

热射病患者发生急性肾损伤的危险因素分析及预测模型构建*

张萍^{1,2} 杨莎^{1,2} 张琳^{1,2} 邓鹏^{1,2} 程涛^{1,2} 姚蓉^{1,2}

(1. 四川大学华西医院急诊科急诊医学研究所, 四川 成都 610041; 2. 四川大学灾难医学中心, 四川 成都 610041)

【摘要】 目的 探讨热射病(HS)患者发生急性肾损伤(AKI)的临床特征及危险因素,并进一步构建风险预测模型。方法 选取四川大学华西医院、成都医学院第二附属医院、绵阳市中心医院等7家医院急诊科2022年7月1日—2022年9月30日收治的HS患者184例,根据住院期间是否发生AKI将患者分为AKI组和非AKI组,比较两组患者一般情况、就诊时症状、体征及实验室检查等指标,多因素Logistic回归分析筛选出HS患者发生AKI的独立危险因素,进一步建立AKI风险预测模型。结果 最终纳入HS患者160例,其中AKI组70例,非AKI组90例,AKI发生率为44%。与非AKI组相比,AKI组患者合并横纹肌溶解、DIC比例更高,死亡率更高。多因素Logistic回归分析显示,入院时患者心率、收缩压、肌红蛋白、血小板计数是HS患者发生AKI的独立危险因素,基于上述指标构建预测模型,受试者工作曲线下面积(AUROC)为0.848(95%CI:0.789~0.907, $P < 0.05$),高于序贯器官衰竭评价(SOFA)评分(AUROC)为0.790(95%CI:0.718~0.861, $P < 0.05$)。结论 本组HS患者AKI发生率44%,就诊时心率、收缩压、肌红蛋白和血小板计数是HS患者中发生AKI的独立危险因素,基于上述指标构建的模型可用于评估HS患者AKI风险。

【关键词】 热射病;急性肾损伤;危险因素;预测模型

【中图分类号】 R594.1⁺2 **【文献标志码】** A **DOI:**10.3969/j.issn.1672-3511.2025.01.014

Risk factors analysis and prediction model construction of acute kidney injury in patients with heat stroke

ZHANG Ping^{1,2}, YANG Sha^{1,2}, ZHANG Lin^{1,2}, DENG Peng^{1,2}, CHENG Tao^{1,2}, YAO Rong^{1,2}

(1. Research Laboratory of Emergency Medicine, Department of Emergency, West China Hospital, Sichuan University, Chengdu 610041, China; 2. Disaster Medicine Center, Sichuan University, Chengdu 610041, China)

【Abstract】 **Objective** To explore the clinical characteristics and risk factors of acute kidney injury (AKI) in patients with heat stroke (HS), and to further build a risk prediction model. **Methods** HS patients admitted to the emergency departments of 7 hospitals including West China Hospital of Sichuan University, the Second Affiliated Hospital of Chengdu Medical College, and Mianyang Central Hospital from July 1, 2022 to September 30, 2022 were selected. Patients with AKI were divided into AKI group and non-AKI group. The general conditions, symptoms, signs, and laboratory tests of the two groups were compared. Multivariate logistic regression analysis screened out independent risk factors for AKI in HS patients, and further established AKI Risk Prediction Model. **Results** 160 HS patients were included, including 70 cases in the AKI group and 90 cases in the non-AKI group, and the incidence rate of AKI was 44%. Compared with the non-AKI group, the AKI group had a higher proportion of patients with rhabdomyolysis, DIC, and higher mortality. Multivariate logistic regression analysis showed that heart rate, systolic blood pressure, myoglobin, and platelet count at admission were independent risk factors for AKI in HS patients. A prediction model was constructed based on the above indicators, and the area under the receiver operating curve (AUROC) was 0.848 (95%CI: 0.789~0.907),

基金项目:四川省自然科学基金青年基金项目(23NSFSC4251);北京协和医学基金会-睿E(睿意)急诊医学研究专项基金项目(22322012013)

通讯作者:姚蓉,主任医师,E-mail:yaorong@wchscu.cn

引用本文:张萍,杨莎,张琳,等.热射病患者发生急性肾损伤的危险因素分析及预测模型构建[J].西部医学,2025,37(1):75-79. DOI:10.3969/j.issn.1672-3511.2025.01.014

higher than the Sequential Organ Failure Assessment (SOFA) score (0.79, 95%CI: 0.718~0.861, $P<0.05$). **Conclusion** The incidence of AKI in this group of HS patients was 44%. Heart rate, systolic blood pressure, myoglobin and platelet count at the time of consultation are independent risk factors for AKI in HS patients. The model constructed based on the above indicators can be used to assess the risk of AKI in HS patients.

【Key words】 Heat stroke; Acute kidney injury; Risk factors; Predictive models

热射病(Heat stroke, HS)是由于暴露于热环境或者进行高强度体力活动,体温调节功能紊乱,导致机体核心温度迅速升高(多超过 40 °C),并伴有肾、肝、肺、胃肠道和肌肉等多器官的损伤,甚至会导致死亡。急性肾损伤(Acute kidney injury, AKI)为 HS 常见的并发症之一,而合并 AKI 可增加患者死亡及遗留多器官功能障碍等危害^[1],早期发现 AKI 高危人群并及时干预,可能有助于改善 HS 患者的预后^[2]。已有研究发现横纹肌溶解、凝血功能障碍、心肌损害等是 HS 并发 AKI 的危险因素,但尚无普遍适用的评分工具用于预测 HS 并发 AKI 的风险。本研究拟基于对临床指标的回顾性数据分析,探索 HS 患者发生 AKI 的临床特征及危险因素,并进一步构建风险预测模型,现报告如下。

1 资料与方法

1.1 研究对象 本研究为多中心回顾性队列研究,纳入 2022 年 7 月 1 日—2022 年 9 月 30 日就诊于四川大学华西医院、四川大学华西天府医院、成都上锦南府医院、成都医学院第二附属医院、绵阳市中心医院、眉山市人民医院、达州市中西医结合医院急诊科的 HS 患者 184 例,根据住院期间是否发生 AKI 将患者分为 AKI 组和非 AKI 组。HS 诊断依据《中国热射病诊断与治疗专家共识》^[3]和《热射病急诊诊断与治疗专家共识》^[4]。AKI 诊断参照 2012 年改善全球预后(KDIGO)急性肾损伤工作组(KDIGOAKI)临床实践指南^[5]。纳入标准:①≥18 岁,男女不限。②有两次及两次以上的血清肌酐指标记录。排除标准:①既往有慢性肾病、透析、CRRT、肾移植史。②合并其他可导致 AKI 的疾病:如中毒、严重感染性疾病、血液系统疾病、自身免疫性疾病和肿瘤性疾病等。③近 1 周使用过肾毒性药物。④临床资料缺失。本研究严格遵循《赫尔辛基宣言》中人体医学研究的伦理原则。因本研究为回顾性研究,且收集数据时隐去纳入对象姓名,故申请免去患者知情同意,并经四川大学华西医院医学伦理委员会批准(伦理审批号:2022-1478)。

1.2 资料收集 从电子病历系统调取患者临床资料,包括性别、年龄、基础疾病及此次发病情况,就诊时血压、心率、格拉斯哥昏迷评分(Glasgow coma scale, GCS)、SOFA 评分(Sequential organ failure as-

essment, SOFA),就诊时血常规、肝肾功、血糖、血脂、肌红蛋白、心肌标志物、凝血功能等实验室检查结果,入院后是否使用呼吸机辅助通气、是否使用血管活性药物、是否进行心肺复苏(Cardiac pulmonary resuscitation, CPR)、是否进行血液净化治疗、是否合并感染,住院天数及出院时结局。

1.3 统计学分析 采用 SPSS 26.0 软件进行统计学分析,检验计量资料正态性,若为正态分布,以 $(\bar{x} \pm s)$ 表示,两组间比较采用独立样本 t 检验;不符合正态分布数据采用 $[M(P_{25}, P_{75})]$ 表示,组间比较采用 Mann-Whitney U 秩和检验。计数资料采用例数及百分比(%)描述,组间比较采用 χ^2 检验。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。通过多因素逐步 Logistic 回归分析筛选出独立危险因素,应用 SPSS 软件建立预测 AKI 发生的风险模型,通过拟合优度检验和 ROC 曲线下面积评价模型的区分能力。

2 结果

2.1 一般情况 184 例 HS 患者最终纳入 160 例,其中男性 82 例(51.2%),平均年龄(64.5±16.02)岁。劳力型 HS(Exertional heat stroke, EHS)51 例,经典型 HS(Classic heat stroke, CHS)109 例。根据住院期间是否发生 AKI 将患者分为 AKI 组 70 例和非 AKI 组 90 例,70 例患者符合 AKI 诊断,AKI 发生率为 44%。住院期间约有 52 例患者死亡,其中 AKI 组与非 AKI 组各 30 和 22 例死亡,AKI 组病死率高于非 AKI 组患者(42.8% vs 24.4%, $P<0.05$)。

2.2 HS 患者住院期间发生 AKI 的危险因素 与非 AKI 组相比,AKI 组患者男性比例更高,入院后需呼吸机辅助通气治疗、血液净化治疗、使用血管活性药物比例更高。AKI 组患者入院时的心率(HR)、收缩压(SBP)、SOFA 评分、GCS 评分、血小板(PLT)、降钙素原(PCT)、门冬氨酸氨基转移酶(AST)、高密度脂蛋白(HDL)、凝血酶原时间(PT)、活化部分凝血酶原时间(APTT)、凝血酶时间(TT)、纤维蛋白原(FIB)、国际标准化比值(INR)、肌红蛋白(MYO)、肌酸激酶(CK)、肌酸激酶同工酶(CKMB)、脑钠肽(BNP)差异有统计学意义(均 $P<0.05$),见表 1。

2.3 HS 患者发生 AKI 的独立危险因素 将单因素分析中有统计学差异的指标为自变量进行多因素

表 1 AKI 与非 AKI 组患者的比较($\bar{x} \pm s$)

Table 1 Comparison of patients in the AKI versus non-AKI group

因素	AKI 组 (n=70)	非 AKI 组(n=90)	χ^2/t	P
年龄(岁)	65.74±16.19	63.53±15.91	0.867	0.387
男性(%)	47(67.1)	35(38.9)	12.581	<0.001
EHS(%)	24(34.3)	27(30)	0.333	0.564
GCS 评分	6.36±4.05	8.96±4.26	-3.908	<0.001
SOFA 评分	9.51±4.42	5.31±3.10	6.762	<0.001
HR(次/分)	125(37.30)	101(33.30)	6.086	0.001
SBP(mmHg)	110(36)	129.50(43.80)	-4.070	<0.001
HB(g/L)	127.04±23.81	121.29±22.68	1.555	0.122
PLT($10^9/L$)	127.75±75.63	171.82±111.32	-2.84	0.005
PCT(ng/mL)	14.30±25.06	6.58±11.32	2.601	0.010
AST(IU/L)	222.72±428.78	81.18±95.46	3.039	0.003
ALT(IU/L)	114.97±312.21	54.75±84.33	1.751	0.082
TG(mmol/L)	1.40±1.14	1.21±0.90	1.186	0.238
TC(mmol/L)	3.69±1.19	3.82±0.96	-0.773	0.441
HDL(mmol/L)	0.93(0.50)	1.04(0.50)	-2.143	0.034
LDL(mmol/L)	2.36(1.20)	2.43(0.80)	-1.903	0.059
PT(s)	18.92±22.41	12.34±2.00	2.774	0.006
APTT(s)	37.61±33.35	27.05±4.17	2.977	0.003
TT(s)	27.39±26.37	18.26±4.43	3.226	0.002
DD(mg/IFEU)	197.26±1459.95	78.25±397.98	0.739	0.461
FIB(g/L)	2.25±1.18	2.91±1.56	-2.927	0.004
INR	1.35±0.59	1.13±0.17	3.424	0.001
MYO(ng/mL)	1467.43±1172.66	654.66±663.88	5.536	0.001
CK(ng/mL)	6548.77±22245.28	1686.19±2578.68	2.058	0.041
CKMB(ng/mL)	35.46±75.85	14.24±36.62	2.330	0.021
BNP(pg/mL)	3411.37±7469.79	878.01±1221.16	3.166	0.002
合并感染(%)	58(92.1)	63(80.8)	3.652	0.056
需呼吸机辅助通气(%)	35(50)	26(28.9)	7.439	0.006
使用血管活性药物(%)	35(50)	13(14.4)	23.704	<0.001
行血液净化治疗(%)	19(27.1)	1(1.1)	24.395	<0.001
死亡(%)	30(42.8)	22(24.4)	6.085	0.014

Logistic 逐步回归分析,结果显示就诊时心率、收缩压、肌红蛋白、血小板计数是 HS 患者发生 AKI 的独立危险因素($P < 0.05$),见表 2。

表 2 HS 患者发生 AKI 的危险因素

Table 2 Risk factors for AKI in patients with HS

变量	b 值	b 值 标准误	Wald 卡方值	P	OR	OR 值的 95%CI
HR	0.034	0.008	17.950	<0.001	1.035	1.018~1.051
SBP	-0.017	0.007	5.760	0.016	0.983	0.969~0.997
PLT	-0.005	0.003	4.276	0.039	0.995	0.989~1.000
MYO	0.001	0.001	14.153	<0.001	1.001	1.000~1.001
常量	-2.130	1.333	2.551	0.110	0.119	

2.4 建立 HS 患者发生 AKI 的风险预测模型 根据多因素 Logistics 回归分析结果,进一步建立 HS 患者发生 AKI 的风险预测模型为 Model=-2.130+0.034(HR)-0.017(SBP)-0.005(PLT)+0.001(MYO)。根据霍斯默-莱梅肖检验, $P = 0.658$,提示该模型拟合

优度较好。该模型的 ROC 曲线下面积(AUROC)为 0.848(95%CI:0.789~0.907, $P < 0.001$),显著高于 SOFA 评分(AUROC:0.790,95%CI:0.718~0.861, $P < 0.001$)。见图 1、表 3。

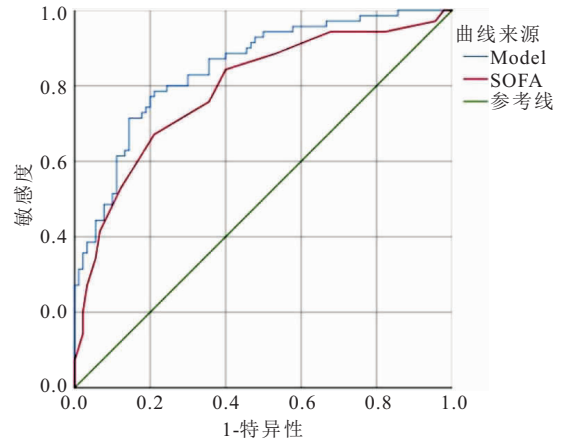


图 1 预测模型与 SOFA 评分 ROC 曲线

Figure 1 ROC curve of prediction model versus SOFA score

表 3 预测模型与 SOFA 评分 ROC 曲线下面积比较

Table 3 Comparison of the area under the ROC curve of the prediction model and the SOFA score

项目	AUC(95%CI)	灵敏度	特异度	约登指数
Model	0.848	0.786	0.789	0.578
SOFA	0.790	0.671	0.211	0.460

3 讨论

肾脏作为主要的排泄器官,承担着维持内环境稳定和正常新陈代谢等重要功能,也是 HS 发生后主要损害的器官之一^[6-7]。本研究中约 44% 的 HS 患者住院期间均发生 AKI,并且 AKI 组病死率显著高于非 AKI 组,因此,有必要早期识别高危患者,以利于临床对患者进行病情评估及预后预测。本研究基于入院时患者心率、收缩压、肌红蛋白和血小板计数构建了针对 HS 患者发生 AKI 风险的预测模型,模型仅由 4 个指标构成,就诊时即可获得,且预测效能优于 SOFA 评分,便于临床应用及推广。

本研究发现就诊时血肌红蛋白和血小板计数在 AKI 组中明显异常于非 AKI 组,多因素 Logistic 回归分析显示,该两项指标为 HS 患者并发 AKI 的独立危险因素,与先前研究一致。有研究对 161 例 HS 患者进行回顾性研究发现,血清肌红蛋白有助于早期识别疑似横纹肌溶解,并有助于识别 EHS 后即将发生的 AKI^[8-10]。Wang 等^[11]对 208 例 HS 患者进行研究发现血小板可作为预测 AKI 发生的有效因素,如合并横纹肌溶解导致肌红蛋白升高,可进一步通过激活凝血因子和纤溶影响凝血功能。AKI 发生时,尿毒症毒素在体内累积,代谢产物通过影响血小板膜上的受体和

信号传导途径,抑制血小板的聚集和释放功能,同时机体内产生的未能及时排出体外的毒素还可以抑制骨髓中血小板生成。当肾功能受到影响时,电解质代谢紊乱及代谢性酸中毒可以改变血小板的膜电位和功能,影响其活化和聚集。还有研究发现,HS 患者发生横纹肌溶解后,一些核蛋白如组蛋白 3(Histone3)和高迁移率族蛋白 B1(HMGB1)释放,可进一步诱导血小板活化,导致弥散性血管内凝血(DIC)发生,增加 HS 患者并发 AKI 的风险^[12-14]。同时,在进行危险因素筛选时,本研究发现与非 AKI 组相比,AKI 组患者 PT、APTT、TT、INR 等指标显著更高,而 FIB 显著更低,同样提示凝血功能异常可能参与 HS 患者 AKI 的发生。胡蒙燕等^[15]研究发现,在 HS 发病当天患者即可出现凝血功能障碍,表现为 PLT、FIB 降低,TT、PT、APTT 延长,且 PLT 降低及 PT、APTT 延长越明显,患者预后越差。一方面,肾脏在生成和清除部分凝血因子及其调控蛋白方面起着重要作用,如部分抗凝血酶和活化蛋白 C 的代谢产物,可以被肾脏滤过,当 AKI 发生时,这些物质的清除减少,会导致血液中其水平升高,影响凝血功能。另外一方面,热应激引起血管内皮细胞损伤,内皮细胞受损后会释放损伤相关分子模式(Damage associated molecular patterns, DAMPs),激活内源性凝血途径中的凝血因子Ⅻ,同时热应激也增加了组织因子(Tissue factor, TF)的表达,激活外源性凝血途径中的凝血因子Ⅶ。这些途径共同促进凝血酶的大量生成。凝血酶进一步激活血小板,通过与血小板表面的蛋白酶激活受体 1(Protease-activated receptors1, PAR1)结合,诱导血小板脱颗粒,释放血管性血友病因子(von Willebrand Factor, vWF)和 P-选择素,促进血小板聚集和粘附,形成微血管内的纤维蛋白凝块^[16-17]。这些纤维蛋白凝块在肾脏微循环中沉积,导致肾小管和肾小球微血管的闭塞,严重影响肾脏的血液供应和氧气输送。此外,微血栓的广泛形成会引起肾组织缺氧和局部缺血,导致肾小管上皮细胞坏死和功能丧失^[18]。有研究发现,同时伴有凝血功能障碍及 AKI 的患者死亡率升高,尤其是同时存在 DIC 和 AKI 的患者死亡率高达 94%。HS 患者是否并存 AKI、DIC 可作为判断预后的指标^[19]。积极纠正凝血异常是否有助于减少 AKI 的发生,改善 HS 患者预后尚有待进一步研究明确。

本研究发现入院时更高的心率和更低的收缩压是 HS 患者发生 AKI 的危险因素,可能由于热负荷引起机体代谢率增加、皮肤散热增加和外周血管扩张,导致血容量不足和心输出量减少,而心率增高和收缩压降低提示机体有效循环血量已经失代偿,肾脏低灌

注风险增高^[20-25]。本研究纳入的 4 项指标综合反映了患者循环容量、心脏、凝血及骨骼肌等系统器官功能,而上述器官均为 HS 损伤重要的靶器官,提示 HS 相关 AKI 可能与热损伤导致的循环失代偿以及继发的全身炎症反应有关。

SOFA 评分是目前临床广泛使用的预后评分系统,通过测定主要器官功能损害程度对患者进行预后判断^[26-27]。本研究发现,与非 AKI 患者相比,AKI 患者的 SOFA 评分更高,但本研究构建的预测模型用于预测 HS 患者发生 AKI 的 AUROC 显著优于 SOFA。由于本研究纳入指标较 SOFA 评分更为简便,在 HS 患者入院时即可获得,故可能更适合急诊早期对患者病情评估。

本研究也有一定局限性。首先,本研究为回顾性观察研究,病历信息不全,虽为多中心研究,但最终纳入的病例数偏少,可能影响最终结果。其次,本研究仅关注了院内结局,未能随访出院后肾功能变化情况,限制了对患者的长期预后评估。并且,由于可获取的指标有限,一些可能与 AKI 发生有关的潜在因素如 HS 患者接受的具体治疗措施未能被纳入分析,上述因素均可能对预测模型的准确性造成一定影响。由于样本例数有限,本研究未能进一步进行模型外部验证,是否具有普适性以及推广应用至其他 HS 患者尚需进一步研究证实。

4 结论

本组 HS 患者 AKI 发生率 44%,合并 AKI 可增加 HS 患者院内病死率。患者就诊时心率、收缩压、肌红蛋白、血小板计数是 HS 患者发生 AKI 的独立危险因素,基于上述四个指标构建的预测模型具有较好的预测准确性、区分性和临床实用性,可以简单快速地评估单个患者的风险。

【参考文献】

- [1] XIA D M, WANG X R, ZHOU P Y, *et al.* Research progress of heat stroke during 1989-2019: a bibliometric analysis[J]. *Mil Med Res*, 2021, 8(1): 5.
- [2] EPSTEIN Y, YANOVICH R. Heatstroke[J]. *N Engl J Med*, 2019, 380(25): 2449-2459.
- [3] 刘树元, 宋景春, 毛汉丁, 等. 中国热射病诊断与治疗专家共识[J]. *解放军医学杂志*, 2019, 44(3): 181-196.
- [4] 宋青. 热射病规范化诊断与治疗专家共识(草案)[J]. *解放军医学杂志*, 2015, 40(1): 1-7.
- [5] KHAWAJA A. KDIGO clinical practice guidelines for acute kidney injury[J]. *Nephron Clin Pract*, 2012, 120(4): c179-c184.
- [6] WU M, WANG C L, LIU Z Y, *et al.* Clinical characteristics and risk factors associated with acute kidney injury inpatient with exertional heatstroke: an over 10-year intensive care survey

- [J]. *Front Med*, 2021, 8: 678434.
- [7] HAJAT S, CASULA A, MURAGE P, *et al.* Ambient heat and acute kidney injury: case-crossover analysis of 1 354 675 automated e-alert episodes linked to high-resolution climate data[J]. *Lancet Planet Health*, 2024, 8(3): e156-e162.
- [8] WU M, WANG C L, ZHONG L, *et al.* Serum myoglobin as predictor of acute kidney injury and 90-day mortality in patients with rhabdomyolysis after exertional heatstroke: an over 10-year intensive care survey[J]. *Int J Hyperthermia*, 2022, 39(1): 446-454.
- [9] NATH K A, SINGH R D, CROATT A J, *et al.* Heme proteins and kidney injury: beyond rhabdomyolysis[J]. *Kidney360*, 2022, 3(11): 1969-1979.
- [10] DEGUCHI H, MORLA S, GRIFFIN J H. Novel blood coagulation molecules: skeletal muscle myosin and cardiac myosin[J]. *J Thromb Haemost*, 2021, 19(1): 7-19.
- [11] WANG C L, YU B J, CHEN R L, *et al.* Association of D-dimer and acute kidney injury associated with rhabdomyolysis in patients with exertional heatstroke: an over 10-year intensive care survey[J]. *Ren Fail*, 2021, 43(1): 1561-1568.
- [12] LI Y, LIU Z F, SHI X Z, *et al.* Prognostic value of plasma exosomal levels of histone H3 protein in patients with heat stroke[J]. *Exp Ther Med*, 2021, 22(3): 922.
- [13] ITO T, TOTOKI T, YOKOYAMA Y, *et al.* Serum histone H3 levels and platelet counts are potential markers for coagulopathy with high risk of death in septic patients: a single-center observational study[J]. *J Intensive Care*, 2019, 7: 63.
- [14] SONG S J, KIM S M, LEE S H, *et al.* Rhabdomyolysis-induced AKI was ameliorated in NLRP3 KO mice via alleviation of mitochondrial lipid peroxidation in renal tubular cells[J]. *Int J Mol Sci*, 2020, 21(22): 8564.
- [15] 胡蒙燕. 热射病患者凝血功能指标实验室检测分析[J]. *现代实用医学*, 2016, 28(2): 218-219, 253.
- [16] ABRAMS S T, SU D H, SAHRAOUI Y, *et al.* Assembly of alternative prothrombinase by extracellular histones initiates and disseminates intravascular coagulation[J]. *Blood*, 2021, 137(1): 103-114.
- [17] ISMAIL A A, SHAKER B T, BAJOU K. The plasminogen-activator plasmin system in physiological and pathophysiological angiogenesis[J]. *Int J Mol Sci*, 2021, 23(1): 337.
- [18] 冯悦, 王静, 李欣欣, 等. 弥散性血管内凝血的发病机制及药物治疗进展[J]. *药学进展*, 2023, 47(5): 379-391.
- [19] 赵佳佳, 周京江, 胡婕, 等. 影响劳力性热射病预后的危险因素分析[J]. *中华危重病急救医学*, 2013, 25(9): 515-518.
- [20] MARCHAND M, GIN K. The cardiovascular system in heat stroke[J]. *CJC Open*, 2022, 4(2): 158-163.
- [21] EGAIMI M, SEO H, BASHIR S. A case of heat exhaustion masquerading as ST-elevation myocardial infarction[J]. *Cureus*, 2022, 14(10): e30495.
- [22] LAITANO O, CLANTON T L, LEON L R. Heat stroke: physiological challenges and breakthroughs[J]. *Exp Physiol*, 2022, 107(10): 1109-1110.
- [23] THONGPRAYOON C, QURESHI F, PETNAK T, *et al.* Impact of acute kidney injury on outcomes of hospitalizations for heat stroke in the United States[J]. *Diseases*, 2020, 8(3): 28.
- [24] 谢超宇, 许硕贵. 热射病综合治疗方法进展[J]. *中华急诊医学杂志*, 2021, 30(9): 1153-1156.
- [25] AHN J, BAE S, CHUNG B H, *et al.* Association of summer temperatures and acute kidney injury in South Korea: a case-crossover study[J]. *Int J Epidemiol*, 2023, 52(3): 774-782.
- [26] WU M, WANG C L, LIU Z Y, *et al.* Sequential organ failure assessment score for prediction of mortality of patients with rhabdomyolysis following exertional heatstroke: a longitudinal cohort study in Southern China [J]. *Front Med*, 2021, 8: 724319.
- [27] LI Y L, YAN C J, GAN Z Y, *et al.* Prognostic values of SOFA score, qSOFA score, and LODS score for patients with sepsis[J]. *Ann Palliat Med*, 2020, 9(3): 1037-1044.
- (收稿日期:2024-06-18; 修回日期:2024-07-12; 编辑:张翰林)