

经鼻高流量氧疗在成人纤维支气管镜检查中的临床应用

施梅仙, 武雅莉, 郭祖伶, 李昕玥, 倪 薪*

牡丹江医科大学附属红旗医院呼吸与危重症医学科, 黑龙江 牡丹江

收稿日期: 2025年7月9日; 录用日期: 2025年8月1日; 发布日期: 2025年8月12日

摘 要

支气管镜检查是一种侵入性操作, 已广泛用于呼吸系统疾病诊断和治疗过程中, 其可能会引起呼吸抑制、低氧血症及血流动力学改变, 对于合并慢性阻塞性肺疾病(COPD)、心功能不全或麻醉镇静的患者进行支气管镜检查时风险会进一步增高。与常规鼻导管或面罩吸氧相比, 经鼻高流量氧疗(High flow nasal cannula, HFNC)是一种全新的无创辅助呼吸支持氧疗方法, 一般应用于临床工作中, 具有精确控制吸氧浓度、特定流速、加温加湿等优点。本文通过对HFNC的定义、生理特性及其在成人支气管镜检查中的应用做综述总结, 为临床工作提供更好的应用指导。

关键词

经鼻高流量氧疗, 低氧血症, 支气管镜检查, 临床工作

Clinical Application of High Flow Nasal Cannula in Adult Fiberoptic Bronchoscopy Examinations

Meixian Shi, Yali Wu, Zuling Guo², Xinyue Li, Xin Ni*

Department of Respiratory and Critical Care Medicine, Hongqi Hospital Affiliated to Mudanjiang Medical University, Mudanjiang Heilongjiang

Received: Jul. 9th, 2025; accepted: Aug. 1st, 2025; published: Aug. 12th, 2025

Abstract

Bronchoscopy is an invasive procedure that has been widely used in the diagnosis and treatment of

*通讯作者。

文章引用: 施梅仙, 武雅莉, 郭祖伶, 李昕玥, 倪薪. 经鼻高流量氧疗在成人纤维支气管镜检查中的临床应用[J]. 临床医学进展, 2025, 15(8): 688-692. DOI: 10.12677/acm.2025.1582284

respiratory diseases. It may cause respiratory depression, hypoxemia, and hemodynamic fluctuations, especially in patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD), those requiring anesthesia and sedation, or those with heart failure, where the risk further increases. High-flow nasal cannula (HFNC) is a novel non-invasive respiratory support oxygen therapy method commonly used in clinical practice. It offers precise control of oxygen concentration, specific flow rates, and temperature and humidity adjustments. This article will review and summarize the definition, physiological characteristics, and application of HFNC in adult bronchoscopy to provide better guidance for clinical work.

Keywords

High Flow Nasal Cannula, Hypoxemia, Bronchoscopy, Clinical Work

Copyright © 2025 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. HFNC 的定义及生理机制

1.1. 经鼻高流量氧疗的定义

HFNC 是一种有效且相对安全的无创通气氧疗方法,具有可调控相对恒定的吸氧浓度(21%~100%)、湿度、高流量(8~80 L/min)和温度(31℃~37℃)等优势[1]-[3],最早作为一种替代方法用于临床早产儿持续气道正压通气(CAPA)治疗。HFNC 可改善氧合,有效减少呼吸困难,目前已广泛应用于各种呼吸系统疾病中。

1.2. 经鼻高流量氧疗的生理特性

HFNC 具有改善肺粘液纤毛清除系统功能、降低吸气阻力、产生呼气末正压效应、冲刷生理性死腔[4]等特性。

1.2.1. 改善呼吸道黏膜纤毛清除系统功能,提高舒适度

鼻导管吸氧或面罩提供的是干冷气体,不仅诱发支气管痉挛,改变呼吸道粘液的物理和生化特性[5],还能导致口腔、咽部干燥,并且患者长期吸入这种干冷的氧气,呼吸道黏膜纤毛清除能力会下降,分泌物的清除也会受到影响,使痰液黏稠度增加[6]。与之相比,HFNC 提供相对湿度达 100%及最高温度 37℃ 的气道环境,不仅加快气道黏膜纤毛运动频率,而且还能让呼吸道热量和水分丢失减少,改善呼吸道黏膜纤毛系统的功能,还能使痰液稀释和排除加快,进而让呼吸道保持通畅,另外一方面也能降低肺不张发生率[7]。Hasani et al [8]通过一项支气管扩张研究中发现患者每天 3 小时使用家庭 HFNC 疗法持续七天以上,用放射性标记方法证明了呼吸道黏膜清除能力显著提高。因此 HFNC 一定程度上还提高了患者的舒适度。

1.2.2. 减少呼吸做功,改善呼吸机疲劳

HFNC 通过鼻塞提供鼻咽气流,使鼻咽气流达到或超过患者的吸气峰值流量,从而可以最大限度地减少吸气阻力[9],患者无需用力吸气,也不必对吸入气体进行加温、加湿处理,进一步减少了呼吸做功[10],同时也缓解了呼吸机疲劳。

1.2.3. 产生呼气末正压效应,改善通气

当氧气以高流速流动通过呼吸道,会使气道内和肺泡压增加,产生了呼气末正压(PEEP)样效应[11]。

Miyuki Okuda 等[12]研究中发现,即使吸气末胸压没有显著差异,但随着 HFNC 的使用而降低的趋势,并且潮气量增量与吸气末胸压的差异之间存在很强的负相关,可能原因是 HFNC 以超过患者吸气流量的速度输送吸气,降低了鼻咽塌陷引起的吸气阻力,高压吸气促进了自主呼吸,从而降低了吸气末胸压。因此,潮气量的增量也被认为会增加,因为吸气的压力随着流速的增加而增加,即随着流速变高,PEEP 成为改善患者通气的一个因素。Chang 及团队的研究表明,随着流量的上升,呼吸道的压力也呈现出线性的趋势在增长,两者具有相关性[13]。庄金强及其同事发现,氧流量每升高 10 L/min 的速度,气道正压也会相应地增加 1 cmH₂O [14]。

1.2.4. 冲刷生理性死腔,改善氧合

解剖学死腔由呼吸道的节段组成,空气到达肺泡时,但 O₂ 和 CO₂ 没有穿过肺泡膜的交换。因人体生理性死腔的存在,气体在进行气体交换时,大约 30% 的潮气量会被浪费,然而 HFNC 提供的高流速减少了鼻咽死腔,进而使肺泡里的氧含量得到提高,氧与二氧化碳之间的交换效率也能得到改善,使实际呼吸容量增大,改善高碳酸血症状况[15],降低二氧化碳分压,此外,加湿和加热的高流量可改善肺电导和顺应性,抑制支气管收缩并降低 O₂ 的代谢成本[4]。

2. HFNC 在成人支气管镜检查中的临床应用

纤维支气管镜检查是一种具有诊断和/或治疗的侵入性操作,可能会导致呼吸衰竭的发生或恶化,手术过程中因心肺功能改变而导致的血流动力学不稳定[16]等问题,经鼻高流量氧疗高流速的氧气供给能够提供一定的 PEEP,有助于降低支气管镜负压吸引导致的肺泡塌陷,使肺泡持续开放以提升气体交换效率,还能冲刷呼吸道解剖无效腔,增加吸入肺泡气体的氧含量,提升气体交换效率。一项随机实验中,唐龙等[17]选取徐州医科大学附属儿童医院的 60 例患儿,随机分为经鼻高流量氧疗组和鼻导管吸氧组,观察术中、术后低氧血症发生率、呼吸频率和心率峰值变化,发现经鼻高流量氧疗组术中最低 SpO₂ 高于鼻导管吸氧组,心率峰值低于鼻导管吸氧组,差异显著($P < 0.05$),表明 HFNC 可有效改善支气管镜检查过程中的缺氧情况。兰祖[18]通过回顾性分析 260 例重症肺炎患儿的支气管镜检查,按呼吸支持方式分为 HFNC 组和常规氧疗组,结果显示,常规氧疗组的 PaO₂/FiO₂ 低于 HFNC 组,PaCO₂ 高于 HFNC 组,提示 HFNC 能有效改善重症肺炎行支气管镜检查时的氧合指数,并且大大缩短检查时间。Ben-Menachem [19]等通过一项随机对照试验分析 76 例肺移植后患者,将患者分为 HFNC 组和低流量鼻导管吸氧组,观察术中血氧饱和度下降程度,研究结果显示 HFNC 组的血氧饱和度下降趋势低于低流量吸氧组($P < 0.001$)的患者比例,术中组经鼻高流量组未中断,而低流量鼻导管吸氧组有 9 例患者中断 11 次。Longhini 等[20]人进行了一项随机对照试验,将稳定受试者在支气管镜检查期间的 HFNC 与标准氧疗进行了比较,发现 HFNC 组的 SpO₂ 水平更高(60 L/min)。在一项成人支气管镜检查期间测试 HFNC 中,Lucangelo 等人[21]比较了通过空气夹带面罩输送的 40 L/min 与 40 和 60 L/min 的 HFNC 的效果,在手术结束时,60 L/min 的 HFNC 比空气夹带面罩或 HFNC 提供的 40 L/min 产生更好的氧合,手术完成后 10 分钟氧合也较好。在 Diab 和 Fraser 报告的案例中,HFNC 有效预防了需要诊断性支气管镜检查的正交各向异性肺移植受者发生低氧血症[22]。在一项 5 例患者小型研究中发现,4 例患者进行支气管镜肺泡灌洗后氧合维持良好,仅 1 例患者在 16 h 需要无创正压通气[23]。一项前瞻性研究中,在支气管镜检查期间使用 HFNC 进行深度镇静的支气管内超声(EBUS)治疗患者中,手术持续时间少于或超过 40 分钟的患者中未检测到去饱和事件的差异[24]。一项随机对照试验纳入了接受支气管镜行经支气管镜肺活检的肺移植后患者,发现鼻导管吸氧组,手术被中断,而使用 HFNC 则没有类似的发作[19]。与文丘里面罩相比,60 L/min 的 HFNC 提供了更好的氧合结果,而 HFNC 40 L/min 和文丘里面罩 40 L/min 之间没有观察到差异[21]。综上所述,HFNC 在支气管镜检查中能有效纠正低氧血症,减少不良事件发生,提高操作完成率,且具有良好的耐

受性、易于调控和使用方便等优势,值得在临床中广泛推广。

HFNC 有许多禁忌证,包括意识水平改变、气道阻塞、误吸风险、面部损伤(尤其是鼻咽创伤或近期手术)、呼吸停止、血流动力学不稳定、痰多和幽闭恐惧症[5]。

有望将 HFNC 在支气管镜中从“替代传统氧疗”迈向“优化围术期呼吸道管理”的新阶段,但其临床价值仍需通过多维度研究进一步验证。现有研究对 HFNC 在支气管镜检查中参数设置(如流量、温度、湿化水平)缺乏系统性优化,且未考虑患者气道阻力、呼吸模式、合并症对疗效的影响,争取在未来根据患者基础肺功能和气管镜操作类型运用多中心随机对照实验探索不同参数组合对术中氧合稳定性、血流动力学波动及术后恢复的影响;结合实时监测数据和人工智能模型,开发基于患者呼吸力学特征的自动参数调整系统,优化流量阈值;针对肥胖、严重 COPD 合并低氧血症、气道高反应性患者,验证 HFNC 参数调整策略的可行性和安全性等重大突破。

参考文献

- [1] 游辉,姚剑坤,李翠君,欧阳细瑜,吴小锋. 经鼻高流量氧疗在呼吸衰竭患者支气管镜操作中的应用价值[J]. 哈尔滨医药, 2023, 43(6): 100-102.
- [2] Wanner, A., Salathé, M. and O’Riordan, T.G. (1996) Mucociliary Clearance in the Airways. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, **154**, 1868-1902. <https://doi.org/10.1164/ajrccm.154.6.8970383>
- [3] D’Cruz, R.F., Hart, N. and Kaltsakas, G. (2020) High-Flow Therapy: Physiological Effects and Clinical Applications. *Breathe*, **16**, Article 200224. <https://doi.org/10.1183/20734735.0224-2020>
- [4] Dysart, K., Miller, T.L., Wolfson, M.R. and Shaffer, T.H. (2009) Research in High Flow Therapy: Mechanisms of Action. *Respiratory Medicine*, **103**, 1400-1405. <https://doi.org/10.1016/j.rmed.2009.04.007>
- [5] Mukherjee, D. and Mukherjee, R. (2023) High-Flow Nasal Cannula Oxygen Therapy in the Management of Respiratory Failure: A Review. *Cureus*, **15**, e50738. <https://doi.org/10.7759/cureus.50738>
- [6] 王佳林, 胡建林. 急性呼吸窘迫综合征呼吸支持治疗新进展[J]. 临床肺科杂志, 2016, 21(3): 533-536.
- [7] Girault, C., Boyer, D., Jolly, G., Carpentier, D., et al. (2022) Principes de fonctionnement, effets physiologiques et aspects pratiques de l’oxygénothérapie à haut débit. *Revue des Maladies Respiratoires*, **39**, 455-468. <https://doi.org/10.1016/j.rmr.2022.03.012>
- [8] Cuquemelle, E., Pham, T., Papon, J., Louis, B., Danin, P. and Brochard, L. (2012) Heated and Humidified High-Flow Oxygen Therapy Reduces Discomfort during Hypoxemic Respiratory Failure. *Respiratory Care*, **57**, 1571-1577. <https://doi.org/10.4187/respcare.01681>
- [9] Hernandez, G., Pedrosa, A., Ortiz, R., Cruz Accuaroni, M.d.M., Cuenca, R., Vaquero Collado, C., et al. (2013) The Effects of Increasing Effective Airway Diameter on Weaning from Mechanical Ventilation in Tracheostomized Patients: A Randomized Controlled Trial. *Intensive Care Medicine*, **39**, 1063-1070. <https://doi.org/10.1007/s00134-013-2870-7>
- [10] Groves, N. and Tobin, A. (2007) High Flow Nasal Oxygen Generates Positive Airway Pressure in Adult Volunteers. *Australian Critical Care*, **20**, 126-131. <https://doi.org/10.1016/j.aucc.2007.08.001>
- [11] Dysart, K., Miller, T.L., Wolfson, M.R. and Shaffer, T.H. (2009) Research in High Flow Therapy: Mechanisms of Action. *Respiratory Medicine*, **103**, 1400-1405. <https://doi.org/10.1016/j.rmed.2009.04.007>
- [12] Frat, J.P., Coudroy, R., Marjanovic, N. and Thille, A.W. (2017) High-Flow Nasal Oxygen Therapy and Noninvasive Ventilation in the Management of Acute Hypoxemic Respiratory Failure. *Annals of Translational Medicine*, **5**, Article 297. <https://doi.org/10.21037/atm.2017.06.52>
- [13] Chang, G.Y., Cox, C.A. and Shaffer, T.H. (2011) Nasal Cannula, CPAP, and High-Flow Nasal Cannula: Effect of Flow on Temperature, Humidity, Pressure, and Resistance. *Biomedical Instrumentation & Technology*, **45**, 69-74. <https://doi.org/10.2345/0899-8205-45.1.69>
- [14] 庄金强, 潘纯, 杨毅. 高流量氧疗: 临床值得关注的问题[J]. 中华重症医学电子杂志, 2016, 2(4): 240-243.
- [15] Manley, B.J. and Owen, L.S. (2016) High-Flow Nasal Cannula: Mechanisms, Evidence and Recommendations. *Seminars in Fetal and Neonatal Medicine*, **21**, 139-145. <https://doi.org/10.1016/j.siny.2016.01.002>
- [16] Longhini, F., Bruni, A., Saraco, G., Garofalo, E. and Conti, G. (2021) Should High-Flow through Nasal Cannula Be Used during Bronchoscopy in Critically Ill Patients with Hypoxemic Acute Respiratory Failure? *Journal of Anesthesia, Analgesia and Critical Care*, **1**, Article No. 4. <https://doi.org/10.1186/s44158-021-00001-y>
- [17] 唐龙, 杨佳, 钮明杨, 等. 经鼻高流量氧疗在儿童支气管镜检查中的应用[J]. 护理研究, 2025, 39(11): 1823-1828.

-
- [18] 兰祖, 覃勇民. 经鼻高流量湿化氧疗在重症肺炎患者支气管镜检查中的应用价值[J]. 现代医学与健康研究电子杂志, 2024, 8(8): 22-25.
- [19] Ben-Menachem, E., McKenzie, J., O'Sullivan, C. and Havryk, A.P. (2020) High-Flow Nasal Oxygen versus Standard Oxygen during Flexible Bronchoscopy in Lung Transplant Patients. *Journal of Bronchology & Interventional Pulmonology*, **27**, 259-265. <https://doi.org/10.1097/lbr.0000000000000670>
- [20] Longhini, F., Pelaia, C., Garofalo, E., Bruni, A., Placida, R., Iaquina, C., *et al.* (2022) High-Flow Nasal Cannula Oxygen Therapy for Outpatients Undergoing Flexible Bronchoscopy: A Randomised Controlled Trial. *Thorax*, **77**, 58-64. <https://doi.org/10.1136/thoraxjnl-2021-217116>
- [21] Lucangelo, U., Vassallo, F.G., Marras, E., Ferluga, M., Beziza, E., Comuzzi, L., *et al.* (2012) High-Flow Nasal Interface Improves Oxygenation in Patients Undergoing Bronchoscopy. *Critical Care Research and Practice*, **2012**, 1-6. <https://doi.org/10.1155/2012/506382>
- [22] Parke, R.L., Bloch, A. and McGuinness, S.P. (2015) Effect of Very-High-Flow Nasal Therapy on Airway Pressure and End-Expiratory Lung Impedance in Healthy Volunteers. *Respiratory Care*, **60**, 1397-1403. <https://doi.org/10.4187/respcare.04028>
- [23] La Combe, B., Messika, J., Labbé, V., Razazi, K., Maitre, B., Sztrymf, B., *et al.* (2016) High-Flow Nasal Oxygen for Bronchoalveolar Lavage in Acute Respiratory Failure Patients. *European Respiratory Journal*, **47**, 1283-1286. <https://doi.org/10.1183/13993003.01883-2015>
- [24] Service, J.A., Bain, J.S., Gardner, C.P. and McNarry, A.F. (2019) Prospective Experience of High-Flow Nasal Oxygen during Bronchoscopy in 182 Patients. *Journal of Bronchology & Interventional Pulmonology*, **26**, 66-70. <https://doi.org/10.1097/lbr.0000000000000533>