

doi: 10.3969/j.issn.1674-1242.2026.03.017

纤维支气管镜肺泡灌洗在呼吸衰竭治疗中的临床效果研究

田文娴, 韩春兰, 赵俊歌, 魏海霞

(郑州市中心医院 呼吸与危重症医学科二病区, 河南郑州 450000)

【摘要】目的 探讨纤维支气管镜肺泡灌洗在呼吸衰竭治疗中的临床效果及安全性。**方法** 选取2023年10月至2025年8月郑州市中心医院收治的呼吸衰竭患者90例,按治疗方案不同分为对照组($n=44$)和观察组($n=46$)。对照组接受标准化常规治疗,观察组在对照组基础上联合实施纤维支气管镜肺泡灌洗。比较两组患者氧合功能[动脉血氧分压(arterial partial pressure of oxygen, PaO_2)、 PaO_2 /吸入氧浓度(fraction of inspired oxygen, FiO_2)]、炎症指标[C反应蛋白(C-reactive protein, CRP)、降钙素原(procalcitonin, PCT)]、临床结局及不良事件发生情况。**结果** 治疗后,两组患者氧合功能及炎症指标均较治疗前改善,且观察组 PaO_2 、 PaO_2/FiO_2 及 CRP、PCT 改善幅度均优于对照组(均 $P<0.05$)。观察组机械通气时间、住院时间均显著短于对照组(均 $P<0.05$),治疗有效率显著高于对照组($P<0.05$)。两组不良事件发生率比较差异无统计学意义($P>0.05$)。**结论** 在常规治疗基础上联合纤维支气管镜肺泡灌洗,可有效改善呼吸衰竭患者的氧合功能,减轻炎症反应,优化临床结局,且安全性良好。

【关键词】 纤维支气管镜; 肺泡灌洗; 呼吸衰竭; 氧合功能; 临床疗效**【中图分类号】** R563.1**【文献标志码】** A

文章编号: 1674-1242 (2026) 03-0092-04

Clinical effect study of fiberoptic bronchoscopy-guided bronchoalveolar lavage in the treatment of respiratory failure

TIAN Wenxian, HAN Chunlan, ZHAO Junge, WEI Haixia

(Ward II, Department of Respiratory and Critical Care Medicine, Zhengzhou Central Hospital, Zhengzhou 450000, Henan, China)

【Abstract】Objective To evaluate the clinical efficacy and safety of fiberoptic bronchoscopy-guided bronchoalveolar lavage in the treatment of respiratory failure. **Methods** A total of 90 patients with respiratory failure admitted to Zhengzhou Central Hospital from October 2023 to August 2025 were enrolled and divided into control group ($n=44$) or an intervention group ($n=46$) according to treatment strategy. The control group received standardized conventional therapy, while the intervention group additionally underwent fiberoptic bronchoscopy-guided bronchoalveolar lavage. Oxygenation (arterial partial pressure of oxygen (PaO_2), PaO_2 /fraction of inspired oxygen (FiO_2)), inflammatory markers (C-reactive protein (CRP), procalcitonin (PCT)), clinical outcomes, and adverse events were compared between the two groups. **Results** After treatment, oxygenation and inflammatory markers improved in both groups, with significantly greater improvements in PaO_2 , PaO_2/FiO_2 , CRP, and PCT levels in the intervention group compared with the control group (all $P<0.05$). The intervention group also showed shorter duration of mechanical ventilation and hospital stay (all $P<0.05$), as well as a higher overall treatment effectiveness rate ($P<0.05$). There was no significant difference in the incidence of adverse events between the two groups ($P>0.05$). **Conclusion** Fiberoptic bronchoscopy-guided bronchoalveolar lavage, when used as an adjunct to conventional therapy, can effectively improve oxygenation, reduce inflammatory responses, and optimize short-term clinical outcomes in patients with respiratory failure, with an acceptable safety profile.

【Key words】 Fiberoptic bronchoscopy; Bronchoalveolar lavage; Respiratory failure; Oxygenation; Clinical efficacy

呼吸衰竭是重症医学科和呼吸科常见的危重症之一,其发生多与严重肺部感染、急性呼吸窘迫综合征、慢性肺疾病急性加重等因素密切相关^[1]。患者

常存在气道分泌物潴留、肺泡通气受限及炎症反应持续加重等病理改变,单纯依赖机械通气等常规支持治疗,往往难以及时改善肺部通气与换气状态,甚

收稿日期: 2025-10-12。

作者简介: 田文娴 (1987-), 女, 河南平顶山人, 硕士研究生, 从事呼吸系统疾病相关研究。E-mail: 17319719727@163.com。

至可能因分泌物阻塞、感染控制不佳而延长通气时间,增加并发症风险^[2-3]。

纤维支气管镜肺泡灌洗作为一种微创介入技术,能够在直视下清除气道及肺泡内分泌物,减轻气道阻力,改善肺泡通气,同时有助于降低局部炎症负荷,促进肺部病灶恢复^[4]。近年来,该技术在重症肺部感染及呼吸衰竭患者中的应用逐渐增多,但其作为治疗手段的临床获益仍缺乏系统、规范的对比研究,尤其是在常规治疗基础上的增益效果尚未形成统一认识。

本研究通过对比分析纤维支气管镜肺泡灌洗联合常规治疗与单纯常规治疗在肺炎合并呼吸衰竭患者中的临床效果,重点评估其对氧合功能、炎症控制及临床结局的影响,旨在为呼吸衰竭的综合治疗策略提供更具实践价值的循证依据。

1 资料与方法

1.1 研究对象

回顾性选取 2023 年 10 月至 2025 年 8 月郑州市中心医院收治的呼吸衰竭患者 90 例为研究对象。所有患者均符合呼吸衰竭的临床诊断标准,并经临床、影像学及血气分析综合评估明确诊断。纳入标准:①符合重症肺炎相关诊断标准^[5],合并呼吸衰竭症状;②需接受机械通气或无创通气、经鼻高流量吸氧等常规呼吸支持治疗;③影像学提示存在明显肺部病变或分泌物潴留;④临床资料完整。排除标准:①合并严重心、肝、肾功能衰竭或恶性肿瘤终末期;②存在严重凝血功能障碍或无法耐受支气管镜操作;③合并气道畸形或严重气道狭窄;④住院期间早期死亡且未完成治疗评估。根据治疗方案不同,将患者分为对照组($n=44$ 例)和观察组($n=46$ 例)。本研究经郑州市中心医院伦理委员会审核批准(批件号:ZXYY2025119),符合《赫尔辛基宣言》相关要求。

1.2 治疗方法

对照组患者均接受统一的标准化的常规治疗,根据病情选择呼吸支持方式。有创通气采用肺保护性通气策略,通气模式为容量控制或压力控制通气,潮气量 $6 \sim 8$ ml/kg 预测体重,呼吸频率 $12 \sim 20$ 次/min,呼气末正压(positive end-expiratory pressure, PEEP) $5 \sim 10$ cmH₂O,吸入氧浓度(fraction of inspired oxygen, FiO₂)依据血气分析结果调整,以维持脉搏血

氧饱和度(saturation of peripheral oxygen, SpO₂) $\geq 90\%$ 。无创通气采用双水平正压通气(bilevel positive airway pressure, BiPAP)模式,吸气相正压(inspiratory positive airway pressure, IPAP) $12 \sim 18$ cmH₂O,呼气相正压(expiratory positive airway pressure, EPAP) $4 \sim 8$ cmH₂O。在呼吸支持基础上,统一给予抗感染治疗,并常规联合雾化祛痰(乙酰半胱氨酸或氨溴索)、必要时给予支气管舒张剂治疗,同时实施规范的营养支持及水电解质管理。治疗期间动态监测血气分析结果,并据此调整通气参数。

观察组在完全相同的常规治疗基础上,联合实施纤维支气管镜肺泡灌洗。操作前评估患者耐受情况,必要时给予镇静及局部麻醉。采用电子纤维支气管镜在直视下清除气道分泌物,并对病变明显肺段进行肺泡灌洗。支气管肺泡灌洗液(bronchoalveolar lavage fluid, BALF)为 37°C 无菌生理盐水,每次注入 $20 \sim 40$ ml,分次注入并回收,总灌洗量控制在 $80 \sim 140$ ml。操作过程中持续监测血氧饱和度及生命体征,若 SpO₂ $< 85\%$ 或出现明显不耐受反应,立即终止操作。根据临床需要,可于 $48 \sim 72$ h 后重复气管镜吸痰及灌洗 1 次。

1.3 观察指标

(1) 氧合功能指标:比较两组治疗前后动脉血气分析指标,包括动脉血氧分压(arterial partial pressure of oxygen, PaO₂)、PaO₂/FiO₂ 比值变化情况。

(2) 炎症相关指标:检测治疗前后血清 C 反应蛋白(C-reactive protein, CRP)及降钙素原(procalcitonin, PCT)水平变化。

(3) 临床结局指标:比较两组机械通气时间、住院时间及治疗有效率。

(4) 安全性指标:记录治疗过程中低氧血症、心律失常、出血等不良事件发生情况。

1.4 统计学方法

选用 SPSS 26.0 软件包进行数据分析处理。全部计量资料首先进行 Shapiro-Wilk(S-W)检验进行正态性分析,符合正态分布的计量资料以均数 $\pm$ 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,组间对比用独立样本 t 检验,治疗前后组内对比用配对 t 检验;不符合正态分布的计量资料以中位数(四分位数间距)表示,采用非参数检验。计数资料以例(%)表示,组间差异对比采用 χ^2 检验。 $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 基线资料

两组患者在性别、年龄、体重指数(body mass index, BMI)、原发病构成[社区获得性肺炎,重症/慢性阻塞性肺疾病急性加重期(acute exacerbation of

chronic obstructive pulmonary disease, AECOPD)/肺间质纤维化合并感染]、呼吸衰竭类型(I型/II型)及通气方式(有创/无创机械通气)等基线资料比较差异均无统计学意义(均 $P>0.05$),具有可比性(表1)。

表1 两组患者基线资料比较

指标	对照组 ($n=44$)	观察组 ($n=46$)	χ^2/t	P
男性 [例 (%)]	27 (61.36)	29 (63.04)	0.028	0.868
年龄 ($\bar{x}\pm s$, 岁)	64.18 $\pm$ 11.26	63.52 $\pm$ 10.84	0.289	0.773
BMI ($\bar{x}\pm s$, kg/m ²)	23.74 $\pm$ 3.12	23.91 $\pm$ 3.05	-0.266	0.791
呼吸衰竭类型 [例 (%)]			0.149	0.699
I 型	26 (59.09)	29 (63.04)		
II 型	18 (40.91)	17 (36.96)		
原发病构成 [例 (%)]			0.312	0.855
社区获得性肺炎, 重症	19 (43.18)	21 (45.65)		
AECOPD	15 (34.09)	14 (30.43)		
肺间质纤维化合并感染	10 (22.73)	11 (23.91)		
入组时通气方式 [例 (%)]			0.087	0.768
有创机械通气	16 (36.36)	16 (34.78)		
无创机械通气	28 (63.64)	30 (65.22)		

注: AECOPD: 慢性阻塞性肺疾病急性加重期; BMI: 体重指数。

2.2 氧合功能

治疗后,与对照组相比,观察组患者氧合功能改善幅度更显著(均 $P<0.05$)(表2)。

表2 两组患者治疗前后氧合功能比较($\bar{x}\pm s$)

组别	PaO ₂ (mmHg)		PaO ₂ /FiO ₂	
	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
对照组 ($n=44$)	58.46 $\pm$ 7.38	70.82 $\pm$ 8.14	172.35 $\pm$ 28.41	221.48 $\pm$ 32.67
观察组 ($n=46$)	59.12 $\pm$ 7.65	79.36 $\pm$ 8.92	175.62 $\pm$ 29.18	262.74 $\pm$ 34.95
t	-0.414	-4.673	-0.546	-5.798
P	0.679	<0.001	0.586	<0.001

注: PaO₂: 动脉血氧分压; FiO₂: 吸入氧浓度。

2.3 炎症指标

治疗后,相对于对照组,观察组炎症指标CRP、PCT下降幅度更显著(均 $P<0.05$)(表3)。

表3 两组患者治疗前后炎症指标比较($\bar{x}\pm s$)

组别	CRP (mg/L)		PCT (ng/ml)	
	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
对照组 ($n=44$)	68.24 $\pm$ 21.36	39.82 $\pm$ 15.47	2.46 $\pm$ 1.18	1.28 $\pm$ 0.74
观察组 ($n=46$)	66.91 $\pm$ 22.08	27.36 $\pm$ 13.28	2.39 $\pm$ 1.21	0.72 $\pm$ 0.46
t	0.291	4.074	0.280	4.325
P	0.772	<0.001	0.780	<0.001

注: CRP: C反应蛋白; PCT: 降钙素原。

2.4 临床结局

与对照组相比,观察组机械通气时间和住院时间均显著缩短(均 $P<0.05$),治疗有效率显著提高

($P<0.05$)(表4)。

表4 两组患者临床结局比较

组别	机械通气时间 ($\bar{x}\pm s$, d)	住院时间 ($\bar{x}\pm s$, d)	治疗有效 [例 (%)]
对照组 ($n=44$)	7.84 $\pm$ 2.31	14.26 $\pm$ 3.84	33 (75.00)
观察组 ($n=46$)	5.96 $\pm$ 1.88	11.93 $\pm$ 3.21	42 (91.30)
t/χ^2	4.247	3.156	4.375
P	<0.001	0.002	0.036

注: 治疗有效判定依据为临床症状明显改善、呼吸功能稳定、无需进一步强化呼吸支持。

2.5 安全性

治疗过程中,两组患者均未出现严重不良事件,总不良事件发生率比较差异无统计学意义($P>0.05$)(表5)。

表5 两组患者不良事件发生情况比较[例(%)]

组别	短暂低氧血症	心率异常	轻度气道出血	总不良事件
对照组 ($n=44$)	2 (4.55)	1 (2.27)	0 (0)	3 (6.82)
观察组 ($n=46$)	4 (8.70)	2 (4.35)	1 (2.17)	7 (15.22)
χ^2	0.617	0.298	0.973	1.605
P	0.432	0.585	0.324	0.205

3 讨论

呼吸衰竭患者常伴随严重肺部感染或炎症反应,气道分泌物滞留及肺泡通气受限是导致病情迁

延和呼吸支持依赖的重要因素^[6]。单纯依赖机械通气等常规支持治疗,虽可在一定程度上改善氧合,但对气道阻塞及局部炎症负荷的干预相对有限^[7]。

本研究结果显示,观察组 PaO₂ 及 PaO₂/FiO₂ 等氧合指标改善幅度均显著优于对照组,提示纤维支气管镜肺泡灌洗有助于迅速清除气道及肺泡内分泌物,降低气道阻力,改善肺泡通气与换气效率。通过直视下吸引与灌洗,可有效解除局部通气障碍,为机械通气发挥作用创造更有利的肺部条件,这也是其改善氧合功能的重要基础^[8]。炎症指标方面,观察组 CRP 及 PCT 水平均较对照组下降更显著,提示肺泡灌洗不仅具有物理性清除作用,还可能通过减少炎性介质及感染负荷促进肺部炎症控制。炎症水平下降有助于减轻肺组织损伤,改善肺顺应性,从而形成良性循环,进一步促进呼吸功能恢复^[9]。临床结局方面,观察组机械通气时间、住院时间均明显缩短,治疗有效率提高,提示纤维支气管镜肺泡灌洗在改善短期预后方面具有一定优势。通气时间缩短不仅有助于降低呼吸机相关并发症风险,也可减少患者整体治疗负担,提高医疗资源利用效率。

呼吸衰竭类型及基础病因可能影响纤维支气管镜肺泡灌洗的治疗反应。本研究中两组 I 型、II 型呼吸衰竭及原发病构成比较差异均无统计学意义,提示两组基线具有可比性,但不同病因患者的获益特点仍可能存在差异。结合病例观察,重症肺炎相关呼吸衰竭患者多伴明显感染渗出及分泌物潴留,灌洗后氧合改善和炎症指标下降趋势相对更明显;AECOPD 合并 II 型呼吸衰竭患者经灌洗后气道通畅度有所改善,但疗效仍受基础气流受限及二氧化碳潴留影响;肺间质纤维化合并感染患者因存在基础弥散功能障碍,灌洗对感染负荷降低和分泌物清除具有一定帮助,但对氧合障碍的改善相对有限。以上提示纤维支气管镜肺泡灌洗的临床获益可能受呼吸衰竭分型及原发病因影响,后续仍需扩大样本量并开展预设亚组分析进一步验证。安全性分析结果显示,观察组不良事件发生率虽略高于对照组,但均为短暂、可控的轻度反应,未出现严重并发症,表明在严格把握适应证和操作规范的前提下,纤维支气管镜肺泡灌洗具有较好的安全性。

本研究灌洗液量及重复频率的设定主要参考国内外支气管肺泡灌洗操作规范,并结合呼吸衰竭患者氧合状态及耐受性进行控制。国内重症监护室

(intensive care unit, ICU) 患者 BALF 采集规范建议,灌洗液多采用 0.9% 无菌生理盐水,可加热至 37 °C,每次 20 ~ 50 ml,常规灌洗 3 ~ 5 次,总量 60 ~ 120 ml;美国胸科协会(American Thoracic Society, ATS)相关指南提出,成人 BALF 总灌洗量通常为 100 ~ 300 ml,分 3 ~ 5 次注入,并强调应根据患者耐受情况及时调整操作。本研究 BALF 总灌洗量控制在 80 ~ 140 ml,基本符合国内规范范围,且明显低于国外指南上限,主要考虑呼吸衰竭患者氧合储备较差,过大灌洗量可能增加短暂低氧及气道刺激风险。

本研究仍存在一定局限性:首先,本研究为单中心研究,样本量相对有限;其次,对出院后再入院率、远期肺功能恢复及长期生存结局尚未进行延伸观察;此外,未进一步开展不同病因或不同通气模式患者的分层分析,后续仍需扩大样本量并延长随访时间进一步验证。

综上,纤维支气管镜肺泡灌洗作为常规治疗的有效补充,能够在改善呼吸衰竭患者氧合功能、控制炎症反应及促进临床恢复方面发挥积极作用,且安全性可控。

参考文献

- [1] 卞锋全. 经鼻高流量氧疗与无创呼吸机在老年慢性阻塞性肺疾病急性加重期合并 II 型呼吸衰竭治疗中的应用效果[J]. 中国老年学杂志, 2022, 42 (21): 5223-5226.
- [2] 余群锋, 陈挺, 叶晨曦. 急诊无创通气治疗呼吸衰竭效果及失败因素分析[J]. 浙江创伤外科, 2024, 29 (2): 297-299.
- [3] 朱飞, 陈凤, 汪艳. 无创正压通气治疗慢阻肺急性加重期呼吸衰竭的临床疗效探讨[J]. 中外医疗, 2022, 41 (28): 92-95.
- [4] 赵红梅, 王国园, 宋玉媛. 综合护理干预对纤维支气管镜肺泡灌洗治疗重症肺炎患者疗效及炎症因子水平的影响[J]. 现代中西医结合杂志, 2023, 32 (8): 1164-1168.
- [5] 中国医师协会急诊医师分会. 中国急诊重症肺炎临床实践专家共识[J]. 中国急救医学, 2016, 36 (2): 97-107.
- [6] 刘会金, 徐冲. 支气管镜肺泡灌洗对重症肺炎合并呼吸衰竭患者血气指标及 VAP、VILI 的影响分析[J]. 现代诊断与治疗, 2021, 32 (22): 3646-3648.
- [7] 黄纪荣, 马海彬. 电子支气管镜肺泡灌洗联合无创正压通气治疗老年慢性阻塞性肺疾病合并呼吸衰竭患者的疗效及对肺功能和炎症因子的影响[J]. 基层医学论坛, 2024, 28 (23): 17-20.
- [8] 周峻林, 刘鸿宇, 吴剑芹, 等. 电子支气管镜肺泡灌洗术治疗重症肺炎的效果及对炎症因子水平的影响[J]. 中国医学创新, 2022, 19 (21): 163-166.
- [9] 韩毅. 电子支气管镜肺泡灌洗治疗对重症肺炎伴呼吸衰竭患者血气和炎症指标的影响分析[J]. 医药前沿, 2023, 13 (12): 98-100.