

• 肺部疾病的实验室检测专题 • DOI:10.3969/j.issn.1672-9455.2025.08.024

血清 NOX-4、STAT3 在肺炎新生儿发生细菌性感染的早期诊断及治疗评价中的作用

李华兵,余少华,李 林

四川省广安市广安区人民医院儿科,四川广安 638550

摘要:目的 分析血清烟酰胺腺嘌呤二核苷酸磷酸氧化酶 4(NOX-4)、信号转导和转录激活子 3(STAT3)在肺炎新生儿发生细菌性感染的早期诊断及治疗评价中的作用。方法 选取 2021 年 8 月至 2023 年 8 月在该院就诊的 150 例新生儿肺炎患儿作为研究对象,根据患儿是否发生细菌感染将其分为细菌感染性肺炎组(86 例)和非细菌感染性肺炎组(64 例),并统计 7 d 抗感染治疗患儿的疗效情况。采用酶联免疫吸附试验检测血清 NOX-4、STAT3 水平。采用 Pearson 相关分析细菌感染性肺炎新生儿血清 NOX-4 水平与 STAT3 水平的相关性。采用多因素 Logistic 回归分析肺炎新生儿发生细菌感染的影响因素。绘制受试者工作特征(ROC)曲线分析血清 NOX-4、STAT3 对新生儿细菌感染性肺炎的诊断价值。结果 细菌感染性肺炎组血清 C 反应蛋白(CRP)、NOX-4、STAT3 水平及心率均显著高于细菌感染性肺炎组,差异均具有统计学意义($P < 0.05$)。细菌感染性肺炎疗效不良新生儿血清 NOX-4、STAT3 水平均高于非细菌感染性肺炎疗效良好新生儿,非细菌感染性肺炎疗效不良新生儿血清 NOX-4、STAT3 水平均高于非细菌感染性肺炎疗效良好新生儿,差异均有统计学意义($P < 0.05$)。Pearson 相关分析结果显示,细菌感染性肺炎新生儿血清 NOX-4 水平与 STAT3 水平呈正相关($r = 0.421, P < 0.05$)。多因素 Logistic 回归分析结果显示,心率、CRP 及血清 NOX-4、STAT3 水平升高是肺炎新生儿发生细菌性感染的危险因素($P < 0.05$)。ROC 曲线分析结果显示,血清 NOX-4、STAT3 联合诊断新生儿细菌感染性肺炎的曲线下面积(AUC)为 0.929,大于血清 NOX-4、STAT3 单独诊断的 AUC($Z = 2.083, 3.846, P < 0.05$)。结论 血清 NOX-4、STAT3 高表达均会造成肺炎新生儿发生细菌性感染的风险升高,检测血清 NOX-4、STAT3 水平在新生儿肺炎早期诊断和治疗中有积极意义。

关键词:烟酰胺腺嘌呤二核苷酸磷酸氧化酶 4; 信号转导和转录激活子 3; 新生儿肺炎; 早期诊断; 治疗

中图法分类号:R722.1;R722.135

文献标志码:A

文章编号:1672-9455(2025)08-1133-05

Role of serum NOX-4 and STAT3 in early diagnosis and treatment evaluation of bacterial infection in neonates with pneumonia

LI Huabing, YU Shaohua, LI Lin

Department of Pediatric, Guang'an District People's Hospital of Guang'an City,
Guang'an, Sichuan 638550, China

Abstract: Objective To investigate the role of nicotinamide adenine dinucleotide phosphate oxidase 4 (NOX-4) and signal transducer and activator of transcription 3 (STAT3) in the early diagnosis and treatment evaluation of bacterial infection in neonates with pneumonia. **Methods** A total of 150 children with neonatal pneumonia who were treated in this hospital from August 2021 to August 2023 were selected as the study objects. According to whether the children had bacterial infection, they were divided into bacterial pneumonia group (86 cases) and non-bacterial pneumonia group (64 cases), and the efficacy of anti-infection treatment for 7 days was analyzed. Serum NOX-4 and STAT3 levels were detected by enzyme-linked immunosorbent assay. Pearson method was applied to analyze the correlation between serum NOX-4 and STAT3 levels of bacterial infection in neonates with pneumonia. Multivariate Logistic regression was applied to analyze the influencing factors of bacterial infection in neonates with pneumonia. Receiver operating characteristic (ROC) curve was applied to analyze the diagnostic value of serum NOX-4 and STAT3 levels for neonatal with bacterial pneumonia. **Results** The levels of serum C-reactive protein (CRP), NOX-4, STAT3 and heart rate in bacterial pneumonia group were significantly higher than those in non-bacterial pneumonia group, and the differences

were statistically significant ($P < 0.05$). Serum NOX-4 and STAT3 levels in neonates with poor efficacy of bacterial pneumonia were higher than those in neonates with good efficacy of bacterial pneumonia, and serum NOX-4 and STAT3 levels in neonates with poor efficacy of non-bacterial pneumonia were higher than those in neonates with good efficacy of non-bacterial pneumonia, the differences were statistically significant ($P < 0.05$). Pearson correlation analysis showed that there was a positive correlation between serum NOX-4 level and STAT3 level of bacterial infection in neonates with pneumonia ($r = 0.421, P < 0.05$). Multivariate Logistic regression analysis showed that increased heart rate, CRP, serum NOX-4 and STAT3 levels were risk factors for bacterial infection in neonates with pneumonia ($P < 0.05$). ROC curve analysis results showed that the area under the curve (AUC) of serum NOX-4 and STAT3 combined in the diagnosis of neonatal with bacterial infectious pneumonia was 0.929, which was larger than the AUC of serum NOX-4 and STAT3 alone ($Z = 2.083, 3.846; P < 0.05$). **Conclusion** High expression of serum NOX-4 and STAT3 can increase the risk of bacterial infection in neonates with pneumonia. Detection of serum NOX-4 and STAT3 levels has a positive significance in the early diagnosis and treatment of neonatal pneumonia.

Key words: nicotinamide adenine dinucleotide phosphate oxidase 4; signal transducer and activator of transcription 3; neonatal pneumonia; early diagnosis; treatment

新生儿肺炎是一种常见的呼吸道疾病。由于新生儿免疫能力低下,容易受到各种病菌的侵害,因此易发生肺炎,严重者会威胁到生命。新生儿肺炎病因复杂,多为细菌、病毒等病原体侵入体内引起的感染,使得新生儿出现体温不稳、咳嗽、呼吸窘迫等症状^[1-2]。由于新生儿肺炎的临床表现类似于感冒,这很容易被人们忽略。再加上新生儿器官及其基本免疫功能尚未发育完整,若治疗不及时可能会引发败血症及其他严重并发症^[3-4]。目前,临床上针对治疗新生儿肺炎抗菌药物的安全性和耐药性难以把控,过多服用会对新生儿器官发育产生不良影响。因此,不断寻找特异、准确的诊断指标对治疗新生儿肺炎尤为重要。

烟酰胺腺嘌呤二核苷酸磷酸氧化酶 4(NOX-4)分布在许多组织中,是平滑肌细胞中活性氧生成的关键酶,并参与机体多种氧化应激反应^[5]。李婷^[6]研究发现,血清 NOX-4 水平与 SaO_2 等血气指标存在相关性,且对新生儿缺氧性肺动脉高压病情的发展和预后有重要作用。信号转导和转录激活子 3(STAT3)是一种重要的转录因子,对于诱导许多炎症和免疫反应至关重要^[7]。CHEN 等^[8]研究表明,STAT3 是肺和肾纤维化发病机制中的关键因子,与机体炎症、感染性疾病发展密切相关。上述研究均表明 NOX-4、STAT3 可能与新生儿肺炎的发生及预后有关,而关于二者在新生儿肺炎中的具体临床应用价值目前尚需研究进行分析,基于此,本研究通过检测患儿血清 NOX-4、STAT3 水平分析了其在新生儿肺炎患儿诊断及治疗评价中的作用。现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取 2021 年 8 月至 2023 年 8 月在本院就诊的 150 例新生儿肺炎患儿作为研究对象,其

中男 67 例,女 83 例。根据患儿是否发生细菌感染将其分为细菌感染性肺炎组(86 例)和非细菌感染性肺炎组(64 例)。纳入标准:(1)符合《实用新生儿学》^[9]中新生儿肺炎诊断标准;(2)临床资料完整;(3)日龄 ≤ 28 d。排除标准:(1)合并先天畸形;(2)器官功能缺失;(3)合并恶性肿瘤。本研究通过本院医学伦理委员会审核批准(2021-LL-001),且所有患儿家属知情同意并签署知情同意书。

1.2 方法 采集入院时患儿外周静脉血 4 mL,室温静置 30 min,以 3 500 r/min 离心 8 min,留取上层清液,置于 -80°C 冰箱中保存待检。另收集患儿胎龄、日龄、体质量、体温、分娩方式、心率等临床资料及实验室相关检测指标,包括白细胞计数(WBC)、C 反应蛋白(CRP)、中性粒细胞计数、血清淀粉样蛋白(SAA)。采用酶联免疫吸附试验(试剂盒购自上海凯博生物有限公司)检测血清 NOX-4、STAT3 水平。

采用静脉滴注盐酸氨溴索对肺炎新生儿进行抗感染治疗,并依据 7 d 后的治疗效果将患儿的治疗效果分为良好(外周血 WBC 降低,接近正常水平,痰培养结果为阴性)和不良(症状未改善,痰培养结果为阳性)。

1.3 统计学处理 采用 SPSS25.0 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 χ^2 检验;采用 Pearson 相关分析细菌感染性肺炎新生儿血清 NOX-4 水平与 STAT3 水平的相关性;采用多因素 Logistic 回归分析肺炎新生儿发生细菌性感染的影响因素;绘制受试者工作特征(ROC)曲线分析血清 NOX-4、STAT3 对新生儿细菌感染性肺炎的诊断价值。以 $P < 0.05$ 为差异有统计

学意义。

2 结 果

2.1 细菌感染性肺炎组与非细菌感染性肺炎组临床

资料比较 细菌感染性肺炎组血清 CRP、NOX-4、STAT3 水平及心率均显著高于非细菌感染性肺炎组,差异均统计学意义($P<0.05$)。见表 1。

表 1 细菌感染性肺炎组与非细菌感染性肺炎组临床资料比较[n/n 或($\bar{x}\pm s$)]

组别	<i>n</i>	性别(男/女)	胎龄(周)	日龄(d)	体质量(kg)	体温(℃)	分娩方式 (顺产/剖宫产)
细菌感染性肺炎组	86	37/49	34.36±5.25	12.16±2.39	3.34±0.62	36.48±7.06	59/27
非细菌感染性肺炎组	64	30/34	33.27±6.93	11.73±2.27	3.41±0.73	36.27±6.84	46/18
χ^2/t		0.220	1.096	1.113	-0.634	0.183	0.184
<i>P</i>		0.639	0.275	0.267	0.527	0.855	0.666

组别	<i>n</i>	心率 (次/min)	WBC ($\times 10^9/L$)	CRP (mg/L)	中性粒细胞计数 ($\times 10^9/L$)	SAA (mg/L)	NOX-4 (ng/mL)	STAT 3 (ng/mL)
细菌感染性肺炎组	86	138.47±25.28	26.31±3.21	0.75±0.11	8.21±2.25	8.25±2.61	5.65±1.29	4.26±0.96
非细菌感染性肺炎组	64	130.19±23.43	27.12±4.36	0.69±0.12	8.15±2.43	8.31±2.82	4.16±0.97	3.20±0.68
χ^2/t		2.046	-1.311	3.178	0.156	-0.135	7.750	7.535
<i>P</i>		0.042	0.192	0.002	0.876	0.893	<0.001	<0.001

2.2 不同疗效细菌感染性肺炎新生儿血清 NOX-4、STAT3 水平比较 细菌感染性肺炎新生儿中,有 58 例新生儿疗效良好,有 28 例新生儿疗效不良。细菌感染性肺炎疗效不良新生儿血清 NOX-4、STAT3 水平平均高于细菌感染性肺炎疗效良好新生儿($P<0.05$)。见表 2。

表 2 不同疗效细菌感染性肺炎新生儿血清 NOX-4、STAT3 水平比较($\bar{x}\pm s$)

疗效	<i>n</i>	NOX-4(ng/mL)	STAT3(ng/mL)
良好	58	5.23±1.12	3.99±1.01
不良	28	6.52±1.22	4.82±0.92
<i>t</i>		-4.862	-3.673
<i>P</i>		<0.001	<0.001

2.3 不同疗效非细菌感染性肺炎新生儿血清 NOX-4、STAT3 水平比较 非细菌感染性肺炎新生儿中,有 44 例新生儿疗效良好,有 20 例新生儿疗效不良。非细菌感染性肺炎疗效不良新生儿血清 NOX-4、STAT3 水平平均高于非细菌感染性肺炎疗效良好新生儿,差异均有统计学意义($P<0.05$)。见表 3。

表 3 不同疗效非细菌感染性肺炎新生儿血清 NOX-4、STAT3 水平比较($\bar{x}\pm s$)

疗效	<i>n</i>	NOX-4(ng/mL)	STAT3(ng/mL)
良好	44	2.33±0.32	1.44±0.24
不良	20	8.19±1.36	7.07±1.17
<i>t</i>		-27.208	-30.799
<i>P</i>		<0.001	<0.001

2.4 细菌感染性肺炎新生儿血清 NOX-4 水平与 STAT3 水平的相关性分析 Pearson 相关分析结果显示,细菌感染性肺炎新生儿血清 NOX-4 水平与 STAT3 水平呈正相关($r=0.421,P<0.05$)。

2.5 肺炎新生儿发生细菌感染的多因素 Logistic 回归分析 以肺炎新生儿是否发生细菌感染(发生=1,未发生=0)作为因变量,以表 1 中差异有统计学意义的心率、CRP、血清 NOX-4、STAT3(均原值输入)作为自变量,进行多因素 Logistic 回归分析,结果显示,心率、CRP、血清 NOX-4、STAT3 水平升高是肺炎新生儿发生细菌性感染的危险因素($P<0.05$)。见表 4。

表 4 新生儿细菌感染性肺炎发生的多因素 Logistic 回归分析

因素	β	SE	Wald χ^2	<i>P</i>	OR	OR 的 95%CI
心率	0.423	0.012	1 244.355	<0.001	1.527	1.492~1.563
CRP	0.692	0.222	9.735	0.002	1.999	1.294~3.088
NOX-4	0.749	0.320	5.472	0.019	2.114	1.129~3.958
STAT 3	0.799	0.275	8.448	0.004	2.224	1.297~3.813

2.6 血清 NOX-4、STAT3 对新生儿细菌感染性肺炎的诊断价值 以细菌感染性肺炎组作为阳性对照,非细菌感染性肺炎组作为阴性对照,绘制 ROC 曲线,结果显示,血清 NOX-4、STAT3 单独诊断新生儿细菌感染性肺炎的曲线下面积(AUC)分别为 0.851、0.762,二者联合诊断的 AUC 为 0.929,大于血清 NOX-4、STAT3 单独诊断的 AUC($Z=2.083、3.846,P<0.05$)。见表 5、图 1。

表 5 血清 NOX-4、STAT3 对新生儿细菌感染性肺炎的诊断价值

指标	AUC	最佳截断值	AUC 的 95%CI	灵敏度(%)	特异度(%)	约登指数
NOX-4	0.851	4.97 ng/mL	0.790~0.912	68.6	98.4	0.670
STAT3	0.762	3.69 ng/mL	0.688~0.837	46.5	96.9	0.434
二者联合	0.929	—	0.888~0.970	84.9	90.6	0.755

注:—表示无数据。

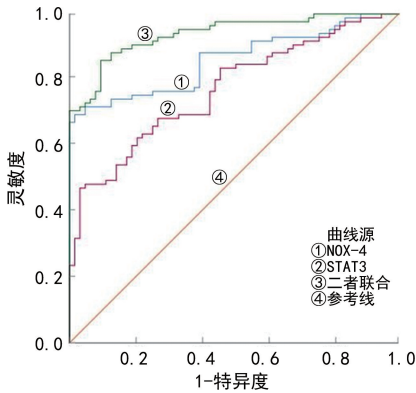


图 1 血清 NOX-4、STAT3 水平诊断新生儿细菌感染性肺炎的 ROC 曲线

3 讨 论

新生儿肺炎是新生儿期感染性疾病中最常见的病症之一,临床上发病率和病死率都很高。一旦新生儿出现体温异常、鼻塞、呼吸困难等不良症状,应及时诊断和治疗,以免加重新生儿病情^[10]。目前,临床常采用肺部超声、红外光谱等方式对新生儿肺炎病情进行诊断,但由于新生儿对射线有较强的敏感性,长时间暴露可能会对新生儿皮肤及器官功能发育造成影响^[11-13],然而预防新生儿肺炎发生并及时诊断治疗,对其生长发育和生命健康至关重要。因此,积极寻找早期诊断新生儿肺炎的生物标志物是许多科研人员不断探索的方向。

NOX-4 是一种具有氧化还原活性的膜相关蛋白,在肿瘤等多种细胞中都有所表达,且能够促进活性氧产生,从而使机体产生氧化应激^[14-16]。已有相关研究表明,上调 NOX-4 酶和升高心肌中的硝酸盐和丙二醛水平能够诱导氧化损伤,对糖尿病患者的心脏功能造成损伤^[17]。陈昌国等^[18]研究表明,NOX4 不仅可以催化活性氧生成,还能够激活核因子(NF)-κB 从而介导炎症反应,NOX4/活性氧(ROS)/NF-κB 信号通路对动脉粥样硬化的病情发展具有一定的调控作用。本研究结果显示,细菌感染性肺炎组血清 NOX-4 水平高于非细菌感染性肺炎组,且 2 组疗效良好患儿血清 NOX-4 水平高于对应的疗效不良患儿($P<0.05$)。此外,多因素 Logistic 回归分析结果显示,血清 NOX-4 水平升高是肺炎新生儿发生细菌性感染的危险因素($P<0.05$),这表明血清 NOX-4 参与新生儿肺炎不同类型的感染进程,高水平 NOX-4 会增加

新生儿细菌感染性肺炎发生风险,推测机制可能为高水平 NOX-4 可能产生过量的活性氧,使机体氧化应激失衡,引发炎症反应。进一步进行 ROC 曲线分析结果显示,血清 NOX-4 诊断新生儿细菌感染性肺炎的 AUC 为 0.851,提示监测 NOX-4 水平变化有助于早期诊断新生儿细菌感染性肺炎。

STAT3 作用于许多细胞因子受体的下游,其功能丧失会损害机体保护性免疫的多个方面,在炎症和免疫反应中发挥关键作用^[19-21]。BODILLY 等^[22]研究发现,患有细菌性肺炎的肥胖小鼠病死率较高,且表现出更严重的肺损伤,这可能与 STAT3 在内的炎症途径被激活有关。刘会雪等^[23]研究表明,肺泡上皮细胞自噬与增殖可能与激活 Janus 激酶(JAK2)/STAT3 信号通路有关。本研究结果显示,细菌感染性肺炎组血清 STAT3 水平高于非细菌感染性肺炎组,且 2 组疗效良好患儿血清 STAT3 水平高于对应的疗效不良患儿($P<0.05$)。此外,多因素 Logistic 回归分析结果显示,血清 STAT3 水平升高是肺炎新生儿发生细菌性感染的危险因素($P<0.05$)。李会娜等^[24]研究表明,STAT3 基因表达水平在支原体肺炎中显著升高,对患儿肺功能产生影响,推测与白细胞介素(IL)-6/STAT3 信号通路激活存在一定联系。这表明血清 STAT3 水平与新生儿肺炎发展关系密切,高水平 STAT3 可能会加剧炎症反应,使机体免疫功能紊乱,给肺组织带来损伤。ROC 曲线分析结果显示,血清 STAT3 单独诊断新生儿细菌感染性肺炎的 AUC 为 0.762。进一步研究发现,血清 NOX-4、STAT3 联合诊断的 AUC 为 0.929,优于二者单独诊断结果。提示血清 NOX-4、STAT3 联合检测对细菌感染性肺炎有更高的诊断效能。张利华等^[25]研究发现,IL-6、降钙素原(PCT)和超敏 C 反应蛋白(hs-CRP)联合检测诊断新生儿细菌感染性肺炎的 AUC 为 0.893,张晨曦等^[26]研究发现,PCT 诊断新生儿细菌感染性肺炎的 AUC 为 0.790,均低于本研究血清 NOX-4、STAT3 联合检测的 0.929,说明本研究选取的 2 项指标在诊断新生儿细菌感染性肺炎中具有一定优势。此外,Pearson 相关分析结果还显示,细菌感染性肺炎患儿血清 NOX-4 水平与 STAT3 水平呈正相关($P<0.05$),这表明血清 NOX-4、STAT3 在新生儿细菌感染性肺炎发展中关系密切,深入研究二者水

平动态变化对新生儿细菌感染性肺炎患儿生命健康和病情发展至关重要。

综上所述,血清 NOX-4、STAT3 有望成为新生儿细菌感染性肺炎早期诊断的标志物,但 NOX-4、STAT3 在新生儿细菌感染性肺炎中的作用途径尚未明确,后期将加大样本量,继续探讨血清 NOX-4、STAT3 水平在新生儿细菌感染性肺炎中的作用机制,以期对相关疾病治疗提供临床参考依据。

参考文献

- [1] 张伟锋,蔡宇飞. 血清 PCT、IL-6、hs-CRP 联合检测在新生儿肺炎早期诊断中的价值分析[J]. 实用中西医结合临床,2023,23(9):87-89.
- [2] 刘小凰. 静注人免疫球蛋白联合布地奈德治疗新生儿肺炎的效果及对肺功能、血清 CRP、IL-6、IL-10 水平的影响[J]. 临床合理用药杂志,2022,15(20):132-134.
- [3] 吴志兴,何建东,庄雨晨. 血清免疫球蛋白、白细胞介素-6 水平在新生儿肺炎中的表达及临床意义[J]. 中国当代医药,2023,30(18):102-105.
- [4] 柳晓兴,柳立娟,魏敏,等. 阿莫西林和头孢他啶联合治疗新生儿肺炎的临床效果及对患儿肠道菌群的影响[J]. 内科,2022,17(3):316-318.
- [5] AGUADO A, FISCHER T, RODRÍGUEZ C, et al. Hu antigen R is required for NOX-1 but not NOX-4 regulation by inflammatory stimuli in vascular smooth muscle cells[J]. J Hypertens, 2016, 34(2):253-265.
- [6] 李婷. 血清 NOX-4、MMP-9 水平在缺氧性肺动脉高压新生儿病情评估及短期预后中的价值分析[J]. 医药论坛杂志,2023,44(1):25-29.
- [7] PANDEY P, AL RUMAIH Z, KELS M J T, et al. Targeting ectromelia virus and TNF/NF- κ B or STAT3 signaling for effective treatment of viral pneumonia[J]. Proc Natl Acad Sci U S A, 2022, 119(8):e2112725119.
- [8] CHEN W, YUAN H, CAO W M, et al. Blocking interleukin-6 trans-signaling protects against renal fibrosis by suppressing STAT3 activation[J]. Theranostics, 2019, 9(14):3980-3991.
- [9] 邵肖梅,叶鸿瑁,丘小汕. 实用新生儿学[M]. 5 版. 北京:人民卫生出版社,2019:582-588.
- [10] 马洲,周杰新,李帅. 枯草杆菌二联活菌颗粒联合阿莫西林-克拉维酸钾治疗新生儿肺炎有效性及对康复进程、炎症指标的影响[J]. 解放军医药杂志,2022,34(9):91-95.
- [11] 吴敏,汪勇芬. miR-127、miR-221、miR-223 在新生儿肺炎中的表达及临床意义[J]. 西藏医药,2023,44(4):29-31.
- [12] OZDEMIR F E, ALAN S, ALIEFENDIOGLU D. The diagnostic value of pulmonary near-infrared spectroscopy in the early distinction of neonatal pneumonia from transient tachypnea of the newborn[J]. Pediatr Pulmonol, 2023, 58(11):3271-3278.

- [13] 席娥,朱晓飞,席艳. 氨溴索联合鼻塞式持续气道正压通气对新生儿肺炎患儿疗效及血气指标、凝血功能的影响[J]. 血栓与止血学,2022,28(3):414-416.
- [14] 王浩然,任玮玮,王娟,等. 芦丁通过靶向烟酰胺腺嘌呤二核苷酸磷酸氧化酶 4 调控活性氧/低氧诱导因子-1 α 信号参与子宫内膜异位细胞增殖迁移侵袭及凋亡[J]. 中国妇幼保健,2023,38(16):3093-3099.
- [15] 买买提·依斯热依力,吾布力卡斯木·吾拉木,李义亮,等. 心理应激诱导 NADPH 氧化酶 Nox-4 在食管炎症发生中的作用[J]. 中国临床研究,2019,32(7):865-869.
- [16] 强家维,靳贺超,梁胜然,等. 益气活血通络方对糖尿病肾病大鼠肾组织 RAGE/NOX4/ROS 信号通路及氧化应激的影响[J]. 暨南大学学报(自然科学与医学版),2022,43(3):244-255.
- [17] YARIBEYGI H, MALEKI M, MOHAMMADI M T, et al. Crocin improves diabetes-induced oxidative stress via downregulating the Nox-4 in myocardium of diabetic rats[J]. Adv Exp Med Biol, 2021, 1328:275-285.
- [18] 陈昌国,李易,王建飞,等. 健脾化浊方通过 NOX4/ROS/NF- κ B 通路调节动脉粥样硬化大鼠主动脉炎症及氧化应激反应的研究[J]. 中药药理与临床,2019,35(6):134-139.
- [19] 张志宏,王春梅,李贺,等. 黄芪甲苷通过 JAK/STAT3 信号通路抑制肺癌细胞增殖和迁移的作用机制研究[J]. 北华大学学报(自然科学版),2022,23(6):775-779.
- [20] 刘秀琴,李婷婷,周燕,等. 刺梨提取物对皮肤鳞状细胞癌 A431 细胞的抑制作用及对 JAK2/STAT3 信号通路的影响[J]. 毒理学杂志,2022,36(5):421-426.
- [21] 丁付燕,孟树萍,王书鹏,等. 术前雾化吸入布地奈德对心脏瓣膜置换术后肺部感染和 IL-6/STAT3 炎症信号通路的影响[J]. 中华医院感染学杂志,2022,32(2):193-197.
- [22] BODILLY L, WILLIAMSON L, HOWELL K, et al. Obese mice with pneumonia have hyperleptinemia and increased pulmonary signal transducer and activator of transcription 3 activation[J]. Shock, 2023, 59(3):409-416.
- [23] 刘会雪,张佩佩,安江科. 三七皂甙 R1 调节蛋白酪氨酸激酶 2/信号转导与转录激活因子 3 信号通路对肺炎克雷伯菌感染的肺泡上皮细胞损伤的影响[J]. 中国热带医学, 2023, 23(7):754-760.
- [24] 李会娜,郝恒瑞,安红,等. 儿童肺炎支原体肺炎 IL-6/STAT3 信号通路对肺功能及 Th17/Treg 的影响[J]. 中华医院感染学杂志,2023,33(3):420-423.
- [25] 张利华,易婷婷,徐永君. 细菌感染性肺炎新生儿血清 IL-6 与 PCT 和 hs-CRP 的表达及诊断价值研究[J]. 中华医院感染学杂志,2020,30(3):453-457.
- [26] 张晨曦,李大雷,刘姜艳,等. 血清 CK、CK-MB、sTREM-1 和 PCT 水平在新生儿感染性肺炎病情及感染类型评估中的价值[J]. 哈尔滨医科大学学报,2023,57(4):436-440.