

• 论著 •

再喂养综合征及其影响因素对重症患者 30 d ICU 再入院风险的预测价值

段柳青¹ 刘冰雁¹ 张越¹ 李欣¹ 赵丽娜¹ 刘海迎¹ 黄冬雪¹ 庄淑梅²
刘媛¹ 屈媛媛¹ 沈悦好¹

¹ 天津医科大学总医院重症医学科,天津 300052; ² 天津医科大学护理学院,天津 300070
通信作者:沈悦好,Email:yuehaoshen@163.com

【摘要】目的 探讨再喂养综合征(RFS)及其影响因素对重症患者30 d重症监护病房(ICU)再入院的预测价值。**方法** 采用前瞻性队列研究方法,选择2025年1月至4月天津医科大学总医院重症医学科、呼吸与危重症医学科和神经内科收治的重症患者作为研究对象,依据美国肠外肠内营养学会关于RFS的诊断标准对患者进行评估。通过电子病历系统收集患者入ICU 24 h内基线资料,动态收集患者治疗及30 d ICU再入院情况。根据患者是否发生30 d ICU再入院分为再入院组和未再入院组。采用组间比较明确两组患者的差异;通过多因素Logistic回归法分析RFS及其影响因素与30 d ICU再入院的关系;绘制受试者工作特征曲线(ROC曲线),评估各项危险因素的预测效能。**结果** 最终共纳入196例重症患者,其中30 d ICU再入院25例(占12.76%),未再入院171例(占87.24%)。与未再入院组比较,再入院组患者胃肠减压比例、急性生理学与慢性健康状况评分II(APACHE II)及RFS发生率均显著升高,胃肠减压时间显著延长。多因素Logistic回归分析显示,RFS是30 d ICU再入院的独立危险因素[优势比(OR)=5.756,95%置信区间(95%CI)为1.603~20.670,P=0.007],APACHE II评分与30 d ICU再入院呈正相关趋势(OR=1.057,95%CI为0.991~1.127,P=0.092)。ROC曲线分析显示,联合RFS与APACHE II评分的综合预测模型预测30 d ICU再入院的ROC曲线下面积(AUC)为0.766(95%CI为0.668~0.864),敏感度为88.0%,特异度为62.0%,优于单一指标(RFS和APACHE II评分的AUC分别为0.639、0.624)。**结论** RFS可显著增加重症患者30 d ICU再入院风险;联合RFS与APACHE II评分的综合模型对重症患者30 d ICU再入院具有较高的预测效能。

【关键词】 重症监护病房; 再喂养综合征; 再入院; 风险预测

基金项目: 天津医科大学护理学科提升计划项目(2024XKHL13)

临床试验注册: 中国临床试验注册中心(ChiCTR2500096073)

DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20250506-00434

Predictive value of refeeding syndrome and its influencing factors for 30-day intensive care unit readmission in critically ill patients

Duan Liuqing¹, Liu Bingyan¹, Zhang Yue¹, Li Xin¹, Zhao Lina¹, Liu Haiying¹, Huang Dongxue¹, Zhuang Shumei², Liu Yuan¹, Qu Yuanyuan¹, Shen Yuehao¹

¹ Department of Intensive Care Unit, Tianjin Medical University General Hospital, Tianjin 300052, China; ² School of Nursing, Tianjin Medical University, Tianjin 300070, China

Corresponding author: Shen Yuehao, Email: yuehaoshen@163.com

【Abstract】Objective To investigate the predictive value of refeeding syndrome (RFS) and its influencing factors for 30-day intensive care unit (ICU) readmission in critically ill patients. **Methods** A prospective cohort study was conducted. Critically ill patients admitted to the department of critical care medicine, department of respiratory and critical care medicine, and department of neurology at Tianjin Medical University General Hospital from January to April in 2025 were enrolled. Patients were assessed for RFS according to the American Society for Parenteral and Enteral Nutrition (ASPEN) criteria. General information within 24 hours of ICU admission was collected via the electronic medical record system. Treatment details and 30-day ICU readmission status were dynamically recorded. Participants were divided into readmission and non-readmission groups based on whether ICU readmission occurred within 30 days. Intergroup comparisons were performed to identify differences. Multivariate Logistic regression was used to analyze the relationship between RFS and its influencing factors with 30-day ICU readmission. Receiver operator characteristic curve (ROC curve) was plotted to evaluate the predictive performance of risk factors. **Results** A total of 196 critically ill patients were enrolled, among whom 25 (12.76%) were readmitted to ICU within 30 days and 171 (87.24%) were not. Significant differences were observed in the readmission group compared with the non-readmission group, including significantly higher rates of nasogastric decompression, higher acute physiology and chronic health evaluation II (APACHE II) score, a higher incidence of RFS, and a longer duration of nasogastric decompression. Multivariate Logistic regression analysis showed that RFS was an independent risk factor for 30-day ICU readmission [odds ratio (OR) = 5.756, 95% confidence interval (95%CI) was 1.603~20.670, P = 0.007]. APACHE II score showed a positive correlation trend

with 30-day ICU readmission ($OR = 1.057$, 95%CI was 0.991–1.127, $P = 0.092$). ROC curve analysis showed that the combined prediction model incorporating RFS and APACHE II score had an area under the ROC curve (AUC) of 0.766 (95%CI was 0.668–0.864), with a sensitivity of 88.0% and a specificity of 62.0%, which was significantly superior to a single indicator (the AUC of RFS and APACHE II score was 0.639 and 0.624, respectively). **Conclusions** RFS significantly increases the risk of 30-day ICU readmission in critically ill patients. A combined model incorporating RFS and APACHE II score demonstrates good predictive efficacy for 30-day ICU readmission in critically ill patients.

【Key words】 Intensive care unit; Refeeding syndrome; Readmission; Risk prediction

Fund program: Tianjin Nursing Discipline Enhancement Program Project (2024XKHL13)

Trial registration: Chinese Clinical Trial Registry (ChiCTR2500096073)

DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20250506-00434

重症患者 30 d 重症监护病房(intensive care unit, ICU)再入院的发生率达 3.6%~27.0%，是临床常见问题^[1-2]。30 d 再入院不仅会加重患者的生理负担，而且会显著增加医疗资源消耗^[3]。ICU 中患者普遍存在营养不良或高代谢状态，营养支持是主要干预措施^[4]。再喂养综合征(refeeding syndrome, RFS)作为营养支持过程中潜在的严重并发症，常伴随电解质失衡、器官功能障碍等病理改变。然而，RFS 受患者基线营养状况、疾病严重程度、代谢储备消耗等多维因素影响^[5-6]。既往关于重症患者短期再入院的研究中忽略了 RFS 这一重要因素，并有研究表明 RFS 可能通过代谢机制延缓患者康复，增加不良结局，如死亡、住院时间延长等^[7-8]。目前尚未明确 RFS 及其影响因素对重症患者 30 d ICU 再入院风险的预测价值^[9]，有关 RFS 对 30 d 再入院影响的研究也较为匮乏。因此，本研究旨在通过前瞻性队列研究，探讨 RFS 及其影响因素对重症患者 30 d ICU 再入院的预测价值，明确 RFS 与再入院风险之间的关系，以期为临床早期识别高危患者、制定个体化过渡期管理方案提供循证依据。

1 对象与方法

1.1 研究对象：采用前瞻性队列研究方法，选择 2025 年 1 月至 4 月天津医科大学总医院重症医学科、呼吸与危重症医学科和神经内科收治的重症患者作为研究对象。

1.1.1 纳入标准：① 年龄≥18 周岁；② 入 ICU 24 h 内营养风险筛查 2002(nutritional risk screening 2002, NRS 2002) 评分≥3 分；③ 预计在 ICU 内接受肠内、肠外营养治疗；④ 患者或家属自愿参加，签署知情同意书。

1.1.2 排除标准：① 近 3 个月内行甲状腺及甲状旁腺切除术、肾脏替代治疗、血浆置换和高磷血症治疗；② 妊娠期、哺乳期女性；③ 存在心理疾病，包括但不限于神经性厌食症、抑郁症、慢性酒精依赖等；④ 同期参与其他研究。

1.1.3 样本量计算与筛选流程：本研究样本量计算基于多因素回归分析原则^[10]，共纳入 25 项潜在相关因素，依据自变量数目 5~10 倍的标准，预估失访率为 10%，初步估算需 139~278 例。在实际研究中，原始队列共纳入 229 例患者，排除不符合纳入标准的患者 33 例，包括：妊娠期、哺乳期 9 例，甲状腺及甲状旁腺切除术后 3 例，接受肾脏替代治疗和血浆置换 18 例，关键数据缺失 3 例，最终保留 196 例完整病例进行统计分析。

1.1.4 伦理学：本研究严格遵循伦理规范，已获得医院伦理委员会批准(审批号:IRB2024-YX-433-01)，同时在中国临床试验注册中心完成了注册(注册号: ChiCTR2500096073)，所有患者或家属均知情同意并自愿参与本研究。

1.2 研究分组：依据患者是否发生 30 d ICU 再入院分为再入院组和未再入院组。

1.3 调查工具

1.3.1 一般情况调查：通过检索 PubMed、Cochrane Library、中国知网、万方、维普等数据库，收集 RFS 相关文献，并邀请重症医学科、营养科、内分泌科等多学科专家进行咨询，以确保调查表的科学性和实用性。制定一般情况调查表，包括人口学特征、疾病严重程度评估、临床治疗情况、结局指标。人口学特征：年龄、性别、体质质量指数(body mass index, BMI)、吸烟史、饮酒史；临床治疗情况：是否行胃肠减压、胃肠减压时间、是否禁食、禁食时间、是否行机械通气、机械通气时间、营养支持方式；结局指标：30 d ICU 再入院。

1.3.2 RFS 评估：2020 年美国肠外肠内营养学会构建了 RFS 评估方法^[11]，具体诊断标准包括：血清磷、钾、镁中 1、2 或 3 项指标降低 10%~20% 为轻度 RFS，降低 20%~30% 为中度 RFS，降低>30% 或因上述指标降低、硫胺素缺乏导致器官功能障碍为重度 RFS，且这些情况均需在重新开始或显著增加能量供给后 5 d 内出现。本研究将 RFS 作为二分类变

量进行处理,具体赋值方式:当患者出现符合 RFS 评估标准中的任意情况(无论是轻度、中度还是重度)时,赋值为 1,表示存在 RFS;若患者未出现上述 RFS 相关情况,则赋值为 0,表示不存在 RFS。

1.3.3 急性胃肠损伤(acute gastrointestinal injury, AGI)分级:AGI 分级是由欧洲重症医学会在 2012 年提出的^[12],用于评估重症患者的胃肠道功能。该标准将胃肠道功能障碍分为 4 级:I 级为存在明确病因导致的暂时性胃肠道症状,有发生胃肠道功能不全和衰竭的风险;II 级为胃肠道功能不全,胃肠道的消化吸收功能受损,表现为胃轻瘫伴胃潴留、腹泻等,此时肠道无法满足机体对营养及水分的需求,但尚未影响到患者的全身情况;III 级为胃肠功能衰竭,胃肠道功能丧失,采取促动力药物、幽门后喂养等干预措施仍无法恢复,全身情况持续恶化;IV 级为胃肠道功能衰竭引发其他器官功能障碍及休克,临床表现为肠道缺血坏死、失血性休克等,AGI 成为直接危及生命的因素。

1.3.4 急性生理学与慢性健康状况评分Ⅱ(acute physiology and chronic health evaluation Ⅱ, APACHE Ⅱ):APACHE Ⅱ由 Knaus 等^[13]于 1985 年修订,是用于评估重症患者病情严重程度的评分系统。该评分系统包含 3 个维度的评估指标:① 急性生理学指标(包括体温、血压、心率、呼吸频率、血氧分压、动脉血 pH 值、血钠、血钾、血肌酐等):0~6 分;② 年龄因素:0~21 分;③ 慢性健康状况:既往存在的严重慢性疾病状态,如晚期肝脏、心血管、呼吸系统、肾脏疾病或免疫抑制,0~44 分。总分为 0~71 分,得分与患者的病情严重程度呈正相关,该量表的 Cronbach α 系数为 0.790。

1.3.5 NRS 2002:NRS 2002 是营养风险常用筛查量表,由欧洲肠外肠内营养学会制定^[14],包括年龄、疾病严重程度和近期营养状况 3 个维度,总分 0~7 分,得分 ≥3 分为存在营养风险。该量表适用于住院患者的营养风险评估,其 Cronbach α 系数为 0.88,内容效度为 0.78。

1.4 资料收集方法:在资料收集过程中分别由 2 名经过标准化培训的住院医师、ICU 护理研究员完成资料收集工作。培训内容涵盖评估工具使用规范及数据录入流程。研究人员于患者入 ICU 24 h 内通过电子病历系统提取基线数据,包括年龄、性别、BMI、吸烟史、饮酒史、NRS 2002 评分、APACHE Ⅱ 评分。治疗过程中的动态指标包括是否行胃肠减压、胃肠

减压时间、是否禁食、禁食时间、是否行机械通气、机械通气时间、营养支持方式、RFS 发生情况。收集的动态指标由护理研究员每日查看电子病历及护理记录单补充更新。AGI 分级由住院医师和护理研究员每日评估,取 ICU 住院期间的最高等级。30 d ICU 再入院通过医院信息系统汇总,对无法追踪的病例采用电话随访补充。

1.5 质量控制:采用多学科营养支持团队协作模式,由重症医学领域主任医师、临床营养师、住院医师、护士共同组成专家组,根据患者情况制定个体化营养干预方案,并在治疗过程中动态评估与调整,确保患者营养支持的规范化与合理性。为保证数据的准确性,由 2 名研究员分别独立完成数据录入工作,发现错误和缺失项及时追溯核查与填补,确保最终数据库的完整性和准确性。单病例变量缺失数据累计 ≥20% 进行删除处理,缺失数据 <20% 采用多重插补法处理。

1.6 统计分析方法:应用 SPSS 27.0 统计软件处理数据。以 Kolmogorov-Smirnov 检验评估连续性数值变量的正态性,均不符合正态分布,以中位数(四分位数)[$M(Q_1, Q_3)$]表示,组间比较采用 Mann-Whitney U 检验。对于分类变量采用例数(百分比)表示,组间比较采用 χ^2 检验。通过单因素回归分析筛选潜在影响因素($P < 0.05$),构建多因素 Logistic 回归模型,计算优势比(odds ratio, OR)及其 95% 置信区间(95% confidence interval, 95%CI)。根据多因素分析结果,绘制重症患者 30 d ICU 再入院的受试者工作特征曲线(receiver operator characteristic curve, ROC 曲线),并计算截断值、ROC 曲线下面积(area under the ROC curve, AUC)、特异度、敏感度。所有统计检验水准 α 值取双侧 0.05。

2 结 果

2.1 30 d ICU 再入院重症患者临床特征分析(表 1):最终共纳入 196 例重症患者,30 d ICU 再入院 25 例(占 12.76%),未再入院 171 例(占 87.24%)。与未再入院组比较,再入院组患者胃肠减压比例、APACHE Ⅱ 评分及 RFS 发生率均显著升高,胃肠减压时间显著延长(均 $P < 0.05$)。

2.2 重症患者 30 d ICU 再入院的多因素 Logistic 回归分析(表 2):RFS 是重症患者 30 d ICU 再入院的独立危险因素($P < 0.05$);APACHE Ⅱ 评分和胃肠减压虽然对再入院风险有一定影响,但并未发现统计学意义。

表 1 是否发生 30 d ICU 再入院两组重症患者临床特征比较						
指标	全体 (n=196)	未再入院组 (n=171)	再入院组 (n=25)	Z/χ ² 值	P 值	
年龄[岁, M(Q ₁ , Q ₃)]	68.00 (58.25, 75.00)	69.00 (44.00, 78.50)	69.00 (59.00, 75.00)	-0.402	0.688	
性别[例(%)]				0.040	0.850	
男性	130(66.33)	113(66.08)	17(68.00)			
女性	66(33.67)	58(33.92)	8(32.00)			
BMI [kg/m ² , M(Q ₁ , Q ₃)]	24.00 (20.81, 26.67)	23.67 (20.81, 26.67)	24.38 (21.72, 26.50)	-0.774	0.439	
吸烟史[例(%)]				2.781	0.251	
无	118(60.20)	101(59.06)	17(68.00)			
有	61(31.12)	53(30.99)	8(32.00)			
有,已戒烟	17(8.68)	17(9.95)	0(0)			
饮酒史[例(%)]				0.688	0.712	
无	157(80.10)	136(79.53)	21(84.00)			
有	35(17.86)	31(18.13)	4(16.00)			
有,已戒酒	4(2.04)	4(2.34)	0(0)			
胃肠减压 [例(%)]				5.361	0.021	
无	105(53.57)	97(56.73)	8(32.00)			
有	91(46.43)	74(43.27)	17(68.00)			
胃肠减压时间 [d, M(Q ₁ , Q ₃)]	0 (0, 2.00)	0 (0, 2.00)	2.00 (0, 4.50)	-2.485	0.013	
禁食[例(%)]				0.669	0.412	
无	35(17.86)	32(18.71)	3(12.00)			
有	161(82.14)	139(81.29)	22(88.00)			

注:ICU 为重症监护病房, BMI 为体质量指数, SOFA 为序贯器官衰竭评分, APACHE II 为急性生理学与慢性健康状况评分 II, NRS 2002 为营养风险筛查 2002, AGI 为急性胃肠损伤, RFS 为再喂养综合征。

表 2 重症患者 30 d ICU 再入院危险因素的多因素 Logistic 回归分析				
指标	β 值	P 值	OR 值	95%CI
胃肠减压	0.802	0.162	2.230	0.724 ~ 6.866
胃肠减压时间	0.074	0.419	1.076	0.901 ~ 1.286
APACHE II 评分	0.055	0.092	1.057	0.991 ~ 1.127
RFS	1.750	0.007	5.756	1.603 ~ 20.670

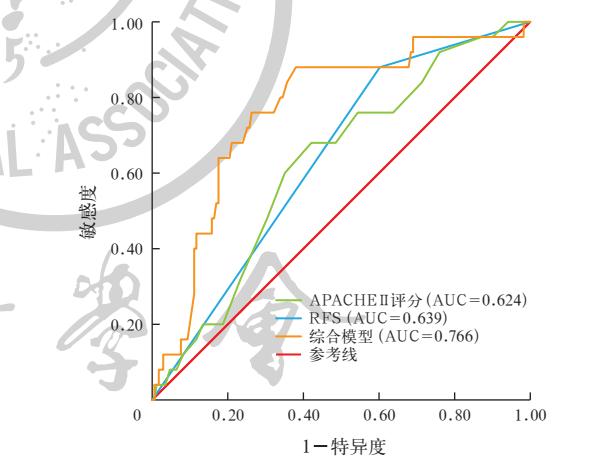
注:ICU 为重症监护病房, APACHE II 为急性生理学与慢性健康状况评分 II, RFS 为再喂养综合征, OR 为优势比, 95%CI 为 95% 置信区间

2.3 重症患者 30 d ICU 再入院预测效能的 ROC 曲线分析(表 3; 图 1): RFS 对重症患者 30 d ICU 再入院的预测效能最为突出, APACHE II 评分次之; 联合 RFS 与 APACHE II 评分的综合预测模型表现更佳, 敏感度达到 88.0%, 特异度为 62.0%, 高于单一指标。

表 3 重症患者 30 d ICU 再入院危险因素的预测效能					
指标	截断值	AUC	95%CI	敏感度 (%)	特异度 (%)
APACHE II 评分	15.5	0.624	0.515 ~ 0.733	68.0	57.9
RFS		0.639	0.535 ~ 0.742	88.0	39.8
综合模型		0.766	0.668 ~ 0.864	88.0	62.0

注:ICU 为重症监护病房, APACHE II 为急性生理学与慢性健康状况评分 II, RFS 为再喂养综合征, 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

指标	全体 (n=196)	未再入院组 (n=171)	再入院组 (n=25)	Z/χ ² 值	P 值
禁食时间 [d, M(Q ₁ , Q ₃)]	2.00 (1.00, 4.00)	2.00 (1.00, 4.00)	2.00 (1.00, 4.50)	-1.171	0.242
机械通气 [例(%)]					-0.194 0.846
无	57(29.08)	48(28.07)	9(36.00)		
有	139(70.92)	123(71.93)	16(64.00)		
机械通气时间 [d, M(Q ₁ , Q ₃)]	4.00 (0, 8.00)	4.00 (0, 8.00)	4.00 (0, 10.00)	-0.002	0.998
营养支持方式 [例(%)]					1.918 0.379
肠内	34(17.35)	30(17.54)	4(16.00)		
肠外	119(60.71)	101(59.07)	18(72.00)		
肠内+肠外	43(21.94)	40(23.39)	3(12.00)		
SOFA 评分 [分, M(Q ₁ , Q ₃)]	6.00 (4.00, 8.00)	6.00 (3.00, 8.00)	7.00 (4.00, 9.00)	-1.510	0.131
APACHE II 评分 [分, M(Q ₁ , Q ₃)]	15.00 (10.00, 18.00)	14.00 (10.00, 18.00)	17.00 (12.50, 19.00)	-2.004	0.045
NRS 2002 评分 [分, M(Q ₁ , Q ₃)]	3.00 (1.00, 3.00)	3.00 (1.00, 3.00)	3.00 (1.50, 3.50)	-1.410	0.159
AGI 分级 [级, M(Q ₁ , Q ₃)]	0(0, 1.00)	0(0, 1.00)	1.00(0, 2.00)	-1.826	0.068
RFS [例(%)]					7.281 0.007
无	74(37.76)	71(41.52)	3(12.00)		
有	122(62.24)	100(58.48)	22(88.00)		



注:ICU 为重症监护病房, ROC 曲线为受试者工作特征曲线, APACHE II 为急性生理学与慢性健康状况评分 II, RFS 为再喂养综合征, AUC 为 ROC 曲线下面积

图 1 重症患者 30 d ICU 再入院危险因素预测效能的 ROC 曲线

3 讨论

3.1 重症患者 30 d ICU 再入院的现状:本研究显示,重症患者 30 d ICU 再入院的发生率为 12.76%。我国一项针对脑卒中患者的单病种研究显示,30 d 再入院的发生率为 16.80%^[15],提示不同疾病谱和医疗体系下的再入院发生率存在差异。美国一组关于重症患者 30 d ICU 再入院的现有数据显示其发生率为

13.60%~16.70%^[16-18]。综合现有数据发现,本研究结果虽略低于该范围,但重症患者 30 d ICU 再入院发生率仍处于较高水平,可能与 ICU 中患者普遍存在高代谢状态^[19]、严重营养不良^[20]及更复杂的临床干预措施^[21-22]有关。这一现象提示,重症患者是 ICU 再入院的重点监测人群,临床实践过程中需完善出院前评估,以降低 RFS 相关再入院风险。

3.2 RFS 是重症患者 30 d ICU 再入院的独立危险因素:本研究显示,RFS 是重症患者 30 d ICU 再入院的独立危险因素,表明 RFS 患者再入院风险是非 RFS 患者的 5.756 倍,与巴西一项针对重症患者不良结局的研究显示 RFS 患者 ICU 再入院是非 RFS 患者的 2 倍相似^[8]。分析两项研究结果存在差异的原因发现,巴西研究中 RFS 的诊断标准是基于英国国家卫生与临床优化研究所发布的标准评估的^[23],与本研究不同。但无论采用何种诊断标准,RFS 的核心病理生理机制,如电解质失衡、器官功能失代偿,均可能通过心律失常、心力衰竭、呼吸衰竭等并发症增加患者再入院风险。多项研究表明,RFS 与急危重症患者 28 d 病死率升高、28 d 急性肾损伤(acute kidney injury, AKI)的发生率增加等不良结局存在显著相关性,提示 RFS 可能是重症患者预后不良的风险标志^[7, 9, 24]。RFS 相关代谢紊乱可能导致心肌功能障碍^[25]、肌无力或呼吸衰竭^[26-27],增加出院后并发症的发生风险。此外,部分 RFS 患者可能存在持续性营养不良,进而影响器官功能恢复,最终增加再入院风险。

30 d 再入院不仅可导致患者总体预后恶化,还会加重患者的家庭经济负担,加剧医疗系统的资源消耗^[3]。在临床实践过程中,对于 RFS 患者应根据其基础营养状况制定个体化营养支持方案,密切监测患者在接受营养支持过程中电解质、微量元素的变化,以减少 RFS 的发生,从而降低再入院发生率。结合当前研究结果,临幊上需将 RFS 筛查纳入 ICU 出院评估体系,并对 RFS 患者实施过渡期营养监测;出院前需全面评估患者电解质水平,早期识别 ICU 再入院高危人群,建立多学科随访团队,通过远程监测或社区医疗干预降低再入院风险^[28]。

3.3 重症患者 APACHE II 评分越高 30 d ICU 再入院风险越大:本研究显示,再入院组患者 APACHE II 评分显著高于未再入院组,提示 30 d ICU 再入院患者病情严重程度更高;APACHE II 评分与重症患者 30 d ICU 再入院风险呈正相关趋势,尽管在多因素

Logistic 回归分析中没有显示出统计学意义,但在综合模型中的贡献不容忽视,其临床意义值得关注。APACHE II 评分是评估危重患者病情严重程度的工具,可反映患者入院时的器官功能状态,与患者短期预后密切相关^[13, 29]。本研究中观察到 APACHE II 评分与重症患者 30 d ICU 再入院风险呈正相关趋势,可能提示病情较重的患者在出院后仍面临功能恢复延迟或并发症易感性增加的风险^[29-30],进而导致再入院需求升高。既往 APACHE II 评分用于死亡预测的分界值为 17.5~27.0 分^[31-33]。本研究 ROC 曲线分析显示,APACHE II 评分预测 30 d ICU 再入院的截断值为 15.5 分,提示 APACHE II 评分 ≥15.5 分的重症患者可以适当延长院内观察期并定制康复计划,根据患者病情增加呼吸肌训练、限制液体摄入等靶向干预措施,从而降低再入院风险。

3.4 RFS 联合 APACHE II 评分对重症患者 30 d ICU 再入院具有良好的预测效能:本研究显示,单独应用 RFS 对重症患者 30 d ICU 再入院风险的预测效能较单独应用 APACHE II 评分更好,且敏感度高达 88.0%,提示 RFS 筛查能够有效识别大多数潜在再入院高危患者,但其特异度相对较低(39.8%),可能造成部分假阳性判断,推测是 RFS 病理生理机制中电解质紊乱、代谢失衡等临床表现与其他并发症重叠所致^[11]。本研究显示,APACHE II 评分单独预测重症患者 30 d ICU 再入院风险的特异度(57.9%)较 RFS 更高,但敏感度(68.0%)相对不足。联合 RFS 与 APACHE II 评分的综合模型通过优势互补,在保持高敏感度的同时提升了特异度(62.0%),提示多维度评估对于再入院风险分层的重要性;此外,该综合模型将预测效能(AUC)从单一指标的 0.624、0.639 提升至 0.766,且敏感度与特异度良好,有助于临床识别需重点监测的再入院高危人群,从而优先分配家庭随访、远程监护等有限医疗资源^[34]。该综合模型中的指标均为住院期间可早期获取的临床参数,使干预窗口能够提前至患者住院阶段,针对高危患者可以实施个体化营养支持方案、延长院内代谢监测周期等措施^[5],从而降低重症患者 ICU 再入院发生率。未来研究可进一步验证该综合模型在不同医疗体系下的普适性,实现实时风险预警的可行性。

4 小结

综上所述,本研究显示,RFS 是重症患者 30 d ICU 再入院的独立危险因素,代谢紊乱可能通过器官功能代偿不足等机制增加再入院风险;联合 RFS

与 APACHE II 评分的综合模型可显著提升风险预测效能,为临床识别高危患者提供实用工具。基于上述发现,建议临床实践中将 RFS 筛查与综合风险评估纳入 ICU 出院前管理流程,针对高危患者制定个体化营养支持及随访方案,从而改善患者预后并优化医疗资源配置。本研究的单中心设计可能导致人群代表性受限,未来需开展多中心、大样本的前瞻性研究对结论加以验证。

利益冲突 所有作者声明不存在利益冲突

作者贡献声明 段柳青: 文章撰写, 研究设计, 实施研究; 刘冰雁: 研究设计, 数据分析与解释, 文章撰写; 张越: 实施研究, 采集数据, 文章指导; 李欣: 研究设计, 采集数据; 赵丽娜: 实施研究, 文章指导; 刘海迎: 研究指导, 资料整理; 黄冬雪: 采集数据, 研究指导; 庄淑梅: 实施研究, 文章修订指导; 刘媛、屈媛媛: 采集数据, 文章修订指导; 沈悦好: 研究指导, 文章修订

参考文献

- [1] Terlisten K, Wirth R, Daubert D, et al. Refeeding syndrome in older hospitalized patients: incidence, management, and outcomes [J]. Nutrients, 2023, 15 (18): 4084. DOI: 10.3390/nu15184084.
- [2] Loreto M, Lisboa T, Moreira VP. Early prediction of ICU readmissions using classification algorithms [J]. Comput Biol Med, 2020, 118: 103636. DOI: 10.1016/j.combiomed.2020.103636.
- [3] Jencks SF, Williams MV, Coleman EA. Rehospitalizations among patients in the Medicare fee-for-service program [J]. N Engl J Med, 2009, 360 (14): 1418–1428. DOI: 10.1056/NEJMsa0803563.
- [4] 杨富, 方芳, 王秋莉, 等. NUTRIC 及改良 NUTRIC 评分在危重症患者中应用的研究进展 [J]. 中国中西医结合急救杂志, 2023, 30 (2): 241–244. DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2023.02.026.
- [5] Matthews-Rensch K, Blackwood K, Lawlis D, et al. The Australasian Society of Parenteral and Enteral Nutrition: consensus statements on refeeding syndrome [J]. Nutr Diet, 2025, 82 (2): 128–142. DOI: 10.1111/1747-0080.70003.
- [6] 孟莹莹, 刘玉平, 梁蒙蒙. 重症监护患者再喂养综合征发生率及危险因素的 Meta 分析 [J]. 军事护理, 2024, 41 (6): 98–102. DOI: 10.3969/j.issn.2097-1826.2024.06.024.
- [7] Yoshida M, Suzuki M, Wakatake H, et al. Association between poor outcomes and risk of refeeding syndrome among patients urgently admitted to the high dependency unit: a single-center cohort study in Japan [J]. Nutrients, 2024, 16 (19): 3287. DOI: 10.3390/nu16193287.
- [8] Bernardes S, Stello BB, Milanez DSJ, et al. Refeeding syndrome risk at ICU admission is an independent predictor of ICU readmission but it is not associated with mortality or length of stay in critically ill patients [J]. Intensive Crit Care Nurs, 2024, 85: 103716. DOI: 10.1016/j.iccn.2024.103716.
- [9] 马慧颖, 绳宇, 朱信雨, 等. 重症病人再喂养综合征与预后关系的 Meta 分析 [J]. 护理研究, 2022, 36 (17): 3023–3031. DOI: 10.12102/j.issn.1009-6493.2022.17.003.
- [10] 高永祥, 张晋昕. Logistic 回归分析的样本量确定 [J]. 循证医学, 2018, 18 (2): 122–124. DOI: 10.12019/j.issn.1671-5144.2018.02.015.
- [11] Parenteral Nutrition Safety and Clinical Practice Committees, American Society for Parenteral and Enteral Nutrition. ASPEN consensus recommendations for refeeding syndrome [J]. Nutr Clin Pract, 2020, 35 (2): 178–195. DOI: 10.1002/ncp.10474.
- [12] Reintam Blaser A, Malbrain ML, Starkopf J, et al. Gastrointestinal function in intensive care patients: terminology, definitions and management. Recommendations of the ESICM Working Group on Abdominal Problems [J]. Intensive Care Med, 2012, 38 (3): 384–394. DOI: 10.1007/s00134-011-2459-y.
- [13] Knaus WA, Draper EA, Wagner DP, et al. APACHE II : a severity of disease classification system [J]. Crit Care Med, 1985, 13 (10): 818–829. DOI: 10.1097/00003465-198603000-00013.
- [14] 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.
- [15] 苗菁. 脑卒中患者 30 天非计划性再入院风险预测模型的建立与验证 [D]. 石河子大学, 2022.
- [16] ApSimon M, Steel C, Johnston C, et al. Enteral nutrition on discharge from intensive care and 30-day unplanned readmission: an exploratory, retrospective study of association [J]. Clin Nutr ESPEN, 2024, 61: 15–21. DOI: 10.1016/j.clnesp.2024.03.002.
- [17] Peacock S, Siegel J, Harmer E, et al. Evaluation of hospital-wide readmission risk calculator to predict 30-day readmission in neurocritical care patients [J]. J Neurosci Nurs, 2019, 51 (1): 16–19. DOI: 10.1097/JNN.00000000000000410.
- [18] Chesley CF, Harhay MO, Small DS, et al. Hospital readmission and post-acute care use after intensive care unit admissions: new ICU quality metrics? [J]. J Intensive Care Med, 2022, 37 (2): 168–176. DOI: 10.1177/0885066620956633.
- [19] Oami T, Yamamoto A, Ishida S, et al. Critical care nutrition from a metabolic point of view: a narrative review [J]. Nutrients, 2025, 17 (8): 1352. DOI: 10.3390/nu17081352.
- [20] Osooli F, Abbas S, Farsaei S, et al. Identifying critically ill patients at risk of malnutrition and underfeeding: a prospective study at an academic hospital [J]. Adv Pharm Bull, 2019, 9 (2): 314–320. DOI: 10.15171/apb.2019.037.
- [21] Martinez RH, Liu KD, Aldrich JM. Overview of the medical management of the critically ill patient [J]. Clin J Am Soc Nephrol, 2022, 17 (12): 1805–1813. DOI: 10.2215/CJN.07130622.
- [22] 卢桂阳, 徐颖, 宁耀贵, 等. 综合 ICU 中成人体外膜肺氧合并发症及对预后的危险因素分析 [J]. 中国中西医结合急救杂志, 2021, 28 (6): 697–701. DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2021.06.012.
- [23] NCCFA Care. Nutrition support for adults: oral nutrition support, enteral tube feeding and parenteral nutrition [M]. London: National Collaborating Centre for Acute Care (UK), 2006.
- [24] 徐阳, 吴淑璐, 袁成, 等. 再喂养综合征和血磷水平变化对急危重症患者短期预后的预测能力比较 [J]. 中国急救医学, 2023, 43 (6): 456–461. DOI: 10.3969/j.issn.1002-1949.2023.06.006.
- [25] Mgerian M, Havican S, Wolf F, et al. A case of hemodynamically unstable sick sinus syndrome secondary to refeeding syndrome [J]. Cureus, 2021, 13 (4): e14625. DOI: 10.7759/cureus.14625.
- [26] 王清, 许惠仙. 急性呼吸窘迫综合征患者发生低磷血症的危险因素分析 [J]. 中华危重病急救医学, 2025, 37 (1): 43–47. DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20230726-00555.
- [27] Holm-Yildiz S, Krag T, Witting N, et al. Hypokalemic periodic paralysis: a 3-year follow-up study [J]. J Neurol, 2023, 270 (12): 6057–6063. DOI: 10.1007/s00415-023-11964-z.
- [28] Deb P, Murtaugh CM, Bowles KH, et al. Does early follow-up improve the outcomes of sepsis survivors discharged to home health care? [J]. Med Care, 2019, 57 (8): 633–640. DOI: 10.1097/MLR.0000000000001152.
- [29] Rojek-Jarmula A, Hombach R, Krzych ŁJ. Does the APACHE II score predict performance of activities of daily living in patients discharged from a weaning center? [J]. Kardiochir Torakochirurgia Pol, 2016, 13 (4): 353–358. DOI: 10.5114/kitp.2016.64880.
- [30] Curtis NJ, Noble E, Salib E, et al. Does hospital readmission following colorectal cancer resection and enhanced recovery after surgery affect long term survival? [J]. Colorectal Dis, 2017, 19 (8): 723–730. DOI: 10.1111/cod.13603.
- [31] 刘慧琳, 傅义程, 郭靖欣, 等. 血清降钙素原水平和 APACHE II 评分对老年脓毒症患者预后的预测价值分析 [J]. 中华危重病急救医学, 2023, 35 (1): 56–60. DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20221008-00877.
- [32] 杨明月, 杨小娟, 景佩, 等. 凝血功能联合 APACHE II 及 SOFA 评分对血流感染患者预后的预测价值 [J]. 中华危重病急救医学, 2021, 33 (12): 1434–1439. DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20210910-01361.
- [33] 郭金香, 许俊旭, 梁勇, 等. miR-122 联合 APACHE II 评分对 ARDS 患者预后的评估价值 [J]. 中华危重病急救医学, 2019, 31 (6): 694–698. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2019.06.007.
- [34] Donzé J, John G, Genné D, et al. Effects of a multimodal transitional care intervention in patients at high risk of readmission: the TARGET-READ randomized clinical trial [J]. JAMA Intern Med, 2023, 183 (7): 658–668. DOI: 10.1001/jamainternmed.2023.0791.