

· 论著 · 胸部 ·

# 无创正压通气联合氧气驱动雾化吸入对慢性阻塞性肺疾病合并呼吸衰竭患者预后的影响

李改静\* 林 炜 王化强

河南科技大学附属许昌市中心医院重症医学科(河南 许昌 461000)

**【摘要】目的** 探讨无创正压通气(NPPV)联合氧气驱动雾化吸入对慢性阻塞性肺疾病(COPD)合并呼吸衰竭患者预后的影响。**方法** 本研究为随机对照设计。研究对象为82例COPD合并呼吸衰竭患者,均于2022年1月至2023年6月入院。随机化方法采用抛硬币法,其中对照组与观察组各分配41例。对照组采用NPPV治疗,观察组在NPPV基础上联合氧气驱动雾化吸入,均连续治疗7天。比较两组临床有效率、血气分析指标、肺功能指标、痰液黏稠度及生活质量评分。**结果** 观察组临床有效率为95.12%,高于对照组的80.49%( $P<0.05$ )。治疗后观察组 $\text{PaO}_2$ 、pH及 $\text{FEV}_1$ 、FVC、 $\text{FEV}_1/\text{FVC}$ 均高于对照组, $\text{PaCO}_2$ 低于对照组( $P<0.05$ );痰液黏稠度改善优于对照组( $P<0.05$ );圣乔治呼吸问卷(SGRQ)各维度评分均低于对照组( $P<0.05$ )。**结论** NPPV联合氧气驱动雾化吸入能有效改善COPD合并呼吸衰竭患者的血气指标、肺功能及痰液性状,提高临床疗效与生活质量。

**【关键词】** 慢性阻塞性肺疾病;呼吸衰竭;无创正压通气;氧气驱动雾化吸入;氧合指数

**【中图分类号】** R563

**【文献标识码】** A

**DOI:**10.3969/j.issn.1009-3257.2026.2.018

## Effect of Non-invasive Positive Pressure Ventilation Combined with Oxygen Driven Atomization Inhalation on Prognosis of Patients with COPD Complicated with Respiratory Failure

LI Gai-jing\*, LIN Wei, WANG Hua-qiang.

Intensive Care Medicine, Xuchang Central Hospital affiliated to Henan University of Science and Technology, Xuchang 461000, Henan Province, China

**Abstract: Objective** To explore the impact of non-invasive positive pressure ventilation (NPPV) combined with oxygen-driven nebulization inhalation on the prognosis of patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD) complicated with respiratory failure. **Methods** This study was a randomized controlled design. The research subjects were 82 patients with COPD combined with respiratory failure, all of whom were admitted to the hospital from January 2022 to June 2023. The randomization method used was the coin-tossing method, with 41 cases assigned to the control group and 41 cases assigned to the observation group. The control group received NPPV treatment, while the observation group received NPPV combined with oxygen-driven nebulization inhalation. Both groups were treated continuously for 7 days. The clinical effective rate, blood gas analysis indicators, lung function indicators, sputum viscosity, and quality of life scores were compared between the two groups. **Results** The clinical effective rate of the observation group was 95.12%, which was higher than that of the control group (80.49%) ( $P<0.05$ ). After treatment, the  $\text{PaO}_2$ , pH,  $\text{FEV}_1$ , FVC,  $\text{FEV}_1/\text{FVC}$  in the observation group were higher than those in the control group, and  $\text{PaCO}_2$  was lower than that in the control group ( $P<0.05$ ); the improvement of sputum viscosity was better than that in the control group ( $P<0.05$ ); the scores of each dimension of the St. George's Respiratory Questionnaire (SGRQ) in the observation group were lower than those in the control group ( $P<0.05$ ). **Conclusion** NPPV combined with oxygen-driven nebulization inhalation can effectively improve the blood gas indicators, lung function, and sputum characteristics of patients with COPD complicated with respiratory failure, and improve clinical efficacy and quality of life.

**Keywords:** Chronic Obstructive Pulmonary Disease; Respiratory Failure; Non-invasive Positive Pressure Ventilation; Oxygen Driven Atomization Inhalation; Oxygenation Index

慢性阻塞性肺疾病(COPD)是一种由气道和/或肺泡异常所致的、以持续性气流阻塞为核心特征的疾病,其核心病理生理特征是由气道和/或肺泡异常导致的持续性气流阻塞<sup>[1]</sup>。根据世界卫生组织(WHO)的统计<sup>[2]</sup>,全球约有3亿人受到COPD的影响,并且该疾病已成为导致死亡的第三大原因。在中国,COPD的患病率持续攀升,已成为一个重大的公共卫生挑战<sup>[3]</sup>。COPD合并呼吸衰竭是该疾病的严重并发症,患者在急性加重期常面临呼吸功能的显著下降,导致住院率和死亡率显著增加<sup>[4-5]</sup>。根据相关研究,COPD患者在发生急性加重时,其死亡率可高达20%<sup>[6]</sup>。无创正压通气(NPPV)作为一种有效的呼吸支持技术,

现已成为COPD合并呼吸衰竭的常用治疗手段之一<sup>[7-8]</sup>,NPPV能够改善患者的血气分析指标,减少机械通气的需要,以及提高临床有效率。然而,单纯依靠NPPV治疗往往无法达到最佳效果,因此,结合其他治疗手段是必要的。氧气驱动雾化吸入通过直接将药物雾化吸入气道,能够有效改善气道通气功能,降低痰液黏稠度,进一步缓解患者的呼吸症状<sup>[9-10]</sup>。本研究旨在探讨此联合治疗方案效果,以期为临床治疗提供更为有效的策略和依据,现报告如下。

### 1 资料与方法

**【第一作者】** 李改静,女,主治医师,主要研究方向:重症医学相关。E-mail: ligaijing@163.com

**【通讯作者】** 李改静

**1.1 一般资料** 选取2022年1月至2023年6月在河南科技大学附属许昌市中心医院重症医学科收治的COPD合并呼吸衰竭患者82例。

纳入标准：COPD符合《慢性阻塞性肺疾病急性加重(AECOPD)诊治中国专家共识(2014年修订版)》诊断标准<sup>[11]</sup>；呼吸衰竭符合《急性呼吸衰竭的诊断与治疗》诊断标准<sup>[12]</sup>；患者的关键临床资料完整无缺失；且经评估意识状态正常，能够配合研究。排除标准：合并严重心脏疾病；患者存在其他严重系统性疾病，如恶性肿瘤、急性肾损伤或肝功能衰竭等；患者有中枢神经系统病变，导致意识障碍或严重神经功能障碍；患者在入院前进行过有创机械通气或接受过其他干预措施；患者有严重的肺部并发症，如肺不张、气胸或严重的肺部感染等；患者对雾化吸入或无创正压通气有明显过敏反应或不耐受者；患者在研究期间未能完成所有治疗方案或随访。利用抛硬币法实现随机化，设立对照组和观察组，两组样本量均为41例。对照组男26例，女15例，年龄(65.61±4.85)(50~79)岁，病程(3.21±0.32)(1~5)年。观察组男28例，女13例，年龄(64.58±5.11)(50~78)岁，病程(3.08±0.31)(1~5)年。两组一般资料比较， $P>0.05$ 。

**1.2 方法** 对照组接受无创正压通气治疗，设置呼吸频次15~20次/min；吸气压力16~25cmH<sub>2</sub>O；呼气压力4.0~8.0cmH<sub>2</sub>O，治疗过程中，持续监测患者的血压、心率、呼吸及体温等，氧流量设置为5~8L/min，以维持血氧饱和度在90%以上。观察组接受无创正压通气联合氧气驱动雾化吸入，无创正压通气治疗步骤同对照组，氧气驱动雾化吸入：取坐位，2mg布地奈德混悬液联合3mL 0.9%氯化钠注射液，氧流量5~6L/min，吸入时间≤20min/次，2次/d。均连续7d。

**1.3 观察指标** (1)临床有效率：显效表示患者呼吸困难、紫绀等主要症状显著缓解或消失；肺部干湿性啰音明显减少或消失；动脉血氧分压(PaO<sub>2</sub>)及二氧化碳分压(PaCO<sub>2</sub>)恢复至正常范围或较治疗前显著改善；有效表示患者主要症状及肺部体征有改善，PaO<sub>2</sub>与PaCO<sub>2</sub>较治疗前有向好趋势，但未达正常水平；无效表示患者的临床症状与体征均无改善，或较前加重；血气分析指标无改善或进一步恶化；(2)血气分析：治疗

前后，采用动脉血气分析仪监测PaO<sub>2</sub>、PaCO<sub>2</sub>、pH；(3)肺功能指标：治疗前后，采用心电监护仪监测FEV<sub>1</sub>、FVC，并计算FEV<sub>1</sub>/FVC；(4)痰液黏稠度：按周静等研制的自制痰液黏稠度标准执行<sup>[13]</sup>，I度表示痰液为白色或淡黄色，排痰后无痰液滞留；II度表示痰液为白色或黄色黏液样液，排痰后存在少量痰液滞留，但是可以冲走；III度表示咳痰困难，需要进行负压吸引，且排痰后痰液不容易被冲走；(5)生活质量：治疗前后采用圣乔治呼吸问卷(SGRQ)评分，3个维度即疾病影响、呼吸症状、活动能力，各个维度分值0~100分，患者在此项量表的得分越高，表明其与健康相关的生活质量状态越不佳。

**1.4 统计学方法** 针对本研究的数据，采用SPSS 27.0进行统计学处理。经检验，所有计量资料均满足正态分布前提，因此以( $\bar{x} \pm s$ )进行描述，并选用t检验进行组间差异分析；计数资料则采用例数与构成比[n(%)]表示，组间比较采用 $\chi^2$ 检验。统计显著性水平设定为 $\alpha=0.05$ 。

**2 结果**

**2.1 临床有效率** 观察组临床有效率95.12%高于对照组80.49%( $P<0.05$ )，见表1。

**2.2 血气分析** 治疗后观察组PaO<sub>2</sub>、pH均高于对照组( $P<0.05$ )，PaCO<sub>2</sub>低于对照组( $P<0.05$ )，见表2。

**2.3 肺功能指标** 治疗后观察组FEV<sub>1</sub>、FVC、FEV<sub>1</sub>/FVC均高于对照组( $P<0.05$ )，见表3。

**2.4 痰液黏稠度** 治疗后观察组痰液黏稠度改善效果优于对照组( $P<0.05$ )，见表4。

**2.5 SGRQ评分** 治疗后观察组SGRQ评分量表各个维度评分均低于对照组( $P<0.05$ )，见表5。

表1 临床有效率[n(%)]

组别	例数	显效	有效	无效	总有效
对照组	41	26(63.41)	7(17.07)	8(19.51)	33(80.49)
观察组	41	29(70.73)	10(24.39)	2(4.88)	39(95.12)
$\chi^2$					4.100
P					0.043

表2 血气分析指标

组别	例数	PaO <sub>2</sub> (mmHg)		PaCO <sub>2</sub> (mmHg)		pH	
		治疗前	治疗后	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
对照组	41	51.57±4.11	83.36±5.22 <sup>*</sup>	58.75±6.83	47.16±4.51 <sup>*</sup>	7.03±0.04	7.17±0.05 <sup>*</sup>
观察组	41	51.38±3.58	93.01±4.34 <sup>*</sup>	58.67±7.76	42.31±3.56 <sup>*</sup>	7.04±0.06	7.41±0.07 <sup>*</sup>
t		0.223	9.102	0.050	5.405	0.888	17.864
P		0.824	<0.001	0.961	<0.001	0.377	<0.001

注：与治疗前比较，<sup>\*</sup> $P<0.05$ 。

表3 肺功能指标

组别	例数	FEV <sub>1</sub> (L)		FVC(L)		FEV <sub>1</sub> /FVC(%)	
		治疗前	治疗后	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
对照组	41	0.53±0.05	0.75±0.05 <sup>*</sup>	0.73±0.25	1.25±0.34 <sup>*</sup>	45.49±2.27	53.26±2.52 <sup>*</sup>
观察组	41	0.54±0.03	0.97±0.03 <sup>*</sup>	0.77±0.23	1.54±0.29 <sup>*</sup>	44.89±2.39	64.25±2.21 <sup>*</sup>
t		1.098	4.393	0.754	4.155	1.166	20.995
P		0.275	<0.001	0.453	<0.001	0.247	<0.001

注：与治疗前比较，<sup>\*</sup> $P<0.05$ 。

表4 痰液黏稠度[n(%)]

组别	例数	治疗前			治疗后		
		I	II	III	I	II	III
对照组	41	9(21.95)	21(51.22)	11(26.83)	21(51.22)	13(31.71)	7(17.07)
观察组	41	6(14.63)	23(56.10)	12(29.27)	32(78.05)	8(19.51)	1(2.44)
$\chi^2$		0.734			7.974		
P		0.693			0.019		

表5 SGRQ评分[分]

组别	例数	疾病影响		呼吸症状		活动能力	
		治疗前	治疗后	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
对照组	41	69.32±3.46	48.85±2.66 <sup>*</sup>	67.22±4.21	54.84±2.55 <sup>*</sup>	63.55±3.83	47.27±1.94 <sup>*</sup>
观察组	41	68.29±4.51	39.41±2.15 <sup>*</sup>	66.18±4.27	39.71±2.26 <sup>*</sup>	63.07±3.71	34.12±1.68 <sup>*</sup>
t		1.160	17.673	1.111	28.432	0.576	32.810
P		0.249	<0.001	0.270	<0.001	0.566	<0.001

注：与治疗前比较，<sup>\*</sup>P<0.05。

### 3 讨论

COPD合并II型呼吸衰竭是指由于COPD导致的通气功能障碍，进而引发的低氧高碳酸血症，患者表现为呼吸困难、气促加重，尤其在体力活动时更加明显，患者由于肺功能下降，氧气摄取不足，二氧化碳排出受阻，导致PaCO<sub>2</sub>升高，引发一系列生理变化，如酸碱失衡、心率加快、意识模糊等<sup>[14-15]</sup>；此外，II型呼吸衰竭还可能导致并发症，如心脏功能受损、肺心病、感染风险增加等，严重影响患者的生活质量<sup>[16-17]</sup>。目前临床上对于此类患者主要以抗感染、止咳、平喘为主，虽然具有一定效果，但是对于重塑气道、降低呼吸能耗效果并不明显。研究称<sup>[18]</sup>，COPD合并II型呼吸衰竭患者的首要治疗目标，在于缓解其呼吸系统症状。又有研究报道，无创正压通气治疗COPD患者，可以有效提高患者呼气流量，促进肺泡内CO<sub>2</sub>排出，最终在缓解患者气促、喘息等呼吸困难表现方面取得了良好效果。无创正压通气是一种通过面罩等非侵入性装置向患者提供正压空气，以帮助改善呼吸功能的治疗方法，其机制主要在于通过提高气道内的压力，增加肺泡的通气量和氧气供应，从而改善气体交换<sup>[19]</sup>；还可以减少呼吸肌的负担，增强肺容积，降低二氧化碳的潴留，帮助纠正低氧血症和高碳酸血症<sup>[20]</sup>；此外，还可通过改善肺泡的通气/血流比例，促进肺部的液体吸收，减少肺部水肿<sup>[21]</sup>。与侵入性机械通气相比，无创正压通气具有较低的并发症风险和更高的患者舒适度，能够有效减轻患者的呼吸困难与低氧血症等表现，从而优化其与健康相关的生活质量<sup>[22]</sup>。

氧气驱动雾化吸入的工作原理，是利用氧气流产生的高速气流作为动力源与载体，将药液雾化成微小微粒，促进高速氧形成负压，将雾化药物转化为小颗粒，促进小颗粒药物达到病灶部位，最终改善肺功能<sup>[23]</sup>。氧气驱动雾化吸入不仅能够确保患者连续的氧气供给，还可减小对患者呼吸道的刺激作用，从而减轻呼吸肌的疲劳程度<sup>[24]</sup>。另外氧气驱动雾化吸入还具有

起效快、效果好等优点<sup>[25]</sup>。本研究中，观察组临床疗效、血气分析、肺功能、痰液黏稠度改善效果均优于对照组，说明无创正压通气联合氧气驱动雾化吸入更有利于改善患者临床症状，提高肺功能，改善血气分析等。无创正压通气通过提高气道内压力，改善通气效率，减轻呼吸肌负担，并增加肺泡的氧气摄取能力，从而有效纠正低氧血症和高碳酸血症。而加入氧气驱动的雾化吸入，能够将药物直接送至呼吸道，增强局部治疗效果，快速缓解气道炎症和痉挛，改善气流受限，从而进一步提高肺功能<sup>[26]</sup>。此外，雾化吸入可以降低痰液黏稠度，能够稀化痰液并增强气道纤毛的廓清能力，以恢复气道的通畅性，这在一定程度上减轻了气道阻塞引起的呼吸困难。其次，综合治疗方案可以改善患者的整体舒适度，减少呼吸道刺激，增强患者对治疗的依从性。研究表明<sup>[27]</sup>，综合运用无创通气和雾化吸入可以改善肺部微环境，促进肺部血液循环，提升氧合能力。此外，雾化吸入中的药物，如支气管扩张剂及抗炎药物，通过局部作用进一步优化气道功能，使得临床症状如咳嗽、气促等显著缓解<sup>[28]</sup>。综合来看，NIV与氧气驱动雾化吸入的结合，不仅通过机械通气改善氧气和二氧化碳的交换，还通过药物作用和痰液管理，提供了更全面的治疗方案。因此联合治疗效果更优。

治疗后观察组SGRQ评分低于对照组，无创正压通气联合氧气驱动雾化吸入的综合治疗方案能够有效改善患者的呼吸困难、咳嗽、痰液排出等症状，从而提升患者的生活质量。

综上所述，无创正压通气联合氧气驱动雾化吸入改善COPD合并呼吸衰竭患者的临床预后和生活质量，并有效提高了肺功能指标和血气分析结果。但是本研究也存在局限性，因COPD合并呼吸衰竭疾病具有一定复杂性，其疗效也可能受到多种因素影响，后续研究还需要进一步深入探讨分析。

### 参考文献

- [1] 李芳, 张伟华. 无创正压机械通气对慢阻肺合并呼吸衰竭患者动脉血气分析的影响[J]. 罕少疾病杂志, 2023, 30(11): 47-48, 63.
- [2] Gadre SK, Duggal A, Mireles-Cabodevila E, et al. Acute respiratory failure requiring mechanical ventilation in severe chronic obstructive pulmonary disease (COPD) [J]. *Medicine (Baltimore)*, 2018, 97(17): e0487.
- [3] Orr JE, Azofra AS, Tobias LA. Management of chronic respiratory failure in chronic obstructive pulmonary disease: high-intensity and low-intensity ventilation [J]. *Sleep Med Clin*, 2020, 15(4): 497-509.
- [4] Bemand TJ, Chatoor R, Natale P, et al. Acetazolamide for metabolic alkalosis complicating respiratory failure with chronic obstructive pulmonary disease or obesity hypoventilation syndrome: a systematic review [J]. *Thorax*, 2023, 78(10): 1004-1010.
- [5] 贾永庆, 葛颂, 席冰洁. 基于logistics回归分析慢性阻塞性肺疾病患者并发呼吸衰竭的危险因素[J]. 罕少疾病杂志, 2023, 30(12): 42-44.
- [6] Storgaard LH, Hockey HU, Laursen BS, et al. Long-term effects of oxygen-enriched high-flow nasal cannula treatment in COPD patients with chronic hypoxemic respiratory failure [J]. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*, 2018, 13: 1195-1205.
- [7] Duiverman ML, Vonk JM, Bladder G, van Melle JP, Nieuwenhuis J, Hazenberg A, Kerstjens HAM, van Boven JFM, Wijkstra PJ. Home initiation of chronic non-invasive ventilation in COPD patients with chronic hypercapnic respiratory failure: a randomised controlled trial [J]. *Thorax*, 2020, 75(3): 244-252.
- [8] Ram FS, Picot J, Lightowler J, et al. Non-invasive positive pressure ventilation for treatment of respiratory failure due to exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease [J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2004; (3): CD004104.
- [9] Ram FS, Picot J, Lightowler J, et al. Non-invasive positive pressure ventilation for treatment of respiratory failure due to exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease [J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2004, (1): CD004104.
- [10] Ding F, Liu W, Wang H, et al. Guidance Value of Procalcitonin Detection in Selecting Switching Points for Sequential Therapy in Patients with Acute Exacerbation of Chronic Obstructive Pulmonary Disease Complicated by Respiratory Failure [J]. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*, 2022, 17: 2693-2699.
- [11] 胡苏衡, 张浩, 谢东升, 等. 肺CT联合血清Copeptin、sTREM-1检测对COPD合并II型呼吸衰竭患者疗效评估及预后价值[J]. 中国CT和MRI杂志, 2023, 21(11): 70-73.
- [12] Ram FS, Lightowler JV, Wedzicha JA. Non-invasive positive pressure ventilation for treatment of respiratory failure due to exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease [J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2003, (1): CD004104.
- [13] 慢性阻塞性肺疾病急性加重(AECOPD)诊治专家组. 慢性阻塞性肺疾病急性加重(AECOPD)诊治中国专家共识(2014年修订版) [J]. 国际呼吸杂志, 2014, 34(1): 1-11.
- [14] 同济医科大学. 急性呼吸衰竭的诊断与治疗 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 2000.
- [15] 周静, 陈华丽, 李军文, 等. 肝素雾化吸入对慢性阻塞性肺疾病患者痰液黏稠度的影响[J]. 中国急救医学, 2014, 34(5): 395-399.
- [16] Ruan Z, Li D, Hu Y, et al. The Association of Renin-Angiotensin System Blockades and Mortality in Patients with Acute Exacerbation of Chronic Obstructive Pulmonary Disease and Acute Respiratory Failure: A Retrospective Cohort Study [J]. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*, 2022, 17: 2001-2011.
- [17] 赖晓蓉, 谷琴, 姚梦蝶, 等. 基于MRI探究慢性阻塞性肺疾病患者认知受损与大脑灰质密度改变的关系 [J]. 中国CT和MRI杂志, 2021, 19(11): 79-82.
- [18] Lin SH, He YP, Lian JJ, Chu CK. Procalcitonin kinetics to guide sequential invasive-noninvasive mechanical ventilation weaning in patients with acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease and respiratory failure: procalcitonin's adjunct role [J]. *Libyan J Med*, 2021, 16(1): 1961382.
- [19] Fahey AC, O'Connell M, Cornally N, et al. High flow nasal cannula versus noninvasive ventilation in the treatment of acute hypercapnic respiratory failure: A systematic review and meta-analysis [J]. *Clin Respir J*, 2023, 17(11): 1091-1102.
- [20] Söyler Y, Akn Kabalak P, Saral Öztürk Z, et al. Comparing effectiveness of intelligent volume-assured pressure support (iVAPS) vs bi-level positive airway pressure spontaneous/timed (BPAP S/T) for hypercapnic respiratory failure in chronic obstructive pulmonary disease [J]. *Int J Clin Pract*, 2021, 75(10): e14595.
- [21] Gungor S, Mocin OY, Tuncay E, et al. Risk factors of unfavorable outcomes in chronic obstructive pulmonary disease patients treated with noninvasive ventilation for acute hypercapnic respiratory failure [J]. *Clin Respir J*, 2020, 14(11): 1083-1089.
- [22] Wang L, Rui W, Chen S, et al. Effect of enteral and parenteral nutrition support on pulmonary function in elderly patients with chronic obstructive pulmonary disease complicated by respiratory failure [J]. *Comput Math Methods Med*, 2022, 2022: 4743070.
- [23] Vargas F, Boyer A, Bui HN, et al. Respiratory failure in chronic obstructive pulmonary disease after extubation: value of expiratory flow limitation and airway occlusion pressure after 0.1 second (P0.1) [J]. *J Crit Care*. 2008, 23(4): 577-584.
- [24] Schneeberger T, Dennis CJ, Jarosch I, et al. High-intensity non-invasive ventilation during exercise-training versus without in people with very severe COPD and chronic hypercapnic respiratory failure: a randomised controlled trial [J]. *BMJ Open Respir Res*, 2023, 10(1): e001913.
- [25] Cao FT, Cui Y, Mao J, et al. Application of Non-invasive Positive Pressure Ventilation Combined with PetCO Monitoring for Patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease Combined with Severe Respiratory Failure [J]. *J Coll Physicians Surg Pak*. 2019, 29(6): 545-548.
- [26] Gan Q, Tang D, Yan Q, et al. Differential Expression Study of Lysine Crotonylation and Proteome for Chronic Obstructive Pulmonary Disease Combined with Type II Respiratory Failure [J]. *Can Respir J*, 2021, 2021: 6652297.
- [27] Janssens JP, Cantero C, Pasquina P, et al. Long-Term Noninvasive Ventilation in Chronic Obstructive Pulmonary Disease: Association between Clinical Phenotypes and Survival [J]. *Respiration*, 2022, 101(10): 939-947.
- [28] Pacilli AM, Valentini I, Carbonara P, et al. Determinants of noninvasive ventilation outcomes during an episode of acute hypercapnic respiratory failure in chronic obstructive pulmonary disease: the effects of comorbidities and causes of respiratory failure [J]. *Biomed Res Int*, 2014, 2014: 976783.

(收稿日期: 2024-07-19)

(校对编辑: 翁佳鸿)