

doi: 10.3969/j.issn.1674-1242.2026.04.021

HFNC 与 NPPV 序贯治疗策略在晚期肺癌合并呼吸衰竭中的应用效果

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 oxygen therapy, HFNC)与无创正压通气(non-invasive positive pressure ventilation, NPPV)序贯治疗策略在晚期肺癌合并呼吸衰竭中的临床疗效及安全性。**方法** 回顾性纳入 2023 年 1 月至 2025 年 12 月中国人民解放军联勤保障部队第九八九医院收治的 82 例晚期肺癌合并呼吸衰竭患者的临床资料。根据治疗方案不同将患者分为对照组($n=41$, 采用常规 NPPV 治疗)和观察组($n=41$, 采用 HFNC 与 NPPV 序贯治疗)。比较两组治疗前后血气分析指标[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)、氧合指数]、生命体征[心率和呼吸频率(respiratory rate, RR)]、肺功能指标[第 1 秒用力呼气末容积占预计值百分比(forced expiratory volume in the first second percent-predicted, $\text{FEV}_1\%$)、用力肺活量(forced vital capacity, FVC)]、炎症因子水平[C 反应蛋白(C-reactive protein, CRP)、白细胞介素-6(interleukin-6, IL-6)]及临床转归指标[总机械通气时间、重症监护病房(intensive care unit, ICU)住院时间、28 d 死亡率、呼吸机相关性肺炎(ventilator-associated pneumonia, VAP)发生率、治疗失败率]。**结果** 治疗 24 h 后, 两组 PaO_2 、 PaCO_2 、氧合指数、心率、RR 均较治疗前改善(均 $P<0.05$), 且观察组改善幅度均优于对照组(均 $P<0.05$)。治疗第 7 天, 两组 $\text{FEV}_1\%$ 、FVC 均较治疗前改善(均 $P<0.05$), 观察组改善程度均显著优于对照组(均 $P<0.05$); 治疗第 3 天, 两组 CRP、IL-6 均较治疗前下降(均 $P<0.05$), 观察组 IL-6 下降幅度更大($P<0.05$), CRP 组间差异无统计学意义($P=0.063$)。与对照组比较, 观察组总机械通气时间、ICU 住院时间均更短(均 $P<0.05$), VAP 发生率更低($P<0.05$)。两组治疗失败率、28 d 死亡率比较, 差异均无统计学意义(均 $P>0.05$)。**结论** 对于晚期肺癌合并呼吸衰竭患者, 相较于单纯 NPPV 治疗, HFNC 与 NPPV 序贯治疗策略可更有效改善氧合与通气功能, 缩短呼吸支持时间并降低 VAP 发生风险。

【关键词】 经鼻高流量氧疗; 无创正压通气; 序贯治疗; 肺癌; 呼吸衰竭**【中图分类号】** R734.2**【文献标志码】** A

文章编号: 1674-1242 (2026) 04-0102-05

The application effect of HFNC and NPPV sequential treatment strategy in patients with advanced lung cancer complicated by respiratory failure

LIU Nana, ZHENG Xiaodan, ZHAO Xingxing

(Department of Respiratory and Critical Care Medicine, The 989th Hospital of the Joint Support Force of the People's Liberation Army of China, Luoyang 471000, Henan, China)

【Abstract】Objective To investigate the clinical efficacy and safety of a sequential treatment strategy involving high-flow nasal cannula oxygen therapy (HFNC) and non-invasive positive pressure ventilation (NPPV) in patients with advanced lung cancer complicated by respiratory failure. **Methods** The clinical data of 82 patients with advanced lung cancer complicated by respiratory failure who were admitted to the 989th Hospital of the Joint Support Force of the People's Liberation Army of China from January 2023 to December 2025 were retrospectively included. According to the different treatment plans, the patients were divided into the control group ($n=41$, treated with conventional NPPV) and the observation group ($n=41$, treated with sequential HFNC and NPPV). Comparisons were made between the two groups regarding blood gas analysis indicators [arterial partial pressure of oxygen (PaO_2), arterial partial pressure of carbon dioxide (PaCO_2), oxygenation index], vital signs [heart rate and respiratory rate (RR)], pulmonary function indicators [forced expiratory volume in the first second percent-predicted ($\text{FEV}_1\%$), forced vital capacity (FVC)], inflammatory factor levels [C-reactive protein (CRP), interleukin-6 (IL-6)], and clinical outcomes indicators [total mechanical ventilation time, intensive

收稿日期: 2026-02-11。

作者简介: 刘娜娜, 本科, 主治医师, 研究方向: 重症肺炎相关。E-mail: lnn13526963666@163.com。

care unit (ICU) hospitalization time, 28-day mortality, incidence of ventilator-associated pneumonia (VAP), treatment failure rate]. **Results** After 24 hours of treatment, the PaO_2 , PaCO_2 , oxygenation index, heart rate, and RR in both groups improved compared with those before treatment (all $P < 0.05$), and the improvement in the observation group was superior to that in the control group (all $P < 0.05$). On the 7th day of treatment, both groups showed improvement in FEV1% and FVC compared to before treatment (all $P < 0.05$), and the improvement degree in the observation group was significantly better than that in the control group (all $P < 0.05$); on the 3rd day of treatment, both groups showed a decrease in CRP and IL-6 compared to before treatment (all $P < 0.05$), and the decrease in IL-6 in the observation group was greater ($P < 0.05$), while there was no statistically significant difference in CRP between the two groups ($P = 0.063$). Compared with the control group, the total mechanical ventilation time and ICU hospitalization time in the observation group were shorter (all $P < 0.05$), and the incidence of VAP was lower ($P < 0.05$). There were no statistically significant difference in the treatment failure rate and 28-day mortality between the two groups (all $P > 0.05$). **Conclusion** For patients with advanced lung cancer complicated by respiratory failure, compared with single NPPV treatment, the sequential treatment strategy of HFNC and NPPV can more effectively improve oxygenation and ventilation functions, shorten the duration of respiratory support, and reduce the risk of VAP.

【Key words】 High-flow nasal cannula oxygen therapy; Non-invasive positive pressure ventilation; Sequential treatment; Lung cancer; Respiratory failure

晚期肺癌患者常因肿瘤进展、阻塞性肺炎、恶性胸腔积液或放化疗后肺损伤等并发呼吸衰竭,严重威胁生命安全。呼吸支持是此类患者综合治疗的核心环节。无创正压通气(non-invasive positive pressure ventilation, NPPV)作为重要的无创呼吸支持技术,可有效改善通气、缓解呼吸肌疲劳;但存在面部压迫损伤、患者耐受性差等局限,且其对高碳酸血症型呼吸衰竭效果更佳,对单纯低氧血症的改善作用有限。经鼻高流量氧疗(high-flow nasal cannula oxygen therapy, HFNC)作为一种新型氧疗方式,其与NPPV的联合或序贯应用策略开始受到重视^[1-2]。尽管序贯呼吸支持策略在慢性阻塞性肺疾病(chronic obstructive pulmonary disease, COPD)及免疫抑制患者中优势显著,但在晚期肺癌这一机制复杂的人群中,尚缺乏高质量证据^[3]。为此,本研究通过评估HFNC与NPPV序贯治疗策略在晚期肺癌合并呼吸衰竭中的临床价值,以期为临床优化此类患者的呼吸支持方案提供参考。

1 资料与方法

1.1 一般资料

回顾性选取2023年1月1日至2025年12月31日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及肿瘤科收治的82例晚期肺癌合并呼吸衰竭患者为研究对象。纳入标准:①年龄 ≥ 18 岁;②经病理确诊的IV期晚期肺癌患者;③符合急性呼吸衰竭(acute respiratory failure, ARF)诊断标准^[4],海平面静息状态下呼吸空气时,动脉血氧分压(arterial partial pressure of oxygen, PaO_2) < 60 mmHg和/或动脉血二氧化碳分压(arterial partial pressure of

carbon dioxide, PaCO_2) > 50 mmHg;④意识清楚,能配合NPPV治疗;⑤临床资料完整。排除标准:①存在紧急气管插管指征;②合并严重气胸或纵隔气肿;③存在NPPV或HFNC治疗禁忌证;④预计生存期不足48 h;⑤合并其他终末期器官功能衰竭。入组患者根据不同治疗方案分为观察组(采用HFNC与NPPV序贯治疗策略, $n = 41$)和对照组(采用常规NPPV治疗, $n = 41$)。本研究经中国人民解放军联勤保障部队第九八九医院伦理委员会批准。

1.2 方法

两组患者均接受针对肺癌的基础治疗及呼吸衰竭的常规支持治疗。

1.2.1 对照组

采用常规NPPV治疗。使用飞利浦V60 BiPAP呼吸机经口鼻面罩连接,初始参数设定为吸气相气道正压8~12 cmH₂O,呼气相气道正压4~6 cmH₂O,吸入氧浓度根据维持血氧饱和度(oxygen saturation, SaO_2) $> 92\%$ 的目标动态调整,后续结合患者耐受情况与血气分析结果实时优化参数。

1.2.2 观察组

采用HFNC与NPPV序贯治疗策略:所有患者起始治疗均采用HFNC,初始参数设定为气体流量40~60 L/min,吸入氧分数(fraction of inspired oxygen, FiO_2) 0.4~0.6,气体温度37℃,治疗期间持续监测患者生命体征与血气分析结果。HFNC治疗2 h后,患者出现以下任一情况时立即转为NPPV治疗:①氧合指数($\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$)低于150 mmHg;②呼吸频率(respiratory rate, RR)持续超过35次/min且无下降趋势;③ PaCO_2 较基线上升超过10 mmHg的进行性

高碳酸血症;④ 出现严重呼吸困难、大汗或意识状态改变。转换后 NPPV 参数设置原则与对照组相同。治疗失败定义为需气管插管,其标准包括:意识恶化、血流动力学不稳定、顽固性低氧血症($\text{SpO}_2 < 88\%$)或严重呼吸性酸中毒($\text{pH} < 7.25$)。

两组呼吸支持治疗(HFNC 或 NPPV)每日持续时间根据患者耐受性和病情需要决定,目标为维持脉搏血氧饱和度(pulse oxygen saturation, SpO_2) $> 92\%$ 。当患者呼吸衰竭明显改善,在低强度氧疗下能维持 $\text{SpO}_2 > 92\%$ 且呼吸平稳($\text{RR} < 24$ 次/min)达 24 h 以上,可考虑撤除 HFNC 或 NPPV。

1.3 观察指标

① 血气分析指标:分别于治疗前、治疗 24 h 后记录患者 PaO_2 、 PaCO_2 并计算氧合指数($\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$)。② 生命体征:记录治疗前、治疗 24 h 后患者的心率和 RR。③ 肺功能指标:于治疗前、治疗第 7 天,使用肺功能仪检测患者的第 1 秒用力呼气末容积占预计值百分比(forced expiratory volume in the first second percent-predicted, $\text{FEV}_1\%$)、用力肺活量(forced vital capacity, FVC)。④ 炎症指标:于治疗前、治疗第 3 天采集患者静脉血,采用酶联免疫吸附试验(enzyme-linked immunosorbent assay, ELISA)检测血清 C 反应蛋白(C-reactive protein, CRP)和白细胞介素-6(interleukin-6, IL-6)水平。指标参考范围:CRP < 10 mg/L, IL-6 < 7 pg/ml。⑤ 临床转归指标:记录患者总机械通气时间、重症监护病房(intensive care unit, ICU)住院时间、28 d 全因死亡率、呼吸机相关性肺炎(ventilator-associated pneumonia, VAP)的发生率及治疗失败率(需气管插管率)。

1.4 统计学方法

采用 SPSS 26.0 软件进行数据分析。符合正态分布的计量资料以均数 $\pm$ 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,组间比较采用独立样本 t 检验;计数资料以例(%)表示,组间比较采用 χ^2 检验或 Fisher 确切概率法。采用多元线性回归分析影响总机械通气时间、ICU 住院时间的因素;采用二元 Logistic 回归分析影响治疗成功的独立预测因素。回归分析自变量筛选结合临床意义与单因素分析结果,将 $P < 0.1$ 的变量纳入候选池,采用向前似然比法逐步筛选变量,以构建简洁稳健的回归模型。报告校正后的回归系数(β)、优势比(odds ratio, OR)及 95% 置信区间(95% confidence

interval, 95% CI)。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组基线资料比较

两组在年龄、性别(男/女)、肺癌病理类型(腺癌/鳞癌)、急性生理与慢性健康状况评分系统 II (acute physiology and chronic health evaluation II, APACHE II)、呼吸衰竭分型(I 型/II 型)、合并症(合并细菌感染、恶性胸腔积液)及基础肺部疾病(COPD、其他肺部疾病)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

基线特征	观察组 ($n=41$)	对照组 ($n=41$)	t/χ^2	P
人口学特征				
年龄(岁, $\bar{x} \pm s$)	58.5 $\pm$ 12.3	59.1 $\pm$ 11.8	0.235	0.815
性别[例(%)]			0.000	1.000
男性	28 (68.3)	28 (68.3)		
女性	13 (31.7)	13 (31.7)		
临床病理特征				
肺癌病理类型 [例(%)]			0.048	0.826
腺癌	22 (53.7)	21 (51.2)		
鳞癌	19 (46.3)	20 (48.8)		
APACHE II 评分 (分, $\bar{x} \pm s$)	16.2 $\pm$ 3.5	16.5 $\pm$ 3.8	0.372	0.711
呼吸衰竭分型 [例(%)]			0.000	1.000
I 型呼吸衰竭	15 (36.6)	15 (36.6)		
II 型呼吸衰竭	26 (63.4)	26 (63.4)		
合并症情况 [例(%)]			0.000	1.000
合并细菌感染	30 (73.2)	30 (73.2)		
恶性胸腔积液	12 (29.3)	12 (29.3)		
基础肺部疾病 [例(%)]				
COPD	8 (19.5)	8 (19.5)	0.072	0.789
其他肺部疾病	10 (24.4)	11 (26.8)	0.065	0.799

注: APACHE II: 急性生理与慢性健康状况评分系统 II; COPD: 慢性阻塞性肺疾病。

2.1 两组治疗前后血气分析及生命体征比较

治疗前,两组各项指标比较差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$)。治疗 24 h 后,两组 PaO_2 、 PaCO_2 、氧合指数、心率、RR 均较治疗前改善(均 $P < 0.05$),且观察组改善幅度均优于对照组(均 $P < 0.05$)(表 2)。

2.2 两组肺功能及炎症指标比较

治疗第 7 天,两组 $\text{FEV}_1\%$ 、FVC 均较治疗前改善(均 $P < 0.05$),观察组改善程度均显著优于对照组(均 $P < 0.05$)。治疗第 3 天,两组 CRP、IL-6 均较治

表2 两组治疗前后血气分析及生命体征比较($\bar{x}\pm s$)

指标	时间点	观察组 (n=41)	对照组 (n=41)	t	P
PaO ₂ (mmHg)	治疗前	52.3±8.7	53.1±9.2	-0.412	0.681
	治疗 24 h 后	86.5±12.4 [#]	75.2±11.6 [*]	4.321	<0.001
PaCO ₂ (mmHg)	治疗前	58.6±10.3	57.9±9.8	0.321	0.749
	治疗 24 h 后	42.1±7.5 [#]	47.8±8.3 [*]	-3.352	0.001
氧合指数	治疗前	145.6±35.2	148.1±33.8	-0.338	0.736
	治疗 24 h 后	258.7±45.6 [#]	210.3±40.1 [*]	5.187	<0.001
心率 (次/min)	治疗前	108.5±15.3	106.8±14.7	0.527	0.601
	治疗 24 h 后	88.2±11.4 [*]	92.5±12.6 [*]	-1.667	0.099
RR (次/min)	治疗前	28.6±5.1	27.9±4.8	0.658	0.512
	治疗 24 h 后	20.3±4.2 [#]	23.7±4.5 [*]	-3.621	<0.001

注: PaO₂: 动脉血氧分压; PaCO₂: 动脉血二氧化碳分压; RR: 呼吸频率; 与同组治疗前比较, [#]P<0.05; 与对照组治疗前比较, ^{*}P<0.05。

疗前下降(均 $P<0.05$), 观察组 IL-6 下降幅度更大 ($P<0.05$), CRP 组间差异无统计学意义 ($P=0.063$)(表 3)。

表3 两组肺功能及炎症指标比较($\bar{x}\pm s$)

指标	时间点	观察组 (n=41)	对照组 (n=41)	t	P
FEV ₁ %	治疗前	48.2±10.5	49.6±11.2	-0.598	0.552
	治疗第 7 天	62.8±12.7 [#]	55.3±11.9 [*]	2.831	0.006
FVC (L)	治疗前	1.85±0.42	1.91±0.45	-0.637	0.526
	治疗第 7 天	2.38±0.51 [#]	2.11±0.48 [*]	2.501	0.014
CRP (mg/L)	治疗前	68.5±25.3	65.9±23.8	0.488	0.627
	治疗第 3 天	32.1±15.4 [*]	38.7±17.2 [*]	-1.884	0.063
IL-6 (pg/ml)	治疗前	45.6±18.7	43.2±16.9	0.625	0.534
	治疗第 3 天	18.3±9.5 [#]	25.4±11.8 [*]	-3.041	0.003

注: FEV₁ %: 第 1 秒用力呼气末容积占预计值百分比; FVC: 用力肺活量; CRP: C 反应蛋白; IL-6: 白细胞介素-6; 与同组治疗前比较, [#]P<0.05; 与对照组治疗前比较, ^{*}P<0.05。

2.3 两组临床转归指标比较

与对照组比较, 观察组总机械通气时间、ICU 住院时间均更短(均 $P<0.05$), VAP 发生率更低 ($P<0.05$)。两组治疗失败率和 28 d 死亡率比较, 差异均无统计学意义(均 $P>0.05$)(表 4)。

2.4 回归分析结果

进行多因素回归分析前, 对各候选自变量进行单因素分析。结果显示: 基线氧合指数 ($t=3.254$, $P=0.002$)、序贯治疗策略 ($t=-2.712$, $P=0.008$) 及 APACHE II 评分 ($t=2.103$, $P=0.038$) 与总机械通气时间显著相关; 年龄 ($t=0.892$, $P=0.375$)、性别 ($F=$

表4 两组临床转归指标比较($\bar{x}\pm s$, 例(%))

转归指标	观察组 (n=41)	对照组 (n=41)	t/χ^2	P
总机械通气时间 (h)	72.5±28.3	96.8±35.1	-3.572	<0.001
ICU 住院时间 (d)	8.2±3.1	10.5±3.8	-3.041	0.003
VAP 发生率	4 (9.76)	10 (24.39)	4.121	0.042
治疗失败率	6 (14.63)	11 (26.83)	2.714	0.099
28 d 死亡率	9 (21.95)	13 (31.71)	1.125	0.289

注: ICU: 重症监护病房; VAP: 呼吸机相关性肺炎。

0.214, $P=0.645$) 及肺癌病理类型 ($F=0.523$, $P=0.472$) 与总机械通气时间无显著关联。以总机械通气时间为因变量, 以年龄、性别、基线 APACHE II 评分、基线氧合指数、序贯治疗策略(是=1, 否=0)、肺癌病理类型为自变量进行多元线性回归分析。结果显示, 基线氧合指数 ($\beta=-0.352$, $P=0.002$)、序贯治疗策略 ($\beta=-0.298$, $P=0.008$) 是影响总机械通气时间的独立预测因素, 即基线氧合指数越高、采用序贯治疗策略, 总机械通气时间越短。

以治疗是否成功为因变量(成功=1, 失败=0), 进行二元 Logistic 回归分析。结果显示, 序贯治疗策略 ($OR=2.85$, $95\%CI: 1.12 \sim 7.26$, $P=0.028$) 和基线氧合指数 ($OR=1.02$, $95\%CI: 1.01 \sim 1.04$, $P=0.005$) 是患者治疗成功的独立保护因素。回归模型整体具有统计学意义 ($P<0.001$), Hosmer-Lemeshow 检验显示模型拟合良好 ($\chi^2=6.123$, $P=0.636$)。

3 讨论

晚期肺癌合并呼吸衰竭患者的临床救治始终是呼吸领域的严峻挑战。本研究通过回顾性分析, 探讨 HFNC 与 NPPV 序贯治疗策略在此类患者中的临床应用价值。本研究将 VAP 定义为在接受 NPPV 或 HFNC 期间, 新出现或进展的肺部感染^[4]。本研究结

果显示,相较于单纯 NPPV, HFNC 与 NPPV 的序贯治疗策略可改善患者氧合与通气水平,减轻炎症反应,同时显著缩短呼吸支持时长及 ICU 住院时间,并降低 VAP 发生风险。

晚期肺癌患者常合并中心气道狭窄及呼吸肌疲劳, HFNC 输出的高流量气流可产生一定水平的呼气末正压(positive end-expiratory pressure, PEEP)效应,有利于肺泡复张并稀释潴留分泌物;当患者需要更高压力支持时,及时切换为 NPPV 可有效降低呼吸功耗,该序贯模式可精准适配此类患者呼吸衰竭的动态演变过程^[5]。本研究观察组获益的潜在机制可归纳为:以 HFNC 为初始治疗可为轻中度低氧血症患者提供高舒适度的呼吸支持,加温湿化功能可促进气道分泌物清除,低水平 PEEP 效应则可促进肺泡复张;当 HFNC 无法纠正低氧血症或已出现高碳酸血症趋势时,及时转换为 NPPV,可借助其更高压力支持降低呼吸做功并改善肺泡通气。该阶梯式序贯策略既可避免过早启动 NPPV 导致的不耐受与相关并发症,又可防止 HFNC 治疗无效时的救治延误,实现呼吸支持强度与患者病情的精准匹配。

本研究发现, HFNC 与 NPPV 序贯治疗策略可有效改善晚期肺癌合并呼吸衰竭患者的血气指标,与 Xu 等^[6]报道结果一致;观察组 VAP 发生率更低,与张姍等^[1]报道结果一致。但在死亡率获益方面,本研究与 Maia 等^[7]开展的 RENOVATE 试验亚组分析结果相似,均未观测到组间统计学差异,提示该序贯策略对终末期肿瘤患者的价值,更多体现在短期生理指标改善与医疗流程优化层面。回归分析显示,序贯治疗策略是缩短呼吸支持时间、提升治疗成功率具有独立保护性因素,这与 HFNC 和 NPPV 的生理学效应互补有关^[5];基线氧合指数作为另一项独立预测因素,提示患者初始肺损伤的严重程度与预后密切相关,与既往同类研究结果一致^[8]。本研究两组 28 d 死亡率无显著差异,核心原因为:(1)晚期肺癌最终预后主要由肿瘤负荷与抗肿瘤治疗反应驱动,呼吸衰竭常为疾病终末事件;(2)序贯治疗策略虽可改善呼吸生理指标,但无法逆转由肿瘤快速进展或多器官功能衰竭主导的死亡进程。因此,该策略的临床价值应定位于“支持治疗”的成功,而非逆转根本

预后。本研究结果表明, HFNC 与 NPPV 序贯治疗策略主要优势在于改善患者的近期呼吸生理指标、缩短呼吸支持及 ICU 住院时间、降低相关并发症风险,而非显著影响晚期肺癌患者的远期生存预后。这也为临床减轻患者住院负担、优化医疗资源配置提供现实依据。

综上,对于晚期肺癌合并呼吸衰竭患者,相较于单纯 NPPV 治疗, HFNC 与 NPPV 序贯治疗策略可更有效改善氧合与通气功能,缩短呼吸支持时长并降低 VAP 发生风险,且安全性良好。本研究作为单中心回顾性设计,存在固有选择偏倚,且样本量不足,对 28 d 死亡率等低频终点的检验效能相对不足;仅监测早期炎症指标变化,缺乏远期动态数据;未根据呼吸衰竭病因及分型进行亚组分析,且序贯治疗最佳转换时机亦尚未明确。后续建议在大样本前瞻性研究中进一步细化适配人群、优化切换时机。

参考文献

- [1] 张姍, 付莉莉, 王慧娟. 经鼻高流量序贯氧疗对晚期肺癌合并呼吸衰竭患者通气功能及生命体征的影响[J]. 中国卫生工程学, 2024, 23 (3): 366-368.
- [2] 张甲, 胡伟华, 周亚妮. 无创正压通气与经鼻高流量氧疗治疗老年晚期肺癌并呼吸衰竭患者疗效比较[J]. 肿瘤基础与临床, 2022, 35 (5): 425-428.
- [3] WANG W, ZHANG P, XU T, *et al.* Efficacy of HFNC + NIV as initial oxygen therapy in acute respiratory failure: a meta-analysis[J]. *Am J Emerg Med*, 2026, 100:124-132.
- [4] 严重急性低氧性呼吸衰竭急诊治疗专家共识组, 刘志, 陈玉国, 等. 严重急性低氧性呼吸衰竭急诊治疗专家共识[J]. 中华急诊医学杂志, 2018, 27 (8): 844-849.
- [5] 郝昱芳, 陈永胜, 张金龙. 高流量氧疗与无创通气在肺癌合并呼吸衰竭患者中的应用比较[J]. 中国肿瘤临床与康复, 2020, 27 (8): 959-962.
- [6] XU Z, ZHU L, ZHAN J, *et al.* Effect of high-flow nasal cannula oxygen therapy in combination with non-invasive ventilation on critically ill patients with acute respiratory failure: a retrospective study[J]. *J Thorac Dis*, 2023, 15(12):6821-6830.
- [7] MAIA I S, KAWANO-DOURADO L, ZAMPIERI F G, *et al.* High flow nasal catheter therapy versus non-invasive positive pressure ventilation in acute respiratory failure (RENOVATE trial): protocol and statistical analysis plan[J]. *Crit Care Resuscit*, 2022, 24(1):67-75.
- [8] HAYEK A J, SCOTT V, YAU P, *et al.* Bedside risk stratification for mortality in patients with acute respiratory failure treated with noninvasive ventilation[J]. *Proc (Bayl Univ Med Cent)*, 2020, 33(2):172-177.