

血液重症监护病房中序贯器官衰竭评估及其动态变化预测死亡率的价值

王佳婧^{1,2} 张建^{1,2} 张斌^{1,2} 曹云聪³ 郭怡麟^{1,2,3} 于沛然^{1,2,3} 张晓庆^{1,2,3}
张晓娟⁴ 宋毅军^{1,2}

¹中国医学科学院血液病医院(中国医学科学院血液学研究所),血液与健康全国重点实验室,国家血液系统疾病临床医学研究中心,细胞生态海河实验室,天津 300020;²天津医学健康研究院,天津 301600;³天津医科大学,天津 300070;⁴天津中医药大学,天津 301617

通信作者:宋毅军,Email:songyijun@ihcams.ac.cn

DOI:10.3760/cma.j.cn121090-20241130-00510

【摘要】 目的 探讨序贯器官衰竭评估(SOFA)评分及其动态变化(Δ SOFA)在血液重症监护病房(HCU)中预测死亡率的价值。**方法** 回顾性收集 2024 年 5 月至 2024 年 6 月中国医学科学院血液病医院重症医学诊疗中心收治的 79 例血液病危重症患者的临床数据,计算患者自入院于 HCU 前 2 d 至后 3 d 的 SOFA 评分及 Δ SOFA。应用受试者工作特征曲线(ROC)研究 SOFA 评分及 Δ SOFA 在死亡率预测中的价值。**结果** 79 例患者的 HCU 死亡率为 54.4%。死亡组全体患者、白血病患者和造血干细胞移植(HSCT)患者住院第 1~3 天 SOFA(D₁、D₂、D₃)评分和第 1 天 Δ SOFA(Δ D₁)均较非死亡组明显增高(P 值均 <0.05)。ROC 曲线分析显示,D₁、D₂、D₃ 评分和 Δ D₁ 均可预测患者死亡率($P<0.001$),曲线下面积(AUC)分别为 0.786、0.866、0.901、0.843,灵敏度分别为 74.36%、57.89%、62.85%、86.84%,特异度分别为 70.00%、100%、100%、67.65%。HSCT 组中,D₁、D₂、D₃ 评分和 Δ D₁ 均可预测 HCU 死亡率,AUC 分别为 0.833、0.794、0.871、0.846、0.795;灵敏度分别为 100%、85.71%、71.43%、57.14%、57.14%;特异度分别为 73.33%、70.59%、91.33%、100%、100%。白血病组中,D₁、D₂、D₃ 评分和 Δ D₁ 可预测 HCU 死亡率,AUC 分别为 0.760、0.829、0.846、0.756;灵敏度分别为 71.43%、78.57%、53.85%、71.43%;特异度分别为 76.19%、78.95%、100%、63.16%。对于全体患者,D₃ 评分特异度最高, Δ D₁ 灵敏度最高。对于 HSCT 组和白血病组患者,D₁ 和 D₃ 评分的灵敏度及特异度均高于 Δ D₁。**结论** 对于住院于 HCU 的血液危重症、白血病和 HSCT 患者,D₁、D₂、D₃ 评分和 Δ D₁ 与 HCU 死亡率明显相关。

【关键词】 血液病; 危重病; 重症监护病房; 死亡率; 序贯器官衰竭评估

基金项目:中国医学科学院医学与健康科技创新工程项目资助项目(2023-I2M-2-007)

The value of sequential organ failure assessment and its dynamic changes in predicting mortality in hematology intensive care unit

Wang Jiajing^{1,2}, Zhang Jian^{1,2}, Zhang Bin^{1,2}, Cao Yuncong³, Guo Yilin^{1,2,3}, Yu Peiran^{1,2,3}, Zhang Xiaoqing^{1,2,3}, Zhang Xiaojuan⁴, Song Yijun^{1,2}

¹State Key Laboratory of Blood and Health, National Clinical Research Center for Blood Diseases, Haihe Laboratory of Cell Ecosystem, Institute of Hematology & Blood Diseases Hospital, Chinese Academy of Medical Sciences & Peking Union Medical College, Tianjin 300020, China; ²Tianjin Institutes of Health Science, Tianjin 301600, China; ³Tianjin Medical University, Tianjin 300070, China; ⁴Tianjin University of Traditional Chinese Medicine, Tianjin 301617, China

Corresponding author: Song Yijun, Email: songyijun@ihcams.ac.cn

【Abstract】 Objective To investigate the value of Sequential Organ Failure (SOFA) score and its dynamics (Δ SOFA) in predicting mortality in hematology care unit (HCU). **Methods** A retrospective clinical study was conducted on 79 critically ill hematologic patients admitted to the Center for Critical Care Medicine, Institute of Hematology & Blood Diseases Hospital, Chinese Academy of Medical

Sciences, between May and June 2024. SOFA scores and Δ SOFA were calculated from 2 days before HCU admission to 3 days after HCU admission. The predictive value of SOFA and Δ SOFA in mortality was assessed using receiver operating characteristic (ROC) curve analysis. **Results** Among the 79 patients, the HCU mortality rate was 54.4%. The SOFA scores on days 1–3 (D1, D2, and D3) and Δ SOFA on day 1 (Δ D_1) of all patients, leukemia patients and hematopoietic stem cell transplantation (HSCT) patients were significantly higher in the death group compared with the non-death group (all $P < 0.05$). ROC curve analysis revealed that the D_1, D_2, D_3 scores, and Δ D_1 significantly predicted mortality ($P < 0.001$), with areas under the curve (AUCs) of 0.786, 0.866, 0.901, and 0.843, respectively. The sensitivity values were 74.36%, 57.89%, 62.85%, and 86.84%, while specificity values were 70%, 100%, 100%, and 67.65%, respectively. In the HSCT group, the D_1, D_2, D_3 scores and Δ D_1 were predictive of HCU mortality, with AUCs of 0.833, 0.794, 0.871, 0.846, and 0.795, respectively. Sensitivity values for these scores were 100%, 85.71%, 71.43%, 57.14%, and 57.14%, while specificity values were 73.33%, 70.59%, 91.33%, 100%, and 100%, respectively. In the leukemia group, the D_1, D_2, D_3 scores, and Δ D_1 were predictive of HCU mortality, with AUCs of 0.760, 0.829, 0.846, and 0.756, respectively. Sensitivity values were 71.43%, 78.57%, 53.85%, and 71.43%, while specificity values were 76.19%, 78.95%, 100%, and 63.16%, respectively. For all patients, the D_3 score exhibited the highest specificity, while the Δ D_1 demonstrated the highest sensitivity. For patients in both the HSCT and leukemia groups, the sensitivity and specificity values of the D_1 and D_3 scores exceeded those of the Δ D_1. **Conclusion** For patients with hematologic critical illness, including leukemia and those undergoing HSCT hospitalized in the HCU, D_1, D_2, D_3 scores and Δ D_1 are significantly associated with HCU mortality.

【Key words】 Hematologic diseases; Critical illness; Intensive care units; Mortality; Sequential organ failure assessment

Fund program: CAMS Innovation Fund for Medical Sciences(CIFMS) (2023-I2M-2-007)

新诊断血液病患者 1 年内出现危重症的风险约 15%, 需要在重症监护病房 (ICU) 内完成治疗。急性白血病、淋巴瘤和造血干细胞移植 (HSCT) 后患者危重症出现的比例更高, 分别为 22%、17% 和 25%^[1-5]。血液病危重症患者的预后差, 住院死亡率高达 80%, ICU 死亡率也高达 40% ~ 50%^[6-7]。近十年来, 随着血液病重症救治水平提高, 恶性血液病 ICU 的住院率逐年提高^[1, 8], 其生存率增加到 51% (46% ~ 66%)^[9-10]。因此, 对于恶性血液病患者, 血液重症监护病房 (HCU) 救治已成为必不可少的临床需求。寻找到能预测 HCU 死亡率的临床指标, 有利于早期积极干预和提高生存率, 是血液重症当前研究的热点之一。

作为评价脓毒血症危重症严重程度和预后的筛查工具, 序贯器官衰竭评估评分 (SOFA 评分) 及其动态变化 (Δ SOFA) 已开始在综合 ICU 中用于预测恶性血液病的预后^[11-13]。Platon 等^[14]对 318 例 HSCT 患者的预后影响因素开展了单中心回顾性研究, 73 例 HSCT 患者需住院于 ICU, ICU 死亡率为 40.3%, ICU 住院第 1 ~ 3 天 SOFA 评分增加在 HSCT 的死亡预测中有价值 ($HR = 1.52$, 95% CI 1.08 ~ 2.15, $P = 0.01$)。Geerse 等^[15]回顾性研究了综合 ICU 中 86 例恶性血液病患者的预后相关因素, 与幸存组相比, 死亡组住院第 1 天 SOFA 评分显著升高 (11.5 ±

3.1 对 8.5 ± 3.0); Δ SOFA (住院第 7 天 SOFA 评分 - 住院当天 SOFA 评分) ≥ 2 分组的死亡率显著高于 Δ SOFA = 0 分组和 Δ SOFA < 0 分组 (72% 对 58% 对 21%)。SOFA 评分及 Δ SOFA 可能作为评价综合 ICU 中恶性血液病患者预后的指标之一。但综合 ICU 中血液危重症的诊疗仍有待进一步规范, 血液病单因素导致的 ICU 死亡率和预后的特异性评价体系尚未建立。

HCU 在保障血液病的规范性和续贯治疗下, 能及时、高效地完成危重症诊疗, 降低其死亡率^[16]。在 HCU 中明确死亡率的预测指标有重要的临床和社会价值。本研究回顾性收集中国医学科学院血液病医院血液危重症患者住院于 HCU 前后的 SOFA 评分和 Δ SOFA, 研究其在 HCU 死亡率预测中的价值。

病例与方法

1. 病例: 回顾性纳入 2024 年 5 月至 2024 年 6 月在中国医学科学院血液病医院重症医学诊疗中心住院治疗的血液病危重症患者。纳入标准: 年龄 ≥ 18 岁; 血液病首诊患者; 首次入住 HCU。排除标准: 非首次入住 HCU; 非 HCU 住院史; 经急诊直接入住 HCU; 在 HCU 内住院时长 < 72 h; 因各种原因在 HCU 治疗中断的患者。本研究经中国医学科学院

血液病医院医学伦理委员会批准(伦理批号: QTJC2024062-EC-1)。

收集患者的性别、年龄、血液病类型、住院期间支持治疗(机械通气、血管收缩药和肾脏替代治疗等)、HCU 住院时间、HCU 死亡率等临床资料。以 HCU 死亡作为临床结局的判断指标,将纳入的血液危重症患者分为死亡组和非死亡组。

2. 调查工具与方法:SOFA 评分包括 6 个系统(呼吸系统、心血管系统、凝血系统、神经系统、肝脏系统和肾脏系统)的指标评分,每项评分为 0~4 分,总计 24 分^[17]。ΔSOFA 为评估当日 SOFA 评分与前 1 日 SOFA 评分的差值。计算所有患者住院于 HCU 前 2 d 至后 3 d 的 SOFA(共 5 d,分别表示为 D₋₂、D₋₁、D₁、D₂、D₃)评分和 ΔSOFA(共 4 d,分别表示为 ΔD₋₁、ΔD₀、ΔD₁、ΔD₂)。分别比较死亡组和非死亡组的 SOFA 评分和 ΔSOFA 差异。选择 HCU 中最常见的类型:白血病和 HSCT 作为亚组,在组内进一步分析 SOFA 评分和 ΔSOFA 对于 HCU 死亡率的预测价值。

3. 随访:以检索患者住院电子病历系统方式获取随访数据,中位随访时间为 12(3~45)d,随访截止时间为 2024 年 8 月 15 日。

4. 统计学处理:采用 SPSS 20.0 分析数据。计数资料数据用例数(百分比)描述,组间比较采用 χ^2 检验。符合正态分布的计量资料用均数±标准差描述,符合偏态分布的计量资料用 M(范围)描述,组间比较采用独立样本 t 检验,组内比较采用重复因素方差分析。应用 ROC 曲线评价住院于 HCU 前 2 d 至后 2 d 的 SOFA 评分及 ΔSOFA 对 HCU 死亡率的预测价值,计算曲线下面积 AUC。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

1. 临床特征:自 2024 年 5 月至 2024 年 6 月,94 例成人血液病危重症患者由普通病房转入 HCU 治疗。因于 HCU 住院时长不满 72 h 排除 4 例,因于 HCU 住院期间自动出院排除 11 例,最终纳入 79 例患者,总体死亡率为 54.4%;白血病患者 35 例(44.3%),HCU 死亡率为 60.0%;HSCT 患者 24 例(34.8%),HCU 死亡率为 70.8%。79 例患者的临床特征见表 1,其 SOFA 评分和 ΔSOFA 见表 2。

2. 死亡组与非死亡组 SOFA 评分、ΔSOFA 比较:全体患者、HSCT 患者和白血病患者中,死亡组与非死亡组住院于 HCU 前 2 d 至后 3 d SOFA 评分

表 1 79 例血液病危重症患者的临床特征

特征	总体(79 例)	死亡组(43 例)
年龄[岁,M(范围)]	51(18~87)	52(18~87)
性别(例,男/女)	38/41	22/21
血液病类型[例(%)]		
白血病	35(44.3)	21(48.8)
淋巴瘤	11(13.9)	7(16.3)
多发性骨髓瘤	6(7.6)	3(7.0)
骨髓增生异常综合征	9(11.4)	4(9.3)
再生障碍性贫血	7(8.9)	3(7.0)
血小板减少性紫癜	4(5.1)	0(0)
其他	7(8.9)	5(11.6)
造血干细胞移植[例(%)]		
是	24(30.4)	17(39.5)
否	55(69.6)	26(60.5)
HCU 住院病因[例(%)]		
脓毒血症	41(51.9)	25(58.1)
休克	14(17.7)	8(18.6)
急性呼吸衰竭	18(22.8)	16(37.2)
急性心功能衰竭	20(25.3)	13(30.2)
急性肝功能衰竭	14(17.7)	10(23.3)
急性肾功能衰竭	18(22.8)	8(18.6)
意识障碍	23(29.1)	12(27.9)
癫痫持续状态	10(12.7)	4(9.3)
HCU 内生命支持治疗[例(%)]		
机械通气	34(43.0)	32(74.4)
气管插管	28(35.4)	28(65.1)
非侵入性机械通气	23(29.1)	21(48.8)
血管收缩药	32(40.5)	30(69.8)
连续性肾脏替代治疗	29(36.7)	17(39.5)
HCU 治疗时间[d,M(范围)]	9(3~45)	5(3~45)

注 HCU:血液重症监护病房

的动态变化及组间差异比较见图 1、表 2。

死亡组的 D₁、D₂ 和 D₃ 评分及 ΔD₀、ΔD₁ 均较非死亡组显著增高(P 值均 <0.05)。在死亡组中,D₁较 D₋₁ 评分显著增高($P<0.001$),而在非死亡组中,D₂较 D₁ 评分显著降低($P=0.004$)。在 HSCT 和白血病亚组中,死亡组住院 D₁、D₂、D₃ 评分和 ΔD₁ 均显著高于非死亡组(表 2)。

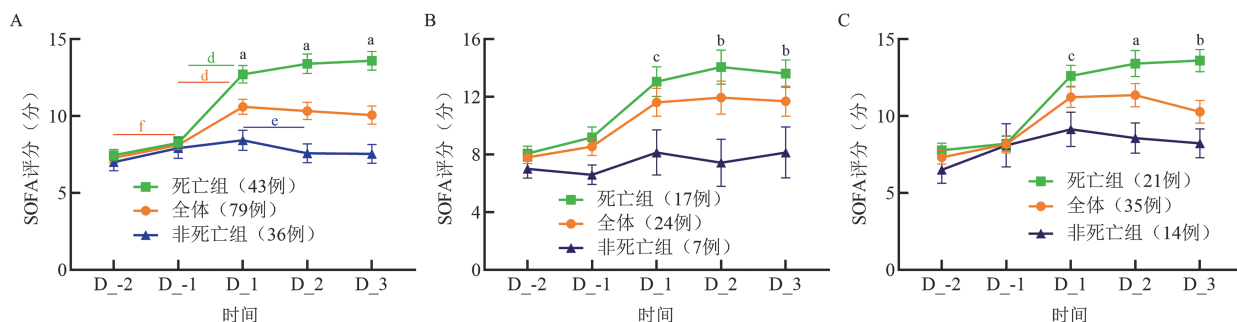
3. SOFA 评分预测死亡率的 ROC 曲线:ROC 曲线分析显示,D₁、D₂、D₃ 评分和 ΔD₁ 均可预测患者死亡率($P<0.001$),曲线下面积(AUC)分别为 0.786、0.866、0.901、0.843,灵敏度分别为 74.36%、57.89%、62.85%、86.84%,特异度分别为 70.00%、100%、100%、67.65%(图 2、表 3)。

在 HSCT 组中,D₋₁、D₁、D₂、D₃ 评分和 ΔD₁ 均可预测 HCU 死亡率,AUC 分别为 0.833、

0.794、0.871、0.846、0.795；灵敏度分别为 100%、85.71%、71.43%、57.14%、57.14%；特异度分别为 73.33%、70.59%、91.33%、100%、100% (图 3A、B) (表 3)。

在白血病患者中，D₋₁、D₋₂、D₋₃ 评分和 ΔD_{-1} 可

预测 HCU 死亡率，AUC 分别为 0.760、0.829、0.846、0.756；灵敏度分别为 71.43%、78.57%、53.85%、71.43%；特异度分别为 76.19%、78.95%、100%、63.16% (图 3C、D) (表 3)。



注 SOFA:序贯器官衰竭评估;死亡组与非死亡组 SOFA 评分比较,^a $P<0.001$,^b $P<0.01$,^c $P<0.05$;同组患者不同日期 SOFA 评分比较,^d $P<0.001$,^e $P<0.01$,^f $P<0.05$;D₋₂:住院前 2 d;D₋₁:住院前 1 d;D₋₁:住院第 1 d;D₋₂:住院第 2 d;D₋₃:住院第 3 d

图 1 全体、死亡组与非死亡组患者住院于血液重症监护病房的 SOFA 评分动态变化 A 全体患者;B 造血干细胞移植患者;C 白血病患者

表 2 血液重症监护病房死亡组与非死亡组患者 SOFA 评分及其动态变化(Δ SOFA)比较(分, $\bar{x} \pm s$)

类型	量表	时间	全体	死亡组	非死亡组	<i>t</i> 值 ^a	<i>P</i> 值 ^a
全体	SOFA 评分	D ₋₂	7.28±0.03	7.44±0.39	7.00±0.56	0.67	0.510
		D ₋₁	8.12±0.03	8.26±0.42	7.92±0.66	0.45	0.650
		D ₋₁	10.61±0.05	12.90±0.55	8.44±0.65	5.23	<0.001
		D ₋₂	10.33±0.06	13.55±0.64	7.58±0.61	6.73	<0.001
		D ₋₃	10.07±0.06	13.60±0.61	7.54±0.62	6.78	<0.001
	Δ SOFA	ΔD_{-1}	0.90±0.03	0.91±0.32	0.87±0.48	0.08	0.936
		ΔD_{-0}	3.58±0.04	4.28±0.64	2.54±0.49	2.27	0.027
		ΔD_{-1}	0.01±0.02	1.12±0.29	-0.97±0.23	5.74	<0.001
HSCT	SOFA 评分	D ₋₂	7.52±0.23	8.07±0.51	7.00±0.63	1.11	0.283
		D ₋₁	8.03±0.01	9.20±0.71	6.60±0.68	1.98	0.062
		D ₋₁	11.61±0.07	13.06±1.03	8.14±1.57	2.59	0.017
		D ₋₂	12.32±0.36	14.07±1.18	7.43±1.63	3.23	0.004
		D ₋₃	11.87±0.06	13.62±0.95	8.14±1.77	3.00	0.008
	Δ SOFA	ΔD_{-1}	0.92±0.13	1.13±0.59	-0.40±0.24	1.46	0.163
		ΔD_{-0}	3.58±0.04	3.53±1.05	3.40±1.21	0.07	0.947
		ΔD_{-1}	0.08±0.05	1.40±0.56	-0.71±0.64	2.27	0.035
白血病	SOFA 评分	D ₋₂	7.02±0.42	7.12±0.61	6.50±0.87	0.597	0.556
		D ₋₁	8.17±0.34	8.29±0.70	8.10±1.40	0.14	0.891
		D ₋₁	11.72±0.45	12.84±0.94	9.14±1.11	2.55	0.016
		D ₋₂	12.32±0.36	13.40±1.00	8.57±0.98	3.44	0.002
		D ₋₃	11.94±0.07	14.62±0.87	8.23±0.94	4.97	<0.001
	Δ SOFA	ΔD_{-1}	1.09±0.03	0.67±0.32	1.60±1.02	1.07	0.293
		ΔD_{-0}	3.56±0.05	4.31±0.78	2.00±0.92	1.83	0.079
		ΔD_{-1}	0.87±0.12	1.11±0.45	-0.57±0.43	2.61	0.014
		ΔD_{-2}	0.35±0.21	0.75±0.18	0.23±0.32	1.37	0.183

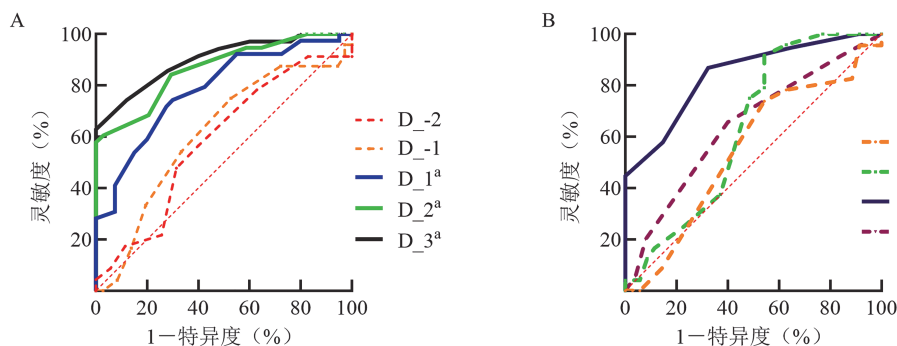
注 SOFA:序贯器官衰竭评估;^a死亡组与非死亡组比较;D₋₂:住院前 2 d;D₋₁:住院前 1 d;D₋₁:住院第 1 d;D₋₂:住院第 2 d;D₋₃:住院第 3 d; ΔD_{-1} :住院前 1 d; ΔD_{-0} :住院当天; ΔD_{-1} :住院后 1 d; ΔD_{-2} :住院后 2 d;HSCT:造血干细胞移植

讨 论

本研究显示, HCU 死亡率为 54.4%, 其中, HSCT 组为 70.8%, 白血病患者为 60.0%。D₋₁、D₋₂、D₋₃ 评分和 Δ D₋₁ 在血液危重症死亡率预测中有重要价值。

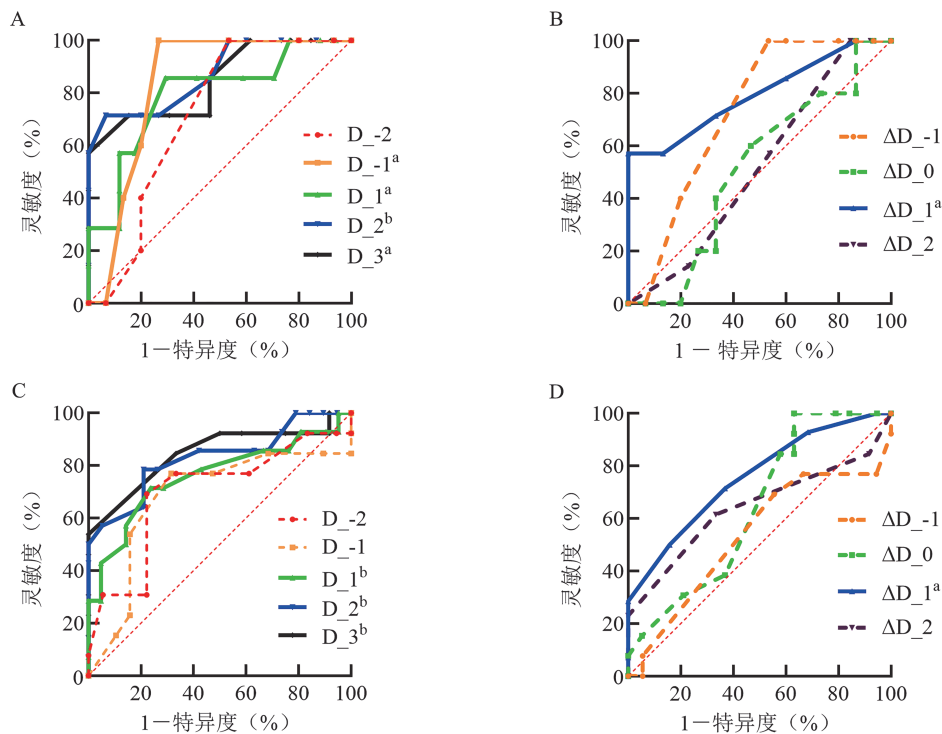
急性白血病、淋巴瘤和 HSCT 等血液危重症患者常需在 ICU 接受抢救治疗^[18-19], 加拿大一项多中心前瞻性研究显示, 在 414 例恶性血液病 ICU 住院

患者中, 急性白血病患者占 51%、淋巴瘤或多发性骨髓瘤患者占 38%、HSCT 患者占 40%^[3]。白细胞增多和淤积、肿瘤溶解综合征、弥散性血管内凝血、肿瘤诱导的微血管病性溶血性贫血、继发性噬血细胞淋巴组织细胞增生症、血浆高黏滞综合征、骨髓瘤相关并发症和急性移植物抗宿主病等并发症累及呼吸、循环、肾脏及神经等系统, 造成急性呼吸衰竭、脓毒血症、急性肾功能衰竭等严重并发症是患者住院于 ICU 的主要原因^[4, 19-20]。



注 SOFA:序贯器官衰竭评估;实线表示差异有统计学意义,虚线表示差异无统计学意义;^a $P < 0.001$;D₋₂:住院前 2 d;D₋₁:住院前 1 d;D₁:住院第 1 d;D₂:住院第 2 d;D₃:住院第 3 d; Δ D₋₁:住院前 1 d; Δ D₀:住院当天; Δ D₁:住院后 1 d; Δ D₂:住院后 2 d

图2 SOFA 评分(A)及其动态变化(Δ SOFA)(B)预测 79 例血液危重症患者死亡率的 ROC 曲线



注 SOFA:序贯器官衰竭评估;实线表示差异有统计学意义,虚线表示差异无统计学意义;HSCT:造血干细胞移植;^a $P < 0.05$,^b $P < 0.01$;D₋₂:住院前 2 d;D₋₁:住院前 1 d;D₁:住院第 1 d;D₂:住院第 2 d;D₃:住院第 3 d; Δ D₋₁:住院前 1 d; Δ D₀:住院当天; Δ D₁:住院后 1 d; Δ D₂:住院后 2 d

图3 SOFA 评分及其动态变化(Δ SOFA)预测 HSCT 和白血病患者血液重症监护病房死亡率的 ROC 曲线 A SOFA 评分预测 HSCT 患者;B Δ SOFA 预测 HSCT 患者;C SOFA 评分预测白血病患者;D Δ SOFA 预测白血病患者

综合 ICU 中常应用 SOFA 评分和 Δ SOFA 预测患者的不良结局^[11-13]。Ferreira 等^[21]发现,住院期间 SOFA 评分平均值和最高值是预测综合 ICU 内脓毒血症患者死亡率的有效指标,住院于 ICU 后 48 h 内 Δ SOFA 增加值 $\geq 30\%$,脓毒症病死率 $\geq 50\%$ 。Raith 等^[13]的研究纳入 184 875 例首次住院于综合 ICU 的疑似感染患者,研究住院后 24 h 内 Δ SOFA、全身炎症反应综合征(SIRS)评分和快速 SOFA(qSOFA)评分在住院死亡率预测中的价值,发现 Δ SOFA ≥ 2 分(AUC=0.753,95% CI 0.750~0.757)在死亡率预测中的特异度最高。Vogel 等^[22]的回顾性研究纳入 52 例伴肝硬化的重症急性胰腺炎(LC-AP)患者,研究 SOFA 评分对 LC-AP 组患者结局的预测价值,发现住院当日 SOFA 评分可预测 LC-AP 患者的不良结局(AUC=0.86 $\pm$ 0.07, $P<0.05$)。由此可见,在综合

ICU 脓毒血症和非感染性疾病中,SOFA 评分和 Δ SOFA 均有助于预测疾病的危重程度和预后,分值越高,死亡风险越大。

评价 HCU 患者预后的研究目前尚不充分。MacPhail 等^[8]的研究纳入因脓毒血症住院于综合 ICU 的患者,研究恶性血液病组(17 313 例)和非血液系统恶性肿瘤组(265 314 例)的死亡风险差异,发现恶性血液病组住院死亡率显著高于非血液系统恶性肿瘤组(31.2%对 17.0%, $P<0.001$);D_1 分值与恶性血液病组死亡率显著相关($P<0.001$)。Cornet 等^[23]的研究显示,在 ICU 住院患者中,血液病组(58 例)的死亡率为 62.1%,36 例死亡患者的 SOFA 评分(11.2 $\pm$ 3.5,住院第 1~4 天 SOFA 评分平均值)对其死亡率有预测价值(AUC=0.84,95% CI 0.74~0.94, $P<0.001$)。Lamia 等^[24]收集了住院于

表 3 SOFA 评分及其动态变化(Δ SOFA)预测血液病危重症患者死亡率的诊断效能

类型	量表	截断值(分)	AUC	95% CI	灵敏度(%)	特异度(%)	约登指数(%)	P 值
全体	D_-2	7	0.584	0.433~0.735	56.52	60.00	16.52	0.283
	D_-1	8	0.611	0.483~0.759	75.00	47.22	22.22	0.148
	D_1	11	0.786	0.686~0.886	74.36	70.00	44.36	<0.001
	D_2	7	0.866	0.785~0.947	57.89	100	57.89	<0.001
	D_3	8	0.901	0.826~0.975	62.86	100	62.86	<0.001
	Δ D_-1	0	0.548	0.396~0.701	73.91	45.71	19.62	0.535
	Δ D_0	5	0.635	0.494~0.776	91.67	45.71	37.38	0.081
	Δ D_1	1	0.843	0.754~0.932	86.84	67.65	54.49	<0.001
	Δ D_2	0	0.642	0.500~0.785	65.71	60.00	25.71	0.062
HSCT	D_-2	8	0.713	0.492~0.935	100	46.67	46.67	0.163
	D_-1	8	0.833	0.657~1.000	100	73.33	73.33	0.029
	D_1	11	0.794	0.587~1.000	85.71	70.59	56.30	0.026
	D_2	8	0.871	0.704~1.000	71.43	91.33	64.76	0.006
	D_3	8	0.846	0.656~1.000	57.14	100	57.14	0.013
	Δ D_-1	0	0.727	0.507~0.947	100	46.67	46.67	0.138
	Δ D_0	3	0.513	0.239~0.788	60.00	53.33	13.33	0.930
	Δ D_1	-1	0.795	0.572~1.000	57.14	100	57.14	0.029
	Δ D_2	0	0.522	0.264~0.780	100	15.38	15.38	0.874
白血病	D_-2	6	0.699	0.499~0.899	69.23	77.78	47.01	0.063
	D_-1	7	0.680	0.471~0.889	76.92	68.42	45.34	0.088
	D_1	10	0.760	0.584~0.937	71.43	76.19	47.62	0.010
	D_2	10	0.829	0.678~0.980	78.57	78.95	57.52	0.001
	D_3	8	0.846	0.686~1.000	53.85	100	53.85	0.003
	Δ D_-1	0	0.534	0.318~0.750	69.23	44.44	13.67	0.749
	Δ D_0	6	0.640	0.448~0.832	100	36.84	36.84	0.186
	Δ D_1	0	0.756	0.584~0.924	71.43	63.16	34.59	0.013
	Δ D_2	0	0.644	0.421~0.867	61.54	66.67	28.21	0.221

注 SOFA:序贯器官衰竭评估;D_-2:住院前 2 d 的 SOFA 评分;D_-1:住院前 1 d 的 SOFA 评分;D_1:住院第 1 d 的 SOFA 评分;D_2:住院第 2 d 的 SOFA 评分;D_3:住院第 3 d 的 SOFA; Δ D_-1:住院前 1 d 的 Δ SOFA; Δ D_0:住院当天 Δ SOFA; Δ D_1:住院后 1 d 的 Δ SOFA; Δ D_2:住院后 2 d 的 Δ SOFA;HSCT:造血干细胞移植

ICU 的 92 例恶性血液病患者临床数据,回顾性研究住院前 2 d 至第 1 天 SOFA 评分与死亡率的关系,发现住院第 1 天 SOFA 可有效预测死亡率($OR=1.35$, $95\% CI 1.17 \sim 1.56$, $P<0.001$)。与既往研究相比,本研究纳入患者的主要病因为恶性血液病,均为血液科普通病房转诊至 HCU,治疗方案均根据血液病指南规范,因此研究人群更为合理。结果显示,住院早期 SOFA 评分和 $\Delta SOFA$ 对血液危重症患者的死亡率有预测价值, D_3 评分 >8 分特异度最高, $\Delta D_1 > 1$ 分灵敏度最高,有必要进一步探讨其可能机制。

在 HSCT 和白血病患者出现危重症的风险高于其他血液病,但 SOFA 评分预测其死亡率价值的研究较少。Díaz-Lagares 等^[25] 回顾性研究了 82 例 HSCT 患者住院于 ICU 第 1、3、5 天的 SOFA 评分与其预后的关系,与非死亡组(22 例)相比,死亡组(60 例)的 D_1 评分(中位数为 9, $HR=1.11$, $95\% CI 1.04 \sim 1.02$, $P=0.002$)和 $\Delta SOFA$ (第 5 天减第 1 天) ≥ 0 分($HR=2.13$, $95\% CI 1.03 \sim 4.39$, $P=0.04$)与院内死亡率相关。Neumann 等^[26] 的研究纳入在综合 ICU 住院的 64 例 HSCT 患者,与非死亡组相比,死亡组患者住院第 1 天的 SOFA 评分可预测其死亡率($OR=10.1$, $95\% CI 2.64\% \sim 38.70\%$, $P<0.001$)。Platon 等^[14] 的回顾性研究显示,住院于 ICU 的 73 例 HSCT 患者的死亡率为 44%, $\Delta SOFA$ (住院第 3 天减第 1 天) ≥ 0 分在死亡率预测中有重要价值($HR=1.52$, $95\% CI 1.08 \sim 2.15$, $P=0.01$),住院第 4~7 天 SOFA 评分对死亡率无预测价值($P>0.05$)。Heger 等^[27] 的研究纳入住院于 ICU 的 69 例 AML 患者,发现第 1 天 SOFA 评分 ≥ 7 分可作为 ICU 死亡率预测的最佳截断值($P<0.001$)。与国内外研究结果类似,本研究发现 HSCT 组患者中 $D_1 > 11$ 分、 $D_2 > 8$ 分、 $D_3 > 8$ 分和 $\Delta D_1 > -1$ 分,白血病患者中 $D_1 > 10$ 分、 $D_2 > 10$ 分、 $D_3 > 8$ 分和 $\Delta D_1 > 0$ 分对死亡率预测具有重要价值。本研究还收集了住院于 ICU 前 2 d 的评分数据,结果提示,HSCT 患者 D_{-1} 评分也可有效预测死亡率,且灵敏度最高,最佳截断值为 8 分。 D_{-1} 评分预测死亡率结果阳性,对于识别 HSCT 患者疾病严重程度、积极干预和改善预后具有重要价值。

与 ICU 中非血液系统疾病相比,血液危重症的专业诊疗要求更强,ICU 住院病因更复杂、疾病危重程度及死亡率均更高^[28-30],急需可靠的评分系统对血液危重症死亡率进行早期预测,更科学地指导和

安排临床诊疗。本研究全程收集血液危重症患者住院于 HCU 前 2 d 至后 3 d 的 SOFA 评分和 $\Delta SOFA$,发现 D_1 、 D_2 、 D_3 评分和 ΔD_1 与其 HCU 死亡率明显相关,对 HCU 死亡率有预测价值。此外,对于 HSCT 组患者, D_{-1} 评分对于 HCU 死亡率有预测价值。上述结果均提示在未来有必要开展多中心、大样本、前瞻性临床研究进一步验证。

利益冲突 所有作者声明无利益冲突

作者贡献声明 王佳婧:收集资料、分析数据、撰写文章;张建:数据收集、撰写文章;张斌、曹云聪:收集数据、统计分析、作图;宋毅军:设计研究、审核文章;其他作者:收集资料

参考文献

- [1] Ferreyro BL, Scales DC, Wunsch H, et al. Critical illness in patients with hematologic malignancy: a population-based cohort study [J]. *Intensive Care Med*, 2021, 47(10):1104-1114. DOI: 10.1007/s00134-021-06502-2.
- [2] Azoulay É, Soares M, Lengliné É. Preempting critical care services for patients with hematological malignancies [J]. *Intensive Care Med*, 2021, 47(10):1140-1143. DOI: 10.1007/s00134-021-06521-z.
- [3] Munshi L, Dumas G, Rochwerg B, et al. Long-term survival and functional outcomes of critically ill patients with hematologic malignancies: a Canadian multicenter prospective study [J]. *Intensive Care Med*, 2024, 50(4): 561-572. DOI: 10.1007/s00134-024-07349-z.
- [4] Dumas G, Biard L, Givel C, et al. Intensive care unit admission in patients with T cell lymphomas: clinical features and outcome [J]. *Ann Hematol*, 2019, 98(1):195-203. DOI: 10.1007/s00277-018-3496-1.
- [5] Lengliné E, Raffoux E, Lemiale V, et al. Intensive care unit management of patients with newly diagnosed acute myeloid leukemia with no organ failure [J]. *Leuk Lymphoma*, 2012, 53(7): 1352-1359. DOI: 10.3109/10428194.2011.649752.
- [6] Azoulay E, Mokart D, Pène F, et al. Outcomes of critically ill patients with hematologic malignancies: prospective multicenter data from France and Belgium--a groupe de recherche respiratoire en réanimation onco-hématologique study [J]. *J Clin Oncol*, 2013, 31(22): 2810-2818. DOI: 10.1200/JCO.2012.47.2365.
- [7] de Vries VA, Müller M, Sesmu Arbous M, et al. Time trend analysis of long term outcome of patients with haematological malignancies admitted at dutch intensive care units [J]. *Br J Haematol*, 2018, 181(1):68-76. DOI: 10.1111/bjh.15140.
- [8] MacPhail A, Dendle C, Slavin M, et al. Sepsis mortality among patients with haematological malignancy admitted to intensive care 2000-2022: a binational cohort study [J]. *Crit Care*, 2024, 28(1):148. DOI: 10.1186/s13054-024-04932-0.
- [9] van Vliet M, Verburg IW, van den Boogaard M, et al. Trends in admission prevalence, illness severity and survival of haematological patients treated in Dutch intensive care units [J]. *Inten-*

- sive Care Med, 2014, 40(9):1275-1284. DOI: 10.1007/s00134-014-3373-x.
- [10] Oeyen SG, Benoit DD, Annemans L, et al. Long-term outcomes and quality of life in critically ill patients with hematological or solid malignancies: a single center study [J]. *Intensive Care Med*, 2013, 39(5):889-898. DOI: 10.1007/s00134-012-2791-x.
 - [11] Xie J, Wang H, 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. DOI: 10.1097/CCM.0000000000004155.
 - [12] Hwang SY, Jo IJ, Lee SU, et al. Low Accuracy of Positive qSOFA Criteria for Predicting 28-Day Mortality in Critically Ill Septic Patients During the Early Period After Emergency Department Presentation [J]. *Ann Emerg Med*, 2018, 71 (1): 1-9. e2. DOI: 10.1016/j.annemergmed.2017.05.022.
 - [13] Raith EP, Udy AA, Bailey M, et al. Prognostic Accuracy of the SOFA Score, SIRS Criteria, and qSOFA Score for In-Hospital Mortality Among Adults With Suspected Infection Admitted to the Intensive Care Unit [J]. *JAMA*, 2017, 317 (3): 290-300. DOI: 10.1001/jama.2016.20328.
 - [14] Platon L, Amigues L, Ceballos P, et al. A reappraisal of ICU and long-term outcome of allogeneic hematopoietic stem cell transplantation patients and reassessment of prognosis factors: results of a 5-year cohort study (2009-2013) [J]. *Bone Marrow Transplant*, 2016, 51(2):256-261. DOI: 10.1038/bmt.2015.269.
 - [15] Geerse DA, Span LF, Pinto-Sietsma SJ, et al. Prognosis of patients with haematological malignancies admitted to the intensive care unit: Sequential Organ Failure Assessment (SOFA) trend is a powerful predictor of mortality [J]. *Eur J Intern Med*, 2011, 22 (1): 57-61. DOI: 10.1016/j.ejim.2010.11.003.
 - [16] Aygencel G, Boyacı Dündar N, Türkoğlu M, et al. Can treating critically-ill haematological malignancy patients in a separate intensive care unit decrease intensive care unit mortality? [J]. *Turk J Med Sci*, 2021, 51(4):2095-2100. DOI: 10.3906/sag-2012-107.
 - [17] Lambden S, Laterre PF, Levy MM, et al. The SOFA score-development, utility and challenges of accurate assessment in clinical trials [J]. *Crit Care*, 2019, 23 (1): 374. DOI: 10.1186/s13054-019-2663-7.
 - [18] Kalicińska E, Kuszczak B, Dębski J, et al. Hematological malignancies in Polish population: what are the predictors of outcome in patients admitted to Intensive Care Unit? [J]. *Support Care Cancer*, 2021, 29(1):323-330. DOI: 10.1007/s00520-020-05480-3.
 - [19] Azoulay E, Maertens J, Lemiale V. How I manage acute respiratory failure in patients with hematological malignancies [J]. *Blood*, 2024, 143 (11): 971-982. DOI: 10.1182/blood.2023021414.
 - [20] Lafarge A, Chean D, Whiting L, et al. Management of hematological patients requiring emergency chemotherapy in the intensive care unit [J]. *Intensive Care Med*, 2024, 50 (6): 849-860. DOI: 10.1007/s00134-024-07454-z.
 - [21] Ferreira FL, Bota DP, Bross A, et al. Serial evaluation of the SOFA score to predict outcome in critically ill patients [J]. *JAMA*, 2001, 286 (14): 1754-1758. DOI: 10.1001/jama.286.14.1754.
 - [22] Vogel M, Ehlken H, Kluge S, et al. High risk of complications and acute-on-chronic liver failure in cirrhosis patients with acute pancreatitis [J]. *Eur J Intern Med*, 2022, 102: 54-62. DOI: 10.1016/j.ejim.2022.05.034.
 - [23] Cornet AD, Issa AI, van de Loosdrecht AA, et al. Sequential organ failure predicts mortality of patients with a haematological malignancy needing intensive care [J]. *Eur J Haematol*, 2005, 74 (6):511-516. DOI: 10.1111/j.1600-0609.2005.00418.x.
 - [24] Lamia B, Hellot MF, Girault C, et al. Changes in severity and organ failure scores as prognostic factors in onco-hematological malignancy patients admitted to the ICU [J]. *Intensive Care Med*, 2006, 32(10):1560-1568. DOI: 10.1007/s00134-006-0286-3.
 - [25] Díaz-Lagares C, Fox L, García-Roche A, et al. Sequential Organ Failure Assessment Score and the Need for Organ Support Predict Mortality in Allogeneic Stem Cell Transplant Patients Admitted to the Intensive Care Unit [J]. *Transplant Cell Ther*, 2021, 27(10):865.e1-865.e7. DOI: 10.1016/j.jtct.2021.06.026.
 - [26] Neumann F, Lobitz O, Fenk R, et al. The sepsis-related Organ Failure Assessment (SOFA) score is predictive for survival of patients admitted to the intensive care unit following allogeneic blood stem cell transplantation [J]. *Ann Hematol*, 2008, 87(4): 299-304. DOI: 10.1007/s00277-008-0440-9.
 - [27] Heger JM, Böll B, Naendrup JH, et al. Hyperleukocytosis in patients with acute myeloid leukemia admitted to the intensive care unit: a single-center retrospective analysis [J]. *Leuk Res*, 2023, 132:107352. DOI: 10.1016/j.leukres.2023.107352.
 - [28] Mohty M, Malard F, Alaskar AS, et al. Diagnosis and severity criteria for sinusoidal obstruction syndrome/veno-occlusive disease in adult patients: a refined classification from the European society for blood and marrow transplantation (EBMT) [J]. *Bone Marrow Transplant*, 2023, 58(7):749-754. DOI: 10.1038/s41409-023-01992-8.
 - [29] Gray TF, Temel JS, El-Jawahri A. Illness and prognostic understanding in patients with hematologic malignancies [J]. *Blood Rev*, 2021, 45:100692. DOI: 10.1016/j.blre.2020.100692.
 - [30] Dumas G, Morris IS, Hensman T, et al. Association between arterial oxygen and mortality across critically ill patients with hematologic malignancies: results from an international collaborative network [J]. *Intensive Care Med*, 2024, 50(5):697-711. DOI: 10.1007/s00134-024-07389-5.

(收稿日期:2024-11-30)

(本文编辑:律琦)