

2025 版《美国烧伤协会烧伤治疗中血液制品输注临床实践指南》解读

孙林利 丁莉 张玲春 段生东 金永菲 刘文军
昆明医科大学第二附属医院烧伤科, 昆明 650101
通信作者: 刘文军, Email: 86550558@qq.com

【摘要】《美国烧伤协会烧伤治疗中血液制品输注临床实践指南》于 2025 年 7 月发布。该指南基于 PICO (P: 人群/患者; I: 干预措施; C: 对照/比较; O: 结局指标) 原则和现有证据, 就成年烧伤患者住院期间的血液制品输注问题提出了循证推荐意见, 涵盖输血指征管理、黏弹性测试、促红细胞生成素及氨甲环酸的使用、血液制品输注策略等方面。为便于临床医务人员更好地理解和应用该指南, 该文对其核心要点进行解读。

【关键词】 烧伤; 血液代用品; 输血; 诊疗准则; 指南解读

基金项目: 云南省兴滇英才支持计划项目 (RSC2019MY018); 云南省教育厅科学研究基金项目 (2024J0322)

Interpretation of the 2025 American Burn Association Clinical Practice Guideline on blood product transfusion in burn care

Sun Linli, Ding Li, Zhang Lingchun, Duan Shengdong, Jin Yongfei, Liu Wenjun

Department of Burns, the Second Affiliated Hospital of Kunming Medical University, Kunming 650101, China

Corresponding author: Liu Wenjun, Email: 86550558@qq.com

【Abstract】 The American Burn Association Clinical Practice Guideline on blood product transfusion in burn care was released in July 2025. Based on the PICO (Population, Intervention, Comparison, Outcome) framework and available evidence, the guideline provided evidence-based recommendations for blood product transfusion issues during hospitalization of adult burn patients, covering the management of transfusion indications, viscoelastic testing, the use of erythropoietin and tranexamic acid, and blood

product transfusion strategies, etc. This article interpreted the key points of the guideline to facilitate their understanding and application by clinical medical professionals.

【Key words】 Burns; Blood substitutes; Blood transfusion; Practice guideline; Guideline interpretation

Fund program: Yunnan Revitalization Talent Support Planning Program (RSC2019MY018); Scientific Research Fund Project of Education Department of Yunnan Province (2024J0322)

烧伤是由火焰、热液、高温气体、炽热金属液体或固体等热力因素引起的组织损伤, 主要累及皮肤和黏膜, 严重时可达肌肉、骨骼乃至内脏器官^[1]。大面积烧伤患者常出现一系列全身性病理改变, 包括循环血量减少、贫血、全身性感染、凝血功能障碍及脏器功能衰竭等^[1-3], 而贫血是最严重的血液系统并发症, 对患者的预后具有重要影响^[4]。烧伤后贫血的发病机制复杂, 外源性因素包括创面出血、应激性溃疡出血、更换敷料、频繁抽血检验及手术失血等, 内源性因素则涉及凝血功能异常、溶血增加、营养不良以及红细胞生成受到抑制等^[1,5]。因此, 贫血的预防、诊断和干预是大面积烧伤患者住院治疗中的关键环节。目前, 输注红细胞是纠正此类贫血最常用的手段^[6]。然而, 输血相关并发症, 如感染、循环超负荷、输血相关急性肺损伤及免疫反应等^[1,7], 不容忽视。此外, 同种异体红细胞制品的费用较高, 且全球范围内血液资源日趋紧张^[6]。

鉴于红细胞供应紧张以及输注红细胞可能带来的并发症和潜在风险, 国外学者一直在探索减少红细胞使用的方法, 目前最常用的策略是采用较低的血红蛋白水平作为输注阈值^[4]。对于重度烧伤患者, 清创时可考虑使用不同成分的

DOI: 10.3760/cma.j.cn501225-20251210-00516

收稿日期 2025-12-10

引用本文: 孙林利, 丁莉, 张玲春, 等. 2025 版《美国烧伤协会烧伤治疗中血液制品输注临床实践指南》解读 [J]. 中华烧伤与创面修复杂志, 2026, 42(7): 694-699. DOI: 10.3760/cma.j.cn501225-20251210-00516.

Sun LL, Ding L, Zhang LC, et al. Interpretation of the 2025 American Burn Association Clinical Practice Guideline on blood product transfusion in burn care [J]. Chin J Burns Wounds, 2026, 42(7): 694-699. DOI: 10.3760/cma.j.cn501225-20251210-00516.



血液制品,如新鲜冰冻血浆(fresh frozen plasma, FFP)、血小板;针对严重创伤或烧伤相关的凝血功能障碍患者,常联合输注 FFP、血小板及红细胞以减少红细胞用量。目前,对于成年烧伤患者而言,采用 FFP、血小板及红细胞的佳比例,尚不明确。

《美国烧伤协会烧伤治疗中血液制品输注临床实践指南》^[4](以下简称 2025 版《指南》)于 2025 年 7 月发布。2025 版《指南》聚焦于烧伤总面积 $\geq 20\%$ TBSA 的成年住院患者,就血液制品输注问题给出了循证推荐意见。为帮助临床医务人员更好地理解和应用 2025 版《指南》,本文对其重点内容解读如下。

1 2025 版《指南》简介

临床实践指南是针对特定医疗保健领域中诊断、防治及管理的系统说明,旨在基于系统评价证据、干预措施的利弊权衡及卫生经济学评估,为临床决策提供推荐意见^[8-9]。美国烧伤协会于 2022 年 2 月组建了由资深临床医师和研究人员构成的多学科专家组,通过会议讨论,确定了与输血治疗相关的临床重要问题及其定义。专家组采用 PICO 原则(P:人群/患者,I:干预措施,C:对照/比较,O:结局指标)提出了 5 个核心临床问题,并据此系统检索了 Medline、Embase 及 Cochrane 对照试验注册库等数据库。遵循循证医学原则,专家组对近 50 年的相关文献进行了系统性回顾与分析,在此基础上制订了成年烧伤患者住院期间的血液制品输注指南(即 2025 版《指南》),并于 2025 年 7 月正式发布。该指南就输血指征管理、黏弹性测试(viscoelastic testing, VET)、促红细胞生成素及氨甲环酸的使用、血液制品输注策略等提供了推荐意见。

2 2025 版《指南》中核心概念的界定

2.1 血液制品输注相关概念界定

输血是大面积烧伤患者的重要治疗手段,然而输血导致的并发症也不容忽视^[10]。输血治疗包括全血输血和成分输血两种方式^[1,11],其中成分输血使用的血液成分是从人体血液分离所得的,主要包括红细胞、血浆和血小板等^[1]。临床输血治疗不仅要严格掌握输血指征,还要根据患者具体情况,合理安排血液制品种类、输血量及输血次数,从而科学有效地维持血容量、纠正贫血并减少相关并发症的发生^[10]。2025 版《指南》将血液制品输注相关概念界定如下^[4]。(1)限制性输血策略:输血前血红蛋白水平 < 70 g/L 时输注红细胞,将血红蛋白水平维持在 ≥ 70 g/L;(2)开放性输血策略:输血前血红蛋白水平 < 100 g/L 时输注红细胞,将血红蛋白水平维持在 ≥ 100 g/L;(3)输血次数:住院期间符合限制性输血或开放性输血指征时输注血液制品的次数;(4)红细胞输注单位数:在特定时期或整个住院期间输注红细胞的单位总数;(5)红细胞输注次数:术中和/或规定围手术期内输注红细胞的次数;(6)血液制品:术中及术后规定时间内使用的 FFP、冷沉淀、血小板、重组凝血因子Ⅶ等;(7)血液制品输注策略:术中

按 1:1:1 单位数量比例输注 FFP、血小板和红细胞。

2.2 其他相关概念界定

为进一步规范相关术语,2025 版《指南》专家组对住院时间与病死率作出明确界定:住院时间指患者因烧伤入院至出院(含康复出院或转至其他医疗机构)期间,在院接受诊疗的总天数;病死率为患者在急性住院治疗期间因任何原因导致的死亡比例。此外,氨甲环酸的干预方式为在围手术期(包括术前、术中和/或术后早期)静脉注射。

3 2025 版《指南》解读

3.1 输血指征管理

2025 版《指南》强推荐(中等质量证据):(1)烧伤总面积 $\geq 20\%$ TBSA 的成年患者急性期应采用限制性输血策略,以减少输血次数;(2)对于无急性脑损伤(acute brain injury, ABI)的烧伤患者,为降低病死率、缩短住院时间、减少感染发生,同样建议采用限制性输血策略;(3)对于合并急性冠状动脉综合征(acute coronary syndrome, ACS)的烧伤患者,可采取开放性输血策略。

烧伤患者常因贫血、血容量不足及凝血功能障碍而需要输血治疗,以补充丢失的血液成分^[1,10]。若输血不及时或输血量不足,不仅会降低临床疗效、延缓康复进程,病情严重时还可因持续性缺血缺氧导致早期脏器损伤,甚至死亡^[12]。多项研究显示,血红蛋白水平是决定烧伤患者是否输血及输血量的关键因素^[10,13]。既往 ICU 输血指征常设定为血红蛋白水平 < 100 g/L^[4],而外科常规红细胞输注指征为血红蛋白水平 < 70 g/L;但对于大面积烧伤患者,因其病理生理过程复杂,血红蛋白水平 < 70 g/L 时输注红细胞可能不足以有效维持组织氧合^[10]。

Hébert 等^[14]对 838 例 ICU 患者的前瞻性多中心随机对照试验(randomized controlled trial, RCT)表明,限制性输血组与开放性输血组的疗效相当,两组患者病死率比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。Palmieri 等^[15]针对 345 例烧伤总面积 $> 20\%$ TBSA 患者的前瞻性随机多中心研究同样表明,限制性输血组与开放性输血组患者病死率及感染率比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$)。2025 版《指南》也指出,限制性输血策略可显著减少输血量,且不增加病死率、感染率,不延长住院时间。段德庆等^[10]报道,血红蛋白水平 < 70 g/L 是大面积烧伤患者红细胞输注量的独立预测因素,提示临床需密切监测血红蛋白水平的动态变化,准确评估失血并适时干预。

然而,对于老年、合并心血管疾病、脓毒症或神经损伤等特殊烧伤患者,应审慎采用限制性输血策略。美国胸科医师学会发布的重症患者输血指南^[16]明确推荐危重患者宜采用限制性输血策略,但明确反对将该策略应用于合并 ACS 的危重患者,以免增加死亡风险。Taccone 等^[17]开展的一项多中心 RCT 显示,对于合并贫血的 ABI 患者,采用开放性输血策略可显著降低不良神经功能结局的发生率。因此,临床决策应综合考虑烧伤总面积、ABI 严重程度及 ACS 发生风险,动态调整输血方案与监测重点。

3.2 血液系统药物的使用

3.2.1 促红细胞生成素的使用 2025 版《指南》弱推荐(中等质量证据):不建议使用重组人促红细胞生成素(recombinant human erythropoietin, rhEPO),以减少烧伤患者的红细胞输注次数;基于证据不足,未对 rhEPO 在降低病死率方面的使用提出明确推荐意见。

促红细胞生成素是一种由肾脏产生的糖蛋白类细胞因子激素,可刺激骨髓增加红细胞的生成,从而提高红细胞浓度。rhEPO 于 20 世纪 80 年代研发成功,最初在接受血液透析的严重肾病患者以及接受化学治疗的癌症患者中使用^[18]。目前, rhEPO 的应用已扩展至心搏骤停后的复苏治疗,并成为减少各类贫血患者输血需求的辅助治疗手段。烧伤患者常因手术而大量失血,使用 rhEPO 来减少输血需求并改善预后研究具有重要临床意义,但目前尚缺乏多中心试验研究。Still 等^[19]开展的一项双盲 RCT 显示,与安慰剂组相比, rhEPO 治疗组患者的输血量、血红蛋白水平、血细胞比容、网织红细胞计数及铁蛋白水平均无明显变化。但该研究仍存在一定局限性:尽管 rhEPO 治疗组与安慰剂组患者的手术次数基本一致,但未对两组患者的基线资料(如烧伤深度、焦痂切除范围及植皮量等)进行详细描述,尚不明确基础情况对治疗结果的影响;虽然两组患者总失血量比较,差异无统计学意义($P>0.05$),但未明确说明失血量的具体计算方法,也未对两组患者的病死率进行描述,结果的可靠性有待商榷。Mattich 等^[20]开展的一项小型 RCT 显示, rhEPO 治疗对患者红细胞输注单位数无显著影响。然而,该研究存在诸多方法学上的局限性,包括样本基线特征描述不清晰,随机化分组方案不明确,输血策略、手术干预措施、血红蛋白水平测量方面缺乏标准化控制,未提供两组患者的病死率等,导致该研究结论的可信度较低。

目前,对于烧伤患者使用 rhEPO 的效果仍不明确。部分学者认为 rhEPO 对多发伤患者的生存有益,但其应用并未得到推广。周烁等^[21]的研究显示,术前短期(1~2 d 或 1 周)内静脉输注 rhEPO 可有效促进红细胞生成,提高患者血红蛋白水平,进而降低同种异体输血率,并降低输血及失血相关并发症的发生风险。马庆宏等^[22]对 174 例股骨粗隆间骨折患者开展的 RCT 显示,术中静脉输注和局部联用 rhEPO 与氨甲环酸能有效减少患者围手术期失血量,降低输血率,缩短住院时间,且不增加血栓栓塞并发症发生风险。阮如昕等^[23]对 60 例全髋关节置换术患者开展的 RCT 显示,皮下注射 rhEPO 可改善患者术后贫血相关指标,降低输血率,并减少输血量,且短期内对患者术后双下肢血栓的形成无显著影响。

rhEPO 的应用虽可增加血红蛋白、网织红细胞及红细胞水平,但也可导致血液黏度和血管张力升高,并可诱发高血压、静脉血栓形成或栓塞、肝功能异常等不良反应^[24]。此外,2025 版《指南》中仅有低至中等强度证据显示,使用 rhEPO 并不能显著减少红细胞输注次数。总之,该指南不建议使用 rhEPO 以减少烧伤患者的红细胞输注次数。

3.2.2 氨甲环酸的使用 2025 版《指南》弱推荐(高质量

证据):(1)在烧伤创面清创术围手术期,应考虑静脉注射氨甲环酸以减少输血次数;(2)理想情况下,应通过开展 VET 来决定术中是否使用氨甲环酸。

氨甲环酸是一种人工合成的赖氨酸衍生物,可通过竞争性阻断纤维蛋白溶解酶原上的赖氨酸结合位点,抑制纤维蛋白溶解酶原和纤维蛋白溶解酶重链与纤维蛋白表面赖氨酸残基之间的相互作用,从而减少纤维蛋白凝块的降解,发挥抗纤维蛋白溶解和止血作用^[25]。烧伤患者创面清创术围手术期出血量大,兼具失血与输血相关并发症的双重风险。孙晶等^[26]的荟萃分析显示,在烧伤患者围手术期应用氨甲环酸可减少总失血量及输血次数。该药常用静脉给药方式有两种:(1)术前 10 min 按照 10~15 mg/kg 剂量静脉注射;(2)术前按照 10 mg/kg 剂量静脉注射,术中则以 $1 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 维持剂量持续进行静脉滴注。

Bhatia 等^[27]的前瞻性 RCT 显示,围手术期使用氨甲环酸的烧伤患者,其红细胞输注单位数少于未使用者。Kumar 等^[28]的双盲 RCT 显示,使用氨甲环酸患者失血量较未使用患者显著减少,与孙晶等^[26]的研究结果基本一致。此外,孙晶等^[26]强调,应尽量避免大剂量使用氨甲环酸,并针对不同患者制订个体化用药方案。王文丽等^[25]研究证实,氨甲环酸作为围手术期安全有效的止血药,其使用可有效减少术后出血量,减少输血需求,并减轻全身炎症反应;目前该药已被广泛应用于心血管外科、骨科、产科等领域,但其最佳给药剂量仍需权衡临床获益与风险。

2025 版《指南》纳入的高质量研究证实氨甲环酸可减少失血及红细胞输注,但受限于给药方案的多样性、血栓风险数据的缺乏及药物经济学考量,其临床应用仍需审慎^[27]。

3.3 VET 的临床应用

2025 版《指南》弱推荐(高质量证据):在烧伤创面清创术围手术期,建议采用 VET 常用技术——旋转血栓弹力图(rotational thromboelastometry, ROTEM)和血栓弹力图(thromboelastography, TEG)指导输血决策,以减少血液制品输注,同时进一步评估基于该技术的标准化输血算法对烧伤患者输血需求量、医疗成本控制及医疗资源利用效率的实际影响。

VET 能以图形方式快速、全面地呈现血凝块形成至溶解的全过程变化,便于在床旁即时评估与审查^[4],有助于临床医师合理选择血液制品、纠正凝血功能障碍、控制出血,从而减少输血量。目前,全球创伤救治领域主要应用的两种 VET 技术为 ROTEM 和 TEG。二者均可快速、全面检测血液凝固及纤维蛋白溶解过程^[29],其临床使用价值已在输血指导及止血或抗凝药物监测方面得到验证。在北美地区,ROTEM 和 TEG 已逐渐成为烧伤患者凝血功能监测的常规手段;然而在中国烧伤患者中,ROTEM 的应用远不及传统 TEG 普遍。

在临床决策中,医务人员应结合所在医院 VET 设备的配置情况与可及性综合评估患者输血需求。在资源有限、VET 设备不可及的情况下,则应依据患者烧伤程度及凝血功能状况进行经验性输血治疗。目前最常用的传统凝血指标包括

凝血酶原时间(prothrombin time, PT)、活化部分凝血活酶时间(activated partial thromboplastin time, APTT)、凝血酶时间及纤维蛋白原含量等^[30]。当PT和/或APTT超过正常值上限的1.5倍(如PT>19.5 s、APTT>52.5 s)时,可输注血浆^[31]。

Schaden等^[32]指出,VET可为血液制品(尤其是FFP)的合理使用提供依据,从而有效减少输血量。2025版《指南》引用的非烧创伤相关研究亦表明,及时、有针对性地纠正凝血功能障碍可减少手术期间输血需求并提高生存率^[33];早期目标导向治疗同样可减少输血需求、减少MOF、缩短住院时间并改善生存预后^[34-35]。在此基础上,VET指导的目标导向治疗策略已在围手术期出血管理中展现出优势,可用于检测创伤性凝血功能障碍并指导止血治疗,从而降低并发症发生率和医疗成本^[36-37]。聚焦于烧伤领域,2025版《指南》纳入的多项研究显示,与传统凝血试验相比,VET能更精确、个体化地反映烧伤患者的凝血状态^[38-39],且在烧伤创面清创术围手术期采用VET指导凝血监测与输血决策,可显著减少血液制品输注总量^[4]。

秦冠伦和丁玉美^[29]的研究显示,TEG可快速对血液凝固过程和纤维蛋白溶解进行检测,依据快速TEG定向输血策略实施目标导向治疗,能在患者入院后数分钟内针对特定凝血紊乱进行干预,从而降低创伤患者病死率并减少输血量^[40-41]。此外,在创伤患者围手术期,ROTEM相比常规凝血检测手段具有独特优势,可早期识别低纤维蛋白原血症(表现为凝血形成时间延长),通过积极管理凝血状态可减少失血及总血液制品输注量^[29,42]。

苏莉等^[43]针对144例产后大出血产妇开展了一项RCT,该研究采用TEG参数(最大振幅、凝固角、凝固时间及反应时间)指导成分输血:最大振幅<50 mm时,补充血小板;反应时间>10 min时,按照15 mL/kg剂量补充FFP;凝固角<53°或凝固时间>3 min时,每次补充400 mL的FFP+10 U的冷沉淀凝血因子。结果显示,TEG指导的输血方案能更有效地改善凝血功能、稳定生命体征,同时减少血液制品用量,提高临床用血合理性。

3.4 血液制品输注策略

2025版《指南》指出,血液制品输注策略在成年烧伤患者切痂术中的应用价值,目前尚缺乏高质量研究数据支撑,因此暂未就该策略能否减少术中红细胞输注次数或降低患者病死率给出推荐意见。

烧伤患者在初始复苏阶段失血量较少,但在切痂等外科手术中易发生大量失血并继发贫血。2025版《指南》引用的相关研究显示,每切除1%TBSA的焦痂,患者损失约2%的总血容量;而若切除头部烧伤焦痂,则每切除1%TBSA可导致约5%的总血容量损失^[4,44]。因此,外科医师需精细管理血容量,常需迅速输注血液制品以维持血流动力学稳定及重要器官血液灌注。完善的术前准备与术中策略(如精细化操作及血液保护方案)对减少术中失血、改善预后至关重要。在此背景下,联合使用不同比例的血液制品(如FFP和血小板)成为减少红细胞用量的替代策略之一,尤其适用于烧伤相关

的凝血功能障碍^[45-46]。

血液制品输注策略最初源于非烧创伤患者的大量输血方案,即按等单位数量比例输注FFP、血小板和红细胞,以优化止血复苏、纠正凝血功能障碍并降低创伤失血性休克患者的病死率^[4]。鉴于烧伤手术出血管理的相似性,2025版《指南》认为该策略或可预防烧伤患者凝血功能障碍、减少红细胞输注并降低病死率。然而,现有证据尚存争议。Galganski等^[46]针对围手术期烧伤儿童的对照研究显示,1:1单位数量比例的红细胞与FFP可改善凝血功能障碍,但未能减少输血次数。Holcomb等^[47]研究显示,采用血液制品输注策略进行早期复苏较输注单一血液制品更能提高创伤患者生存率并减少并发症发生。Consunji等^[48]的系统综述表明,血液制品输注策略的实施与创伤患者生存率显著相关。总体而言,该血液制品输注策略是创伤管理的重大进步,凸显了早期复苏在改善预后中的关键作用。然而,血液制品输注策略的实施对血液制品供应能力和快速输注技术提出了较高要求,部分医疗机构可能因FFP和血小板获取不及时而导致患者复苏延迟。

国内学者多依据烧伤总面积、手术时机、切削痂面积与部位、取皮面积及术中失血量等因素个体化决定红细胞与FFP的输注量^[49]。秦婷婷等^[50]的研究显示,1:1单位数量比例的FFP与红细胞输注有利于减轻创伤大出血患者凝血功能及免疫功能的损害。林先娘等^[51]对200例创伤输血患者的多中心对照研究进一步表明,1:1单位数量比例的FFP与红细胞输注对凝血功能影响较小、不良反应较少,提示临床可优先考虑此方案。商哲等^[52]的RCT证实,在创伤大出血患者住院期间采用1:1单位数量比例的FFP与红细胞输注,可提高输血效果、改善凝血功能及血常规指标,并减少血液制品用量。然而,上述研究主要聚焦于FFP与红细胞的配比,而对血小板在联合输注中的作用关注不足。段德庆等^[10]对455例大面积烧伤患者的多中心回顾性研究显示,住院期间96.0%(437/455)的患者接受了输血治疗,其中15.8%(72/455)的患者接受了FFP、红细胞及血小板的联合输注。具体而言,FFP输注率高达95.6%(435/455),红细胞为90.1%(410/455),血小板仅为16.0%(73/455)。提示,目前国内临床实践仍以FFP与红细胞的单独或双成分输注为主,严格按照2025版《指南》中血液制品输注策略进行治疗者较为少见。

4 总结与展望

2025版《指南》针对烧伤总面积≥20%TBSA的成年患者住院期间的血液制品输注,提供了涵盖输血指征管理、VET、促红细胞生成素及氨甲环酸的使用、血液制品输注策略等方面的循证建议,并对各项推荐意见的等级与证据质量进行了分级,便于临床医务人员合理选用,使更多患者获益^[8]。然而,2025版《指南》仍存在一定局限性,例如缺乏针对老年患者、合并心脑血管疾病或多器官功能损伤等特殊人群的输血管理相关研究数据支撑。

针对上述循证医学证据的不足,2025 版《指南》专家组对未来研究方向提出了展望,明确了以下关键方向:(1)热损伤后红细胞生成调控信号通路的动态变化与失调机制;(2)早期创面清创围手术期应用氨甲环酸对失血量、输血次数及血栓并发症风险的影响;(3)限制性输血策略在老年烧伤患者及合并严重非热力创伤或心血管疾病患者中的应用效果。

值得注意的是,我国虽已在多个领域发布了血液制品使用专家共识,但烧伤治疗领域尚缺乏该方面的专属指南,且无中国专家参与 2025 版《指南》的制订。鉴于中国医疗资源配置、文化背景及社会经济条件与国外存在差异^[8],该指南中 rhEPO 使用及输血策略等推荐意见是否契合我国国情,尚需本土验证。在此背景下,我国学者可借鉴该指南,聚焦国内研究空白,如围手术期 rhEPO 应用现状、不同烧伤深度与面积分层下的输血阈值差异及个体化策略等,开展系统性探索,以期制订符合我国国情的烧伤输血指南奠定基础,进一步优化临床方案、减少输血相关并发症并保障患者安全。

利益冲突 所有作者声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] 段德庆.多中心大面积烧伤患者的输血情况回顾及其相关因素分析[D].南昌:南昌大学,2023.DOI: 10.27232/d.cnki.gnchu.2023.000576.
- [2] Su K, Xue FS, Xue ZJ, et al. Clinical characteristics and risk factors of early acute kidney injury in severely burned patients[J]. Burns, 2021, 47(2): 498-499. DOI: 10.1016/j.burns.2020.08.018.
- [3] 张寅,马珍珠,吴蓓雯,等.特重度烧伤患者血流感染风险早期预测模型的建立及其预测价值分析[J].中华烧伤杂志,2021,37(6):530-537. DOI: 10.3760/cma.j.cn501120-20210114-00021.
- [4] Wallace D, Lavrentieva A, Romanowski KS, et al. American Burn Association Clinical Practice Guideline on blood product transfusion in burn care[J]. J Burn Care Res, 2025, 46(6):1155-1170. DOI: 10.1093/jbcr/iraf021.
- [5] Tichil I, Rosenblum S, Paul E, et al. Treatment of anaemia in patients with acute burn injury: a study of blood transfusion practices[J]. J Clin Med, 2021, 10(3): 476. DOI: 10.3390/jcm10030476.
- [6] 王默然,王峻,葛艳玲.烧伤患者住院期间用血情况影响因素的回顾性分析[J].中国输血杂志,2021,34(2):143-146. DOI: 10.13303/j.cjbt.issn.1004-549x.2021.02.012.
- [7] 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.
- [8] 孙林利,刘丽红,向路艳,等.2023 版美国烧伤协会《烧伤休克复苏临床实践指南》解读[J].中华烧伤与创面修复杂志,2024, 40(10):996-1000. DOI: 10.3760/cma.j.cn501225-20240218-00061.
- [9] Regli IB, Strapazzon G, Falla M, et al. Long-term sequelae of frostbite-a scoping review[J]. Int J Environ Res Public Health, 2021,18(18): 9655. DOI: 10.3390/ijerph18189655.
- [10] 段德庆,陈永,邓鸿放,等.大面积烧伤患者输血情况的多中心回顾及影响因素分析[J].中华烧伤与创面修复杂志,2023, 39(11): 1047-1056. DOI: 10.3760/cma.j.cn501225-20230417-00128.
- [11] 周吉华,陆国平.儿童成分输血与输全血的选择[J].中国实用儿科杂志,2020,35(12):953-958. DOI: 10.19538/j.ek2020120608.
- [12] 黄小娟,辛艳泓.810 例烧伤患者的成分输血分析[J].西北国防医学杂志,2018,39(2):111-114. DOI: 10.16021/j.cnki.1007-8622.2018.02.011.
- [13] Kilyewala C, Alenyo R, Ssentongo R. Determinants and time to blood transfusion among thermal burn patients admitted to Mulago Hospital[J]. BMC Res Notes, 2017,10(1):258. DOI: 10.1186/s13104-017-2580-2.
- [14] Hébert PC, Wells G, Blajchman MA, et al. A multicenter, randomized, controlled clinical trial of transfusion requirements in critical care. Transfusion Requirements in Critical Care Investigators, Canadian Critical Care Trials Group[J]. N Engl J Med, 1999, 340(6): 409-417. DOI: 10.1056/NEJM199902113400601.
- [15] Palmieri TL, Holmes JH, Arnoldo B, et al. Transfusion requirement in burn care evaluation (TRIBE): a multicenter randomized prospective trial of blood transfusion in major burn injury[J]. Ann Surg, 2017, 266(4): 595-602. DOI: 10.1097/SLA.0000000000002408.
- [16] Coz Yataco AO, Soghier I, Hébert PC, et al. Red blood cell transfusion in critically ill adults: an American College of Chest Physicians clinical practice guideline[J]. Chest, 2025, 167(2):477-489. DOI: 10.1016/j.chest.2024.09.016.
- [17] Taccone FS, Rynkowski CB, Möller K, et al. Restrictive vs liberal transfusion strategy in patients with acute brain injury: the TRAIN randomized clinical trial[J]. JAMA, 2024, 332(19):1623-1633. DOI: 10.1001/jama.2024.20424.
- [18] LiverTox: clinical and research information on drug-induced liver injury [DB/OL]. Bethesda (MD): National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases, 2012(2017-12-05)[2025-12-10].<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31643176/>.
- [19] Still JM, Belcher K, Law EJ, et al. A double-blinded prospective evaluation of recombinant human erythropoietin in acutely burned patients[J]. J Trauma, 1995, 38(2): 233-236. DOI: 10.1097/00005373-199502000-00015.
- [20] Mattich J, Krupp S, Chiolerio R, et al. Erythropoietin therapy in burns: a pilot study[J]. Eur J Plast Surg, 1993,16:298-302.
- [21] 周烁,罗振中,徐国海,等.重组人促红细胞生成素用于围术期纠正贫血的研究进展[J].临床麻醉学杂志,2016,32(7): 709-712.
- [22] 马庆宏,张润,严旭东,等.促红细胞生成素联合氨甲环酸改善股骨粗隆间骨折围手术期贫血及失血的疗效与安全性分析[J].南京医科大学学报(自然科学版),2024,44(6):826-831. DOI: 7655/NYDXBNSN240063.
- [23] 阮如昕,郑欣,白超文,等.重组人促红细胞生成素用于全髋关节置换术的评价[J].中国矫形外科杂志,2020, 28(17): 1537-1542. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2020.17.01.
- [24] 陈永杰.重组人促红素(rhEPO)治疗腰椎融合术患者围术期贫血的有效性和安全性[D].武汉:华中科技大学,2022. DOI: 10.27157/d.cnki.ghzku.2022.006004.
- [25] 王文丽,姚依婷,杨春.氨甲环酸围术期应用进展[J].中国临床药理学与治疗学,2024,29(2):198-206.
- [26] 孙晶,孟昌,赵月,等.氨甲环酸在烧伤患者围术期应用安全性和有效性的 Meta 分析[J].中国临床药理学杂志,2025, 41(18): 2667-2673. DOI: 10.13699/j.cnki.1001-6821.2025.18.017.
- [27] Bhatia N, Sen I, Kumari K, et al. Impact of single dose

- intravenous tranexamic acid on peri-operative blood transfusion requirements in burn patients: a prospective, randomized trial[J]. *Egypt J Anaesth*, 2017, 33(3): 251-255. DOI:10.1016/j.egja.2017.05.004.
- [28] Kumar SA, Kumar P, Subair M, et al. Effect of single dose intravenous tranexamic acid on blood loss in tangential excision of burn wounds-a double blind randomised controlled trial[J]. *Burns*, 2022, 48(6): 1311-1318. DOI: 10.1016/j.burns.2021.08.021.
- [29] 秦冠伦, 丁玉美. 血栓弹力图和旋转血栓弹力图在创伤患者围术期的应用进展[J]. *中国医疗设备*, 2024, 39(3): 174-180. DOI: 10.3969/j.issn.1674-1633.2024.03.029.
- [30] 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.
- [31] 樊凤艳, 马越云. 用 PT/APTT 指导血浆输注的几种特殊情况[J]. *临床输血与检验*, 2024, 26(1): 23-28. DOI: 10.3969/j.issn.1671-2587.2024.01.004.
- [32] Schaden E, Kimberger O, Kraincuk P, et al. Perioperative treatment algorithm for bleeding burn patients reduces allogeneic blood product requirements[J]. *Br J Anaesth*, 2012, 109(3): 376-381. DOI: 10.1093/bja/aes186.
- [33] Rossaint R, Afshari A, Bouillon B, et al. The European guideline on management of major bleeding and coagulopathy following trauma: sixth edition[J]. *Crit Care*, 2023, 27(1): 80. DOI: 10.1186/s13054-023-04327-7.
- [34] Cochrane C, Chinna S, Um JY, et al. Site-of-care viscoelastic assay in major trauma improves outcomes and is cost neutral compared with standard coagulation tests[J]. *Diagnostics (Basel)*, 2020, 10(7): 486. DOI: 10.3390/diagnostics10070486.
- [35] Lammers DT, Marenco CW, Morte KR, et al. Viscoelastic testing in combat resuscitation: is it time for a new standard? [J]. *J Trauma Acute Care Surg*, 2020, 89(1): 145-152. DOI: 10.1097/TA.0000000000002634.
- [36] Crochemore T, Görlinger K, Lance MD. Early goal-directed hemostatic therapy for severe acute bleeding management in the intensive care unit: a narrative review[J]. *Anesth Analg*, 2024, 138(3): 499-513. DOI: 10.1213/ANE.0000000000006756.
- [37] Santos AS, Oliveira A, Barbosa M, et al. Viscoelastic haemostatic assays in the perioperative period of surgical procedures: systematic review and meta-analysis[J]. *J Clin Anesth*, 2020, 64: 109809. DOI: 10.1016/j.jclinane.2020.109809.
- [38] 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.
- [39] Sahli SD, Pedrazzi N, Braun J, et al. Effect of a factor-based coagulation management on blood product use after major burn injury: a retrospective cohort study[J]. *Burns*, 2021, 47(7): 1486-1494. DOI: 10.1016/j.burns.2021.08.015.
- [40] Brill JB, Brenner M, Duchesne J, et al. The role of TEG and ROTEM in damage control resuscitation[J]. *Shock*, 2021, 56(1S): 52-61. DOI: 10.1097/SHK.0000000000001686.
- [41] 冷春娟, 张春, 李嘉璐, 等. 原发性肝癌患者血栓弹力图的临床特征及其对凝血功能的评估价值[J]. *临床肝胆病杂志*, 2026, 42(1): 111-116. DOI: 10.12449/JCH260113.
- [42] Buell TJ, Taylor DG, Chen CJ, et al. Rotational thromboelastometry-guided transfusion during lumbar pedicle subtraction osteotomy for adult spinal deformity: preliminary findings from a matched cohort study[J]. *Neurosurg Focus*, 2019, 46(4): E17. DOI: 10.3171/2019.1.FOCUS18572.
- [43] 苏莉, 李晓庆, 仲青, 等. 血栓弹力图检测在产妇产后大出血输血治疗中的应用及对凝血功能的影响[J]. *中国妇产科临床杂志*, 2025, 26(5): 449-451. DOI: 10.13390/j.issn.1672-1861.2025.05.018.
- [44] Housinger TA, Lang D, Warden GD. A prospective study of blood loss with excisional therapy in pediatric burn patients [J]. *J Trauma*, 1993, 34(2): 262-263. DOI: 10.1097/00005373-199302000-00015.
- [45] Sperry JL, Ochoa JB, Gunn SR, et al. An FFP:PRBC transfusion ratio $\geq 1:1.5$ is associated with a lower risk of mortality after massive transfusion[J]. *J Trauma*, 2008, 65(5): 986-993. DOI: 10.1097/TA.0b013e3181878028.
- [46] Galganski LA, Greenhalgh DG, Sen S, et al. Randomized comparison of packed red blood cell-to-fresh frozen plasma transfusion ratio of 4: 1 vs 1: 1 during acute massive burn excision[J]. *J Burn Care Res*, 2017, 38(3): 194-201. DOI: 10.1097/BCR.0000000000000468.
- [47] Holcomb JB, Wade CE, Michalek JE, et al. Increased plasma and platelet to red blood cell ratios improves outcome in 466 massively transfused civilian trauma patients[J]. *Ann Surg*, 2008, 248(3): 447-458. DOI: 10.1097/SLA.0b013e318185a9ad.
- [48] Consunji R, Elseed A, El-Menyar A, et al. The effect of massive transfusion protocol implementation on the survival of trauma patients: a systematic review and meta-analysis[J]. *Blood Transfus*, 2020, 18(6): 434-445. DOI: 10.2450/2020.0065-20.
- [49] 王雪欣. 严重烧伤患者围手术期成分输血情况和影响因素分析[D]. 天津: 天津医科大学, 2018.
- [50] 秦婷婷, 刘广锋, 孙小红, 等. 不同成分输血比例对创伤大出血患者血栓弹力图检测结果的影响及预后分析[J]. *临床血液学杂志*, 2024, 37(12): 864-868. DOI: 10.13201/j.issn.1004-2806.2024.12.005.
- [51] 林先娘, 赖寒光, 杨晓明. 成分输血比例对创伤患者输血安全性及其凝血功能的影响[J]. *中国卫生标准管理*, 2025, 16(16): 163-166. DOI: 10.3969/j.issn.1674-9316.2025.16.037.
- [52] 商哲, 王焕成, 张茜, 等. 不同比例成分输血在创伤大出血患者中的应用效果比较[J]. *临床医学*, 2024, 44(11): 66-68. DOI: 10.19528/j.issn.1003-3548.2024.11.020.