

慢性阻塞性肺疾病患者炎症指标及免疫球蛋白与肺功能及肺通气功能障碍严重程度的关系*

张娇娇 伍亚 王芳 张硕 张军 李超

(芜湖市第一人民医院呼吸内二科, 安徽 芜湖 241000)

【摘要】 目的 探讨慢性阻塞性肺疾病(COPD)患者炎症指标及免疫球蛋白与肺功能及肺通气功能障碍严重程度的关系。方法 将2020年1月—2024年6月本院收治的107例COPD患者依据肺通气功能障碍严重程度分级分为轻度、中度组58例和中重度、重度、极重度组49例,另选取同期于本院体检者102例作为对照组。所有研究对象均在入院后测定炎症指标[C反应蛋白(CRP)、降钙素原(PCT)、白介素-6(IL-6)]、免疫球蛋白(IgM、IgA、IgG)和肺功能指标[第1秒用力呼气容量(FEV1)、用力肺活量(FVC)、FEV1/FVC]。采用Pearson相关性分析CRP、PCT、IL-6、IgM、IgA、IgG与FEV1、FVC、FEV1/FVC的相关性,以Spearman相关性分析CRP、PCT、IL-6、IgM、IgA、IgG与肺通气功能障碍严重程度分级的关系。结果 研究组的CRP、PCT、IL-6水平高于对照组,IgA、IgG、FEV1、FVC、FEV1/FVC低于对照组($P < 0.05$)。Pearson相关性分析显示,COPD患者CRP、PCT、IL-6水平与FEV1、FVC、FEV1/FVC呈负相关($r = -0.482, -0.476, -0.374; -0.468, -0.453, -0.363; -0.376, -0.364, -0.345, P < 0.05$);IgA、IgG与FEV1、FVC、FEV1/FVC呈正相关($r = 0.403, 0.412, 0.373; 0.345, 0.327, 0.308, P < 0.05$)。中重度、重度、极重度组患者的CRP、PCT、IL-6水平高于轻度、中度组,IgA、IgG低于轻度、中度组($P < 0.05$);不同肺通气功能障碍严重程度分级患者IgM间比较差异不明显($P > 0.05$)。Spearman相关性分析,CRP、PCT、IL-6水平与肺通气功能障碍严重程度分级呈正相关($r = 0.518, 0.513, 0.496, P < 0.05$);IgA、IgG与肺通气功能障碍严重程度分级呈负相关($r = -0.293, -0.285, P < 0.05$)。结论 COPD患者炎症指标及免疫球蛋白与肺功能及肺通气功能障碍严重程度分级密切相关,临床可通过早期测定炎症指标及免疫球蛋白水平为COPD患者肺功能及病情严重程度的评估提供一定的参考价值。

【关键词】 慢性阻塞性肺疾病;炎症指标;免疫球蛋白;肺功能;COPD全球倡议分级;相关性

【中图分类号】 R563.9 **【文献标志码】** A **DOI:**10.3969/j.issn.1672-3511.2026.01.014

Relationship of inflammatory indexes and immunoglobulins with lung function and pulmonary ventilation dysfunction severity in patients with COPD

ZHANG Jiaojiao, WU Ya, WANG Fang, ZHANG Shuo, ZHANG Jun, LI Chao

(Department of Respiratory Medicine, The First People's Hospital of Wuhu, Wuhu 241000, Anhui, China)

【Abstract】 **Objective** To investigate the relationship between inflammatory indexes, immunoglobulins and pulmonary function, severity of pulmonary ventilation dysfunction in patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD). **Methods** 107 patients with COPD in the hospital from January 2020 to June 2024 were classified into mild-to-moderate group ($n=58$) and moderately severe, severe and extremely severe group ($n=49$) by means of the severity grading of pulmonary ventilation dysfunction. Another 102 health examination subjects during the same period were selected as the control group. Inflammatory indexes [C-reactive protein (CRP), procalcitonin (PCT), interleukin-6 (IL-6)], immunoglobulins (IgM, IgA, IgG) and lung function indexes (FEV1, FVC, FEV1/FVC) were measured among all study subjects after admission. Pearson correlation analysis was applied to analyze the correlation between CRP, PCT, IL-6, IgM, IgA, IgG and FEV1, FVC, FEV1/FVC. Spearman correlation analysis was adopted to analyze the relationship between CRP, PCT, IL-6, IgM, IgA, IgG and severity grading of pulmonary ventilation dysfunction. **Results** The

基金项目:安徽省重点研究与开发计划项目(2022e07020058)

引用本文:张娇娇,伍亚,王芳,等.慢性阻塞性肺疾病患者炎症指标及免疫球蛋白与肺功能及肺通气功能障碍严重程度的关系[J].西部医学,2026,38(1):82-86.DOI:10.3969/j.issn.1672-3511.2026.01.014

CRP, PCT and IL-6 levels in the study group were higher while the IgA, IgG, FEV1, FVC and FEV1/FVC were lower ($P < 0.05$). Pearson correlation analysis indicated that the levels of CRP, PCT and IL-6 were inversely related to FEV1, FVC and FEV1/FVC ($r = -0.482, -0.476, -0.374; -0.468, -0.453, -0.363; -0.376, -0.364, -0.345, P < 0.05$), and IgA and IgG were positively correlated with FEV1, FVC and FEV1/FVC ($r = 0.403, 0.412, 0.373; 0.345, 0.327, 0.308, P < 0.05$). The levels of CRP, PCT and IL-6 in severe and extremely severe groups were higher than those in mild and moderate groups. In the moderate group, IgA and IgG were lower than those in the mild and moderate groups ($P < 0.05$). There was no obvious difference in IgM among patients with different grades of pulmonary ventilation dysfunction severity ($P > 0.05$). With regard to Spearman correlation analysis, the CRP, PCT and IL-6 were positively associated with severity grading of pulmonary ventilation dysfunction ($r = 0.518, 0.513, 0.496, P < 0.05$). IgA and IgG were inversely proportional to pulmonary ventilation dysfunction severity grading ($r = -0.293, -0.285, P < 0.05$).

Conclusion Inflammatory indexes and immunoglobulins in COPD patients are closely related to lung function and severity grading of pulmonary ventilation dysfunction. Clinically, early determination of inflammatory indexes and immunoglobulins can provide certain reference value for the evaluation of lung function and severity of COPD patients.

【Key words】 Chronic obstructive pulmonary disease; Inflammatory indexes; Immunoglobulins; Lung function; Global initiative for chronic obstructive lung disease grading; Correlation

慢性阻塞性肺疾病(Chronic obstructive pulmonary disease, COPD)作为一种全球性的公共卫生问题,严重危害人民健康^[1-2]。COPD 的发生发展与气道和肺部的慢性炎症反应密切相关^[3]。炎症是机体对损伤因子的一种防御性反应,在 COPD 的发病过程中,炎症反应起着至关重要的作用,常见的炎症指标如 C 反应蛋白(C-reactive protein, CRP)、白细胞介素-6(Interleukin-6, IL-6)等,能够反映机体内炎症的程度和活性,对于疾病的早期诊断、病情评估及治疗效果监测具有重要意义^[4-5]。免疫球蛋白作为机体内重要的抗体蛋白质,具有免疫调节、免疫记忆、调节免疫反应和免疫防御等多重功能^[6-7]。在 COPD 患者中,免疫球蛋白的表达水平往往与疾病的发展程度和肺功能状况密切相关^[8]。因此,探讨 COPD 患者免疫球蛋白的表达及与肺功能的关系,对于深入理解疾病的发生发展机制具有重要意义。基于此,本研究探讨了 COPD 患者炎症指标及免疫球蛋白与肺功能及肺通气功能障碍严重程度分级的关系,现报告如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 纳入 2020 年 1 月—2024 年 6 月本院收治的 COPD 患者为研究主体。纳入标准:①符合 COPD 诊疗标准^[9]。②年龄 > 18 岁,均为首次确诊。③均接受肺功能检测。④均同意进行炎症指标和免疫球蛋白检测。⑤均自愿参与研究,对研究完全知情。⑥均处于 COPD 稳定期。排除标准:①合并支气管哮喘、肺结核、支气管扩张、肺癌者。②处于妊娠期或哺乳期。③近期使用过免疫制剂者。④患有自身免疫性疾病或感染性疾病者。⑤精神异常或认知障碍者。⑥心肝肾功能不全者。依据上述标准,共 107 例患者纳入研究,另选取同期于本院体检的 102 例健

康者作为对照组。本研究经医院伦理委员会批准。

1.2 肺功能指标测定 入院后以肺功能分析仪(MSA99 型,德国 234 有限公司)测定研究对象的第一秒用力呼气量(Forced expiratory volume in the first second, FEV1)、用力肺活量(Forced vital capacity, FVC),计算 FEV1/FVC。

1.3 炎症指标测定 入院后采集研究对象的空腹静脉血 5 mL,离心取上清液,以酶联免疫吸附法测定 CRP、IL-6、降钙素原(Procalcitonin, PCT)水平。

1.4 免疫球蛋白 入院后采集所有研究对象的空腹肘静脉血 3 mL,离心 10 min 后收集上清液,以免疫透射比浊法测定免疫球蛋白 A (Immunoglobulin A, IgA)、免疫球蛋白 G (Immunoglobulin G, IgG)、免疫球蛋白 M (Immunoglobulin M, IgM)水平。

1.5 肺通气功能障碍严重程度分级^[10] 依据 FEV1 占预计值百分比分为 5 个等级,以 $70\% \leq FEV1 < 正常值下限$ 为轻度,以 $60\% \leq FEV1 < 70\%$ 为中度,以 $50\% \leq FEV1 < 60\%$ 为中重度,以 $35\% \leq FEV1 < 60\%$ 为重度,以 $FEV1 < 35\%$ 为极重度。本研究 107 例患者中轻度、中度组 58 例,中重度、重度、极重度组 49 例。

1.6 统计学分析 采用 SPSS 22.0 软件进行统计学分析,CRP、IL-6、PCT、IgA、IgG、IgM、FEV1、FVC、FEV1/FVC 以 $(\bar{x} \pm s)$ 表示,行 t 检验;计数资料以 $[n(\%)]$ 表示,行卡方检验,以 Pearson 相关性分析 CRP、IL-6、PCT、IgA、IgG、IgM 与 FEV1、FVC、FEV1/FVC 的相关性,以 Spearman 秩相关分析 CRP、IL-6、PCT、IgA、IgG、IgM 与肺通气功能障碍严重程度分级的相关性, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组基线资料比较 两组基线资料比较差异不

明显($P>0.05$),见表 1。

表 1 两组基线资料比较 $[\bar{x}\pm s, n(\times 10^{-2})]$

Table 1 Comparison of baseline data between the two groups

组别	n	性别(男/女)	年龄(岁)	体质量指数(kg/m ²)	合并症			吸烟史	
					糖尿病	高血压	冠心病	是	否
研究组	107	72/35	61.26±7.01	23.23±1.15	13(12.15)	15(14.02)	5(4.67)	28(26.17)	79(73.83)
对照组	102	65/37	61.09±8.12	23.51±1.22	10(9.80)	12(11.76)	3(2.94)	30(29.41)	72(70.59)
χ^2/t		0.294	0.162	1.708	0.293	0.236	0.425	0.274	
P		0.588	0.871	0.089	0.588	0.627	0.514	0.601	

2.2 两组炎症指标及免疫球蛋白水平比较 研究组的 CRP、PCT、IL-6 水平高于对照组, IgA、IgG 低于对照组($P<0.05$); 两组间 IgM 比较差异不明显($P>0.05$),见表 2。

表 2 两组炎症指标及免疫球蛋白水平比较 $(\bar{x}\pm s)$

Table 2 Comparison of inflammatory indexes and immunoglobulins between the two groups

组别	n	CRP(mg/L)	IL-6(ng/L)	PCT(ng/mL)	IgA(g/L)	IgG(g/L)	IgM(g/L)
研究组	107	5.38±1.35	11.36±3.21	0.23±0.05	1.37±0.38	8.43±2.25	2.86±0.75
对照组	102	1.17±0.28	6.43±1.76	0.11±0.02	2.73±0.66	10.78±2.67	2.74±0.69
t		30.866	13.674	22.576	18.362	6.892	1.202
P		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.231

2.3 两组肺功能指标比较 与对照组比较,研究组的 FEV1、FVC、FEV1/FVC 明显更低($P<0.05$),见表 3。

2.4 不同肺通气功能障碍严重程度分级患者炎症指标及免疫球蛋白水平比较 与轻度、中度组比较,中重度、重度、极重度组患者的 CRP、PCT、IL-6 水平升高, IgA、IgG 水平降低($P<0.05$); 两组 IgM 比较差异不明显($P>0.05$)。见表 4。

表 3 两组肺功能指标比较 $(\bar{x}\pm s)$

Table 3 Comparison of lung function indexes

组别	n	FEV1(L)	FVC(L)	FEV1/FVC(%)
研究组	107	1.76±0.48	2.49±0.65	70.68±10.26
对照组	102	3.08±0.92	3.76±1.02	81.91±15.47
t		13.091	10.786	6.212
P		<0.001	<0.001	<0.001

表 4 不同肺通气功能障碍严重程度分级患者炎症指标及免疫球蛋白水平比较 $(\bar{x}\pm s)$

Table 4 Comparison of inflammatory indexes and immunoglobulins levels in patients with different severity grades of pulmonary ventilation dysfunction

组别	n	CRP(mg/L)	IL-6(ng/L)	PCT(ng/mL)	IgA(g/L)	IgG(g/L)	IgM(g/L)
中重度、重度、极重度组	49	6.23±1.57	12.95±3.42	0.28±0.04	1.12±0.28	7.84±2.05	2.89±0.64
轻度、中度组	58	4.66±1.02	10.02±1.83	0.19±0.03	1.58±0.36	9.13±2.34	2.83±0.58
t		6.221	5.641	13.280	7.275	3.039	0.508
P		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.61

2.5 COPD 患者炎症指标、免疫球蛋白水平与肺功能的相关性分析 Pearson 分析显示, CRP、PCT、IL-6 水平与 FEV1、FVC、FEV1/FVC 呈负相关($r = -0.482, -0.476, -0.374; -0.468, -0.453, -0.363; -0.376, -0.364, -0.345, P<0.05$); IgA、IgG 与 FEV1、FVC、FEV1/FVC 呈正相关($r=0.403, 0.412, 0.373; 0.345, 0.327, 0.308, P<0.05$)。见表 5。

2.6 COPD 患者炎症指标和免疫球蛋白水平与肺通气功能障碍严重程度分级的关系分析 Spearman 分析显示, CRP、PCT、IL-6 水平与肺通气功能障碍严重程度分级呈正相关($r = 0.518, 0.513, 0.496, P<0.001$); IgA、IgG 与肺通气功能障碍严重程度分级呈负相关($r = -0.293, -0.285, P=0.002, P=-0.003$)。

表 5 COPD 患者炎症指标、免疫球蛋白水平与肺功能指标的相关性分析

Table 5 Correlation of inflammatory indexes and immunoglobulins with lung function indexes in patients with COPD

炎症指标/免疫球蛋白	肺功能指标	r	P
CRP	FEV1	-0.482	<0.001
	FVC	-0.476	<0.001
	FEV1/FVC	-0.374	0.023
PCT	FEV1	-0.468	<0.001
	FVC	-0.453	<0.001
	FEV1/FVC	-0.363	0.025
IL-6	FEV1	-0.376	0.018
	FVC	-0.364	0.021
	FEV1/FVC	-0.345	0.027
IgA	FEV1	0.403	<0.001
	FVC	0.412	<0.001
	FEV1/FVC	0.373	0.024
IgG	FEV1	0.345	0.027
	FVC	0.327	0.028
	FEV1/FVC	0.308	0.031

3 讨论

近年来, COPD 的发病率和死亡率呈逐年上升的趋势, 尤以 40 岁及以上人群的患病率增加最为明显^[11]。COPD 随着疾病进展会导致呼吸困难、活动耐力下降, 还可能诱发心血管疾病、睡眠呼吸障碍等严重并发症, 降低患者的生活质量^[12]。因此, 早期采取积极治疗尤为重要, 但肺功能和肺通气功能障碍严重程度的准确评估对于指导临床决策、优化治疗方案具有重要的临床价值。炎症反应在 COPD 的发生发展过程中扮演着核心作用, 持续的肺部炎症反应会导致气道和肺泡异常, 引起气流受限。因此, 炎症指标的监测对于评估 COPD 患者的病情严重程度和治疗效果具有重要意义^[13-14]。免疫球蛋白也在 COPD 的发病和进展中发挥着关键作用, 其水平变化可以反映机体的免疫状态, 这对于评估 COPD 患者的肺功能和病情严重程度同样意义重大^[15-16]。

曹海燕等^[17]研究表明, CRP 等炎症因子与 COPD 患者的肺功能具有明显的相关性。原源等^[18]研究表明, IL-6 等炎症指标与 COPD 患者的 FEV1 改善率明显相关。孙臣忠等^[19]研究表明, 免疫球蛋白亚型与 COPD 患者的肺功能存在关联性。尽管目前已有关于炎症因子和免疫球蛋白与 COPD 患者肺功能的相关性研究, 但关于炎症因子、免疫球蛋白与肺通气功能障碍严重程度分级之间直接关系的研究还较为有限。本研究系统性分析了炎症因子和免疫球蛋白与肺功能及肺通气功能障碍严重程度分级的关系, 结果显示, 研究组的 CRP、PCT、IL-6 水平高于对照组, IgA、IgG、FEV1、FVC、FEV1/FVC 低于对照组, 提示 COPD 患者中存在炎症反应、免疫失衡和肺功能降低。相关性分析显示, CRP、PCT、IL-6 水平与 FEV1、FVC、FEV1/FVC 呈负相关; IgA、IgG 与 FEV1、FVC、FEV1/FVC 呈正相关, 即 CRP、PCT、IL-6 水平越高, IgA、IgG 水平越低, COPD 患者的肺功能越差。分析原因, CRP 不仅是炎症标志物, 更可以通过激活补体 C5a-C5aR 轴, 诱导中性粒细胞释放金属蛋白酶 MMP-9, 直接降解肺泡壁弹性蛋白, 加速肺气肿形成; IL-6 可驱动 JAK2/STAT3 通路持续活化, 促进成纤维细胞转化为肌成纤维细胞, 导致气道壁胶原沉积, 这是 FEV1/FVC 降低的结构基础; PCT 可通过 TLR4/NF- κ B 信号放大环路, 增强 IL-6 基因转录, 形成炎症自我强化机制。其次, CRP、PCT、IL-6 水平升高反映了机体内炎症反应的加剧, 在 COPD 患者中, 持续的炎症反应会导致这些炎症因子表达增加; 同时 COPD 患者的肺部常存在氧化应激状态, 这也会导致炎症反应加剧和炎症因子的释放增加, 反之炎症因子

可能通过多种途径促进肺组织的炎症反应和损伤过程, 从而降低肺功能^[20]。在尹欣等^[21]研究中尚未发现血清 IL-6 水平与 COPD 患病情况和肺功能指标的关联性, 与本研究结果不一致。可能因本研究选取的对象为已确诊的 COPD 患者, 其 IL-6 水平可能已处于疾病相关的炎症激活状态, 而尹欣等^[21]研究中选取的研究对象为社区普通居民, 可能包含大量健康人群, 其 IL-6 水平处于生理性波动范围, 这种人群选择差异可能导致研究结果的异质性。COPD 患者的免疫功能常处于紊乱状态, 这可能导致体液免疫的下降, 表现为 IgA、IgG 等免疫球蛋白的合成和分泌减少, IgA 缺失可使呼吸道失去分泌型 IgA 构成的“免疫封条”, 病原体穿透黏膜屏障激活固有免疫; IgG 亚型缺陷可导致免疫球蛋白 G 的 Fc 段 γ 受体介导的吞噬功能障碍, 凋亡细胞累积形成慢性抗原库, 持续刺激炎症。此外 IgA、IgG 水平降低反映了机体免疫功能的下降和防御能力的减弱, 这在一定程度上也可能影响肺功能的稳定性和恢复能力, 进而导致肺功能下降^[22-23]。本研究中, 中重度、重度、极重度组患者的 CRP、PCT、IL-6 水平高于轻度、中度组患者, IgA、IgG 水平低于轻度、中度组患者, 提示 CRP、PCT、IL-6、IgA、IgG 水平可能与 COPD 患者的肺通气功能障碍严重程度分级存在关联性。进一步相关性分析显示, CRP、PCT、IL-6 水平与肺通气功能障碍严重程度分级呈正相关, IgA、IgG 与肺通气功能障碍严重程度分级呈负相关。肺通气功能障碍严重程度分级是评估 COPD 病情严重程度的重要指标, 其分级越高表示 COPD 病情越严重^[24]。以上研究结果表明 CRP、PCT、IL-6 水平越高, IgA、IgG 水平越低则 COPD 患者的病情越严重。推测可能因随着病情进展, 机体处于持续炎症反应状态免疫消耗状态, 从而表现为炎症因子水平升高和免疫球蛋白水平降低。同时, 炎症反应与免疫功能相互作用, 炎症反应加剧会进一步削弱免疫功能, 而免疫功能的下降又会使机体更易受炎症影响, 以此形成恶性循环, 促进 COPD 的病情进展^[25]。

本研究属于单中心设计, 可能导致结果偏倚, 且本研究尚未分析不同时间点炎症指标和免疫球蛋白与肺功能及肺通气功能障碍严重程度分级的关系, 未来可开展大量多中心研究, 并探究不同时间炎症指标的变化情况与肺通气功能障碍之间的关联性。

4 结论

COPD 患者的炎症指标和免疫球蛋白与肺功能及肺通气功能障碍严重程度分级的关系密切, 通过早期测定炎症指标和免疫球蛋白的水平可为 COPD 患者的肺功能和病情程度提供一定的评估参考价值, 以

指导临床早期优化治疗措施和合理资源配置,提升治疗效果。

【参考文献】

- [1] AGUSTI A, BÖHM M, CELLI B, *et al.* GOLD COPD DOCUMENT 2023: a brief update for practicing cardiologists[J]. Clin Res Cardiol, 2024, 113(2): 195-204.
- [2] ADELOYE D, SONG P G, ZHU Y J, *et al.* Global, regional, and national prevalence of, and risk factors for, chronic obstructive pulmonary disease (COPD) in 2019: a systematic review and modelling analysis[J]. Lancet Respir Med, 2022, 10(5): 447-458.
- [3] 王妍, 闫巍. 关注肺健康, 实现 COPD 防治关口前移[J]. 中华全科医学, 2025, 23(2): 184-197, 214.
- [4] OSHAGBEMI O A, FRANSSSEN F M E, WOUTERS E F M, *et al.* C-reactive protein as a biomarker of response to inhaled corticosteroids among patients with COPD[J]. Pulm Pharmacol Ther, 2020, 60: 101870.
- [5] ASLANI M R, AMANI M, MOGHADAS F, *et al.* Adipolin and IL-6 serum levels in chronic obstructive pulmonary disease [J]. Adv Respir Med, 2022, 90(5): 391-398.
- [6] 杨雳, 阮霞, 梁琪媛, 等. 沙美特罗替卡松联合噻托溴铵治疗慢性阻塞性肺疾病合并支气管扩张的疗效及对患者血清免疫球蛋白 IgE 水平的影响 [J]. 实用医院临床杂志, 2020, 17(2): 175-178.
- [7] SOUTHWORTH T, HIGHAM A, KOLSUM U, *et al.* The relationship between airway immunoglobulin activity and eosinophils in COPD[J]. J Cell Mol Med, 2021, 25(4): 2203-2212.
- [8] 姚萍, 余敏敏, 张利, 等. 肺功能指标和免疫球蛋白 E 预测哮喘预测指数阳性患儿哮喘发病的价值及与病情的关联性[J]. 中国妇幼保健, 2024, 39(10): 1788-1791.
- [9] 中华医学会, 中华医学会杂志社, 中华医学会全科医学分会, 等. 慢性阻塞性肺疾病基层诊疗指南(2018 年)[J]. 中华全科医师杂志, 2018, 17(11): 856-870.
- [10] 姚婉贞, 路明. 2015 年新版 GOLD 指南要点解读[J]. 浙江医学, 2015, 37(4): 269-270, 282.
- [11] RUVUNA L, SOOD A. Epidemiology of chronic obstructive pulmonary disease[J]. Clin Chest Med, 2020, 41(3): 315-327.
- [12] ZONG M, SHEN H H, REN L, *et al.* Effects of whey protein complex combined with low-intensity exercise in elderly inpatients with COPD at a stable stage[J]. Asia Pac J Clin Nutr, 2023, 32(4): 375-382.
- [13] LIU Z Y, LI J Y, CHEN T T, *et al.* Association between dietary antioxidant levels and chronic obstructive pulmonary disease: a mediation analysis of inflammatory factors[J]. Front Immunol, 2023, 14: 1310399.
- [14] CELIKSOZ A, KAVAK M, TARLACIK A O. Inflammatory index as a predictor of mortality in elderly patients with intracapsular femoral neck fracture[J]. Cureus, 2023, 15(10): e46318.
- [15] HAI C N, BA T T, DUC T B, *et al.* Serum immunoglobulin levels in group E of chronic obstructive pulmonary disease: insights for clinical management and immunoglobulin therapy strategies[J]. BMC Pulm Med, 2024, 24(1): 381.
- [16] 黄菲菲, 秦继山. 中老年慢性阻塞性肺疾病临床特征与病情进展的相关性[J]. 实用临床医药杂志, 2021, 25(1): 45-49, 53.
- [17] 曹海燕, 陈龙, 储祥健. 慢性阻塞性肺疾病急性加重期患者肺功能指标与炎症指标的相关性分析[J]. 中国医药导报, 2023, 20(20): 138-141.
- [18] 原源, 邓晓慧, 岳睿, 等. 慢性阻塞性肺疾病稳定期炎症生物标志物与肺功能的相关性[J]. 国际老年医学杂志, 2024, 45(1): 6-10.
- [19] 孙臣忠, 韩碧芸, 陈虹, 等. 慢性阻塞性肺疾病免疫球蛋白亚型与肺功能相关性分析[J/OL]. 中华肺部疾病杂志(电子版), 2023, 16(3): 403-405.
- [20] 胡辉荣, 王月宾, 苏娴, 等. 慢阻肺合并肺动脉高压患者机体炎症反应与肺阻力的相关性[J]. 中国医学装备, 2021, 18(3): 113-116.
- [21] 尹欣, 吴毅凌, 侯珊珊, 等. 血清炎症标志物与慢性阻塞性肺疾病及肺功能的关联[J]. 中国初级卫生保健, 2024, 38(11): 22-25, 30.
- [22] 车源霞, 晏晨, 王天元, 等. 理肺化痰方剂对支气管哮喘疗效及血清内 IgG、IgA、IgM 的变化研究[J]. 中华中医药学刊, 2020, 38(3): 68-70.
- [23] 盖娜, 王琰华, 王潇健, 等. 血清骨膜蛋白、微小 RNA-155 与支气管哮喘急性发作期患儿肺功能和免疫功能及预后相关性研究[J]. 陕西医学杂志, 2023, 52(12): 1684-1687.
- [24] 金晶, 王晶, 荆晶, 等. 不同慢性阻塞性肺疾病全球倡议分级慢性阻塞性肺疾病稳定期患者外周血辅助性 T 细胞 17、调节性 T 细胞含量的对比分析[J]. 实用心脑血管病杂志, 2019, 27(5): 68-71.
- [25] 李亚洲, 辛灵艳. 哮喘: 慢阻肺重叠综合征患者外周血嗜酸性粒细胞水平及其与气道炎症反应、免疫抑制的关系[J]. 山东医药, 2022, 62(5): 56-59.

(收稿日期: 2025-04-18; 修回日期: 2025-09-10; 编辑: 张翰林)