

• 论 著 • DOI:10.3969/j.issn.1672-9455.2026.09.017

# 血清 S100A12、IL-12P70、ATG7 水平与肺结核患者病情严重程度<sup>\*</sup>的关系<sup>\*</sup>

秦科宇<sup>1</sup>, 薛 樊<sup>2</sup>, 仇亚莉<sup>1</sup>, 高 亮<sup>1△</sup>

1. 江苏省常州市第三人民医院呼吸与危重症科, 江苏常州 213001; 2. 上海市闵行区中西医结合医院呼吸内科, 上海 200241

**摘要:**目的 探讨血清 S100 钙结合蛋白 A12(S100A12)、白细胞介素-12P70(IL-12P70)、自噬相关基因(ATG)7 水平与肺结核(PTB)患者病情严重程度<sup>\*</sup>的关系。**方法** 选取江苏省常州市第三人民医院 2022 年 1 月至 2024 年 12 月收治的 113 例 PTB 患者作为研究组, 根据 Bzndim 评分将研究组患者分为轻症组(<6 分)、重症组(≥6 分), 另选取同期在江苏省常州市第三人民医院体检的 113 例健康者作为对照组。采用 Pearson 相关分析重症 PTB 患者血清 S100A12、IL-12P70、ATG7 水平与降钙素原(PCT)、C 反应蛋白(CRP)水平的相关性。采用多因素 Logistic 回归分析重症 PTB 发生的影响因素。绘制受试者工作特征(ROC)曲线分析血清 S100A12、IL-12P70、ATG7 对重症 PTB 的评估价值。**结果** 研究组 PCT、CRP 及血清 S100A12、IL-12P70、ATG7 水平高于对照组, 差异均有统计学意义( $P < 0.05$ )。重症组血清 S100A12、IL-12P70、ATG7 及 PCT、CRP 水平高于轻症组, 差异均有统计学意义( $P < 0.05$ )。Pearson 相关分析结果显示, 重症 PTB 患者血清 S100A12、IL-12P70、ATG7 水平与 PCT、CRP 水平呈正相关( $P < 0.05$ )。多因素 Logistic 回归分析结果显示, 血清 S100A12、IL-12P70、ATG7 水平升高是重症 PTB 发生的危险因素( $P < 0.05$ )。ROC 曲线分析结果显示, 血清 S100A12、IL-12P70、ATG7 联合评估重症 PTB 发生的曲线下面积(AUC)为 0.981, 大于血清 S100A12、IL-12P70、ATG7 单独评估的 AUC( $Z = 2.492, 2.514, 2.483$ , 均  $P < 0.05$ )。**结论** PTB 患者血清 S100A12、IL-12P70、ATG7 水平升高, 且与病情严重程度有关, 其水平升高为发生重症 PTB 的危险因素, 3 项指标联合检测可有效提高对患者发生重症 PTB 发生的评估价值。

**关键词:**肺结核; S100 钙结合蛋白 A12; 白细胞介素-12P70; 自噬相关基因 7; 病情严重程度; 相关性

中图法分类号:R521.1;R446.1

文献标志码:A

文章编号:1672-9455(2026)09-1253-06

## The relationship between the levels of S100A12, IL-12P70, ATG7 in the serum and the severity of the disease of pulmonary tuberculosis patients<sup>\*</sup>

QIN Keyu<sup>1</sup>, XUE Fan<sup>2</sup>, QIU Yali<sup>1</sup>, GAO Liang<sup>1△</sup>

1. Department of Respiratory and Critical Care Medicine, the Third People's Hospital of Changzhou City, Changzhou, Jiangsu 213001, China; 2. Department of Respiratory Medicine, Minhang District Integrated Traditional Chinese and Western Medicine Hospital, Shanghai 200241, China

**Abstract: Objective** To explore the relationship between the levels of calcium-binding protein A12 (S100A12), interleukin-12P70 (IL-12P70), autophagy-related gene (ATG)7 in the serum and the severity of the disease of patients with pulmonary tuberculosis (PTB). **Methods** A total of 113 patients with pulmonary tuberculosis (PTB) admitted to the Third People's Hospital of Changzhou City from January 2022 to December 2024 were selected as the study group. According to the Bzndim score, the patients in the study group were divided into the mild group (< 6 points) and the severe group (≥ 6 points). Another 113 healthy individuals who underwent physical examinations at the Third People's Hospital of Changzhou City during the same period were selected as the control group. Pearson correlation analysis was used to analyze the correlation between serum S100A12, IL-12P70, ATG7 levels and procalcitonin (PCT), C-reactive protein (CRP) levels in patients with severe PTB. Multivariate Logistic regression analysis was used to analyze the influencing factors of severe PTB occurrence. The receiver operating characteristic (ROC) curve was drawn to analyze the evaluation value

\* 基金项目:南京医科大学常州医学中心科研项目(CMCB202323);江苏省常州市卫生健康委员会科技项目(ZD202414)。

作者简介:秦科宇,男,副主任医师,主要从事呼吸内科方向的研究。△ 通信作者,E-mail:271096541@qq.com。

引用格式:秦科宇,薛樊,仇亚莉,等.血清 S100A12、IL-12P70、ATG7 水平与肺结核患者病情严重程度<sup>\*</sup>的关系[J].检验医学与临床,2026,23(9):1253-1258.

of serum S100A12, IL-12P70 and ATG7 for the occurrence of severe PTB. **Results** The levels of PCT, CRP and serum S100A12, IL-12P70, ATG7 in the study group were higher than those in the control group, and the differences were statistically significant ( $P < 0.05$ ). The serum levels of S100A12, IL-12P70, ATG7 and PCT, CRP in the severe group were higher than those in the mild group, and the differences were statistically significant ( $P < 0.05$ ). The Pearson correlation analysis results showed that the serum levels of S100A12, IL-12P70, ATG7 in severe PTB patients were positively correlated with PCT and CRP levels ( $P < 0.05$ ). The results of multivariate Logistic regression analysis showed that the elevated levels of serum S100A12, IL-12P70, ATG7 were risk factors for severe PTB occurrence ( $P < 0.05$ ). The ROC curve analysis results showed that the area under the curve (AUC) of the combined assessment of serum S100A12, IL-12P70, ATG7 for predicting the occurrence of severe PTB was 0.981, which was greater than the AUC of serum S100A12, IL-12P70, ATG7 alone ( $Z = 2.492, 2.514, 2.483$ , all  $P < 0.05$ ). **Conclusion** The serum levels of S100A12, IL-12P70, ATG7 in PTB patients increase and are related to the severity of the disease. The increase in these levels is a risk factor for the occurrence of severe PTB. The combined detection of these three indicators can effectively improve the assessment value for the occurrence of severe PTB in patients.

**Key words:** pulmonary tuberculosis; S100 calcium-binding protein A12; interleukin-12P70; autophagy-related gene 7; severity of the disease; correlation

肺结核(PTB)是一种常见的慢性呼吸系统疾病,多发生于免疫力低下的人群,具有较强的传染性,主要通过呼吸道进行传播,病因主要为结核分枝杆菌(MTB)感染,MTB进入肺部后会在细胞内增殖沉积,在这期间患者症状并不明显,不具有特异性,临床容易诊断为发热性感染性疾病,但是当PTB发展为活动状态时,病情会迅速发展,如果发展为重症PTB,会造成肺部损伤、呼吸衰竭等,增加并发症及死亡的发生风险,还会增加MTB在人群中传播的风险<sup>[1-3]</sup>。但是目前临床评估PTB严重程度的标准具有一定的局限性<sup>[4]</sup>。因此,寻找有效评估PTB患者病情严重程度的标志物对于临床诊治具有积极意义。S100钙结合蛋白A12(S100A12)为酸性蛋白的一种,它可以刺激核因子- $\kappa$ B(NF- $\kappa$ B),上调NF- $\kappa$ B表达,促进产生多种炎症因子,从而在炎症反应的发生、发展中发挥作用<sup>[5]</sup>。白细胞介素-12P70(IL-12P70)为白细胞介素-12(IL-12)的活性形式,为促炎性细胞因子的一种,可以促进生成炎症因子,加强炎症反应对组织的破坏和浸润,还会与其他炎症因子结合,在炎症反应过程中发挥作用<sup>[6]</sup>。自噬相关基因(ATG)7为自噬效应酶的一种,可与其他ATG蛋白发生协同作用,在蛋白质分泌、细胞死亡、免疫调节等过程中发挥作用,还可以独立调节细胞周期,在免疫调节、传染病等疾病中具有重要作用<sup>[7]</sup>。鉴于上述研究,推测S100A12、IL-12P70、ATG7可能参与PTB的病情进展,但是,目前关于PTB患者血清S100A12、IL-12P70、ATG7水平与病情严重程度的关系的研究较少。因此,本研究检测了PTB患者血清S100A12、IL-12P70、ATG7水平,探讨其与病情严重程度的关系,为临床诊治提供参考。现报道如下。

## 1 资料与方法

**1.1 一般资料** 选取2022年1月至2024年12月江苏省常州市第三人民医院收治的113例PTB患者作

为研究组。纳入标准:(1)符合《肺结核诊断标准(WS 288-2017)》<sup>[8]</sup>中PTB的诊断标准,且经影像学及痰涂片检查确诊;(2)临床症状表现为咳嗽、发热等;(3)临床资料完整。排除标准:(1)半年内使用过糖皮质激素、免疫抑制剂等药物;(2)合并造血系统疾病;(3)合并恶性肿瘤;(4)合并其他重要脏器功能衰竭;(5)合并其他肺部疾病(肺气肿、肺心病、慢阻肺等);(6)合并自身免疫性疾病;(7)不能配合本研究。另选取同期在江苏省常州市第三人民医院体检的113例健康者作为对照组。本研究经江苏省常州市第三人民医院医学伦理委员会审核批准(2021-11001018),且所有研究对象均知情同意并签署知情同意书。

## 1.2 方法

**1.2.1 血清S100A12、IL-12P70、ATG7水平检测** 采集研究组入组次日、对照组体检当天空腹静脉血5 mL,离心备用(离心速率:3 500 r/min;离心时间:10 min)。采用酶联免疫吸附试验(ELISA)检测血清S100A12、IL-12P70、ATG7水平,取上清液置于酶标板上,置于室温(37 °C)下静置45 min后,洗涤加入抗体工作液,再次加入40  $\mu$ g底物工作液,放暗处反应15 min,再加入终止液,双孔检验,检测吸光度(波长:450 nm;型号:MODEL550;生产厂家:美国Bio-Rad公司),绘制标准曲线(横坐标为标准品浓度,纵坐标为吸光度),计算血清S100A12、IL-12P70、ATG7水平(试剂盒分别购自北京安必奇生物科技有限公司、武汉牙科因生物科技有限公司、上海领科源生物科技有限公司,货号分别为S100A12-3721H、PRP1940、ELH3280)。在检测过程中严格遵守无菌操作和标准化操作程序,按照说明书进行操作。

**1.2.2 降钙素原(PCT)、C反应蛋白(CRP)水平检测** 取1.2.1中分离的部分血清,采用电化学发光免疫分析法(生产厂家:宁波鸿鼎医疗器械科技有限公

司)检测 PCT 水平,采用全自动生化分析仪(生产厂家:美国贝克曼公司)检测 CRP 水平。

**1.2.3 基线资料收集** 收集研究组和对照组基线资料,包括年龄、性别、吸烟史(连续吸烟>6 个月且>10 支/d 判定为有吸烟史)及研究组 PTB 类型。

**1.2.4 病情严重程度评估** 病情严重程度根据 Bzndim 评分<sup>[9]</sup> 进行评估,包含 6 项体征[体温>37℃、贫血、体质量指数<18.5 kg/m<sup>2</sup>、静息脉搏>100 次/min、中上臂围<23.5 cm、肺部听诊(干啰音、异常呼吸音、呼吸音消失或减弱)]和 5 项症状(呼吸困难、咳嗽、盗汗、咳血、胸痛),若存在上述的体征或症状,每项计 1 分,据此将研究组患者分为轻症组(<6 分)和重症组(≥6 分)。

**1.3 统计学处理** 采用 SPSS27.0 统计软件分析数据。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。计数资料以例数或百分率表示,组间比较采用  $\chi^2$  检验。采用 Pearson 相关分析重症 PTB 患者血清 S100A12、IL-12P70、ATG7 水平与 PCT、CRP 水平相关性。采用多因素 Logistic 回归分析重症 PTB 发生的影响因素。绘制受试者工作特征(ROC)曲线分析血清 S100A12、IL-12P70、ATG7 对重症 PTB 的评估价值,曲线下面积(AUC)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 研究组和对照组基线资料及 PCT、CRP 水平比较** 研究组 PCT、CRP 水平高于对照组,差异均有统计学意义( $P < 0.05$ )。研究组与对照组年龄、性别及有吸烟史占比比较,差异均无统计学意义( $P > 0.05$ )。见表 1。

表 1 研究组和对照组基线资料及 PCT、CRP 水平比较[ $\bar{x} \pm s$  或  $n(\%)$ ]

组别	<i>n</i>	年龄 (岁)	性别		吸烟史		PCT (ng/mL)	CRP (mg/L)
			男	女	有	无		
研究组	113	53.08±7.96	60(53.10)	53(46.90)	55(48.67)	58(51.33)	2.49±0.76	9.79±0.86
对照组	113	51.73±8.52	52(46.02)	61(53.98)	52(46.02)	61(53.98)	1.51±0.47	6.24±0.57
<i>t</i> / $\chi^2$		1.231	1.133		0.160		11.658	36.576
<i>P</i>		0.220	0.287		0.689		<0.001	<0.001

**2.2 研究组和对照组血清 S100A12、IL-12P70、ATG7 水平比较** 研究组血清 S100A12、IL-12P70、ATG7 水平高于对照组,差异均有统计学意义( $P < 0.05$ )。见表 2。

**2.3 轻症组和重症组基线资料及 PCT、CRP 水平比较** 轻症组有 71 例患者,重症组有 42 例患者。重症组血清 PCT、CRP 水平高于轻症组,差异均有统计学意义( $P < 0.05$ )。重症组和轻症组年龄、性别、PTB 类型及有吸烟史患者占比比较,差异均无统计学意义( $P > 0.05$ )。见表 3。

表 2 研究组和对照组血清 S100A12、IL-12P70、ATG7 水平比较[ $\bar{x} \pm s$ ]

组别	<i>n</i>	S100A12 (ng/mL)	IL-12P70 (pg/mL)	ATG7 (pg/mL)
研究组	113	28.69±6.31	19.29±4.17	15.38±3.81
对照组	113	16.39±4.82	13.34±3.01	7.92±2.23
<i>t</i>		16.467	12.298	17.963
<i>P</i>		<0.001	<0.001	<0.001

表 3 轻症组和重症组基线资料及 PCT、CRP 水平比较[ $\bar{x} \pm s$  或  $n(\%)$ ]

指标	<i>n</i>	年龄 (岁)	性别		有吸烟史	PTB 类型			PCT (ng/mL)	CRP (mg/L)
			男	女		继发性	原发性	其他		
重症组	42	53.64±7.85	24(57.14)	18(42.86)	23(54.76)	17(40.48)	12(28.57)	13(30.95)	3.45±1.07	11.20±1.12
轻症组	71	52.75±8.02	36(50.70)	35(49.30)	32(45.07)	26(36.62)	21(29.58)	24(33.80)	1.92±0.58	8.96±0.71
<i>t</i> / $\chi^2$		0.575	0.439		0.992	0.178			9.863	13.010
<i>P</i>		0.567	0.507		0.319	0.915			<0.001	<0.001

**2.4 轻症组和重症组血清 S100A12、IL-12P70、ATG7 水平比较** 重症组血清 S100A12、IL-12P70、ATG7 水平高于轻症组,差异均有统计学意义( $P < 0.05$ )。见表 4。

**2.5 重症 PTB 患者血清 S100A12、IL-12P70、ATG7**

水平与 PCT、CRP 水平的相关性分析 Pearson 相关分析结果显示,重症 PTB 患者血清 S100A12、IL-12P70、ATG7 水平与 PCT、CRP 水平呈正相关( $P < 0.05$ )。见表 5。

**2.6 多因素 Logistic 回归分析重症 PTB 发生的影响**

因素 以 PTB 患者病情严重程度为因变量(重症 = 1, 轻症 = 0), 以血清 S100A12、IL-12P70、ATG7、PCT、CRP 为自变量(均原值输入), 经多重共线性检验, PCT、CRP 方差膨胀因子分别为 13.624、15.014, 均 > 10, 存在交互作用, 故排除 PCT、CRP, 进行多因素 Logistic 回归分析。结果显示, 血清 S100A12、IL-12P70、ATG7 水平升高是重症 PTB 发生的危险因素 ( $P < 0.05$ )。见表 6。

**2.7 血清 S100A12、IL-12P70、ATG7 对重症 PTB 发生的评估价值** 以是否发生重症 PTB 为状态变量(否 = 0, 是 = 1), 以血清 S100A12、IL-12P70、ATG7 单项及联合为检验变量, 绘制 ROC 曲线。结果显示, 血清 S100A12、IL-12P70、ATG7 单独及联合评估重症 PTB 发生的 AUC 为 0.866、0.813、0.881、0.981, 3 项指标联合评估的 AUC 大于血清 S100A12、IL-12P70、ATG7 单独评估的 AUC ( $Z = 2.492、2.514、2.483$ , 均  $P < 0.05$ )。见表 7。

表 4 轻症组和重症组血清 S100A12、IL-12P70、ATG7 水平比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

组别	n	S100A12 (ng/mL)	IL-12P70 (pg/mL)	ATG7 (pg/mL)
重症组	42	34.85 ± 7.28	23.26 ± 4.72	19.27 ± 4.26
轻症组	71	25.04 ± 5.73	16.94 ± 3.85	13.08 ± 3.55
t		7.940	7.744	8.308
P		<0.001	<0.001	<0.001

表 5 血清 S100A12、IL-12P70、ATG7 水平与 PCT、CRP 水平的相关性分析

指标	S100A12		IL-12P70		ATG7	
	r	P	r	P	r	P
PCT	0.362	<0.001	0.352	<0.001	0.371	<0.001
CRP	0.346	<0.001	0.349	<0.001	0.385	<0.001

表 6 多因素 Logistic 回归分析重症 PTB 发生的影响因素

因素	$\beta$	SE	Wald $\chi^2$	P	OR	OR 的 95%CI
S100A12	0.929	0.358	6.734	0.009	2.532	1.255~5.107
IL-12P70	0.876	0.324	7.315	0.007	2.402	1.273~4.533
ATG7	1.001	0.384	6.795	0.009	2.721	1.282~5.776

表 7 血清 S100A12、IL-12P70、ATG7 对重症 PTB 的评估价值

指标	AUC	AUC 的 95%CI	灵敏度(%)	特异度(%)	最佳截断值	约登指数	P
S100A12	0.866	0.796~0.935	83.35	82.55	30.17 ng/mL	0.66	<0.001
IL-12P70	0.813	0.725~0.900	81.72	83.28	20.84 pg/mL	0.65	<0.001
ATG7	0.881	0.805~0.957	84.61	81.36	16.55 pg/mL	0.66	<0.001
3 项联合	0.981	0.962~0.999	93.84	78.24	—	0.72	<0.001

注: —表示无数据。

### 3 讨 论

PTB 大多数是由 MTB 感染引起, 营养状况、糖尿病、吸烟、粉尘等都是 PTB 发生的影响因素, 发生肺部炎症时患者会出现全身结核中毒症状, 还伴随咳嗽、胸痛、咯血、呼吸困难等临床症状<sup>[10-11]</sup>。多数 PTB 患者为潜伏感染, 部分免疫功能正常的患者症状并不明显, 及时进行治疗便可有效控制病情, 如果进展为活动期, 乃至进展为重症 PTB, 可能会引发多种并发症, 增加患者死亡风险<sup>[12-13]</sup>。因此, 寻找可以有效评估患者病情严重程度的生物学指标在临床改善重症 PTB 患者预后中具有关键作用。

S100A12 为 S100 家族的一员, 可以与糖基化终末产物相结合, 通过 NF- $\kappa$ B 通路传导信号, 刺激促炎性细胞因子分泌和合成<sup>[14]</sup>。有研究表明, S100A12 与钙离子亲和力较高, 在合成和分泌免疫细胞的过程中发挥作用, 经炎症介质刺激后, 可以与肽类物质相结

合, 发挥促进炎症细胞黏附、迁移等作用, 在炎症反应过程中呈高表达状态<sup>[15-16]</sup>。周四芳等<sup>[17]</sup>研究表明, 儿童支原体肺炎患儿血清 S100A12 水平升高, 且与患儿病情严重程度有关, 可以作为评估患儿病情严重程度的标志物。勾璇等<sup>[18]</sup>研究表明, 老年重症肺炎患者血清 S100A1 水平升高, 且与患者预后关系密切, 可以有效评估患者的预后情况。本研究结果显示, PTB 患者血清 S100A12 水平升高, 与患者病情严重程度有关, 提示其可能参与 PTB 的进展, 推测可能是因为当血清 S100A12 水平升高后, 其可以转化为炎症信号因子, 其结合晚期糖基化终产物受体后, 可以通过多个通路刺激炎症因子活化, 从而参与 PTB 的进展<sup>[18-19]</sup>。

IL-12 主要来源于 B 淋巴细胞、树突状细胞、巨噬细胞, 是由独立基因 IL-12B 和 IL-12A 编码的细胞因子, IL-12P70 为 IL-12 的活性单位, 通常被称为 IL-12, 主要产生于抗原提呈细胞, 为促炎性细胞因子的

一种,可以刺激 Th1 细胞的成熟和分化,可以影响 T 细胞亚群的功能和分化,从而影响免疫应答<sup>[20-21]</sup>。IL-12P70 可以促进自然杀伤细胞和 T 细胞分化,从而发生免疫反应。有研究表明,肺炎球菌肺炎的发生与树突状细胞经肺炎球菌刺激释放大量 IL-12P70 有关<sup>[22]</sup>。薛红等<sup>[23]</sup>研究表明,肝衰竭患者血清 IL-12P70 水平异常升高,且与患者的预后有关,可以为患者病情严重程度评估提供参考。王娟娟等<sup>[24]</sup>研究表明,肺炎支原体肺炎患儿血清 IL-12P70 水平升高,且与其预后有关,可以作为评估患儿预后的标志物。本研究结果显示,PTB 患者血清 IL-12P70 水平升高,与患者病情程度有关,提示其在 PTB 的发生过程中发挥作用,推测可能是因为当其水平升高后可促使内皮细胞分泌趋化因子,引起炎性细胞黏附血小板,促进炎症细胞浸润,从而参与 PTB 的进展<sup>[25]</sup>。

ATG7 为自噬基因的一种,其生理学特性和调控机制在病理、生理过程中具有重要作用,其活性受细胞因子、激素、能量状态、营养物质等多种因素的影响,在自噬的启动时期,其功能需要通过泛素化的修饰激活,还需要与 ATG12、ATG1 等相关因子结合,从而完成自噬过程<sup>[26-27]</sup>。生淑红等<sup>[28]</sup>研究表明,老年重症肺炎患者血清 ATG7 水平升高,且与患者短期预后有关,可以用于患者短期预后的评估。荣会蓉等<sup>[29]</sup>研究表明,急性胰腺炎患儿血清 ATG7 水平升高,且重症患儿血清 ATG7 水平更高,ATG7 可以作为评估急性胰腺炎患儿病情严重程度的标志物。本研究结果显示,PTB 患者血清 ATG7 水平升高,与患者病情程度有关,提示其在 PTB 的发生过程中发挥作用,分析可能是因为当其水平升高后可抑制机体细胞自噬而导致细胞出现炎症反应和凋亡,从而加重患者病情进展<sup>[30]</sup>。根据 Pearson 相关分析结果得知,血清 S100A12、IL-12P70、ATG7 均与 PCT、CRP 相关,说明 3 项指标可能通过调控 PCT、CRP 参与患者重症 PTB 的进展,后续进一步探讨。多因素 Logistic 回归分析结果显示,血清 S100A12、IL-12P70、ATG7 水平升高是发生重症 PTB 的危险因素( $P < 0.05$ ),说明其与患者病情程度有关,血清 S100A12、IL-12P70、ATG7 联合评估重症 PTB 的 AUC 为 0.981,高于血清 S100A12、IL-12P70、ATG7 单独评估的 AUC,提示 3 项指标联合检测可提高对重症 PTB 的评估价值,可为临床医师诊治提供参考。

综上所述,PTB 患者血清 S100A12、IL-12P70、ATG7 水平升高,且与病情严重程度有关,3 项指标检测可有效提高对重症 PTB 的评估价值。本研究不足之处在于,没有对指标进行动态监测,且样本量较少,后续应进行多中心、大样本量试验进一步进行验证。

**利益冲突** 所有作者均声明不存在利益冲突。

**作者贡献** 秦科宇:设计研究方案,撰写论文;薛樊:参与试验方法研究、资料收集整理,整理文献综

述;仇亚莉:统计学处理、绘制统计图表、论文修改;高亮:论文修改、审核论文整体逻辑及数据真实性及结论科学性。

## 参考文献

- [1] SANTOS J A, LEITE A, SOARES P, et al. Delayed diagnosis of active pulmonary tuberculosis-potential risk factors for patient and health-care delays in Portugal[J]. BMC Public Health, 2021, 21(1): 2178.
- [2] 谢明, 邓葵珍, 谭晴心, 等. 外周血血清 sTREM-1、Treg/Th17、miR-99b 与耐多药结核病相关性及其联合预测疗效的 ROC 分析[J]. 现代医学, 2021, 49(10): 1176-1182.
- [3] PREDA M, TĂNASE B C, ZOB D L, et al. The bidirectional relationship between pulmonary tuberculosis and lung cancer[J]. Int J Environ Res Public Health, 2023, 20(2): 1282.
- [4] 张琳, 余彦廷, 陈静, 等. 重症肺结核患者 SAA/CRP、IL-6 水平及其临床意义[J]. 检验医学与临床, 2025, 22(4): 461-465.
- [5] 解渊, 苑瑞敏, 张晗, 等. S100A12/RAGE/NF- $\kappa$ B 炎性信号通路与急性脑梗死严重程度的相关性[J]. 蚌埠医学院学报, 2022, 47(1): 41-43.
- [6] MUNITZ A, EDRY-BOTZER L, ITAN M, et al. Rapid seroconversion and persistent functional IgG antibodies in severe COVID-19 patients correlates with an IL-12p70 and IL-33 signature[J]. Sci Rep, 2021, 11(1): 3461.
- [7] 贾艳燕, 刘婷, 方敬爱, 等. 糖尿病肾病患者血清 Beclin1、ATG7 与蛋白尿相关性研究[J]. 中国中西医结合肾病杂志, 2022, 23(3): 228-230.
- [8] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 肺结核诊断标准(WS 288-2017)[J/CD]. 新发传染病电子杂志, 2018, 3(1): 59-61.
- [9] RUDOLF F, JOAQUIM L C, VIEIRA C, et al. The bandim tuberculosis score: reliability and comparison with the karnofsky performance score[J]. Scand J Infect Dis, 2013, 45(4): 256-264.
- [10] 沈明华, 庄雄杰, 王小平, 等. 肺结核患者低剂量胸部螺旋 CT 扫描图像特点及临床诊断价值[J]. 中外医学研究, 2021, 19(33): 59-62.
- [11] 唐霞, 邓英, 张福英. 肺结核患者外周血 Th9/IL-9 水平与病情严重程度和预后的关系[J]. 中国国境卫生检疫杂志, 2022, 45(2): 155-157.
- [12] 陈春光, 任鹏飞, 崔中锋. 外周血 TLR2mRNA、血清 IL-1 $\beta$  在活动性肺结核患者病情及预后判定中的临床意义[J]. 传染病信息, 2021, 34(6):

535-538.

- [13] 黎彧利,郭鹰,杨蓉,等.血清 IP-10、SOCS1 联合 T-SPOT. TB 对肺结核的诊断价值[J]. 检验医学与临床,2024,21(21):3201-3204.
- [14] MALENGIER-DEVILIES B, METZEMAEKE-RS M, GOUWY M, et al. Phenotypical and functional characterization of neutrophils in two pyrin-associated auto-inflammatory diseases[J]. *J Clin Immunol*, 2021, 41(5): 1072-1084.
- [15] 孙艳,李红海,张晨,等. CRUSADE 评分联合血清 S100A12、VEGF 水平预测急性冠脉综合征病人 PCI 术后上消化道出血的临床价值[J]. 中西医结合心脑血管病杂志,2023,21(12):2282-2285.
- [16] 倪霞,张星,刘海霞,等. 儿童肺炎链球菌感染急性中耳炎血清 S100A8、S100A9、S100A12 表达及意义[J]. 中华医院感染学杂志,2022,32(14):2224-2228.
- [17] 周四芳,葛明盖,张琴,等. 血清钙结合蛋白 S100A12 对肺炎支原体肺炎患儿严重程度的预测价值[J]. 天津医药,2020,48(12):1192-1195.
- [18] 勾璇,刘亚男,陈志良,等. 血清 S100A12、sRAGE 对老年重症肺炎预后评估的价值[J]. 临床和实验医学杂志,2021,20(22):2395-2398.
- [19] 刘杰,裴红红,高彦霞,等. 血清 PAB 与 S100A12 在重症急性胰腺炎患者预后评估中的应用价值[J]. 现代消化及介入诊疗,2020,25(1):127-131.
- [20] 王尚宏,郑丽琴,王耀勇,等. 血清白介素-12p70、淀粉样蛋白 A 水平变化与慢性阻塞性肺疾病患者并发冠心病的关系[J]. 疑难病杂志,2024,23(3):292-296.
- [21] LI Y, HE Y, CHEN S, et al. S100A12 as biomarker of disease severity and prognosis in patients with idiopathic pulmonary fibrosis[J]. *Front Immunol*, 2022, 13(1):810338-810341.
- [22] 蔡剑英,陶学芳,王国文,等. 重症肺炎患者血清 IL-17 及 IL-12P70 与 CD64 表达水平及其与预后的关系[J]. 中华医院感染学杂志,2024,34(16):2452-2456.
- [23] 薛红,明芳,章颖,等. IL-34、IL-12P70 在慢加急性肝衰竭患者血清中的表达及临床意义[J]. 胃肠病学和肝病学杂志,2021,30(10):1162-1165.
- [24] 王娟娟,陈智勇,尹同进,等. 血清白细胞介素-17A、白细胞介素-10 及白细胞介素-12p70 对肺炎支原体肺炎患儿预后评估价值[J]. 临床军医杂志,2024,52(5):501-504.
- [25] WANG Y, SUN Q, ZHANG Y, et al. Systemic immune dysregulation in severe tuberculosis patients revealed by a single-cell transcriptome atlas[J]. *J Infect*, 2023, 86(5):421-438.
- [26] WANG Y, LU X G, WANG X P, et al. ATG7-based autophagy activation reverses doxorubicin-induced cardiotoxicity[J]. *Circ Res*, 2021, 129(8):e166-e182.
- [27] XU Y F, QIAN C Y, QIAN W, et al. Deacetylation of ATG7 drives the induction of macroautophagy and LC3-associated microautophagy[J]. *Autophagy*, 2024, 20(5):1134-1146.
- [28] 生淑红,许靖,付佑辉. 老年重症肺炎患者血清 FOXO1、ATG7 水平及与短期预后的关系[J]. 国际检验医学杂志,2024,45(10):1218-1222.
- [29] 荣会蓉,周金成,夏思,等. 急性胰腺炎患儿血清中 ATG7 的表达及疾病进展的相关性研究[J]. 现代消化及介入诊疗,2023,28(5):564-567.
- [30] HE Z W, CAI K, ZENG Z R, et al. Autophagy-associated circRNA circATG7 facilitates autophagy and promotes pancreatic cancer progression[J]. *Cell Death Dis*, 2022, 13(3):233.

(收稿日期:2025-06-23 修回日期:2026-01-08)

(编辑:熊欣然 陈晶)

(上接第 1252 页)

- [28] QIAN M, YANG Q X, LI J D, et al. C1q/TNF-related protein-9 alleviates airway inflammation in asthma[J]. *Int Immunopharmacol*, 2020, 81:106238.
- [29] JIN Q, SU H, YANG R, et al. C1q/TNF-related protein-9 ameliorates hypoxia-induced pulmonary hypertension by regulating secretion of endothelin-1 and nitric oxide mediated by AMPK in rats[J]. *Sci Rep*, 2021, 11(1):1-12.
- [30] GUAN H, YANG X F, SHI T, et al. CTRP9 mitigates the progression of arteriovenous shunt-induced pulmonary artery hypertension in rats[J]. *Cardiovasc Ther*, 2021, 2021:4971300.

(收稿日期:2025-07-05 修回日期:2025-12-25)

(编辑:熊欣然 陈晶)