

呼气末二氧化碳分压监测在全麻拔管后苏醒期患者中的应用

代恒茂, 明伟, 周志强, 陈罡, 刘尚昆, 余遥

摘要:目的 探讨呼气末二氧化碳分压监测在全身麻醉拔管后苏醒期患者中的应用效果。方法 选取全身麻醉手术结束拔除气管导管转入麻醉后苏醒室观察的 320 例患者为研究对象, 采用随机数字表法分为对照组和观察组各 160 例。对照组常规单孔鼻导管吸氧 3 L/min 并持续监测心电图、呼吸、无创血压、血氧饱和度; 观察组在对照组基础上持续监测呼气末二氧化碳分压数值和波形的变化并及时给予护理干预。比较两组低氧血症发生情况、高碳酸血症和呼吸暂停检出率、面罩加压给氧率和苏醒时间。结果 观察组低氧血症程度、面罩加压给氧率显著低于对照组, 高碳酸血症、呼吸暂停检出率显著高于对照组, 苏醒时间显著短于对照组 ($P<0.05, P<0.01$)。结论 对麻醉后苏醒期拔除气管插管的患者, 呼气末二氧化碳分压监测可及时发现呼吸暂停、高碳酸血症等呼吸异常事件, 降低低氧血症的发生率, 提高麻醉苏醒的安全性, 缩短苏醒时间。

关键词: 全身麻醉; 苏醒期; 呼气末二氧化碳分压监测; 低氧血症; 呼吸暂停; 高碳酸血症; 苏醒时间; 麻醉护理

中图分类号: R472.3 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3870/j.issn.1001-4152.2022.12.036

Application of end-tidal carbon dioxide partial pressure monitoring to postoperative extubated patients during emergence from general anesthesia Dai Hengmao, Ming Wei, Zhou Zhiqiang, Chen Gang, Liu Shangkun, Yu Yao, Department of Anesthesia, Tongji Hospital, Tongji Medical University, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430030, China

Abstract: **Objective** To observe the effect of end-tidal carbon dioxide partial pressure (P_{etCO_2}) monitoring in postoperative extubated patients during emergence from general anesthesia. **Methods** A total of 320 postoperative patients who were transferred to the post-anesthetic care unit (PACU) after extubation were randomly and evenly divided into 2 groups. The control group received routine oxygen inhalation through a single-hole nasal catheter at 3 L/min, and was subjected to continuous monitoring of ECG, respiration, non-invasive blood pressure and SpO_2 . On top of these measures, continuous P_{etCO_2} monitoring was added to the intervention group. The incidence rate of hypoxemia, the detection rate of hypercapnia and apnea, the frequency of mask pressurization and the recovery time were compared between the two groups. **Results** The severity of hypoxemia, the rate of mask pressurization in the intervention group were significantly lower than those in the control group; the detection rates of hypercapnia and apnea in the intervention group were significantly higher than those in the control group; the emergence time in the intervention group was significantly shorter than that in the control group ($P<0.05, P<0.01$). **Conclusion** The application of P_{etCO_2} monitoring in postoperative patients after extubation during general anesthesia recovery period can detect respiratory abnormalities such as apnea and hypercapnia in time, reduce the incidence of hypoxemia, improve the safety of the anesthesia recovery period and shorten the recovery time.

Key words: general anesthesia; emergence; end-tidal carbon dioxide partial pressure; hypoxemia; apnea; hypercapnia; emergence time; anesthesia nursing

麻醉后苏醒室 (Post-anesthetic Care Unit, PACU) 患者由于手术和残余麻醉药物等因素的影响, 在拔除气管导管后, 常会因呼吸遗忘、舌后坠及喉痉挛等引起脉搏血氧饱和度下降, 严重者可致低氧血症, 需再次气管插管甚至死亡^[1-3]。既往研究显示, PACU 全麻苏醒期患者血氧饱和度下降的发生率处于较高水平^[4]。目前血氧饱和度是常规监测指标, 然而其存在易受干扰和监测延迟的问题, 单纯的血氧饱和度监测已不能满足临床安全的需要。呼气末二氧化碳分压 (End-Tidal Carbon Dioxide Partial Pressure, P_{etCO_2}) 是指人体呼气终末期呼出的混合肺泡气含有二氧化碳的压力, 对其监测连续、无创且操作简便, 可以反映呼吸、循环以及代谢等身体机能, 已经广泛应用到急诊、麻醉、重症监护及术后苏醒等领域^[5-8]。临床指南均推荐将 P_{etCO_2} 监测作为有呼吸

抑制风险非插管患者的常规监测手段^[9-10], 但国内报道的 P_{etCO_2} 监测在 PACU 的应用多见于带气管插管患者苏醒期监测^[11], 在拔管后自主呼吸患者的监测中少有报道。本研究将旁流式 P_{etCO_2} 监测应用于全麻拔管后苏醒期患者, 结果报告如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 采用便利抽样法, 选取 2021 年 4~6 月在我院全身麻醉手术结束并拔除气管导管转入 PACU 的患者为研究对象。纳入标准: ①年龄 ≥ 18 岁; ②美国麻醉医师协会 (ASA) 分级 I~II 级; ③知情同意并签署知情同意书。排除标准: ①心肺功能异常; ②入 PACU 即刻血氧饱和度低于 0.95; ③术后鼻腔不通畅, 只能张口呼吸; ④其他原因不能配合者。共纳入 320 例患者, 采用随机数字表法分为观察组和对照组各 160 例。两组一般资料及入 PACU 时血流动力学指标比较, 见表 1。

1.2 方法

1.2.1 干预方法

1.2.1.1 对照组 患者转入 PACU 后常规单孔鼻导管吸氧 3 L/min, 采用 Mindray Bene View T8 Super 监

作者单位: 华中科技大学同济医学院附属同济医院麻醉科 (湖北 武汉, 430030)

代恒茂: 男, 本科, 主管护士

通信作者: 刘尚昆, 13971586990@163.com

收稿: 2021-12-02; 修回: 2022-02-16

护仪持续监测生命体征,包括心电图、呼吸、无创血压、血氧饱和度。通过观察患者的胸廓起伏、呼吸频率和血氧饱和度来监测呼吸状态的变化,当患者呼吸异常,血氧饱和度下降时,根据具体情况给予护理干预,包括唤醒患者嘱其深呼吸、面罩吸氧、加大吸氧流量、单

(双)手抬下颌、放置鼻(口)咽通气道、面罩加压给氧、药物拮抗、动脉血气分析或再次气管插管。患者在 PACU 内行苏醒观察,当满足改良 Aldrete 量表^[12]评分 ≥ 12 分,达到出苏醒室标准后,将患者转送至普通病房。

表 1 两组一般资料及入 PACU 时血流动力学指标比较

组别	例数	性别(例)		年龄 (岁, $\bar{x}\pm s$)	BMI ($\bar{x}\pm s$)	手术科室(例)			
		男	女			普外科	妇科	骨科	泌尿外科
对照组	160	51	109	47.67 $\pm$ 15.87	23.11 $\pm$ 3.78	29	58	32	41
观察组	160	43	117	48.90 $\pm$ 15.12	23.25 $\pm$ 3.16	32	61	37	30
t/χ^2		0.964		0.436	0.228		2.290		
P		0.326		0.664	0.820		0.514		

组别	例数	ASA 分级(例)		麻醉时长 (min, $\bar{x}\pm s$)	血氧饱和度 (%, $\bar{x}\pm s$)	心率 (次/min, $\bar{x}\pm s$)	呼吸 (次/min, $\bar{x}\pm s$)	平均动脉压 (mmHg, $\bar{x}\pm s$)
		I 级	II 级					
对照组	160	62	98	136.55 $\pm$ 62.85	95.48 $\pm$ 3.54	76.87 $\pm$ 12.56	14.28 $\pm$ 3.33	88.36 $\pm$ 8.01
观察组	160	51	109	146.76 $\pm$ 67.62	95.33 $\pm$ 3.88	79.18 $\pm$ 9.46	13.77 $\pm$ 2.65	89.92 $\pm$ 12.37
t/χ^2		1.655		1.067	0.197	-0.917	0.759	-0.695
P		0.198		0.287	0.844	0.362	0.450	0.489

1.2.1.2 观察组 ①监测。在对照组基础上采用 Mindray 旁流式二氧化碳监测模块持续监测 PetCO₂ 数值和波形的变化。二氧化碳设置如下:窒息延迟即系统进行窒息报警的时间设置为 20 s;氧气浓度设置为 33%;抽气速率设置为 150 mL/min;波形模式选择以填充方式显示波形;波形标尺设置为 80;波形速度设置为 6.25 mm/s;RR 来源选择二氧化碳;选择非插管模式。选择管腔直径为 2.6 mm,长度为 1.2 m 的特制一次性使用压力型采样管,机器端连接二氧化碳监测模块上的水槽组件,患者端约 10 mm 放入未吸氧一侧的鼻孔,妥善固定。操作模式设置为“测量”,患者平静呼吸时,监护仪上将看到持续且稳定的 PetCO₂ 波形和数值。②护理干预。当 PetCO₂ 数值稳定且持续高于 50 mmHg 时,考虑患者出现高碳酸血症,对于清醒患者在良好镇痛的前提下,鼓励其深呼吸并有效咳嗽,以加快体内二氧化碳排出;对于尚未清醒或是呼吸肌力减弱的患者,给予畅通呼吸道,适当辅助呼吸,必要时遵医嘱给予拮抗药以减少二氧化碳在体内蓄积。当 PetCO₂ 波形突然消失,数值为 0 时,考虑患者已发生呼吸暂停,立即唤醒患者并嘱

其深呼吸;若呼吸和意识仍没有恢复,立即呼吸球囊面罩加压给氧。当 PetCO₂ 波形呼气上升支趋于平缓,呼气平台斜率增加,给予单(双)手托下颌,呼气末数值显著增加可以证明气道梗阻的存在,根据患者的情况给予改变头颈位或体位、放置鼻(口)咽通气道以畅通呼吸道。

1.2.2 评价方法 ①低氧血症:指患者在 PACU 苏醒过程中,在单孔鼻导管 3 L/min 吸氧的前提下 SpO₂<0.95 的情况。分为轻度(0.90~0.95)、中度(0.85~0.90)、重度(<0.85)3 个等级。②高碳酸血症:当 PetCO₂ 数值高于 50 mmHg、持续时间超过 15 s,或动脉血气分析 PaCO₂ 结果高于 50 mmHg 判断为高碳酸血症。③呼吸暂停:若患者发生多次呼吸暂停只计 1 次。④实施面罩加压给氧的例数。⑤苏醒时间:患者入 PACU 后开始计时,至其达到出苏醒室标准的时间。

1.2.3 统计学方法 应用 SPSS25.0 软件进行统计分析,行 t 检验、 χ^2 检验、秩和检验,检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

两组苏醒期各项观察指标比较,见表 2。

表 2 两组苏醒期各项观察指标比较

组别	例数	低氧血症(例)			高碳酸血症 [例(%)]	呼吸暂停 [例(%)]	面罩加压给氧 [例(%)]	PACU 苏醒时间 (min, $\bar{x}\pm s$)
		轻度	中度	重度				
对照组	160	7	5	9	7(4.38)	19(11.88)	8(5.00)	24.87 $\pm$ 5.21
观察组	160	3	4	2	24(15.00)	37(23.13)	1(0.63)	22.48 $\pm$ 5.72
统计量		$Z=-2.326$			$\chi^2=10.323$	$\chi^2=7.013$	$\chi^2=4.116$	$Z=-2.383$
P		0.024			0.001	0.008	0.042	0.019

3 讨论

3.1 PetCO₂ 监测可减少 PACU 拔管后患者低氧血症的发生 PACU 内患者处于全身麻醉手术后苏醒和自主呼吸功能逐渐恢复的初期,由于手术和残余麻醉药物等因素的影响,其维持自主呼吸及气道通畅的

能力尚未完全恢复,尤其是在拔除气管导管后,失去了人工气道的支持,易发生低氧血症。对照组患者在持续单孔鼻导管吸氧 3 L/min 的情况下,低氧血症发生率为 13.13%,处于较高水平,与王树欣等^[4]的研究结果类似。脉搏血氧饱和度是检测低氧血症的传

统指标,但它不是最早直接发现潜在致命气道问题的指标,因为缺氧是较晚才出现的气道问题^[13]。在持续吸氧条件下,通气不足的患者血氧饱和度仍可以正常,在血氧饱和度低于0.90之前,患者可能存在因通气不足而导致的严重高碳酸血症和二氧化碳麻醉的风险^[14]。可见仅凭血氧饱和度很难及时发现轻度的呼吸抑制或气道阻塞等气道问题。PetCO₂监测是无创的监测方法,可以反映患者直接和即时的通气情况,实现了对血氧饱和度的补充监测^[15]。通过旁流式PetCO₂监测仪对拔除气管导管后自主呼吸患者通气情况监测的准确性和有效性已经得到证实^[9]。根据实时的PetCO₂数值和波形,可以掌握患者肺通气状态,并能鉴别通气不足的原因^[16]。本研究结果显示,与对照组比较,观察组苏醒期发生低氧血症的状况显著改善($P<0.05$)。值得注意的是,使用旁流式PetCO₂监测时,采样管扭曲或分泌物堵塞均可影响监测的连续性,另外注意将采样口置于合适的位置并妥善固定,以避免采样室吸入室内空气影响测定结果的准确性。

3.2 PetCO₂监测可提高呼吸异常事件的检出率并缩短苏醒时间 本研究结果显示,通过PetCO₂监测,观察组呼吸暂停检出率显著高于对照组($P<0.01$)。在麻醉后苏醒期确认患者呼吸道梗阻尤其是部分梗阻对护士临床经验要求较高,上呼吸道梗阻并不是通气不足的唯一诱因,临床上仅凭呼吸频率无法评估通气效率。即使在理想的护患比为1:1的工作环境中,有经验的麻醉科护士也不能可靠地监测到呼吸暂停等呼吸异常事件^[14]。目前,PACU常规监测通过观察胸廓起伏和血氧饱和度很难发现早期低通气和呼吸暂停,由于各种原因无法及时唤醒患者增加通气是造成苏醒期患者高碳酸血症的主要原因之一。当患者出现呼吸暂停或呼吸道梗阻等情况时,PetCO₂波形和数值即刻发生变化,基于PetCO₂监测麻醉科护士可以早期发现通气参数的改变,及时唤醒患者并嘱其深呼吸;若呼吸和意识仍未恢复,可紧急呼吸球囊面罩加压给氧进行呼吸支持。同时PetCO₂与动脉血二氧化碳分压有很好的-致性,能持续动态地反映动脉血二氧化碳分压的变化^[8,15]。本研究结果显示,观察组高碳酸血症检出率显著高于对照组($P<0.05$),观察组发生严重呼吸事件需要面罩加压给氧处理的比例显著降低($P<0.05$)。由此可见,PetCO₂监测可及时发现并处理早期出现的呼吸异常事件,防止病情进一步恶化,更好地保证患者苏醒期的安全。观察组苏醒时间显著缩短($P<0.05$),分析其原因,及时的干预可以促进患者自主呼吸功能恢复,减少呼吸相关并发症的发生,从而缩短苏醒时间,提高工作效率。

4 小结

对全身麻醉后苏醒期拔除气管插管的患者,实施PetCO₂监测可有效弥补血氧饱和度监测的滞后性,提高麻醉后苏醒期患者呼吸暂停、高碳酸血症等呼吸

异常事件的检出率,降低低氧血症的发生率,提高麻醉苏醒的安全性并缩短苏醒时间。

参考文献:

- [1] 王树欣,韩文军,薄禄龙,等.全麻苏醒期患者去氧饱和的防范策略研究进展[J].护理学杂志,2019,34(5):104-107.
- [2] Liu S, Wang Z, Xiong J, et al. Continuous analysis of critical incidents for 92,136 post anesthesia care unit patients of a Chinese University Hospital[J]. J Perianesth Nurs.2020,35(6):630-634.
- [3] 代恒茂,周志强,夏历,等.原位模拟培训提高麻醉专科护士苏醒期呼吸抑制应急处理能力[J].护理学杂志,2021,36(12):11-14.
- [4] 王树欣,韩文军,张玲娟,等.全麻术后苏醒期患者去氧饱和发生现况的调查分析[J].护理学杂志,2018,33(10):48-51.
- [5] 藏瑞,张艳,温亚.呼气末二氧化碳分压监测在昏迷患者留置胃管中的应用[J].中国护理管理,2021,21(2):307-310.
- [6] 沈谦益,文戈戈,宗力群.呼气末CO₂分压监测的临床应用及相关设备研究进展[J].医疗卫生装备,2021,42(2):60-65.
- [7] Wollner E, Nourian M M, Booth W, et al. Impact of capnography on patient safety in high- and low-income settings: a scoping review[J]. Br J Anaesth, 2020, 125(1):E88-E103.
- [8] 邓云霞,陈琦,肖海涛,等.呼气末二氧化碳分压监测在危重病人救治中的研究进展[J].护理研究,2019,33(2):306-309.
- [9] 张小青,李民.呼出气二氧化碳监测仪的研究进展及其在非气管插管患者中的应用[J].中国微创外科杂志,2016,16(11):1041-1043,1052.
- [10] Checketts M R, Alladi R, Ferguson K, et al. Recommendations for standards of monitoring during anaesthesia and recovery 2015: Association of Anaesthetists of Great Britain and Ireland[J]. Anaesthesia, 2016, 71(1): 85-93.
- [11] 金双燕,祁海鸥,周大春.呼气末二氧化碳分压监测在麻醉复苏室中的应用[J].中华护理杂志,2015,50(4):498-499.
- [12] 陈罡,代恒茂,赵以林,等.改良 Aldrete 量表用于妇科全麻术后患者复苏效果评价[J].护理学杂志,2018,33(6):4-7.
- [13] Lipnick M S, Mavoungou P, Gelb A W. The global capnography gap: a call to action[J]. Anaesthesia, 2019, 74(2):147-150.
- [14] Restrepo R D, Nuccio P, Spratt G, et al. Current applications of capnography in non-intubated patients[J]. Expert Rev Respir Med, 2014, 8(5): 629-639.
- [15] Cereceda-Sanchez F J, Molina-Mula J. Capnography as a tool to detect metabolic changes in patients cared for in the emergency setting[J]. Rev Lat Am Enfermagem, 2017, 25:e2885.
- [16] 张霞,密夫丽,孙传玉,等.旁流式呼气末二氧化碳分压监测在消化内镜麻醉中的应用[J].中华消化病与影像杂志(电子版),2020,10(6):244-247.