

不同儿童危重症评分动态监测对体外膜肺氧合辅助治疗休克患儿预后的预测价值

薛莹莹¹ 贾婉玉¹ 张雪¹ 全雪丽¹ 李鹏¹ 宋春兰¹ 王洁¹ 成怡冰^{1,2}

¹ 郑州大学附属儿童医院(河南省儿童医院, 郑州儿童医院)急重症医学科, 郑州 450000; ² 河南省儿童感染与危重症诊治工程研究中心, 郑州 450000

通信作者: 成怡冰, Email: cheng202403@126.com

【摘要】目的 探讨不同儿童危重症评分动态监测对接受体外膜肺氧合(ECMO)辅助支持治疗的难治性休克患儿预后的预测价值。**方法** 采用回顾性病例对照研究方法, 选择2019年1月至2023年12月河南省儿童医院儿童心胸外科重症监护病房(ICU)收治的困难治性休克接受静脉-动脉ECMO辅助治疗的患儿作为研究对象。收集患儿的临床资料, 根据ECMO前24h及ECMO 6h、12h的生命体征和实验室检查结果, 分别计算儿童危重病例评分(PCIS)、儿童器官功能障碍评分2(PELOD-2)、儿童多器官功能障碍评分(P-MODS)。根据出院结局将患儿分为死亡组和存活组。比较两组患儿临床资料及3种评分的差异; 采用受试者工作特征曲线(ROC曲线)分析3种评分对接受ECMO辅助治疗的休克患儿出院时死亡的预测价值; 基于Hosmer-Lemeshow拟合优度检验, 评估3种评分系统在预测死亡方面的拟合效果。**结果** 最终共纳入35例休克患儿, 其中有23例(66%)成功撤机; 出院时18例存活(占51%), 17例死亡(占49%)。随ECMO时间延长, 存活组和死亡组患儿PCIS评分均逐渐升高, PELOD-2、P-MODS评分则呈降低趋势。死亡组患儿ECMO前后各时间点PCIS评分均低于存活组(分: ECMO前24h为72.00±1.87比78.22±1.87, ECMO 6h为75.53±2.15比81.89±1.35, ECMO 12h为77.76±1.35比85.00±1.53, 均 $P<0.05$), PELOD-2评分均高于存活组[分: ECMO前24h为13.00(10.50, 17.50)比8.50(6.00, 11.25), ECMO 6h为13.00(8.50, 17.00)比9.00(7.75, 10.75), ECMO 12h为8.00(7.00, 13.50)比6.00(5.00, 8.00), 均 $P<0.05$], ECMO 6h和12h P-MODS评分均高于存活组(分: ECMO 6h为7.94±0.52比5.61±0.55, ECMO 12h为5.29±0.71比3.22±0.44, 均 $P<0.05$)。两组患儿3种评分ECMO 6h与12h的差值差异均无统计学意义。ROC曲线分析显示, ECMO 6h和12h PCIS、PELOD-2、P-MODS评分对接受ECMO辅助治疗的休克患儿出院时死亡均有一定的预测价值, 其中6h P-MODS评分和12h PELOD-2评分表现最佳; 以3种评分系统联合应用的预测价值更大, 其中6h的ROC曲线下面积(AUC)为0.809 [95%置信区间(95%CI)为0.652~0.965], 敏感度和特异度分别为83.33%、70.59%; 12h的AUC为0.892(95%CI为0.780~0.999), 敏感度和特异度分别为94.12%、72.22%。Hosmer-Lemeshow拟合优度检验显示, ECMO 6h时, P-MODS评分预测接受ECMO辅助治疗的休克患儿出院时死亡的拟合效果最好($\chi^2=4.010$, $P=0.675$); ECMO 12h时, PELOD-2评分预测死亡的拟合效果最好($\chi^2=1.556$, $P=0.906$)。**结论** ECMO前后PCIS、PELOD-2、P-MODS评分对接受ECMO辅助治疗的休克患儿出院时死亡均具有一定的预测价值和良好的拟合效果, 并且可以进行连续动态监测。3种评分联合应用可以进一步提高预测价值、敏感度和特异度。

【关键词】 体外膜肺氧合; 休克; 危重症评分; 儿童危重病例评分; 儿童器官功能障碍评分2; 儿童多器官功能障碍评分

基金项目: 河南省医学科技攻关联合共建项目(LHGJ20250612)

DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20241114-00933

Prognostic value of dynamic monitoring of different pediatric critical illness scales in children with extracorporeal membrane oxygenation assisted shock treatment

Xue Yingying¹, Jia Wanyu¹, Zhang Xue¹, Quan Xueli¹, Li Peng¹, Song Chunlan¹, Wang Jie¹, Cheng Yibing^{1,2}

¹Department of Emergency and Critical Care Medicine, Children's Hospital Affiliated to Zhengzhou University (Henan Children's Hospital, Zhengzhou Children's Hospital), Zhengzhou 450000, China; ²Engineering Research Center of Pediatric Infection and Critical Illness Diagnosis and Treatment, Zhengzhou 450000, China

Corresponding author: Cheng Yibing, Email: cheng202403@126.com

【Abstract】Objective To investigate the predictive value of different pediatric critical illness scores for the prognosis of children with refractory shock receiving extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) auxiliary treatment. **Methods** A retrospective case-control study was conducted. Pediatric patients admitted to the pediatric cardiac and thoracic surgery intensive care unit (ICU) at Henan Children's Hospital from January 2019 to December 2023 who received veno-arterial ECMO support for refractory shock were included. Clinical data were collected. The Pediatric Critical Illness Score (PCIS), PEdiatric Logistic Organ Dysfunction-2 (PELOD-2), and PEdiatric Multiple Organ Dysfunction Score (P-MODS) were calculated based on vital signs and laboratory results at 24 hours before ECMO

as well as 6 hours and 12 hours of ECMO. Pediatric patients were categorized into death and survival groups according to discharge outcomes. Differences in clinical data and the three scores between groups were compared. Receiver operator characteristic curve (ROC curve) analysis was used to assess the predictive value of the three scores for in-hospital death in ECMO-treated pediatric patients with shock. The Hosmer-Lemeshow goodness-of-fit test was used to evaluate the predictive accuracy of the three scoring systems for death. **Results** A total of 35 pediatric patients with shock were ultimately included. Among them, 23 (66%) successfully weaned off ECMO. At discharge, 18 cases survived (51%), while 17 died (49%). As the duration of ECMO treatment increased, both the survival and death groups showed a gradual increase in PCIS scores, while PELOD-2 and P-MODS scores tended to decrease. Pediatric patients in the death group had lower PCIS scores than the survival group at all the time points before and on ECMO (24 hours before ECMO: 72.00 ± 1.87 vs. 78.22 ± 1.87 , 6 hours of ECMO: 75.53 ± 2.15 vs. 81.89 ± 1.35 , 12 hours of ECMO: 77.76 ± 1.35 vs. 85.00 ± 1.53 , all $P < 0.05$), and PELOD-2 scores were higher than those in the survival group [24 hours before ECMO: 13.00 (10.50, 17.50) vs. 8.50 (6.00, 11.25), 6 hours of ECMO: 13.00 (8.50, 17.00) vs. 9.00 (7.75, 10.75), 12 hours of ECMO: 8.00 (7.00, 13.50) vs. 6.00 (5.00, 8.00), all $P < 0.05$]. Pediatric patients in the death group had higher P-MODS scores at 6 hours and 12 hours of ECMO as compared with the survival group (6 hours of ECMO: 7.94 ± 0.52 vs. 5.61 ± 0.55 , 12 hours of ECMO: 5.29 ± 0.71 vs. 3.22 ± 0.44 , both $P < 0.05$). The differences in the three scores between 6 hours and 12 hours of ECMO were not statistically significant between groups. ROC curve analysis indicated that the PCIS, PELOD-2, P-MODS scores at 6 hours and 12 hours of ECMO had predictive value for in-hospital death in pediatric patients with shock receiving ECMO support. The 6-hour P-MODS score and 12-hour PELOD-2 score demonstrated the highest predictive accuracy, with combined use of all three scoring systems yielding greater predictive value, the area under the ROC curve (AUC) of 6 hours was 0.809 [95% confidence interval (95%CI) was 0.652–0.965], with sensitivities and specificities of 83.33% and 70.59%, respectively; the AUC of 12 hour was 0.892 (95%CI was 0.780–0.999), with sensitivities and specificities of 94.12% and 72.22%, respectively. The Hosmer-Lemeshow goodness-of-fit test indicated that the 6-hour P-MODS score of ECMO provided the best fit for predicting in-hospital death in pediatric patients with shock receiving ECMO support ($\chi^2=4.010$, $P=0.675$), while the 12-hour PELOD-2 score of ECMO provided the best fit for predicting death ($\chi^2=1.556$, $P=0.906$). **Conclusions** PCIS, PELOD-2, and P-MODS scores before and on ECMO demonstrated predictive value and good fit for predicting in-hospital death in children with shock receiving ECMO support, and allow for continuous dynamic monitoring. Combined use of these three scores further enhances predictive value, sensitivity, and specificity.

【Key words】 Extracorporeal membrane oxygenation; Shock; Critical illness score; Pediatric Critical Illness Score; PEdiatric Logistic Organ Dysfunction-2; PEdiatric Multiple Organ Dysfunction Score

Fund program: Jointly-funded Medical Science and Technology Key Project of Henan Province (LHGJ20250612)
DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20241114-00933

作为一种先进的体外生命支持技术,体外膜肺氧合(extracorporeal membrane oxygenation, ECMO)可暂时为常规药物治疗无效的难治性休克患者提供机械性肺和循环支持,为原发疾病的治疗赢得时间^[1]。近年来,ECMO在儿科重症治疗中的应用范围不断扩大,其临床价值获得广泛认可^[2]。然而,到目前为止,还没有公认的风险评分用于预测ECMO辅助治疗儿童休克的结局。

目前国内外儿童危重症评分主要包括儿童危重病例评分(Pediatric Critical Illness Score, PCIS)、儿童器官功能障碍评分2(PEdiatric Logistic Organ Dysfunction-2, PELOD-2)、儿童多器官功能障碍评分(Pediatric Multiple Organ Dysfunction Score, P-MODS)等,广泛应用于帮助临床医生判断重症患儿病情严重程度及预测预后^[3]。然而,目前仍鲜见不同儿童危重症评分在ECMO辅助治疗休克患儿中应用的相关研究。本研究回顾性分析了因休克在河南省儿童医院儿童心胸外科重症监护病房(intensive care unit, ICU)接受ECMO支持治疗患儿的临床资料,旨在评

估不同儿童危重症评分动态监测对此类患儿预后的预测价值。

1 对象和方法

1.1 研究对象:采用回顾性病例对照研究方法,选择2019年1月至2023年12月在河南省儿童医院儿童心胸外科ICU接受静脉-动脉体外膜肺氧合(venous-arterial extracorporeal membrane oxygenation, VA-ECMO)辅助治疗的难治性休克患儿作为研究对象。根据患儿出院结局分为存活组和死亡组;部分患儿放弃治疗或者在脱离ECMO后死亡,均归为ECMO死亡病例。

1.1.1 纳入标准:①1个月 \leq 年龄 $<$ 18岁;②符合休克诊断标准^[4],且常规治疗无效;③符合ECMO应用标准^[5],征得家属知情同意后实施ECMO治疗。

1.1.2 排除标准:①ECMO 24 h内放弃治疗;②心脏手术后应用ECMO;③临床资料不完整。

1.2 数据收集

1.2.1 一般资料:收集入选患儿的性别、年龄、原发病等一般资料。

1.2.2 PCIS、PELOD-2、P-MODS 评分：根据入选患儿 ECMO 前 24 h 及 ECMO 6 h、12 h 的生命体征和实验室检查结果，分别计算 PCIS、PELOD-2、P-MODS 评分。

1.2.2.1 PCIS 评分：PCIS 评分项目包括心率(heart rate, HR)、血压、呼吸频率(respiratory rate, RR)、动脉血氧分压(arterial partial pressure of oxygen, PaO₂)、pH 值、血 Na⁺、血 K⁺、血尿素氮(blood urea nitrogen, BUN)、血肌酐(serum creatinine, SCr)、血红蛋白(hemoglobin, Hb)、胃肠道症状(应激性溃疡出血或肠麻痹)。PCIS 评分总分为 40~100 分,分值越低表示病情越严重;分值>80 分为非危重,71~80 分为危重,≤70 分为极危重。

1.2.2.2 PELOD-2 评分：PELOD-2 评分包含 10 个项目,涵盖中枢神经系统、心血管系统、肾脏功能、呼吸系统及血液系统 5 个重要器官系统的功能状态。PELOD-2 评分总分为 0~33 分,分值与病情严重程度呈正相关。

1.2.2.3 P-MODS 评分：P-MODS 评分包括氧合指数(PaO₂/FiO₂)、乳酸、胆红素、BUN、纤维蛋白原 5 个指标。P-MODS 评分总分为 0~20 分,分值越高表示病情越危重。该评分的主要局限性在于未纳入神经系统相关指标,导致其对神经系统疾病患儿的预后评估价值受限。

1.3 伦理审批：本研究为回顾性研究,遵循 2013 年修订版《赫尔辛基宣言》制定的医学研究伦理原则,已获得河南省儿童医院伦理委员会的审批(审批号:2025-KY-0142-001)。

1.4 统计学方法：应用 SPSS 26.0 软件进行统计学分析。先对连续变量进行正态性检验,符合正态分布的连续变量以均数 ± 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,两组间比较采用独立样本 *t* 检验,多组间比较采用 Kruskal-Wallis 检验,组内不同时间点间比较及进一步两两比较采用配对 Kruskal-Wallis 检验;非正态分布的连续变量以中位数(四分位数)[$M(Q_1, Q_3)$]表示,两组间比较采用 Mann-Whitney *U* 检验,多组间比较及进一步两两比较采用 Kruskal-Wallis 检验。绘制受试者工作特征曲线(receiver operator characteristic curve, ROC 曲线),评估 3 种评分系统对接受 ECMO 辅助治疗的休克患儿出院时死亡的预测价值及敏感度、特异度,采用约登指数最大法计算最佳截断值。使用 Hosmer-Lemeshow 拟合优度检验评估 3 种评分系统预测死亡的拟合度, $P>0.05$ 提示模型校准度

好,表明评分效果良好,拟合度可。检验水准 α 值取双侧 0.05。

2 结果

2.1 患儿一般资料：最终共纳入 35 例难治性休克患儿,其中男性 18 例(占 51%),女性 17 例(占 49%);年龄(5.23 ± 0.65)岁(范围 2 个月~13 岁)。35 例患儿中有 23 例(66%)成功撤机;出院时 18 例存活(占 51%),17 例死亡(占 49%)。35 例患儿整体 ECMO 时间为(4.95 ± 0.50)d,存活组为(5.33 ± 0.71)d,死亡组为(4.54 ± 0.70)d,两组间差异无统计学意义。35 例患儿中有 30 例为心源性休克,5 例为脓毒性休克。30 例心源性休克患儿中,原发病以暴发性心肌炎居多(10 例);脓毒性休克均为重症肺炎所致。

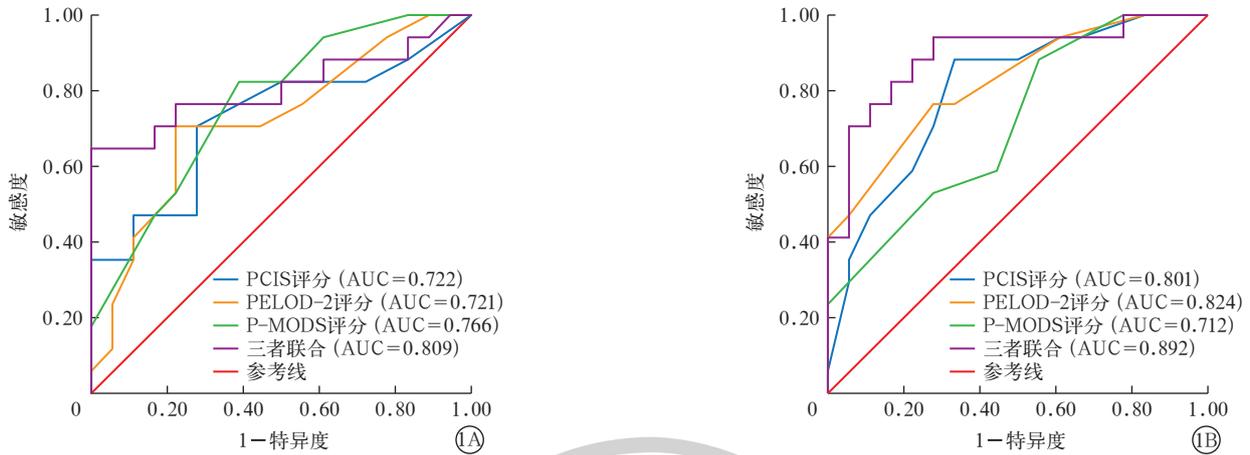
2.2 不同预后人群 ECMO 前后危重症评分动态变化(表 1)：随 ECMO 时间延长,存活组和死亡组患儿 PCIS 评分均逐渐升高,PELOD-2、P-MODS 评分则呈降低趋势(均 $P<0.05$)。死亡组患儿 ECMO 前后各时间点 PCIS 评分均低于存活组,PELOD-2 均高于存活组,ECMO 6 h 和 12 h P-MODS 评分亦高于存活组(均 $P<0.05$);两组患儿 3 种评分 ECMO 6 h 与 12 h 的差值差异均无统计学意义。

表 1 出院时不同预后两组难治性休克患儿 ECMO 应用前后不同时间点危重症评分变化比较(分)

组别	时间	例数	PCIS 评分 ($\bar{x} \pm s$)	PELOD-2 评分 [$M(Q_1, Q_3)$]	P-MODS 评分($\bar{x} \pm s$)
存活组	ECMO 前 24 h	18	78.22 ± 1.87	8.50 (6.00, 11.25)	7.56 ± 0.56
	ECMO 6 h	18	81.89 ± 1.35	9.00 (7.75, 10.75)	5.61 ± 0.55 ^a
	ECMO 12 h	18	85.00 ± 1.53 ^{ab}	6.00 (5.00, 8.00) ^{ab}	3.22 ± 0.44 ^{ab}
	6 h 与 12 h 差值	18	3.11 ± 1.59	-3.00 (-4.25, -2.00)	-2.39 ± 0.53
死亡组	ECMO 前 24 h	17	72.00 ± 1.87 ^c	13.00 (10.50, 17.50) ^c	8.64 ± 0.44
	ECMO 6 h	17	75.53 ± 2.15 ^c	13.00 (8.50, 17.00) ^c	7.94 ± 0.52 ^c
	ECMO 12 h	17	77.76 ± 1.35 ^{abc}	8.00 (7.00, 13.50) ^{abc}	5.29 ± 0.71 ^{abc}
	6 h 与 12 h 差值	17	2.24 ± 1.63	-2.00 (-5.00, -1.00)	-2.65 ± 0.65

注:ECMO 为体外膜肺氧合,PCIS 为儿童危重病例评分,PELOD-2 为儿童器官功能障碍评分 2,P-MODS 为儿童多器官功能障碍评分;与本组 ECMO 前 24 h 比较,^a $P<0.05$;与本组 ECMO 6 h 比较,^b $P<0.05$;与存活组同期比较,^c $P<0.05$

2.3 ECMO 6 h、12 h 3 种评分对接受 ECMO 辅助治疗的休克患儿出院时死亡的预测价值(图 1;表 2)：ECMO 6 h PCIS、PELOD-2 和 P-MODS 评分对接受



注: ECMO 为体外膜肺氧合, ROC 曲线为受试者工作特征曲线, PCIS 为儿童危重病例评分, PELOD-2 为儿童器官功能障碍评分 2, P-MODS 为儿童多器官功能障碍评分, AUC 为 ROC 曲线下面积

图 1 ECMO 6 h(A) 和 12 h(B) 3 种评分单独及联合预测接受 ECMO 辅助治疗的难治性休克患儿出院时死亡的 ROC 曲线

表 2 ECMO 6 h 和 12 h 3 种评分单独及联合应用对接受 ECMO 辅助治疗的难治性休克患儿出院时死亡的预测价值

指标	AUC	95%CI	P 值	约登指数	最佳截断值	敏感度 (%)	特异度 (%)
PCIS 评分							
ECMO 6 h	0.722	0.547 ~ 0.897	0.014	0.43	78	70.59	72.22
ECMO 12 h	0.801	0.653 ~ 0.948	<0.001	0.55	82	88.24	66.67
PELOD-2 评分							
ECMO 6 h	0.721	0.548 ~ 0.893	0.013	0.48	10	70.59	77.78
ECMO 12 h	0.824	0.687 ~ 0.960	<0.001	0.49	7	76.47	72.22
P-MODS 评分							
ECMO 6 h	0.766	0.611 ~ 0.922	<0.001	0.43	6	82.35	61.11
ECMO 12 h	0.712	0.543 ~ 0.882	0.014	0.33	3	58.82	55.56
联合评分							
ECMO 6 h	0.809	0.625 ~ 0.965	<0.001	0.65		83.33	70.59
ECMO 12 h	0.892	0.780 ~ 0.999	<0.001	0.66		94.12	72.22

注: ECMO 为体外膜肺氧合, PCIS 为儿童危重病例评分, PELOD-2 为儿童器官功能障碍评分 2, P-MODS 为儿童多器官功能障碍评分; AUC 为受试者工作特征曲线下面积, 95%CI 为 95% 置信区间; 空白代表无此项

VA-ECMO 辅助治疗的休克患儿出院时死亡均有一定预测价值, 其中 P-MODS 评分的 ROC 曲线下面积 (area under the ROC curve, AUC) 最大; 使用约登指数最大法计算最佳截断值为 6 分, 敏感度和特异度分别为 82.35%、61.11%。3 种评分联合应用的 AUC 大于任一单项评分, 敏感度、特异度分别为 83.33%、70.59%。

ECMO 12 h PCIS、PELOD-2 和 P-MODS 评分对接受 ECMO 辅助治疗的休克患儿出院时死亡亦具有一定预测价值, 其中 PELOD-2 评分的 AUC 最大; 当最佳截断值为 7 分时, 敏感度为 76.47%, 特异度为 72.22%。3 种评分联合应用的 AUC 大于任一单项评分, 敏感度和特异度分别为 94.12%、72.22%。

2.4 ECMO 6 h 和 12 h 3 种评分预测接受 ECMO 辅助治疗的休克患儿出院时死亡的 Hosmer-Lemeshow 拟合优度检验: ECMO 6 h 时, P-MODS 评分预测接受 ECMO 辅助治疗的休克患儿出院时死亡的拟合

效果最好 ($\chi^2=4.010, P=0.675$), PCIS 评分 ($\chi^2=9.144, P=0.242$) 和 PELOD-2 评分 ($\chi^2=6.645, P=0.355$) 拟合效果良好; ECMO 12 h 时, PELOD-2 评分预测死亡的拟合效果最好 ($\chi^2=1.556, P=0.906$), PCIS 评分 ($\chi^2=4.236, P=0.752$) 和 P-MODS 评分 ($\chi^2=6.670, P=0.246$) 的拟合效果良好。

3 讨论

ECMO 是重症医学中一项重要的体外心肺支持技术, 近年来越来越多地应用于国内儿科重症医学领域^[2]。已有多项研究表明, ECMO 可以作为常规手段治疗无效的休克危重症儿童的挽救性治疗措施, 能够有效降低休克患儿的病死率^[6-8]。本院 ICU 团队近年来引进 ECMO 技术并熟练应用于危重症儿童的临床救治。有文献报道, ECMO 患者的生存率为 15.38% ~ 71.43%^[9]。本研究纳入的 35 例休克患儿的出院存活率为 51%, 也同样证实了 VA-ECMO 的应用可以挽救难治性休克患儿的生命, 从而为原发

病的治疗争取了时间。本研究中休克患儿的整体 ECMO 时间为 (4.95 ± 0.50) d, 且存活组与死亡组患儿 ECMO 时间差异无统计学意义, 提示 ECMO 是一项短期应用以挽救生命的措施。然而, ECMO 费用和技术要求均较高, 因此在 ECMO 前后早期预测患儿出院结局十分有意义。目前国内儿科常用的危重症病情评分很多, 有研究证实危重症评分对危重症儿童死亡具有一定的预测价值^[3, 10], 在成人研究中也已证实临床评分为评估患者的病情严重程度、生理状态和预后提供了标准化的量化工具^[11], 但尚鲜见关于危重症评分系统在 ECMO 患儿中预测价值的研究。

本研究分析了休克患儿应用 ECMO 前后 PCIS、PELOD-2、P-MODS 这 3 种评分系统对接受 ECMO 支持治疗的休克患儿出院时死亡的预测价值。结果显示, ECMO 前 24 h 死亡组与存活组患儿 PCIS 评分和 PELOD-2 评分差异均有统计学意义; ROC 曲线分析提示, 两种评分对患儿出院时死亡均具有一定预测价值。ECMO 6 h 和 12 h 死亡组与存活组患儿 PCIS、PELOD-2、P-MODS 3 种评分差异均有统计学意义; ROC 曲线分析提示, 3 种评分对接受 ECMO 支持治疗的休克患儿出院时死亡均具有一定预测价值, 且单项评分中预测价值最大的是 ECMO 12 h PELOD-2 评分; 同时, ECMO 6 h 和 12 h 3 种评分联合应用的预测价值均大于单项评分, 且 ECMO 12 h 联合应用的预测价值最大。Hosmer-Lemeshow 拟合优度检验结果也提示, ECMO 12 h PELOD-2 评分预测接受 ECMO 辅助治疗的休克患儿出院时死亡的拟合效果最好。本研究中还对 ECMO 前后单项评分的动态变化进行了评估, 发现存活组和死亡组患儿 ECMO 12 h PCIS、PELOD-2、P-MODS 这 3 种评分均较 ECMO 前发生了变化, 其中 PCIS 评分升高, PELOD-2、P-MODS 评分下降, 提示 ECMO 后患儿病情明显好转。

PCIS 评分是目前国内儿童 ICU 应用最广泛的危重症评分。已有多项研究证实了 PCIS 评分能够很好地评估多种危重症患儿的病情严重程度和预后, 且分数越低, 代表患儿病情越危重^[3, 12-13]。张丽丹等^[3]研究发现, 多种危重症评分均能较好地预测危重症患儿的预后, 其中 PCIS 评分的预测病死率与实际病死率一致性最好。但目前尚鲜见 PCIS 评分在接受 ECMO 辅助治疗患儿中应用的相关研究。本研究证实了 ECMO 前后动态监测 PCIS 评分对接

受 ECMO 辅助治疗的休克患儿出院时死亡具有一定的预测价值, 其中 ECMO 6 h PCIS 评分 < 78 分或 ECMO 12 h PCIS 评分 < 82 分的休克患儿出院时死亡风险较高; 然而, Hosmer-Lemeshow 拟合优度检验提示, PCIS 评分对接受 ECMO 辅助治疗的休克患儿出院时死亡的拟合效果较 PELOD-2、P-MODS 评分略差。分析其原因, 可能是因为 PCIS 评分具有一定的缺陷, 如 PCIS 评分中包含了较多的电解质相关指标, 导致其缺乏对非电解质紊乱的危重症患儿的病情评估能力^[14]。此外, PCIS 评分项目中包括 RR 和 PaO_2 , 由于接受 VA-ECMO 辅助治疗的患儿使用呼吸机辅助呼吸, 使得这两项指标基本维持在正常参考值范围内, 因此可能影响评估效果。

PELOD-2 评分量表是由法语国家儿童急救与复苏专家组于 2013 年在原有 PELOD 评分 (1999 年版) 的基础上进行修订优化后形成的, 并且证实该量表能够更好地、连续动态地评估患儿的器官功能与危重程度^[15-16]。Zhang 等^[17]在我国西部 6 家三甲医院儿科 ICU 中开展了一项多中心、前瞻性队列研究, 旨在探讨多种评分系统在危重症儿童中的适用性, 结果显示, PELOD-2 评分可以动态地反映危重症患儿在儿童 ICU 住院期间的器官功能, 并且发现第 1 天 PELOD-2 评分在脓毒症儿童死亡风险中取得了出色的预测效能。Zhong 等^[18]的研究同样证实, 第 1 天 PELOD-2 评分能够很好地评估儿童 ICU 中脓毒症儿童的预后。本研究结果也显示, ECMO 12 h PELOD-2 评分对接受 VA-ECMO 辅助治疗的休克患儿出院时死亡具有较好的预测价值, 提示 ECMO 12 h PELOD-2 评分 > 7 分的休克患儿死亡风险较高; 进一步 Hosmer-Lemeshow 拟合优度检验结果也提示, ECMO 12 h PELOD-2 评分对接受 ECMO 辅助治疗的休克患儿出院时死亡的拟合效果最好。

P-MODS 评分是 Graciano 等^[19]在 2005 年开发的一种危重症量表, 与儿童 ICU 病死率密切相关, 可以为评估儿童 ICU 中患儿的器官功能障碍提供客观的衡量标准。然而, P-MODS 评分在国内的应用较少。张丽丹等^[3]的研究表明, P-MODS 评分对危重症患儿预后具有一定预测价值, 且预测死亡的拟合效果尚可。但 Zhang 等^[20]通过对我国两家三甲医院儿童 ICU 中 1 253 例危重症儿童的研究显示, P-MODS 评分预测危重症儿童死亡的 AUC 较低, 且拟合度较差。本研究显示, ECMO 前 24 h P-MODS 评分在死亡组与存活组之间的差异无统计学意义;

ROC 曲线分析和 Hosmer-Lemeshow 拟合优度检验提示, ECMO 6 h P-MODS 评分对接受 ECMO 辅助治疗的休克患儿出院时死亡表现出良好的预测价值和拟合效果, 但 ECMO 12 h P-MODS 评分则表现一般。考虑其原因可能与 P-MODS 评分系统纳入的变量较少、评价效果不稳定有关; 此外, P-MODS 评分系统没有纳入神经系统相关参数, 不利于评估神经系统疾病患儿的预后。

尽管本研究显示 PCIS、PELOD-2、P-MODS 评分对接受 ECMO 辅助治疗的休克患儿出院时死亡具有一定的预测价值, 并且表现出尚可的拟合优度, 但各自都有优缺点。因此, 建议在临床上无论采取何种评分方法, 均需动态评估, 密切结合患儿的其他临床指标进行综合判断。同时, 本研究还显示, 3 种评分联合应用可以进一步提高单项评分的预测价值。因此, 建议在条件允许的情况下, 可以采用多种评分系统联合评估患儿病情, 以获得更准确的评估结果, 进一步指导治疗。

本研究也具有局限性。本研究仅纳入了在本院接受 VA-ECMO 辅助治疗的难治性休克患儿, 样本量较小, 可能对结果的可信性造成影响。未来需要开展更大样本量的多中心研究进一步验证本研究的结论。

综上所述, 在应用 ECMO 前后 PCIS、PELOD-2、P-MODS 这 3 种评分对接受 ECMO 辅助治疗的休克患儿出院时死亡均具有一定预测价值, 并表现出良好的拟合效果, 可进行连续的动态监测, 其中表现最好的是 ECMO 12 h PELOD-2 评分。PCIS、PELOD-2、P-MODS 3 种评分联合应用可以进一步提高单项评分的预测价值、敏感度和特异度, 其中预测价值最大的时间点是 ECMO 12 h。

利益冲突 所有作者声明不存在利益冲突

作者贡献声明 薛莹莹: 采集数据、起草文章、统计分析; 贾婉玉: 酝酿和设计实验、采集数据、分析/解释数据、对文章的知识性内容作批评性审阅、统计分析; 张雪: 采集数据、分析/解释数据、对文章的知识性内容作批评性审阅; 全雪丽: 采集数据、对文章的知识性内容作批评性审阅、统计分析; 李鹏: 分析/解释数据、对文章的知识性内容作批评性审阅、指导; 王洁: 采集数据、对文章的知识性内容作批评性审阅, 行政、技术或材料支持, 指导

参考文献

[1] Bartlett R, Arachichilage DJ, Chitlur M, et al. The history of extracorporeal membrane oxygenation and the development of

extracorporeal membrane oxygenation anticoagulation[J]. *Semin Thromb Hemost*, 2024, 50(1): 81-90. DOI: 10.1055/s-0043-1761488.

[2] 闫钢风, 蔡小狄, 周成斌, 等. 中国大陆地区儿童重症监护病房体外膜肺氧合应用现状的多中心调查[J]. *中华儿科杂志*, 2018, 56(12): 929-932. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0578-1310.2018.12.008.

[3] 张丽丹, 黄慧敏, 程玉才, 等. 4 种小儿危重死亡评分对危重患儿死亡风险的预测价值[J]. *中华危重病急救医学*, 2018, 30(1): 51-56. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2018.01.010.

[4] 江载芳, 申昆玲, 沈颖. 诸福棠实用儿科学(下册)[M]. 8 版. 北京: 人民卫生出版社, 2015.

[5] Guerguerian AM, Sano M, Todd M, et al. Pediatric extracorporeal cardiopulmonary resuscitation ELSO guidelines[J]. *ASAIO J*, 2021, 67(3): 229-237. DOI: 10.1097/MAT.0000000000001345.

[6] Rao P, Khalpey Z, Smith R, et al. Venoarterial extracorporeal membrane oxygenation for cardiogenic shock and cardiac arrest[J]. *Circ Heart Fail*, 2018, 11(9): e004905. DOI: 10.1161/CIRCHEARTFAILURE.118.004905.

[7] Broman LM, Dubrovskaja O, Balik M. Extracorporeal membrane oxygenation for septic shock in adults and children: a narrative review[J]. *J Clin Med*, 2023, 12(20): 6661. DOI: 10.3390/jcm12206661.

[8] Melnikov G, Grabowski S, Broman LM. Extracorporeal membrane oxygenation for septic shock in children[J]. *ASAIO J*, 2022, 68(2): 262-267. DOI: 10.1097/MAT.0000000000001464.

[9] 曾德华, 刘茜凤, 贺志飏, 等. ECMO 上机时机风险预测模型的构建[J]. *中华危重病急救医学*, 2025, 37(8): 762-767. DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20241129-00971.

[10] 陆文峰, 王雨杰, 刘春峰, 等. 几种重症评分在儿科的临床应用[J]. *中国小儿急救医学*, 2015, 22(10): 714-717. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-4912.2015.10.011.

[11] 高汉铭, 卢俊宇. 体外膜肺氧合患者预后预测模型的研究进展[J]. *中华危重病急救医学*, 2024, 36(12): 1334-1339. DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20240715-00598.

[12] 李玉娜, 王文珍, 杨春风, 等. 四种重症评分系统对脓毒症患儿预后预测价值的比较[J]. *中国小儿急救医学*, 2024, 31(3): 200-205. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-4912.2024.03.009.

[13] 曾健生. 小儿病情危重程度评分[J]. *中华实用儿科临床杂志*, 2013, 28(18): 1364-1367. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-428X.2013.18.002.

[14] 钟婉玲, 黄宇戈. 3 种儿童危重评分在重症监护室脓毒症患儿预后评估中的作用[J]. *中华实用儿科临床杂志*, 2020, 35(6): 426-429. DOI: 10.3760/cma.j.cn101070-20200401-00553.

[15] Groupe Francophone de Réanimation et Urgences Pédiatriques. Daily estimation of the severity of organ dysfunctions in critically ill children by using the PELOD-2 score[J]. *Crit Care*, 2015, 19(1): 324. DOI: 10.1186/s13054-015-1054-y.

[16] Groupe Francophone de Réanimation et d' Urgences Pédiatriques (GFRUP). PELOD-2: an update of the Pediatric logistic organ dysfunction score[J]. *Crit Care Med*, 2013, 41(7): 1761-1773. DOI: 10.1097/CCM.0b013e31828a2bbd.

[17] Zhang XP, Feng YX, Li Y, et al. Performance of the PRISM I, PIM2, PELOD-2 and PRISM IV scoring systems in western China: a multicenter prospective study[J]. *World J Pediatr*, 2022, 18(12): 818-824. DOI: 10.1007/s12519-022-00603-8.

[18] Zhong ML, Huang YG, Li TF, et al. Day-1 PELOD-2 and day-1 "quick" PELOD-2 scores in children with sepsis in the PICU[J]. *J Pediatr (Rio J)*, 2020, 96(5): 660-665. DOI: 10.1016/j.jpmed.2019.07.007.

[19] Graciano AL, Balko JA, Rahn DS, et al. The Pediatric Multiple Organ Dysfunction Score (P-MODS): development and validation of an objective scale to measure the severity of multiple organ dysfunction in critically ill children[J]. *Crit Care Med*, 2005, 33(7): 1484-1491. DOI: 10.1097/01.ccm.0000170943.23633.47.

[20] Zhang LD, Wu YH, Huang HM, et al. Performance of PRISM III, PELOD-2, and P-MODS scores in two pediatric intensive care units in China[J]. *Front Pediatr*, 2021, 9: 626165. DOI: 10.3389/fped.2021.626165.

(收稿日期: 2024-11-14)
(本文编辑: 孙茜 张耘菲)