

【DOI】 10.3969 / j.issn.1671-6450.2026.03.005

脓毒症专题

脓症患者血清 Trx1、PDCD4 表达及其与 28 d 生存情况的关系

储文梅, 王文清, 陈莉云, 李淑芳, 袁忠钊

基金项目: 上海市科技计划项目(21Y11920800)

作者单位: 200020 上海中医药大学附属曙光医院重症医学科

通信作者: 王文清, E-mail: zero_wenqing@163.com



【摘要】目的 分析脓症患者血清硫氧还蛋白-1(Trx1)、程序性细胞死亡因子4(PDCD4)表达及其与28 d生存情况的关系。方法 回顾性收集2018年1月—2021年12月上海中医药大学附属曙光医院重症医学科收治的脓症患者146例为研究组,另按照1:1比例选取同期医院健康体检志愿者146例为健康对照组。脓症患者根据病情严重程度分为单纯脓毒症亚组112例与合并休克亚组34例,根据28 d生存情况分为存活亚组106例与死亡亚组40例。采用酶联免疫吸附法检测血清Trx1、PDCD4水平;采用点二列相关系数分析血清Trx1、PDCD4水平与脓症病情严重程度的相关性;Cox回归分析脓症患者28 d生存情况的影响因素;受试者工作特征(ROC)曲线分析血清Trx1、PDCD4水平对脓症患者28 d生存情况的预测价值。结果 研究组血清Trx1水平低于健康对照组,血清PDCD4水平高于健康对照组($t/P=8.867/ < 0.001, 43.407/ < 0.001$);合并休克亚组血清Trx1水平低于单纯脓毒症亚组, PDCD4水平高于单纯脓毒症亚组($t/P=5.106/ < 0.001, 3.320/ < 0.001$);血清Trx1水平与病情严重程度呈负相关($r/P=-0.441/ < 0.001$),血清PDCD4水平与病情严重程度呈正相关($r/P=0.303/ < 0.001$);入院时APACHE II评分高、CRP水平高、血清PDCD4水平高为脓症患者28 d生存情况的独立危险因素[$HR(95\%CI)=1.106(1.033\sim 1.184), 1.014(1.004\sim 1.023), 1.078(1.029\sim 1.128)$];血清Trx1水平高为独立保护因素[$HR(95\%CI)=0.770(0.653\sim 0.907)$];血清Trx1、PDCD4及二者联合预测脓症患者28 d生存情况的曲线下面积(AUC)分别为0.814、0.807、0.886,二者联合优于各自单独预测价值($Z/P=1.670/0.047, 1.787/0.035$)。结论 脓症患者血清Trx1呈低表达,而PDCD4呈高表达,二者表达水平与病情严重程度相关,联合检测Trx1与PDCD4能更为有效地预测脓症患者28 d生存情况。

【关键词】 脓毒症; 硫氧还蛋白1; 程序性细胞死亡因子4; 28 d生存情况; 相关性**【中图分类号】** R631 **【文献标识码】** A

The expression of serum Trx1 and PDCD4 in sepsis patients and their relationship with 28-day survival Chu Wenmei, Wang Wenqing, Chen Liyun, Li Shufang, Yuan Zhongzhao. Department of Intensive Care Medicine, Shuguang Hospital Affiliated to Shanghai University of Traditional Chinese Medicine, Shanghai 200020, China

Funding program: Shanghai Science and Technology Plan Project (21Y11920800)

Corresponding author: Wang Wenqing, E-mail: zero_wenqing@163.com

【Abstract】 Objective To analyze the expression of serum thioredoxin-1 (Trx1) and programmed cell death factor 4 (PDCD4) in sepsis patients and their relationship with 28-day survival. **Methods** The clinical data of 146 patients with sepsis admitted to the Department of Intensive Care Medicine of Shuguang Hospital Affiliated to Shanghai University of Traditional Chinese Medicine from January 2018 to December 2021 (study group) and 146 volunteers who underwent physical examinations in the hospital at a 1:1 ratio during the same period (healthy control group) were retrospectively collected. Patients in the study group were divided into the simple sepsis subgroup (112 cases) and the septic shock subgroup (34 cases) according to disease severity, and into the survival subgroup (106 cases) and the death subgroup (40 cases) according to 28-day survival status. Enzyme-linked immunosorbent assay was used to detect serum levels of Trx1 and PDCD4 in all subjects. Point-biserial correlation analysis was used to investigate the correlation between serum Trx1, PDCD4 levels and the severity of sepsis. Cox regression analysis and receiver operating characteristic (ROC) curve analysis were used to evaluate the relationship and predictive value between serum Trx1 and PDCD4 levels and 28-day survival in sepsis patients. **Results** Compared with the healthy control group, serum PDCD4 levels were significantly increased and serum Trx1 levels were significantly decreased in the study group ($t/P=43.407/ < 0.001, 8.867/ < 0.001$). Compared with the simple sepsis subgroup, the septic shock subgroup showed significantly increased serum PDCD4 levels and decreased serum Trx1 levels ($t/P=3.320/ < 0.001, 5.106/ < 0.001$).

Point-biserial correlation analysis showed that serum Trx1 levels were negatively correlated with disease severity, while serum PDCD4 levels were positively correlated with disease severity ($r/P = -0.441 / <0.001, 0.303 / <0.001$). High APACHE II score, high CRP level, and high serum PDCD4 level at admission were independent risk factors for 28-day survival in sepsis patients, while high serum Trx1 level was an independent protective factor [$HR (95\%CI) = 1.106 (1.033-1.184), 1.014 (1.004-1.023), 1.078 (1.029-1.128), 0.770 (0.653-0.907)$]. The AUCs for serum Trx1, PDCD4, and their combination in predicting 28-day survival in sepsis patients were 0.814, 0.807, and 0.886, respectively. The combined predictive value was significantly better than that of either marker alone ($Z/P = 1.670/0.047, 1.787/0.035$). **Conclusion** Serum Trx1 levels are decreased and PDCD4 levels are increased in sepsis patients. The expression levels of both markers are correlated with disease severity and 28-day survival. Combined detection of Trx1 and PDCD4 provides improved predictive value for 28-day survival in sepsis patients.

【Key words】 Sepsis; Thioredoxin-I; Programmed cell death factor 4; 28-day survival; Correlation

脓毒症是由感染引起的全身性炎症反应综合征,其发病率和病死率居高不下。尽管近年来早期诊疗水平有所提升,但患者 28 d 生存状况仍不理想,亟待探索新型生物标志物以辅助评估预后^[1]。脓毒症的发生发展是感染、氧化应激与免疫紊乱相互作用的恶性循环过程。血清硫氧还蛋白-I (thioredoxin-I, Trx1) 作为关键的抗氧化蛋白,可通过调节氧化还原平衡参与脓毒症中的免疫调控^[2]。程序性细胞死亡因子 4 (programmed cell death protein 4, PDCD4) 是一种促凋亡蛋白,能够通过影响炎症反应信号通路和线粒体功能障碍,加剧组织损伤,进而导致免疫紊乱^[3]。目前,Trx1 在脓毒症病情进展中的作用已得到证实,然而关于 PDCD4 的表达及其与 Trx1 联合检测在脓毒症预后评估中的关联性研究尚属空白^[4]。本研究旨在分析脓毒症患者血清中 Trx1 与 PDCD4 的表达水平,并探讨二者与患者 28 d 生存状况的关系,以期为早期识别高危患者及开发靶向干预策略提供理论依据,报道如下。

1 资料与方法

1.1 临床资料 回顾性收集 2018 年 1 月—2021 年 12 月上海中医药大学附属曙光医院重症医学科收治的脓毒症患者 146 例为研究组,男 79 例、女 67 例,年龄 42~73 (58.97±6.02) 岁;病程 1~4 (2.57±0.70) h;诱因:肺部感染 80 例,腹部感染 27 例,尿路感染 27 例,皮肤软组织感染 8 例,其他 4 例;家族遗传史 10 例;高血压 52 例,糖尿病 30 例;饮酒史 61 例,吸烟史 36 例;入院时急性生理和慢性健康评估 II (acute physiology and chronic health evaluation II, APACHE II) 评分^[5] 8~24 (15.46±5.40) 分。根据病情严重程度^[6-7],将脓毒症患者分为单纯脓毒症亚组(确诊或疑似感染,序贯器官衰竭评估评分较基线增加 2 分及以上) 112 例与合并休克亚组(充分液体复苏后仍需使用血管活性药物以维持平均动脉压达到 65 mmHg 及以上,血乳酸浓度超过 2 mmol/L) 34 例。根据 28 d 生存情况将脓毒症患者分为存活亚组 106 例和死亡亚组 40 例。另

按照 1:1 比例选取同期医院健康体检志愿者 146 例为健康对照组,男 77 例、女 69 例,年龄 44~70 (56.62±5.91) 岁。研究组与健康对照组性别、年龄比较,差异无统计学意义 ($P > 0.05$),具有可比性。本研究经医院医学伦理委员会批准 (2022-1070-07),受试者和/或家属知情同意并签署知情同意书。

1.2 病例选择标准 (1) 纳入标准:①符合脓毒症诊断标准^[8];②入住重症监护室时间 > 24 h;③年龄均 > 18 岁;④各项资料均完整。(2) 排除标准:①近 3 个月内接受过营养治疗或免疫抑制治疗;②合并恶性肿瘤;③合并肺结核、间质性肺病;④自身免疫性疾病;⑤合并精神系统疾病;⑥妊娠期或哺乳期女性;⑦患者或家属自愿放弃治疗或转院治疗。

1.3 观测指标与方法

1.3.1 血清 Trx1、PDCD4 水平检测:利用医院电子病历系统,收集研究组及健康对照组血清 Trx1、PDCD4 水平检测结果资料。所有血液样本均于空腹状态下采集,抽取肘静脉血 3 ml,经离心后分离血清,采用酶联免疫吸附法检测血清 Trx1 (上海信裕生物科技有限公司试剂盒,货号:XYEA703Hu)、PDCD4 (上海联祖生物科技有限公司试剂盒,货号:LZ-E030592) 水平。

1.3.2 实验室相关指标检测:利用医院电子病历系统,收集研究组患者实验室检查资料,重点收集 C 反应蛋白 (CRP)、血肌酐 (SCr)、降钙素原 (PCT)、血红蛋白 (Hb)、白细胞计数 (WBC)、血小板计数 (PLT) 检测结果。检测样本为患者入院时抽取的外周静脉血 6 ml,分装为 2 管,1 管采用贝克曼库尔特商贸有限公司生产的 DxC 700 AU 型全自动生化分析仪检测 CRP、SCr、PCT 水平,剩余 1 管采用希森美康医用电子有限公司生产的 XS-500i 型全自动血液分析仪检测 Hb、WBC、PLT 水平。

1.4 统计学方法 选用 SPSS 23.0 软件及 R 软件分析数据。计数资料以频数或构成比 (%) 表示,组间比较采用 χ^2 检验;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;采用点二列相关系数分析血清 Trx1、PDCD4 水平与脓毒症病情严重程度的相关性;Cox 回归分析脓症患者 28 d 生存情况的影响因素;受试者工作特征 (ROC) 曲线分析血清 Trx1、PDCD4 水平对脓症患者 28 d 生存情况的预测价值。*P*<0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 2 组血清 Trx1、PDCD4 水平比较 研究组血清 Trx1 水平低于健康对照组,血清 PDCD4 水平高于健康对照组 (*P*<0.01) 见表 1。

表 1 健康对照组与研究组血清 Trx1、PDCD4 水平比较 ($\bar{x}\pm s$ $\mu\text{g/L}$)

Tab.1 Comparison of serum Trx1 and PDCD4 levels between the healthy control group and the study group

组别	例数	Trx1	PDCD4
健康对照组	146	11.25±2.85	0.32±0.05
研究组	146	8.53±2.37	31.35±8.64
<i>t</i> 值		8.867	43.407
<i>P</i> 值		<0.001	<0.001

2.2 不同病情程度脓症患者血清 Trx1、PDCD4 水

平比较 合并休克亚组血清 Trx1 水平低于单纯脓毒症亚组,PDCD4 水平高于单纯脓毒症亚组 (*P*<0.01),见表 2。

表 2 单纯脓毒症亚组与合并休克亚组脓症患者血清 Trx1、PDCD4 水平比较 ($\bar{x}\pm s$ $\mu\text{g/L}$)

Tab.2 Comparison of serum Trx1 and PDCD4 levels in the simple sepsis subgroup and the shock subgroup

组别	例数	Trx1	PDCD4
单纯脓毒症亚组	112	9.11±1.98	29.82±7.68
合并休克亚组	34	6.64±2.59	36.09±9.97
<i>t</i> 值		5.106	3.320
<i>P</i> 值		<0.001	<0.001

2.3 血清 Trx1、PDCD4 水平与脓毒症病情严重程度的相关性分析 点二列相关性分析显示 血清 Trx1 水平与病情严重程度呈负相关(*r/P*=-0.441/<0.001) 血清 PDCD4 水平与病情严重程度呈正相关(*r/P*=0.303/<0.001)。

2.4 不同生存情况脓症患者临床资料及 Trx1、PDCD4 水平比较 死亡亚组脓症患者休克占比、入院时 APACHE II 评分、CRP 及 PDCD4 水平均高于存活亚组,血清 Trx1 水平低于存活亚组 (*P*<0.01) 见表 3。

表 3 存活亚组与死亡亚组脓症患者临床资料及 Trx1、PDCD4 水平比较 ($\bar{x}\pm s$)

Tab.3 Comparison of clinical data and Trx1, PDCD4 levels between survival subgroup and the death subgroup of patients

项目	存活亚组 (<i>n</i> =106)	死亡亚组 (<i>n</i> =40)	<i>t</i> / χ^2 值	<i>P</i> 值	
性别 [例(%)]	男	56(52.83)	23(57.50)	0.255	0.614
	女	50(47.17)	17(42.50)		
年龄 ($\bar{x}\pm s$, 岁)	59.12±6.04	58.85±5.98	0.242	0.810	
心率 ($\bar{x}\pm s$, 次/min)	110.03±6.62	109.48±6.52	0.450	0.654	
糖尿病 [例(%)]	21(19.81)	9(22.50)	0.129	0.720	
高血压 [例(%)]	37(34.91)	15(37.50)	0.085	0.770	
饮酒史 [例(%)]	43(40.57)	18(45.00)	0.235	0.628	
吸烟史 [例(%)]	26(24.53)	10(25.00)	0.004	0.953	
诱因 [例(%)]	肺部感染	56(52.83)	24(60.00)	0.797	0.969
	腹腔感染	20(18.87)	7(17.50)		
	尿路感染	21(19.81)	6(15.00)		
	皮肤软组织感染	6(5.66)	2(5.00)		
	其他	3(2.83)	1(2.50)		
病程 ($\bar{x}\pm s$ h)	2.52±0.74	2.63±0.61	0.838	0.403	
家族遗传史 [例(%)]	6(5.66)	4(10.00)	0.312	0.577	
疾病严重程度 [例(%)]	单纯脓毒症	93(87.74)	21(52.50)	26.318	<0.001
	脓毒症休克	13(12.26)	19(47.50)		
入院时 APACHE II 评分 ($\bar{x}\pm s$ 分)	14.03±5.20	19.25±3.89	6.561	<0.001	
CRP ($\bar{x}\pm s$ mg/L)	114.72±29.59	135.08±40.24	3.343	0.001	
SCr ($\bar{x}\pm s$ $\mu\text{mol/L}$)	83.72±24.03	85.97±23.59	0.507	0.613	
PCT ($\bar{x}\pm s$ $\mu\text{g/L}$)	7.22±1.01	7.50±1.29	1.381	0.170	
Hb ($\bar{x}\pm s$ g/L)	103.05±26.72	106.25±25.13	0.656	0.513	
WBC ($\bar{x}\pm s$ $\times 10^9$ /L)	8.84±2.52	9.40±2.36	1.218	0.225	
PLT ($\bar{x}\pm s$ $\times 10^9$ /L)	117.35±5.44	116.59±5.87	0.737	0.463	
Trx1 ($\bar{x}\pm s$ $\mu\text{g/L}$)	9.25±1.87	6.60±2.48	6.168	<0.001	
PDCD4 ($\bar{x}\pm s$ $\mu\text{g/L}$)	28.83±7.36	38.02±8.28	6.485	<0.001	

2.5 多因素 Cox 回归分析脓毒症患者 28 d 生存情况的影响因素 以脓毒症患者 28 d 生存情况为因变量 (赋值: 病死为“1” 存活为“0”) ,以表 3 中 $P < 0.05$ 项目为自变量行 Cox 回归分析 ,结果显示: 入院时 APACHE II 评分高、CRP 水平高、血清 PDCD4 水平高为脓毒症患者 28 d 生存情况的独立危险因素 ,血清 Trx1 水平高为独立保护因素 ($P < 0.01$) ,见表 4。

表 4 多因素 Cox 回归分析脓毒症患者 28 d 生存情况的影响因素

Tab.4 Multivariate Cox regression analysis of factors influencing 28-day survival in patients with sepsis

自变量	β 值	SE 值	Wald 值	P 值	HR 值	95%CI
脓毒症休克	0.228	0.409	0.310	0.578	1.256	0.563~2.799
入院时 APACHE II 评分高	0.101	0.035	8.420	0.004	1.106	1.033~1.184
CRP 高	0.014	0.005	7.941	0.005	1.014	1.004~1.023
Trx1 高	-0.262	0.084	9.728	0.002	0.770	0.653~0.907
PDCD4 高	0.075	0.024	10.076	0.002	1.078	1.029~1.128

2.6 血清 Trx1、PDCD4 水平对脓毒症患者 28 d 生存情况的预测价值 绘制血清 Trx1、PDCD4 水平预测脓毒症患者 28 d 生存情况的 ROC 曲线 ,并计算曲线下面积 (AUC) 结果显示: 血清 Trx1、PDCD4 及二者联合预测脓毒症患者 28 d 生存情况的 AUC 分别为 0.814、0.807、0.886 ,二者联合优于各自单独预测价值 ($Z/P = 1.670/0.047, 1.787/0.035$) ,见表 5、图 1。

表 5 血清 Trx1、PDCD4 水平对脓毒症患者 28 d 生存情况的预测价值

Tab.5 Value analysis of serum Trx1 and PDCD4 levels in predicting 28 day survival in sepsis patients

指标	最佳截断值 ($\mu\text{g/L}$)	AUC	95%CI	敏感度	特异度	约登指数
Trx1	8.14	0.814	0.722~0.905	0.750	0.821	0.571
PDCD4	34.28	0.807	0.715~0.899	0.725	0.745	0.470
二者联合		0.886	0.818~0.953	0.875	0.736	0.611

3 讨论

脓毒症作为临床常见的危急重症 ,其病理机制复杂 患者 28 d 病死率居高不下^[9]。本研究选取的 146 例脓毒症患者中 ,28 d 病死率为 27.40% (40/146) ,与吕攀峰等^[10] 研究中 25.25% (25/99) 的病死率相似。由此可见 脓毒症患者 28 d 病死风险高 ,亟需明确相关生物标志物以早期识别风险、制定干预措施 ,降低病死率。

在脓毒症中 ,过度的炎症反应和氧化应激是导致组织损伤的关键因素^[11]。血清 Trx1 作为抗氧化蛋白 ,可通过清除活性氧、抑制 NF- κ B 通路激活等方式 ,减轻氧化应激和炎症反应 ,保护内皮细胞及器官功

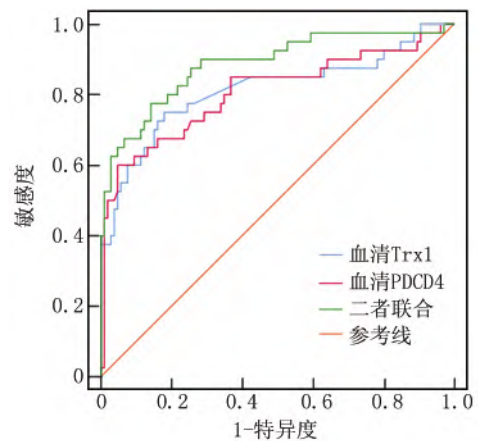


图 1 血清 Trx1、PDCD4 水平预测脓毒症患者 28 d 生存情况的 ROC 曲线

Fig.1 ROC curve of serum Trx1 and PDCD4 levels predicting 28 day survival in sepsis patients

能^[12]。Shao 等^[13] 证实 Trx1 可通过抑制核苷酸结合寡聚化结构域样受体蛋白 3 活化减轻脓毒症炎症反应。而本研究观察到的 Trx1 水平降低 ,可能与脓毒症状态下氧化应激过载导致的 Trx1 消耗增加及合成抑制有关 ,与 Guo 等^[14] 报道结论一致。本研究进一步发现合并休克亚组 Trx1 下降更显著 ,与病情严重程度呈负相关 ,提示 Trx1 耗竭可通过引发活性氧清除障碍 ,加剧脂质过氧化和 DNA 损伤的机制参与病情进展 ,故其水平越低患者病情越严重。

PDCD4 是一种促凋亡蛋白 ,在脓毒症中 ,过度的炎症反应和细胞应激可诱导 PDCD4 表达上调 ,促进细胞凋亡 ,加重组织损伤。Yu 等^[15] 研究结果验证了 PDCD4 的促炎作用 ,发现其高表达可能加剧内皮细胞凋亡、线粒体功能障碍及器官损伤。本研究发现 脓毒症患者血清 PDCD4 水平与病情严重程度呈正相关 ,与上述研究结论一致 ,提示 PDCD4 在脓毒症中可能具有促炎和促凋亡作用 ,其高表达可能会推动病情恶化。

为分析血清 Trx1、PDCD4 与脓毒症患者 28 d 生存情况的关系 ,本研究通过 Cox 回归分析脓毒症患者 28 d 生存情况的影响因素 ,发现血清 Trx1 水平升高为 28 d 生存的保护因素 ,PDCD4 升高为危险因素。Trx1 可通过调节线粒体电子传递链和抗氧化酶活性 维持线粒体功能 ,且作为氧化应激的关键调节因子 ,其水平降低反映患者体内抗氧化系统耗竭 ,无法抑制过度激活的免疫反应 ,使得炎症因子可大量释放 ,加剧炎症反应 ,病死风险增加^[15]。而 PDCD4 水平升高可能通过促进线粒体分裂、抑制融合 ,导致线粒体动力学失衡 ,加剧氧化应激和细胞死亡 ,且 PDCD4 还可促进 CD4⁺T 细胞凋亡 ,导致免疫抑制 ,增加患者二次感染及病死风险^[16]。

ROC 曲线分析证实 血清 Trx1、PDCD4 联合可更为有效地预测脓毒症患者 28 d 生存情况。其原因在于, Trx1 通过维持细胞还原态抑制 PDCD4 的促凋亡活性, 而 PDCD4 过度表达可降解 Trx1 的转录调控因子 Nrf2, 形成负反馈环路, 二者联合检测可反映机体的抗氧化、抗炎能力与促炎状态, 从而更全面地评估脓毒症的病理进程, 进而提高对预后预测的准确性, 与周滢等^[17]提出的“氧化应激-炎症反应交互网络”理论相符。通过联合检测血清 Trx1、PDCD4 水平, 临床医师可早期识别病死高风险患者, 优化治疗策略, 如强化抗炎、抗氧化治疗或靶向调控 PDCD4 表达等, 从而改善预后。

另外, 本研究还发现, 入院时 APACHE II 评分高、CRP 水平高也为脓毒症患者 28 d 生存情况的危险因素, 与既往研究结论一致^[18]。APACHE II 分数越高提示患者可能存在多器官功能障碍、严重代谢紊乱或基础疾病控制不佳, 直接增加治疗难度及病死风险。CRP 持续高水平提示机体感染严重, 易加剧器官损伤, 且可通过激活补体系统促进炎症介质释放, 加重血管通透性、微循环障碍及组织缺氧, 病死风险更高。

4 结 论

综上所述, 脓毒症患者血清 Trx1 水平显著降低, 而 PDCD4 水平明显升高, 二者均与患者病情严重程度及 28 d 生存情况密切相关, 联合检测血清 Trx1 与 PDCD4 水平可作为评估脓毒症患者预后的有效生物学指标, 对临床早期风险分层和干预决策具有重要指导意义。然而, 本研究存在一定局限性, 纳入的样本量较少, 影响了研究结论的推广性, 且血清 Trx1、PDCD4 表达水平影响脓毒症患者预后的作用机制尚不明确, 后续仍需开展多中心前瞻性研究验证本研究结论, 并进一步结合体外实验和动物实验探究二者作用机制, 开发靶向治疗策略, 改善预后。

利益冲突: 所有作者声明无利益冲突

作者贡献声明

储文梅: 研究方案设计, 研究实施, 论文撰写; 李淑芳、陈莉云: 数据整理, 统计分析; 袁忠钊、王文清: 研究指导, 论文修改

参考文献

- [1] 杨倩茹, 李玲, 刘亚, 等. 脓毒症患者 28d 病死的预测模型构建及效果评价[J]. 中国临床医生杂志, 2025, 53(1): 68-71. DOI: 10.3969/j.issn.2095-8552.2025.01.018.
- [2] Zhu Y, He YJ, Yu Y, et al. Aldehyde dehydrogenase 2 preserves mitochondrial function in the ischemic heart: A redox-dependent mechanism for AMPK activation by thioredoxin-1[J]. J Cardiovasc Pharmacol, 2024, 83(1): 93-104. DOI: 10.1097/FJC.0000000000001499.
- [3] Zhu F, Zhang X, Wen J, et al. Celastrol extract reverses precancerous lesions of gastric cancer by inhibiting autophagy via regulating the PDCD4-ATG5 signaling pathway[J]. J Pharm Pharmacol, 2024, 76(3): 257-268. DOI: 10.1093/jpp/rgae006.

- [4] Ye X, Huang Z, Li Y, et al. Human tumor suppressor PDCD4 directly interacts with ribosomes to repress translation[J]. Cell Res, 2024, 34(7): 522-525. DOI: 10.1038/s41422-024-00962-z.
- [5] 黄民松, 雷志英. 急性生理学及慢性健康状况评分系统 IV 在预测老年脓毒症患者预后中的应用价值[J]. 河北医学, 2014, 20(12): 1998-2000. DOI: 10.3969/j.issn.1006-6233.2014.12.022.
- [6] Zhou XD, Zhang JY, Liu WY, et al. Quick chronic liver failure-sequential organ failure assessment: An easy-to-use scoring model for predicting mortality risk in critically ill cirrhosis patients[J]. Eur J Gastroenterol Hepatol, 2017, 29(6): 698-705. DOI: 10.1097/MEG.0000000000000856.
- [7] 中国医师协会急诊医师分会, 中国研究型医院学会休克与脓毒症专业委员会. 中国脓毒症/脓毒性休克急诊治疗指南(2018)[J]. 中国急救医学, 2018, 38(9): 741-756. DOI: 10.3969/j.issn.1002-4949.2018.09.001.
- [8] 刘大为. 实用重症医学[M]. 2 版. 北京: 人民卫生出版社, 2017: 432-436.
- [9] Zhang S, Fan T, Wang L, et al. Impact of the triglyceride-glucose index on 28-day mortality in non-diabetic critically ill patients with sepsis: A retrospective cohort analysis[J]. BMC Infect Dis, 2024, 24(1): 785. DOI: 10.1186/s12879-024-09711-4.
- [10] 吕攀峰, 杨森, 马红梅. 血清葡萄糖调节蛋白 78、抗增殖蛋白 1 与急诊脓毒症患者预后不良的相关性分析[J]. 中国医师进修杂志, 2025, 48(6): 528-534. DOI: 10.3760/cma.j.cn115455-20240715-00602.
- [11] 闫娅婷, 谭睿敏, 付优, 等. 脓毒症相关急性肾损伤发病机制的研究进展[J]. 疑难病杂志, 2024, 23(8): 1006-1010. DOI: 10.3969/j.issn.1671-6450.2024.08.022.
- [12] 樊冰矜, 崔莉, 张凤芹, 等. 血清 Trx1 在脓毒症并发急性肾损伤中的表达及其诊断价值[J]. 西部医学, 2023, 35(8): 1228-1232. DOI: 10.3969/j.issn.1672-3511.2023.08.026.
- [13] Shao R, Lou X, Xue J, et al. Thioredoxin-1 regulates IRE1 α to ameliorate sepsis-induced NLRP3 inflammasome activation and oxidative stress in Raw 264.7 cell[J]. Immunopharmacol Immunotoxicol, 2023, 45(3): 277-286. DOI: 10.1080/08923973.2022.2138431.
- [14] Guo NK, Si LN, Li PQ, et al. Nano Acacetin mitigates intestinal mucosal injury in sepsis rats by protecting mitochondrial function and regulating TRX1 to inhibit the NLRP3 pyroptosis pathway[J]. Int J Nanomedicine, 2024, 19(1): 14125-14141. DOI: 10.2147/IJN.S497081.
- [15] Yu L, Yang Y, Wang J, et al. PDCD4 promotes inflammation/fibrosis by activating the PPAR- γ /NF- κ B pathway in mouse atrial myocytes[J]. Mol Med Rep, 2024, 30(5): 209. DOI: 10.3892/mmr.2024.13333.
- [16] Gu R, Bai L, Yan F, et al. Thioredoxin-1 decreases alpha-synuclein induced by MPTP through promoting autophagy-lysosome pathway[J]. Cell Death Discov, 2024, 10(1): 93. DOI: 10.1038/s41420-024-01848-0.
- [17] 周滢, 李晓茜, 汪思琴. 血清 OSM、Trx1 及 HBP 与脓毒症严重程度相关性以及对临床转归的预测研究[J]. 临床和实验医学杂志, 2024, 23(5): 473-477. DOI: 10.3969/j.issn.1671-4695.2024.05.007.
- [18] 范孟静, 段美丽, 林瑾, 等. 血清 sTM、PCT、CRP/PAB 比值与脓毒症患者 APACHE II 评分、SOFA 评分的相关性及其联合检测对预后的预测价值[J]. 现代生物医学进展, 2023, 23(4): 660-665, 685. DOI: 10.13241/j.cnki.pmb.2023.04.012.

(收稿日期: 2025-09-12)