

DOI: 10. 12138/j. issn. 1671-9638. 20233296

· 综述 ·

## 血小板相关指标评估脓毒症患者预后的研究进展

陈璐璐, 畅智慧

(中国医科大学附属盛京医院放射科, 辽宁 沈阳 110004)

**[摘要]** 脓毒症是宿主对感染反应失调而导致的危及生命的器官功能障碍。血小板相关指标与脓毒症预后密切相关, 包括血小板计数、平均血小板体积、血小板分布宽度和血小板聚集率等, 可作为脓毒症发生、发展的重要评估指标。本文主要阐述血小板相关指标对脓毒症患者预后的评估价值, 以期帮助临床医生了解监测脓毒症患者血小板相关指标的临床价值, 准确识别高危脓毒症患者。

**[关键词]** 脓毒症; 预后; 血小板计数; 平均血小板体积; 血小板分布宽度; 血小板聚集率

**[中图分类号]** R181.3<sup>+</sup>2 R515.3

### Research progress of platelet-related indicators in evaluating the prognosis of patients with sepsis

CHEN Lu-lu, CHANG Zhi-hui (Department of Radiology, Shengjing Hospital of China Medical University, Shenyang 110004, China)

**[Abstract]** Sepsis is a life-threatening organ dysfunction resulting from dysregulated host responses to infections. Platelet-related indicators are closely related to the prognosis of sepsis, including platelet (PLT) count, mean platelet volume (MPV), platelet distribution width (PDW) and platelet aggregation rate (PAR), which can serve as important evaluation indicators for the occurrence and development of sepsis. This paper elaborates the value of platelet-related indicators in evaluating the prognosis of patients with sepsis, aiming to help clinicians understand the clinical value of monitoring platelet-related indicators in sepsis patients and accurately identify high-risk sepsis patients.

**[Key words]** sepsis; prognosis; platelet count; mean platelet volume; platelet distribution width; platelet aggregation rate

脓毒症是宿主对感染反应失调而导致的危及生命的器官功能障碍, 是重症监护病房 (ICU) 患者的主要死亡原因之一<sup>[1]</sup>。脓毒症由细菌、病毒、真菌或其他病原体引起, 其中细菌感染通常占 70% 以上<sup>[2]</sup>。新型冠状病毒感染 (COVID-19) 大流行期间, 全球范围内感染者不断增加, 部分患者发展为病毒性脓毒症或继发细菌性脓毒症, 进而出现多器官功能衰竭, 危及生命<sup>[3]</sup>。2016 年我国一项国家级观察性研究<sup>[4]</sup>表明, ICU 脓毒症的发生率为 20.6% (95% CI: 15.8%~25.4%), 90 天死亡率为 35.5%。脓

毒症的高发病率和 high 病死率给全球医疗系统带来巨大的疾病负担。因此, 尽早发现危重脓毒症患者, 把握最佳抢救时间, 有利于改善患者预后。

血小板 (platelet, PLT) 作为重要的免疫细胞之一, 在脓毒症患者抗感染过程中的抗感染免疫和凝血方面起着重要作用, 与脓毒症病情进展关系密切<sup>[5]</sup>。近年来, 研究关注 PLT 相关指标对脓毒症患者预后的评估效能, 并显示其可以有效地对脓毒症进行预后评估<sup>[6-8]</sup>。由于数据易获得且检测成本低廉, PLT 相关指标可广泛应用于临床。本文阐述了 PLT 计

[收稿日期] 2023-01-31

[基金项目] 国家自然科学基金 (81901856)

[作者简介] 陈璐璐 (1998-), 女 (汉族), 山东省济宁市人, 硕士研究生, 主要从事感染性疾病的介入治疗研究。

[通信作者] 畅智慧 E-mail: changzh@sj-hospital.org

数、平均 PLT 体积(mean platelet volume, MPV)、PLT 分布宽度(platelet distribution width, PDW)、PLT 聚集率(platelet aggregation rate, PAR)等指标对脓毒症预后的评估价值,以期帮助临床医生了解动态监测脓症患者 PLT 相关指标的临床价值,识别高危脓症患者。

## 1 PLT 计数对脓毒症预后的评估价值

PLT 在凝血及抗感染免疫中起关键作用,其数量的减少被认为是脓毒症致死的危险因素之一,临床上常根据 PLT 减少的程度评估疾病的严重程度<sup>[9]</sup>。根据 SEPSIS-3 指南<sup>[1]</sup>,序贯器官衰竭(SOFA)评分可以评估脓毒症的死亡风险,而 PLT 是 SOFA 评分中重要的一项,这为 PLT 用于评估脓毒症预后提供了可能。

随着脓毒症病情进展,血小板的数量通常呈双相性波动,表现为早期(1~4 d)减少,后期增加<sup>[10-12]</sup>。

这可能是由于脓毒症早期炎症反应广泛,导致血小板快速消耗,而后期由于 PLT 生成素释放、骨髓活化等原因,PLT 生成增多<sup>[10,13]</sup>。但严重脓毒症状态下,骨髓中的产 PLT 巨核细胞功能受到抑制,髓质 PLT 产生不良,导致 PLT 持续减少,进而增加 28 天死亡的风险<sup>[12]</sup>。研究<sup>[6]</sup>显示,当  $PLT < 100 \times 10^9/L$  时,每减少  $10 \times 10^9/L$ ,脓症患者 28 天死亡的风险便增加 13%。另一项针对 ICU 脓毒症休克患者的大型多中心研究<sup>[8]</sup>发现,  $PLT \leq 100 \times 10^9/L$  与脓毒性休克发作后 28 天死亡风险增加独立相关,且死亡风险随着 PLT 减少严重程度的增加而增加( $PLT \leq 50 \times 10^9/L$  VS  $PLT \geq 150 \times 10^9/L$ ; HR, 1.65; 95%CI:1.31~2.08;  $P < 0.0001$ )。

表 1 总结了国内外多项利用 PLT 相关指标预测脓症患者死亡的研究结果。虽然不同研究结果存在差异,但足以说明可根据 PLT 相关指标预测脓毒症患者的预后情况。

表 1 PLT 相关指标预测脓症患者死亡的效能

研究指标	第一作者及来源文献	样本量(例)	死亡时间	研究对象	AUC	最佳临界值	灵敏度(%)	特异度(%)
PLT								
1 d PLT	周志刚等 <sup>[14]</sup>	220	28 d	ICU 脓症患者	0.674	$88.5 \times 10^9/L$	85.50	44.30
5 d PLT	赵雪等 <sup>[15]</sup>	366	28 d	脓毒症休克患者	0.91	$129.00 \times 10^9/L$	95.00	79.40
7 d PLT	周志刚等 <sup>[14]</sup>	220	28 d	ICU 脓症患者	0.862	$141.0 \times 10^9/L$	78.40	82.50
$\Delta PLT_{3d\%}$	Mangalesh 等 <sup>[16]</sup>	97	住院期间	ICU 脓症患者	0.665	-2.5%	60.60	76.60
$\Delta PLT_{4d}$	陈晨松等 <sup>[17]</sup>	549	28 d	ICU 脓症患者	0.678	$-26.50 \times 10^9/L$	57.80	71.70
MPV								
5 d MPV	赵雪等 <sup>[15]</sup>	366	28 d	脓毒症休克患者	0.92	11.50 fL	86.30	90.00
10 d MPV	Vardon-Bounes 等 <sup>[18]</sup>	301	90 d	脓毒症休克患者	0.76	11.6 fL	57.45	82.28
$\Delta MPV_{3d\%}$	Mangalesh 等 <sup>[16]</sup>	97	住院期间	ICU 脓症患者	0.698	-5.3%	90.9	43.7
平均 MPV	Gao 等 <sup>[19]</sup>	124	住院期间	脓毒症休克患者	0.81	10.5 fL	81.81	65.71
PDW								
1 d PDW	Fogagnolo 等 <sup>[20]</sup>	234	90 d	ICU 脓症患者	0.813	14.20%	64.00	87.00
$\Delta PDW_{3d\%}$	Mangalesh 等 <sup>[16]</sup>	97	住院期间	ICU 脓症患者	0.620	2.15%	54.50	68.70
平均 PDW	Gao 等 <sup>[19]</sup>	124	住院期间	脓毒症休克患者	0.75	11.8%	82.95	57.14
PAR								
$PAR_{ADP}$	Cao 等 <sup>[7]</sup>	86	28 d	急诊脓症患者	0.814	35.80%	86.20	66.70

注:1、5、7 d PLT 分别表示 ICU 住院第 1、5、7 天的 PLT; $\Delta PLT_{3d\%}$  为入院 3 d 内 PLT 的变化率,公式为  $\Delta PLT_{3d\%} = (PLT_{d3} - PLT_{d1}) \div PLT_{d1} \times 100\%$ ,同理定义  $\Delta MPV_{3d\%}$ 、 $\Delta PDW_{3d\%}$  及其计算方法; $\Delta PLT_{4d}$  为入院 4 d 内 PLT 的变化值,公式为  $\Delta PLT_{4d} = PLT_{d4} - PLT_{d1}$ ;平均 MPV、PDW 表示住院期间每日 MPV、PDW 的平均值;AUC 为受试者工作特征(ROC)曲线下面积; $PAR_{ADP}$  为二磷酸腺苷(ADP)诱导的 PLT 聚集率。

## 2 MPV 对脓毒症预后的评估价值

MPV 代表单个 PLT 的平均容积,与 PDW 共同作为 PLT 容积指标,在临床上常被用于鉴别 PLT 减少的原因。脓毒症可诱导机体发生多种变化,如微血栓形成、PLT 活化(包括过度聚集和破坏)等<sup>[21]</sup>。在脓毒症进展过程中,PLT 消耗增加,骨髓代偿性产生更多的 PLT<sup>[13]</sup>。而新产生的 PLT 大小不一,形态及功能发生变化,最终会反映在 MPV 等 PLT 指标上。因此,临床上常将 MPV 作为脓症患者病情监测的指标之一<sup>[22]</sup>。

脓毒症患者的 MPV 与脓毒症的预后相关<sup>[16,18,23-24]</sup>。Vardon-Bounes 等<sup>[18]</sup>研究了脓症患者入院后 15 d 的 MPV 动力学变化,发现除第三天外,MPV 在 90 天死亡组和存活组中差异显著。Kim 等<sup>[24]</sup>的多因素 Cox 回归分析结果表明,住院 3 d 内 MPV 的增加( $\Delta\text{MPV}_{3\text{d}}$ )是影响脓毒症休克患者预后的独立危险因素。相比于入院基线 MPV, $\Delta\text{MPV}_{3\text{d}}$ 在 ROC 曲线分析中表现更佳,其预测脓毒症休克患者 28 天死亡的 AUC 更大(0.653 VS 0.698)。

并非任何时间的 MPV 都是预测脓毒症预后的有效指标。脓症患者入院时的 MPV 不能有效预测脓症患者住院死亡,入院第 3 天以后的 MPV 与脓毒症预后具有显著相关性<sup>[25]</sup>。赵雪等<sup>[15]</sup>比较了入院后不同时间点的 MPV 对 28 天死亡的预测效能,发现相比于前四天,入院第五天的 MPV (5 d MPV)对脓毒症休克患者 28 天死亡的预测价值最高,AUC 最大。在 Vardon-Bounes 等<sup>[18]</sup>的研究中,10 d MPV 对脓毒症休克患者 90 天死亡的预测能力最强。由此可见,尽管 MPV 预测脓毒症不良预后的最佳时间点尚不能确定,但动态监测 MPV 对脓毒症预后意义重大。

研究<sup>[15-16]</sup>显示,脓症患者死亡组的 MPV 在 PLT 还未出现明显差异时就已维持在较高水平,提示 MPV 比 PLT 更加灵敏。然而,MPV 对脓毒症

患者预后的预测效能受病情严重程度影响,当严重脓症患者体内凝血因子和 PLT 耗尽时,MPV 便不再是一个有用的预后预测指标<sup>[25]</sup>。

## 3 PDW 对脓毒症预后的评估价值

PDW 是反映血液内 PLT 容积变异的参数,PLT 容积均一性越差,其数值越大。随着脓毒症病程进展,新代偿产生的 PLT 体积差距增大,引起 PDW 变化,所以,和 MPV 一样,PDW 也可以反映 PLT 生成与活化、骨髓代偿的情况。

PDW 有助于脓毒症的诊断。Zhang 等<sup>[26]</sup>对 PDW 进行 ROC 曲线分析发现,PDW 用于诊断脓毒症的 AUC 为 0.64,最佳临界值为 13.35%,特异度为 84.7%,灵敏度仅为 38.3%,诊断准确率为 61.5%。但是,当 PDW 与红细胞分布宽度、中性粒细胞/淋巴细胞计数比值联合应用于脓毒症诊断时,AUC 升高为 0.704,灵敏度升高为 80.0%,诊断的准确率提升为 71.4%,特异度为 62.8%,故 PDW 与其他指标联合应用诊断价值可能更高。

PDW 对脓毒症/脓毒性休克患者同样具有预后评估价值。多项研究<sup>[16,19-20,27]</sup>发现,脓毒症死亡组的 PDW 明显高于存活组,PDW 增加与更高的病死率相关。其中,Mangalesh 等<sup>[16]</sup>重点关注了患者入院后 PDW 的动态变化发现,当 PDW 在入院后前 3 天的增量( $\Delta\text{PDW}_{3\text{d}\%}$ )超过 2.15%时,脓症患者住院死亡风险便会增加。此外,Fogagnolo 等<sup>[20]</sup>的研究结果显示,1 d PDW 是预测 ICU 脓症患者 90 天死亡的有效指标。

Gao 等<sup>[19]</sup>同时评估了 PDW、MPV 等指标对脓毒性休克患者住院死亡的预测能力,发现 PDW 是预测脓毒症休克不良预后的有效指标,但预测能力低于 MPV。在 Mangalesh 等<sup>[16]</sup>的研究中, $\Delta\text{PDW}_{3\text{d}\%}$  预测脓毒症休克患者住院死亡的能力同样低于  $\Delta\text{MPV}_{3\text{d}\%}$ 。

表 2 总结了各研究中不同 PLT 相关指标预测脓症患者死亡能力的对比结果。

表 2 不同 PLT 相关指标的对比研究

第一作者及来源文献	对比指标	预测结局	研究结果
周志刚等 <sup>[14]</sup>	1 d PLT 和 7 d PLT	28 天死亡	7 d PLT 预测能力更佳。1 d PLT: AUC = 0.674, 以 $88.5 \times 10^9/L$ 为最佳截断值, 灵敏度为 85.50%, 特异度为 44.30%。7 d PLT: AUC = 0.862, 以 $141.0 \times 10^9/L$ 为最佳截断值, 灵敏度为 78.40%, 特异度为 82.50%。
赵雪等 <sup>[15]</sup>	5 d PLT 和 5 d MPV	28 天死亡	5 d PLT 和 5 d MPV 预测能力大体相当。5 d PLT: AUC = 0.91, 以 $129.00 \times 10^9/L$ 为最佳截断值, 灵敏度为 95.00%, 特异度为 79.40%。5 d MPV: AUC = 0.92, 以 11.50 fL 为最佳截断值, 灵敏度为 86.30%, 特异度为 90.00%
Mangalesh 等 <sup>[16]</sup>	$\Delta PLT_{3d\%}$ 、 $\Delta MPV_{3d\%}$ 和 $\Delta PDW_{3d\%}$	住院期间死亡	$\Delta MPV_{3d\%}$ 预测能力最佳, $\Delta PLT_{3d\%}$ 次之, $\Delta PDW_{3d\%}$ 最差。 $\Delta PLT_{3d\%}$ : AUC = 0.665, 以为 -2.5% 为最佳截断值, 灵敏度为 60.6%, 特异度为 76.6%。 $\Delta MPV_{3d\%}$ : AUC = 0.698, 以 -5.3% 为最佳截断值, 灵敏度为 90.9%, 特异度为 43.7%。 $\Delta PDW_{3d\%}$ : AUC = 0.620, 以 2.15% 为最佳截断值, 灵敏度为 54.5%, 特异度为 68.7%
Gao 等 <sup>[19]</sup>	平均 MPV 和平均 PDW	28 天死亡	平均 MPV 预测能力更佳。PDW: AUC = 0.75, 准确率为 74.80%, 以 11.80% 为最佳截断值, 灵敏度为 82.95%, 特异度为 57.14%。MPV: AUC = 0.81, 准确率为 75.61%, 最佳截断值为 10.5 fL 时, 灵敏度 81.81%, 特异度 65.71%。

注: 1 d、5 d、7 d PLT 分别表示 ICU 住院第 1 天、第 5 天、第 7 天的 PLT;  $\Delta PLT_{3d\%}$  为入院 72 h 内 PLT 的变化率, 计算公式为  $\Delta PLT_{3d\%} = (PLT_{d3} - PLT_{d1}) \div PLT_{d1} \times 100\%$ , 同理定义  $\Delta MPV_{3d\%}$ 、 $\Delta PDW_{3d\%}$  及其计算方法; 平均 MPV、PDW 分别表示住院期间每日 MPV、PDW 的平均值。

#### 4 PAR 对脓毒症的预后评估价值

PAR 能够从一定程度上反映机体的凝血功能。临床上, 超过 80% 的脓毒症患者都存在不同程度的临床或亚临床凝血功能障碍<sup>[28]</sup>。病情稳定的患者, PAR 水平较高, 发展为严重脓毒症的患者, PAR 水平较低<sup>[29]</sup>, 早期检测 PAR 并及早干预可能成为控制病情的关键。

PAR 水平在脓毒症患者中下降, 可能归因于产生的多种炎症介质诱导内皮细胞损伤, 导致 PLT 活化, 形成微血栓和凝血反应, 凝血因子、PLT 消耗和内皮功能障碍等多种因素最终造成了 PLT 低反应性<sup>[9,30]</sup>。

PAR 可以作为脓毒症的诊断指标。一项回顾性研究用花生四烯酸(AA)、ADP、肾上腺素(EPI)和胶原蛋白(COL)四种不同诱导剂分别诱导脓毒症患者和健康对照组血液中的 PLT 聚集后检测 PAR, 结果显示, 脓毒症患者的 PAR 均低于健康对照组, 其中, AA 诱导的 PAR(PAR<sub>AA</sub>) 诊断脓毒症的能力最低(AUC = 0.653), PAR<sub>EPI</sub> 诊断脓毒症的能力最高(AUC = 0.715)<sup>[31]</sup>。

PAR 与脓毒症患者的疾病严重程度及病死率有关, 故可以用于评估疾病预后<sup>[7,31-32]</sup>。既往研究<sup>[31-32]</sup>表明, 与脓毒症 28 天存活组相比, 死亡组中由不同

诱导剂(AA、ADP、EPI、COL)诱导的 PLT 聚集率均显著降低。此外, Cao 等<sup>[7]</sup>通过多因素 Cox 回归分析和绘制 ROC 曲线发现, 急诊入院 24 h 内的 PAR<sub>ADP</sub> 是脓毒症患者 28 天死亡的独立预测因子, 具有较好的预测价值。

综上所述, 在脓毒症病理、生理发展过程中, 多个相互交叉作用的复杂机制共同推动了脓毒症病情的发展与变化, 也反映在 PLT 相关指标中。国内外诸多研究对上述指标的预后预测能力进行了探讨与比较。这些指标中, PLT 降低及持续减少可有效预测脓毒症患者预后。相较于 PLT, MPV 对于脓毒症早期/病情轻的患者具有较好的预测能力。此外, PDW 对脓毒症具有较好的诊断性能和一定的预后评估价值, 其对脓毒症预后评估方面的能力可能弱于 MPV。PAR 作为新近应用的评估脓毒症患者病情严重程度和预后的早期预测指标, 在指导临床治疗方面有很大的潜力。目前, 关于 PAR 与脓毒症预后关系的研究较少, PAR 等代表 PLT 功能的指标或可成为今后脓毒症预后研究的方向。由病毒或真菌引起的败血症报道较少, 目前缺乏有关病毒感染和常见细菌感染所致败血症预后的临床对比数据, 故本文未涵盖相关内容。总之, 充分了解 PLT 相关指标的临床价值, 有助于准确识别高危脓毒症患者, 进而指导临床治疗。

利益冲突:所有作者均声明不存在利益冲突。

## [参 考 文 献]

- [1] Singer M, Deutschman CS, Seymour CW, et al. The third international consensus definitions for sepsis and septic shock (sepsis-3)[J]. *JAMA*, 2016, 315(8): 801-810.
- [2] Lin GL, McGinley JP, Drysdale SB, et al. Epidemiology and immune pathogenesis of viral sepsis [J]. *Front Immunol*, 2018, 9: 2147.
- [3] Zhao XF, Wang K, Zuo PY, et al. Early decrease in blood platelet count is associated with poor prognosis in COVID-19 patients-indications for predictive, preventive, and personalized medical approach[J]. *EPMA J*, 2020, 11(2): 139-145.
- [4] Xie JF, Wang HL, Kang Y, et al. The epidemiology of sepsis in Chinese ICUs; a national cross-sectional survey[J]. *Crit Care Med*, 2020, 48(3): e209-e218.
- [5] Shannon O. The role of platelets in sepsis[J]. *Res Pract Thromb Haemost*, 2021, 5(1): 27-37.
- [6] Wang DN, Wang SN, Wu H, et al. Association between platelet levels and 28-day mortality in patients with sepsis: a retrospective analysis of a large clinical database MIMIC-IV [J]. *Front Med (Lausanne)*, 2022, 9: 833996.
- [7] Cao Y, Ma WF, Liu ZY, et al. Early predictive value of platelet function for clinical outcome in sepsis[J]. *J Infect*, 2022, 84(5): 628-636.
- [8] Thiery-Antier N, Binquet C, Vinault S, et al. Is thrombocytopenia an early prognostic marker in septic shock?[J]. *Crit Care Med*, 2016, 44(4): 764-772.
- [9] Assinger A, Schrottmaier WC, Salzmann M, et al. Platelets in sepsis: an update on experimental models and clinical data [J]. *Front Immunol*, 2019, 10: 1687.
- [10] Rittirsch D, Schoenborn V, Lindig S, et al. Improvement of prognostic performance in severely injured patients by integrated clinico-transcriptomics: a translational approach[J]. *Crit Care*, 2015, 19: 414.
- [11] Thiolliere F, Serre-Sapin AF, Reignier J, et al. Epidemiology and outcome of thrombocytopenic patients in the intensive care unit: results of a prospective multicenter study[J]. *Intensive Care Med*, 2013, 39(8): 1460-1468.
- [12] Venkata C, Kashyap R, Farmer JC, et al. Thrombocytopenia in adult patients with sepsis: incidence, risk factors, and its association with clinical outcome[J]. *J Intensive Care*, 2013, 1(1): 9.
- [13] Kerris EWJ, Hoptay C, Calderon T, et al. Platelets and platelet extracellular vesicles in hemostasis and sepsis[J]. *J Investig Med*, 2020, 68(4): 813-820.
- [14] 周志刚, 谢云, 冯铁男, 等. 血小板计数短期动态变化对 ICU 脓毒症患者预后的临床预测价值: 一项成人的回顾性队列研究[J]. *中华危重病急救医学*, 2020, 32(3): 301-306.
- Zhou ZG, Xie Y, Feng TN, et al. Clinical predictive value of short-term dynamic changes in platelet counts for prognosis of sepsis patients in intensive care unit: a retrospective cohort study in adults[J]. *Chinese Critical Care Medicine*, 2020, 32(3): 301-306.
- [15] 赵雪, 周坤鹏, 李鹏飞, 等. 早期平均血小板体积变化对脓毒症休克患者预后的预测价值[J]. *中华老年多器官疾病杂志*, 2021, 20(5): 326-331.
- Zhao X, Zhou KP, Li PF, et al. Predictive value of early dynamic changes of mean platelet volume in septic shock patients [J]. *Chinese Journal of Multiple Organ Diseases in the Elderly*, 2021, 20(5): 326-331.
- [16] Mangalesh S, Dudani S, Malik A. Platelet indices and their kinetics predict mortality in patients of sepsis[J]. *Indian J Hematol Blood Transfus*, 2021, 37(4): 600-608.
- [17] 陈晨松, 方俊杰, 陈乾峰, 等. 早期血小板计数动态变化对脓毒症患者预后的预测价值[J]. *中华急诊医学杂志*, 2022, 31(5): 665-671.
- Chen CS, Fang JJ, Chen QF, et al. Predictive value of early platelet count dynamic changes for prognosis of sepsis patients [J]. *Chinese Journal of Emergency Medicine*, 2022, 31(5): 665-671.
- [18] Vardon-Boune F, Gratacap MP, Groyer S, et al. Kinetics of mean platelet volume predicts mortality in patients with septic shock[J]. *PLoS One*, 2019, 14(10): e0223553.
- [19] Gao YX, Li Y, Yu XZ, et al. The impact of various platelet indices as prognostic markers of septic shock[J]. *PLoS One*, 2014, 9(8): e103761.
- [20] Fogagnolo A, Taccone FS, Benetto G, et al. Platelet morphological indices on intensive care unit admission predict mortality in septic but not in non-septic patients[J]. *Minerva Anestesiol*, 2021, 87(2): 184-192.
- [21] Zampieri FG, Ranzani OT, Sabatoski V, et al. An increase in mean platelet volume after admission is associated with higher mortality in critically ill patients[J]. *Ann Intensive Care*, 2014, 4: 20.
- [22] Orfanu AE, Popescu C, Leuştean A, et al. The importance of haemogram parameters in the diagnosis and prognosis of septic patients[J]. *J Crit Care Med (Targu Mures)*, 2017, 3(3): 105-110.
- [23] Vélez-Páez JL, Legua P, Vélez-Páez P, et al. Mean platelet volume and mean platelet volume to platelet count ratio as predictors of severity and mortality in sepsis [J]. *PLoS One*, 2022, 17(1): e0262356.
- [24] Kim CH, Kim SJ, Lee MJ, 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.

- [25] Tajareernmuang P, Phrommintikul A, Limsukon A, et al. The role of mean platelet volume as a predictor of mortality in critically ill patients: a systematic review and Meta-analysis[J]. Crit Care Res Pract, 2016, 2016: 4370834.
- [26] Zhang HB, Chen J, Lan QF, et al. Diagnostic values of red cell distribution width, platelet distribution width and neutrophil-lymphocyte count ratio for sepsis[J]. Exp Ther Med, 2016, 12(4): 2215 - 2219.
- [27] Orak M, Karakoç Y, Ustundag M, et al. An investigation of the effects of the mean platelet volume, platelet distribution width, platelet/lymphocyte ratio, and platelet counts on mortality in patients with sepsis who applied to the emergency department[J]. Niger J Clin Pract, 2018, 21(5): 667 - 671.
- [28] Iba T, Levy JH. Inflammation and thrombosis: roles of neutrophils, platelets and endothelial cells and their interactions in thrombus formation during sepsis[J]. J Thromb Haemost, 2018, 16(2): 231 - 241.
- [29] Akinosoglou K, Theodoraki S, Xanthopoulou I, et al. Platelet reactivity in sepsis syndrome: results from the PRESS study [J]. Eur J Clin Microbiol Infect Dis, 2017, 36(12): 2503 - 2512.
- [30] Wang YH, Ouyang YQ, Liu BY, et al. Platelet activation and antiplatelet therapy in sepsis: a narrative review[J]. Thromb Res, 2018, 166: 28 - 36.
- [31] Wu W, Fan ZL, Yao CJ, et al. Platelet maximum aggregation rate serves as a marker in diagnosis and prognosis in patients with sepsis[J]. Ann Palliat Med, 2020, 9(3): 847 - 857.
- [32] Davies GR, Mills GM, Lawrence M, et al. The role of whole blood impedance aggregometry and its utilisation in the diagnosis and prognosis of patients with systemic inflammatory response syndrome and sepsis in acute critical illness[J]. PLoS One, 2014, 9(9): e108589.

(本文编辑:翟若南)

**本文引用格式:**陈璐璐, 畅智慧. 血小板相关指标评估脓毒症患者预后的研究进展[J]. 中国感染控制杂志, 2023, 22(12): 1534 - 1539. DOI: 10.12138/j.issn.1671-9638.20233296.

**Cite this article as:** CHEN Lu-lu, CHANG Zhi-hui. Research progress of platelet-related indicators in evaluating the prognosis of patients with sepsis[J]. Chin J Infect Control, 2023, 22(12): 1534 - 1539. DOI: 10.12138/j.issn.1671-9638.20233296.