doi：10.7499/j.issn.1008-8830.2510099

论著·临床研究

儿童暴发性心肌炎接受体外膜肺氧合辅助治疗的早期预警指标与预后情况分析

冯婷婷　张笃飞　雷智贤

（海南医科大学附属海南省妇女儿童医学中心儿科，海南海口　570000）

［摘要］**目的**　探讨儿童暴发性心肌炎（fulminant myocarditis, FM）接受体外膜肺氧合（extracorporeal membrane oxygenation, ECMO）辅助治疗的早期预警指标及其与预后的关系。**方法**　回顾性分析2019年6月—2025年6月于海南省妇女儿童医学中心儿童重症监护病房收治的22例FM患儿的临床资料。根据是否接受ECMO辅助治疗分为ECMO组（10例）与非ECMO组（12例）；根据预后分为存活组（17例）与死亡组（5例）。收集患儿的一般资料、实验室指标、心脏超声参数及治疗干预情况，采用受试者操作特征曲线分析FM患儿需启动ECMO辅助治疗的早期预警指标的预测价值。**结果**　与非ECMO组相比，ECMO组患儿左室射血分数（left ventricular ejection fraction, LVEF）和短轴收缩率（fractional shortening, FS）更低，脑钠肽（brain natriuretic peptide, BNP）峰值、血管活性药物评分（Vasoactive-Inotropic Score, VIS）峰值、乳酸峰值、室间隔及室壁运动减低比例更高（P<0.05）。受试者操作特征曲线分析显示，BNP峰值>21 650 pg/mL可作为预测FM患儿需ECMO辅助治疗的指标，灵敏度为80%，特异度为82%，阳性预测值为80%，阴性预测值为60%，曲线下面积为0.771（P<0.05）。FM患儿的总病死率为23%（5/22）。与存活组相比，死亡组患儿儿童危重病例评分、LVEF、FS更低，VIS峰值、乳酸峰值、治疗24 h后乳酸水平及ECMO使用率更高（P<0.05）。**结论**　BNP峰值>21 650 pg/mL对预测FM患儿需ECMO辅助治疗具有早期预警价值。儿童危重病例评分、LVEF、FS、VIS及乳酸等指标可用于评估FM患儿的病情严重程度及预后。ECMO是救治极危重FM患儿的关键生命支持手段。

［中国当代儿科杂志，2026，28（6）：702-707］

［关键词］暴发性心肌炎；体外膜肺氧合；预后；儿童

Early warning indicators and prognosis in children with fulminant myocarditis treated with extracorporeal membrane oxygenation

FENG Ting-Ting, ZHANG Du-Fei, LEI Zhi-Xian. Department of Pediatrics, Hainan Women and Children's Medical Center, Hainan Medical University, Haikou 570000, China (Zhang D-F, Email: dufeizhang@muhn.edu.cn)

Abstract: Objective　To explore early warning indicators for extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) in children with fulminant myocarditis (FM) and their association with prognosis. **Methods**　Clinical data of 22 children with FM admitted to the Pediatric Intensive Care Unit of Hainan Women and Children's Medical Center from June 2019 to June 2025 were retrospectively analyzed. Patients were grouped by ECMO support (ECMO group, n=10; non-ECMO group, n=12) and by outcome (survival group, n=17; death group, n=5). Data on demographics, laboratory values, echocardiographic measurements, and treatments administered were collected. The predictive value of early warning indicators for initiating ECMO was assessed by receiver operating characteristic (ROC) curve analysis. **Results**　Compared with the non-ECMO group, the ECMO group had lower left ventricular ejection fraction (LVEF) and fractional shortening (FS), and higher peak brain natriuretic peptide (BNP), peak vasoactive-inotropic score (VIS), peak lactate, and a higher proportion of interventricular septal and ventricular wall hypokinesis (all P<0.05). ROC analysis showed that peak BNP >21 650 pg/mL predicted the need for ECMO with a sensitivity of 80%, specificity of 82%, positive predictive value of 80%, negative predictive value of 60%, and an area under the curve of 0.771 (P<0.05).

［收稿日期］2025-10-22；［接受日期］2026-04-07

［作者简介］冯婷婷，女，硕士研究生，主治医师。

［通信作者］张笃飞，男，主任医师，教授。Email：dufeizhang@muhn.edu.cn。

The overall mortality was 23% (5/22). Compared with survivors, non-survivors had lower Pediatric Critical Illness Score (PCIS), LVEF, and FS, and higher peak VIS, peak lactate, lactate level at 24 hours after treatment, and a higher rate of ECMO use (all P<0.05). **Conclusions** Peak BNP >21 650 pg/mL has early warning value for determining the need for ECMO support in children with FM. PCIS, LVEF, FS, VIS, and lactate are useful for assessing disease severity and prognosis. ECMO is a critical life-support modality for extremely severe FM.

[Chinese Journal of Contemporary Pediatrics, 2026, 28(6): 702-707]

Key words: Fulminant myocarditis; Extracorporeal membrane oxygenation; Prognosis; Child

暴发性心肌炎（fulminant myocarditis, FM）是一种主要由病毒感染引起的，以急性广泛心肌损伤为特征的严重疾病，起病急骤，病情凶险，病死率高[1-2]。体外膜肺氧合（extracorporeal membrane oxygenation, ECMO）能够为心源性休克或难治性心搏骤停的患儿提供临时的循环和/或呼吸支持，是挽救FM患儿生命的重要高级生命支持技术[3-4]。然而，ECMO的启动时机、适应证以及影响预后的因素，仍需结合具体临床实践进行深入总结与探讨。但ECMO在FM儿童中应用的具体适应证，目前在国内外尚无统一标准。我国于2020年发布了《体外膜氧合支持儿科暴发性心肌炎专家共识》，适用于29 d至18岁的儿童，该共识认为血流动力学不稳定、严重心律失常、心功能严重受损等可作为FM患儿实施ECMO辅助治疗的预警指标[5]。但以上指标并非绝对，需要根据患儿的具体病情和临床判断来决定是否进行ECMO辅助治疗。在实际应用中，应由经验丰富的儿童心脏科医生或ECMO团队综合评估，及时做出最佳的治疗决策。因此，本研究通过回顾性分析我院儿科重症监护病房收治的FM患儿的临床资料，重点探讨FM患儿行ECMO治疗的临床决策依据及预后相关影响因素，以期为临床提供参考。

1 资料与方法

1.1 研究对象

回顾性分析我院儿童重症监护病房2019年6月—2025年6月收治的22例FM患儿的临床资料，其中男8例（36%），女14例（64%）；发病年龄为1个月13 d至16岁，中位年龄6岁。FM诊断参照文献［6］：（1）无心血管系统基础疾病的儿童，近期有病毒性上呼吸道感染或肠道病毒感染的症状或体征，出现心血管症状；（2）出现休克、心电不稳定或传导异常（如QRS波宽大畸形或PR间期延长）的患儿，且进展迅速；（3）合并有急性心力衰竭典型体征，如颈静脉压增高、外周水肿、肝脾肿大等。排除心肌病、先天性心脏病、心内膜弹力纤维增生症及心室肌致密化不全患儿。本研究经患儿家属知情同意，并获得我院医学伦理委员会批准（批号：2025-14）。

1.2 治疗方法

所有患儿均予甲泼尼龙联合丙种球蛋白冲击、血管活性药物及心肌营养等治疗。符合ECMO适应证者行静脉–动脉ECMO辅助治疗，并根据病情联合机械通气、连续性肾脏替代治疗或临时起搏器等综合救治。参照《体外膜氧合支持儿科暴发性心肌炎专家共识》[5]，符合以下任一条件者考虑ECMO辅助：（1）心脏指数<2 L/（m^2·min）或左室射血分数（left ventricular ejection fraction, LVEF）<40%~45%，心肌短轴收缩率（fractional shortening, FS）<26%；（2）组织低灌注持续，乳酸>4.0 mmol/L并进行性升高；（3）持续低血压；（4）大剂量血管活性药物下仍低血压，或血管活性药物评分（Vasoactive-Inotropic Score, VIS）≥20且进行性上升；（5）恶性心律失常经积极处理仍无法维持循环；（6）心搏骤停经常规心肺复苏15 min无效。根据是否实施ECMO辅助治疗，将FM患儿分为ECMO组与非ECMO组。根据预后情况，将FM患儿分为存活组与死亡组。

1.3 观察指标

收集患儿入院时的临床症状体征、实验室指标、儿童危重病例评分（Pediatric Critical Illness Score, PCIS）、心脏超声、心电图等资料。同时收集患儿住院期间的心肌酶、超敏肌钙蛋白Ⅰ、脑钠肽（brain natriuretic peptide, BNP）、VIS的峰值。VIS（分）[7]=多巴胺［μg/（kg·min）］+多巴酚丁胺［μg/（kg·min）］+10×米力农［μg/（kg·min）］+100×肾上腺素［μg/（kg·min）］+100×去甲肾上腺素［μg/（kg·min）］+10 000×垂体后叶素［U/（kg·min）］。

1.4 统计学分析

采用SPSS 17.0软件进行数据分析处理。正态分布的计量资料以均数±标准差（$\bar{x} \pm s$）表示，组间比较采用两样本t检验；非正态分布的计量资料以中位数（四分位数间距）［M（P_{25}，P_{75}）］表

示，组间比较采用Wilcoxon秩和检验。计数资料以例数和百分率（%）表示，组间比较采用Fisher确切概率法。预警指标的价值采用受试者操作特征曲线（receiver operating characteristic curve, ROC曲线）分析。以P<0.05为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 ECMO组与非ECMO组患儿的基线情况比较

ECMO组与非ECMO组患儿的发病年龄、性别构成、PCIS得分比较，差异无统计学意义（P>0.05），见表1。PCIS分层：>80分为普通重症，70~80分为危重症，<70分为极危重症[8]。ECMO组患儿中，PCIS>80分1例，70~80分3例，<70分6例；非ECMO组患儿中，PCIS>80分2例，70~80分8例，<70分2例。

2.2 ECMO组与非ECMO组患儿的临床资料比较

ECMO组LVEF、FS低于非ECMO组（P<0.05），ECMO组BNP峰值、VIS峰值、乳酸峰值、室间隔及室壁运动减低比例高于非ECMO组（P<0.05）。见表2。

表1 ECMO组与非ECMO组患儿的基线情况比较

项目	非ECMO组患儿 (n=12)	ECMO组 (n=10)	Z值	P值
发病年龄 [$M(P_{25}, P_{75})$, 岁]	8.85(4.43, 12.00)	8.25(6.75, 9.05)	−0.594	0.552
男性 [例(%)]	5(42)	4(40)	−	1.000
PCIS [$M(P_{25}, P_{75})$, 分]	76(66, 80)	64(62, 72)	−1.764	0.078

注：［ECMO］体外膜肺氧合；［PCIS］儿童危重病例评分。−示Fisher确切概率法。

表2 ECMO组与非ECMO组患儿的临床资料比较

项目	非ECMO组 (n=12)	ECMO组 (n=10)	Z/t值	P值
白细胞计数 ($\bar{x} \pm s$, $\times 10^9$/L)	12 ± 5	15 ± 5	1.012	0.113
C反应蛋白 ($\bar{x} \pm s$, mg/L)	15.4 ± 1.4	24.9 ± 8.5	1.012	0.324
VIS峰值 ($\bar{x} \pm s$, 分)	18 ± 6	51 ± 8	3.316	0.003
超敏肌钙蛋白Ⅰ峰值 [$M(P_{25}, P_{75})$, μg/L]	9.08(0.10, 34.73)	31.55(4.99, 42.50)	−1.457	0.145
BNP峰值 [$M(P_{25}, P_{75})$, pg/mL]	13 978(9 842, 20 352)	25 000(21 694, 25 000)	−2.064	0.039
肌酸激酶同工酶峰值 [$M(P_{25}, P_{75})$, U/L]	63.5(38.0, 100.5)	96.5(42.8, 148.3)	−1.022	0.307
谷丙转氨酶峰值 [$M(P_{25}, P_{75})$, U/L]	49(36, 81)	52(31, 231)	−0.297	0.767
尿素氮峰值 ($\bar{x} \pm s$, mmol/L)	7.0 ± 0.7	7.3 ± 0.9	−0.238	0.815
乳酸峰值 ($\bar{x} \pm s$, mmol/L)	3.4 ± 1.0	8.0 ± 1.8	2.299	0.032
治疗24 h后的乳酸 ($\bar{x} \pm s$, mmol/L)	7.27 ± 0.04	6.95 ± 0.44	0.671	0.510
白蛋白 ($\bar{x} \pm s$, g/L)	2.2 ± 0.6	3.5 ± 0.4	1.589	0.128
基础pH ($\bar{x} \pm s$)	7.39 ± 0.02	7.36 ± 0.03	−0.817	0.424
LVEF ($\bar{x} \pm s$, %)	54 ± 4	37 ± 3	−2.971	0.008
FS ($\bar{x} \pm s$, %)	26 ± 9	18 ± 5	−2.726	0.013
室间隔及室壁运动减低 [例(%)]	2(17)	7(70)	−	0.027
室上性或室性心动过速 [例(%)]	2(17)	5(50)	−	0.172
Ⅱ度以上房室传导阻滞 [例(%)]	1(8)	2(20)	−	0.571
心肺复苏 [例(%)]	2(17)	5(50)	−	0.172
血液净化 [例(%)]	7(58)	9(90)	−	0.162
临时起搏器安装 [例(%)]	2(17)	5(50)	−	0.172
机械通气 [例(%)]	10(83)	10(100)	−	1.000

注：［ECMO］体外膜肺氧合；［VIS］血管活性药物评分；［BNP］脑钠肽；［LVEF］左室射血分数；［FS］短轴收缩率。−示Fisher确切概率法。

2.3 FM患儿实施ECMO辅助治疗的预警因素

专家共识[5]已明确LVEF<40%~45%、FS<26%、VIS≥20分及乳酸>4.0 mmol/L并进行性升高作为ECMO启动的核心预警指标，本研究ROC曲

线分析显示，以约登指数最大的截断值作为FM患儿需ECMO辅助治疗的最佳预警阈值，最佳预警值分别为：LVEF<47.5%、FS<22.5%、VIS峰值>19分及乳酸峰值>5.15 mmol/L（与专家共识所推荐的值相近）；另外，BNP峰值>21 650 pg/mL可作为FM患儿启动ECMO治疗的预警指标之一，约登指数为0.618，灵敏度为80%，特异度为82%，阳性预测值为80%，阴性预测值为60%，曲线下面积为0.771（*P*=0.019）。见表3。

表3　各预警指标评估FM患儿需启动ECMO辅助治疗的价值

指标	最佳预警值	灵敏度(%)	特异度(%)	阳性预测值(%)	阴性预测值(%)	曲线下面积	95%*CI*	*P*
VIS峰值	>19分	90	83	70	91	0.917	0.718~0.991	<0.001
BNP峰值	>21 650 pg/mL	80	82	80	60	0.771	0.544~0.921	0.019
乳酸峰值	>5.15 mmol/L	60	92	86	73	0.800	0.577~0.938	0.002
LVEF	<47.5%	83	90	78	85	0.775	0.549~0.923	0.012
FS	<22.5%	75	90	77	89	0.829	0.610~0.954	<0.001

注：［ECMO］体外膜肺氧合；［VIS］血管活性药物评分；［BNP］脑钠肽；［LVEF］左室射血分数；［FS］短轴收缩率。

2.4　存活组与死亡组患儿的临床资料比较

死亡组患儿的PCIS、LVEF、FS低于存活组（*P*<0.05），死亡组患儿的VIS峰值、乳酸峰值、治疗24 h后的乳酸水平、心肺复苏比例及ECMO使用率高于存活组（*P*<0.05），见表4。ECMO组病死率为50%（5/10），非ECMO组无死亡病例，两组病死率比较差异有统计学意义（*P*<0.001）。

表4　存活组与死亡组患儿的临床资料比较

项目	存活组 (*n*=17)	死亡组 (*n*=5)	*Z*/*t*/值	*P*值
年龄 [$M(P_{25}, P_{75})$, 岁]	8.85(4.43, 12.00)	8.25(6.75, 9.05)	−0.594	0.552
男性 [例(%)]	8(47)	2(40)	−	1.000
PCIS [$M(P_{25}, P_{75})$, 分]	74(67, 80)	66(37, 71)	−2.047	0.041
白细胞计数 [$M(P_{25}, P_{75})$, $\times 10^9$/L]	12.3(10.8, 18.3)	12.5(7.8, 15.5)	−0.745	0.456
C反应蛋白 [$M(P_{25}, P_{75})$, mg/L]	14.32(5.20, 27.87)	45.91(8.57, 68.19)	−1.724	0.085
VIS峰值 [$M(P_{25}, P_{75})$, 分]	15(10, 31)	65(50, 90)	−2.955	0.003
超敏肌钙蛋白Ⅰ峰值 [$M(P_{25}, P_{75})$, μg/L]	15.34(0.96, 31.55)	40.00(20.18, 45.00)	−1.298	0.194
BNP峰值 [$M(P_{25}, P_{75})$, pg/mL]	20 399(11 264, 25 000)	25 000(10 512, 25 000)	−0.467	0.640
肌酸激酶同工酶峰值 [$M(P_{25}, P_{75})$, U/L]	65(41, 97)	125(77, 219)	−1.567	0.117
谷丙转氨酶峰值 [$M(P_{25}, P_{75})$, U/L]	53(35, 90)	49(37, 165)	−0.235	0.814
尿素氮峰值 [$M(P_{25}, P_{75})$, μmol/L]	6.72(4.90, 7.90)	7.79(6.53, 10.78)	−1.489	0.136
乳酸峰值 [$M(P_{25}, P_{75})$, mmol/L]	3.3(1.6, 4.3)	12.0(4.5, 16.9)	−2.666	0.008
治疗24 h后的乳酸 [$M(P_{25}, P_{75})$, mmol/L]	1.7(1.0, 3.4)	3.6(2.8, 5.7)	−2.158	0.031
基础pH [$M(P_{25}, P_{75})$]	7.35(7.28, 7.42)	7.21(7.06, 7.39)	−1.612	0.107
白蛋白 [$M(P_{25}, P_{75})$, g/L]	37.3(35.3, 41.3)	36.5(33.9, 39.7)	−0.705	0.481
LVEF [$M(P_{25}, P_{75})$, %]	52(44, 59)	33(24, 39)	−2.391	0.017
FS [$M(P_{25}, P_{75})$, %]	26(20, 29)	15(11, 20)	−2.227	0.023
室间隔及室壁运动减低 [例(%)]	6(35)	4(80)	−	0.135
室上性或室性心动过速 [例(%)]	6(35)	2(40)	−	1.000
Ⅱ度以上房室传导阻滞 [例(%)]	2(12)	1(20)	−	1.000
心肺复苏 [例(%)]	2(12)	5(100)	−	0.001
血液净化 [例(%)]	11(65)	5(100)	−	0.266
临时起搏器安装 [例(%)]	4(24)	3(60)	−	0.274
机械通气 [例(%)]	15(88)	5(100)	−	1.000
ECMO [例(%)]	5(29)	5(100)	−	0.010

注：［PCIS］儿童危重病例评分；［VIS］血管活性药物评分；［BNP］脑钠肽；［LVEF］左室射血分数；［FS］短轴收缩率；［ECMO］体外膜肺氧合。−示Fisher确切概率法。

2.5 随访

17 例患儿出院后随访均存活，随访时间范围 3~18 个月，中位随访时间 8 个月，心功能恢复良好，无严重心律失常。1 例 12 岁女性患儿行 ECMO 辅助治疗后出现右颈动脉血栓及脑梗死，经治疗后颈部动脉代偿性动脉再通，脑梗死症状缓解，无运动障碍、失语等。

3 讨论

FM 患儿临床表现多样，易累及多系统[9]。本研究显示，ECMO 组患儿的 LVEF、FS 低于非 ECMO 组，而 BNP 峰值、VIS 峰值、乳酸峰值、室间隔及室壁运动减低比例更高，提示 ECMO 组患儿心功能更差，心力衰竭程度更严重，组织低灌注状态更显著，且对血管活性药物依赖更强[5-6]。以上指标共同提示，ECMO 组患儿整体病情更为危重，这与该类患儿需要更强的循环支持的情况相符[10]。一项多中心队列研究（包含 285 例发展集和 190 例外部验证集患者）利用深度超级学习算法构建了用于预测心脏术后低心排综合征患者是否需要启动静脉–动脉 ECMO 治疗的模型，结果显示该模型在外部验证集中对静脉–动脉 ECMO 需求的预测能力良好（曲线下面积为 0.863），其中高 BNP 和高 VIS 是关键变量[11]。相关研究也表明，严重左室收缩功能障碍（LVEF<28.25%）与 FM 患儿死亡风险增加有关[12]，高 BNP 与高 VIS 则是需要机械循环支持的重要提示[13]。因此，对具有上述特征的危重 FM 患儿，即表现为心功能差（LVEF、FS 降低，BNP 升高，室间隔及室壁运动减低）、血管活性药物依赖性强（VIS 升高）及组织低灌注（乳酸升高）的危重 FM 患儿，应及时评估并启动 ECMO 辅助治疗。此外，本研究在现有共识基础上，进一步通过 ROC 曲线分析发现，BNP 峰值 >21 650 pg/mL 可作为启动 ECMO 辅助治疗的评估指标，为临床早期决策提供参考。

本研究 FM 患儿总体救治成功率为 77%，病死率为 23%。死亡组患儿 PCIS、LVEF、FS 低于存活组，而 VIS 峰值、乳酸峰值则显著更高，提示死亡组患儿病情更重、心功能更差，需更强血管活性药物支持，且组织灌注与缺氧状态更为严重。具体而言，在 FM 患儿中，PCIS 评分较低提示整体心脏功能和临床状态较差；LVEF 和 FS 作为评估左心室收缩功能的关键超声心动图参数，其值降低直接反映了心肌收缩力严重受损；而 VIS 峰值升高表明患儿依赖更高剂量或更多种类的正性肌力药物和血管收缩药来维持血压和器官灌注，这通常出现在心源性休克等极端情况下；乳酸峰值升高则是组织缺氧和无氧代谢增强的标志，提示微循环障碍和细胞能量代谢紊乱，是重症患者死亡风险的重要预测因子[13-17]。尽管本研究两组患儿治疗 24 h 后乳酸水平均有下降，但死亡组仍高于存活组，反映其组织灌注与缺氧改善较差，进一步影响预后。此外，死亡组患儿接受心肺复苏及 ECMO 辅助治疗比例更高，提示其心肺功能受损更为严重。而 ECMO 组患儿病死率为 50%，显著高于非 ECMO 组（无死亡病例），这一结果提示，接受 ECMO 辅助治疗的患儿本身病情更为危重，其高病死率主要源于原发病的严重程度，而非 ECMO 辅助治疗的干预效果不佳。相反，该数据恰恰说明 ECMO 多应用于常规治疗难以维持循环的极危重症患儿，是其最终救治的重要手段。一项针对健康儿童因人类细小病毒 B19 感染导致重症心肌炎的研究显示，4 例接受 ECMO 辅助治疗的患儿中，1 例死亡，2 例需长期机械循环支持并等待心脏移植，强调了 ECMO 应用于极危重 FM 患儿时，其不良结局更多归因于原发病的凶险程度，而非 ECMO 疗效不足[18]。值得注意的是，医院是否具备 ECMO 能力也会影响患儿预后。美国数据显示，在具备 ECMO 能力的医院接受治疗的心搏骤停患儿，院内生存率显著高于非 ECMO 中心（50% vs 32%）。这进一步说明，ECMO 作为高级生命支持手段，在合适时机和条件下应用，可为极危重症患儿提供生存机会[19]。因此，在评估 ECMO 干预价值时，应结合病情严重程度进行分层分析，其意义主要体现在为具有死亡风险的患儿提供了重要的生命支持机会。此外，本研究 FM 患儿常累及多器官功能，除 ECMO 外，还需联合血液净化、临时起搏器置入、机械通气等综合支持手段，以提升救治成功率。

综上所述，PCIS、LVEF、FS、VIS 及乳酸等指标有助于评估 FM 患儿病情严重程度与预后风险。ECMO 虽在病情更重患儿中应用且其组内病死率高，但实为救治极危重症病例的重要支持手段。临床应综合多项指标早期识别危重 FM 患儿，并及时启动 ECMO 辅助治疗联合其他综合支持手段以改善患儿预后。然而，由于本研究的样本量有限，且为单中心研究，这些预警指标的准确性和可靠

性还需要在更大规模的临床研究中进一步验证。

作者贡献声明：冯婷婷负责病例收集整理、数据分析及文章撰写；张笃飞与雷智贤负责文章审阅及研究指导。

利益冲突声明：所有作者声明无利益冲突。

［参 考 文 献］

[1] Ammirati E, Veronese G, Bottiroli M, et al. Update on acute myocarditis[J]. Trends Cardiovasc Med, 2021, 31(6): 370-379. PMID: 32497572. PMCID: PMC7263216. DOI: 10.1016/j.tcm.2020.05.008.

[2] Cui G, Nie J, Li H, et al. The clinicopathologic features of fulminant myocarditis[J]. J Adv Res, 2026, 81: 945-953. PMID: 40541779. PMCID: PMC12957824. DOI: 10.1016/j.jare.2025.06.040.

[3] 徐伟仙, 祖凌云. 暴发性心肌炎治疗中体外膜肺氧合的应用及进展[J]. 中国急救医学, 2021, 41(7): 616-620. DOI: 10.3969/j.issn.1002-1949.2021.07.018.

[4] Wrisinger WC, Thompson SL. Basics of extracorporeal membrane oxygenation[J]. Surg Clin North Am, 2022, 102(1): 23-35. PMID: 34800387. PMCID: PMC8598290. DOI: 10.1016/j.suc.2021.09.001.

[5] 中国医师协会体外生命支持专业委员会儿科学组, 中国医师协会儿童重症医师分会体外生命支持委员会, 中华医学会儿科分会急救学组, 等. 体外膜氧合支持儿科暴发性心肌炎专家共识[J]. 中华急诊医学杂志, 2020, 29(1): 36-42. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2020.01.005.

[6] Kociol RD, Cooper LT, Fang JC, et al. Recognition and initial management of fulminant myocarditis: a scientific statement from the American Heart Association[J]. Circulation, 2020, 141(6): e69-e92. PMID: 31902242. DOI: 10.1161/CIR.0000000000000745.

[7] Gaies MG, Gurney JG, Yen AH, et al. Vasoactive-inotropic score as a predictor of morbidity and mortality in infants after cardiopulmonary bypass[J]. Pediatr Crit Care Med, 2010, 11(2): 234-238. PMID: 19794327. DOI: 10.1097/PCC.0b013e3181b806fc.

[8] 王文霞, 张慧娟, 李琳. PCIS 评分联合血清 NE 对重症肺炎患儿预后的预测分析[J]. 齐齐哈尔医学院学报, 2023, 44(22): 2138-2141. DOI: 10.3969/j.issn.1002-1256.2023.22.008.

[9] 刘桂良, 梁珍花, 王敏, 等. 儿童暴发性心肌炎的临床特点及体外膜肺氧合救治效果分析[J]. 中国临床新医学, 2021, 14(5): 441-445. DOI: 10.3969/j.issn.1674-3806.2021.05.04.

[10] Venkataraman S, Bhardwaj A, Belford PM, et al. Veno-arterial extracorporeal membrane oxygenation in patients with fulminant myocarditis: a review of contemporary literature[J]. Medicina (Kaunas), 2022, 58(2): 215. PMID: 35208538. PMCID: PMC8876206. DOI: 10.3390/medicina58020215.

[11] Morisson L, Duceau B, Do Rego H, et al. A new machine learning algorithm to predict veno-arterial ECMO implantation after post-cardiotomy low cardiac output syndrome[J]. Anaesth Crit Care Pain Med, 2023, 42(1): 101172. PMID: 36375781. DOI: 10.1016/j.accpm.2022.101172.

[12] Zhao Y, Da M, Yang X, et al. A retrospective analysis of clinical characteristics and outcomes of pediatric fulminant myocarditis [J]. BMC Pediatr, 2024, 24(1): 553. PMID: 39210278. PMCID: PMC11360287. DOI: 10.1186/s12887-024-05022-4.

[13] Bak M, Hyun J, Park H, et al. Early unloading and clinical outcomes in patients with fulminant myocarditis undergoing VA-ECMO: results of a multicenter retrospective study[J]. Rev Esp Cardiol (Engl Ed), 2025, 78(3): 176-184. PMID: 38936469. DOI: 10.1016/j.rec.2024.06.004.

[14] Nunez JI, Grandin EW, Reyes-Castro T, et al. Outcomes with peripheral venoarterial extracorporeal membrane oxygenation for suspected acute myocarditis: 10-year experience from the Extracorporeal Life Support Organization registry[J]. Circ Heart Fail, 2023, 16(7): e010152. PMID: 37345545. DOI: 10.1161/CIRCHEARTFAILURE.122.010152.

[15] Punn R, Falkensammer CB, Blinder JJ, et al. Hemodynamic and echocardiographic predictors of mortality in pediatric patients on venoarterial extracorporeal membrane oxygenation: a multicenter investigation[J]. J Am Soc Echocardiogr, 2023, 36(2): 233-241. PMID: 36228840. DOI: 10.1016/j.echo.2022.10.005.

[16] Zhuang SX, Shi P, Gao H, et al. Clinical characteristics and mortality risk prediction model in children with acute myocarditis[J]. World J Pediatr, 2023, 19(2): 180-188. PMID: 36378481. PMCID: PMC9928813. DOI: 10.1007/s12519-022-00637-y.

[17] Kanaoka K, Onoue K, Terasaki S, et al. Changes in cardiac function following fulminant myocarditis[J]. Circ Heart Fail, 2024, 17(4): e010840. PMID: 38572641. PMCID: PMC11008446. DOI: 10.1161/CIRCHEARTFAILURE.123.010840.

[18] Ferro V, Pisani M, Marotta R, et al. Severe outcomes from suspected human parvovirus B19 infection in immunocompetent children: the need for timely recognition[J]. J Med Virol, 2025, 97(4): e70324. PMID: 40130782. DOI: 10.1002/jmv.70324.

[19] Pollack BE, Barbaro RP, Gorga SM, et al. Hospital ECMO capability is associated with survival in pediatric cardiac arrest [J]. Resuscitation, 2023, 188: 109853. PMID: 37245647. PMCID: PMC10576981. DOI: 10.1016/j.resuscitation.2023.109853.

（本文编辑：王颖）

（©《中国当代儿科杂志》编辑部，开放获取CC BY-NC-ND 4.0协议）
（© Editorial Office of *Chinese Journal of Contemporary Pediatrics*. OA under CC BY-NC-ND 4.0 license）