

P_{ET}CO₂水平对达芬奇老年患者脑氧及术后认知的影响

贺晓瑜, 刘爱杰*

青岛大学附属医院麻醉科, 山东 青岛

收稿日期: 2023年2月15日; 录用日期: 2023年3月10日; 发布日期: 2023年3月17日

摘要

目的: 探索术中不同P_{ET}CO₂水平对达芬奇机器人腹腔镜前列腺切除术和直肠根治术老年患者的脑氧代谢及术后认知的影响。方法: 选取2020年6月~2021年6月青岛大学附属医院收治的择期拟行达芬奇机器人辅助腹腔镜前列腺切除术和直肠根治术的老年患者60例为研究对象。所有患者随机分成三组(n = 20): L组(25~30 mmHg), M组(30~45 mmHg)、H组(45~50 mmHg)。于麻醉开始前(T₀), 开放气腹(T₁), 开放气腹后30 min (T₂), 开放气腹后90 min (T₃), 关闭气腹体位恢复后(T₄)记录患者心率(heart rate, HR)、平均动脉压(mean arterial pressure, MAP)、中心静脉压(central venous pressure, CVP)、呼末二氧化碳分压(end-tidal carbon dioxide partial pressure, P_{ET}CO₂)、氧分压(oxygen partial pressure, PO₂)、颈静脉球氧饱和度(Jugular bulb venous oxygen saturation, S_{jo}O₂)、视神经鞘直径(optic nerve sheath diameter, ONSD)。于术前1天, 术后1天, 3天, 7天对患者作简易精神状态量表(mini-mental state examination, MMSE)评分。结果: T₂, T₃, T₄时刻Hb组间有明显差异(P均 < 0.05); T₁, T₂, T₃时刻组间S_{jo}O₂有明显差异(P均 < 0.05), 均为H组 > M组 > L组; T₁, T₂, T₃时刻组间ONSD有明显差异(P均 < 0.05), 且均为H组 > M组 > L组, 组间有明显差异(P均 < 0.05); 术后1天三组患者MMSE评分较术前一天明显下降(P < 0.05)。结论: 高水平P_{ET}CO₂有利于患者保持脑供需平衡、维持脑氧代谢稳定和降低患者发生术后认知功能障碍的风险。

关键词

达芬奇, 呼气末二氧化碳分压, 颈静脉球氧饱和度, 视神经鞘直径, 术后认知功能障碍

Effect of P_{ET}CO₂ Level on Cerebral Oxygen and Postoperative Cognition in Elderly Patients with Da Vinci

Xiaoyu He, Aijie Liu*

*通讯作者 Email: 461822961@qq.com

文章引用: 贺晓瑜, 刘爱杰. P_{ET}CO₂水平对达芬奇老年患者脑氧及术后认知的影响[J]. 临床医学进展, 2023, 13(3): 3836-3843. DOI: 10.12677/acm.2023.133550

The Department of Anesthesiology, The Affiliated Hospital of Qingdao University, Qingdao Shandong

Received: Feb. 15th, 2023; accepted: Mar. 10th, 2023; published: Mar. 17th, 2023

Abstract

Objective: To explore the effects of different intraoperative $P_{ET}CO_2$ levels on cerebral oxygen metabolism and postoperative cognition in elderly patients undergoing Da Vinci robotic laparoscopic prostatectomy and radical rectal resection. **Methods:** A total of 60 elderly patients who were scheduled to receive Da Vinci robot-assisted laparoscopic prostatectomy and radical rectotomy in Affiliated Hospital of Qingdao University from June 2020 to June 2021 were selected as subjects. All patients were randomly divided into three groups ($n = 20$): Group L (25~30 mmHg), group M (30~45 mmHg) and group H (45~50 mmHg). Heart rate (HR), mean arterial pressure (MAP), central venous pressure (CVP), end-tidal carbon dioxide partial pressure ($P_{ET}CO_2$), oxygen partial pressure (PO_2), Jugular bulb venous oxygen saturation ($SjvO_2$), and optic nerve sheath diameter (ONSD) were recorded before anesthesia (T_0), open pneumoperitoneum (T_1) and 30 min after opening pneumoperitoneum (T_2), 90 min after opening pneumoperitoneum (T_3) and after the closed pneumoperitoneum position (T_4). The patients were scored on the mini-mental state examination (MMSE) 1 day before surgery, 1 day, 3 days, and 7 days after surgery. **Results:** There were significant differences in Hb at time T_2 , T_3 and T_4 (all $P < 0.05$). There were significant differences in $SjvO_2$ among groups at time T_1 , T_2 and T_3 (all $P < 0.05$), which were group H > group M > group L. There were significant differences in ONSD among groups at T_1 , T_2 and T_3 (all $P < 0.05$), and they were group H > group M > group L, with significant differences among groups (all $P < 0.05$). MMSE scores in three groups were significantly decreased 1 day after surgery compared with the 1 day before surgery ($P < 0.05$). **Conclusion:** High level of $P_{ET}CO_2$ is beneficial to maintain the balance of brain supply and demand, maintain the stability of brain oxygen metabolism and reduce the risk of POCD in patients.

Keywords

Da Vinci, End-Tidal Carbon Dioxide Partial Pressure, Jugular Bulb Venous Oxygen Saturation, Optic Nerve Sheath Diameter, Postoperative Cognitive Dysfunction

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

POCD 是一种术后常见的严重并发症之一, 多发生于老年患者术后, 主要表现为意识混沌、记忆力减退、注意力不集中等中枢神经系统并发症, 多发生于术后 7 d [1], POCD 对老年患者造成多重影响, 延长患者的住院时间及恢复时间, 影响患者的日常生活质量, 提高患者术后的死亡率, 如何降低患者 POCD 的发生成为临床上一直以来需要进行的研究[2]。 P_aCO_2 的升高能引起颅内压升高并增加 POCD 的潜在风险[3]。达芬奇机器人辅助腹腔镜前列腺根治性切除术(RALP)逐渐成为前列腺癌根治术优先选择的手术方式[4]; 达芬奇机器人直肠癌根治术的术中出血量更少且术后所需恢复时间更短[5]; 这两种手术均采取 trendelenburg 体位, 该体位下患者的 $P_{ET}CO_2$ 水平高于平卧位手术, 可能与 POCD 的发生有关。本

研究旨在比较不同 $P_{ET}CO_2$ 水平对达芬奇机器人老年患者脑氧代谢及术后认知的影响。

2. 材料与方法

2.1. 一般资料

选取 2020 年 6 月~2021 年 6 月青岛大学附属医院收治的择期拟行达芬奇机器人辅助腹腔镜前列腺切除术和直肠根治术的老年患者 60 例为研究对象。患者年龄为 55~80 岁, 排除术前有认知功能障碍者; 有严重心脑血管疾病史者; 颅内压或眼压增高者; 无自主生活和交流能力者。本研究已获得青岛大学附属医院伦理委员会批准, 并与患者或其家属签订知情同意书。

把所有患者随机分成三组($n = 20$): 分别为低 $P_{ET}CO_2$ 组(L 组, $n = 20$), $P_{ET}CO_2$ 水平控制在 25~30 mmHg、中 $P_{ET}CO_2$ 组(M 组, $n = 20$), $P_{ET}CO_2$ 水平控制在 30~45 mmHg、高 $P_{ET}CO_2$ 组(H 组, $n = 20$), $P_{ET}CO_2$ 水平控制在 45~50 mmHg。低 $P_{ET}CO_2$ 组男 17 例, 女 3 例, 年龄 55~80 岁, 平均(67.55 ± 7.65)岁; BMI 19.68~31.41, 平均(25.24 ± 2.81)。中气压组男 18 例, 女 2 例, 年龄 57~77 岁, 平均(68.40 ± 5.66)岁; BMI 20.93~29.43, 平均(25.73 ± 2.27)。高压组男 18 例, 女 2 例, 年龄 55~78 岁, 平均(67.65 ± 6.26); BMI 21.82~30.46, 平均(26.01 ± 2.93)。比较三组一般资料, 差异无统计学意义($P > 0.05$)。

2.2. 麻醉过程和方法

所有患者均不使用术前药物, 进行肠道准备, 术前禁食 8 h, 禁饮 4 h, 麻醉诱导前所有患者连接仪器常规检测心率(HR)、平均动脉压, 心电图(ECG)等基础情况; 并开放一组上肢静脉通路, 迅速注入乳酸钠林格液体扩充血容量, 局麻下行桡动脉置管及右侧颈静脉逆行穿刺置管。所有患者均用静脉全麻, 开始麻醉诱导, 新鲜气体流量 5 L/min 面罩吸氧, 吸入氧浓度 100%, 麻醉诱导前进行三方核查。

2.2.1. 麻醉的诱导

麻醉诱导前给予静脉推注昂丹司琼 4 mg, 诱导时给药咪达唑仑 0.03 mg/kg, 舒芬太尼 0.3 μ g/kg, 依托咪酯 0.2 mg/kg, 顺式阿曲库铵 0.2 mg/kg, 面罩加压通气 3 min 后在可视喉镜辅助下行气管插管, 男性选用型号 8.0 加强型气管导管, 女性选用 7.5 加强型气管导管, 连接麻醉机进行机械通气, 手术开始建立人工气腹将患者置于头低脚高 30° Trendenbunrg 体位。气管插管后, 通气模式设置为容量控制通气, 设置潮气量为 6~8 mL/kg, 呼吸频率 10~13 次/min, 吸呼比 1:2, PEEP 5 cmH₂O, 吸入氧浓度 100%。

2.2.2. 麻醉的维持

采用全身麻醉, 间断静脉注射舒芬太尼, 持续泵注丙泊酚 4~6 mg/(kg·h), 顺式阿曲库铵 0.05 mg/(kg·h), 合理管控术中液体出入量, 酌情使用麻黄碱、去甲肾上腺素、多巴胺、硝酸异山梨酯控制血压, 阿托品、艾司洛尔控制心率; 在原有通气模式基础上再依据分组不同调节具体参数, L 组控制 $P_{ET}CO_2$ 在 25~30 mmHg, M 组控制 $P_{ET}CO_2$ 在 30~45 mmHg, H 组控制 $P_{ET}CO_2$ 在 45~50 mmHg。

2.2.3. 麻醉的苏醒

术毕关闭气腹, 提前停用泵入药物, 静脉推注阿托品 1 mg, 新斯的明 2 mg, 待患者清醒拔除气管导管插管后顺利安全返回病房。

2.3. 观察和监测指标

在麻醉开始前(T_0), 开放气腹前(T_1), 开放气腹后 30 min (T_2), 开放气腹后 90 min (T_3), 关闭气腹体位恢复后(T_4) 5 个时间点纪录血流动力学指标血压(BP)、心率(HR)、平均动脉压(MAP)、中心静脉压(CVP),

呼吸力学指标($P_{ET}CO_2$), 氧分压(SpO_2), 采集患者的桡动脉和颈静脉球部血样作血气分析, 纪录动脉血 CO_2 分压及颈静脉球部氧饱和度($SjvO_2$), 测量并纪录经超声测量患者的视神经鞘直径(optic nerve sheath diameter, ONSD), 并分别于手术前 1 天, 术后 1 天, 3 天, 7 天采用目前常用的 MMSE 量表进行认知功能测定, MMSE 评分最高 30 分, 24~27 分认定为轻度认知功能障碍, 19~23 分为中度认知功能障碍, 0~18 分为重度认知功能障碍, 评分下降幅度 ≥ 2 分为发生认知功能改变。

2.4. 统计学分析方法

本次实验监测和收集的所有数据录入 EXCEL 表格, 并应用 SPSS26.0 统计软件, 对所有数据做正态分布检验和方差齐性检验, 符合正态分布的数据均以均数 \pm 标准差($\bar{x} \pm s$)表示, 对患者的一般组间情况(年龄、BMI 等)做单因素方差分析, $P < 0.05$ 为两者差异有统计学意义。对颈静脉球氧饱和度($SjvO_2$)、视神经鞘直径(ONSD)及简易精神状态量表(MMSE)评分做单因素方差分析和重复测量方差分析; $P < 0.05$ 视为二者差异有统计学意义。

3. 结果

3.1. 各组患者一般资料分析

分别比对三组患者各组间的年龄、性别、BMI 指数、血红蛋白(Hb)等基础情况, 各组间的差异没有统计学意义($P > 0.05$)。见表 1。

Table 1. General situation of patients in three groups ($\bar{x} \pm s$, $n = 20$)

表 1. 三组患者一般情况($\bar{x} \pm s$, $n = 20$)

一般情况	L 组	M 组	H 组	P 值
年龄(岁)	67.55 \pm 7.65	68.40 \pm 5.66	67.65 \pm 6.26	0.905
性别比(男/女)	17/3	18/2	18/2	0.857
BMI (m^2/kg)	25.24 \pm 2.81	25.73 \pm 2.27	26.01 \pm 2.93	0.661
术前 Hb (g/L)	129.35 \pm 23.41	135.45 \pm 15.44	136.85 \pm 11.11	0.357

(注: L 组: 低 $P_{ET}CO_2$ 水平组; M 组: 中 $P_{ET}CO_2$ 水平组; H 组: 高 $P_{ET}CO_2$ 分压水平组; BMI: 身体质量指数; Hb: 血红蛋白)。

3.2. 各组患者颈静脉球氧饱和度的比较

三组患者不同时间点颈静脉球氧饱和度($SjvO_2$)不全相同($F = 36.256$, $P < 0.001$), 时间点与分组有交互意义($F = 3.588$, $P = 0.001$); 在 T_1 , T_2 , T_3 时间点三组患者的颈静脉球氧饱和度($SjvO_2$)的差异有统计学意义(T_1 : $F = 3.764$, $P = 0.029$; T_2 : $F = 11.312$, $P < 0.001$; T_3 : $F = 17.264$, $P < 0.001$), 且在上述三个时间点均为 H 组 $>$ M 组 $>$ L 组, 在 T_0 和 T_4 时间点三组患者间无明显差异(T_0 : $F = 0.045$, $P = 0.956$; T_4 : $F = 0.999$, $P = 0.375$)。见表 2。

3.3. 各组患者者不同时间点视神经鞘直径(ONSD)的比较

三组患者不同时间视神经鞘直径(ONSD)不全相同($P < 0.001$), 时间点与分组有交互意义($F = 54.81$, $P < 0.001$)。在 T_1 , T_2 , T_3 时间点 L、M、H 三组患者的心率的差异有统计学意义(T_1 : $F = 9.083$, $P < 0.001$; T_2 : $F = 6.869$, $P = 0.002$; T_3 : $F = 7.247$, $P = 0.002$), 在 T_1 , T_2 , T_3 时间点均较 T_0 明显升高($P < 0.001$), 差异有统计学意义。在 T_1 和 T_4 时间点组内和组间均无明显差异。见表 3。

Table 2. Comparison of jugular bulb oxygen saturation among three groups at different time points ($\bar{x} \pm s$, $n = 20$)
表 2. 三组患者不同时间点颈静脉球氧饱和度比较($\bar{x} \pm s$, $n = 20$)

数据	分组	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
SjvO ₂ (%)	L 组	79.18 ± 5.69	55.07 ± 13.07	56.48 ± 11.95	58.56 ± 14.65	66.14 ± 15.85
	M 组	78.71 ± 5.36	60.54 ± 13.81	65.26 ± 10.35	70.51 ± 8.28	71.73 ± 13.52
	H 组	79.11 ± 4.97	66.23 ± 11.60	73.98 ± 12.51	80.12 ± 11.07	65.78 ± 15.33
P 值 I		0.956	0.029	<0.001	<0.001	0.375
P 值 II				<0.001		
P 值 III				0.001		

(注: L 组: 低 P_{ET}CO₂ 水平组; M 组: 中 P_{ET}CO₂ 水平组; H 组: 高 P_{ET}CO₂ 水平组; T₀: 麻醉开始前; T₁: 开放气腹; T₂: 开放气腹后 30 min; T₃: 开放气腹后 90 min; T₄: 关闭气腹体位恢复后; P 值 I: 当前时间点组内差异的 P 值; P 值 II: 不同时间点的差异的 P 值; P 值 III: 不同分组随时间变化趋势的差异的 P 值)。

Table 3. Comparison of optic nerve sheath diameter in three groups at different time points ($\bar{x} \pm s$, $n = 20$)
表 3. 三组患者不同时间点视神经鞘直径比较($\bar{x} \pm s$, $n = 20$)

数据	分组	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
ONSD (mm)	L 组	4.65 ± 0.32	4.87 ± 0.33	5.20 ± 0.33	5.37 ± 0.32	4.69 ± 0.33
	M 组	4.69 ± 0.37	5.24 ± 0.37	5.30 ± 0.34	5.60 ± 0.33	4.74 ± 0.34
	H 组	4.67 ± 0.37	5.33 ± 0.37	5.60 ± 0.38	5.78 ± 0.38	4.71 ± 0.38
P 值 I		0.959	<0.001	0.002	0.002	0.905
P 值 II				<0.001		
P 值 III				<0.001		

(注: ONSD: 视神经鞘直径)。

3.4. 各组患者 MMSE 评分比较

三组患者不同时间 MMSE 不全相同($P < 0.001$), 时间点与分组无交互意义($F = 0.337$, $P = 0.916$)。在术前 1 天、术后 1 天、术后 3 天、术后 7 天 L、M、H 三组患者的 MMSE 的差异均无统计学意义(术前 1 天: $F = 0.477$, $P = 0.623$; 术后 1 天: $F = 0.028$, $P = 0.972$; 术后 3 天: $F = 0.000$, $P = 1.000$; 术后 7 天: $F = 0.291$, $P = 0.748$), 术后 1 天较术前 1 天明显降低($P = 0.006$), 差异有统计学意义, 术后 3 天和术后 7 天较术前 1 天差异无统计学意义。见表 4。

Table 4. Comparison of MMSE scores among three groups at different time points ($\bar{x} \pm s$, $n = 20$)
表 4. 三组患者不同时间点 MMSE 评分比较($\bar{x} \pm s$, $n = 20$)

数据	分组	术前 1 天	术后 1 天	术后 3 天	术后 7 天
MMSE	L 组	28.30 ± 1.13	27.10 ± 1.33	29.10 ± 1.07	29.50 ± 0.83
	M 组	28.05 ± 0.95	27.20 ± 1.44	29.10 ± 1.65	29.50 ± 1.24
	H 组	28.35 ± 1.04	27.15 ± 1.23	29.10 ± 0.85	29.70 ± 0.73
P 值 I		0.972	1.000	0.748	0.623
P 值 II				<0.001	
P 值 III				0.916	

(注: MMSE: 简易精神状态量表)。

4. 讨论

本次实验均采用 Trendelenburg 体位, James T. Mills [6]的研究表明, 334 例机器人辅助成人泌尿外科手术中有 6.6% 的患者出现了体位性损伤, 较长时间的手术和一般情况较差的患者更容易发生此类体位性损伤。因此对于麻醉方式的要求和对于细节的掌控比传统手术要更为复杂, 需要更充足的准备和更精准的麻醉。

本次实验通过采颈静脉球部血测颈静脉球氧饱和度来监测患者脑氧代谢、脑供需平衡, 目前有研究结果显示, 老年人 POCD 的发生与术中局部脑氧饱和度的降低有相关性[7], 同时在 Song [8]的研究中提示术中监测颈静脉球部氧饱和度能有效反映术中患者脑部血流动力学和脑氧代谢的状态。Shi [9]的研究表示 POCD 的发生与术中失调的脑氧供需平衡有关, 且颈静脉球氧饱和度能有效呈现脑氧的供需平衡状态, 即颈静脉球氧饱和度与术后认知功能障碍的发生有相关性, Huang [10]的研究表示早期脑氧供需失衡以及脑缺氧情况的发现都可以通过监测脑氧饱和度来实现, 并且能有效预防术后认知功能障碍和术后神经系统并发症的发生, 即脑氧饱和度的高低与 POCD 发生的概率密切相关。

局部氧饱和度的降低与心输出量、血红蛋白浓度、动脉 CO_2 分压、吸入氧浓度、体位和中心静脉压的变化有关[11]。Song [8]的研究表示温度、 $\text{P}_{\text{ET}}\text{CO}_2$ 、动脉血氧分压、血液黏滞度(blood viscosity)、超出调节范围的平均动脉压(MAP)、颅内压(ICP)和中心静脉压(CVP)等是局部氧饱和度的影响因素。而本次实验选取达芬奇辅助前列腺切除术(RALP)和达芬奇辅助直肠根治术的患者, 其体位全部采取头低脚高位, 可排除体位的影响, 且 Trendelenburg 体位不会改变血液动力学和肺部变化[12], 同时可以通过目标导向液体治疗(GDFT)排除心输出量和血流动力学对实验结果的影响; 并保持所有实验目标的吸入氧浓度维持在一个合适且相同的水平; 此次实验的研究结果显示, 血红蛋白浓度(Hb)、体温和中心静脉压(MAP)的结果是无明显差异的; 因此可以排除所有其他可能影响局部氧饱和度的因素, 只保留 $\text{P}_{\text{ET}}\text{CO}_2$ 对实验结果的影响。

本次实验的主要目的是探讨不同 $\text{P}_{\text{ET}}\text{CO}_2$ 水平对脑氧代谢、脑供需平衡及术后认知功能的影响。 $\text{P}_{\text{ET}}\text{CO}_2$ 水平可以作为 PaCO_2 水平的监测指标且具有良好的相关性, Phan [13]的研究证实了这一结果, PaCO_2 - $\text{P}_{\text{ET}}\text{CO}_2$ 的差异范围为 0.8 至 5 mmHg, 在可接受的范围内; Law [14]的研究证明了 PaCO_2 与 $\text{P}_{\text{ET}}\text{CO}_2$ 良好相关性的存在, 以及二者之间的一致性仍需要对更大的患者样本进行研究以确认, Barton and Wang 的研究中认为测量 $\text{P}_{\text{ET}}\text{CO}_2$ 可以代替测量患者的 PaCO_2 , 且动脉血气也不必再监测。因此我们直接通过 $\text{P}_{\text{ET}}\text{CO}_2$ 水平来分组, 使每个组别的 $\text{P}_{\text{ET}}\text{CO}_2$ 水平分别维持在一个范围内, 即可达到不同的 PaCO_2 水平, 在排除心输出量、血红蛋白浓度、吸入氧浓度、体位和中心静脉压等因素的情况下即可单独分析 $\text{P}_{\text{ET}}\text{CO}_2$ 水平的差别对脑氧代谢和脑供需平衡及术后认知功能的影响。

Yoshitani, K [15]的研究表明颈静脉球氧饱和度和脑氧饱和度在异丙酚和七氟醚/一氧化二氮麻醉下的变化相似, 两者具有相关性, 因此通过监测颈静脉球氧饱和度可以用来代替脑氧饱和度监测脑内状态。颈静脉球氧饱和度监测是一种评估脑氧供应与其代谢需求之间整体平衡的技术[16], 本次研究中, 在 T_1 、 T_2 、 T_3 三个时间点 SjvO_2 组间有明显差异, T_4 时间点各组 $\text{P}_{\text{ET}}\text{CO}_2$ 水平为同一水平, 组间 SjvO_2 无明显差异, 提示 $\text{P}_{\text{ET}}\text{CO}_2$ 水平与 SjvO_2 有关。

POCD 是老年患者严重的术后并发症, 会导致认知功能、学习、记忆和判断能力受损, POCD 是老年患者术后常见的 CNS 并发症, 表现为记忆能力减退、注意力不集中等认知改变, 严重者甚至出现人格改变、社会行为能力下降等[17]。在本次实验中术后 1 天 MMSE 评分较术前 1 天明显下降, 但是依然维持在正常水平, 提示术后短时间内 $\text{P}_{\text{ET}}\text{CO}_2$ 水平与 POCD 没有明显的相关性。

经眶超声测量视神经鞘的直径(ONSD)是一种非侵入性的床边检查, 可以用来检测颅内压(ICP)的升降

情况。Dinsmore 的研究中显示随着动脉血二氧化碳分压的升高视神经鞘直径显著增加, 平均(SD)从基线 4.2 (0.7) mm 增加到 4.8 (0.8) mm [18]。视神经鞘直径可以随着动脉血二氧化碳分压变化发生动态变化, 且这种变化是可逆的。视神经鞘直径与颅内压有紧密的相关性, 且呈正相关[19]。在丁绪元[20]的研究中, 高颅内压分组和低颅内压分组的术后 6 个月 MMSE 评分存在明显差异, 且颅内压高的分组 MMSE 评分升高, 证明 ONSD 低时能提示患者的远期 POCD 发生的概率升高。本次研究中, 三组患者的 ONSD 有明显差异($P < 0.05$), ONSD 与 $P_{ET}CO_2$ 呈正相关。证明 $P_{ET}CO_2$ 越高, ONSD 的数值也越大, 颅内压越高, 因此 $P_{ET}CO_2$ 较高时提示患者长期预后发生 POCD 的可能性降低, $P_{ET}CO_2$ 的浓度调节对于颅内压及 POCD 有明显的相关性。

此次研究的需要改进的点以及局限性在于: 本研究的样本较小且是单中心研究, 后续可以增收足够多的样本数据, 进行多中心、大样本的实验并逐步改善和完善实验数据及结果; 此次实验采用的 MMSE 量表是同一份量表, 在第一次评分后患者后续三次评分会有一些的经验效应, 后续患者的几次评分会比实际评分略高。

综上所述, 当保持较高水平的 $P_{ET}CO_2$ 水平时, 可以增加患者的颅内压, 维持患者脑氧代谢的稳态, 降低脑缺血、缺氧的风险, 提高患者的颈静脉球氧饱和度和脑血氧饱和度, 并可以降低患者远期术后认知功能障碍发生的风险。

5. 结论

$P_{ET}CO_2$ 的水平变化能够影响患者的脑氧代谢并引起 POCD, 术中高水平 $P_{ET}CO_2$ 有利于患者保持脑供需平衡、维持脑氧代谢稳定和降低患者发生 POCD 的风险。

参考文献

- [1] Evered, L.A. and Silbert, B.S. (2018) Postoperative Cognitive Dysfunction and Noncardiac Surgery. *Anesthesia & Analgesia*, **127**, 496-505. <https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000003514>
- [2] Monk, T.G., Weldon, B.C., Garvan, C.W., et al. (2008) Predictors of Cognitive Dysfunction after Major Noncardiac Surgery. *Anesthesiology*, **108**, 18-30. <https://doi.org/10.1097/01.anes.0000296071.19434.1e>
- [3] 傅双, 李雪云, 芮琳, 华薇. 改良头低足高位对机器人辅助前列腺癌根治术后老年患者认知功能障碍的影响[J]. 中华老年多器官疾病杂志, 2021, 20(7): 523-526.
- [4] 甄建立, 刘琳, 周红梅. 达芬奇机器人在前列腺癌根治术中的应用[J]. 全科护理, 2017, 15(32): 4066-4068.
- [5] 夏俊伟. 达芬奇机器人和腹腔镜直肠癌根治术近期疗效的比较研究[D]: [硕士学位论文]. 长春: 吉林大学, 2022.
- [6] Mills, J.T., Burris, M.B., Warburton, D.J., et al. (2013) Positioning Injuries Associated with Robotic Assisted Urological Surgery. *Journal of Urology*, **190**, 580-584. <https://doi.org/10.1016/j.juro.2013.02.3185>
- [7] 颜燕琳, 陈晓辉, 龚灿生, 郑晓春. 老年患者术中不同呼气末二氧化碳分压对局部脑氧饱和度和术后早期认知功能的影响[J]. 创伤与急诊电子杂志, 2022, 10(3): 137-143+162.
- [8] 宋杰, 刘睽. 术中监测颈静脉球血氧饱和度临床意义及影响因素[J]. 中国现代神经疾病杂志, 2016, 16(10): 715-719.
- [9] 史斌, 胡敬利, 孙庆旭. CO_2 气腹压力对老年患者腹腔镜直肠癌手术后认知功能、脑应激因子及脑供氧水平的影响[J]. 腹腔镜外科杂志, 2020, 25(7): 529-533.
- [10] Huang, Y., Bo, Y., Li, Y., et al. (2022) The Impact of Tubeless Anesthesia versus Intubated Anesthesia on Cerebral Oxygen Saturation and Postoperative Cognitive Function in Patients Undergoing Video-Assisted Thoracoscopic Surgery: A Randomized Trial. *Journal of Thoracic Disease*, **14**, 4012-4030. <https://doi.org/10.21037/jtd-22-1165>
- [11] Moritz, S., Rochon, J., Volkel, S., et al. (2010) Determinants of Cerebral Oximetry in Patients Undergoing Off-Pump Coronary Artery Bypass Grafting: An Observational Study. *European Journal of Anaesthesiology*, **27**, 542-549. <https://doi.org/10.1097/EJA.0b013e3283343ef8>
- [12] Suh, M.K., Seong, K.W., Jung, S.H. and Kim, S.S. (2010) The Effect of Pneumoperitoneum and Trendelenburg Position on Respiratory Mechanics during Pelviscopic Surgery. *Korean Journal of Anesthesiology*, **59**, 329-334.

-
- <https://doi.org/10.4097/kjae.2010.59.5.329>
- [13] Phan, C.Q., Tremper, K.K., Lee, S.E. and Barker, S.J. (1987) Noninvasive Monitoring of Carbon Dioxide: A Comparison of the Partial Pressure of Transcutaneous and End-Tidal Carbon Dioxide with the Partial Pressure of Arterial Carbon Dioxide. *Journal of Clinical Monitoring*, **3**, 149-154. <https://doi.org/10.1007/BF01695936>
- [14] Law, G., Wong, C., Kwan, C., Wong, K., Wong, F. and Tse, H. (2009) Concordance between Side-Stream End-Tidal Carbon Dioxide and Arterial Carbon Dioxide Partial Pressure in Respiratory Service Setting. *Hong Kong Medical Journal*, **15**, 440-446.
- [15] Yoshitani, K., Kawaguchi, M., Iwata, M., *et al.* (2005) Comparison of Changes in Jugular Venous Bulb Oxygen Saturation and Cerebral Oxygen Saturation during Variations of Haemoglobin Concentration under Propofol and Sevoflurane Anaesthesia. *British Journal of Anaesthesia*, **94**, 341-346. <https://doi.org/10.1093/bja/aci046>
- [16] Senapathi, T.G.A., Wiryana, M., Sinardja, K., *et al.* (2017) Jugular Bulb Oxygen Saturation Correlates with Full Outline of Responsiveness Score in Severe Traumatic Brain Injury Patients. *Open Access Emergency Medicine*, **9**, 69-72. <https://doi.org/10.2147/OAEM.S144722>
- [17] Peng, W., Lu, W., Jiang, X., *et al.* (2022) Current Progress on Neuroinflammation-Mediated Postoperative Cognitive Dysfunction: An Update. *Current Molecular Medicine*. <https://doi.org/10.2174/1566524023666221118140523>
- [18] Dinsmore, M., Han, J.S., Fisher, J.A., Chan, V.W. and Venkatraghavan, L. (2017) Effects of Acute Controlled Changes in End-Tidal Carbon Dioxide on the Diameter of the Optic Nerve Sheath: A Transorbital Ultrasonographic Study in Healthy Volunteers. *Anaesthesia*, **72**, 618-623. <https://doi.org/10.1111/anae.13784>
- [19] 陶莹, 孙爱童. 超声测量视神经鞘直径在颅内压升高中的诊断价值[J]. 医学影像学杂志, 2022, 32(9): 1457-1460.
- [20] 丁绪元. 开颅与钻孔引流术治疗高血压性脑出血后颅内压变化及其与病人术后认知功能障碍的关联性研究[J]. 蚌埠医学院学报, 2017, 42(10): 1359-1362.