

DOI: 10.3969/j.issn.1005-8982.2025.22.015
文章编号: 1005-8982 (2025) 22-0095-06

临床研究·论著

中性粒细胞明胶酶相关脂质运载蛋白、N末端脑钠肽前体对烧伤脓毒症的预测价值*

魏永琪, 杨卫玺

(南京医科大学附属淮安第一医院 烧伤整形科, 江苏 淮安 223300)

摘要: 目的 研究中性粒细胞明胶酶相关脂质运载蛋白 (NGAL)、N末端脑钠肽前体 (NT-proBNP) 在烧伤脓毒症中的预测价值。**方法** 回顾性分析2023年1月—2025年1月南京医科大学附属淮安第一医院收治的63例烧伤面积≥20%烧伤患者的临床资料, 依据是否合并脓毒症分为脓毒症组 (33例) 和非脓毒症组 (30例)。比较两组患者的一般情况、烧伤情况及预后, 并比较两组烧伤后第1和3天白细胞 (WBC)、中性粒细胞 (N)、血小板 (PLT)、平均血小板体积 (MPV)、降钙素原 (PCT)、NGAL、NT-proBNP水平。选取差异有统计学意义的指标绘制受试者工作特征 (ROC) 曲线, 评估上述指标在大面积烧伤患者早期脓毒症中的预测价值。**结果** 脓毒症组烧伤面积、合并吸入性损伤率和住院时间均高于非脓毒症组 ($P < 0.05$), 治愈率低于非脓毒症组 ($P < 0.05$)。第1天脓毒症组WBC、N、MPV、PCT、NGAL和NT-proBNP水平均高于非脓毒症组 ($P < 0.05$)。第3天脓毒症组MPV、PCT、NGAL和NT-proBNP水平均高于非脓毒症组 ($P < 0.05$), PLT水平低于非脓毒症组 ($P < 0.05$)。ROC曲线结果显示, 烧伤后第1天NT-proBNP、PCT、NGAL预测脓毒症的敏感性分别为60.6%、87.9%、87.9%, 特异性分别为86.7%、56.7%、53.3%, 曲线下面积 (AUC) 分别为0.805、0.780、0.742; 烧伤后第3天NT-proBNP、PCT、NGAL预测烧伤脓毒症的敏感性分别为84.9%、81.8%、87.8%, 特异性分别为70.0%、76.7%、46.7%, AUC分别为0.873、0.835、0.719。**结论** NT-proBNP、PCT、NGAL对烧伤脓毒症的早期诊断具有较高的临床价值, 其中NGAL预测脓毒症的敏感性更高, NT-proBNP的特异性更高。

关键词: 烧伤; 脓毒症; 降钙素原; 中性粒细胞明胶酶相关脂质运载蛋白; N末端脑钠肽前体

中图分类号: R644; R631.1

文献标识码: A

The value of NGAL and NT-proBNP for predicting sepsis in burn patients*

Wei Yong-qi, Yang Wei-xi

(Department of Burns and Plastic Surgery, Huai'an First People's Hospital, Nanjing Medical University, Huai'an, Jiangsu 223300, China)

Abstract: Objective : To study the predictive value of neutrophil gelatinase-associated lipocalin (NGAL) and N-terminal pro-brain natriuretic peptide (NT-proBNP) for sepsis in burn patients. **Methods** This study retrospectively analyzed the clinical data of 63 burn patients with burns covering more than 20% of body surface area admitted to our hospital from January 2023 to January 2025. The patients were divided into the sepsis group (33 cases) and the non-sepsis group (30 cases) based on the presence of sepsis. The general conditions, burn characteristics, and prognosis of the two groups were compared. Levels of white blood cells (WBC), neutrophils (N), platelets (PLT), mean platelet volume (MPV), procalcitonin (PCT), NGAL, and NT-proBNP were measured on days

收稿日期: 2025-05-28

* 基金项目: 江苏省自然科学基金 (No: BK20230840)

[通信作者] 杨卫玺, E-mail: ywx19700105@163.com; Tel: 19352308596

1 and 3 after burn injury and compared between the two groups. Indicators showing statistically significant differences were subjected to receiver operating characteristic (ROC) curve analysis to evaluate their diagnostic value for early sepsis in patients with extensive burns. **Results** The burn area, incidence of inhalation injury, and length of hospital stay were significantly higher in the sepsis group than in the non-sepsis group ($P < 0.05$), whereas the cure rate was significantly lower in the sepsis group ($P < 0.05$). On day 1 after burn injury, levels of WBC, N, MPV, PCT, NGAL, and NT-proBNP were all significantly higher in the sepsis group compared with the non-sepsis group ($P < 0.05$). On day 3, levels of MPV, PCT, NGAL, and NT-proBNP remained significantly higher in the sepsis group ($P < 0.05$), while PLT levels were significantly lower ($P < 0.05$). ROC curve analysis showed that, on day 1 after burn injury, the sensitivities of NT-proBNP, PCT, and NGAL for predicting sepsis were 60.6%, 87.9%, and 87.9%, with specificities of 86.7%, 56.7%, and 53.3%, and areas under the curve (AUCs) of 0.805, 0.780, and 0.742, respectively. On day 3, the sensitivities of NT-proBNP, PCT, and NGAL for predicting burn-related sepsis were 84.9%, 81.8%, and 87.8%, with specificities of 70.0%, 76.7%, and 46.7%, and AUCs of 0.873, 0.835, and 0.719, respectively. **Conclusion** NT-proBNP, PCT, and NGAL show high clinical value for the early diagnosis of burn-related sepsis, with NGAL demonstrating higher sensitivity and NT-proBNP exhibiting greater specificity.

Keywords: burn; sepsis; procalcitonin; neutrophil gelatinase-associated lipocalin; N-terminal pro-brain natriuretic peptide

烧伤是由热力、化学物质、电流或辐射等引起的皮肤或深层组织损伤。烧伤后皮肤屏障破坏，创面利于细菌定植和增殖，易发生创面感染，烧伤创面感染是导致脓毒症的重要原因之一。且烧伤后低血容量性休克和血管渗漏、异常的机体反应，包括免疫抑制^[1]、过度炎症和高代谢^[2]这些伴随严重烧伤的反应会导致脓毒症和多器官功能障碍综合征^[3]的发生。令人担忧的是，在现代烧伤病房中，大约54%烧伤相关死亡是由于脓毒症，而不是渗透压休克和低血容量^[4-5]，烧伤后的高炎状态也使脓毒症的诊断变得困难。2016年，第3次脓毒症和脓毒性休克国际共识定义（Sepsis-3）^[6]将脓毒症重新定义为宿主对感染的反应失调导致的危及生命的器官功能障碍，更新的标准更多关注多器官功能障碍而非炎症征象。因此本研究探索反映器官功能的指标对烧伤脓毒症的预测价值，对比传统的炎症指标及血小板相关指标，旨在为临床提供更精准的诊断依据。

1 资料与方法

1.1 临床资料

收集2023年1月—2025年1月在南京医科大学附属淮安第一医院救治的烧伤面积≥20%烧伤患者的临床资料，并对临床资料进行整理分析。共纳入烧伤患者63例，其中脓毒症组33例，非脓毒症组30例。本研究经医院医学伦理委员会审批通过（No: KY-SL2025-210-01）

1.2 纳入与排除标准

1.2.1 纳入标准 ①伤后24 h内入院；②年龄18~85岁；③临床资料完整；④烧伤深度Ⅱ~Ⅲ°，烧伤面积≥20%；⑤患者第1、3天血常规、生化、降钙素原（Procalcitonin, PCT）、中性粒细胞明胶酶相关脂质运载蛋白（neutrophil gelatinase-associated lipocalin, NGAL）、N末端脑钠肽前体（N-terminal pro-brain natriuretic peptide, NT-proBNP）数据完整。

1.2.2 排除标准 ①妊娠或哺乳期女性；②既往有活动性结核、人类免疫缺陷病毒感染、病毒性肝炎等免疫相关疾病；③白血病、淋巴瘤等血液系统恶性肿瘤；④既往有心功能不全、肾功能不全病史；⑤长期（≥3个月）使用免疫调节剂或生物制剂；⑥存在先天性免疫缺陷或器官移植术后使用抗排斥药物。

1.3 资料收集

1.3.1 基础资料 患者姓名、性别、年龄、体质质量指数（body mass index, BMI）、合并基础疾病情况（高血压病史、糖尿病史、心血管疾病史、肝、肾功能疾病史、呼吸系统病史）、住院时间、预后情况。

1.3.2 病情资料 全身体表烧伤面积（total body surface area, TBSA）、有无吸入性损伤。

1.3.3 实验室资料 血常规、生化、PCT、NGAL、NT-proBNP水平。

1.4 研究方案及分组

本研究纳入63例符合标准的患者，患者一般资料、血常规、生化、PCT、NGAL、NT-proBNP数

据完整。严格按照Sepsis-3标准评估符合纳入标准的患者是否合并脓毒症,分为脓毒症组和对照组。本研究采用病例对照研究方法,系统比较两组患者的人口学特征、烧伤情况及预后指标。通过动态监测烧伤后第1、3天的炎症相关指标,包括:白细胞(white blood cell, WBC)、中性粒细胞(Neutrophil, N)、血小板(Platelet, PLT)、平均血小板体积(mean platelet volume, MPV)、PCT、NGAL及NT-proBNP。

1.5 统计学方法

数据分析采用SPSS 26.0统计软件。计量资料以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)或中位数(下四分位数,上四分位数)[M(P₂₅, P₇₅)]表示,比较用t检验或秩和检验;计数资料以构成比或率(%)表示,比较用 χ^2 检验或Fisher确切概率法;绘制受试者工

作特征(receiver operating characteristics, ROC)曲线。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者一般资料及烧伤情况

脓毒症组与非脓毒症组性别构成、年龄、BMI、高血压病、糖尿病、心脏病、和呼吸系统疾病患病率比较,经 χ^2 /t检验,差异均无统计学意义($P > 0.05$)。脓毒症组与非脓毒症组烧伤面积、合并吸入性损伤率、住院时间和治愈率比较,经 χ^2 或秩和检验,差异均有统计学意义($P < 0.05$);脓毒症组烧伤面积大于非脓毒症组,合并吸入性损伤率高于非脓毒症组,住院时间长于非脓毒症组,脓毒症组治愈率低于非脓毒症组。见表1。

表1 两组患者一般资料及烧伤情况

组别	n	男/女/例	年龄/[岁, M(P ₂₅ , P ₇₅)]	BMI/(kg/m ² , $\bar{x} \pm s$)	烧伤面积/[%, M(P ₂₅ , P ₇₅)]	吸入性损伤例(%)	
						是	否
脓毒症组	33	22/11	55(45, 63)	23.59 ± 1.89	55(45, 80)	24(72.7)	9(27.3)
非脓毒症组	30	23/7	50(26.25, 56.5)	23.38 ± 1.42	29(20, 35)	12(40.0)	18(60.0)
χ^2 /Z/t值		0.770	-1.935	0.488	-4.489		6.873
P值		0.380	0.053	0.628	0.000		0.009
组别	住院时间/[d, M(P ₂₅ , P ₇₅)]	既往史例(%)				预后例(%)	
		高血压	糖尿病	心脏病	呼吸系统疾病	治愈	死亡
脓毒症组	48(33, 70.5)	10(30.3)	5(15.15)	0(0.0)	1(3.03)	25(75.76)	8(24.24)
非脓毒症组	28(18.75, 43)	6(20.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	29(96.67)	1(3.33)
χ^2 /Z/t值	-2.864	0.880	-	-	-		4.033
P值	0.004	0.348	0.054	-	1.000		0.045

2.2 两组感染指标比较

第1天脓毒症组与非脓毒症组PLT水平比较,经t检验,差异无统计学意义($P > 0.05$)。第1天脓毒症组与非脓毒症组WBC、N、MPV、PCT、NGAL

和NT-proBNP水平比较,经t检验,差异均有统计学意义($P < 0.05$);脓毒症组WBC、N、MPV、PCT、NGAL和NT-proBNP水平均高于非脓毒症组。见表2。

表2 烧伤后第1天两组感染指标比较($\bar{x} \pm s$)

组别	n	WBC/($\times 10^9/L$)	N/($\times 10^9/L$)	PLT/($\times 10^9/L$)	MPV/fL	PCT/(ng/mL)	NGAL/(ng/mL)	NT-proBNP/(pg/mL)
脓毒症组	33	18.48 ± 7.45	15.81 ± 6.94	201.24 ± 74.11	11.45 ± 1.60	1.60 ± 1.35	290.58 ± 126.87	275.65 ± 222.72
非脓毒症组	30	14.51 ± 5.97	12.29 ± 4.83	226.07 ± 121.36	10.51 ± 1.66	0.58 ± 0.84	187.09 ± 101.33	87.80 ± 89.76
t值		2.301	2.314	-0.968	2.294	3.653	3.554	4.463
P值		0.025	0.024	0.338	0.025	0.001	0.001	0.000

第3天脓毒症组与非脓毒症组WBC、N水平比较,经t检验,差异均无统计学意义($P > 0.05$)。

第3天脓毒症组与非脓毒症组PLT、MPV、PCT、NGAL和NT-proBNP水平比较,经t检验,差异均

有统计学意义 ($P < 0.05$)；脓毒症组 MPV、PCT、NGAL 和 NT-proBNP 水平均高于非脓毒症组，PLT

水平低于非脓毒症组。见表3。

表3 烧伤后第3天两组感染指标比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	n	WBC/($\times 10^9/L$)	N/($\times 10^9/L$)	PLT/($\times 10^9/L$)	MPV/fL	PCT/(ng/mL)	NGAL/(ng/mL)	NT-proBNP/(pg/mL)
脓毒症组	33	12.29 \pm 6.14	10.36 \pm 5.67	119.33 \pm 57.29	11.44 \pm 1.44	3.57 \pm 4.02	297.60 \pm 125.96	504.54 \pm 500.87
非脓毒症组	30	12.17 \pm 4.19	9.98 \pm 3.81	181.10 \pm 72.80	10.55 \pm 1.78	0.82 \pm 0.85	201.80 \pm 107.06	101.16 \pm 93.68
t值		0.093	0.312	-3.760	2.201	3.828	3.236	4.540
P值		0.926	0.756	0.000	0.032	0.001	0.002	0.000

2.3 MPV、PCT、NGAL、NT-proBNP 对烧伤脓毒症的预测价值

ROC 曲线结果显示，烧伤后第 1 天，NT-proBNP、PCT、NGAL 预测效能优，预测脓毒症的敏感性分别为 60.6% (95% CI: 0.437, 0.753)、87.9% (95% CI: 0.727, 0.952)、87.9% (95% CI:

0.727, 0.952)，特异性分别为 86.7% (95% CI: 0.703, 0.947)、56.7% (95% CI: 0.392, 0.726)、53.3% (95% CI: 0.361, 0.698)，曲线下面积 (area under the curve, AUC) 分别为 0.805 (95% CI: 0.698, 0.911)、0.780 (95% CI: 0.666, 0.895)、0.742 (95% CI: 0.618, 0.866)。见表4 和图1。

表4 烧伤后第1天相关指标对烧伤脓毒症的预测效能分析

指标	最佳截断值	AUC	95% CI		敏感性/%	95% CI		特异性/%	95% CI	
			下限	上限		下限	上限		下限	上限
MPV	10.35 fL	0.666	0.531	0.801	75.8	0.590	0.872	53.3	0.361	0.698
PCT	0.24 ng/mL	0.780	0.666	0.895	87.9	0.727	0.952	56.7	0.392	0.726
NGAL	159.35 ng/mL	0.742	0.618	0.866	87.9	0.727	0.952	53.3	0.361	0.698
NT-proBNP	162.18 pg/mL	0.805	0.698	0.911	60.6	0.437	0.753	86.7	0.703	0.947

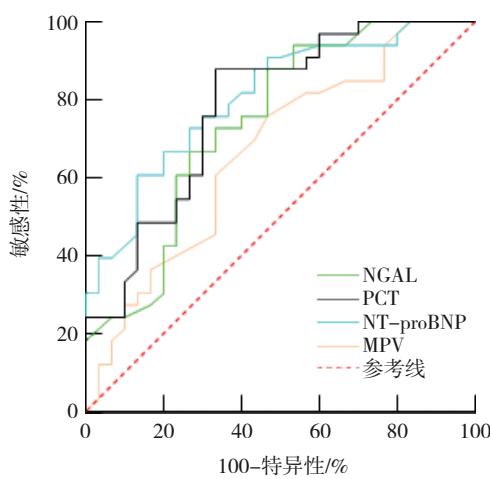


图1 烧伤后第1天 MPV、PCT、NGAL、NT-proBNP 预测烧伤脓毒症的ROC曲线

ROC 曲线结果显示，烧伤后第 3 天，NT-proBNP、PCT、NGAL 预测效能更优，预测脓毒症的敏感性分别为 84.9% (95% CI: 0.691, 0.934)、81.8% (95% CI: 0.656, 0.914)、87.8% (95% CI: 0.727, 0.952)，特异性分别为 70.0% (95% CI:

0.521, 0.833)、76.7% (95% CI: 0.591, 0.882)、46.7% (95% CI: 0.302, 0.639)，AUC 分别为 0.873 (95% CI: 0.791, 0.955)、0.835 (95% CI: 0.736, 0.934)、0.719 (95% CI: 0.593, 0.844)。见图2 和表5。

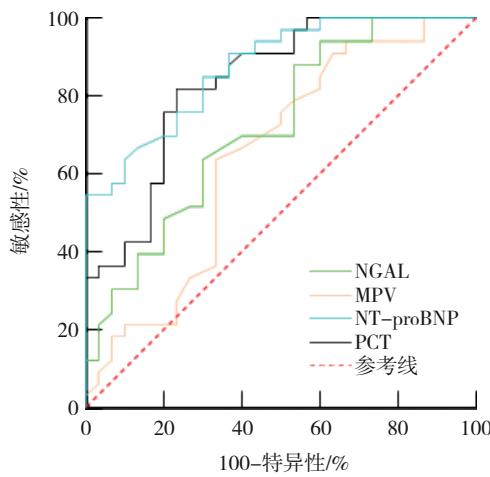


图2 烧伤后第3天 MPV、PCT、NGAL、NT-proBNP 预测烧伤脓毒症的ROC曲线

表5 烧伤后第3天相关指标对烧伤脓毒症的预测效能分析

指标	最佳截断值	AUC	95% CI		敏感性/%	95% CI		特异性/%	95% CI	
			下限	上限		下限	上限		下限	上限
MPV	10.35 fL	0.646	0.506	0.786	63.6	0.466	0.778	66.7	0.488	0.708
PCT	0.24 ng/mL	0.835	0.736	0.934	81.8	0.656	0.914	76.7	0.591	0.882
NGAL	159.35 ng/mL	0.719	0.593	0.844	87.8	0.727	0.952	46.7	0.302	0.639
NT-proBNP	162.18 pg/mL	0.873	0.791	0.955	84.9	0.691	0.934	70.0	0.521	0.833

3 讨论

烧伤作为一种复杂的创伤类型^[17], 其病理生理影响不仅局限于局部组织损伤, 还可通过系统性炎性介质级联反应引发全身性病理改变。烧伤尤其是大面积烧伤患者因创伤应激可迅速激活机体免疫系统, 诱发全身炎症反应综合征, 随着病程进展, 患者逐渐进入免疫抑制期, 表现为免疫细胞耗竭和功能失调^[18]。早期重度烧伤患者固有的高炎症背景可能掩盖脓毒症的典型临床表现, 导致诊断延迟, 影响及时干预。尽管当前脓毒症治疗策略以器官功能支持为核心, 但其病理生理机制复杂性与治疗时间窗的局限性导致临床病死率持续处于高位, 因此早期识别和精准诊断对于逆转疾病进展, 改善预后至关重要。

通过对63例烧伤患者伤后第1和3天感染指标的分析显示, 传统感染指标WBC、N、PLT在脓毒症组与非脓毒症组间的差异缺乏稳定性, 难以作为烧伤脓毒症的可靠判断指标, 这一发现与多数研究结果一致^[19]。LAVRENTIEVA等^[10]也报道, 未感染和感染的全身炎症反应综合征的烧伤患者之间WBC无显著差异。在BARATI等^[11]的研究中, 烧伤患者CRP、WBC、N、红细胞沉降率在是否脓毒症上差异无统计学意义。

本研究发现, MPV、PCT、NGAL、NT-proBNP在烧伤后第1、3天的脓毒症组与非脓毒症组间均呈现显著差异。KIM等^[12]研究证实, 动态监测MPV的变化趋势, 可为脓毒症及感染性休克患者的预后评估提供重要的临床参考价值。且孙芳等^[12]研究发现, MPV水平随感染程度加重而显著升高。NGAL是中性粒细胞特异性颗粒分泌的一种蛋白^[14-15], 其铁载体螯合特性赋予其抑菌功能^[16]。基础研究证实, NGAL通过调节氧化应激通路及抑制病原体铁代谢, 在多种组织中构成抵御细菌感染

的重要屏障^[17]。本研究中烧伤后第1、3天NGAL预测脓毒症的AUC分别为0.742、0.719, 敏感性分别87.90%、87.80%, 特异性分别为53.30%、46.70%, 敏感性较高, 特异性一般。这一发现与MAITRA等^[18]报道的NGAL在脓毒症患者中升高幅度与病情严重程度呈正相关, 以及HAASE等^[19]的NGAL作为脓毒症早期预警指标的结论一致。

本研究中PCT的AUC较高, 且其敏感性、特异性均较高, 显示出较好的预测价值。在荟萃分析的试验中, PCT具有最佳的总体预测性能, 其中一项包含12项研究的荟萃分析显示其综合AUC为0.91^[20], 与本研究结果相符。NT-proBNP在心脏方面的研究已经十分成熟, 可用于心脏疾病的诊断^[21]。脓毒症和脓毒性休克患者通常合并心功能不全。在脓毒症病理研究过程中发现其诊断效能呈显著的双重特征: 一方面源于脓毒症相关心肌抑制的直接损伤机制^[22], 另一方面与全身炎症反应引发的分泌代偿密切相关^[23]。在本研究中NT-proBNP在烧伤后第1、3天的AUC分别为0.805、0.873, 敏感性分别为60.60%、84.90%, 特异性分别为86.70%、70.00%, 可以看出NT-proBNP的预测价值高, 显示出优秀的预测价值。这些发现与PARATZ等^[24]的BNP与脓毒症严重程度呈正相关的结论相印证, 但较LI等^[25]的报告>90%敏感性和特异性存在差异, 可能源于烧伤患者特有的容量负荷变化及创面代谢干扰。

综上所述, NT-proBNP、PCT、NGAL在烧伤脓毒症中均具有显著预测价值, 其中NGAL的敏感度最高, NT-proBNP的特异性最高。基于上述发现, 后续研究可构建联合预测模型, 整合NGAL与NT-proBNP的检测优势, 以期提升烧伤脓毒症的早期识别和鉴别诊断效能。

参考文献：

- [1] FINNERTY C C, HERNDON D N, JESCHKE M G. Inhalation injury in severely burned children does not augment the systemic inflammatory response[J]. Crit Care, 2007, 11(1): R22.
- [2] STANOJCIC M, ABDULLAHI A, REHOU S, et al. Pathophysiological response to burn injury in adults[J]. Ann Surg, 2018, 267(3): 576-584.
- [3] NUNEZ LOPEZ O, CAMBIASO-DANIEL J, BRANSKI L K, et al. Predicting and managing sepsis in burn patients: current perspectives[J]. Ther Clin Risk Manag, 2017, 13: 1107-1117.
- [4] 柴家科, 盛志勇, 刁力. 大面积侵袭感染组织切除对烧伤创面脓毒症患者静息能量消耗的影响[J]. 中华外科杂志, 2000, 38(6): 405-408.
- [5] FLEISCHMANN C, SCHERAG A, ADHIKARI N K J, et al. Assessment of global incidence and mortality of hospital-treated sepsis. current estimates and limitations[J]. Am J Respir Crit Care Med, 2016, 193(3): 259-272.
- [6] SINGER M, DEUTSCHMAN C S, SEYMOUR C W, et al. The third international consensus definitions for sepsis and septic shock (Sepsis-3)[J]. JAMA, 2016, 315(8): 801-810.
- [7] 奚铭凡, 殷栋, 马久程, 等. 不同烧伤面积患者早期钙离子浓度的影响因素与临床意义[J]. 中国现代医学杂志, 2023, 33(23): 92-96.
- [8] 杨建华, 李雪, 刘浩. 血清sTREM-1联合SIRS评分对烧伤患者并发脓毒症的诊断效能[J]. 中华全科医学, 2023, 21(2): 234-237.
- [9] HORECZKO T, GREEN J P, PANACEK E A. Epidemiology of the systemic inflammatory response syndrome (SIRS) in the emergency department[J]. West J Emerg Med, 2014, 15(3): 329-336.
- [10] LAVRENTIEVA A, KONTAKIOTIS T, LAZARIDIS L, et al. Inflammatory markers in patients with severe burn injury. What is the best indicator of sepsis?[J]. Burns, 2007, 33(2): 189-194.
- [11] BARATI M, ALINEJAD F, BAHAR M A, et al. Comparison of WBC, ESR, CRP and PCT serum levels in septic and non-septic burn cases[J]. Burns, 2008, 34(6): 770-774.
- [12] KIM C H, KIM S J, LEE M J, et al. An increase in mean platelet volume from baseline is associated with mortality in patients with severe sepsis or septic shock[J]. PLoS One, 2015, 10(3): e0119437.
- [13] 孙芳, 朱美君. 平均血小板体积/血小板计数、血清Presepsin水平对重症肺炎患者预后的评估价值[J]. 检验医学与临床, 2023, 20(12): 1721-1725.
- [14] OTHMAN A, SEKHERI M, FILEP J G. Roles of neutrophil granule proteins in orchestrating inflammation and immunity[J]. FEBS J, 2022, 289(14): 3932-3953.
- [15] DEVARAJAN P. Neutrophil gelatinase-associated lipocalin: a promising biomarker for human acute kidney injury[J]. Biomark Med, 2010, 4(2): 265-280.
- [16] FLO T H, SMITH K D, SATO S, et al. Lipocalin 2 mediates an innate immune response to bacterial infection by sequestering iron[J]. Nature, 2004, 432(7019): 917-921.
- [17] BERGER T, TOGAWA A, DUNCAN G S, et al. Lipocalin 2-deficient mice exhibit increased sensitivity to *Escherichia coli* infection but not to ischemia-reperfusion injury[J]. Proc Natl Acad Sci U S A, 2006, 103(6): 1834-1839.
- [18] MAITRA S R, JACOB A, ZHOU M, et al. Modulation of matrix metalloproteinase-9 and tissue inhibitor of matrix metalloproteinase-1 in sepsis[J]. Int J Clin Exp Med, 2010, 3(3): 180-185.
- [19] HAASE M, BELLOMO R, DEVARAJAN P, et al. Accuracy of neutrophil gelatinase-associated lipocalin (NGAL) in diagnosis and prognosis in acute kidney injury: a systematic review and meta-analysis[J]. Am J Kidney Dis, 2009, 54(6): 1012-1024.
- [20] 尹承芬, 李彤, 高心晶, 等. 降钙素原对成人脓毒症诊断准确性的Meta分析[J]. 中华危重病急救医学, 2015, 27(9): 743-749.
- [21] 田中, 骆强, 李会娟, 等. 慢性肾衰竭患者外周血Cys-C、PCT及BNP水平与残余肾功能及心功能的关系[J]. 川北医学院学报, 2020, 35(5): 841-844.
- [22] LI N, ZHANG Y, FAN S T, et al. BNP and NT-proBNP levels in patients with sepsis[J]. Front Biosci (Landmark Ed), 2013, 18(4): 1237-1243.
- [23] POST F, WEILEMANN L S, MESSOW C M, et al. B-type natriuretic peptide as a marker for sepsis-induced myocardial depression in intensive care patients[J]. Crit Care Med, 2008, 36(11): 3030-3037.
- [24] PARATZ J D, LIPMAN J, BOOTS R J, et al. A new marker of sepsis post burn injury? [J]. Crit Care Med, 2014, 42(9): 2029-2036.
- [25] LI A T, MOUSSA A, GUS E, et al. Biomarkers for the early diagnosis of sepsis in burns: systematic review and meta-analysis[J]. Ann Surg, 2022, 275(4): 654-662.

(童颖丹 编辑)

本文引用格式: 魏永琪, 杨卫玺. 中性粒细胞明胶酶相关脂质运载蛋白、N末端脑钠肽前体对烧伤脓毒症的预测价值[J]. 中国现代医学杂志, 2025, 35(22): 95-100.

Cite this article as: WEI Y Q, YANG W X. The value of NGAL and NT-proBNP for predicting sepsis in burn patients[J]. China Journal of Modern Medicine, 2025, 35(22): 95-100.