

局部脑氧饱和度指导控制性降压对合并高血压的老年脊柱手术患者出血量及术后康复的影响

王玲¹ 李晓征² 于文刚² 董瑞¹ 王明山¹ 毕燕琳¹ 褚海辰² 王世端² 李井柱¹

¹青岛市市立医院麻醉科, 青岛 266071; ²青岛大学附属医院麻醉科, 青岛 266000

王玲与李晓征对本文有同等贡献

通信作者: 李井柱, Email: liazhe2000@163.com

【摘要】 目的 评价局部脑氧饱和度(rSO_2)监测指导控制性降压对合并高血压的老年脊柱手术患者出血量及术后康复的影响。方法 选择2017年1月至2019年12月在青岛市市立医院东院麻醉科及青岛大学附属医院麻醉科择期行脊柱手术老年患者120例,按照随机数字表法,分为2组($n=60$): rSO_2 指导术中控制性降压组(A组)和对照组(C组)。2组均采用气管插管全身麻醉,全程监测 rSO_2 ,七氟醚+瑞芬太尼维持麻醉并行控制性降压,必要时使用硝普钠+艾司洛尔。A组行控制性降压的同时,以 rSO_2 维持于 64 ± 3 之内或 rSO_2 下降 \leq 基础值10%及术野渗血量适度减少为目标。C组行常规麻醉管理,以平均动脉压(MAP)降低程度 \geq 基础值30%及术野渗血量适度减少为目标。比较2组患者术中出血量及术毕尿量,术后低体温、谵妄、寒战及恶心呕吐的发生率,术后恢复室(PACU)停留时间,术后引流量,进食时间及术后住院天数。结果 A组、C组出血量分别为(589 ± 157)、(764 ± 213)ml,术毕尿量分别为(778 ± 121)、($1\ 079\pm 239$)ml,差异均有统计学意义($t=-5.120$ 、 -8.712 ,均 $P<0.05$)。A组术后低体温、谵妄、寒战及恶心呕吐发生率分别为26.7%、18.3%、10.0%、21.7%,C组分别为45.0%、36.7%、25.0%、40.0%,差异均有统计学意义($\chi^2=4.385$ 、 5.057 、 4.675 、 4.728 ,均 $P<0.05$)。A组PACU停留时间、术后引流量、进食时间及术后住院天数分别为(56 ± 9)min、(217 ± 66)ml、(17.8 ± 2.8)h、(7.2 ± 2.7)d,C组分别为(63 ± 11)min、(289 ± 81)ml、(22.3 ± 4.1)h、(8.2 ± 2.9)d,差异均有统计学意义($t=-3.399$ 、 -5.334 、 -7.000 、 -2.031 ,均 $P<0.05$)。结论 rSO_2 监测指导控制性降压可以减少合并高血压的老年脊柱手术患者术中出血量,降低术后相关并发症,加快术后康复。

【关键词】 老年人; 谵妄; 降压,控制性; 脑氧饱和度

基金项目: 青岛市市立医院临床诊疗技术创新基金(CXJJ-008)

DOI:10.3760/ema.j.cn112137-20200515-01554

The effect on bleeding volume and postoperative recovery of regional cerebral oxygen saturation guides controlled hypotension in elderly patients with hypertension undergoing spinal surgery

Wang Ling¹, Li Xiaozheng², Yu Wengang², Dong Rui¹, Wang Mingshan¹, Bi Yanlin¹, Chu Haichen², Wang Shiduan², Li Jingzhu¹

¹Department of Anesthesiology, Qingdao Municipal Hospital, Qingdao 266071, China; ²Department of Anesthesiology, the Affiliated Hospital of Qingdao University, Qingdao 266000, China

Wang Ling and Li Xiaozheng contributed equally to the article

Corresponding author: Li Jingzhu, Email: liazhe2000@163.com

【Abstract】 **Objective** To evaluate the effect on bleeding volume and postoperative recovery of regional cerebral oxygen saturation (rSO_2) guides controlled hypotension in elderly patients with hypertension undergoing spinal surgery. **Methods** One hundred and twenty elderly patients who underwent spinal surgery in the department of anesthesiology of Qingdao Municipal Hospital and the Affiliated Hospital of Qingdao University from January 2017 to December 2019 were selected and divided into 2 groups according to the random number table method ($n=60$): rSO_2 guides the controlled hypotension group (group A) and control group (group C). Both groups were performed with endotracheal intubation for general anesthesia, maintain anesthesia with sevoflurane and remifentanyl, rSO_2 were monitored throughout the

procedure. If necessary, sodium nitroprusside or esmolol were used to control blood pressure. In group A, the goal of controlled hypotension was that rSO_2 decreased $\leq 10\%$ of the basic value or maintained at 64 ± 3 and the moderate operative field bleeding. Group C underwent routine anesthesia management. Intraoperative blood loss and urine output, the incidence of hypothermia after operation, postoperative delirium, chills, nausea and vomiting, the PACU residence time, postoperative drainage volume, eating time, postoperative hospital stay were compared between the two groups. **Results** Compared with group C, the blood loss [589 ± 157] vs [764 ± 213] ml] and urine output [778 ± 121] vs [$1\ 079\pm 239$] ml] of group A were decreased ($t=-5.120, -8.712, \text{all } P<0.05$). The rates of hypothermia after operation (26.7% vs 45.0%), postoperative delirium (18.3% vs 36.7%), chills (10.0% vs 25.0%), nausea and vomiting (21.7% vs 40.0%) of group A were decreased ($\chi^2=4.385, 5.057, 4.675, 4.728, \text{all } P<0.05$). The PACU residence time [56 ± 9] vs [63 ± 11] min], postoperative drainage volume [217 ± 66] vs [289 ± 81] ml], eating time [17.8 ± 2.8] vs [22.3 ± 4.1] h] and numbers of days in hospital [7.2 ± 2.7] vs [8.2 ± 2.9] d] were decreased of group A ($t=-3.399, -5.334, -7.000, -2.031, \text{all } P<0.05$). **Conclusion** The guidance of controlled hypotension with rSO_2 monitoring can reduce the blood loss and infusion volume during spinal surgery in elderly patients with hypertension, reduce postoperative related complications and enhance recovery after surgery.

【Key words】 Aged; Delirium; Hypotension, controlled; Cerebral oxygen saturation

Fund program: Qingdao Municipal Hospital Clinical Diagnosis and Treatment Technology Innovation Fund(CXJJ-008)

DOI:10.3760/cma.j.cn112137-20200515-01554

控制性降压是常用的麻醉技术,对减少患者出血量实施血液保护具有重要意义。大脑是对缺血缺氧极为敏感的器官,老年高血压患者有效血容量减少且动脉硬化,控制性降压期间更易于出现脑血流不足等情况导致脑缺氧。近红外光谱仪可以连续无创监测局部脑氧饱和度(rSO_2),反映大脑氧供需平衡的变化,术中 rSO_2 变化与脑血流灌注呈正相关^[1-2]。本研究旨在探讨 rSO_2 监测指导控制性降压对合并高血压的老年脊柱手术患者出血量及术后康复的影响,为 rSO_2 监测的临床应用提供依据。

对象与方法

一、对象

1. 样本量计算:本研究设计时以术后谵妄作为研究的主要目标。Brown等^[3]研究显示,脊柱手术(手术时间 >3 h)术后谵妄发生率达40%以上。结合预试验情况,本研究设定术后谵妄发生率为40%,如果接受 rSO_2 监测指导控制性降压可将谵妄发生率降低为20%(降幅为50%),在检验效能($1-\beta$)为0.9,检验水准(α)为0.05的情况下,计算每组样本量为 $n=51$,考虑本研究患者在临床研究中失访率为10%~20%,本研究每组随机纳入60例患者。

2. 纳入与排除标准:本研究为随机对照试验,经青岛市市立医院伦理委员会批准(批准文号:2017 临审-Y-006)并与患者或家属签订知情同意书,选择2017年1月至2019年12月在青岛市市立医院东院麻醉科及青岛大学附属医院麻醉科择期

行脊柱手术老年患者120例。纳入标准:性别不限,年龄60~75岁,体重50~80 kg,原发性高血压 I~II级,病史 ≥ 3 年,规律服用降压药物,血红蛋白(Hb) ≥ 110 g/L,外伤或退行性疾病等所致脊柱后路多节段切开复位内固定或减压内固定手术,预计手术时间 ≥ 3 h或出血量 ≥ 500 ml。排除标准:严重的心肺等重要器官障碍、脑肿瘤及脑外伤病史、凝血机制明显异常、神经精神系统疾病、恶性肿瘤、术前简易精神状态评估量表(MMSE)评分 <24 分以及无法进行正常交流者。按照随机数字表法,分为2组($n=60$): rSO_2 指导术中控制性降压组(A组)和对照组(C组)。研究进程中剔除标准:术中大量出血(术中出血量 \geq 循环血容量的30%)、围手术期脊髓缺血缺氧性损伤、呼吸心跳骤停、弥漫性血管内凝血(DIC)、急性呼吸窘迫综合征(ARDS)、严重感染、重要器官功能不全等严重并发症。2组均顺利完成试验,未出现达剔除标准病例。

二、方法

1. 麻醉方法:入室后常规监测心电图(ECG)、心率(HR)和指动脉血氧饱和度(SpO_2),以暖风机保暖,监测鼻咽温度及神经电生理功能。局部麻醉下行桡动脉穿刺置管测定有创血压,开放外周静脉及中心静脉。2组均依次静脉滴注咪达唑仑0.03 mg/kg、依托咪脂0.2~0.3 mg/kg、舒芬太尼0.4~0.5 μ g/kg、顺苯磺酸阿曲库铵0.15~0.2 mg/kg进行麻醉诱导;气管插管成功后接麻醉机,设定潮气量8~10 ml/kg,呼吸频率10~14次/min,流量2 L/min,吸入氧浓度60%,维持呼气末二氧化碳分压于35~

40 mmHg (1 mmHg=0.133 kPa), 脑电双频指数 (BIS) 40~60。切皮前均采用 0.5% 罗哌卡因 10~15 ml 局部浸润, 间断注射顺苯阿曲库铵, 吸入七氟醚及泵入瑞芬太尼维持麻醉。手术结束时停止麻醉, 加大流量至 8 L/min 促进七氟醚排除, 以新斯的明+阿托品拮抗肌松剂残余作用。

2. 术中液体管理: 输注加温复方氯化钠注射液与 6% 羟乙基淀粉 130/0.4 溶液 (晶胶比为 2:1)。参考文献 [4], 以每搏量变异度 (SVV) 指导容量管理, 维持 SVV \leq 12%。均采用术中血液回收技术, 若 Hb $<$ 70 g/L 则输注异体血。

3. 控制性降压管理: 于手术开始调整七氟醚吸入浓度及瑞芬太尼泵注速度进行控制性降压, 必要时使用硝普钠+艾司洛尔, 使血压缓慢下降 30 min 左右达到目标, 维持心率 50~80 次/min, 若心率低于 50 次/min, 则注射阿托品 0.5 mg/次。均连接近红外组织血氧参数无损监测仪全程监测 rSO₂, 于信号质量满意后进行记录。A 组控制性降压的同时, 参考文献 [5-6], 以 rSO₂ 值较低的一侧作为研究目标, 维持 rSO₂ 于 64 \pm 3 之内或维持 rSO₂ 下降 \leq 基础值的 10% (至少达到 1 个标准) 及术野渗血量适度减少为目标。如 rSO₂ 低于上述标准即采取下列措施以提高 rSO₂: 提高动脉二氧化碳分压 (PaCO₂)、增加吸入氧浓度、调整头部位置、提高 Hb、维持体温等, 必要时提高血压并降低外科医师对术野清晰度的要求以保证安全; 如 rSO₂ 维持良好, 则可以将血压进一步降低以满足手术需要。C 组常规麻醉管理, 辅助血管活性药物进行调控, 以平均动脉压 (MAP) 降低程度 \geq 基础值 30% 及术野渗血量适度减少为目标。2 组均在手术主要步骤结束时进行血液回输并逐渐停止降压, 根据容量情况使用呋塞米 5~10 mg。采用双盲设计: C 组亦监测 rSO₂, 但遮盖屏幕, 麻醉医师对 rSO₂ 变化并不知晓, 只进行常规麻醉管理; 由专人对患者术后进行观察随访及康复评估, 评价者与患者对是否接受 rSO₂ 指导术中控制性降压管理亦不知晓。

4. 术后镇痛方法: 两组均肌肉注射帕瑞昔布钠 40 mg (每 12 小时 1 次) 行术后镇痛 2 d, 若镇痛不足则根据患者情况肌肉注射吗啡 4~6 mg。

5. 观察指标: (1) 术中出血量、输血量、术毕尿量; (2) 麻醉前 (T₀)、手术开始时 (T₁)、手术开始后 30 min (T₂)、90 min (T₃) 及术毕 (T₄) 的 rSO₂ 及 MAP; (3) T₂ 至 T₃ 时间段 MAP 的变异系数 (又称离散系数, 首先比较 2 组患者在此时间段内每分钟的 MAP

变化, 计算其变异系数, 变异系数=标准差/平均数 \times 100%, 再对变异系数进行 *t* 检验)、外科医师术野清晰度满意率 (术后对外科医师进行调查, 分满意与不满意两种情况); (4) 于术后 7 d 内或出院前采用意识错乱评估方法判断是否发生术后谵妄: ①急性起病, 精神状态的改变; ②注意力不集中; ③思维紊乱; ④意识水平改变; 满足 ①+②+③或 ①+②+④则诊断成立; (5) 术后低体温 (鼻咽温度低于 36 $^{\circ}$ C)、寒战 (发生于 PACU 内, 患者清醒时主诉寒冷并伴有肢体颤抖者即为发生寒战反应) 及恶心呕吐 (术后 24 h) 的发生率, PACU 停留时间、术后引流量、进食时间及术后住院天数; (6) 其他相关并发症。

三、统计学分析

采用 SPSS 20.0 进行统计分析, 正态分布计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 组间比较采用 *t* 检验; 计数资料采用 χ^2 检验。双侧检验, 检验水准 $\alpha=0.05$ 。

结 果

一、一般情况比较

2 组患者一般资料, 高血压患病年限、分级, 合并糖尿病、冠心病及手术时间比较差异均无统计学意义, 具有可比性, 结果见表 1。

二、术中及术毕情况比较

与 C 组比较, A 组 T₂ 与 T₃ 时 rSO₂ 升高, T₀、T₁、T₄ 时 rSO₂ 及各时间点 MAP 差异均无统计学意义, 结果见表 2。与 C 组比较, A 组出血量、输血量及术毕尿量减少, T₂ 至 T₃ 时间段 MAP 的变异系数升高, 外科医师术野清晰度满意率升高, 结果见表 3。

三、术后并发症及恢复情况的比较

与 C 组比较, A 组术后低体温、谵妄、寒战及恶心呕吐的发生率降低, 结果见表 4。与 C 组比较, A 组术后引流量减少, PACU 停留时间、进饮食时间、术后住院天数缩短, 结果见表 5。2 组患者均康复出院, 未出现脑卒中等情况, 自体血回输后 Hb 均在 90 g/L 以上, 均未输注异体血。

讨 论

控制性降压最大的风险在于脑血流灌注不足造成脑的缺氧性损害。rSO₂ 主要监测双侧大脑额叶水平的氧合状况, 但可以大致反映全脑的氧供需平衡状态。俯卧位脊柱手术常导致回心血量受阻, 控制性降压应该更加谨慎。本研究所有患者均采

表1 rSO₂ 指导术中控制性降压组和对照组老年患者一般资料比较(n=60)

组别	性别 (例,男/女)	年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	体重 (kg, $\bar{x} \pm s$)	ASA 分级 (例, II/III)	患病年限 (年, $\bar{x} \pm s$)	高血压 (例, I/II)	糖尿病 [例(%)]	冠心病 [例(%)]	手术时间 (min, $\bar{x} \pm s$)
A 组	22/38	67±4	65±9	35/25	10±4	39/21	9(15.0)	5(8.3)	283±91
C 组	24/36	68±8	67±8	37/23	10±4	42/18	7(11.7)	6(10.0)	273±85
χ^2/t 值	0.141	-1.047	-0.813	0.139	0.330	0.342	0.288	0.100	0.638
P 值	0.707	0.297	0.418	0.709	0.742	0.559	0.591	0.752	0.525

注:rSO₂为局部脑氧饱和度;A组为rSO₂指导术中控制性降压组;C组为对照组;ASA为美国麻醉医师协会

表2 rSO₂ 指导术中控制性降压组和对照组老年患者不同时间点rSO₂与MAP的比较($\bar{x} \pm s, n=60$)

组别	rSO ₂ (%)					MAP(mmHg)				
	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
A 组	69.7±2.2	65.8±2.1	64.5±1.9	64.4±2.1	70.2±2.7	109±7	88±5	73±6	72±6	96±6
C 组	69.5±2.2	65.9±2.0	62.5±1.6	62.3±1.7	70.1±2.7	110±7	87±5	73±3	72±3	97±6
t 值	0.581	-0.269	6.928	6.588	0.236	-0.383	0.109	-0.242	0.164	-0.033
P 值	0.562	0.789	0.000	0.000	0.814	0.702	0.913	0.809	0.870	0.974

注:rSO₂为局部脑氧饱和度;MAP为平均动脉压;A组为rSO₂指导术中控制性降压组;C组为对照组;T₀为麻醉前;T₁为手术开始时;T₂为手术开始后30min;T₃为手术开始后90min;T₄为术毕

表3 rSO₂ 指导术中控制性降压组和对照组老年患者术中及术毕情况的比较

组别	例数	出血量(ml, $\bar{x} \pm s$)	输液量(ml, $\bar{x} \pm s$)	术毕尿量(ml, $\bar{x} \pm s$)	MAP变异系数(%, $\bar{x} \pm s$)	满意率[例(%)]
A 组	60	589±157	1 903±263	778±121	7.6±1.6	58(96.7)
C 组	60	764±213	2 362±314	1 079±239	4.0±1.1	43(71.7)
χ^2/t 值		-5.120	-8.665	-8.712	9.909	4.131
P 值		0.000	0.000	0.000	0.000	0.042

注:rSO₂为局部脑氧饱和度;A组为rSO₂指导术中控制性降压组;C组为对照组;MAP为平均动脉压

表4 rSO₂ 指导术中控制性降压组和对照组老年患者术后并发症发生率的比较[例(%)]

组别	例数	低体温	谵妄	寒战	恶心呕吐
A 组	60	16(26.7)	11(18.3)	6(10.0)	13(21.7)
C 组	60	27(45.0)	22(36.7)	15(25.0)	24(40.0)
χ^2 值		4.385	5.057	4.675	4.728
P 值		0.036	0.025	0.031	0.030

注:rSO₂为局部脑氧饱和度;A组为rSO₂指导术中控制性降压组;C组为对照组

表5 rSO₂ 指导术中控制性降压组和对照组老年患者术后恢复情况的比较($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	PACU 停留时间 (min)	术后 引流量 (ml)	进食时间 (h)	术后 住院天数 (d)
A 组	60	56±9	217±66	17.8±2.8	7.2±2.7
C 组	60	63±11	289±81	22.3±4.1	8.2±2.9
t 值		-3.399	-5.334	-7.000	-2.031
P 值		0.001	0.000	0.000	0.044

注:rSO₂为局部脑氧饱和度;A组为rSO₂指导术中控制性降压组;C组为对照组;PACU为术后恢复室

用血液回收技术,仅在必要时采用硝普钠+艾司洛尔进行控制性降压,绝大多数患者通过调整七氟醚吸入浓度及瑞芬太尼泵注速度即可良好地控制血

压并获得满意的手术视野。本研究发现使用rSO₂监测指导控制性降压可以减少合并高血压的老年脊柱手术患者术中出血量及输液量,降低术后谵妄的发生率,加快患者康复。

rSO₂监测指导控制性降压可实现脑血流的个体化灌注。Brady等^[7]认为脑血流的阈值个体化差异巨大,提出应该通过监测脑血流的变化,个体化地去定义术中的低血压,但是实时连续监测脑血流变化很难实现,持续无创脑氧饱和度的监测可以反映脑血流的变化。老年患者血管硬化程度及脑血流灌注需求状况不尽相同,rSO₂监测指导控制性降压有助于实现脑血流灌注的个体化调控,进一步优化术中血流动力学管理。本研究2组患者术中MAP差异无统计学意义,但控制性降压期间MAP变异系数(离散系数)明显升高,说明A组在rSO₂监测指导下,实现了对控制性降压有效的个体化调控,更有利于术中脑保护。术中调整通气参数维持较高的PaCO₂水平有助于维持较高的rSO₂水平^[8],本研究在rSO₂降低时采取增加PaCO₂、吸入氧浓度、提高Hb浓度、调整头部位置、保温等措施提高rSO₂水平,有助于控制性降压个体化的管理。本研

究 A 组尽可能维持 rSO₂ 于指南推荐的 64±3 范围之内,如患者 rSO₂ 基础值较低,则尽可能维持 rSO₂ ≤ 基础值的 10%,控制性降压期间 rSO₂ 明显高于 C 组,减少了大脑缺血缺氧的发生。徐杏梅等^[9] 研究显示,MAP 维持于基础值的 100%~110% 可降低老年患者术后谵妄及苏醒期躁动发生率,并缩短住院时间,认为与术中局部脑氧饱和度升高有关。本研究认为过高的血压会增加术中出血量,并降低外科医师术野清晰度,尤其对 rSO₂ 良好的患者,没有必要术中维持较高的血压,只有耐心地使用 rSO₂ 监测对术中血压进行个体化管理,保证大脑免受手术及麻醉所导致循环低灌注的打击,才是有利于患者康复的良好策略^[10]。由于脑血流存在自主调节机制等原因,rSO₂ 监测难以准确地反映脑灌注的瞬间变化,但麻醉医师在 rSO₂ 显示下降趋势或绝对值较低时,及时介入处理,显然有益于患者术中的脑保护。

rSO₂ 监测指导麻醉管理可降低老年患者术后谵妄的发生率。研究显示老年骨科患者术后谵妄发生率较高,而谵妄与术后不良结局相关^[11-12]。术中维持较高的 rSO₂ 水平有助于减少术后谵妄及神经系统并发症的发生率^[13-14]。本研究 A 组术后谵妄的发生率降低,与上述研究结论类似。

rSO₂ 监测指导控制性降压还可降低老年患者术中液体出入量。王天龙^[15] 认为麻醉及外科手术期间,机体经历较大的体液容量改变,此改变亦是对脏器的伤害性刺激,尤其老年患者的心肺及肠道系统更易于遭受打击,导致术后并发症及恢复延迟。本研究 A 组较 C 组出血量、输液量及术毕尿量减少,患者液体出入量改变较小,可能与 rSO₂ 监测指导对控制性降压的个体化调控有关。

随着麻醉学向围手术期医学的转变,老年患者加快术后康复的要求逐渐提上日程。本研究术毕低体温、谵妄、恶心呕吐、寒战发生率及引流量降低,PACU 停留时间、进食时间及术后住院天数缩短,符合目前快速康复外科的管理理念,可能与使用 rSO₂ 监测指导麻醉管理,个体化地维持了手术期间大脑的氧供及氧需的平衡有关,亦可能与术中出血量及输液量减少有关。本研究对象为老年脊柱后路择期手术患者,研究样本量较小,结论有待进一步论证。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参 考 文 献

[1] Wang Y, Li L, Wang T, et al. The efficacy of near-infrared

spectroscopy monitoring in carotid endarterectomy: a prospective, single-center, observational study[J]. Cell Transplant, 2019, 28(2): 170-175. DOI: 10.1177 / 0963689718817760.

- [2] Jonsson M, Lindström D, Wanhainen A, et al. Near infrared spectroscopy as a predictor for shunt requirement during carotid endarterectomy[J]. Eur J Vasc Endovasc Surg, 2017, 53(6): 783-791. DOI:10.1016/j.ejvs.2017.02.033.
- [3] Brown CT, LaFlam A, Max L, et al. Delirium after spine surgery in older adults: incidence, risk factors, and outcomes [J]. J Am Geriatr Soc, 2016, 64(10):2101-2108. DOI:10.1111/jgs.14434.
- [4] 郑立山, 顾尔伟, 彭晓慧, 等. 目标导向血流动力学管理策略对老年合并脆弱心脏功能腹部手术患者转归的影响[J]. 中华医学杂志, 2016, 96(43):3464-3469. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2016.43.005.
- [5] 中华医学会麻醉学分会. 2017 版中国麻醉学指南与专家共识[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2017: 7-8.
- [6] Deschamps A, Hall R, Grocott H, et al. Cerebral oximetry monitoring to maintain normal cerebral oxygen saturation during high-risk cardiac surgery: a randomized controlled feasibility trial[J]. Anesthesiology, 2016, 124(4): 826-836. DOI: 10.1097/ALN.0000000000001029.
- [7] Brady KM, Hudson A, Hood R, et al. Personalizing the definition of hypotension to protect the brain[J]. Anesthesiology, 2020, 132(1): 170-179. DOI: 10.1097 / ALN.0000000000003005.
- [8] Wong C, Churilov L, Cowie D, et al. Randomised controlled trial to investigate the relationship between mild hypercapnia and cerebral oxygen saturation in patients undergoing major surgery[J]. BMJ Open, 2020, 10(2): e029159. DOI: 10.1136 / bmjopen-2019-029159.
- [9] 徐杏梅, 陈齐, 李云, 等. 不同血压调控水平对老年患者髋关节置换术中局部脑氧饱和度及术后谵妄的影响[J]. 临床麻醉学杂志, 2019, 35(12): 1161-1165. DOI: 10.12089 / jca.2019.12.004.
- [10] 王天龙, 王东信. 围术期脑状态的多学科调控是老年患者围术期脑健康的关键[J]. 中华医学杂志, 2019, 99(27): 2081-2083. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2019.27.001.
- [11] 朱纯纯, 方钱娟, 周巧云, 等. 老年骨科患者术后高活动性谵妄危险因素巢式病例对照研究[J]. 中华医学杂志, 2018, 98(40):3230-3234. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2018.40.003.
- [12] 中华医学会麻醉学分会老年人麻醉与围术期管理学组, 国家老年疾病临床医学研究中心, 国家老年麻醉联盟. 中国老年患者围手术期麻醉管理指导意见(2020版)(一)[J]. 中华医学杂志, 2020, 100(31):2404-2415. DOI: 10.3760/cma.j.cn112137-20200503-01406.
- [13] Eertmans W, De Deyne C, Genbrugge C, et al. Association between postoperative delirium and postoperative cerebral oxygen desaturation in older patients after cardiac surgery[J]. Br J Anaesth, 2020, 124(2): 146-153. DOI: 10.1016 / j. bja.2019.09.042.
- [14] 吴昊, 张雷, 程新琦, 等. 丙泊酚不同镇静深度对体外循环下心脏瓣膜置换术患者术后谵妄的影响: 与脑氧饱和度的关系[J]. 中华麻醉学杂志, 2017, 37(10):1163-1166. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1416.2017.10.003.
- [15] 王天龙. 老年患者围术期脆弱脏器保护——阻断或减弱脏器伤害性刺激[J]. 中华医学杂志, 2018, 98(10):721-722. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2018.10.001.

(收稿日期:2020-05-15)

(本文编辑:张媛)