

## · 论著 ·

DOI: 10.3969/j.issn.0253-9802.2024.05.005

## 儿童脓毒性心肌病的临床特征及发病危险因素分析

郭恩玉<sup>1</sup>, 房艳岭<sup>1</sup>, 耿化晓<sup>1,2</sup>, 王文杰<sup>1</sup>, 李姗姗<sup>1</sup>, 孟祥兰<sup>1</sup>, 张海防<sup>1</sup>✉

(1. 济宁市第一人民医院儿科, 山东 济宁 272000; 2. 济宁医学院附属医院儿科, 山东 济宁 272000)

**【摘要】** 目的 探讨脓毒症儿童合并脓毒性心肌病(SICM)的临床特征及发病危险因素, 为提高临床医师的诊治水平提供参考。方法 回顾性分析脓毒症患儿的临床资料。按照是否发生SICM, 将其分为SICM组和非SICM组, 比较2组患儿的临床特点及转归, 分析SICM发生的危险因素。结果 ①398例脓毒症患儿被纳入研究, 其SICM发病率为15.58%(62/398)。SICM组年龄[49(18, 108)个月]大于非SICM组[19(6, 52)个月], SICM组合并脓毒性休克比例[83.87%(52/62)]高于非SICM组[42.56%(143/336)]; SICM组病死率[29.03%(18/62)]高于非SICM组[14.58%(49/336)], 比较差异均有统计学意义( $P < 0.05$ )。②多因素Logistic回归分析显示: 年长儿发生SICM的风险更高(OR=1.010, 95%CI 1.003~1.017,  $P = 0.006$ ); 血乳酸水平越高, 发生SICM的风险越高(OR=1.163, 95%CI 1.034~1.308,  $P = 0.012$ ); 肌钙蛋白水平越高, 发生SICM风险越高(OR=9.929, 95%CI 4.651~21.197,  $P < 0.001$ )。结论 与非SICM患儿相比, SICM患儿更易发生脓毒性休克, 病死率更高。年龄、乳酸及cTnI为儿童SICM独立的影响因素。

**【关键词】** 儿童; 脓毒症; 脓毒性心肌病; 危险因素; 临床特征; 脓毒性休克

## Clinical features and risk factors of sepsis-induced cardiomyopathy in children with sepsis

GUO Enyu<sup>1</sup>, FANG Yanling<sup>1</sup>, GENG Huaxiao<sup>1,2</sup>, WANG Wenjie<sup>1</sup>, LI Shanshan<sup>1</sup>, MENG Xianglan<sup>1</sup>, ZHANG Haifang<sup>1</sup>✉

(1. Department of Pediatrics, Jining No.1 People's Hospital, Jining 272000, China; 2. Department of Pediatrics,

Affiliated Hospital of Jining Medical College, Jining 272000, China)

Corresponding author: ZHANG Haifang, E-mail: zhf971124@sina.com

**【Abstract】 Objective** To investigate the clinical features and risk factors of sepsis-induced cardiomyopathy in children with sepsis, aiming to provide reference for enhancing the diagnosis and treatment levels of clinicians. **Methods** Clinical data of children with sepsis were retrospectively analyzed. All patients were divided into the sepsis-induced cardiomyopathy group and non-sepsis-induced cardiomyopathy group according to whether sepsis-induced cardiomyopathy occurred. Clinical characteristics and outcomes were compared between two groups. The risk factors of sepsis-induced cardiomyopathy were analyzed. **Results** Three hundred and ninety-eight children with sepsis were included in this study, and the incidence of sepsis-induced cardiomyopathy was 15.58%(62/398). The age of children in the sepsis-induced cardiomyopathy group was 49(18, 108) months, older than 19(6, 52) months in the non-sepsis-induced cardiomyopathy group. The incidence of septic shock in the sepsis-induced cardiomyopathy group was 83.87%(52/62), which was higher than 42.56%(143/336) in the non-sepsis-induced cardiomyopathy group. The mortality rate in the sepsis-induced cardiomyopathy group was 29.03%(18/62), significantly higher than 14.58%(49/336) in the non-sepsis-induced cardiomyopathy group. All differences were statistically significant (all  $P < 0.05$ ). Multivariate Logistic regression analysis showed that the influence of age on sepsis-induced cardiomyopathy was statistically significant (OR=1.010, 95%CI 1.003-1.017,  $P = 0.006$ ). The higher the lactic acid level, the higher the risk of sepsis-induced cardiomyopathy, with statistical significance (OR=1.163, 95%CI 1.034-1.308,  $P = 0.012$ ). The higher the cTnI level, the higher the risk of sepsis-induced cardiomyopathy, with statistical significance (OR=9.929, 95%CI 4.651-21.197,  $P < 0.001$ ). **Conclusions** Compared with children with non-sepsis-induced cardiomyopathy, children with sepsis-induced cardiomyopathy are more prone to septic shock and have higher mortality. Age, lactic acid and cTnI levels are the independent influencing factors for sepsis-induced cardiomyopathy in children.

**【Key words】** Children; Sepsis; Sepsis-induced cardiomyopathy; Risk factors; Clinical characteristics; Septic shock

收稿日期: 2023-12-07

基金项目: 济宁市第一人民医院“启航”科研项目(2021-QHM-001)

作者简介: 郭恩玉, 主治医师, 研究方向: 儿童重症医学, E-mail: guoenyu0829@163.com; 张海防, 通信作者, 副主任医师, 研究方向: 儿童心血管疾病, E-mail: zhf971124@sina.com

脓毒症是由感染引起宿主炎症反应失调,进而发生危及生命 MODS 的危重症<sup>[1]</sup>。脓毒症引起的心功能障碍被称为脓毒性心肌病(SICM),发生 SICM 时机体的血液循环量明显减少,组织缺氧加剧,进而出现线粒体功能障碍,显著增加其他脏器功能障碍或衰竭的发生风险<sup>[2]</sup>。近年来,随着床旁即时超声检查在重症医学领域的广泛应用,SICM 的特征也逐渐被认识,但其发病危险因素仍未明确。国内外关于成人 SICM 的研究显示,SICM 与脓毒症病死率的增加密切相关<sup>[3-5]</sup>。关于儿童,Lautz 等<sup>[6]</sup>报道,SICM 是儿童脓毒症死亡的独立危险因素,但相关研究仍较少。为此,本研究回顾性分析了脓毒症患儿的临床资料,旨在探讨儿童 SICM 的临床特征及发病危险因素,为提高临床医师诊治儿童 SICM 的水平以及该病的管理提供参考。

## 1 对象与方法

### 1.1 研究对象

收集 2015 年 1 月 1 日至 2022 年 12 月 31 日在济宁市第一人民医院及济宁医学院附属医院儿童重症医学科(PICU)接受治疗的脓毒症患儿的临床资料。脓毒症依据儿童脓毒性休克(感染性休克)诊治专家共识(2015 版)进行诊断<sup>[5]</sup>。SICM 的诊断参考文献[8-9]的方法,包括 LVEF  $\leq 50\%$ ,以及依据血流动力学监测、生物学标志物及临床评估进行综合判断。纳入标准:① 28 d < 年龄 < 14 岁;② 符合脓毒症诊断标准;③ 诊断脓毒症 24 h 内完善超声心动图检查。排除标准:原发性心脏病、器质性心脏病、心脏手术后。本研究经济宁市第一人民医院(批件号:2021 伦审研第 075 号)及济宁医学院附属医院伦理委员会批准。

### 1.2 观察指标

收集脓毒症患儿入住 PICU 24 h 内的临床资料,按照是否发生 SICM 将其分为 SICM 组与非 SICM 组,比较 2 组患儿的临床资料。包括:① 性别、年龄、基础疾病史、出生史、原发感染部位;② 入住 PICU 的液体出入量;③ 检测乳酸、氢离子浓度指数(pH)、氧分压(PaO<sub>2</sub>)、二氧化碳分压(PaCO<sub>2</sub>)获得的最差结果;④ 外周血白细胞(WBC)、中性粒细胞(N)、CRP、ESR、降钙素原(PCT)等炎症指标;⑤ 血红蛋白(Hb)、血小板(PLT)、活化部分凝血活酶时间(APTT)、凝血酶原时间(PT)、国际标准化比值(INR)、D-

二聚体(D-D)、纤维蛋白原、ALT、AST、总胆红素、直接胆红素、尿素氮、肌酐、血糖、序贯器官衰竭估计评分(SOFA)等脏器功能指标;⑥ 肌酸激酶(CK)、CK-MB、氨基末端脑钠肽前体(NT-proBNP)、肌钙蛋白 I(cTnI)等心肌损伤指标。

### 1.3 统计学处理

采用 SPSS 25.0 处理数据。定性资料用  $n(\%)$  表示,组间比较采用  $\chi^2$  检验。正态分布计量资料以  $\bar{x} \pm s$  表示,组间比较采用  $t$  检验。非正态分布计量资料以  $M(P_{25}, P_{75})$  表示,组间比较采用 Wilcoxon 秩和检验。发病危险因素的分析先进行单因素 Logistic 回归分析,再将具有统计学意义的变量纳入多因素二元 Logistic 回归分析中(进入法)。 $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 SICM 组与非 SICM 组患儿的一般资料比较

共收集到 432 例脓毒症患儿的资料,其中伴有先天性心脏病 26 例、心肌病 8 例,最终 398 例患儿被纳入本研究,其中 SICM 组 62 例(15.58%)、非 SICM 组 336 例。2 组患儿的性别、基础疾病、出生史及原发感染部位比较差异无统计学意义( $P$  均  $> 0.05$ )。SICM 组年龄大于非 SICM 组( $P < 0.001$ )。SICM 组合并脓毒性休克的患儿比例高于非 SICM 组( $P < 0.001$ )。SICM 组病死率高于非 SICM 组( $P = 0.007$ )。见表 1。

### 2.2 SICM 组与非 SICM 组患儿的临床特征比较

SICM 组与非 SICM 组第 1 日液体出入量比较差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。SICM 组的乳酸、PT、INR、D-D、ALT、AST、血尿素氮、肌酐、CK、CK-MB、NT-proBNP、cTnI 及 SOFA 均高于非 SICM 组,pH 及纤维蛋白原均低于非 SICM 组( $P$  均  $< 0.001$ )。2 组的 PaO<sub>2</sub>、PaCO<sub>2</sub>、WBC、N%、Hb、PLT、CRP、ESR、PCT、APTT、总胆红素、直接胆红素及血糖比较差异均无统计学意义( $P$  均  $> 0.05$ )。见表 2。

### 2.3 SICM 发病危险因素分析

单因素 Logistic 回归分析显示,年龄、乳酸、pH、PLT、PT、纤维蛋白原、SOFA、CK-MB 及 cTnI 为 SICM 的相关因素( $P$  均  $< 0.05$ )。多因素二元 Logistic 回归分析显示,年龄越大、乳酸水平越高、cTnI 水平越高,发生 SICM 的风险越高( $P$  均  $< 0.05$ )。见表 3。

表1 SICM组与SICM组脓毒症患儿一般资料的比较

Table 1 Comparison of general data of sepsis children between SICM group and SICM group

指标	SICM组 (n=62)	非SICM组 (n=336)	$\chi^2/Z$ 值	P值
男性 /n (%)	41 (66.1)	189 (56.3)	-2.094	0.148
年龄 /月	49 (18, 108)	19 (6, 52)	-3.501	<0.001
基础疾病 /n (%)	18 (29.0)	92 (27.4)	0.071	0.789
早产儿 /n (%)	6 (9.7)	20 (6.0)	1.189	0.275
28 d死亡 /n (%)	18 (29.0)	49 (14.6)	7.365	0.007
脓毒性休克 /n (%)	52 (83.9)	143 (42.6)	36.968	<0.001
原发感染部位 /n (%)			3.605	0.730
呼吸系统	26 (41.9)	145 (43.2)		
血液系统	4 (6.5)	34 (10.1)		
消化系统	13 (21.0)	79 (23.5)		
泌尿系统	3 (4.8)	9 (2.7)		
皮肤软组织	6 (9.7)	16 (4.8)		
中枢神经系统	7 (11.3)	43 (12.8)		
骨髓	3 (4.8)	10 (3.0)		

表2 SICM组与SICM组脓毒症患儿临床特征的比较

Table 2 Comparison of clinical characteristics of sepsis children between SICM group and SICM group

指标	SICM组 (n=62)	非SICM组 (n=336)	Z/t值	P值
第1日液体出入量 / [mL/(kg·h)]	5.30 (3.60, 8.04)	4.70 (3.34, 6.90)	-1.264	0.206
乳酸 / (mmol/L)	3.90 (2.00, 9.25)	1.70 (1.10, 2.80)	-6.152	<0.001
pH	7.33 (7.14, 7.42)	7.41 (7.34, 7.46)	-4.389	<0.001
PaO <sub>2</sub> /mmHg	89.45 (62.00, 135.00)	86.00 (70.00, 115.50)	-0.355	0.723
PaCO <sub>2</sub> /mmHg	29.25 (24.00, 35.88)	30.00 (25.90, 37.00)	-0.487	0.626
WBC/ (×10 <sup>9</sup> /L)	12.48 (7.08, 19.59)	11.57 (5.94, 19.83)	-0.236	0.814
N/%	71.70 (43.25, 88.65)	70.95 (56.53, 81.90)	-0.226	0.821
Hb/ (g/L)	105.68 ± 18.30	102.34 ± 22.79	1.199	0.233
PLT/ (×10 <sup>9</sup> /L)	180.00 (96.5, 280.00)	215.50 (100.75, 357.25)	-1.723	0.085
CRP/ (mg/L)	60.70 (20.00, 115.00)	62.99 (14.42, 137.45)	-0.019	0.985
ESR/ (mm/h)	15.00 (4.00, 30.00)	19.00 (7.00, 38.5)	-1.434	0.152
PCT/ (ng/mL)	9.20 (0.76, 38.58)	6.47 (0.88, 31.99)	-0.543	0.587
APTT/s	41.50 (33.75, 56.50)	42.00 (35.00, 53.25)	-0.346	0.729
PT/s	18.50 (15.75, 23.25)	16.00 (14.00, 19.25)	-2.978	0.003
INR	1.60 (1.00, 2.00)	1.08 (1.00, 2.00)	-3.359	0.001
D-D/ (mg/L)	6.58 (2.01, 17.99)	3.33 (1.37, 7.71)	-3.681	<0.001
纤维蛋白原 / (g/L)	2.34 (1.31, 3.65)	3.09 (1.84, 4.54)	-2.321	0.020
ALT/ (U/L)	46.98 (21.03, 103.15)	33.00 (18.00, 83.00)	-1.520	0.129
AST/ (U/L)	83.35 (41.00, 185.00)	56.00 (33.00, 166.00)	-1.598	0.110
总胆红素 / (μmol/L)	9.92 (7.53, 32.81)	11.40 (7.00, 23.14)	-0.065	0.948
直接胆红素 / (μmol/L)	3.94 (2.23, 12.24)	3.80 (1.81, 10.55)	-0.308	0.758
尿素氮 / (mmol/L)	7.39 (4.65, 12.08)	4.60 (2.90, 8.50)	-4.387	<0.001
肌酐 / (μmol/L)	57.90 (31.25, 81.88)	31.14 (22.00, 50.91)	-5.307	<0.001
血糖 / (mmol/L)	6.37 (5.15, 7.56)	5.88 (4.68, 7.22)	-1.125	0.261
SOFA/分	9.00 (6.00, 12.00)	6.00 (3.00, 9.00)	-5.351	<0.001
CK/ (U/L)	151.00 (87.00, 255.00)	97.00 (42.37, 147.00)	-4.331	<0.001
CK-MB/ (U/L)	36.10 (15.00, 85.00)	15.5 (7.50, 41.45)	-4.207	<0.001
NT-proBNP/ (pg/mL)	4 035.90 (1 725.00, 18 963.00)	1 235.00 (230.75, 2 555.00)	-7.580	<0.001
cTnI/ (ng/mL)	0.94 (0.28, 1.31)	0.20 (0.02, 0.43)	-7.596	<0.001

注：1 mmHg=0.133 kPa。

表3 SICM发病危险因素的单因素和多因素 Logistic 回归分析  
Table 3 Univariate and multivariate Logistic regression analysis of SICM risk factors

因素	单因素分析		多因素分析	
	OR (95%CI)	P 值	OR (95%CI)	P 值
年龄	1.008 (1.003~1.014)	0.010	1.010 (1.003~1.017)	0.006
乳酸	1.270 (1.173~1.375)	<0.001	1.163 (1.034~1.308)	0.012
pH	0.031 (0.007~0.147)	<0.001	0.233 (0.018~2.979)	0.263
PLT	0.998 (0.996~1.000)	0.022	0.999 (0.996~1.001)	0.310
PT	1.023 (1.002~1.044)	0.030	0.986 (0.958~1.016)	0.365
纤维蛋白原	0.836 (0.707~0.989)	0.037	0.950 (0.799~1.131)	0.566
SOFA	1.191 (1.113~1.275)	<0.001	1.108 (0.965~1.211)	0.178
CK-MB	1.008 (1.003~1.012)	0.001	1.003 (0.995~1.010)	0.491
cTnI	11.333 (6.121~20.983)	<0.001	9.929 (4.651~21.197)	<0.001

注：变量赋值如下，因变量 0= 脓毒症、1= 脓毒性心脏病；自变量年龄、乳酸、pH、PLT、PT、纤维蛋白原、FOFA、CK-MB、cTnI 均为实际值。自变量间不存在共线性。

### 3 讨论

脓毒症是目前全球重要的公共卫生问题之一，亦是重症儿童患者死亡的主要原因之一。脓毒症可引起 MODS，患者心功能是否受到抑制，对脓毒症的病情进展起着至关重要的作用<sup>[8]</sup>。Parker 等<sup>[9]</sup>于 1984 年首次报道了脓毒症并发心功能障碍的病例，并提出 SICM 的概念。目前国内外对成人 SICM 的相关研究较多，而儿童的相关研究则较少。

Vieillard-Baron 等<sup>[10]</sup>报道成人脓毒症合并心功能障碍的病死率高达 70%~90%，而心功能未受累的患者病死率为 20%。Sato 等<sup>[11]</sup>的研究显示，脓毒症患者 SICM 的发病率为 13.8%。国内报道成人脓症患者 SICM 的发病率 15.72%~25.38%，病死率为 18.9%~30.3%<sup>[12-13]</sup>。朱莉娟等<sup>[14]</sup>的一项对照研究显示，脓毒性休克患儿 SICM 的发病率为 11.5%，病死率高达 39.1%。戈海延等<sup>[15]</sup>的研究显示，脓毒性休克患儿 SICM 的发病率为 30%，其中 SICM 组病死率为 38.9%，高于非 SICM 组的 12.8%。本研究显示脓症患者 SICM 的发病率为 15.58%，病死率为 29.03%，与国内外成人的报道类似。

国内外研究显示，SICM 的发病危险因素包括年龄、乳酸、心脏病史、血管活性药物、血源性感染、左心室短轴缩短指数等<sup>[12-16]</sup>。朱莉娟等<sup>[14]</sup>报道脓毒性休克患儿并发 SICM 的危险因素包括乳酸、左心室短轴缩短指数、心电图 ST 改变、氧合指数，其中左心室短轴缩短指数为独立危险因素。本研究显示，年龄、乳酸及 cTnI 为儿童 SICM 的相关因素。戈海延等<sup>[15]</sup>的研究显示，血源性感染

是脓毒性休克患儿并发 SICM 的独立危险因素，但本研究显示原发感染部位与 SICM 的发生不存在相关性。既往国内外关于儿童 SICM 的研究均未报道儿童的年龄因素<sup>[14-16]</sup>，Jeong 等<sup>[16]</sup>的研究显示成人年龄较小是 SICM 的发病危险因素，而本研究显示儿童年龄与 SICM 的发生率呈正相关，这提示，年龄作为 SICM 的危险因素，在儿童中的作用或与成人相反。

近几年，研究者们对于 SICM 的发病机制已有了更深入的认识，包括脓毒症促使对心脏具有抑制作用的活性物质的产生，如 TNF、IL-1 和 IL-6 等；线粒体代谢功能障碍；钙离子稳态失衡；自主神经功能调节障碍等<sup>[8, 17]</sup>。SICM 的本质为心肌细胞自身功能下降，左右心室的舒张及收缩功能障碍<sup>[2, 11-14]</sup>。关于脓毒症并发心肌损伤的研究显示，cTnI 和 NT-proBNP 水平与 SICM 的发生呈正相关<sup>[18-21]</sup>。还有研究显示，NT-proBNP、cTnI 可作为成人 SICM 的预测因子，多指标联合的预测价值更高<sup>[19-22]</sup>。在本研究中，cTnI 水平与脓症患者发生 SICM 的风险呈正相关，这与前述的成人的研究结果一致。近期关于 SICM 的研究显示，脓毒症患者的 MRI 存在心肌水肿的表现，这可以解释 SICM 患者 cTnI 水平增高的原因<sup>[23-28]</sup>。本研究中 NT-proBNP 与 SICM 的发病没有相关性，与前述成人的研究结果不同。

本研究存在一定的局限性：仅纳入了入住 PICU 24 h 内接受超声心动图检查的脓症患者；没有动态指标对比；没有分析长期随访结果。在未来的研究中，应进一步对脓症患者开展连续性床旁心脏超声检查，建立儿童脓毒症数据库，动态监测炎症及心脏损伤指标。准确评估脓毒症

患儿的心功能状态,有效预测发生 SICM 的风险,指导血管活性药物、正性肌力药物的使用,从而改善脓毒症患儿的预后。

### 参 考 文 献

- [1] WEISS S L, PETERS M J, ALHAZZANI W, et al. Surviving sepsis campaign international guidelines for the management of septic shock and sepsis-associated organ dysfunction in children [J]. *Intensive Care Med*, 2020, 46 (Suppl 1): 10-67. DOI: 10.1007/s00134-019-05878-6.
- [2] RAVIKUMAR N, SAYED M A, POONSUPH C J, et al. Septic cardiomyopathy: from basics to management choices [J]. *Curr Probl Cardiol*, 2021, 46 (4): 100767. DOI: 10.1016/j.cpcardiol.2020.100767.
- [3] SHVILKINA T, SHAPIRO N. Sepsis-Induced myocardial dysfunction: heterogeneity of functional effects and clinical significance [J]. *Front Cardiovasc Med*, 2023, 10: 1200441. DOI: 10.3389/fcvm.2023.1200441.
- [4] SANFILIPPO F, CORREDOR C, FLETCHER N, et al. Left ventricular systolic function evaluated by strain echocardiography and relationship with mortality in patients with severe sepsis or septic shock: a systematic review and meta-analysis [J]. *Crit Care*, 2018, 22 (1): 183. DOI: 10.1186/s13054-018-2113-y.
- [5] L'HEUREUX M, STERNBERG M, BRATH L, et al. Sepsis-induced cardiomyopathy: a comprehensive review [J]. *Curr Cardiol Rep*, 2020, 22 (5): 35. DOI: 10.1007/s11886-020-01277-2.
- [6] LAUTZ A J, WONG H R, RYAN T D, et al. Myocardial dysfunction is independently associated with mortality in pediatric septic shock [J]. *Crit Care Explor*, 2020, 2 (10): e0231. DOI: 10.1097/CCE.0000000000000231.
- [7] 中华医学会儿科学分会急救学组, 中华医学会急诊医学分会儿科学组, 中国医师协会儿童重症医师分会. 儿童脓毒性休克(感染性休克)诊治专家共识(2015版) [J]. *中国小儿急救医学*, 2015, 22 (11): 739-743. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-4912.2015.11.001.  
Emergency Group of Chinese Medical Pediatric Branch. Expert consensus on diagnosis and treatment of septic shock in children (2015 edition) [J]. *Chin Pediatr Emerg Med*, 2015, 22 (11): 739-743. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-4912.2015.11.001.
- [8] 刘霜, 曲东. 脓毒性心肌病临床诊治进展 [J]. *中国小儿急救医学*, 2022, 29 (1): 6-11. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-4912.2022.01.002.  
LIU S, QU D. Progress on clinical diagnosis and treatment of sepsis-induced cardiomyopathy [J]. *Chin Pediatr Emerg Med*, 2022, 29 (1): 6-11. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-4912.2022.01.002.
- [9] PARKER M M, SHELHAMER J H, BACHARACH S L, et al. Profound but reversible myocardial depression in patients with septic shock [J]. *Ann Intern Med*, 1984, 100 (4): 483-490. DOI: 10.7326/0003-4819-100-4-483.
- [10] VIEILLARD-BARON A, CAILLE V, CHARRON C, et al. Actual incidence of global left ventricular hypokinesia in adult septic shock [J]. *Crit Care Med*, 2008, 36 (6): 1701-1706. DOI: 10.1097/CCM.0b013e318174db05.
- [11] SATO R, KURIYAMA A, TAKADA T, et al. Prevalence and risk factors of sepsis-induced cardiomyopathy: a retrospective cohort study [J]. *Medicine*, 2016, 95 (39): e5031. DOI: 10.1097/MD.0000000000005031.
- [12] 张宏民, 周高生, 张青, 等. 脓毒症相关心肌病患者危险因素及预后分析 [J]. *中华内科杂志*, 2022, 61 (6): 644-651. DOI: 10.3760/cma.j.cn112138-20210803-00527.  
ZHANG H M, ZHOU G S, ZHANG Q, et al. Risk factors and prognosis in critical patients with sepsis-related cardiomyopathy [J]. *Chin J Intern Med*, 2022, 61 (6): 644-651. DOI: 10.3760/cma.j.cn112138-20210803-00527.
- [13] 李玉婷, 李洪祥, 张东. 脓毒性心肌病的发病率及危险因素分析 [J]. *中华急诊医学杂志*, 2019, 28 (7): 836-840. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2019.07.006.  
LI Y T, LI H X, ZHANG D. Analysis of incidence and risk factors of septic cardiomyopathy [J]. *Chin J Emerg Med*, 2019, 28 (7): 836-840. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2019.07.006.
- [14] 朱莉娟, 李少军, 谭利平. 儿童脓毒性休克伴心肌病病例对照研究 [J]. *中国小儿急救医学*, 2022, 8 (9): 681-685.  
ZHU L J, LI S J, TAN L P. Case-control study in pediatric septic shock with cardiomyopathy [J]. *Chin Pediatr Emerg Med*, 2022, 8 (9): 681-685.
- [15] 戈海延, 曲东, 李邑台, 等. 脓毒症休克儿童左心收缩功能不全的临床特征及危险因素 [J]. *中华急诊医学杂志*, 2022, 31 (7): 939-943. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2022.07.017.  
GE H Y, QU D, LI Y C, et al. Clinical features and risk factors of left ventricular systolic dysfunction in children with septic shock [J]. *Chin J Emerg Med*, 2022, 31 (7): 939-943. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2022.07.017.
- [16] JEONG H S, LEE T H, BANG C H, et al. Risk factors and outcomes of sepsis-induced myocardial dysfunction and stress-induced cardiomyopathy in sepsis or septic shock: a comparative retrospective study [J]. *Medicine*, 2018, 97 (13): e0263. DOI: 10.1097/MD.00000000000010263.
- [17] HOLLENBERG S M, SINGER M. Pathophysiology of sepsis-induced cardiomyopathy [J]. *Nat Rev Cardiol*, 2021, 18 (6): 424-434. DOI: 10.1038/s41569-020-00492-2.
- [18] VIEILLARD-BARON A, MILLINGTON S J, SANFILIPPO F, et al. A decade of progress in critical care echocardiography: a narrative review [J]. *Intensive Care Med*, 2019, 45 (6): 770-788. DOI: 10.1007/s00134-019-05604-2.
- [19] PATEL M D, MARIANO K, DUNBAR T, et al. Cardiac dysfunction identified by strain echocardiography is associated with illness severity in pediatric sepsis [J]. *Pediatr Crit Care Med*, 2020, 21 (4): e192-e199. DOI: 10.1097/PCC.0000000000002247.

- [20] 臧学峰, 陈炜, 盛博, 等. 早期心脏超声联合心脏生物学标志物预测严重脓毒症的价值: 一项5年的单中心回顾性研究[J]. 中华危重病急救医学, 2018, 30(4): 332-336. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2018.04.009.  
ZANG X F, CHEN W, SHENG B, et al. Predictive value of early phrase echocardiography and cardiac biological markers in patients with severe sepsis: a five-year single-center retrospective study[J]. Chin Crit Care Med, 2018, 30(4): 332-336. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2018.04.009.
- [21] 李志宇, 崔少华, 耿立霞. 生物标志物联合检测对脓毒性心肌损伤患者早期诊断及预后评估的价值[J]. 中华危重病急救医学, 2021, 33(4): 443-448. DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20210128-00158.  
LI Z Y, CUI S H, GENG L X. Value of combined detection of biomarkers in early diagnosis and prognosis of patients with septic myocardial injury[J]. Chin Crit Care Med, 2021, 33(4): 443-448. DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20210128-00158.
- [22] CHENG H, FAN W Z, WANG S C, et al. N-terminal pro-brain natriuretic peptide and cardiac troponin I for the prognostic utility in elderly patients with severe sepsis or septic shock in intensive care unit: a retrospective study[J]. J Crit Care, 2015, 30(3): 654.e9-654.14. DOI: 10.1016/j.jcrc.2014.12.008.
- [23] VASQUES-NÓVOA F, LAUNDOS T L, MADUREIRA A, et al. Myocardial edema: an overlooked mechanism of septic cardiomyopathy[J]. Shock, 2020, 53(5): 616-619. DOI: 10.1097/SHK.0000000000001395.
- [24] EL-NAWAWY A A, ABDELMOHSEN A M, HASSOUNA H M. Role of echocardiography in reducing shock reversal time in pediatric septic shock: a randomized controlled trial[J]. J Pediatr, 2018, 94(1): 31-39. DOI: 10.1016/j.jpeds.2017.02.005.
- [25] 刘婷华, 雷嘉颖, 麦友刚. 儿童急性白血病合并脓毒性休克病原菌及临床分析[J]. 新医学, 2022, 53(12): 914-920. DOI: 10.3969/j.issn.0253-9802.2022.12.010.  
LIU T H, LEI J Y, MAI Y G. Distribution of blood culture pathogens and clinical characteristics in children with acute leukemia complicated with septic shock[J]. J New Med, 2022, 53(12): 914-920. DOI: 10.3969/j.issn.0253-9802.2022.12.010.
- [26] 崔艳, 李孟秦, 胡星平. 血清PTX-3、OSM水平对老年脓毒症患者预后的评估价值[J]. 中国老年学杂志, 2024, 44(9): 2111-2114. DOI: 10.3969/j.issn.1005-9202.2024.09.018.  
CUI Y, LI M Q, HU X P. Evaluation value of serum PTX-3 and OSM levels on prognosis of elderly patients with sepsis[J]. Chin J Gerontol, 2024, 44(9): 2111-2114. DOI: 10.3969/j.issn.1005-9202.2024.09.018.
- [27] 李启航, 马紫薇, 张曼茹, 等. 7, 8-二羟基黄酮对脂多糖诱导心肌细胞损伤的保护作用及机制研究[J]. 中国药理学通报, 2024, 40(4): 716-722. DOI: 10.12360/CPR202306002.  
LI Q H, MA Z W, ZHANG M R, et al. The protective effect of 7, 8-dihydroxyflavone on lipopolysaccharide-induced cardiomyocyte injury and its mechanism[J]. Chin Pharmacol Bull, 2024, 40(4): 716-722. DOI: 10.12360/CPR202306002.
- [28] 肖红敏, 韩保松, 郭家成, 等. HTD4010可减轻脓毒症心肌病小鼠的心肌损伤: 基于促进AMPK/mTOR信号通路介导的自噬[J]. 南方医科大学学报, 2024, 44(3): 507-514. DOI: 10.12122/j.issn.1673-4254.2024.03.12.  
XIAO H M, HAN B S, GUO J C, et al. HTD4010 attenuates myocardial injury in mice with septic cardiomyopathy by promoting autophagy via the AMPK/mTOR signaling pathway[J]. J South Med Univ, 2024, 44(3): 507-514. DOI: 10.12122/j.issn.1673-4254.2024.03.12.

(责任编辑: 洪悦民)