

· 论 著 · DOI: 10.3969/j.issn.1672-9455.2022.08.001

## 血小板参数在儿童脓毒血症诊断与预后评估中的价值分析\*

刘朔婕<sup>1,2</sup>, 胡斌<sup>3</sup>, 张加勤<sup>1,2</sup>, 洪国霖<sup>1,2,△</sup>

1. 厦门大学附属第一医院检验科, 福建厦门 361003; 2. 福建省厦门市基因检测重点实验室, 福建厦门 361003; 3. 厦门大学附属第一医院肿瘤中心, 福建厦门 361003

**摘要:**目的 探讨血小板参数在儿童脓毒血症诊断与预后评估中的价值。方法 以厦门大学附属第一医院 2019 年 6 月至 2020 年 9 月收治的 70 例脓毒血症患儿为研究对象进行前瞻性研究。检测所有患儿确诊当天及确诊第 3 天的血小板计数(PLT)、血小板比容(PCT)、血小板平均体积(MPV)、血小板分布宽度(PDW), 计算 MPV/PLT、MPV/PCT、PDW/PLT、PDW/PCT 及确诊第 3 天 PLT 和 MPV 变化值( $\Delta$ PLT<sub>d3</sub>、 $\Delta$ MPV<sub>d3</sub>), 比较不同诊断、不同预后患儿确诊当天血小板参数及其比值, 采用 Logistic 回归模型分析患儿死亡的影响因素, 比较不同诊断及不同预后  $\Delta$ PLT<sub>d3</sub>、 $\Delta$ MPV<sub>d3</sub> 患儿数的差异。结果 脓毒性休克组确诊当天 PLT 低于脓毒血症组( $P < 0.05$ ); 治愈组 PLT、PCT 高于死亡组( $P < 0.05$ ), MPV、MPV/PLT、MPV/PCT、PDW/PLT、PDW/PCT 低于死亡组( $P < 0.05$ )。增高的 MPV 与  $\Delta$ MPV<sub>d3</sub> 是脓毒血症患儿死亡的危险因素( $OR = 7.041, 1.124, P < 0.05$ )。脓毒性休克组  $\Delta$ PLT<sub>d3</sub>  $< 0$  的患儿数多于脓毒血症组( $P < 0.05$ ); 不同预后  $\Delta$ PLT<sub>d3</sub> 与  $\Delta$ MPV<sub>d3</sub> 患儿数差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。结论 脓毒血症治愈的患儿与死亡的患儿多个血小板参数及比值存在明显差异, 特别是 MPV 与  $\Delta$ MPV<sub>d3</sub> 与预后相关, 可以作为指导临床治疗的标志物。

**关键词:** 脓毒血症; 脓毒性休克; 血小板; 血小板计数; 血小板平均体积

中图分类号: R720.597

文献标志码: A

文章编号: 1672-9455(2022)08-1009-05

## Value analysis of platelet parameters in diagnosis and prognosis in children with sepsis\*

LIU Shuojie<sup>1,2</sup>, HU Bin<sup>3</sup>, ZHANG Jiaqin<sup>1,2</sup>, HONG Guolin<sup>1,2,△</sup>

1. Department of Clinical Laboratory, the First Affiliated Hospital of Xiamen University, Xiamen, Fujian 361003, China; 2. Xiamen Key Laboratory of Gene Detection, Xiamen, Fujian 361003, China; 3. Cancer Center, the First Affiliated Hospital of Xiamen University, Xiamen, Fujian 361003, China

**Abstract: Objective** To investigate the value of platelet parameters in the diagnosis and prognosis in children with sepsis. **Methods** A prospective study was conducted on 70 children with sepsis treated in the First Affiliated Hospital of Xiamen University from June 2019 to September 2020. The platelet count (PLT), plateletcrit (PCT), mean platelet volume (MPV) and platelet distribution width (PDW) of all children on the first day of diagnosis and on the third day of diagnosis were detected. MPV/PLT, MPV/PCT, PDW/PLT, PDW/PCT and the changes of PLT and MPV on the third day of diagnosis ( $\Delta$ PLT<sub>d3</sub> and  $\Delta$ MPV<sub>d3</sub>) were calculated. The platelet parameters and their ratios on the first day of diagnosis were compared in children with different diagnoses and different prognosis. The influencing factors of death of children were analyzed by Logistic regression model, and the differences of the number of children with  $\Delta$ PLT<sub>d3</sub> and  $\Delta$ MPV<sub>d3</sub> with different diagnosis and prognosis were compared. **Results** The PLT in the septic shock group was lower than that in the sepsis group on the first day of diagnosis ( $P < 0.05$ ). The PLT and PCT in the cured group were higher than those in the dead group ( $P < 0.05$ ), and MPV, MPV/PLT, MPV/PCT, PDW/PLT and PDW/PCT were lower than those in the dead group ( $P < 0.05$ ). Increasing MPV and  $\Delta$ MPV<sub>d3</sub> were risk factors for death in children with sepsis ( $OR = 7.041, 1.124, P < 0.05$ ). The number of children with  $\Delta$ PLT<sub>d3</sub>  $< 0$  in the septic shock group was more than that in the sepsis group ( $P < 0.05$ ); there were no statistical significance in the difference of the number of children with  $\Delta$ PLT<sub>d3</sub> and  $\Delta$ MPV<sub>d3</sub> with different prognosis ( $P > 0.05$ ). **Conclusion** There are sig-

\* 基金项目: 国家自然科学基金项目(81772287)。

作者简介: 刘朔婕, 女, 副主任技师, 主要从事临床血液学检验方面的研究。△ 通信作者, E-mail: hongguolin\_xm@163.com。

本文引用格式: 刘朔婕, 胡斌, 张加勤, 等. 血小板参数在儿童脓毒血症诊断与预后评估中的价值分析[J]. 检验医学与临床, 2022, 19(8):

nificant differences in platelet parameters and ratios between cured and dead children with sepsis. In particular MPV and  $\Delta MPV_{d3}$  are related to prognosis, and they can be used as markers to guide clinical treatment.

**Key words:** sepsis; sepsis shock; platelet; platelet counting; mean platelet volume

近二十年来,尽管脓毒血症的发生机制不断被揭示,定义被多次更新,诊断标准与治疗方法逐步完善,但由于儿童患者症状与体征表现为非特异性,以及宿主免疫反应复杂内环境的影响,脓毒血症早期诊断与治疗仍面临极大的困难<sup>[1]</sup>。因此,在全球范围内,脓毒血症仍然是导致儿童死亡的主要原因之一,不论在发达国家还是发展中国家,提高脓毒血症的诊治水平,降低其病死率仍然面临着巨大的挑战<sup>[2]</sup>。

与此同时,研究人员发现活化血小板分泌的数百种活性物质在炎症过程、微生物宿主防御中扮演着重要的角色<sup>[3]</sup>;血小板与固有免疫细胞之间的相互作用,参与了感染性血栓性疾病的免疫调节过程,从而促进血栓形成、炎症与组织损伤<sup>[4]</sup>。越来越多的研究表明,血小板及其参数作为炎症标志物在肿瘤、炎症疾病、血栓性疾病中的价值凸显。本文对血小板相关参数[血小板计数(PLT)、血小板比容(PCT)、血小板平均体积(MPV)、血小板分布宽度(PDW)]及其变化在儿童脓毒血症诊断及预后评估中的应用价值进行了分析,现报道如下。

**1 资料与方法**

**1.1 一般资料** 以厦门大学附属第一医院 2019 年 6 月至 2020 年 9 月收治的 70 例脓毒血症患儿为研究对象进行前瞻性研究。所有患儿均依据儿童脓毒性休克(感染性休克)诊治专家共识(2015 版)<sup>[5]</sup>及 2016 版脓毒症 3.0 定义与临床诊断标准<sup>[6]</sup>确诊。患儿年龄 1.25(0.90, 3.00)岁;住院天数 16(12, 25)d;原发病为肺炎者 51 例(72.9%),其中肺炎链球菌感染肺炎 23 例(32.9%)。患儿依据诊断分为脓毒血症组 33 例(47.1%),脓毒性休克组 37 例(52.9%);依据出院时的预后情况分为治愈组 41 例(58.6%)、好转组 12 例(17.1%)、死亡组 17 例(24.3%)。本研究经厦门

大学附属第一医院医学伦理委员会审核批准,患儿家属知情本研究并签署知情同意书。

**1.2 方法** 患儿确诊脓毒血症当天与第 3 天,采集外周静脉血 2 mL 置于 EDTA-K<sub>2</sub> 抗凝管,采用希森美康 XN9000 进行血细胞分析,检测得到患儿脓毒血症确诊当天的 PLT、PCT、MPV、PDW 及确诊第 3 天的 PLT<sub>d3</sub>、PCT<sub>d3</sub>、MPV<sub>d3</sub>、PDW<sub>d3</sub>。按以下公式计算 PLT 和 MPV 的变化值: $\Delta PLT_{d3} = (PLT_{d3} - PLT) / PLT \times 100\%$ ;  $\Delta MPV_{d3} = (MPV_{d3} - MPV) / MPV \times 100\%$ 。

**1.3 统计学处理** 采用 SPSS25.0 软件对数据进行统计分析。非正态分布的计量资料以  $M(P_{25}, P_{75})$  表示,组间比较采用非参数秩和检验;计数资料以频数、率表示,组间比较采用  $\chi^2$  检验或 Fisher 精确概率法检验。采用 Logistic 回归模型分析脓毒血症患儿死亡的危险因素。以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

**2 结果**

**2.1 不同诊断患儿确诊当天血小板参数及相关比值比较** 脓毒性休克组患儿 PLT 低于脓毒血症组,差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ ); PCT、MPV、PDW、MPV/PLT、MPV/PCT、PDW/PLT 及 PDW/PCT 比较,差异均无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。见表 1。

**2.2 不同预后患儿确诊当天血小板参数及相关比值比较** 治愈组、好转组与死亡组 3 组间 PLT、PCT、MPV、MPV/PLT、MPV/PCT、PDW/PLT、PDW/PCT 差异均有统计学意义 ( $P < 0.05$ )。治愈组与死亡组比较,PLT、PCT、MPV、MPV/PLT、MPV/PCT、PDW/PLT、PDW/PCT 差异均有统计学意义 ( $P < 0.05$ ),PDW 差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ );好转组与治愈组、死亡组比较,PLT、PCT、MPV、PDW、MPV/PLT、MPV/PCT、PDW/PLT、PDW/PCT 差异均无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。见表 2。

表 1 不同诊断患儿确诊当天血小板参数及相关比值比较 [ $M(P_{25}, P_{75})$ ]

组别	n	PLT( $\times 10^9/L$ )	PCT(%)	MPV(fL)	PDW(%)
脓毒血症组	33	253(170, 421)	0.27(0.19, 0.42)	10.2(9.5, 10.9)	10.7(9.7, 11.8)
脓毒性休克组	37	198(93, 329)	0.20(0.12, 0.39)	10.3(9.8, 11.3)	10.7(9.5, 12.6)
Z		-1.959	-1.671	-0.978	-0.237
P		0.049	0.095	0.328	0.813
组别	n	MPV/PLT	MPV/PCT	PDW/PLT	PDW/PCT
脓毒血症组	33	0.03(0.02, 0.06)	37.61(23.87, 53.50)	0.04(0.03, 0.06)	37.64(25.29, 57.89)
脓毒性休克组	37	0.05(0.03, 0.12)	50.00(25.58, 100.00)	0.05(0.03, 0.13)	52.10(27.11, 101.76)
Z		-1.763	-1.685	-1.645	-1.658
P		0.078	0.092	0.100	0.097

表 2 不同预后患儿确诊当天血小板参数及相关比值比较[M(P<sub>25</sub>, P<sub>75</sub>)]

组别	n	PLT( $\times 10^9/L$ )	PCT(%)	MPV(fL)	PDW(%)
治愈组	41	253(186,421) <sup>a</sup>	0.26(0.19,0.43) <sup>a</sup>	10.0(9.6,10.7) <sup>a</sup>	10.7(9.8,11.2)
好转组	12	206(92,481)	0.24(0.10,0.49)	11.0(9.4,11.4)	10.6(9.1,12.6)
死亡组	17	153(56,199)	0.18(0.08,0.21)	10.8(10.2,11.4)	11.5(9.5,12.8)
H		14.544	11.705	6.009	1.362
P		<0.001	0.003	0.048	0.506

  

组别	n	MPV/PLT	MPV/PCT	PDW/PLT	PDW/PCT
治愈组	41	0.04(0.02,0.05) <sup>a</sup>	37.04(23.45,50.06) <sup>a</sup>	0.04(0.03,0.05) <sup>a</sup>	37.48(25.21,51.44) <sup>a</sup>
好转组	12	0.04(0.02,0.12)	43.29(21.01,107.53)	0.04(0.03,0.10)	43.29(23.59,89.63)
死亡组	17	0.08(0.05,0.20)	65.15(50.13,159.25)	0.09(0.06,0.31)	77.80(51.50,244.07)
H		14.499	13.880	12.257	12.610
P		<0.001	<0.001	<0.001	0.002

注:与死亡组比较,<sup>a</sup>P<0.05。

**2.3 脓毒血症患儿死亡的危险因素分析** 多因素 Logistic 回归模型分析显示,增高的 MPV 与  $\Delta MPV_{d3}$  是脓毒血症患儿死亡的危险因素 (OR = 7.041、1.124, P<0.05)。见表 3。

**2.4 不同诊断  $\Delta PLT_{d3}$  与  $\Delta MPV_{d3}$  患儿数比较** 脓毒血症组与脓毒性休克组的  $\Delta PLT_{d3} < 0$ 、 $\Delta PLT_{d3} \geq 0$  的患儿数差异均有统计学意义 (P < 0.05), 而  $\Delta MPV_{d3} < 0$ 、 $\Delta MPV_{d3} \geq 0$  的患儿数比较, 差异均无统计学意义 (P > 0.05)。见表 4。

**2.5 不同预后  $\Delta PLT_{d3}$  与  $\Delta MPV_{d3}$  患儿数比较**  $\Delta PLT_{d3} < 0/\Delta MPV_{d3} < 0$ 、 $\Delta PLT_{d3} < 0/\Delta MPV_{d3} \geq 0$ 、 $\Delta PLT_{d3} \geq 0/\Delta MPV_{d3} < 0$  和  $\Delta PLT_{d3} \geq 0/\Delta MPV_{d3} \geq 0$  的治愈、好转和死亡患儿数比较, 差异均无统计学意

义 (P > 0.05)。见表 5。

表 3 脓毒血症患儿死亡的多因素 Logistic 回归模型分析

因素	P	OR	OR 的 95%CI
链球菌感染	0.201	0.293	0.045~1.927
肺炎	0.193	4.494	0.468~43.166
脓毒性休克	0.066	0.096	0.887~41.617
PLT	0.336	1.012	0.987~1.038
$\Delta PLT_{d3}$	0.094	1.015	0.997~1.034
PCT	0.203	0.052	0.036~736.105
MPV	0.016	7.041	1.434~34.577
$\Delta MPV_{d3}$	0.015	1.124	1.023~1.235
PDW	0.185	0.721	0.440~1.170

表 4 不同诊断  $\Delta PLT_{d3}$  与  $\Delta MPV_{d3}$  的患儿数比较[n(%)]

组别	n	$\Delta PLT_{d3}$		$\Delta MPV_{d3}$	
		$\Delta PLT_{d3} < 0$	$\Delta PLT_{d3} \geq 0$	$\Delta MPV_{d3} < 0$	$\Delta MPV_{d3} \geq 0$
脓毒血症组	33	15(45.5)	18(54.5)	12(36.4)	21(63.6)
脓毒性休克组	37	26(70.3)	11(29.7)	16(43.2)	21(56.8)
$\chi^2$		4.427		0.344	
P		0.035		0.558	

表 5 不同预后  $\Delta PLT_{d3}$  与  $\Delta MPV_{d3}$  患儿数比较[n(%)]

项目	n	治愈	好转	死亡
$\Delta PLT_{d3} < 0/\Delta MPV_{d3} < 0$	12	5(41.7)	5(41.7)	2(16.6)
$\Delta PLT_{d3} < 0/\Delta MPV_{d3} \geq 0$	31	22(71.0)	4(12.9)	5(16.1)
$\Delta PLT_{d3} \geq 0/\Delta MPV_{d3} < 0$	16	8(50.0)	1(6.2)	7(43.8)
$\Delta PLT_{d3} \geq 0/\Delta MPV_{d3} \geq 0$	11	6(54.5)	2(18.2)	3(27.3)
$\chi^2$		10.950		
P		>0.050		

### 3 讨 论

研究显示,血小板的活化、消耗参与了炎症的发生、发展,血小板参数与炎症的严重程度及预后密切相关<sup>[7-8]</sup>。反映血小板数量、大小变化的 PLT、PCT、MPV、PDW 可以通过最经济、便捷的血常规检查获得,进而成为了人们关注的焦点。PLT 与 PCT 的降低提示血小板的消耗以及巨核细胞产血小板功能受抑;MPV 能反映着血小板体积变化,被认为是血小板功能与活化的标志物;PDW 与 MPV 类似,提示血小板的生成与损耗中平衡状态的变化。本研究发现在儿童脓毒血症的临床诊治过程中,多数患儿的血小板数量存在较大的波动,可出现血小板数量的持续减少甚至进展至血小板减少症的现象。血小板在病程中经历了过度活跃到消耗枯竭的连续性过程,提示血小板的功能不限于止血<sup>[9]</sup>。

2016 版脓毒症 3.0 定义与临床诊断标准废弃了旧的 3 种类型(脓毒症、严重脓毒症与脓毒性休克),更新为脓毒血症与脓毒性休克 2 种诊断。本研究将血小板参数及其比值在不同诊断(脓毒血症、脓毒性休克)及不同预后(治愈、好转、死亡)的患儿间进行了比较。虽然谭乐明等<sup>[10]</sup>采用旧的分类方法发现 PLT 与脓毒血症严重程度相关,然而本研究发现,出现了严重的循环障碍和细胞代谢紊乱的脓毒性休克组患儿仅 PLT 低于脓毒血症组患儿( $P < 0.05$ ),其余参数及比值差异均无统计学意义( $P > 0.05$ ),提示入院时血小板各参数并不能体现脓毒血症的严重程度。VENKATA 等<sup>[11]</sup>、SAH 等<sup>[12]</sup>都发现,由于血小板的大量消耗严重影响预后,入院时 PLT 和 PCT 较低的脓毒血症患儿病死率较高。本研究同样发现,治愈组患儿 PLT、PCT 较死亡组患儿高,而 MPV、MPV/PLT、MPV/PCT、PDW/PLT、PDW/PCT 较死亡组患儿低,差异均有统计学意义( $P < 0.05$ )。这与 SAYED 等<sup>[13]</sup>的结论一致,印证了血小板的大量消耗及大体积血小板的出现与炎症加剧导致的患儿死亡结局密切相关。

从全球的统计数据上看,儿童脓毒血症的最主要原发病为肺部感染<sup>[14]</sup>,本研究中肺炎患儿占有研究对象的 72.9%。最新的欧洲前瞻性研究结果显示,肺部感染患儿病死率与肺炎链球菌感染显著相关,脓毒性休克患儿的病死率明显增高<sup>[15]</sup>。但 Logistic 回归模型分析得到的结论是,导致死亡的危险因素并不是肺炎、肺炎链球菌感染以及脓毒性休克,而是增高的 MPV 与  $\Delta MPV_{d3}$ ( $OR = 7.041, 1.124, P < 0.05$ )。早年针对 MPV 在炎症疾病中的意义存在争议,部分研究提示 MPV 增高的患儿病情更加严重、病死率更高,部分研究又得出了 MPV 较低的患儿预后不良的结

论<sup>[16]</sup>。近年来研究发现,MPV 在脓毒血症患儿预后中的意义却相当一致,即 MPV 在脓毒血症患儿中整体偏高,且死亡者较存活者具有更高的 MPV。此外,住院患儿前几日的 MPV 变化值体现了血小板体积在疾病进展中的改变程度,患儿前几日 MPV 变化值的绝对值对于预后的评估更具价值。ZAMPIERI 等<sup>[17]</sup>发现入院 24 h 后 MPV 增高的重症患儿病死率较高,并且与病死率增加独立相关;KIM 等<sup>[18]</sup>则阐述了脓毒血症死亡患儿入院 72 h 后 MPV 增高幅度高于存活者,是预测患儿 28 d 死亡的独立因子。

在血小板减少症的研究中发现,PLT 减少多伴随 MPV 的增高现象,该现象源于巨核细胞反应性生成偏大的血小板,但在脓毒血症的研究中,二者的变化关系并不是那样的机械和绝对<sup>[19]</sup>。尽管在动物实验和一些感染性疾病研究中发现了 PLT 与 MPV 存在反向变化的现象<sup>[20]</sup>,但笔者和 ZAMPIERI 等<sup>[17]</sup>在脓毒血症的研究中却看到了相似的情况:PLT 降低时,MPV 不升反降的患儿不在少数,而 PLT 升高时,MPV 同样可以表现为升高和下降。脓毒性休克组中  $\Delta PLT_{d3} < 0$  的患儿数多于脓毒血症组( $P < 0.05$ ),而 2 组  $\Delta MPV_{d3} \geq 0$  的患儿数差异无统计学意义( $P > 0.05$ ),也提示 PLT 与 MPV 的变化并不一定相关。PLT 降低时增大的 MPV 代表着在功能、代谢和酶方面更加活跃的较大的血小板生成,可能伴随更多的细胞内血栓素 A2 和促凝表面蛋白(如 P-选择素和糖蛋白 III a)水平的增加,其发挥的生物学功能会加重炎症而影响预后,这在 ZAMPIERI 等<sup>[17]</sup>的研究中得到证实。有研究显示, $\Delta PLT_{d3} < 0 / \Delta MPV_{d3} \geq 0$  的患儿病死率高于其他组别<sup>[18]</sup>,但本研究发现  $\Delta PLT_{d3} < 0 / \Delta MPV_{d3} \geq 0$  的患儿病死率与其他  $\Delta PLT_{d3}$  和  $\Delta MPV_{d3}$  的患儿病死率差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。这可能的主要原因是:(1)部分治愈患儿属于  $\Delta PLT_{d3} < 0 / \Delta MPV_{d3} \geq 0$ ,但  $\Delta MPV_{d3}$  的升高幅度较小;(2)最新的《儿童血细胞分析参考区间》(征求意见稿)公布的静脉血 PLT 参考范围最低上限为  $407 \times 10^9 / L$ ,明显高于成人的  $350 \times 10^9 / L$ ,这样的差异给予了儿童 PLT 在疾病进展中更宽的波动空间,PLT 的活化与损耗也存在不同;(3)本研究预后分析单独列出了“好转”组,相对于治愈组而言,这批患儿的器官功能还没完全恢复。BOEDDHA 等<sup>[15]</sup>也统计到约 30% 的脓毒血症存活患儿伴有不同程度的残疾。因此这部分患儿有必要独立成组,然而由于本研究样本量的限制,血小板参数的应用价值还难以评估。

综上所述,血小板参数及其比值在儿童脓毒血症组、脓毒性休克组以及不同预后组间存在差异,特别是确诊当天 MPV 及确诊第 3 天 MPV 较确诊当天

MPV 的变化值可以预测患儿的死亡结局。尽管 MPV 在炎症发生、发展过程中的作用机制尚未阐明,本研究仍建议临床医生关注血小板参数及其比值,并动态监测脓毒症患儿的 MPV 以指导临床决策。

### 参考文献

- [1] DE SOUZA D C, BARREIRA E R, FARIA L S. The epidemiology of sepsis in childhood[J]. Shock, 2017, 47(1S Suppl 1):2-5.
- [2] DE SOUZA D C, MACHADO F R. Epidemiology of pediatric septic shock[J]. J Pediatr Intensive Care, 2019, 8(1):3-10.
- [3] GOLEBIEWSKA E M, POOLE A W. Platelet secretion: from haemostasis to wound healing and beyond[J]. Blood Rev, 2015, 29(3):153-162.
- [4] RAYES J, BOURNE J H, BRILL A, et al. The dual role of platelet-innate immune cell interactions in thrombo-inflammation[J]. Res Pract Thromb Haemost, 2019, 4(1):23-35.
- [5] 王莹, 陆国平, 张育才. 儿童脓毒性休克(感染性休克)诊治专家共识:2015 版[J]. 中华儿科杂志, 2015, 53(8):576-580.
- [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] COLKESEN Y, MUDERRISOGLU H. The role of mean platelet volume in predicting thrombotic events[J]. Clin Chem Lab Med, 2012, 50(4):631-634.
- [8] GAO Y X, LI Y, YU X Z, et al. The impact of various platelet indices as prognostic markers of septic shock[J]. PLoS One, 2014, 9(8):e103761.
- [9] AKINOSGLOU K, ALEXOPOULOS D. Use of anti-platelet agents in sepsis: a glimpse into the future[J]. Thromb Res, 2014, 133(2):131-138.
- [10] 谭乐明, 杨成, 杨旭凯, 等. 尿源性脓毒症严重程度的相关因素分析[J]. 南方医科大学学报, 2019, 39(1):93-99.
- [11] VENKATA C, KASHYAP R, FARMER J C, 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.
- [12] SAH V K, GIRI A, MILAN K C, et al. Association of thrombocytopenia and mortality in critically ill children admitted to picu in tertiary hospital in Biratnagar[J]. Birat J Health Sci, 2019, 4(1):649-653.
- [13] SAYED S Z, MAHMOUD M M, MONESS H M, et al. Admission platelet count and indices as predictors of outcome in children with severe Sepsis: a prospective hospital-based study[J]. BMC Pediatr, 2020, 20(1):387.
- [14] EMR B M, ALCAMO A M, CARCILLO J A, et al. Pediatric sepsis update: how are children different[J]. Surg Infect (Larchmt), 2018, 19(2):176-183.
- [15] BOEDDHA N P, SCHLAPBACH L J, DRIESSEN G J, et al. Mortality and morbidity in community-acquired sepsis in European pediatric intensive care units: a prospective cohort study from the European Childhood Life-threatening Infectious Disease Study (EUCLIDS)[J]. Crit Care, 2018, 22(1):143.
- [16] GASPARYAN A Y, AYVAZYAN L, MIKHAILIDIS D P, et al. Mean platelet volume: a link between thrombosis and inflammation[J]. Curr Pharm Des, 2011, 17(1):47-58.
- [17] ZAMPIERI F G, RANZANI O T, 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.
- [18] 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.
- [19] YILMAZ Z, ERALP O, ILCOL Y O. Evaluation of platelet count and its association with plateletcrit, mean platelet volume and platelet size distribution width in a canine model of endotoxemia[J]. Vet Clin Pathol, 2008, 37(2):159-163.
- [20] LEADER A, PEREG D, LISHNER M. Are platelet volume indices of clinical use? A multidisciplinary review[J]. Ann Med, 2012, 44(8):805-816.

(收稿日期:2021-05-14 修回日期:2022-01-17)