胸部血管 CT 参数联合 PLR、IL-17 对慢性阻塞性肺疾病急性加重期并发肺动脉高压患者预后的评估价值 *

李 阳 真 滢 陈曦阳光△

（南平市第二医院呼吸内科 福建 南平 354200）

摘要 目的：探讨胸部血管计算机断层扫描（computerized tomography, CT）参数联合血小板与淋巴细胞比值（platelet-to-lymphocyte ratio, PLR）、白细胞介素（Interleukin, IL）-17 对慢性阻塞性肺疾病急性加重期（acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease, AECOPD）并发肺动脉高压患者预后的评估价值。**方法：**前瞻性选取 2023 年 2 月至 2024 年 6 月我院收治的 92 例 AECOPD 合并肺动脉高压患者为研究对象，根据预后不同分为预后不良组（n=41）和预后良好组（n=51）。对比两组胸部血管 CT 参数、PLR、IL-17 指标。采用多因素 Logistic 回归分析 AECOPD 合并肺动脉高压患者预后的影响因素，采用受试者工作特征（receiver operating characteristic, ROC）曲线分析胸部血管 CT 参数、PLR、IL-17 对 AECOPD 合并肺动脉高压患者预后的评估价值。**结果：**92 例 AECOP 合并肺动脉高压患者，有 41 例患者再次入院治疗，预后不良发生率为 44.57%。预后不良组患者的年龄、病程高于预后良好组（$P<0.05$）。预后不良组患者的升主动脉直径（ascending aortic diameter, AAD）、主肺动脉直径（main pulmonary artery diameter, MPAD）、降主动脉直径（descending aortic diameter, DAD）、PLR、IL-17 指标高于预后良好组（$P<0.05$）。多因素 Logistic 分析显示，MPAD、AAD、DAD、IL-17、PLR 升高及年龄高、病程长是 AECOPD 并发肺动脉高压患者预后不良的危险因素。ROC 曲线分析显示，胸部血管 CT 参数 MPAD、AAD、DAD 与 PLR、IL-17 联合评估 AECOPD 合并肺动脉高压预后的曲线下面积（area under the curve, AUC）为 0.923，显著高于各指标单独评估。**结论：**MPAD、AAD、DAD、IL-17、PLR 升高及年龄高、病程长是 AECOPD 并发肺动脉高压患者预后不良的危险因素，胸部血管 CT 参数与 PLR、IL-17 联合检测对于 AECOPD 合并肺动脉高压患者预后有较高的评估价值。

关键词：肺动脉高压；慢性阻塞性肺疾病急性加重期；胸部血管 CT 参数；血小板与淋巴细胞比值；白细胞介素-17；预后；评估价值

中图分类号：R322.35；R445.3；R563 **文献标识码：**A **文章编号：**1673-6273（2025）18-2933-08

DOI: 10.13241/j.cnki.pmb.2025.18.008

Evaluate Value of Chest Vascular CT Parameters Combined with PLR and

* 基金项目：南平市科技计划项目（N2023J038）

作者简介：李阳（1988-），男，本科，主治医师，主要研究方向：呼吸内科，E-mail: 18965387862@163.com

△ 通讯作者：陈曦阳光（1991-），男，硕士，主治医师，主要研究方向：呼吸内科，E-mail: 619702018@qq.com

作者贡献：李阳负责研究的实施，撰写论文及修订；李阳、陈曦阳光负责研究的构思与设计；李阳、真滢、陈曦阳光负责数据的收集与整理、数据统计学分析与绘制图表；真滢负责文章的质量控制与审查，对文章整体负责。

利益冲突：所有作者均声明不存在利益冲突 伦理批号：南二医伦理审[2023]33 号 知情同意：已披露

引用本文：李阳, 真滢, 陈曦阳光. 胸部血管 CT 参数联合 PLR、IL-17 对慢性阻塞性肺疾病急性加重期并发肺动脉高压患者预后的评估价值[J]. 现代生物医学进展, 2025, 25(18): 2933-2940.

（收稿日期：2025-05-11）

IL-17 for the Prognosis of Patients with Acute Exacerbation of Chronic Obstructive Pulmonary Disease Complicated with Pulmonary Hypertension*

LI Yang, ZHEN Ying, CHENXI Yang-guang△

(Department of Respiratory Medicine, Nanping Second Hospital, Nanping, Fujian, 354200, China)

ABSTRACT Objective: To explore evaluate value of chest vascular computerized tomography (CT) parameters combined with platelet-to-lymphocyte ratio (PLR) and Interleukin (IL)-17 for the prognosis of patients with acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease (AECOPD) complicated with pulmonary hypertension. **Methods:** 92 patients with AECOPD complicated with pulmonary hypertension admitted to our hospital from February 2023 to June 2024 were prospectively selected as the research objects, and they were divided into poor prognosis group (n=41) and good prognosis group (n=51) according to the different prognosis. The chest vascular CT parame ters, PLR and IL-17 indicators of the two groups were compared. Multivariate Logistic regression analysis were used to analyze the influencing factors of prognosis in patients with AECOPD complicated with pulmonary hypertension. The receiver operating characteristic (ROC) curve was used to analyze the evaluate value of chest vascular CT parameters, PLR and IL-17 for the prognosis of patients with AECOPD complicated with pulmonary hypertension. **Results:** Among 92 patients with AECOPD complicated with pulmonary hypertension, 41 patients were readmitted for treatment, and the incidence of poor prognosis was 44.57%. The age and disease duration of patients in poor prognosis group were higher than those in good prognosis group (P<0.05). The ascending aortic diameter (AAD), main pulmonary artery diameter (MPAD), descending aortic diameter (DAD), PLR and IL-17 in poor prognosis group were higher than those in the good prognosis group (P<0.05). Multivariate logistic analysis showed that elevated MPAD, AAD, DAD, IL-17, PLR, advanced age and long disease course were risk factors for poor prognosis in patients with AECOPD complicated with pulmonary hypertension. ROC curve analysis showed that the area under the curve (AUC) of the chest vascular CT parameters MPAD, AAD, DAD combined with PLR and IL-17 for evaluating the prognosis of AECOPD complicated with pulmonary hypertension was 0.923, which was significantly higher than that evaluated by each index alone. **Conclusion:** Elevated MPAD, AAD, DAD, IL-17, PLR, advanced age and long disease course are risk factors for poor prognosis in patients with AECOPD complicated with pulmonary hypertension, the combined detection of chest vascular CT parameters and PLR, IL-17 has a high evaluating value for the prognosis of patients with AECOPD complicated with pulmonary hypertension.

Key words: Pulmonary hypertension; Acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease; Chest vascular CT parameters; Platelet-to-lymphocyte ratio; Interleukin-17; Prognosis; Evaluate value

前言

慢性阻塞性肺疾病(chronic obstructive pulmonary disease, COPD)以持续性气流受限为特征,其主要病理基础包括小气道病变(细支气管炎)和肺实质破坏(肺气肿)[1]。慢性阻塞性肺疾病急性加重期(acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease, AECOPD)是 COPD 进展至最严重的病情阶段,患者相关症状急剧加重,出现严重的呼吸困难、呼吸衰竭等危及患者生命的症状[2,3]。AECOPD 患者在病情进展过程中肺部组织结构和功能异常改变,造成患者的气道炎症和气流受阻,肺动脉压力升高,炎症反应加剧,导致并发肺动脉高压[4]。研究显示,AECOPD 并发肺动脉高压显著增加了患者的病死率和住院时间,严重

影响患者的生活质量[5]。随着影像学技术的发展,计算机断层扫描(computerized tomography, CT)诊断技术具有无创性、检查快速、操作简便等特点,通过对胸部的扫描检查进行肺部血管参数的定量分析,有助于直观的反映 AECOPD 患者的肺部病情程度情况[6]。血小板与淋巴细胞比值(platelet-to-lymphocyte ratio, PLR)表达血小板与淋巴细胞之间的比例关系,是一种新型的监测机体炎症反应状态的指标,可反映 AECOPD 患者的全身免疫炎症情况[7]。白细胞介素(Interleukin, IL)-17 是一种重要的促炎细胞因子,在免疫和炎症反应中发挥关键作用,可作为评估 AECOPD 病理进展的动态标志物[8]。目前,关于胸部血管 CT 参数与 PLR、IL-17 联合检测 AECOPD 合并肺动脉高压患者评估病情程度及评估预后的研究尚未见报道,因此本研究探讨胸部血管 CT 参数联合 PLR、IL-17 对 AECOPD 并发肺动脉高压患者预后的评估价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料

本研究为前瞻性研究,选取 2023 年 2 月至 2024 年 6 月我院收治的 92 例 AECOPD 合并肺动脉高压患者为研究对象,纳入标准:(1)符合《慢性阻塞性肺疾病诊治指南(2021 年修订版)》[9]AECOPD 的诊断标准;(2)符合《中国肺动脉高压诊断与治疗指南(2021 版)》[10]肺动脉高压;(3)患者均在我院接受住院治疗;(4)患者或家属同意参与研究并签署知情同意书。排除标准:(1)伴有其他呼吸系统或肺组织器质性疾病;(2)精神状态异常者;(3)其他因素导致的肺高压,如慢性血栓栓塞性肺动脉高压、原发性肺动脉高压;(4)合并其他全身性疾病,如恶性肿瘤、自身免疫性病;(5)胸廓畸形者。其中男性 52 例、女性 40 例;年龄 45~78 岁,平均年龄(64.99± 7.09)岁;体质量指数(body mass index, BMI)18~26 kg/m^2,平均(22.78± 1.78)kg/m^2;高血压病史 30 例;糖尿病史 24 例;高脂血症史 19 例;吸烟史 28 例;饮酒史 35 例;COPD 病程 2~10 年,平均病程(5.39± 1.08)年;住院天数 10~19 d,平均住院天数(14.17± 3.38)d。研究已通过我院医学伦理委员会审核批准(编号:南二医伦理审[2023]33 号)。

1.2 方法

所有患者入院后均行胸部 CT 检查,采用美国飞利浦 Brilliance iCT 128 排 256 层螺旋 CT 扫描仪进行扫描检查,设置扫描参数为:管电压 140 kV、螺距 0.625 mm、旋转时间 0.4~0.5 s、128 排检测器,层厚 0.1 mm,扫描范围为整个胸部。以获取更为清晰的影像图,检查过程中嘱患者正确的呼气和屏气,在扫描结束后根据影像图测量患者的胸部血管 CT 参数包括主肺动脉直径(main pulmonary artery diameter, MPAD)、升主动脉直径(ascending aortic diameter, AAD)、降主动脉直径(descending aortic diameter, DAD),CT 检查图片由 2 名影像学医师对进行评估,若存在分歧,由第 3 名资深影像学医师进行最终裁定。采集患者空腹静脉血 3 mL,TDZ5-WS 低速台式离心机(购自湖南湘仪实验室仪器开发有限公司)离心分离(离心参数:转速 3000 rpm、半径 5 cm、时间 15 min),以 BC-7500 型全自动血细胞分析仪(购自深圳迈瑞生物医疗电子股份有限公司)测量患者的血小板和淋巴细胞,根据结果计算 PLR,PLR= 血小板与淋巴细胞计数比值。采用 BIO-FLASH 全自动化学发光免疫分析仪(购自美国沃芬公司)检测 IL-17 水平。

1.3 随访与分组

所有患者出院后均以门诊复查或电话的方式进行随访,随访 6 个月,每个月随访 1 次,截止时间为 2024 年 12 月。对患者随访期间的预后进行观察和评估,随访期间患者再入院治疗记为预后不良,随访期间疾病未复发则为预后良好,并根据随访情况将患者分为预后良好组、预后不良组。

1.4 统计学方法

采用 SPSS 26.0 处理数据。符合正态分布的计量资料以($\bar{x}\pm s$)表示,进行 t 检验。计数资料以例(%)表示,进行 χ^2 检验。采用多因素 Logistic 回归分析 AECOPD 合并肺动脉高压患者预后的影响因素。应用受试者工作特性(receiver operating characteristic, ROC)曲线分析胸部血管 CT 参数、PLR、IL-17 单独及联合对 AECOPD 合并肺动脉高压患者预后的评估价值。检验水准 α=0.05。

2 结果

2.1 AECOPD 合并肺动脉高压患者随访结果统计

对纳入本研究的 92 例 AECOPD 合并肺动脉高压患者进行为期 6 个月随访观察,结果显示有 41 例患者再次入院治疗,预后不良发生率为 44.57%(41/92)。

2.2 两组胸部血管 CT 参数、PLR、IL-17 水平比较

预后不良组的 MPAD、AAD、DAD、PLR、IL-17 水平均高于预后良好组（P<0.05），见表 1、图 1。

表 1 两组胸部血管 CT 参数、PLR、IL-17 水平比较（$\bar{x}\pm s$）

Table 1 Comparison of chest vascular CT parameters, PLR and IL-17 levels between the two groups ($\bar{x}\pm s$)

组别	MPAD(mm)	AAD(mm)	DAD(mm)	PLR	IL-17(pg/mL)
预后良好组(n=51)	21.52± 5.63	24.35± 4.69	20.30± 4.78	181.32± 18.63	71.02± 9.88
预后不良组(n=41)	28.64± 6.05	30.02± 5.64	27.67± 4.85	271.58± 28.65	102.61± 13.07
t 值	-5.832	-6.194	-7.303	-18.222	-13.201
P 值	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

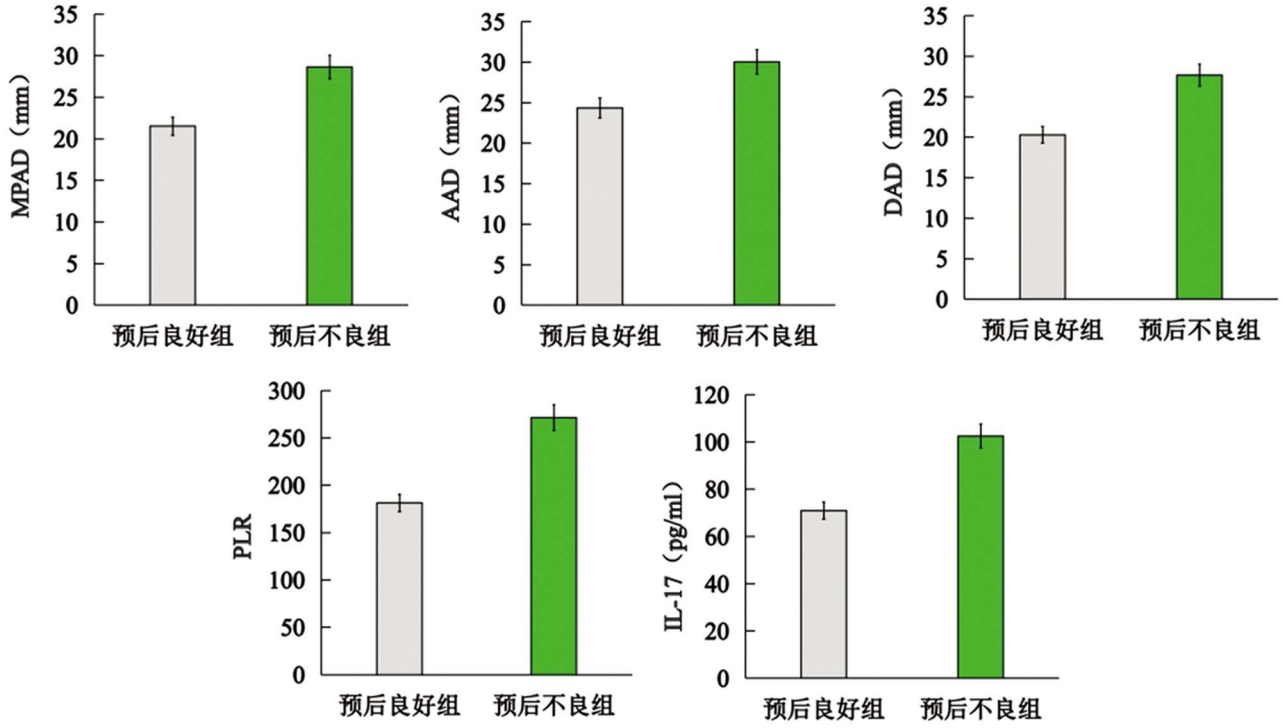

图 1 两组胸部血管 CT 参数、PLR、IL-17 水平比较柱形图

Fig.1 Histogram of comparison of chest vascular CT parameters, PLR and IL-17 levels between the two groups

2.3 影响 AECOPD 合并肺动脉高压患者预后的单因素 Logistic 分析

研究结果显示，两组在性别、BMI、高血压病史、糖尿病史、吸烟史、高脂血病史、饮酒史、住院天数对比差异无统计学意义（P>0.05）。预后不良组的年龄、病程均高于预后良好组（P<0.05），见表 2。

2.4 影响 AECOPD 合并肺动脉高压预后的多因素 Logistic 分析

以 AECOPD 合并肺动脉高压患者预后情况为因变量（预后不良 =1，预后良好 =0），以单因素分析中组间对比有差异的因素作为自变量（年龄、病程、MPAD、AAD、DAD、IL-17、PLR 皆为连续变量，原值输入），进行多因素 Logistic 回归分析。结果显示，MPAD 升高、AAD 升高、DAD 升高、IL-17 升高、PLR 升高、年龄高、病程长是 AECOPD 并发肺动脉高压预后不良的危险因素，见表 3。

2.5 胸部血管 CT 参数联合 PLR、IL-17 对 AECOPD 合并肺动脉高压患者预后的评估价值

ROC 曲线分析显示，胸部血管 CT 参数 MPAD、AAD、DAD 联合 PLR、IL-17 评估 AECOPD 合并肺动脉高压预后的曲线下面积（area under the curve, AUC）显著高于各指标单独评估，见表 4、图 2。

3 讨论

AECOPD 是中老年人群中常见的呼吸功能障碍

表 2 影响 AECOPD 合并肺动脉高压患者预后的单因素 Logistic 分析

Table 2 Univariate Logistic analysis affecting the prognosis of AECOPD patients with pulmonary hypertension

影响因素	预后不良组(n=41)	预后良好组(n=51)	t/x^2 值	*P* 值
性别[n(%)]				
男性	22(53.66)	30(58.82)	0.247	0.619
女性	19(46.34)	21(41.18)		
年龄($\bar{x}\pm s$, 岁)	68.35± 7.15	62.30± 6.71	4.175	0.000
BMI($\bar{x}\pm s$, kg/m^2)	22.65± 1.72	22.88± 1.86	-0.609	0.544
高血压病史[n(%)]	14(34.15)	16(31.37)	0.080	0.778
糖尿病史[n(%)]	13(31.71)	11(21.56)	1.212	0.271
高脂血症史[n(%)]	10(24.39)	9(17.65)	0.631	0.427
吸烟史[n(%)]	13(31.71)	15(29.41)	0.057	0.812
饮酒史[n(%)]	16(39.02)	19(37.25)	0.030	0.862
病程($\bar{x}\pm s$, 年)	6.85± 1.14	4.21± 1.03	11.651	0.000
住院天数($\bar{x}\pm s$, d)	14.35± 3.68	14.02± 3.78	0.421	0.675

表 3 影响 AECOPD 合并肺动脉高压患者预后的多因素 Logistic 分析

Table 3 Multivariate Logistic analysis affecting the prognosis of AECOPD patients with pulmonary hypertension

变量	β	SE	Wald x^2	OR(95%CI)	*P*
MPAD 升高	1.041	0.298	6.972	1.682(1.497~1.883)	0.005
AAD 升高	0.987	0.334	7.293	1.509(1.298~1.709)	0.001
DAD 升高	1.126	0.398	8.928	1.891(1.603~2.098)	0.000
PLR 升高	1.141	0.344	7.203	1.575(1.331~1.682)	0.004
IL-17 升高	1.126	0.398	8.928	1.891(1.603~2.098)	0.000
年龄高	1.141	0.344	7.203	1.575(1.331~1.682)	0.004
病程长	0.998	0.445	5.579	1.422(1.198~1.587)	0.006

表 4 胸部血管 CT 参数、PLR、IL-17 单独与联合评估 AECOPD 合并肺动脉高压患者预后的效能

Table 4 Efficacy of chest vascular CT parameters, PLR and IL-17 alone and in combination for evaluating the prognosis of AECOPD patients with pulmonary hypertension

指标	AUC(95%CI)	最佳截断值	灵敏度(%)	特异度(%)	约登指数
MPAD	0.725(0.622~0.813)	24.93 mm	73.17	68.63	0.418
AAD	0.728(0.625~0.815)	26.75 mm	75.61	66.67	0.423
DAD	0.772(0.672~0.853)	23.12 mm	80.49	68.63	0.492
PLR	0.758(0.658~0.842)	227.19	53.66	92.16	0.458
IL-17	0.726(0.623~0.814)	83.15 pg/mL	75.61	62.75	0.384
联合检测	0.923(0.864~0.969)	-	82.93	96.08	0.790

性疾病，在临床上发病率较高，且发病率随着年龄的增长显著升高。研究表明，患者发病过程中受到气道高炎性反应影响导致肺组织缺血缺氧，肺通气功能与血流不匹配出现功能紊乱，机体促炎与抗炎系统处于

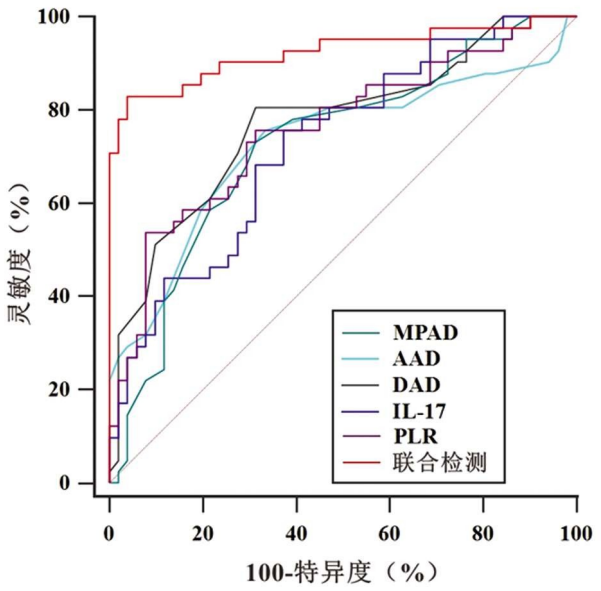

图 2 胸部血管 CT 参数、PLR、IL-17 单独与联合评估 AECOPD 合并肺动脉高压患者预后的 ROC 曲线

Fig.2 ROC curves of chest vascular CT parameters, PLR and IL-17 alone and in combination for evaluating the prognosis of AECOPD patients with pulmonary hypertension

紊乱状态，肺脏组织受到损伤，从而出现呼吸功能衰竭[11,12]。AECOPD 患者受到缺氧性肺血管收缩与重构、炎症、氧化应激等导致的肺血管阻力升高，从而引起肺动脉高压[13-15]。本研究分析 92 例 AECOPD 合并肺动脉高压患者预后情况，结果显示有 41 例患者在随访期间再次入院治疗，预后不良比例高达 44.57%，因此早期识别和评估 AECOPD 合并肺动脉高压患者的预后具有重要意义。

MPAD、AAD、DAD 均为胸部血管 CT 常用的定量检查参数，MPAD 通常在肺动脉分叉平面测量主肺动脉的直径，MPAD 升高提示主肺动脉扩张，可能与肺动脉高压、慢性肺病或先天性心脏病相关[16-18]。AAD 为肺动脉分叉平面或窦管交界平面测量升主动脉的直径，AAD 增大提示机体遭受炎症细胞浸润，可能与主动脉疾病相关[19,20]。DAD 是在肺动脉分叉平面、窦管交界平面或膈肌平面测量降主动脉的直径，其 DAD 的增大可能提示主动脉扩张等病变，侧面反映体内炎症和免疫应答的活化程度[21,22]。研究结果显示，预后不良组患者的胸部血管 CT 参数 MPAD、AAD、DAD 均高于预后良好组，是 AECOPD 合并肺动脉高压患者预后不良的独立危险因素。可能是因为 AECOPD 患者常伴有低氧血症，低氧可引起肺血管收缩，导致肺动脉压力升高[23,24]。长期的肺动脉高压会使肺动脉壁增厚、管腔狭窄，进而导致肺动脉扩张，MPAD 增大[25,26]。AECOPD 合并肺动脉高压患者常伴有肺血管重塑、内膜纤维化、血管壁增厚等症状，导致肺动脉的顺应性降低，肺血管通过增加直径以减少血液循环的阻力，而引起 MPAD、AAD、DAD 的显著升高[27]。肺血管的直径扩张会损伤患者的血管平滑肌细胞和内皮细胞发生病理性增生和重塑，并最终引起血管壁结构功能的改变，导致 AECOPD 合并肺动脉高压患者治疗后更容易复发，影响患者的预后[28]。

PLR 是血小板与淋巴细胞的比值，可反映机体的炎症反应水平，在 AECOPD 合并肺动脉高压患者中水平上升[29]。IL-17 的升高与疾病的严重程度和肺功能的恶化呈正相关，其水平越高提示肺部疾病患者的病情程度越严重 [30]。研究结果显示，预后不良组的 PLR 和 IL-17 水平均高于预后良好组，是 AECOPD 合并肺动脉高压患者预后不良的独立危险因素。AECOPD 合并肺动脉高压患者免疫系统处于失调状态，淋巴细胞的数量和功能可能出现异常，淋巴细胞可能被过度消耗或其功能受到抑制，导致其在血液中的比例下降，而血小板相对不受影响，使得 PLR 升高[31,32]。对于 AECOPD 合并肺动脉高压患者 PLR 水平越高则炎症反应和免疫系统功能紊乱越严重，加重患者的病情程度，导致患者的病情反复，影响患者的预后。IL-17 是一种重要的促炎细胞因子，在免疫和炎症反应中发挥关键作用，AECOPD 合并肺动脉高压患者因呼吸道感染等因素导致局部及全身炎症反应加重，炎症细胞如中性粒细胞、巨噬细胞等被激活，释放大量炎症因子，导致炎症反应加剧，IL-17 水平升高[33,34]。既往研究显示，AECOPD 合并肺动脉高压患者的辅助性 T 细胞 17 与调节性 T 细胞之间的平衡被打破，辅助性 T 细胞 17 比例增加，而调节性 T 细胞比例减少，免疫失衡，导致 IL-17 水平升高[35]。

多因素 Logistic 分析显示，年龄高、病程长也是 AECOPD 并发肺动脉高压患者预后不良的危险因素，可能是因为年龄越大患者的身体机能越差，病程越长则患者肺部组织结构功能受到的影响越大，从而导致患者预后受到影响。ROC 曲线分析显示，胸部血管 CT 参数 MPAD、AAD、DAD 与 PLR、IL-17 单独评估 AECOPD 合并肺动脉高压预后的 AUC 分别为 0.725、0.728、0.772、0.758、0.726，胸部血管 CT 参数与 PLR、IL-17 联合评估的 AUC 高达 0.923，多项指标联

合检测 AECOPD 合并肺动脉高压预后的效能显著上升。可能是因为胸部血管 CT 参数与 PLR、IL-17 的联合检测能够从患者的胸部血管的器质性变化和炎症反应的角度综合评估 AECOPD 合并肺动脉高压的风险，进而准确评估患者的预后。

综上所述，AECOPD 合并肺动脉高压患者预后不良率较高，MPAD、AAD、DAD、IL-17、PLR 升高及年龄高、病程长是 AECOPD 并发肺动脉高压患者预后不良的危险因素，胸部血管 CT 参数与 PLR、IL-17 联合检测 AECOPD 合并肺动脉高压患者预后有较高的评估价值。

参 考 文 献(References)

[1] Calverley PMA, Walker PP. Contemporary Concise Review 2022: Chronic obstructive pulmonary disease[J]. Respirology, 2023, 28(5): 428-436.

[2] Xu Z, Li F, Xin Y, et al. Prognostic risk prediction model for patients with acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease (AECOPD): a systematic review and meta-analysis[J]. Respir Res, 2024, 25(1): 410.

[3] Liew CQ, Hsu SH, Ko CH, et al. Acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease in United States emergency departments, 2010-2018 [J]. BMC Pulm Med, 2023, 23(1): 217.

[4] 任兵, 曹义, 陈翠翠. 多索茶碱对 COPD 急性加重期疗效的影响[J]. 锦州医科大学学报, 2024, 45(4): 93-96.

[5] Salai G, Toki ć Vukan- Ć usa T, Vergles M, et al. Hospitalization Predictors in Acute Exacerbation of Chronic Obstructive Pulmonary Disease: A Post Hoc Study of a Multicentric Retrospective Analysis[J]. J Clin Med, 2025, 14 (8): 2855.

[6] 高雅鹏, 李英. 胸部 CT 肺血管参数与 AECOPD 患者炎症反应, 肺功能及近期预后的关系 [J]. 国际呼吸杂志, 2025, 45(2): 136-142.

[7] Liao QQ, Mo YJ, Zhu KW, et al. Platelet-to-Lymphocyte Ratio (PLR), Neutrophil-to-Lymphocyte Ratio (NLR), Monocyte-to-Lymphocyte Ratio (MLR), and Eosinophil-to-Lymphocyte Ratio (ELR) as Biomarkers in Patients with Acute Exacerbation of Chronic Obstructive Pulmonary Disease (AECOPD) [J]. Int J Chron Obstruct Pulmon Dis, 2024, 19(1): 501-518.

[8] Ma R, Su H, Jiao K, et al. Association Between IL-17 and Chronic Obstructive Pulmonary Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis [J]. Int J Chron Obstruct Pulmon Dis, 2023, 18(9): 1681-1690.

[9] 中华医学会呼吸病学分会慢性阻塞性肺疾病学组, 中国医师协会呼吸医师分会慢性阻塞性肺疾病工作委员会. 慢性阻塞性肺疾病诊治指南（2021 年修订版)[J]. 中华结核和呼吸杂志, 2021, 44(3): 170-205.

[10] 中华医学会呼吸病学分会肺栓塞与肺血管病学组, 中国医师协会呼吸医师分会肺栓塞与肺血管病工作委员会, 全国肺栓塞与肺血管病防治协作组, 等. 中国肺动脉高压诊断与治疗指南（2021 版)[J]. 中华医学杂志, 2021, 101(1): 11-51.

[11] Zhou R, Pan D. Association between admission heart rate and in-hospital mortality in patients with acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease and respiratory failure: a retrospective cohort study [J]. BMC Pulm Med, 2024, 24(1): 111.

[12] Hu S, Zhang Y, Cui Z, et al. Development and validation of a model for predicting the early occurrence of RF in ICU-admitted AECOPD patients: a retrospective analysis based on the MIMIC-IV database[J]. BMC Pulm Med, 2024, 24(1): 302.

[13] 韩雨, 毕传昊, 郑志达, 等. 早期肺康复训练联合全身振动训练对 AECOPD 患者肺功能、运动能力和动脉血气分析指标的影响 [J]. 现代生物医学进展, 2024, 24 (24): 4704-4706.

[14] 周丹莎, 刘春丽, 陈豫钦, 等. 慢性阻塞性肺疾病合并肺动脉高压的发病机制研究进展 [J]. 国际呼吸杂志, 2025, 45 (4): 349-354.

[15] 莫秋弟, 谢栩硕, 郑志伟, 等. 慢阻肺相关的肺动脉高压患者发生肺部感染的危险因素分析 [J]. 广东药科大学学报, 2024, 40(3): 119-123.

[16] 钱骏, 孙凯. CT 评估肺小血管参数对慢性阻塞性肺疾病急性加重患者并发肺动脉高压的预测价值 [J]. 中国急救医学, 2025, 45(3): 232-236.

[17] 叶会娟, 徐筠军, 李萌. 胸部 CT 在慢阻肺急性加重期合并肺动脉高压分级诊断中的应用价值 [J]. 医学影像学杂志, 2025, 35(1): 62-64.

[18] 张楠, 杨晓锋, 王秀忠, 等. CT 肺血管定量指标对慢性阻塞性肺疾病急性加重期患者预后有评估价值[J]. 内科急危重症杂志, 2024, 30(4): 327-331.

[19] Booth K; (on behalf of UK-AS, the UK Aortic Society). Acute aortic dissection (AAD) - a lethal disease: the epidemiology, pathophysiology and natural history [J]. Br J Cardiol, 2023, 30(1): 9.

[20] Non AL, Bailey B, Bhatt SP, et al. Race-Specific Spirometry Equations Do Not Improve Models of Dyspnea and

Quantitative Chest CT Phenotypes [J]. Chest, 2023, 164(6): 1492-1504.

[21] Xu H, Yew MS. Visual Ordinal Coronary Artery Calcium Score from Non-Gated Chest CT Predicts Mortality After Severe Chronic Obstructive Pulmonary Disease Exacerbation [J]. Int J Chron Obstruct Pulmon Dis, 2023, 18 (3): 3115-3124.

[22] Li X, Feng S, Yang Y, et al. Association Between Airway Mucus Plugs and Risk of Moderate-to-Severe Exacerbations in Patients With COPD: Results From a Chinese Prospective Cohort Study[J]. Chest, 2025, 8(2): 369-374.

[23] 周璇, 邹娟, 谢莉, 等. 慢性阻塞性肺疾病急性加重期患者 CT 肺血管参数与肺功能及预后相关性分析 [J]. 陕西医学杂志, 2023, 52(5): 587-590.

[24] 邹勋, 唐晓红, 景达, 等. 慢性阻塞性肺病患者并发肺动脉高压的危险因素 meta 分析 [J]. 重庆医学, 2024, 53(11): 1711-1716.

[25] Liu A, Xu W, Xi L, et al. Cardiovascular metrics on CT pulmonary angiography in patients with pulmonary hypertension - re-evaluation under the updated guidelines of pulmonary hypertension [J]. Insights Imaging, 2023, 14(1): 179-185.

[26] Lozano-Carrillo LC, Alvarez-Lozada LA, Fernández-Reyes BA, et al. Main pulmonary artery diameter related to pneumonia severity[J]. Clin Anat, 2024, 37(7): 784-790.

[27] 王仲森. 慢性阻塞性肺疾病相关性肺动脉高压的 CT 特征及其诊断价值 [J]. 影像研究与医学应用, 2023, 7(22): 42-44.

[28] Lin Y, Li M, Xie S. Diagnostic value of fully automated CT pulmonary angiography in patients with chronic thromboembolic pulmonary hypertension and chronic thromboembolic disease [J]. Eur Radiol, 2025, 20 (1): 271-278.

[29] 朱春梅. 内皮素 -1, 中性粒细胞 / 淋巴细胞比率, 血小板 / 淋巴细胞比率及 N 末端脑钠肽前体在慢性阻塞性肺疾病合并肺动脉高压患者中的表达水平及临床意义[J]. 现代医学与健康研究电子杂志, 2023, 7(23): 104-108.

[30] 童惠静, 滕旭升, 孔来法, 等. IL-17 和 IL-1β 基因多态性与 AECOPD 合并肺部感染的关联 [J]. 中华医院感染学杂志, 2024, 34(17): 2609-2612.

[31] 王一聃. 慢性阻塞性肺疾病患者急性加重期发生肺动脉高压风险的预测模型[D]. 湖北: 湖北医药学院, 2024.

[32] 张芝瑞, 张艳, 李俊杰, 等. 慢性阻塞性肺疾病并发肺动脉高压患者血清微小 RNA-130a、中性粒细胞与淋巴细胞比值、胸部血管 CT 参数变化及其与病情程度关系研究[J]. 陕西医学杂志, 2024, 53(12): 1640-1644.

[33] Guo J, Zhou LS, Lü X, et al. Mechanisms of LouDan LiFei granule attenuate inflammatory injury in AECOPD: A network pharmacology and experimental validation [J]. Phytomedicine, 2025, 142(1): 156-168.

[34] 万引, 况卫丰, 陈轩, 等. 慢性阻塞性肺疾病合并肺动脉高压患者血清白介素与肺动脉压力的相关性[J]. 中国当代医药, 2024, 31(2): 26-29.

[35] Gao W, Gao L, Yang F, et al. Circulating JNK pathway-associated phosphatase: A novel biomarker correlates with Th17 cells, acute exacerbation risk, and severity in chronic obstructive pulmonary disease patients[J]. J Clin Lab Anal, 2022, 36(1): 241-253.