

噴霧器之臨床應用與感染管制

謹欣瑜¹ 陳瑛瑛^{2,3}

臺北榮民總醫院 ¹護理部 ²感染管制室

³國立陽明大學

呼吸道之自然防衛機轉可抵禦外來微生物的侵襲，但當人體免疫力下降時，致病菌就可能經由內源性或外源性感染途徑進入呼吸道造成感染。臨床上常使用噴霧器做為呼吸道疾病給藥工具，其可霧化藥物至 0.5~10 μm ，透過吸入方式進入下呼吸道達到祛痰或治療呼吸道炎症反應之療效。然而，噴霧器若照護不當也可能因外源性感染途徑造成噴霧器汙染，增加病人呼吸道菌種移生或是呼吸道感染之風險。因此，醫護人員應了解和遵行噴霧治療臨床照護措施，以降低病人呼吸道感染之危險性。（**感控雜誌 2014:24:293-300**）

關鍵詞： 噴霧器、呼吸道移生、呼吸道感染

前 言

在醫院常用噴霧器做為呼吸道疾病治療之給藥工具，臨床上噴霧治療多為祛痰或治療呼吸道炎症反應之用。然而，噴霧治療也是造成呼吸道菌種移生的重要因素之一，噴霧治療的使用與病人口咽之菌種移生有顯著相關 ($p < 0.05$) [1]。通常使用噴霧治療的病人在使用後第四天就可發現到口咽菌種的移生[1,2]。有 10~34% 使用噴霧器的病人發生口咽菌種移生，

需在停止噴霧治療兩天後移生菌才會消失[3]。當病人呼吸道出現非常在性口咽菌種移生時，代表呼吸道防衛能力可能下降，也是呼吸道感染的重要前兆[2]。另外，噴霧器可能因照護人員帶菌的雙手汙染、不適當地清潔或消毒噴霧治療裝置以及添加汙染的噴霧藥劑等，使得噴霧器產生帶菌的氣霧，隨著病人噴霧治療時吸入肺部造成呼吸道感染[4]。因此，醫護人員應了解和遵行噴霧治療臨床照護措施，以降低病人呼吸道感染之危險性。

民國 103 年 9 月 1 日受理
民國 103 年 10 月 16 日接受刊載

通訊作者：謹欣瑜
通訊地址：11217 臺北市北投區石牌路二段201號
連絡電話：(02) 2875-7114

呼吸道的自然防衛機轉

人體的呼吸道有數個自然防衛機轉可抵禦致病微生物之侵襲，包括唾液因含有纖維黏接蛋白 (Fibronectin)，能使正常口腔內鏈球菌附著，以防止好氧性革蘭氏陰性桿菌的滋生，但當宿主免疫功能下降，唾液分泌減少時，則致病菌可取代正常的口腔菌附著部位，使得口咽成為細菌滋生的溫床[5]。

此外，呼吸道是由表面上皮細胞和黏膜下腺體組成，其中表面上皮細胞包含假複層上皮柱狀纖毛細胞、杯狀細胞及 C 細胞，黏膜下腺體則包含漿液細胞及黏液細胞；而這些細胞可分泌黏液以利纖毛運動。正常人每日約分泌 100 ml 的黏液，約 5~10 μm 厚，可分為上半部的凝膠層和靠近管腔的液膠層。凝膠層約 1~2 μm 厚的半固體，性狀黏密不易分開，可捕捉進入呼吸道的異物或細菌；液膠層約 4~8 μm 厚，主要含電解質液和少量的黏液多醣體，可讓纖毛在其內擺動自如，纖毛長度約 5~7 μm ，纖毛數量與擺動速度由小呼吸道至大呼吸道漸增，以每分鐘擺動約 1,000~1,500 次可移動 2 公分距離的速度，同時有規律地將黏液往咽喉處推動，並將異物排出。但在靠近聲帶部位的鱗狀上皮細胞，沒有纖毛存在，故黏液被推動到此必須經由咳嗽排到喉嚨吐出。綜之，人體呼吸道的防衛機轉也就是倚賴黏液纖毛層的清除機制和有效的咳

嗽來完成[6-7]。一般而言，呼吸道吸入的氣霧大於 10 μm 可被鼻咽部或氣管纖毛運動排除，但是小於 4 μm 則可直接進到肺部造成感染[8]。

呼吸道感染之致病機轉

醫療照護相關肺炎可分為內源性和外源性兩種感染途徑，微生物可經內源性途徑：將鼻腔、竇腔、口咽、氣管或胃液存在的致病菌吸入造成呼吸道感染；或經由外源性途徑：當醫護人員帶菌之雙手接觸到病人的呼吸治療設備或侵入性氣管內管生物膜的附著，而將致病菌吸入下呼吸道造成肺部感染；抑或遠端血流感染將病菌循環至呼吸道造成感染[5]。

一、內源性感染途徑

(一) 胃腸道微生物移生吸入：

常見於重症病人，因為這些病人經常由胃腸道灌食或使用壓力性潰瘍的預防用藥（如：制酸劑、H₂-拮抗劑、ATPase 抑制劑），造成胃酸分泌減少，使得胃部 pH 值上升，因而改變胃部成為適合微生物生長之環境（特別是革蘭氏陰性菌），或者因重症病人的腸蠕動減少，胃排空時間延長，導致細菌經由胃腸反射由上段小腸逆行到胃部，在胃部的細菌又逆行到上呼吸道，再經由吸氣時到達下呼吸道，進而造成肺部感染[9]。

(二) 上呼吸道菌種移生吸入：

上呼吸道菌種移生吸入是最常見

的內源性感染途徑。通常是將上呼吸道(如：口咽部、竇腔、鼻腔處)的微生物或牙菌斑吸入肺部造成呼吸道感染。雖然有呼吸道菌種移生的病人，並不一定都有肺炎發生，但上呼吸道菌種移生可視作一危險因子[10]。病況嚴重或免疫不全的病人，隨著住院天數延長(大於 21 天以上)，口咽處有革蘭氏陰性菌移生比率會由 18% 增至 47%，瀕死病人會增至 100% [11]。

二、外源性感染途徑

醫護人員雙手觸碰到受污染的呼吸治療裝置(如：噴霧器、呼吸器管路、呼吸器)、受汙染的治療環境(如：水槽、水龍頭)或其他環境潛在的外源性污染物(如：聽診器、壓脈帶)時，醫護人員帶有微生物的雙手若直接接觸病人的呼吸器管路或呼吸治療設備時，微生物會藉此途徑移生到病人的呼吸道進而造成呼吸道感染，甚至在病人間菌種亦會發生交互移生或交互感染[9]。早期研究指出加護病房的病人易在其雙手或病室環境培養出與呼吸道相同菌種，如：克雷白氏肺炎菌 (*Klebsiella pneumoniae*)、腸桿菌屬 (*Enterobacteriaceae*) [2]。

噴霧治療的起源

噴霧治療的吸入器 (Inhaler) 最初是英國的 Christopher Bennet 在 1654 年發明，但當時並不用於製藥工業上；直至英國 Philip Stern 在 1764 年才確立

噴霧治療的發明，他在「Medical Advice to the Consumptive and Asthmatic People of England」書中提到，放置氣管內管的病人，可經由噴霧治療給予處方用藥；到了 1778 年英國醫師 JhonMugde 使用鉛錫合金材質的容器裝置鴉片類藥物後可以產生噴霧以治療咳嗽；1867 年德國 Da Costa 則進一步發明噴霧治療 (Nebulizer) 裝置，利用柏努力原理 (Venturi principle) 來霧化液態藥物，也開啟噴霧治療的先端；直至 1878 年 Berkart 使用松節油和一種叫「興渠」(*Assafoetida*) 的植物做為噴霧治療的處方，並創造了特有的噴霧治療設備 (Spray-producing apparatus)，也發現其所噴出的氣霧並不全然能進入下肺部，因而成就了現今噴霧粒子的大小與噴霧治療的重要性[12]。

噴霧器的種類、治療機轉和運用

現今醫院使用的噴霧器可分為兩種，一為 500 ml 以上的儲存罐，包含間歇性正壓呼吸器 (Intermittent positive-pressure breathing machine, IPPB)、超聲波和旋轉磁盤式的潮溼器；另一為小量噴霧治療器，其可連接氧氣導管或連接呼吸器使用，而連接氧氣導管之噴霧治療裝置又可分為手持式或面罩式兩種。小量噴霧器是依據柏努力原理，讓氣體經過一狹窄的孔洞，進而壓縮空氣，透過噴管材質的設計，讓噴霧器內的液體可在經

過障礙物的破壞後，形成氣霧的原理將藥物霧化至 $0.5\sim 10\ \mu\text{m}$ ，再藉由氣流衝力的傳播，讓病人藉由吸氣，將藥物帶入肺部的支氣管和肺泡中（小於 $4\ \mu\text{m}$ ），若氣霧粒子小於 $1\sim 2\ \mu\text{m}$ ，則容易在吸入後又被肺泡排出[13]。

噴霧治療的目的係可供給溼氣維護呼吸道黏膜和纖毛運動，促使乾燥滯留的痰液排出，並可藉此將藥物吸入，減輕呼吸道的炎症反應[14]。在臨床上噴霧治療適應症有支氣管痙攣或哮喘、黏液纖毛層清除機制受損、氣管或支氣管黏膜充血、喉部水腫、氣喘或呼吸道疾病（如：慢性阻塞性肺部疾病、支氣管擴張症、纖維性囊腫、咽喉炎、氣管炎、支氣管炎等）、上呼吸道的化學性損傷（如：吸入有毒煙霧或化學物質）、上呼吸道物理性損傷（如：拔除氣管內管後）以及誘痰等[6]。

噴霧治療之臨床應用及 感染管制照護指引建議

在噴霧治療的照護方面，歐美國家均提出相關的建議，歐洲呼吸照護協會即建議醫師須依照院方規定政策執行小量噴霧治療之處方開立，確保病人的用藥安全，且須避免不適當的噴霧治療醫囑開立造成藥物資源的浪費。護理師和呼吸治療師在噴霧治療照護上，必須按照產品說明書內容正確操作以確保小量噴霧器之使用效能，並在噴霧治療後適當地清潔、晾

乾噴霧器及妥善儲存噴霧器之面罩；醫護人員須詳盡地向病人、家屬或照顧服務員說明小量噴霧治療之安全和有效的使用方法，包括：如何組裝和清潔小量噴霧器各零件；小量噴霧器須予單一病人使用，在噴霧治療完成後噴霧器需消毒並以無菌水沖洗後風乾；當小量噴霧器需在不同病人間共用時，必須完成滅菌或高層次消毒才可再用；小量噴霧器的各個零件須經常更換(Grade C) [15]。

在美國，疾病管制中心針對小量噴霧器等呼吸治療裝置之清潔和消毒建議，包括：呼吸治療裝置在使用後須適當地清潔，晾乾放置，經清潔再滅菌或採高程度消毒（巴斯德消毒，大於 70°C 、30 分鐘或使用高程度的化學消毒劑），消毒後再以無菌水沖洗、晾乾或烘乾並包裝 (IA)；當潮濕瓶、氧氣導管或面罩外觀明顯汙染時要立即更換 (II)；另外，針對重覆使用之呼吸治療裝置相關配備，建議須採化學消毒後再以無菌蒸餾水沖洗，若臨床上不易執行，則可使用過濾水（如：水分子可通過 $0.2\ \mu\text{m}$ 的過濾器）或自來水沖洗，再輔以酒精沖洗，之後風乾或在風乾櫃裡乾燥；對於小量噴霧器（管路內和手持式）則指出不宜共用，須單一病人使用，在每次治療後噴霧器須清潔並消毒，以使用無菌溶液清淨沖洗後，再以氣體吹乾或晾乾 (IB)；使用的噴霧藥劑須為無菌，並遵守無菌原則添加藥物於噴霧器內 (IA)；使用的噴霧藥劑建議採單一劑

量包裝且藥劑在單次使用後須丟棄 (IB)；若藥劑為複劑量包裝，則須遵照藥品的標示或包裝說明進行藥物的調劑、儲存和丟棄 (IB) [16-17]。

Lisa Saiman 等人亦在美國肺部囊性纖維化基金會 (Cystic Fibrosis Foundation Consensus Conference) 之會議上與其他感染管制專家共同探討小量噴霧治療之臨床照護規範，內容與 2003 年美國疾病管制中心制定的規範相同，再增列提出「醫護人員須按照產品說明方式操作和維護小量噴霧器 (IB)」、「醫護人員須按照產品說明方式適當地清潔、晾乾噴霧器和儲存噴霧器之面罩 (II)」兩項建議 [18]。

噴霧器使用之感染管制措施

在國內也有針對噴霧治療使用之相關措施建議如下：

一、洗手與工作人員之個人防護使用

由於工作人員是小量噴霧器使用過程中的外源性汙染來源之一。因此，接觸病人前後、接觸病人呼吸治療裝置前、處理病人呼吸道分泌物或呼吸道分泌物汙染的物品後、在不同病人間進行治療以及接觸病人周遭環境後都應該以含消毒劑成分的洗手劑洗手；假使預期身體可能會接觸到病人的呼吸道分泌物和汙染物，應該要再穿戴外科級口罩 (或以上)、手套、隔離衣、護目鏡或面罩等個人防護設備，並且在治療完成後和照護其他病

人前須更換整套防護設備並進行洗手；此外，在操作噴霧治療設備和為病人進行抽痰過程均應遵守無菌原則 [19]。

二、噴霧器使用之維護措施

潮濕瓶和噴霧器在每次添加無菌水時，應將裡面剩餘的水倒掉再添加新的無菌水。所有病人使用過的呼吸治療設備均應經清潔後再消毒或滅菌；若為直接或間接接觸呼吸道黏膜的儀器和裝置應採高程度消毒或滅菌 [19]。

(一) 小容量給藥噴霧器 (Small volume medication nebulizers) (管路內 (in line) 及手持式噴霧器)：

噴霧治療之使用以上呼吸道水腫、緩解支氣管痙攣和祛痰為主要適應症，高感染性呼吸道傳染病者 (如 SARS、TB、新型流感等) 避免使用。小量噴霧器須予同一病人使用，在每次治療後噴霧器須以無菌溶液清淨後以氣體吹乾或晾乾 (IB)。噴霧藥劑須為無菌，添加藥物於噴霧器內也須遵守無菌原則 (IA)。噴霧藥劑建議採單一劑量包裝且藥劑在單次使用後須丟棄 (IB)；若藥劑為複劑量包裝，則須遵照藥品的標示或包裝說明進行藥物的調劑、儲存和丟棄 (IB) [17,19]。

(二) 大容量的噴霧器 (Large-volume nebulizer)：

用來做吸入治療 (如氣管切開病人) 的大容量噴霧器，在不同病人間和同一病人使用 24 小時後，應採高程

度消毒。目前不建議臨床使用大容量的噴霧器(如：全功能噴霧器或超聲波)，除非此噴霧器能每日滅菌或執行高程度消毒，以及添加無菌水[19]。

結 語

噴霧器可能因外源性感染途徑，如照護人員帶菌雙手的接觸、不適當地清潔、消毒或儲放、添加藥劑過程未遵守無菌原則等因素造成汙染，進而形成帶菌的氣霧進入呼吸道，造成呼吸道菌種移生，甚至是呼吸道感染，會導致病人住院天數延長且增加醫療成本，故臨床上應嚴謹規範噴霧治療之感染管制措施 照護指引，並加強醫護人員對噴霧治療之臨床照護措施和感染管制措施的了解和與確實遵行。醫師應先確認病人有噴霧治療適應症再開立霧氣治療醫囑，噴霧治療前，醫護人員應給予病人、家屬或照顧服務員霧氣治療相關護理指導，且噴霧器限定予單一病人使用，所添加的噴霧藥劑須無菌，在添加藥劑過程中也須遵守無菌原則，噴霧器在使用後也須適當地清潔、消毒和儲放，在每次治療後噴霧器須清潔並消毒，使用無菌溶液沖洗後，再以氣體吹乾或晾乾，以確保病人之噴霧治療安全性。

參考文獻

1. Botman MJ, de Krieger RA: Contamination of

- small-volume medication nebulizers and its association with oropharyngeal colonization. *J Hosp Infect* 1987;10: 204-8.
2. Johanson WG, Pierce AK, Sanford JP, et al: nosocomial respiratory infections with gram-negative bacilli. *Annals of Internal Medicine* 1972;77:701-6.
3. Denton M, Rajgopal A, Mooney L, et al: *Stenotrophomonas maltophilia* contamination of nebulizers used to deliver aerosolized therapy to inpatients with cystic fibrosis. *J Hosp Infect* 2003;55:180-3.
4. Tablan OC, Anderson LJ, Arden NH, et al: Guideline for prevention of nosocomial pneumonia. The Hospital Infection Control Practices Advisory Committee, Centers for Disease Control and Prevention. *Infect Control Hosp Epidemiol* 1994;15:587-627.
5. Alcon A, Fabregas N, Torres A: Pathophysiology of pneumonia. *Clin Chest Med* 2005;26:39-46.
6. 吳英黛：呼吸循環系統物理治療～基礎實務～(第三版)。臺北：金名出版社。2012:217-358。
7. 李錦中，陳素梅：支氣管黏液學與藥物之臨床應用。台灣醫界 2006;49:10-5。
8. Chen YY: 院內肺炎感染之防護. *J Nurs Res* 1998;45:67-72.
9. Bergmans DC, Bonten MJ: Healthcare-associated pneumonia. In: C. Glen Mayhall, eds. *Hospital Epidemiology and Infection Control*. 4th.ed. Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins. 2012:307-20.
10. Bryan PS, Edward SW: Guideline for Prevention of Nosocomial Pneumonia. *Infect Control Hosp Epidemiol* 1982;3:327-33.
11. Tillotson JR, Finland M: Bacteria colonization and clinical superinfection of the respiratory tract complicating antibiotic treatment of pneumonia. *J Infect Dis* 1969;119:597-624.
12. Sanders M: Inhalation therapy: an historical review. *Prim Care Respir J* 2007;16:71-81. doi: 10.3132/pcrj.2007.00017
13. Le Brun PP, de Boer AH, Heijerman HG, et al: A review of the technical aspects of drug nebulization. *Pharm World Sci* 2000;22:75-81.
14. 林明峰、彭雅翎、陳敏慧等：噴霧治療後小量噴霧器細菌汙染情形之研究。感控雜誌 2007;17:287-98。

15. Boe J, Dennis JH, O'Driscoll BR, et al: European Respiratory Society Guidelines on the use of nebulizers. *Eur Respir J* 2001;18:228-42.
16. Centers for Disease Control and Prevention. Guidelines for prevention of Nosocomial pneumonia. *MMWR* 1997;46:24-76.
17. Tablan OC, Anderson LJ, Besser R, et al: Guidelines for preventing health-care-associated pneumonia, 2003. *MMWR* 2004;53:1-36.
18. Lisa S, Jane S: Infection control recommendations for patients with cystic Fibrosis: Microbiology, Important pathogens and Infection control practices to prevent patient-to-patient transmission. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 2003;24:6-52.
19. 王復德：健康照護感染管制指引 (第一版)。台北：時新出版社 2008:131-3。

Application of Nebulizers in Clinical Care

Shin-Yu Chen¹, Yin-Yin Chen^{2,3}

¹Department of Nursing, ²Center for Infection Control
Taipei Veterans General Hospital, ³National Yang-Ming University, Taipei, Taiwan

The natural defense mechanisms of the respiratory tract can aid in the protection against foreign microbial invasion. However, bacteria normally cause respiratory tract infections by endogenous or exogenous routes when patient immunity is compromised. Nebulizers have wide clinical applications and are used as clinical tools; nebulizers can aerosolize medicines from approximately 0.5-10 μm distance to reach the lower respiratory tract, thereby inducing expectorant action to treat the inflammatory or respiratory infections. However, nebulizers can be contaminated by the exogenous route owing to improper care. This increases the risks of colonization or respiratory tract infections. Therefore, health care workers should understand and comply with the guidelines of steam inhalation clinical care to reduce the risk of respiratory infection.

Key words: Nebulizer, respiratory tract colonization, respiratory tract infection