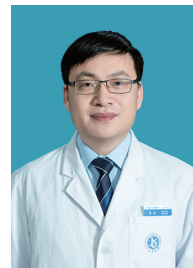


本文亮点:

- (1) 通过分析 128 例电烧伤和 118 例热力烧伤患者凝血相关指标,证实电烧伤患者伤后早期处于凝血系统高凝和纤维溶解系统亢进状态。
- (2) 血栓弹力图联合常规凝血检测可有效提高电烧伤患者凝血功能障碍的诊断率,改善患者预后。

Highlights:

- (1) By analyzing coagulation-related indicators in 128 patients with electric burns and 118 patients with thermal burns, it was proved that the patients with electric burns were in a state of hypercoagulability of coagulation system and hyperfunction of fibrinolysis system in early stage after burns.
- (2) Thromboelastography combined with conventional coagulation test could effectively improve the diagnostic rate of coagulation dysfunction in patients with electric burns and improve patient prognosis.



血栓弹力图联合常规凝血检测对电烧伤患者创伤性凝血病的早期诊断价值

李全 巴特 曹胜军 李芳 闫增强 侯智慧 王凌峰

内蒙古医科大学第三附属医院烧伤外科,内蒙古烧伤医学研究所,包头 014010

通信作者:王凌峰,Email:wlf7413@vip.sina.com

【摘要】 **目的** 探讨血栓弹力图(TEG)联合常规凝血检测(CCT)对电烧伤患者创伤性凝血病(TIC)的早期诊断价值。**方法** 该研究为回顾性病例系列研究。收集 2018 年 2 月—2024 年 2 月内蒙古医科大学第三附属医院烧伤外科收治的符合入选标准的 128 例电烧伤患者和 118 例热力烧伤患者的临床资料,其中男 224 例、女 22 例,年龄(38±14)岁。按照伤情将患者分成电烧伤组(128 例)与热力烧伤组(118 例),比较 2 组患者入院 8 h 内的 TIC 发生情况、CCT 指标(凝血酶原时间、活化部分凝血活酶时间、凝血酶时间、纤维蛋白原水平、D-二聚体水平、血小板计数)、TEG 检测指标(凝血反应时间、K 值、凝固角、最大血栓振幅、综合凝血指数、最大振幅后 30 min 振幅衰减率)。采用 Kappa 检验分析 CCT 和 TEG 诊断电烧伤患者伤后早期 TIC 的一致性。绘制 CCT、TEG 及 TEG 联合 CCT 诊断 128 例电烧伤患者发生 TIC 的受试者操作特征曲线,计算曲线下面积(AUC)、最大约登指数及此时的敏感度和特异度。**结果** 入院 8 h 内,电烧伤组患者确诊 TIC 的比例为 19.5%(25/128),显著高于热力烧伤组的 10.2%(12/118), $\chi^2=4.21, P<0.05$ 。与热力烧伤组相比,电烧伤组患者入院 8 h 内凝血酶原时间显著缩短($t=-2.32, P<0.05$),D-二聚体水平、纤维蛋白原水平、血小板计数均显著升高(Z 值分别为 -2.11、-4.16, $t=4.69, P<0.05$),凝血反应时间显著缩短($t=-2.51, P<0.05$),最大血栓振幅显著增大($t=2.50, P<0.05$),最大振幅后 30 min 振幅衰减率显著升高($t=2.10, P<0.05$);2 组患者其余 CCT 指标和 TEG 检测指标比较,差异均无统计学意义($P>0.05$)。CCT 和 TEG 诊断电烧伤患者伤后早期 TIC 具有高度一致性(Kappa=0.63, $P<0.05$)。TEG 联合 CCT、TEG、CCT 诊断 128 例电烧伤患者发生 TIC 的受试

DOI:10.3760/cma.j.cn501225-20240416-00135

本文引用格式:李全,巴特,曹胜军,等.血栓弹力图联合常规凝血检测对电烧伤患者创伤性凝血病的早期诊断价值[J].中华烧伤与创面修复杂志,2024,40(8):740-745. DOI:10.3760/cma.j.cn501225-20240416-00135.

Li Q, Ba T, Cao SJ, et al. Diagnostic value of thromboelastography combined with conventional coagulation test for trauma-induced coagulopathy in patients with electric burns in the early stage[J]. Chin J Burns Wounds, 2024, 40(8):740-745. DOI: 10.3760/cma.j.cn501225-20240416-00135.



者操作特征曲线的 AUC 分别为 0.92、0.84、0.77 (95% 置信区间分别为 0.86~0.97、0.71~0.97、0.71~0.97), 最大约登指数分别为 0.86、0.57、0.65, 此时的特异度分别为 93.7%、83.2%、88.2%, 敏感度分别为 92.3%、87.5%、76.5%。 **结论** 电烧伤患者伤后早期处于凝血系统高凝和纤维溶解系统亢进状态, TEG 联合 CCT 可提高电烧伤患者 TIC 诊断率。

【关键词】 烧伤, 电; 血栓弹力图; 常规凝血检测; 创伤性凝血病

基金项目: 内蒙古自治区卫生健康委员会公立医院科研联合基金科技项目 (2023GLLH0245); 内蒙古自然科学基金 (2021MS08066); 内蒙古医科大学联合项目 (YKD2024LH015)

Diagnostic value of thromboelastography combined with conventional coagulation test for trauma-induced coagulopathy in patients with electric burns in the early stage

Li Quan, Ba Te, Cao Shengjun, Li Fang, Yan Zengqiang, Hou Zhihui, Wang Lingfeng

Department of Burn Surgery, the Third Affiliated Hospital of Inner Mongolia Medical University, Burn Medical Institute of Inner Mongolia, Baotou 014010, China

Corresponding author: Wang Lingfeng, Email: wlf7413@vip.sina.com

【Abstract】 Objective To explore the diagnostic value of thromboelastography (TEG) combined with conventional coagulation test (CCT) for trauma-induced coagulopathy (TIC) in patients with electric burns in the early stage. **Methods** This study was a retrospective case series research. From February 2018 to February 2024, the clinical data of 128 electric burn patients and 118 thermal burn patients who met the inclusion criteria and admitted to the Department of Burn Surgery of the Third Affiliated Hospital of Inner Mongolia Medical University were collected, including 224 males and 22 females, aged (38±14) years. The patients were divided into electric burn group (128 cases) and thermal burn group (118 cases) according to their injuries. The incidence of TIC, the indicators of CCT, including prothrombin time, activated partial thromboplastin time, thrombin time, fibrinogen level, D-dimer level, platelet count, and the detection indicators of TEG, including coagulation reaction time, K value, coagulation angle, maximum thrombus amplitude, comprehensive coagulation index, and lysis rate at 30 minutes after maximum amplitude within 8 hours of admission were compared between the two groups of patients. The Kappa test was used to analyze the consistency between CCT and TEG in diagnosing TIC in patients with electric burns in the early stage after burns. The receiver operating characteristic curves of CCT, TEG, and TEG combined with CCT in diagnosing TIC in 128 patients with electric burns were drawn, and the area under the curve (AUC), the maximum Jordan index, and sensitivity and specificity at this time were calculated. **Results** The proportion of patients diagnosed with TIC in electric burn group was 19.5% (25/128) within 8 hours of admission, which was significantly higher than 10.2% (12/118) in thermal burn group ($\chi^2=4.21, P<0.05$). Compared with those in thermal burn group, prothrombin time was significantly shortened ($t=-2.32, P<0.05$), D-dimer level, fibrinogen level, and platelet count were significantly increased (with Z values of -2.11 and -4.16, respectively, $t=4.69, P<0.05$), the coagulation reaction time was significantly shortened ($t=-2.51, P<0.05$), and the maximum thrombus amplitude and lysis rate at 30 minutes after the maximum amplitude were significantly increased (with t values of 2.50 and 2.10, respectively, $P<0.05$) in patients in electric burn group within 8 hours of admission. There were no statistically significant differences in the other CCT indicators and TEG detection indicators between the two groups of patients ($P>0.05$). The CCT and TEG showed high consistency in the diagnosis of TIC in patients with electric burns in the early stage after burns (Kappa=0.63, $P<0.05$). The AUCs of TEG combined with CCT, TEG, and CCT in diagnosis of TIC in 128 patients with electric burns were 0.92, 0.84, and 0.77 (with 95% confidence intervals of 0.86-0.97, 0.71-0.97, and 0.71-0.97, respectively), with the maximum Jordan indexes of 0.86, 0.57, and 0.65. At this time, the specificity was 93.7%, 83.2%, and 88.2%, respectively, and the sensitivity was 92.3%, 87.5%, and 76.5%, respectively. **Conclusions** Patients with electric burns are in a state of hypercoagulability of coagulation system and hyperfunction of fibrinolysis system in the early stage after burns, and TEG combined with CCT can increase the diagnostic rate of TIC in patients with electric burns.

【Key words】 Burns, electric; Thromboelastography; Conventional coagulation test; Trauma-induced coagulopathy

Fund program: Science and Technology Program of the Joint Fund of Scientific Research for the Public Hospitals of Health Commission of Inner Mongolia Autonomous Region (2023GLLH0245); Inner Mongolia Natural Science Foundation (2021MS08066); Inner Mongolia Medical University

Joint Project (YKD2024LH015)

创伤性凝血病(trauma-induced coagulopathy, TIC)是严重创伤破坏了机体凝血与纤维溶解系统平衡,继而引起的凝血障碍性疾病,如不及时干预,甚至会累及全身多个脏器^[1-3]。电烧伤会损伤血管内皮,导致局部血管收缩和凝血系统激活,形成广泛微血栓。电烧伤还会引起肢体骨-筋膜室综合征和大量肌肉组织坏死,如不及时进行创面清创,发生横纹肌溶解后,大量肌红蛋白释放入血,会引发 TIC^[4-5]。常规凝血检测(conventional coagulation test, CCT)评估凝血功能障碍存在局限性,如检测时间长,且只能反映凝血系统中的某个片段或某个凝血因子的活性^[6]。血栓弹力图(thromboelastography, TEG)通过分析血液凝固和溶解各个过程,可迅速评估凝血各个阶段的进程,了解导致凝血功能障碍的具体问题,及时为指导凝血功能障碍的诊断和治疗提供依据^[7-9]。本研究通过分析内蒙古医科大学第三附属医院(以下称本院)烧伤外科近 6 年收治的电烧伤和热力烧伤患者的临床资料,通过 CCT 和 TEG 检测分析电烧伤和热力烧伤患者的凝血功能差异,旨在为电烧伤患者 TIC 的早期诊断和治疗提供依据。

1 对象与方法

本回顾性病例系列研究符合《赫尔辛基宣言》的基本原则,因为匿名收集患者临床资料,分析过程中不泄露患者个人身份及相关疾病信息,伦理审批经本院伦理委员会豁免。

1.1 入选标准

纳入标准:(1)烧伤总面积<30%TBSA 的患者;(2)人体直接接触电流引起的电接触烧伤或热力烧伤患者;(3)诊断有Ⅲ度烧伤的患者;(4)年龄 18~60 岁;(5)烧伤后 8 h 以内入院;(6)临床及实验室检查资料完整的患者。排除标准:(1)凝血系统疾病既往史;(2)合并骨折、颅脑损伤、脏器损伤等其他复合伤;(3)伤前合并恶性肿瘤、尿毒症、严重肝病等;(4)合并其他失血性外伤。

1.2 临床资料与分组及统计指标

2018 年 2 月—2024 年 2 月本院烧伤外科收治符合入选标准的电烧伤患者 128 例、热力烧伤患者 118 例,其中男 224 例、女 22 例,年龄(38±14)岁。按照伤情将患者分成电烧伤组(128 例)与热力烧伤组(118 例),收集并分析患者一般临床资料,包

括性别、年龄、烧伤总面积、Ⅲ度烧伤面积、Ⅳ度烧伤面积、总住院时间、合并吸入性损伤情况、急性生理学和慢性健康状况评价Ⅱ评分^[10]、简明烧伤严重指数评分^[11]及入院 8 h 内 TIC 发生情况。

由 2 位高级职称医师根据患者的症状、体征,通过计算评分诊断 2 组患者入院 8 h 内 TIC 发生情况。TIC 诊断标准^[1,12-13]如下:(1)患者存在明显出血倾向。(2)明确的外伤史。(3)CCT 的血小板计数<50×10⁹/L 得 2 分,≥50×10⁹/L 且<100×10⁹/L 得 1 分;凝血酶原时间(prothrombin time, PT)>18 s 得 2 分,>15 s 且≤18 s 得 1 分;纤维蛋白原(fibrinogen, FIB)<1.0 g/L 或>4.0 g/L 得 1 分;D-二聚体>9 μg/mL 得 3 分,5~9 μg/mL 得 2 分;不在上述范围的均得 0 分。同时满足标准(1)、(2),且总分≥5 分即可诊断为 TIC。(4)TEG 检测的最大血栓振幅<39.5 mm 得 1 分,凝固角<39°得 1 分,K 值>6.5 min 得 1 分,凝血反应时间<4 min 或>9.6 min 得 1 分,最大振幅后 30 min 振幅衰减率>8%得 1 分,不在上述范围均得 0 分。同时满足标准(1)、(2),且总分≥2 分即可诊断为 TIC。

收集并比较 2 组患者入院 8 h 内的 CCT 指标,包括 PT、活化部分凝血活酶时间、凝血酶时间、FIB 水平、D-二聚体水平、血小板计数;TEG 检测指标,包括凝血反应时间、K 值、凝固角、最大血栓振幅、综合凝血指数、最大振幅后 30 min 振幅衰减率。

1.3 统计学处理

采用 SPSS 26.0 统计软件进行数据分析。符合正态分布的计量资料数据采用 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间比较采用独立样本 *t* 检验;非正态分布的计量资料数据采用 $M(Q_1, Q_3)$ 表示,组间比较采用 Mann-Whitney *U* 检验。计数资料数据采用频数表示,组间比较采用 χ^2 检验。采用 Kappa 检验分析 CCT 和 TEG 诊断电烧伤患者伤后早期 TIC 的一致性,Kappa 系数<0.20 为极低一致性,≥0.20 且<0.40 为一般一致性,≥0.40 且<0.60 为中等一致性,≥0.60 且<0.80 为高度一致性,≥0.80 且≤1.00 为几乎完全一致。绘制 CCT、TEG 及 TEG 联合 CCT 诊断 128 例电烧伤患者发生 TIC 的受试者操作特征曲线,计算曲线下面积(area under curve, AUC)、最大约登指数及此时的敏感度、特异度。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 电烧伤与热力烧伤患者临床资料

电烧伤组患者烧伤总面积显著小于热力烧伤组($P<0.05$),总住院时间显著长于热力烧伤组($P<0.05$),入院 8 h 内确诊 TIC 比例显著高于热力烧伤组($P<0.05$),见表 1。

2.2 电烧伤与热力烧伤患者伤后早期 CCT 指标

与热力烧伤组相比,电烧伤组患者入院 8 h 内 PT 显著缩短($P<0.05$),D-二聚体水平、FIB 水平、血小板计数均显著升高($P<0.05$),见表 2。

2.3 电烧伤与热力烧伤患者伤后早期 TEG 指标

与热力烧伤组相比,电烧伤组患者入院 8 h 内的凝血反应时间显著缩短($P<0.05$),最大血栓振幅显著增大($P<0.05$),最大振幅后 30 min 振幅衰

减率显著升高($P<0.05$),见表 3。

2.4 CCT 与 TEG 诊断电烧伤患者伤后早期 TIC 的一致性

在电烧伤患者中,CCT 与 TEG 同时诊断 TIC 者 13 例(10.2%),TEG 诊断 TIC 者 21 例(16.4%),CCT 诊断 TIC 者 17 例(13.3%)。2 种方法诊断电烧伤患者伤后早期 TIC 具有高度一致性(Kappa=0.63, $P=0.001$)。

2.5 不同方法诊断电烧伤患者伤后早期 TIC 的效果

TEG 联合 CCT、TEG、CCT 诊断 128 例电烧伤患者发生 TIC 的受试者操作特征曲线的 AUC 分别为 0.92、0.84、0.77(95% 置信区间分别为 0.86~0.97、0.71~0.97、0.71~0.97),最大约登指数分别

表 1 电烧伤组与热力烧伤组患者临床资料比较

Table 1 Comparison of clinical data between patients in electric burn group and thermal burn group

组别	例数	性别(例)		年龄(岁, $\bar{x} \pm s$)	烧伤总面积 [%TBSA, $M(Q_1, Q_3)$]	Ⅲ度烧伤面积 [%TBSA, $M(Q_1, Q_3)$]	Ⅳ度烧伤面积 [%TBSA, M (Q_1, Q_3)]	总住院时间 [d, $M(Q_1, Q_3)$]	合并吸 入性损 伤(例)	APACHE Ⅱ评分 (分, $\bar{x} \pm s$)	ABSI评 分(分, $\bar{x} \pm s$)	入院 8 h 内确诊 TIC(例)
		男	女									
电烧伤组	128	118	10	37±14	8.00(5.00, 11.00)	4.00(2.00, 7.00)	1.00(0, 2.00)	23.00(14.75, 33.00)	11	11±4	9±4	25
热力烧伤组	118	106	12	39±15	10.00(6.00, 12.00)	5.00(2.00, 8.00)	2.00(0, 4.00)	16.00(12.00, 32.00)	15	10±4	10±4	12
统计量值		$\chi^2=0.42$	$t=-1.32$	$Z=-2.16$	$Z=-1.66$	$Z=0.48$	$Z=-2.04$	$\chi^2=1.10$	$t=1.39$	$t=-1.23$	$\chi^2=4.21$	
P 值		0.508	0.302	0.031	0.098	0.632	0.042	0.294	0.167	0.219	0.040	

注:TBSA 为体表总面积,APACHE Ⅱ 为急性生理学和慢性健康状况评价 Ⅱ,ABSI 为简明烧伤严重指数,TIC 为创伤性凝血病

表 2 电烧伤组与热力烧伤组患者入院 8 h 内的常规凝血检测指标比较

Table 2 Comparison of conventional coagulation test indicators between patients in electric burn group and thermal burn group within 8 hours of admission

组别	例数	PT(s, $\bar{x} \pm s$)	APTT(s, $\bar{x} \pm s$)	TT(s, $\bar{x} \pm s$)	D-二聚体[$\mu\text{g/mL}$, $M(Q_1, Q_3)$]	FIB[g/L, $M(Q_1, Q_3)$]	血小板计数 ($\times 10^9/L, \bar{x} \pm s$)
电烧伤组	128	10±4	27±8	16±5	1.88(0.93, 3.38)	5.40(4.09, 6.48)	184±11
热力烧伤组	118	11±5	27±8	16±5	1.60(0.71, 2.57)	4.28(3.21, 5.40)	166±9
统计量值		$t=-2.32$	$t=-0.77$	$t=-0.85$	$Z=-2.11$	$Z=-4.16$	$t=4.69$
P 值		0.021	0.445	0.398	0.035	<0.001	<0.001

注:PT 为凝血酶原时间,APTT 为活化部分凝血活酶时间,TT 为凝血酶时间,FIB 为纤维蛋白原

表 3 电烧伤组与热力烧伤组患者入院 8 h 内的血栓弹力图指标比较

Table 3 Comparison of thromboelastography indicators between patients in electric burn group and thermal burn group within 8 hours of admission

组别	例数	凝血反应时间 (min, $\bar{x} \pm s$)	K 值[min , $M(Q_1, Q_3)$]	凝固角($^\circ$, $\bar{x} \pm s$)	最大血栓振幅 (mm, $\bar{x} \pm s$)	最大振幅后 30 min 振幅 衰减率(%, $\bar{x} \pm s$)	综合凝血指数 [$M(Q_1, Q_3)$]
电烧伤组	128	8±3	3.17(1.12, 5.50)	65±15	64±15	5.5±2.0	3.50(0.78, 6.40)
热力烧伤组	118	9±4	3.64(1.30, 5.42)	62±16	59±16	5.0±2.2	3.10(-1.20, 5.90)
统计量值		$t=-2.51$	$Z=-0.53$	$t=1.04$	$t=2.50$	$t=2.10$	$Z=-1.39$
P 值		0.013	0.597	0.297	0.013	0.037	0.165

为 0.86、0.57、0.65,此时的特异度分别为 93.7%、83.2%、88.2%,敏感度分别为 92.3%、87.5%、76.5%,见图 1。

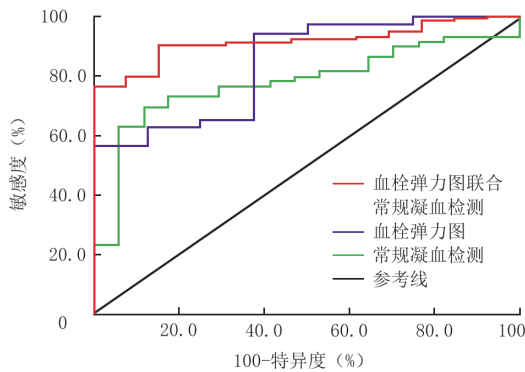


图 1 不同凝血功能检测方式诊断 128 例电烧伤患者发生创伤性凝血病的受试者操作特征曲线

Figure 1 Receiver operator characteristic curves in diagnosing the occurrence of trauma-induced coagulopathy in 128 electric burn patients using different coagulation function test methods

3 讨论

机体接触电不但会引起肢体电烧伤,还可能会导致身体各系统功能紊乱和各器官功能损伤,治疗周期长,并发症较多^[14-15]。本研究结果表明,电烧伤组患者烧伤总面积显著小于热力烧伤组,总住院时间显著长于热力烧伤组,提示电烧伤患者烧伤面积虽小,但治疗较困难,导致患者住院时间延长。机体发生电烧伤后,易引起凝血功能障碍,临床中 CCT 仍是烧伤后凝血功能检测的主要方式,但其在诊断早期凝血功能障碍和指导治疗方面的作用有限^[16-17]。研究表明,与 CCT 相比,TEG 检测更容易检测出机体高凝状态^[13,18]。本研究中的电烧伤患者 PT、凝血反应时间较热力烧伤患者明显缩短,机制可能为人体触电后,电流、电热沿着机体电阻最低的血管传导,引起组织细胞坏死和微血管破裂,启动机体内源性和外源性凝血级联反应,从而导致机体高凝状态^[4,19-20]。临床工作中,本研究团队观察到中小面积的肢体毁损性电烧伤患者凝血系统高凝状态发生率高,采取必要的抗凝措施可有效降低深静脉血栓等并发症的发生率^[21-23]。

研究表明,危重烧伤患者的血小板计数在伤后是不断变化的,因早期大量血小板消耗导致血小板计数显著降低,后期病原体感染等会刺激人体内血小板从骨髓中过多释放,进而引起血小板增高^[24-25]。本研究纳入的患者均为中、小面积烧伤患

者,早期救治过程中未输入大量液体进行复苏治疗,电烧伤组患者血小板计数、最大血栓振幅较热力烧伤患者显著升高,可能是因为电流通过人体后,红细胞受损后散落于血液中,红细胞碎片造成血小板计数假性上升,另外电烧伤引起血小板活化和异常聚集也与血小板计数升高密切相关。最大血栓振幅代表纤维蛋白凝块的最终强度,主要反映血小板的功能,D-二聚体是纤维溶解系统生成的可溶性降解产物,最大血栓振幅和 D-二聚体升高均提示机体触电后引发了机体的高凝集状态^[26-27]。本研究中电烧伤组患者最大振幅后 30 min 振幅衰减率明显上升,FIB 显著升高,提示电烧伤患者伤后早期处于纤维溶解系统异常活跃状态,由于异常增高的血小板与 FIB 互相促进,形成恶性循环,引发机体纤维溶解亢进^[28-29]。

严重创伤易导致患者出现 TIC,如不及时救治,可能加剧原发病^[30-31]。与 CCT 相比,TEG 更能全面分析全血促凝与抗凝因子动态平衡状况,反映血凝块强度、稳定性及纤维溶解过程等。研究表明,TEG 可迅速反映创伤患者凝血系统的高凝状态^[16,32];另有文献报道,TEG 评估凝血功能障碍患者低凝状态的敏感度明显高于 CCT^[33]。本研究结果表明,TEG 与 CCT 诊断电烧伤患者 TIC 的发生情况具有高度一致性,TEG 与 CCT 联合诊断电烧伤患者 TIC 的受试者操作特征曲线的 AUC 为 0.92,其 AUC 大于 2 种方法单独诊断,提示 CCT 与 TEG 联合检测更有利于迅速判定电烧伤患者凝血状况,有效改善患者预后。

烧伤患者凝血功能变化迅速,TIC 为复杂的凝血进程中一个可逆转的病理过程^[9,19]。中、小面积电烧伤患者较热力烧伤患者,伤后早期易出现高凝和纤维溶解系统亢进状态。CCT 与 TEG 联合可显著提高电烧伤患者伤后早期 TIC 诊断率。本研究有一定局限性:纳入的凝血指标局限于患者入院早期,需补充更多时间点验证凝血功能变化;另外还需进行多中心大样本电烧伤患者凝血功能分析。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

作者贡献声明 李全:初稿撰写,资料收集,统计分析;巴特:研究设计,经费支持;曹胜军、李芳:数据收集,统计分析;闫增强、侯智慧:资料整理,论文修改;王凌峰:研究设计,论文审查

参考文献

- [1] 徐文心,朱晓光,李梅芳,等.血栓弹力图对创伤性凝血病患者诊断和输血治疗的研究[J].中华急诊医学杂志,2019,28(4):504-509.DOI:10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2019.04.021.

- [2] Heng X, Cai P, Yuan Z, et al. Efficacy and safety of extracorporeal membrane oxygenation for burn patients: a comprehensive systematic review and meta-analysis[J/OL]. Burns Trauma, 2023, 11: tkac056[2024-04-16]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36873286/>. DOI: 10.1093/burnst/tkac056.
- [3] 张昕,钟林翠,吴峻,等.基于随机森林算法的创伤患者并发血栓事件危险因素分析[J].解放军医学杂志,2023,48(1):78-83.DOI:10.11855/j.issn.0577-7402.2023.01.0078.
- [4] 李全,巴特,曹胜军,等.电烧伤患者弥散性血管内凝血风险预测模型的建立与验证[J].中华烧伤与创面修复杂志,2023,39(8):738-745.DOI:10.3760/cma.j.cn501225-20230419-00132.
- [5] Vaghardoost R, Saraee A, Ghavami Y, et al. Evaluation of electrical burn injuries in Iran: a 7-year retrospective study [J]. J Burn Care Res, 2022, 43(1):104-108. DOI: 10.1093/jbcr/irab070.
- [6] Li Q, Zhang T, Wang L, et al. Clinical significance of R-TEG in severe burn patients with coagulation dysfunction[J]. Injury, 2022, 53(12):3993-3999. DOI: 10.1016/j.injury.2022.09.061.
- [7] 赵婧楠,蒋航,陈宾,等.重症烧伤患者早期凝血功能变化探究[J].中华烧伤与创面修复杂志,2023,39(11):1057-1063. DOI: 10.3760/cma.j.cn501120-20210915-00320.
- [8] 荆晶,王文婷,常艳,等.临床凝血功能异常患者血栓弹力图与常规凝血检测的比较及相关性分析[J].中国实验血液学杂志,2020,28(2):629-635. DOI: 10.19746/j.cnki.issn1009-2137.2020.02.045.
- [9] 罗高兴,张清荣,钱卫,等.重视烧伤后凝血异常[J].中华烧伤与创面修复杂志,2023,39(5):401-406. DOI: 10.3760/cma.j.cn501225-20221223-00545.
- [10] 马晓媛,肖雅,陈涛,等.解剖学评分联合生理学评分对严重创伤患者并发多器官功能障碍综合征的预测价值[J].中华烧伤杂志,2016,32(2):105-108. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1009-2587.2016.02.009.
- [11] Bartels P, Thamm OC, Elrod J, et al. The ABSI is dead, long live the ABSI - reliable prediction of survival in burns with a modified Abbreviated Burn Severity Index[J]. Burns, 2020, 46(6):1272-1279. DOI: 10.1016/j.burns.2020.05.003.
- [12] 陈国芬,彭国璇,任廷果,等.创伤凝血病的诊疗进展[J].创伤外科杂志,2021,23(9):714-717,721. DOI: 10.3969/j.issn.1009-4237.2021.09.018.
- [13] 李继如,关文贺,王丽杰.不同实验方法诊断创伤性凝血病及危险因素分析[J].中国小儿急救医学,2020,27(11):821-825. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-4912.2020.11.005.
- [14] Chakka K, Clark A, Kowalske K. We got your back: evaluating recovery following spinal cord injury after high-voltage electric burns[J]. J Burn Care Res, 2023, 44(2):414-418. DOI: 10.1093/jbcr/irac115.
- [15] Li Q, Wang LF, Chen Q, et al. Amputations in the burn unit: a retrospective analysis of 82 patients across 12 years[J]. Burns, 2017, 43(7):1449-1454. DOI: 10.1016/j.burns.2017.04.005.
- [16] Zhang TN, Ba T, Li F, et al. Coagulation dysfunction of severe burn patients: a potential cause of death[J]. Burns, 2023, 49(3):678-687. DOI: 10.1016/j.burns.2022.05.003.
- [17] 陆悦,卢仁泉,张杰,等.联合凝血功能指标在结直肠癌患者化疗后高凝状态监测中的应用价值[J].中国癌症杂志,2024,34(3):278-285. DOI: 10.19401/j.cnki.1007-3639.2024.03.005.
- [18] Butt AL, Ramarapu S, Kyo H, et al. In response: caution in extrapolating hypercoagulable viscoelastic coagulation test results to in vivo hemostasis[J]. Transfusion, 2024, 64(3):563-564. DOI: 10.1111/trf.17734.
- [19] Ball RL, Keyloun JW, Brummel-Ziedins K, et al. Burn-induced coagulopathies: a comprehensive review[J]. Shock, 2020, 54(2):154-167. DOI: 10.1097/SHK.0000000000001484.
- [20] 刘泽世,周谨,刘月彩,等.高压电烧伤对大鼠凝血功能的早期影响[J].中华烧伤杂志,2015,31(3):218-220. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1009-2587.2015.03.014.
- [21] Zou ZY, Huang JJ, Luan YY, et al. Early prophylactic anticoagulation with heparin alleviates mortality in critically ill patients with sepsis: a retrospective analysis from the MIMIC-IV database[J/OL]. Burns Trauma, 2022, 10: tkac029[2024-04-16]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36168402/>. DOI: 10.1093/burnst/tkac029.
- [22] 陈文达,彭娜,刘帅,等.中性粒细胞侧向荧光强度对重症中暑合并弥散性血管内凝血的早期诊断价值[J].解放军医学杂志,2023,48(4):431-436. DOI: 10.11855/j.issn.0577-7402.2023.04.0431.
- [23] 马继中,王野平,孔敏刚,等.静脉双超声联合红细胞分布宽度、血小板/淋巴细胞预测烧伤患者静脉血栓栓塞症的价值研究[J].浙江医学,2024,46(5):490-495. DOI: 10.12056/j.issn.1006-2785.2024.46.5.2023-1973.
- [24] Lin JC, Wu GH, Zheng JJ, et al. Prognostic values of platelet distribution width and platelet distribution width-to-platelet ratio in severe burns[J]. Shock, 2022, 57(4):494-500. DOI: 10.1097/SHK.0000000000001890.
- [25] 陈慧敏,姚梦雅,黄利民,等.红细胞分布宽度和血小板分布宽度联合格拉斯哥昏迷评分对重度创伤性颅脑损伤患者预后的评估价值[J].医学研究生学报,2020,33(5):493-497. DOI: 10.16571/j.cnki.1008-8199.2020.05.009.
- [26] 付鹤鹏,张玉想,魏彦芳,等.重症创伤患者血小板/淋巴细胞比值联合血栓最大振幅与死亡的相关性分析[J].解放军医学杂志,2018,43(6):509-513. DOI: 10.11855/j.issn.0577-7402.2018.06.11.
- [27] 张怡,卓海龙,程晨,等.血栓弹力图监测体外模拟创伤性低纤维蛋白原血症患者凝血功能变化[J].临床输血与检验,2023,25(3):363-367. DOI: 10.3969/j.issn.1671-2587.2023.03.013.
- [28] Johnson BZ, Stevenson AW, Barrett LW, et al. Platelets after burn injury - hemostasis and beyond[J]. Platelets, 2022, 33(5):655-665. DOI: 10.1080/09537104.2021.1981849.
- [29] Koami H, Sakamoto Y, Matsuoka A, et al. Thromboelastometric analysis of the correlation between burn-induced coagulopathy and severity of burn injury[J]. Cureus, 2024, 16(2):e54489. DOI: 10.7759/cureus.54489.
- [30] 万珍,徐俊,方强.纤维蛋白原水平对创伤性凝血病预后影响的前瞻性观察研究[J].中国急救医学,2020,40(9):829-834. DOI: 10.3969/j.issn.1002-1949.2020.09.007.
- [31] Moore HB, Walsh M, Kwaan HC, et al. The complexity of trauma-induced coagulopathy[J]. Semin Thromb Hemost, 2020, 46(2):114-115. DOI: 10.1055/s-0040-1702202.
- [32] 卞良,单彪,雷秋香,等.血栓弹力图检测结果影响因素及其参数与凝血功能、血小板指标相关性分析[J].临床军医杂志,2023,51(6):618-621. DOI: 10.16680/j.1671-3826.2023.06.17.
- [33] 秦丹,周华友.血栓弹力图联合常规凝血指标在流行性出血热患者内源性肝素检测中的应用[J].中国输血杂志,2024,37(6):620-624. DOI: 10.13303/j.cjbt.issn.1004-549x.2024.06.002.