

• 论著—研究报告 •

红细胞分布宽度及其衍生指标在脓毒症预后判断中的作用*

赵霄君¹ 李俊杰² 谢建刚² 王林潇² 王倩梅² 思艺² 吴丹² 王一帆² 陈继军² 张雪花¹

[摘要] 目的:研究脓症患者红细胞分布宽度(RDW)及其衍生指标对早期死亡的影响并探讨其判断脓症预后的价值。**方法:**选取西京医院急诊科 2021 年 10 月 1 日—2022 年 4 月 30 日的脓症患者 114 例,根据预后分为存活组和死亡组,对相关指标进行单因素分析,对单因素分析中差异有统计学意义的指标进行 Cox 回归和 Kaplan-Meier 生存曲线及预后相关性热图分析,最后对筛选出的指标进行 ROC 曲线评估预测价值。**结果:**114 例患者根据预后分为存活组(90 例)和死亡组(24 例),对相关指标进行单因素分析提示中性粒细胞、淋巴细胞、收缩压、舒张压、凝血酶原时间、国际标准化比值、SOFA 评分、NEWS 评分、氧分压、吸氧浓度分数、氧合指数、血乳酸差异有统计学意义($P < 0.05$);RDW、红细胞分布宽度与淋巴细胞比值(RLR)显著高于存活组($P < 0.05$)。Cox 回归和 Kaplan-Meier 生存曲线及预后相关性热图分析提示 RDW、RLR 可能是影响脓症预后的指标,RDW、RLR 与脓症预后的 ROC 曲线分析显示二者预测效能良好,其中 RLR 稍优于 RDW。**结论:**RDW 和 RLR 是影响脓症预后的相关因素,可用于临床判断脓症早期死亡风险。

[关键词] 红细胞分布宽度;红细胞分布宽度/淋巴细胞;脓症;预后

DOI:10.13201/j.issn.1009-5918.2023.01.006

[中图分类号] R631.2 **[文献标志码]** A

Role of RBC distribution width and its derived indicators in predicting the prognosis of sepsis

ZHAO Xiaojun¹ LI Junjie² XIE Jiangan² WANG Linxiao² WANG Qianmei²
SI Yi² WU Dan² WANG Yifan² CHEN Jijun² ZHANG Xuehua¹

(¹Department of Emergency, the First Affiliated Hospital of Yan'an University, Yan'an, Shaanxi, 716000, China; ²Department of Emergency, Xijing Hospital of Air Force Military Medical University)

Corresponding author: ZHANG Xuehua, E-mail: 756659529@qq.com

Abstract Objective: To study the effect of red cell volume distribution width (RDW) and its derived indicators on early death in patients with sepsis, and to explore the value of RDW in predicting the prognosis of sepsis. **Methods:** A total of 114 patients with sepsis in our department from October 1, 2021 to April 30, 2022 were selected and divided into survival group and death group based on prognosis. Univariate analysis was performed on the relevant indicators, and Cox regression models, Kaplan-Meier survival curves, and prognostic heatmap analyses were performed on the indicators with statistically significant differences in univariate analysis. Finally, we use the ROC curve to assess the predictive value of the selected metrics. **Results:** According to the prognosis, 114 patients were divided into survival group (90 cases) and death group (24 cases). Univariate analysis of related indicators showed that there were significant differences in neutrophils, lymphocytes, systolic blood pressure, diastolic blood pressure, prothrombin time, international standardized ratio, SOFA score, NEWS score, oxygen partial pressure, fraction of inspired oxygen, oxygenation index and blood lactic acid ($P < 0.05$); RDW, red cell volume distribution width to lymphocyte ratio (RLR) were significantly higher than those in survival group ($P < 0.05$). Cox regression, Kaplan-Meier survival curve and prognostic correlation heatmap analysis shed light on RDW and RLR as possible indicators affecting sepsis prognosis. Analysis of ROC curves for RDW, RLR and sepsis prognosis shows excellent predictive performance, and RLR is slightly better than RDW. **Conclusion:** RDW and RLR are relevant factors affecting sepsis prognosis and can be used to determine the risk of early death in sepsis.

Key words red blood cell distribution width; red cell volume distribution width/ lymphocyte; sepsis; prognosis

*基金项目:陕西省自然科学基金基础研究计划(No:2021JM-246);陕西省重点研发计划(No:2021SF-014)

¹延安大学第一附属医院急诊科(陕西延安,716000)

²空军军医大学西京医院急诊科

通信作者:张雪花,E-mail:756659529@qq.com

引用本文:赵霄君,李俊杰,谢建刚,等.红细胞分布宽度及其衍生指标在脓毒症预后判断中的作用[J].临床急诊杂志,2023,24(1):29-35. DOI:10.13201/j.issn.1009-5918.2023.01.006.

脓毒症的高发病率及高死亡率是目前临床医生面临的棘手问题。脓毒症的早期发现和有效管理对于提高医疗保健质量、有效性和成本效益比非常重要^[1]。对脓毒症严重程度进行快速、准确和早期的临床评估是达到上述目的的关键^[2]。早期预警评分(nationalearly warning score, NEWS)、脓毒症相关器官衰竭评估(sequential organ failure assessment, SOFA)和全身炎症反应综合征(systemic inflammatory response syndrome, SIRS)是最常用于判断脓毒症预后的评分指标,由于其要求的检查结果较多,计算较复杂,且在脓毒症预后及并发症预测方面效果不佳^[3],近年来有大量临床研究开始探索快速判断脓毒症预后的实用指标。全血细胞计数参数由于获取方便,计算快捷,已经成为快速评判脓毒症预后的相关研究的热点^[4]。红细胞分布宽度(red blood cell distribution width, RDW)测量循环红细胞的大小变异性,是血常规重要指标, RDW 数值增加反映 RBC 尺寸变化,具有临床意义,传统上用于鉴别诊断缺铁性贫血和慢性病性贫血^[5]。红细胞生成异常反映了铁代谢失调和红细胞生成抑制由多种细胞因子介导,与炎症因子及氧化应激有关,在危重病、入住 ICU 患者和处于高炎症状态的患者中尤为常见^[6]。因此,由于它是一个快速且可用的参数,一些研究已将 RDW 视为炎症标志物或多种临床环境中病死率的预测因子,包括慢性炎症性疾病、心血管疾病、感染和急性呼吸窘迫综合征(acute respiratory distress syndrome, ARDS)^[7],近年来有一些研究将 RDW 视为脓毒症死亡的独立危险因素,相关临床研究持续开展^[8]。由 RDW 衍生出来的红细胞分布宽度与血小板计数比值(red blood cell distribution width to platelet count ratio, RPR),红细胞分布宽度与淋巴细胞比值(red blood cell distribution width to lymphocyte ratio, RLR),红细胞分布宽度与白蛋白比值(red blood cell distribution width to albumin ratio, RAR),也得到临床医生的重视和应用^[9-11],但是 RDW 及其相关比值在脓毒症预后中的综合应用研究较少。本研究的目的是了解 RDW 及其相关评分,并与其他生物标志物相比,更好地分析其在判断脓毒症预后中的作用。

1 资料与方法

1.1 一般资料

收集西京医院急诊科 2021 年 10 月 1 日—2022 年 4 月 30 日的脓毒症患者的临床资料。入组标准:①符合脓毒症标准的成年患者;②入院后 24 h 内的顺序器官衰竭评估(SOFA)评分 ≥ 2 ,且至少伴有一个感染部位;③随访 ≥ 28 d。排除标准:①年龄 > 80 岁;②哺乳期或妊娠;③血液系统疾病、自身免疫疾病及肿瘤疾病;④住院 24 h 内未进行

血常规检测及资料不全者;⑤拒绝随访及随访期内失访者;⑥到我院急诊科时已死亡或接受外院治疗者。本研究已获西京医院伦理委员会批准(No: KY20212172-C-1)且研究对象及其家属均知情同意。

1.2 研究方法

对纳入研究患者采取电话随访,并根据随访结果将脓症患者分为存活组和死亡组,以 28 d 内病死率作为短期预后。通过住院时间长短及随访结果,分析患者病情发展、转归和预后情况。对 2 组患者一般人口学信息、基础疾病等资料进行分析。采集入院后 24 h 内全血细胞计数、心、肝、肺肾功能检查等结果,计算 RLR、RPR、RAR,比较组间差异;以死亡为研究终点,围绕差异有统计学意义的指标分析 2 组预后危险因素及其相关性。绘制 ROC 曲线,比较单因素指标及联合指标的预测效价。

1.3 统计学方法

应用 SPSS 23.0 及 R 软件包进行分析,连续变量资料采用 Kolmogorov-Smirnov 行正态分布检验,计量资料符合正态分布以 $\bar{X} \pm S$ 表示,组间比较采用独立样本 t 检验;非正态分布以 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示,组间比较采用非参数检验;计数资料以百分数(%)表示,采用 χ^2 检验;应用 Cox 回归分析确定影响预后的危险因素并绘制森林图;采用 Kaplan-Meier 法进行生存曲线分析;使用 predict 函数对多因素进行风险评分(risk score),并绘制预后相关热图;绘制受试者工作特征(operate operating characteristics, ROC)曲线并计算曲线下面积(area under the curve, AUC),比较不同危险因素对脓症患者预后的评估效能;以 $P < 0.05$ 表示差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般资料及实验室指标

符合纳入标准的研究对象共 114 例,根据 28 d 随访观察,将入组研究对象分为存活组(90 例)和死亡组(24 例)。2 组患者临床资料、实验室检查结果对比显示,患者性别、年龄、住院天数、基础疾病等一般资料比较差异均无统计学意义;死亡组与存活组相比,中性粒细胞、淋巴细胞(LYM)、收缩压、舒张压、凝血酶原时间、国际标准化比值、SOFA 评分、NEWS 评分、氧分压、吸氧浓度分数、氧合指数、血乳酸差异有统计学意义($P < 0.05$);RDW、RLR 显著高于存活组($P < 0.05$),RPR($P = 0.31$)、RAR($P = 0.17$)及其余指标均差异无统计学意义($P > 0.05$),见表 1、表 2。

2.2 单因素分析有意义的指标进行多因素 Cox 回归分析结果

利用 R 软件包 survival,整合生存时间、生存状态和 14 个特征的数据,利用 Cox 逐步回归法评估 14 个特征在 114 例样本中的预后显著性。总体

预后差异显著性为 $\log_{\text{test}} = 6.702\ 266\ 834\ 454\ 26\text{e-}14$, C-index 为 0.937。结果显示 SBP、RDW、RLR、SOFA 是影响患者生存的独立因素,且 RDW 与 RLR 是独立危险因素,SBP 是保护因素,见图 1。

2.3 Kaplan-Meier 生存曲线及预后相关性热图分析指标与预后的关联

使用 predict 函数计算多因素风险评分,并绘制 4 个指标的预后相关性热图,图中上方点线图纵坐标为患者的风险评分,横坐标按照风险评分由低到高的顺序从左向右排列,中间散点图纵坐标为患者生存时间,下方热图为 4 个指标 z-score 归一化后的表达量。结果显示,收缩压越低,RDW、RLR 及 SOFA 评分越高,患者死亡风险越高,预后越差(图 2a)。使用 R 软件包通过分别对 SBP、RDW、RLR、SOFA 这 4 个指标进行 Kaplan-Meier 生存曲线分析,结果显示 RDW、RLR 与患者生存状况具有显著相关,对评估患者病死率具有指导意义(图 2b~2e)。

2.4 ROC 曲线评估 RDW、RLR 预测脓毒症患者预后效能

ROC 曲线下面积显示:RDW 预测患者 28 d 预后 AUC 值为 0.72,95%CI:0.86~0.97;RLR 预测 28 d 预后 AUC 为 0.77,95%CI:0.88~1.00。结果提示 RDW、RLR 能够有效评估患者短期预后,且 RLR 预测效价更高,见图 3、表 3。

3 讨论

由于全血细胞计数(complete blood count, CBC)是一种廉价且周转时间短的常规检验,因此找到一个独立的 CBC 因素来预测疾病的严重程度将具有重要价值^[12]。红细胞分布宽度是 CBC 的参数之一,反映循环红细胞体积各异/异质性程度。

脓毒症几种病理生理机制影响红细胞内稳态并导致 RDW 增加,低氧血症便是其中之一,低氧状态下刺激造血系统,增加红细胞形成率和红细胞体积,从而增加 RDW^[13]。与脓毒症相关的炎症细胞因子也会促进 RDW 升高^[14]。此外脓毒症可以减缓红细胞的成熟,导致网织红细胞增多和 RDW 增加^[15]。而在 COVID-19 感染的脓毒症患者中也观察到骨髓过度刺激,影响红细胞生成,导致红细胞大小范围更广,从而提高 RDW 水平,可能是脓毒症导致 RDW 升高的另一种机制^[16]。因此将 RDW 及其衍生指标应用于脓毒症预后判断有一定的理论基础。

我们为进一步验证 RDW 及其衍生指标在脓毒症预后判断中的效能,分析我科近年来 114 例确诊脓毒症的患者的临床资料,早期死亡患者中性粒细胞、淋巴细胞(LYM)、收缩压、舒张压、凝血酶原时间、国际标准化比值、SOFA 评分、NEWS 评分、氧分压、吸氧浓度分数、氧合指数、血乳酸与存活组比较,差异有统计学意义($P < 0.05$);其中 RDW、RLR 显著高于存活组,RPR、RAR 差异无统计学意义。研究表明 RDW 是急诊科疑似脓毒症感染患者 30 d 病死率和早期临床恶化的重要独立预后因素^[17]。一项关于 RDW 对脓毒症诊断和预后的系统性综述总结了 25 项中外相关研究,发现入院时 RDW 和动态 RDW 变化与患者的死亡风险明确相关^[5]。而 RLR 目前在肝炎^[18-19]、黑色素瘤^[20]等疾病中诊断及预后有关报道,而在脓毒症中研究较少。我们本次研究显示死亡组患者 RLR 明显高于存活组,可能是死亡组患者较高的 RDW 值及较低的淋巴细胞数量导致,是否和脓毒症预后相关,需要通过进一步统计学分析评判。

表 1 脓毒症患者基础资料

基本信息	死亡组($n=24$)	存活组($n=90$)	例(%), $\bar{X} \pm S$
性别			0.65
女	9(7.89)	27(23.68)	
男	15(13.16)	63(55.26)	
高血压	8(7.02)	42(36.84)	0.35
糖尿病	7(6.14)	26(22.81)	0.97
一般情况			
年龄/岁	55.71 \pm 17.10	57.81 \pm 14.05	0.54
住院天数/d	8.79 \pm 6.37	7.81 \pm 5.89	0.48
体温/ $^{\circ}\text{C}$	36.40(36.00,39.20)	36.75(35.90,40.20)	0.24
呼吸频率/(次 \cdot min $^{-1}$)	25.33 \pm 8.46	25.24 \pm 7.10	0.96
HR/(次 \cdot min $^{-1}$)	100.75 \pm 27.52	101.03 \pm 22.55	0.96
DBP/mmHg	67.96 \pm 19.94	77.33 \pm 17.18	0.02
SBP/mmHg	116.38 \pm 39.44	133.89 \pm 28.55	0.02

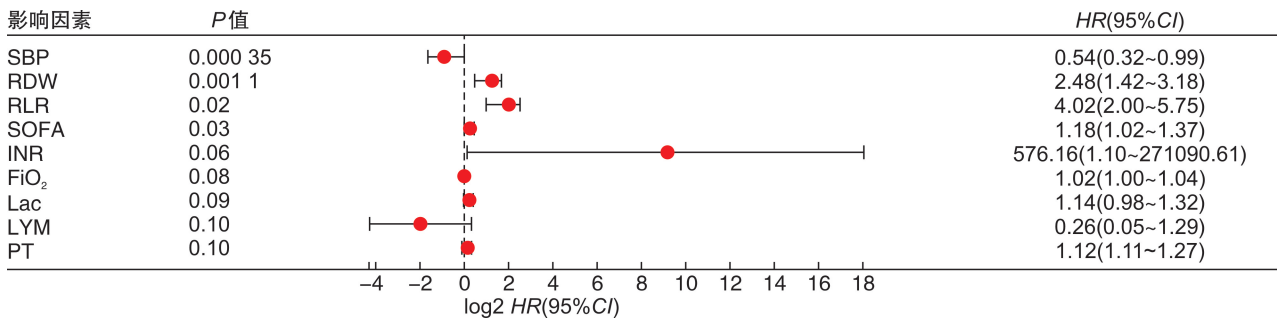
注:1 mmHg=0.133 kPa。

表 2 脓毒症患者实验室检查指标

$\bar{X} \pm S, M(P_{25}, P_{75})$

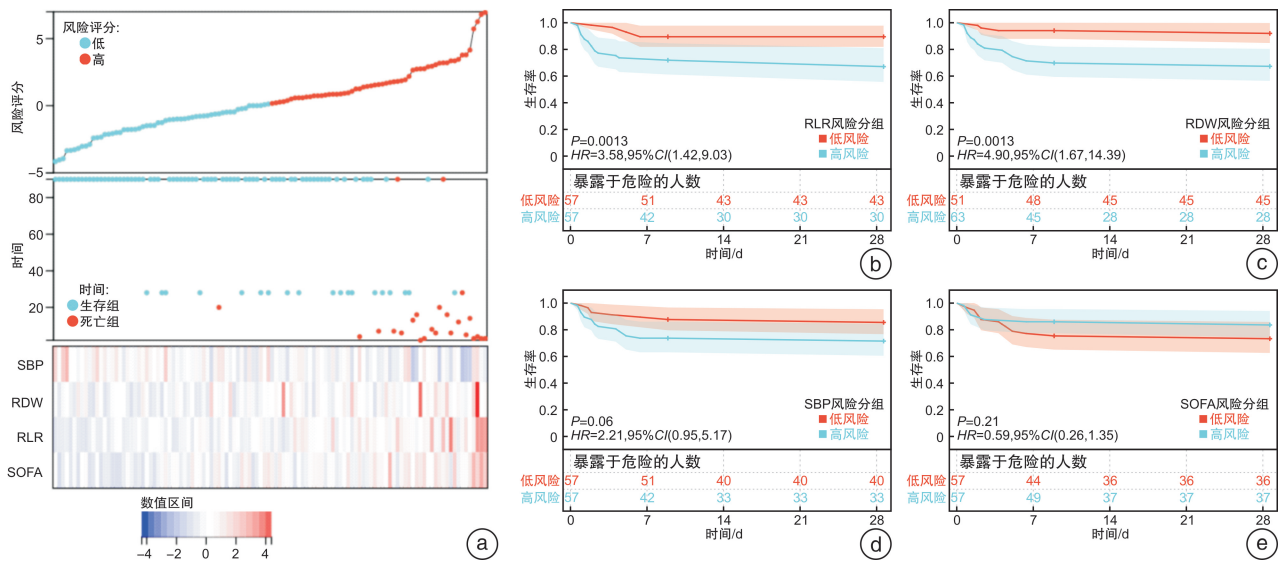
实验室指标	死亡组 (n=24)	存活组 (n=90)	P
炎症指标			
NEU/($\times 10^9 \cdot L^{-1}$)	14.24 \pm 8.80	10.84 \pm 6.11	0.03
LYM/($\times 10^9 \cdot L^{-1}$)	0.77 \pm 0.42	1.21 \pm 0.60	0.02
RDW/fl	48.35 \pm 8.82	46.45 \pm 7.20	<0.05
IL-6/(pg \cdot mL $^{-1}$)	133.11 \pm 200.947	81.70 \pm 87.2	0.23
PCT/(ng \cdot mL $^{-1}$)	0.79(0.03,73.53)	0.34(0.04,70.74)	0.88
比值			
RLR	86.27 \pm 46.82	47.18 \pm 21.84	<0.05
RPR	0.24(0.10,1.31)	0.26(0.09,1.21)	0.31
RAR	1.61 \pm 0.53	1.47 \pm 0.41	0.17
凝血功能			
PLT/($\times 10^9 \cdot L^{-1}$)	197.71 \pm 126.78	198.87 \pm 94.72	0.96
PT/s	15.14 \pm 10.62	12.75 \pm 2.02	0.04
INR	1.34 \pm 1.00	1.09 \pm 0.17	0.03
APTT/s	17.45 \pm 3.05	16.40 \pm 2.24	0.61
D-D/(Ig \cdot L $^{-1}$)	4.32(0.39,71.48)	2.99(0.26,29.32)	0.07
疾病评分			
qSOFA/分	1.96 \pm 0.75	1.73 \pm 0.70	0.17
SOFA/分	11.92 \pm 4.40	7.79 \pm 3.72	0.00
NEWS/分	9.42 \pm 3.78	6.82 \pm 3.35	0.01
肝脏功能			
TBIL/(μ mol \cdot L $^{-1}$)	20.30(9.70,339.40)	18.90(5.80,166.40)	0.27
ALB/(g \cdot L $^{-1}$)	34.61 \pm 8.26	32.74 \pm 6.95	0.26
ALT/(IU \cdot L $^{-1}$)	79.25 \pm 99.32	124.54 \pm 413.16	0.60
AST/(IU \cdot L $^{-1}$)	191.08 \pm 485.64	108.47 \pm 336.54	0.32
肺功能			
SaO ₂ /%	95.42 \pm 5.25	88.40 \pm 10.89	0.06
PO ₂ /mmHg	81.27 \pm 32.70	61.19 \pm 27.82	0.04
FiO ₂ /(pg \cdot mL $^{-1}$)	43.04 \pm 20.69	33.70 \pm 8.47	<0.05
PaO ₂ /FiO ₂ /mmHg	184.71 \pm 127.75	254.25 \pm 119.18	0.02
PCO ₂ /mmHg	32.92 \pm 13.85	31.93 \pm 12.40	0.74
CO ₂ /mmHg	24.52 \pm 5.82	21.98 \pm 5.37	0.06
pH	7.44(7.06,7.62)	7.44(7.17,7.67)	0.49
循环功能			
BNP/(pg \cdot mL $^{-1}$)	1417.00(47.53,35 000.00)	856.90(13.41,35 000.00)	0.18
CK-MB/(ng \cdot mL $^{-1}$)	3.55(0.60,189.30)	2.60(0.30,96.80)	0.39
CnT-I/(ng \cdot mL $^{-1}$)	2.27 \pm 5.92	0.71 \pm 2.89	0.07
Lac/(mmol \cdot L $^{-1}$)	3.81 \pm 3.62	2.44 \pm 2.53	0.04
MB/(ng \cdot mL $^{-1}$)	69.25(6.60,3131.00)	42.00(6.40,122 221.00)	0.39
LDH/(IU \cdot L $^{-1}$)	341.00(180.00,930.00)	304.50(107.00,4185.00)	0.61
肾脏功能			
UA/(μ mol \cdot L $^{-1}$)	335.83 \pm 157.53	312.90 \pm 172.17	0.54
Urea/(μ mol \cdot L $^{-1}$)	13.41 \pm 9.56	10.41 \pm 8.31	0.13
CCr/(μ mol \cdot L $^{-1}$)	98.42 \pm 76.82	112.10 \pm 146.19	0.66

注:NEU,中性粒细胞数值;LYM,淋巴细胞数值;IL-6,白介素-6;PCT,降钙素原;RLR,红细胞分布宽度/淋巴细胞;RPR,红细胞分布宽度/血小板;RAR,红细胞分布宽度/白细胞;PT,血浆凝血酶原时间;APTT,活化部分凝血活酶时间;INR,国际标准化比值;D-D,D-二聚体;PLT,血小板;qSOFA,快速脓毒症相关的器官衰竭评分;SOFA,脓毒症相关的器官衰竭评分;NEWS,英国早期预警评分;ALB,白蛋白;ALT,谷丙转氨酶;AST,谷草转氨酶;PO₂,氧分压;FiO₂,吸入氧浓度;PaO₂/FiO₂,氧合指数;PCO₂,二氧化碳分压;CO₂,二氧化碳含量;pH,酸碱值;SaO₂,氧饱和度;BNP,脑钠肽;CK-MB,肌酸激酶同工酶;CnT-I,肌钙蛋白;MB,肌红蛋白;Lac,血乳酸;LDH,乳酸脱氢酶;TBIL,总胆红素;UA,尿酸;Urea,尿素;CCr,肌酐。



注:森林图中线段表示 95%CI,红色点表示 HR 值,线段长度越长,置信区间跨度越大,线段分布于右侧表示数值越大,死亡风险越大,分布于左侧表示数值越小,死亡风险越大。

图 1 脓毒症预后影响因素森林图



a: 指标与预后相关性分析热图,图中上方点线图纵坐标为患者的风险评分,横坐标按照风险评分由低到高的顺序从左向右排列,中间散点图纵坐标为患者生存时间,下方热图为 4 个指标 z-score 归一化后的表达量;b~e: 生存曲线,红色表示低风险,蓝色表示高风险,比较 2 组间 28 d 生存情况。

图 2 脓毒症患者预后指标相关分析

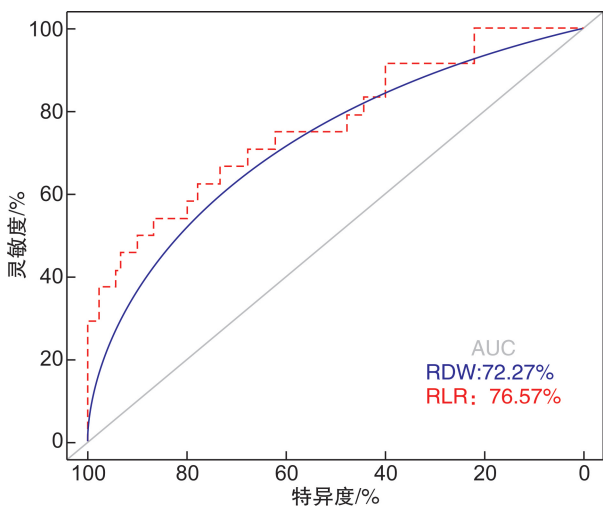


图 3 ROC 曲线评估预测效能

对生存组和死亡组间差异有统计学意义的指标进行多因素分析,发现 SBP、RDW、RLR、SOFA

是影响患者生存独立因素,且 RDW 与 RLR 是显著独立危险因素,SBP 是保护因素。使用 R 软件包分别对 SBP、RDW、RLR、SOFA 这 4 个指标进行 Kaplan-Meier 生存曲线分析,结果显示 RDW、RLR 与患者生存状况具有显著相关性。ROC 曲线评估 RDW、RLR 预测脓毒症患者预后效能发现二者 AUC 均 > 0.70,且 RLR 预测价值较 RDW 更加明显。RLR 是 RDW 和淋巴细胞比值,RDW 受多种因素影响,在脓毒症发生后可能增加,已有大量临床证据支持,并进一步纳入新的脓毒症预后评分标准^[21],淋巴细胞数量下降可能是脓毒症患者适应性免疫抑制状态的体现,脓毒症免疫抑制状态导致患者二次感染,促进 ARDS 出现,严重影响预后^[22-23],因此 RLR 数值的升高有可能是反映脓毒症预后的可靠指标,但是临床上目前对中性粒细胞与淋巴细胞比值在脓毒症预后的研究中已广泛开展^[24],针对 RLR 的研究目前在预测戊型肝炎病毒

患者肝功能衰竭的发展中有良好的特异度^[19]。我们的研究发现 RDW 及其衍生指标 RLR 与脓毒症预后明确相关,而 RLR 判断脓毒症预后中的效果可能优于 RDW 等指标。但是这项研究人群不够庞大,不足以对 RDW 和 RLR 进行进一步的分层

和亚组分析。此外,这不是一项多中心回顾性研究,因此可能存在选择偏倚。故需要扩大样本量,采取多中心真实世界研究方法明确 RDW,特别是 RLR 是否可以指导脓毒症临床治疗。

表 3 RDW 和 RLR 预测脓症患者短期预后的 ROC 曲线分析

指标	AUC	95%CI	P	约登指数	灵敏度/%	特异度/%
RDW	0.723	0.604~0.843	0.001	0.389	66.67	72.22
RLR	0.766	0.653~0.879	<0.001	0.408	54.17	86.67

综上所述,我们通过对单一样本多个指标与预后的分析,通过 Cox 回归分析和生存曲线分析等研究发现血常规中 RDW 和其衍生指标 RLR 存在判断脓毒症预后的价值,但是需要进一步扩大样本量,实行多中心研究真实世界研究以明确。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突。

参考文献

[1] Teng AK, Wilcox AB. A review of predictive analytics solutions for sepsis patients[J]. Appl Clin Inform, 2020,11(3):387-398.

[2] 黄昆鹏,张进祥. 脓毒症的定义、诊断与早期干预——不可分割的三要素[J]. 临床急诊杂志, 2021,22(3):221-226.

[3] Wattanasit P, Khwannimit B. Comparison the accuracy of early warning scores with qSOFA and SIRS for predicting sepsis in the emergency department[J]. Am J Emerg Med, 2021,46:284-288.

[4] Deniz M, Ozgun P, Ozdemir E. Relationships between RDW, NLR, CAR, and APACHE II scores in the context of predicting the prognosis and mortality in ICU patients[J]. Eur Rev Med Pharmacol Sci, 2022, 26(12):4258-4267.

[5] Hu ZD, Lippi G, Montagnana M. Diagnostic and prognostic value of red blood cell distribution width in sepsis: a narrative review[J]. Clin Biochem, 2020, 77:1-6.

[6] Moreno-Torres V, Royuela A, Múñez-Rubio E, et al. Red blood cell distribution width as prognostic factor in sepsis: a new use for a classical parameter[J]. J Crit Care, 2022, 71:154069.

[7] Zhang L, Yu CH, Guo KP, et al. Prognostic role of red blood cell distribution width in patients with sepsis: a systematic review and meta-analysis[J]. BMC Immunol, 2020, 21(1):40.

[8] Dankl D, Rezar R, Mamandipoor B, et al. Red cell distribution width is independently associated with mortality in sepsis[J]. Med Princ Pract, 2022, 31(2):187-194.

[9] 李俊玉,王雅慧,刘慧珍,等. 红细胞分布宽度与血小

板计数比值对急诊脓症患者预后的预测价值[J]. 临床急诊杂志, 2022, 23(2):132-137.

[10] 曹亚萍,费素娟,李莉. 红细胞分布宽度与淋巴细胞比值对结肠癌的预测价值[J]. 西部医学, 2021, 33(7):1010-1015.

[11] 周峰,刘志祯,蔡华忠,等. 红细胞分布宽度/白蛋白比值在急性中毒患者中的应用研究[J]. 岭南急诊医学杂志, 2022, 27(4):314-316.

[12] Pinna A, Carlino P, Serra R, et al. Red cell distribution width (RDW) and complete blood cell count-derived measures in non-arteritic anterior ischemic optic neuropathy[J]. Int J Med Sci, 2021, 18(10):2239-2244.

[13] Soliz J, Schneider-Gasser EM, Arias-Reyes C, et al. Coping with hypoxemia: could erythropoietin (EPO) be an adjuvant treatment of COVID-19? [J]. Respir Physiol Neurobiol, 2020, 279:103476.

[14] Ramachandran P, Gajendran M, Perisetti A, et al. Red blood cell distribution width in hospitalized COVID-19 patients [J]. Front Med (Lausanne), 2022, 8:582403.

[15] Otero TMN, Yeh DD, Bajwa EK, et al. Elevated red cell distribution width is associated with decreased ventilator-free days in critically ill patients[J]. J Intensive Care Med, 2018, 33(4):241-247.

[16] Lee JJ, Montazerin SM, Jamil A, et al. Association between red blood cell distribution width and mortality and severity among patients with COVID-19: a systematic review and meta-analysis[J]. J Med Virol, 2021, 93(4):2513-2522.

[17] Uffen JW, Oomen P, de Regt M, et al. The prognostic value of red blood cell distribution width in patients with suspected infection in the emergency department [J]. BMC Emerg Med, 2019, 19(1):76.

[18] Zhang XY, Wang DW, Chen ZM, et al. Red cell distribution width-to-lymphocyte ratio: a novel predictor for HBV-related liver cirrhosis [J]. Medicine (Baltimore), 2020, 99(23):e20638.

[19] Wu J. RDW, NLR and RLR in predicting liver failure and prognosis in patients with hepatitis E virus infection[J]. Clin Biochem, 2019, 63:24-31.

ICU 再喂养综合征早期危险因素探查及模型预测*

徐阳¹ 吴淑璐¹ 张杰¹ 曹云松¹ 张亚慧¹ 袁成¹ 汪华学^{1,2}

[摘要] 目的:探讨首次收入重症医学科(ICU)患者初次喂养后发生再喂养综合征(RFS)的早期危险因素,并构建预测模型,为入院早期的急危重症患者营养选择策略提供参考依据。方法:回顾性分析 2020 年 1 月 1 日—2021 年 7 月 31 日首次收住蚌埠医学院第一附属医院 ICU 且符合病例入排标准患者的病例资料。根据是否并发 RFS,分为 RFS 组和非 RFS 组,分析比较 2 组的临床数据指标,并构建 RFS 早期预测模型。结果:纳入分析的患者 200 例,分为 RFS 组 134 例,非 RFS 组 66 例,发病率为 66.7%。单因素分析显示:NRS2002 营养评分,A-PACHE II 评分,入院 3 d 是否诊断脓毒症,3 d 内胰岛素应用病史,前白蛋白,尿素氮,C 反应蛋白等与 RFS 发生相关($P < 0.05$)。筛选患者入院初期即可获得的危险因素并经二元 logistic 回归分析显示:前白蛋白、尿素氮、C 反应蛋白为 RFS 的独立危险因素($P < 0.05$)。构建入院早期 RFS 预测模型 $\text{Logit}(P) = 0.114X_1 + 0.011X_2 - 0.005X_3$,模型预测急危重症患者 RFS 发病率的 ROC 曲线下面积为 0.742(95%CI:0.6708~0.8132),灵敏度为 81.34%,特异度为 57.58%。模型拟合优度显示: $\chi^2 = 3.808(P > 0.05)$ 。结论:在剔除了入院初始合并肝肾功能不全的急危重症患者后,其首次喂养获得了更高的 RFS 发病率,脏器功能的损害或抑制了电解质水平的下降。前白蛋白、尿素氮、C 反应蛋白是急危重症患者早期即可获得的危险因素指标,基于此构建的 RFS 风险预测模型有着良好的区分度及校准度,可以有效评估急危重症患者 RFS 发病风险,为医师营养策略选择提供参考意见。

[关键词] 重症医学科;再喂养综合征;危险因素;模型预测

DOI:10.13201/j.issn.1009-5918.2023.01.007

[中图分类号] R591 **[文献标志码]** A

Investigation and model prediction of early risk factors for ICU refeeding syndrome

XU Yang¹ WU Shulu¹ ZHANG Jie¹ CAO Yunsong¹ ZHANG Yahui¹
YUAN Cheng¹ WANG Huaxue^{1,2}

(¹Department of Critical Care Medicine, the First Affiliated Hospital of Bengbu Medical College, Bengbu, Anhui, 233000, China; ²The Institute of Acute and Critical Care Research, the First Affiliated Hospital of Bengbu Medical College)

Corresponding author: WANG Huaxue, E-mail: huaxuew2010@163.com

Abstract Objective: To investigate the early risk factors of refeeding syndrome (RFS) after initial feeding in ICU patients admitted for the first time, and to construct a prediction model, so as to provide a reference for nutritional selection strategies of acute critically ill patients in early admission. **Methods:** The medical records of patients who were admitted to ICU of the First Affiliated Hospital of Bengbu Medical College for the first time from January 1, 2020 to July 31, 2021 and met the criteria for case inclusion were analyzed retrospectively. The pa-

*基金项目:安徽省“十三五”临床医学重点学科建设项目(No:卫科教秘 2017-27 号)

¹蚌埠医学院第一附属医院重症医学科(安徽蚌埠,233000)

²蚌埠医学院第一附属医院急危重症研究所

通信作者:汪华学,E-mail:huaxuew2010@163.com

引用本文:徐阳,吴淑璐,张杰,等. ICU 再喂养综合征早期危险因素的探查及模型预测[J]. 临床急诊杂志,2023,24(1): 35-40. DOI:10.13201/j.issn.1009-5918.2023.01.007.

[20] Hannarici Z, Yilmaz A, Buyukbayram ME, et al. A novel prognostic biomarker for cutaneous malignant melanoma: red cell distribution width(RDW) to lymphocyte ratio[J]. Melanoma Res, 2021, 31(6): 566-574.

[21] Huang YY, Jiang SW, Li WJ, et al. Establishment and effectiveness evaluation of a scoring system-RAAS (RDW, AGE, APACHE II, SOFA) for sepsis by a retrospective analysis[J]. J Inflamm Res, 2022, 15: 465-474.

[22] Venet F, Monneret G. Advances in the understanding and treatment of sepsis-induced immunosuppression [J]. Nat Rev Nephrol, 2018, 14(2): 121-137.

[23] 徐燕, 谢建刚. 脓毒症免疫功能特点及检测方法的研究进展[J]. 细胞与分子免疫学杂志, 2020, 36(5): 462-466.

[24] Huang Z, Fu Z, Huang W, et al. Prognostic value of neutrophil-to-lymphocyte ratio in sepsis: a meta-analysis[J]. Am J Emerg Med, 2020, 38(3): 641-647.

(收稿日期:2022-10-13)