

• 论 著 • DOI:10.3969/j.issn.1672-9455.2026.12.014

老年社区获得性肺炎患者血清 NLRP3、Gal-3 水平与病情严重程度的关系*

李 慧¹, 阳 韬², 张 美¹, 李 逸¹, 韩仰光^{1△}
江苏省镇江市第一人民医院:1. 感染性疾病科;2. 呼吸内科, 江苏镇江 212002

摘 要:目的 探讨老年社区获得性肺炎(CAP)患者血清核苷酸结合寡聚化结构域样受体蛋白 3 (NLRP3)、半乳糖凝集素-3(Gal-3)水平与病情严重程度的关系。**方法** 选择 2023 年 6 月至 2025 年 6 月该院收治的 79 例老年 CAP 患者作为观察组,根据入院时肺炎严重程度指数(PSI),将 PSI 为Ⅰ~Ⅲ级的患者纳入轻症组(35 例),PSI 为Ⅳ~Ⅴ级的患者纳入重症组(44 例)。另选取同期在该院进行体检的 50 例健康老年人作为对照组。检测所有研究对象全血超敏 C 反应蛋白(hs-CRP)及血清降钙素原(PCT)、NLRP3、Gal-3 水平。采用 Spearman 相关或点二列相关分析各指标之间的相关性。采用多因素 Logistic 回归分析老年 CAP 患者发生重症的影响因素。采用受试者工作特征(ROC)曲线分析血清 NLRP3、Gal-3 单独及联合对老年 CAP 病情严重程度的评估价值。**结果** 观察组全血 hs-CRP 及血清 NLRP3、Gal-3、PCT 水平明显高于对照组,差异均有统计学意义($P<0.05$)。重症组合并慢性阻塞性肺疾病比例、全血 hs-CRP 及血清 PCT、NLRP3、Gal-3 水平明显高于轻症组,差异均有统计学意义($P<0.05$)。老年 CAP 患者血清 NLRP3 水平与全血 hs-CRP 及血清 Gal-3、PCT 水平呈正相关($P<0.05$);血清 Gal-3 水平与全血 hs-CRP、血清 PCT 水平呈正相关($P<0.05$),血清 NLRP3、Gal-3 水平与病情严重程度呈正相关($P<0.05$)。多因素 Logistic 回归分析结果显示,血清 NLRP3、Gal-3 水平升高是老年 CAP 患者发生重症的独立危险因素($P<0.05$)。ROC 曲线分析结果显示,NLRP3、Gal-3 单独及联合评估老年 CAP 患者为重症的曲线下面积分别为 0.796、0.753、0.810。**结论** 老年 CAP 患者血清 NLRP3、Gal-3 水平与病情严重程度有关,二者联合检测对老年 CAP 为重症的评估价值更高。

关键词:社区获得性肺炎; 核苷酸结合寡聚化结构域样受体蛋白 3; 半乳糖凝集素-3; 病情严重程度; 老年

中图法分类号:R563.1;R446.1 文献标志码:A 文章编号:1672-9455(2026)12-1671-06

Relationship of serum NLRP3 and Gal-3 levels with disease severity in elderly patients with community-acquired pneumonia*

LI Hui¹, YANG Tao², ZHANG Mei¹, LI Chan¹, HAN Yangguang^{1△}
1. Department of Infectious Diseases; 2. Department of Respiratory Medicine, Zhenjiang First People's Hospital, Zhenjiang, Jiangsu 212002, China

Abstract: Objective To investigate the relationship of serum levels of nucleotide-binding oligomerization domain-like receptor protein 3 (NLRP3) and galectin-3 (Gal-3) with disease severity in elderly patients with community-acquired pneumonia (CAP). **Methods** A total of 79 elderly patients with CAP admitted to the hospital from June 2023 to June 2025 were selected as the observation group. According to the pneumonia severity index (PSI) at admission, patients with PSI grades Ⅰ—Ⅲ were assigned to the mild group (35 cases), and those with PSI grades Ⅳ—Ⅴ were assigned to the severe group (44 cases). Additionally, 50 healthy elderly individuals who underwent physical examination at the hospital during the same period were selected as the control group. Levels of whole blood high-sensitivity C-reactive protein (hs-CRP) and serum procalcitonin (PCT), NLRP3 and Gal-3 were measured in all study subjects. Spearman or point-biserial correlation analysis was conducted to assess the correlations among the indicators. Multivariate Logistic regression analysis was performed to identify the factors influencing the occurrence of severe illness in elderly patients with CAP. Receiver operating characteristic (ROC) curve was plotted to evaluate the value of serum NLRP3 and Gal-3 alone and in combination in assessing the severity of CAP in elderly patients. **Results** The levels of whole

* 基金项目:江苏省镇江市重点研发计划-社会发展项目(SH2020047)。
作者简介:李慧,女,副主任医师,主要从事感染性疾病方向的研究。△ 通信作者,E-mail:382743645@qq.com。
引用格式:李慧,阳韬,张美,等.老年社区获得性肺炎患者血清 NLRP3、Gal-3 水平与病情严重程度的关系[J].检验医学与临床,2026,23(12):1671-1676.

blood hs-CRP and serum PCT, NLRP3 and Gal-3 in the observation group were higher than those in the control group, with statistically significant differences ($P < 0.05$). The proportion of patients with comorbid chronic obstructive pulmonary disease, levels of whole blood hs-CRP and serum PCT, NLRP3 and Gal-3 in the severe group were higher than those in the mild group, with statistically significant differences ($P < 0.05$). In elderly patients with CAP, the serum NLRP3 level was positively correlated with whole blood hs-CRP, serum Gal-3 and serum PCT levels ($P < 0.05$); the serum Gal-3 level was positively correlated with whole blood hs-CRP and serum PCT levels ($P < 0.05$); and serum NLRP3 and Gal-3 levels were positively correlated with disease severity ($P < 0.05$). Elevated serum NLRP3 and Gal-3 levels were identified as independent risk factors for the occurrence of severe illness in elderly patients with CAP ($P < 0.05$). The areas under the curves (AUCs) of NLRP3 alone, Gal-3 alone and their combination in assessing severe illness in elderly patients with CAP were 0.796, 0.753, and 0.810 respectively. **Conclusion** The serum levels of NLRP3 and Gal-3 in elderly patients with CAP are associated with disease severity. Combined detection of both indicators demonstrates higher value in assessing severe CAP in elderly patients.

Key words: community-acquired pneumonia; nucleotide-binding oligomerization domain-like receptor protein 3; galectin-3; disease severity; elderly

社区获得性肺炎(CAP)是一种常见且可能危及生命的疾病。CAP 临床表现差异较大,从轻微的呼吸系统症状到严重的多器官衰竭均可发生,构成了重大的全球健康威胁^[1]。CAP 好发于合并慢性基础疾病,如慢性阻塞性肺疾病(COPD)、高血压和糖尿病等老年患者,往往需要住院治疗^[2]。CAP 的病情严重程度评估现已成为临床实践和临床研究中公认的项目,也是 CAP 患者管理的重要早期步骤^[3]。肺炎严重程度指数(PSI)是一个重要的评分系统,可以评估 CAP 的严重程度并确定入院状况,但在识别需要重症监护支持的患者方面灵敏度较低,需结合潜在的临床标志物^[4]。既往的研究显示,核苷酸结合寡聚化结构域样受体蛋白 3(NLRP3)是一个多蛋白复合物,在炎症调节中起着至关重要的作用^[5]。半乳糖凝集素-3(Gal-3)是一种进化保守的多功能蛋白质,可驱动炎症反应^[6],在评估新型冠状病毒感染(COVID-19)严重程度和预后中已得到充分研究^[7]。既往已有部分研究报道了 NLRP3、Gal-3 在 CAP 患者中的研究价值^[8-9],但关于二者与老年 CAP 患者病情严重程度的关系,仍缺乏足够的临床证据。基于此背景,本研究旨在探讨老年 CAP 患者血清 NLRP3、Gal-3 水平与病情严重程度的关系,现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选择 2023 年 6 月至 2025 年 6 月本院收治的 79 例老年 CAP 患者作为观察组,入院时根据 PSI 分级标准进行分组^[10],将 PSI 为 I ~ III 级的患者纳入轻症组(35 例),PSI 为 IV ~ V 级的患者纳入重症组(44 例)。另选取同期在本院进行健康体检的 50 例老年人(经体检证实无急慢性感染性疾病、无严重心脑血管基础疾病、各项炎症指标正常等)作为对照组。观察组纳入标准:(1)年龄 ≥ 60 岁;(2)符合 CAP 诊断标准^[11];(3)1 周内未使用过抗菌药物;(4)神志清楚,配合治疗。排除标准:(1)合并肺结核、肺部肿瘤、间质性肺病等其他肺部基础疾病者;(2)合并其他

部位恶性肿瘤患者;(3)合并重要脏器衰竭患者;(4)合并精神障碍患者;(5)合并自身免疫性疾病患者。观察组中男 48 例,女 31 例;年龄 61 ~ 82 岁,平均 (67.86 ± 2.23) 岁;体质指数(BMI) $15.5 \sim 26.2$ kg/m^2 ,平均 (21.19 ± 2.54) kg/m^2 。对照组中男 29 例,女 21 例;年龄 60 ~ 82 岁,平均 (66.92 ± 2.54) 岁,BMI $15.6 \sim 26.1$ kg/m^2 ,平均 (20.89 ± 2.61) kg/m^2 。2 组年龄、性别、BMI 比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$),具有可比性。本研究经本院医学伦理委员会批准(审批号:K-20230112-Y),所有研究对象均知情同意本研究并签署同意书。

1.2 方法

1.2.1 指标检测 收集 2 组的空腹静脉血,早上 6:00 分别抽取 4 mL 非抗凝血和 2 mL 抗凝血各 1 管,采血后非抗凝血静置 30 min,3 000 r/min 离心 10 min,分离血清。采用诺尔曼全自动化学发光免疫分析仪(型号:NRM411)检测血清降钙素原(PCT)水平。采用酶联免疫吸附试验(ELISA)检测血清 NLRP3、Gal-3 水平。NLRP3 试剂盒购自北京索莱宝生物有限公司(货号:SEKH-0504),Gal-3 试剂盒购自上海江莱生物科技有限公司(货号:JL19301)。采用迈瑞血细胞分析仪(型号:BC-7500)检测全血超敏 C 反应蛋白(hs-CRP)水平。

1.2.2 资料收集 收集患者基线资料,如吸烟史、基础疾病(高血压、糖尿病、COPD)等。

1.3 观察指标 (1)比较观察组和对照组血清 NLRP3、Gal-3 水平。(2)比较轻症组和重症组基线资料,以及血清 PCT、NLRP3、Gal-3 水平,全血 hs-CRP 水平。(3)分析老年 CAP 患者发生重症的影响因素。(4)分析观察组患者血清 NLRP3、Gal-3 水平与病情严重程度及全血 hs-CRP、血清 PCT 水平的相关性。(5)分析观察组患者血清 NLRP3、Gal-3 对老年 CAP 患者病情严重程度的评估价值。

1.4 统计学处理 采用 SPSS26.0 统计软件进行统

计处理和分析。符合正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,2 组间比较采用独立样本 t 检验;不符合正态分布的计量资料以 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示,组间比较采用 Mann-Whitney U 检验。计数资料以例数或百分率表示,组间比较采用 χ^2 检验。采用 Spearman 相关或点二列相关进行相关性分析。采用多因素 Logistic 回归分析老年 CAP 患者发生重症的影响因素;采用受试者工作特征(ROC)曲线分析血清 NLRP3、Gal-3 对 CAP 患者病情严重程度的评估价值,曲线下面积(AUC)的比较采用 DeLong 检验。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 观察组 and 对照组全血 hs-CRP 及血清 NLRP3、Gal-3、PCT 水平比较 观察组全血 hs-CRP 及血清 NLRP3、Gal-3、PCT 水平明显高于对照组,差异均有统计学意义($P < 0.001$)。见表 1。

2.2 不同病情严重程度的老年 CAP 患者基线资料、

全血 hs-CRP 及血清 NLRP3、Gal-3、PCT 水平比较 轻症组与重症组在年龄、性别、BMI,以及有吸烟史、合并糖尿病、高血压比例方面比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$)。重症组合并 COPD 比例、全血 hs-CRP 及血清 NLRP3、Gal-3、PCT 水平明显高于轻症组,差异均有统计学意义($P < 0.05$)。见表 2。

2.3 多因素 Logistic 回归分析老年 CAP 患者发生重症的影响因素 以老年 CAP 患者是否发生重症(重症=1,轻症=0)为因变量,将表 2 中差异有统计学意义的指标作为自变量进行多因素 Logistic 回归分析。结果显示,血清 NLRP3、Gal-3 水平升高是老年 CAP 患者发生重症的独立危险因素($P < 0.05$)。为评估 NLRP3、Gal-3 单独成模的评估效能(用于后续 ROC 曲线分析),另行拟合仅含 NLRP3、Gal-3 的简化模型,结果显示,NLRP3、Gal-3 仍与结局有关($P < 0.05$)。见表 3。

表 1 观察组 and 对照组全血 hs-CRP 及血清 NLRP3、Gal-3、PCT 水平比较[M(P₂₅, P₇₅)]

组别	n	NLRP3(pg/mL)	Gal-3(pg/mL)	PCT(ng/mL)	hs-CRP(mg/L)
观察组	79	117.30(110.20,137.00)	16.60(9.00,21.20)	0.57(0.11,1.29)	27.60(15.40,36.06)
对照组	50	84.55(60.18,93.90)	9.45(3.70,13.68)	0.09(0.04,0.31)	13.45(9.03,17.88)
Z		-6.461	-4.960	-4.411	-5.936
P		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

表 2 不同病情严重程度老年 CAP 患者基线资料、全血 hs-CRP 及血清 NLRP3、Gal-3、PCT 水平比较[$\bar{x} \pm s$ 或 $n(\%)$ 或 $M(P_{25}, P_{75})$]

组别	n	年龄(岁)	男性	BMI(kg/m ²)	有吸烟史	合并 COPD	合并糖尿病	合并高血压
轻症组	35	68.40±7.36	20(57.14)	21.07±2.44	13(37.14)	3(8.57)	7(20.00)	15(42.86)
重症组	44	67.43±7.18	28(63.64)	21.28±2.65	18(40.91)	12(27.27)	9(20.45)	20(45.45)
t/χ ² /Z		0.589	0.345	-0.354	0.116	4.432	0.002	0.053
P		0.834	0.557	0.724	0.733	0.035	0.960	0.817

组别	n	hs-CRP(mg/L)	PCT(ng/mL)	NLRP3(pg/mL)	Gal-3(pg/mL)
轻症组	35	23.80(14.50,28.80)	0.16(0.07,0.44)	113.80(89.50,117.30)	13.70(5.00,18.70)
重症组	44	35.80(15.80,57.23)	1.04(0.58,1.58)	132.15(115.85,149.08)	20.20(14.25,24.20)
t/χ ² /Z		-3.741	-4.418	-5.068	-3.839
P		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

表 3 多因素 Logistic 回归分析老年 CAP 患者发生重症的影响因素

项目	赋值	β	SE	Waldχ ²	P	OR	OR 的 95%CI
模型 1							
hs-CRP	原值代入	0.073	0.08	0.833	0.359	1.076	0.920~1.259
PCT	原值代入	0.007	0.021	0.111	0.755	1.007	0.965~1.050
NLRP3	原值代入	1.936	0.708	7.477	0.006	6.933	1.731~27.776
Gal-3	原值代入	0.058	0.026	4.976	0.027	1.060	1.007~1.115
合并 COPD	1=有,0=无	1.419	1.176	1.455	0.228	4.133	0.412~41.45
常数项	—	-4.768	1.985	5.771	0.016	—	—
模型 2							
NLRP3	原值代入	2.414	0.622	15.068	0.001	11.180	3.304~37.829
Gal-3	原值代入	0.066	0.022	9.000	0.003	1.068	1.023~1.116
常数项	—	-3.160	0.781	16.382	0.001	—	—

注:模型 1 为全模型;模型 2 为拟合仅含 NLRP3、Gal-3 的简化模型,用于后续的 ROC 曲线分析;—表示无数据。

2.4 相关性分析 Spearman 相关分析结果显示,老年 CAP 患者血清 NLRP3 水平与 Gal-3 水平呈正相

关($r = 0.753, P < 0.001$),血清 NLRP3 水平与全血 hs-CRP、血清 PCT 水平呈正相关($r = 0.556, 0.511$,

均 $P<0.001$),血清 Gal-3 水平与全血 hs-CRP、血清 PCT 水平呈正相关($r=0.637,0.583$,均 $P<0.001$)。点二列相关分析结果显示,老年 CAP 患者血清 NLRP3、Gal-3 水平与病情严重程度均呈正相关($r=0.656,0.730,P<0.001$)。

2.5 血清 NLRP3、Gal-3 对老年 CAP 患者病情严重程度的评估价值 以血清 NLRP3、Gal-3 为检验变量,患者病情严重程度(重症=1,轻症=0)为状态变

量绘制 ROC 曲线。联合评估的方程: $\text{Logit}(P) = -3.160 + 2.414X_{\text{NLRP3}} + 0.066X_{\text{Gal-3}}$ 。结果显示,血清 NLRP3、Gal-3 联合检测评估老年 CAP 为重症的 AUC 大于 NLRP3($Z=3.855,P<0.05$)、Gal-3($Z=3.772,P<0.05$)单独评估的 AUC,而 NLRP3 与 Gal-3 的 AUC 比较,差异无统计学意义($Z=-0.915,P>0.05$)。见表 4。

表 4 血清 NLRP3、Gal-3 对老年 CAP 患者病情严重程度的评估价值

项目	AUC	灵敏度(%)	特异度(%)	约登指数	最佳截断值	AUC 的 95%CI	P
NLRP3	0.796	70.5	57.0	0.275	116.45 pg/mL	0.692~0.900	<0.05
Gal-3	0.753	52.3	57.0	0.093	15.80 pg/mL	0.647~0.858	<0.05
2 项联合	0.810	86.0	65.9	0.519	0.57	0.711~0.909	<0.05

3 讨 论

CAP 在老年人群中成为日益严峻的公共健康问题,其高发病率与基础疾病多、营养状况低下及吞咽功能差等衰老相关的多种危险因素密切相关^[12]。此外,随着人口老龄化的进一步加剧,这些因素共同增加了肺部感染的易感性,导致 CAP 患者病死率急剧上升^[13],进一步凸显了老年 CAP 临床管理的紧迫性^[11,14]。

然而,CAP 的病因诊断存在困难,仅 40%~60% 的病例可明确病因学诊断,这使得病情严重程度评估成为老年 CAP 患者分层管理、优化治疗策略的关键环节^[8]。HUANG 等^[15]研究证实,PSI 在预测老年 CAP 住院患者不良结局中表现优异,其较高的阴性预测值可有效排除低风险患者,为临床风险分层提供了可靠工具。基于此,本研究选择 PSI 作为 CAP 病情严重程度的判断标准,探讨血清 NLRP3、Gal-3 评估老年 CAP 病情严重程度的可行性,旨在为老年 CAP 患者的临床评估提供更精准的生物学指标,弥补传统评估方式的不足。

NLRP3 作为先天性免疫的关键组成部分,在宿主防御中发挥关键作用^[16]。各种病原微生物感染后可以活化 NLRP3,再通过多种机制参与感染的致病进程及感染后的免疫反应^[17]。肺炎链球菌、化脓性链球菌等均是上呼吸道的常见感染菌,细菌介导的 NLRP3 激活需要细菌摄取、吞噬溶酶体破坏及毒素介导的渗漏,随后,细菌 RNA 与 NLRP3 相互作用并激活炎症小体级联反应^[18]。肺炎球菌 2 种最重要的分泌型毒力决定因子是过氧化氢和肺炎链球菌溶血素(PLY),这 2 种因子均参与 NLRP3 的激活与抑制过程^[19]。一项人类中性粒细胞的研究表明,PLY 介导的 NLRP3 激活是钾离子外流的结果^[20]。在临床研究中,已发现重症 CAP 患者血清 NLRP3 水平显著升高,且与患者的 30 d 病死率呈明显的正相关关系^[21],证实 NLRP3 与 CAP 的病情进展及预后密切关联。

本研究结果进一步支持这一结论,与对照组相比,观察组血清 NLRP3 水平显著升高,且重症组 NLRP3 水平明显高于轻症组。相关性分析结果显示,老年 CAP 患者血清 NLRP3 水平与病情严重程度呈正相关,ROC 曲线分析结果显示,血清 NLRP3 评估老年 CAP 患者病情严重程度的 AUC 为 0.796,提示血清 NLRP3 水平越高,老年 CAP 患者病情越严重。此外,本研究还发现血清 NLRP3 水平与传统炎症指标 hs-CRP、PCT 水平呈正相关。虽然 hs-CRP 和 PCT 是临床常用炎症标志物,但缺乏特异性^[14],二者均可通过影响 NLRP3 相关信号通路调控细胞焦亡。这一关联不仅为 NLRP3 参与 CAP 炎症反应的机制提供了间接证据,更提示 NLRP3 作为老年 CAP 新型炎症标志物的潜在价值;相较于传统指标,NLRP3 可能更精准地反映 CAP 的炎症激活状态与病情严重程度,值得后续深入探索。

Gal-3 广泛参与肺部生理与病理过程,在多种肺部疾病中均发挥重要作用。肺部多种细胞均可产生和分泌 Gal-3,且在急性肺损伤/急性呼吸窘迫综合征、肺纤维化疾病、肺癌、肺部感染、COPD 和哮喘中均发现 Gal-3 的过表达^[22-24]。Gal-3 可以通过刺激中性粒细胞、巨噬细胞等产生大量肿瘤坏死因子(TNF)- α 、白细胞介素(IL)-6 等促炎性细胞因子,加剧肺部炎症反应^[25]。Gal-3 还可以通过与 NLRP3 相互作用,增强宿主炎症反应并促进巨噬细胞产生 IL-1 β ,加重肺部感染^[26]。在这些肺部疾病中,Gal-3 对炎症反应增强、免疫细胞活化、组织纤维化及组织重塑具有多种影响,对 Gal-3 进行遗传和药理学调控对于肺部疾病的治疗具有重要意义^[27]。Gal-3 被证明是反映 COVID-19 严重程度的重要预后标志物^[28-30]。一项采用 Gal-3 抑制剂治疗 COVID-19 I b/II a 期随机对照临床试验结果显示,该抑制剂耐受性良好,并达到了具有靶点结合作用的临床相关血浆浓度^[31]。陈音等^[32]检测了 342 例老年重症肺炎合并呼吸衰竭患

者血清 Gal-3 水平,结果显示其与患者病情严重程度呈正相关。本研究针对老年 CAP 的分析进一步拓展了 Gal-3 的临床意义:观察组血清 Gal-3 水平高于对照组,且重症组高于轻症组;相关性分析显示,老年 CAP 患者血清 Gal-3 水平与病情严重程度呈正相关;ROC 曲线分析结果显示,Gal-3 评估老年 CAP 患者病情严重程度的 AUC 为 0.753,提示 Gal-3 可有效评估老年 CAP 的病情严重程度。同时,血清 Gal-3 水平与全血 hs-CRP、血清 PCT 水平呈正相关,也为其作用机制提供了线索;推测体内 hs-CRP、PCT 等炎症因子水平升高可激活免疫系统,诱导肺组织细胞合成并释放 Gal-3,进而通过放大炎症与免疫反应参与 CAP 的病理进程。但这一机制有待后续实验进一步验证。

单一生物学指标在疾病诊断或评估中往往存在灵敏度或特异度不足的局限性,而指标间的协同作用可显著提升效能。本研究发现,老年 CAP 患者血清 NLRP3 水平与 Gal-3 水平呈正相关,且多因素 Logistic 回归分析显示,NLRP3、Gal-3 水平升高是老年 CAP 患者发生重症的独立危险因素。这一关联不仅提示二者可能在 CAP 的炎症反应中存在协同作用,更为二者联合应用提供了理论基础^[33]。从评估效能来看,NLRP3、Gal-3 联合检测的 AUC 大于单项指标检测,这一结果充分证实,NLRP3 与 Gal-3 联合检测可弥补各自局限,更精准地识别老年重症 CAP 患者,为临床风险分层与治疗决策提供更可靠的参考依据。

本研究虽初步证实了血清 NLRP3 与 Gal-3 在老年 CAP 中的临床价值,但仍存在若干局限性需在后续研究中完善。首先,研究样本量相对较少,结论有待大样本、多中心的前瞻性研究进一步验证,以降低单中心样本偏倚对结果的影响。其次,未开展 CAP 治疗过程中的纵向追踪研究,无法动态观察患者血清 NLRP3 与 Gal-3 水平随治疗进程的变化规律,难以明确二者与治疗疗效及预后的关联。第三,尚未深入探讨 NLRP3 与 Gal-3 在老年 CAP 发生、发展中的具体作用机制。尽管已有研究证实,抑制 NLRP3 与 Gal-3 表达可减轻脊髓损伤相关炎症反应、抑制脑胶质细胞 M1 型极化,且 Gal-3 过表达可促进 NLRP3 表达,而 NLRP3 过表达对 Gal-3 表达无显著影响,提示二者存在潜在调控关系^[33],但该调控机制在老年 CAP 病理生理过程中的作用仍不明确,其作为老年 CAP 诊断标志物的特异性及作为治疗干预靶点的可行性,尚需更深入的机制研究加以阐明。

综上所述,血清 NLRP3 与 Gal-3 可作为评估老年 CAP 患者病情严重程度的潜在生物学指标,且二者联合检测具有更高的评估价值。未来需通过更系统的研究突破现有局限,进一步明确二者的作用机制与临床转化价值,以期为老年 CAP 的精准管理提供新策略。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突。
作者贡献 李慧、韩仰光:设计研究方案、流程,论

文撰写和修改;李挽、张美:实施研究过程,数据收集,统计分析;阳韬:进行文献搜索与整理。

参考文献

- [1] 黄文杰. 社区获得性肺炎的诊治现状[J]. 医学临床研究,2020,37(2):161-163.
- [2] MARTIN-LOECHES I, REYES L F, RODRIGUEZ A. Severe community-acquired pneumonia (sCAP): advances in management and future directions[J]. Thorax, 2025, 80(8): 565-575.
- [3] AVARI M, BROWN J S. Management of community-acquired pneumonia: essential tips for the physician on call [J]. Br J Hosp Med (Lond), 2020, 81(5): 1-9.
- [4] 韩梅, 刘家昌. 生物标记物在社区获得性肺炎病情判断中的价值[J]. 临床肺科杂志, 2019, 24(2): 354-356.
- [5] WANG H Y, LV C, WANG S, et al. NLRP3 inflammasome involves in the acute exacerbation of patients with chronic obstructive pulmonary disease[J]. Inflammation, 2018, 41(4): 1321-1333.
- [6] SOARES L C, AL-DALAHMAH O, HILLIS J, et al. Novel galectin-3 roles in neurogenesis, inflammation and neurological diseases [J]. Cells, 2021, 10(11): 3047.
- [7] GAJOVIC N, MARKOVIC S S, JURISEVIC M, et al. Galectin-3 as an important prognostic marker for COVID-19 severity[J]. Sci Rep, 2023, 13(1): 1460.
- [8] 蒋桂云. 血清降钙素原和半乳糖凝集素-3 联合检测在社区获得性肺炎病死率评估中的意义[J]. 检验医学与临床, 2019, 16(7): 971-973.
- [9] 周呈义, 周国旗, 刘振峰, 等. NLRP3 炎症小体在重症社区获得性肺炎患者中的表达[J]. 国际呼吸杂志, 2021, 41(12): 902-907.
- [10] 孔庆华, 白久武, 王晓如, 等. 三种评分系统在老年社区获得性肺炎危险度分层及病情评估中的应用[J]. 中国呼吸与危重监护杂志, 2018, 17(2): 138-143.
- [11] 中华医学会急诊医学分会, 中国老年社区获得性肺炎急诊诊疗专家共识组. 中国老年社区获得性肺炎急诊诊疗专家共识[J]. 中华急诊医学杂志, 2023, 32(10): 1319-1327.
- [12] HAN J H, RESSER J J, BAUGHMAN A, et al. Community-acquired pneumonia in hospitalized adults: long-term morbidities and their risk factors[J]. BMC Infect Dis, 2025, 25(1): 826.

- [13] SONG P P. Devoting attention to the management of community-acquired pneumonia for the elderly[J]. *Drug Discov Ther*, 2020, 14(3): 151-152.
- [14] RAMIREZ J A, FILE T M. How to assess survival prognosis in patients hospitalized for community-acquired pneumonia in 2024 [J]. *Curr Opin Crit Care*, 2024, 30(5): 399-405.
- [15] HUANG L X, WENG B X, GU X Y, et al. Performance of various pneumonia severity models for predicting adverse outcomes in elderly inpatients with community-acquired pneumonia[J]. *Clin Microbiol Infect*, 2024, 30(11): 1426-1432.
- [16] 杨紫薇, 孙雯洁, 丁亚鑫, 等. 核苷酸结合寡聚结构域样受体 (NLR) 在免疫代谢中的研究进展[J]. *细胞与分子免疫学杂志*, 2024, 40(8): 729-736.
- [17] SURABHI S, CUYPERS F, HAMMERSCHMIDT S, et al. The role of NLRP3 inflammasome in pneumococcal infections[J]. *Front Immunol*, 2020, 11: 614801.
- [18] ZHANG M W, LAN H L, JIANG M N, et al. NLRP3 inflammasome mediates pyroptosis of alveolar macrophages to induce radiation lung injury[J]. *J Hazard Mater*, 2025, 484: 136740.
- [19] ERTTMANN S F, GEKARA N O. Hydrogen peroxide release by bacteria suppresses inflammasome-dependent innate immunity [J]. *Nat Commun*, 2019, 10(1): 3493.
- [20] ZHANG T J, DU H H, FENG S W, et al. NLRP3/ASC/caspase-1 axis and serine protease activity are involved in neutrophil IL-1 β processing during *Streptococcus pneumoniae* infection[J]. *Biochem Biophys Res Commun*, 2019, 513(3): 675-680.
- [21] ZHU C A, ZHOU Y F, ZHU J B, et al. NACHT, LRR, and PYD domains-containing protein 3 and LL-37: prognostic value of new biomarkers in community-acquired pneumonia [J]. *J Bras Pneumol*, 2019, 45(4): e20190001.
- [22] GONZÁLEZ-JIMÉNEZ P, PIQUERAS M, LATORRE A, et al. Endothelial biomarkers are superior to classic inflammatory biomarkers in community-acquired pneumonia [J]. *Biomedicine*, 2024, 12(10): 2413.
- [23] SUNDQVIST M, ANDELID K, EKBERGJANSSON A, et al. Systemic galectin-3 in smokers with chronic obstructive pulmonary disease and chronic bronchitis: the impact of exacerbations [J]. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*, 2021, 16: 367-377.
- [24] CALVER J F, PARMAR N R, HARRIS G, et al. Defining the mechanism of galectin-3-mediated TGF- β 1 activation and its role in lung fibrosis[J]. *J Biol Chem*, 2024, 300(6): 107300.
- [25] 吕红霞, 袁超, 陈玲, 等. 2 型糖尿病合并重症肺部感染患者血清正五聚蛋白 3、半乳糖凝集素-3 表达水平变化及临床诊断价值[J]. *中国临床医生杂志*, 2025, 53(8): 948-951.
- [26] CHEN Y J, WANG S F, WENG I C, et al. Galectin-3 enhances avian H5N1 influenza A virus-induced pulmonary inflammation by promoting NLRP3 inflammasome activation[J]. *Am J Pathol*, 2018, 188(4): 1031-1042.
- [27] JIA Q, YANG Y Y, YAO S L, et al. Emerging roles of galectin-3 in pulmonary diseases[J]. *Lung*, 2024, 202(4): 385-403.
- [28] BERBER N K, GEÇKIL A A, ALTAN N Ö, et al. Efficacy of serum apelin and galectin-3 as potential predictors of mortality in severe COVID-19 patients[J]. *J Med Virol*, 2023, 95(2): e28494.
- [29] KARSLI E, ANABARLI METIN D, CANACIK O, et al. Galectin-3 as a potential prognostic biomarker for COVID-19 disease: a case-control study[J]. *Cureus*, 2022, 14(9): e28805.
- [30] PORTACCI A, DIAFERIA F, SANTOMASI C, et al. Galectin-3 as prognostic biomarker in patients with COVID-19 acute respiratory failure[J]. *Respir Med*, 2021, 187: 106556.
- [31] GAUGHAN E E, QUINN T M, MILLS A, et al. An inhaled galectin-3 inhibitor in COVID-19 pneumonitis: a phase Ib/II a randomized controlled clinical trial (DEFINE) [J]. *Am J Respir Crit Care Med*, 2023, 207(2): 138-149.
- [32] 陈音, 许平, 国志玲, 等. 老年重症肺炎合并呼吸衰竭患者血清 Gal-3、MICA、25(OH)D 水平及其对病情、预后的影响[J]. *疑难病杂志*, 2025, 24(1): 35-40.
- [33] WANG Y W, WANG X Y, ZOU Z H, et al. Conditioned medium from bone marrow mesenchymal stem cells relieves spinal cord injury through suppression of Gal-3/NLRP3 and M1 microglia/macrophage polarization [J]. *Pathol Res Pract*, 2023, 243: 154331.