

论著 DOI:10.16369/j.ohcr.issn.1007-1326.2023.05.015

· 调查研究 ·

# 早期黏弹性凝血功能对热射病患者凝血功能障碍发生的预测价值

李阳, 石玉娜, 张博, 田野, 高敏

河北省沧州中西医结合医院重症医学科, 河北 沧州 061000

**摘要:** 目的 构建基于早期黏弹性凝血功能的预测模型, 并分析该预测模型预测热射病患者凝血功能障碍发生的预测价值。方法 纳入 2017 年 6 月—2020 年 10 月救治的 100 例热射病患者为研究对象, 入院时收集所有患者早期黏弹性凝血功能指标, 记录凝血功能障碍发生情况。采用多因素 logistic 回归方程分析早期黏弹性凝血功能指标与热射病患者凝血功能障碍发生的相关性, 绘制受试者工作特征曲线(receiver operating characteristic curve, ROC)评估预测模型预测热射病患者凝血功能障碍发生的效能。结果 100 例热射病患者中有 33 例发生凝血功能障碍。发生组患者 C 反应蛋白(C-reactive protein, CRP)、凝血酶原时间(prothrombin time, PT)、血小板计数、凝血率(clotrate, CR)、血小板功能(platelet factor, PF)高于未发生组, 活化凝血时间(activated clotting time, ACT)、纤维蛋白原(Fibrinogen, FI)低于未发生组, 差异均有统计学意义( $P < 0.05$ )。多因素 logistic 回归分析显示: CRP 升高(OR = 1.616)、CR 升高(OR = 1.240)、PF 升高(OR = 2.132) 是热射病患者凝血功能障碍发生的危险因素( $P < 0.05$ ), ACT 升高(OR = 0.885) 是热射病患者凝血功能障碍发生的保护因素( $P < 0.05$ )。ROC 曲线分析结果显示: 联合 CRP、ACT、CR、PF 建立的预测模型预测热射病患者凝血功能障碍发生的 AUC 为 0.929, 灵敏度为 83.41%, 特异度为 79.22%。结论 早期 ACT、CR、PF 高水平状态是热射病患者凝血功能障碍发生的影响因素, 早期黏弹性凝血功能检测指标可用于热射病患者凝血功能障碍的早期预测。

**关键词:** 黏弹性凝血功能; 血小板; 凝血功能; 热射病; 凝血功能障碍; 相关性

中图分类号: R135 文献标志码: A 文章编号: 1007-1326(2023)05-0603-05

引用: 李阳, 石玉娜, 张博, 等. 早期黏弹性凝血功能对热射病患者凝血功能障碍发生的预测价值[J]. 职业卫生与应急救援, 2023, 41(5): 603-607.

**Predictive value of early viscoelastic coagulation function for coagulation dysfunction in heat stroke patients** LI Yang, SHI Yuna, ZHANG Bo, TIAN Ye, GAO Min (Department of ICU, Hebei Cangzhou Hospital of Integrated Traditional Chinese and Western Medicine, Cangzhou, Hebei 061000, China)

**Abstract: Objective** To construct a prediction model based on early viscoelastic coagulation function and analyze its predictive value for coagulation dysfunction in heat stroke patients. **Methods** A total of 100 heat stroke patients treated from June 2017 to October 2020 were included in this study. Early viscoelastic coagulation function indicators were collected upon admission, and the occurrence of coagulation dysfunction was recorded. Multivariate logistic regression analysis was used to analyze the correlation between early viscoelastic coagulation function indicators and the occurrence of coagulation dysfunction. Receiver operating characteristic curves (ROC) were drawn to evaluate the efficacy of the prediction model in predicting the occurrence of coagulation dysfunction in heat stroke patients. **Results** Among the 100 heat stroke patients, 33 patients had occurrence of coagulation dysfunction. The patients with coagulation dysfunction had higher levels of C-reactive protein (CRP), prothrombin time (PT), platelet count, clot rate (CR), and platelet factor (PF), as well as lower levels of activated clotting time (ACT) and fibrinogen (FI), compared to the patients without coagulation dysfunction (all indicators,  $P < 0.05$ ). Multivariate logistic regression analysis showed that elevated CRP (OR = 1.616), CR (OR = 1.240), and PF (OR = 2.132) were risk factors for coagulation dysfunction in heat stroke patients ( $P < 0.05$ ), while elevated ACT (OR = 0.885) was a protective factor ( $P < 0.05$ ). ROC curve analysis showed that the AUC of the prediction model established with CRP, ACT, CR, and PF was 0.929 for predicting coagulation dysfunction in heat stroke

基金项目: 河北省中医药管理局科研计划项目(2120510)

作者简介: 李阳(1985—), 男, 大学本科, 主治医师

patients, with a sensitivity of 83.41% and a specificity of 79.22%. **Conclusions** Elevated levels of ACT, CR, and PF at early stages were influencing factors for the occurrence of coagulation dysfunction in heat stroke patients. Early viscoelastic coagulation function indicators could be used for early prediction of coagulation dysfunction in heat stroke patients.

**Keywords:** viscoelastic coagulation function; platelet; coagulation function; heat stroke; coagulation dysfunction; correlation

热射病是一种因机体剧烈运动或长时间暴露于极端高温环境中,使体内热量蓄积远超散热,导致核心温度迅速升高至40℃以上,并伴有中枢神经系统症状的疾病<sup>[1]</sup>。凝血系统是热射病常见的受累系统,约超过28%的热射病患者存在明显凝血障碍,这也是导致患者预后不良的重要原因<sup>[2-3]</sup>。纠正热射病患者凝血功能障碍,对改善患者预后具重要意义。但目前临床使用的常规实验室指标,如活化部分凝血活酶时间(activated partial thromboplastin time, APTT)、凝血酶原时间(prothrombin time, PT)、纤维蛋白原(Fibrinogen, FI)水平、血小板计数和特异性因子试验仅反映凝血级联的孤立部分,难以有效应用于热射病患者凝血功能障碍的早期预测中<sup>[4-5]</sup>。黏弹性即时检测设备是一种测量患者黏弹性凝血功能的设备,可通过定性特征和定量等级,如活化凝血时间(activated clotting time, ACT)、凝血率(clotrate, CR)和血小板因子(platelet factor, PF)提供完整凝血过程的证据<sup>[6-7]</sup>,现已在肝脏移植、心血管手术、神经外科手术等出血量较大的手术中积极应用,在评估严重酒精性肝炎患者凝血因子和血小板功能时具更高敏感性<sup>[8-9]</sup>。近年来,在重症监护、孕妇及儿童的用药中也逐渐开展应用。但其是否可应用于预测热射病患者凝血功能障碍的发生,研究不多,其临床价值尚需进一步验证。本研究拟纳入100例热射病患者,通过测量患者黏弹性凝血功能指标,构建基于早期黏弹性凝血功能指标的预测模型,并分析该模型预测热射病患者凝血功能障碍发生的预测价值。

## 1 对象与方法

### 1.1 研究对象

经医院伦理委员审批,序贯收集2017年6月—2020年10月100例热射病患者为研究对象。纳入标准:(1)符合热射病的诊断标准<sup>[10]</sup>;(2)首次发病,发病时间≥2 h;(3)患者临床资料完整。排除标准:(1)入院时已发生多器官功能衰竭、弥漫性血管内凝血等;(2)合并其他影响凝血功能疾病;(3)入组前3个月服用过抗凝药物和抗血小板药物。

## 1.2 方法

### 1.2.1 一般资料收集

收集患者入院时性别、年龄、身体质量指数(body mass index, BMI)等基本信息。采用格拉斯哥昏迷量表(Glasgow coma score, GCS)<sup>[11]</sup>评估患者意识情况;采用弥散性血管内凝血(disseminated intravascular coagulation, DIC)相关评分——国际血栓与止血学会量表(International Society on Thrombosis and Haemostasis, ISTH)<sup>[12]</sup>评估患者血栓风险,采用急性生理学和慢性健康评估Ⅱ(Acute Physiology and Chronic Health Evaluation Ⅱ, APACHE Ⅱ)量表<sup>[13]</sup>评估患者病情严重情况,采用连续器官衰竭评估(Sequential Organ Failure Assessment, SOFA)量表<sup>[14]</sup>评估患者多器官衰竭风险。采用传统水银温度计测量腋下体温,作为患者体核温度,测量3次,取平均值。GCS评分标准:13~15分为轻度意识障碍,9~12分为中度意识障碍,3~8分为重度意识障碍。ISTH评分标准:血小板计数>100×10<sup>9</sup>/L,计0分;(50~100)×10<sup>9</sup>/L,计1分;<50×10<sup>9</sup>/L,计2分。凝血酶原时间<3 s,计0分;3~6 s,计1分;>6 s,计2分。纤维蛋白原水平≥100 mg/dL,计0分;<100 mg/dL,计1分。D-二聚体(D-dimer, D-D)水平<1 μg/mL,计0分;1~2 μg/mL,计2分;>2 μg/mL,计3分。如果总分≥5分,则诊断为明确的弥漫性血管内凝血(disseminated intravascular coagulation, DIC)。APACHE Ⅱ评分:总分0~60分,分值越高,生活质量越差,病情越严重,病死率越高。SOFA评分:(1)使用任何升压药或强心药为2分;(2)吸氧浓度(FiO<sub>2</sub>)>21%为1分;(3)肌酐>1.2 mg/dL为1分;(4)血小板计数<150×10<sup>9</sup>/L为1分;(5)心率(heart rate)>100次/min为1分,分值越高患者风险越高。

### 1.2.2 心、肝、肾功能等测量

入院后采集外周静脉血5 mL,以15 cm的离心半径和3 000 r/min的离心条件离心15 min后取上清液于-80℃冰箱中待检,采用全自动生化分析仪(Beckman Coulter, AU5800, 美国)测量C反应蛋白(C-reactive protein, CRP)、血肌酐、谷丙转氨酶、N末端B型利钠肽前体(N-terminal pro-B type

natriuretic peptide, NT-proBNP)等。

### 1.2.3 常规凝血试验

采集患者入院后外周静脉血,其中枸橼酸钠抗凝血2管(3 mL/管),EDTA-K2抗凝血1管(2 mL/管),促凝剂全血1管(3 mL/管)。采用迈瑞BC-30S血细胞分析仪测量患者血小板计数。使用全自动血凝仪(Sysmex,CA7000,日本)检测患者凝血酶原时间(prothrombin time,PT)、纤维蛋白原(Fibrinogen,FI);使用微型VIDAS分析仪(BioMerieux,Marcy l'Etoile,法国)测量患者D-二聚体(D-D)水平。

### 1.2.4 早期黏弹性凝血功能分析

采用希森美康全自动凝血分析仪CS5100测量ACT、CR、PF。其中ACT反映激活XII因子开始形成血块的能力;CR反映纤维蛋白形成的速率;PF反映血小板功能。ACT正常值范围为80~116 s,CR正常值范围为9~56 s,PF正常值范围>1。

### 1.2.5 凝血功能障碍

记录受试者住院期间凝血功能障碍发生情况,将同时存在PT>13 s,FI<2 g/L,D-D>0.5 mg/L定义为高凝状态。

### 1.2.6 质量控制

由1名检验科技术员及1名主治医师共同完成指标的采集、分析和评估,在数据整理过程中,剔除不合理数据,以保证数据的准确性。

### 1.2.7 统计学分析

采用SPSS 20.0软件进行数据处理,符合正态分布的计量资料采用均数±标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示,两组间差异比较采用独立样本t检验;计数资料采用百分比表示,组间比较采用 $\chi^2$ 检验;采用logistic回归模型分析二分类变量的影响因素;绘制受试者工作特征曲线(receiver operating characteristic curve,ROC)评估模型预测热射病患者凝血功能障碍发生的效能。 $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 随访结果

纳入的100例热射病患者中,观察至患者出院时,有33例患者曾发生凝血功能障碍,作为发生组;67例未发生凝血功能障碍,作为未发生组。

### 2.2 两组患者临床资料比较

发生组男性17例,女性16例,未发生组男42例,女25例,两组患者性别差异无统计学意义( $\chi^2 = 1.141, P = 0.286$ )。发生组患者CRP、PT、血小板计数、CR、PF高于未发生组,ACT、FI低于未发生组,差异均有统计学意义( $P < 0.05$ ),其余组间参数差

异均无统计学意义( $P > 0.05$ )。见表1。

表1 两组患者临床资料比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

资料	发生组 (n=33)	未发生组 (n=67)	t值	P值
年龄/岁	33.32 ± 6.72	35.87 ± 8.13	1.662	0.101
BMI/(kg/m <sup>2</sup> )	24.85 ± 2.79	25.13 ± 2.10	0.510	0.612
收缩压/(mmHg)	102.54 ± 21.46	107.78 ± 23.63	1.110	0.271
舒张压/(mmHg)	67.34 ± 10.56	69.47 ± 9.55	0.978	0.332
体核温度/℃	41.28 ± 2.34	41.32 ± 2.78	0.075	0.940
GCS评分/分	12.34 ± 2.05	11.98 ± 3.46	0.651	0.517
APACHE II评分/分	20.83 ± 4.26	19.77 ± 4.51	1.147	0.255
ISTH/分	2.37 ± 0.72	2.31 ± 0.74	0.388	0.699
SOFA/分	7.12 ± 2.01	7.43 ± 2.15	0.709	0.481
CRP/(mg/L)	21.32 ± 5.41	16.57 ± 4.69	4.532	<0.001
血肌酐/(μmol/L)	59.12 ± 11.56	61.32 ± 10.79	1.169	0.247
谷丙转氨酶/(U/L)	30.85 ± 5.43	31.42 ± 5.69	0.633	0.529
NT-proBNP/(ng/L)	2.76 ± 0.87	2.49 ± 0.61	1.600	0.116
血小板计数/(×10 <sup>9</sup> /L)	75.32 ± 22.54	60.54 ± 18.32	3.272	0.002
ACT/s	57.32 ± 18.45	64.65 ± 22.21	2.288	0.025
CR/(clot signal/min) <sup>①</sup>	65.87 ± 8.04	55.22 ± 6.43	6.279	<0.001
PF/(μg/L)	1.54 ± 0.38	1.07 ± 0.30	3.665	<0.001

注:①与超声波传感器相连的一次性塑料探针血液标本中以200 Hz的频率上下震动,所遇到的阻力被记录下来,转换为模拟信号,以凝血信号(clot signal)的方式由电脑或打印机显示出来。

### 2.3 热射病患者凝血功能障碍发生的多因素 logistic 回归分析

将是否发生凝血功能障碍作为响应变量(是=1,否=0),将表1中组间存在差异( $P < 0.05$ )的可能影响凝血功能的指标CRP、ACT、CR、PF作为预测变量,进行多因素logistic回归分析,结果显示:CRP升高( $OR = 1.616$ )、CR升高( $OR = 1.240$ )、PF升高( $OR = 2.132$ )是热射病患者凝血功能障碍发生的危险因素( $P < 0.05$ ),ACT升高( $OR = 0.885$ )是热射病患者凝血功能障碍发生的保护因素( $P < 0.05$ )。见表2。

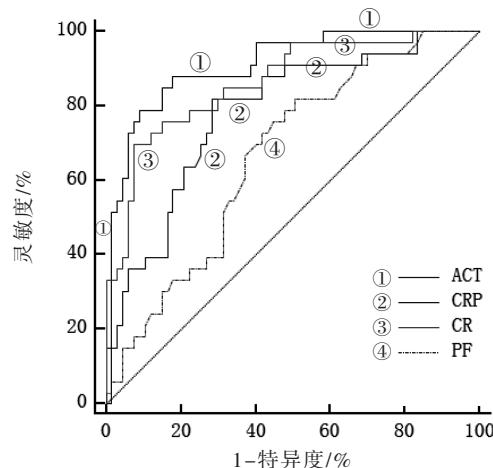
表2 热射病患者凝血功能障碍发生的多因素 logistic 回归分析

相关指标	偏回归系数	SE值	Wald值	P值	OR(95% CI)值
CRP/(mg/L)	0.480	0.176	7.396	0.007	1.616(1.143~2.083)
ACT/s	-0.015	0.035	0.189	0.044	0.885(0.821~0.954)
CR/(clot signal/min)	0.215	0.077	7.918	0.005	1.240(1.068~1.441)
PF/(μg/L)	0.757	1.94	8.804	0.003	2.132(1.058~2.903)

### 2.4 黏弹性凝血功能指标预测特异度和灵敏度

ROC曲线分析显示:CRP的AUC为0.784,ACT为0.814,CR为0.862,PF为0.838( $P < 0.05$ ),

Delong 分析显示 CR 的 AUC 高于 CRP、ACT 及 PF。见图 1、表 3。



注：ACT、CR、PF 为黏弹性凝血功能指标。

图 1 黏弹性凝血功能指标预测的 ROC 曲线

表 3 黏弹性凝血功能指标预测的特异度和灵敏度分析

相关指标	AUC 值	SE 值	灵敏度	特异度	AUC 的 95% CI 值
CRP	0.784	0.049	81.82	71.64	0.688 ~ 0.879
ACT	0.814	0.049	78.76	79.10	0.709 ~ 0.900
CR	0.862	0.044	75.76	91.04	0.775 ~ 0.949
PF	0.838	0.042	84.75	74.63	0.755 ~ 0.920

## 2.5 预测模型的构建及效能分析

根据多因素 logistic 回归分析结果建立预测模型,结果显示,联合 CRP、ACT、CR、PF 建立的预测模型预测热射病患者凝血功能障碍发生的 AUC 为 0.929, 灵敏度为 83.41%, 特异度为 79.22%。

## 3 讨论

长时间暴露于高温环境引发的热射病的特征是核心温度迅速升高至 40°C 以上,并伴有抽搐、谵妄或昏迷。随着高热的进展,机体发生多种生理病理变化,其中凝血系统功能紊乱是热射病最为常见的并发症,也是导致热射病患者病死率增加的主要原因之一。因此,有效监测热射病患者凝血功能,早期识别凝血功能障碍高危患者,并予以针对性干预,对降低热射病患者凝血功能障碍的发生具重要意义。然而,当前实验室检查等不能提供完整的凝血过程证据,难以将其有效用于热射病患者凝血功能障碍的预测中<sup>[17]</sup>。黏弹性特征分析可实时监测患者凝血功能的动态黏弹性,且具更高的灵敏度等优势,已被用于创建和实施个性化的围手术期抗凝和抗血小板治疗中<sup>[16~17]</sup>。Sakai 等<sup>[18]</sup>也证明黏弹性凝血功能分析在评估肝移植等手术出血风险方面具显著临床价值,但是是否可用于热射病患者凝血功能

障碍发生的预测,尚需进一步验证。

因为本次研究主要通过 PT、FI、血小板计数来评估凝血功能障碍,所以有凝血功能障碍和无凝血功能障碍组的这个数据本身就具有差异,也不被认为它们是凝血功能障碍的影响因素而纳入 logistic 回归模型进行分析。logistic 回归模型的结果显示,CRP 升高、CR 升高、PF 升高是热射病患者凝血功能障碍发生的危险因素,ACT 升高是热射病患者凝血功能障碍发生的保护因素。热射病伴随着炎症反应的激活,并可作为患者器官功能衰竭的强预测因子<sup>[19]</sup>。热射病过高的体核温度会诱发全身炎症反应综合征,导致 CRP 等炎症因子释放增加,触发高迁移率组蛋白 1、细胞因子的释放,导致患者凝血功能迅速恶化,最终增加凝血功能障碍发生的风险<sup>[20]</sup>。一项针对热射病凝血功能障碍住院患者的研究<sup>[21]</sup>表明,约 84% 的患者符合全身炎症反应综合征的诊断标准,并与住院时间延长有关;在一项基于 447 例患者的进一步多元回归测试发现 CRP 水平上升与热射病凝血功能障碍患者 28 d 死亡率有关<sup>[22]</sup>。ACT 是血液保持液态的时间,主要反映了内源性凝血途径中各种凝血因子或抗凝物质是否异常。ACT 升高表明内源性凝血因子缺乏,发生血栓性疾病的风险越低,反之,则表明患者血液处高凝状态,发生凝血功能障碍风险越高。CR 反应纤维蛋白形成的速率,间接反映纤维蛋白原的水平,PF 反应血小板功能。CR 值越大说明纤维蛋白原的浓度越高,其变成纤维蛋白的速度越快;PF 越大及即血小板功能越亢进。患者 CR 及 PF 均升高表明患者纤维蛋白原浓度及血小板功能均处高水平状态,患者发生凝血功能障碍的风险也越高。

本研究结果还显示,CRP 联合 ACT、CR、PF 建立的预测模型可有效预测热射病患者凝血功能障碍发生,表明基于黏弹性凝血功能指标构建的预测模型可用于热射病患者凝血功能障碍发生风险的预测。黏弹性检测提供了对整体凝血的评估,尽管黏弹性可能无法反映纤溶酶对局部凝块的破坏,但可从第一条纤维蛋白链发育开始测量,并持续记录凝块形成、回缩和溶解的整个过程;同时测量过程中不受血浆中纤维蛋白分解副产物水平的影响,能更具体地反映初始凝块形成和凝血因子缺陷。Yadav 等<sup>[23]</sup>研究证实黏弹性检查指标达峰时间(peak time)和凝血酶原时间(PT)与 APTT 为正相关,与血小板计数和纤维蛋白原水平为负相关。在 Bihari 等<sup>[24]</sup>干预肝癌凝血功能发生风险的研究中黏弹性凝血功能指标检测纤溶过程具更高敏感性,侧面证实了

黏弹性凝血功能指标可用于热射病患者凝血功能障碍的预测。

综上所述,早期高凝状态是热射病患者凝血功能障碍发生的危险因素,黏弹性凝血功能指标可用于热射病患者凝血功能障碍发生的分层管理中,实现热射病患者凝血功能障碍发生的早期预测。本研究的局限性在于纳入的样本量较小,也未对患者静脉血栓栓塞的发生进行统计,并且仅在一个时间点对患者进行了黏弹性凝血功能特征分析,研究结果可能存在偏倚。后期需加大样本量,记录患者静脉血栓,并对患者进行黏弹性凝血功能指标的动态特征分析,以进一步验证本研究结论。

作者声明 本文无实际或潜在的利益冲突

## 参考文献

- [1] 高建新,黎檀实.血管内降温技术及其治疗热射病的有效性和安全性研究进展[J].解放军医学杂志,2021,46(2):207-211.
- [2] 曾庆波,宋景春,林青伟,等.血栓弹力图对热射病合并弥散性血管内凝血的诊断及预后判断价值[J].解放军医学杂志,2018,43(9):752-755.
- [3] XING L, LIU S Y, MAO H D, et al. The prognostic value of routine coagulation tests for patients with heat stroke [J]. Am J Emerg Med, 2021, 44(1):366-372.
- [4] 刘庆鱼,李春盛.肌红蛋白和D-二聚体对重症中暑的诊断意义:附38例重症中暑患者的临床资料分析[J].中华危重症急救医学,2019,31(5):594-597.
- [5] HIFUMI T, KONDO Y, SHIMAZAKI J, et al. Prognostic significance of disseminated intravascular coagulation in patients with heat stroke in a nationwide registry [J]. J Crit Care, 2018, 44(1): 306-311.
- [6] MPAILI E, TSILIMIGRAS D I, MORIS D, et al. Utility of viscoelastic coagulation testing in liver surgery:a systematic review[J]. HPB (Oxford), 2021, 23(3):331-343.
- [7] BISCHOF D B, GANTER M T, SHORE-LESSERSON L, et al. Viscoelastic blood coagulation measurement with Sonoclot predicts postoperative bleeding in cardiac surgery after heparin reversal [J]. J Cardiothorac Vasc Anesth, 2015, 29(3):715-722.
- [8] AGARWAL S, ABDELMOTIEB M. Viscoelastic testing in cardiac surgery[J]. Transfusion, 2020, 60(6):52-60.
- [9] THAI C, OBEN C, WAGENER G. Coagulation, hemostasis, and transfusion during liver transplantation [J]. Best Pract Res Clin Anaesthesiol, 2020, 34(1):79-87.
- [10] 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.
- [11] SHARSSHAR T, CITERIO G, ANDREWS P J, et al. Neurological examination of critically ill patients:a pragmatic approach [J]. Report of an ESICM expert panel, Intensive Care Med, 2014 , 40(4):484-495.
- [12] 阮晓岚,李胜,孟详喻,等.弥散性血管内凝血诊疗现状:ISTH/SSC最新共识解读[J].中国循证医学杂志,2015,15(9):993-999.
- [13] AKAVIPAT P, THINKHAMROP J, THINKHAMROP B, et al. Aute physiology anf chronic health evaluation(APACHE)II score - the clinical predictor in neurosurvival intensive care unit [J]. Acta Clin Croat, 2019, 58(1):50-56.
- [14] KALIL A C, MACHADO F R. Quick sequential organ failure assessment is not good for ruling sepsis in or out [J]. Chest, 2019, 156(2):197-199.
- [15] OGDEN H B, CHILD R B, FALLOWFIELD J L, et al. The gastrointestinal exertional heat stroke paradigm:pathophysiology, assessment, severity, aetiology and nutritional countermeasures[J]. Nutrients, 2020, 12(2):537.
- [16] ZHONG L, WU M, JI J, et al. Association between platelet levels on admission and 90-day mortality in patients with exertional heatstroke,a 10 years cohort study [J]. Front Med (Lausanne), 2021, 8(1):716058.
- [17] LI S W, FENG X, XU H, et al. Comparison on anticoagulation and antiplatelet aggregation effects of puerarin with heparin sodium and tirofiban hydrochloride:an in vitro study[J]. Chin J Integr Med, 2018, 24(2):103-108.
- [18] SAKAI T. Viscoelastic testing in liver transplantation [J]. Transfusion, 2020, 60(16):61-69.
- [19] 李庆华,孙荣青,刘树元,等.热习服训练对劳力性热射病患者炎症反应及MODS的影响[J].中华危重病急救医学,2018,30(6):599-602.
- [20] TANG N, BAI H, CHEN X, et al. Anticoagulant treatment is associated with decreased mortality in severe coronavirus disease 2019 patients with coagulopathy[J]. J Thromb Haemost, 2020, 18 (5):1094-1099.
- [21] LIM C L. Heat sepsis precedes heat toxicity in the pathophysiology of heat stroke -a new paradigm on an ancient disease [J]. Antioxidants (Basel), 2018, 7(11):149.
- [22] LI Y, WEN Q, CHEN H, et al. Exosomes derived from heat stroke cases carry miRNAs associated with inflammation and coagulation cascade[J]. Front Immunol, 2021, 12(1):624753.
- [23] YADAV P, BEURA S K, PANIGRAHI A R, et al. Quantification and optimization of clot retraction in washed human platelets by Sonoclot coagulation analysis [J]. Int J Lab Hematol, 2022, 44 (1):177-185.
- [24] BIHARI C, PATIL A, SHASTHY S M, et al. Viscoelastic test-based bleeding risk score reliably predicts coagulopathic bleeding in decompensated cirrhosis and ACLF patients [J]. Hepatol Int, 2020, 14(4):597-608.

收稿日期:2023-04-11