

DOI: 10.3969/j.issn.1005-8982.2023.07.010  
文章编号: 1005-8982 (2023) 07-0060-06

临床研究·论著

## 慢性心力衰竭合并社区获得性肺炎患者血清 TLR4表达及与PCT、NT-proBNP、 氧化应激指标的相关性分析\*

王国玉<sup>1</sup>, 王淼<sup>1</sup>, 李彤<sup>1</sup>, 王浩宇<sup>2</sup>, 武晓明<sup>1</sup>, 曹俊杰<sup>1</sup>  
(承德医学院附属医院 1.老年病科, 2.放射科, 河北承德 067000)

**摘要:** **目的** 探讨慢性心力衰竭(CHF)合并社区获得性肺炎(CAP)患者血清 Toll样受体4(TLR4)表达及其与降钙素原(PCT)、氨基末端B型利钠肽前体(NT-proBNP)、丙二醛(MDA)、超氧化物歧化酶(SOD)、谷胱甘肽过氧化物酶(GSH-Px)的相关性。**方法** 选取2020年1月—2022年6月承德医学院附属医院收治的90例CHF患者为研究对象。根据入院时是否合并CAP将其分为合并CAP组42例和单纯CHF组48例。比较两组患者的一般资料及血清TLR4、PCT、NT-proBNP、MDA、SOD、GSH-Px水平,通过多因素Logistic逐步回归分析CHF患者合并CAP的影响因素,采用Pearson相关性分析血清TLR4与PCT、NT-proBNP、MDA、SOD、GSH-Px的相关性。**结果** 两组患者的性别、BMI、心功能分级、冠心病、吸烟史、饮酒史、白细胞计数及中性粒细胞计数比较,差异无统计学意义( $P>0.05$ )。两组的年龄、CHF病程、COPD、高血压、糖尿病、侵入性操作、长期卧床、TLR4、PCT、NT-proBNP、MDA、SOD、GSH-Px比较,差异有统计学意义( $P<0.05$ )。多因素Logistic逐步回归分析结果显示:年龄[OR=1.255(95% CI:1.092,1.443)],CHF病程[OR=1.604(95% CI:1.202,2.141)],糖尿病[OR=7.453(95% CI:1.811,30.666)],侵入性操作[OR=20.668(95% CI:1.109,35.053)],TLR4[OR=1.048(95% CI:1.026,1.069)],PCT[OR=1.456(95% CI:1.071,1.979)],NT-proBNP水平[OR=1.001(95% CI:1.000,1.002)]是CHF患者合并CAP的危险因素( $P<0.05$ );GSH-Px [OR=0.905(95% CI:0.828,0.989)]是CHF患者合并CAP的保护因素( $P<0.05$ )。Pearson相关性分析显示,血清TLR4表达与PCT、NT-proBNP、MDA呈正相关( $r=0.335,0.265,0.356$ ,均 $P<0.05$ ),与GSH-Px呈负相关( $r=-0.481$ , $P<0.05$ ),与SOD水平无相关性( $r=-0.121$ , $P>0.05$ )。**结论** 血清TLR4、PCT、NT-proBNP、GSH-Px水平是CHF患者合并CAP的独立影响因素,血清TLR4与PCT、NT-proBNP、MDA、GSH-Px表达水平相关。

**关键词:** 慢性心力衰竭;社区获得性肺炎;Toll样受体4;降钙素原;氨基末端B型利钠肽前体;氧化应激

中图分类号: R541.6

文献标识码: A

## Serum TLR4 expression and its correlation with PCT, NT proBNP and oxidative stress in patients with chronic heart failure with community acquired pneumonia\*

Wang Guo-yu<sup>1</sup>, Wang Miao<sup>1</sup>, Li Tong<sup>1</sup>, Wang Hao-yu<sup>2</sup>, Wu Xiao-ming<sup>1</sup>, Cao Jun-jie<sup>1</sup>  
(1. Department of Gerontology, Affiliated Hospital of Chengde Medical College Chengde, Chengde, Hebei 067000, China; 2. Department of Radiology, Affiliated Hospital of Chengde Medical College Chengde, Chengde, Hebei 067000, China)

收稿日期: 2022-09-26

\* 基金项目: 承德市科技支撑计划项目(No: 202109A037)

[通信作者] 曹俊杰, E-mail: caojunjie\_2007@163.com; Tel: 15633142793

**Abstract: Objective** To explore the level of serum Toll like receptor 4 (TLR4) expression in patients with chronic heart failure (CHF) complicated with community acquired pneumonia (CAP) and its correlation with procalcitonin (PCT), N-terminal B-type natriuretic peptide precursor (NT proBNP), malondialdehyde (MDA), superoxide dismutase (SOD) and glutathione peroxidase (GSH Px). **Method** Ninety patients with CHF admitted to our hospital were selected as the research objects from January 2020 to June 2022. They were divided into CAP group ( $n = 42$ ) and CHF group ( $n = 48$ ) according to whether CAP was incorporated at admission. The general data and the levels of serum TLR4, PCT, NT-proBNP, MDA, SOD, GSH-Px were compared between the two groups. The risk factors of CHF patients with CAP were analyzed by univariate and multivariate logistic regression. Pearson correlation was used to analyze the correlation between serum TLR4 and PCT, NT-proBNP, MDA, SOD, GSH-Px. **Results** By univariate and multivariate logistic regression, age [ $\hat{OR} = 1.255$  (95% CI: 1.092, 1.443)], duration of CHF [ $\hat{OR} = 1.604$  (95% CI: 1.202, 2.141)], diabetes [ $\hat{OR} = 7.453$  (95% CI: 1.811, 30.666)], invasive operation [ $\hat{OR} = 20.668$  (95% CI: 1.109, 35.053)], TLR4 level [ $\hat{OR} = 1.048$  (95% CI: 1.026, 1.069)], PCT level [ $\hat{OR} = 1.456$  (95% CI: 1.071, 1.979)], and NT proBNP level [ $\hat{OR} = 1.001$  (95% CI: 1.000, 1.002)] were risk factors for CHF patients with CAP ( $P < 0.05$ ); GSH Px level [ $\hat{OR} = 0.905$  (95% CI: 0.828, 0.989)] was the protective factor of CHF patients with CAP ( $P < 0.05$ ). Pearson correlation analysis showed that serum TLR4 expression level was positively correlated with PCT level ( $r = 0.335$ ,  $P = 0.001$ ), NT proBNP level ( $r = 0.265$ ,  $P = 0.012$ ), and MDA level ( $r = 0.356$ ,  $P = 0.001$ ) ( $P < 0.05$ ), negatively correlated with GSH Px ( $r = -0.481$ ,  $P = 0.000$ ), and had no significant correlation with SOD level ( $r = -0.121$ ,  $P = 0.258$ ). **Conclusion** Serum TLR4, PCT, NT-proBNP, and GSH-Px levels were independent influencing factors of CHF patients with CAP; Serum TLR4 was significantly correlated with the expression levels of PCT, NT-proBNP, MDA and GSH-Px.

**Keywords:** heart failure, chronic; pulmonary infection; toll like receptor 4; procalcitonin; n-terminal b-type natriuretic peptide precursor; oxidative stress

慢性心力衰竭(chronic heart failure, CHF)由血流动力学紊乱,多种心脏疾病进展引起,其发病与性别、年龄、种族、共病和环境等因素相关<sup>[1-3]</sup>。受机体免疫力下降、代谢异常等因素影响,CHF患者易发生社区获得性肺炎(community acquired pneumonia, CAP),而发生CAP后可导致CHF患者心肌耗氧量增加,增加恢复进程,甚至导致死亡<sup>[4-5]</sup>。然而目前,CHF患者合并CAP的危险因素尚未完全清楚,除人口学资料以外,近年来研究发现,降钙素原(Procalcitonin, PCT)、氨基末端B型利钠肽前体(N-terminal B-type natriuretic peptide precursor, NT-proBNP)以及包括丙二醛(Malondialdehyde, MDA)、超氧化物歧化酶(superoxide dismutase, SOD)、谷胱甘肽过氧化物酶(glutathione peroxidase, GSH-Px)在内的氧化应激指标与CHF患者合并CAP相关<sup>[6-8]</sup>。Toll样受体4(toll like receptor 4, TLR4)主要表达于免疫系统的细胞,被认为是一种模式识别受体,在炎症反应(包括细胞因子和趋化因子的分泌)的启动中发挥中心作用。且近年来研究发现,在肺部革兰阴性菌感染期间,TLR4可以识别革兰阴性菌的脂多糖并刺激宿主非特异性免疫反应<sup>[9]</sup>,由此推断与CAP密切相关。为此,本研究以2020年—2022年承德医

学院附属医院收治的90例CHF患者为研究对象,探究合并CAP的风险因素以及TLR4表达的临床意义,并分析TLR4与PCT、NT-proBNP、MDA、SOD、GSH-Px的相关性,以期为CHF患者合并CAP的提供新的反映指标。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

选取2020年1月—2022年6月承德医学院附属医院收治的90例CHF患者为研究对象。根据入院时是否合并CAP将其分为合并CAP组、单纯CHF组,分别有42例和48例。纳入标准:①符合《中国心力衰竭诊断和治疗指南2014》<sup>[10]</sup>中CHF诊断标准;②纽约心脏病学会(New York heart association, NYHA)心功能分级II~IV级;③预计生存期 $\geq 30$  d;④短期内未应用过抗菌药物、免疫抑制剂治疗;⑤近期末应用过抗生素及未规范或未应用抗心衰药物;⑥患者及家属知晓本试验。排除标准:①合并全身其他部位严重感染;②合并恶性肿瘤、严重肝肾功能不全、甲状腺功能异常、免疫系统、血液系统疾病;③精神类疾病无法正常沟通;④合并严重室性心律失常、心包填塞、急性心肌梗死;⑤临床资

料不全。

## 1.2 方法

**1.2.1 CAP 判定标准** CAP 判定标准<sup>[11]</sup>如下:①社区发病。②相关临床症状: a. 新近出现的咳嗽、咳痰或原有呼吸道疾病症状加重, 伴或不伴胸痛、脓痰、呼吸困难及咳血; b: 发热; c: 听诊肺实变体征和/或闻及湿性啰音; d: 血常规白细胞计数 $>10 \times 10^9/L$ 或 $<4 \times 10^9/L$ , 伴或不伴细胞核左移。③片状、斑片状浸润性阴影或间质性改变, 伴或不伴胸腔积液。符合①~③任何 1 项, 且排除肺结核、肺部肿瘤、非感染性肺间质性疾病、肺水肿、肺不张、肺栓塞及肺血管炎。

**1.2.2 资料搜集** 搜集两组患者的一般资料并进行比较, 包括年龄、性别、CHF 病程, 体质量指数 (body mass index, BMI)、NYHA 心功能分级、慢性阻塞性肺疾病 (chronic obstructive pulmonary disease, COPD)、冠心病、高血压、糖尿病、吸烟史、饮酒史、侵入性操作及长期卧床情况。

**1.2.3 实验室指标测定** 采用全自动细胞计数仪 (TC20 型, 美国 Bio-Rad 公司) 测定血清白细胞计数、中性粒细胞计数; 采用酶联免疫吸附试验 (ELISA) 测定血清 TLR4 水平, ELISA 试剂盒购自石家庄健菲生物科技有限公司; 采用全自动电化学发光免疫分

析仪 (Cobase411 型, 瑞士罗氏公司) 检测患者血清 PCT 水平。采用荧光免疫定量分析仪 (Getein1100 型, 南京基蛋生物科技股份有限公司) 检测患者血清 NT-proBNP 水平。采用丙二醛检测试剂盒测定血清 MDA 水平, 采用可见分光光度法测定血清 SOD 水平, 采用比色法测定血清 GSH-Px 水平, 检测试剂盒均购自石家庄健菲生物科技有限公司。

## 1.3 统计学方法

数据分析采用 SPSS 23.0 统计软件。计量资料以均数  $\pm$  标准差 ( $\bar{x} \pm s$ ) 表示, 比较用  $t$  检验; 计数资料以构成比或率 (%) 表示, 比较用  $\chi^2$  检验; 相关性分析采用 Pearson 法; 影响因素的分析采用多因素 Logistic 逐步回归模型。  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 两组患者临床资料比较

两组患者性别、BMI、心功能分级、冠心病、吸烟史、饮酒史、白细胞计数及中性粒细胞计数比较, 差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。两组年龄、CHF 病程、COPD、高血压、糖尿病、侵入性操作、长期卧床、TLR4、PCT、NT-proBNP、MDA、SOD、GSH-Px 比较, 差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ )。见表 1。

表 1 两组患者临床资料比较

组别	n	男/女/例	年龄/(岁, $\bar{x} \pm s$ )	BMI/(kg/m <sup>2</sup> , $\bar{x} \pm s$ )	心功能分级 例			CHF 病程/(月, $\bar{x} \pm s$ )	COPD/例
					Ⅱ级	Ⅲ级	Ⅳ级		
合并CAP组	42	25/17	74.67 $\pm$ 6.08	24.60 $\pm$ 1.55	13	16	13	14.81 $\pm$ 2.92	10
单纯CHF组	48	30/18	69.13 $\pm$ 4.30	24.14 $\pm$ 1.74	14	22	12	11.88 $\pm$ 2.52	4
$\chi^2/t$ 值		0.083	5.037	1.316		0.627		5.110	4.084
P 值		0.773	0.000	0.192		0.428		0.000	0.043

  

组别	冠心病/例	高血压/例	糖尿病/例	吸烟史/例	饮酒史/例	侵入性操作/例	长期卧床/例	白细胞计数/( $\times 10^9/L$ , $\bar{x} \pm s$ )
合并CAP组	23	17	22	18	20	25	22	37.95 $\pm$ 1.22
单纯CHF组	21	9	10	16	19	14	12	37.58 $\pm$ 0.81
$\chi^2/t$ 值	1.087	5.147	9.729	0.864	0.589	8.407	7.144	1.714
P 值	0.297	0.023	0.002	0.353	0.443	0.004	0.008	0.090

  

组别	中性粒细胞计数/ ( $\times 10^9/L$ , $\bar{x} \pm s$ )	TLR4/(ng/mL, $\bar{x} \pm s$ )	PCT/(ng/mL, $\bar{x} \pm s$ )	NT-proBNP/ (pg/mL, $\bar{x} \pm s$ )	MDA/(nmol/L, $\bar{x} \pm s$ )	SOD/(u/L, $\bar{x} \pm s$ )	GSH-Px/ (u/L, $\bar{x} \pm s$ )
合并CAP组	9.09 $\pm$ 2.87	7.11 $\pm$ 3.43	1.88 $\pm$ 0.30	15.37 $\pm$ 3.24	6 378.50 $\pm$ 1 105.00	79.63 $\pm$ 11.56	255.91 $\pm$ 29.26
单纯CHF组	8.51 $\pm$ 3.13	5.98 $\pm$ 2.17	1.52 $\pm$ 0.25	10.18 $\pm$ 4.90	5 069.58 $\pm$ 1 089.99	68.94 $\pm$ 15.75	306.98 $\pm$ 70.01
$\chi^2/t$ 值	0.911	1.891	6.209	5.836	5.647	3.625	4.401
P 值	0.365	0.042	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

## 2.2 CHF患者合并CAP的多因素Logistic逐步回归分析

以CHF患者是否合并CAP为因变量,以年龄(实际值)、CHF病程(实际值)、COPD(0=否,1=是)、高血压(0=否,1=是)、糖尿病(0=否,1=是)、长期卧床(0=无,1=有)、侵入性操作(0=否,1=是)、TLR4、PCT、NT-proBNP、MDA、SOD、GSH-Px(均为实测值)为自变量。建立多因素Logistic逐步回归模型( $\alpha_{\lambda}=0.05$ 、 $\alpha_{\text{出}}=0.10$ )。结果显示:年龄[ $\hat{OR}=1.255$ (95% CI:

1.092, 1.443)]、CHF病程[ $\hat{OR}=1.604$ (95% CI: 1.202, 2.141)]、糖尿病[ $\hat{OR}=7.453$ (95% CI: 1.811, 30.666)]、侵入性操作[ $\hat{OR}=20.668$ (95% CI: 1.109, 35.053)]、TLR4 [  $\hat{OR}=1.048$ (95% CI: 1.026, 1.069)]、PCT [  $\hat{OR}=1.456$ (95% CI: 1.071, 1.979)]、NT-proBNP水平[ $\hat{OR}=1.001$ (95% CI: 1.000, 1.002)]是CHF患者合并CAP的危险因素( $P < 0.05$ ); GSH-Px [  $\hat{OR}=0.905$ (95% CI: 0.828, 0.989)]是CHF患者合并CAP的保护因素( $P < 0.05$ )。见表2。

表2 CHF患者合并CAP的多因素Logistic逐步回归分析参数

自变量	<i>b</i>	<i>S<sub>b</sub></i>	Wald $\chi^2$	<i>P</i> 值	$\hat{OR}$	95% CI	
						下限	上限
年龄	0.227	0.071	10.203	0.001	1.255	1.092	1.443
CHF病程	0.473	0.147	10.285	0.001	1.604	1.202	2.141
糖尿病	2.009	0.722	7.745	0.005	7.453	1.811	30.666
侵入性操作	3.029	1.492	4.119	0.042	20.668	1.109	35.053
TLR4	0.046	0.010	20.088	0.000	1.048	1.026	1.069
PCT	0.376	0.157	5.752	0.016	1.456	1.071	1.979
NT-proBNP	0.001	0.001	3.944	0.047	1.001	1.000	1.002
GSH-Px	-0.100	0.045	4.861	0.027	0.905	0.828	0.989

## 2.3 血清TLR4表达水平与PCT、NT-proBNP、氧化应激指标的相关性

Pearson相关性分析显示,血清TLR4表达与PCT、NT-proBNP、MDA呈正相关( $r=0.335$ 、 $0.265$ 和 $0.356$ ,  $P=0.001$ 、 $0.012$ 和 $0.001$ ),与GSH-Px呈负相关( $r=-0.481$ ,  $P=0.000$ ),与SOD水平无相关性( $r=-0.121$ ,  $P=0.258$ )。

## 3 讨论

CAP在CHF患者中较为常见,为改善患者预后,有必要探寻CHF患者合并CAP的风险因素。本研究结果发现年龄、CHF病程、糖尿病、侵入性操作是CHF患者合并CAP的非实验室指标相关风险因素,分析其原因如下:①高龄人群肺功能降低、通气功能减退,加之受长期卧床、反复误吸、基础疾病、广谱抗生素应用等因素的影响,CAP风险增加<sup>[12]</sup>;②随着CHF病程的增加,心肌收缩力减弱、心脏负荷增加,对肺部血液回流产生一定阻碍,可能引起肺部水肿、瘀血等情况的发生,进而增加CAP风险<sup>[13]</sup>;③糖尿病患者的长期高血糖状态可引起机体免疫

力降低、清除病原体能力减弱、营养状态差,此外高血糖状态为细菌的生长繁殖提供了有利条件,因此更易发生CAP<sup>[14]</sup>;④侵入性操作除了可将细菌直接带入机体外,还可能导致呼吸道防御功能下降,增加CAP风险。

本研究结果显示,TLR4、PCT、NT-proBNP是CHF患者合并CAP的危险因素,GSH-Px为保护因素,分析其机制可能如下:①TLR4作为公认的促炎因子,其所在家族已成为启动对不同病原体的先天免疫反应的关键分子,且这些受体还调节随后对感染的适应性免疫反应,TLR4可感知脂多糖,而革兰阴性菌外膜的主要成分,与脂多糖相结合后导致TLR4/MD-2复合物二聚化,进而激活包括核转录因子 $\kappa$ B(nuclear factor- $\kappa$ B, NF- $\kappa$ B)在内的下游介质,并产生促炎因子,从而作为感染的反映指标<sup>[16]</sup>。LI等<sup>[17]</sup>指出,小鼠肺组织中TLR4和TLR4下游因子的mRNA和蛋白表达降低后,其肺部炎症明显被抑制。②PCT作为急性时相反应蛋白,在感染发生后水平急剧上升<sup>[18]</sup>。ZHOU等<sup>[19]</sup>发现,COPD急性加重期并发CAP患者血清PCT水平明显高于非CAP患者。

③发生 CAP 后 CHF 患者肺循环阻力升高, 心肌耗氧量及心脏负荷均增加, 使得心肌细胞受到牵张刺激后增加 NT-proBNP 分泌量<sup>[20]</sup>。易文秀<sup>[21]</sup>以 CHF 患者为研究对象, 发现合并 CAP 者血清 NT-proBNP、PCT 水平明显升高, 并推测其可作为合并 CAP 的辅助诊断指标。④GSH-Px 可有效对抗氧化应激反应, 而氧化应激反应与 CAP 严重程度密切相关, 与王艳华等<sup>[22]</sup>研究结论一致。此外, 本研究 Pearson 相关性分析发现, 血清 TLR4 表达水平与 PCT、NT-proBNP、MDA 呈正相关, 与 GSH-Px 呈负相关, 推测其机制可能与 TLR4 结合脂多糖后激活 TLR-4/NF- $\kappa$ B 信号通路诱导或抑制上述因子表达以及通过影响哺乳动物雷帕霉素靶蛋白依赖性自噬, 调节炎症与氧化应激损伤相关<sup>[23-24]</sup>。LIU 等<sup>[25]</sup>以大鼠为实验对象, 发现在其体内注射大肠杆菌诱导后, 大鼠肺中 PCT 表达水平显著增加, 并提出 PCT 升高是通过 TLR4/NF- $\kappa$ B 途径诱导的。MENG 等<sup>[26]</sup>发现, 右美托咪定能有效改善脂多糖诱导的大鼠血清中 SOD、MDA、GSH-Px 水平, 减轻肺组织病理改变, 并推测这种保护作用可能是通过高迁移率族蛋白-1 介导的 TLR4/NF- $\kappa$ B 和 PI3K/蛋白激酶 B/哺乳动物雷帕霉素靶蛋白通路实现的。DENG 等<sup>[27]</sup>发现, TLR4 过度表达的绵羊血清 MDA 的活性增加, 并认为 TLR4 活性的增加可诱导氧化应激。陈文等<sup>[28]</sup>发现, 下调肝肺组织炎症信号通路中 TLR4 蛋白表达后肝肺组织的 MDA 水平随之降低, 提示两者呈正相关。上述研究均与本研究结果基本一致。

综上所述, 血清 TLR4、PCT、NT-proBNP、GSH-Px 水平是 CHF 患者合并 CAP 的独立影响因素; 血清 TLR4 与 PCT、NT-proBNP、MDA、GSH-Px 表达水平相关。上述指标在反映 CHF 患者合并 CAP 方面具有一定临床价值。

#### 参 考 文 献 :

- [1] ROGER V L. Epidemiology of heart failure: a contemporary perspective[J]. *Circ Res*, 2021, 128(10): 1421-1434.
- [2] 缪雄, 吉鹏, 钱晶, 等. 低分子肝素联合卡维地洛对 COPD 合并心力衰竭患者心肺功能和相关指标的影响[J]. *中南医学科学杂志*, 2022, 50(5): 732-735.
- [3] BAMAN J R, AHMAD F S. Heart failure[J]. *JAMA*, 2020, 324(10): 1015.
- [4] 伍灏堃, 余天浩, 陈森, 等. 慢性心衰合并肺部感染患者血清 microRNA-21 的表达水平及意义[J]. *中华医院感染学杂志*, 2020, 30(2): 184-188.
- [5] CARDOSO J N, DEL CARLO C H, OLIVEIRA JUNIOR M T D, et al. Infection in patients with decompensated heart failure: in-hospital mortality and outcome[J]. *Arq Bras Cardiol*, 2018, 110(4): 364-370.
- [6] 储洁. 血清 B 型利钠肽、C-反应蛋白和降钙素原检测对心力衰竭患者并发肺部感染的诊断价值[J]. *川北医学院学报*, 2021, 36(2): 221-224.
- [7] JOHNSON S A, RUPP A B, RUPP K L, et al. Clinical outcomes and costs associated with procalcitonin utilization in hospitalized patients with pneumonia, heart failure, viral respiratory infection, or chronic obstructive pulmonary disease[J]. *Intern Emerg Med*, 2021, 16(3): 677-686.
- [8] 杨淑霞, 黄秀萍, 李璐, 等. NT-proBNP/BNP 比值、CHE、IL-6 与心力衰竭合并肺部感染患者心功能和感染指标的关系[J]. *成都医学院学报*, 2019, 14(3): 363-366.
- [9] LIN F J, LI S J, LU Y Y, et al. Toll-like receptor 4 activation modulates pericardium-myocardium interactions in lipopolysaccharide-induced atrial arrhythmogenesis[J]. *Europace*, 2021, 23(11): 1837-1846.
- [10] 中华医学会心血管病学分会, 中华心血管病杂志编辑委员会. 中国心力衰竭诊断和治疗指南 2014[J]. *中华心血管病杂志*, 2014, 42(2): 98-122.
- [11] 中华医学会呼吸病学分会. 社区获得性肺炎诊断和治疗指南[J]. *中国实用乡村医生杂志*, 2013, 20(2): 11-15.
- [12] PENG Q, YANG Q. Risk factors and management of pulmonary infection in elderly patients with heart failure: a retrospective analysis[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2021, 100(38): e27238.
- [13] 陈学波, 胡玉纹, 吴广宇. 维持性血液透析患者肺部感染的危险因素分析[J]. *中华医院感染学杂志*, 2014, 24(11): 2706-2708.
- [14] 王明娇, 陈娟, 刘波, 等. 老年心力衰竭合并肺部感染患者的病原学特征及危险因素分析[J]. *国际检验医学杂志*, 2022, 43(9): 1075-1078.
- [15] 徐立彦, 李晨, 王华, 等. 慢性心力衰竭合并肺部感染患者心肌酶谱 4 项及炎症因子水平变化[J]. *贵州医科大学学报*, 2020, 45(5): 611-615.
- [16] HARBERTS E, LIANG T, YOON S H, et al. Toll-like receptor 4-independent effects of lipopolysaccharide identified using longitudinal serum proteomics[J]. *J Proteome Res*, 2020, 19(3): 1258-1266.
- [17] LI H Y, YANG H G, WU H M, et al. Inhibitory effects of lactoferrin on pulmonary inflammatory processes induced by lipopolysaccharide by modulating the TLR4-related pathway[J]. *J Dairy Sci*, 2021, 104(7): 7383-7392.
- [18] 金妍, 石志华, 张可. PCT、CRP 和 NT-ProBNP 在心功能不全并肺部感染中的变化及预测价值[J]. *分子诊断与治疗杂志*, 2022, 14(6): 1040-1043.
- [19] ZHOU W, TAN J. The expression and the clinical significance of eosinophils, PCT and CRP in patients with acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease complicated with pulmonary infection[J]. *Am J Transl Res*, 2021, 13(4): 3451-3458.

- [20] 花蕊,张翠柳,黄志勇.心力衰竭合并肺部感染患者的细菌学特征及CHE、IL-6、PCT、NT-proBNP/BNP比值水平变化及意义研究[J].湖南师范大学学报(医学版),2020,17(5):135-138.
- [21] 易文秀.探讨血清氨基末端B型脑钠肽前体(NT-proBNP)、降钙素原(PCT)联合检测对老年心力衰竭合并肺部感染的临床效果[J].世界最新医学信息文摘(连续型电子期刊),2021,21(17):186-187.
- [22] 王艳华,刘泉源,卢金凤,等.老年心衰合并肺部感染患者血清CHE、Cys C和氧化应激指标变化[J].中华医院感染学杂志,2020,30(16):2452-2456.
- [23] LIU Y, QU X L, ZHANG J H, et al. Effects of dexmedetomidine on the degree of myocardial ischemia-reperfusion injury, oxidative stress and TLR4/NF- $\kappa$ B signaling pathway in rats[J]. Pak J Pharm Sci, 2021, 34(5(Special)): 2047-2051.
- [24] ZHOU M X, XU W M, WANG J Z, et al. Boosting mTOR-dependent autophagy via upstream TLR4-MyD88-MAPK signalling and downstream NF- $\kappa$ B pathway quenches intestinal inflammation and oxidative stress injury[J]. EBioMedicine, 2018, 35: 345-360.
- [25] LIU H H, WANG J S, LIN J Z, et al. LPS induced PCT production via TLR-4/NF- $\kappa$ B passway: it is the difference of G<sup>+</sup> bacteremia rats[J]. Cytokine, 2021, 137: 155317.
- [26] MENG L, LI L Y, LU S, et al. The protective effect of dexmedetomidine on LPS-induced acute lung injury through the HMGB1-mediated TLR4/NF- $\kappa$ B and PI3K/Akt/mTOR pathways[J]. Mol Immunol, 2018, 94: 7-17.
- [27] DENG S L, YU K, WU Q, et al. Toll-like receptor 4 reduces oxidative injury via glutathione activity in sheep[J]. Oxid Med Cell Longev, 2016, 2016: 9151290.
- [28] 陈文,王沛明,张祎,等.基于TLR4通路初探黄芩对内毒素血症大鼠肝肺组织中细胞因子IL-1 $\beta$ 、IL-6、TNF- $\alpha$ 以及氧化应激因子MDA、SOD水平的影响[J].中药药理与临床,2016,32(3):87-92.

(李科 编辑)

**本文引用格式:** 王国玉,王森,李彤,等.慢性心力衰竭合并社区获得性肺炎患者血清TLR4表达及与PCT、NT-proBNP、氧化应激指标的相关性分析[J].中国现代医学杂志,2023,33(07):60-65.  
**Cite this article as:** WANG G Y, WANG M, LI T, et al. Serum TLR4 expression and its correlation with PCT, NT proBNP and oxidative stress in patients with chronic heart failure with community acquired pneumonia[J]. China Journal of Modern Medicine, 2023, 33(7): 60-65.