

doi: 10.3969/j.issn.1674-1242.2026.03.014

经鼻高流量氧疗联合纤维支气管镜肺泡灌洗 对重症肺炎临床症状及预后的影响分析

刘娜娜, 郑晓丹, 赵星星

(中国人民解放军联勤保障部队第九八九医院 呼吸与危重症医学科, 河南 洛阳 471000)

【摘要】目的 探讨经鼻高流量氧疗(high-flow nasal cannula, HFNC)联合纤维支气管镜肺泡灌洗(bronchoscopy alveolar lavage, BAL)对重症肺炎临床症状和预后的影响。**方法** 选取2022年5月至2025年10月中国人民解放军联勤保障部队第九八九医院收治的84例重症肺炎患者,采用随机数字表法分为观察组($n=42$)与对照组($n=42$)。对照组给予常规对症治疗+HFNC,观察组在对照组基础上联合BAL。比较两组治疗前后血气分析指标[动脉血氧分压(partial pressure of arterial oxygen, PaO_2)、动脉血二氧化碳分压(partial pressure of arterial carbon dioxide, PaCO_2)、动脉血氧饱和度(arterial oxygen saturation, SaO_2)、氧合指数(oxygenation index, OI)]、炎症因子[C反应蛋白(C-reactive protein, CRP)、降钙素原(procalcitonin, PCT)、白细胞介素-6(interleukin-6, IL-6)及肿瘤坏死因子- α (tumor necrosis factor- α , TNF- α)]、症状改善时间(体温恢复、咳嗽缓解、肺部啰音消失)及预后指标[重症监护病房(intensive care unit, ICU)住院时间、总住院时间、气管插管率、28 d病死率]。**结果** 观察组患者治疗后的 PaO_2 、 SaO_2 、 OI 均明显高于同期对照组水平(均 $P<0.05$), PaCO_2 、血清CRP、PCT、IL-6及TNF- α 水平明显低于同期对照组水平(均 $P<0.05$)。观察组患者体温恢复正常时间、咳嗽缓解时间、肺部啰音消失时间、ICU住院时间、总住院时间、气管插管率及28 d病死率均明显低于对照组(均 $P<0.05$)。**结论** HFNC联合纤维BAL可快速改善重症肺炎患者的氧合状态和临床症状,有效抑制炎症反应,缩短住院时间,降低气管插管率与病死率,显著改善患者短期预后。

【关键词】 经鼻高流量氧疗; 纤维支气管镜肺泡灌洗; 重症肺炎; 炎症因子; 预后

【中图分类号】 R563.1

【文献标志码】 A

文章编号: 1674-1242 (2026) 03-0078-05

Analysis of the impact of high-flow nasal cannula combined with fiberoptic bronchoscopy alveolar lavage on clinical symptoms and prognosis of severe pneumonia

LIU Nana, ZHENG Xiaodan, ZHAO Xingxing

(Department of Respiratory and Critical Care Medicine, No. 989 Hospital of Joint Logistic Support Force of the Chinese People's Liberation Army, Luoyang 471000, Henan, China)

【Abstract】Objective To investigate the impact of high-flow nasal cannula (HFNC) combined with fiberoptic bronchoscopy alveolar lavage (BAL) on clinical symptom and prognosis of severe pneumonia. **Methods** A total of 84 patients with severe pneumonia admitted to No. 989 Hospital of Joint Logistic Support Force of the Chinese People's Liberation Army from May 2022 to October 2025 were selected and divided into observation group ($n=42$) and control group ($n=42$) by random number table method. The control group received routine symptomatic treatment combined with HFNC, while the observation group was additionally treated with fiberoptic BAL on the basis of the control group. Blood gas analysis indexes (partial pressure of arterial oxygen (PaO_2), partial pressure of arterial carbon dioxide (PaCO_2), arterial oxygen saturation (SaO_2), oxygenation index (OI)), inflammatory factors (C-reactive protein (CRP), procalcitonin (PCT), interleukin-6 (IL-6), tumor necrosis factor- α (TNF- α)), symptom improvement time (body temperature recovery, cough relief, disappearance of pulmonary rales), respiratory function indexes, clinical efficacy and prognostic indicators (length of intensive care unit (ICU) stay, total length of hospital stay, tracheal intubation rate, 28-day mortality) were compared between the two groups before and after treatment. **Results** PaO_2 , SaO_2 and OI after treatment of patients in the observation group were significantly higher than those in the control group during the same period (all $P<0.05$), and PaCO_2 , levels of serum CRP, PCT, IL-6, TNF- α were

收稿日期: 2025-12-06。

作者简介: 刘娜娜 (1984-), 女, 河南洛阳人, 本科, 从事重症肺炎相关研究。E-mail: lnn13526963666@163.com。

significantly lower than those in the control group (all $P<0.05$). The time for body temperature to return to normal, cough relief, lung rale disappearance, ICU stay, total hospital stay, tracheal intubation rate, and 28-day mortality rate in the observation group were all significantly lower than those in the control group (all $P<0.05$). **Conclusion** HFNC combined with fiberoptic BAL can rapidly improve oxygenation status and clinical symptoms of patients with severe pneumonia, effectively inhibit inflammatory response, shorten hospital stay, reduce tracheal intubation rate and mortality, and significantly improve short-term prognosis.

【Key words】 High-flow nasal cannula; Fiberoptic bronchoscopy alveolar lavage; Severe pneumonia; Inflammatory factors; Prognosis

重症肺炎是临床常见的急危重症,病情进展迅速,并发症多,病死率高达 30%~50%。当前临床治疗以抗感染、氧疗、对症支持为核心,但部分患者因气道内大量黏稠痰液、炎性分泌物阻塞,常规氧疗与药物治疗效果不佳,易出现氧合障碍持续加重、炎症失控、呼吸衰竭进展等问题,进而延长住院时间,增加气管插管率与病死率,其治疗一直是研究热点^[1-3]。经鼻高流量氧疗(high-flow nasal cannula, HFNC)作为新型呼吸支持技术^[4-8],可通过鼻导管提供高流量、精准氧浓度的温湿化气体,具有改善氧合、冲刷解剖死腔、减少呼吸做功、维持气道湿化等优势,已广泛应用于急性低氧性呼吸衰竭的治疗。但单纯 HFNC 无法直接清除气道深部痰液与炎性分泌物,对重症肺炎患者气道阻塞的改善作用相对有限。纤维支气管镜肺泡灌洗(bronchoscopy alveolar lavage, BAL)可在直视下直达病灶,精准吸除气道内黏稠分泌物、痰栓与坏死组织,同时通过灌洗液稀释炎性物质,促进肺部炎症吸收,改善通气/血流比例失调。目前关于二者联合治疗重症肺炎的研究多聚焦于短期疗效,缺乏对症状改善、炎症指标、呼吸功能及长期预后的

系统性分析^[9-14]。本研究旨在探讨 HFNC 联合纤维 BAL 对重症肺炎疗效及预后的影响。

1 资料与方法

1.1 一般资料

本研究属于一项前瞻性随机对照临床研究,选取 2022 年 5 月至 2025 年 10 月中国人民解放军联勤保障部队第九八九医院呼吸与危重症医学科、重症医学科收治的 84 例重症肺炎患者为研究对象。纳入标准:①参考中华医学会呼吸病学分会 2016 年制定的相关指南,根据临床表现确诊为重症肺炎;②年龄 20~80 岁;③发病至入院时间<72 h;④氧合指数(oxygenation index, OI)≤300 mmHg。排除标准:①严重心、肝、肾等脏器功能衰竭;②凝血功能障碍、出血倾向;③纤维支气管镜检查禁忌证(如严重心律失常、主动脉瘤等);④妊娠或哺乳期女性;⑤临床资料缺失。采用随机数字表法分为观察组与对照组,每组各 42 例。两组基线资料比较差异均无统计学意义(均 $P>0.05$)(表 1)。本研究已通过我院伦理委员会的批准,全部患者均签署知情同意书。

表 1 两组患者基线资料比较

组别	男性 [例(%)]	年龄 ($\bar{x}\pm s$, 岁)	基础疾病 [例(%)]				氧合指数 ($\bar{x}\pm s$, mmHg)
			高血压	糖尿病	慢性阻塞性肺疾病	冠心病	
观察组 ($n=42$)	23 (54.76)	62.35±8.42	16 (38.10)	12 (28.57)	7 (16.67)	5 (11.90)	215.36±32.48
对照组 ($n=42$)	26 (61.90)	61.87±9.06	17 (40.48)	11 (26.19)	8 (19.05)	7 (16.67)	218.52±34.17
χ^2/t	0.441	0.221	0.050	0.060	0.081	0.389	0.385
P	0.507	0.826	0.823	0.807	0.776	0.533	0.701

1.2 治疗方法

两组均给予抗感染、氨溴索祛痰、多索茶碱平喘、营养支持、维持水电解质平衡、纠正酸碱紊乱等重症肺炎常规治疗。对照组患者在常规治疗基础上给予 HFNC 治疗,采用费雪派克 AIRVO 2 高流量氧疗机,初始参数设置:流量 40~60 L/min,吸入氧浓度(fraction of inspired oxygen, FiO₂) 40%~60%,温度 37℃,湿度 100%。根据患者脉搏血氧饱和度

(saturation of peripheral oxygen, SpO₂)、血气分析结果调整参数,维持 SpO₂ 92%~96%,连续治疗 7~10 d。观察组在对照组基础上联合 BAL 治疗,于入院 24~48 h 内首次行纤维支气管镜检查,采用 Olympus BF-Q170 型纤维支气管镜,术前给予 2%利多卡因局部麻醉,全程心电监护。经鼻腔或口腔进镜,依次观察气管、支气管各叶段,吸除气道内可见分泌物、痰栓;对病变严重肺段,注入 37℃无菌生理盐水 20~

30 ml/次,反复灌洗 3~5 次,总量 100~150 ml,负压吸引回收灌洗液;术后继续 HFNC 治疗,根据患者病情,间隔 3~5 d 可重复灌洗 1~2 次。

1.3 观察指标

分别于治疗前、治疗 7 d 后,采集两组患者动脉血和静脉血,记录血气分析结果,包括动脉血氧分压(partial pressure of arterial oxygen, PaO₂)、动脉血二氧化碳分压(partial pressure of arterial carbon dioxide, PaCO₂)、动脉血氧饱和度(arterial oxygen saturation, SaO₂)、OI,以及血清 C 反应蛋白(C-reactive protein, CRP)、降钙素原(procalcitonin, PCT)、白细胞介素-6(interleukin-6, IL-6)、肿瘤坏死因子-α(tumor necrosis factor-α, TNF-α)等炎症因子水平。并记录两组患者的体温恢复正常时间、咳嗽缓解时间、肺部啰音消失时间等临床症状,以及重症监护病房

(intensive care unit, ICU)入住时间、总住院时间、气管插管率、28 d 病死率等预后相关资料。

1.4 统计学方法

采用 SPSS 26.0 软件对本研究涉及的数据进行统计分析。计量资料均呈正态分布,以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,比较采用 *t* 检验;计数资料以例(%)表示,比较采用 χ^2 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者治疗前后血气分析结果比较

两组患者治疗前 PaO₂、PaCO₂、SaO₂、OI 比较差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$)。两组患者治疗后 PaO₂、SaO₂、OI 均显著高于本组治疗前(均 $P < 0.05$), PaCO₂ 显著低于本组治疗前(均 $P < 0.05$)。观察组治疗后 PaO₂、SaO₂、OI 均显著高于对照组(均 $P < 0.05$), PaCO₂ 显著低于对照组($P < 0.05$)(表 2)。

表 2 两组患者治疗前后 PaO₂、PaCO₂、SaO₂、OI 比较($\bar{x} \pm s$)

指标	PaO ₂ (mmHg)	PaCO ₂ (mmHg)	SaO ₂ (%)	OI (mmHg)
治疗前				
观察组 (n=42)	58.64±7.23	48.75±6.31	82.45±5.62	215.36±32.48
对照组 (n=42)	59.12±7.58	48.36±6.47	82.71±5.49	218.52±34.17
<i>t</i>	0.263	0.248	0.190	0.385
<i>P</i>	0.793	0.805	0.850	0.701
治疗 7 d 后				
观察组 (n=42)	85.39±9.46*	36.28±5.19*	95.36±3.18*	342.65±41.52*
对照组 (n=42)	72.45±8.67*	42.17±5.82*	90.28±4.25*	286.39±38.73*
<i>t</i>	5.793	4.339	5.498	5.692
<i>P</i>	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

注: PaO₂: 动脉血氧分压; PaCO₂: 动脉血二氧化碳分压; SaO₂: 动脉血氧饱和度; OI: 氧合指数。与同组治疗前比较, * $P < 0.05$ 。

2.2 两组患者治疗前后血炎症因子水平比较

治疗前两组患者血 CRP、PCT、IL-6、TNF-α 水平比较差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$)。治疗后,两

组患者血 CRP、PCT、IL-6、TNF-α 水平均显著低于本组治疗前(均 $P < 0.05$),观察组上述指标水平均显著低于对照组(均 $P < 0.05$)(表 3)。

表 3 两组患者治疗前后血 CRP、PCT、IL-6、TNF-α 水平比较($\bar{x} \pm s$)

指标	CRP (mg/L)	PCT (ng/ml)	IL-6 (pg/ml)	TNF-α (pg/ml)
治疗前				
观察组 (n=42)	86.52±15.37	3.26±0.85	128.65±25.43	45.32±8.67
对照组 (n=42)	85.97±16.23	3.31±0.92	127.89±26.18	44.87±9.12
<i>t</i>	0.141	0.229	0.119	0.205
<i>P</i>	0.888	0.819	0.905	0.838
治疗 7 d 后				
观察组 (n=42)	22.48±6.35*	0.58±0.21*	32.17±8.56*	12.56±3.48*
对照组 (n=42)	38.65±8.42*	1.23±0.36*	56.83±10.23*	21.39±5.26*
<i>t</i>	8.808	8.959	10.620	8.043
<i>P</i>	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

注: CRP: C 反应蛋白; PCT: 降钙素原; IL-6: 白细胞介素-6; TNF-α: 肿瘤坏死因子-α。与同组治疗前比较, * $P < 0.05$ 。

2.3 两组患者临床症状比较

观察组患者体温恢复正常时间、咳嗽缓解时间、

肺部啰音消失时间均显著短于对照组(均 $P < 0.05$)(表 4)。

表4 两组患者体温恢复正常时间、咳嗽缓解时间、肺部啰音消失时间比较($\bar{x}\pm s, d$)

组别	体温恢复正常时间	咳嗽缓解时间	肺部啰音消失时间
观察组 ($n=42$)	2.15±0.68	4.32±1.05	5.16±1.23
对照组 ($n=42$)	3.87±1.02	6.75±1.33	7.89±1.57
t	8.060	8.238	7.863
P	<0.001	<0.001	<0.001

2.4 两组患者临床预后比较

观察组患者ICU入住时间、总住院时间显著短

于对照组(均 $P<0.05$),气管插管率、28 d病死率均显著低于对照组(均 $P<0.05$)(表5)。

表5 两组患者ICU入住时间、总住院时间、气管插管率、28 d病死率比较

组别	ICU入住时间 ($\bar{x}\pm s, d$)	总住院时间 ($\bar{x}\pm s, d$)	气管插管 [例 (%)]	28 d病死 [例 (%)]
观察组 ($n=42$)	5.26±1.35	10.35±2.48	3 (7.14)	2 (4.76)
对照组 ($n=42$)	8.79±2.10	15.62±3.26	11 (26.19)	8 (19.05)
$\nu\chi^2$	8.123	7.391	5.486	4.087
P	<0.001	<0.001	0.019	0.043

注: ICU: 重症监护病房。

3 讨论

重症肺炎是临床常见急危重症,病情进展快、并发症多、病死率可达30%~50%。其核心病理生理机制为肺部感染诱发气道黏膜充血水肿、黏稠分泌物大量潴留,造成通气/血流比例失衡和氧合障碍;同时大量炎症因子释放入血,触发全身炎症反应,加重肺损伤甚至多器官功能障碍。临床治疗关键在于快速纠正低氧血症、清除气道分泌物、控制炎症级联反应、阻断病情进一步恶化。

本研究结果显示,治疗后观察组PaO₂、SaO₂、OI均显著高于对照组,PaCO₂显著低于对照组,提示HFNC联合纤维BAL可更有效地改善重症肺炎患者氧合状态。单纯HFNC虽可提供温湿化高流量氧气、改善OI、减少呼吸做功,但无法直接清除气道深部痰栓及黏稠炎性分泌物。纤维支气管镜可在直视下直达病变肺段,精准抽吸痰栓、坏死组织及脓性分泌物,配合肺泡灌洗稀释局部炎症渗出物,改善局部通气/血流比例。二者联合具有明显协同效应,在持续呼吸支持基础上疏通气道、改善肺泡通气,从而有效纠正低氧血症与二氧化碳潴留。由于BAL操作过程中,内镜置入、气道刺激、负压吸引及灌洗液灌注均易导致患者一过性通气下降、氧合波动,甚至诱发低氧血症,因此术中需与HFNC参数合理匹配:操作前可适当上调FiO₂至50%~70%,预先储备氧合水平;操作期间维持40~60 L/min高流量持续供气,依靠高流量气流冲刷解剖死腔、维持气道微弱正压、降低呼吸做功,减少术中血氧波动;操作结束后逐步下调氧浓度至常规维持水平,既能保障操作视野与灌

洗效果,又可最大限度规避术中低氧、心律失常等不良事件,提升操作安全性。

炎症因子失控是重症肺炎病情进展的重要推手。本研究中观察组治疗后CRP、PCT、IL-6、TNF- α 下降幅度显著优于对照组,说明联合方案可更有效地抑制全身炎症反应。BAL可直接清除病灶内病原菌及炎症分泌物,减少炎症因子持续入血;气道通畅后肺部微循环得以改善,机体局部抗感染能力增强,与HFNC协同作用可加快炎症消退,避免炎症反应进一步恶化。

临床症状及预后方面,本研究以28 d相关结局作为短期预后评价指标,结果显示观察组体温恢复时间、咳嗽缓解时间、肺部啰音消失时间、ICU入住时间、总住院时间均显著短于对照组,气管插管率及28 d病死率均显著低于对照组,表明联合治疗可快速疏通气道、改善肺通气功能,迅速缓解临床症状与肺部体征;同时通过改善氧合、控制炎症,减少气管插管及有创通气相关并发症,缩短住院周期,降低短期病死率。

本研究为单中心前瞻性随机对照研究,仍存在一定不足:首先,未按照重症肺炎不同病原学类型(细菌性、病毒性、真菌性)进行亚组分层分析,不同病原体感染患者的气道分泌物性状、炎症负荷、病情严重程度及对BAL治疗反应均存在差异,病原学异质性可能影响整体疗效评价;其次,本研究仅随访至入院后28 d,仅能反映短期预后,缺乏3个月、6个月等中长期随访数据,无法评估该方案对患者远期肺功能恢复、生活质量及再入院率的影响。今后可开

展多中心、大样本临床研究,按病原学类型进行亚组分析,并延长随访时间,进一步精准评价该联合方案在不同亚型重症肺炎中的应用价值及中长期预后获益。

综上,HFNC 联合纤维 BAL 可快速改善重症肺炎患者氧合状态与临床症状,有效抑制炎症反应,缩短住院时间,降低气管插管率与病死率,显著改善患者短期预后。

参考文献

- [1] 王金叶,李巧玉,李晓利,等. 胸腺肽 $\alpha 1$ 联合乌司他丁辅助治疗多重耐药菌感染重症肺炎的疗效[J]. 中华医院感染学杂志, 2026, 36 (4): 517-521.
- [2] 陈可,李焱,杜龙玉. 二陈汤加味联合常规治疗对重症肺炎患者的临床疗效[J]. 中成药, 2025, 47 (9): 3158-3162.
- [3] 张天祺,陈碧,张灿堂. 头孢他啶/阿维巴坦联合阿米卡星治疗 CRE 感染重症肺炎的疗效与安全性分析[J]. 中国药房, 2025, 36 (21): 2705-2710.
- [4] 唐高柔,陆国玉. HFNC 不同氧流流速对老年重症肺炎撤机困难患者撤机成功率、血气及预后的影响[J]. 国际老年医学杂志, 2025, 46 (4): 440-444.
- [5] 陈虹旭,张潇双,耿建文,等. 血必净联合经鼻高流量氧疗治疗重症肺炎患者的疗效[J]. 中国药物应用与监测, 2025, 22 (3): 384-387.
- [6] 赵燕星,梁钰,党伟,等. 经鼻高流量氧疗技术在儿童重症肺炎合并呼吸衰竭中的应用[J]. 内蒙古医科大学学报, 2025, 47 (5): 527-531.
- [7] 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.
- [8] 曹晓琳,熊琴,苏科文. 经鼻高流量湿化氧疗治疗重症肺炎疗效及对患者血气指标和插管率的影响[J]. 陕西医学杂志, 2023, 52 (7): 871-874.
- [9] 邢蕊,刘莹. LUS 在儿童重症肺炎纤维支气管镜肺泡灌洗治疗前后的应用价值[J]. 影像科学与光化学, 2026, 44 (2): 114-119, 149.
- [10] 冯燕华,庞夏玲,张一莉,等. 纤维支气管镜肺泡灌洗治疗 23S rRNA 基因阳性重症肺炎支原体肺炎患儿的疗效分析[J]. 浙江医学, 2025, 47 (14): 1520-1523.
- [11] 李永强,刘志峰,石志鹏,等. 纤维支气管镜肺泡灌洗术治疗老年重症肺炎的临床效果分析[J]. 联勤军事医学, 2024, 38 (5): 376-379.
- [12] 邹小芬,陈宇冲,潘挺军,等. 俯卧位通气联合纤维支气管镜肺泡灌洗在重症肺炎合并急性呼吸衰竭治疗中的应用[J]. 广东医学, 2024, 45 (11): 1451-1456.
- [13] 黄渝茹,游通,王扬,等. 纤维支气管镜吸痰联合肺泡灌洗治疗重症肺炎的疗效及对近期预后的影响[J]. 保健医学研究与实践, 2024, 21 (12): 33-38.
- [14] 李湘云,杨小青. 纤维支气管镜肺泡灌洗联合糖皮质激素对小儿重症肺炎的影响研究[J]. 中国急救复苏与灾害医学杂志, 2024, 19 (4): 484-487.
- [15] 中华医学会呼吸病学分会. 中国成人社区获得性肺炎诊断和治疗指南 (2016 年版) [J]. 中华结核和呼吸杂志, 2016, 39 (4): 253-279.