药业有限公司）0.15 mg/kg，气管插管后行容量控制模式机械通气，维持呼末 35～45 mmHg(1 mmHg = 0.133 kPa)二氧化碳分压。麻醉维持采用丙泊酚（B.Braun Melsungen AG，批准文号 H20160352）4-12 mg/(kg·h)、舒芬太尼 10-30 μg/kg。根据手术刺激强度和生命体征变化调整麻醉药物输注速度，并酌情输血补液。

1.2.2 腰椎穿刺置管 术前患者取侧卧位，选择腰椎间隙 3-4 水平行穿刺置管，将腰大池引流管置入腰椎蛛网膜下隙，并以胶带固定导管。末端通过三通阀连接，以腋中线为水平基线，将引流管接于三通阀的一端，并将一次性引流袋接于引流管，侧端接一次性输液管并将它上端插入空输液瓶内，在中心静脉压测量尺槽中置入输液管，挂于输液架上，测量尺 0 点位置位于病人（平卧位）腋中线水平上。使用三通管控制脑脊液引流方向，关闭三通管一次性引流袋端，脑脊液波动可见于侧端输液管，此脑脊液柱的高度即为病人的颅内压，在规定记录点或电生理监测提示异常值时，记录颅内压值 1 次，其余时间内腰大池引流管暂时关闭（避免过快过度释放脑脊液，减少颅内压聚然下降，防止急性脑血流灌注突破引起急性脑组织水肿、脑出血、动脉瘤再破裂，导致病情加重，甚至手术失败）。实时动态监测颅内压（ICP），抬高手术床头端，即患者头部，若出现脑脊液压力（CSFP）升高，则表示脑脊液循环通畅。根据计算公式：脑灌注压（CPP）=MAP-ICP，计算出 CPP，其中 MAP 为平均动脉压（MAP）。颅内动脉瘤的患者均以自发性蛛网膜下腔出血为特点，术后行腰椎穿刺术或腰大池置管引流血性脑脊液，可减轻症状并减少后期发生脑积水的风险，故本研究行腰大池置管引流，符合颅内破裂动脉瘤的治疗规范。

1.2.3 神经电生理监测方法 麻醉完成后，由固定的 1 名神经电生理监测医师安装四肢及头皮探针式电极，并连接监测仪，设定参数。探针位置均符合运动诱发电位（MEP）、标准体感诱发电位（SEP）监测要求，固定牢靠，避开手术切口影响。采用美国 Cadwell Cascade 32 导术中诱发电位监护系统，按照国际脑电 10/20 标准，放置电极及设定参数，按动脉瘤部位及相关血供区域监测 SEP、MEP、头皮脑电（EEG）及脑干听觉诱发电位（BAEP），各种监测波形均以开始置入导引导管后设置基线，观察术中各电生理指标变化情况。SEP 预警标准:上肢 SEP 电位 N20、P25 及下肢 SEP 电位 P37、N45 波幅降低＞基线的 50%，或潜伏期延长＞基线的 10%以上。BAEP 预警标准：V 波波幅下降 50%或潜伏期＞基线 1.5 ms。头皮 EEG 预警标准：脑电总体波幅降低 50%和 (或)αβ 波活动减少 50%。MEP 预警标准：MEP 波幅降低＞基线的 50%。

1.2.4 手术方法 开颅方式统一采用翼点开颅、扩大翼点开颅，使用动脉瘤夹夹闭动脉瘤。对照组实施动脉瘤夹闭手术，不采用监测方法。观察组在对照组基础上，术中应用神经电生理、ICP、CPP 监测，手术中根据监测结果，一旦发现指标异常，将实时结合 ICP、CPP 进行分析，并立即采取针对性措施促使监测指标恢复正常。

1.3 观察指标

（1）比较两组一般资料。（2）比较两组动脉瘤夹闭情况、术后第 1 d 新发神经功能缺损情况：术后 1 周行脑动脉 CT 血管成像（CTA）检查或全脑血管造影术（DSA）检查评价动脉瘤夹闭情况，术后第 1 d 患者只要有语言功能、意识水平下降或任何肢体感觉、肌力低于术前，即认为存在新的神经功能障碍。（3）比较两组术前、术后 1 d、术后 3 个月格拉斯哥昏迷评分（GCS）[11]、美国国立卫生研究院脑卒中量表（NIHSS）[12]评分：

GCS 评分最高分 15 分，分值越高，意识状态越好；NIHSS 最高分 42 分，分值越高，神经缺损越严重。(4)比较两组术后 3 个月格拉斯哥预后分级(GOS)[13]、改良 Rankin 量表分级(mRS)[14]：分别用来评价患者术后恢复情况和肢体功能情况，其中 GOS 分级分为 1～5 级，5 级为优，4 级为良，1～3 级为差；mRS 分级分为 0～6 级，0～1 级为优，2～3 级为良，4～6 级为差，优良率=(优＋良)/ 总例数× 100%。

1.4 统计学方法

采用 SPSS22.0 统计学软件处理数据，计量资料(年龄、体质量指数、GCS 评分、NIHSS 评分)以($\bar{x}\pm s$)表示并采用 t 检验，计数资料(平均动脉瘤大小分布、动脉瘤数量分布、动脉瘤位置分布、合并疾病、优良率)以 n(%)表示并采用 x^2 检验，等级资料采用 U 检验。α=0.05 为检验水准。

2 结果

2.1 一般资料比较

两组年龄、性别、体质量指数、平均动脉瘤大小、动脉瘤数量、术前 GCS 评分、动脉瘤位置、术前 Hunt-Hess 分级、合并疾病等一般资料比较未见显著性差异($P>0.05$)，见表 1。

表 1 两组一般资料对比

Table 1 Comparison of general clinical data between the two groups

Dataes	Observation group(n=30)	Control group(n=30)	t/x^2/U	P
Age(years)	58.44± 6.15	57.63± 6.61	0.491	0.625
Gender(male/female)	14/16	12/18	0.272	0.602
Body mass index(kg/m^2)	22.30± 1.56	22.25± 1.74	0.117	0.907
Peoperative GCS score (score)	8.35± 0.56	8.41± 0.61	0.397	0.693
Mean aneurysm size(mm)				
1.5～2.5	8(26.67%)	10(33.33%)	0.859	0.651
2.6～5	13(43.33%)	14(46.67%)		
＞5	9(30.00%)	6(20.00%)		
Aneurysms number (n)				
1	24(80.00%)	21(70.00%)	0.800	0.371
≥ 2	6(20.00%)	9(30.00%)		
Aneurysm location				
Anterior circulation	15(50.00%)	18(60.00%)	0.606	0.436
Posterior circulation	15(50.00%)	12(40.00%)		
Poperative hunt Hess classification				
Ⅰ	9(30.00%)	10(33.33%)	418.500	0.619
Ⅱ	12(40.00%)	13(43.33%)		
Ⅲ	9(30.00%)	7(23.33%)		
Comorbidities				
Hyperlipidemia	6(20.00%)	9(30.00%)	0.800	0.371
Diabetes	11(36.67%)	7(23.33%)	1.270	0.260
Heart disease	1(3.33%)	3(10.00%)	0.268	0.605
Hypertension	6(20.00%)	4(13.33%)	0.480	0.488

2.2 动脉瘤夹闭情况、术后第 1 d 新发神经功能缺损情况

两组动脉瘤均获完全夹闭。术后第 1 d 对照组新发神经功能缺损 8 例，观察组新发神经功能缺损 2 例。观察组术后第 1 d 新发神经功能缺损率 6.67%(2/30) 低于对照组 26.67%(8/30)(x^2=4.320，P=0.038)。观察组术中监测发现，SEP 2 例出现变化，MEP 3 例出现变化，EEG 1 例出现变化，术中干预措施及术后第 1 d 新发神经功能障碍情况见表 2。

2.3 意识状态与神经缺损比较

随访 3 个月，术后 3 个月时观察组失访 3 例，对照组失访 5 例，术前、术后 3 个月两组 GCS、NIHSS 评分比较，无统计学差异 ($P>0.05$)；术后 1 d 观察组 GCS 评分较对照组升高，NIHSS 评分低于对照组($P<0.05$)。见表 3。

2.4 预后情况比较

两组术后 3 个月 GOS 分级、mRS 分级优良率比较，差异无

统计学意义(P>0.05)。见表 4 和表 5。

表 2 观察组术中监测情况

Table 2 Intraoperative monitoring of the observation group

Cases	Aneurysm location	Intraoperative operation	Intraoperative monitoring changes				Intraoperative interventions	New neurological dysfunction occurred on the 1d after operation
			SEP	MEP	EEG	BAEP		
1	Anterior circulation	Separation of perforator vessels	Stable	Amplitude reduced, partially recovers	No change	No change	Stop detaching	No
2	Anterior circulation	Clipped	Stable	Amplitude reduced, partially recovers	No change	No change	Adjust aneurysm clip	Yes
3	Anterior circulation	Separation of perforator vessels	Amplitude reduced, fully restored	No change	No change	No change	Reduce brain stretch	No
4	Posterior circulation	Clipped	Waveform disappears, not recovered	No change	Waveform disappears, not recovered	No change	Adjust aneurysm clip	Yes
5	Posterior circulation	Clipped	No change	Amplitude reduced, partially recovers	No change	No change	Remove the temporary blocking clamp	No

表 3 两组 GCS、NIHSS 评分比较($\bar{x}\pm s$,分)

Table 3 Comparison of GCS and NIHSS scores between the two groups($\bar{x}\pm s$, score)

Groups	GCS score			NIHSS score		
	Before operation	1 d after operation	3 months after operation	Before operation	1 d after operation	3 months after operation
Observation group (n=27)	8.35± 0.56	10.95± 0.86	13.2± 0.52	7.65± 1.24	5.76± 0.51	2.06± 0.25
Control group (n=25)	8.41± 0.61	9.39± 1.03	13.19± 0.49	7.58± 1.17	6.24± 0.62	2.11± 0.39
t	0.397	6.368	0.499	0.225	3.275	0.555
P	0.693	<0.001	0.620	0.823	0.002	0.582

Note: when calculating the statistical value at 3 months after operation, 27 cases in the observation group, 25 cases in the control group.

表 4 两组 GOS 分级优良率比较 [例(%)]

Table 4 Comparison of excellent and good rates of GOS grading between the two groups [n(%)]

Groups	GOS grading			Excellent and good rate
	Excellent	Good	Bad	
Observation group(n=27)	22(81.48)	2(7.41)	3(11.11)	24(88.89)
Control group(n=25)	19(76.00)	3(12.00)	3(12.00)	22(88.00)
x^2				2.500
P				0.662

Note: missing cases have been excluded.

3 讨论

开颅颅内动脉瘤夹闭术中血流动力学变化、神经电各生理指标改变均与术后神经功能变化密切相关,因此术中及时发现异常、给予针对性干预措施意义重大[15-17]。神经电生理监测对皮层下神经通路的缺血敏感[18-20],但又同时存在一定的局限性[21-23]。有学者认为当脑水肿发生后,其 CPP、ICP 的波动与预后结局存在相关性[24,25]。蛛网膜下腔出血发生后可导致 ICP 升高,导致

表 5 两组 mRS 分级优良率比较 [例(%)]

Table 5 Comparison of excellent and good rates of mRS grading between the two groups [n(%)]

Groups	mRS grading			Excellent and good rate
	Excellent	Good	Bad	
Observation group(n=27)	20(74.07)	4(14.81)	3(11.11)	24(88.89)
Control group(n=25)	15(60.00)	6(24.00)	4(16.00)	21(84.00)
x^2				2.000
P				0.304

Note: missing cases have been excluded.

继发性脑缺血，将会影响 CPP 的变化。一般情况下 CPP 正常值在 70-100 mmHg 之间，要想保证脑组织基本的供血供氧，CPP 应至少在 60 mmHg 之上，2007 年美国的《重型颅脑损伤救治指南》明确指出：脑灌注压目标值最好维持在 60～70 mmHg。当 ICP 异常升高将会导致 CPP 下降，引起继发性脑缺血损害，最终引起脑组织缺血坏死。在重型颅脑损伤的研究中，有学者认为对患者进行持续的 ICP、CPP 监护，及早采取治疗措施，可改善脑组织局部循环障碍、降低脑水肿发生率[26,27]。术中神经电生理同步实时监测 ICP、CPP，则在调整手术操作无效的情况下，可尝试通过药物、释放脑脊液、抬高床头或麻醉技术升降 AMP、ICP，来进一步提高 CPP，改善脑缺血情况，这为颅动脉瘤术中的手术安全及疗效提供了进一步的保障[28,29]。

本研究显示，两组动脉瘤均获完全夹闭，同时观察组术后第 1 d 新发神经功能缺损率、NIHSS 评分低于对照组，术后 1 d GCS 评分高于对照组，表明神经电生理联合 ICP、CPP 监测可以减少颅内动脉瘤夹闭术后早期神经功能缺损的发生并改善术后早期患者意识状态。术后第 1 d 观察组出现新发神经功能缺损，考虑与脑水肿及血管痉挛有关，对照组出现新发神经功能缺损考虑与脑缺血有关，均给予药物治疗并联合腰大池置管引流。术中观察组的监测中，发现部分患者的 ICP 升高大于 20 mmHg，CPP 均出现不同程度的下降(CPP<60 mmHg)，我们采用甘露醇、短暂过度通气治疗(维持 $PaCO_2$ 在 25 mmHg 或更低)、抬高床头 15-30°、释放脑脊液等措施，同时根据美国颅脑创伤指南建议对于年龄 50~69 岁的患者维持收缩压＞100 mmHg，对于年龄 18~49 岁或＞70 岁的患者维持收缩压＞110 mmHg 或更高，避免采用干预措施后，血压出现明显下降，结果 CPP 均出现升高(CPP>60 mmHg)；就干预措施而言，目前术中多采用甘露醇降低 ICP，属于经验性用药，存在一定盲目性，并且甘露醇的用药时间、剂量控制欠佳，并不利于精确控制颅内压，因此观察组术中我们较多采用经腰大池置管释放脑脊液，相对精确的控制 ICP。国内有学者[30]认为患者 ICP、CPP 和 rSO_2 与不同体位角度存在相关性，升高体位角度，则患者 ICP 逐渐降低，CPP 升高，而 rSO_2 比较差异无统计学意义，在对不同体位角度的两两比较中发现，当床头角度升高＞30°时，患者 ICP、CPP 变化差异无统计学意义，因此我们推荐术中可采用床头抬高 15°、30°以降低 ICP，术中经腰大池置管缓慢释放脑脊液仍是降低 ICP 的相对精确快速的方法；当部分患者的 ICP<20 mmHg，若 CPP 大于 60 mmHg，电生理监测指标无特殊异常，则继续观察，若 CPP 小于 60 mmHg，考虑可能出现继发性脑缺血，则在维持血压在上述指南推荐的数值范围时，予以适当补液并运用血管活性药物，同时观察电生理指标中体感及运动电位是否异常、是否恢复，是否对血管有误操作，待 CPP 升高后再进行下一步操作。本研究我们体会到：电生理监测联合 ICP、CPP 在术中可提供量化指标，电生理监测指标异常提示存在脑缺血性损害，则结合 ICP、CPP 的数值结果则可进一步肯定电生理的准确性并采取干预措施予以相对精准调控，有利于患者的术后恢复。但是术中部分病例出现电生理监测结果无异常，但 ICP、CPP 出现变化的情况，是否存在循环血压波动、麻醉干预的因素，尚不能排除，同时电生理监测指标降低到何种程度才会引起 ICP、CPP 的异常变化及术后观察组两例新发神经功能缺损的原因，尚需后续研究进一步发现。

本研究结果显示，术中监测 ICP、CPP 变化对改善患者术后早期神经功能有利，但后续的研究结果提示，两组术后 3 个月 GOS 分级、mRS 分级优良率相似，差异无统计学意义(P＞0.05)，我们考虑患者出院后，个体差异大，干扰因素较多(是否积极康复锻炼、合并症的控制、癫痫脑积水并发症等)，对结果有较大影响，同时本研究样本量较少，这亦是本研究不足所在，另本研究为减少失访率，在患者入院后留下至少 3 个患者家属的电话，通过家属转述患者具体情况中可能存在偏差，但在 3 个月随访中，仍有病例失访，可能造成研究数据的偏倚，有待后续增加病例数，完善随访方法，进一步进行探讨。

综上所述，颅内动脉瘤夹闭术中采用神经电生理联合 ICP、CPP 监测，可根据监测结果及时采取相应干预措施，改善术后早期患者意识状态，减少术后早期神经功能缺损的发生。

参 考 文 献(References)

[1] Chivot C, Bouzerar R, Yzet T. Transitioning to Transradial Access for Cerebral Aneurysm Embolization[J]. AJNR Am J Neuroradiol, 2019, 40(11): 1947-195

[2] Wang J, Ji Y, Jiang L, et al. Analysis of factors influencing hospital-acquired infection in postoperative patients with intracranial aneurysm [J]. BMC Neurol, 2019, 19(1): 332

[3] Maumus-Robert S, Debette S, Bérard X, et al. Risk of Intracranial Aneurysm and Dissection and Fluoroquinolone Use: A Case-Time-Control Study[J]. Stroke, 2020, 51(3): 994-997

[4] Ares WJ, Grandhi RM, Panczykowski DM, et al. Diagnostic Accuracy of Somatosensory Evoked Potential Monitoring in Evaluating Neurological Complications During Endovascular Aneurysm Treatment[J]. Oper Neurosurg (Hagerstown), 2018, 14(2): 151-157

[5] Xu Y, Tian W, Wei Z, et al. Microcatheter shaping using three-dimen-

sional printed models for intracranial aneurysm coiling[J]. J Neurointerv Surg, 2020, 12(3): 308-310

[6] Meling TR, Lavé A. What are the options for cardiac standstill during aneurysm surgery? A systematic review [J]. Neurosurg Rev, 2019, 42 (4): 843-852

[7] Durand A, Penchet G, Thines L. Intraoperative monitoring by imaging and electrophysiological techniques during giant intracranial aneurysm surgery[J]. Neurochirurgie, 2016, 62(1): 14-19

[8] Xiao B, Constatntini S, Browd SR, et al. The role of intra-operative neuroelectrophysiological monitoring in single-level approach selective dorsal rhizotomy[J]. Childs Nerv Syst, 2020, 36(9): 1925-1933

[9] Lv H, Qu Q, Liu H, et al. Clinical, neuroelectrophysiological and muscular pathological analysis of chronic progressive external ophthalmoplegia[J]. Exp Ther Med, 2020, 20(2): 1770-1774

[10] 黄清海, 杨鹏飞. 中国动脉瘤性蛛网膜下腔出血诊疗指导规范[J]. 中国脑血管病杂志, 2016, 13(7): 384-392

[11] Braine ME, Cook N. The Glasgow Coma Scale and evidence-informed practice: a critical review of where we are and where we need to be[J]. J Clin Nurs, 2017, 26(1-2): 280-293

[12] Lyden P. Using the National Institutes of Health Stroke Scale: A Cautionary Tale[J]. Stroke, 2017, 48(2): 513-519

[13] Ward Fuller G, Hernandez M, Pallot D, et al. Health State Preference Weights for the Glasgow Outcome Scale Following Traumatic Brain Injury: A Systematic Review and Mapping Study [J]. Value Health, 2017, 20(1): 141-151

[14] 刘清源, 吴俊, 姜朋军, 等. 不同方法测量颅内动静脉畸形与功能区的距离对术后神经功能缺损的预测作用[J]. 中华神经外科杂志, 2019, 35(10): 1022-1026

[15] Kang XK, Guo SF, Lei Y, et al. Endovascular coiling versus surgical clipping for the treatment of unruptured cerebral aneurysms:Direct comparison of procedure-related complications [J]. Medicine (Baltimore), 2020, 99(13): e19654

[16] 黄波, 刘耀华, 潘磊, 等. 颅内动脉瘤夹闭术、血管内栓塞术治疗颅内动脉瘤的疗效及安全性研究 [J]. 现代生物医学进展, 2020, 20 (9): 1788-1792

[17] Xu K, Hou K, Xu B, et al. Single-Stage Clipping of Seven Intracranial Aneurysms in the Anterior Circulation via Unilateral Pterional Approach: A Case Report and Literature Review [J]. J Neurol Surg A Cent Eur Neurosurg, 2020, 81(3): 271-278

[18] Wang M, Li Z, Fan X, et al. A prediction of postoperative neurological deficits following intracranial aneurysm surgery using somatosensory evoked potential deterioration duration[J]. Neurosurg Rev, 2020, 43(1): 293-299

[19] Spalletti M, Orzalesi V, Carrai R, et al. Amplitude Instability of Somatosensory Evoked Potentials as an Indicator of Delayed Cerebral Ischemia in a Case of Subarachnoid Hemorrhage [J]. Clin EEG Neurosci, 2019, 50(3): 205-209

[20] Azabou E, Fischer C, Mauguiere F, et al. Prospective Cohort Study Evaluating the Prognostic Value of Simple EEG Parameters in Postanoxic Coma[J]. Clin EEG Neurosci, 2016, 47(1): 75-82

[21] 宫达森, 崔云, 岳树源. 多模式神经电生理监测在颈动脉内膜切除术中的应用[J]. 中华神经医学杂志, 2018, 17(10): 1037

[22] MacDonald DB. Overview on Criteria for MEP Monitoring[J]. J Clin Neurophysiol, 2017, 34(1): 4-11

[23] Chung J, Park W, Hong SH, et al. Intraoperative use of transcranial motor/sensory evoked potential monitoring in the clipping of intracranial aneurysms: evaluation of false-positive and false-negative cases [J]. J Neurosurg, 2018, 130(3): 936-948

[24] Letzkus L, Keim-Malpass J, Kennedy C. Paroxysmal sympathetic hyperactivity:Autonomic instability and muscle overactivity following severe brain injury[J]. Brain Inju, 2016, 30(10): 1-5

[25] 刘来兴, 邓轶鑫, 刘福泉, 等. 颅脑创伤患者的颅内压相关参数与预后的相关性研究[J]. 中国医学装备, 2019, 16(10): 85-88

[26] Rønning P, Helseth E, Skaga NO, et al. The effect of ICP monitoring in severe traumatic brain injury: a propensity score-weighted and adjusted regression approach[J]. J Neurosurg, 2018, 131(6): 1896-1904

[27] Balakrishnan B, Zhang L, Simpson PM, et al. Impact of the Timing of Placement of an Intracranial Pressure Monitor on Outcomes in Children with Severe Traumatic Brain Injury[J]. Pediatr Neurosurg, 2018, 53(6): 379-386

[28] Abraham P, Rennert RC, Gabel BC, et al. ICP management in patients suffering from traumatic brain injury: a systematic review of randomized controlled trials [J]. Acta Neurochir (Wien), 2017, 159 (12): 2279-2287

[29] Okonkwo DO, Shutter LA, Moore C, et al. Brain Oxygen Optimization in Severe Traumatic Brain Injury Phase-II: A Phase II Randomized Trial[J]. Crit Care Med, 2017, 45(11): 1907-1914

[30] 肖春雪, 石建秋, 赵一雷. 不同体位对高血压脑出血病人颅内压、脑灌注压和生命体征的影响 [J]. 蚌埠医学院学报, 2017, 42(10): 1408