

# 无创通气联合肺康复治疗对 COPD 合并高碳酸血症患者肺功能和血清炎症因子水平的影响\*

刘晓冬<sup>1</sup> 陈俊文<sup>1</sup> 李平<sup>1</sup> 张金龙<sup>1</sup> 李文汇<sup>1</sup> 赵斌<sup>2</sup>

(1. 襄阳市第一人民医院呼吸科, 湖北 襄阳 441021; 2. 襄阳市中心医院呼吸内科, 湖北 襄阳 441000)

**【摘要】** 目的 探究无创通气联合肺康复治疗对慢性阻塞性肺疾病(COPD)合并高碳酸血症患者肺功能、血清炎症因子水平的影响。方法 选取 2020 年 1 月—2022 年 12 月于襄阳市第一人民医院接受治疗的 102 例 COPD 合并高碳酸血症患者, 采用随机数字表法随机分为常规治疗组( $n=51$ )和常规治疗肺康复组( $n=51$ )。常规治疗组在常规治疗基础上给予无创通气治疗, 常规治疗肺康复组在常规治疗组基础上给予肺康复治疗。治疗前和治疗 4 周后, 比较两组患者血气指标[二氧化碳分压( $\text{PaCO}_2$ )、氧分压( $\text{PaO}_2$ )、血氧饱和度( $\text{SaO}_2$ )]、肺功能[第一秒用力呼气容积占预计值的百分比( $\text{FEV1}\% \text{pre}$ )、用力肺活量占预计值的百分比( $\text{FVC}\% \text{pre}$ )、峰值呼气流速占预计值的百分比( $\text{PEF}\% \text{pre}$ )及第一秒用力呼气容积占肺活量的百分比( $\text{FEV1}/\text{FVC}\%$ )]、炎症因子( $\text{TNF-}\alpha$ 、 $\text{hs-CRP}$ 、 $\text{IL-8}$ )水平及免疫功能( $\text{CD3}^+$ 、 $\text{CD4}^+$ 、 $\text{CD3}^+/\text{CD4}^+$ 、 $\text{CD4}^+/\text{CD8}^+$ )。结果 治疗 4 周后, 两组患者  $\text{PaCO}_2$ 、 $\text{TNF-}\alpha$ 、 $\text{hs-CRP}$ 、 $\text{IL-8}$ 、 $\text{CD3}^+/\text{CD4}^+$  水平降低, 常规治疗肺康复组低于常规治疗组(均  $P<0.05$ );  $\text{PaO}_2$ 、 $\text{SaO}_2$ 、 $\text{FEV1}\% \text{pre}$ 、 $\text{FVC}\% \text{pre}$ 、 $\text{PEF}\% \text{pre}$ 、 $\text{FEV1}/\text{FVC}\%$ 、 $\text{CD3}^+$ 、 $\text{CD4}^+$ 、 $\text{CD4}^+/\text{CD8}^+$  水平升高, 常规治疗肺康复组高于常规治疗组(均  $P<0.05$ )。结论 无创通气联合肺康复治疗可改善 COPD 合并高碳酸血症患者血气状态及肺功能, 降低炎症因子水平, 增强免疫功能。

**【关键词】** 慢性阻塞性肺疾病; 高碳酸血症; 无创通气; 肺康复治疗; 肺功能; 炎症因子

**【中图分类号】** R563 **【文献标志码】** A **DOI:**10. 3969/j. issn. 1672-3511. 2024. 12. 017

## Effect of noninvasive ventilation combined with pulmonary rehabilitation therapy on pulmonary function and serum inflammatory factors in patients with COPD and hypercapnia

LIU Xiaodong<sup>1</sup>, CHEN Junwen<sup>1</sup>, LI Ping<sup>1</sup>, ZHANG Jinlong<sup>1</sup>, LI Wenhui<sup>1</sup>, ZHAO Bin<sup>2</sup>

(1. Respiratory Department, The First People's Hospital of Xiangyang, Xiangyang 441021, Hubei, China;

2. Department of Respiratory Medicine, Xiangyang Central Hospital, Xiangyang, Xiangyang 441021, Hubei, China)

**【Abstract】** **Objective** To investigate the effect of noninvasive ventilation combined with pulmonary rehabilitation therapy on pulmonary function and serum inflammatory factors in patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD) and hypercapnia. **Methods** A total of 102 patients with COPD and hypercapnia who were treated in the hospital from January 2020 to December 2022 were selected and randomly divided into the conventional treatment group ( $n=51$ ) and the conventional treatment combined with pulmonary rehabilitation group ( $n=51$ ) by the random number table method. The conventional treatment group was given noninvasive ventilation therapy on the basis of conventional treatment, and the conventional treatment combined with pulmonary rehabilitation group was given pulmonary rehabilitation therapy on the basis of the conventional treatment group. The two groups were compared on blood gas indicators [partial pressure of carbon dioxide ( $\text{PaCO}_2$ ), partial pressure of oxygen ( $\text{PaO}_2$ ), blood oxygen saturation ( $\text{SaO}_2$ )], pulmonary function [forced expiratory volume in the first second in percent predicted values [ $\text{FEV1}(\% \text{pred})$ ], forced vital capacity in percent predicted values [ $\text{FVC}(\% \text{pred})$ ], peak expiratory flow in percent predicted values [ $\text{PEF}(\% \text{pred})$ ] and percent of forced

基金项目:湖北省自然科学基金项目(2019CFB336);襄阳市研究与开发项目(2021ZD19)

通讯作者:陈俊文, E-mail: xyycjw@126.com

引用本文:刘晓冬,陈俊文,李平,等.无创通气联合肺康复治疗对 COPD 合并高碳酸血症患者肺功能和血清炎症因子水平的影响[J].西部医学, 2024,36(12):1809-1813. DOI:10. 3969/j. issn. 1672-3511. 2024. 12. 017

vital capacity exhaled in the first second (FEV1/FVC%)), inflammatory factors [tumor necrosis fact- $\alpha$  (TNF- $\alpha$ ), hypersensitive C-reactive protein (hs-CRP), interleukin-8 (IL-8)] and immune function [T lymphocyte subsets (CD3<sup>+</sup>, CD4<sup>+</sup>, CD3<sup>+</sup>/CD4<sup>+</sup> and CD4<sup>+</sup>/CD8<sup>+</sup>)] were compared between the two groups of patients. **Results** After 4 weeks of treatment, the PaCO<sub>2</sub>, TNF- $\alpha$ , hs-CRP, IL-8 and CD3<sup>+</sup>/CD4<sup>+</sup> in both groups decreased, and above indicators in the conventional treatment combined with pulmonary rehabilitation group were lower than those in the conventional treatment group (all  $P < 0.05$ ). The PaO<sub>2</sub>, SaO<sub>2</sub>, FEV1(%pred), FVC(%pred), PEF(%pred), FEV1/FVC%, CD3<sup>+</sup>, CD4<sup>+</sup> and CD4<sup>+</sup>/CD8<sup>+</sup> were enhanced, and above indicators in the conventional treatment combined with pulmonary rehabilitation group were higher than those in the conventional treatment group (all  $P < 0.05$ ). **Conclusion** Noninvasive ventilation combined with pulmonary rehabilitation therapy can improve the blood gas status and pulmonary function, reduce the levels of inflammatory factors and enhance the immune function in patients with COPD and hypercapnia.

**【Key words】** Chronic obstructive pulmonary disease; Hypercapnia; Noninvasive ventilation; Pulmonary rehabilitation therapy; Pulmonary function; Inflammatory factors

慢性阻塞性肺疾病(Chronic obstructive pulmonary disease, COPD)是临床上常见的呼吸系统疾病,其主要临床表现为不完全可逆性气流受限,好发于中老年群体<sup>[1]</sup>,其发病率约为 7.14%,致残率约为 3.28%,在全球死亡原因中位居第 4 位<sup>[2-3]</sup>。COPD 病因较多且复杂,普遍认为与空气污染、吸烟、感染等有关,该病极易引发呼吸泵衰竭<sup>[4]</sup>,其中约 20% COPD 患者出现或发展为高碳酸血症呼吸衰竭<sup>[5]</sup>。目前, COPD 合并高碳酸血症临床治疗首选无创通气,该法能够改善患者肺功能及呼吸状况,降低患者插管率,同时提高患者生活质量及存活率<sup>[6]</sup>。肺康复是一种针对有症状或活动能力降低患者的康复治疗手段,能够改善呼吸困难症状及健康状态,提高患者运动耐力,已被广泛用于 COPD 治疗<sup>[7]</sup>。有关无创呼吸与肺康复联合治疗 COPD 的报道较少,为探究无创通气联合肺康复治疗对 COPD 合并高碳酸血症患者肺功能、血清炎症因子水平的影响,本文做以下研究。

## 1 资料与方法

1.1 一般资料 选取 2020 年 1 月—2022 年 12 月于襄阳市第一人民医院接受治疗的 102 例 COPD 合并高碳酸血症患者。采用随机数字表法随机分为常规治疗组和常规治疗肺康复组,各 51 例。该研究经我院医学伦理委员会批准(伦理审批号:YL2019-0718)。纳入标准:①符合 COPD 诊断标准<sup>[8]</sup>,具体如下:伴有咳嗽、咳痰、慢性及进行性加重的呼吸困难等症状;经肺功能检查判定为气流受限;胸部 X 线或 CT 检查结果提示为 COPD。②二氧化碳分压(PaCO<sub>2</sub>) > 50 mmHg。③患者知情同意。排除标准:①合并肺结核、支气管哮喘、支气管扩张等其他呼吸道疾病者。②恶性肿瘤者。③严重器官功能障碍者。④无创通气禁忌者,如出现气胸、大咯血、意识消失、有严重窒息风险及病情加重需气管插管患者等。⑤血液系统、免疫系统疾病者。⑥无法完成肺康复训练者。⑦精神异

常或沟通障碍者。

1.2 方法 均常规予以祛痰、抗感染、止咳平喘、营养支持等对症治疗。常规治疗组同时采用 DV55 型全自动双水平呼吸机(美国德百世)给予无创通气治疗<sup>[9]</sup>,固定氧气面罩,氧流量为 2~4 min/L,通气模式设置为 S/T,初始吸气压力设为 6~8 cmH<sub>2</sub>O,根据患者病情调整,最大不超过 20 cmH<sub>2</sub>O,初始呼气压力设置为 2 cmH<sub>2</sub>O,根据患者病情调整,最大不超过 6 cmH<sub>2</sub>O,呼吸频率 15~18 次/min,通气时间 6~9 h/d, 3 d/周,连续进行 4 周。常规治疗肺康复组在常规治疗组的治疗基础上联合使用肺康复治疗。大致如下:①缩唇腹式呼吸训练:指导患者选择合适体位,放松全身肌肉,嘴巴紧闭,经鼻深吸气,屏气 2~3 s,双手持续按压腹部,促使腹肌保持为收缩状态,嘴唇呈吹口哨状嘟起后缓慢呼气,以吹动身前 30 cm 处纸张为宜,20 min/次,3 次/d。②四肢训练:双手持 0.5~1.0 kg 重哑铃,从自然下垂缓慢举至齐肩水平,10~15 下/次,2 次/d,下肢抬腿运动,幅度 30°,慢跑或上下楼梯训练,20~45 min/次,2 次/d。③呼吸操训练:以患者耐受力为基础,进行伸展、转体、扩胸等呼吸操运动,共 9 个小节,8 节拍/小节。连续进行 4 周。

1.3 观察指标 ①气血指标:治疗前和治疗 4 周后,采用 i 15 型血气生化分析仪(深圳市理邦精密仪器股份有限公司)检测患者 PaCO<sub>2</sub>、氧分压(PaO<sub>2</sub>)、血氧饱和度(SaO<sub>2</sub>)水平。②肺功能:治疗前和治疗 4 周后,采用 Sperolab III 型肺功能测定仪(意大利, MIR 米尔)检测患者第一秒用力呼气容积占预计值的百分比(FEV1% pre)、用力肺活量占预计值的百分比(FVC% pre)、峰值呼气流速占预计值的百分比(PEF% pre)及第一秒用力呼气容积占肺活量的百分比(FEV1/FVC%)。③炎症因子:治疗前和治疗 4 周后,采集患者血清样本,采用酶联免疫吸附试验检测 TNF- $\alpha$ 、hs-CRP、IL-8 水平,试剂盒购自上海科艾博生

物。④免疫功能:治疗前和治疗 4 周后,采集患者血清样本,采用 CytPix 型流式细胞仪(赛默飞)检测 T 淋巴细胞亚群(CD3<sup>+</sup>、CD4<sup>+</sup>、CD3<sup>+</sup>/CD4<sup>+</sup>、CD4<sup>+</sup>/CD8<sup>+</sup>)水平。

1.4 统计学分析 采用 SPSS 20.0 软件对所得数据进行分析。计量资料以( $\bar{x} \pm s$ )表示,两组间比较采用独立样本 *t* 检验,组内比较采用配对 *t* 检验,计数资料

以(%)表示,采用  $\chi^2$  检验。 $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

2.1 两组一般资料比较 两组患者性别、年龄、COPD 病程等一般资料比较,差异无统计学意义( $P > 0.05$ ),具有可比性,见表 1。

表 1 两组患者一般资料比较[ $(\bar{x} \pm s)$ ,  $n(\times 10^{-2})$ ]

Table 1 Comparison of general data between the two groups

组别	<i>n</i>	性别		年龄(岁)	COPD 病程(年)	吸烟	基础疾病		
		男	女				高血压	糖尿病	冠心病
常规治疗肺康复组	51	32(62.75)	19(37.25)	61.28±5.32	8.42±1.75	24(47.06)	37(72.55)	27(52.94)	42(82.35)
常规治疗组	51	36(70.59)	15(29.41)	61.04±5.17	8.29±1.61	21(41.18)	33(64.71)	29(56.86)	38(74.51)
$\chi^2/t$			0.706	0.231	0.390	0.358	0.729	0.083	1.277
<i>P</i>			0.401	0.818	0.697	0.550	0.39	0.7733	0.258

2.2 两组患者血气指标比较 治疗前,两组患者 PaCO<sub>2</sub>、PaO<sub>2</sub> 及 SaO<sub>2</sub> 水平比较,差异均无统计学意义(均  $P > 0.05$ );治疗 4 周后,两组患者 PaCO<sub>2</sub> 水平降低,常规治疗肺康复组低于常规治疗组,PaO<sub>2</sub>、SaO<sub>2</sub> 水平升高,常规治疗肺康复组高于常规治疗组(均  $P < 0.05$ ),见表 2。

2.3 两组患者肺功能比较 治疗前,两组患者 FEV1% pre、FVC% pre、PEF% pre 及 FEV1/FVC% 比较,差异均无统计学意义(均  $P > 0.05$ );治疗 4 周后,两组患者 FEV1% pre、FVC% pre、PEF% pre 及 FEV1/FVC% 较治疗前均升高,常规治疗肺康复组高

表 2 血气指标比较( $\bar{x} \pm s$ )

Table 2 Comparison of blood gas indexes

组别	<i>n</i>	时间	PaCO <sub>2</sub> (mmHg)	PaO <sub>2</sub> (mmHg)	SaO <sub>2</sub> (%)
常规治疗肺康复组	51	治疗前	56.43±4.12	53.69±4.28	80.33±5.57
		治疗后	43.89±3.51 <sup>①</sup>	64.76±5.41 <sup>①</sup>	91.45±5.72 <sup>①</sup>
常规治疗组	51	治疗前	56.18±4.03	53.84±4.36	80.62±5.61
		治疗后	45.64±3.75 <sup>①</sup>	62.08±5.17 <sup>①</sup>	89.05±5.68 <sup>①</sup>
<i>t</i> 治疗后组间			2.433	2.558	2.126
<i>P</i> 治疗后组间			0.017	0.012	0.036

注:与同组治疗前比较,① $P < 0.05$ 。

于常规治疗组(均  $P < 0.05$ ),见表 3。

表 3 肺功能比较( $\bar{x} \pm s$ , %)

Table 3 Comparison of lung function

组别	<i>n</i>	时间	FEV1% pre	FVC% pre	PEF% pre	FEV1/FVC%
常规治疗肺康复组	51	治疗前	49.82±13.05	64.25±16.09	62.55±14.29	57.32±8.26
		治疗后	57.38±14.29 <sup>①</sup>	76.31±18.94 <sup>①</sup>	73.64±17.58 <sup>①</sup>	63.17±10.84 <sup>①</sup>
常规治疗组	51	治疗前	47.36±12.88	65.73±16.44	63.08±14.37	56.74±8.13
		治疗后	50.24±12.36 <sup>①</sup>	69.11±13.25	66.92±14.31	58.07±9.22
<i>t</i> 治疗后组间			2.699	2.224	2.117	2.559
<i>P</i> 治疗后组间			0.008	0.028	0.037	0.012

注:与同组治疗前比较,① $P < 0.05$ 。

2.4 两组患者炎性因子水平比较 治疗前,两组患者 TNF- $\alpha$ 、hs-CRP 及 IL-8 水平比较,差异均无统计学意义( $P$  均  $> 0.05$ );治疗 4 周后,两组患者 TNF- $\alpha$ 、hs-CRP 及 IL-8 水平较治疗前均降低,常规治疗肺康复组低于常规治疗组(均  $P < 0.05$ ),见表 4。

2.5 两组患者免疫功能比较 治疗前,两组患者 CD3<sup>+</sup>、CD4<sup>+</sup> 及 CD4<sup>+</sup>/CD8<sup>+</sup> 水平比较可知,差异均无统计学意义(均  $P > 0.05$ );治疗 4 周后,两组患者 CD3<sup>+</sup>、CD4<sup>+</sup> 及 CD4<sup>+</sup>/CD8<sup>+</sup> 水平较治疗前升高,常规治疗肺康复组高于常规治疗组(均  $P < 0.05$ );而 CD3<sup>+</sup>/

表 4 炎性因子水平比较( $\bar{x} \pm s$ )

Table 4 Comparison of the levels of inflammatory factors

组别	<i>n</i>	时间	TNF- $\alpha$ (ng/L)	hs-CRP(g/L)	IL-8( $\mu$ g/L)
常规治疗肺康复组	51	治疗前	45.67±4.16	55.48±5.82	0.54±0.19
		治疗后	27.58±2.27 <sup>①</sup>	11.26±1.45 <sup>①</sup>	0.32±0.10 <sup>①</sup>
常规治疗组	51	治疗前	45.38±4.03	55.69±5.93	0.56±0.17
		治疗后	30.16±2.89 <sup>①</sup>	13.35±1.71 <sup>①</sup>	0.39±0.12 <sup>①</sup>
<i>t</i> 治疗后组间			5.014	6.657	3.200
<i>P</i> 治疗后组间			<0.001	<0.001	0.002

注:与同组治疗前比较,① $P < 0.05$ 。

CD4<sup>+</sup> 水平较治疗前下降,常规治疗肺康复组高于常规治疗组( $P < 0.05$ ),见表 5。

表 5 免疫功能比较( $\bar{x} \pm s$ )

Table 5 Comparison of immune function

组别	n	时间	CD3 <sup>+</sup> (%)	CD4 <sup>+</sup> (%)	CD3 <sup>+</sup> /CD4 <sup>+</sup>	CD4 <sup>+</sup> /CD8 <sup>+</sup>
常规治疗肺康复组	51	治疗前	50.53±5.24	24.95±2.51	2.08±0.34	1.03±0.18
		治疗后	56.97±5.81 <sup>①</sup>	32.07±3.16 <sup>①</sup>	1.71±0.26 <sup>①</sup>	1.47±0.31 <sup>①</sup>
常规治疗组	51	治疗前	50.67±5.36	24.81±5.43	2.17±0.45	1.07±0.21
		治疗后	54.52±5.65 <sup>①</sup>	30.17±3.04 <sup>①</sup>	1.95±0.38 <sup>①</sup>	1.35±0.26 <sup>①</sup>
<i>t</i> <sub>治疗后组间</sub>			2.159	3.094	3.722	2.118
<i>P</i> <sub>治疗后组间</sub>			0.033	0.003	<0.001	0.037

注:与同组治疗前比较,①P<0.05。

### 3 讨论

COPD 进展过程中可出现肺泡腔及肺间质等结构的持续性病理变化,可造成肺功能损伤,引起肺部气体交换及循环障碍,若不及时治疗,可导致肺功能处于长期损伤状态,影响机体代谢功能异常,引发高碳酸血症、低氧血症等并发症<sup>[10-11]</sup>,甚至呼吸衰竭、死亡<sup>[12-13]</sup>。目前临床上治疗 COPD 合并高碳酸血症,其重点在于缓解临床症状、促进呼吸功能恢复,提高患者舒适度,改善其长期预后<sup>[14]</sup>。传统机械通气能够改善患者病情,但持续使用会增加脱机困难等风险。目前,无创通气为 COPD 合并高碳酸血症治疗的首选方案,可改善患者气体交换及呼吸功能,且对机体损伤较小,降低远期再住院率<sup>[15]</sup>。然而,部分患者呼吸道分泌物较多、咳嗽无力、排痰困难等,无创通气治疗效果欠佳,需其他手段辅助治疗<sup>[16]</sup>。肺康复主要通过康复训练缓解呼吸困难症状,增强肺功能<sup>[17]</sup>。

COPD 合并高碳酸血症患者伴有不同程度呼吸肌疲劳症状,导致呼吸功能改变,且通气量减少、PaCO<sub>2</sub> 升高<sup>[18]</sup>。本研究发现,治疗 4 周后,两组患者 PaCO<sub>2</sub> 水平降低,常规治疗肺康复组低于常规治疗组,PaO<sub>2</sub>、SaO<sub>2</sub> 水平升高,常规治疗肺康复组高于常规治疗组(P<0.05);另外,两组患者 FEV1% pre、FVC%pre、PEF%pre 及 FEV1/FVC%较治疗前均升高,常规治疗肺康复组高于常规治疗组(P<0.05)。上述研究结果提示无创通气联合肺康复治疗可有效改善 COPD 合并高碳酸血症患者血气状态及肺功能,与彭爱君等<sup>[19]</sup>研究一致。究其原因可能为采用无创通气模式可有效改善患者肺部顺应性,有利于氧气在正压状态下大量进入肺泡,提高肺内血氧结合率,并通过调节呼吸减少呼吸肌做功,达到缓解呼吸肌疲劳的目的,还能有效减少肺泡内毛细血管液体渗出量及二氧化碳潴留,降低 PaCO<sub>2</sub> 水平<sup>[20]</sup>,促进肺通气与血流状况好转<sup>[21]</sup>。此外,肺康复通过实施一系列综合呼吸训练,达到增加呼吸深度、改善呼吸模式的效果,有利于加强肺泡内气体交换,同时增强呼吸肌力,改善患者血气状态及肺功能<sup>[22]</sup>。另外,肺康复治疗还能有

效调节心血管功能<sup>[23]</sup>,改善患者缺氧、气促等临床症状。因此,无创通气联合肺康复治疗可最大限度地增强治疗效果<sup>[24]</sup>。

COPD 合并高碳酸血症患者大多伴有气道炎症,与肺组织中单核细胞、T 淋巴细胞及巨噬细胞等炎性细胞分泌的大量 NF-α、IL-8 等炎性因子有关,上述炎性因子通过互相作用可造成免疫功能受损,致使机体出现病理性变化<sup>[25]</sup>。本研究结果显示,治疗 4 周后,两组患者 CD3<sup>+</sup>、CD4<sup>+</sup> 及 CD4<sup>+</sup>/CD8<sup>+</sup> 水平较治疗前升高,常规治疗肺康复组高于常规治疗组(P 均<0.05);而 CD3<sup>+</sup>/CD4<sup>+</sup> 水平较治疗前下降,常规治疗肺康复组高于常规治疗组(P<0.05),提示无创通气联合肺康复可缓解 COPD 合并高碳酸血症患者炎症反应,提高患者免疫功能。分析原因可能是因为无创通气能够快速解除患者呼吸肌疲劳,提高肺泡通气量,减少缺血缺氧导致的器官组织损伤,促使肺动脉收缩压下降,以减轻肺部炎症反应<sup>[26]</sup>,并纠正 T 淋巴细胞亚群平衡<sup>[27]</sup>。肺康复中缩唇腹式呼吸训练可通过锻炼呼吸肌提高患者肺通气功能,适当的四肢训练及呼吸操训练能够提高肌肉细胞氧传送及代谢能力,缓解缺氧导致的炎症反应,同时增强肌肉力量及耐力,改善呼吸困难状态,减少潴留 CO<sub>2</sub>,改善高碳酸血症临床症状,且可增强机体免疫功能<sup>[28]</sup>。

### 4 结论

无创通气联合肺康复可有效改善 COPD 合并高碳酸血症患者血气状态及肺功能,降低炎症因子水平,增强免疫功能。但本研究样本量偏小,观察时间片段,研究结果可能存在一定偏倚,需开展大样本多中心研究以进一步证实。

### 【参考文献】

[1] CHRISTENSON S A, SMITH B M, BAFADHEL M, et al. Chronic obstructive pulmonary disease[J]. Lancet, 2022, 399 (10342):2227-2242.  
 [2] 薛笑甜,陈明伟. 清肺十八味丸联合桉柠蒎对老年 COPD 合并 PTB 患者肺功能及炎性因子水平的影响[J]. 西部中医药, 2020,33(9):85-88.

- [3] SINGH D, AGUSTI A, ANZUETO A, *et al.* Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive lung disease: the GOLD science committee report 2019 [J]. *Eur Respir J*, 2019, 53(5):1900164.
- [4] MACLEOD M, PAPI A, CONTOLI M, *et al.* Chronic obstructive pulmonary disease exacerbation fundamentals: Diagnosis, treatment, prevention and disease impact [J]. *Respirology*, 2021, 26(6):532-551.
- [5] 黄丽平, 李秀. AECOPD 合并重度高碳酸血症无创通气治疗效果的预测因素研究[J]. *临床肺科杂志*, 2018, 23(7):1245-1249.
- [6] 徐艳, 丁惠珍. 无创正压通气治疗 COPD 合并急性高碳酸血症呼吸衰竭患者的早期影响因素分析[J]. *新疆医科大学学报*, 2019, 42(12):1588-1591, 1597.
- [7] 魏威, 付玉华, 屠春林. 卧式功率车踏车训练在极重度慢性阻塞性肺疾病急性加重住院患者呼吸康复中的应用[J]. *海南医学*, 2023, 34(4):510-514.
- [8] 中华医学会呼吸病学分会慢性阻塞性肺疾病学组. 慢性阻塞性肺疾病诊治指南(2013 年修订版)[J]. *中国医学前沿杂志(电子版)*, 2014(2):67-79, 80.
- [9] 龚敏, 杨浩军, 金瑶. 不同压力无创正压通气对 AECOPD 合并 II 型呼吸衰竭的疗效分析[J]. *湖南师范大学学报(医学版)*, 2021, 18(2):105-108.
- [10] LONG B, REZAI S R. Evaluation and Management of Asthma and Chronic Obstructive Pulmonary Disease Exacerbation in the Emergency Department [J]. *Emerg Med Clin North Am*, 2022, 40(3):539-563.
- [11] LACASSE Y, CASABURI R, SLIWINSKI P, *et al.* Home oxygen for moderate hypoxaemia in chronic obstructive pulmonary disease: a systematic review and meta-analysis [J]. *Lancet Respir Med*, 2022, 10(11):1029-1037.
- [12] TRETHEWEY S P, EDGAR R G, MORLET J, *et al.* Temporal trends in survival following ward-based NIV for acute hypercapnic respiratory failure in patients with COPD [J]. *Clin Respir J*, 2019, 13(3):184-188.
- [13] ORR J E, AZOFRA A S, TOBIAS L A. 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.
- [14] 张妮婷. 无创通气联合肺康复治疗对 COPD 合并高碳酸血症患者血清炎性因子及呼吸功能的影响[J]. *川北医学院学报*, 2022, 37(11):1495-1498.
- [15] GLOECKL R, ANDRIANOPOULOS V, STEGEMANN A, *et al.* High-pressure non-invasive ventilation during exercise in COPD patients with chronic hypercapnic respiratory failure: A randomized, controlled, cross-over trial [J]. *Respirology*, 2019, 24(3):254-261.
- [16] SHAUGHNESSY G F, GAY P C, OLSON E J, *et al.* Noninvasive volume-assured pressure support for chronic respiratory failure: a review [J]. *Curr Opin Pulm Med*, 2019, 25(6):570-577.
- [17] WOUTERS E F, POSTHUMA R, KOOPMAN M, *et al.* An update on pulmonary rehabilitation techniques for patients with chronic obstructive pulmonary disease [J]. *Expert Rev Respir Med*, 2020, 14(2):149-161.
- [18] HUANG J D, GU T J, HU Z L, *et al.* Invasive-noninvasive Sequential Ventilation for the Treatment of Acute Exacerbation of Chronic Obstructive Pulmonary Disease [J]. *Comb Chem High Throughput Screen*, 2019, 22(3):160-168.
- [19] 彭爱君, 朱迎钢, 许银苹, 等. 无创通气联合肺康复治疗在老年慢性阻塞性肺病稳定期合并高碳酸血症患者中的应用[J]. *老年医学与保健*, 2019, 25(4):473-475, 489.
- [20] CORTEGIANI A, LONGHINI F, MADOTTO F, *et al.* High flow nasal therapy versus noninvasive ventilation as initial ventilatory strategy in COPD exacerbation: a multicenter non-inferiority randomized trial [J]. *Crit Care*, 2020, 24(1):692.
- [21] 张祖华, 李鸣. 无创双水平气道正压通气治疗慢性阻塞性肺疾病合并呼吸衰竭的疗效观察[J]. *实用临床医药杂志*, 2020, 24(19):67-69.
- [22] NOLAN C M, POLGAR O, SCHOFIELD S J, *et al.* Pulmonary rehabilitation in idiopathic pulmonary fibrosis and COPD: a propensity-matched real-world study [J]. *Chest*, 2022, 161(3):728-737.
- [23] 曾晓青, 王艳乔, 高丽锁, 等. 有氧运动联合常规康复治疗对卒中偏瘫患者心肺运动功能及康复效果的影响[J]. *中国药物与临床*, 2021, 21(14):2600-2602.
- [24] 石建邦, 邓林锋, 徐非洲, 等. 无创辅助 6 气联合肺康复在重度慢性阻塞性肺疾病稳定期患者的应用价值[J]. *中国临床保健杂志*, 2021, 24(6):805-809.
- [25] 王家珍, 梁艳均, 李多. 丹红注射液与布地奈德联合无创正压通气治疗慢性阻塞性肺疾病急性加重并肺源性心脏病患者的临床疗效及其对血清炎性因子水平和心肺功能的影响[J]. *实用心脑血管病杂志*, 2019, 27(8):86-90.
- [26] 王平, 张蕾, 赵蔚然, 等. 无创正压通气治疗 AECOPD 合并 II 型呼吸衰竭对患者血清 PCT、CRP、SOD、GSH 水平的影响[J]. *湖南师范大学学报:医学版*, 2022, 19(2):173-176.
- [27] 杜璐玲, 陈建永, 李少明. 无创机械通气对 AECOPD 合并高碳酸血症患者治疗前后炎症状态及 T 淋巴细胞亚群的影响[J]. *广西医科大学学报*, 2022, 39(1):142-146.
- [28] 林颖, 段红萍, 邹天士, 等. 肺康复联合无创正压通气治疗 COPD 合并呼吸衰竭患者疗效观察 [J]. *海南医学*, 2021, 32(11):1396-1399.

(收稿日期:2023-08-25;修回日期:2024-10-07;编辑:黎仕娟)