doi:10.11659/jjssx.10E024066

·临床研究·

严重烧伤患者发生急性肾损伤的风险预测模型构建与评价

向和东[1],陈文昭[1],张洪壮[2],韦丽桃[1],詹 培[1],杨 巍[1],李长泉[1],乔 猛[1],陈超玮[1],田志强[1]（1.中国人民解放军联勤保障部队第九二三医院急诊医学科,广西 南宁 530021;2.中国人民武装警察部队特色医学中心烧伤冻伤及组织功能重建研究所,天津 300162）

[摘 要] **目的** 探究严重烧伤患者发生急性肾损伤的影响因素,并构建可视化的风险列线图模型。**方法** 收集中国人民武装警察部队特色医学中心烧伤冻伤及组织功能重建研究所2018年1月至2022年1月收治的严重烧伤患者390例作为内部训练数据集,另收集2022年2—12月收治的严重烧伤患者50例作为外部验证数据集。根据是否发生急性肾损伤将内部训练数据集的390例患者分为急性肾损伤组和非急性肾损伤组,比较2组患者基线资料。采用单因素和多因素*Logistic*回归分析内部训练数据集中严重烧伤患者发生急性肾损伤的危险因素,并绘制列线图模型,随后对该模型进行内外部验证;采用*Kaplan-Meier*分析和*Log-rank*检验比较急性肾损伤组和非急性肾损伤组患者烧伤后90 d生存率。**结果** 烧伤面积(*OR*=1.18,95%*CI*:1.06~2.36,*P*=0.004)、序贯性器官功能衰竭(SOFA)评分(*OR*=1.81,95%*CI*:1.21~5.92,*P*<0.001)、吸入性损伤(*OR*=3.21,95%*CI*:1.23~6.35,*P*<0.001)、中性粒细胞-淋巴细胞比值(NLR)(*OR*=1.22,95%*CI*:1.05~3.65,*P*<0.001)、白蛋白(ALB)(*OR*=0.78,95%*CI*:0.57~0.92,*P*=0.011)是严重烧伤患者发生急性肾损伤的独立危险因素;通过以上因素建立列线图模型,内部训练数据集受试者工作特征曲线下面积(*AUC*)为0.833(95%*CI*:0.752~0.935),敏感度为81.2%,特异度为83.2%;外部验证数据集*AUC*为0.842(95%*CI*:0.762~0.912),敏感度为87.2%,特异度为78.7%。急性肾损伤组患者烧伤后90 d生存率显著低于非急性肾损伤组(*P*<0.001)。**结论** 烧伤面积较大、SOFA评分较高、合并吸入性损伤、NLR升高和ALB水平降低是严重烧伤患者发生急性肾损伤的危险因素,且与患者烧伤后90 d生存率相关,基于危险因素构建的列线图模型可为临床个体化预防和治疗严重烧伤患者的急性肾损伤提供一定参考。

[关键词] 烧伤;急性肾损伤;列线图;SOFA评分;风险预测模型

[中图分类号] R473.6 [文献标志码] A [收稿日期] 2024-10-09

Construction and evaluation of a risk prediction model for acute kidney injury in severe burn patients

XIANG He-dong[1], CHEN Wen-zhao[1], ZHANG Hong-zhuang[2], WEI Li-tao[1], ZHAN Pei[1], YANG Wei[1], LI Chang-quan[1], QIAO Meng[1], CHEN Chao-wei[1], TIAN Zhi-qiang[1] (1. Department of Emergency Medicine, 923 Hospital, Joint Logistic Support Force of PLA, Nanning Guangxi 530021, China; 2. Institute of Burn Frostbite and Tissue Function Reconstruction, Chinese People's Armed Police Force Specialty Medical Center, Tianjin 300162, China)

Abstract: Objective To explore the influencing factors of acute kidney injury in severe burn patients, and to construct a visual risk nomogram model. **Methods** A total of 390 patients with severe burn admitted to the Institute of Burn Frostbite and Tissue Function Reconstruction of Chinese People's Armed Police Force Specialty Medical Center from January 2018 to January 2022 were collected as an internal training data set, and 50 patients with severe burn admitted from February to December 2022 were collected as an external validation data set. The 390 patients of the internal training data set were divided into the acute kidney injury group and the non-acute kidney injury group according to the occurrence of acute kidney injury, and the baseline data of patients in the two groups were compared. Univariate and multivariate *Logistic* regression were used to analyze the risk factors of acute kidney injury in severe burn patients of the internal training data set, and a nomogram model was drawn. Subsequently, the model was verified both internally and externally. *Kaplan-Meier* analysis and *Log-rank* test were used to compare the 90-day survival rate of patients between the acute kidney injury group and the non-acute kidney injury group. **Results** The burn area (*OR*=1.18, 95%*CI*: 1.06 to 2.36, *P*=0.004), sequential organ failure assessment (SOFA) score (*OR*=1.81, 95%*CI*: 1.21 to 5.92, *P*<0.001), inhalation injury (*OR*=3.21, 95%*CI*: 1.23 to 6.35, *P*<0.001), neutrophil to lymphocyte ratio (NLR) (*OR*=1.22, 95%*CI*: 1.05 to 3.65, *P*<0.001) and albumin (ALB) (*OR*=0.78, 95%*CI*: 0.57 to 0.92, *P*=0.011) were the independent risk factors for the development of acute kidney injury in severe burn patients. The nomogram model was established by the above factors. The *area under the receiver operating characteristic curve* (*AUC*) of the internal training data set was 0.833 (95%*CI*: 0.752 to 0.935), the sensitivity was 81.2%, and the specificity was 83.2%. The *AUC* of the external validation data set was 0.842 (95%*CI*: 0.762 to 0.912), the sensitivity 87.2%, and the specificity was 78.7%. The 90-day survival rate of patients in the acute kidney injury group after burns was significantly lower than that in the non-acute kidney injury group (*P*<0.001). **Conclusion** Larger burn area, higher SOFA score, combined inhalation

[通信作者] 田志强,E-mail:tianzhiqiang2024@sina.com

injury, increased NLR, and decreased ALB level are the risk factors for the occurrence of acute kidney injury in severe burn patients, which are related to the 90-day survival rate of patients after burns. The nomogram model based on the risk factors can provide certain reference for clinical individualized prevention and treatment of acute kidney injury in severe burn patients.

Keywords: burn; acute kidney injury; nomogram; SOFA score; risk prediction model

严重烧伤患者早期会经历大量的体液丢失,导致血容量降低、肾灌注不良,同时,全身炎症反应产生的各类毒性物质和代谢产物在体内大量蓄积,可造成内环境紊乱,进一步收缩和堵塞血管,引起急性肾损伤[1]。虽然近年来液体复苏、肾替代治疗以及先进的重症监护技术已广泛应用于重度烧伤的治疗,但急性肾损伤的总体发生率并未显著下降。据研究报道,重度烧伤患者的急性肾损伤发生率为15%~40%[2]。由于急性肾损伤的发生可对肾造成持续的损伤,显著增加烧伤患者的病死率,早期对烧伤患者发生急性肾损伤的危险因素进行识别和干预,是降低急性肾损伤发生率、改善严重烧伤患者预后的关键。由于对急性肾损伤的评估和监测手段非常局限,临床上对于发生早期急性肾损伤的危险因素并未完全明确。随着医疗信息化的发展,早期急性肾损伤的风险预测模型越来越受到关注。因此,本研究通过探讨影响急性肾损伤发生和严重程度的危险因素,并建立列线图风险预测模型,以期协助临床可视化识别急性肾损伤的发生风险,及时采取有效的防治措施,降低急性肾损伤的发生率。

1 资料与方法

1.1 临床资料

收集中国人民武装警察部队特色医学中心烧伤冻伤及组织功能重建研究所2018年1月至2022年1月收治的严重烧伤患者390例作为内部训练数据集,另收集2022年2—12月收治的严重烧伤患者50例作为外部验证数据集。纳入标准:①年龄≥18岁;②诊断为烧伤(火焰伤、烫伤、电灼伤或其他烧伤),包括二度或三度烧伤,伴或不伴吸入性损伤;③烧伤面积≥30%总体表面积(total body surface area, TBSA),或者烧伤面积<30%TBSA但有休克或呼吸道中重度损伤。排除标准:①患有慢性肾病;②入院48 h内死亡;③合并其他创伤等复合伤;④临床资料缺失。

1.2 数据采集

采集患者以下基本资料:年龄、性别、体质量指数(body mass index, BMI)、合并基础疾病(糖尿病、高血压)、烧伤类型(火焰伤、烫伤、电灼伤或其他烧伤)、烧伤面积、是否合并吸入性损伤(吸入性损伤经支气管镜检查诊断)、是否采用机械通气、序贯性器官功能衰竭(sequential organ failure assessment, SOFA)评分等。

入院当天采集患者空腹静脉血进行实验室指标检查:中性粒细胞-淋巴细胞比值(neutrophil to lymphocyte ratio, NLR)、血红蛋白(hemoglobin, Hb)、血小板计数(platelet count, PLT)、凝血酶原时间(prothrombin time, PT)、尿酸(uric acid, UA)、白蛋白(albumin, ALB)、肌酐(serum creatinine, Scr)。

手术相关资料包括手术率、入院至手术时间、手术方式、手术面积、麻醉时间、手术时间、晶体给药剂量、胶体给药剂量、红细胞输注和术中低血压。晶体给药剂量以mL/kg单位进行计算,胶体给药剂量按照二分类变量(≤10 mL/kg和>10 mL/kg)进行统计描述。手术面积及手术方式选择侧重于功能及美观:大部分二度烧伤创面可经换药自行愈合,无需手术处理;对于大面积深二度烧伤患者颜面部及四肢功能活动区域常予以磨削痂手术+异种皮覆盖,手术治疗后相关区域愈合更为理想,美观度及功能恢复更好;对于创面较大的三度烧伤患者,手术部位选择侧重于处理三度烧伤创面,常予以切削痂手术+自体皮移植。根据术中麻醉记录,术中低血压定义为平均动脉血压<65 mmHg并维持超过5 min。

1.3 观察指标

伤后连续7 d测量患者Scr的水平。采用急性肾损伤诊断和分期标准评估急性肾损伤的发生情况及严重程度,急性肾损伤定义为烧伤后48 h内Scr水平升高≥26.4 μmol/L,或烧伤后7 d内Scr升高至基础值的1.5倍及以上。根据是否发生急性肾损伤将内部训练数据集的390例患者分为急性肾损伤组和非急性肾损伤组,比较2组患者烧伤后90 d生存率。

1.4 统计学分析

所有统计学分析采用SPSS 24.0软件进行。连续变量先进行正态性检验,符合正态分布的数据使用均数±标准差($\bar{x}\pm s$)表示,组间比较使用t检验;不符合正态分布的数据用中位数(四分位间距)[$M(P_{25},P_{75})$]表示,组间比较使用*Mann-Whitney U*或*Kruskal-Wallis*检验。分类变量用率(%)表示,2组间比较采用χ^2检验或*Fisher*精确检验。采用单因素和多因素*Logistic*回归分析确定严重烧伤患者发生急性肾损伤的危险因素。

基于多因素*Logistic*回归分析中具有统计学意义

的独立危险因素建立预测模型,并使用列线图将模型可视化,采用Bootstrap抽样法对列线图模型进行内部验证。使用相应的95%置信区间(*confidence interval*,*CI*)计算比值比(*odd ratio*,*OR*)值。使用受试者工作特征(*receiver operating characteristic*,*ROC*)曲线下面积(*area under the curve*,*AUC*)评估该预测模型的预测价值,并评估内部和外部验证后的列线图模型的可靠性。使用"rms"和"regplot"软件包进行*Logistic*回归分析模型和列线图开发,采用*Kaplan-Meier*分析和*Log-rank*检验比较急性肾损伤组和非急性肾损伤组患者烧伤后90 d生存率。双侧$P<0.05$则认为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 严重烧伤患者发生急性肾损伤的单因素回归分析

2018年1月至2022年1月收治的390例严重烧伤患者中,65例(16.7%)发生急性肾损伤,其中30例为1期,13例为2期,22例为3期。单因素*Logistic*分析结果提示,烧伤面积、合并吸入性损伤、采用机械通气、SOFA评分、NLR、ALB水平、手术面积、晶体给药剂量、胶体给药剂量>10 mL/kg与严重烧伤患者急性肾损伤的发生有关($P<0.05$),其余因素则对严重烧伤患者急性肾损伤的发生无显著影响($P>0.05$),见表1。

表1 严重烧伤患者发生急性肾损伤的单因素回归分析

项目		非急性肾损伤组(*n*=325)	急性肾损伤组(*n*=65)	$\chi^2/Z/t$	*P*
年龄(岁)		46.3(30.3,58.1)	45.1(31.2,57.2)	−0.234	0.815
性别[例(%)]	男	269(82.8)	55(84.6)	0.132	0.716
	女	56(17.2)	10(15.4)		
BMI≥25 kg/m²[例(%)]		76(23.4)	14(21.5)	0.115	0.735
合并基础疾病[例(%)]	糖尿病	22(6.8)	7(10.8)	1.365	0.243
	高血压	48(14.8)	8(12.3)	0.302	0.583
烧伤类型[例(%)]	火焰伤	232(71.4)	50(76.9)	1.642	0.650
	烫伤	59(18.2)	8(12.3)		
	电灼伤	23(7.1)	5(7.7)		
	其他烧伤	11(3.4)	2(3.1)		
手术方式[例(%)]	磨削痂手术+异种皮覆盖	136(41.8)	28(43.1)	0.035	0.852
	切削痂手术+自体皮移植	186(58.1)	37(56.9)		
烧伤面积(%TBSA)		41.2(35.4,47.5)	52(41.1,68.5)	−4.678	<0.001
合并吸入性损伤[例(%)]		75(23.1)	29(44.6)	13.290	<0.001
采用机械通气[例(%)]		87(26.7)	32(49.2)	13.523	<0.001
SOFA评分(分)		2.0(1.0,6.0)	6(2.0,12.0)	−4.382	<0.001
NLR		10.1(4.3,15.3)	19.2(8.4,28.8)	−4.126	<0.001
Hb(g/L)		135.5(115.4,152.2)	134.4(106.1,158.6)	−0.372	0.710
PLT(×10⁹/L)		223.4(145.2,298.1)	205.1(142.5,272.7)	−1.235	0.217
PT(s)		14.3(12.4,16.1)	14.2(12.3,15.9)	−0.318	0.750
UA(μmol/L)		275.4(167.4,401.7)	259.1(152.7,387.9)	−0.652	0.514
ALB(g/L)		29.6(22.6,43.2)	23.7(18.2,42.8)	−2.874	0.004
Scr(μmol/L)		69.3(45.2,87.2)	68.3(53.2,79.6)	−0.214	0.831
手术[例(%)]		293(90.1)	60(92.3)	0.329	0.566
入院至手术时间(h)		80.5±5.6	81.6±6.1	−1.433	0.153
手术面积(%)		20.1(16.5,27.4)	27.5(21.4,32.7)	−4.872	<0.001
麻醉时间(min)		146.6(114.4,176.4)	151.9(121.1,182.3)	−1.132	0.258
手术时间(min)		93.6(52.2,136.7)	102.8(55.2,149.6)	−1.426	0.154
晶体给药剂量(mL/kg)		21.5(12.4,31.2)	25.2(13.2,38.6)	−2.032	0.042
胶体给药剂量>10 mL/kg[例(%)]		142(43.7)	39(60.0)	6.174	0.013
红细胞输注[例(%)]		287(88.3)	59(90.8)	0.373	0.541
术中低血压[例(%)]		78(24.0)	12(18.5)	0.958	0.328

2.2 严重烧伤患者发生急性肾损伤的多因素*Logistic*回归分析

因烧伤面积与手术面积、合并吸入性损伤和采用机械通气存在因果关系,仅将烧伤面积及合并吸入性损伤纳入多因素分析中,而未纳入手术面积和采用机械通气。将单因素*Logistic*回归分析中$P<0.1$的可能危险因素纳入多因素*Logistic*回归分析,结果提示,烧伤面积较大、SOFA评分较高、合并吸入性损伤、NLR升高、ALB水平降低是严重烧伤患者发生急性肾损伤的独立危险因素($P<0.05$),见表2。

表2 严重烧伤患者发生急性肾损伤的*Logistic*多因素回归分析

因素	回归系数	标准误	*Z*	*Wald*	*P*	*OR*(95%*CI*)
烧伤面积	0.17	0.06	2.83	8.01	0.004	1.18(1.06~2.36)
SOFA评分	0.59	0.16	3.69	13.61	<0.001	1.81(1.21~5.92)
吸入性损伤	1.17	0.32	3.66	13.40	<0.001	3.21(1.23~6.35)
NLR	0.20	0.05	4.00	16.00	<0.001	1.22(1.05~3.65)
ALB	−0.25	0.10	−2.50	6.25	0.011	0.78(0.57~0.92)
晶体给药剂量	0.15	0.11	1.36	1.85	0.152	1.16(0.64~2.12)
胶体给药剂量>10 mL/kg	0.77	0.64	1.20	1.44	0.237	2.16(0.97~4.53)

2.3 建立严重烧伤患者发生急性肾损伤的列线图模型

根据多因素*Logistic*回归分析得出的结果,采用R语言进一步绘制出一个列线图模型,用于展示和预测严重烧伤患者发生急性肾损伤的风险概率。结果显示,严重烧伤患者可以根据烧伤面积、SOFA评分、是否合并吸入性损伤、NLR、ALB水平来精准化预测计算急性肾损伤的发生风险,见图1。

2.4 列线图模型的内部验证和外部验证

对该列线图进行内部验证,结果显示*AUC*为0.833(95%*CI*:0.752~0.935),敏感度为81.2%,特异度为83.2%,表明该急性肾损伤列线图模型预测效能较好(图2a)。内部验证校准曲线结果提示,平均绝对误差为0.015,表明该列线图模型具有较好的预测一致性和校准度。校准曲线斜率接近1,且*Hosmer-Lemeshow*拟合优度检验提示χ^2=5.342,*P*=0.561,表明该模型预测准确性良好(图2b)。

外部验证数据集提示*AUC*为0.842(95%*CI*:0.762~0.912),敏感度为87.2%,特异度为78.7%(图2c);校准曲线斜率接近1,表明该模型预测概率和实际概率大致相同,准确性较高(图2d)。

2.5 *Kaplan-Meier*曲线分析

*Kaplan-Meier*生存曲线显示,急性肾损伤组患者烧伤后90 d生存率约57.8%,非急性肾损伤组患者烧伤后90 d生存率为88.5%,2组患者生存率比较差异有统计学意义(*P*<0.001),见图3。

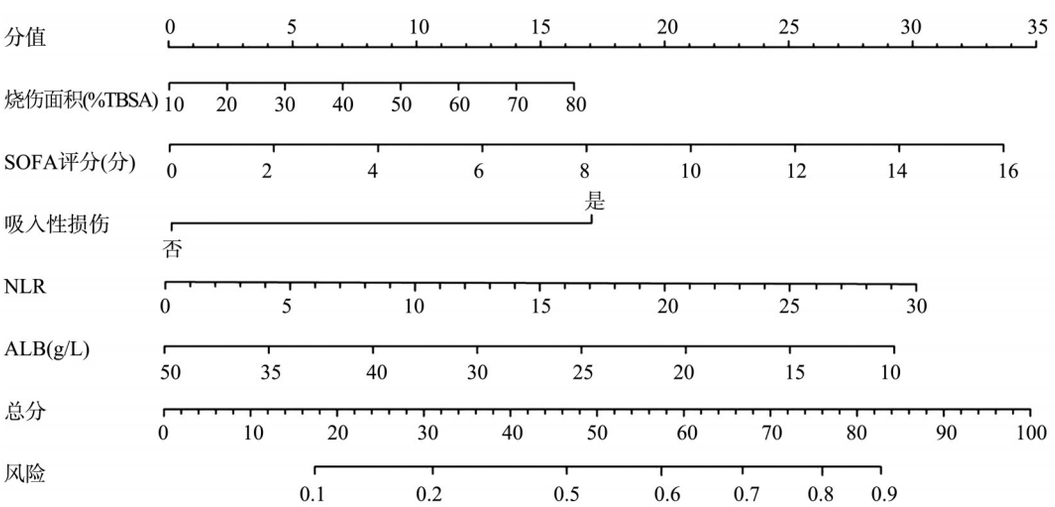
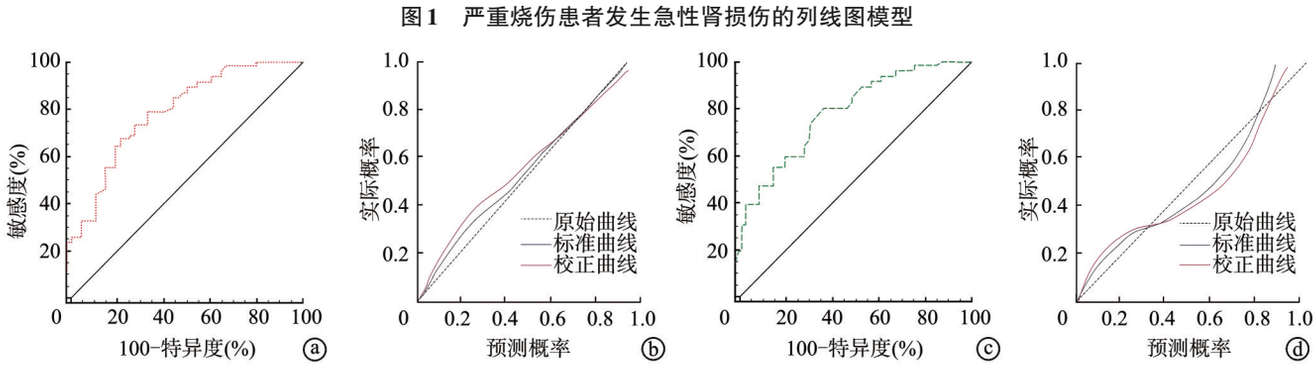


图1 严重烧伤患者发生急性肾损伤的列线图模型



a:内部训练数据集*ROC*曲线;b:内部训练数据集校准曲线;c:外部验证数据集*ROC*曲线;d:外部验证数据集校准曲线

图2 预测严重烧伤患者急性肾损伤发生的列线图的内外部验证

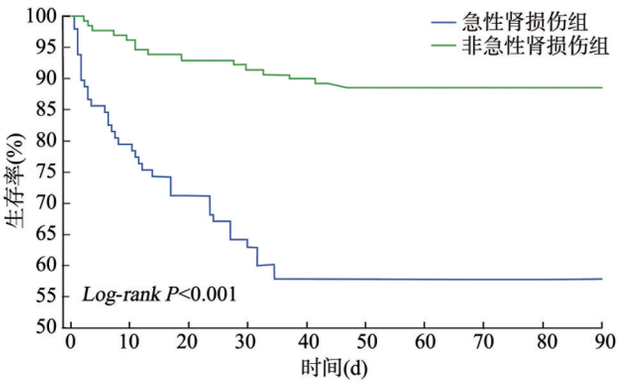


图3 严重烧伤患者烧伤后90 d生存率的*Kaplan-Meier*曲线

3 讨论

严重烧伤患者由于损伤面积大,伤口深,血管通透性显著增加,往往伴有严重的体液丢失,易造成血容量不足,严重时可导致烧伤休克。烧伤引起的组织损伤可诱发细胞因子介导炎症反应,最终导致器官灌注明显下降[3-4]。而肾是对血流灌注最敏感的器官之一,故严重烧伤极易造成肾氧化应激反应,进一步导致供血不足甚至缺血,从而引发急性肾损伤[5]。急性肾损伤具有起病急、病程快、病死率高的特点[6-7]。若早期识别不准确,干预不及时,则可出现严重肾损伤甚至肾衰竭。因此,早期预测严重烧伤患者发生急性肾损伤的风险对改善患者预后具有重要的临床意义。根据急性肾损伤诊断和分期标准,本研究严重烧伤患者中有65例(16.7%)发生急性肾损伤;多因素回归分析结果提示,烧伤面积较大、SOFA评分较高、合并吸入性损伤、NLR升高和ALB水平降低是严重烧伤患者发生急性肾损伤的独立危险因素。

烧伤面积对预测严重烧伤患者急性肾损伤发生率和病死率具有重要意义。Martins等[8]研究指出,对于烧伤面积>10%TBSA的患者,其烧伤程度与急性肾损伤的发生独立相关。早期低血容量及后续脓毒症是烧伤患者出现急性肾损伤的核心诱因。当烧伤面积>20%TBSA时,会引发细胞外液大量流失,并激发应激激素如儿茶酚胺、血管紧张素、醛固酮和抗利尿激素的分泌,导致肾缺血-再灌注损伤和肾间质炎症,这正是急性肾损伤的病理生理基础[9]。本研究结果显示,烧伤面积较大是严重烧伤患者发生急性肾损伤的独立危险因素,与上述研究结果一致。因此,应对严重烧伤患者实施综合治疗策略,以有效降低急性肾损伤的发生风险。

SOFA评分被普遍应用于评估危重症患者的病情严重程度,可对危重症患者的器官衰竭情况进行评估,还能间接反映机体各脏器的功能状态。Kuvvet Yoldaş等[10]的研究显示,SOFA评分能对脓毒症相关的急性肾损伤进行风险分级,协助临床医生做出临床决策。然而,其在预测早期是否出现急性肾损伤方面的价值仍有一定局限,可与其他指标联合运用,以提高对急性肾损伤发生的预测能力。

吸入性损伤主要是由吸入毒素和呼吸道直接热暴露导致,吸入性损伤可使呼吸道产生严重的炎症反应,引起肺通气换气障碍,从而增加烧伤患者的致残率和病死率[10]。在本研究中,吸入性损伤是严重烧伤患者发生急性肾损伤的危险因素。Dépret等[11]的研究提示,急性肾损伤组患者的吸入性损伤比例明显高于非急性肾损伤组,但吸入性损伤并非急性肾损伤发生的独立危险因素。这与本研究的结论是冲突的,这种差异可能源于研究设计、样本大小、纳入标准以及统计方法的不同。目前对于吸入性损伤导致急性肾损伤发展的确切机制尚未清楚,因此需要进一步探索吸入性损伤与急性肾损伤发生的关系,明确其作用机制,从而为严重烧伤患者的临床管理和治疗提供更为精准的指导。

本研究显示,NLR升高是严重烧伤患者发生急性肾损伤的一个预测因子。NLR具备对炎症的预测能力已在多个领域得到了研究证实。近期,NLR用于预测烧伤脓毒症和急性肾损伤发生风险的研究也受到了诸多关注。研究结果显示,NLR升高对急性肾损伤的发生存在一定预测价值[12]。NLR作为一种简单、经济、易获取的炎症指标,其预测效能得到了广泛的认可。在严重烧伤患者中,NLR的升高可能反映了全身炎症反应的状态,而这种炎症反应状态与急性肾损伤的发生密切相关。此外,与其他炎症指标相比,NLR具有更高的稳定性和可重复性,故在临床实践中具有更高的应用价值。尽管NLR在预测急性肾损伤方面显示出了一定的潜力,但仍需进一步的研究来验证其预测效能,并探索其在个体化治疗中的应用前景。同时,结合其他临床指标和患者特征,构建更为精准的预测模型,也是未来研究的重要方向。

已有文献报道,低白蛋白血症可显著增加手术后急性肾损伤相关并发症的发生率和病死率,是急性肾损伤发生的独立危险因素[13]。一篇Meta分析报道,低白蛋白血症是急性肾损伤的独立危险因素[14]。本研究也显示,低ALB水平是严重烧伤患者发生急性肾损伤的独立危险因素,这可能是由于严重烧伤患者毛细血管通透性增加,导致体液丢失和血液浓缩,这些丢失的循环内液成分为血浆样物质,其中包含大量ALB,因此烧伤患者往往有明显的低白蛋白血症表现。而

低白蛋白血症可破坏血管内皮细胞的多糖包被层,使大量液体在组织间隙中潴留,导致机体有效循环血量进一步减少,影响肾灌注,进而促使急性肾损伤的发生[15]。

研究报道,烧伤后的急性肾损伤与病死率增加显著相关,且病死率随着急性肾损伤严重程度的增加而增加[16]。本研究*Kaplan-Meier*曲线显示,急性肾损伤与严重烧伤患者的生存率降低相关,这与上述研究结果一致。另有学者对烧伤后发生急性肾损伤的患者进行系统性回顾研究,结果显示,急性肾损伤发生后患者的病死率为35%[17]。本研究中,急性肾损伤组患者烧伤后90 d生存率为57.8%,这可能与本研究选择的患者为重度或者极重度烧伤有关。关于急性肾损伤对病死率的具体影响,将在未来的研究中进一步扩大样本进行评估。

本研究将筛选出的5个独立危险因素通过R语言建立了列线图风险预测模型,用于预测严重烧伤患者发生急性肾损伤的风险。通过内部和外部验证发现,该急性肾损伤列线图模型具有较好的预测一致性和校准度,实际预测曲线和理想曲线贴合度较好,有助于临床医生对严重烧伤患者进行急性肾损伤发生风险的预测。

本研究具有一定局限性。第一,这是一项回顾性研究,虽然我们尽可能评估了与急性肾损伤相关的变量,但仍可能存在系统偏倚。第二,由于本研究属于回顾性研究,在采用急性肾损伤诊断和分期标准评估急性肾损伤时,未将参数尿量纳入其中,这或许会使一部分急性肾损伤患者被漏筛。第三,由于本研究为单中心研究,所采取的治疗方案可能与其他中心的烧伤急性期治疗方案不同,这种差异可能会对研究结果产生一定影响。

综上所述,本研究基于烧伤面积、SOFA评分、吸入性损伤、NLR和ALB水平构建了严重烧伤患者发生急性肾损伤的列线图风险预测模型,该模型有助于临床医生筛查烧伤后发生急性肾损伤的潜在高危人群,并制定相关干预措施,对改善严重烧伤患者预后、降低致残率和病死率具有重要的临床应用价值。

[参考文献]

[1] Folkestad T, Brurberg KG, Nordhuus KM, et al. Acute kidney injury in burn patients admitted to the intensive care unit: a systematic review and meta-analysis[J]. Critical Care (London, England), 2020, 24(1): 2. doi: 10.1186/s13054-019-2710-4.

[2] Bagshaw SM, Wald R, Adhikari NKJ, et al. Timing of initiation of renal-replacement therapy in acute kidney injury[J]. N Engl J Med, 2020, 383(3): 240-251. doi: 10.1056/NEJMoa2000741.

[3] Niculae A, Peride I, Tiglis M, et al. Burn-induced acute kidney injury-two-lane road: from molecular to clinical aspects[J]. Int J Mol Sci, 2022, 23(15): 8712. doi: 10.3390/ijms23158712.

[4] Tejiram S, Romanowski KS, Palmieri TL. Initial management of severe burn injury[J]. Curr Opin Crit Care, 2019, 25(6): 647-652. doi: 10.1097/mcc.0000000000000662.

[5] Lavrentieva A, Depetris N, Moiemen N, et al. Renal replacement therapy for acute kidney injury in burn patients, an international survey and a qualitative review of current controversies[J]. Burns, 2022, 48(5): 1079-1091. doi: 10.1016/j.burns.2021.08.013.

[6] Karakaya E, Akdur A, Aydoğan C, et al. A model for acute kidney injury in severe burn patients[J]. Burns, 2022, 48(1): 69-77. doi: 10.1016/j.burns.2021.04.004.

[7] Xue FS, Liu YY, Yang GZ. Assessing clinical significance of acute kidney injury in burn patients[J]. Ann Surg, 2018, 268(6): e55. doi: 10.1097/sla.0000000000002546.

[8] Martins J, Nin N, Muriel A, et al. Early acute kidney injury is associated with in-hospital adverse outcomes in critically ill burn patients: an observational study[J]. Nephrol Dial Transplant, 2023, 38(9): 2002-2008. doi: 10.1093/ndt/gfac339.

[9] Rakkolainen I, Lindbohm JV, Vuola J. Factrs associated with acute kidney injury in the Helsinki Burn Centre in 2006-2015[J]. Scand J Trauma Resusc Emerg Med, 2018, 26(1): 105. doi: 10.1186/s13049-018-0573-3.

[10] Kuvvet Yoldaş T, Atalay A, Balcı C, et al. Acute kidney injury in burns in the intensive care unit: a retrospective research[J]. Ulus Travma Acil Cerrahi Derg, 2023, 29(3): 321-326. doi: 10.14744/tjtes.2022.95048.

[11] Dépret F, Amzallag J, Pollina A, et al. Circulating dipeptidyl peptidase-3 at admission is associated with circulatory failure, acute kidney injury and death in severely ill burn patients[J]. Crit Care, 2020, 24(1): 168. doi: 10.1186/s13054-020-02888-5.

[12] 杜文茜,陈文娣,吴婷婷,等. 脱细胞异体真皮联合自体刃厚皮片移植修复小儿头面颈躯深度烧伤创面的效果研究[J]. 局解手术学杂志,2023,32(11):990-993. doi:10.11659/jjssx.11E022062.

[13] 卢 志,王立华,贾 岚,等. 中性粒细胞与淋巴细胞比值对急性肾损伤预测作用的Meta分析[J]. 中华危重病急救医学,2021,33(3):311-317. doi:10.3760/cma.j.cn121430-20201215-00755.

[14] Wiedermann CJ. Hypoalbuminemia and the risk of acute kidney injury in sepsis[J]. Crit Care Med, 2019, 47(4): e377-e378. doi: 10.1097/ccm.0000000000003592.

[15] Hansrivijit P, Yarlagadda K, Cheungpasitporn W, et al. Hypoalbuminemia is associated with increased risk of acute kidney injury in hospitalized patients: a meta-analysis[J]. J Crit Care, 2021, 61: 96-102. doi: 10.1016/j.jcrc.2020.10.013.

[16] Wang Q, Tang Y, Zhou J, et al. A prospective study of acute kidney injury in the intensive care unit: development and validation of a risk prediction model[J]. J Transl Med, 2019, 17(1): 359. doi: 10.1186/s12967-019-2118-6.

[17] Chen B, Zhao J, Zhang Z, et al. Clinical characteristics and risk factors for severe burns complicated by early acute kidney injury[J]. Burns, 2020, 46(5): 1100-1106. doi: 10.1016/j.burns.2019.11.018.

(编辑:魏 源)