

燒傷病人的感染預防與管制

邱勝康^{1,2} 劉上銘³ 陳佳樟³ 沈君毅^{2,4} 彭銘業^{1,2}

佛教慈濟醫療財團法人台北慈濟醫院¹ 內科部感染科² 感染管制中心⁴ 兒科部
花蓮慈濟大學³ 學士後中醫學系

造成燒傷病人死亡的第一大原因就是感染。感染的部位可能是血流感染、肺炎、傷口感染和泌尿道感染。其中吸入性嗆傷的病人較常發生肺炎。本文簡介燒傷感染的流行病學、感染的定義、燒傷傷口感染的原理及致病菌、燒傷感染抗生素使用的原則及統整燒傷感染管制和作法。造成感染的微生物有可能是來自內源性或外源性的細菌、病毒或是黴菌。化膿性鏈球菌 (*Streptococcus pyogenes*) 是以往最常被培養出來的細菌，而最近已被金黃色葡萄球菌 (*Staphylococcus aureus*) 取代。依據八仙塵暴事件之菌種分析，水生性的細菌如：羅爾斯通氏菌屬 (*Ralstonia* spp.)、鮑氏不動桿菌 (*Acinetobacter baumannii*)、金黃桿菌屬 (*Chryseobacterium* spp.) 和綠膿桿菌 (*Pseudomonas aeruginosa*) 應該在燒燙發生 14 天內被列入感染源的考量當中。經驗性抗生治療要依據該燒傷中心的抗生素抗藥性菌譜，延長藥物注射的時間可以改善藥物濃度分布，進而增加治療感染機會。最有效預防燒傷病人的到外源性細菌感染的方式是醫療照顧人員正確的洗手，在不可避免直接的體液接觸狀況下，必須穿帶口罩、防水的隔離衣及手套。於燒傷病房中實施組合式的醫療照顧 (Care bundle) 以降低院內感染率。(**感控雜誌 2023:33:44-50**)

關鍵詞：燒傷、感染管制、燒傷敗血症

燒傷感染的流行病學

感染是任何手術最不樂意碰到的事件，發生在燒傷患者中更是困擾。

燒燙傷傷口是微生物感染生長的理想環境，如果病患當時有免疫抑制的情況，這會成為微生物能恣意生長的有利條件。多樣的因素會促使燒燙傷病

民國 111 年 10 月 3 日受理
民國 111 年 12 月 28 日接受刊載

通訊作者：彭銘業
通訊地址：新北市新店區建國路 289 號
通訊電話：02-6628-9779

DOI: 10.6526/ICJ.202302_33(1).0005

人發生感染，其中包括傷口照顧的程序、感染的風險因子、典型微生物的致病毒力因子和目前面臨的抗生素抗藥性的問題 [1]。

病人若是能度過傷燙傷開始急救的階段，後續造成病患死亡的第一大原因就是感染（75%的病患）[2]。當呼吸機使用超過4天，肺炎的感染個案數目便會增加，從感染開始到多重器官衰竭大約有4天的時間，所以感染造成敗血症的嚴重度愈高，病患的死亡率就越高。發生敗血性休克的病患的死亡風險是非複雜性敗血症者的12.5倍 [1,3]。

感染的部位可能是血流感染、肺炎、傷口感染和泌尿道感染。最常見感染部位是肺炎與傷口感染，其中吸入性傷傷的病人較常發生肺炎。感染傾向發生在年紀較大、女性、插管、較大的燒燙傷面積、較長的住院天數、動靜脈導管較多和接受較多次手術者 [1]。

燒傷中心通常比起其他的ICU有著較高的導尿管相關泌尿道感染、呼吸器相關肺炎和中心靜脈導管相關血流感染的發生率，燒傷中心醫療照顧相關感染發生率介於77~90%（感染數/病人數）；感染密度介於32~48‰ [1,3]。

燒傷感染的致病菌

造成感染的微生物有可能是內源性或外源性的細菌、病毒或是黴

菌。在同一個病人身上造成感染的微生物可能隨著住院時間而有所改變。在傷燙傷發生時，完整的皮膚構造會被取代為潮濕、富含蛋白質，及沒有血流的焦痂，這是微生物生長最適合的環境 [1]。

在燒燙傷5~7天後，傷口會被酵母菌、革蘭氏陽性細菌或是革蘭氏陰性細菌寄生，這些微生物可能來自病患本身的腸胃道、上呼吸道、醫院的環境或是工作人員的手，培養出微生物的種類及頻率由培養收集的部位決定，並反應出醫院當時院內感染細菌的流行狀態 [1]。

化膿性鏈球菌 (*Streptococcus pyogenes*) 是以往最常被培養出的細菌，最近已被金黃色葡萄球菌 (*Staphylococcus aureus*) 取代；革蘭氏陰性細菌例如綠膿桿菌 (*Pseudomonas aeruginosa*)、肺炎克雷白氏桿菌 (*Klebsiella pneumonia*) 及鮑氏不動桿菌 (*Acinetobacter baumannii*) 會發生在住院期間越久的病人身上並帶有多重抗藥性，院內交互感染常常是造成抗藥性致病菌感染發生的原因。厭氧菌也是經常引起傷口感染，但是很少造成系統性感染，例如：菌血症 [4]。

許多的黴菌也會造成燒燙傷的感染，例如：*Aspergillus*, *Candida*, and *mucormycosis* (*zygomycosis*)，其中 *Aspergillus* 常合併較高的死亡率 [4]。

病毒感染也可能發生在傷燙傷的病人，例如：巨細胞病毒 (*cytomegalovirus*)、單純皰疹病毒

(herpes simplex virus) 或水痘帶狀疱疹病毒 (varicella-zoster virus)。通常都是屬於病毒的再活化。單純疱疹病毒常發生在癒合中的淺層燒傷傷口或是 skin graft donor sites 的邊緣，好發的時間常是在燒傷後的 2~6 週 [4]。

八仙塵暴事件的菌種分析

2015 年 6 月，台灣發生了震驚社會的公共安全事件 - 八仙塵暴，造成 470 傷、17 亡。北部某醫學中心

收治了 58 名的燒燙傷患者，依據所發表之文獻，此次的燒燙傷感染致病源明顯有別於以往所知燒燙傷感染菌種分布。在 58 個燒燙傷患者中，有 18 位發生了 66 次的血液感染，其中有 12 次的血液感染是起因於多株細菌。血液感染發生在燒燙傷後 8 天至 28 天之間，主要是由鮑氏不動桿菌 (*Acinetobacter baumannii*)、金黃桿菌屬 (*Chryseobacterium* spp.) 和嗜麥芽窄食單胞菌 (*Stenotrophomonas maltophilia*) 造成；28 天後這些菌種

表一 造成燒傷感染的致病微生物 [4]

造成燒燙傷侵入性感染的微生物

| 類群 (Group) | 種類 (Species) |
|----------------------------------|--|
| 革蘭氏陽性菌 (Gram-positive organisms) | 金黃色葡萄球菌 (<i>Staphylococcus aureus</i>) |
| | 耐甲氧西林金黃色葡萄球菌 (Methicillin-resistant <i>S. aureus</i>) |
| | 凝固酶陰性葡萄球菌 (Coagulase-negative staphylococci) |
| | 腸球菌屬 (<i>Enterococcus</i> spp.) |
| | 抗萬古黴素腸球菌 (Vancomycin-resistant enterococci) |
| 革蘭氏陰性菌 (Gram-negative organisms) | 綠膿桿菌 (<i>Pseudomonas aeruginosa</i>) |
| | 大腸桿菌 (<i>Escherichia coli</i>) |
| | 肺炎克雷伯氏菌 (<i>Klebsiella pneumoniae</i>) |
| | 黏質沙雷氏桿菌 (<i>Serratia marcescens</i>) |
| | 腸桿菌屬 (<i>Enterobacter</i> spp.) |
| | 變形桿菌 (<i>Proteus</i> spp.) |
| | 不動桿菌屬 (<i>Acinetobacter</i> spp.) |
| 類桿菌屬 (<i>Bacteroides</i> spp.) | |
| 真菌 (Fungi) | 念珠菌屬 (<i>Candida</i> spp.) |
| | 麴菌屬 (<i>Aspergillus</i> spp.) |
| | 鐮孢菌屬 (<i>Fusarium</i> spp.) |
| | 鏈格菌屬 (<i>Alternaria</i> spp.) |
| | 根霉菌屬 (<i>Rhizopus</i> spp.) |
| | 毛黴菌屬 (<i>Mucor</i> spp.) |
| 病毒 (Viruses) | 單純疱疹病毒 (Herpes simplex virus) |
| | 巨細胞病毒 (Cytomegalovirus) |
| | 水痘帶狀疱疹病毒 (Varicella-zoster virus) |

會逐漸下降，取而代之的是金黃桿菌屬 (*Chryseobacterium* spp.) 和羅爾斯通氏菌屬 (*Ralstonia* spp.)，伴隨著金黃色葡萄球菌 (*Staphylococcus aureus*) 的感染出現。在傷口感染方面，鮑氏不動桿菌 (*Acinetobacter baumannii*) 是主要感染致病菌，其他菌種感染為綠膿桿菌 (*Pseudomonas aeruginosa*)、金黃色葡萄球菌 (*Staphylococcus aureus*) 和凝固酶陰性葡萄球菌 (CoNS, coagulase-negative staphylococci) [5]。

在致病菌抗藥性的分析中顯示：19 株鮑氏不動桿菌 (*Acinetobacter baumannii*) 中 21% 對於 imipenem 具有抗藥性 (4/19, 21%)，25 株羅爾斯通氏菌屬 (*Ralstonia* spp.) 中 32% 對於 imipenem 具有抗藥性 (8/25, 32%)、全部對 colistin 具有抗藥性、全部對 Ciprofloxacin 和 levofloxacin 敏感和第三代和第四代 cephalosporin 敏感，19 株金黃桿菌屬 (*Chryseobacterium* spp.) 中全部對於 Ciprofloxacin 和 levofloxacin 敏感 (12/19, 63%)，12 株嗜麥芽糖桿菌 (*S. maltophilia*) 全部對於 trimethoprim-sulfamethoxazole 和 levofloxacin 敏感 [5]。

燒燙傷感染之敗血症定義

嚴重燒傷的患者失去了身體主要屏障：皮膚，因此他們經常暴露在外環境中導致容易造成微生物的入侵，並且產生全身性的發炎反應症狀。這種發炎反應雖然會導致大量白

血球細胞數目升高，但是僅運用白細胞增多做為敗血症的指標並不理想，敗血症的全身症狀還有很多，包括心跳過速、呼吸急促、低血壓、少尿、不明原因的高血糖、血小板減少症和精神狀態改變。燒傷相關敗血症目前是依據美國燒傷協會的診斷標準 (American Burn Association Sepsis Criteria)，如表二 [3,6]。

燒傷感染的抗生素治療

對於燒傷病人的抗生素治療原則要根據感染的部位及致病菌。經驗性抗生治療要依據該燒傷中心過往統計較常出現之菌種及其抗藥性菌譜，因為燒傷中心內的抗藥性狀況和醫院內其他病房的抗藥性狀況不盡相同。經驗性治療主要針對致死率較高的致病菌，並且選擇對於感染部位具有優良穿透力的抗生素。延長抗生素注射的時間可以改善藥物濃度分布，進而增加治療感染的機會 [7]。黴菌的治療要依據培養出來的黴菌屬、種名及感染的部位來做選擇，預防性的抗黴菌治療有利有弊，在許多文獻對於患者有較高的風險因子（例如：>50%TBSA、吸入性傷害和嗜中性白血球低下症）時是建議使用，但是在沒有高風險因子存在時，使用預防性抗黴菌藥物反而會增加抗藥性風險與成本上升的問題 [8]。

表二 燒傷相關敗血症的診斷標準

| 燒傷相關敗血症的診斷標準 | |
|---|--|
| • 以下至少符合一項 | |
| I. 由培養結果（傷口、血液、尿液）確認有致病原感染 | |
| II. 病理組織確認有感染（組織切片 $>10^5$ CFU bacteria/g 或是切片看到微生物侵犯） | |
| III. 使用抗微生物製劑後，臨床症狀有改善 | |
| • 以下臨床條件至少符合三項 | |
| 甲、體溫： $>39^{\circ}\text{C}$ 或 $<36.5^{\circ}\text{C}$ | |
| 乙、持續心跳過快 | |
| > 成人： >110 下 / 分鐘 | |
| > 兒童： $>$ 年齡正常值 2 個標準差 | |
| 丙、持續呼吸變快 | |
| > 成人： >25 次 / 分鐘 或是每分鐘換氣量 >12 L / 分鐘 | |
| > 兒童： $>$ 年齡正常值 2 個標準差 | |
| 丁、血小板過低（僅適用急救處置 3 天後） | |
| > 成人： $<100,000/\mu\text{L}$ | |
| > 兒童： $>$ 年齡正常值 2 個標準差 | |
| 戊、血糖過高（僅適用於沒有糖尿病史者） | |
| > 未經治療血糖 >200 mg/dL | |
| > 胰島素抗性（成人：靜脈注射胰島素 >7 units / 小時；兒童：24 小時內的胰島素需求量 $>25\%$ ） | |
| 己、超過 24 小時無法接受腸道進食 | |
| > 腹脹 | |
| > 成人反抽量大於每小時灌食量的兩倍或兒童 >150 mL/hr | |
| > 無法控制的腹瀉（成人 $>2,500$ mL/day 或兒童 >400 mL/day） | |

燒傷感染的感染管制措施

有效預防燒燙傷病人得到外源性細菌感染最有效的方式是醫療照顧人員正確的洗手 [9]。在不可避免之可能直接接觸體液的狀況下，醫護人員必須穿帶口罩、防水的隔離衣及手套；不僅保護病人也保護醫療人員避免不必要的污染機會。燒燙傷病人所有的敷料必須病人個人化。病房中點滴幫浦、點滴架、血壓計、監測儀器、床邊桌及病床必需至少每天以殺

菌溶液清潔一次，如果病人引流液無法完全包覆，且具有較高環境感染風險時，應限制病人進入商場或遊戲場等公共領域 [1,3]。燒燙傷中心成立目的是必須避免病人接觸其他感染性疾病，如果有其他非燒燙傷病人入住，必須在沒有傳染病情況下且有空間可以使用時，否則非燒燙傷或手術患者應盡快移出，避免感染燒燙傷患者。患者對於傷口與皮膚護理是非常注重是否有污染問題，因為傷口是細菌孳生的溫床，所以

要盡力維持其清潔及癒合狀況，且要符合無菌操作才能避免感染發生。傷口照護部分，可以使用含有銀離子的敷料，敷料中的銀離子可以緩慢釋放到傷口上，具有廣效抗微生物的效果並且具有抗發炎作用 [10]。有一項敷料是 ACTICOAT，含有奈米級銀離子，有些研究指出其他含有氯離子的敷料會影響殺菌效果，此項敷料由於不含有氯離子的成分，所以銀離子可發揮完整的抗菌能力，因此結果顯示此敷料可以降低 99.9% 微生物細胞數量，達到抑菌效果 [11]。探視病人之親友，在於感染管制方面也是要非常注意，如果親友需要探視燒燙傷病人，應盡量避免攜帶鮮花和植物等有可能造成感染的生物體，當訪客有任何感染症狀，例如：呼吸道感染、腸胃道感染、腹瀉、皮膚感染、疱疹或是發燒等，皆不可進入病房探視。出院後，病室的牆面、天花板及地板應該做終期清潔 [12]。有些指引會建議使用高效率空氣微粒子過濾系統 (high-efficiency particulate air) 淨化空氣，減少空氣傳播的感染 [13]。於燒傷病房中實施組合式的醫療照顧 (care bundle) 以降低醫療照顧相關感染率，包括預防中心靜脈導管相關血流感染的組合式照顧、預防導尿管相關感染的組合式照顧及預防呼吸器相關肺炎感染的組合式照顧，藉由以上注意事項以及照護準則，可以大幅降低燒燙傷患者感染風險 [12]。

參考文獻

1. Herndon David: Total burn care. 4th ed. Treatment of infection in burns. Elsevier Inc 2012:ch12.
2. Maslova E, Eisaiankhong L, Sjöberg F, et al. Burns and biofilms: priority pathogens and in vivo models. *npj Biofilms Microbiomes* 2021;7:73.
3. Gauglitz GG, Shahrokhi. S: Burn wound infection and sepsis. UpToDate 2021. Church D, Elsayed S, Reid O, et al: Burn wound infections. *Clin Microbiol Rev* 2006;19(2):403-34.
4. Lin TC, Wu RX, Chiu CC, et al: The clinical and microbiological characteristics of infections in burn patients from the Formosa Fun Coast Dust Explosion. *J Microbiol Immunol Infect* 2016;51(2): 267-77.
5. Greenhalgh DG, Saffle JR, Holmes JH 4th, et al: American burn association consensus conference to define sepsis and infection in burns. *J Burn Care Res* 2007;28:776.
6. Gatti M, Pea F: Continuous versus intermittent infusion of antibiotics in Gram-negative multidrug-resistant infections. *Curr Opin Infect Dis* 2021; 34(6):737-47.
7. Struck MF, Gille J: Fungal infections in burns: a comprehensive review. *Ann Burns Fire Disasters* 2013;26(3):147-53.
8. ISBI Practice Guidelines Committee: ISBI Practice Guidelines for Burn Care. *Burns*. 2016;42(5):953-1021.
9. Tenenhaus M, Rennekampff HO: Topical agents and dressing for local burn wound care. UpToDate 2022.
10. Woodmansey EJ, Roberts CD: Appropriate use of dressings containing nanocrystalline silver to support antimicrobial stewardship in wounds. *Int Wound J*. 2018;15(6):1025-32.
11. 衛生福利部疾病管制署：醫療機構燒燙傷病人感染管制措施指引。2015;1-13.
12. Watson R, Oldfield M, Bryant JA: Efficacy of antimicrobial and anti-viral coated air filters to prevent the spread of airborne pathogens. *Sci Rep* 2022;12(1):2803

Infection Prevention and Control for Burns

Sheng-Kang Chiu^{1,2}, Shang-Ming Liu³, Jia-Zhang Chen³, Jun Yi Sim^{2,4}, Ming-Yieh Peng^{1,2}

¹Division of Internal Medicine and Department of Infectious Diseases,

²Center for Infection Control, ⁴Department of Pediatrics,

Taipei Tzu Chi Hospital, Buddhist Tzu Chi Medical Foundation, Taipei;

³Tzu Chi University School of Post-Baccalaureate Chinese Medicine, Hualien, Taiwan

Infection is the main cause of death in patients with burns. Infection sites may include bloodstream infections, pneumonia, wound infections, and urinary tract infections. Patients with inhalational choking injuries often develop pneumonia. This article briefly introduces the epidemiology of burn infection, definition of infection, principle and pathogenic bacteria of burn wound infection, principle of antibiotic use for burn infection, and integrated control and practice of burn infection. The microorganisms causing the infection may be endogenous or exogenous bacteria, viruses, or molds. *Streptococcus pyogenes* was the most commonly cultured bacterium in the past but has recently been replaced by *Staphylococcus aureus*. Several types of mold can cause burns and scald infections. According to the analysis of the species of the Eight Immortals dust storm event, aquatic bacteria such as *Ralstonia spp.*, *Acinetobacter baumannii*, *Chryseobacterium spp.*, and *Pseudomonas aeruginosa* should be considered a source of infection within 14 days of burn onset.

Empirical antibiotic treatment should be based on the antibiotic resistance patterns of burn centers. Prolonging the duration of drug infusion can improve the distribution of drug concentrations, thereby increasing the chance of treating infection. The most effective way to prevent patients with burns from exogenous bacterial infection is to for the medical staff to wash their hands correctly. In case of unavoidable direct contact with body fluids, masks, waterproof gowns, and gloves must be worn. Implementing a combined care bundle in the burn ward can reduce the rate of health-care associated infection.

Key words: Burn, infection control, burn sepsis