



Research Article

A Case Report on the Treatment of Extensive Burn Complicated with Stanford Type B Aortic Dissection and Pulmonary Embolism

Mairepati Dilixiati , Cao Yu, Zheng Gang*

Burn Plastic Wound Repair Surgery, The Eighth Affiliated Hospital of Xinjiang Medical University (Xinjiang Uygur Autonomous Region Burn Hospital), Urumqi, People's Republic of China

Abstract

Objective: To explore the diagnostic and therapeutic strategies for a rare critical case of extensive burns complicated by Stanford Type B aortic dissection and pulmonary artery embolism, analyzing the principles for resolving treatment conflicts and clinical outcomes. **Methods:** A retrospective analysis was conducted on the clinical data of a 55-year-old male patient admitted in September 2024 with extensive burns and vascular complications. The patient presented with 71% total body surface area (TBSA) burns, comprising 55% third-degree and 16% second-degree burns, mainly complicated by Stanford Type B aortic dissection (chronic), distal right pulmonary artery trunk and branch embolism, and near-complete thrombosis of the left upper limb. Clinical characteristics, laboratory test dynamics, surgical approach, and anticoagulation strategy were analyzed. **Results:** Enhanced CT angiography confirmed the diagnosis upon admission. Addressing the treatment conflict between aortic dissection and pulmonary embolism, a strategy of “staged surgery + close monitoring + cautious low-molecular-weight heparin anticoagulation” was adopted. Specific measures: (1) Wound management: Underwent 6 surgical procedures including debridement and eschar removal, heterograft skin grafting, Meek grafting, and autograft skin grafting to progressively close the wound. (2) Aortic dissection management: Control blood pressure (target systolic 100–130 mmHg; 1 mmHg = 0.133 kPa) and heart rate (target 60–80 bpm) to prevent dissection expansion. (3) Pulmonary embolism and thrombus management: Sodium low molecular weight heparin 4250 IU subcutaneously every 12 hours, with dynamic monitoring of D-dimer and coagulation function. During treatment, D-dimer decreased from 8.45 µg/L at admission to 2.93 µg/L, and C-reactive protein decreased from 246.96 mg/L to 133.62 mg/L. At 2.5 months postoperatively, wounds on the right upper limb and both lower limbs were largely closed, with good survival of chest and back skin grafts. The patient's condition was stable. **Conclusion:** Large-area burns complicated by Stanford Type B aortic dissection and pulmonary embolism present a critically ill condition with prominent treatment dilemmas. Under the premise of confirming the dissection as chronic with a relatively stable false lumen, cautious anticoagulation with low molecular weight heparin combined with dynamic monitoring and staged surgical strategies can control thrombus risk while avoiding aortic dissection rupture. This case provides preliminary experience for managing such complex cases, though further clinical research is needed for validation.

Keywords

Burn, Aortic Dissection, Pulmonary Embolism, Thrombosis, Anticoagulation Therapy, Wound Repair

*Correspondence: Zheng Gang (34944187@qq.com)

Received: 10 June 2026; **Accepted:** 14 July 2026; **Published:** 13 August 2026



Copyright: © The Author(s), 2026. Published by Science Publishing Group. This is an **Open Access** article, distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), which permits unrestricted use, distribution and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

大面积烧伤合并 Stanford B 型主动脉夹层及肺动脉栓塞 1 例诊疗分析

买热帕提·地力夏提, 曹雨, 郑刚*

新疆医科大学第八附属医院 (自治区烧伤医院) 烧伤整形创面修复外科, 乌鲁木齐, 中国

摘要

目的 探讨大面积烧伤合并 Stanford B 型主动脉夹层及肺动脉栓塞这一罕见危重病例的诊疗策略, 分析治疗矛盾的处理原则及临床疗效。**方法** 采用回顾性分析方法, 对 2024 年 9 月收治的 1 例 55 岁男性大面积烧伤合并血管并发症患者的临床资料进行总结。患者烧伤总面积 71% 总体表面积 (TBSA), 其中 III 度 55%、II 度 16%, 主要合并 Stanford B 型主动脉夹层 (陈旧性)、右肺动脉主干远端及分支栓塞。分析其临床特征、实验室检查动态变化、手术方案及抗凝治疗策略。**结果** 患者入院后经增强 CT 血管造影明确诊断。针对主动脉夹层与肺栓塞的治疗矛盾, 采取“分期手术+严密监测+低分子肝素谨慎抗凝”策略。具体措施: (1) 创面处理: 历经 6 次手术, 包括清创削痂、异种皮移植、Meek 植皮、自体皮移植等, 逐步封闭创面; (2) 主动脉夹层管理: 控制血压 (目标收缩压 100~130 mmHg, 1 mmHg=0.133 kPa)、心率 (目标 60~80 次/min), 避免夹层扩展; (3) 肺栓塞与血栓管理: 低分子量肝素钠 4250 IU 每 12 小时皮下注射, 动态监测 D-二聚体及凝血功能。治疗期间 D-二聚体由入院时 8.45 $\mu\text{g/L}$ 降至 2.93 $\mu\text{g/L}$, C 反应蛋白由 246.96 mg/L 降至 133.62 mg/L。术后 2.5 个月, 右上肢、双下肢创面基本封闭, 胸背部皮片存活良好, 病情稳定。**结论** 大面积烧伤合并 Stanford B 型主动脉夹层及肺动脉栓塞病情凶险, 治疗矛盾突出。在明确夹层为陈旧性、假腔相对稳定的前提下, 采用低分子肝素谨慎抗凝, 结合动态监测和分期手术策略, 可在控制血栓风险的同时避免主动脉夹层破裂。本病例为此类疑难病例的治疗提供了初步经验, 但需更多临床研究验证。

关键词

烧伤, 主动脉夹层, 肺栓塞, 血栓形成, 抗凝治疗, 创面修复

1. 前言

大面积烧伤患者因广泛组织损伤、炎症反应、长期卧床、多次手术等因素, 静脉血栓栓塞症 (venous thromboembolism, VTE) 风险显著升高[1]。Wahl 等人的前瞻性研究显示, 成人烧伤患者的 VTE 发生率高达 23.3% [2]。然而, 烧伤合并主动脉夹层及肺动脉栓塞在临床极为罕见, 且治疗上存在突出矛盾: 肺栓塞需抗凝治疗以防止血栓进展, 而主动脉夹层在急性期抗凝可能导致假腔血栓溶解或夹层复发, 从而增加出血风险[3-6]。

Stanford B 型主动脉夹层指夹层累及左锁骨下动脉以远的降主动脉, 急性期治疗原则为药物控制血压和心率, 防止夹层扩展, 禁忌抗凝[5, 6]。但当合并肺栓塞时, 若不抗凝则面临血栓进展、右心衰竭甚至猝死风险。这一治疗矛盾在烧伤患者中更为复杂, 因烧伤本身所致的高凝状态、多次手术创伤及长期卧床进一步增加了血栓风险。

本研究回顾性分析 1 例大面积烧伤合并 Stanford B 型主动脉夹层 (陈旧性) 及肺动脉栓塞患者的诊疗经过, 探讨在严密监测下谨慎抗凝的可行性及治疗策略, 为此类疑难病例的临床处理提供参考。

2. 资料与方法

2.1. 一般资料

患者男, 55 岁, 工人, 于 2024 年 9 月 9 日以“全身多处大面积烧伤后 9 天”为主诉转入我院。患者 2024 年 8 月 31 日工作时因熔炉泄露被硅金属溶液烧伤, 伤后于外院重症监护病房 (intensive care unit, ICU) 抢救治疗, 期间行四肢烧伤焦痂切开减张术, 并予抗休克、抗感染、输血、补液、

对症等治疗，全身情况基本稳定后转入我科进一步治疗。患者既往有高血压病史20余年，口服硝苯地平缓释片及琥珀酸美托洛尔缓释片控制血压，控制良好。

2.2. 入院检查

2.2.1. 体格检查

系统查体：体温36.9℃，脉搏76次/分，呼吸22次/分，血压130/70 mmHg。神志清楚，精神欠佳，痛苦面容，被动体位，心、肺、腹查体无明显异常，生理反射存在，病理反射阴性。

专科检查：全身烧伤创面共71%总体表面积，创面有黄白色焦痂附着，部分已溶痂；创底可见树枝样栓塞血管网，有黄绿色分泌物流出；右上肢、双下肢可见切开减张切口；全身皮肤水肿，面部及阴囊水肿明显。

2.2.2. 实验室检查

血红蛋白108.00 g/L↓，白细胞计数 $7.49 \times 10^9/L$ ，中性粒细胞百分比81.80%↑↑，C反应蛋白246.96 mg/L↑↑，降钙素原1.281 ng/mL↑↑，D-二聚体8.45 μg/L↑↑↑，白蛋白30.60 g/L↓，血糖13.01 mmol/L↑，血钠153.30 mmol/L↑。血气：二氧化碳分压24.20 mmHg↓，氧分压81.00 mmHg，酸碱度7.55↑（呼吸性碱中毒）。

2.2.3. 影像学检查

胸部、腹部、盆腔增强CT（动脉期）检查显示：

- (1) 主动脉夹层（III型，陈旧性）伴血栓形成；
- (2) 右肺动脉主干远端、右上及右下肺动脉栓塞；
- (3) 左上肢急性血栓形成（近完全）；
- (4) 肠系膜上静脉栓塞可疑；
- (5) 颅内多发腔梗、脑白质变性、脑萎缩；
- (6) 两肺散在炎症、双侧胸腔少量积液。

2.3. 诊断及诊断依据

主要诊断：全身多处烧伤（头、面、躯干、四肢、臀部、会阴，71%TBSA，III°55%，II°16%），主动脉夹层，肺动脉栓塞，烧伤创面脓毒症，左上肢急性血栓形成（近完全）；

次要诊断：低蛋白血症，原发性高血压病3级（很高危组），中度贫血，腔隙性脑梗死，脑萎缩，坠积性肺炎，肺部感染，心律失常，心房颤动。

诊断依据：烧伤诊断及分度依据《烧伤外科临床诊疗指南》[7]；主动脉夹层分型采用Stanford分型[8]；肺栓塞诊断依据《中国肺血栓栓塞症诊治、预防和管理指南（2025版）》[9]；烧伤创面脓毒症诊断符合《美国烧伤协会共识会议定义脓毒症和烧伤感染》[10]。

2.4. 治疗策略

2.4.1. 创面处理

依据《II度烧伤创面治疗专家共识（2024版）II》[11]及《2018年国际烧伤学会烧伤救治实践指南》[12]，结合患者大面积深度烧伤的特点及合并血管并发症的特殊情况，采用分期手术方案：

- (1) 早期清创：遵循三度烧伤早期切/削痂的原则，于入院后第3天行首次手术。早期清创旨在去除坏死组织这一炎症介质与细菌繁殖的温床，减少全身性感染风险，并为后续创面覆盖创造良好床基。
- (2) 创面覆盖：清创后根据创床条件选择覆盖物。初期以异种皮（猪皮）进行临时覆盖，以减少体液流失、隔绝外界病原菌、减轻疼痛。待肉芽组织生长良好后，二期手术中采用脱细胞异体真皮基质联合自体薄皮片移植，以期改善愈后皮肤质地与功能。
- (3) 植皮技术：针对患者烧伤面积大、自体皮源紧缺的状况，在后续手术中采用Meek微型皮片移植技术。

该技术可将自体皮片切割为微小皮岛，可有效节约皮源、缩短创面封闭时间。

2.4.2. 主动脉夹层管理

患者既往无主动脉夹层相关典型症状，未出现胸背部、腹部突发持续性撕裂样疼痛，亦无心悸、头晕、恶心等不适，既往无胸、腹、盆腔CT及D-二聚体等相关检查。结合患者烧伤治疗期间的临床需求，依据Stanford B型主动脉夹层诊断和治疗中国专家共识（2022版）[8]，对其采取保守药物治疗，以预防夹层进一步扩展及破裂。治疗期间予静脉泵入降压药物，控制收缩压100~130 mmHg、平均动脉压60~70 mmHg；首选β受体阻滞剂控制心率，维持心率60~80次/分；同时予以镇静镇痛治疗，减轻交感神经兴奋，降低夹层进展风险。治疗全程持续评估患者一般状况，予心电监护，并嘱患者严格卧床休息。

2.4.3. 抗凝策略

经多学科会诊（multi-disciplinary team, MDT）讨论，患者的血栓相关致死风险显著高于夹层进展风险，具有明确抗凝治疗指征，在严格控制血压、心率以稳定主动脉夹层的基础上，予以谨慎抗凝治疗；具体采用低分子量肝素钠4250 IU 每12小时皮下注射[1]，治疗期间动态监测D-二聚体、凝血酶原时间（prothrombin time, PT）及活化部分凝血活酶时间（activated partial thromboplastin time, APTT），目标为D-二聚体呈进行性下降，PT及APTT维持在正常参考值上限的1.5~2.0倍[8, 13]，同时密切观察有无出血并发症，兼顾夹层稳定与血栓防控。

2.4.4. 抗感染治疗

根据《2023国际烧伤学会拯救烧伤脓毒症运动指南》[14]，采用以降钙素原（procalcitonin, PCT）指导为主的抗感染策略。具体实施中，每日或隔日动态监测血清PCT水平，结合C反应蛋白、白细胞计数及中性粒细胞百分比等炎症相关指标，综合评估感染状态。当PCT水平持续下降至<0.5 ng/mL或较峰值下降≥80%，且患者临床表现改善（如体温趋稳、血流动力学稳定）时，及时考虑降阶梯或停用抗生素；若PCT持续高水平或再次升高，则警惕感染失控或新发感染灶，需调整抗感染方案。同时，定期留取创面分泌物、血液标本进行细菌培养及药敏试验，根据病原学结果调整抗生素使用，以最大限度降低耐药风险。

2.4.5. 营养支持

营养支持方面，遵循《成年严重烧伤患者肠内营养护理专家共识（2024版）》[15]，于入院后24~48 h内启动早期肠内营养。能量供给目标按25~30 kcal/(kg·d)计算，蛋白质目标量为1.5~2.0 g/(kg·d)，并根据患者代谢状态、创面丢失及耐受情况动态调整。营养途径为经口饮食。动态监测白蛋白等营养指标，确保能量与蛋白质达标，以支持创面修复、免疫功能和全身状态稳定。

2.5. 统计学处理

本研究采用回顾性病例分析的设计，对1例大面积烧伤合并Stanford B型主动脉夹层及肺动脉栓塞患者的临床

资料进行系统总结。所有数据均来源于我院我科住院病历。计量资料符合正态分布者以均值±标准差（ $\bar{x}\pm s$ ）表示，不符合正态分布者以中位数（四分位数间距）表示；计数资料以频数和百分率表示。实验室指标的动态变化采用时间序列趋势图或表格形式进行描述性分析，重点观察D-二聚体、C反应蛋白、降钙素原及凝血功能指标在治疗各阶段的变化规律。所有数据采用Excel软件、Word软件进行整理与制作。

3. 结果

3.1. 手术治疗

患者入院后在明确诊断并经过多学科团队（MDT）综合评估后，于2024年9月12日（入院第3天）在全身麻醉下行第一次手术，施行右上肢、双下肢清创削痂术联合异种皮移植术。此后，分别于2024年9月20日、9月30日、10月12日、10月28日及11月28日依次行第二至第六次分期手术。手术方式包括：自体皮片移植术、脱细胞异体真皮基质联合自体薄皮片移植术，以及头部、躯干等供皮区的皮片切取术。值得指出的是，第六次手术麻醉方式由全身麻醉改为局部麻醉，提示患者全身状况趋于稳定、创面修复进入后期阶段。

详细手术时间、方式及麻醉方式见表1。

表 1 手术时间、方式及麻醉方式。

手术次序	日期	手术名称	麻醉方式
第一次	2024-09-12	右上肢、双下肢清创削痂术+异种皮移植术	全麻
第二次	2024-09-20	右上肢、双下肢植皮术+脱细胞异体真皮移植术+头部、躯干皮片取皮术	全麻
第三次	2024-09-30	右上肢、双下肢植皮术+头部皮片取皮术	全麻
第四次	2024-10-12	右上肢、双下肢植皮术+头部、躯干皮片取皮术	全麻
第五次	2024-10-28	右上肢、双下肢植皮术+头部、左下肢皮片取皮术	全麻
第六次	2024-11-28	右上肢、双下肢植皮术+头部皮片取皮术	全麻

3.2. 抗感染治疗

该患者抗感染方案的动态调整是基于烧伤感染病原菌谱特点、病情演变及病原学结果的综合考量。入院时（2024年9月9日）经验性选用哌拉西林钠他唑巴坦钠，主要覆盖烧伤创面常见的革兰阴性杆菌（如铜绿假单胞

菌、大肠埃希菌）及部分革兰阳性球菌。第一次术后（9月12日）升级为美罗培南联合万古霉素，原因在于：患者处于大面积烧伤后全身炎症反应高峰期，存在创面脓毒症风险，需强化抗感染覆盖，美罗培南可有效覆盖包括产超广谱β-内酰胺酶（ESBLs）肠杆菌科细菌在内的耐药革兰阴性杆菌，万古霉素则针对性覆盖创面感染常见的耐甲氧西林金黄色葡萄球菌（MRSA）。第二次术后（9

月20日)抗感染方案曾短期调整,后在5天后重新启用美罗培南并联合氟康唑,主要考虑患者长时间广谱抗生素使用后存在真菌定植或感染风险,氟康唑的加入旨在预防或治疗念珠菌属感染。第三、四次术后(9月30日、10月12日)继续维持左氧氟沙星联合美罗培南,左氧氟沙星对烧伤创面常见革兰阴性杆菌及部分非发酵菌具有良好的抗菌活性,与美罗培南联用可协同增强抗感染效果。第五次术后(10月28日)停用美罗培南,仅保留左氧氟沙星,此时患者全身炎症指标趋于下降,降阶梯治疗旨在减少广谱抗生素暴露。第六次术后(11月28日)换用头孢哌酮钠舒巴坦钠,这一调整与住院期间分泌物培养出鲍曼不动杆菌密切相关,头孢哌酮钠舒巴坦钠对鲍

曼不动杆菌(包括部分多重耐药菌株)具有良好的抗菌活性,是针对该病原体的目标性治疗选择。

3.3. 抗凝治疗

基于增强CT证实夹层假腔已部分血栓形成、内膜相对稳定的情况下,自第一次术后开始采用低分子肝素钠4250 IU(每12小时1次)抗凝,并在治疗全程动态监测凝血功能:APTT维持在正常值1.2~1.8倍、PT基本稳定于12~16 s, D-二聚体也逐步降至2.93 μg/L,提示抗凝强度可控且未出现过度抗凝。同时,治疗过程中未发生出血等并发症或夹层进展。

详细抗凝方案见表2。

表 2 抗感染治疗及抗凝治疗方案。

治疗阶段	时间	抗感染方案	抗凝方案
入院时	2024-09-09	哌拉西林钠他唑巴坦钠 4.5 g q8h ivgtt	—
第一次术后	2024-09-12	美罗培南 1 g q8h ivgtt+万古霉素 1 g q12h ivgtt	低分子肝素钠 4250 IU q12h
第二次术后	2024-09-20	哌拉西林钠他唑巴坦钠 4.5 g q8h→5 天后改美罗培南 1 g q8h+氟康唑 50 mg qd po	低分子肝素钠 4250 IU q12h
第三次术后	2024-09-30	左氧氟沙星 0.5 g qd ivgtt+美罗培南 1 g q8h ivgtt	低分子肝素钠 4250 IU q12h
第四次术后	2024-10-12	左氧氟沙星 0.5 g qd ivgtt+美罗培南 1 g q8h ivgtt	低分子肝素钠 4250 IU q12h
第五次术后	2024-10-28	左氧氟沙星 0.5 g qd ivgtt	低分子肝素钠 4250 IU q12h
第六次术后	2024-11-28	头孢哌酮钠舒巴坦钠 3 g q12h ivgtt	低分子肝素钠 4250 IU q12h

3.4. 实验室指标动态变化

3.4.1. 凝血功能与血栓指标

患者D-二聚体水平在整个治疗过程中呈现持续下降趋势。入院时D-二聚体显著升高至8.45 μg/L(参考值

0~0.55 μg/L),提示存在严重高凝状态及活动性血栓形成。第一次术后降至5.39 μg/L,第二次术后进一步降至4.60 μg/L,至第六次术后为2.93 μg/L,较入院时下降65.3%。动态监测结果显示,在低分子肝素抗凝治疗及分期手术干预下,D-二聚体水平逐步回落并趋于稳定,提示血栓负荷得到有效控制,高凝状态明显改善。

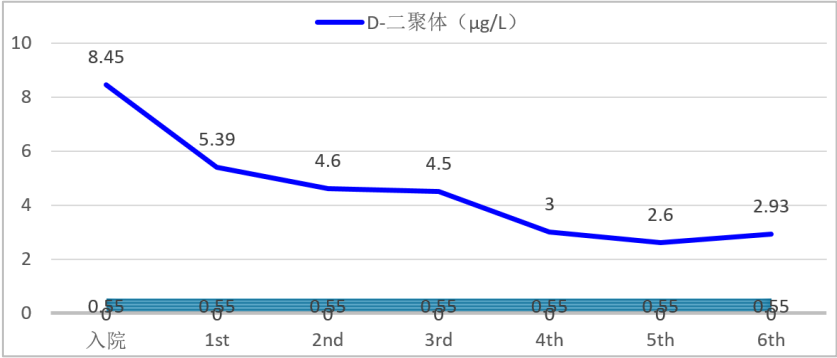


图 1 D-二聚体水平动态变化。

患者凝血酶原时间（PT）在治疗过程中总体保持稳定，波动于正常参考值范围内，提示在低分子肝素抗凝治疗期间，凝血功能未受到过度抑制，未增加出血风险，抗凝强度控制良好。

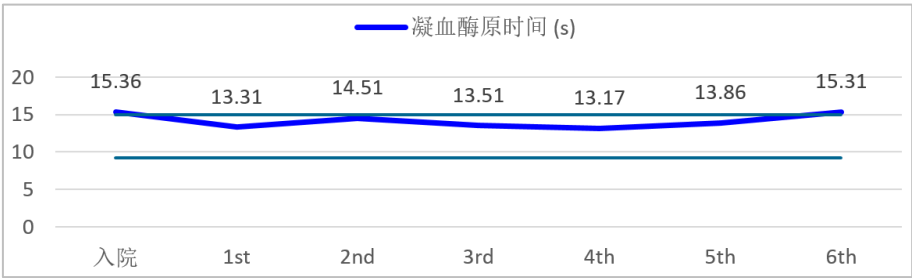


图 2 凝血酶原水平动态变化。

3.4.2. 炎症指标

降钙素原(PCT)入院时为1.281 ng/mL（高风险），提示存在全身性感染或炎症反应。第一次术后降至0.672 ng/mL，显示早期清创及抗感染治疗初见成效。第二次术

后却显著升高至3.90 ng/mL（极高风险），考虑与术后应激、创面感染波动或鲍曼不动杆菌等耐药菌定植有关，这也是同期抗感染方案中重新启用美罗培南并联合氟康唑的重要依据。此后PCT逐步回落并接近正常范围，提示感染得到有效控制。

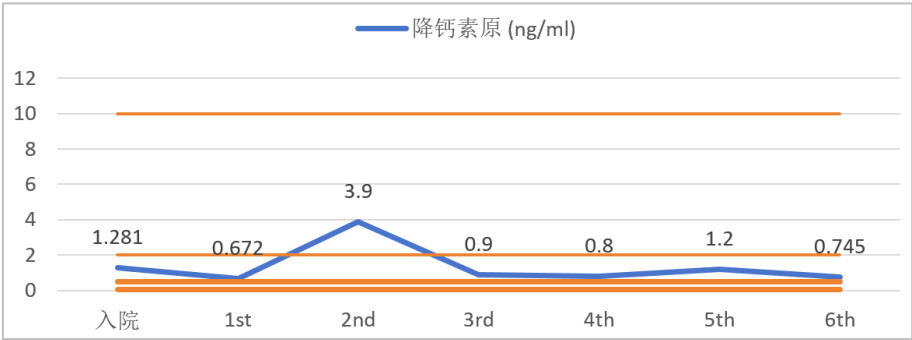


图 3 降钙素原水平动态变化。

C反应蛋白（CRP）水平入院时显著升高至246.96 mg/L，提示存在严重感染及炎症反应。第一次术后降至153.94 mg/L，但第二次术后反弹至226.24 mg/L，考虑与

手术创伤应激及创面感染波动有关。此后CRP整体呈波动下降趋势。

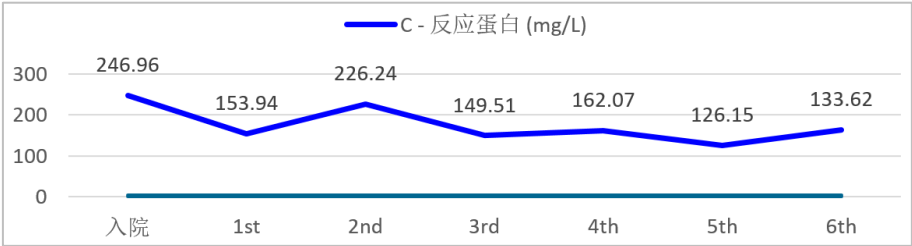


图 4 C 反应蛋白水平动态变化。

白细胞计数则总体维持在相对稳定水平，未出现明显升高或降低。

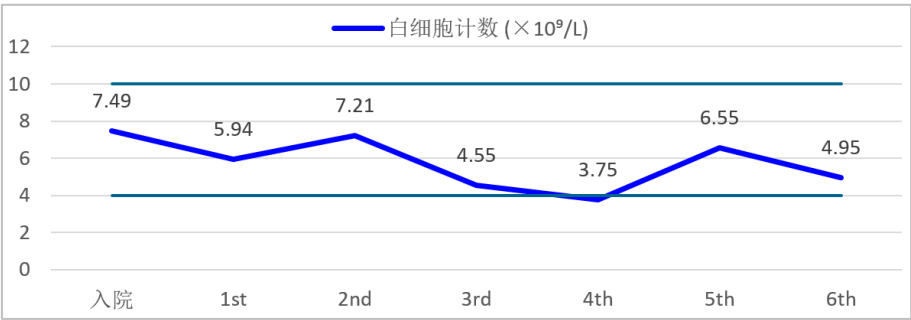


图 5 白细胞计数水平动态变化。

中性粒细胞百分比入院时为81.88%，治疗期间波动于75.60%~86.80%之间，整体维持在较高水平，符合烧伤患者应激及炎症状态的持续存在。

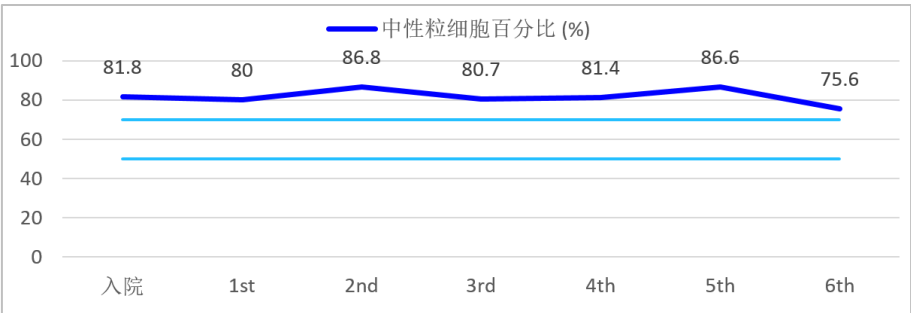


图 6 中性粒细胞百分比水平动态变化。

3.4.3. 营养与贫血指标

患者血红蛋白浓度与白蛋白水平在治疗过程中呈现波动下降趋势，反映了大面积烧伤后持续存在的贫血、营养不良及高代谢消耗状态。

血红蛋白浓度整体趋势显示，尽管术中及术后积极输血支持，血红蛋白仍难以稳定回升，提示烧伤创面修复期存在持续的失血、红细胞破坏及骨髓抑制状态。

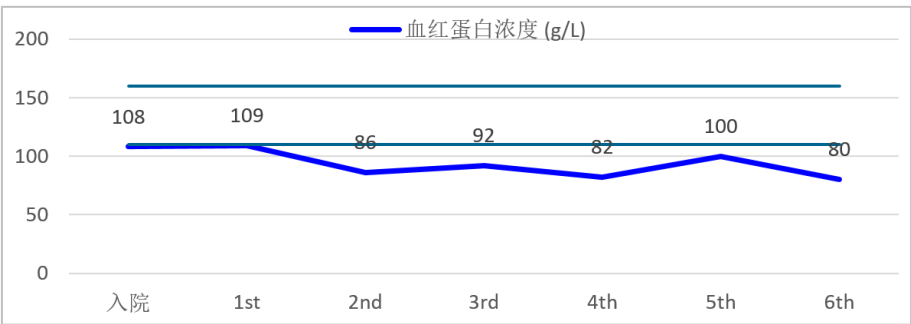


图 7 血红蛋白浓度水平动态变化。

白蛋白水平整体呈阶梯式下降趋势，反映患者长期处于负氮平衡状态，蛋白质合成能力不足，与大面积烧伤创面持续丢失、反复手术应激及感染消耗密切相关。

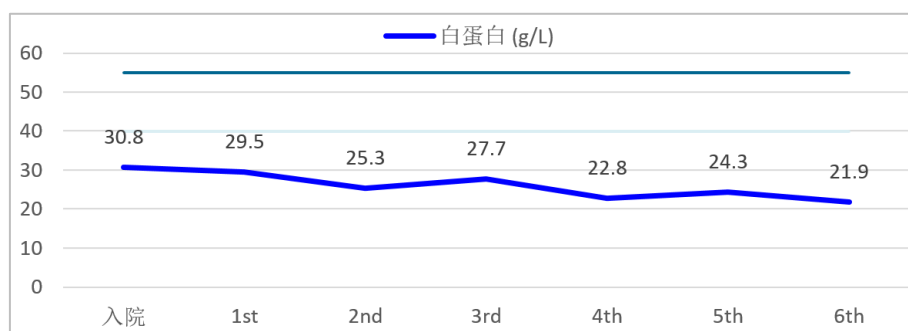


图8 白蛋白水平动态变化。

3.5. 创面愈合变化

患者自入院后共经历6次分期手术，创面愈合过程呈现阶段性进展。

第一次手术术中彻底去除坏死焦痂及感染组织，创基可见新鲜脂肪层，血运良好，随即以异种皮覆盖保护创面。

第二次手术中所见创面肉芽组织生长良好，创床条件适宜，遂采用Meek微型皮片移植技术进行自体皮移植，以最大限度节约皮源、扩大覆盖面积。

此后经多次植皮手术及创面换药处理，至第六次术后，右上肢、双下肢创面已基本封闭，无明显渗出；胸背部移植皮片存活良好，皮片与创床贴附紧密，颜色红润，未见排斥反应或感染迹象。

3.6. 出院前情况

至2024年11月底（第六次术后），患者全身状况趋于稳定。神志清楚，精神一般，饮食欠佳，被动体位。生命体征平稳：体温36.9℃，脉搏76次/min，呼吸22次/min，血压130/70 mmHg。低流量吸氧（2 L/min）状态下氧饱和度95%~99%。

右上肢及双下肢创面经多次手术植皮后已基本封闭，无明显渗液，仍有少部分坏死肌腱、骨质等未完全清除；胸背部移植皮片存活良好，皮片与创床黏附紧密，色泽红润，渗出较前显著减少。

4. 讨论

4.1. 大面积烧伤合并血管并发症的病理生理基础

大面积烧伤患者因全身性炎症反应与血流动力学紊乱，常处于高凝状态，其病理生理机制涉及多个环节：

- (1) 创面大量渗出导致有效循环血容量下降、血液浓缩，血黏度增高；
- (2) 热力损伤直接破坏血管内皮细胞完整性，内皮下组织暴露，激活内源性凝血途径；

(3) 烧伤后炎症级联反应释放大量促炎因子（如IL-1、IL-6、TNF- α ），进一步上调组织因子表达，启动外源性凝血系统；

(4) 疼痛、恐惧及应激状态下儿茶酚胺大量释放，增强血小板聚集性并抑制纤溶活性[1, 16]。

本例患者烧伤总面积达71%TBSA，其中Ⅲ度烧伤占55%TBSA，属于特重度烧伤，上述促凝机制被极度放大，高凝状态较普通烧伤患者更为突出。

除烧伤本身所致高凝倾向外，治疗过程中的多种医源性因素进一步叠加了静脉血栓栓塞症（VTE）风险：患者需长期卧床制动、经历多次分期手术。文献报道，烧伤患者深静脉血栓形成（deep vein thrombosis, DVT）发生率为1.0%~23.0%，肺栓塞发生率为0.5%~5.0% [1, 17]，但多数报道集中于下肢DVT，而本例患者不仅存在肺动脉栓塞，还合并左上肢近完全血栓形成及肠系膜上静脉可疑栓塞，提示其高凝状态已达全身性水平，VTE风险评估应突破常规部位限制。这也从侧面印证，在特重度烧伤合并血管并发症的救治中，早期识别血栓风险、合理平衡抗凝与出血的矛盾至关重要。

4.2. 创面处理策略

本例患者创面处理严格遵循“早期清创、分期植皮、逐步封闭”的总体原则。依据《Ⅱ度烧伤创面治疗专家共识（2024版）Ⅱ》[11]，对于大面积深度烧伤，早期实施切痂/削痂术可及时清除坏死组织，有效减少炎症介质释放、降低创面微生物负荷，为后续创面修复创造良好条件，同时有助于控制全身性感染风险。

患者为71%TBSA特重烧伤，合并主动脉夹层及肺栓塞，因基础病危重、血流动力学不稳定且存在抗凝相关出血风险，采用6次分期手术，以降低单次手术创伤与失血量，动态优化创面修复及供皮区使用，最终逐步封闭全部创面。

在植皮技术方面，Meek微型皮片移植技术在本例中发挥了关键作用。该技术通过专用设备将自体皮片切割为微型皮片（ $<1\text{ mm}^2$ ），扩展比例可达1:9~1:15，尤其适用于皮源极度紧张的大面积深度烧伤患者[18]。

4.3. 主动脉夹层合并肺栓塞的治疗矛盾

主动脉夹层与肺栓塞的治疗策略存在根本性冲突。急性期 Stanford B 型主动脉夹层以控制血压、心率、镇静镇痛降低主动脉壁剪切力为核心，抗凝为绝对禁忌，可诱发假腔再通、血肿扩大甚至主动脉破裂[8]；而肺栓塞基础治疗为抗凝，以防血栓进展与复发[9]。

文献报道显示，二者合并时治疗需高度个体化[3, 4]。Chaulagai等[3]报道1例 Stanford A型夹层术后合并肺栓塞病例，因顾虑出血风险未抗凝，最终死于肺栓塞进展所致右心衰竭；Chen等[4]报道1例Stanford B型夹层合并肺栓塞患者，在TEVAR术稳定夹层后予低分子肝素抗凝，转归良好，提示夹层有效控制后可安全抗凝。

本例患者增强CT的结果提示夹层进展风险低，肺栓塞、左上肢近完全血栓及肠系膜上静脉可疑栓塞，不抗凝则血栓进展及猝死风险极高。经MDT团队权衡，决定在严密监测D-二聚体及凝血功能下，使用低分子肝素钠谨慎抗凝，在控制血栓与避免夹层破裂间达到平衡。

4.4. 抗凝策略的选择依据

4.4.1. 夹层分期的评估

准确判断夹层分期是制定抗凝策略的前提。本案例增强CT显示主动脉夹层符合慢性期夹层特征(发病>14 d)，夹层扩展风险相对较低[8]。若为急性期夹层，则抗凝属绝对禁忌，需优先处理夹层(如TEVAR术)后再评估抗凝必要性。

4.4.2. 抗凝药物的选择

本例采用低分子肝素钠抗凝。选择依据包括：

- (1) 半衰期短(3~6 h)，可根据凝血功能及时调整；
- (2) 抗凝效果可预测，无需常规监测APTT；
- (3) 出血风险低于普通肝素；
- (4) 鱼精蛋白可部分中和，可逆性好[19]。

本例采用4250 IU皮下注射(每12小时1次)，该剂量介于预防性与治疗性抗凝之间，兼顾了抗凝疗效与安全性[9]。

4.4.3. 监测指标的动态评估

抗凝全程实施严密监测。D-二聚体在治疗期间明显下降，提示血栓负荷有效控制、抗凝治疗有效。APTT维持在正常值1.2~1.8倍，PT稳定于12~16 s，既达到抗凝效果又未出现过激抗凝。治疗期间无出血并发症及夹层进展，证实该方案安全可行。

4.5. 感染控制与脓毒症防治

烧伤创面脓毒症是特重度烧伤患者最主要的死亡原因之一，其防治贯穿于整个治疗过程的始终。本例患者入

院时C反应蛋白高达246.96 mg/L，降钙素原为1.281 ng/mL，结合全身炎症反应表现及创面分泌物情况，提示已存在创面脓毒症的临床及实验室证据，需立即采取干预措施。

依据《2023国际烧伤学会拯救烧伤脓毒症运动指南》[14]，本例采取综合防治措施：早期多次清创削痂，清除坏死与感染组织，降低微生物负荷与炎症反应；以降钙素原(PCT)联合细菌培养及药敏结果指导抗感染，动态调整抗生素，避免滥用与耐药；每日评估循环、呼吸、肝肾功能等器官功能，及时干预损伤；同时重视肺栓塞与脓毒症的鉴别，避免因症状重叠导致误判。上述措施为控制感染、预防脓毒症休克及多器官功能衰竭提供了保障。

4.6. 本例治疗成功的关键因素

本例患者救治成功，关键在于多维度协同治疗：

- (1) 准确夹层分期：通过CTA明确夹层状态稳定，为谨慎抗凝提供依据。
- (2) 个体化抗凝：采用介于预防与治疗剂量之间的低分子肝素钠方案，动态监测凝血及D-二聚体，有效控制血栓且无严重出血。
- (3) 多学科协作：烧伤、重症医学、麻醉等MDT团队共同决策，保障各治疗环节安全有效。
- (4) 分期手术：实施6次分期手术，降低单次创伤与出血风险，优化创面修复。
- (5) 全程闭环监测：动态评估生命体征、感染及凝血指标，及时调整方案，确保治疗安全。

4.7. 局限性展望

本研究为单病例回顾性分析，存在一定局限性：作为个案报告无对照组，证据等级有限；回顾性资料非标准化采集，可能存在信息偏倚；且为单中心经验，部分治疗方案的普适性有待验证。

本例作为大面积烧伤合并Stanford B型主动脉夹层及肺栓塞的罕见成功救治案例，仍具有重要临床参考价值。未来可开展多中心、大样本队列研究提供高级别证据；进一步探讨TEVAR术后抗凝、新型口服抗凝药应用的价值，并建立规范化诊疗与MDT协作流程，以提升此类危重症救治水平。

5. 结论

大面积烧伤合并Stanford B型主动脉夹层及肺动脉栓塞临床罕见、病情凶险、治疗矛盾突出。本例患者烧伤总面积71%TBSA(III度55%)，合并陈旧性Stanford B型主动脉夹层和肺栓塞，呈高凝与出血风险并存状态。

治疗中先明确夹层为慢性期、假腔稳定，以此为前提采用低分子肝素个体化谨慎抗凝，动态监测D-二聚体及凝血功能，有效控制血栓且未出现出血或夹层进展。同时采

取分期手术策略,降低单次手术创伤及出血风险。全程以多学科协作统筹抗凝、抗感染、手术及营养支持等措施。

本病例提示,特重度烧伤合并血管并发症救治的关键是精准识别并平衡治疗矛盾:夹层分期判断是决策基础,个体化抗凝+分期手术为核心,多学科协作与动态监测为保障。作为单病例回顾性分析,可为同类罕见危重症提供参考,未来仍需多中心大样本研究进一步优化治疗策略,探索介入时机与新型抗凝药物价值。

参考文献

- [1] Zhu F, Liu XB, Zhou W, Shen T, Ma QM, Wang YS, Tang WB, Li XJ, Yin X, Min DH, Li H, Zhu SH, Huang YS, Guo GH, Fu XB; Burn and Trauma Branch of the Chinese Geriatric Medical Association, and Critical Care Group of Burn Surgery Branch of the Chinese Medical Association. Chinese expert consensus on prevention, diagnosis, and management of venous thromboembolism in adult burn patients (2024). *Mil Med Res*. 2025 Nov 2; 12(1): 74. <https://doi.org/10.1186/s40779-025-00653-9>
- [2] Wahl WL, Brandt MM, Ahrns KS, Zajkowski PJ, Proctor MC, Wakefield TW, Greenfield LJ. Venous thrombosis incidence in burn patients: preliminary results of a prospective study. *J Burn Care Rehabil*. 2002 Mar-Apr; 23(2): 97-102. <https://doi.org/10.1097/00004630-200203000-00005>
- [3] Chaulagai B, Acharya D, Poudel S, Puri P. Simultaneous Aortic Dissection and Pulmonary Embolism: A Therapeutic Dilemma. *Cureus*. 2021 Jan 28; 13(1): e12952. <https://doi.org/10.7759/cureus.12952>
- [4] Chen XG, Shi SY, Ye YY, Wang H, Yao WF, Hu L. Successful treatment of aortic dissection with pulmonary embolism: A case report. *World J Clin Cases*. 2022 Jun 6; 10(16): 5394-5399. <https://doi.org/10.12998/wjcc.v10.i16.5394>
- [5] Nienaber CA, Eagle KA. Aortic dissection: new frontiers in diagnosis and management: Part I: from etiology to diagnostic strategies. *Circulation*. 2003 Aug 5; 108(5): 628-35. <https://doi.org/10.1161/01.CIR.0000087009.16755.E4>
- [6] Morimoto S, Izumi T, Sakurai T, Komukai K, Kawai M, Yagi H, Hongo K, Shibata T, Mochizuki S. Pulmonary embolism and deep vein thrombosis complicating acute aortic dissection during medical treatment. *Intern Med*. 2007; 46(8): 477-80. <https://doi.org/10.2169/internalmedicine.46.6215>
- [7] 中华医学会. 临床诊疗指南·烧伤外科学分册 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 2007.
- [8] 周旻, 符伟国. Stanford B 型主动脉夹层诊断和治疗中国专家共识 (2022 版) [J]. 中国血管外科杂志(电子版), 2022, 14(02): 119-130.
- [9] 中华医学会呼吸病学分会肺栓塞与肺血管病学组, 中国医师协会呼吸医师分会肺栓塞与肺血管病工作委员会, 全国肺栓塞与肺血管病防治协作组. 中国肺血栓栓塞症诊治、预防和管理指南 (2025 版) [J]. 中华医学杂志, 2025, 105(26): 2162-2194.
- [10] Greenhalgh DG, Saffle JR, Holmes JH 4th, Gamelli RL, Palmieri TL, Horton JW, Tompkins RG, Traber DL, Mozingo DW, Deitch EA, Goodwin CW, Herndon DN, Gallagher JJ, Sanford AP, Jeng JC, Ahrenholz DH, Neely AN, O'Mara MS, Wolf SE, Purdue GF, Garner WL, Yowler CJ, Latenser BA; American Burn Association Consensus Conference on Burn Sepsis and Infection Group. American Burn Association consensus conference to define sepsis and infection in burns. *J Burn Care Res*. 2007 Nov-Dec; 28(6): 776-90. <https://doi.org/10.1097/BCR.0b013e3181599bc9>
- [11] 中华医学会烧伤外科学分会, 海峡两岸医药卫生交流协会暨烧伤创面修复专委会. II 度烧伤创面治疗专家共识 (2024 版) II: 手术治疗和感染防治 [J]. 中华烧伤与创面修复杂志, 2024, 40(02): 101-118.
- [12] ISBI Practice Guidelines Committee; Advisory Subcommittee; Steering Subcommittee. ISBI Practice Guidelines for Burn Care, Part 2. *Burns*. 2018 Nov; 44(7): 1617-1706. <https://doi.org/10.1016/j.burns.2018.09.012> Epub 2018 Oct 19.
- [13] 中国研究型医院学会血栓与止血专委会, 中国老年医学学会检验分会. 肝素类药物临床监测专家共识 [J]. 中华检验医学杂志, 2025, 48(08): 962-978.
- [14] Zhu W, Peng YZ, Luo GX, Yuan ZQ. [Interpretation of the 2023 International Society for Burn Injuries "Surviving Sepsis After Burn Campaign"]. *Zhonghua Shao Shang Yu Chuang Mian Xiu Fu Za Zhi*. 2025 Aug 20; 41(8): 803-810. Chinese. <https://doi.org/10.3760/cma.j.cn501225-20250403-00164>
- [15] 中华医学会烧伤外科学分会, 中国医疗保健国际交流促进会烧伤医学分会. 成年严重烧伤患者肠内营养护理专家共识 (2024 版) [J]. 中华烧伤与创面修复杂志, 2024, 40(9): 801-811.
- [16] HERNDON D N. 烧伤治疗学 [M]. 陈旭林, 肖仕初, 罗高兴, 译. 北京: 中国科学技术出版社, 2020.
- [17] Sterling JP, Heimbach DM. Hemostasis in burn surgery--a review. *Burns*. 2011 Jun; 37(4): 559-65. <https://doi.org/10.1016/j.burns.2010.06.010> Epub 2010 Dec 30.
- [18] 马杰, 郭振存, 李天高, et al. Meek 微型皮片移植技术在大面积深度烧伤中的应用 [J]. 中国医师杂志, 2008, 10(10): 1361-1362.
- [19] Stevens SM, Woller SC, Kreuziger LB, Bounameaux H, Dorschug K, Geersing GJ, Huisman MV, Kearon C, King CS, Knighton AJ, Lake E, Murin S, Vintch JRE, Wells PS, Moores LK. Antithrombotic Therapy for VTE Disease: Second Update of the CHEST Guideline and Expert Panel Report. *Chest*. 2021 Dec; 160(6): e545-e608. <https://doi.org/10.1016/j.chest.2021.07.055> Epub 2021 Aug 2. Erratum in: *Chest*. 2022 Jul; 162(1): 269.