

血磷清除率对接受持续性肾脏替代治疗脓毒性急性肾损伤患者预后的影响

林明江, 邢 柏, 童丽珍

海南医学院第二附属医院急诊科, 海南 海口

收稿日期: 2023年5月13日; 录用日期: 2023年6月7日; 发布日期: 2023年6月14日

摘 要

目的: 探讨血磷清除率与接受持续性肾脏替代治疗(CRRT)的脓毒性急性肾损伤(SAKI)患者预后的关系。方法: 收集接受CRRT治疗的SAKI患者的临床资料进行回顾性分析。根据患者行CRRT后28天转归为研究终点, 将患者分为存活组和死亡组, 比较两组患者的临床信息、生化指标及血磷清除率, 并采用二元Logistic回归分析接受CRRT治疗的SAKI患者28天死亡的影响因素, 再根据影响因素建立列线图预测模型并对模型进行评价。结果: 本研究发现BMI ≥ 24 kg/m²、血肌酐 ≥ 186 μ mol/L、白蛋白 ≥ 25 g/L、血磷清除率 $\geq 20.91\%$ 是接受CRRT治疗的SAKI患者28天死亡的保护因素, 而APACHEII评分 > 35 分、SOFA评分 > 5 分是危险因素($P < 0.05$)。将上述影响因素建立列线图预测模型, 预测接受CRRT治疗的SAKI患者28天死亡的ROC曲线分析结果显示, AUC为0.746 [95% CI (0.718~0.775)]说明列线图预测模型区分度好。采用Bootstrap法重复抽样1000次, 结果显示一致性指数为0.746, 校准曲线显示列线图预测模型有较好的准确度。决策曲线显示, 当列线图预测模型的概率阈值为0.20~0.95时, 净获益率较高。结论: 血磷清除率对接受CRRT治疗的SAKI患者病情判断及预后评估有着重要的价值。

关键词

血磷, 脓毒症, 急性肾损伤, 持续性肾脏替代治疗, 预后

Effect of Serum Phosphorus Clearance Rate on the Prognosis of Patients with Septic Acute Renal Injury Receiving Continuous Renal Replacement Therapy

Mingjiang Lin, Bo Xing, Lizhen Tong

Emergency Department, The Second Affiliated Hospital of Hainan Medical University, Haikou Hainan

Received: May 13th, 2023; accepted: Jun. 7th, 2023; published: Jun. 14th, 2023

文章引用: 林明江, 邢柏, 童丽珍. 血磷清除率对接受持续性肾脏替代治疗脓毒性急性肾损伤患者预后的影响[J]. 临床医学进展, 2023, 13(6): 9273-9281. DOI: 10.12677/acm.2023.1361299

Abstract

Objective: To investigate the relationship between serum phosphorus clearance rate and prognosis of septic acute kidney injury (SAKI) patients receiving continuous renal replacement therapy (CRRT). **Methods:** The clinical data of SAKI patients who received CRRT treatment were collected and analyzed retrospectively. According to 28 days after CRRT, the patients were divided into survival group and death group. The clinical information, biochemical indexes and blood phosphorus clearance rate of the two groups were compared. Binary Logistic regression analysis was used to analyze the influencing factors of 28-day death in SAKI patients treated with CRRT. A nomogram prediction model was established and evaluated according to the influencing factors. **Results:** In this study, it was found that BMI ≥ 24 kg/m², serum creatinine ≥ 186 μ mol/L, albumin ≥ 25 g/L and serum phosphorus clearance rate $\geq 20.91\%$ were protective factors for 28-day death in SAKI patients treated with CRRT, while APACHEII score > 35 and SOFA score > 5 were risk factors ($P < 0.05$). The above influencing factors were used to establish a nomogram prediction model to predict the 28-day death of SAKI patients treated with CRRT. The results of ROC curve analysis showed that the AUC was 0.746 [95% CI (0.718~0.775)], indicating that the nomogram prediction model had a good differentiation. The Bootstrap method was used to repeat sampling for 1000 times, and the results showed that the consistency index was 0.746. The calibration curve showed that the nomogram prediction model had better accuracy. The decision curve shows that when the probability threshold of the nomogram prediction model is 0.20~0.95, the net benefit rate is higher. **Conclusion:** The serum phosphorus clearance rate is of great value in judging the condition and prognosis of SAKI patients treated with CRRT.

Keywords

Serum Phosphorus, Sepsis, Acute Renal Injury, Continuous Renal Replacement Therapy, Prognosis

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

脓毒症是重症监护室(ICU)工作中常遇到的疾病,一项关于全国多家医院ICU的研究报告显示,脓毒症的发病率约20.6%,脓毒症患者病死率可高达35.5% [1]。在脓毒症所致的器官功能障碍中,肾脏是最易受到损伤的器官,在我国的ICU中脓毒性急性肾损伤(SAKI)发病率为40%~50%,死亡率超过50% [2]。国外有研究表明SAKI的发病率高达60%,且SAKI患者死亡率比没有并发急性肾损伤(AKI)的脓毒症患者死亡率显著增加[3]。磷是维持人体正常生理功能必不可少的微量元素之一,血磷水平的紊乱可导致多器官系统功能障碍,因此维持危重患者血磷水平的稳态是极其重要的[4]。本研究通过收集接受肾脏替代治疗(CRRT)的SAKI患者的临床数据,以血磷清除率反应血磷水平的动态改变,分析血磷清除率对这类患者预后的预测价值。旨在早期把握病情动态、有的放矢地进行治疗,改善这类患者的预后。

2. 资料与方法

2.1. 研究对象

于2016年3月至2022年6月在海南医学院第二附属医院ICU收治接受CRRT治疗的SAKI患者为研究对象。本研究符合医学伦理学标准,并经医院伦理委员会批准。由于本研究数据是匿名分析,因此

无需签署患者知情同意。

2.1.1. 纳入标准

① ICU 住院时间 ≥ 24 h; ② 符合脓毒症 3.0 的诊断标准[5]; ③ 符合 AKI 诊断[6]并接受 CRRT 治疗; ④ 年龄 ≥ 18 岁。

2.1.2. 排除标准

① 妊娠期或哺乳期妇女; ② 存在恶性肿瘤晚期的患者; ③ 肾移植患者、慢性肾功能不全患者; ④ 存在慢性器官功能障碍或已接受透析治疗的患者; ⑤ 肾后梗阻。

2.2. 收集资料

采集 CRRT 启动时患者的年龄、性别、基础疾病、身体质量指数(BMI)、急性生理学与慢性健康状况评分系统 II (APACHEII 评分)、白蛋白、血肌酐、序贯器官衰竭评分(SOFA 评分)和 CRRT 启动原因。此外本研究还收集了 CRRT 启动时(0 h)的血磷和 CRRT 启动后 24 小时(24 h)的血磷,并计算出血磷清除率,血磷清除率 = (0 h 血磷值 - 24 h 血磷值)/0 h 血磷值 $\times 100\%$ 。

2.3. 研究方法

CRRT 的启动时机由 ICU 工作者决定,通过颈内静脉、锁骨下静脉或股静脉建立血管通路,使用贝朗 Diapact 持续血液净化机和滤过器 FX800 (面积 1.8 m^2)进行连续静脉 - 静脉血液滤过治疗,血流速度为 $100\sim 150 \text{ ml/min}$ 。以 SAKI 患者接受 CRRT 治疗后 28 天转归的为研究终点,将患者分为死亡组及存活组,经过统计学分析,比较两组影响接受 CRRT 治疗的 SAKI 患者预后的因素。将血磷清除率按四分位数间距分为 Q1、Q2、Q3 及 Q4 四个区间,比较接受 CRRT 治疗的 SAKI 患者 28 天死亡率是否存在差异。

2.4. 统计学处理

所有数据用 SPSS 23.0 统计软件进行数据分析。根据临床常用截点或相关文献提供的截点,将数据转化为分类变量,以频数和百分比表示,采用 Pearson 卡方检验或 fisher 精确检验。采用二元 Logistic 回归分析筛选出影响接受 CRRT 治疗的 SAKI 患者 28 天死亡的预测因子。采用 R 语言 4.2.2 统计软件将有统计学意义的预测因子建立列线图预测模型,绘制 ROC 曲线评价列线图模型的区分度,采用 Bootstrap 法重复抽样 1000 次进行内部验证,计算一致性指数;绘制校准曲线评价列线图模型的准确度;绘制决策曲线评价列线图模型的临床有效性。 $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

3. 结果

3.1. 接受 CRRT 治疗的 SAKI 患者的临床数据比较

以 28 天转归作为本研究的终点,将接受 CRRT 治疗的 SAKI 患者分为存活组(434 例)和死亡组(710 例),发现两组的高血压、机械通气、BMI、SOFA 评分、APACHEII 评分、血肌酐、白蛋白和血磷清除率存在差异,有统计学意义($P < 0.05$),如表 1。

Table 1. Comparison of clinical data between survival group and death group

表 1. 存活组与死亡组的临床数据比较

特征	死亡组(n = 710)	存活组(n = 434)	χ^2	P 值
性别(n, %)			0.467	0.494
男	443 (62.4)	262 (60.4)		
女	267 (37.6)	172 (39.6)		

Continued

年龄(n, %)			0.125	0.723
<65 岁	227 (37.5)	207 (38.5)		
≥65 岁	379 (62.5)	331 (61.5)		
基础疾病(n, %)				
心肌梗塞	68 (9.6)	44 (10.1)	0.096	0.757
慢性心衰	104 (14.6)	82 (18.9)	3.567	0.059
脑血管疾病	67 (9.4)	49 (11.3)	1.016	0.314
糖尿病	233 (32.8)	165 (38)	3.212	0.073
高血压	336 (47.3)	265 (61.1)	20.381	<0.001
慢性阻塞性肺疾病	43 (6.1)	37 (8.5)	2.525	0.112
机械通气	598 (84.2)	300 (69.1)	33.389	<0.001
CRRT 上机原因(n, %)			4.885	0.300
容量负荷	90 (12.7)	71 (16.4)		
代谢性酸中毒	186 (26.2)	104 (24)		
高钾血症	45 (6.3)	18 (4.1)		
尿毒症	65 (9.2)	50 (11.5)		
少尿或无尿	170 (23.9)	115 (26.5)		
其他	154 (21.7)	76 (17.5)		
BMI (n, %)			5.170	0.023
<24 kg/m ²	404 (56.9)	217 (50.0)		
≥24 kg/m ²	306 (43.1)	217 (50.0)		
SOFA 评分(n, %)			132.593	<0.001
2~5 分	8 (1.1)	38 (8.8)		
6~10 分	141 (19.9)	179 (41.2)		
11~15 分	396 (55.8)	186 (42.9)		
>15 分	165 (23.2)	31 (7.1)		
APACHEII 评分(n, %)			33.667	<0.001
≤15 分	46 (6.5)	54 (12.4)		
16~25 分	198 (27.9)	158(36.4)		
26~35 分	337 (47.5)	182 (41.9)		
>35 分	129 (18.2)	40 (9.2)		
血肌酐(n, %)			6.483	<0.001
<186 μmol/L	311 (43.8)	157 (36.2)		
≥186 μmol/L	399 (56.2)	277 (63.8)		
白蛋白(n, %)			20.862	<0.001
<25 g/L	307 (43.2)	129 (29.7)		
≥25 g/L	403 (56.8)	305 (70.3)		

Continued

血磷清除率(n, %)		31.795	<0.001
Q1 ($\leq 2.25\%$)	210 (29.6)	76 (17.5)	
Q2 (2.26%~20.90%)	188 (26.5)	98 (22.6)	
Q3 (20.91%~38.30%)	161 (22.7)	125 (28.8)	
Q4 ($\geq 38.31\%$)	151 (21.3)	135 (31.1)	

3.2. 二元 Logistic 回归分析筛选预测因子

以接受 CRRT 治疗的 SAKI 患者 28 天是否死亡为因变量(赋值: 否 = 0, 是 = 1), 以表 2 中单因素分析具有统计学意义的变量为自变量, 包括高血压(赋值: 否 = 0, 是 = 1)、机械通气(赋值: 否 = 0, 是 = 1)、BMI $\geq 24 \text{ kg/m}^2$ (赋值: 否 = 0, 是 = 1)、血肌酐 $\geq 186 \mu\text{mol/L}$ (赋值: 否 = 0, 是 = 1)、白蛋白 $\geq 25 \text{ g/L}$ (赋值: 否 = 0, 是 = 1)、APACHEII 评分(赋值: >35 分 = 4, 26~35 分 = 3, 16~25 分 = 2, ≤ 15 分 = 1, 以 ≤ 15 分为参照)、SOFA 评分(赋值: >15 分 = 4, 11~15 分 = 3, 6~10 分 = 2, 2~5 分 = 1, 以 2~5 分为参照)、血磷清除率(赋值: Q4 = 4, Q3 = 3, Q2 = 2, Q1 = 1 以 Q1 为参照), 经过二元 Logistic 回归分析, 结果显示 BMI $\geq 24 \text{ kg/m}^2$ 、血肌酐 $\geq 186 \mu\text{mol/L}$ 、白蛋白 $\geq 25 \text{ g/L}$ 及血磷清除率 $\geq 20.91\%$ 是影响接受 CRRT 治疗的 SAKI 患者 28 天死亡的保护因素($P < 0.05$), APACHEII 评分 > 35 分、SOFA 评分 > 5 分是影响接受 CRRT 治疗的 SAKI 患者 28 天死亡的危险因素($P < 0.05$), 如表 2。

Table 2. Binary Logistic regression analysis of prognostic factors in SAKI patients treated with CRRT

表 2. 影响接受 CRRT 治疗的 SAKI 患者预后因素的二元 Logistic 回归分析

	<i>B</i>	<i>SE</i>	χ^2 值	<i>P</i> 值	<i>OR</i> 值	95% <i>CI</i>
高血压	-0.274	0.140	3.817	0.051	0.760	0.577~1.001
机械通气	-0.056	0.191	0.086	0.769	0.945	0.651~1.374
BMI $\geq 24 \text{ kg/m}^2$	-0.326	0.136	5.733	0.017	0.722	0.553~0.943
血肌酐 $\geq 186 \mu\text{mol/L}$	-0.544	0.147	13.740	<0.001	0.580	0.435~0.774
白蛋白 $\geq 25 \text{ g/L}$	-0.544	0.142	14.566	<0.001	0.581	0.439~0.768
APACHEII 评分						
≤ 15 分	-	-	-	-	-	-
16~25 分	0.013	0.263	0.003	0.960	1.013	0.605~1.698
26~35 分	0.188	0.271	0.483	0.487	1.207	0.701~2.052
>35 分	0.789	0.327	5.832	0.016	2.202	1.160~4.179
SOFA 评分						
2~5 分	-	-	-	-	-	-
6~10 分	1.238	0.417	8.819	0.003	3.447	1.523~7.802
11~15 分	2.200	0.421	27.357	<0.001	9.025	3.958~20.583
>15 分	3.161	0.464	46.358	<0.001	23.601	9.500~58.633
血磷清除率						
Q1	-	-	-	-	-	-
Q2	-0.205	0.199	1.065	0.302	0.815	0.552~1.202
Q3	-0.615	0.195	9.961	0.002	0.540	0.369~0.792
Q4	-0.851	0.196	18.941	<0.001	0.427	0.291~0.626

3.3. 列线图预测模型的构建及评价

将二元 Logistic 回归分析筛选出有统计学意义的预测因子构建接受 CRRT 治疗的 SAKI 患者 28 天死亡的列线图预测模型, 如图 1。根据各项预测因子的实际数值, 我们通过列线图找到对应线段的端点, 向上对评分轴做垂直线得到单项评分值, 将各项评分值求和统计总分并在总分轴找到对应分值点, 再向下对风险预测轴做垂直线即可得出接受 CRRT 治疗的 SAKI 患者 28 天死亡率。列线图预测模型的 ROC 曲线分析结果显示, AUC 为 0.746 [95% CI (0.718~0.775)], 灵敏度为 61.8%, 特异度为 76.5%, 截断值为 0.666, 说明列线图预测模型的区分度好, 如图 2; 采用 Bootstrap 法重复抽样 1000 次, 结果显示一致性指数为 0.746, 校准曲线分析结果显示, 列线图预测模型预测接受 CRRT 治疗的 SAKI 患者 28 天死亡的校准曲线接近于理想曲线, 有较好的准确度, 如图 3。决策曲线分析结果显示, 当列线图预测模型的概率阈值为 0.20~0.95 时有较高的净获益率, 如图 4。

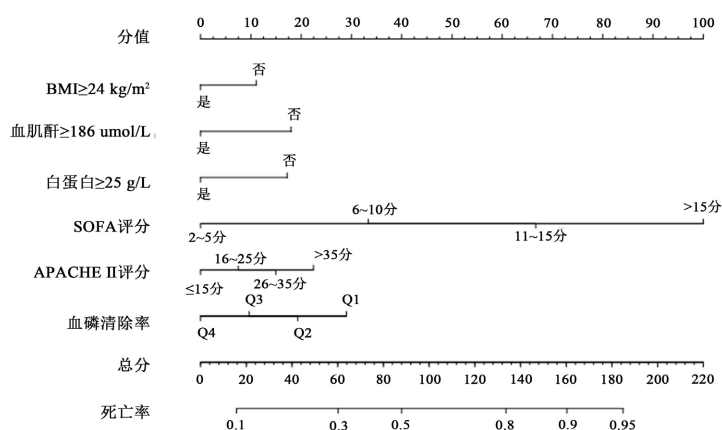


Figure 1. A nomogram predicting 28-day death in SAKI patients treated with CRRT
图 1. 预测接受 CRRT 治疗的 SAKI 患者 28 天死亡的列线图

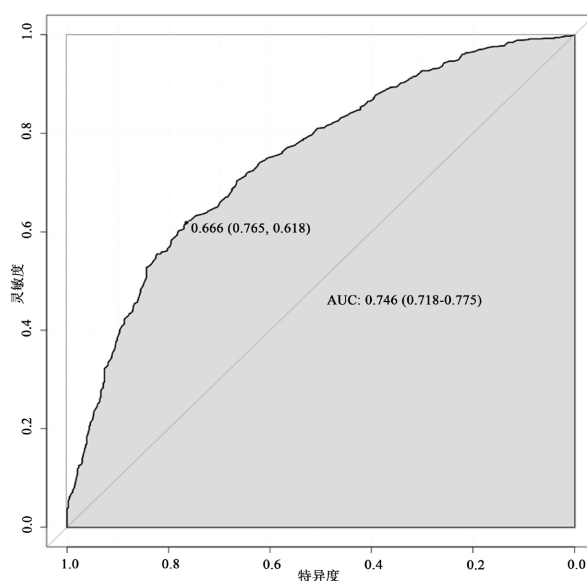


Figure 2. ROC curve of nomogram model predicting 28-day death in SAKI patients treated with CRRT

图 2. 列线图模型预测接受 CRRT 治疗的 SAKI 患者 28 天死亡的 ROC 曲线

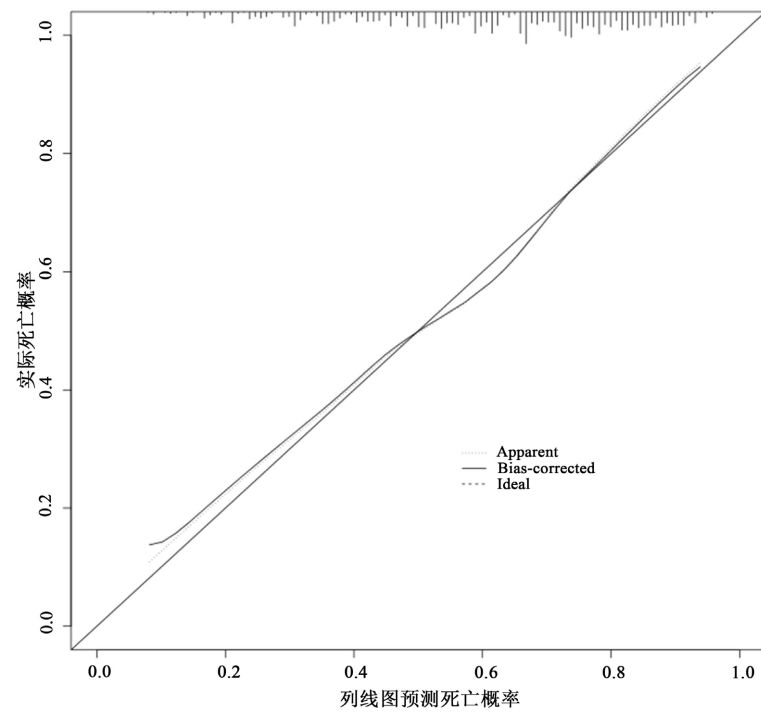


Figure 3. Calibration curve of the nomogram model
图 3. 列线图模型的校准曲线

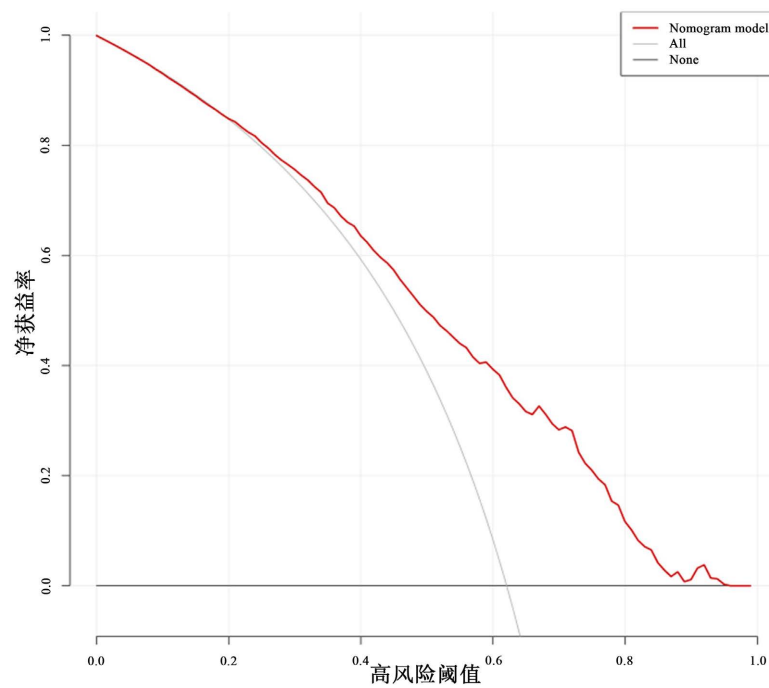


Figure 4. Decision curve of nomogram model
图 4. 列线图模型的决策曲线

4. 讨论

在 ICU 工作中 CRRT 是 SAKI 患者最主要的治疗方法。CRRT 可以通过弥散、对流和吸附非选择性

地清除内毒素和炎症介质,减轻患者的炎症反应,从而有效改善肾功能[7]。然而,接受 CRRT 治疗的 SAKI 患者依旧有较高的死亡率[8]。因此需要有价值的预测指标对接受 CRRT 治疗的 SAKI 患者进行危险分层管理。

BMI ≥ 24 kg/m² 是接受 CRRT 治疗的 SAKI 患者 28 天死亡的独立保护因素。较高的 BMI 患者具有较高的瘦素和脂联素水平,两者可以改善细胞免疫反应和减少促炎细胞因子的释放,进而减缓 SAKI 患者的病情进展[9] [10]。

血肌酐 ≥ 186 μ mol/L 是接受 CRRT 治疗的 SAKI 患者 28 天死亡的独立保护因素。早期的液体复苏是脓毒症必不可少的治疗方案,而患者输入大量的液体使血容量增加,导致血肌酐被稀释,从而导致人为的血肌酐水平降低。对于液体负荷程度不同的 SAKI 患者,此时的血肌酐水平不能实际反映肾功能损伤严重程度,因此 ICU 工作者不能及时发现 SAKI 或低估 SAKI 病情进展的严重程度,以至于对 CRRT 的启动时机没有做出准确的判断,从而延误治疗导致患者出现不良预后[11] [12]。

白蛋白 ≥ 25 g/L 是接受 CRRT 治疗的 SAKI 患者 28 天死亡的独立保护因素。白蛋白具有多种生理功能,包括抗氧化、抗炎、维持血管内皮功能的完整性和维持胶体渗透压的血液动力学作用,能够调节炎症反应和降低器官衰竭的发生率[13]。

APACHEII 评分 > 35 分、SOFA 评分 > 5 分是接受 CRRT 治疗的 SAKI 患者 28 天死亡的独立危险因素。APACHEII 评分和 SOFA 评分是 ICU 工作者常应用的评分系统,有研究证实较高的评分与接受 CRRT 治疗的 SAKI 患者的不良预后密切相关[14]。

血磷清除率 $\geq 20.91\%$ 是接受 CRRT 治疗的 SAKI 患者 28 天死亡的独立保护因素。血磷水平稳态受到其他因素的影响,如肾损伤导致的排泄障碍、分解代谢患者的消耗增加、CRRT 膜上的清除[15]。经过 CRRT 治疗后血磷水平降低的患者比血磷水平稳定或升高的患者有更好的生存。血磷可通过 CRRT 膜上清除,引起血磷水平降低,当 SAKI 患者经过 CRRT 治疗后血磷水平仍未降低,可能并发横纹肌溶解或难治性酸中毒导致磷酸盐跨细胞移位[16]。此外,当组织损伤使细胞内的磷酸盐排出到细胞外空间时,血磷水平也可以随着组织损伤持续时间的延长而持续升高,以至于在 CRRT 治疗期间 SAKI 患者血磷水平稳定或升高[17]。

本研究将上述独立预测因子构建预测接受 CRRT 治疗的 SAKI 患者 28 天死亡率的列线图风险预测模型,经过验证发现列线图预测模型具有良好的区分度、准确度和临床实用性。

本研究存在一定的局限性。本研究的暴露因素是血磷清除率,没有将血磷水平纳入二元 Logistic 回归分析,因此存在选择偏倚而限制了列线图预测模型的应用范围。甲状旁腺激素、维生素 D 和骨化三醇可以影响血磷水平,本研究没有采集到这些因素,也未能采集其他可能影响接受 CRRT 治疗的 SAKI 患者预后的因素,如营养方式及营养配方、致病菌和具体治疗药物等。本研究数据来源于海南医学院第二附属医院,列线图预测模型没有进行外部验证,因此需要其他医院的临床数据对列线图预测模型进一步验证。

参考文献

- [1] Xie, J., Wang, H., Kang, Y., et al. (2020) The Epidemiology of Sepsis in Chinese ICUs: A National Cross-Sectional Survey. *Critical Care Medicine*, **48**, e209-e218. <https://doi.org/10.1097/CCM.0000000000004155>
- [2] 张宇慧, 杨莉. 脓毒症相关急性肾损伤[J]. 临床内科杂志, 2022, 39(6): 372-376.
- [3] Poston, J.T. and Koyner, J.L. (2019) Sepsis Associated Acute Kidney Injury. *BMJ*, **364**, Article No. k4891. <https://doi.org/10.1136/bmj.k4891>
- [4] Wang, L., Xiao, C., Chen, L., Zhang, X. and Kou, Q. (2019) Impact of Hypophosphatemia on Outcome of Patients in Intensive Care Unit: A Retrospective Cohort Study. *BMC Anesthesiology*, **19**, Article No. 86.

- <https://doi.org/10.1186/s12871-019-0746-2>
- [5] Singer, M., Deutschman, C.S., Seymour, C.W., *et al.* (2016) The Third International Consensus Definitions for Sepsis and Septic Shock (Sepsis-3). *JAMA*, **315**, 801-810. <https://doi.org/10.1001/jama.2016.0287>
- [6] Kellum, J.A. and Lameire, N. (2013) Diagnosis, Evaluation, and Management of Acute Kidney Injury: A KDIGO Summary (Part 1). *Critical Care*, **17**, Article No. 204. <https://doi.org/10.1186/cc11454>
- [7] Zhang, J., Tian, J., Sun, H., *et al.* (2018) How Does Continuous Renal Replacement Therapy Affect Septic Acute Kidney Injury? *Blood Purification*, **46**, 326-331. <https://doi.org/10.1159/000492026>
- [8] Peerapornratana, S., Manrique-Caballero, C.L., Gómez, H. and Kellum, J.A. (2019) Acute Kidney Injury from Sepsis: Current Concepts, Epidemiology, Pathophysiology, Prevention and Treatment. *Kidney International*, **96**, 1083-1099. <https://doi.org/10.1016/j.kint.2019.05.026>
- [9] Wang, S., Liu, X., Chen, Q., *et al.* (2017) The Role of Increased Body Mass Index in Outcomes of Sepsis: A Systematic Review and Meta-Analysis. *BMC Anesthesiology*, **17**, Article No. 118. <https://doi.org/10.1186/s12871-017-0405-4>
- [10] 戴凌燕, 庄荣. 肥胖对严重脓毒症患者预后的影响[J]. 中国全科医学, 2015(8): 911-914.
- [11] 王明禄, 邢柏, 周森. 液体平衡调整血肌酐水平对接受连续性肾脏替代治疗的脓毒症相关急性肾损伤患者预后的影响[J]. 浙江医学, 2020, 42(17): 1837-1842.
- [12] De Souza, S.P., Matos, R.S., Barros, L.L. and Rocha, P.N. (2014) Inverse Association between Serum Creatinine and Mortality in Acute Kidney Injury. *Brazilian Journal of Nephrology*, **36**, 469-475. <https://doi.org/10.5935/0101-2800.20140067>
- [13] Vincent, J.L., De Backer, D. and Wiedermann, C.J. (2016) Fluid Management in Sepsis: The Potential Beneficial Effects of Albumin. *Journal of Critical Care*, **35**, 161-167. <https://doi.org/10.1016/j.jcrc.2016.04.019>
- [14] 刘名胜, 邢柏. 血磷水平对接受持续性肾脏替代治疗脓毒性急性肾损伤患者预后的影响[J]. 中国急救医学, 2020, 40(9): 835-841.
- [15] 陈坤, 单红卫. 常用危重症评分在脓毒症预后评价中的应用[J]. 中国急救医学, 2014(8): 679-682.
- [16] Thongprayoon, C., Radhakrishnan, Y., Cheungpasitporn, W., *et al.* (2022) Association of Serum Phosphate Derangement with Mortality in Patients on Continuous Renal Replacement Therapy. *Canadian Journal of Kidney Health and Disease*, **9**. <https://doi.org/10.1177/20543581221114697>
- [17] Jang, D.-H., Jo, Y.H., Lee, J.H., *et al.* (2020) Moderate to Severe Hyperphosphataemia as an Independent Prognostic Factor for 28-Day Mortality in Adult Patients with Sepsis. *Emergency Medicine Journal*, **37**, 355-361. <https://doi.org/10.1136/emered-2019-208976>