

改良危重症营养风险评分对脓毒症患者 ICU 死亡风险的预测价值

谢明杰 黄德斌 黄柳云 覃园园 冯碧恒 蔡清江 李玲 朗秋燕

广西医科大学第一附属医院重症医学科, 广西重症医学临床医学研究中心, 南宁 530021

通信作者: 朗秋燕, Email: 370572785@qq.com

【摘要】目的 探讨脓毒症患者入重症监护病房(ICU) 24 h内首次改良危重症营养风险评分(mNUTRIC)对 ICU 死亡风险的预测价值。**方法** 采用单中心前瞻性队列研究, 纳入 2024 年 11 月至 2025 年 6 月广西医科大学第一附属医院重症医学科收治的脓毒症患者。收集患者的基本信息、既往病史、并发症、入 ICU 24 h 内重症相关评分和首次实验室指标, 以及 ICU 住院期间连续性肾脏替代治疗(CRRT)、机械通气、肢体约束的治疗天数, 计算 mNUTRIC 评分。随访并记录患者 ICU 住院期间是否出现死亡及 ICU 住院时间。根据 mNUTRIC 评分将患者分为 Q1 组(mNUTRIC 评分<4 分)、Q2 组(4 分≤mNUTRIC 评分<5 分)、Q3 组(5 分≤mNUTRIC 评分<6 分)和 Q4 组(mNUTRIC 评分≥6 分), 对各组间上述指标进行比较。使用多因素 Cox 回归分析评估脓毒症患者入 ICU 24 h 内首次 mNUTRIC 评分与 ICU 死亡之间的关系; 采用限制性立方样条(RCS)分析检验 mNUTRIC 评分与 ICU 死亡的剂量-反应关系; 绘制受试者工作特征曲线(ROC 曲线), 并计算曲线下面积(AUC), 评估 mNUTRIC 评分对 ICU 死亡的预测效能。根据约登指数确定的最佳截断值对患者进行分组, 绘制 Kaplan-Meier 生存曲线评估不同 mNUTRIC 评分两组患者的 ICU 内累积生存概率, 采用 Log-rank 检验比较两组之间的差异; 采用亚组分析及交互检验评估 mNUTRIC 评分与 ICU 死亡的关联在不同亚组中的一致性。**结果** 共纳入 335 例脓毒症患者, 其中 Q1 组 81 例, Q2 组 76 例, Q3 组 76 例, Q4 组 102 例; ICU 病死率为 17.6% (59/335)。4 组患者在年龄、既往病史(高血压、糖尿病、冠心病)、并发症[脓毒性休克、急性肾损伤(AKI)、多器官功能障碍综合征(MODS)]、急性生理学及慢性健康状况评分 II (APACHE II)、序贯器官衰竭评分(SOFA)、查尔森合并症指数(CCI)、白蛋白(Alb)、天冬氨酸转氨酶(AST)、血乳酸(Lac)、CRRT 和机械通气的治疗天数、ICU 死亡方面差异具有统计学意义(均 $P < 0.05$)。在完全调整混杂因素的多因素 Cox 回归模型中, mNUTRIC 评分与 ICU 死亡呈显著非线性正相关, mNUTRIC 评分每增加 1 分, ICU 死亡风险增加 89% [风险比(HR)=1.89, 95% 置信区间(95%CI)为 1.52~2.36, $P < 0.001$]。ROC 曲线显示, mNUTRIC 评分预测 ICU 死亡的 AUC=0.769 (95%CI 为 0.711~0.828), 约登指数为 0.424, 最佳截断值为 4.5 分, 敏感度为 88.1%, 特异度为 54.3%。根据最佳截断值进一步将队列划分为 mNUTRIC 评分<4.5 分组和 mNUTRIC 评分≥4.5 分组。Kaplan-Meier 生存曲线显示, mNUTRIC 评分≥4.5 分组患者的累积生存概率显著低于 mNUTRIC 评分<4.5 分组(Log-rank 检验: $\chi^2=28.540$, $P < 0.0001$), 提示 mNUTRIC 评分≥4.5 分与更高的 ICU 死亡风险有关。在所有亚组中, mNUTRIC 评分与 ICU 死亡呈稳健正相关(均 $HR > 1$), 且不存在交互作用(均 $P > 0.05$), 表明 mNUTRIC 评分对脓毒症患者 ICU 死亡风险之间的正相关关系在不同亚组间具有一致性。**结论** mNUTRIC 评分对脓毒症患者的 ICU 死亡风险具有良好的预测效能, 依据 mNUTRIC 评分及时开展营养或支持性干预, 可能改善患者的 ICU 不良结局。

【关键词】 脓毒症; 改良危重症营养风险评分; ICU 死亡; 预测价值; 队列研究

临床试验注册: 中国临床试验注册中心 (ChiCTR2500108972)

DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20250716-00390

Predictive value of the modified Nutrition Risk in Critically Ill Score for intensive care unit mortality risk in septic patients

Xie Mingjie, Huang Debin, Huang Liuyun, Qin Yuanyuan, Feng Biheng, Cai Qingjiang, Li Ling, Lang Qiuyan

Department of Critical Care Medicine, the First Affiliated Hospital of Guangxi Medical University, Guangxi Clinical Research Center for Critical Care Medicine, Nanning 530021, China

Corresponding author: Lang Qiuyan, Email: 370572785@qq.com

【Abstract】Objective To explore the predictive value of the first modified Nutrition Risk in the Critically Ill Score (mNUTRIC) assessed within 24 hours of admission to the intensive care unit (ICU) for the risk of ICU mortality in patients with sepsis. **Methods** A single-center prospective cohort study was conducted, enrolling septic patients admitted to the department of critical care medicine, the First Affiliated Hospital of Guangxi Medical University, from November 2024 to June 2025. Basic patient information, past medical history, complications, critical care-related scores and initial laboratory parameters obtained within 24 hours of ICU admission, as well as the duration of continuous renal replacement therapy (CRRT), mechanical ventilation and physical restraint during ICU stay were collected. The mNUTRIC score was calculated for each patient. Patients were followed up to record ICU mortality and length of ICU

stay. According to the mNUTRIC score, patients were divided into four groups: Q1 group (mNUTRIC score < 4 points), Q2 group (4 points ≤ mNUTRIC score < 5 points), Q3 group (5 points ≤ mNUTRIC score < 6 points) and Q4 group (mNUTRIC score ≥ 6 points). The above-mentioned indicators were compared among the four groups. Multivariate Cox regression analysis was used to evaluate the association between the first mNUTRIC score within 24 hours of ICU admission and ICU mortality in septic patients. Restricted cubic spline (RCS) analysis was performed to test the dose-response relationship between mNUTRIC score and ICU mortality. Receiver operator characteristic curve (ROC curve) was plotted, and the area under the curve (AUC) was calculated to assess the predictive efficacy of mNUTRIC score for ICU mortality. Patients were further stratified according to the optimal cut-off value determined by the Youden index. Kaplan-Meier survival curves were drawn to estimate the cumulative ICU survival probability of patients in the two subgroups, and the Log-rank test was used to compare the survival difference between the two groups. Subgroup analysis and interaction test were conducted to evaluate the consistency of the association between mNUTRIC score and ICU mortality across different subgroups. **Results** A total of 335 septic patients were enrolled in this study, including 81 cases in Q1 group, 76 cases in Q2 group, 76 cases in Q3 group and 102 cases in Q4 group. The overall ICU mortality rate was 17.6% (59/335). Significant differences were observed among the four groups in terms of age, past medical history (hypertension, diabetes mellitus, coronary heart disease), complications [septic shock, acute kidney injury (AKI), multiple organ dysfunction syndrome (MODS)], Acute Physiology and Chronic Health Evaluation II (APACHE II), Sequential Organ Failure Assessment (SOFA), Charlson Comorbidity Index (CCI), albumin (Alb), aspartate aminotransferase (AST), blood lactic acid (Lac), duration of CRRT and mechanical ventilation, and ICU mortality (all $P < 0.05$). In the multivariate Cox regression model with full adjustment for confounding factors, mNUTRIC score was significantly and non-linearly positively correlated with ICU mortality. Each 1-point increase in mNUTRIC score was associated with an 89% increase in the risk of ICU mortality [hazard ratio (HR)=1.89, 95% confidence interval (95%CI) was 1.52–2.36, $P < 0.001$]. The ROC curve analysis showed that the AUC of mNUTRIC score for predicting ICU mortality was 0.769 (95%CI was 0.711–0.828), with a Youden index of 0.424, an optimal cut-off value of 4.5 points, a sensitivity of 88.1% and a specificity of 54.3%. Based on the optimal cut-off value, the cohort was further divided into the mNUTRIC score < 4.5 subgroup and the mNUTRIC score ≥ 4.5 subgroup. The Kaplan-Meier survival curves demonstrated that the cumulative survival probability of patients in the mNUTRIC score ≥ 4.5 subgroup was significantly lower than that in the mNUTRIC score < 4.5 subgroup (Log-rank test: $\chi^2 = 28.540$, $P < 0.0001$), suggesting that mNUTRIC score ≥ 4.5 points was associated with a higher risk of ICU mortality. In all subgroups, mNUTRIC score was robustly and positively correlated with ICU mortality (all $HR > 1$), with no significant interaction observed (all $P > 0.05$), indicating that the positive association between mNUTRIC score and ICU mortality risk in septic patients was consistent across different subgroups. **Conclusions** The mNUTRIC score has good predictive efficacy for ICU mortality risk in patients with sepsis. Timely implementation of nutritional or supportive interventions based on the mNUTRIC score may improve the adverse ICU outcomes of these patients.

【Key words】 Sepsis; Modified Nutrition Risk in Critically Ill Score; Intensive care unit mortality; Predictive value; Cohort study

Trial registration: Chinese Clinical Trial Registry (ChiCTR2500108972)

DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20250716-00390

营养不良在住院患者中极为普遍,发生率为 39% ~ 50%^[1]。而在重症监护病房(intensive care unit, ICU)中,这一问题更为严峻。重症患者因处于高代谢状态,且存在营养吸收与利用功能障碍,其营养需求显著高于普通患者^[2]。

脓毒症作为临床常见的危重症,其进展至脓毒性休克是导致 ICU 患者死亡的主要原因^[3]。相关研究显示,住院患者中总体脓毒症病死率约为 27%,而 ICU 内脓症患者病死率可达 42%^[4]。尽管近年来脓毒症支持治疗已取得进展,但脓毒症仍是造成 ICU 患者死亡的直接病因,给全球医疗系统带来了沉重的负担^[5]。因此,寻找预测脓症患者 ICU 死亡的有效指标,对改善患者预后具有重要的临床意义。

危重病医学会(Society of Critical Care Medicine, SCCM)与美国肠外与肠内营养学会(American Society

for Parenteral and Enteral Nutrition, ASPEN)^[6]联合推荐,采用营养风险筛查 2002 量表(Nutritional Risk Screening 2002, NRS 2002)、危重症营养风险评分(Nutrition Risk in Critically Ill Score, NUTRIC)及改良 NUTRIC 评分(modified NUTRIC, mNUTRIC)对重症患者实施早期营养风险评估。作为针对 ICU 患者开发的特异性工具,相较于 NRS 2002 评分, NUTRIC 评分和 mNUTRIC 评分能够精准地筛选出更可能从营养干预中获益的危重症人群。由于 NUTRIC 评分纳入的白细胞介素-6(interleukin-6, IL-6)并非 ICU 常规检测指标,限制了其在临床上的广泛应用。因此,本研究在脓症患者入 ICU 24 h 内采用 mNUTRIC 评分评估营养风险,旨在探讨其对脓症患者 ICU 死亡的预测价值,为制定改善脓症患者 ICU 不良结局早期干预策略提供参考,现报告如下。

1 资料与方法

1.1 研究对象:采用单中心前瞻性队列研究设计,选择 2024 年 11 月至 2025 年 6 月广西医科大学第一附属医院重症医学科收治的脓毒症患者作为研究对象。

1.1.1 纳入标准:① 年龄 ≥ 18 岁;② 入 ICU 前 24 h 或入 ICU 24 h 内被诊断为脓毒症;③ 预计 ICU 住院时间 > 24 h。

1.1.2 排除标准:① 重复入住 ICU;② 存在自身免疫性疾病或血液疾病;③ 妊娠期及产褥期;④ 恶性肿瘤晚期;⑤ 合并恶病质;⑥ 自愿终止治疗或放弃抢救。

1.1.3 伦理学:本研究符合 STROBE 报告指南^[7],并获得广西医科大学第一附属医院医学伦理委员会批准(审批号:2025-K0138),研究对象或家属均签署知情同意书。

1.2 定义:① 脓毒症:依据 2016 年《脓毒症和脓毒性休克定义的第 3 版国际共识》^[8]中的诊断标准,即由感染诱发宿主反应失调,进而导致危及生命的器官功能障碍,并以序贯器官衰竭评分(Sequential Organ Failure Assessment, SOFA)较基线升高 ≥ 2 分作为确认依据。② mNUTRIC 评分:计算患者入 ICU 24 h 内 mNUTRIC 评分,该评分由年龄(< 50 、 $50 \sim 74$ 、 ≥ 75 岁分别赋值 0、1、2 分)、SOFA 评分(< 6 、 $6 \sim 9$ 、 ≥ 10 分分别赋值 0、1、2 分)、急性生理学及慢性健康状况评分 II (Acute Physiology and Chronic Health Evaluation II, APACHE II; < 15 、 $15 \sim 19$ 、 $20 \sim 27$ 、 ≥ 28 分分别赋值 0、1、2、3 分)、合并症个数(≤ 1 个、 ≥ 2 个分别赋值 0 分和 1 分)、本次入 ICU 前住院时间(< 1 d、 ≥ 1 d 分别赋值 0 分和 1 分)5 个部分组成,总分 0~9 分。

1.3 数据收集:① 基本信息:性别、年龄、吸烟史、饮酒史、本次入 ICU 前住院时间;② 既往病史:冠心病、糖尿病、高血压;③ 并发症:脓毒性休克、急性肾损伤(acute kidney injury, AKI)、急性呼吸窘迫综合征(acute respiratory distress syndrome, ARDS)、多器官功能障碍综合征(multiple organ dysfunction syndrome, MODS);④ 入 ICU 24 h 内重症相关评分:APACHE II 评分、SOFA 评分、查尔森合并症指数(Charlson Comorbidity Index, CCI)、休克指数;⑤ 入 ICU 24 h 内首次实验室指标:白细胞计数(white blood cell count, WBC)、血红蛋白(hemoglobin, Hb)、淋巴细胞计数(lymphocyte count, LYM)、中性粒细

胞计数(neutrophil count, NEU)、白蛋白(albumin, Alb)、总胆红素(total bilirubin, TBil)、天冬氨酸转氨酶(aspartate aminotransferase, AST)、丙氨酸转氨酶(alanine aminotransferase, ALT)、国际标准化比值(international normalized ratio, INR)、血糖(glucose, Glu)、 Na^+ 、 K^+ 、血乳酸(lactate, Lac);⑥ ICU 住院期间治疗天数:连续性肾脏替代治疗(continuous renal replacement therapy, CRRT)、机械通气、肢体约束的治疗天数;⑦ 结局指标:在医院信息系统中对纳入的病例进行随访,记录患者 ICU 住院期间是否出现死亡及 ICU 住院时间。

1.4 研究分组:根据 mNUTRIC 评分将患者分为 Q1 组(mNUTRIC 评分 < 4 分)、Q2 组($4 \leq$ mNUTRIC 评分 < 5 分)、Q3 组($5 \leq$ mNUTRIC 评分 < 6 分)和 Q4 组(mNUTRIC 评分 ≥ 6 分)。

1.5 统计学方法:采用 R 4.0.3 软件完成统计分析。计量资料采用正态性检验,符合正态分布的变量以均数 \pm 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,多组间比较采用单因素方差分析;不符合正态分布的变量以中位数(四分位数) $[M(Q_1, Q_3)]$ 表示,多组间比较采用 Kruskal-Wallis H 检验。计数资料以例数(百分比)表示,多组间分布的变量比较采用 χ^2 检验,若存在理论频数 < 5 的单元格则采用 Fisher 精确检验。采用多因素 Cox 比例风险回归模型分析 mNUTRIC 评分与 ICU 死亡之间的关联强度;通过限制性立方样条(restricted cubic spline, RCS)模型拟合两者的剂量-反应关系;绘制受试者工作特征曲线(receiver operator characteristic curve, ROC 曲线)并计算曲线下面积(area under the curve, AUC),以评估 mNUTRIC 评分对 ICU 死亡的预测效能。采用约登指数确定的最佳截断值对患者进行分组,绘制 Kaplan-Meier 生存曲线以估计两组 mNUTRIC 评分患者的 ICU 内累积生存概率,采用 Log-rank 检验比较两组之间的差异;采用亚组分析及交互检验进一步评估 mNUTRIC 评分与 ICU 死亡的关联在不同亚组中的一致性。检验水准 α 值取双侧 0.05。

2 结果

2.1 基线资料:共纳入 335 例脓毒症患者,年龄(60.3 ± 15.9)岁(范围 18~102 岁);男性 236 例(占 70.4%),女性 99 例(占 29.6%);Q1 组 81 例、Q2 组 76 例、Q3 组 76 例、Q4 组 102 例;ICU 病死率为 17.6%(59/335)。4 组患者在年龄、既往病史(高血压、糖尿病、冠心病)、并发症(脓毒性休克、AKI、

MODS)、APACHE II 评分、SOFA 评分、CCI、Alb、AST、Lac、机械通气、CRRT、ICU 死亡方面差异具有统计学意义(均 $P < 0.05$; 表 1)。

2.2 mNUTRIC 评分与脓毒症患者 ICU 死亡的关系(表 2): 共构建 4 个多因素 Cox 风险比例模型, 其中模型 1 未对混杂因素进行调整; 模型 2 调整了性

表 1 不同 mNUTRIC 水平各组脓毒症患者的临床资料比较

变量	全体(335 例)	Q1 组(81 例)	Q2 组(76 例)	Q3 组(76 例)	Q4 组(102 例)	统计量值	P 值
年龄(岁, $\bar{x} \pm s$)	60.3 ± 15.9	49.1 ± 14.5	57.7 ± 14.2	60.6 ± 14.9	70.8 ± 11.8	$F = 38.485$	< 0.001
性别[例(%)]						$\chi^2 = 2.570$	0.463
男性	236(70.4)	54(66.7)	50(65.8)	57(75.0)	75(73.5)		
女性	99(29.6)	27(33.3)	26(34.2)	19(25.0)	27(26.5)		
吸烟史[例(%)]	137(40.9)	32(39.5)	22(28.9)	38(50.0)	45(44.1)	$\chi^2 = 7.598$	0.055
饮酒史[例(%)]	143(42.7)	38(46.9)	24(31.6)	35(46.1)	46(45.1)	$\chi^2 = 5.019$	0.170
既往病史[例(%)]							
高血压	154(46.0)	22(27.2)	38(50.0)	29(38.2)	65(63.7)	$\chi^2 = 26.849$	< 0.001
糖尿病	78(23.3)	11(13.6)	19(25.0)	13(17.1)	35(34.3)	$\chi^2 = 12.967$	0.005
冠心病	33(9.9)	2(2.5)	4(5.3)	7(9.2)	20(19.6)	$\chi^2 = 17.741$	< 0.001
并发症[例(%)]							
脓毒性休克	251(74.9)	45(55.6)	55(72.4)	59(77.6)	92(90.2)	$\chi^2 = 29.397$	< 0.001
ARDS	100(29.9)	24(29.6)	15(19.7)	26(34.2)	35(34.3)	$\chi^2 = 5.375$	0.146
AKI	103(30.7)	15(18.5)	21(27.6)	23(30.3)	44(43.1)	$\chi^2 = 13.397$	0.004
MODS	145(43.3)	17(21.0)	28(36.8)	37(48.7)	63(61.8)	$\chi^2 = 32.781$	< 0.001
入 ICU 前住院时间 [d, $M(Q_1, Q_3)$]	12.0 (4.0, 21.0)	12.0 (3.0, 20.0)	11.5 (5.0, 21.0)	10.5 (4.0, 19.2)	14.0 (4.0, 25.8)	$H = 2.363$	0.501
入 ICU 24 h 内评分($\bar{x} \pm s$)							
APACHE II 评分(分)	23.3 ± 8.0	15.5 ± 5.2	20.2 ± 4.8	25.0 ± 5.8	30.4 ± 6.4	$F = 116.307$	< 0.001
SOFA 评分(分)	6.9 ± 3.8	4.2 ± 2.0	5.6 ± 2.6	7.1 ± 3.1	9.7 ± 4.1	$F = 54.083$	< 0.001
CCI 评分(分)	6.3 ± 3.9	5.4 ± 4.2	5.9 ± 3.5	6.1 ± 3.0	7.5 ± 4.3	$F = 5.158$	0.002
休克指数	0.9 ± 0.3	0.8 ± 0.2	0.8 ± 0.2	0.9 ± 0.3	0.9 ± 0.3	$F = 1.840$	0.140
实验室指标							
WBC [$\times 10^9/L$, $M(Q_1, Q_3)$]	11.7(8.5, 16.5)	10.3(7.8, 15.5)	11.5(8.7, 15.1)	13.2(9.5, 18.9)	11.3(7.6, 16.4)	$H = 5.906$	0.116
Hb(g/L, $\bar{x} \pm s$)	87.3 ± 25.3	91.1 ± 27.4	88.9 ± 23.8	82.9 ± 24.4	86.5 ± 25.2	$F = 1.502$	0.214
LYM [$\times 10^9/L$, $M(Q_1, Q_3)$]	0.7(0.4, 1.2)	0.8(0.4, 1.3)	0.7(0.4, 1.3)	0.6(0.4, 1.0)	0.6(0.3, 1.1)	$H = 3.732$	0.292
NEU [$\times 10^9/L$, $M(Q_1, Q_3)$]	9.7(6.5, 14.0)	8.7(6.6, 12.2)	9.7(6.8, 13.9)	10.8(7.7, 17.0)	9.5(5.9, 14.3)	$H = 5.471$	0.140
Alb(g/L, $\bar{x} \pm s$)	30.1 ± 5.5	32.1 ± 4.8	29.1 ± 5.5	29.6 ± 5.3	29.6 ± 5.8	$F = 4.839$	0.003
TBil [$\mu\text{mol/L}$, $M(Q_1, Q_3)$]	19.6(10.4, 44.2)	18.7(10.3, 33.5)	17.8(10.0, 39.0)	20.0(11.2, 48.9)	21.6(10.9, 49.9)	$H = 1.626$	0.654
AST [U/L, $M(Q_1, Q_3)$]	46.0(25.0, 111.5)	37.0(23.0, 80.0)	41.0(20.0, 89.2)	51.5(29.5, 285.2)	53.0(25.8, 109.8)	$H = 8.186$	0.042
ALT [U/L, $M(Q_1, Q_3)$]	28.0(15.0, 73.5)	35.0(16.0, 68.0)	25.0(12.8, 73.5)	32.5(17.0, 130.8)	27.0(15.0, 56.0)	$H = 4.145$	0.246
INR [$M(Q_1, Q_3)$]	1.3(1.1, 1.5)	1.2(1.2, 1.5)	1.3(1.1, 1.5)	1.3(1.1, 1.6)	1.3(1.2, 1.5)	$H = 0.915$	0.822
Glu (mmol/L, $\bar{x} \pm s$)	11.9 ± 4.9	11.1 ± 3.9	11.6 ± 5.3	12.3 ± 4.6	12.4 ± 5.6	$F = 1.267$	0.286
Na ⁺ (mmol/L, $\bar{x} \pm s$)	139.6 ± 9.6	137.9 ± 6.3	139.2 ± 10.1	140.3 ± 10.8	140.6 ± 10.2	$F = 1.442$	0.230
K ⁺ (mmol/L, $\bar{x} \pm s$)	4.1 ± 0.9	4.0 ± 0.7	4.0 ± 0.8	4.1 ± 1.0	4.1 ± 0.9	$F = 0.405$	0.749
Lac [mmol/L, $M(Q_1, Q_3)$]	2.2(1.3, 3.6)	1.7(1.1, 2.9)	2.0(1.2, 3.2)	2.2(1.5, 4.0)	2.6(1.5, 5.2)	$H = 11.571$	0.009
治疗天数 [d, $M(Q_1, Q_3)$]							
CRRT	0.0(0.0, 5.0)	0.0(0.0, 0.0)	0.0(0.0, 3.0)	0.0(0.0, 6.0)	3.0(0.0, 7.0)	$H = 30.608$	< 0.001
机械通气	7.0(2.0, 11.0)	4.0(1.0, 10.0)	7.0(1.0, 11.2)	7.0(3.0, 10.2)	7.0(4.0, 14.0)	$H = 11.450$	0.010
肢体约束	5.0(2.0, 11.0)	4.0(0.0, 11.0)	5.0(1.0, 11.0)	5.5(3.0, 10.0)	6.0(2.0, 12.0)	$H = 2.923$	0.404
结局							
ICU 住院时间 [d, $M(Q_1, Q_3)$]	9.0(4.0, 16.0)	8.0(4.0, 16.0)	10.0(4.8, 17.0)	9.0(5.0, 13.2)	9.0(4.2, 16.0)	$H = 0.807$	0.848
ICU 死亡[例(%)]	59(17.6)	2(2.5)	5(6.6)	15(19.7)	37(36.3)	$\chi^2 = 43.896$	< 0.001

注: Q1 组为改良危重症营养风险评分(mNUTRIC) < 4 分, Q2 组为 4 分 \leq mNUTRIC 评分 < 5 分, Q3 组为 5 分 \leq mNUTRIC 评分 < 6 分, Q4 组为 mNUTRIC 评分 ≥ 6 分; ARDS 为急性呼吸窘迫综合征, AKI 为急性肾损伤, MODS 为多器官功能障碍综合征, ICU 为重症监护病房, APACHE II 为急性生理学及慢性健康状况评分 II, SOFA 为序贯器官衰竭评分, CCI 为查尔森合并症指数, WBC 为白细胞计数, Hb 为血红蛋白, LYM 为淋巴细胞计数, NEU 为中性粒细胞计数, Alb 为白蛋白, TBil 为总胆红素, AST 为天冬氨酸转氨酶, ALT 为丙氨酸转氨酶, INR 为国际标准化比值, Glu 为血糖, Lac 为血乳酸, CRRT 为连续性肾脏替代治疗

表2 mNUTRIC评分与脓毒症患者ICU死亡关联性的多因素Cox比例风险回归模型

变量	模型1		模型2		模型3		模型4	
	HR值(95%CI)	P值	HR值(95%CI)	P值	HR值(95%CI)	P值	HR值(95%CI)	P值
mNUTRIC评分	1.61(1.38~1.89)	<0.001	1.77(1.48~2.12)	<0.001	1.65(1.36~2.00)	<0.001	1.89(1.52~2.36)	<0.001
Q1组	参照		参照		参照		参照	
Q2组	2.40(0.47~12.40)	0.295	2.60(0.50~13.52)	0.256	2.05(0.39~10.76)	0.398	4.34(0.73~25.94)	0.107
Q3组	8.03(1.83~35.15)	0.006	9.13(2.07~40.30)	0.004	7.51(1.67~33.80)	0.009	17.52(3.28~93.69)	0.001
Q4组	13.36(3.21~55.56)	<0.001	17.12(4.03~72.69)	<0.001	12.49(2.80~55.69)	0.001	43.99(8.26~234.20)	<0.001
趋势检验	2.24(1.65~3.04)	<0.001	2.45(1.78~3.37)	<0.001	2.28(1.61~3.22)	<0.001	3.24(2.17~4.83)	<0.001

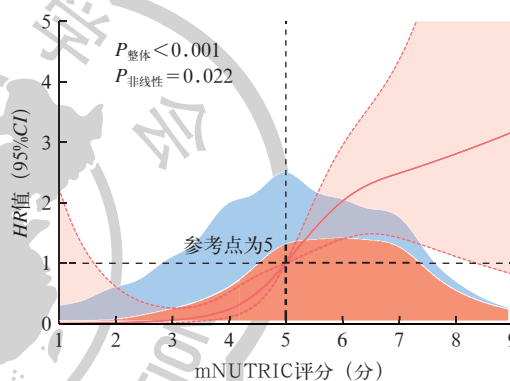
注：Q1组为改良危重症营养风险评分(mNUTRIC) < 4分，Q2组为4分 ≤ mNUTRIC评分 < 5分，Q3组为5分 ≤ mNUTRIC评分 < 6分，Q4组为mNUTRIC评分 ≥ 6分；模型1未对混杂因素进行调整；模型2调整了性别、饮酒史、吸烟史、既往病史(高血压、糖尿病、冠心病)；模型3在模型2的基础上调整了休克指数、并发症[脓毒性休克、急性肾损伤(AKI)、急性呼吸窘迫综合征(ARDS)、多器官功能障碍综合征(MODS)、查尔森合并症指数(CCI)]；模型4在模型3的基础上调整了实验室指标[白细胞计数(WBC)、血红蛋白(Hb)、淋巴细胞计数(LYM)、中性粒细胞计数(NEU)、白蛋白(Alb)、总胆红素(TBil)、天冬氨酸转氨酶(AST)、丙氨酸转氨酶(ALT)、国际标准化比值(INR)、血糖(Glu)、Na⁺、K⁺、乳酸(Lac)]和治疗[连续性肾脏替代治疗(CRRT)、机械通气、肢体约束]；ICU为重症监护病房，HR为风险比，95%CI为95%置信区间

别、饮酒史、吸烟史、既往病史(高血压、糖尿病、冠心病)；模型3在模型2的基础上调整了休克指数、并发症(脓毒性休克、AKI、ARDS、MODS)、CCI；模型4在模型3的基础上调整了实验室指标(WBC、Hb、LYM、NEU、Alb、TBil、AST、ALT、INR、Glu、Na⁺、K⁺、Lac)和相关治疗天数(CRRT、机械通气、肢体约束)。

当mNUTRIC评分被视为连续变量时，在未调整混杂因素的模型1中，mNUTRIC评分是ICU死亡的危险因素，与ICU死亡风险呈显著正相关($P < 0.001$)；在逐步调整混杂因素的过程中，这种正相关关系得到保持；在完全调整混杂因素的模型4中，mNUTRIC评分每增加1分，ICU死亡风险增加89%($P < 0.001$)。当以研究队列mNUTRIC评分的四等分位进行分组时，mNUTRIC评分被视为等级变量。当mNUTRIC评分被视为等级变量时，以Q1组为参考，4个模型均显示，ICU死亡风险随mNUTRIC评分的增加而逐步升高，且4个模型的趋势性检验均有统计学意义(趋势检验：均 $P < 0.001$)。

2.3 mNUTRIC评分与脓毒症患者ICU死亡的剂量-反应关系：在完全调整混杂因素后，mNUTRIC评分与脓毒症患者ICU死亡之间存在显著非线性关系(非线性 $P = 0.022$ ；图1)。进一步行拐点分析显示(表3)，当mNUTRIC评分 ≤ 5.38分时，mNUTRIC评分与脓毒症患者ICU死亡之间呈显著正相关($P = 0.004$)；当mNUTRIC评分 > 5.38分时，mNUTRIC评分与脓毒症患者ICU死亡之间未见显著正相关($P = 0.943$)。

2.4 mNUTRIC评分对脓毒症患者ICU死亡的预



注：mNUTRIC为改良危重症营养风险评分，ICU为重症监护病房，RCS为限制性立方样条

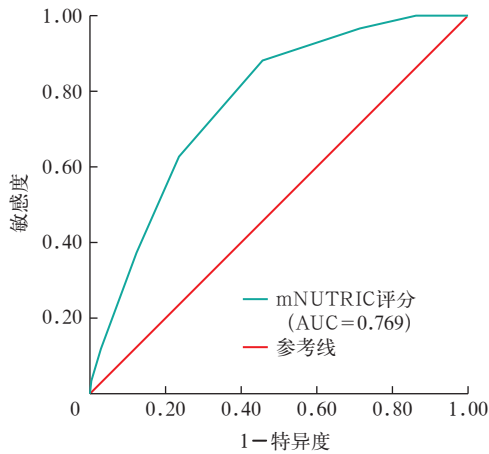
图1 mNUTRIC评分与脓毒症患者ICU死亡的趋势分析

表3 mNUTRIC评分与脓毒症患者ICU死亡的拐点分析

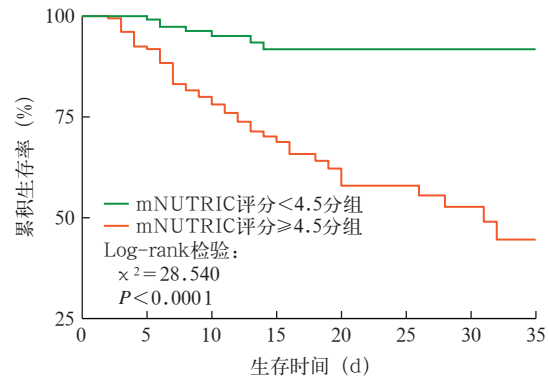
项目	HR值	95%CI	P值
拐点	5.380	5.321~5.438	
mNUTRIC评分 ≤ 5.38分	4.335	1.595~11.783	0.004
mNUTRIC评分 > 5.38分	1.022	0.569~1.835	0.943
对数似然比检验			0.004

注：mNUTRIC为改良危重症营养风险评分，ICU为重症监护病房，HR为风险比，95%CI为95%置信区间；空白代表无此项

测价值：ROC曲线显示(图2)，mNUTRIC评分预测ICU死亡的AUC = 0.769 [95%置信区间(95% confidence interval, 95%CI)为0.711~0.828]，约登指数为0.424，最佳截断值为4.5分，其敏感度为88.1%，特异度为54.3%。根据最佳截断值进一步将队列划分为mNUTRIC评分 < 4.5分组和mNUTRIC评分 ≥ 4.5分组。Kaplan-Meier生存曲线显示(图3)，mNUTRIC评分 ≥ 4.5分组患者的累积生存概率显著低于mNUTRIC评分 < 4.5分组(Log-rank检验： $\chi^2 = 28.540, P < 0.0001$)，提示mNUTRIC评分 ≥ 4.5分与更高的ICU死亡风险有关。



注：mNUTRIC 为改良危重症营养风险评分，ICU 为重症监护病房，ROC 曲线为受试者工作特征曲线，AUC 为曲线下面积
图 2 mNUTRIC 评分预测脓毒症患者 ICU 死亡的 ROC 曲线

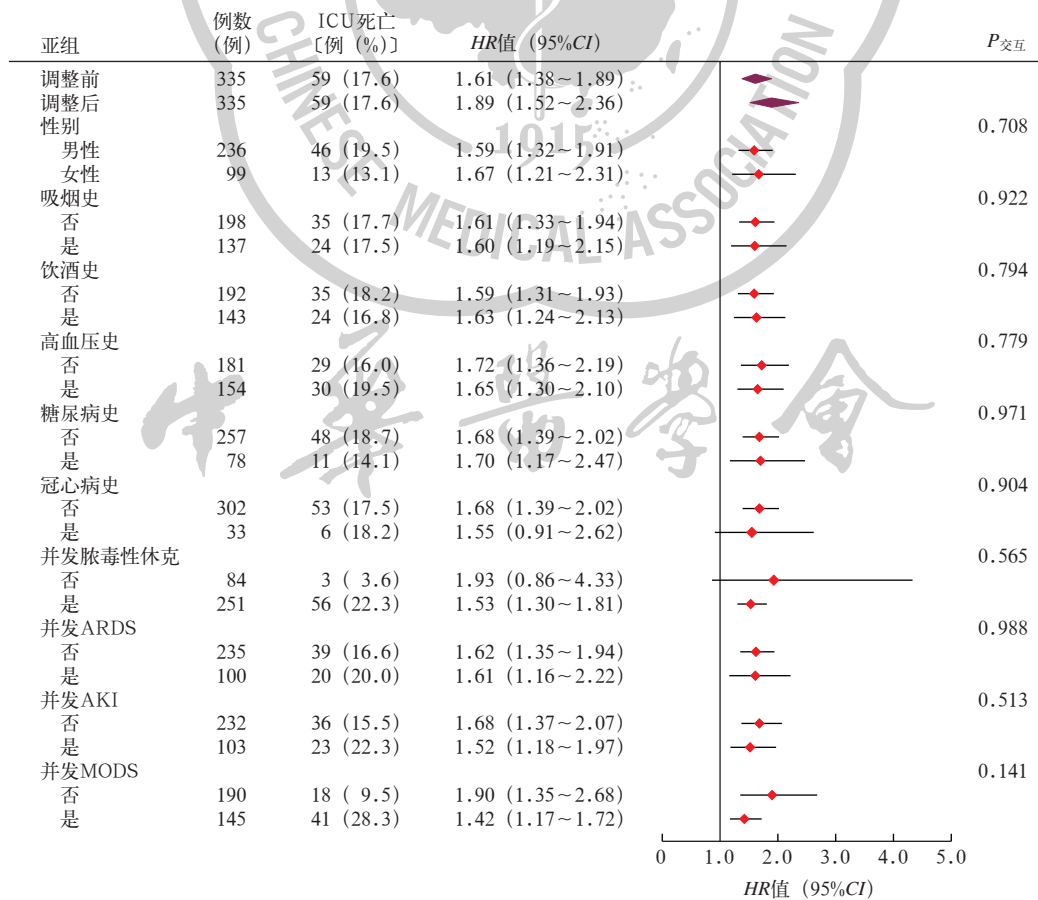


注：mNUTRIC 为改良危重症营养风险评分，ICU 为重症监护病房
图 3 mNUTRIC 评分 < 4.5 分组与 mNUTRIC 评分 \geq 4.5 分组脓毒症患者 ICU 住院期间 Kaplan-Meier 生存曲线

2.5 mNUTRIC 评分与脓症患者 ICU 死亡的亚组分析(图 4)：在所有亚组中，mNUTRIC 评分与 ICU 死亡呈稳健正相关(均 $HR > 1$)，且不存在交互作用(均 $P > 0.05$)，表明 mNUTRIC 评分对 ICU 死亡风险之间的正相关关系在不同亚组间有一致性。

3 讨论

本研究显示，在脓症人群中，mNUTRIC 评分与 ICU 死亡独立相关，在完全调整混杂因素后，mNUTRIC 评分每增加 1 分，ICU 死亡风险增加 89% ($HR = 1.89, 95\%CI$ 为 1.52 ~ 2.36, $P < 0.001$)。经调整混杂因素和敏感性分析后，mNUTRIC 评分与 ICU 死亡呈显著非线性关系。当 mNUTRIC 评分 ≤ 5.38 分



注：mNUTRIC 为改良危重症营养风险评分，ICU 为重症监护病房，ARDS 为急性呼吸窘迫综合征，AKI 为急性肾损伤，MODS 为多器官功能障碍综合征，HR 为风险比，95%CI 为 95% 置信区间

图 4 mNUTRIC 评分与脓症患者 ICU 死亡的亚组分析

时,ICU 死亡风险随着 mNUTRIC 评分的增加而升高,mNUTRIC 评分预测 ICU 死亡的 AUC=0.769 (95%CI 为 0.711 ~ 0.828),与 Yildirim 等^[9]的研究结果相似。

脓毒症是宿主对细菌、病毒等病原体引起的感染反应失调而导致的危重症^[8],常伴随严重的营养不良。有研究显示,重症患者的营养风险与院内感染率升高、伤口愈合障碍、病死率升高及医疗成本上升等不良结局有关^[10-11]。此外,在急性炎症状态下,即使实施营养支持治疗,也难以完全阻止体细胞量的丢失,导致重症患者普遍面临较高的营养不良风险^[12]。目前虽有多种营养风险评估工具,如 NRS 2002^[13]、主观全面营养评估(Subjective Global Assessment, SGA)^[14]、预后营养指数(Prognostic Nutritional Index, PNI)^[15]等,但这些工具大多仅适用于门诊或常规住院患者。ICU 患者病情危重,常存在意识障碍,难以提供筛查所需信息;且多伴随严重器官功能障碍和身体虚弱,加之管路留置与持续治疗限制活动,无法主动配合筛查。此外,重症患者病情变化快且不稳定,依赖主观描述或常规指标的评估工具难以准确反映真实营养状况,因此,上述风险筛查工具对 ICU 患者并不具有特异性。

Kondrup^[16]认为,针对 ICU 患者的营养风险筛查工具不仅应纳入体质量指数(body mass index, BMI)、近期体质量变化和食物摄入量等经典营养相关变量,还应纳入可能反映患者代谢状态的因素。在 ICU 临床实践中,APACHE II 评分和 SOFA 评分已被广泛用于预测患者死亡风险^[17],两者虽能有效预测预后,但其评估维度始终聚焦于疾病本身,缺乏对营养代谢紊乱这一独立风险维度的针对性考量。

NUTRIC 评分由加拿大学者 Heyland 团队^[18]开发,是首个专门针对危重症患者设计的营养风险筛查工具。该评分体系由年龄、APACHE II 评分、SOFA 评分、合并症个数、本次入 ICU 前住院时间、IL-6 共 6 个部分组成,无需依赖患者主观主诉或复杂的体格检查,仅通过病历中常规记录的客观指标即可完成评估,这对于病情危重、往往无法配合详细营养调查的脓毒症患者而言尤为重要^[19]。Rahman 等^[20]对 NUTRIC 评分进行改良,剔除 IL-6 这一指标,形成 mNUTRIC 评分。相比之下,mNUTRIC 评分简化了评估指标,拓宽了危重症营养风险评分的临床适用范围。大量研究证明,在预测患者不良预后方面,NUTRIC 评分与 mNUTRIC 评分的预测价值无显著

差异^[21-23]。

NUTRIC 评分及 mNUTRIC 评分在预测成人危重症患者的营养不良风险和临床结局方面均有良好表现,已被广泛应用于临床,是 ICU 中开展营养风险评估的可靠工具。二者通过有机整合 APACHE II 评分、SOFA 评分等疾病严重程度指标,构建了一个既能反映机体应激代谢状态,又能关联临床结局的多维评估框架。这种方式从炎症-代谢-结局的病理生理逻辑链条出发,为重症患者的营养风险分层提供了兼具科学性与临床实用性的解决方案,进一步完善了传统评估工具在营养代谢维度上的不足。

由于 IL-6 并非 ICU 内常规检测的检验指标,mNUTRIC 评分被更多地应用于重症患者的营养风险评估。Park 等^[24]的研究表明,在急性期依据 mNUTRIC 评分配合蛋白质供给,对改善危重症患者 28 d 病死率具有关键意义。Mahmoodpoor 等^[25]的研究显示,mNUTRIC 评分预测重症患者 ICU 死亡的 AUC 达 0.973 (95%CI 为 0.954 ~ 0.986, $P < 0.001$),提示其对 ICU 病死率具有极佳的预测效能。Tseng 等^[26]采用 mNUTRIC 评分对 815 例重症社区获得性肺炎患者的住院病死率及治疗结局进行预测,结果证实,mNUTRIC 评分能独立预测住院病死率和治疗结局。同时,Wang 等^[27]发现,呼吸 ICU 中 mNUTRIC 评分 > 5 分的患者处于高营养风险状态,需紧急补充能量以降低死亡风险。Yildirim 等^[9]使用 mNUTRIC 评分预测 78 例脓毒症患者 ICU 病死率发现,mNUTRIC 评分预测 ICU 病死率的 AUC=0.788 (95%CI 为 0.681 ~ 0.872),最佳截断值为 5 分,与本研究结果相似。

本研究也存在一定的局限性。首先,作为单中心前瞻性研究,样本来源的地域代表性可能不足,不同医疗中心在诊疗规范、患者基线特征等方面存在差异,可能导致研究结果外推至其他医疗场景时存在局限性,未来需多中心、大样本量的前瞻性研究进一步验证。其次,虽然本研究结果表明 mNUTRIC 评分是脓毒症患者 ICU 死亡风险的重要预后指标,且这种正相关关系在调整混杂因素后仍然显著,但是这些发现并不能直接证明 mNUTRIC 评分与 ICU 死亡之间存在因果关系,未来的研究仍需进一步探索 mNUTRIC 评分与 ICU 死亡之间的潜在机制。

综上所述,入 ICU 24 h 首次 mNUTRIC 评分与脓毒症患者 ICU 死亡风险显著相关,对 ICU 死亡风险具有一定的预测作用,可作为脓毒症患者 ICU 不

良结局的筛查指标。

利益冲突 所有作者声明不存在利益冲突

志谢 衷心感谢参与本研究的所有人员,同时感谢广西重症医学研究中心为本研究提供的大力支持

作者贡献声明 谢明杰: 酝酿和设计实验、实施研究、分析/解释数据、起草文章; 黄德斌: 酝酿和设计实验、对文章的知识性内容作批评性审阅、统计分析、获取研究经费、指导、支持性贡献; 黄柳云: 酝酿和设计实验、实施研究、分析/解释数据、作图; 覃园园: 实施研究、采集数据、作图; 冯碧恒: 采集数据、作图; 蔡清江: 采集数据、分析/解释数据; 李玲: 实施研究、采集数据、分析/解释数据; 朗秋燕: 对文章的知识性内容作批评性审阅、指导、支持性贡献

参考文献

- [1] Chada RR, Chidrawar S, Goud BA, et al. Association between nutrition delivery, modified nutrition risk in critically ill score, and 28-day mortality[J]. *Nutr Clin Pract*, 2021, 36(5): 1020-1033. DOI: 10.1002/nep.10673.
- [2] Koonalay A, Suksatan W, Sadang JM, et al. Optimal nutritional factors influencing the duration of mechanical ventilation among adult patients with critical illnesses in an intensive care unit[J]. *J Multidiscip Healthc*, 2021, 14: 1385-1393. DOI: 10.2147/JMDH.S319553.
- [3] International Forum of Acute Care Trialists. Assessment of global incidence and mortality of hospital-treated sepsis. Current estimates and limitations[J]. *Am J Respir Crit Care Med*, 2016, 193(3): 259-272. DOI: 10.1164/rccm.201504-0781OC.
- [4] Fleischmann-Struzek C, Mellhammar L, Rosé N, et al. Incidence and mortality of hospital- and ICU-treated sepsis: results from an updated and expanded systematic review and meta-analysis[J]. *Intensive Care Med*, 2020, 46(8): 1552-1562. DOI: 10.1007/s00134-020-06151-x.
- [5] Srzić I, Neseck Adam V, Tunjić Pejak D. Sepsis definition: what's new in the treatment guidelines[J]. *Acta Clin Croat*, 2022, 61(Suppl 1): 67-72. DOI: 10.20471/acc.2022.61.s1.11.
- [6] Singer P, Blaser AR, Berger MM, et al. ESPEN guideline on clinical nutrition in the intensive care unit[J]. *Clin Nutr*, 2019, 38(1): 48-79. DOI: 10.1016/j.clnu.2018.08.037.
- [7] STROBE Initiative. The Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE) statement: guidelines for reporting observational studies[J]. *J Clin Epidemiol*, 2008, 61(4): 344-349. DOI: 10.1016/j.jclinepi.2007.11.008.
- [8] Singer M, Deutschman CS, Seymour CW, et al. The third international consensus definitions for sepsis and septic shock (Sepsis-3)[J]. *JAMA*, 2016, 315(8): 801-810. DOI: 10.1001/jama.2016.0287.
- [9] Yildirim M, Yildirim ZS, Deniz M. Effect of the modified NUTRIC score in predicting the prognosis of patients admitted to intensive care units[J]. *BMC Anesthesiol*, 2024, 24(1): 473. DOI: 10.1186/s12871-024-02866-2.
- [10] Lambell KJ, Tatucu-Babet OA, Chapple LA, et al. Nutrition therapy in critical illness: a review of the literature for clinicians[J]. *Crit Care*, 2020, 24(1): 35. DOI: 10.1186/s13054-020-2739-4.
- [11] Lew CCH, Yandell R, Fraser RJL, et al. Association between malnutrition and clinical outcomes in the intensive care unit: a systematic review[J]. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*, 2017, 41(5): 744-758. DOI: 10.1177/0148607115625638.
- [12] Jensen GL. Inflammation as the key interface of the medical and nutrition universes: a provocative examination of the future of clinical nutrition and medicine[J]. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*, 2006, 30(5): 453-463. DOI: 10.1177/0148607106030005453.
- [13] Educational and Clinical Practice Committee, European Society of Parenteral and Enteral Nutrition (ESPEN). ESPEN guidelines for nutrition screening 2002[J]. *Clin Nutr*, 2003, 22(4): 415-421. DOI: 10.1016/s0261-5614(03)00098-0.
- [14] Detsky AS, McLaughlin JR, Baker JP, et al. What is subjective global assessment of nutritional status?[J]. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*, 1987, 11(1): 8-13. DOI: 10.1177/014860718701100108.
- [15] Onodera T, Goseki N, Kosaki G. Prognostic nutritional index in gastrointestinal surgery of malnourished cancer patients[J]. *Nihon Geka Gakkai Zasshi*, 1984, 85(9): 1001-1005.
- [16] Kondrup J. Nutritional-risk scoring systems in the intensive care unit[J]. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*, 2014, 17(2): 177-182. DOI: 10.1097/MCO.0000000000000041.
- [17] Australian and New Zealand Intensive Care Society (ANZICS) Centre for Outcomes and Resource Evaluation (CORE). 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.
- [18] Heyland DK, Dhaliwal R, Jiang XR, et al. Identifying critically ill patients who benefit the most from nutrition therapy: the development and initial validation of a novel risk assessment tool[J]. *Crit Care*, 2011, 15(6): R268. DOI: 10.1186/cc10546.
- [19] Rosa M, Heyland DK, Fernandes D, et al. Translation and adaptation of the NUTRIC Score to identify critically ill patients who benefit the most from nutrition therapy[J]. *Clin Nutr ESPEN*, 2016, 14: 31-36. DOI: 10.1016/j.clnesp.2016.04.030.
- [20] Rahman A, Hasan RM, Agarwala R, et al. Identifying critically-ill patients who will benefit most from nutritional therapy: further validation of the "modified NUTRIC" nutritional risk assessment tool[J]. *Clin Nutr*, 2016, 35(1): 158-162. DOI: 10.1016/j.clnu.2015.01.015.
- [21] Jeong DH, Hong SB, Lim CM, et al. Comparison of accuracy of NUTRIC and modified NUTRIC scores in predicting 28-day mortality in patients with sepsis: a single center retrospective study[J]. *Nutrients*, 2018, 10(7): 911. DOI: 10.3390/nu10070911.
- [22] Xu J, Luo DD, Chi RB, et al. Comparison between the NUTRIC score and modified NUTRIC score to predict hospital mortality in patients undergoing cardiac surgery: a retrospective study[J]. *Nutr Clin Pract*, 2026, 41(1): 166-176. DOI: 10.1002/nep.11306.
- [23] Zhang P, Bian Y, Tang ZP, et al. Use of nutrition risk in critically ill (NUTRIC) scoring system for nutrition risk assessment and prognosis prediction in critically ill neurological patients: a prospective observational study[J]. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*, 2021, 45(5): 1032-1041. DOI: 10.1002/jpen.1977.
- [24] Park S, Park SH, Kim Y, et al. Optimal nutritional support strategy based on the association between modified NUTRIC score and 28-day mortality in critically ill patients: a prospective study[J]. *Nutrients*, 2023, 15(11): 2465. DOI: 10.3390/nu15112465.
- [25] Mahmoodpoor A, Sanaie S, Sarfaraz T, et al. Prognostic values of modified NUTRIC score to assess outcomes in critically ill patients admitted to the intensive care units: prospective observational study[J]. *BMC Anesthesiol*, 2023, 23(1): 131. DOI: 10.1186/s12871-023-02086-0.
- [26] Tseng CC, Tu CY, Chen CH, et al. Significance of the modified NUTRIC score for predicting clinical outcomes in patients with severe community-acquired pneumonia[J]. *Nutrients*, 2021, 14(1): 198. DOI: 10.3390/nu14010198.
- [27] Wang WN, Wang CY, Hsu CY, et al. Comparison of feeding efficiency and hospital mortality between small bowel and nasogastric tube feeding in critically ill patients at high nutritional risk[J]. *Nutrients*, 2020, 12(7): 2009. DOI: 10.3390/nu12072009.

(收稿日期: 2025-07-16)

(本文编辑: 张耘菲)