

# 全麻术后苏醒期患者呼气末二氧化碳分压监测的研究进展

陈安龙<sup>1</sup>, 刘尚昆<sup>1</sup>, 余遥<sup>1</sup>, 陈红<sup>2</sup>

**摘要:** 综述呼气末二氧化碳分压监测在麻醉后苏醒室的应用, 主要包括呼气末二氧化碳分压监测的优势、方法、波形分析及应用等, 旨在为全麻术后苏醒期患者实施呼气末二氧化碳分压监测提供参考。

**关键词:** 全身麻醉; 麻醉苏醒室; 苏醒期; 呼气末二氧化碳分压; 低氧血症; 护理监测; 综述文献

**中图分类号:** R472.3 **DOI:** 10.3870/j.issn.1001-4152.2024.17.126

## A review of monitoring of end-tidal carbon dioxide partial pressure for patients during emergence from anesthesia

Chen Anlong, Liu Shangkun, Yu Yao, Chen Hong. Department of Anesthesiology and Pain Medicine, Tongji Hospital, Tongji Medical College, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430030, China

**Abstract:** This article reviews monitoring of end-tidal carbon dioxide partial pressure in the post-anesthesia care unit (PACU), including the advantages, methods, waveform analysis, and roles, aiming to provide reference and guidance for nurses working in the PACU.

**Keywords:** general anesthesia; post-anesthesia care unit; emergence period; partial pressure of end-tidal carbon dioxide; hypoxemia; monitoring; literature review

全身麻醉(下称全麻)期间使用阿片类药物会使患者术后苏醒期出现低氧血症、呼吸抑制等呼吸系统并发症<sup>[1]</sup>, 其中, 低氧血症发生率高达 21.79%<sup>[2]</sup>。麻醉苏醒室(Post-Anesthesia Care Unit, PACU)医护人员对患者的适当监测及对及时诊断潜在的严重并发症至关重要。因此, 术后患者需要进入 PACU 进行严密监测和持续护理, 保证平稳苏醒。目前, PACU 常规监测包括心率、血压、呼吸和脉搏血氧饱和度(SpO<sub>2</sub>), SpO<sub>2</sub> 监测可以反映氧合状态, 但不能反映通气状态, 且在通气不足的情况下, SpO<sub>2</sub> 值的下降具有滞后性<sup>[3]</sup>。多项研究支持使用呼气末二氧化碳分压(End-tidal Partial Pressure of Carbon Dioxide, P<sub>ET</sub>CO<sub>2</sub>)评估 PACU 患者通气情况<sup>[4-6]</sup>, 并且在 PACU 中实施 P<sub>ET</sub>CO<sub>2</sub> 监测有助于早期识别和预防呼吸相关并发症<sup>[7-8]</sup>。2021 年, 美国麻醉医师协会更新了麻醉后恢复期间监测标准的建议, 其中将 P<sub>ET</sub>CO<sub>2</sub> 作为在人工气道、镇静且无言语反应的 PACU 患者中的监测标准<sup>[9]</sup>。中华医学会麻醉学分会发布的《麻醉后监测治疗专家共识》<sup>[10]</sup>中, PACU 常用监测指标包含呼气末二氧化碳。然而, 该共识未

明确监测的具体流程和方法, 许多 PACU 存在不具备呼气末二氧化碳监测仪、护士缺乏相关培训<sup>[11]</sup>、患者依从性不高<sup>[12]</sup>等问题, P<sub>ET</sub>CO<sub>2</sub> 监测在 PACU 中应用并不广泛。鉴于此, 本研究回顾国内外全麻术后苏醒期 P<sub>ET</sub>CO<sub>2</sub> 监测的相关研究, 对全麻术后患者在苏醒期间进行 P<sub>ET</sub>CO<sub>2</sub> 监测的优势、方法及效果等内容进行综述, 以期临床护理实践提供参考。

### 1 P<sub>ET</sub>CO<sub>2</sub> 监测优势

**1.1 无创性与实时性** 全麻术后苏醒期患者呼吸评估与监测是重点项目, 主要是监测氧合和通气状态<sup>[8]</sup>。临床上呼吸评估的金标准是动脉血气分析<sup>[13]</sup>, 氧分压提供氧合状态信息, 二氧化碳分压(Arterial Partial Pressure of Carbon Dioxide, PaCO<sub>2</sub>)提供通气状态信息。此监测方法需要采集动脉血, 有创操作会引起患者疼痛, 还可能带来穿刺部位血肿、感染等风险, 并且不能进行实时监测。而 P<sub>ET</sub>CO<sub>2</sub> 是监测患者呼气末呼出气体中含有二氧化碳分压值, 正常值为 35~45 mmHg<sup>[14]</sup>, 是一项无创、简便、实时、连续的监测手段<sup>[15]</sup>, 它提供的实时 P<sub>ET</sub>CO<sub>2</sub> 数值和波形图, 可以及时分析出患者的通气状态, 降低苏醒期间二氧化碳滞留的发生率, 提高患者的安全性<sup>[16]</sup>。研究显示, 48 例患者中有 26 例表现出阿片类药物诱导的呼吸抑制症状, 患者出现呼吸抑制时, SpO<sub>2</sub> 测量值没有变化, 但 P<sub>ET</sub>CO<sub>2</sub> 异常增高, 分钟通气量减少, 表明患者出现通气不足, 二氧化碳滞留<sup>[4]</sup>。当患者呼吸出现变化时, P<sub>ET</sub>CO<sub>2</sub> 变化要早于 SpO<sub>2</sub>。持续 P<sub>ET</sub>CO<sub>2</sub> 结合 SpO<sub>2</sub> 监测有助于预防和早期识别拔管后高危患者的呼吸衰竭<sup>[17-19]</sup>, 因为早期识别可以触发更及时的干预, 提高安全性。

作者单位: 1. 华中科技大学同济医学院附属同济医院麻醉与疼痛科教研室, 老年麻醉与围术期脑健康湖北省重点实验室, 武汉市老年麻醉临床医学研究中心(湖北 武汉, 430030); 2. 华中科技大学同济医学院附属同济医院手术室

陈安龙: 男, 硕士, 主管护师, 1532735843@qq.com

通信作者: 刘尚昆, skliu@tjh.tjmu.edu.cn

科研项目: 2023 年华中科技大学同济医学院附属同济医院科研基金护理专项(重点项目)(2023C05); 2023 年度华中科技大学同济医学院护理学院自主创新项目(ZZCX2023T009)

收稿: 2024-03-14; 修回: 2024-05-20

**1.2 准确性与可靠性** 随着  $P_{ET}CO_2$  监测被广泛应用于呼吸功能的实时监测与管理,学者对  $P_{ET}CO_2$  和  $PaCO_2$  的关系也进行了较多的研究。 $P_{ET}CO_2$  反映了机体代谢的二氧化碳的肺气体交换,呼气末二氧化碳波形提供了关于肺功能、气道阻塞和肺泡通气的信息<sup>[20]</sup>。在正常生理情况下,由于二氧化碳的弥散能力很强,组织代谢产生的二氧化碳由血液循环运送到肺,经肺周围血管扩散至肺泡并达到平衡,因此肺泡内的二氧化碳和  $PaCO_2$  很接近,故  $P_{ET}CO_2$  与  $PaCO_2$  也大致接近,多项研究显示  $PaCO_2$  与  $P_{ET}CO_2$  无统计学差异<sup>[21-22]</sup>,所以监测  $P_{ET}CO_2$  可以反映  $PaCO_2$  的变化,从而间接预测患者体内  $PaCO_2$  水平。研究表明,神经外科患者在 PACU 苏醒过程中, $P_{ET}CO_2$  与  $PaCO_2$  有较好的相关性,在肺功能良好、意识清楚的患者中, $PaCO_2$  和  $P_{ET}CO_2$  的差异为  $3.6\sim 4.6$  mmHg<sup>[23]</sup>。连续无创  $P_{ET}CO_2$  监测可以作为评估  $PaCO_2$  的可靠指标<sup>[23]</sup>。Razi 等<sup>[24]</sup> 研究显示,在健康受试者中, $PaCO_2$  与  $P_{ET}CO_2$  密切相关, $PaCO_2$  测量值比  $P_{ET}CO_2$  值高  $2\sim 5$  mmHg 被普遍接受。需要注意的是,不同的呼吸机模式、疾病类型、氧合指标会影响两者的相关性<sup>[25]</sup>,因此,对肺功能不全、躁动等患者, $P_{ET}CO_2$  与  $PaCO_2$  相关性可能不高,需要结合血气分析等其他信息综合评估。

## 2 $P_{ET}CO_2$ 监测方法

**2.1 监测仪器** 临床上所采用的呼气末二氧化碳监测仪原理是利用二氧化碳吸收  $4.26\ \mu\text{m}$  波长的红外线这一特点,通过监测红外线衰减强度来计算分析出  $P_{ET}CO_2$  数值和波形。根据仪器采样方式的不同,将呼气末二氧化碳监测仪分为主流型与旁流型。①主流型监测仪。其传感器直接连接在气管插管接头处,直接测量通过的呼气气流,因此,仅适用于插管患者<sup>[26]</sup>。其优点包括:反应迅速、样本气流损失少、可实时读值。缺点包括:传感器较大,增加患者呼吸管路重量;传感器成本高,在操作和监测过程中可能损坏传感器和连接电缆;可能被咳出的分泌物污染。②旁流型监测仪。旁流型监测仪传感器并不直接连接在通气回路中,而是将呼出的气体吸入一部分至位于仪器端监测器内部的传感器进行测量<sup>[15]</sup>。其优点包括:采样气体样本少、体积小、反应快、灵敏度高,对插管或未插管的患者均可应用<sup>[26]</sup>。其缺点包括:其采样管细小,易被气道分泌物堵塞;由于传感器位于较远的仪器端,监测结果会有几秒钟的时间延迟<sup>[27]</sup>。由于主流型和旁流型监测仪的采样方式、传感器位置不同,各有优缺点,医护人员需要根据患者情况选择合适的监测方式。机械通气患者监测  $PaCO_2$  时,主流型和旁流型  $P_{ET}CO_2$  测量值没有显著差异<sup>[28-29]</sup>。无创通气患者监测  $PaCO_2$  时,由于患者没有建立人工气道,所以仅能选择旁流型监测。对于苏醒期未拔

管患者使用主流型或旁流型均可,拔管后仅能选择旁流型监测仪。有研究显示,基于时间-二氧化碳分压波形的旁流型  $P_{ET}CO_2$  监测更常用于手术室环境、非插管患者监测<sup>[27]</sup>。因此,笔者认为,全麻术后患者在 PACU 拔除气管插管前后都需要严密监测呼吸状态,为便于临床仪器设备统一管理,PACU 配备单一类型的监测仪更为合适,而旁流型监测仪对拔管和未拔管患者都适用,建议 PACU 选择旁流型监测仪。但需要注意的是,已拔除气管插管的患者会因口鼻腔分泌物、咳嗽、说话和头部活动而影响  $P_{ET}CO_2$  数值和波形<sup>[30]</sup>。

**2.2 操作方法** 目前临床上多采用可拆卸式呼气末二氧化碳监测模块, $P_{ET}CO_2$  数值和波形直接显示在监护仪屏幕上。两种类型的仪器使用方法均很简便。首先,设置仪器报警参数,根据仪器提示手动或自动完成校零。主流型监测仪是在气管插管与呼吸机回路连接处接上  $P_{ET}CO_2$  监测传感器,另一端连接二氧化碳监测模块;旁流型监测仪选择合适的一次性使用压力型采样管,机器端连接二氧化碳监测模块,插管患者连接在气管插管处,非插管患者则根据患者呼吸方式、舒适度放入患者鼻腔或口腔<sup>[27]</sup>,并妥善固定。操作模式设置为“测量”,当患者平静呼吸时,即可显示持续且稳定的数值和波形<sup>[31]</sup>。

**2.3  $P_{ET}CO_2$  波形分析** 波形的纵坐标为二氧化碳分压,横坐标为时间。波形可分为 4 个时相<sup>[15]</sup>(见图 1):时相 I 波形在基线,为吸气和死腔通气时间;时相 II 为上升支,是死腔通气和肺泡内气体混合呼出时间;时相 III 波形呈高位水平线,为呼出肺泡气时间;时相 IV 为时相 III 末至基线,代表下一次吸气开始。分析波形时,应从波形的基线(吸入气的二氧化碳浓度,一般应等于零)、形态(正常波形与异常波形)、高度(代表  $P_{ET}CO_2$  浓度)、频率(呼吸频率即二氧化碳波形出现的频率)、节律(反映呼吸中枢或呼吸肌的功能)等方面评估,及时发现并处理早期出现的呼吸异常事件,更好地保证患者苏醒期的安全<sup>[31-32]</sup>。理解和掌握  $P_{ET}CO_2$  正常数值和波形分析将有助于 PACU 护士快速识别异常波形并及时处理呼吸相关并发症。由于  $P_{ET}CO_2$  受患者基础代谢、循环和呼吸等多方面因素影响,临床监测过程中会出现许多异常波形,所以需要在临床实际应用中及时发现、分析和总结异常情况。

## 3 $P_{ET}CO_2$ 监测在全麻苏醒期患者中的应用

**3.1 确定导管位置** 全麻术后患者转运至 PACU 期间,可能会出现气管导管滑脱、移位、漏气等现象,通过  $P_{ET}CO_2$  监测观察到 4~6 个以上连续稳定的  $P_{ET}CO_2$  波形,目前已成为判断气管导管在气管内的最佳方法<sup>[15]</sup>。无论有无自主呼吸,当气管导管在气管内时,只要有二氧化碳气流通过,都会产生  $P_{ET}CO_2$

波形。如果导管滑脱或移位至食管中,则无二氧化碳气流通过,就不会出现相应的  $P_{ET}CO_2$  波形。如果导管出现扭折、脱出等情况,  $P_{ET}CO_2$  数值可突然下降至零,波形会突然消失;当呼吸回路出现漏气时,  $P_{ET}CO_2$  波形高度会逐渐下降,甚至无呼气平台出现。因此,对全麻苏醒期带气管导管患者行监测护理时,能够观察到连续稳定的  $P_{ET}CO_2$  波形就可以确定气管导管在气管内;反之,如果波形不连续或者不稳定,就需要检查气管导管是否阻塞、脱出,呼吸回路是否通畅、连接完好。

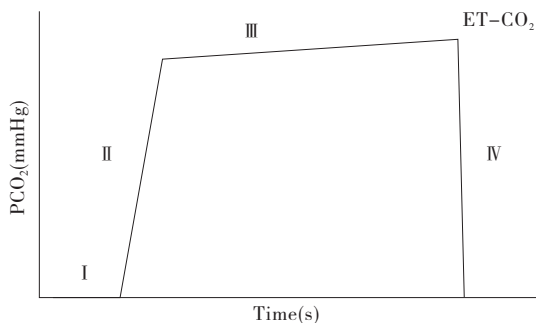


图1 时间-二氧化碳分压波形图

**3.2 指导撤机拔管** 在机械通气支持呼吸时,能否撤掉呼吸机完全恢复自主呼吸,需要作出全面的判断,而  $P_{ET}CO_2$  是判断标准之一<sup>[33]</sup>。在有机械通气支持的过程中,如果患者自主呼吸不足以将产生的二氧化碳有效呼出,则会出现二氧化碳蓄积,表现为  $P_{ET}CO_2$  值逐渐升高至超出正常范围,同时合并低氧血症,  $SpO_2$  降低。因此,患者能否撤机,不应只靠监测  $SpO_2$ 。当波形呼气平台出现凹陷,提示患者恢复自主呼吸,凹陷出现的频率就是患者自主呼吸的频率,继续观察波形并调整呼吸机参数以维持正常  $P_{ET}CO_2$  数值和波形;若患者完全在自主呼吸状态下能将  $P_{ET}CO_2$  值及其波形稳定维持于正常水平,或接近于正常水平,就能够安全撤掉呼吸机拔除气管导管<sup>[34-35]</sup>。

**3.3 监测通气状态** 运用  $P_{ET}CO_2$  监测通气状态,最重要的就是要对  $P_{ET}CO_2$  数值和波形分析。如果  $P_{ET}CO_2$  数值增高,则提示通气不足,需要增加潮气量或呼吸频率快速排出二氧化碳;如果  $P_{ET}CO_2$  数值降低,则提示通气过度,需要减少潮气量或呼吸频率维持正常  $P_{ET}CO_2$  值。波形出现基线抬高,说明呼吸回路中有二氧化碳重复吸入,应检查呼吸机的呼吸活瓣或二氧化碳吸收装置是否故障;波形形态不规则,提示患者可能已逐渐恢复自主呼吸;波形高度变化代表  $P_{ET}CO_2$  数值的变化,可通过调整呼吸方式,维持正常  $P_{ET}CO_2$  值;波形出现频率就是患者的呼吸频率,可通过调整呼吸频率,维持正常的  $P_{ET}CO_2$  值和  $SpO_2$ 。无论是苏醒期行机械通气患者还是拔管后自主呼吸患者,均可根据  $P_{ET}CO_2$  数值和波形判断患者通气状

态,快速精准调整呼吸方式,保证机体氧供充足和有效排出二氧化碳,避免发生通气不足/过度,造成高/低碳酸血症。

#### 4 小结

$P_{ET}CO_2$  监测作为无创连续实时的监测技术,研究领域包括但不限于:提供肺部通气与灌注匹配、心输出量、代谢率等关键生理数据,术后谵妄、恶心呕吐等与  $P_{ET}CO_2$  监测的相关性等。尽管  $P_{ET}CO_2$  监测是一项有益于麻醉术后患者安全的监测,但目前在 PACU 中应用不够广泛,一方面可能是监测设备成本较高、故障维修耗时;另一方面 PACU 护士缺乏相关培训。今后可开展更多的研究,如  $P_{ET}CO_2$  监测对患者并发症及预后的影响、PACU 护士实施现状调查及培训等,并制订相关标准、规范或指南,以利于临床应用实施。

#### 参考文献:

- [1] Liu S K, Chen G, Yan B, et al. Adverse respiratory events increase post-anesthesia care unit stay in China: a 2-year retrospective matched cohort study[J]. *Curr Med Sci*, 2019, 39(2): 325-329.
- [2] 陈赞,赵晶,张军,等. 麻醉苏醒室患者术后低氧血症的危险因素分析及护理对策[J]. *护理学杂志*, 2022, 37(13): 26-29.
- [3] Zhang X Z, Kassem M A, Zhou Y, et al. A brief review of non-invasive monitoring of respiratory condition for extubated patients with or at risk for obstructive sleep apnea after surgery[J]. *Front Med (Lausanne)*, 2017, 4: 26.
- [4] Jungquist C R, Chandola V, Spulecki C, et al. Identifying patients experiencing opioid-induced respiratory depression during recovery from anesthesia: the application of electronic monitoring devices[J]. *Worldviews Evid Based Nurs*, 2019, 16(3): 186-194.
- [5] Oswald L, Zeuske T, Pfeffer J. Implementing capnography in the PACU and beyond[J]. *J Perianesth Nurs*, 2016, 31(5): 392-396.
- [6] Langhan M L, Li F Y, Lichtor J L. The impact of capnography monitoring among children and adolescents in the postanesthesia care unit: a randomized controlled trial[J]. *Pediatr Anesth*, 2017, 27(4): 385-393.
- [7] McNeill M M, Hardy Tabet C. The effectiveness of capnography versus pulse oximetry in detecting respiratory adverse events in the postanesthesia care unit (PACU): a narrative review and synthesis[J]. *J Perianesth Nurs*, 2022, 37(2): 264-269.
- [8] Kuroe Y, Mihara Y, Okahara S, et al. Integrated pulmonary index can predict respiratory compromise in high-risk patients in the post-anesthesia care unit: a prospective, observational study[J]. *BMC Anesthesiol*, 2021, 21(1): 123.
- [9] Lucas D N, Russell R, Bamber J H, et al. Recommendations for standards of monitoring during anaesthesia

- and recovery 2021[J]. *Anaesthesia*, 2021, 76(10):1426-1427.
- [10] 郭曲练,程智刚,胡浩. 麻醉后监测治疗专家共识[J]. *临床麻醉学杂志*, 2021, 37(1):89-94.
- [11] Vincent J L, Einav S, Pearse R, et al. Improving detection of patient deterioration in the general hospital ward environment[J]. *Eur J Anaesthesiol*, 2018, 35(5):325-333.
- [12] Williams G W 2nd, George C A, Harvey B C, et al. A comparison of measurements of change in respiratory status in spontaneously breathing volunteers by the expirion noninvasive respiratory volume monitor versus the capnostream capnometer[J]. *Anesth Analg*, 2017, 124(1):120-126.
- [13] Severinghaus J W, Preller J M. Arterial blood gases [M]//Janes S M. *Encyclopedia of respiratory medicine*. 2nd ed. Oxford:Academic Press, 2022:155-165.
- [14] Godden B. Where does capnography fit into the PACU? [J]. *J Perianesth Nurs*, 2011, 26(6):408-410.
- [15] 孙峰,马士程,王亚. 急诊呼气末二氧化碳监测专家共识[J]. *中华急诊医学杂志*, 2017, 26(5):507-511.
- [16] Potvin J, Etchebarne I, Soubiron L, et al. Effects of capnometry monitoring during recovery in the post-anaesthesia care unit; a randomized controlled trial in adults (CAPNOSSPI) [J]. *J Clin Monit Comput*, 2022, 36(2):379-385.
- [17] Atherton P, Jungquist C, Spulecki C. An educational intervention to improve comfort with applying and interpreting transcutaneous CO<sub>2</sub> and end-tidal CO<sub>2</sub> monitoring in the PACU[J]. *J Perianesth Nurs*, 2022, 37(6):781-786.
- [18] Sakuraya M, Douno E, Iwata W, et al. Accuracy evaluation of mainstream and sidestream end-tidal carbon dioxide monitoring during noninvasive ventilation: a randomized crossover trial (MASCAT-NIV trial) [J]. *J Intensive Care*, 2022, 10(1):17.
- [19] Kozub E, Uttermark A, Skoog R, et al. Preventing postoperative opioid-induced respiratory depression through implementation of an enhanced monitoring program [J]. *J Healthc Qual*, 2022, 44(1):e7-e14.
- [20] Pleil J D, Christensen L E. Rationale for developing tunable laser spectroscopy (TLS) technology for high resolution real-time carbon dioxide monitoring (capnography) in human breath[J]. *J Breath Res*, 2021, 15(4):40201.
- [21] Zoair H, Ewis A, Ezzat I. Correlation of end-tidal carbon dioxide tension with arterial carbon dioxide tension in patients with respiratory failure on mechanical ventilation[J]. *Egypt J Hosp Med*, 2019, 74(8):1902-1906.
- [22] Kim K W, Choi H R, Bang S R, et al. Comparison of end-tidal CO<sub>2</sub> measured by transportable capnometer (EMMA capnograph) and arterial pCO<sub>2</sub> in general anaesthesia[J]. *J Clin Monit Comput*, 2016, 30(5):737-741.
- [23] Gaur P, Harde M, Gujjar P, et al. A study of partial pressure of arterial carbon dioxide and end-tidal carbon dioxide correlation in intraoperative and postoperative period in neurosurgical patients[J]. *Asian J Neurosurg*, 2022, 12(3):475-482.
- [24] Razi E, Moosavi G A, Omidi K, et al. Correlation of end-tidal carbon dioxide with arterial carbon dioxide in mechanically ventilated patients[J]. *Arch Trauma Res*, 2012, 1(2):58-62.
- [25] Wang J R, Zhang J J, Liu Y J, et al. Relationship between end-tidal carbon dioxide and arterial carbon dioxide in critically ill patients on mechanical ventilation [J]. *Medicine (Baltimore)*, 2021, 100(33):e26973.
- [26] Krauss B, Falk J L, Ladde J G. Carbon dioxide monitoring (capnography) [EB/OL]. (2023-06-30)[2023-11-21]. <https://www.uptodate.com/contents/carbon-dioxide-monitoring-capnography>.
- [27] Siobal M S. Monitoring exhaled carbon dioxide[J]. *Respir Care*, 2016, 61(10):1397-1416.
- [28] Teixeira Neto F J, Carregaro A B, Mannarino R, et al. Comparison of a sidestream capnograph and a mainstream capnograph in mechanically ventilated dogs[J]. *J Am Vet Med Assoc*, 2002, 221(11):1582-1585.
- [29] Chan K L, Chan M T V, Gin T. Mainstream *vs.* sidestream capnometry for prediction of arterial carbon dioxide tension during supine craniotomy[J]. *Anaesthesia*, 2003, 58(2):149-155.
- [30] Kang H Y, You A H, Kim Y, et al. Respiration monitoring in PACU using ventilation and gas exchange parameters[J]. *Sci Rep*, 2021, 11(1):24312.
- [31] 代恒茂,明伟,周志强,等. 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[J]. *护理学杂志*, 2022, 37(12):36-38.
- [32] Saunders R, Struys M, Pollock R F, et al. Patient safety during procedural sedation using capnography monitoring: a systematic review and meta-analysis [J]. *BMJ Open*, 2017, 7(6):e13402.
- [33] 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.
- [34] 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.
- [35] 刚丽,孙晓义,徐金全,等. 吸气与呼气压力-容积曲线对确定最适呼气末正压的比较性研究[J]. *中国危重病急救医学*, 2012, 24(2):74-77.