

The Risk Factors of Burn Wound Infection and Its Latest Research Progress

Zhuolu Shi Shengwu Chao*

Qinghai University Affiliated Hospital, Xining, Qinghai, 810000, China

Abstract

Burn wound infection is one of the most common complications and the main cause of death in burn patients. This paper reviews the risk factors of burn wound infection and the latest research progress. Risk factors include wound depth and area, age and underlying health conditions, immunosuppressive drugs, and environmental factors. A comprehensive management strategy for these risk factors includes timely early intervention, appropriate antibiotic use, strict infection control measures, and optimization of patient nutrition and medical conditions. The application of precision medicine, new antimicrobial drugs, biological therapy, burn unit design and other fields provides new ideas and methods for the management of burn wound infection. The purpose of this paper is to improve clinicians' understanding of burn wound infection and provide reference for the treatment and nursing of burn patients.

Keywords

burn wound infection; risk factors; research progress; management strategy

烧伤创面感染的危险因素及其最新研究进展

师卓璐 晁生武*

青海大学附属医院, 中国·青海 西宁 810000

摘要

烧伤创面感染是烧伤患者最常见的并发症之一,也是导致患者死亡的主要原因。论文综述了烧伤创面感染的危险因素及其最新研究进展。危险因素涵盖了创面深度与面积、年龄和基础健康状况、免疫抑制药物以及环境因素等。针对这些危险因素采取综合性的管理策略,包括及时的早期干预、适当的抗生素使用、严格的感染控制措施和优化患者的营养和医疗条件等。精准医疗、新型抗微生物药物、生物疗法,烧伤单位设计等领域的应用,为烧伤创面感染的管理提供了新的思路和方法。论文旨在提高临床医生对烧伤创面感染的认识,并为烧伤患者治疗和护理烧伤患者提供参考。

关键词

烧伤创面感染; 危险因素; 研究进展; 管理策略

1 引言

在烧伤患者的治疗过程中,伤口感染不仅构成了重大的挑战,也是导致发病和死亡的关键因素。研究表明,在烧伤患者中,医院内感染(NI)的发生率极高,尤其是烧伤伤口的感染^[1]。皮肤屏障损伤和免疫反应下降增加了患者对感染的敏感性^[2]。耐多药微生物又进一步加剧了烧伤口感染的严重性。常见的病原体,如鲍曼不动杆菌、铜绿假单胞菌、

肺炎克雷伯氏菌和金黄色葡萄球菌,大多展现出显著的抗生素耐药性^[3-5]。

深入认识烧伤伤口感染(BWI)的危险因素至关重要。多项研究突显了识别及管理风险因素对于改善患者预后有不可分割的关系。关键的风险因素涵盖了烧伤的深度与面积、烧伤至住院的时间间隔以及住院时长^[6]。这些因素均会影响感染的可能性,尤其是深度大、范围广的烧伤,由于组织损伤严重且易暴露于病原体,从而增加了感染风险^[6,7]。BWI涉及的病原体种类繁多,伤口定植过程中,从革兰氏阳性细菌向革兰氏阴性细菌的转变是一个关键阶段,若控制不当,可能会引发更严重的感染^[6,7]。

2 烧伤创面感染的危险因素

2.1 创面深度和面积

烧伤的严重程度和范围是决定感染风险的关键因素。由于多方面的生理和免疫干扰,大面积区域显著增加了感染

【作者简介】师卓璐(1997-),女,中国山西运城人,硕士,住院医师,从事烧伤烫伤、糖尿病足、皮肤肿物、慢性创面、瘢痕的综合治疗、各类整形手术研究。

【通讯作者】晁生武(1967-),男,土族,中国青海民和人,本科,主任医师、教授,从事大面积烧伤、慢性伤口溃疡、褥疮及皮肤缺损等研究。

风险。烧伤导致的皮肤屏障破坏会促进病原体侵入，从而增加感染易感性，尤其是败血症，这是烧伤患者死亡的主要原因^[2,8]。大面积烧伤引发的全身影响包括免疫抑制，这进一步加剧了感染的风险。这种免疫抑制的部分原因是皮肤免疫系统(SIS)的损伤，对局部和全身的抗感染反应至关重要^[9]。患有额外免疫缺陷疾病的烧伤患者面临更高的严重感染风险。处理大面积烧伤患者的感染管理，特别是在处理耐药性铜绿假单胞菌(PDRPA)等耐药病原体时。有效的治疗需要结合靶向抗生素治疗和支持措施，例如通气支持和积极的伤口管理，包括皮肤移植^[10]。该烧伤区域的感染风险与免疫抑制程度和全身炎症反应密切相关。及时的手术干预和靶向抗菌治疗的多学科方法对于控制烧伤患者的感染和提高存活率至关重要^[9,10]。

2.2 年龄和基础健康状况

衰老过程及其相关的生理和免疫学变化显著增加了烧伤伤口感染的风险，这使得老年人更容易遭受频繁且严重的感染，愈合速度减慢且并发症增多^[11,12]。糖尿病、慢性肺病和心血管功能障碍等常见合并症会导致老年烧伤患者的预后不佳与老年烧伤患者的高死亡率相关^[11,12]。除了生理因素外，老年人烧伤感染的临床管理因缺乏特定的症状和体征而复杂，这使得诊断和治疗更具挑战性^[13]。从伤口定植到感染，甚至可能发展为全身性败血症^[7]。故衰老和基础疾病会显著增加老年人烧伤感染的风险。免疫衰老、流行合并症和临床管理挑战相结合，需要采取全面和积极的方法来预防和治疗这些脆弱人群的感染。

2.3 免疫抑制药物和环境因素

在伤口完全愈合之前，应尽量减少或避免使用免疫抑制剂^[14]。免疫抑制疗法会干扰人体的自然免疫反应和组织修复机制。例如，烧伤可引发血液中的免疫抑制特性，而某些疗法(如Essentiale和醋酸 α -生育酚)可以减轻这种特性，增强免疫反应并降低免疫抑制活性^[14]。此外，使用动物模型的研究表明，西咪替丁和乙胺嘧啶等免疫调节药物能够增强免疫反应并抵消烧伤水泡液的免疫抑制作用，为改善烧伤患者预后提供了治疗策略^[15]。免疫抑制药物可能会抑制免疫反应，需要进一步研究优化治疗方案，改善烧伤背景下需要免疫抑制治疗的患者的预后。

烧伤环境显著影响烧伤患者的感染风险，主要归因于烧伤后皮肤屏障的破坏和免疫抑制。当皮肤屏障因烧伤受损时，更容易遭受感染，成为该人群死亡的主要原因^[16,17]。烧伤环境表面可能存在耐药细菌，成为医院感染的一个重要风险因素。研究表明，铜绿假单胞菌、肺炎克雷伯氏菌和鲍曼不动杆菌等病原体在患者伤口及周围环境常见，包括护理柜台、水槽等区域^[18]。强调了严格的感染控制措施和降低感染风险的重要性。此外，住院时间与感染风险正相关，因为较长的住院时间会增加对医院相关病原体的暴露^[19,20]。强调了实施有效感染控制策略的必要性，以及采用多学科方法

进行烧伤护理的重要性，特别是需要传染病专家和药剂师的参与，以优化抗微生物药物治疗并预防耐药性^[20]。因此有效的清洁方案、严格的感染控制措施对于降低这些风险和改善烧伤患者的预后至关重要。

3 创面处理与护理过程中的感染因素

3.1 清创和消毒

烧伤患者皮肤原有屏障保护功能受损，免疫细胞相关迁移功能受损，导致机体抵抗力减弱，加之受损处营养、温度和湿度环境有利于病原菌侵袭、定植与增殖，易并发创面感染^[21,22]。清创技术和消毒剂的选择在管理烧伤感染风险方面扮演重要角色，涉及手术和抗菌策略。清创手术通过移除可能藏有细菌的死组织，可减少微生物负荷并促进伤口愈合。在清创过程中常用的药物包括头孢唑林和头孢曲松可有效减少手术部位感染的风险^[23]。抗生素的选择和给药必须精准，以防止耐药性的产生并确保疗效。此外，感染风险受烧伤程度和深度、患者年龄，以及鲍曼不动杆菌等耐药菌的存在等因素影响，会使治疗复杂化并延迟愈合^[24,25]。烧伤感染的有效管理需要结合早期诊断、适当的抗菌治疗以及及时的手术干预(如清创术)^[25]。同时，选择适当的消毒剂也是烧伤单位感染控制的另一个关键方面。研究表明，像Deconex50AF和Descoscid消毒剂可显著减少医院表面常见的铜绿假单胞菌和金黄色葡萄球菌等病原体及细菌数量，从而降低医院感染的风险^[26]。总之，进行环境控制与预防医院感染有着密切关系。

3.2 敷料和伤口覆盖

烧伤敷料的选择及其更换频率影响着感染预防和伤口愈合。研究表明，与传统的SSD敷料相比，特别是含银的海藻酸钙敷料，能够加速伤口愈合。传统的SSD敷料需要频繁更换，并且在更换时可能出现边缘炎症和疼痛^[27]。银纳米晶敷料已显示出减少全厚烧伤伤口细菌生长的有效性，两者在预防感染方面表现出相似的功效^[28]。敷料更换的频率是另一个关键因素。含银的泡沫敷料需要较少的更换，这有助于减少护理工作量和患者的不适感^[27]。这些敷料中银的缓慢释放和较长的半衰期有助于提高其感染控制的有效性，从而最大限度地减少了频繁更换的需求^[28]。现代敷料，如水胶体敷料，与传统的纤维素敷料相比具有优势，因为它们不渗透细菌并优化了再上皮化率，从而降低了伤口败血症和交叉污染的发生率^[29]。这些敷料还可以最大限度地减少更换敷料期间空气中的细菌传播，进一步帮助控制感染^[29]。适当的敷料选择、及时的伤口护理和感染控制措施在内的综合方法对于优化烧伤伤口管理有很大的影响。

4 新型治疗和预防策略的最新研究进展

烧伤后的皮肤屏障受损和免疫功能障碍使得烧伤伤口感染成为一个重大挑战。一种方法是使用结合抗感染、免疫调节和促进伤口愈合特性的抗菌混合物。该策略通过增强免

疫反应和促进愈合来针对铜绿假单胞菌，这是烧伤伤口中常见的致命病原体^[30]。同样，开发按需抗菌水凝胶，如含有银纳米颗粒（AgNP）的水凝胶，提供了针对性的方法。这些水凝胶能够对伤口微环境的变化做出反应，释放银离子以发挥强大的抗菌作用，同时支持组织修复并减少炎症^[31]。金属纳米颗粒和水凝胶在内的纳米颗粒的使用为传统抗菌生物药物提供了替代方案，这些纳米材料可以增强抗菌剂的渗透力和持续释放，从而改善感染控制和伤口愈合^[32]。抗菌光动力学（apDT）已显示出降解由金黄色葡萄球菌形成的生物膜的功效。该方法使用光活化化合物破坏细菌生物膜，可作为传统方法的补充疗法^[33]。此外，预防措施包括使用局部抗微生物药物、隔离方案和个人防护设备。结合益生菌提取物和黄酮的即时保护喷雾（IPS）等创新产品具有快速、非抗生素的杀菌作用，可有效消毒耐多药细菌并促进愈合^[34]。最后，烧伤感染的管理包括新的抗微生物疗法、预防措施和个性化治疗策略。而纳米技术、光动力学和免疫调节的整合为改善烧伤护理中的感染控制和患者预后提供了前景光明的途径。

5 总结和展望

烧伤创面感染是烧伤治疗中的重大挑战，涉及多种风险因素，包括创面深度与面积、患者年龄和健康状况、免疫抑制药物使用及环境因素。这些因素相互作用，显著增加感染风险，可能导致严重并发症和死亡。因此，必须采取全面的管理策略，包括及时干预、合理使用抗生素、严格的感染控制措施，以及改善患者营养和医疗状况，以降低感染风险。

随着科技进步，精准医疗、新型抗微生物药物研发、生物治疗应用、烧伤治疗单元优化设计和人工智能的运用等领域值得深入探索。这些创新有望更有效地控制烧伤创面感染，改善患者预后，提高生活质量。

参考文献

[1] Golubkova A A, Kutlaeva Y Y, Bagin V A. Features of nosocomial infections in patients with severe burn injury[J]. *Epidemiology and Infectious Diseases*, 2021,26(5):214-223.

[2] Lazarescu A-L, Grosu-Bularda A, Andrei M-C, et al. Burn infections characteristics: A review[J]. 2021,16(1):32-41.

[3] Yolbaş İ, Tekin R, Keleşçi S, et al. Common pathogens isolated from burn wounds and their antibiotic resistance patterns; Yanık yaralarından izole edilen patojenler ve antibiyotik direnç durumları[J]. 2013.

[4] Khudr M S, Ameen M K, Mahdi B M. Wound Infection Rates and the Results of Antibiotic Susceptibility Tests in Severely Burned Patients[J]. *Medicine Science International Medical Journal*, 2015,4(2):2165-2171.

[5] Hamzaoui N E, Barguigua A, Larouz S, et al. Epidemiology of burn wound bacterial infections at a Meknes hospital, Morocco[J]. *new microbes and new infections*, 2020,38:100764-100764.

[6] Zhou S, Xiao S, Wang X, et al. Risk Factors and Pathogens of Wound Infection in Burn Inpatients from East China[J]. *Antibiotics*, 2023.

[7] Ladhani H A, Yowler C J, Claridge J A. Burn Wound Colonization, Infection, and Sepsis[J]. *Surgical Infections*, 2021,22(1):44-48.

[8] Sun Y, Tang H, Wu T, et al. Burn-and Trauma-Associated Pulmonary Infection: Springer, Singapore, 2020:103-138.

[9] Głowacka A, Baczyk G, Ulatowska A. Prevention of infection, effective control and treatment of infected burn wounds—the role of a nurse in an interdisciplinary team Zapobieganie zakażeniom, skuteczna kontrola i leczenie zakażonych ran oparzeniowych-rola pielęgniarki w zespole interdyscyplinarnej[J]. 2017,66(4).

[10] Ning F, Zhao X-Z, Bian J, et al. Large-area burns with pandrug-resistant *Pseudomonas aeruginosa* infection and respiratory failure[J]. *Chinese Medical Journal*, 2011,124(3):359-363.

[11] Savetamal A. Infection in Elderly Burn Patients: What Do We Know?[J]. *Surgical Infections*, 2021,22(1):65-68.

[12] Rani M, Schwacha M G. Aging and the pathogenic response to burn[J]. *Aging and Disease*, 2012,3(2):71-180.

[13] Yang C F, Min D H, Guo G H. Research advances on the prevention and treatment of burn infection in the elderly[J]. 2023,39(3):285-289.

[14] Bootun R. Effects of immunosuppressive therapy on wound healing[J]. *International Wound Journal*, 2013,10(1):98-104.

[15] Gharegozloo B, Hassan Z M, Ardestani S K, et al. Effect of Immunomodulator Pyrimethamine and Cimetidine on Immunosuppression Induced by Burn Blister Fluid[J]. *Iranian Journal of Allergy Asthma and Immunology*, 2004,3(3):139-143.

[16] Leypold T, Schäfer B, Beier J P. Measures for Preventing Infection in Burn Surgery[J]. *Surgical technology international*, 2022,41.

[17] Kelly E J, Oliver M A, Carney B C, et al. Infection and Burn Injury[J]. *European burn journal*, 2022,3(1):165-179.

[18] Sharma S, Datta P, Gupta V, et al. Characterization of Bacteriological Isolates from Patients and Environment Samples of Burn Ward: A Study from a Tertiary Care Hospital of India[J]. *Infectious disorders drug targets*, 2021,21(2):238-242.

[19] Choong E, Jurat D R, Sandeep B, et al. The impact of infection on length of stay in adult burns: A scoping review[J]. *Burns*, 2024.

[20] Lachiewicz A M, Hauck C G, Weber D J, et al. Bacterial Infections After Burn Injuries: Impact of Multidrug Resistance[J]. *Clinical Infectious Diseases*, 2017,65(12):2130-2136.

[21] 杨加保,毛建华,马雷,等.老年烧伤后感染病人的病原菌分布及相关危险因素分析[J]. *实用老年医学*, 2020,34(4):348-351.

[22] 刘薇,程翔,梁玉龙,等.不同烧伤面积患者创面感染病原菌分布及其耐药性[J]. *中国感染控制杂志*, 2022,21(1):30-36.

[23] Putra O N, Saputro I D, Hidayatullah A Y N. A retrospective

- surveillance of the prophylactic antibiotics for debridement surgery in burn patients[J]. 2021,11(2):96-104.
- [24] Pruitt B A, Mcmanus A T, Kim S H, et al. Burn wound infections: Current status[J]. World Journal of Surgery, 1998,22(2):135-145.
- [25] Tekin R, Dal T, Bozkurt F, et al. Risk factors for nosocomial burn wound infection caused by multidrug resistant *Acinetobacter baumannii*[J]. Journal of Burn Care & Research, 2014,35(1).
- [26] Sahlabadi F, Zandi H, Mokhtari M, et al. The Effectiveness Evaluation of Current Disinfectants on Pathogens Isolated from Surface of Different Parts of Shahid Sadughi Accidents Burns Hospital in City of Yazd[J]. Journal of Environmental Health Engineering, 2016,3(2):93-101.
- [27] Thompson M. The Nursing Effect of Different Dressings on Local Small Area Burn Wound[J]. 护理学, 2022,11(2):279-284.
- [28] Alinejad F, Momeni M, Fatemi M J, et al. Comparing the effect of two types of silver nano-crystalline dressings (acticoat and agcoat) in the treatment of full thickness burn wound[J]. Iranian journal of microbiology 2018,10(6):378-384.
- [29] Lawrence J C. Dressings and wound infection[J]. American Journal of Surgery, 1994,167(1).
- [30] Kour A, Jaglan S, Sharma S K, et al. A new strategy to treat *Pseudomonas aeruginosa* infected burn wounds: Antimicrobial cocktails as potent topical therapy[J]. Medical Hypotheses, 2023.
- [31] Haidari H, Amsalu A, Vasilev K, et al. An on-demand antibacterial hydrogel for precise and rapid elimination of bacterial infection in a murine partial thickness scald burn wound[J]. Applied Materials Today, 2024.
- [32] Hemmati J, Azizi M, Asghari B, et al. Multidrug-Resistant Pathogens in Burn Wound, Prevention, Diagnosis, and Therapeutic Approaches[J]. Conventional Antimicrobials and Nanoparticles, 2023.
- [33] Mahmoudi H, Pourhajibagher M, Chiniforush N, et al. Antimicrobial photodynamic therapy: modern technology in the treatment of wound infections in patients with burns[J]. Journal of Wound Care, 2023,32(4).
- [34] Yahalom J, De Freitas D R J, Ofri A, et al. Antimicrobial photodynamic therapy: modern technology in the treatment of wound infections in patients with burns[J]. Journal of Wound Care, 2023,32(S4).