

DOI: 10.12235/E20250385

文章编号: 1007-1989 (2026) 02-0016-10

论著

经鼻高流量湿化氧疗与高频通气对行无痛 支气管镜检查术患者血气指标的影响

唐连强, 刘信全, 刘艾, 张莉苹

(资阳市人民医院 呼吸内科, 四川 资阳 641300)

摘要: 目的 分析经鼻高流量湿化氧疗 (HFNC) 与高频通气对无痛支气管镜检查术患者血气指标的影响。**方法** 选取2024年2月—2024年10月该院收治的, 并行无痛支气管镜检查术的患者130例, 依据随机数表法分为3组。其中, A组(43例)行HFNC治疗, B组(43例)行高频通气治疗, 对照组(44例)行经鼻持续正压通气治疗。比较3组患者支气管镜检查前 (T_0)、支气管镜进入气管分叉时 (T_1)、检查结束时 (T_2)、检查结束后30 min (T_3) 和检查结束后2 h (T_4) 的生命体征和血气分析指标; 比较3组患者不良反应发生率和镜检满意度。**结果** 3组患者心率 (HR)、呼吸频率 (RR)、平均动脉压 (MAP) 和动脉血二氧化碳分压 ($PaCO_2$) 的时间、交互和组间效应比较, 差异均有统计学意义 ($P < 0.05$), 3组患者动脉血氧分压 (PaO_2) 的时间和交互效应比较, 差异均有统计学意义 ($P < 0.05$), 组间效应比较, 差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。与 T_0 时点相比, A组和B组 T_1 、 T_2 和 T_3 时点的 HR、RR、MAP、 PaO_2 和 $PaCO_2$ 明显升高, 差异均有统计学意义 ($P < 0.05$), pH值无明显变化 ($P > 0.05$); T_1 和 T_2 时点, B组 HR、RR、MAP、 PaO_2 和 $PaCO_2$ 水平明显高于A组和对照组, 差异均有统计学意义 ($P < 0.05$); T_3 时点, A组 HR、RR、MAP、 PaO_2 和 $PaCO_2$ 水平明显高于B组和对照组, 且B组 RR、 PaO_2 和 $PaCO_2$ 明显高于对照组, 差异均有统计学意义 ($P < 0.05$); T_4 时点, 3组患者 HR、RR、MAP、 PaO_2 、 $PaCO_2$ 和 pH 值均恢复至 T_0 时点。A组不良反应总发生率为2.33%, 明显低于B组的16.28%和对照组的22.73%, A组镜检满意度为95.35%, 明显高于B组的81.40%和对照组的65.91%, 差异均有统计学意义 ($P < 0.05$)。**结论** 相比于传统经鼻持续正压通气治疗, HFNC和高频通气对行无痛支气管镜检查术患者的血气分析指标均有改善作用, 且HFNC比高频通气改善效果更好, 不良反应总发生率更低, 镜检满意度更好。

关键词: 无痛支气管镜检查术; 经鼻高流量湿化氧疗 (HFNC); 高频通气; 血气指标; 血流动力学指标

中图分类号: R562; R614

Influence of nasal high-flow humidification oxygen therapy and high-frequency ventilation on the blood gas indicators of patients undergoing painless bronchoscopy

Tang Lianqiang, Liu Xinquan, Liu Ai, Zhang Liping

(Department of Respiratory Medicine, Ziyang People's Hospital, Ziyang, Sichuan 641300, China)

Abstract: Objective To analyze the effects of nasal high-flow humidification oxygen therapy (HFNC) and high-frequency ventilation on blood gas indicators in painless bronchoscopy. **Methods** 130 patients who underwent painless bronchoscopy from February 2024 to October 2024 were selected and divided into 3 groups according to

收稿日期: 2025-07-09

the random number table method. Among them, group A (43 cases) was treated with HFNC, group B (43 cases) received high-frequency ventilation treatment, and the control group (44 cases) received continuous positive nasal pressure ventilation treatment. Compare three groups of patients before bronchoscopy (T_0), bronchoscope into the tracheal bifurcation (T_1), at the end of the examination (T_2), 30 minutes after the examination (T_3), and 2 hours after the examination (T_4) the vital signs and blood gas index; Compare the incidence of adverse reactions and the satisfaction of microscopic examination among the three groups of patients. **Results** The time, interaction and inter group effect of heart rate (HR), respiratory rate (RR), mean arterial pressure (MAP), and arterial partial pressure of carbon dioxide (PaCO_2) in the three groups were statistically significant ($P < 0.05$). The time and interaction of and arterial partial pressure of oxygen (PaO_2) in the three groups were statistically significant ($P < 0.05$), there was no significant difference in inter group effect ($P > 0.05$). Compared with T_0 , HR, RR, MAP, PaO_2 and PaCO_2 of group A and group B at T_1 , T_2 and T_3 were significantly higher ($P < 0.05$), and there was no significant change in pH value ($P > 0.05$); At time points T_1 and T_2 , the levels of HR, RR, MAP, PaO_2 , and PaCO_2 in group B were significantly higher than those in group A and the control group, and the differences were statistically significant ($P < 0.05$); At time point T_3 , the levels of HR, RR, MAP, PaO_2 and PaCO_2 in group A were significantly higher than those in group B and the control group, and the RR, PaO_2 and PaCO_2 of group B were significantly higher than those of the control group, with the differences were statistically significant ($P < 0.05$); At the T_4 time point, HR, RR, MAP, PaO_2 , PaCO_2 and pH value of the three groups all recovered to the T_0 time point. Incidence of adverse reaction of group A 2.33% was lower than that in group B, which was 16.28% and 22.73% in the control group, group A microscopic examination satisfaction was 95.35%, which was significantly higher than group B 81.40% and the control group 65.91%, the differences were statistically significant ($P < 0.05$). **Conclusion** Compared with traditional nasal continuous positive pressure ventilation treatment, both HFNC and high-frequency ventilation have an improving effect on blood gas indicators in painless bronchoscopy. Moreover, HFNC has a better improvement effect than high-frequency ventilation, a lower total incidence of adverse reactions, and a higher satisfaction rate in bronchoscopy.

Keywords: painless bronchoscopy; nasal high flow humidification oxygen therapy (HFNC); high frequency ventilation; blood gas index; hemodynamic index

支气管镜检查术是呼吸内科临床常用的一项检查技术, 对于呼吸系统疾病诊疗非常重要^[1-2]。但是, 该检查属于侵入性操作, 刺激强度大, 容易引起患者强烈不适, 甚至导致低氧血症的发生^[3]。而无痛支气管镜检查, 可以将这些损伤降低到最小。行支气管镜检查的多为高龄和重病患者。因此, 寻找一种安全有效和痛苦少的治疗方法, 是提高检查舒适率的重要手段, 有助于改善患者的血气指标^[4]。目前, 传统呼吸支持技术在行支气管镜检查术和治疗方面的作用有限^[5]。经鼻高流量湿化氧疗 (nasal high-flow humidification oxygen therapy, HFNC) 治疗, 具有高流量吸氧及温和湿化气道的优势, 是一种新型非侵入呼吸辅助技术^[6]。高频通气治疗, 具有低潮气量和高频率等特点, 可帮助患者改善呼吸困难。经鼻持续正压通气治疗, 通过正压通气减少上气道阻力, 可改善通气比例, 是传统治疗方式^[7-8]。以往研究^[6-8]只对比 HFNC 治疗与传统治疗对血气指标的影响, 且对比内容单一, 数据支撑薄弱。本文将以上3种不同呼吸支

持技术进行了对比研究, 并重点比较了 HFNC 与高频通气的效果, 旨在探讨 HFNC 与高频通气对行无痛支气管镜检查术患者血气指标的影响, 以期为临床研究提供参考依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取 2024 年 2 月—2024 年 10 月本院收治的, 并行无痛支气管镜检查术的患者 130 例。采用随机数表法分为 3 组。A 组 (43 例) 采用 HFNC 治疗, B 组 (43 例) 采用高频通气治疗, 对照组 (44 例) 采用经鼻持续正压通气治疗。A 组中, 男 24 例, 女 19 例; 年龄 55~60 岁, 平均 (57.03 ± 1.11) 岁; 平均体重指数 (body mass index, BMI) 为 (23.61 ± 0.88) kg/m^2 ; 慢性阻塞性肺疾病 (chronic obstructive pulmonary disease, COPD) 20 例, 支气管哮喘 10 例, 其他呼吸系统疾病 8 例; 疾病严重程度: 轻中度 30 例, 重度 13 例; 均无呼吸衰竭, 合并症以高血压和

糖尿病为主, 分别为 15 和 12 例; 接受支气管镜检查的原因主要为: 疾病诊断 26 例, 病情评估 13 例, 治疗监测 4 例。B 组中, 男 22 例, 女 21 例; 年龄 53 ~ 60 岁, 平均 (56.47 ± 1.22) 岁; 平均 BMI 为 (23.53 ± 0.80) kg/m^2 ; COPD 21 例, 支气管哮喘 12 例, 其他呼吸系统疾病 6 例; 疾病严重程度: 轻中度 30 例, 重度 13 例; 均无呼吸衰竭, 合并症以高血压和冠心病为主, 分别为 14 和 11 例; 接受支气管镜检查的原因主要为: 疾病诊断 24 例, 病情评估 15 例, 治疗监测 4 例。对照组中, 男 20 例, 女 24 例; 年龄 54 ~ 60 岁, 平均 (56.70 ± 1.22) 岁; 平均 BMI 为 (23.54 ± 0.79) kg/m^2 ; COPD 22 例, 支气管哮喘 9 例, 其他呼吸系统疾病 7 例; 疾病严重程度: 轻中度 32 例, 重度 12 例; 均无呼吸衰竭, 合并症以

高血压和糖尿病为主, 分别为 17 和 10 例; 接受支气管镜检查的原因主要为: 疾病诊断 29 例, 病情评估 11 例, 治疗监测 4 例。3 组患者一般资料比较, 差异无统计学意义 ($P > 0.05$), 具有可比性。见表 1。

纳入标准: 符合《成人诊断性可弯曲支气管镜检查术应用指南 (2019 年版)》^[9] 中的适应证, 无支气管镜检查术禁忌证; 年龄 53 ~ 60 岁; BMI 21.02 ~ 25.76 kg/m^2 ; 所有行支气管镜检查术的患者及家属对本研究知情, 并签署知情同意书。排除标准: 对本研究所使用的麻醉药物过敏者; 存在机械通气或 HFNC 禁忌证; 因面部损伤等无法佩戴面罩; 有鼻咽部位手术史; 鼻腔阻塞和鼻出血者; 凝血功能障碍。本研究经医院伦理委员会审核批准, 伦理批件号: SZT-2024-010 号。

表 1 3 组患者一般资料比较

Table 1 Comparison of general data among the three groups

组别	性别/例		年龄/岁	BMI/(kg/m^2)	疾病史/例			疾病严重程度/例	
	男	女			COPD	支气管哮喘	其他呼吸系统疾病	轻中度	重度
A 组 ($n = 43$)	24	19	57.03 ± 1.11	23.61 ± 0.88	20	10	8	30	13
B 组 ($n = 43$)	22	21	56.47 ± 1.22	23.53 ± 0.80	21	12	6	30	13
对照组 ($n = 44$)	20	24	56.70 ± 1.22	23.54 ± 0.79	22	9	7	32	12
$F/\chi^2/Z$ 值	0.94 ¹⁾		2.42 ²⁾	0.14 ²⁾	0.11 ¹⁾	0.68 ¹⁾	0.35 ¹⁾	0.12 ³⁾	
P 值	0.626		0.093	0.867	0.947	0.713	0.841	0.940	

注: 1) 为 χ^2 值; 2) 为 F 值; 3) 为 Z 值。

1.2 方法

1.2.1 样本量计算 基于既往研究^[6]中, 高频通气与 HFNC 对血气指标改善的效应量 (Cohen's $d = 0.8$), 采用 G*Power 3.1 软件进行功效分析。设定 $\alpha = 0.05$ (双侧), $\text{power} = 0.8$, 计算得到每组至少需要 40 例。考虑 10.00% 的失访率, 最终纳入 130 例患者。

1.2.2 麻醉前准备 所有患者均行无痛支气管镜检查 (生产厂家: 奥林巴斯, 型号: BF-P150) 检查术。术前禁水禁食 8 h。常规检查胸部 CT、血常规和凝血功能, 行心电图监护。

1.2.3 麻醉方法 先泵入右美托咪定 (生产厂家: 扬子江药业集团有限公司, 批准文号: 国药准字 H20183219) 0.6 ~ 0.8 $\mu\text{g}/\text{kg}$, 然后, 缓慢静脉注射丙泊酚 (生产厂家: 四川国瑞药业有限责任公司, 批准文号: 国药准字 H20030114) 1.0 ~ 2.0 mg/kg , 再持续泵注丙泊酚 2 ~ 4 $\text{mg}/(\text{kg} \cdot \text{h})$ 。

1.2.4 治疗方式 A 组行 HFNC 治疗。采用高流量呼吸湿化治疗仪 (生产厂家: Airvo, 型号: COMEN-NF5) 及其专用呼吸管路和湿化器等相关仪器, 并选用适宜的鼻塞, 调整氧流量为 20 ~ 60 L/min , 吸入氧浓度为 30.00% ~ 80.00%, 湿化器温度为 37 $^{\circ}\text{C}$ 。B 组行高频喷射通气治疗, 麻醉后经一侧鼻腔插入鼻咽通气道, 并接高频喷射呼吸机 (生产厂家: Wellead, 型号: I 型) 正压通气, 纯氧气源, 喷气频率为 60 ~ 120 次/ min , 吸呼比 1.0 : 2.0 ~ 1.0 : 1.5, 驱动压力为 0.2 ~ 0.4 MPa。对照组行经鼻持续正压通气治疗, 经鼻无创呼吸机 (生产厂家: CareFusion, 型号: VELA) 的呼气末正压通气设置为 5 ~ 7 cmH_2O , 吸入氧浓度设置为 30.00% ~ 40.00%, 流量设置为 6 ~ 8 L/min 。

1.3 观察指标

1.3.1 血流动力学指标 于支气管镜检查前 (T_0)、支气管镜进入气管分叉时 (T_1)、检查结束时 (T_2)、

检查结束后 30 min (T_3) 和检查结束后 2 h (T_4), 采用 T5 型生命监护仪 (生产厂家: 深圳迈瑞生物医疗电子股份有限公司), 监测患者心率 (heart rate, HR)、呼吸频率 (respiratory rate, RR) 和平均动脉压 (mean arterial pressure, MAP) 水平。

1.3.2 血气分析指标 于 T_0 、 T_1 、 T_2 、 T_3 和 T_4 时点, 采用手持式血液分析仪 300-G (生产厂家: 雅培贸易有限公司), 监测患者动脉血氧分压 (arterial partial pressure of oxygen, PaO_2)、动脉血二氧化碳分压 (arterial partial pressure of carbon dioxide, $PaCO_2$) 和 pH 值。

1.3.3 不良反应 比较 3 组患者局部疼痛和呼吸困难等不良反应发生率, 并计算总发生率。

1.3.4 镜检满意度 治疗后, 采用 Likert 5 级量表, 评估不同呼吸支持技术下的检查满意程度。评分越低, 满意度越差。总满意度 = (满意 + 较满意) / 总病例数 $\times 100.00\%$ 。由两名独立研究员 (盲法), 根据患者术后问卷及访谈结果, 综合判定, 如出现分歧, 通过讨论达成一致。满意: 检查后基

本无不良反应, 愿意再次接受镜检; 较满意: 检查后稍有不良反应, 但仍愿意再次接受镜检; 不满意: 检查后有明显的局部疼痛等不良反应, 不愿意再次接受镜检。

1.4 统计学方法

采用 SPSS 22.0 统计学软件分析数据。符合正态分布的计量资料以均数 \pm 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示, 3 组间比较, 采用单因素方差分析; 重复测量数据采用重复测量方差分析, 进一步两两比较采用 LSD- t 检验。计数资料以例或百分率 (%) 表示, 组间比较行 χ^2 检验; 等级资料比较, 采用秩和检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 3 组患者血流动力学指标比较

如表 2 和图 1 所示, 3 组患者 HR、RR 和 MAP 的时间、交互及组间效应比较, 差异均有统计学意义

表 2 3 组患者不同时点血流动力学指标比较 ($\bar{x} \pm s$)

Table 2 Comparison of hemodynamic indicators at different time points among the three groups ($\bar{x} \pm s$)

组别	T_0	T_1	T_2	T_3	T_4
HR/(次/min)					
A 组 ($n = 43$)	73.07 \pm 8.28	83.13 \pm 10.29 ¹⁾²⁾³⁾	88.27 \pm 11.02 ¹⁾³⁾	78.11 \pm 12.49 ¹⁾²⁾³⁾	73.55 \pm 8.18
B 组 ($n = 43$)	70.83 \pm 8.17	90.68 \pm 11.93 ¹⁾²⁾	95.16 \pm 10.69 ¹⁾²⁾	76.21 \pm 11.76 ¹⁾	75.75 \pm 8.67
对照组 ($n = 44$)	71.73 \pm 7.39	79.97 \pm 11.28 ¹⁾	85.71 \pm 11.06 ¹⁾	74.93 \pm 10.63	72.27 \pm 7.92
F 值 _{时间/组间/交互}			66.85/6.07/13.60		
P 值 _{时间/组间/交互}			0.000/0.000/0.000		
RR/(次/min)					
A 组 ($n = 43$)	16.22 \pm 3.57	22.74 \pm 2.38 ¹⁾²⁾³⁾	24.97 \pm 2.31 ¹⁾²⁾³⁾	21.37 \pm 2.66 ¹⁾²⁾³⁾	16.79 \pm 2.52
B 组 ($n = 43$)	15.52 \pm 2.54	25.23 \pm 2.49 ¹⁾²⁾	28.56 \pm 3.59 ¹⁾²⁾	19.72 \pm 2.43 ¹⁾²⁾	15.96 \pm 2.64
对照组 ($n = 44$)	14.93 \pm 2.69	20.86 \pm 2.37 ¹⁾	22.44 \pm 2.23 ¹⁾	18.28 \pm 2.42 ¹⁾	15.34 \pm 2.38
F 值 _{时间/组间/交互}			330.00/12.23/65.40		
P 值 _{时间/组间/交互}			0.000/0.000/0.000		
MAP/mmHg					
A 组 ($n = 43$)	85.78 \pm 6.51	88.14 \pm 6.54 ¹⁾³⁾	91.48 \pm 7.32 ¹⁾³⁾	89.01 \pm 8.25 ¹⁾²⁾³⁾	86.08 \pm 6.32
B 组 ($n = 43$)	84.11 \pm 6.27	92.01 \pm 8.31 ¹⁾²⁾	95.41 \pm 8.25 ¹⁾²⁾	86.20 \pm 7.34 ¹⁾	84.75 \pm 6.96
对照组 ($n = 44$)	83.41 \pm 6.58	86.77 \pm 7.87 ¹⁾	90.31 \pm 6.47 ¹⁾	84.57 \pm 6.42	83.57 \pm 6.24
F 值 _{时间/组间/交互}			28.96/2.51/8.95		
P 值 _{时间/组间/交互}			0.000/0.013/0.000		

注: 1) 与 T_0 时点比较, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$); 2) 与对照组比较, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$); 3) 与 B 组比较, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。

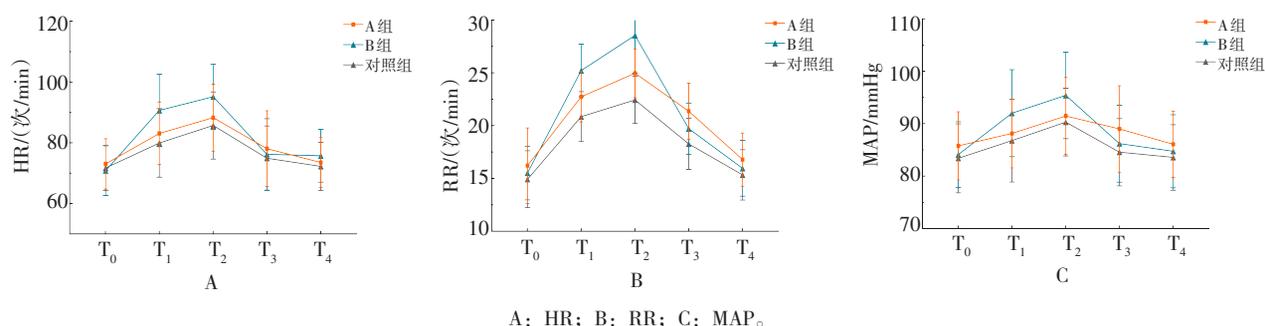


图 1 3组患者不同时间血流动力学指标比较的折线图

Fig.1 Line graphs of comparison of hemodynamic indicators at different time points among the three groups

($P < 0.05$)。与 T_0 时点比较, A 组和 B 组 T_1 、 T_2 和 T_3 时点的 HR、RR 及 MAP 明显升高, 差异均有统计学意义 ($P < 0.05$)。 T_1 和 T_2 时点, B 组 HR、RR 和 MAP 明显高于 A 组和对照组, 差异均有统计学意义 ($P < 0.05$); T_3 时点, A 组 HR、RR 和 MAP 明显高于 B 组和对照组, 且 B 组 RR 明显高于对照组, 差异均有统计学意义 ($P < 0.05$); T_4 时点, 3 组患者 HR、RR

和 MAP 均恢复至 T_0 时点。

2.2 3组患者血气分析指标比较

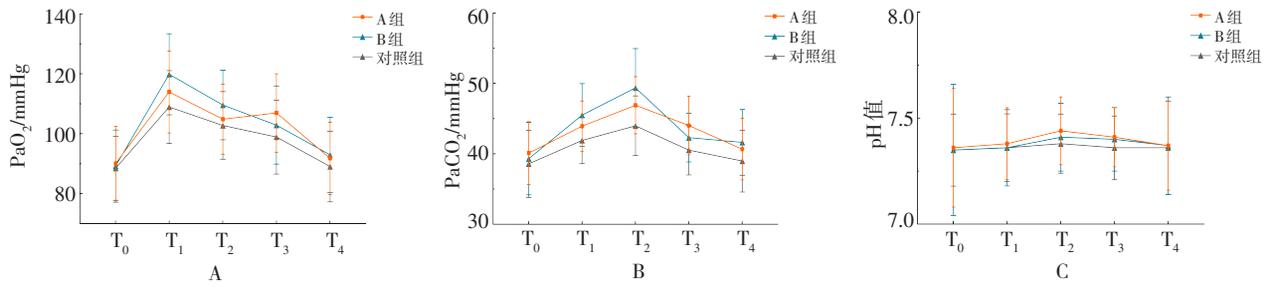
如表 3 和图 2 所示, 3 组患者 PaCO_2 的时间、交互及组间效应比较, 差异均有统计学意义 ($P < 0.05$); 3 组患者 PaO_2 的时间和交互效应比较, 差异均有统计学意义 ($P < 0.05$), 组间效应比较, 差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。与 T_0 时点比较, A

表 3 3组患者不同时间血气分析指标比较 ($\bar{x} \pm s$)

Table 3 Comparison of blood gas indicators at different time points among the three groups ($\bar{x} \pm s$)

组别	T_0	T_1	T_2	T_3	T_4
PaO_2/mmHg					
A 组 ($n = 43$)	90.08±12.42	113.93±13.68 ¹⁾³⁾	104.84±11.67 ¹⁾³⁾	106.94±13.09 ¹⁾²⁾³⁾	91.79±12.10
B 组 ($n = 43$)	89.21±12.04	119.86±13.53 ¹⁾²⁾	109.57±11.62 ¹⁾²⁾	102.89±13.03 ¹⁾	92.94±12.58
对照组 ($n = 44$)	88.48±10.68	108.91±12.18 ¹⁾	102.78±11.28 ¹⁾	98.88±12.34 ¹⁾³⁾	89.06±11.77
F 值 _{时间/组间/交互}			93.01/1.20/13.48		
P 值 _{时间/组间/交互}			0.000/0.297/0.000		
$\text{PaCO}_2/\text{mmHg}$					
A 组 ($n = 43$)	40.12±4.46	43.94±3.56 ¹⁾²⁾³⁾	46.91±4.05 ¹⁾²⁾³⁾	44.04±4.18 ¹⁾²⁾³⁾	40.67±4.37
B 组 ($n = 43$)	39.32±5.13	45.52±4.47 ¹⁾²⁾	49.39±5.58 ¹⁾²⁾	42.31±3.44 ¹⁾	41.63±4.68
对照组 ($n = 44$)	38.58±4.77	41.91±3.29 ¹⁾	43.99±4.24 ¹⁾	40.53±3.52 ¹⁾³⁾	38.98±4.39
F 值 _{时间/组间/交互}			61.67/2.75/23.65		
P 值 _{时间/组间/交互}			0.000/0.007/0.000		
pH 值					
A 组 ($n = 43$)	7.36±0.28	7.38±0.17	7.44±0.16	7.41±0.14	7.37±0.21
B 组 ($n = 43$)	7.35±0.31	7.36±0.18	7.41±0.16	7.40±0.15	7.37±0.23
对照组 ($n = 44$)	7.35±0.17	7.36±0.16	7.38±0.14	7.36±0.15	7.36±0.22
F 值 _{时间/组间/交互}			2.70/0.46/0.80		
P 值 _{时间/组间/交互}			0.034/0.766/0.451		

注: 1) 与 T_0 时点比较, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$); 2) 与对照组比较, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$); 3) 与 B 组比较, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。



A: PaO₂; B: PaCO₂; C: pH值。

图2 3组患者不同时点血气分析比较的折线图

Fig.2 Line graphs of comparison of blood gas indexes at different time points among the three groups

组和B组 T₁、T₂和 T₃时点的 PaO₂及 PaCO₂明显升高, 差异均有统计学意义 ($P < 0.05$), pH值无明显变化 ($P > 0.05$)。T₁和 T₂时点, B组的 PaO₂和 PaCO₂明显高于 A组 和 对照组, 差异均有统计学意义 ($P < 0.05$); T₃时点, A组 PaO₂和 PaCO₂明显高于 B组 和 对照组, 且 B组明显高于对照组, 差异均有统计学意义 ($P < 0.05$); T₄时点, 3组患者 PaO₂、PaCO₂和 pH值恢复至 T₀时点。

2.3 3组患者不良反应比较

A组不良反应总发生率为 2.33%, 明显低于 B组的 16.28% 和对照组的 22.73%, 差异均有统计学意义 ($P < 0.05$)。见表 4 和图 3。

2.4 3组患者镜检满意度比较

A组镜检满意度为 95.35%, 明显高于 B组的 81.40% 和对照组的 65.91%, 差异均有统计学意义 ($P < 0.05$)。见图 4 和表 5。

表 4 3组患者不良反应总发生率比较 例(%)

Table 4 Comparison of the total incidence of adverse reactions among the three groups n (%)

组别	局部疼痛	呼吸困难	咽喉部不适	低热	总发生率
A组 (n = 43)	1(2.33)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	1(2.33) ¹⁾²⁾
B组 (n = 43)	3(6.98)	2(4.65)	2(4.65)	0(0.00)	7(16.28)
对照组 (n = 44)	4(9.09)	2(4.55)	2(4.55)	2(4.55)	10(22.73)
χ^2 值					7.70
P值					0.021

注: 1) 与对照组比较, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$); 2) 与 B组比较, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。

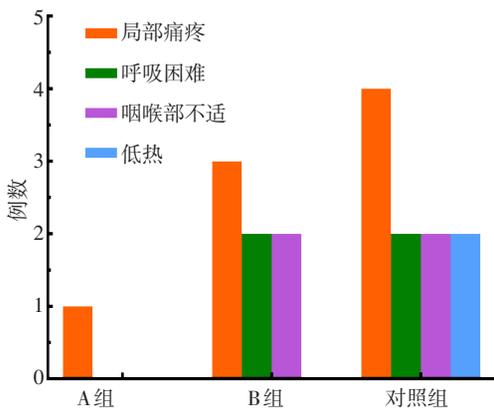


图3 3组患者不良反应总发生率比较的柱状图

Fig.3 Bar chart of comparison of the total incidence of adverse reactions among the three groups

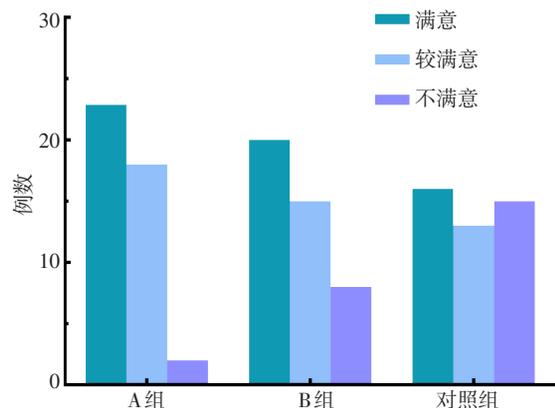


图4 3组患者镜检满意度比较的柱状图

Fig.4 Bar chart of comparison of the satisfaction of microscopic examination among the three groups

表 5 3组患者镜检满意度比较 例(%)

Table 5 Comparison of microscopic examination satisfaction among the three groups n (%)

组别	满意	较满意	不满意	总满意度
A组(n=43)	23(53.49)	18(41.86)	2(4.65)	41(95.35) ¹⁾²⁾
B组(n=43)	20(46.51)	15(34.88)	8(18.60)	35(81.40)
对照组(n=44)	16(36.36)	13(29.55)	15(34.09)	29(65.91)
χ^2 值				13.32
P值				0.001

注：1) 与对照组比较，差异有统计学意义 ($P < 0.05$)；2) 与B组比较，差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。

3 讨论

3.1 无痛支气管镜检查术的临床应用现状

在呼吸系统疾病的临床诊疗中，通常行支气管镜检查术，借助无创呼吸机和气管插管辅助通气治疗^[10-11]。但治疗后，患者常出现局部疼痛和呼吸困难等不良反应，尤其是传统治疗方法的不良反应发生率高，且治疗效果不佳，甚至伴随着重复和无效的治疗，严重影响患者满意度和信心^[12]。HFNC作为新型供氧技术，其供氧机制能使氧气更接近生理状态，可有效地缓解呼吸困难，改善治疗效果；湿化氧疗方式能减少气道干燥的发生，可有效地降低不良反应发生率，提高患者肺顺应性^[13-14]。血气分析指标是评定治疗效果的主要指标，本研究通过对比3种不同的呼吸支持方式，探讨HFNC与高频通气对无痛支气管镜检查术患者血气分析指标的影响。

3.2 HFNC较高频通气用于无痛支气管镜检查术的优势

3.2.1 生命体征平稳 生命体征是呼吸系统疾病患者临床诊疗的参考重要指标。本研究结果显示， T_1 和 T_2 时点，B组HR、RR和MAP明显高于A组和对照组； T_3 时点，A组HR、RR和MAP明显高于B组和对照组，这揭示了不同通气方式在无痛支气管镜检查术中的动态作用机制。高频通气在操作过程中，通过高频率和低潮气量通气模式，迅速改善患者的氧合和通气状态，但可能因通气压力波动，导致短暂的血流动力学不稳定。而HFNC通过持续和稳定的加温、加湿及高流量气体供给，在检查后期逐步优化患者气体交换和循环功能，减少了低氧血症等并发症的发生，提高了患者的舒适度和耐受性。高频通气在 T_1 和 T_2 时点出现HR、RR和MAP较高的情况，其机制为：高频通气的高频率、低潮气量模式，使快速气流冲击与气

道压力波动，经肺牵张感受器反射性引发交感神经兴奋，直接刺激心血管系统，导致HR加快，且支气管镜检查术为侵入性操作，会进一步加重此反射；通气模式本身要求患者配合较高的RR，以保障气体交换效率，加之气道刺激诱发自主呼吸反射性增强，共同导致了RR的加快；同时，通气压力波动直接作用于心血管系统，可引发血管收缩、心脏后负荷增加，以及气道刺激引发的交感神经兴奋，导致外周血管收缩，两者协同作用，使血压升高^[15]。而 T_3 时点，A组HR、RR和MAP均较高的原因为：HFNC于检查后期，凭借持续稳定的氧供和加温加湿气体，改善了患者氧合，减轻了低氧血症对心脏的抑制，使代偿性HR增快得以稳定维持；同时，提供充足氧气和舒适呼吸环境，令呼吸肌放松，呼吸功能正常化，RR随之升高。而高频通气组因操作时通气压力不稳定，检查后，心脏需时间调整恢复，且患者对其适应性欠佳，导致呼吸肌疲劳，故HR与RR相对较低，心血管系统调节功能未完全恢复，血压也相对较低^[16]。

3.2.2 改善血气分析指标 血气分析指标是衡量呼吸系统疾病患者疗效的重要指标。本研究结果显示， T_1 和 T_2 时点，B组 PaO_2 和 $PaCO_2$ 明显高于A组和对照组； T_3 时点，A组 PaO_2 和 $PaCO_2$ 明显高于B组和对照组；3组pH值水平无明显变化。这提示：HFNC治疗与高频通气治疗均能有效地改善患者血气分析指标，但HFNC改善血气分析指标的效果更好。 T_1 和 T_2 时点，B组 PaO_2 较高的原因为：采用高频通气时，高频率、低潮气量模式能快速地增加肺泡通气量，提高氧合效率，且产生的湍流和剪切力可清除气道分泌物，改善气道通畅性，以促进氧合；而该时点其 $PaCO_2$ 较高的原因为：因潮气量相对小，难以完全

排出体内二氧化碳导致滞留,且支气管镜检查术会刺激气道,导致患者紧张情绪,从而引发呼吸加深加快,出现过度通气后的呼吸性酸中毒代偿表现^[17]。T₃时点,A组PaO₂较高,是由于HFNC能持续稳定地供给加温和加湿高流量气体,维持高吸入氧浓度,减少呼吸道水分丢失和痰液黏稠度,保持气道湿润通畅,且其呼气末正压效应可防止肺泡萎陷,增加功能残气量,以提高氧合能力;而该时点A组PaCO₂较高的原因为:检查后期,舒适的呼吸环境,使患者自主呼吸恢复,RR和呼吸深度稳定,而高频通气组操作后,因通气压力不稳定和呼吸功能调节未完全恢复,导致二氧化碳排出不畅,相比之下,A组PaCO₂较B组高^[18]。本研究中,3组治疗方式对pH值的改善不明显,可能与机体酸碱平衡调节机制有关。有研究^[19]表明,健康人群在短暂呼吸干预后,肾脏缓冲系统和红细胞碳酸酐酶活性,可快速地纠正酸碱失衡。另外,患者自身体液和神经等,也能维持体内血液pH值的稳定。本研究发现,T₄时点,3组患者生命体征和血气分析指标均恢复至T₀时点。在无痛支气管镜检查过程中,虽然支气管镜的刺激会引发一系列生理反应,导致生命体征和血气分析指标的改变,但当检查结束,刺激因素去除后,身体会启动一系列调节机制。如:呼吸系统会通过调节RR和呼吸深度,使通气和换气功能逐渐恢复正常,进而影响PaO₂和PaCO₂;循环系统也会通过调节HR和血管张力,使MAP等指标逐渐恢复。

3.2.3 不良反应少 有研究^[20]指出,在不同类型呼吸疾病和不同病情严重程度的患者中,不同呼吸支持方式的效果存在差异。还有研究^[21]表明,对于某些病情较轻和气道条件较好的患者,高频通气可能在快速改善氧合方面具有一定优势。也有研究^[22]表明,对于病情较重和对舒适度要求较高,以及存在特定并发症风险的患者,HFNC更具优势。本研究中,A组的不良反应总发生率,明显低于B组和对照组,与以往研究^[22]相符。

3.2.4 患者满意度高 本研究中,A组和B组镜检满意度明显高于对照组,且A组明显高于B组。这表明:HFNC和低频通气治疗,均能提高患者镜检舒适度和护理满意度,且HFNC效果更优。究其原因可能为:HFNC作为新型无创通气氧疗方式,装备加温和湿化系统,可以持续稳定地为患者提供接近生理状态

下的氧流量,避免了气管插管和有创通气的使用,有效地促进了氧气吸入,减少机体耗能,提高了检查和治疗的舒适度,患者更容易接受^[23]。这与何智群等^[24]的研究相似。

3.3 本研究的局限性

本研究为单中心研究,且样本量较小,结果可能存在偏倚,且本文仅对4个时间点的指标进行监测,未能对更多时点进行连续监测。下一步将扩大样本量,增加观察时点,并行多中心研究,来佐证本研究结果。

综上所述,行无痛支气管镜检查术时,HFNC与高频通气治疗,均能有效地稳定患者生命体征,改善血气分析指标,且HFNC的临床效果更好,局部疼痛等不良反应更少,患者满意度和舒适度更高,值得临床推广应用。

参 考 文 献 :

- [1] 田彩,齐忠志,刘佳.瑞马唑仑与右美托咪定联合瑞芬太尼对行支气管镜检查患者血流动力学、应激反应的影响[J].临床和实验医学杂志,2023,22(8):891-895.
- [2] TIAN C, QI Z Z, LIU J. Effects of remimazolam and dexmedetomidine combined with remifentanyl on hemodynamics and stress response in patients undergoing bronchoscopy[J]. Journal of Clinical and Experimental Medicine, 2023, 22(8): 891-895. Chinese
- [3] HERNÁNDEZ G, PAREDES I, MORAN F, et al. Effect of postextubation noninvasive ventilation with active humidification vs high-flow nasal cannula on reintubation in patients at very high risk for extubation failure: a randomized trial[J]. Intensive Care Med, 2022, 48(12): 1751-1759.
- [4] 梁宇峰,王超,黄献锋,等.内镜面罩与喉罩无创辅助通气在无痛支气管镜诊疗中的应用效果比较[J].中华临床医师杂志:电子版,2022,16(7):652-656.
- [5] LIANG Y F, WANG C, HUANG X F, et al. Comparison of noninvasive ventilation with endoscopic mask and laryngeal mask in disease diagnosis and treatment by indolent fiberoptic bronchoscopy[J]. Chinese Journal of Clinicians: Electronic Edition, 2022, 16(7): 652-656. Chinese
- [6] WANG G Y, WANG H Y, WANG Y W, et al. Therapeutic effects and the influence on serum inflammatory factors of high-flow nasal cannula oxygen therapy in senior patients with lower respiratory tract infections[J]. Technol Health Care, 2022, 30(6): 1351-1357.
- [7] 刘光顺,王忠慧,周敏,等.KHC型面罩吸氧在无痛纤维支气管镜检查术中的应用[J].山东医药,2022,62(36):71-75.
- [8] LIU G S, WANG Z H, ZHOU M, et al. Application of KHC mask

- oxygen inhalation in painless fiberoptic bronchoscopy[J]. Shandong Medical Journal, 2022, 62(36): 71-75. Chinese
- [6] 吕丹, 刘青, 李萌, 等. 经鼻高流量湿化氧疗患者呼吸困难相关运动恐惧的现状 & 护理对策[J]. 中华护理杂志, 2023, 58(13): 1585-1590.
- [6] LÜ D, LIU Q, LI M, et al. The status and influencing factors of dyspnea-related kinesiophobia in patients with high-flow nasal cannula oxygen therapy[J]. Chinese Journal of Nursing, 2023, 58(13): 1585-1590. Chinese
- [7] 曾慎宝, 林露晶, 陈静, 等. Manujet III装置组合鼻咽部改良吸氧管在无痛支气管镜检查中的应用[J]. 实用临床医药杂志, 2023, 27(24): 73-76.
- [7] ZENG S B, LIN L J, CHEN J, et al. Application of Manujet III device combined with improved nasopharynx oxygen tube in painless bronchoscopy[J]. Journal of Clinical Medicine in Practice, 2023, 27(24): 73-76. Chinese
- [8] GOEL A, KUMAR B, NEGI S, et al. Comparative effect of high-frequency nasal cannula and noninvasive ventilation on the work of breathing and postoperative pulmonary complication after pediatric congenital cardiac surgery: a prospective randomized controlled trial[J]. Ann Card Anaesth, 2024, 27(1): 43-50.
- [9] 中华医学会呼吸病学分会介入呼吸病学学组. 成人诊断性可弯曲支气管镜检查术应用指南(2019年版)[J]. 中华结核和呼吸杂志, 2019, 42(8): 573-590.
- [9] Interventional Pulmonology Group of the Chinese Thoracic Society, Chinese Medical Association. Guidelines for diagnostic flexible bronchoscopy in adults (2019) [J]. Chinese Journal of Tuberculosis and Respiratory Diseases, 2019, 42(8): 573-590. Chinese
- [10] 吕玉颖, 曹志新, 马玉平. 无创通气间歇期经鼻高流量湿化氧疗治疗慢性阻塞性肺疾病急性加重临床效果及对患者气管插管率、血气指标的影响[J]. 陕西医学杂志, 2024, 53(7): 922-925.
- [10] LÜ Y Y, CAO Z X, MA Y P. Therapeutic effect of high-flow nasal cannula oxygen therapy during intermittent period of noninvasive ventilation on AECOPD and its influence on tracheal intubation time and blood gas indicators[J]. Shaanxi Medical Journal, 2024, 53(7): 922-925. Chinese
- [11] ATANASOV S, DIPPEL C, TAKOULEGHA D, et al. Fluctuations in oxygen saturation during synchronized nasal intermittent positive pressure ventilation and nasal high-frequency oscillatory ventilation in very low birth weight infants: a randomized crossover trial[J]. Neonatology, 2023, 120(5): 598-606.
- [12] 王丽丽, 杨艳章, 王佳. 经鼻加温湿化高流量氧疗对重症肺炎患儿血气指标、MMP-9及TNF- α 的影响[J]. 中国急救复苏与灾害医学杂志, 2024, 19(4): 476-479.
- [12] WANG L L, YANG Y Z, WANG J. Effects of nasal heating and humidifying high-flow oxygen therapy on blood gas indexes, MMP-9 and TNF- α in children with severe pneumonia[J]. Chinese Journal of Emergency Resuscitation and Disaster Medicine, 2024, 19(4): 476-479. Chinese
- [13] ZHENG Y R, CHEN Y K, LIN S H, et al. Effect of high-frequency oscillatory ventilation, combined with prone positioning, in infants with acute respiratory distress syndrome after congenital heart surgery: a prospective randomized controlled trial[J]. J Cardiothorac Vasc Anesth, 2022, 36(10): 3847-3854.
- [14] 左满满, 金小红, 彭丽, 等. 新型多功能喉罩在无痛纤维支气管镜检查中的临床应用[J]. 南昌大学学报(医学版), 2023, 63(1): 65-68.
- [14] ZUO M M, JIN X H, PENG L, et al. Clinical application of new multifunctional laryngeal mask airway in painless fiberoptic bronchoscopy[J]. Journal of Nanchang University (Medical Sciences), 2023, 63(1): 65-68. Chinese
- [15] GAERTNER V D, WALDMANN A D, DAVIS P G, et al. Lung volume distribution in preterm infants on non-invasive high-frequency ventilation[J]. Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed, 2022, 107(5): 551-557.
- [16] 蒋亚林, 赵妍, 张孝飞, 等. 经鼻高流量湿化氧疗对支气管镜肺泡灌注术中低氧血症的防治效果观察[J]. 山东医药, 2022, 62(30): 47-49.
- [16] JIANG Y L, ZHAO Y, ZHANG X F, et al. Effect of nasal high flow humidification oxygen therapy on prevention and treatment of hypoxemia during bronchoalveolar lavage[J]. Shandong Medical Journal, 2022, 62(30): 47-49. Chinese
- [17] 李莎, 伍岳. 无创高频通气对新生儿呼吸衰竭血气、生命体征及并发症的影响[J]. 湖南师范大学学报(医学版), 2022, 19(1): 108-111.
- [17] LI S, WU Y. Effect of noninvasive high frequency ventilation on blood index, vital signs and complications rate in neonatal acute respiratory failure[J]. Journal of Hunan Normal University (Medical Sciences), 2022, 19(1): 108-111. Chinese
- [18] BISQUERA A, HARRIS C, LUNT A, et al. Longitudinal changes in lung function in very prematurely born young people receiving high-frequency oscillation or conventional ventilation from birth[J]. Pediatr Pulmonol, 2022, 57(6): 1489-1496.
- [19] 张雯, 王江玲, 方军, 等. 超重及肥胖患者行无痛支气管镜检查时最佳氧流量的研究[J]. 浙江医学, 2023, 45(23): 2509-2512.
- [19] ZHANG W, WANG J L, FANG J, et al. Optimal oxygen flow in sedated bronchoscopy for overweight and obese patients[J]. Zhejiang Medical Journal, 2023, 45(23): 2509-2512. Chinese
- [20] 詹祥辉, 苏诗含, 刘玉婷, 等. 家庭高流量鼻插管氧疗治疗老年稳定期高碳酸血症 COPD 的临床效果[J]. 中国老年学杂志, 2023, 43(21): 5194-5196.
- [20] ZHAN X H, SU S H, LIU Y T, et al. The clinical effect of home high-flow nasal cannula oxygen therapy in the treatment of stable

- hypercapnia COPD in the elderly[J]. Chinese Journal of Gerontology, 2023, 43(21): 5194-5196. Chinese
- [21] YAU C E, LEE D Y X, VASUDEVAN A, et al. Performance of the ROX index in predicting high flow nasal cannula failure in COVID-19 patients: a systematic review and Meta-analysis[J]. Crit Care, 2023, 27(1): 320.
- [22] DEANA C, VECCHIATO M, BELLOCCHIO F, et al. High flow nasal oxygen vs. conventional oxygen therapy over respiratory oxygenation index after esophagectomy: an observational study[J]. J Thorac Dis, 2024, 16(2): 997-1008.
- [23] BALDAN E, VARAL I G, DOGAN P, et al. The effect of non-invasive high-frequency oscillatory ventilation on the duration of non-invasive respiratory support in late preterm and term infants with transient tachypnea of the newborn: a randomized controlled trial[J]. Eur J Pediatr, 2023, 182(10): 4499-4507.
- [24] 何智群, 郭栋伟, 户海宁, 等. 经鼻高流量氧疗用于呼吸衰竭患者无痛支气管镜检查的前瞻性研究[J]. 中国医学装备, 2022, 19(7): 107-111.
- [24] HE Z Q, GUO D W, HU H N, et al. A prospective study of HFNC oxygen therapy in the examination of painless bronchoscopy for patients with respiratory failure[J]. China Medical Equipment, 2022, 19(7): 107-111. Chinese
- (彭薇 编辑)

本文引用格式:

唐连强, 刘信全, 刘艾, 等. 经鼻高流量湿化氧疗与高频通气对行无痛支气管镜检查术患者血气指标的影响[J]. 中国内镜杂志, 2026, 32(2): 16-25.

TANG L Q, LIU X Q, LIU A, et al. Influence of nasal high-flow humidification oxygen therapy and high-frequency ventilation on the blood gas indicators of patients undergoing painless bronchoscopy[J]. China Journal of Endoscopy, 2026, 32(2): 16-25. Chinese