

· 临床研究 ·

脑氧饱和度监测指导脑灌注对主动脉弓置换术后神经系统并发症的影响

李林 张铁铮 刁玉刚

【摘要】 目的 观察近红外光谱(near infrared spectroscopy, NIRS)联合选择性顺行性脑灌注(selective antegrade cerebral perfusion, SACP)对主动脉弓部手术后中枢神经系统并发症发生率的影响。方法 行主动脉弓置换术的患者 95 例,男 70 例,女 25 例,年龄 37~61 岁,ASA III 或 IV 级,随机分为两组: NIRS 监测组(A 组, $n=48$)和传统经验组(B 组, $n=47$)。中低温停循环期间,调节脑灌注流量及压力,维持 rSO_2 60%~80%。A 组当 $rSO_2 < 55\%$ 时行双侧脑灌注; B 组通过控制目标灌注压 40~60 mmHg 来调节脑灌注流量。采集围术期临床资料,比较两组术中、术后临床指标及术后并发症情况。结果 A 组手术时间、CPB 时间、主动脉阻断时间、停循环时间、术后机械通气时间、ICU 留观时间和术后住院时间短于 B 组,但差异无统计学意义。A 组术后永久神经系统并发症发生率和术后脑血栓新发率明显低于 B 组($P < 0.05$); A 组术后短暂神经系统并发症发生率低于 B 组,但差异无统计学意义。结论 NIRS 监测联合 SACP 可降低主动脉弓置换术后永久神经系统并发症发生率。

【关键词】 近红外光谱; 局部脑氧饱和度; 主动脉置换术; 中枢神经系统并发症

Effect of regional cerebral oxygen saturation monitoring combined with selective cerebral perfusion on the incidence of neurologic complications after aortic arch surgery LI Lin, ZHANG Tiezheng, DIAO Yugang. Department of Anesthesiology, the General Hospital of Shenyang Military Command, Shenyang 110016, China

Corresponding author: ZHANG Tiezheng, Email: tzhang@hotmail.com

【Abstract】 **Objective** To evaluate the clinical value of near infrared spectroscopy (NIRS) combined with selective antegrade cerebral perfusion (SACP) during aortic arch surgery. **Methods** Ninety-five patients undergoing aortic surgery, 70 males and 25 females, aged 37 - 61 years, falling into ASA physical status III or IV, were randomly divided into NIRS monitoring guidance group (group A, $n = 48$) and traditional experience group (group B, $n = 47$). During moderate hypothermic circulatory arrest, cerebral perfusion flow and pressure were controlled to keep the rSO_2 between 60% to 80% in group A, and bilateral antegrade cerebral perfusion was used if rSO_2 lower than 55%. In group B, cerebral perfusion was moderated according to the target radial blood pressure ranged from 40 to 60 mmHg. Perioperative clinical data were collected and compared including the intraoperative and postoperative clinical indicators and the incidence of postoperative complications of the two groups. **Results** Compared with group B, operating time, CPB, aortic cross-clamping time, circulatory arrest time, postoperative mechanical ventilation time, ICU stay time and postoperative hospital stay were reduced in group A, but the difference was no statistically significant. The permanent neurological dysfunction incidence and rates of new cerebral thrombosis were lower in group A than in group B ($P < 0.05$). Temporary neurological dysfunction rates were lower in group A than in group B, but the difference was not statistically significant. **Conclusion** In the aortic arch surgery, regional NIRS monitoring of rSO_2 combined with SACP optimizes the cerebral perfusion during moderate hypothermic circulatory arrest, and reduces the incidence of permanent neurologic complications after surgery.

【Key words】 Near infrared spectroscopy; Regional cerebral oxygen saturation; Aortic arch replacement; Neurologic complications

DOI: 10.12089/jca.2018.10.001

基金项目: 辽宁省自然科学基金(201602775)

作者单位: 110016 沈阳军区总医院麻醉科

通信作者: 张铁铮, Email: tzhang@hotmail.com

近十余年来,主动脉弓部手术的外科治疗策略取得重大进展。目前关于主动脉弓部手术围术期脑保护策略尚存较多争议^[1]。近红外光谱(near infrared spectroscopy, NIRS)通过测定局部脑氧饱和度(regional cerebral oxygen saturation, rSO₂),评价脑氧供需平衡,被欧美众多大型心脏中心所推荐^[2]。然而既往文献多以观察性研究和个案报道为主,提供的临床证据有限。本研究将 NIRS 监测联合选择性逆行性脑灌注(selective antegrade cerebral perfusion, SACP)用于中低温停循环主动脉弓部手术,将其术后中枢神经系统并发症的发生率与传统经验组相比较,以评价 NIRS 的临床价值。

资料与方法

一般资料 经医院伦理委员会批准(伦审 2014-32 号),患者或其授权委托人签署知情同意书,选择 2014 年 12 月至 2016 年 12 月在中低温停循环(MHCA)联合 SACP 下行主动脉弓置换术的患者,性别不限,年龄 37~61 岁,ASA III 或 IV 级。排除标准:既往有心外科手术史;术前已有神经系统功能损伤(以症状、体征、影像学资料及 MMSE 量表评价为标准);一侧颈内动脉狭窄程度>50%;精神状态异常无法配合。按随机数字表法分为两组:NIRS 监测组(A 组)和传统经验组(B 组)。

麻醉方法 患者入室后监测 ECG、SpO₂、E_TCO₂、鼻咽温。分别行双侧桡动脉、左足背动脉穿刺,连续监测动脉压。电子冰帽头部持续降温。采用静脉麻醉诱导,面罩去氮给氧 3~5 min,依次缓慢静注咪达唑仑 0.02~0.04 mg/kg、依托咪酯 0.2~0.3 mg/kg、舒芬太尼 1~2 μg/kg 和罗库溴铵 1 mg/kg。可视喉镜下经口气管插管,接麻醉机行容量控制通气:V_T 7~8 ml/kg,FiO₂ 60%~80%,RR 10~12 次/分,维持 PaO₂>200 mmHg,PaCO₂ 在 35~45 mmHg。右颈内静脉穿刺留置静脉导管。麻醉维持采用持续吸入 1%~3%七氟醚,持续泵注丙泊酚 2~5 μg·kg⁻¹·h⁻¹及右美托咪定 0.5 μg·kg⁻¹·h⁻¹、间断静注罗库溴铵 0.3~0.4 mg/kg 及舒芬太尼 0.5~1.0 μg·kg⁻¹·h⁻¹。维持 PaO₂ 在 200~250 mmHg,SpO₂ 65%~75%。根据血流动力学参数变化调节麻醉深度和血管活性药。

CPB 前给予注射用甲泼尼龙琥珀酸钠 10~15 mg/kg、乌司他丁 15 000 U/kg。主动脉开放后给予乌司他丁 15 000 U/kg。全程维持血糖浓度≤10

mmol/L。脱机前指标:HR 70~100 次/分,BP≥80/50 mmHg,CVP 4~12 cmH₂O,鼻咽温≥37℃,直肠温≥36℃,动脉血气在正常范围内。脱机后给予鱼精蛋白中和肝素,根据术中失血情况输血制品,保证凝血功能正常。止血过程中,保持 MAP≥80 mmHg,Hb>100 g/L。术毕带气管导管转送至心脏外科监护室。

A 组患者入室后,将 NIRS 监测电极置于双侧额部眉弓上 1~2 cm 无毛发处并避光固定,测定 rSO₂ 基础值并持续监测 rSO₂。停循环期间通过调节脑灌注流量、灌注压力、PaCO₂、麻醉深度及吸入氧浓度维持 rSO₂ 在目标范围(60%~80%)。对于 rSO₂≤55%或下降幅度超过基础值 20%且持续时间超过 5 min 的患者,通过左颈总动脉插管联合无名动脉插管行双侧脑灌注(BACP),灌注流量为 8~10 ml·kg⁻¹·min⁻¹。B 组停循环期间经无名动脉插管行单侧逆行性脑灌注(UACP),灌注流量为 8~10 ml·kg⁻¹·min⁻¹,右桡动脉目标压力维持于 40~60 mmHg,避免压力高于 70 mmHg,防止脑水肿。B 组停循环期间脑保护方案同 A 组。

观察指标 记录手术时间、CPB 时间、主动脉阻断时间、停循环时间、鼻咽温、直肠温、术中出血量、尿量和血制品用量。记录术后机械通气时间、ICU 留观时间、术后住院时间及各系统并发症情况,包括各种原因引起的二次插管、胸腔积液、肺部感染、术后新发需透析治疗的急性肾损伤(AKI)、永久神经系统并发症(permanent neurological dysfunction, PND)、短暂神经系统并发症(transient neurological dysfunction, TND)及死亡率等^[2]。PND 包括各种原因导致的脑卒中和/或昏迷。TND 包括 POCD、谵妄、24 h 内缓解的局灶功能异常、短暂脑缺血发作等。所有预后数据记录以出院为截点,以医院院内系统电子病史记录资料为标准。

统计分析 采用 SPSS 19.0 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,组间比较采用两独立样本 *t* 检验。计数资料以例数和百分比(%)表示,比较采用 χ^2 检验。*P*<0.05 为差异有统计学意义。

结 果

本研究共纳入 95 例患者,A 组 48 例,B 组 47 例。两组患者性别、年龄、BMI、ASA 分级、教育水平、术前 LVEF、手术史、肥胖、手术类型、术前合并症、肝功能损害、脑血管病史差异无统计学意义。A

组高血压 3 级(极高危)比例明显高于 B 组($P < 0.05$)(表 1)。术式主要包括:主动脉全弓置换+主动脉瓣成形+支架象鼻术(63 例)、Bentall 术+主动脉全弓置换+支架象鼻术(24 例)。同期行其他手术: CABG 2 例、二尖瓣置换术 3 例、室间隔缺损修补术 1 例及三尖瓣成形术 2 例。

表 1 两组患者一般情况的比较

指标	A 组(n=48)	B 组(n=47)
男/女(例)	36/12	34/13
年龄(岁)	50.0±10.7	48.0±11.0
BMI(kg/m ²)	25.3±3.8	25.8±3.9
ASA III/IV 级(例)	16/32	13/34
教育水平(年)	11.0±1.2	11.0±1.1
术前 LVEF(%)	60.1±4.7	59.6±3.9
手术史[例(%)]	12(25.0)	14(29.8)
肥胖(BMI≥30 kg/m ²) [例(%)]	4(8.3)	5(10.6)
手术类型[例(%)]		
择期	7(14.6)	9(19.1)
急诊	41(85.4)	38(80.9)
合并糖尿病[例(%)]	5(10.4)	6(12.8)
合并高血压[例(%)]		
无	11(22.9)	16(34.0)
1 级	0	2(4.3)
2 级(中高危)	1(2.1)	2(4.3)
2 级(极高危)	3(6.2)	3(6.4)
3 级(高危)	8(16.7)	9(19.1)
3 级(极高危)	25(52.1)	15(31.9) [*]
COPD[例(%)]	4(8.3)	3(6.4)
肝功能损害[例(%)]	3(6.2)	4(8.5)
脑血管病史[例(%)]	5(10.4)	5(10.6)

注:与 A 组比较,^{*} $P < 0.05$

A 组手术时间、CPB 时间、主动脉阻断时间及停循环时间短于 B 组,但差异无统计学意义。两组停循环期间最低鼻咽温、最低直肠温差异无统计学意义(表 2)。

A 组出血量、红细胞、血浆及冷沉淀输注量少于 B 组,但差异无统计学意义。两组尿量、超滤量、血小板输注量及补液量差异无统计学意义(表 3)。

表 2 两组患者手术操作相关指标的比较($\bar{x} \pm s$)

指标	A 组(n=48)	B 组(n=47)
手术时间(min)	357.1±54.6	385.6±65.7
CPB 时间(min)	165.3±32.9	176.9±32.3
主动脉阻断时间(min)	97.6±24.3	106.3±24.2
停循环时间(min)	30.6±6.6	32.8±7.6
最低鼻咽温(°C)	23.8±1.9	23.6±1.6
最低直肠温(°C)	21.3±1.8	21.5±1.6

表 3 两组患者术中出入量的比较($\bar{x} \pm s$)

指标	A 组(n=48)	B 组(n=47)
出血量(ml)	609.8±70.9	610.3±100.9
尿量(ml)	1 097.0±161.9	1 233.7±199.3
超滤量(ml)	3 884.2±329.2	3 687.8±420.4
红细胞(ml)	427.9±100.9	444.3±91.6
血浆(ml)	479.2±86.1	485.2±69.0
血小板(U)	2.7±1.1	2.2±1.1
冷沉淀(U)	9.0±2.8	9.2±3.1
补液量(ml)	1 741.5±181.5	1 671.4±183.2

注:与 A 组比较,^{*} $P < 0.05$

A 组术后机械通气时间、ICU 留观时间、术后住院时间短于 B 组,但差异无统计学意义。两组术后 7 d LVEF 值差异无统计学意义(表 4)。

表 4 两组患者术后情况的比较($\bar{x} \pm s$)

指标	A 组(n=48)	B 组(n=47)
机械通气时间(h)	33.6±3.9	37.9±3.5
ICU 留观时间(d)	2.9±1.6	3.5±2.7
术后住院时间(d)	16.3±7.3	17.0±8.6
术后 7 d LVEF 值(%)	56.8±2.8	56.0±5.0

A 组 PND 发生率和术后脑血栓新发生率明显低于 B 组($P < 0.05$);A 组 TND 发生率低于 B 组,但差异无统计学意义。两组术后 MODS、AKI、心律失常需药物治疗、二次插管率、胸腔积液、肺部感染及死亡率差异无统计学意义(表 5)。

讨 论

主动脉弓部手术中脑保护仍旧是临床工作中的难点问题和热点问题。目前临床上常用的脑保护技术主要有全身中低温联合头部冰帽降温以及

表 5 两组患者术后中枢神经系统并发症发生率的比较 [例(%)]

指标	A 组 (n=48)	B 组 (n=47)
MODS	8(16.7)	10(21.2)
AKI	2(4.2)	3(5.4)
PND	1(2.0)	8(17.0) ^a
TND	5(10.2)	6(12.8)
新发脑血栓	1(2.0)	7(14.9) ^a
心律失常需药物治疗	5(11.2)	6(12.8)
二次插管	4(9.9)	4(8.5)
胸腔积液	17(35.4)	17(36.2)
肺部感染	7(15.5)	8(17.0)
死亡	2(4.1)	3(6.4)

注:与 A 组比较, ^aP<0.05

顺行性脑灌注技术,此外,药物脑保护,包括麻醉药物脑保护亦在采用,但总体而言,尚存在一定不足。是否能确切减少术后中枢神经系统并发症尚有待深入研究。

NIRS 是近年来发展的新技术,用于监测脑氧供需平衡简单、快速,尤其适用于主动脉夹层等直接影响脑灌注的手术^[3]。研究证实,围术期 rSO₂ 降低与多种心脏外科术后机械通气时间、住院时间、术后死亡率、术后谵妄、POCD 等有关^[4-5]。亦有学者将其作为导向目标用以指导术中管理,包括指导手术操作和干预措施的给予。rSO₂ 已逐渐成为 CPB 风险评估指标之一^[6]。本研究结果显示,尽管 NIRS 监测组术后机械通气时间、ICU 留观时间和术后住院时间与传统经验组相比差异无统计学意义,但各项指标总体有所改善。统计学差异不显著的可能原因或与样本量小有关。

PND 是主动脉弓部手术术后的严重并发症, TND 同样会影响患者短期或长期转归,因此即使轻微的脑损伤,亦理应受到重视。本研究结果显示, NIRS 监测指导下的 SACP 技术可更有效地保证脑氧供需平衡,不失为可行的脑保护技术。其可能原因是此项技术,不仅能及时发现血栓所致的 PND,同时可以及时发现并纠正由粥样斑块破裂或气栓引发的 PND。本研究仅在 rSO₂ 下降到 55% 或下降幅度超过基础值 20% 且持续时间超过 5 min 的患者中应用 BACP,目的是避免 BACP 技术动脉插管增加不良事件的风险。

术中 rSO₂ 下降时及时给予干预措施是否可以

预防脑中风或 POCD 尚存争议^[7]。研究提示, rSO₂ 基础值快速下降 (<20%) 与 POCD 和脑中风相关^[8]。也有研究认为,脑损伤与 rSO₂ 下降幅度及持续时间相关。SACP 开始时或单侧顺行性脑灌注 (UACP) 后多出现右侧 rSO₂ 短暂下降,可能与冷灌注液引发的脑血管自主调节紊乱有关,通常经过短时间调整后, rSO₂ 值可自行恢复到正常水平^[9], 无需更多干预。

综上所述,主动脉弓置换术中采用 NIRS 监测联合 SACP 技术可早期发现脑灌注不良,有利于积极采取干预措施,优化脑灌注,降低主动脉弓置换术后永久神经系统并发症及术后新发脑血栓发生率,改善患者预后。

参 考 文 献

- [1] Tian DH, Wan B, Bannon PG, et al. A meta-analysis of deep hypothermic circulatory arrest alone versus with adjunctive selective antegrade cerebral perfusion. *Ann Cardiothorac Surg*, 2013, 2(3): 261-270.
- [2] Zheng F, Sheinberg R, Yee MS, et al. Cerebral near-infrared spectroscopy monitoring and neurologic outcomes in adult cardiac surgery patients and neurologic outcomes: a systematic review. *Anesth Analg*, 2013, 116(3): 663-676.
- [3] George V, Stauroula G, Konstantinos S, et al. Cerebral oximetry in cardiac anesthesia. *J Thorac Dis*, 2014, 6(Suppl 1): S60-S69.
- [4] Heringlake M, Garbers C, Käbler JH, et al. Preoperative cerebral oxygen saturation and clinical outcomes in cardiac surgery. *Anesthesiology*, 2011, 114 (1): 58-69.
- [5] Kakihana Y, Okayama N, Matsunaga A, et al. Cerebral monitoring using near-infrared time-resolved spectroscopy and postoperative cognitive dysfunction. *Adv Exp Med Biol*, 2012, 737: 19-24.
- [6] Schoen J, Meyerrose J, Paarmann H, et al. Preoperative regional oxygen saturation is a predictor of postoperative delirium in on-pump surgery patients: a prospective observational trial. *Crit Care*, 2011, 15(5): R218.
- [7] Bickler P. Tissue oximetry and clinical outcomes. *Anesth Analg*, 2017, 124 (1): 72-82.
- [8] Edmonds HL Jr. Cardiac surgical patients should have intraoperative cerebral oxygenation monitoring. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 2006, 20(3): 445-449.
- [9] Urbanski PP, Irimie V, Wagner M, Cannulation and perfusion strategy in acute aortic dissection involving both common carotid arteries. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*, 2015, 21 (4): 557-559.

(收稿日期:2018-01-13)