doi:10.11659/jjssx.05E022073

·临床研究·

局部脑氧饱和度与血浆 β-淀粉样蛋白对术后认知功能障碍的影响

张东莹,马 龙,王甲正,陈永学 (邯郸市中心医院麻醉科,河北 邯郸 056000)

[摘 要] **目的** 探讨局部脑氧饱和度(rSO_2)与血浆 β-淀粉样蛋白(Aβ)对术后认知功能障碍(POCD)的影响。**方法** 选取我院收治的择期行心脏手术的患者 86 例,根据患者是否发生 POCD 将其分为 POCD 组与非 POCD 组。比较 2 组患者围术期临床资料,并采用多因素 *Logistic* 回归分析明确患者发生 POCD 的独立危险因素,绘制受试者工作特征(*ROC*)曲线分析 $rSO_2\%_{max}$、Aβ 对 POCD 的预测价值。**结果** 86 例患者中,有 29 例发生 POCD,发生率为 33.72%。POCD 组与非 POCD 组患者年龄、受教育程度、冠脉阻断时间、机械通气时间、$rSO_2\%_{max}$、Aβ 水平比较差异有统计学意义($P<0.05$)。多因素 *Logistic* 回归分析结果显示,年龄≥55 岁、受教育程度为小学及以下、Aβ≤102.45 pg/mL、$rSO_2\%_{max}$≤11.15%是患者发生 POCD 的独立危险因素($P<0.05$)。当 $rSO_2\%_{max}$ 最佳临界值为 10.24%时,预测 POCD 的曲线下面积(*AUC*)为 0.894(95% *CI*:0.847~0.951),敏感度和特异度分别为 86.21%、82.76%。Aβ 最佳临界值为 91.85 pg/mL 时,预测 POCD 的 *AUC* 为 0.902(95% *CI*:0.851~0.988),敏感度和特异度分别为 89.66%、86.21%。二者联合时预测 POCD 的 *AUC* 为0.913(95% *CI*:0.859~1.000),敏感度和特异度分别为 93.10%、89.66%。**结论** 年龄≥55 岁、受教育程度为小学及以下、Aβ≤102.45 pg/mL、$rSO_2\%_{max}$≤11.15%是心脏手术患者发生 POCD 的独立危险因素。$rSO_2\%_{max}$联合 Aβ 可提高对 POCD 的预测效能。

[关键词] 术后认知功能障碍;局部脑氧饱和度;血浆 β-淀粉样蛋白;预测价值

[中图分类号] R614.2 [文献标识码] A [收稿日期] 2022-05-16

Effect of regional cerebral oxygen saturation and plasma amyloid β-protein on postoperative cognitive dysfunction

ZHANG Dong-ying, MA Long, WANG Jia-zheng, CHEN Yong-xue (Department of Anesthesiology, Handan Central Hospital, Handan Hebei 056000, China)

Abstract: Objective To investigate the effect of regional cerebral oxygen saturation (rSO_2) and plasma amyloid β-protein (Aβ) on postoperative cognitive dysfunction(POCD). **Methods** A total of 86 patients who underwent elective cardiac surgery in our hospital were selected and divided into the POCD group and the non-POCD group according to whether POCD occurred. The perioperative clinical data of the two groups were compared. Multivariate *Logistic* regression analysis was used to identify the independent risk factors for POCD, and the *receiver operating characteristic* (*ROC*) curve were drawn to analyze the predictive value of $rSO_2\%_{max}$ and Aβ for POCD. **Results** Among 86 patients, 29 patients developed POCD, with an incidence of 33.72%. There were statistically significant differences in age, education level, coronary occlusion time, mechanical ventilation time, $rSO_2\%_{max}$ and Aβ level between the POCD group and the non-POCD group ($P<0.05$). Multivariate *Logistic* regression analysis showed that age ≥55 years old, education level of primary school or below, Aβ ≤102.45 pg/mL and $rSO_2\%_{max}$ ≤11.15% were the independent risk factors for POCD in patients ($P<0.05$). When the optimal critical value of $rSO_2\%_{max}$ was 10.24%, the *area under the curve* (*AUC*) for predicting POCD was 0.894 (95% *CI*: 0.847 to 0.951), and the sensitivity and specificity were 86.21% and 82.76%, respectively. When the optimal critical value of Aβ was 91.85 pg/mL, the *AUC* for predicting POCD was 0.902 (95% *CI*: 0.851 to 0.988), and the sensitivity and specificity were 89.66% and 86.21%, respectively. When $rSO_2\%_{max}$ combined with Aβ, the *AUC* for predicting POCD was 0.913 (95% *CI*: 0.859 to 1.000), and the sensitivity and specificity were 93.10% and 89.66%, respectively. **Conclusion** Age ≥55 years old, education level of primary school or below, Aβ≤102.45 pg/mL and $rSO_2\%_{max}$≤11.15% are the independent risk factors for POCD in patients with cardiac surgery. $rSO_2\%_{max}$ combined with Aβ can improve the predictive efficiency for POCD.

Keywords: postoperative cognitive dysfunction; regional cerebral oxygen saturation; plasma amyloid β-protein; predictive value

[基金项目] 河北省 2021 年年度医学科学研究课题计划(20210382)

[通信作者] 陈永学,E-mail:yxch1970@163.com

术后认知功能障碍(postoperative cognitive dysfunction,POCD)是手术后出现的一种中枢神经系统并发症,主要表现为患者精神错乱、焦虑、记忆力受损等[1],临床上将这种术后人格、社交能力变化以及智力功能退化现象统称为 POCD[2]。研究显示,不同类型手术的 POCD 发病率不同(25% ~80%),其中心脏手术患者 POCD 的发病率为 33% ~83%,且部分患者 POCD 会进展为永久性认知功能损害[3-4],严重威胁患者健康与生活质量。因此,有效降低 POCD 的发病率对于临床以及社会具有重要意义。目前,POCD 的发病机制尚未完全明确,学者认为主要与手术、体外循环、麻醉、栓塞、炎症反应等围术期因素以及患者年龄、认知程度等因素密切相关[5],上述因素最终与大脑缺血以及氧供需失衡有关。既往研究中 POCD 的评估多采用量表形式进行,存在一定的主观性,评估结果存在一定的偏差。局部脑氧饱和度(regional cerebral oxygen saturation,rSO_2)是通过测定脑组织中近红外线吸收与反射情况,实时反馈患者脑部氧合情况,可有效评估脑氧供需平衡以及脑血流变化。有研究指出,rSO_2 与认知功能密切相关,关注 rSO_2 变化对评估 POCD 具有积极作用[6]。有研究证实,血浆 β-淀粉样蛋白(amyloid β-protein,Aβ)沉积与神经元退行性病变密切相关[7]。目前,关于 rSO_2 与 Aβ 联合用于评估 POCD 的研究较少,其应用效果尚不明确,故本研究通过比较 POCD 患者与非 POCD 患者的临床资料及手术前后相关指标,并分析 POCD 的危险因素,以期为临床 POCD 预防及降低其发生率提供参考。

1 资料与方法

1.1 临床资料

选取我院 2019 年 1 月至 2021 年 12 月收治的择期行心脏手术的患者 86 例,年龄 18 ~65 岁。纳入标准:①行择期房间隔缺损或室间隔缺损手术;②病历资料完整;③术前经超声检测左心室射血分数≥50%;④血常规检测证实肝、肾功能无明显异常;⑤经术前评估可耐受手术,美国麻醉医师协会(American Society of Anesthesiologist,ASA)分级为Ⅰ、Ⅱ级。排除标准:①有心肌梗死病史、血栓栓塞病史、精神类疾病史、心脏病史等;②合并恶性肿瘤、感染性疾病;③肝、肾功能不全以及凝血功能异常;④失访或资料不全;⑤处于急性感染期、妊娠哺乳期;⑥术前合并认知功能障碍。本研究符合《赫尔辛基宣言》中关于医学伦理的建议,获我院医学伦理委员会批准(HDZXYY-0108SW861210),患者均签署知情同意书。

1.2 方法

POCD 诊断标准:采用简易智力状况检查法(mini-mental state examination,MMSE)量表,分别于手术前后对患者的定向力、记忆力、计算能力、回忆力进行定量认知功能评估,分值 0 ~30 分,27 分及以上为正常,27 分以下为认知功能障碍。将术后量表评分低于 27 分以及低于术前基线值 2 分判定为 POCD。根据患者是否发生 POCD 将其分为 POCD 组与非 POCD 组。

收集所有患者的年龄、性别、体质量、受教育程度、合并疾病、吸烟史、酗酒史等术前资料。术中术后资料:①局部 rSO_2 监测,采用近红外光谱仪技术进行连续监测,电极置于患者右前额,通过红外检测反馈信号评估头颅闭合状态下氧合血红蛋白与还原血红蛋白水平,得出局部 rSO_2,数据自动传输至计算机进行统计,计算 rSO_2% 较基线降低的最大百分数($rSO_2\%_{max}$);②血清指标检测,分别于术中与术后采集患者空腹静脉血,离心后取上层血清,采用 ELISA 法测定 Aβ 水平,根据试剂盒说明书建立标准曲线,将测得的 OD 值与标准曲线对照得出 Aβ 水平;③记录体外循环(cardiopulmonary bypass,CPB)时间、冠脉阻断时间、机械通气时间、术中最低红细胞比容(red blood cell specific volume,HCT)、术中最低鼻咽温、术中最高乳酸(lactic acid,Lac)、手术时间以及住院时间等资料。

1.3 观察指标

记录患者 POCD 的发生率,采用单因素分析比较 POCD 组与非 POCD 组患者的临床资料。对上述存在差异的因素进一步行 *Logistic* 回归分析,明确患者发生 POCD 的独立危险因素。绘制受试者工作特征(*receiver operating characteristic*,*ROC*)曲线分析 $rSO_2\%_{max}$、Aβ 对 POCD 的预测价值。

1.4 统计学方法

应用 SPSS 19.0 软件分析数据,经 *K-S* 正态性检验数据均符合正态分布,以均数 ± 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,组间比较采用独立样本 t 检验;计数资料以率(%)表示,采用 χ^2 检验,等级资料采用秩和检验,$P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 POCD 与非 POCD 患者临床资料比较

86 例患者中,有 29 例术后发生 POCD,发生率为

33.72%。2组患者年龄、受教育程度、冠脉阻断时间、机械通气时间、$rSO_2\%_{max}$、Aβ水平比较差异有统计学意义($P<0.05$),而性别、体质量、手术类型、ASA分级、术前LVEF、术前LVED、合并基础疾病、吸烟史、酗酒史等比较差异无统计学意义($P>0.05$),见表1。

2.2 POCD发生的多因素回归分析

多因素*Logistic*回归分析结果显示,年龄≥55岁、受教育程度为小学及以下、Aβ≤102.45 pg/mL、$rSO_2\%_{max}$≤11.15%是患者发生POCD的独立危险因素($P<0.05$),见表2。

表1 POCD组与非POCD组患者临床资料比较

项目		POCD组($n=29$)	非POCD组($n=57$)	$\chi^2/t/Z$	P
性别[例(%)]	男	19(65.52)	35(61.40)	0.139	0.709
	女	10(34.48)	22(38.60)		
年龄(岁)		58.72±10.18	54.69±7.74	2.047	0.044
体质量(kg)		71.26±4.67	70.94±4.55	0.306	0.761
受教育程度[例(%)]	小学及以下	11(37.93)	18(31.58)	5.460	0.000
	中学	16(55.17)	21(36.84)		
	大专及以上	2(6.90)	18(31.58)		
手术类型[例(%)]	房间隔缺损	16(55.17)	34(59.65)	0.162	0.691
	室间隔缺损	13(44.83)	23(40.35)		
ASA分级[例(%)]	Ⅰ级	17(58.62)	31(54.39)	0.141	0.709
	Ⅱ级	12(41.38)	26(45.61)		
术前LVEF(%)		62.32±5.15	64.04±6.22	1.453	0.150
术前LVED(mm)		52.21±5.08	54.08±5.21	1.587	0.116
合并高血压[例(%)]		10(34.48)	19(33.33)	0.011	0.915
合并心梗[例(%)]		1(3.44)	2(3.51)	0.000	0.988
合并稳定性心绞痛[例(%)]		5(17.24)	8(14.04)	0.154	0.695
合并不稳定性心绞痛[例(%)]		2(6.90)	4(7.02)	0.000	0.983
合并房颤[例(%)]		2(6.90)	5(8.77)	0.090	0.764
合并高血脂[例(%)]		6(20.69)	9(15.79)	0.321	0.571
吸烟史[例(%)]		11(37.93)	29(50.88)	1.295	0.255
酗酒史[例(%)]		3(10.34)	7(12.28)	0.070	0.791
手术时间(min)		192.42±20.45	190.54±21.98	0.024	0.981
CPB时间(min)		94.72±15.18	93.99±15.24	0.210	0.834
冠脉阻断时间(min)		75.26±10.97	68.24±9.58	3.058	0.003
机械通气时间(h)		13.58±3.32	10.84±2.63	4.173	0.000
术后住院时间(d)		7.32±1.65	6.84±1.21	1.533	0.129
术中最低HCT(%)		23.61±5.48	22.98±5.37	0.511	0.611
术中最低鼻咽温(℃)		33.69±2.12	32.83±2.46	1.603	0.113
术中最高Lac(mmol/L)		1.61±0.42	1.59±0.44	0.202	0.840
$rSO_2\%_{max}$(%)		13.36±1.72	7.93±1.04	18.220	0.000
Aβ水平(pg/mL)		161.47±19.25	73.98±9.71	28.096	0.000

表2 POCD发生的多因素回归分析

因素	赋值	B	SE	$Wald$	P	OR	95% CI
年龄	1=≥55岁,0=<55岁	0.396	0.172	5.311	0.021	1.486	1.062~2.081
受教育程度	1=小学及以下,0=中学及以上	0.133	−0.059	5.065	0.024	1.142	1.282~6.979
Aβ	1=≤102.45 pg/mL,0=>102.45 pg/mL	0.232	0.106	4.812	0.028	1.261	1.025~1.553
$rSO_2\%_{max}$	1=≤11.15%,0=>11.15%	0.376	0.144	6.800	0.009	1.457	1.098~1.933

2.3 $rSO_2\%_{max}$、Aβ联合预测POCD的价值

$rSO_2\%_{max}$最佳临界值为10.24%时,预测POCD的*ROC*曲线下面积(*area under the curve*,*AUC*)为0.894(95% *CI*:0.847~0.951),敏感度和特异度分别为86.21%、82.76%。Aβ最佳临界值为91.85 pg/mL时,预测POCD的*AUC*为0.902(95% *CI*:0.851~0.988),敏感度和特异度分别为89.66%、86.21%。二者联合时预测POCD的*AUC*为0.913(95% *CI*:0.859~1.000),敏感度和特异度分别为93.10%、89.66%,见表3、图1。

表 3 POCD 发生危险因素效能分析

变量	灵敏度	特异度	*AUC*	95% *CI*
$rSO_2\%_{max}$	86.21	82.76	0.894	0.847~0.951
Aβ	89.66	86.21	0.902	0.851~0.988
二者联合	93.10	89.66	0.913	0.859~1.000

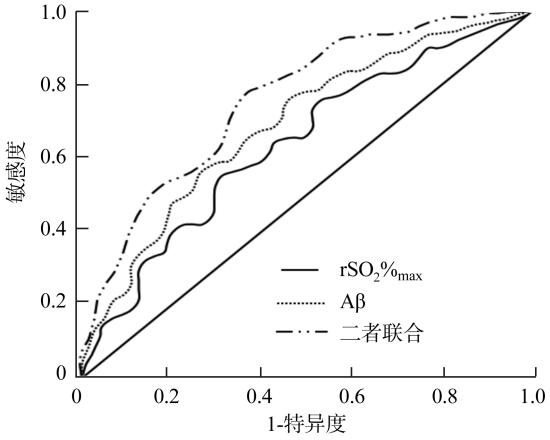


图 1 $rSO_2\%_{max}$、Aβ 联合检测对患者 POCD 发生的预测价值

3 讨论

POCD 指术前无精神障碍的患者手术后受多种因素的影响出现认知能力减退、记忆力受损、社交能力衰退以及焦虑等多种脑功能紊乱现象[8]。相关研究显示,心脏手术患者 POCD 的发病率显著升高,其主要与患者合并基础疾病、受教育程度、年龄等因素有关[9],同时围术期手术操作、麻醉、应激反应、体外循环等因素亦有一定影响,而这些因素最终与脑缺血以及脑氧供需失衡有关。POCD 的发生是诸多因素相互协同作用的结果,研究显示,少数患者会发展为永久性的认知功能损伤,对其临床治疗效果与生活质量造成不良影响,在一定程度上使得医疗成本增加[10]。因此,降低并预防 POCD 的发生具有重大的现实意义。

本研究结果显示,86 例心脏手术患者中 POCD 的发生率为 33.72%,与既往研究结果相当[10]。本研究结果显示,年龄、受教育程度、Aβ 水平、$rSO_2\%_{max}$ 是患者发生 POCD 的独立危险因素。既往研究证实,年龄增长与术前患者认知功能降低是 POCD 发生的共同危险因素,年龄增长引起机体中枢神经系统退行性改变,且老年患者自身脑血流的调节功能衰退,二者在 POCD 的发生中发挥基础作用[11]。另外,由于老年患者肝、肾功能存在不同程度的衰退,对药物的清除能力下降,手术时在麻醉以及应激反应的影响下会加重对认知功能的损伤,导致 POCD 发生。有研究证实,POCD 多发生于 60 岁以上老年患者,其原因主要与老年患者中枢神经系统功能降低以及血流动力学调节能力下降有关[12]。Li 等[13]研究指出,骨科手术患者年龄每增加 1 岁,患者术后继发 POCD 的风险增加 33.90%。另有研究指出,受教育程度与 POCD 的发生密切相关,患者受教育的时间越长,认知储备相应越高,患者认知功能衰退的进程可得到一定程度延缓[14]。因此,受教育程度越高的患者 POCD 的发生率越低。

rSO_2 是一种无创监测脑氧供需平衡的新型方式,主要通过测定脑部动静脉血以及毛细血管血液的相对比例,取脑组织中动静脉血氧饱和度的加权平均值反映脑氧供需动态平衡状态[15]。有研究显示,密切监测 rSO_2 变化并维持在一定范围,对改善患者预后、减轻神经损伤以及减少 POCD 的发生具有积极作用[16]。心脏手术患者 POCD 的发生率较高,实时监测 rSO_2 可有效反映患者大脑皮质缺血性动态变化以及脑氧供需平衡状态。rSO_2 受年龄、体温、血压、脑灌注量、探头位置、麻醉深度、通气方式等多种因素影响,因此,围术期应对上述因素加以预防与干预,降低其对 rSO_2 的影响,从而有效控制 rSO_2 的动态变化趋势。有研究指出,心脏手术中监测 rSO_2 可使脑损伤以及神经认知功能损伤最小化,有助于降低医疗成本以及缩短住院时间[17]。研究显示,rSO_2 低于 50% 或 $rSO_2\%_{max}$ 下降超过 20%,患者术后认知功能障碍发生率明显升高[18]。本研究结果显示,$rSO_2\%_{max}$ 最佳临界值为 10.24% 时,预测 POCD 的 *AUC* 为 0.894,敏感度和特异度最高分别为 86.21%、82.76%,提示监测 $rSO_2\%_{max}$ 对 POCD 有较好的预测价值。$rSO_2\%_{max}$ 作为 rSO_2 最小值与 rSO_2 较基础值下降的最大百分数,优于单一监测 rSO_2 结果。rSO_2 作为一种连续的、非侵入性的监测方式,具有较高的敏感度与特异度,且简便易行,具有良好的推广价值。基于此,本研究认为密切监测 $rSO_2\%_{max}$ 动态变化对减少患者认知功能损伤以及 POCD 的发生具有重要意义,且具有良好的预测价值。

Aβ 是一种由氨基酸组成的多肽物质,其表达增加与认知功能障碍密切相关。Aβ 前体蛋白是一种急性反应蛋白,在转录过程中受炎症细胞因子调节,Aβ 前体蛋白增加时 Aβ 含量会增加。Aβ 一方面通过阻碍神经元间的信息传递,影响患者学习能力与记忆力,从而引起认知功能障碍以及记忆力衰退;另一方面其通过激活蛋白激酶与糖原合成酶激酶引起 Tau 蛋白磷酸化,促进神经退行性疾病发生。同时,Aβ 自身可产生自由基与反应性氧化物,通过损伤机体膜脂质促使神

经退行性改变发生。有研究指出,Aβ 对神经细胞具有一定的毒性作用,可引起炎症反应,影响患者突触功能以及记忆功能,从而导致神经元丧失以及认知功能损害,继发 POCD[19]。还有研究证实,Aβ 水平变化与 POCD 的发生密切相关[20]。本研究结果显示,当 Aβ 为 91.85 pg/mL 时,预测 POCD 的 *AUC* 为 0.902,敏感度和特异度分别为 89.66%、86.21%,提示 Aβ 水平变化对 POCD 有良好的预测价值。同时监测 $rSO_2\%_{max}$ 与血清 Aβ 水平预测 POCD 发生的诊断效能更高。通过分析心脏手术患者发生 POCD 相关的危险因素可对 POCD 的发生进行一定的预测,进而通过加强术中监测,改善围术期的管理等措施有效预防并降低 POCD 的发生率,改善患者预后。

综上所述,心脏手术患者 POCD 的发生率为 33.72%,年龄≥55 岁、受教育程度为小学及以下、Aβ≤102.45 pg/mL、$rSO_2\%_{max}$ ≤11.15% 是心脏手术患者发生 POCD 的独立危险因素,应密切关注术中术后监测指标,监测 $rSO_2\%_{max}$ 与 Aβ 水平变化对 POCD 发生具有良好的预测价值。

[参考文献]

[1] 胡 睿,刘志贵. 老年患者骨科手术术后认知功能障碍防治的研究进展[J]. 广西医学,2020,42(19):3 - 5. doi:10.11675/j.issn.0253 - 4304.2020.19.25.

[2] 张 洁,单东艳,孙菊芳,等. 老年患者心脏术后认知功能障碍发生现状及影响因素分析[J]. 护士进修杂志,2021,36(24):2214 - 2216. doi:10.16821/j.cnki.hsjx.2021.24.002.

[3] Liu Q,Sun YM,Huang H,et al. Sirtuin 3 protects against anesthesia/surgery-induced cognitive decline in aged mice by suppressing hippocampal neuroinflammation[J]. J Neuroinflammation,2021,18(1):41 - 44. doi:10.1186/s12974 - 021 - 02089 - z.

[4] Yin Q,Li J,Xun X,et al. The effect of intraoperative dexmedetomidine on cognitive dysfunction after surgery:a updated meta-analysis[J]. J Cardiothoracic Surg,2021,16(1):351 - 354. doi:10.1186/s13019 - 021 - 01736 - z.

[5] 边巴旺堆,赤 列,扎西云丹,等. 脑氧饱和度监测在高原地区儿童腹腔镜手术中的脑保护作用观察[J]. 实用临床医药杂志,2021,25(11):5 - 8. doi:10.7619/jcmp.20210312.

[6] 徐青荣,薄惠龙,李 艳,等. rSO_2 为导向小剂量去甲肾上腺素对全麻髋关节置换术老年患者 POCD 的影响[J]. 中华麻醉学杂志,2021,41(6):5 - 7. doi:10.3760/cma.j.cn131073.20210301.00606.

[7] 李 智,李 虎,姚尚龙,等. 右美托咪定剂量对老年脊柱手术患者术后认知功能障碍发生率及 Aβ 和细胞因子水平的影响:120 例随机对照试验[J]. 南方医科大学学报,2021,41(4):7 - 9. doi:10.12122/j.issn.1673 - 4254.2021.04.18.

[8] Knaak C,Brockhaus WR,Spies C,et al. Presurgical cognitive impairment is associated with postoperative delirium and postoperative cognitive dysfunction[J]. Minerva Anestesiol,2020,86(4):394 - 403. doi:10.23736/S0375 - 9393.20.13903 - 8.

[9] 张亚杰,郑云燕,张 革. 心脏瓣膜置换术后病人认知功能障碍与康复情况分析[J]. 中西医结合心脑血管病杂志,2021,19(11):4 - 8. doi:10.12102/j.issn.1672 - 1349.2021.11.023.

[10] Yu H,Kang H,Fan J,et al. Influence of dexmedetomidine on postoperative cognitive dysfunction in the elderly:a meta-analysis of randomized controlled trials[J]. Brain Behav,2022,12(8):2665 - 2668. doi:10.1002/brb3.2665.

[11] 梁淑清,李雅兰. 脑氧供相关的术后认知功能障碍危险因素的研究进展[J]. 中华老年医学杂志,2020,39(2):4 - 7. doi:10.3760/cma.j.issn.0254 - 9026.2020.02.028.

[12] Ozalp Horsanali B,Ozkalkanli MY,Tekgul ZT,et al. Effect of preoperative hospitalisation period on postoperative cognitive dysfunction in patients undergoing hip surgery under regional anaesthesia[J]. Int J Clin Pract,2021,75(5):14032 - 14034. doi:10.1111/ijcp.14032.

[13] Li H,Wu TT,Tang L,et al. Association of global DNA hypomethylation with post-operative cognitive dysfunction in elderly patients undergoing hip surgery[J]. Acta Anaesthesiol Scanda,2020,64(3):354 - 360. doi:10.1111/aas.13502.

[14] 吴萧林,周振锋,王宏法,等. 脑血流量/脑氧代谢率预测非心脏手术老年患者术后认知功能障碍的可行性[J]. 浙江医学,2021,43(7):5 - 7. doi:10.12056/j.issn.1006 - 2785.2021.43.7.2020 - 2176.

[15] 李会会,郑 芳,周朝元,等. 体外循环下 Stanford A 型主动脉夹层手术中深低温停循环时不同流量选择性脑灌注对术后认知功能的影响[J]. 中国心血管病研究,2021,19(8):5 - 9. doi:10.3969/j.issn.1672 - 5301.2021.08.005.

[16] 秦学伟,陈宣伶,姚 兰. 老年心脏手术患者术中加强脑氧饱和度监测对术后认知功能状态的预测价值[J]. 中华医学杂志,2021,101(5):5 - 6. doi:10.3760/cma.j.cn112137 - 20200527 - 01681.

[17] Lin D,Xu CD,Qian L. Effects of electroencephalography and regional cerebral oxygen saturation monitoring on perioperative neurocognitive disorders:a systematic review and meta-analysis[J]. BMC anesthesiol,2020,20(1):254 - 256. doi:10.1186/s12871 - 020 - 01163 - y.

[18] Kadokura Y,Hayashida M,Kakemizu-Watanabe M,et al. Cerebral oxygen saturation (rSO_2) during cardiopulmonary bypass (CPB) measured using the INVOS oximeter closely correlates with baseline rSO_2[J]. J Artif Organs,2021,24(4):433 - 441. doi:10.1007/s10047 - 021 - 01263 - 7.

[19] 郝凯敏,刘 镇,王浩玉,等. PTK2B 通过 LRP-1 对 Aβ 诱导的认知功能障碍小鼠血液和脑组织中 Aβ 水平及其行为的影响[J]. 生理学报,2021,73(5):10 - 13. doi:10.13294/j.aps.2021.0069.

[20] 刘江红,张纪红,翟 怡,等. 阿尔茨海默病患者弥散峰度成像参数与认知功能、细胞因子分泌的相关性[J]. 中国医师杂志,2020,22(1):33 - 35. doi:10.3760/cma.j.issn.1008 - 1372.2020.01.009.

(编辑:贺绍梅)