

• 论 著 • DOI:10.3969/j.issn.1672-9455.2025.10.022

G-菌血流感染患者循环 sCD14-ST、G6PD、乳酸与 PCT、CRP、内毒素的相关性及对脓毒症的预测价值*

李攀¹, 段红茹¹, 陈芳¹, 姚伟莉², 王威^{1△}

1. 河北省保定市第一中心医院医学检验科, 河北保定 071000; 2. 河北省保定市第二中心医院检验科, 河北保定 071000

摘要:目的 探讨 G-菌血流感染患者循环可溶性白细胞分化抗原 14 亚型(sCD14-ST)、葡萄糖-6-磷酸脱氢酶(G6PD)、乳酸与降钙素原(PCT)、C 反应蛋白(CRP)、内毒素的相关性及对脓毒症的预测价值。方法 选取 2022 年 1 月至 2024 年 3 月河北省保定市第一中心医院 ICU 收治的 115 例 G-菌血流感染患者作为研究对象, 根据是否发生脓毒症分为脓毒症组、非脓毒症组。比较 2 组治疗前循环 sCD14-ST、G6PD、乳酸水平与血清 PCT、CRP、内毒素水平, 采用 Pearson 相关分析 G-菌血流感染脓毒症患者血清循环 sCD14-ST、G6PD、乳酸、PCT、CRP、内毒素水平相关性, 绘制受试者工作特征(ROC)曲线分析循环 sCD14-ST、G6PD、乳酸、PCT、CRP、内毒素、sCD14-ST+G6PD+乳酸、PCT+CRP+内毒素预测脓毒症的价值。结果 脓毒症组纳入 52 例, 非脓毒症组纳入 63 例。脓毒症组循环 sCD14-ST、乳酸、PCT、CRP、内毒素水平均高于非脓毒症组, G6PD 水平低于非脓毒症组, 差异均有统计学意义($P < 0.05$)。Pearson 相关分析结果显示, G-菌血流感染脓毒症患者血清循环 sCD14-ST 水平与 PCT、CRP、内毒素水平均呈正相关($r = 0.780, 0.721, 0.737, P < 0.001$), 乳酸水平与 PCT、CRP、内毒素水平均呈正相关($r = 0.790, 0.811, 0.818, P < 0.001$), 循环 G6PD 水平与 PCT、CRP、内毒素水平呈负相关($r = -0.789, -0.831, -0.778, P < 0.001$)。ROC 曲线分析结果显示, 循环 sCD14-ST、G6PD、乳酸与 PCT、CRP、内毒素单独预测脓毒症曲线下面积(AUC)均 > 0.7 , 有一定的预测价值, 其中 sCD14-ST 的 AUC 最大, G6PD、乳酸的 AUC 与传统指标 PCT、CRP、内毒素的 AUC 相近。sCD14-ST+G6PD+乳酸联合预测脓毒症的 AUC 为 0.950; PCT+CRP+内毒素联合预测脓毒症的 AUC 为 0.874。sCD14-ST+G6PD+乳酸联合预测脓毒症的 AUC 高于 sCD14-ST、G6PD、乳酸单独预测的 AUC($Z = 2.305, 3.264, 3.264, P = 0.035, 0.018, 0.018$); PCT+CRP+内毒素联合预测脓毒症的 AUC 大于 PCT、CRP、内毒素单独预测的 AUC($Z = 1.975, 2.005, 2.004, P = 0.046, 0.038, 0.039$); sCD14-ST+G6PD+乳酸联合预测脓毒症的 AUC 大于 PCT+CRP+内毒素联合预测的 AUC($Z = 1.966, P = 0.049$)。结论 循环 sCD14-ST、G6PD、乳酸与 G-菌血流感染患者 PCT、CRP、内毒素相关, sCD14-ST+G6PD+乳酸对并发脓毒症的预警能力高于传统指标联合, 在缺乏有效的预测手段时, 有望为早期预测脓毒症的高风险人群提供重要的参考信息。

关键词: 溶性白细胞分化抗原 14 亚型; 葡萄糖-6-磷酸脱氢酶; 乳酸; G-菌血流感染; 降钙素原; C 反应蛋白; 内毒素; 相关性; 脓毒症

中图法分类号: R459.7; R446.5

文献标志码: A

文章编号: 1672-9455(2025)10-1410-06

Correlation of circulating sCD14-ST, G6PD and lactate with PCT, CRP and endotoxin in patients with G-bacterial bloodstream infection and their predictive value for sepsis*

LI Pan¹, DUAN Hongru¹, CHEN Fang¹, YAO Weili², WANG Wei^{1△}

1. Department of Medical Laboratory, the First Central Hospital of Baoding, Baoding, Hebei 071000, China; 2. Department of Clinical Laboratory, the Second Central Hospital of Baoding, Baoding, Hebei 071000, China

Abstract: **Objective** To investigate the correlation of circulating soluble leukocyte differentiation antigen 14 subtype (sCD14-ST), glucose-6-phosphate dehydrogenase (G6PD) and lactate with procalcitonin (PCT), C reactive protein (CRP) and endotoxin in patients with G-bacteria bloodstream infection and their predictive value for sepsis. **Methods** A total of 115 patients with G-bacteria bloodstream infection admitted to ICU of Baoding First Central Hospital of Hebei Province from January 2022 to March 2024 were selected as the re-

* 基金项目: 河北省重点研发计划项目(20210302218D); 河北省保定市科技计划项目(2141ZF258)。

作者简介: 李攀, 男, 主管技师, 主要从事临床检验方面的研究。△ 通信作者, E-mail: 540624913@qq.com。

search objects. According to the presence or absence of sepsis, they were divided into sepsis group and non-sepsis group. The levels of circulating sCD14-ST, G6PD, lactate, PCT, CRP and endotoxin were compared between the two groups before treatment. Pearson correlation analysis was used to analyze the correlation between serum circulating sCD14-ST, G6PD, lactate levels and serum PCT, CRP, endotoxin in sepsis patients with G-bacteria bloodstream infection. The receiver operating characteristic (ROC) curve was drawn to analyze the value of circulating sCD14-ST, G6PD, lactate, PCT, CRP, endotoxin, sCD14-ST + G6PD + lactate, PCT + CRP + endotoxin in predicting sepsis. **Results** There were 52 patients in the sepsis group and 63 patients in the non-sepsis group. The levels of circulating sCD14-ST, lactate, PCT, CRP and endotoxin in the sepsis group were higher than those in the non-sepsis group, and the G6PD level was lower than that in the non-sepsis group, and the differences were statistically significant ($P < 0.05$). Pearson correlation analysis showed that serum circulating sCD14-ST levels were positively correlated with PCT, CRP and endotoxin levels in patients with G-bacteria bloodstream infection ($r = 0.780, 0.721, 0.737, P < 0.001$), the level of lactate was positively correlated with the levels of PCT, CRP and endotoxin ($r = 0.790, 0.811, 0.818, P < 0.001$), and the level of circulating G6PD was negatively correlated with the levels of PCT, CRP and endotoxin ($r = -0.789, -0.831, -0.778, P < 0.001$). ROC curve analysis results showed that the area under the curve (AUC) of circulating sCD14-ST, G6PD, lactate and PCT, CRP, endotoxin alone in predicting sepsis were all > 0.7 , which had certain predictive value, and sCD14-ST had the largest AUC. The AUCs of G6PD and lactate were similar to those of PCT, CRP and endotoxin. The AUC of sCD14-ST + G6PD + lactate in predicting sepsis was 0.950, and the AUC of sCD14-ST + G6PD + lactate in predicting sepsis was 0.950. The AUC of PCT + CRP + endotoxin in predicting sepsis was 0.874. The AUC of sCD14-ST + G6PD + lactate in predicting sepsis was greater than that predicted by sCD14-ST, G6PD, and lactate alone ($Z = 2.305, 3.264, 3.264, P = 0.035, 0.018, 0.018$). The AUC of the combination of PCT + CRP + endotoxin in predicting sepsis was greater than that of PCT, CRP, and endotoxin alone ($Z = 1.975, 2.005, 2.004, P = 0.046, 0.038, 0.039$). The AUC of sCD14-ST + G6PD + lactate combination in predicting sepsis was higher than that of PCT + CRP + endotoxin combination ($Z = 1.966, P = 0.049$). **Conclusion** Circulating sCD14-ST, G6PD and lactate are associated with PCT, CRP and endotoxin in patients with G-bacterial bloodstream infection. sCD14-ST + G6PD + lactate has a higher early warning ability for sepsis than the combination of traditional indicators. In the absence of effective prediction methods, it is expected to provide important reference information for early prediction of sepsis in high-risk groups.

Key words: soluble leukocyte differentiation antigen 14 subtype; glucose-6-phosphate dehydrogenase; lactate; G-bacteria bloodstream infection; procalcitonin; C reactive protein; Endotoxin; correlation; sepsis

脓毒症是机体对感染产生的炎症反应失调而引起的临床综合征,可导致休克、器官功能损害等,至今仍是急危重症领域面临的重要挑战^[1-2]。血流感染是引起脓毒症的第3大常见原因,其中G-菌血流感染更严重,病情进展快,且早期常难以察觉^[3]。循证医学研究表明,脓毒症治疗具有黄金时间,确诊时间每晚60 min,病死率将上升5%~10%^[4],所以早期准确识别G-菌血流感染患者潜在脓毒症高风险人群的意义重大。血培养能为G-菌血流感染脓毒症的诊断提供重要的参考信息,但培养周期较长,且经验性抗菌治疗会显著降低治疗开始时血培养的敏感性,会延误精准治疗脓毒症的时机,因此,寻找新型的具有早期预警作用的标志物十分必要^[5]。降钙素原(PCT)、C反应蛋白(CRP)、内毒素是辅助评估G-菌血流感染脓毒症的传统外周血标志物,但存在灵敏度、特异度不足

的问题^[6-7]。可溶性白细胞分化抗原14亚型(sCD14-ST)是近年来受到广泛关注的新型感染标志物,当机体受细菌感染后其水平可显著升高,且对感染患者病情进展较为敏感,有助于早期识别重度感染人群^[8-9]。葡萄糖-6-磷酸脱氢酶(G6PD)是红细胞内催化葡萄糖-6-磷酸的一种酶,缺乏G6PD时,细菌感染引起的炎症反应更严重,脓毒症、多器官功能障碍综合征的发生率更高^[10-11]。乳酸水平可反映缺氧和组织灌注情况,与感染患者病情严重程度密切相关^[12]。本研究分析循环sCD14-ST、G6PD、乳酸水平与G-菌血流感染患者PCT、CRP、内毒素水平的相关性及其对潜在脓毒症风险的早期预测能力,以期为临床早期预测脓毒症潜在高风险人群、及早进行干预等提供参考依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2022年1月至2024年3月河

北省保定市第一中心医院 ICU 收治的 115 例 G-菌血流感染患者作为研究对象,根据文献[13]中相关脓毒症诊断标准将所有患者分为脓毒症组、非脓毒症组。纳入标准:(1)存在感染症状,且至少有一次血培养 G-菌阳性;(2)年龄>18 岁;(3)无免疫缺陷性疾病。排除标准:(1)合并其他病原菌感染;(2)妊娠期;(3)近期有创伤史、输血史或手术史。本研究经河北省保定市第一中心医院医学伦理委员会批准[快(2021)042 号],所有患者均知情同意本研究并签署知情同意书。

1.2 方法

1.2.1 基线资料收集 以调查问卷形式收集 2 组年龄、性别、体质量指数、病因、G-菌菌种类型以及有无糖尿病、高血压、冠心病、慢性肾脏病、癌症。参考《全国临床检验操作规程》^[14]中相关内容采集所有患者入院后 24 h 内外周静脉血(双侧采,每侧 2 瓶,每瓶 8~10 mL,需氧瓶和厌氧瓶各取 1 瓶)进行血培养,以 VITEK II 微生物全自动鉴定仪明确菌种。

1.2.2 循环 sCD14-ST、G6PD、乳酸与 PCT、CRP、内毒素检测 采集所有患者入组当天清晨空腹静脉血 5 mL,以电化学发光法检测血清 PCT 水平,以免疫比浊法检测血清 CRP 水平,以动态比浊法检测血清内毒素水平;以免疫分析法检测血清 sCD14-ST 水平,以简易比色法检测血清 G6PD 水平,以分光光度法检测血乳酸水平。sCD14-ST、G6PD、乳酸试剂盒均购自北京雅康博生物科技有限公司,批号分别为 202090、202108、202112;PCT 试剂盒购自北京热景生物技术股份有限公司,批号:20211016;CRP 试剂盒购自深圳普门科技股份有限公司,批号:202111;内毒素试剂盒购自美国 Thermo Fisher 公司,K0491。

1.3 观察指标 (1)比较 2 组治疗前血清循环 sCD14-ST、G6PD、乳酸与 PCT、CRP、内毒素水平。(2)分析血清循环 sCD14-ST、G6PD、乳酸水平与 PCT、CRP、内毒素水平的相关性。(3)分析循环 sCD14-ST、G6PD、乳酸、PCT、CRP、内毒素单独预测脓毒症的价值。(4)分析 sCD14-ST+G6PD+乳酸、PCT+CRP+内毒素预测脓毒症的价值。

1.4 统计学处理 采用 SPSS25.0 统计软件进行数据处理与统计分析。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,2 组间比较采用 χ^2 检验。采用 Pearson 相关分析 G-菌血流感染脓症患者血清循环 sCD14-ST、G6PD、乳酸水平与 PCT、CRP、内毒素水平的相关性。绘制受试者工作特征(ROC)曲线分析循环 sCD14-ST、G6PD、乳酸、PCT、CRP、内毒素单独及 sCD14-ST+G6PD+乳酸、PCT+CRP+内毒素对脓毒症的预测价值,ROC 曲线下面积(AUC)>0.9 表示预测性能较高,0.71~0.90 表示有一定的预测性能,采用 DeLong 检验比较 AUC。 $\alpha=0.05$ 。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 2 组基线资料比较 脓毒症组纳入 52 例,非脓毒症组纳入 63 例。2 组基线资料比较,差异均无统计学意义($P>0.05$)。见表 1。

2.2 2 组血清循环 sCD14-ST、G6PD、乳酸、PCT、CRP、内毒素水平比较 脓毒症组血清循环 sCD14-ST、乳酸、PCT、CRP、内毒素水平均高于非脓毒症组,G6PD 水平低于非脓毒症组,差异均有统计学意义($P<0.05$)。见表 2。

表 1 2 组基线资料比较[$\bar{x}\pm s$ 或 $n(\%)$]

组别	<i>n</i>	年龄 (岁)	性别		体质量指数 (kg/m ²)	有糖尿病	有高血压	有冠心病	有慢性肾脏病	有癌症
			男	女						
脓毒症组	52	52.65±9.47	31(59.62)	21(40.38)	24.15±0.53	19(36.54)	14(26.92)	8(15.38)	11(21.15)	10(19.23)
非脓毒症组	63	50.91±11.03	30(47.62)	33(52.38)	24.00±0.62	17(26.98)	12(19.05)	7(11.11)	9(14.29)	8(12.70)
<i>t/χ²</i>		0.897	1.646		1.378	1.209	1.010	0.459	0.935	0.921
<i>P</i>		0.372	0.200		0.171	0.271	0.315	0.498	0.333	0.337

组别	<i>n</i>	病因					G-菌菌种			
		皮肤黏膜处 破损	导管相关	器官移植	继发于其他 部位的感染	不明原因	大肠 埃希菌	肺炎克雷 伯菌	奇异 变形杆菌	铜绿假 单胞菌
脓毒症组	52	15(28.85)	9(17.30)	2(3.85)	21(40.38)	5(9.62)	28(53.85)	13(25.00)	7(13.46)	4(7.69)
非脓毒症组	63	20(31.75)	11(17.46)	2(3.17)	23(36.51)	7(11.11)	30(47.62)	19(30.16)	9(14.28)	5(7.94)
<i>t/χ²</i>				0.289					0.508	
<i>P</i>				0.991					0.917	

2.3 G-菌血流感染脓症患者血清循环 sCD14-ST、G6PD、乳酸水平与 PCT、CRP、内毒素水平的相关

性 Pearson 相关分析结果显示, G-菌血流感染脓毒症患者循环 sCD14-ST 水平与 PCT、CRP、内毒素水平均呈正相关($r=0.780, 0.721, 0.737, P<0.001$), 乳酸水平与 PCT、CRP、内毒素水平均呈正相关($r=$

$0.790, 0.811, 0.818, P<0.001$), 循环 G6PD 水平与 PCT、CRP、内毒素水平呈负相关($r=-0.789, -0.831, -0.778, P<0.001$)。

表 2 2 组血清循环 sCD14-ST、G6PD、乳酸、PCT、CRP、内毒素水平比较($\bar{x}\pm s$)

组别	<i>n</i>	sCD14-ST(pg/mL)	G6PD(U/g)	乳酸(mmol/L)	PCT(ng/mL)	CRP(mg/L)	内毒素(ng/L)
脓毒症组	52	935.84±320.59	10.37±3.35	3.45±0.81	0.87±0.24	103.57±26.83	14.30±4.29
非脓毒症组	63	612.36±176.84	20.51±6.77	2.59±0.74	0.43±0.12	70.64±13.57	8.55±2.76
<i>t</i>		6.849	−9.846	5.943	12.755	8.516	8.685
<i>P</i>		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

2.4 血清循环 sCD14-ST、G6PD、乳酸、PCT、CRP、内毒素、sCD14-ST+G6PD+乳酸、PCT+CRP+内毒素预测脓毒症的价值 将非脓毒症组作为阴性样本, 将脓毒症组作为阳性样本, 绘制 ROC 曲线进行分析, 结果显示, 循环 sCD14-ST、G6PD、乳酸与 PCT、CRP、内毒素单独预测脓毒症 AUC 均>0.7, 有一定的预测价值, 其中 sCD14-ST 的 AUC 最大, G6PD、乳酸的 AUC 与传统指标 PCT、CRP、内毒素的 AUC 相近。sCD14-ST+G6PD+乳酸联合预测脓毒症的 AUC 为 0.950; PCT+CRP+内毒素联合预测脓毒症的 AUC 为 0.874。见图 1、表 3。sCD14-ST+G6PD+乳酸联合预测脓毒症的 AUC 大于 sCD14-ST、G6PD、乳酸单独预测的 AUC($Z=2.305, 3.264, 3.264, P=0.035, 0.018, 0.018$); PCT+CRP+内毒素联合预测脓毒症的 AUC 大于 PCT、CRP、内毒素单

独预测的 AUC($Z=1.975, 2.005, 2.004, P=0.046, 0.038, 0.039$); sCD14-ST+G6PD+乳酸联合预测脓毒症的 AUC 大于 PCT+CRP+内毒素联合预测的 AUC($Z=1.966, P=0.049$)。

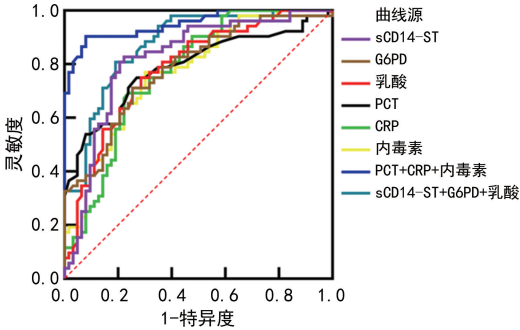


图 1 循环 sCD14-ST、G6PD、乳酸、PCT、CRP、内毒素、sCD14-ST+G6PD+乳酸、PCT+CRP+内毒素预测潜在脓毒症的 ROC 曲线

表 3 循环 sCD14-ST、G6PD、乳酸、PCT、CRP、内毒素、sCD14-ST+G6PD+乳酸、PCT+CRP+内毒素预测脓毒症的价值

指标	AUC	AUC 的 95%CI	最佳截断值	灵敏度(%)	特异度(%)	<i>P</i>	约登指数
sCD14-ST	0.821	0.738~0.886	634.11 pg/mL	82.69	77.78	<0.001	0.605
G6PD	0.784	0.698~0.855	12.43 U/g	71.15	74.60	<0.001	0.458
乳酸	0.784	0.697~0.855	3.00 mmol/L	75.00	71.43	<0.001	0.464
PCT	0.789	0.703~0.859	0.82 ng/mL	75.00	73.02	<0.001	0.480
CRP	0.772	0.685~0.845	109.46 mg/L	69.23	76.19	<0.001	0.454
内毒素	0.773	0.685~0.846	14.00 ng/L	76.92	69.84	<0.001	0.468
PCT+CRP+内毒素	0.874	0.799~0.928	—	80.77	80.95	<0.001	0.617
sCD14-ST+G6PD+乳酸	0.950	0.893~0.982	—	90.38	92.06	<0.001	0.824

注:—表示无数据。

3 讨 论

感染标志物是近年来发展起来的对感染判断有益的生物因子, 能帮助临床快速判断感染的存在情况和严重程度等, 目前常用的标志物有血清 CRP、PCT、内毒素等, 其中 CRP 水平在 G-菌血流感染时升高, 与感染范围和程度有一定关系, 脓毒症期间会短暂升高; PCT 在评估脓毒症中的参考价值优于 CRP, 主要

用于排除性诊断; 内毒素是细菌代谢产物, 与 G-菌负荷和感染程度有关^[15-16]。

本研究结果显示, 循环 sCD14-ST、乳酸水平与 PCT、CRP、内毒素水平呈正相关, 循环 G6PD 水平与 PCT、CRP、内毒素水平呈负相关, 提示循环 sCD14-ST、G6PD、乳酸具有作为感染标志物的潜质。且本研究结果还显示, 脓毒症组循环 sCD14-ST、乳酸水平高

于非脓毒症组,G6PD 水平低于非脓毒症组,表明循环 sCD14-ST、G6PD、乳酸与 G-菌血流感染患者脓毒症风险有关。凌杰兵等^[17]报道,ICU 脓毒症患者 sCD14-ST、乳酸水平显著升高,本研究结论与之存在相似之处。桑珍珍等^[18]采用加权基因共表达网络分析法,得到与脓毒症相关的候选基因,并通过基因本体论和京都基因与基因组百科全书富集分析,筛选出 G6PD 是与脓毒症相关的关键基因。陈明娟等^[19]研究表明,细菌感染非败血症、新生儿败血症患儿血清 G6PD 水平显著低于健康新生儿,对新生儿败血症的早期鉴别具有一定提示意义,佐证了 G6PD 在识别细菌感染疾病中的应用价值。

sCD14-ST 是调控内毒素作用于外髓样细胞的重要介质,可识别 G-菌肽聚糖、脂质等表面分子,被视为机体响应侵入性病原体先天免疫效应活化的标志,在脓毒症早期,其水平较 CRP、PCT 水平升高更早、更快、持续更持久^[20]。有研究表明,发生尿源性脓毒血症患者血清 sCD14-ST 水平高于无尿源性脓毒血症患者,且血清 sCD14-ST 可作为识别尿源性脓毒血症的一个标志物,佐证了血清 sCD14-ST 的标志物作用^[21]。G6PD 是催化磷酸戊糖途径的限速酶之一,通过还原型辅酶Ⅱ调节细胞氧化还原稳态,对细胞过氧化反应损伤起到保护作用,与多种感染类疾病的发生有关,当其水平降低或缺乏时,机体难以应对感染诱发的氧化应激,更易发生失控性的氧化应激反应,从而损伤组织器官,增加脓毒症及不良预后的风险^[22-23]。乳酸作为无氧呼吸能量代谢的产物,G-菌血流感染时,病原菌繁殖活跃,产生的代谢产物和内毒素可造成炎症因子的大量合成与释放,进而损伤血管内皮细胞,导致乳酸水平上升,这一表现在严重感染患者中尤为明显,因此乳酸水平的变化对脓毒症具有预警作用^[24]。有研究显示,与脓毒症患者相比,脓毒症休克患者血清乳酸水平升高,表明乳酸水平与病情程度息息相关^[25]。

本研究结果显示,循环 sCD14-ST、G6PD、乳酸、PCT、CRP、内毒素预测脓毒症患者的 AUC 均>0.7,表示上述指标均有一定的预测价值,其中 G6PD、乳酸的 AUC 与传统指标 PCT、CRP、内毒素相近,sCD14-ST 的 AUC 最大,在单一指标中对脓毒症早期预测能力最高。李林芳等^[26]研究显示,乳酸能预测脓毒症,与本研究结果一致,但李林芳等^[26]指出血乳酸预测脓毒症的 AUC 为 0.540,与本研究具体数据异质性较大,考虑一方面是纳入对象的病因不同,本研究均为 G-菌血流感染患者,而李林芳等^[26]的研究还包括其他感染病因引起的脓毒症,另一方面可能是样本量不同导致了研究结果的不同,有待后续进一步的研究。本研究将 PCT+CRP+内毒素进行拟合发现,其联合预

测脓毒症的 AUC 大于 PCT、CRP、内毒素单独预测的 AUC,sCD14-ST+G6PD+乳酸联合预测脓毒症的 AUC 大于 sCD14-ST、G6PD、乳酸单独预测的 AUC,表明无论是传统标志物,还是本研究的 3 个新型标志物,联合曲线均能提升预警能力,考虑与多个指标联合涵盖了脓毒症发生的更多机制有关。sCD14-ST+G6PD+乳酸联合预测脓毒症的 AUC 大于 PCT+CRP+内毒素联合预测的 AUC,表明 sCD14-ST+G6PD+乳酸联合预测对 G-菌血流感染患者发生脓毒症的预警能力高于传统标志物的联合,有望成为早期识别潜在脓毒症的高风险人群提供重要的参考信息。本研究不足之处在于研究对象样本量有限,可能会导致统计结果出现偏倚,下一步仍需进行多中心、大样本量研究的观察。

综上所述,循环 sCD14-ST、G6PD、乳酸与 G-菌血流感染患者 PCT、CRP、内毒素相关,sCD14-ST+G6PD+乳酸对 G-菌血流患者并发脓毒症的预警能力高于传统指标,在缺乏有效的预测手段时,有望为早期识别潜在脓毒症的高风险人群提供重要的参考信息。

参考文献

- [1] SINHA P,KERCHBERGER V E,WILLMORE A,et al. Identifying molecular phenotypes in sepsis;an analysis of two prospective observational cohorts and secondary analysis of two randomised controlled trials[J]. Lancet Respir Med,2023,11(11):965-974.
- [2] 钟敏林,周仙仕,李俊,等. 血流感染脓毒症患者 687 例临床特征、中医证素分布及其与预后的相关性分析[J]. 陕西中医,2022,43(10):1392-1395.
- [3] 周子阳,唐建国,徐丹,等. 不同病原学结果血流感染脓毒症患者 PT、NLR、PCT/ALB 的变化及其与预后的关系研究[J]. 现代生物医学进展,2024,24(5):858-862.
- [4] PSARRAKIS C,GIAMARELLOS-BOURBOULIS E J. Advancements in the pharmacological management of sepsis in the elderly [J]. Expert Opin Pharmacother, 2023,24(10):1171-1187.
- [5] YIN M,ZHENG Y,ZHANG L,et al. The real-life performance of metagenomic next-generation sequencing in sepsis[J]. J Infect,2022,84(3):418-467.
- [6] 陈君,王妮,陈栩栩,等. ICU 脓毒症患者血清 Presepsin、内毒素、IL-6、PCT 水平与预后的相关性[J]. 中华医院感染学杂志,2022,32(3):356-359.
- [7] 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.
- [8] 沈雯雯,刘琴,姜小敢,等. 血浆可溶性白细胞分化抗原 14 早期预测脓毒症患者发生急性肾损伤的价值[J]. 中华实用诊断与治疗杂志,2022,36(7):698-701.
- [9] SHAKEYEV K,TURGUNOV Y,OGIZBAYEVA A,et

al. Presepsin (soluble CD14 subtype) as a risk factor for the development of infectious and inflammatory complications in operated colorectal cancer patients[J]. *Ann Colo-proctol*, 2022, 38(6): 442-448.

[10] 莫武桂,唐育鹏,韦蓉,等. 葡萄糖-6-磷酸脱氢酶缺陷患儿细菌感染的炎症因子分析[J]. *中华急诊医学杂志*, 2020, 29(6): 793-798.

[11] 刘静,仝伟伟,孙俊杰,等. STAT3 和 CAC1 与 G6PD 蛋白在宫颈癌患者癌组织中的表达及其与高危型 HPV 感染的关系[J]. *中华医院感染学杂志*, 2023, 33(20): 3113-3116.

[12] 俞骄丽,郭权来,王兰,等. 动脉血乳酸、降钙素原联合 qSOFA 评分对脓毒症患者病情评估的价值[J]. *西部医学*, 2022, 34(12): 1783-1787.

[13] 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.

[14] 尚红,王毓三,申子瑜. 全国临床检验操作规程[M]. 4 版. 北京:人民卫生出版社. 2015:15-17.

[15] ZENG Z, PENG Y Z, YUAN Z Q. Research advances of sepsis biomarkers[J]. *Zhonghua Shao Shang Yu Chuang Mian Xiu Fu Za Zhi*, 2023, 39(7): 679-684.

[16] 翟昭,王楠,张宇晨,等. 脓毒症的免疫病理机制及诊断和预后预测生物标志物研究进展[J]. *山东医药*, 2022, 62(21): 108-112.

[17] 凌杰兵,马斌. 可溶性 sCD14-ST 及 CD14⁺ 单核细胞在老年 ICU 脓毒症患者早期诊断和评估中的价值[J]. *中国老年学杂志*, 2022, 42(20): 5042-5045.

[18] 桑珍珍,杨栋梁,饶欣,等. 基于加权基因共表达网络分析探讨新型冠状病毒感染相关脓毒症潜在的关键基因[J]. *中国急救医学*, 2023, 43(5): 376-382.

[19] 陈明娟,冯琳. 血清 AT-Ⅲ、G6PD 检测对新生儿败血症早期诊断及预后评估的价值分析[J]. *蚌埠医学院学报*, 2023, 48(2): 174-177.

[20] 叶文,付斌,郑永先,等. 60 岁以上脓毒症患者单核细胞活化标志物 sCD14、sCD163 与新发心功能障碍和短期预后相关[J]. *内科急危重症杂志*, 2023, 29(4): 304-309.

[21] 张晓荣,李微. HBP、sCD14-ST 与 IPS 评分对 PCNL 术后发生尿源性脓毒血症的预测价值[J]. *医学临床研究*, 2022, 39(9): 1345-1348.

[22] ROMERO J P, BENITO-LEÓN J. Glucose-6-phosphate dehydrogenase deficiency and COVID-19 mortality [J]. *Minerva Med*, 2023, 114(3): 395-396.

[23] 陈红兰,吴怡,胡滔,等. 外周血 G6PD 活性检测对于感染高危型人乳头瘤病毒宫颈癌患者的诊断预后价值[J]. *昆明医科大学学报*, 2022, 43(2): 89-95.

[24] 邸晨义,任炳魁,陈思莹,等. 血乳酸参数在老年脓毒症患者中的评估价值和最佳阈值探索[J]. *中华老年医学杂志*, 2023, 42(12): 1435-1441.

[25] 封慧,李琴,李思睿. 脓毒症休克患者动脉血乳酸、血清白蛋白比值在预测病情评估及转归的临床价值[J]. *中国实验诊断学*, 2023, 27(1): 37-40.

[26] 李林芳,张源源,胡迎春,等. 转铁蛋白受体 CD71 可作为脓毒症潜在的诊断及预后生物标志物[J]. *中华危重病急救医学*, 2022, 34(2): 121-126.

(收稿日期:2024-06-11 修回日期:2024-12-25)

(上接第 1409 页)

[12] YANG J D, SHEN Y, YANG X, et al. Silencing of long noncoding RNA XIST protects against renal interstitial fibrosis in diabetic nephropathy via microRNA-93-5p-mediated inhibition of CDKN1A [J]. *Am J Physiol Renal Physiol*, 2019, 317(5): F1350-F1358.

[13] WANG Z, CHANG Y, LIU Y, et al. Inhibition of the lncRNA MIAT prevents podocyte injury and mitotic catastrophe in diabetic nephropathy [J]. *Mol Ther Nucleic Acids*, 2022, 28: 136-153.

[14] XU J, LI J, XU X, et al. lncRNA XIST promotes cardiac fibrosis in mice with diabetic nephropathy via sponging miR-106a-5p to target RUNX1 [J]. *Crit Rev Eukaryot Gene Expr*, 2023, 33(2): 55-66.

[15] ZHANG M, ZHAO S M, XU C, et al. Ablation of lncRNA MIAT mitigates high glucose-stimulated inflammation and apoptosis of podocyte via miR-130a-3p/TLR4 signaling axis [J]. *Biochem Biophys Res Commun*, 2020, 533(3): 429-436.

[16] SAMSU N. Diabetic nephropathy: challenges in pathogenesis, diagnosis, and treatment [J]. *Biomed Res Int*, 2021, 2021: 1497449.

[17] LIN C C, LI C, LIU C S, et al. Association of high-sensitivity C-reactive protein and diabetic nephropathy in patients with type 2 diabetes: a mendelian randomization study [J]. *BMJ Open Diabetes Res Care*, 2023, 11(1): e003197.

[18] 杨志宏,张小妮,王小娟,等. 血清 1,25-二羟维生素 D3 和超敏 C 反应蛋白联合检测在早期 II 型糖尿病肾病中的诊断价值研究[J]. *中国实验诊断学*, 2019, 23(6): 951-953.

[19] LIN C C, LI C, LIU C S, et al. Association of high-sensitivity C-reactive protein and diabetic nephropathy in patients with type 2 diabetes: a mendelian randomization study [J]. *BMJ Open Diabetes Res Care*, 2023, 11(1): e003197.

[20] 陶璐,初楠,王丽华,等. 血清超敏 C 反应蛋白、白细胞介素 27 检测对糖尿病肾病的早期诊断价值[J]. *中国现代医学杂志*, 2022, 32(10): 65-69.

[21] WANG Y, YOU Y K, GUO J, et al. C-reactive protein promotes diabetic kidney disease via Smad3-mediated NLRP3 inflammasome activation [J]. *Mol Ther*, 2025, 33(1): 263-278.

(收稿日期:2024-09-25 修回日期:2025-04-01)