

## 烧伤患者静脉血栓栓塞症的研究进展

石一岑<sup>1</sup> 刘蕾<sup>1</sup> 黎宁<sup>2</sup> 罗高兴<sup>2</sup> 李海胜<sup>2</sup>

<sup>1</sup>陆军军医大学(第三军医大学)第一附属医院护理处,重庆 400038;<sup>2</sup>陆军军医大学(第三军医大学)第一附属医院全军烧伤研究所,创伤、烧伤与复合伤国家重点实验室,重庆市疾病蛋白质组学重点实验室,重庆 400038  
通信作者:刘蕾,Email:ttcrystalma@163.com

**【摘要】** 静脉血栓栓塞症发病率高、致死率高、易漏诊误诊,已成为全球医务人员面临的严峻医疗问题。严重烧伤患者由于存在血液高凝状态、中心静脉置管、反复接受外科手术、长时间卧床等因素,是发生静脉血栓栓塞症的高风险人群。识别烧伤患者发生静脉血栓栓塞症的风险因素并有针对性地采取预防措施,是降低静脉血栓栓塞症发病率的关键,然而国内外还没有针对烧伤患者的静脉血栓风险评估工具和预防指南,各国学者仍在积极探索烧伤患者静脉血栓栓塞症的发生情况、影响因素和预防。该文就近年来烧伤患者发生静脉血栓栓塞症的现状、相关风险因素、风险评估和预防的研究进展进行综述,对该领域现存的问题和未来研究方向进行探讨。

**【关键词】** 烧伤; 静脉血栓栓塞; 风险因素; 风险评估; 预防

**基金项目:** 陆军军医大学领军人才培养基金项目(4139Z2C1); 军委后勤保障卫生局应用基础研究项目(后卫函[2021]758号)

### Research advances on venous thromboembolism in burn patients

Shi Yiqin<sup>1</sup>, Liu Lei<sup>1</sup>, Li Ning<sup>2</sup>, Luo Gaoxing<sup>2</sup>, Li Haisheng<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Nursing Department, the First Affiliated Hospital of Army Medical University (the Third Military Medical University), Chongqing 400038, China; <sup>2</sup>State Key Laboratory of Trauma, Burns and Combined Injury, Institute of Burn Research, the First Affiliated Hospital of Army Medical University (the Third Military Medical University), Chongqing Key Laboratory for Disease Proteomics, Chongqing 400038, China

Corresponding author: Liu Lei, Email: ttcrystalma@163.com

**【Abstract】** Venous thromboembolism (VTE) has become a serious medical problem faced by medical personnel all over the world, due to its high incidence,

high fatality, and easily missed and misdiagnosed. Patients with severe burns are at high risk for VTE due to the presence of blood hypercoagulability, central venous catheterization, repeatedly received surgical procedures, and prolonged bed rest. Identifying the risk factors of VTE in burn patients and taking targeted preventive measures are the key to reduce the incidence of VTE. However, there are no risk assessment tools or prevention guidelines for VTE in burn patients at home and abroad, and scholars from various countries are actively exploring the occurrence, influencing factors, and prevention of VTE in burn patients. This paper reviews the research progress of the occurrence situation, related risk factors, risk assessment, and prevention of VTE in burn patients in recent years, and discusses the existing problems and future research directions in this field.

**【Key words】** Burns; Venous thromboembolism; Risk factor; Risk assessment; Prevention

**Fund program:** Project of Training Fund for Leading Talents of Army Medical University (4139Z2C1); Applied Basic Research Project of the Logistics Support and Health Bureau of the Military Commission (No.2021758)

静脉血栓栓塞症(VTE)是指血液在静脉内异常凝结,使血管完全或不完全阻塞而引起的静脉血液回流障碍性疾病,是住院患者常见的并发症和非预期死亡的重要原因<sup>[1]</sup>。VTE大多症状隐匿,容易漏诊误诊,一旦确诊即有可能是致命性肺栓塞,致死率高<sup>[2]</sup>。严重烧伤患者组织和血管内皮损伤后凝血因子释放入血启动凝血级联反应,机体常处于高凝状态<sup>[3]</sup>,住院后由于感染、休克、中心静脉置管、机械通气、反复接受切削痂植皮手术、长期卧床等存在VTE形成三要素即血管内皮损伤、静脉血流缓慢和血液高凝状态,是发生VTE的高风险人群。VTE发生后可能影响烧伤患者康复进程,导致静脉功能不全和慢性肺动脉高压等并发症,还可直

DOI: 10.3760/cma.j.cn501225-20220323-00083

本文引用格式: 石一岑, 刘蕾, 黎宁, 等. 烧伤患者静脉血栓栓塞症的研究进展[J]. 中华烧伤与创面修复杂志, 2023, 39(3): 264-268. DOI: 10.3760/cma.j.cn501225-20220323-00083.

Shi YQ, Liu L, Li N, et al. Research advances on venous thromboembolism in burn patients[J]. Chin J Burns Wounds, 2023, 39(3): 264-268. DOI: 10.3760/cma.j.cn501225-20220323-00083.



接导致烧伤患者死亡<sup>[4]</sup>。因此及早识别烧伤患者 VTE 风险,提供有针对性的预防措施是降低其发病率的关键。然而 VTE 的发生受多种因素的影响,烧伤患者发生 VTE 的风险因素和预防策略仍然是烧伤领域的待解难题。本综述对烧伤患者 VTE 发生现状、相关风险因素及风险评估和预防研究进展进行介绍,为烧伤患者 VTE 风险评估、预防策略的制订提供参考。

## 1 烧伤患者 VTE 发生现状

在定期进行静脉彩色多普勒超声筛查的前瞻性研究中,烧伤患者 VTE 发病率为 23.3%,远高于未开展定期前述筛查的回顾性研究中烧伤患者 VTE 发病率的 0.25%<sup>[5]</sup>。不同国家对烧伤患者 VTE 发病率的报道也迥然不同,如美国和沙特阿拉伯报道的 VTE 发病率分别为 0.6% 和 3.9%,印度报道的 VTE 发病率为 3.2%<sup>[6-8]</sup>。我国对烧伤患者 VTE 的研究起步较晚,都是回顾性研究,结果显示 VTE 发病率在 0.67%~1.04% 之间<sup>[9-11]</sup>。烧伤患者 VTE 发病率差异如此之大,究其原因 VTE 的临床症状不典型、诊断不足。VTE 好发于双下肢,由烧伤导致的肿胀、疼痛易与下肢血栓导致的症状混淆,仅根据病史和临床症状判断有可能得出假阴性结果<sup>[3]</sup>。另外,由于烧伤患者皮肤损伤、创面敷料遮挡等影响,医务人员难以对烧伤患者肢体进行及时观察,从而延迟检查,延误诊断。

## 2 烧伤患者 VTE 风险因素

### 2.1 烧伤相关因素

(1) 烧伤面积。随着烧伤面积的增大,患者发生脱水、休克的程度加重,血液黏稠度增高,发生 VTE 的风险增加;烧伤面积与死亡和 VTE 发生风险呈线性相关<sup>[6]</sup>。当烧伤面积 >10%TBSA 时,烧伤患者发生 VTE 的风险与普通外科、泌尿外科患者相当<sup>[5]</sup>。烧伤面积 >30%TBSA 的患者发生 VTE 的风险是烧伤面积在 30%TBSA 以下者的 10 倍<sup>[11]</sup>。当烧伤面积 >40%TBSA 时,即使不存在其他风险因素,年轻烧伤患者也很容易发生 VTE<sup>[12]</sup>。(2) 吸入性损伤。合并吸入性损伤的烧伤患者发生 VTE 的风险是无吸入性损伤的烧伤患者的 3.6 倍<sup>[6]</sup>。Murali 和 Kavitha<sup>[8]</sup> 研究指出,52% 的伴吸入性损伤的烧伤患者都会发生 VTE。(3) 电烧伤。电烧伤是所有烧伤中最严重的一种,电流会造成微血管、血细胞损伤,引起血流动力学和细胞流变学异常,从而导致微循环障碍。在动物模型中,小鼠被电烧伤 5 min 后血管内可见血小板聚集和形态功能及流变性异常,血液呈高凝状态;家兔在电烧伤 8 h 后肺内可见微血栓形成<sup>[13-14]</sup>。电烧伤患者发生 VTE 的风险是非电烧伤患者的 7.6 倍<sup>[7]</sup>。(4) 下肢烧伤。研究表明,下肢烧伤患者发生 VTE 的风险是无下肢烧伤患者的 3.6 倍<sup>[10]</sup>。患者下肢烧伤后需卧床休息,而患肢植皮手术、敷料广泛性包扎、术区疼痛等因素使患者活动进一步受限,卧床时间更长,更容易发生 VTE。(5) 创面感染。VTE 的形成和炎症密切相关,炎症能介导内皮细胞功能障碍、促进血

小板生成及活化、促进凝血因子活性升高、抑制抗凝和纤维蛋白溶解系统而促进高凝和血栓形成,同时高凝和血栓形成又能促进炎症进展<sup>[15]</sup>。有创面感染的烧伤患者发生 VTE 的风险是没有创面感染的烧伤患者的 2.7 倍<sup>[10]</sup>。临床中大面积烧伤患者发生感染的概率高,发生 VTE 的风险也相应增加。

### 2.2 患者和治疗相关因素

(1) 年龄。美国国家烧伤病例库(NBR)分析显示,年龄是烧伤患者发生 VTE 的独立风险因素,随着年龄的增加,烧伤患者发生 VTE 的风险也随之增加<sup>[6]</sup>。高凤英等<sup>[10]</sup> 研究指出,VTE 组年龄在 40 岁及以上的烧伤患者所占比例明显高于非 VTE 组,60 岁以上者所占比例最高。这可能与老年人常合并心脑血管疾病、血管内膜粗糙、内膜受损增多、促凝物质产生增加等有关。(2) 手术次数。烧伤患者住院期间接受的手术次数相当多,且在同一次手术中有可能接受身体多个部位的不同手术。Murali 和 Kavitha<sup>[8]</sup> 研究显示,大多数烧伤患者接受的手术次数在 2 次以上,且 56% 的烧伤患者术后发生了 VTE。Pannucci 等<sup>[16]</sup> 指出手术次数每增加 1 次,烧伤患者发生 VTE 的风险就增加 1 倍。但对于烧伤患者接受几次手术后更容易发生 VTE,目前还没有统一论,有待进一步研究。(3) 早期筋膜切开术。电烧伤患者在伤后 48 h 内可能因发生骨筋膜室综合征而面临截肢,为防止这种并发症的发生,临床通常会在早期行筋膜切开术,而早期行筋膜切开术的烧伤患者发生 VTE 的风险是未行筋膜切开术的烧伤患者的 8.5 倍<sup>[16]</sup>。(4) 麻醉方式。接受全身麻醉的患者发生 VTE 的风险比接受其他类型麻醉的患者高。因为多数全身麻醉药物都有不同程度的心肌抑制和血管扩张的作用,即使是小剂量全身麻醉药物也可能导致显著的循环功能抑制和血流动力学的较大波动,增加 VTE 发生的风险<sup>[17]</sup>。而烧伤患者常用的清除坏死组织、封闭创面的切削痂植皮术通常在术中采用全身麻醉,因此烧伤患者发生 VTE 的风险增加。(5) 机械通气。即使进行了血栓预防,机械通气患者仍可能发生 VTE,其发病率为 25.4%<sup>[18]</sup>,这可能是由机械通气使胸腔负压转变成正压、患者回心血量减少、血流淤滞导致的。行机械通气的烧伤患者发生 VTE 的风险是未行机械通气的烧伤患者的 2.4 倍,且机械通气时间越长,发生 VTE 的风险越高<sup>[6]</sup>。(6) 输血。库存血由于储存温度、运输等导致血液中存在碎粒及被破坏的血细胞,输入人体后可导致血液黏稠度增加、血管收缩及血小板活化,引发 VTE<sup>[19]</sup>。Kaserer 等<sup>[20]</sup> 指出输血会增加烧伤患者发生 VTE 的风险。但目前还没有关于血液制品种类和量与 VTE 发生关系的研究,未来需进一步探索。(7) 深静脉置管。有深静脉置管史的患者发生 VTE 的风险是没有深静脉置管史的患者 2 倍<sup>[21]</sup>,且发生 VTE 最常见的深静脉置管部位是股静脉<sup>[11,22]</sup>。深静脉置管的次数、同时存在的导管根数和导管留置时间对 VTE 的发生也有重要影响<sup>[23]</sup>。Murali 和 Kavitha<sup>[8]</sup> 指出烧伤患者 VTE 可在导管置入第 1 天至拔管后 1 周内的任何时间发生,且导管留置时间越长,发生 VTE 的

风险越高。(8)血液透析。血液透析时,患者血液与透析机透析膜接触后可引起血细胞尤其是血小板活化而激活凝血系统<sup>[24]</sup>。对于通过深静脉导管进行血液透析的患者而言,管道置入会引起血管内皮机械性损伤,激活血小板,引起血流动力学改变,还可刺激血管及组织发生炎症反应从而引发 VTE<sup>[25]</sup>。目前血液透析已作为治疗严重烧伤患者的重要手段被广泛应用于临床,行血液透析的烧伤患者发生 VTE 的风险增加。

### 2.3 其他相关因素

(1)合并症。高血压、肺炎、癌症、糖尿病和冠心病是我国 VTE 患者常见的合并症<sup>[26]</sup>。肝肾功能不全、慢性肾病、肾病综合征、炎症性肠病、多发创伤、脓毒血症、休克等也是增加 VTE 发生风险的高危疾病<sup>[27-29]</sup>。当烧伤患者存在 2 种及以上的合并症时,VTE 风险会额外增加 1.8 倍<sup>[6]</sup>。(2)ICU 监护。Pannucci 等<sup>[16]</sup>研究指出住过 ICU 的烧伤患者发生 VTE 的风险是未住过 ICU 的烧伤患者的 8.5 倍,且 ICU 住院天数每增加 1 d,发生 VTE 的风险就增加 1 倍。这可能与 ICU 患者烧伤面积大、病情重、经常接受多种管道的侵入性操作、卧床时间长等有关。(3)D-二聚体。D-二聚体是烧伤患者发生 VTE 的独立危险因素<sup>[10]</sup>,因其是纤维蛋白凝块的降解产物,能够特异性地反映交联纤维蛋白溶解情况,提示血栓形成风险,临床上通常将血浆 D-二聚体水平  $<0.5 \mu\text{g/mL}$  作为排除 VTE 风险的判定标准<sup>[27]</sup>。但 D-二聚体除在血栓形成过程中会升高外,在手术、肿瘤、高龄、心血管疾病、肾功能不全等情况下也会升高,因此有学者认为常用的 D-二聚体临界值敏感度虽高,但特异度太低,不同人群应采用不同的 D-二聚体临界值<sup>[30]</sup>。张伟等<sup>[11]</sup>研究显示,D-二聚体  $\geq 1.0 \mu\text{g/mL}$  的烧伤患者中仅 1.8% (9/511) 的患者被诊断为 VTE,说明 D-二聚体对烧伤患者发生 VTE 的预测能力有限。国际烧伤协会 (ISBI) 也指出,D-二聚体在烧伤人群中的特异度和阳性预测值均低<sup>[31]</sup>。未来能否将 D-二聚体用作烧伤患者发生 VTE 的筛查指标,以及其最佳临界值如何,都还有待进一步研究。

## 3 烧伤患者 VTE 风险评估和预防

### 3.1 风险评估和预防现状

全球还没有针对烧伤患者 VTE 的风险评估工具和预防指南,各国预防实践差异较大。ISBI 建议所有烧伤中心制订规范的 VTE 预防策略并对所有烧伤患者进行风险评估<sup>[31]</sup>,但没有提出详细的操作建议。美国胸科医师协会第 8 版 VTE 预防指南建议对 VTE 高危烧伤患者进行血栓预防<sup>[32]</sup>,但没有提出适用的风险评估工具和预防策略,且在之后更新的 3 版指南中,由于缺乏更多数据支持而不再提出建议。目前大部分烧伤中心使用的 VTE 风险评估工具和预防措施主要参考内外科,缺乏针对性。印度一项研究显示,只有 68.2% 的医师会对烧伤患者进行 VTE 预防,常将烧伤面积、年龄、合并症、致伤原因中的 1 个或多个作为风险评估指标;在诊断 VTE 时,只有 40% 的医师会对烧伤患者进行

彩色多普勒超声检查,其余医师则主要进行临床观察<sup>[33]</sup>。英国全国调查指出,临床缺乏针对烧伤患者的 VTE 风险评估工具和预防方案,建议开发基于循证医学证据的 VTE 风险评估工具和预防策略<sup>[34]</sup>。澳大利亚和新西兰的调查显示,各烧伤机构接受 VTE 预防的患者比例为 45%~95%,差异很大<sup>[35]</sup>,造成血栓预防实践差异的主要原因是缺乏血栓预防和管理的共识。

### 3.2 风险评估工具

Caprini 量表是目前全球应用最广泛的 VTE 风险评估工具。外科指南推荐在住院患者入院、术前、手术当天、转科、出院以及病情发生变化时使用 Caprini 量表对患者进行动态 VTE 风险评估<sup>[36]</sup>。Caprini 量表的预测效能已经在外科得到充分验证,但该量表还未在烧伤人群中得到广泛运用。Caprini 量表根据危险因素对 VTE 的影响程度进行赋值 (1~5 分),评估时将患者各项危险因素得分相加再根据总分划分风险等级,总分 0、1 分为低危,2 分为中危,3、4 分为高危,5 分及以上为极高危。但各科室在实际运用时观察到,Caprini 量表对不同疾病人群的最佳诊断界值不同,无法对肿瘤、烧伤等 VTE 高风险人群进一步分层,不能准确预测这些人群的 VTE 发生风险<sup>[37]</sup>。Peng 等<sup>[38]</sup>研究显示,运用 Caprini 量表对烧伤患者进行 VTE 风险评估时,41.6% 的烧伤患者得分属于 VTE 极高危风险范围;且非血栓烧伤患者的 VTE 风险得分为  $(4.3 \pm 2.7)$  分,也属于高风险。Caprini 量表是基于骨科、血管外科和泌尿外科等普通外科人群研制的,没有将烧伤人群纳入计算,因而影响烧伤患者发生 VTE 的重要风险因素如烧伤严重程度、吸入性损伤、手术次数等未被纳入该量表<sup>[5]</sup>。于是 Pannucci 等<sup>[5]</sup>通过 NBR 构建了烧伤 VTE 风险评估工具,但该工具因只纳入了烧伤面积和吸入性损伤这 2 个风险因素,还未被广泛应用于临床。有学者建议将烧伤面积和吸入性损伤的加权评分纳入 Caprini 量表<sup>[12]</sup>,ISBI 最新版烧伤治疗实践指南也建议进行此项尝试<sup>[12]</sup>。

### 3.3 预防措施

ISBI 指出低分子量肝素和机械预防是对烧伤患者而言有效的 VTE 预防措施,而发生 VTE 风险高且无禁忌证的烧伤患者应接受化学预防<sup>[31]</sup>。然而,临床缺乏针对烧伤患者的统一的 VTE 预防方案,各烧伤中心进行 VTE 化学预防时选择的抗凝药物方案不尽相同。英国一项调查指出,大部分成人烧伤中心进行 VTE 预防时使用的药物都是低分子量肝素,其中 61% 为依诺肝素<sup>[34]</sup>。但还是有烧伤中心不愿意使用低分子量肝素而更倾向于使用普通肝素,如美国一家烧伤中心指出该中心采用普通肝素进行 VTE 预防,4 年间除 1 例烧伤患者发生了肝素诱导的血小板减少症外,其余烧伤患者均没有出现任何抗凝相关并发症<sup>[3]</sup>。另外,各烧伤中心对预防 VTE 的抗凝药物持续用药时间的看法也不相同。印度和英国分别有 26.7% 和 43% 的烧伤中心会在患者开始下床活动后停止 VTE 化学预防,而 26.7% 和 57% 的烧伤中心会将 VTE 化学预防持续到患者出院时<sup>[33-34]</sup>。然而将



患者活动作为停止 VTE 化学预防的标准过于主观,缺乏规范性。有研究证明 VTE 风险在住院患者出院后仍然存在,尤其是出院后 90 d 内 VTE 风险仍然较高<sup>[2]</sup>。但目前还没有针对烧伤患者出院后 VTE 预防的研究。在 VTE 化学预防的剂量方面,印度一项研究显示,大多数烧伤中心医师采用每日 2 次皮下注射 1 mg/kg 依诺肝素的方法来预防患者发生 VTE,并且 62.1% 的医师还会根据患者烧伤面积调整低分子量肝素使用剂量<sup>[33]</sup>。但 ISBI 指出烧伤科还没有类似其他外科那样可操作的针对 VTE 的统一用药建议<sup>[31]</sup>。在 VTE 机械预防方面,目前机械预防装置主要有间歇充气加压装置、足底静脉泵、逐级弹力加压袜等,其预防 VTE 的机制主要是通过血流动力学和血液流变学效应以及改变内皮细胞功能,从而避免血液高凝状态、静脉血流淤滞以及由静脉血流淤滞和缺氧引起的内皮功能障碍<sup>[39]</sup>。但国内外指南对 VTE 机械预防设备的使用频次和时长建议差异较大,临床上对于 VTE 机械预防设备应使用的压力值和充气时间间隔尚无统一标准。ISBI 建议对 VTE 高风险烧伤患者采用化学和机械联合的预防方案,但具体方法和受益程度还未在烧伤人群中进行研究<sup>[31]</sup>。此外,对于下肢烧伤的患者,VTE 机械预防装置并不适用。

#### 4 总结与展望

国内外对烧伤 VTE 的发病率报道不一,这可能是由研究性质(如回顾性和前瞻性)、研究人群的纳入标准(如烧伤严重程度)和使用的筛查方式等不同所致。虽然烧伤患者 VTE 的真实发病率尚不清楚,但等烧伤患者发生 VTE 后才开始干预显然是不可取的,因为在控制基线危险因素和其他相关合并症后患 VTE 的烧伤患者发生死亡的风险会比非 VTE 的烧伤患者增加 3 倍,且有的 VTE 会以致命性肺栓塞的形式出现<sup>[6]</sup>。此外,大多数烧伤患者发生 VTE 时都是无症状的,容易漏诊,可能致使患者错过最佳治疗时机。但积极有效的预防和规范的诊断与治疗可以显著降低 VTE 发病率和致死率,因此 VTE 预防的实际意义远大于治疗。目前国外逐渐意识到烧伤 VTE 的高发病率和危害,并开始探索其危险因素和最佳预防策略,但医护人员对烧伤 VTE 的认识仍然不足,不少烧伤中心的患者仍没有得到规范预防。而国内对烧伤 VTE 的研究更少,预防现状同样堪忧。因此未来需要进一步探索烧伤 VTE 的真实发病率,提高医护人员对烧伤 VTE 的认知和警惕性,促进烧伤 VTE 的预防。

2021 年国家卫生健康委办公厅将提高 VTE 规范预防率列入国家医疗质量安全改进十大目标之一,建议医疗机构进行院内 VTE 预防和治疗体系建设,开展规范化 VTE 风险评估和防治<sup>[40]</sup>。各学科开始针对不同高危人群制订特异性 VTE 风险评估工具<sup>[41]</sup>,然而临床上还没有针对烧伤患者的 VTE 风险评估工具和指南,主要原因是烧伤患者 VTE 发病率和危险因素还不完全明确,缺乏研究预防方法的大样本随机对照临床试验提供证据支持。本研究虽然通过查阅大量文献、结合烧伤专科特点探讨了烧伤患者发生 VTE 的

相关危险因素,但应该还有其他烧伤患者特有的 VTE 风险因素未被发掘,未来需要设计全面的前瞻性研究进一步明确,从而积极构建适合烧伤患者的个性化 VTE 风险评估工具。同时还可探索对烧伤患者有效的各种物理、化学预防措施及其运用时机和方法,为烧伤患者 VTE 预防方案和指南的制订提供更多高质量的原始研究和证据。

**利益冲突** 所有作者均声明不存在利益冲突

#### 参考文献

- [1] 中华医学会骨科学分会创伤骨科学组,中华医学会骨科学分会外固定与肢体重建学组,中国医师协会骨科医师分会创伤专家工作委员会,等. 中国创伤骨科患者围手术期静脉血栓栓塞症预防指南(2021)[J]. 中华创伤骨科杂志,2021,23(3): 185-192. DOI:10.3760/cma.j.cn115530-20201228-00795.
- [2] 邵翔,翟振国,王辰. 医院相关性静脉血栓栓塞症[J]. 中华医学杂志, 2018, 98(46): 3792-3794. DOI: 10.3760/cma. j. issn. 0376-2491.2018.46.014.
- [3] Liu A, Minasian RA, Maniago E, et al. Venous thromboembolism chemoprophylaxis in burn patients: a literature review and single-institution experience[J]. J Burn Care Res,2021,42(1):18-22. DOI:10.1093/jbcr/iraa143.
- [4] 王艳琼,黄建琼,许学文,等. 标准化静脉血栓栓塞症预防方案在烧伤患者中的应用研究[J]. 中国修复重建外科杂志,2019, 33(6):726-729. DOI:10.7507/1002-1892.201812061.
- [5] Pannucci CJ, Obi AT, Timmins BH, et al. Venous thromboembolism in patients with thermal injury: a review of risk assessment tools and current knowledge on the effectiveness and risks of mechanical and chemical prophylaxis[J]. Clin Plast Surg, 2017, 44(3): 573-581. DOI: 10.1016/j.cps.2017.02.002.
- [6] Pannucci CJ, Osborne NH, Wahl WL. Venous thromboembolism in thermally injured patients: analysis of the National Burn Repository[J]. J Burn Care Res,2011, 32(1):6-12. DOI:10.1097/BCR.0b013e318204b2ff.
- [7] Althunayan TA, AlQarni SM, Mohsenh WA, et al. Risk factors for thromboembolism in burn patients admitted to the burn unit at King Abdulaziz Medical City, Riyadh, Kingdom of Saudi Arabia[J]. Saudi Med J, 2019, 40(10): 1027-1031. DOI:10.15537/smj.2019.10.23955.
- [8] Murali L, Kavitha Y. A prospective study of incidence of deep vein thrombosis and outcome in hospitalised patients with burns in a tertiary care hospital, Warangal urban[J]. J Evolution Med Dent Sci, 2019, 8(28): 2288-2294. DOI: 10.14260/jemds/2019/501.
- [9] Li Q, Ba T, Wang LF, et al. Stratification of venous thromboembolism risk in burn patients by Caprini score[J]. Burns, 2019, 45(1): 140-145. DOI: 10.1016/j.burns. 2018. 08.006.
- [10] 高凤英,习耀锋,郑明霞,等. 烧伤患者深静脉血栓发生情况及其影响因素[J]. 中华烧伤杂志,2016,32(3): 176-180. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1009-2587.2016.03.010.
- [11] 张伟,张俊峰,王冕,等. 成年烧伤患者深静脉血栓的发生情况及危险因素[J]. 中华烧伤杂志, 2020, 36(1): 54-57. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1009-2587.2020.01.010.
- [12] Ahuja RB, Bansal P, Pradhan GS, et al. An analysis of deep vein thrombosis in burn patients (part II): a randomized and controlled study of thrombo-prophylaxis with low molecular weight heparin[J]. Burns, 2016, 42(8): 1693-1698. DOI:10.1016/j.burns.2016.08.007.

- [13] Zhou HM, Xu SJ, Wang L, et al. Influences of high-voltage electrical burns on the pulmonary microcirculation in rabbits[J]. *Clin Hemorheol Microcirc*, 2016, 62(3): 193-203. DOI:10.3233/CH-141921.
- [14] 张庆富,李勇,冯建科,等. 高压电烧伤大鼠血小板流变行为变化及乌司他丁的干预效果[J]. *中华烧伤杂志*, 2017, 33(12): 744-749. DOI:10.3760/cma.j.issn.1009-2587.2017.12.005.
- [15] 郭弯弯,褚雅歆,乔蕊. 血栓炎症反应的研究进展[J]. *临床检验杂志*, 2022, 40(1): 42-47. DOI: 10.13602/j. cnki. jcls. 2022. 01.10.
- [16] Pannucci CJ, Osborne NH, Jaber RM, et al. Early fasciotomy in electrically injured patients as a marker for injury severity and deep venous thrombosis risk: an analysis of the National Burn Repository[J]. *J Burn Care Res*, 2010, 31(6): 882-887. DOI:10.1097/BCR.0b013e3181f93597.
- [17] 陈恒利,彭康祖,要亚仙,等. 麻醉因素对老年患者髋部骨折术后转归的影响:meta 分析[J]. *中华麻醉学杂志*, 2019, 39(12): 1425-1429. DOI: 10.3760/cma. j. issn. 0254-1416.2019. 12.005.
- [18] Gupta E, Siddiqi FS, Kunjal R, et al. Association between aspirin use and deep venous thrombosis in mechanically ventilated ICU patients[J]. *J Thromb Thrombolysis*, 2017, 44(3):330-334. DOI:10.1007/s11239-017-1525-x.
- [19] 孙健平,薛汉中,张莹,等. 术中输血对创伤骨科患者术后深静脉血栓形成的影响研究[J]. *中华创伤骨科杂志*, 2021, 23(9): 793-797. DOI:10.3760/cma.j.cn115530-20210117-00028.
- [20] Kaserer A, Rössler J, Slankamenac K, et al. Impact of allogeneic blood transfusions on clinical outcomes in severely burned patients[J]. *Burns*, 2020, 46(5): 1083-1090. DOI:10.1016/j.burns.2019.11.005.
- [21] Chopra V, Kaatz S, Grant P, et al. Risk of venous thromboembolism following peripherally inserted central catheter exchange: an analysis of 23, 000 hospitalized patients[J]. *Am J Med*, 2018, 131(6): 651-660. DOI:10.1016/j.amjmed.2018.01.017.
- [22] 中华医学会烧伤外科学分会. 严重烧伤患者深静脉置管操作和管理的全国专家共识(2020版)[J]. *中华烧伤杂志*, 2021, 37(2): 101-112. DOI: 10.3760/cma. j. cn501120-20201122-00487.
- [23] Chopra V, Kaatz S, Conlon A, et al. The Michigan Risk Score to predict peripherally inserted central catheter-associated thrombosis[J]. *J Thromb Haemost*, 2017, 15(10): 1951-1962. DOI:10.1111/jth.13794.
- [24] Kokubo K, Kurihara Y, Kobayashi K, et al. Evaluation of the biocompatibility of dialysis membranes[J]. *Blood Purif*, 2015, 40(4): 293-297. DOI:10.1159/000441576.
- [25] 熊嫚,贺锐,赵晓珊,等. 血液透析患者中心静脉置管后导管相关性血栓研究进展[J]. *成都医学院学报*, 2022, 17(3): 395-399. DOI:10.3969/j.issn.1674-2257.2022.03.026.
- [26] Zhang Z, Lei J, Shao X, et al. Trends in hospitalization and in-hospital mortality from VTE, 2007 to 2016, in China[J]. *Chest*, 2019, 155(2): 342-353. DOI: 10.1016/j. chest. 2018. 10.040.
- [27] 急性出血性凝血功能障碍诊治专家共识组,邵勉,薛明明,等. 急性出血性凝血功能障碍诊治专家共识[J]. *中华急诊医学杂志*, 2020, 29(6): 780-787. DOI: 10.3760/cma. j. issn. 1671-0282.2020.06.007.
- [28] 王丁一,范国辉,吴司南,等. 肾功能不全与静脉血栓栓塞症[J]. *中华结核和呼吸杂志*, 2022, 45(2): 204-208. DOI:10.3760/cma.j.cn112147-20210728-00529.
- [29] Olivera PA, Zuily S, Kotze PG, et al. International consensus on the prevention of venous and arterial thrombotic events in patients with inflammatory bowel disease[J]. *Nat Rev Gastroenterol Hepatol*, 2021, 18(12): 857-873. DOI:10.1038/s41575-021-00492-8.
- [30] Wu JX, Qing JH, Yao Y, et al. Performance of age-adjusted D-dimer values for predicting DVT before the knee and hip arthroplasty[J]. *J Orthop Surg Res*, 2021, 16(1): 82. DOI: 10.1186/s13018-020-02172-w.
- [31] ISBI Practice Guidelines Committee, Advisory Subcommittee, Steering Subcommittee. ISBI practice guidelines for burn care, part 2[J]. *Burns*, 2018, 44(7): 1617-1706. DOI:10.1016/j.burns.2018.09.012.
- [32] Geerts WH, Bergqvist D, Pineo GF, et al. Prevention of venous thromboembolism: American College of Chest Physicians Evidence-Based Clinical Practice Guidelines (8th Edition) [J]. *Chest*, 2008, 133(6 Suppl): S381-453. DOI:10.1378/chest. 08-0656.
- [33] Shirol SS, Kodaganur S, Rao MR, et al. The conundrum of deep vein thrombosis prophylaxis in burns in India and review of literature[J]. *Indian J Plast Surg*, 2017, 50(3): 288-294. DOI:10.4103/ijps.IJPS\_179\_15.
- [34] Vermaak PV, D'Asta F, Provins J, et al. Thromboprophylaxis in adult and paediatric burn patients: a survey of practice in the United Kingdom[J]. *Burns*, 2019, 45(6): 1379-1385. DOI: 10.1016/j.burns.2019.04.003.
- [35] Tracy LM, Cameron PA, Singer Y, et al. Venous thromboembolism prophylaxis practice and its association with outcomes in Australia and New Zealand burns patients[J/OL]. *Burns Trauma*, 2021, 9:tkaa044[2022-03-23]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33654696/>. DOI: 10.1093/burnst/tkaa044.
- [36] 国际血管联盟中国分部护理专业委员会. 住院患者静脉血栓栓塞症预防护理与管理专家共识[J]. *解放军护理杂志*, 2021, 38(6): 17-21. DOI: 10.3969/j. issn. 1008-9993.2021. 06.005.
- [37] 董煜廷,徐建萍. Caprini 血栓评估表临床使用局限性分析[J]. *护理学杂志*, 2020, 35(4): 104-107. DOI:10.3870/j.issn.1001-4152.2020.04.104.
- [38] Peng H, Yue L, Gao H, et al. Risk assessment of deep venous thrombosis and its influencing factors in burn patients[J]. *J Burn Care Res*, 2020, 41(1): 113-120. DOI: 10.1093/jbcr/irz121.
- [39] 谷思琪,皮红英,宋咪,等. 机械预防深静脉血栓形成的机制及应用研究综述[J]. *解放军医学院学报*, 2021, 42(12): 1326-1329. DOI:10.3969/j.issn.2095-5227.2021.12.019.
- [40] 国家卫生健康委办公厅. 国家卫生健康委办公厅关于印发 2021 年国家医疗质量安全改进目标的通知[EB/OL]. 2021[2022-03-23]. <http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2021-02/22/5588240/files/7f3670bbe56d4eb2a30c591b832bbb01.pdf>.
- [41] 朱丽筠,王磊,徐园,等. 国外静脉血栓栓塞症预防研究的文献计量学分析[J]. *中华护理杂志*, 2021, 56(12): 1906-1910. DOI: 10.3761/j.issn.0254-1769.2021.12.025.

(收稿日期:2022-03-23)