

· 论 著 · DOI:10.3969/j.issn.1672-9455.2026.09.016

血清 NR4A1、CTRP9 对支气管哮喘患儿疾病严重程度的评估价值*

姜舒亚¹,任美玲¹,黄丹萍²,孙志伟¹,薛新¹,随兰侠¹,杨霞³,张海英^{1△}

1. 中国人民解放军联勤保障部队第 904 医院儿科,江苏无锡 214043;2. 苏州大学附属儿童医院小儿神经内科,江苏苏州 215003;3. 江苏省无锡市新吴区新安医院儿科,江苏无锡 214111

摘要:目的 探讨血清核受体亚家族 4 A 组成员 1(NR4A1)、C1q/肿瘤坏死因子相关蛋白 9(CTRP9)对支气管哮喘(以下简称哮喘)患儿疾病严重程度的评估价值。**方法** 选取 2021 年 11 月至 2024 年 11 月在中国人民解放军联勤保障部队第 904 医院就诊的 91 例哮喘患儿作为哮喘组,另选取同期在中国人民解放军联勤保障部队第 904 医院进行体检的 91 例健康儿童作为对照组。检测哮喘组和对照组血清 NR4A1、CTRP9 水平,以及哮喘患儿肺功能指标[第 1 秒用力呼气容积占预计值百分比($FEV_1\%$)、第 1 秒用力呼气容积占用力肺活量百分比(FEV_1/FVC)、呼气峰流速(PEF)]。根据哮喘急性发作的严重程度分级,将哮喘患儿分为轻度组、中度组、重度组。采用 Pearson 相关分析哮喘患儿血清 NR4A1、CTRP9 水平与肺功能指标的相关性。绘制受试者工作特征(ROC)曲线分析血清 NR4A1、CTRP9 对重度哮喘的评估价值。**结果** 哮喘组血清 NR4A1、CTRP9 水平低于对照组,差异均有统计学意义($P < 0.05$)。中度组、重度组血清 NR4A1、CTRP9 水平低于轻度组,且重度组血清 NR4A1、CTRP9 水平低于中度组,差异均有统计学意义($P < 0.05$)。中度组、重度组 $FEV_1\%$ 、 FEV_1/FVC 、PEF 低于轻度组,且重度组 $FEV_1\%$ 、 FEV_1/FVC 、PEF 低于中度组,差异均有统计学意义($P < 0.05$)。Pearson 相关分析结果显示,哮喘患儿血清 NR4A1、CTRP9 水平与 $FEV_1\%$ 、 FEV_1/FVC 、PEF 呈正相关($P < 0.05$)。ROC 曲线分析结果显示,血清 NR4A1、CTRP9 联合评估重度哮喘的曲线下面积(AUC)为 0.963,大于血清 NR4A1、CTRP9 单独评估的 AUC($Z_{2项联合-NR4A1} = 3.156, P_{2项联合-NR4A1} = 0.002; Z_{2项联合-CTRP9} = 2.775, P_{2项联合-CTRP9} = 0.006$)。**结论** 哮喘患儿血清 NR4A1、CTRP9 水平降低,且其水平与肺功能指标呈正相关,2 项指标联合检测对于重症哮喘具有较高的评估价值。

关键词:支气管哮喘;核受体亚家族 4 A 组成员 1; C1q/肿瘤坏死因子相关蛋白 9;急性发作期;严重程度

中图法分类号:R725.6;R446.1

文献标志码:A

文章编号:1672-9455(2026)09-1248-06

The evaluation value of serum NR4A1 and CTRP9 for the severity of bronchial asthma in children*

JIANG Shuya¹,REN Meiling¹,HUANG Danping²,SUN Zhiwei¹,XUE Xin¹,
SUI Lanxia¹,YANG Xia³,ZHANG Haiying^{1△}

1. Department of Pediatrics, the 904th Hospital of the Joint Logistic Support Force of the People's Liberation Army of China, Wuxi, Jiangsu 214043, China; 2. Department of Pediatric Neurology, Children's Hospital Affiliated to Suzhou University, Suzhou, Jiangsu 215003, China; 3. Department of Pediatrics, Xin'an Hospital of Xinwu District, Wuxi, Jiangsu 214111, China

Abstract: Objective To explore the evaluation value of serum nuclear receptor subfamily 4A group member 1 (NR4A1) and C1q/tumor necrosis factor-related protein 9 (CTRP9) in the severity of bronchial asthma (hereinafter referred to as asthma) in children. **Methods** A total of 91 children with asthma who were treated at the 904th Hospital of the Joint Logistic Support Force of the People's Liberation Army of China from November 2021 to November 2024 were selected as the asthma group, and another 91 healthy children who underwent check-ups at the 904th Hospital of the Joint Logistic Support Force of the People's Liberation Army of China during the same period were selected as the control group. The levels of serum NR4A1 and CTRP9 in the asthma group and the control group, as well as the pulmonary function indicators [percentage of forced expiratory volume in one second to predicted value ($FEV_1\%$), percentage of forced expiratory volume in one second to forced vital capacity (FEV_1/FVC), peak expiratory flow rate (PEF)] of children with asthma were de-

* 基金项目:江苏省苏州市科技发展计划项目(SYSD2020122)。

作者简介:姜舒亚,女,主治医师,主要从事儿内科学疾病的诊断与治疗方向的研究。△ 通信作者,E-mail:carols88@126.com。

引用格式:姜舒亚,任美玲,黄丹萍,等.血清 NR4A1、CTRP9 对支气管哮喘患儿疾病严重程度的评估价值[J].检验医学与临床,2026,23(9):1248-1252.

tected. According to the severity classification of acute asthma attacks, children with asthma are divided into the mild group, the moderate group and the severe group. Pearson correlation analysis was used to analyze the correlation between the levels of serum NR4A1, CTRP9 and pulmonary function indicators in children with asthma. The receiver operating characteristic (ROC) curve was drawn to analyze the evaluation value of serum NR4A1 and CTRP9 for severe asthma. **Results** The levels of serum NR4A1 and CTRP9 in the asthma group were lower than those in the control group, and the differences were statistically significant ($P < 0.05$). The levels of serum NR4A1 and CTRP9 in the moderate group and the severe group were lower than those in the mild group, and the levels of serum NR4A1 and CTRP9 in the severe group were lower than those in the moderate group, and the differences were statistically significant ($P < 0.05$). The $FEV_1\%$, FEV_1/FVC and PEF in the moderate group and the severe group were lower than those in the mild group, and the $FEV_1\%$, FEV_1/FVC and PEF in the severe group were lower than those in the moderate group, and the differences were all statistically significant ($P < 0.05$). The results of Pearson correlation analysis showed that the levels of serum NR4A1 and CTRP9 in children with asthma were positively correlated with $FEV_1\%$, FEV_1/FVC and PEF ($P < 0.05$). The results of ROC curve analysis showed that the area under the curve (AUC) of the combined assessment of serum NR4A1 and CTRP9 for severe asthma was 0.963, which was greater than the AUC of the individual assessment of serum NR4A1 and CTRP9 ($Z_{2\text{ item combined-NR4A1}} = 3.156, P_{2\text{ item combined-NR4A1}} = 0.002$; $Z_{2\text{ item combined-CTRP9}} = 2.775, P_{2\text{ item combined-CTRP9}} = 0.006$). **Conclusion** The levels of serum NR4A1 and CTRP9 in children with asthma are decreased, and their levels are positively correlated with pulmonary function indicators. The combined detection of the two indicators has a high evaluation value for severe asthma.

Key words: bronchial asthma; nuclear receptor subfamily 4A group member 1; C1q/tumor necrosis factor-related protein 9; acute attack period; severity

支气管哮喘(以下简称哮喘)是一种异质性疾病,以慢性气道炎症和气道高反应性为特征,在儿童中发病率较高^[1-2]。哮喘的急性发作期是指喘息、气促、咳嗽、胸闷等症状突然发生或原有症状加重,并以气流速度降低为特征,常因接触过敏原、刺激物或呼吸道感染诱发^[3-4]。因此,对哮喘患儿进行及时、准确的诊断和有效的治疗至关重要^[5]。近年来,越来越多研究表明,血清中生物标志物与哮喘发病机制和疾病严重程度密切相关,核受体亚家族 4 A 组成员 1(NR4A1)和 C1q/肿瘤坏死因子相关蛋白 9(CTRP9)作为新型的生物标志物,逐渐受到研究者的关注^[6-8]。NR4A1 是糖脂代谢和类固醇生成的关键因子,被认为是肺组织中炎症相关内皮损伤的调节因子^[9-10]。有研究表明, NR4A1 在炎症相关的肺部疾病(哮喘、急性肺损伤、慢性阻塞性肺疾病等)中发挥关键调节作用,其活性表达受转录后修饰的调节^[11]。CTRP9 作为脂联素家族的一员,具有抗炎症、抗氧化和调节能量代谢等多种功能^[12]。有研究表明,CTRP9 与 N-钙黏蛋白结合后,CTRP9 激活各种信号通路,调节脂质代谢、血管舒张和细胞分化,可能与哮喘相关^[13]。然而,目前关于 NR4A1 和 CTRP9 在哮喘患儿中的水平及其与急性发作期疾病严重程度的关系研究较少。因此,本研究探讨了血清 NR4A1、CTRP9 水平与哮喘患儿疾病严重程度的关系,以期对哮喘严重程度的评估和治疗提供新的思路和方法。现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取 2021 年 11 月至 2024 年 11 月在中国人民解放军联勤保障部队第 904 医院就诊的

91 例哮喘患儿作为哮喘组。纳入标准:(1)符合《儿童支气管哮喘诊断与防治指南》^[14]中哮喘的诊断标准;(2)支气管激发试验或运动激发试验结果呈阳性;(3)年龄为 6~12 岁;(4)处于哮喘急性发作期^[14]。排除标准:(1)合并其他严重呼吸系统疾病;(2)合并慢性感染性疾病;(3)合并心、肝、肾等重要脏器功能不全;(4)近期使用过可能影响研究结果的药物;(5)临床资料不全。另选取同期在中国人民解放军联勤保障部队第 904 医院进行体检的 91 例健康儿童作为对照组。哮喘组男 46 例,女 45 例;平均(8.94±1.62)岁;体质指数(BMI)为(16.58±2.35)kg/m²。对照组男 47 例,女 44 例;平均(8.91±1.58)岁;BMI 为(16.67±2.29)kg/m²。哮喘组、对照组年龄、性别、BMI 比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$),具有可比性。本研究经中国人民解放军联勤保障部队第 904 医院医学伦理委员会审核批准(20210801),所有哮喘患儿及健康体检儿童的家属均知情同意并签署知情同意书。

1.2 方法

1.2.1 血清 NR4A1、CTRP9 水平检测 采集所有哮喘患儿入组次日及健康体检儿童体检当天清晨空腹状态下静脉血 5 mL,以 3 000 r/min 离心 10 min,离心半径为 10 cm,分离血清,保存于-80℃冰箱中,采用酶联免疫吸附试验检测血清 NR4A1、CTRP9 水平,具体操作步骤按照 NR4A1 试剂盒(货号:JL19195-96T)、CTRP9 试剂盒(货号:JL13923-96T)说明书进行,试剂盒均购自上海将来实业股份有限公司。

1.2.2 哮喘严重程度评估 根据哮喘急性发作的严

重程度分级^[11],将哮喘患儿分为轻度组(哮鸣音散在、呼气末期,呼气峰流速(PEF)为 50%~70%)、中度组(哮鸣音响亮、弥漫性,PEF 为 33%~<50%)、重度组(哮鸣音明显响亮,PEF<33%)。

1.2.3 肺功能指标检测 患儿入组次日清晨,采用肺功能仪(生产厂家:浙江柯洛德健康科技有限公司;型号:PowerCube-STD)检测哮喘患儿的肺功能指标,包括第 1 秒用力呼气容积占预计值百分比(FEV₁%)、第 1 秒用力呼气容积占用力肺活量百分比(FEV₁/FVC)、PEF。

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,多组间比较采用单因素方差分析,组间两两比较采用 SNK-*q* 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 Pearson 相关分析哮喘患儿血清 NR4A1、CTRP9 水平与肺功能指标的相关性。绘制受试者工作特征(ROC)曲线分析血清 NR4A1、CTRP9 对重度哮喘的评估价值,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 哮喘组和对照组血清 NR4A1、CTRP9 水平比较 哮喘组血清 NR4A1、CTRP9 水平低于对照组,差异均有统计学意义($P < 0.05$)。见表 1。

表 1 哮喘组和对照组血清 NR4A1、CTRP9 水平比较($\bar{x} \pm s$)

组别	<i>n</i>	NR4A1(ng/mL)	CTRP9(pg/mL)
哮喘组	91	4.93±1.13	485.05±86.72
对照组	91	8.15±1.52	724.16±113.48
<i>t</i>		-16.218	-15.971
<i>P</i>		<0.001	<0.001

2.2 不同严重程度哮喘患儿血清 NR4A1、CTRP9 水平比较 轻度组有 36 例患儿,中度组有 30 例患儿,重度组有 25 例患儿。中度组、重度组血清 NR4A1、CTRP9 水平低于轻度组,且重度组血清 NR4A1、CTRP9 水平低于中度组,差异均有统计学意义($P < 0.05$)。见表 2。

2.3 不同严重程度哮喘患儿肺功能指标比较 中度组、重度组 FEV₁%、FEV₁/FVC、PEF 低于轻度组,且

重度组 FEV₁%、FEV₁/FVC、PEF 低于中度组,差异均有统计学意义($P < 0.05$)。见表 3。

2.4 哮喘患儿血清 NR4A1、CTRP9 水平与肺功能指标的相关性 Pearson 相关分析结果显示,哮喘患儿血清 NR4A1、CTRP9 水平与 FEV₁%、FEV₁/FVC、PEF 呈正相关($P < 0.05$)。见表 4。

2.5 血清 NR4A1、CTRP9 对重度哮喘的评估价值 以哮喘患儿严重程度为状态变量(重度=1,轻、中度=0),以血清 NR4A1、CTRP9 单项及联合为检验变量,绘制 ROC 曲线。结果显示,血清 NR4A1、CTRP9 联合评估重度哮喘的 AUC 为 0.963,大于血清 NR4A1、CTRP9 单独评估的 AUC($Z_{2项联合-NR4A1} = 3.156, P_{2项联合-NR4A1} = 0.002; Z_{2项联合-CTRP9} = 2.775, P_{2项联合-CTRP9} = 0.006$)。见表 5。

表 2 不同严重程度哮喘患儿血清 NR4A1、CTRP9 水平比较($\bar{x} \pm s$)

组别	<i>n</i>	NR4A1(ng/mL)	CTRP9(pg/mL)
轻度组	36	5.91±1.24	554.15±91.63
中度组	30	4.83±1.13 ^a	475.62±86.54 ^a
重度组	25	3.65±0.96 ^{ab}	396.85±79.86 ^{ab}
<i>F</i>		29.537	24.451
<i>P</i>		<0.001	<0.001

注:与轻度组比较,^a $P < 0.05$;与中度组比较,^b $P < 0.05$ 。

表 3 不同严重程度哮喘患儿肺功能指标比较($\bar{x} \pm s$)

组别	<i>n</i>	FEV ₁ %	FEV ₁ /FVC(%)	PEF(L/min)
轻度组	36	75.42±9.48	82.46±11.25	105.34±14.97
中度组	30	69.35±10.31 ^a	70.37±9.67 ^a	97.48±12.57 ^a
重度组	25	57.34±11.72 ^{ab}	62.15±9.72 ^{ab}	88.79±11.54 ^{ab}
<i>F</i>		22.447	29.795	11.448
<i>P</i>		<0.001	<0.001	<0.001

注:与轻度组比较,^a $P < 0.05$;与中度组比较,^b $P < 0.05$ 。

表 4 哮喘患儿血清 NR4A1、CTRP9 水平与肺功能指标的相关性

指标	NR4A1		CTRP9	
	<i>r</i>	<i>P</i>	<i>r</i>	<i>P</i>
FEV ₁ %	0.543	<0.001	0.526	<0.001
FEV ₁ /FVC	0.506	<0.001	0.573	<0.001
PEF	0.497	<0.001	0.463	<0.001

表 5 血清 NR4A1、CTRP9 对重度哮喘的评估价值

指标	AUC	最佳截断值	AUC 的 95%CI	灵敏度(%)	特异度(%)	约登指数	<i>P</i>
NR4A1	0.825	4.56 ng/mL	0.732~0.897	88.46	73.85	0.623	<0.001
CTRP9	0.879	451.90 pg/mL	0.794~0.938	92.31	76.92	0.692	<0.001
2 项联合	0.963	—	0.901~0.991	90.77	92.31	0.831	<0.001

注:—表示无数据。

3 讨 论

哮喘患儿发作时的严重程度与持续时间存在明

显个体差异,轻者仅表现为呼吸不畅、胸部紧迫感;严重者可出现极度呼吸困难,被迫端坐呼吸,甚至发绀,影

响患儿生活质量^[15-17]。目前关于哮喘患儿血清 NR4A1、CTRP9 水平与疾病严重程度的关系缺乏系统研究,本研究以期对哮喘研究提供新的视角和依据。

NR4A1 作为一种孤儿核受体,在哮喘的气道炎症反应和重塑过程中发挥着重要作用,可能通过调节炎症细胞活化和迁移,促进气道平滑肌细胞增殖和分化等机制,参与哮喘发病过程^[18-19]。CHEN 等^[20]研究表明,沉默长链非编码 RNA(lncRNA) CDKN2B-AS1 通过抑制锌指蛋白 36 启动子甲基化和促进 NR4A1 表达,减少体外细胞凋亡并减轻炎症反应,在体内缓解卵清蛋白诱导的哮喘小鼠症状。LI 等^[21]研究表明,急性肺损伤大鼠血清 NR4A1 水平降低,紫檀芪预处理通过激活 NR4A1,减少脂多糖诱导的急性肺损伤。邓俊华等^[22]研究表明,慢性阻塞性肺疾病患者血清 NR4A1 水平降低,且其水平与肺功能及炎症指标密切相关,本研究结果与上述研究报道相似。本研究中,哮喘组血清 NR4A1 水平低于对照组,重度组血清 NR4A1 水平低于轻、中度组,且中度组低于轻度组,提示 NR4A1 可能参与哮喘的发病过程,与哮喘疾病严重程度密切相关。有研究表明, NR4A1 通过调节平滑肌细胞中线粒体裂变和自噬来维持线粒体稳态,从而防止氧化应激^[23]。分析原因可能为 NR4A1 低表达可能导致平滑肌细胞中线粒体稳态失衡,加剧氧化应激反应,激活多种炎症通路和细胞凋亡途径,从而加剧气道炎症和反应性,导致哮喘患儿病情加重,推测血清 NR4A1 可以作为评估哮喘严重程度的辅助监测指标^[22-24]。

CTRP9 具有显著的抗炎症、抗氧化特性,在保护心肌、舒张血管和改善内皮功能等方面发挥重要作用^[25-26]。有研究表明,CTRP9 通过抑制 Toll 样受体 4/髓样分化因子 88/核因子- κ B 信号通路减少心肌细胞缺氧/复氧诱导的炎症反应^[27]。QIAN 等^[28]研究表明,与健康对照者相比,哮喘患者血清 CTRP9 水平降低,与外周血单核细胞中肿瘤坏死因子- α 、白细胞介素(IL)-1 β 和 IL-6 水平呈负相关,CTRP9 在体外显著抑制促炎性细胞因子表达,可能缓解哮喘小鼠模型中气道炎症和重塑。JIN 等^[29]研究表明,CTRP9 通过调节腺苷酸激活蛋白激酶(AMPK)介导的大鼠内皮素-1 和一氧化氮的分泌来改善缺氧诱导的肺动脉高压。GUAN 等^[30]研究表明,CTRP9 与抑制炎症反应、细胞凋亡和细胞外基质损伤有关,CTRP9 高表达通过降低平均肺动脉压和右心室收缩压来减弱肺血管重塑,维持肺血管稳态,并保护肺动脉高压大鼠免受功能障碍和异常重塑的影响。与上述研究报道相似,本研究发现,哮喘组血清 CTRP9 水平低于对照组,重度组血清 CTRP9 水平低于轻、中度组,且中度组低于轻度组,提示 CTRP9 可能参与哮喘发病过程,与哮喘病情严重程度密切相关,推测 CTRP9 水平降低可能会增加重度哮喘发生风险。分析原因可能为

CTRP9 可能通过抑制炎症细胞活化和迁移、减少炎症因子释放等机制,在哮喘病情发展中发挥保护作用,随着哮喘严重程度加剧,炎症细胞活化和迁移可能更加剧烈,导致 CTRP9 抗炎症作用逐渐减弱^[28-30]。

本研究发现,中度组、重度组 FEV₁%、FEV₁/FVC、PEF 低于轻度组,且重度组低于中度组,且与血清 NR4A1、CTRP9 水平呈正相关。ROC 曲线分析结果显示,血清 NR4A1、CTRP9 联合评估重度哮喘的 AUC 大于血清 NR4A1、CTRP9 单独评估的 AUC,表明血清 NR4A1、CTRP9 联合检测具有更高的评估价值,可以作为哮喘患儿病情严重程度的评估指标,能提高评估哮喘严重程度的准确度,当哮喘患儿肺功能指标随着病情加重而逐渐降低,临床通过监测血清 NR4A1、CTRP9 水平变化,可以及时了解哮喘患儿的病情变化,更早期地发现重度哮喘发生的潜在风险,从而调整治疗方案,提高治疗效果,可以更好地控制哮喘病情进展,提高哮喘患儿的生活质量。

综上所述,哮喘患儿血清 NR4A1、CTRP9 水平降低,与肺功能指标相关,2 项指标联合检测可更好地评估哮喘病情严重程度。然而本研究未分析 NR4A1、CTRP9 在哮喘中的具体作用机制,未来可增加动物实验对其进行验证,同时可扩大样本量、开展前瞻性研究探讨 NR4A1、CTRP9 在治疗决策中的应用价值,以期对哮喘的诊断和治疗提供更加精准和有效的手段。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突。

作者贡献 姜舒亚、张海英:研究设计与实施、论文撰写和修改;任美玲、黄丹萍、孙志伟:数据收集、统计处理;薛新、随兰侠、杨霞:论文审阅、研究指导。

参考文献

- [1] SAVIN I A, ZENKOVA M A, SEN'KOVA A V. Bronchial asthma, airway remodeling and lung fibrosis as successive steps of one process [J]. *Int J Mol Sci*, 2023, 24(22):1-16.
- [2] CHUNG K F, DIXEY P, ABUBAKARWAZIRI H, et al. Characteristics, phenotypes, mechanisms and management of severe asthma [J]. *Chin Med J (Engl)*, 2022, 135(10):1141-1155.
- [3] SINHA S, KUMAR S, NARWARIA M, et al. Severe acute bronchial asthma with sepsis: determining the status of biomarkers in the diagnosis of the disease [J]. *Diagnostics (Basel)*, 2023, 13(16):2691.
- [4] MAKRINIOTI H, HOMIL K, HURME P, et al. Peripheral blood MxA levels during a first acute wheezing episode and the Link to childhood asthma [J]. *Arch Bronconeumol*, 2024, 60(3):183-185.

- [5] 黄运丽,刘冠彬,杜茹,等. 支气管哮喘患儿的血清 NAMPT、HIF-2 α 水平及其与急性发作期疾病严重程度的关系、诊断重度急性发作的价值[J]. 广西医学,2022,44(24):2837-2840.
- [6] DONG W, YANG H X, CHENG M H, et al. Dexmedetomidine alleviates pulmonary ischemia-reperfusion injury through modulating the miR-21-5p/Nr4a1 signaling pathway[J]. Acta Biochimica Polonica,2020,67(4):521-529.
- [7] 甘秋婷,阳志军. NR4A1 及其拮抗剂在肿瘤免疫中的研究进展[J]. 中国肿瘤生物治疗杂志,2025,32(5):538-543.
- [8] 孙宁,李飞. 心肌梗死患者血清 miR-34a-5p 和 C1q/肿瘤坏死因子相关蛋白-9 水平及其与心肌重构的相关性[J]. 检验医学与临床,2024,21(19):2785-2789.
- [9] XU S S, ZHANG Y, LIU X J, et al. Nr4a1 marks a distinctive ILC2 activation subset in the mouse inflammatory lung[J]. BMC Biology,2023,21(1):218.
- [10] 杨柳,韦金梅,林华,等. 2 型糖尿病合并代谢综合征患者血清 CTRP9、A-FABP 水平变化及临床意义[J]. 临床和实验医学杂志,2024,23(13):1400-1403.
- [11] 秦晓枫,谷长平,张芮芮,等. NR4A1 及其翻译后修饰在炎症性相关肺实质疾病中调控作用的研究进展[J]. 国际麻醉学与复苏杂志,2023,44(4):433-437.
- [12] LI L, GU Z, ZHANG J. CTRP9 overexpression attenuates palmitic acid-induced inflammation, apoptosis and impaired migration in HTR8/SVneo cells through AMPK/SREBP1c signaling[J]. Exp Ther Med,2022,24(1):459-468.
- [13] GUAN H, WANG Y, LI X, et al. C1q/tumor necrosis factor-related protein 9: basics and therapeutic potentials[J]. Front Physiol,2022,13(1):1-18.
- [14] 中华医学会儿科学会呼吸学组,《中华儿科杂志》编辑委员会. 儿童支气管哮喘诊断与防治指南[J]. 中华儿科杂志,2008,46(10):745-753.
- [15] 徐春艳,吴昱,陈瑞东,等. 肺炎支原体感染诱发哮喘患儿急性发作期外周血 S100A4、S100A8 检测及其临床意义[J]. 广东医学,2025,46(8):1200-1205.
- [16] 刘桢. 布地奈德福莫特罗吸入粉雾剂联合小剂量阿奇霉素对支气管哮喘患儿肺通气能力及气道炎症的改善效果[J]. 中国现代药物应用,2025,19(21):109-112.
- [17] 梁利红,许丽萍,梁东阁. 肺炎支原体感染的哮喘患儿骨膜素与肌腱蛋白-C 和可溶性生长刺激表达基因 2 蛋白水平特征及对哮喘急性发作的影响[J]. 医药论坛杂志,2025,46(17):1882-1886.
- [18] WANG J, WU Y Y, LI X, et al. Bergapten inhibits airway inflammation and MRGPRX2-mediated mast cells activation by targeting NR4A1[J]. Int Immunopharmacol,2024,130:111798.
- [19] 史伟勋,左路广,刘训涛,等. 血清孤儿核受体 4A1 对儿童难治性肺炎支原体肺炎的预测价值[J]. 中国妇幼健康研究,2024,35(12):48-52.
- [20] CHEN Z X, FAN N D, SHEN G S, et al. Silencing lncRNA CDKN2B-AS1 alleviates childhood asthma progression through inhibiting ZFP36 promoter methylation and promoting NR4A1 expression[J]. Inflammation,2023,46(2):700-717.
- [21] LI Y, WANG S M, LI X, et al. Pterostilbene pre-treatment reduces LPS-induced acute lung injury through activating NR4A1[J]. Pharma Biol,2022,60(1):394-403.
- [22] 邓俊华,王志波,黄表华. 慢性阻塞性肺疾病患者血清 NR4 A1 表达及临床意义[J]. 临床肺科杂志,2021,26(7):1034-1037.
- [23] GENG N, CHEN T W, CHEN L, et al. Nuclear receptor Nur77 protects against oxidative stress by maintaining mitochondrial homeostasis via regulating mitochondrial fission and mitophagy in smooth muscle cell[J]. J Mol Cell Cardiol,2022,170:22-33.
- [24] ZHU P J, WANG J Y, DU W J, et al. NR4A1 promotes LPS-Induced acute lung injury through inhibition of opa1-mediated mitochondrial fusion and activation of PGAM5-related necroptosis[J]. Oxid Med Cell Longev,2022,2022:6638244.
- [25] LEI S Y, LI X H, ZUO A J, et al. CTRP9 alleviates diet induced obesity through increasing lipolysis mediated by enhancing autophagy-initiation complex formation[J]. J Nutr Biochem,2024,131:109694.
- [26] 刘学森,王佩佩. CTRP9 通过调节 M1/M2 巨噬细胞极化改善大鼠心肌梗死后早期心功能的临床研究[J]. 临床医学,2024,44(1):5-8.
- [27] HUANG Z Y, ZHAO D, WANG Y J, et al. C1q/TNF-related protein 9 decreases cardiomyocyte hypoxia/reoxygenation-induced inflammation by inhibiting the TLR4/MyD88/NF- κ B signaling pathway[J]. Exp Ther Med,2021,22(4):1139. (下转第 1258 页)

• 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^{*}的关系^{*}

秦科宇¹, 薛 樊², 仇亚莉¹, 高 亮^{1△}

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^{*}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^{*}

QIN Keyu¹, XUE Fan², QIU Yali¹, GAO Liang^{1△}

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^{*}的关系[J]. 检验医学与临床, 2026, 23(9): 1253-1258.