

運用噴霧式 H₂O₂ 作為醫院環境消毒之探討

詹明錦^{1,3} 王志堅^{2,3}

三軍總醫院 ¹感染管制室 ²小兒部
³國防醫學院

預防醫療照護相關感染是醫療機構及世界衛生組織重要的議題，而醫院環境的清潔程度與醫療照護相關感染有著一定的相關性，因此要減少環境中的致病菌，環境清潔消毒是十分重要的。以傳統人工方式消毒並無法有效維持反覆污染的環境，現有以 H₂O₂ 噴霧式消毒劑之技術來清潔致病微生物的方式，也因其噴霧顆粒小、可接觸所有表面，近來此方式已逐漸被重視。其自動化之消毒方式較傳統消毒方式更能有效清除環境中之抗藥性細菌，如 methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) 及 *C. difficile*。噴霧式 H₂O₂ 相較於其他具有毒性、對環境有危害的消毒劑提供另一個選擇；也因可有效清除密閉式環境如隔離病房、乾淨的房間、儀器、及其他被致病微生物汙染之地方，因此未來噴霧式 H₂O₂ 是否可進一步擴大使用作為環境清潔消毒的運用值得期待。（**感控雜誌** 2015:25:126-132）

關鍵詞： 醫療照護相關感染、乾式噴霧 H₂O₂、環境清潔消毒

前言

醫院環境的清潔程度與醫療照護相關感染有一定的相關性，因此要減少環境中的致病菌，環境清潔消毒是十分重要的[1]。研究指出經過環境清潔消毒後，VRE (vancomycin

resistant *Enterococcus*) 仍然可以存在環境表面[2]，因此提升環境清潔品質已證實可減少致病菌。再者，做好接觸防護措施、落實環境清潔消毒、提升員工手部衛生教育及落實度、限制抗生素使用、健全的監測文化、爆發感染時的立即評估及介入等，均是已知的重要感染管制措施。最新研究

民國 104 年 3 月 1 日受理
民國 104 年 4 月 16 日接受刊載

通訊作者：王志堅
通訊地址：台北市內湖區成功路2段325號
連絡電話：(02) 87927259

DOI: 10.6526/ICJ.2015.303

顯示，提升 10% 環境清潔成效可減少 6% VRE 盛行率[2]，故 VRE 相關感染和未能進行徹底環境消毒相關性高。因此，發展一套可以針對物體表面有效的清潔消毒的方式，才能確保減少醫療照護相關感染的發生。

預防醫療照護相關感染是醫療機構、醫療單位及世界衛生組織的重要議題。根據法國 2006 年最新的院內感染調查，最常見的院內感染菌包括 *Escherichia coli*、*Staphylococcus aureus*、*Pseudomonas aeruginosa* 及 *Acinetobacter spp.*，上述菌株除 *E. coli* 為常見腸道菌，其他皆為環境腐生菌；常規監測這些菌株及監測方法也已經被建立[3]。依 Marty 研究指出 56% 的手術室空氣樣本含有 *S. aureus*，亦有研究指出 imipenem-resistant *A. baumannii* 出現於燒傷病房[3]。因病人於加護病房或特殊單位(如感染科病房)得到之醫療照護相關感染的細菌，多為醫院內抗藥性菌株，若這些病人所住病房環境以傳統人工清潔方式未能有效完整去除此類微生物，則仍會存活於物體表面。若以噴霧式消毒則可以有效的去除環境中的微生物，且使用噴霧式消毒環境後未再發現黴菌生長，故運用有效的方法對於醫院環境清潔消毒而言是十分重要的。

因以傳統方式進行環境消毒無法有效維持反覆污染的環境，現開發出以噴霧噴灑消毒劑來清潔致病微生物的方式。噴霧因顆粒小可接觸所有表

面[3]，也使得近來噴霧式 H_2O_2 的消毒方式已逐漸受到重視，其自動化之消毒方式也較傳統消毒方式更能有效清除環境中之 MRSA 及 *Clostridium difficile* [4-7]。根據美國某爆發 *C. difficile* 流行之醫院使用噴霧式 H_2O_2 消毒後的研究發現，該方式確實可抑制環境中 *C. difficile* 重新生長，且減少 39% 新感染案例[8]。

H_2O_2 噴霧式消毒的原理與方式

3~6% H_2O_2 液體對於大部分微生物而言是一個有效的消毒劑，當濃度高於 6% 時作用 20 分鐘可清除 *Cryptosporidium parvum* [9]。0.88 mol/L H_2O_2 消毒液作用 3~6 小時可 100% 清除 *Bacillus subtilis subsp globgii* 孢子[10]。0.208 mg/L H_2O_2 消毒液作用 15 分鐘可清除 3.4×10^5 菌數的 *Bacillus atrophaeus* [11]。其消毒原理是藉由 H_2O_2 產生的氫氧根自由基攻擊膜脂質、DNA 及其他細胞成分，這些自由基也會影響孢子的外殼、氧化病毒及細菌的蛋白質、酵素的硫醇基 (thiol) 和影響真菌的核醣體[12]。噴霧式 H_2O_2 消毒為一結合物理性及化學性之創新消毒方法，利用加壓方式使噴霧顆粒大小勻化為 8~12 μm ，此大小之顆粒可懸浮均勻散佈於所有表面，且粒子帶有正電性，使粒子更易附著於微生物上[13]。噴霧式也有二種方式：一種為水汽式 (vapor)：使用 30 % H_2O_2 ，可

減少 4~6 log 微生物量，機器較大，耗時約 5 小時以上；另一種為乾霧式 (dry mist、aerosol)：乾霧式 H₂O₂ 消毒液由 5~6% H₂O₂、50 ppm 銀離子 (Ag⁺)、< 1 ppm 阿拉伯膠及生物滲透壓水所組成，機器可任意移動，耗時約 2~3 小時[14]。這類消毒液以 H₂O₂ 氧化細胞膜脂質使微生物的核酸、核醣體發生改變，並利用 Ag⁺ 的正電性使細胞膜極性反轉、抑制蛋白質合成及影響細胞質中酵素之活性，藉而清除致病微生物[13]。此種新消毒液符合法國、歐洲消滅細菌、真菌、孢子及病毒之標準，且殺菌力遠高於標準之需求[3]。有研究在手術室、加護病房、感染科病房、救護車等地方針對 H₂O₂ 對於病毒、孢子、分枝桿菌之消毒效果進行測試，結果發現噴霧式 H₂O₂ 消毒可消除包括 *S. aureus* 等 10 種菌。另篇噴霧式 H₂O₂ 消毒系統之研究指出，利用 8~12 μm 大小之粒子均勻懸浮於房間中，可和所有可能被感染性致病源污染的區域做最大範圍接觸，且可於 2 小時內分解成 H₂O 及 O₂ [4]。

研究指出[3]，使用噴霧式 H₂O₂ 消毒的好處包括：

1. 可擴散至傳統人工清潔消毒時無法到達的所有表面。

2. 機器自動化且可快速讓醫療環境回復正常狀態，提升安全性。

3. 消毒劑所需要劑量由機器自動依空間計算，可以減少不必要的浪費。

4. 自動化設備可使消毒效果達到一致性，避免因人為因素造成誤差。

該文獻[3]建議使用噴霧式 H₂O₂ 消毒之時機為：

1. 定期消毒手術室、高風險病房單位或其他醫療單位

2. 高風險設備、病房爆發院內感染且為易傳播之菌種時。

使用時，藉由自動化機器將消毒液以每 6 ml/m³ (30 ml/min) 速率噴出，使小於 12 μm、帶有電荷之粒子懸浮於空氣中或附著於物體表面進行消毒。同時須將空調封閉或關閉，另門窗亦須關閉以維護相關人員安全 [13]。

文獻發表使用實例

一篇研究報告於四個地方置放微生物樣本 (離機器 <1 m、1~2 m、3~4 m、5~6 m) 並使用 GLOSAIR™400 機器設備進行消毒測試[14]，結果為：<1 m 處之樣本，20 種測試菌種中有 12 種菌完全沒有再被培養出，而在離機器 1~2 m、3~4 m、5~6 m 的 20 種測試樣本中，則有 10 種細菌完全未被培養出，其中對於 ATCC 標準菌株之 *E. coli* 及 *Candida krusei* 菌株消毒效果也非常好。而對從臨床分離出來的菌株如 *Enterobacter*，能減少 0.87~1.3 log，對其他微生物如 *Klebsiella pneumoniae*、*Acinetobacter* spp.、*Proteus* spp.、*Serratia* spp. 可以減少 1.04~2.69 log。而對於其他

細菌消毒後之效果，分別是可以減少革蘭氏陽性菌 MRSA ($> 4.78 \log$)、*Enterococcus* ($> 4.3 \log$)、*Staphylococcus epidermidis* ($> 4.3 \log$) 及 yeast ($> 3.2 \log$)。整體來說，四個地點(距機器不同距離)的清潔效果並無差異，菌株是否具抗藥性亦無差異；平均來看，對於此種消毒效果感受性由低至高排序為：G(-) bacilli (3 log)、抗藥性 G(-) bacilli (3.4 log，並和 antibiotic-susceptible 與否無差異)、G(+) cocci ($> 4.3 \log$ ，但 meticillin-susceptible *S. aureus* 則僅 3.42~3.88 log)、yeast ($> 3.2 \log$) [14]。

依據 Koburger 等人於 2011 年發表之文獻[15]，使用 GLOSAIR™400 噴灑消毒液 5~6% H₂O₂ 及 50 ppm Ag⁺ 之溶液，使用者僅需量測房間長寬高尺寸，輸入機器，機器便會自動計算消毒液使用量及作用時間，適用空間大小範圍可介於 10~200 立方公尺。

GLOSAIR™400 清潔消毒包含三步驟，耗時約 2~2.75 小時：

1. 噴灑期：將消毒液由液態轉為乾霧態(粒子大小為 8~12)，依房間大小所需產生時間不同。

2. 接觸期：粒子附著於空間裡所有生物及非生物表面，並與微生物作用以達到殺滅之效果，此約需 2 小時。

3. 恢復期：在此期間，空間內消毒劑濃度將逐漸下降至對人員無害之劑量。

使用噴霧式消毒液測試於因淹水過而大量生長黴菌之房間時，在消毒完 6 小時後進行空氣採樣，發現：黴菌量減少 9 倍(由 296 降至 32 CFU/m³)、微生物量(含細菌及真菌)減少 13 倍(由 2,328 降至 180 CFU/m³)，另針對牆壁及隔板進行採樣時，發現黴菌量亦有減少。由此可見，GLOSAIR™400 噴霧消毒可清除受黴菌危害空間內之真菌及細菌，且其清除效果可維持約一周，其清除房間水平及垂直表面上之 *Aspergillus brasiliensis* 的效用大於 4 log 以上，作者因而認為噴霧式消毒的確適合使用於消除真菌污染之空間[15]。

而依 Otter 等人於 2007 年研究發現[16]，針對感染 MRSA、Gram negative rods (GNR) 及 VRE 病人之病房進行手動清潔及噴霧式 H₂O₂ 消毒的比較，發現手動消毒後 MRSA、GNR 及 VRE 培養陽性率分別下降 33.3% (由 60% 降至 40%)、67.7% (由 30% 降至 10%)、0% (由 6.7% 降至 6.7%)，而若以噴霧式 H₂O₂ 消毒 MRSA、GNR 及 VRE 培養陽性率則分別下降 94.5% (由 60% 降至 3.3%)、100% (由 30% 降至 0%)、100% (由 6.7% 降至 0%)，其中使用噴霧式 H₂O₂ 消毒後 VRE 未再出現，而 MRSA 和 GNR 則在消毒後兩天內未發現，但 MRSA 於第七日、第九日有 40%、33.3% 採檢培養陽性，而 GNR 則於第七日、第九日有 6.7%、10% 採檢培養陽性；以上研究結果

顯示，傳統手動清潔消毒並無法完全清除 MRSA、GMR 及 VRE。此外根據 French 等人之研究[5]，使用 30% H₂O₂ 溶液當消毒劑，藉由 5 小時之噴霧式消毒，其中有 40 分鐘濃度為 500 ppm，可消除環境中的 MRSA 達 98.3% (由 72% 降至 1.2%)。依 Falagas 等人於 2011 所作系統性回顧[17]，探討噴霧式 H₂O₂ 於環境清潔消毒之功效及醫療院所感染管制之措施，共回顧 10 篇文獻，其中蒸氣 (vapor) 態共 7 篇、乾霧 (dry mist) 態共 3 篇；探討過之微生物包括 5 篇 MRSA、3 篇 *C. difficile* 及 2 篇其他微生物；消毒前於環境中採樣共有 39% (187/480) 有致病微生物檢出，傳統消毒後共有 28.3% (178/630) 採樣仍檢出致病微生物陽性；然使用 H₂O₂ 消毒後，則只有 2.2% (15/682) 採樣檢出陽性。有 4 篇文獻探討 H₂O₂ 於感染管制之功效，其中兩篇研究控制了院內感染突發事件、而另兩篇則減少 MRSA 及 *C. difficile* 之感染。

結論與限制

現行許多噴霧式消毒劑對人體有毒性、會破壞器材、會因接觸有機物質而降低消毒效果。H₂O₂ 為常用之化學消毒劑，可清除所有微生物 (含孢子)，且其效果甚至可延長至消毒後 6~10 小時[18-19]。噴霧式 H₂O₂ 因為可有效清除密閉式環境：如隔離病房、一般房間、儀器、及其他被致病

微生物污染之地方，相較於其他具有毒性、對環境有危害的消毒劑能提供另一個選擇；但是運用噴霧式 H₂O₂ 作為環境消毒也有使用上現行實際面的問題，包括使用時必須要密閉該空間且空調需關閉，消毒全程需 2 至 3 小時及費用較高的問題。不過，在面對抗藥性細菌及病人安全的議題上，有效做好醫院環境清潔消毒與定期監測、減少感染的發生是刻不容緩的一件事，因此其在台灣臨床上的應用仍值得大家進一步探討。

參考文獻

1. Otter JA, Yezli S, French GL: The role played by contaminated surfaces in the transmission of nosocomial pathogens. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2011;32:687-99.
2. Roques C: Improvement of vancomycin-resistant enterococci eradication in hospitals by combined barrier precautions and disinfection using an automatic dry mist system. *European Infect Dis* 2010;4:63-5.
3. Marty N: Dry fog disinfection: an assessment of microbiological efficacy and practical advantages. *Revue Hygienes* 2007;XV.
4. Shapey S, Machin K, Levi K, et al: Activity of a dry mist hydrogen peroxide system against environmental *Clostridium difficile* contamination in elderly care wards. *J Hosp Infect* 2008;70:136-41.
5. French GL, Otter JA, Shannon KP, et al: Tackling contamination of the hospital environment by methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA): a comparison between conventional terminal cleaning and hydrogen peroxide vapour decontamination. *J Hosp Infect* 2004;57:31-7.
6. Wood H, Gray J, Turner A, et al: Investigation into outbreaks of *Clostridium difficile* at Stoke Mandeville Hospital, Buckinghamshire Hospitals NHS Trust. London: Healthcare Commission

- 2006.
7. Dryden M, Parnaby R, Dailly S, et al: Hydrogen peroxide vapour decontamination in the control of a polyclonal methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* outbreak on a surgical ward. *J Hosp Infect* 2007;68:190-2.
 8. Boyce JM: Environmental contamination makes an important contribution to hospital infection. *J Hosp Infect* 2007;67:50-4.
 9. Weber DJ, Rutala WA: The emerging nosocomial pathogens *Cryptosporidium*, *Escherichia coli* O 157:H7, *Helicobacter pylori*, and hepatitis C: epidemiology, environmental survival, efficacy of disinfection, and control measures. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2001;22:306-15.
 10. Baldry MG: The bactericidal, fungicidal, and sporicidal properties of hydrogen peroxide and peracetic acid. *J Appl Bacteriol* 1983;54:417-23.
 11. Jacobs P, Lin S: In: Hydrogen peroxide plasma sterilization system. Arlington, TX: Surgikos Inc 1987:13.
 12. Russel AD, Furr JR, Maillard JY: Microbial susceptibility and resistance to biocides. *AMS News* 1997;63:481-7.
 13. Barbut F, Menuet D, Verachten M, et al: Comparison of the efficacy of a hydrogen peroxide dry-mist disinfection system and sodium hypochlorite solution for eradication of *Clostridium difficile* spores. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2009;30:507-14.
 14. Herruzo R, Vizcaino MJ, Herruzo I: Quantifying Glosair™ 400 efficacy for surface disinfection of American Type Culture Collection strains and micro-organisms recently isolated from intensive care unit patients. *J Hosp Infect* 2014;87:175-8.
 15. Koburger T, Below H, Dornquast T, et al: Decontamination of room air and adjoining wall surfaces by nebulizing hydrogen peroxide. *GMS Krankenhaushygiene Interdisziplinär* 2011:6.
 16. Otter JA, Cummins M, Ahmad F, et al: Assessing the biological efficacy and rate of recontamination following hydrogen peroxide vapour decontamination. *J Hosp Infect* 2007;67:182-8.
 17. Falagas ME, Thomaidis PC, Kotsantis IK, et al: Airborne hydrogen peroxide for disinfection of the hospital environment and infection control: a systematic review. *J Hosp Infect* 2011;78:171-7.
 18. Spotts Whitney EA, Beatty ME, Taylor TH Jr, et al: Inactivation of *Bacillus anthracis* spores. *Emerg Infect Dis* 2003;9:623-7.
 19. Rutala WA: Selection and use of disinfectants in healthcare. In: Mayhall CG, editor. *Hospital Epidemiology and Infection Control*. 2nd ed. London: William and Wilkins 1999:1161-87.

Evaluation of the Use of mist spray H₂O₂ for Environmental Cleaning and Disinfection in Hospital Settings

Ming-Chin Chan^{1,3}, Chih-Chien Wang^{2,3}

¹Infection Control Office, Tri-Service General Hospital,

²Department of Pediatrics, Tri-Service General Hospital,

³National Defense Medical Center, Taipei, Taiwan

Prevention of health care-associated infection is an important issue for healthcare facilities and the World Health Organization. Correlations exist between the cleanliness of hospital environments and health care-associated infections. Therefore, cleaning and disinfecting the environment to reduce pathogens is highly important. Conventional manual cleaning could not effectively disinfect the repeatedly polluted hospital environment. Dry mist or vapor cleaning in which disinfectant H₂O₂ is sprayed to create small particles that could reach to all surfaces is an emerging method of cleaning to eradicate environmental pathogens effectively and has now been more emphasized. The automated disinfection program using small-particle H₂O₂ is far more effective for cleaning the environment, especially the drug-resistant bacteria such as methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* and *Clostridium difficile*, than manual cleaning. Compared with other toxic, environmentally hazardous cleaning agents, H₂O₂ provides an alternative and can effectively clean and sterilize closed environments such as isolation wards, clean rooms, equipment, and other places contaminated with pathogenic microorganisms. The application of H₂O₂ dry mist or vapor could be further expanded to include other environmental cleaning and disinfection.

Key words: Health care-associated infection, mist spray H₂O₂, environment cleaning and disinfection