



中国临床医学

Chinese Journal of Clinical Medicine

ISSN 1008-6358

CN 31-1794/R

全麻诱导期持续气道内正压通气模式与常规模式预给氧效能的比较

宋月娇, 杨振, 梁颖华, 丁明, 葛圣金, 廖庆武

引用本文:

宋月娇, 杨振, 梁颖华, 丁明, 葛圣金, 廖庆武. 全麻诱导期持续气道内正压通气模式与常规模式预给氧效能的比较[J]. 中国临床医学, 2022, 29(5): 789–794.

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.12025/j.issn.1008-6358.2022.20220550>

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

肺保护性通气降低高原地区全麻患者肺损伤的临床分析

Clinical study of protective ventilation reducing lung injury in patients with general anesthesia in plateau area

中国临床医学. 2020, 27(2): 293–297 <https://doi.org/10.12025/j.issn.1008-6358.2020.20191899>

肌松程度对腹腔镜胆囊切除术中患者肺功能的影响

Effects of neuromuscular blockade on pulmonary function in patients undergoing laparoscopic cholecystectomy

中国临床医学. 2020, 27(6): 1011–1016 <https://doi.org/10.12025/j.issn.1008-6358.2020.20201238>

慢性阻塞性肺疾病患者血浆Clara细胞分泌蛋白水平的变化及其与动脉血气的相关性

Changes of plasma Clara cell secretory protein level and its relationship with arterial blood gas in patients with chronic obstructive pulmonary disease

中国临床医学. 2021, 28(6): 1011–1015 <https://doi.org/10.12025/j.issn.1008-6358.2021.20202331>

经鼻高流量氧疗与无创正压通气联合治疗慢性阻塞性肺疾病急性加重期患者的效果

Clinical application of high-flow nasal cannula oxygen and noninvasive positive pressure ventilation in acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease

中国临床医学. 2020, 27(5): 831–833 <https://doi.org/10.12025/j.issn.1008-6358.2020.20200783>

早产儿中重度支气管肺发育不良与出生后早期动脉血气值的相关性

The relationship between early postnatal arterial blood values and moderate and severe bronchopulmonary dysplasia in preterm infants

中国临床医学. 2022, 29(2): 213–217 <https://doi.org/10.12025/j.issn.1008-6358.2022.20211861>

DOI: 10.12025/j.issn.1008-6358.2022.20220550

· 短篇论著 ·

全麻诱导期持续气道内正压通气模式与常规模式预给氧效能的比较

宋月娇¹, 杨 振¹, 梁颖华¹, 丁 明^{2*}, 葛圣金², 廖庆武^{2*}

1. 复旦大学附属中山医院厦门医院麻醉科, 厦门 361015

2. 复旦大学附属中山医院麻醉科, 上海 200032

引用本文 宋月娇, 杨 振, 梁颖华, 等. 全麻诱导期持续气道内正压通气模式与常规模式预给氧效能的比较[J]. 中国临床医学, 2022, 29(5): 789-794. SONG Y J, YANG Z, LIANG Y H, et al. Comparison of preoxygenation efficacy between continuous positive airway pressure (CPAP) mode and conventional mode during induction of general anesthesia[J]. Chinese Journal of Clinical Medicine, 2022, 29(5): 789-794.

〔摘要〕 **目的** 比较全麻诱导时持续气道内正压通气 (continuous positive airway pressure, CPAP) 模式与常规模式的预给氧效能。**方法** 纳入 2020 年 5 月 1 日至 2021 年 12 月 31 日复旦大学附属中山医院厦门医院收治的 81 例拟行全麻患者, 分为诱导前自主呼吸组 ($n=27$)、诱导后压力支持辅助通气 PSV 组 ($n=26$)、诱导前 CPAP 组 ($n=28$)。比较 3 组预给氧后呼出氧浓度 (FeO_2) 达到 90% 的时间; 4 min 无通气状态后的呼出氧浓度 (FeO_2)、动脉血氧分压 (PaO_2)、二氧化碳分压 (PaCO_2); 插管时反流发生率; 血流动力学变化。**结果** CPAP 组 FeO_2 达到 90% 所需时间短于自主呼吸组 ($P=0.01$), 与 PSV 组比较差异无统计学意义。Cox 比例风险回归显示, 3 组达到 90% FeO_2 所需时间与性别、年龄、BMI 无相关性, 与自主呼吸模式相比, CPAP 模式的 HR=0.430 (95%CI 0.243~0.761; $P=0.04$); 与 PSV 模式相比, CPAP 模式的 HR=0.810 (95%CI 0.474~1.383; $P=0.44$)。CPAP 组在 4 min 无通气状态下的 PaCO_2 低于自主呼吸组 ($P=0.03$), 与 PSV 组比较差异无统计学意义; 在 4 min 无通气状态下 FeO_2 、 PaO_2 、插管反流发生率、术前与插管后血流动力学变化差异均无统计学意义。**结论** 全麻诱导前 CPAP 模式预给氧较诱导前自主呼吸模式效能更高, 所需时间更短, 4 min 无通气状态下 PaCO_2 更低, 值得临床推广。

〔关键词〕 持续气道内正压通气; 预给氧; 效能**〔中图分类号〕** R 614 **〔文献标志码〕** A

Comparison of preoxygenation efficacy between continuous positive airway pressure (CPAP) mode and conventional mode during induction of general anesthesia

SONG Yue-jiao¹, YANG Zhen¹, LIANG Ying-hua¹, DING Ming^{2*}, GE Sheng-jing², LIAO Qing-wu^{2*}

1. Department of Anesthesia, Zhongshan Hospital (Xiamen Branch), Fudan University, Xiamen 361015, Fujian, China

2. Department of Anesthesia, Zhongshan Hospital, Fudan University, Shanghai 200032, China

〔Abstract〕 **Objective** To compare the preoxygenation efficacy of continuous positive airway pressure (CPAP) mode and conventional mode during induction of general anesthesia. **Methods** From May 1st, 2020 to December 31st, 2021, 81 patients who were treated in Zhongshan Hospital (Xiamen Branch), Fudan University were included, they were divided into spontaneous breathing group before induction ($n=27$), pressure support assisted ventilation PSV group after induction ($n=26$), and CPAP group before induction ($n=28$). To compare the time for fraction of expired oxygen (FeO_2) to reach 90%; FeO_2 , arterial blood oxygen partial pressure (PaO_2), carbon dioxide partial pressure (PaCO_2) in 4 min without ventilation; incidence of reflux during intubation; hemodynamic changes. **Results** The time required for FeO_2 to reach 90% in the CPAP group was shorter than that in the spontaneous breathing group ($P=0.01$), and there was no significant difference compared with the PSV group. Cox proportional-hazard regression analysis showed that the time required to reach 90% FeO_2 in the three groups was not significantly

〔收稿日期〕 2022-04-02 **〔接受日期〕** 2022-05-20**〔基金项目〕** 复旦大学附属中山医院厦门医院孵化课题 (KYYJ201905)。Supported by Incubation Project of Xiamen Branch, Zhongshan Hospital, Fudan University (KYYJ201905).**〔作者简介〕** 宋月娇, 硕士生, 住院医师。E-mail: 18231210013@fudan.edu.cn

* 通信作者 (Corresponding authors). Tel: 0592-3568343, E-mail: ding.ming@zs-hospital.sh.cn; 021-64041990-3954, E-mail: liao.qingwu@zs-hospital.sh.cn

correlated with gender, age, and BMI. Compared with the spontaneous breathing mode, the CPAP mode was $HR=0.430$ (95%CI 0.243-0.761; $P=0.04$); compared with PSV mode, the CPAP mode was $HR=0.810$ (95%CI 0.474-1.383; $P=0.44$). The $PaCO_2$ in the CPAP group was lower than that in the spontaneous breathing group at 4 minutes without ventilation ($P=0.03$), and there was no significant difference compared with the PSV group. There was no significant difference in the hemodynamic changes before and after intubation. **Conclusion** CPAP mode of pre-oxygenation before induction of general anesthesia is more effective than the spontaneous breathing mode before induction, the time required is shorter, and the $PaCO_2$ is lower in the 4-min non-ventilation state.

[Key Words] continuous positive airway pressure; pre-oxygenation; efficacy

预给氧的目的是提高功能残气量 (functional residual capacity, FRC) 中氧浓度, 为气管插管提供足够的无通气安全时限, 急诊患者因反流误吸风险高, 通常采用自主呼吸预给氧替代经典的诱导后正压通气, 然而因疾病、腹痛等多种因素, 患者不能做有效的深呼吸, 从而使得预给氧不充分。既往研究^[1-2]表明, 持续气道内正压通气 (continuous positive airway pressure, CPAP) 模式对阻塞性睡眠呼吸暂停综合征 (obstructive sleep apnea syndrome, OSAS) 患者和无 OSAS 的胃食管反流患者 (如贲门失弛缓症) 的反流症状有保护作用, OSAS 患者在围手术期应继续使用 CPAP 模式以减少因呼吸抑制引起的心血管相关风险。Cajander 等^[3]研究表明, 麻醉诱导前采用 CPAP 模式 (8 cmH₂O) 是安全的, 而气道峰压在 15 cmH₂O 以内既能满足通气又能最大限度降低诱导后胃内积气的发生率。Östberg 等^[4]通过分析麻醉诱导前后肺部 CT 表明, CPAP 模式下 6~8 cmH₂O 的压力对非肥胖患者能维持良好的氧合并能将肺不张的发生率降至最低。

本研究结合目前 CPAP 模式在很多现代麻醉工作站中作为标准配置, 认为该模式下可有效增加 FRC, 降低择期手术后再插管及肺不张的发生率^[5-6]。因此本研究假设麻醉诱导前让患者保持清醒, 采用完全同步的低水平 CPAP (8 cmH₂O) 无创通气可有效提高患者自主通气时的预给氧效能, 且不增加误吸风险。

1 资料与方法

1.1 一般资料 纳入 2020 年 5 月 1 日至 2021 年 12 月 31 日复旦大学附属中山医院厦门医院需监测有创动脉血压的择期拟行气管插管全身麻醉的 90 例患者。通过 SPSS 随机数字生成器产生随机数表法分为 3 组, 每组 30 例, 分别为自主呼吸组、诱导后 PSV 组和 CPAP 组, 最终纳入 81 例

患者。本研究经复旦大学附属中山医院伦理委员会批准 (B2019-029)、中国临床试验中心注册 (ChiCTR2000033059), 所有患者均知情并签署知情同意书。

纳入标准: (1) 美国麻醉医师学会 (American Society of Anesthesiologists, ASA) 分级 I~II 级; (2) 年龄 18~60 岁; (3) 心、肺、肝肾功能正常; (4) 血红蛋白浓度处于正常范围; (5) 体质指数 (body mass index, BMI) ≤ 28 kg/m²。排除标准: 存在困难气道、困难通气和功能性消化系统疾病; 充分预给氧后 4 min 无通气状态下 $SpO_2 \leq 90\%$ 。

1.2 麻醉方法 所有患者术前禁食 8~12 h, 均未术前用药。入手术室后, 连接监护仪监测生命体征, 开放静脉通路, 局麻下行桡动脉穿刺置管。在呼吸空气条件下记录血氧饱和度 (SpO_2) 并行动脉血气分析。麻醉机以纯氧 10 L/min 预充管道 > 3 min, 通过采样监测明确回路内氧浓度 $\geq 95\%$, 试验流程详见图 1。

自主呼吸组: 患者经紧闭面罩, 行平静自主呼吸。PSV 组: 患者快速诱导后实施 PSV 辅助通气, 吸气压力 ≤ 15 cmH₂O, 潮气量 8~10 mL/kg, 频率为 12 次/min。CPAP 组: 患者经紧闭面罩, 行 CPAP 辅助通气, 参数设定为 CPAP (8 cmH₂O), 新鲜气流量均为纯氧 10 L/min, 记录 3 组呼出端氧浓度达到 90% 所需时间。

1.3 麻醉诱导与维持 静注丙泊酚 2 mg/kg, 瑞芬太尼 1 μ g/kg, 罗库溴铵 0.6 mg/kg, 利多卡因 1.5 mg/kg; 以可视喉镜或可视光棒完成气管插管及固定等操作, 插管完成后 4 min 内不予通气, 并以丙泊酚靶控 2 μ g/mL 血浆浓度维持麻醉, 无通气 4 min 后恢复机械通气 (呼吸回路内置换为 50% 氧气), 潮气量设置为 8 mL/kg 理想体质量 (ideal body weight, IBW), 呼吸频率 10 次/min, 观

察呼出的氧浓度,并在通气开始前行动脉血气分析,了解动脉血氧分压(PaO_2)及二氧化碳分压

(PaCO_2)水平,插管时观察反流情况(咽喉壁液体滞留情况)。

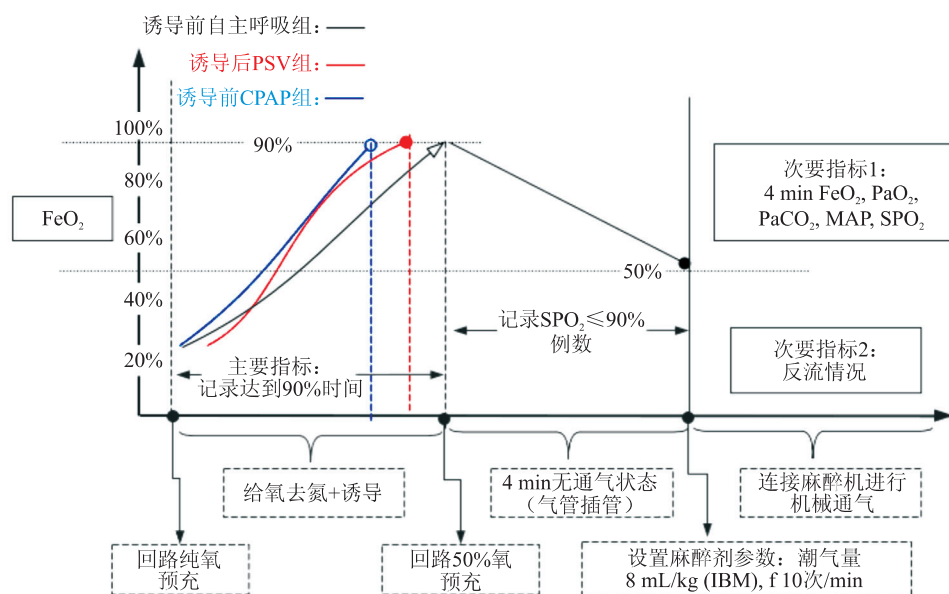


图1 试验流程图

1.4 观察指标 主要指标:呼出氧浓度(FeO_2)达到90%所需时间。次要指标:4 min无通气状态后的呼出氧浓度(FeO_2)、动脉血氧分压(PaO_2)、二氧化碳分压(PaCO_2)、诱导时反流的发生率、术前与插管后血流动力学变化。

1.5 统计学处理 采用SPSS 22.0软件进行分析,GraphPad Prism 8进行绘图,计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间比较采用单因素方差分析,计数资料比较用 χ^2 检验,采用Cox比例风险回归分析3组(FeO_2 达到90%的时间)和协变量(年龄、性别、BMI)的关系。检验水准(α)为0.05。

2 结果

2.1 一般资料分析 纳入流程图见图2,最终纳入81例患者。结果(表1)显示:3组患者在性别、年龄、身高、体质量、BMI、术前及插管后血红蛋白等差异无统计学意义。

2.2 主要指标比较 CPAP组达到90% FeO_2 所需时间(181.0 ± 65.81)s短于自主呼吸组(235.1 ± 72.85)s($P=0.01$),但与PSV组(201.7 ± 60.04)s比较差异无统计学意义($P=0.49$);3组达到90% FeO_2 所需时间的Kaplan-Meier分析如图3所示。

Cox比例风险回归分析结果显示,Score统计

量为9.104, $P=0.011$;对数似然比检验 $\chi^2=9.294$, $P=0.01$,3组达到90% FeO_2 所需时间与性别($P=0.18$)、年龄($P=0.24$)、BMI($P=0.06$)无相关性。与自主呼吸模式相比,CPAP模式HR=0.430(95%CI 0.243~0.761; $P=0.04$);与PSV模式相比,CPAP模式HR=0.810(95%CI 0.474~1.383; $P=0.44$),提示CPAP模式预给氧效能较自主呼吸模式更高,所需时间更短;与PSV模式比较差异无统计学意义。

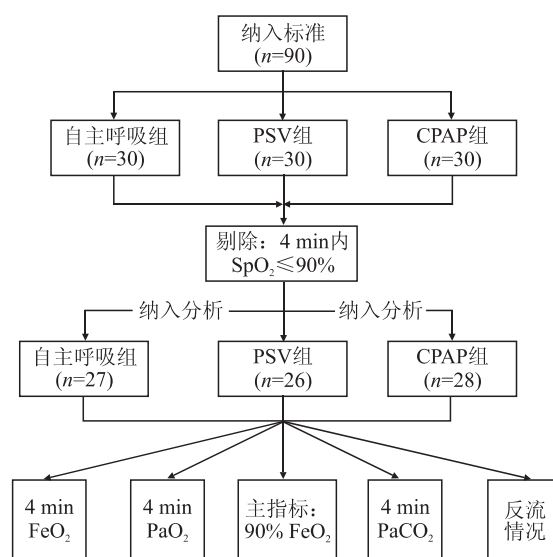
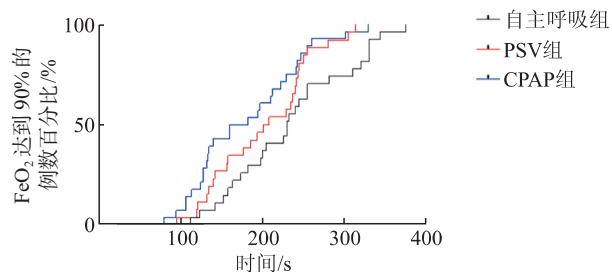


图2 纳入患者流程图

表 1 3组患者术前一般资料分析

指标	自主呼吸组(n=27)	PSV组(n=26)	CPAP组(n=28)	P值
性别(男/女)	16/11	13/13	19/9	0.42
年龄/岁	47.52±10.14	46.23±10.93	44.93±9.12	0.64
身高/cm	165.22±7.40	167.08±8.04	165.93±7.78	0.68
体质量/kg	60.74±9.62	65.10±11.10	62.86±11.88	0.35
体质指数/(kg·m ⁻²)	22.15±2.44	23.17±2.39	22.69±3.01	0.38
基础血红蛋白/(g·dL ⁻¹)	11.98±1.69	12.78±1.70	12.23±1.78	0.29
插管后血红蛋白/(g·dL ⁻¹)	11.71±1.61	11.77±1.36	11.97±1.76	0.81

图 3 3组达到 90%FeO₂ 所需时间的 Kaplan-Meier 分析

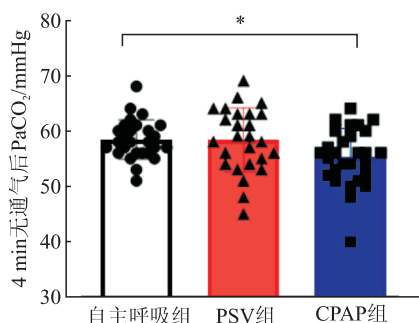
2.3 次要指标比较 结果(表 2)显示:自主呼吸组、PSV 组、CPAP 组在完成给氧去氮及 4 min 无通气状态后 FeO₂ 分别为 (46.1±6.99)%、

(44.6±7.22)%、(46.0±5.13)%, 3 组比较差异无统计学意义 ($P=0.65$); PaO₂ 分别为 (220.11±98.96) mmHg、(191.88±101.58) mmHg、(225.89±112.56) mmHg, 3 组比较差异无统计学意义 ($P=0.45$)。

结果(图 4)显示:CPAP 组的 PaCO₂ 低于自主呼吸组 [(55.29±5.14) vs (58.44±3.53) mmHg, $P=0.04$], 但与 PSV 组 PaCO₂ (58.35±5.77) mmHg 差异无统计学意义 ($P=0.06$)。诱导时 3 组均未发生反流;入手术室时呼吸空气情况下 SpO₂、Hb、PaO₂、PaCO₂; 停止通气 4 min 后,术前与插管后血流动力学变化差异无统计学意义。

表 2 次要指标比较

指标	自主呼吸组(n=27)	PSV组(n=26)	CPAP组(n=28)	P值
4 min 后 FeO ₂ /%	46.10±6.99	44.60±7.22	46.00±5.13	0.65
4 min 后 PaO ₂ /mmHg	220.11±98.96	191.88±101.58	225.89±112.56	0.45
4 min 后 PaCO ₂ /mmHg	58.44±3.53	58.35±5.77	55.29±5.14	0.03
基础 SpO ₂ /%	99.33±0.96	99.12±1.11	99.61±0.74	0.16
基础 PaCO ₂ /mmHg	40.30±4.67	39.46±2.80	38.86±3.23	0.35
基础 HR/(次·min ⁻¹)	78.37±9.71	76.15±11.91	74.46±13.45	0.47
基础 MAP/mmHg	99.15±9.45	94.14±9.36	96.89±10.90	0.18
插管后 SpO ₂ /%	99.89±0.42	99.23±1.31	99.50±1.40	0.11
插管后 HR/(次·min ⁻¹)	72.04±13.14	70.15±8.55	70.61±8.52	0.45
插管后 MAP/mmHg	71.89±14.57	78.54±11.37	75.68±14.05	0.20
反流情况/%	0	0	0	

图 4 3组患者 4 min 无通气后 PaCO₂ 的比较
* $P<0.05$ 。

3 讨论

标准的全麻诱导前预给氧能够延长插管期间的无通气安全时限,为未预料困难气道争取更长的反应时间,然而 Baillard 等^[1]报道,1 050 例患者在接受常规 3 min 自主呼吸预给氧后,56% 患者未能达到 FeO₂≥90%,而 Sakalauskaitė 等^[7]研究表明,麻醉面罩不适配所导致的常规 3 min 自主呼吸预给氧后 45.2% 的患者未达标,从某种意义上反应

了不充分的预给氧在临床实践中较为常见。正常人氧耗量约为 250 mL/min, 吸空气时 FRC (约 3 000 mL) 氧储备约为 $0.21 \times 3\ 000 = 630$ mL, 吸纯氧后达 $\text{FeO}_2 \geq 90\%$ 时, 氧储备量约为 $0.9 \times 3\ 000 = 2\ 700$ mL, 理论上可延长无通气时间至 $(2\ 700/250) 10$ min。

本研究中, 9 例患者在进行了充分的预给氧后, 仍然在 4 min 无通气时间内出现 SpO_2 下降至 90%, 有研究^[8]表明在全麻诱导后的数分钟内肺不张的发生率可高达 85%~90%, 本研究从剔除的病例数来看, 从某种意义上证实了这一点。在排除可预计的困难气道后, 大部分麻醉医生采用给予肌肉松弛药后待自主呼吸消失, PSV 正压通气进行预给氧, 但该种方式可能出现的问题是胃内积气, 从而增加反流误吸的风险^[9]。Dewinter 等^[10]研究表明, 麻醉诱导期所致胃肠胀气与术后恶心呕吐的发生率正相关, 而严重胃肠胀气影响手术视野时需放置胃肠减压管, 从而增加了术后恶心呕吐的发生。本研究 3 组患者虽均未观察到反流情况, 但在急诊或饱胃的患者麻醉诱导中仍然值得商榷。

既往研究^[11]表明, 应用 CPAP 模式可减少患者小气道闭合, 提高氧分压, 但本研究发现 CPAP 组 4 min 无通气状态下 PaO_2 的变化与其他 2 组相比并不明显, 具体原因仍有待进一步探讨。Sreejit 等^[12]研究表明, 设定为 5 cmH₂O 压力的 CPAP 模式下与常规模式比较, 能明显延长呼吸暂停时间, 且不影响患者诱导期血流动力学, 而该研究进一步分析了氧分压与术前患者 BMI、性别、年龄等相关性, 结果表明差异无统计学意义。Hanouz 等^[13-14]2 项研究表明, 麻醉诱导期间采用 CPAP 模式可以加快预给氧的进度, 抵消面罩通气时存在的一部分漏气。本研究结果与以上研究结果一致, 采用 CPAP 模式预给氧达到 $\text{FeO}_2 90\%$, 与术前 BMI、性别、年龄等无明显相关性, 与自主呼吸模式相比, CPAP 模式 $\text{HR} = 0.430$ (95%CI 0.243~0.761; $P = 0.04$), 可以缩短预给氧所需时间, 虽然在氧分压上差异无统计学意义, 但抵消了面罩通气时的漏气现象, 并且不影响麻醉诱导期间的血流动力学变化。

在困难气道患者插管相关的不良事件中, 20%

左右的低氧血症仍然是一个危及生命的问题^[15]。对于面罩通气困难的患者, 麻醉医生往往会选择清醒或者镇静状态下保留自主呼吸的气管插管方式, 而如何提高自主呼吸状态的效率, 本研究认为采用诱导前 CPAP 模式下效能较自主呼吸模式更高, 所需时间更短, 虽然本研究中所有患者配合程度良好, 但在进一步扩大人群应用中, 仍然需要考虑患者的依从性和耐受性^[16]; 对于急诊患者, 多采用自主呼吸预给氧后, 行快速序贯诱导后气管插管, 但此方法耗时长、效果差、插管前低氧血症发生率高, Bodily 等^[17]研究表明, 在记录急诊患者气管插管期间, 有 1/3 患者出现 SpO_2 下降, 平均持续时间为 80 s。本研究中, 患者在处于自主呼吸完全清醒状态进行的 CPAP 模式, 若急诊患者采用 CPAP 模式, 如前所述, 需强调是在麻醉诱导前进行, 一方面给氧去氮效率较高, 另一方面比给予肌肉松弛药后正压通气的反流误吸风险低, 具有足够的安全性。

本研究的局限性: (1) 是一项单中心研究, 数据量相对较少; (2) 未对剔除的 9 例在 4 min 内 SpO_2 下降至 90% 的患者做进一步的相关分析; (3) 在次要指标咽后壁反流的观察上存在一定的主观性, 未测定咽后壁 pH 值情况; (4) 未采集胃内积气、恶心呕吐等常见并发症发生率, 对患者的住院舒适度没有足够的深入了解。

综上所述, 全麻插管期间, 麻醉诱导前 CPAP 模式预给氧效能较麻醉诱导前自主呼吸模式更高, 所需时间更短, 4 min 无通气状态后 PaCO_2 更低, 值得临床推广。

利益冲突: 所有作者声明不存在利益冲突。

参考文献

- [1] BAILLARD C, DEPRET F, LEVY V, et al. Incidence and prediction of inadequate preoxygenation before induction of anaesthesia[J]. Ann Fr Anesth Reanim, 2014, 33(4):55-58.
- [2] MARULL J, VACHON M J, BUITRAN D, et al. Use of CPAP machines in the perioperative setting in ambulatory surgical centers[J]. Nat Sci Sleep, 2021, 13:2137-2140.
- [3] CAJANDER P, EDMARK L, AHLSTRAND R, et al.

- Effect of positive end-expiratory pressure on gastric insufflation during induction of anaesthesia when using pressure-controlled ventilation via a face mask: a randomised controlled trial[J]. *Eur J Anaesthesiol*, 2019,36(9):625-632.
- [4] ÖSTBERG E, THORISSON A, ENLUND M, et al. Positive end-expiratory pressure alone minimizes atelectasis formation in nonabdominal surgery: a randomized controlled trial[J]. *Anesthesiology*, 2018,128(6):1117-1124.
- [5] KESAVAN R, BALAKRISHNAN S, RAJAN S, et al. Efficiency and efficacy of two techniques of preoxygenation during modified rapid sequence intubation[J]. *Anesth Essays Res*, 2018,12(3):754-757.
- [6] VOUREC'H M, BAUD G, FEUILLET F, et al. High-flow nasal cannulae versus non-invasive ventilation for preoxygenation of obese patients: The PREOPTIPOP Randomized Trial[J]. *EclinicalMedicine*, 2019,13:112-119.
- [7] SAKALAUSKAITĖ G, KAUZONAS E, BUKELYT G, et al. Comparison of preoxygenation efficiency with Intersurgical Economy and Intersurgical QuadraLite anaesthetic face masks[J]. *Acta Med Litu*, 2019,26(1):11-16.
- [8] BOUROCHE G, BOURGAIN J L. Preoxygenation and general anesthesia: a review[J]. *Minerva Anesthesiol*, 2015,81(8):910-920.
- [9] BOUVET L, ALBERT M L, AUGRIS C, et al. Real-time detection of gastric insufflation related to facemask pressure-controlled ventilation using ultrasonography of the antrum and epigastric auscultation in nonparalyzed patients: a prospective, randomized, double-blind study [J]. *Anesthesiology*, 2014,120(2):326-334.
- [10] DEWINTER G, STAELENS W, VEEF E, et al. Simplified algorithm for the prevention of postoperative nausea and vomiting: a before-and-after study[J]. *Br J Anaesth*, 2018, 120(1):156-163.
- [11] TURGUT K, YAVUZ E. Comparison of non-invasive CPAP with mask use in carbon monoxide poisoning[J]. *Am J Emerg Med*, 2020,38(7):1454-1457.
- [12] SREEJIT M S, RAMKUMAR V. Effect of positive airway pressure during pre-oxygenation and induction of anaesthesia upon safe duration of apnoea[J]. *Indian J Anaesth*, 2015,59(4):216-221.
- [13] HANOUIZ J L, LE GALL F, GÉRARD J L, et al. Non-invasive positive-pressure ventilation with positive end-expiratory pressure counteracts inward air leaks during preoxygenation: a randomised crossover controlled study in healthy volunteers[J]. *Br J Anaesth*, 2018,120(4):868-873.
- [14] HANOUIZ J L, LAMMENS S, TASLE M, et al. Preoxygenation by spontaneous breathing or noninvasive positive pressure ventilation with and without positive end-expiratory pressure: a randomised controlled trial[J]. *Eur J Anaesthesiol*, 2015,32(12):881-887.
- [15] VOUREC'H M, HUARD D, FEUILLET F, et al. Preoxygenation in difficult airway management: high-flow oxygenation by nasal cannula versus face mask (the PREOPTIDAM study). Protocol for a single-centre randomised study[J]. *BMJ Open*, 2019, 9(4): e25909.
- [16] HOOPER R G. CPAP therapeutic options for obstructive sleep apnea[J]. *Pragmat Obs Res*, 2020,11:67-76.
- [17] BODILY J B, WEBB H R, WEISS S J, et al. Incidence and duration of continuously measured oxygen desaturation during emergency department intubation [J]. *Ann Emerg Med*, 2016,67(3):389-395.

[本文编辑] 翟铖铖