

老年腹部手术患者术中脑氧饱和度变化与术后谵妄的相关性研究

李娟¹, 范丹², 李丹妮³

1. 电子科技大学医学院, 四川 成都 610072; 2. 四川省医学科学院·四川省人民医院(电子科技大学附属医院)麻醉科, 四川 成都 610072;
3. 四川省眉山市第二人民医院, 四川 眉山 620000

【摘要】 目的 评估接受腹部手术的老年患者术中局部脑氧饱和度(rScO₂)下降与术后谵妄(POD)发生的相关性,进一步探索 rScO₂ 下降的围术期相关风险因素。方法 2022 年 1 月至 2023 年 4 月于四川省人民医院择期腹部手术的老年患者 360 例。根据患者术中是否存在 rScO₂ 下降(rScO₂ 下降 \geq 10%基线值持续 \geq 30s)分为对照组和 rScO₂ 下降组。所有患者术中采用常规全身麻醉方法。全程进行 rScO₂ 监测,采集术中动脉血气。比较两组术前 1~3 天及术后 4~7 天认知功能。术后 1~3 天 POD 发生率及 4~7 天神经认知恢复延迟发生率,以及 rScO₂ 下降与 POD 关系,分析 rScO₂ 下降的相关危险因素。结果 共有 65 例患者 rScO₂ 下降(18.1%)。rScO₂ 下降组术前合并脑卒中患者及肥胖患者比例更高,手术及麻醉时间更长,术中麻黄碱用量更高,术中 rScO₂ 均值更低(均 $P<0.05$)。与对照组比较,rScO₂ 下降组患者术后 1~3 天 POD 发生率更高($P<0.001$)。多因素分析显示,术前合并脑卒中、肥胖是导致 rScO₂ 下降的风险因素,而更高的教育程度和更高的术中 rScO₂ 均值是避免 rScO₂ 下降的保护因素($P<0.05$)。结论 老年患者行择期腹部手术时,术中 rScO₂ 下降与术后 1~3 天更高的 POD 发生风险相关。

【关键词】 老年患者; 局部脑氧饱和度; 术后谵妄; 神经认知恢复延迟

【中图分类号】 R614.2

【文献标志码】 A

【文章编号】 1672-6170(2026)03-0155-06

Study on the correlation between postoperative changes in cerebral oxygen saturation and delirium in elderly patients undergoing abdominal surgery LI Juan¹, FAN Dan², LI Dan-ni³ 1. School of Medicine, University of Electronic Science and Technology of China, Chengdu 610072, China; 2. Department of Anesthesiology, Sichuan Academy of Medical Sciences & Sichuan Provincial People's Hospital (Affiliated Hospital of University of Electronic Science and Technology of China), Chengdu 610072, China; 3. Meishan Second People's Hospital, Meishan 620000, China

【Corresponding author】 LI Dan-ni

【Abstract】 **Objective** To evaluate the correlation between intraoperative regional cerebral oxygen saturation (rScO₂) and the occurrence of postoperative delirium (POD) in elderly patients undergoing abdominal surgery and further explore the perioperative risk factors for rScO₂ desaturation. **Methods** From January 2022 to April 2023, 360 elderly patients who underwent elective abdominal surgery in our hospital were included. The patients were divided into a control group and a rScO₂ desaturation group based on the presence of intraoperative rScO₂ desaturation (defined as a decrease of rScO₂ \geq 10% from baseline and lasting \geq 30 seconds). All patients received general anesthesia, with continuous intraoperative rScO₂ monitoring. Blood gas analysis was performed during the period. The cognitive function before 1~3 days of surgery and after 4~7 days of surgery were compared between the two groups. The incidence of POD and delayed neurocognitive recovery (DNR) were calculated for both groups. The relationship between rScO₂ desaturation and POD was analyzed, and potential risk factors for desaturation were explored. **Results** A total of 65 patients (18.1%) experienced a decrease in rScO₂ intraoperatively. Compared with the control group, patients with rScO₂ desaturation were more likely to have preoperative stroke and obesity. They also exhibited a longer surgical and anesthesia duration, higher ephedrine usage and lower average intraoperative rScO₂ value ($P<0.05$). The rScO₂ desaturation group had a higher POD incidence during postoperative day 1 to 3 ($P<0.001$). The multivariate logistic regression analysis revealed that preoperative stroke and obesity were risk factors for rScO₂ desaturation. Higher education level and higher intraoperative rScO₂ average value were protective factors against rScO₂ desaturation ($P<0.05$). **Conclusions** When elderly patients undergo elective abdominal surgery, a decrease in rScO₂ during surgery is associated with a higher risk of POD occurrence after 1~3 days of surgery.

【Key words】 Elderly patients; Regional cerebral oxygen saturation; Postoperative delirium; Delayed neurocognitive recovery

术后谵妄(postoperative delirium, POD)是老年患者围术期常见的中枢神经系统并发症,以注意力障碍、意识水平波动及认知功能急性改变为特征,发生率约 10%~65%^[1-3]。POD 不仅会延长住院时

间、加重医疗负担,更与患者术后长期认知功能下降及死亡率升高密切相关^[3]。尽管 POD 的具体病理机制尚未完全明确,但脑组织缺血缺氧已被证明是 POD 发生发展的重要机制^[3]。近红外光谱技术通过无创监测局部脑氧饱和度(regional cerebral oxygen saturation, rScO₂),为实时动态评估脑氧合的供需平衡提供了重要手段^[4-6]。术中 rScO₂ 下降(定义为较基线降低 $>20%$ 或绝对值 $<50%$)与术后

【基金项目】 四川省科技计划项目(编号: 2021YFS0375; 2022YFS0302)

【通讯作者】 李丹妮

认知功能障碍的关联已得到初步验证^[5,6]。目前有关 POD 的临床研究多基于术后结局分组,聚焦于回顾性分析 POD 围术期相关性风险因素,但此类研究思路难以揭示术中脑功能变化对术后认知功能的因果作用^[7,8]。本研究以术中 rScO₂ 下降事件作为分组依据,前瞻性探索在老年腹部手术人群中,术中 rScO₂ 下降与 POD 的相关性,并分析术中 rScO₂ 下降相关的围术期风险因素。

1 资料与方法

1.1 一般资料 2022 年 1 月至 2023 年 4 月于四川省人民医院择期腹部手术的老年患者 360 例。纳入标准:①年龄≥65 岁;②全身麻醉下手术时长≥2 h;③美国麻醉医师协会健康状况分级(ASA)分级 I~III 级;④预计住院≥4 天。排除标准:①术前认知障碍:简易精神评估量表(MMSE^[9])<24 分,或视听/语言功能障碍;②精神疾病/药物酒精依赖史;③患者拒绝。退出标准:撤回知情同意或发生严重不良事件(急性脑卒中、心力衰竭、术后疼痛评分(NRS^[10])>5 分、死亡)。所有受试者在被纳入研究前均签署知情同意书。本研究通过四川省人民医院伦理委员会审核:伦审(研)2022 年第 19 号)。本研究临床注册号:ChiCTR2200058401。

1.2 方法

1.2.1 术前访视 术前 1~3 天对患者进行术前访视,使用简易精神评估量表(MMSE)及蒙特利尔认知功能评分(MoCA^[11])评估患者认知功能,记录患者临床基线资料。术前访视均由不参与患者手术麻醉的研究者完成。

1.2.2 麻醉方法 ①患者入室后,建立静脉通道,常规监护。完全清醒状态下,于患者双侧额部放置 rScO₂ 监测电极及脑电双频谱指数监测电极。监测完毕后,无任何操作情况下,待患者平静 3 min 后分别记录患者吸空气时、吸入纯氧时(SpO₂≥98%)连续 3 次生命体征参数均值(血压、心率、SpO₂),作为患者基线生命体征参数。②麻醉诱导:所有患者接受全身麻醉。患者充分面罩吸氧后诱导开始。常规诱导,排除特殊用药。选择合适型号导管,确认导管位置合适后连接麻醉机,设置初始呼吸机参数。③麻醉维持:麻醉维持采用静吸复合麻醉。吸入麻醉药七氟烷联合丙泊酚 4~10 mg/(kg·h)和瑞芬太尼 8~10 μg/(kg·h)持续泵注。根据手术进展及患者生命体征变化调整麻醉维持药物用量。采集并记录术中各时间节点动脉血气数据:患者入室(T1)、手术开始 1 h(T2)、手术开始 2 h(T3)、手术结束(T4)。无禁忌证患者,术毕均使用阿托品+新斯的明拮抗。研究期间将 rScO₂ 监测仪的屏幕覆

盖,麻醉管理不以 rScO₂ 数值变化为依据。为了确保监测数据准确性,研究人员会每间隔 10 min 查看监护仪是否工作正常。rScO₂ 监测仪每 2 s 更新 rScO₂ 实时数据。若术中 rScO₂ 下降≥10% 基线值持续 30s 以上分为 rScO₂ 下降。研究人员记录自患者入室至手术结束的 rScO₂ 数据。患者术后 1~3 天使用自控镇痛泵镇痛。

1.3 观察指标 ①术后认知功能评估:于术后 1~3 天每天 8:00~10:00 使用意识模糊评估法(CAM)或监护室意识模糊评估法(CAM-ICU)量表^[12]进行 POD 评估;术后 4~7 天或出院前进行 MMSE 及 MoCA 量表评估。POD 诊断标准^[13]:患者术后 1~3 天内任一天 CAM/CAM-ICU 量表阳性,即判断患者发生 POD。神经认知恢复延迟(delayed neurocognitive recovery, DNR)诊断标准^[14]:计算 MoCA 量表术前后得分差值,若差值高于术前基线评分的 1 个标准差,即判断患者发生 DNR。术后访视均由不参与患者手术麻醉的研究者完成。②术后镇痛效果:使用 NRS 评估患者疼痛程度。③术中术后情况:术中 rScO₂ 数值、DNR 发生率、术前基线资料、术中动脉血气分析指标、术中血管活性药物种类及用量、术中麻醉药物用量、术中液体出入量、术后住院时长。

1.4 统计学方法 应用 SPSS 26.0 统计学软件进行数据分析。正态性计量资料数据以均数±标准差表示,组间比较使用两独立样本 *t* 检验;非正态性数据以中位数(四分位间距)表示,组间比较使用 Mann Whitney *U* 检验。计数资料以例数(%)表示,组间比较使用卡方检验或连续校正卡方检验。为识别 POD 的独立危险因素并深入探讨术中局部 rScO₂ 下降与 POD 的关联,本研究采用多因素 Logistic 回归模型进行分析。以 POD 发生情况(1=是,0=否)为因变量,自变量纳入标准包括:①单因素分析中筛选 *P*<0.1 的变量;②基于既往文献确定的临床重要协变量。在模型构建前,通过相关性矩阵诊断自变量间的多重共线性,若变量间相关系数绝对值≥0.7,则视为存在高度共线性并予以剔除,以确保回归模型的稳定性。*P*<0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组基线资料比较 360 例患者中,共发生 65 例术中 rScO₂ 下降,发生率为 18.06%。rScO₂ 下降组术前合并缺血性脑卒中患者及肥胖患者比例更高,手术及麻醉时间更长,术中麻黄碱用量更高,术中 rScO₂ 均值更低,差异有统计学意义(*P*<0.05)。其余基线指标在两组间比较,差异无统计学意义(*P*>0.05)。见表 1、表 2。

表 1 两组基线资料比较

项目	对照组(<i>n</i> =295)	rScO ₂ 下降组(<i>n</i> =65)	统计量	<i>P</i>
年龄(岁)	71(66,75)	70(68,75)	<i>Z</i> =-0.020	0.984
体重指数(kg/m ²)	22.91±2.76	23.67±3.39	<i>t</i> =-1.94	0.053
年龄分级[<i>n</i> (%)]			$\chi^2=0.10$	0.951
	65~70(岁)	28(43.08)		
	70~80(岁)	32(49.23)		
	≥80(岁)	5(7.69)		
男性[<i>n</i> (%)]	88(29.83)	22(33.85)	$\chi^2=0.43$	0.510
肥胖[<i>n</i> (%)]	1(0.34)	3(4.62)	$\chi^2=9.84$	0.002
教育程度[<i>n</i> (%)]			$\chi^2=6.33$	0.042
	小学及以下	40(61.54)		
	中学	14(21.54)		
	高中以上	11(16.92)		
ASA 分级[<i>n</i> (%)]	208(70.51)	41(63.08)	$\chi^2=1.43$	0.231
合并症[<i>n</i> (%)]			$\chi^2=10.58$	0.001
	缺血性脑卒中	40(61.54)		
	高血压	40(61.54)	$\chi^2=1.64$	0.200
	糖尿病	15(23.08)	$\chi^2=1.12$	0.292
	冠心病	10(15.38)	$\chi^2=0.03$	0.858
	心律失常	5(7.69)	$\chi^2=0.41$	0.521
	心脏病	17(26.15)	$\chi^2=0.50$	0.481
	贫血	27(41.54)	$\chi^2=0.15$	0.698
	低蛋白血症	2(3.08)	$\chi^2=0.11$	0.735
	肾功能不全	3(4.62)	$\chi^2=0.46$	0.498
	慢性阻塞性肺疾病	10(15.38)	$\chi^2=0.35$	0.555
	认知功能障碍	6(9.23)	$\chi^2=0.03$	0.866
	严重感染	2(3.08)	$\chi^2=0.86$	0.355
血红蛋白(g/dl)	122(106,136)	123(99,131)	<i>Z</i> =-0.61	0.539
红细胞比容(Hct)	38.10(33.20,41.50)	38.20(31.90,40.50)	<i>Z</i> =-0.32	0.749
白细胞计数($\times 10^9/L$)	5.59(4.48,6.63)	5.62(4.44,7.53)	<i>Z</i> =-0.73	0.466
白蛋白(g/L)	39.80(37.10,42.70)	39.90(36.90,41.90)	<i>Z</i> =-0.30	0.768
肌酐($\mu\text{mol/L}$)	74.70(64,86)	76(62,88)	<i>Z</i> =-0.11	0.916
血糖(mmol/L)	5.03(4.51,5.71)	5.13(4.60,5.81)	<i>Z</i> =-0.39	0.695

表 2 两组术中及术后资料比较

项目	对照组(<i>n</i> =295)	rScO ₂ 下降组(<i>n</i> =65)	统计量	<i>P</i>
术后 MMSE(分)	27(26,28)	27(26,28)	<i>Z</i> =-1.09	0.276
术后 MoCA(分)	20(18,22)	20(18,21)	<i>Z</i> =-1.29	0.198
住院天数(天)	9(7,13)	10(8,14)	<i>Z</i> =-0.63	0.528
舒芬太尼用量(μg)	30(25,35)	30(25,35)	<i>Z</i> =-0.30	0.763
苯肾上腺素用量(μg)	0(0,0)	0(0,0)	<i>Z</i> =-0.78	0.437
阿托品用量(mg)	0.50(0.50,0.50)	0.50(0.50,0.50)	<i>Z</i> =-0.85	0.397
晶体液用量(ml)	1500(1100,1800)	1500(1200,2000)	<i>Z</i> =-1.66	0.096
胶体液用量(ml)	500(400,700)	500(500,800)	<i>Z</i> =-0.97	0.330
尿量(ml)	300(200,500)	400(200,600)	<i>Z</i> =-1.49	0.137
诱导时间(min)	4(3.02,5.04)	4.43(3.28,5.45)	<i>Z</i> =-1.44	0.150
麻醉时间(h)	4.20(3.20,5.32)	4.90(3.80,6.30)	<i>Z</i> =-2.75	0.006
手术时间(h)	3.57(2.64,4.64)	4.35(3.08,5.92)	<i>Z</i> =-2.65	0.008
术中血气分析				
血红蛋白最小值(g/dl)	96(84,109)	96(81,103)	<i>Z</i> =-1.18	0.238
红细胞比容最小值	0.31(0.27,0.34)	0.30(0.25,0.33)	<i>Z</i> =-2.14	0.032
乳酸最大值(mmol/L)	0.80(0.70,1.10)	0.90(0.70,1.10)	<i>Z</i> =-1.33	0.184

项目	对照组 (n=295)	rScO ₂ 下降组 (n=65)	统计量	P
动脉血氧分压最小值 (mmHg)	205 (170.50, 229.50)	200 (176, 229)	Z=-0.73	0.462
动脉二氧化碳分压最大值 (mmHg)	42 (39, 46)	41 (38, 45)	Z=-1.93	0.053
体位 (%)	平卧位 164 (54.13)	39 (60.00)	$\chi^2=0.75$	0.388
	头低位 139 (45.87)	26 (40.00)		
手术方式 (%)	开腹 98 (32.34)	23 (35.38)	$\chi^2=0.22$	0.636
	腹腔镜 205 (67.66)	42 (64.62)		
升压药物使用 [n(%)]	269 (88.78)	61 (93.85)	$\chi^2=1.48$	0.223
基线 rScO ₂ 均值 (%)	61.55 (59.33, 63.56)	62.58 (58.54, 64.37)	Z=-0.97	0.332
术中 rScO ₂ 均值 (%)	64.08 (61.90, 66.05)	62.12 (59.41, 64.30)	Z=-4.53	<0.001
术后疼痛评分最大值 (分)	3 (2, 3)	3 (2, 3)	Z=-0.58	0.564

2.2 两组术后 POD 发生率比较 rScO₂ 下降组患者三天 POD 评估中, rScO₂ 下降组 POD 发生率均高于术后 1~3 天 POD 发生率更高 ($P<0.05$)。术后连续对照组, 差异有统计学意义 ($P<0.05$)。见表 3。

表 3 两组术后 POD 发生率比较 [n(%)]

组别	术后 1~3 天 POD	术后第一天 POD	术后第二天 POD	术后第三天 POD	术后 1~3 天 DNR
对照组 (n=303)	82 (27.80)	71 (24.10)	63 (21.40)	50 (18.40)	56 (19.00)
rScO ₂ 下降组 (n=65)	30 (46.20)	27 (41.50)	26 (40.00)	22 (33.80)	11 (16.90)
χ^2	9.22	8.80	10.89	8.16	0.16
P	0.004	0.004	0.002	0.002	0.601

2.3 术中 rScO₂ 下降的影响因素分析 多因素 Logistic 回归发现, 术前合并脑卒中 ($P=0.032$)、肥胖 ($P=0.047$) 是导致 rScO₂ 下降的风险因素; 更高的教育程度 ($P=0.019$) 和更高的术中 rScO₂ 均值 ($P<0.001$) 是 rScO₂ 下降的保护因素。见表 4。

表 4 术中 rScO₂ 下降的围术期影响因素分析

因素	B	SE	Wald χ^2	P	OR	95% CI
术前合并脑卒中	0.69	0.32	4.62	0.032	1.98	1.06~3.71
年龄 (岁)	-0.01	0.03	0.23	0.629	0.99	0.93~1.04
ASA 分级	-0.49	0.32	2.33	0.127	0.61	0.32~1.15
肥胖	2.36	1.19	3.94	0.047	10.59	1.03~108.88
中学	-0.86	0.37	5.50	0.019	0.43	0.21~0.87
中学以上	-0.62	0.41	2.28	0.131	0.54	0.24~1.20
麻醉时间 (h)	0.14	0.09	2.57	0.109	1.16	0.97~1.38
红细胞比容最小值	-4.71	3.02	2.44	0.119	0.01	0~3.34
术中 rScO ₂ 均值	-0.15	0.04	13.26	<0.001	0.86	0.79~0.93

3 讨论

随着医疗技术的发展, 老年患者接受手术麻醉治疗的比例显著上升, 约 37% 的老年患者需接受手术麻醉干预^[15]。POD 作为老年患者术后最常见的认知并发症, 其与住院时间延长、病死率升高、生活质量下降密切相关^[16]。本研究聚焦老年大型腹部手术这一 POD 高风险人群, 通过分析发现: 术中发生 rScO₂ 下降的患者 POD 发生风险显著升高; 进一步揭示术前合并脑卒中、肥胖是导致 rScO₂ 下降的危险因素, 而更高的教育水平及更高的术中 rScO₂ 均值是保护因素。

本研究通过前瞻性队列分析发现, 术中 rScO₂ 下降与术后 1~3 天 POD 发生关系密切。然而多项研究结论不一致, 其异质性显著的原因在于术中 rScO₂ 下降的阈值设定。本研究中 rScO₂ 下降的阈值设定主

要基于既往文献及临床实践经验。一项单肺通气的队列研究指出, 以左侧 rScO₂ 较基线下降 $\geq 10\%$ 且绝对值 $< 90\%$ 或右侧 rScO₂ $< 85\%$ 并持续 ≥ 15 秒为阈值, 发现该指标与 POD 风险升高相关^[17]; 而另一项聚焦单肺通气的 rScO₂ 绝对值研究则提出, rScO₂ 绝对值 $< 65\%$ 且持续 ≥ 3 min 是 POD 的独立预测因子^[6]。上述研究结果的异质性提示, rScO₂ 的生理意义具有动态波动特征: 短时轻度下降 (如 15 秒内) 可能源于术中血流动力学、体位变化、探头移位等生理性因素引起的脑血流短暂调整; 而持续重度下降 (持续 3 min) 则更可能反映脑灌注不足或代谢需求失衡等病理性损伤, 与 POD 发生风险的相关性更强。基于上述研究, 考虑到敏感性以及生理性混杂因素干扰, 本研究将术中 rScO₂ 下降 $\geq 10\%$ 持续 ≥ 30 s 设定为下降阈值。为验证结果的稳健性, 本研究进一步构建多因素

Logistic 回归模型,校正后结果显示三组模型中 $rScO_2$ 下降与 POD 的关联强度(OR 值)及显著性水平(P 值)保持一致,提示研究结果具有较好的稳健性。

本研究通过单因素及多因素 Logistic 回归分析,明确了术中 $rScO_2$ 下降的关键影响因素,其中术前合并脑卒中、肥胖作为独立危险因素,更高的教育程度及术中 $rScO_2$ 均值作为保护因素,为围术期脑保护策略的精准化提供了科学证据。术前合并脑卒中的患者存在脑血管储备功能的不可逆损伤^[18,19],其机制可能是脑白质高信号、微小梗死灶及神经血管单元功能障碍,导致静息状态下脑血管自动调节曲线右移,对低血压的耐受阈值显著降低。麻醉诱导期血压波动、体位变化或手术应激更易突破大脑的临界灌注压,造成局部脑功能调节失衡,最终表现为 $rScO_2$ 持续性下降^[19]。肥胖可通过多维度机制加剧脑缺氧风险。首先,肥胖本身引起的相关代谢紊乱可诱发血管内皮功能障碍^[20],降低脑微血管密度及血流储备能力;其次,脂肪组织堆积导致胸壁顺应性下降、膈肌上抬,机械通气期间易出现低氧血症及高碳酸血症,间接抑制脑组织氧摄取能力^[21,22]。

教育程度与 $rScO_2$ 下降的负相关性,提示认知储备可能是重要的调节因素。教育程度较高的个体通常具备更强的神经可塑性和认知代偿能力^[23],其大脑神经网络连接更复杂,对缺血缺氧的耐受阈值更佳。同时,教育背景可能通过影响患者健康行为(如戒烟、限酒、规律运动)及围术期依从性(如主动配合术前评估、控制基础疾病),从而间接改善脑氧合状态。

术中 $rScO_2$ 均值作为直接保护因素,凸显了动态维持术中脑氧合的核心地位。较高的 $rScO_2$ 均值提示脑氧供充足,减少了因脑组织低灌注导致的缺氧事件。当手术刺激或体温升高导致脑氧代谢率增加时,机体维持稳定的 $rScO_2$ 均值,这表明机体脑血管扩张可增加脑血流量的代偿机制,实现了供需平衡;若 $rScO_2$ 均值持续下降,则提示代偿机制失衡,这可能导致乳酸堆积及神经元能量耗竭,最终导致不可逆脑损伤。

综上所述,术中 $rScO_2$ 下降是老年患者 POD 的独立风险因素。术前合并脑卒中病史或肥胖是术中 $rScO_2$ 下降的风险因素,而较高的文化程度水平及术中维持较高的 $rScO_2$ 均值是保护性因素。本研究结果为高危人群的围术期管理提供了明确方向。对于术前合并脑卒中或肥胖的患者,需在术前评估中强化脑血管功能筛查,术中实施全程脑氧监测,维持较稳定的 $rScO_2$ 均值。考虑到教育程度差异,结合教育程度分层制定沟通与配合策略,进一步提升脑保护效果

具有一定意义。未来应该进一步开展干预性研究,针对特殊人群,如脑卒中病史及肥胖患者,在术中实施 $rScO_2$ 动态监测并结合积极干预策略,以期降低 POD 发生率,改善患者术后认知转归。

【参考文献】

- [1] Evered LA, Chan MTV, Han R, et al. Anaesthetic depth and delirium after major surgery: a randomised clinical trial[J]. Br J Anaesth, 2021, 127(5): 704-712.
- [2] Evered L, Silbert B, Knopman DS, et al. Recommendations for the nomenclature of cognitive change associated with anaesthesia and surgery—2018[J]. Br J Anaesth, 2018, 121(5): 1005-1012.
- [3] Dilmen OK, Meco BC, Evered LA, et al. Postoperative neurocognitive disorders: a clinical guide[J]. J Clin Anesth, 2024, 92: 111320.
- [4] Robu CB, Koninckx A, Docquier MA, et al. Advanced age and sex influence baseline regional cerebral oxygen saturation as measured by near-infrared spectroscopy: subanalysis of a prospective study[J]. J Cardiothorac Vasc Anesth, 2020, 34(12): 3282-3289.
- [5] Moore CC, Yu S, Aljure O. A comprehensive review of cerebral oximetry in cardiac surgery[J]. J Card Surg, 2022, 37(12): 5418-5433.
- [6] Roberts ML, Lin HM, Tinuoye E, et al. The association of cerebral desaturation during one-lung ventilation and postoperative recovery: a prospective observational cohort study[J]. J Cardiothorac Vasc Anesth, 2021, 35(2): 542-550.
- [7] Mevorach L, Forookhi A, Farcomeni A, et al. Perioperative risk factors associated with increased incidence of postoperative delirium: systematic review, meta-analysis, and grading of recommendations assessment, development, and evaluation system report of clinical literature[J]. Br J Anaesth, 2023, 130(2): e254-e262.
- [8] Zhao Q, Wan H, Pan H, et al. Postoperative cognitive dysfunction-current research progress [J]. Front Behav Neurosci, 2024, 18: 1328790.
- [9] Li H, Jia J, Yang Z (2016) Mini-mental state examination in elderly Chinese: a population-based normative study[J]. J Alzheimers Dis, 2026, 52(2): 487-496.
- [10] Castarlenas E, Jensen MP, Von Baeyer CL, et al. Psychometric properties of the numerical rating scale to assess self-reported pain intensity in children and adolescents: a systematic review[J]. Clin J Pain, 2017, 33(4): 376-383.
- [11] Chen S, Zhang H, Zhang Y. Effect of transverse thoracic muscle plane block on postoperative cognitive dysfunction after open cardiac surgery: a randomized clinical trial[J]. J Cell Mol Med, 27: 976-981.
- [12] Shaeff S, Shankar P, Mueller AL, et al. Intraoperative oxygen concentration and neurocognition after cardiac surgery[J]. Anesthesiology, 2021, 134(2): 189-201.
- [13] Hu J, Li CJ, Wang BJ, et al. The sensitivity and specificity of statistical rules for diagnosing delayed neurocognitive recovery with montreal cognitive assessment in elderly surgical patients: a cohort study[J]. Medicine, 2020, 99(29): e21193.
- [14] Sørensen H, Grocott HP, Secher NH. Near infrared spectroscopy for frontal lobe oxygenation during non-vascular abdominal surgery [J]. Clin Physiol Funct Imaging, 2016, 36(6): 427-435.