

台灣呼吸治療簡訊

TSRT TIMES

Taiwan Society for Respiratory Therapy

第23卷第1期
2012.5



台灣呼吸治療簡訊

第23卷第1期
2012.5



國際事務

呼吸治療國際新紀元

活動報導

參加一〇一年度會員代表大會暨國際學術研討會

專題報告

呼吸治療師在霧氣治療傳送系統的使用指引(第二版) Part II



ISSN 1993-6370

TSRT TIMES Taiwan Society for Respiratory Therapy

ISSN 1993-6370

發行單位：台灣呼吸治療學會

聯絡處：404 台中市北區梅川西路三段66號3樓1034室

電話：04-22926834 傳真：04-22920724 網址：<http://www.tsrt.org.tw>

中華民國一〇一年五月



台灣呼吸治療簡訊

TSRT TIMES

Taiwan Society for Respiratory Therapy

第二十三卷第一期

中華民國一〇一年五月

Volume 23 Number 1 May 2012

發行人：毛蕙心

主編：許端容

編輯委員：方瑱珮、邱瓊瑩

編輯秘書：游宛菱

發行單位：台灣呼吸治療學會

聯絡處：404 台中市北區梅川西路
三段 66 號 3 樓 1034 室

電話：04-22926834

傳真：04-22920724

網址：<http://www.tsrt.org.tw>

台內社字第0940021551號

中華民國呼吸照護學會1990・

台灣呼吸治療學會2005

目錄

01 呼吸治療師之角色典範

02 呼吸治療師的倫理規範

社論

05 秘書長的話

王鳳葉 秘書長

主編的話

06 主編的話

許端容 編輯理事

國際事務

07 呼吸治療國際新紀元 劉金蓉 國際事務理事

活動報導

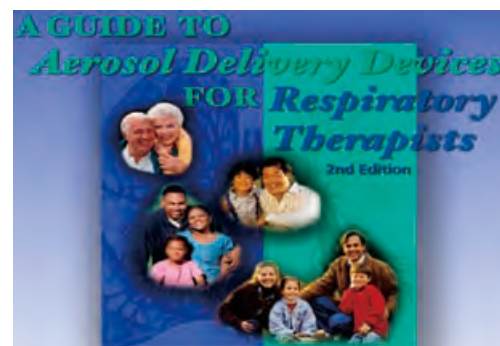
09 參加一〇一年度會員代表大會暨國際學術研討會

陳柏君 副秘書長

專題報告

11 呼吸治療師在霧氣治療傳送系統的使用指引(第二版) Part II

中國醫藥大學附設醫院內科部胸腔暨重症系施純明主任、
呼吸治療科朱家成技術主任等





呼吸治療師之角色典範

中華民國呼吸照護學會, 1999

身為心肺照護工作之醫療專業人員，應該致力於個人及整體專業最高標準的追求，除了不斷地致力於提供病患的最佳呼吸照護品質以維護專業的道德規範外，呼吸治療師也應成為大眾呼吸照護的倡導者及領導人。

呼吸治療師應責無旁貸地參與推廣認識肺部疾病的致病原因和預防方法，以及心肺系統相關問題的活動。

呼吸治療師應支持有關肺部疾病改善計劃的推廣與倡導，包括禁煙的推廣、肺功能篩檢、空氣污染警示、過敏警告與其他大眾衛生保健教育計劃。

呼吸治療師必須參與改善健康及避免疾病的所有相關領域之研究。

呼吸治療師應參與並領導為教導學生、教師、醫療人員、病患及一般民眾有關肺部健康提昇與心肺疾病預防等活動。

呼吸治療師應以身作則拒吸香煙，以保護自身心肺的健康，並積極投入於家裡或工作環境中，如何禁止吸煙或其他菸草製品使用的活動。

呼吸治療師應致力成為健康照護團隊成員的典範，負起其所應有的呼吸照護責任，並與其他醫療專業人員合作，以期達到大眾對健康的需求。



呼吸治療師的倫理規範

民國九十六年 12 月 15 日通過

前言

呼吸治療師以照顧病患的生命與健康為使命，除維持專業自主外，當以良知和尊重生命尊嚴之方式執行醫療專業，以維繫良好的職業道德與照顧病患的水準，除了考量對病人的責任外，同時也應確認自己對社會、其他醫事人員和自己的責任，並應基於倫理自覺，實踐呼吸治療師自律、自治，維護呼吸治療師職業尊嚴與專業形象，爰訂定呼吸治療師倫理規範，引導呼吸治療師遵守正當行為的基本倫理準則，切盼全國呼吸治療師一體遵行。

第一章 總則

- 第一條 為增進病人權益，發揚呼吸治療師倫理與敬業精神，維持醫療秩序與風紀，特制定本規範。
- 第二條 呼吸治療師執業，應遵守法令及本規範。
- 第三條 呼吸治療師應謹言慎行，行禮如儀以共同維護呼吸治療師執業尊嚴與專業形象。
- 第四條 呼吸治療師執業應注重病人權益及隱私，並尊重病人的自主權，以良知與尊嚴的態度執行救人聖職。
- 第五條 呼吸治療師應充實醫學新知、加強醫療技術、接受繼續教育，以跟隨醫學之進步並以提昇醫療服務品質、造福病人福祉為目標。呼吸治療師更須隨時注意與執業相關的法律和執業規範，以免誤觸法令而聲譽受損。
- 第六條 呼吸治療師應以醫學上可接受之方式從事醫療行為，且不得從事任何踰越其個人能力及醫師指示以外的醫療行為。

第二章 呼吸治療師與病人

- 第七條 竭盡所能地為病患服務。執行這些服務時能尊重服務對象之人權與尊嚴，提供照護時無任何差別待遇，不應以病患在社會及經濟上的地位或其健康問題而有所差別。
- 第八條 尊重並保護所服務病患之個人及法律所規範之人權，包括事先告知、同意書



的簽訂及拒絕治療的權利；提供呼吸照護活動時，應善盡告知責任，經確實知悉同意後執行，但緊急情況除外。

第 九 條 尊重病患的隱私權，絕不洩漏任何病患及家屬之個人資料，除非這是執行工作時必須的，或法律要求的。

第 十 條 呼吸治療師不得擅自洩露病患的資料，並應時常請教病患的主治醫師，以對病患的情況有進一步的了解。

第 十一 條 呼吸治療師不得因病患之特別請求而收受病患所給予之酬金，且應避免涉及利益輸送之行爲。

第 三 章 呼吸治療師與醫療機構及醫療同仁間

第 十二 條 執行業務時，避免不當的、不必要的使用及浪費各項資源。

第 十三 條 在醫療團隊合作中，呼吸治療師所應提供的照護及承擔的責任應該相同。在團隊合作中，應遵守下列規範：

一、應認同其他醫療同仁的技術與貢獻。

二、在團隊內、外，都能與其他醫療同仁有效地溝通並不吝於指導。

三、確保病患及其他醫療同仁都了解自己的專業身分與專長、在團隊中的角色與責任。

四、應積極與其他的健康照護專業人員合作，參與各項社區及國家服務，爲達到促進大眾健康及疾病的預防而努力。

第 四 章 呼吸治療師同儕間

第 十四 條 呼吸治療師相互間應彼此尊重、互敬、互信、互助。

第 十五 條 呼吸治療師不應詆毀、中傷其他呼吸治療師，亦不得影響或放任病人爲之。

第 十六 條 呼吸治療師對於後進同仁應主動輔導，致力協助發展專業能力與進步。

第 十七 條 呼吸治療師不以不正當方法，妨礙病人對其他呼吸治療師之信賴。

第 十八 條 呼吸治療師應避免因個人動機質疑其他呼吸治療師之聲譽，但知悉其他呼吸治療師在人格或能力上有缺失或從事造假或其他不正當行爲之具體事證等違反本規範之行爲，宜報告該呼吸治療師所屬之呼吸治療師公會。

第 十九 條 呼吸治療師相互間所生之爭議，應向所屬呼吸治療師公會請求調處。

第 二十 條 呼吸治療師基於自己之原因，進行醫療爭議訴訟時，應通知所屬呼吸治療師公會協助。



第五章 紀律

第二十一條 呼吸治療師應維持自我身心平衡，終身學習，提昇個人專業行為之標準及執業能力。

第二十二條 呼吸治療師不將呼吸治療師證書、會員章證或標誌以任何方式提供他人使用。

第二十三條 進行研究時遵行合理又合於科學的步驟及醫學倫理規範。

第二十四條 呼吸治療師違反法令、呼吸治療師公會章程、或本規範者，除法令另有處罰規定者外，由所屬之呼吸治療師公會審議、處置。

第六章 附則

第二十五條 呼吸治療師應盡量避免參與任何醫療及健康有關之商業廣告或代言，以避免呼吸治療師專業形象被商業化或引發社會議論。如基於社會公益或促進醫學進步之目的，為產品代言或廣告應遵守下列原則：

- 一、為產品代言不涉及醫療廣告。
- 二、應秉持良知以謹慎之態度，教育民眾正確醫學知識，促進健康生活品質為前提。
- 三、避免以誇大、煽惑性之言詞或違背呼吸治療專業方式為之，並不得影響醫療專業判斷之客觀性。
- 四、呼吸治療專業意見之發表或陳述，應以曾於醫學領域之專業期刊或學術活動，公開發表之論文著作內涵或研究報告為準。
- 五、不宜為產品介紹、功能描述或影射其未經科學研究證實之功效。
- 六、不得有誤導民眾或使民眾陷於錯誤判斷之陳述。

第二十六條 本規範經中華民國呼吸治療師公會全國聯合會會員代表大會通過後施行，並呈報衛生署備查，修改時亦同。



秘書長的話

秘書長 王鳳葉

回顧 2011 年，秘書處在理事長及各位理監事的帶領下，順利完成不少業務，同時感謝會員們的提點，讓秘書處能完成諸多業務。

在 2011 年學會主要的幾個工作重點有於 2011 年 6 月 23 日敬邀全省呼吸治療師公會代表、呼吸照護學系老師、全聯會代表及學會理監事代表等，共同集會討論完成了『呼吸治療師專業能力進階制度』的修訂，並於順利於今年 4 月 8 日會員大會提案通過，相關的規定及申請辦法將會公告於學會的網站，也希冀各會員可以提出寶貴的意見，讓『呼吸治療師專業能力進階制度』能順利推動。

學會去年也首度與醫策會合辦研習會，針對呼吸治療師於教學補助計畫臨床教學的課程設計與教學技巧運用，舉辦北、中、南三場的師資研習營，也獲得會員們的踴躍參與，今年也與醫策會延續舉辦。

另外也基於現今資訊及網路的蓬勃發展，為因應會員的各項需求，學會今年的重要業務之一即是將目前學會的網頁系統功能提升，期許能提供更便利、更快捷及更完整的會務系統功能以利會員運用，未來會員們可以直接透過學會的網頁完成投稿、線上報名及進階申請。

2011 年 6 月 15 日呼吸治療師修法通過呼吸治療師得以開立居家呼吸照護所，相關的設置標準也已 2012 年 3 月 8 日正式公告，資深呼吸治療師的會員們已可自行開業設置居家呼吸照護所擔任負責人，相關的法規、設置的標準、及照護所的經營管理應如何著手進行，學會也開始研擬策劃相關的訓練課程，希冀能提供會員們能了解如何進入長期呼吸照護領域並學習經營管理照護機構的技巧。

2012 年的學會幾乎每個月都有活動，相關的研習會也希冀能提供會員們有更多學習的空間，希望會員們能踴躍參與，畢竟學會也是因為您的參與才能更成長、茁壯。



主編的話

編輯理事 許端容

大家好！！謝謝再次收看第二十三卷第一期台灣呼吸治療學會簡訊，自從去年呼吸治療師法修法成功，相信有很多會員對於『居家呼吸照護所』議題是陌生或是有興趣的，當然學會也感受到會員需求，由學術委員會著手設計相關學術課程，希望會員透過學習從中了解從事居家照護所服務時所應做的準備；另外網頁功能的提升也是學會今年中另一項重要工作，猶其會員們一直引頸盼望網路教育也都會是這次網頁功能提升的眾多事項中最重要工作之一，屆時學員可藉視訊教學及評核取得學分，除此外，在簡訊及期刊的投稿上，在新網頁中會有稿件上傳的專屬頁面，會員經由網頁上傳您所要投的稿件後即會立刻知會編審委員會處理，同時會員也可以直接查詢到自己所投稿件之審稿進度，總之新的網頁主要目的是讓會員與學會的互動上能更順暢，使會員能感受到與學會更貼近，屆時還懇請會員們能多多給予支持。

接下來介紹本期簡訊內容如下：

一、社論 秘書長王鳳葉『秘書長的話』

二、國際事務 劉金蓉理事『呼吸治療國際新紀元』。

三、活動報導：

陳柏君 副秘書長『參加一〇一年度會員代表大會暨國際學術研討會』。

四、專題報導：

由中國醫藥大學附設醫院內科部胸腔暨重症系施純明主任及朱家成技術主任所帶領的團隊整理之『呼吸治療師在霧氣治療傳送系統的使用指引(第二版) Part II』，可協助呼吸治療師在臨床上更清楚掌握霧氣治療與應用，未來我們將使用指引分成二次陸續刊出。

最後！！再一次懇請會員惠賜稿件，讓簡訊能永續刊出！！



呼吸治療國際新紀元

劉金蓉 國際事務理事

中國醫藥大學呼吸治療學系講師、中國醫藥大學附設醫院呼吸治療科總技師

目前美國呼吸治療界的大事就是美國呼吸照護學會的掌舵者(CEO) Sam P Giordano 將於 2012 年 6 月 1 日宣布退休，目前美國呼吸照護學會正在徵求新的執行長(<http://www.aarc.org/headlines/12/01/ceo/>)。雖然這是美國呼吸照護學會的家務事，但是它對於國際呼吸治療是有重大的影響。

Sam P Giordano, MBA, RRT, FAARC 於 1980 年擔任美國呼吸照護學會理事長，卸任理事長後即接手美國呼吸照護學執行長一職，在其 30 年的任內，讓美國呼吸照護學會逐漸發展一個具有 50 多人的總部，有三位副執行長 (Ray Masferrer, RRT, FAARC, Sherry Milligan, MBA, CAE 和 Douglas Laher, MBA, RRT)，一個辦公室主任 (Tom Kallstrom, MBA, RRT, FAARC)，服務超過五萬名的會員。1982 年加州首先通過呼吸治療師立法，至今只剩阿拉斯加尚未立法。1990 年開始推動臨床作業準則 (Clinical Practice Guidelines)，目前有 3 項具有實症醫學，47 項經專家小組整合，動員人力之多，實為一項艱鉅的任務，但目前這些準則也成為國際呼吸治療專業人員的治療依據。1990 年 Jerome M Sullivan 擔任美國呼吸照護學會理事長，一起建立了世界呼吸照護聯盟(ICRC)，台灣是創會會員國，且也是五個執行委員會會員國之一員，目前已擴展到 25 個會員國。那一年也由美國呼吸照護學會和世界呼吸照護聯盟一起開始舉辦國際訪問學者獎(International Fellowship)，台灣當時的中華民國呼吸照護學會理事長江玲玲技術主任(林口長庚呼吸治療科)獲選為第一屆得獎者，接續有 1997 年蔡熒煌主任(林口長庚呼吸治療科)、2001 年朱家成技師(台北榮總呼吸治療科)、2005 年施純明主任(中國醫藥大學附設醫院胸腔暨重症系)及 2006 年劉金蓉技術組長(中國醫藥大學附設醫院呼吸治療科)。此一國際訪問學者獎每年都會有 4 到 8 個名額，由世界各國有興趣於呼吸治療專業發展者來申請，每年都超過 60 多個人申請，其吸引人的地方就是它的行程為三週，前兩週是個前往兩個美國城市，有專人陪同帶領去拜訪大的醫院(醫學中心)、小的醫院(地區醫院)、居家訪視病人及前往呼吸治療學校，讓你全方位地接觸美國呼吸治療專業的發展。第三週則前往參加美國呼吸照護學會年會，在大會開幕式上接受表揚，並在年會的第三天，在世界呼吸照護聯



盟的會議中報告二週來的感想及介紹自己國家的呼吸治療專業發展。這樣的設置，目前已開花結果，經由這些獲得國際訪問學者獎的人返回各自國家後的努力，開始讓以呼吸治療師為主的呼吸治療專業蓬勃發展。此一活動目前一直持續辦理，每年 6 月 1 日為截止日，有興趣者可到下列網址下載相關資料 http://www.aarc.org/resources/international_fellows/ 以呼吸治療師為主的呼吸治療專業發展，目前以台灣、菲律賓及拉丁美洲為典範，也鎖定中國、印度、日本、秘魯及阿拉伯聯合大公國為下一波推動目標，有組織地持續進行，而 John D. Hiser, MEd, RRT, CPFT, FAARC (2005 年美國呼吸照護學會理事長) 是主要推手。目前中國大陸這方面由我們台灣呼吸治療學會前理事長杜美蓮技術主任(高雄長庚呼吸治療科)及朱家成技術主任(中國醫藥大學附設醫院呼吸治療科)協助，已在北京、杭州、鄭州、上海、長沙、西安及成都有比較熱絡的呼吸治療專業活動。

目前世界呼吸照護聯盟理事主席 Jerome M Sullivan 已在推動成立策略領導團體 (Strategic Leadership Group for the ICRC)，希望藉助 Sam P. Giordano 豐富的經驗來繼續領導及貢獻，目前已獲得大多數世界呼吸照護聯盟成員的贊同。由 Jerome M Sullivan 所提出的另外一個議題是 "International Community Booth Space for ICRC Member Countries"，在每年的美國呼吸照護學會年會的展覽場提供世界呼吸照護聯盟會員國一個免費攤位，但要求條件就是年會三天展覽期間全場要有人看顧攤位，此攤位可以提供各個國家做宣傳的機會。目前大家的意見比較分歧的是，沒有足夠的人力三天都待在展覽場的攤位 (還是經費的問題)。這些議題都讓我們深深覺得積極參與國際事務是我們刻不容緩任務，回饋國際社會推動呼吸治療專業發展的責任也不容推卸。



參加一〇一年度會員代表大會暨國際學術研討會

陳柏君 副秘書長

一〇一年度第五屆第三次會員代表大會暨國際學術研討會由嘉義長庚醫院呼吸治療科與台灣呼吸治療學會主辦，於4月8日由蔡煒煌院長揭開序幕熱鬧開鑼了，本次研討會，集合了各界呼吸治療專家學者共同進行呼吸治療專業討論，以長期呼吸治療照護病人為主軸，探討長期使用呼吸器病人照護及安寧緩和醫療照護法規、倫理，更經由長期照護帶入目前熱門的話題『居家呼吸照護所』，藉此研討會讓各會員能更了解目前長期呼吸治療照護的發展；另一議題則是新制醫院評鑑，針對其設備及因應措施並提供各醫院的評鑑經驗與各會員分享。



會員報到盛況

在整個研討會中不僅有各場次的專題演講外，場外還有共 35 篇的海報論文參展，各海報論文皆有作者群在現場一一的為會員們做解說；另一區場外則安排 16 間廠商做相關呼吸治療商品參展，整個會場不管是場內或場外都熱鬧無比。

然而，在這熱鬧愉悅的氣氛中卻有一區會場是充滿著緊張的氣氛，因學會為讓更多呼吸治療師能『符合呼吸治療師專業能力晉級』，而在本次研討會中增設了『呼吸治療師口頭報告』，以利會員取得呼吸治療師專業能力晉級的資格，此次共有 8 位呼吸治療師進行口頭報告審查。

呼吸治療師專業能力晉級制度，歷經 10 次召集各界呼吸治療專家學者不斷的修改，於一〇一年度第五屆第三次會員代表大會臨時動議中提出，經會員代表投票表決，超過半數通過，以公告後開始實施。晉階制度的通過對於臨床呼吸治療師來說是一大福音，呼吸治療師終於有自己的一套完整晉級標準。

大會以抽獎活動做最圓滿的結束，本次大會能順順利利的舉辦，謝謝主辦單位、參與的工作人員及各理、監事們的辛勞付出。



工作人員佈置海報參展區



總算大功告成了



作者正為會員做解說



廠商參展區 — 會員正聚精會神的聽著廠商做各商品的解說



呼吸治療師口頭報告會場，每位報告者皆用最專注、專業的態度完成口報

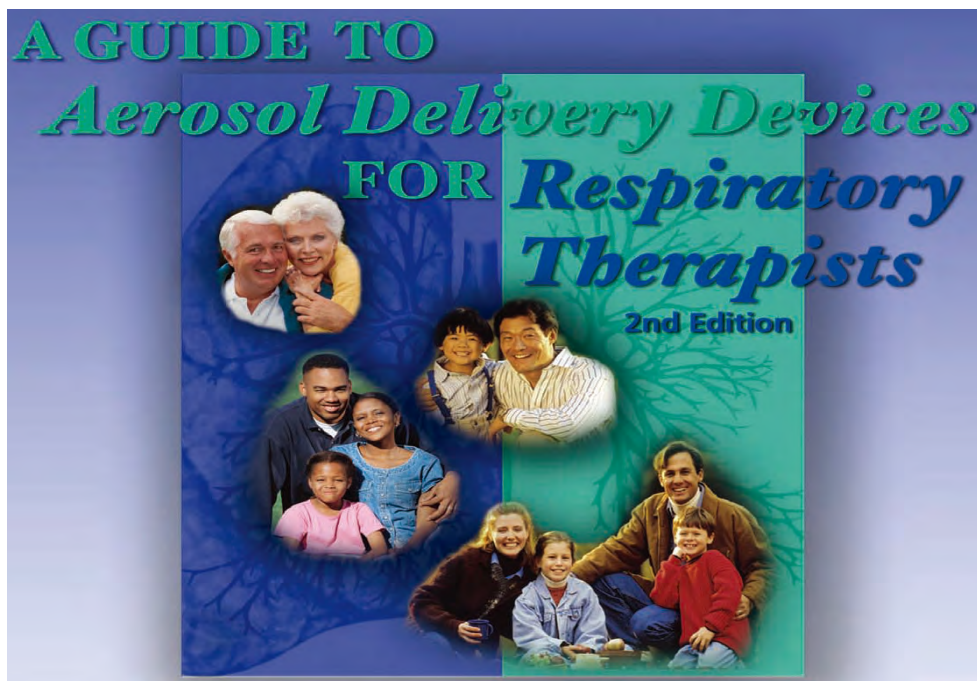


工作人員辛苦了！ 謝謝你們





呼吸治療師在霧氣治療傳送系統的使用指引(第二版)Part II



原著：Arzu Ari, PhD, PT, RRT, CPFT Dean Hess, PhD, RRT, FAARC
Timothy R. Myers, BS, RRT-NPS Joseph L. Rau, PhD, RRT, FAARC
前言：Sam Giordano, Executive Director of AARC
出版者：美國呼吸照護學會 (American Association for Respiratory Care, AARC)
贊助者：Respironics Inc.

中文譯著：呼吸治療師在霧氣治療傳送系統的使用指引 (第二版)

總審閱：施純明(Chuen-Ming Shih)^{1、5}
編審：朱家成(Chia-Chen Chu)^{2、6}、劉金蓉(Chin-Jung Liu)^{3、6}、袁月華(Yueh-Hua Yuan)⁷
(簡體版)
編譯：彭逸豪(Yi-Hao Peng)⁴、蕭琬云(Wan-Yun Hsiao)⁴、倪子晴(Tzu-Ching Ni)⁴

中國醫藥大學附設醫院內科部胸腔暨重症系主任¹
中國醫藥大學附設醫院內科部胸腔暨重症系呼吸治療科技術主任²
中國醫藥大學附設醫院內科部胸腔暨重症系呼吸治療科總技師³
中國醫藥大學附設醫院內科部胸腔暨重症系呼吸治療科呼吸治療師⁴
中國醫藥大學呼吸治療學系副教授⁵
中國醫藥大學呼吸治療學系講師⁶
浙江邵逸夫醫院呼吸治療科技術主任⁷



呼吸治療師在霧氣治療傳送系統的使用指引(第二版)Part II

氣動式噴射噴霧器的設計種類

過去十年來噴霧器設計的改變，已產生了许多不同種類的噴霧器形式。^{35,36} 氣動式噴射噴霧器有四種不同的設計：搭配儲氣管(reservoir tube)的噴射噴霧器、搭配儲氣袋的噴射噴霧器、呼吸增強式(breath-enhanced)噴射噴霧器，以及呼吸引動(breath-actuated) 噴射噴霧器。這四種噴射噴霧器在圖 4 中都有圖示，並且描述於下：

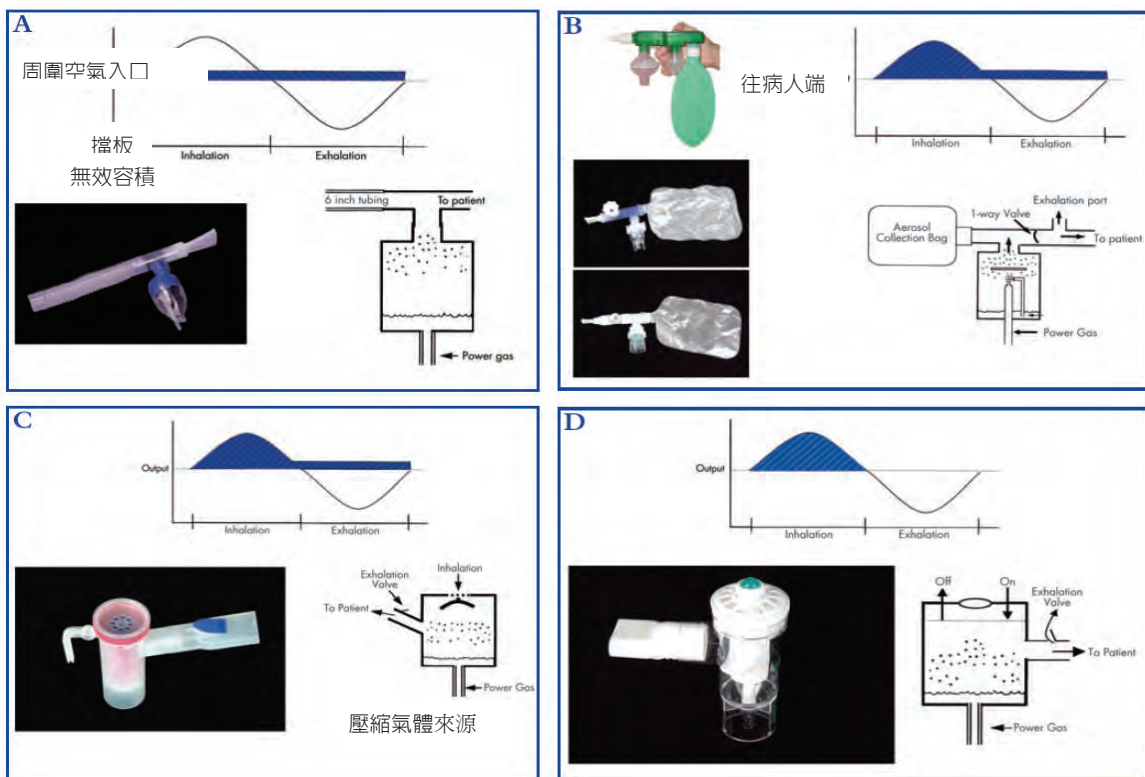


圖 4. 不同類型氣動式噴射噴霧器設計和他們的氣霧輸出量以灰色區域表示。A. 附有儲氣管 (reservoir bag) 的噴射噴霧器。B. 附有收集袋的噴射噴霧器。C.呼吸增強型 (breath-enhanced) 噴射噴霧器。D.呼吸引動 (breath-actuated) 噴霧器。(From reference 1, with permission)

A. 搭配儲氣管的噴射噴霧器：這是最便宜且最廣為被使用的噴霧器。它在吸氣、吐氣，與憋氣期間都提供了持續的氣霧。使得在病人呼氣，或是只要病人沒有吸氣時，都會有氣霧排出至大氣中(圖 4-A)。^{36,37} 因此，噴發的氣霧中，只有 10%-20% 被病人吸入。為了減少藥物的流失與增加被吸入的量，會在噴霧器的吐氣端加裝 T 接頭和蛇型管。這類噴霧器由於它輸送至病人的劑量比率不高，因此被認為效能不好。³⁸ 圖 5 為噴射噴霧器的功能示意圖。此類噴霧器的例子有 Misty-Neb™(Cardinal Health, McGaw Park, IL)，與 Nebmist nebulizer(Hudson, Research Triangle Park, NC)。

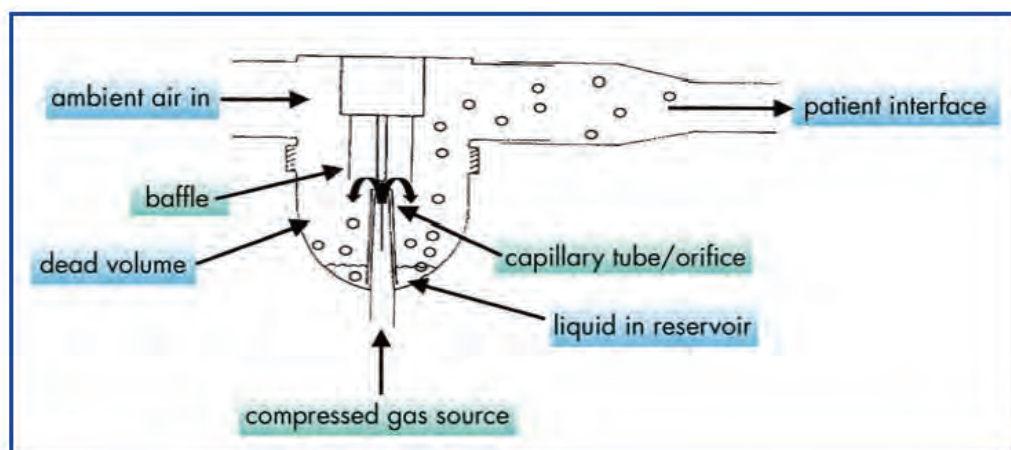


圖 5. 噴式噴霧器的功能示意圖。(From Reference 1, with permission)

- B. 搭配儲氣袋之噴射噴霧器：**此類噴霧器藉由持續的灌注儲氣袋來提供氣霧(圖 4-B)。病人經由吸氣單向閥，吸入儲氣袋內的氣霧，並藉由介於單向閥和咬嘴之間的吐氣孔，將吐出的氣體排至大氣中。圖 6 顯示了 Circulaire® (Westmed, Tucson, AZ)，一種搭配儲氣袋之噴霧器的工作原理，以及在吸氣和吐氣時的氣流方向。

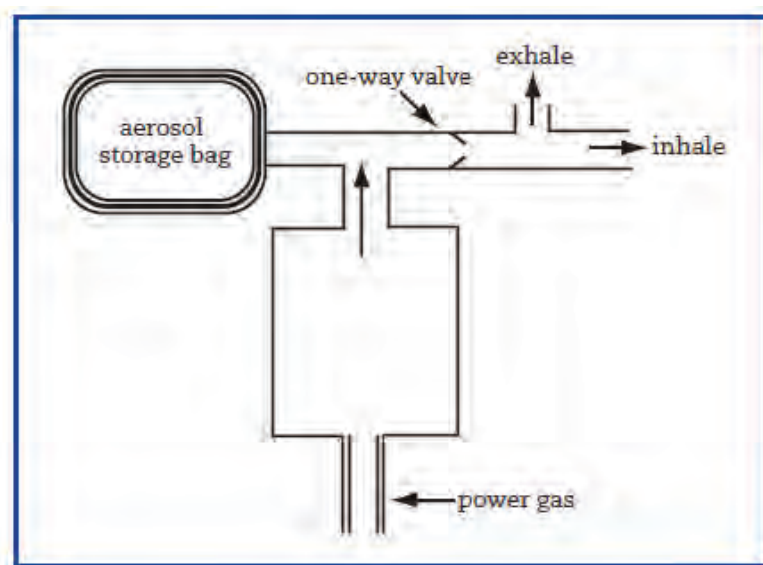


圖 9. 搭配儲氣袋之噴霧器的示意圖。(From Reference 37, with permission)

- C. 呼吸增強噴射噴霧器 (Breath-enhanced Jet Nebulizer)：**呼吸增強噴射噴霧器是使用兩個單向閥來防止氣霧流失在環境中(圖 4-C)。當病人吸氣時，吸氣單向閥會打開，而氣體經由噴霧器進入。吐出氣體經由咬嘴上的吐氣閥排出。圖 7 是呼吸增強噴射噴霧器的工作原理示意圖。目前市面上的呼吸增強噴射噴霧器有 PARI LC® Plus (PARI, Madlothian, VA)、NeuTech® (Salter Lab, Arvin, CA)、與 Venstream® Pro (Philips Respironicx, Murrysville, PA)。

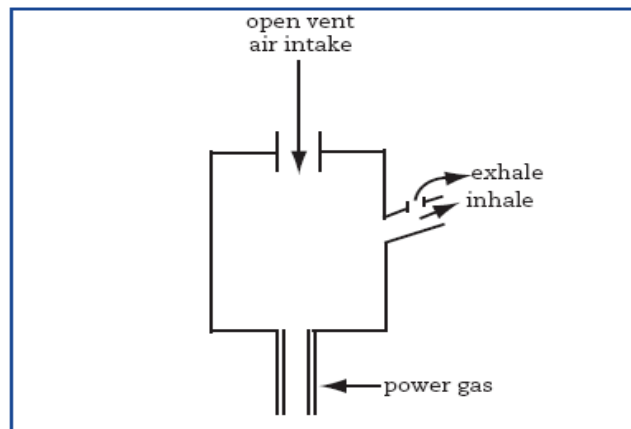


圖 7. 呼吸增強噴射噴霧器的功能性圖示。(From reference 37, with permission)

D. 呼吸-引動噴射噴霧器：呼吸引動式噴霧器的設計是只在病人吸氣時產生氣霧，藉此增加氣霧的輸出量。因此，氣霧在吐氣期間的流失可以大幅減少，如圖 4-D 所示。³⁷ 呼吸引動可以使吸入的藥量增加三倍之多，而此效率只能在增加治療時間的情形下達到。呼吸-引動的機制可以分為手動式、機械式或電子式：

1. 手動式呼吸引動：第一代的呼吸引動噴霧器是以拇指控制在吸氣和吐氣時的氣霧產生。若以拇指將病人控制孔塞住，可使氣體只在吸氣期輸送，放開病人控制孔則使噴霧作用暫停(圖 8)。拇指控制型呼吸引動噴霧器可以減少氣霧化藥物的浪費，但它會大幅延長治療時間，且還需要較好的手口協調。

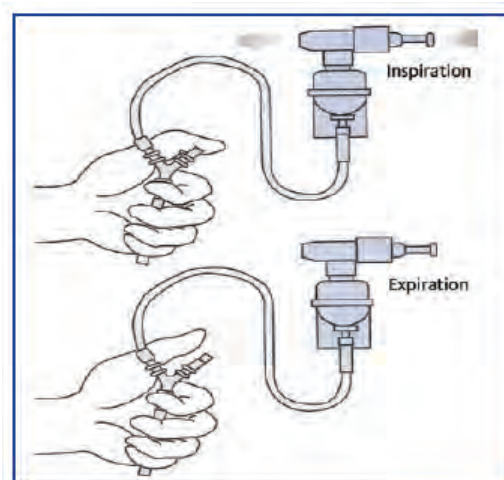


圖 8. 手動式呼吸引動噴霧器之圖示。
(From Reference 7, with permission)

2. 機械式呼吸引動噴霧器：AeroEclipse[®] (Monaghan Medical Corporation, Plattsburgh, NY) 是機械式呼吸引動噴霧器的一個例子。如圖 9 所示，機械式呼吸引動噴霧器有一個由呼吸引動的閥，它只在吸氣期間產生氣霧，且不需要儲氣袋或儲氣腔。病人吸氣的力量可以引動噴霧器。因此，敏感度機轉使得只適合使用於較大兒童和成人。

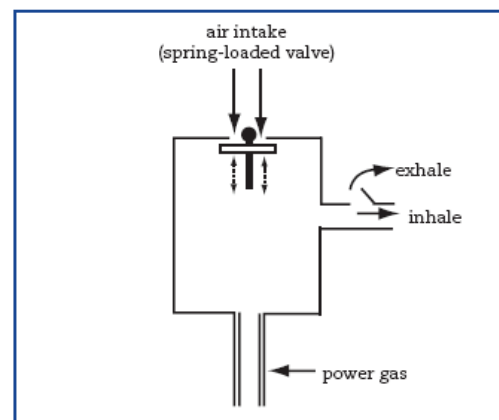


圖 9. 機械式呼吸引動噴霧器的功能圖示
(From Reference 37, with permission)

3. 微處理器型呼吸引動噴霧器：最後一種呼吸引動處理器較為複雜，但適用的病人範圍較廣。在此型噴霧器中，由微處理器驅動的噴射噴霧器是以電子電路制動，它通常是由偵測吸氣力量的壓力傳感器引動。在過去數十年中，它已經被應用於肺功能試驗中，用來在 methacholine 激發試驗中提供準確的氣霧劑量。新一代“智慧型”的微處理器控制型呼吸引動噴霧器，是使用電腦程式和感應技術，來控制氣霧產生的型態，並且計算與追蹤輸出的劑量。Prodose AAD[®] 系統 (Philips Respironics)即屬於一種微處理器型呼吸引動噴霧器。

超音波噴霧器

超音波噴霧器使用傳感器(transducer)將電能轉換為超高頻的振動。此振動被傳送至液體表面時，可以造成能產生氣霧的立波(standing waves)(圖 10)。在超音波噴霧器引進之初，是當做大容積噴霧器，用來輸送誘發痰液的高張食鹽水。目前市面上已有小容量超音波噴霧器用來做為輸送支氣管擴張劑之用，但不應將它用來使用於諸如 budesonide 之類的懸浮液。超音波噴霧器會有使藥物加熱的傾向，因此有可能破壞蛋白質的疑慮，但這不影響常用的吸入性藥物。MicroAir[®] Ultrasonic Model(Omron Healthcare, Bannockburn, IL)，和 MABISMistTMII(Mabis Healthcare, Waukegan, IL)是不同形式的超音波噴霧器。

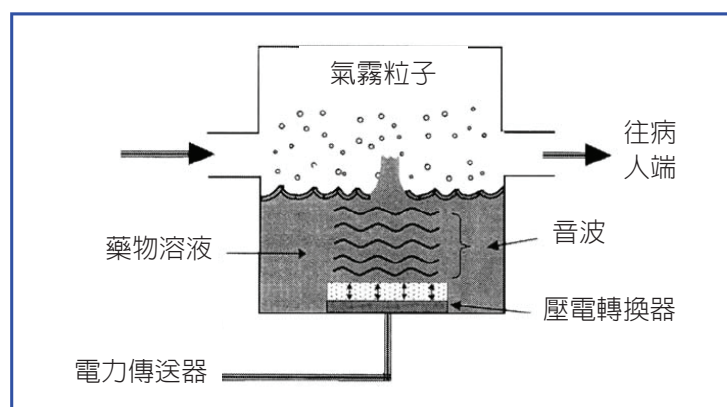


圖 10. 超音波噴霧器的結構和操作原理。(From Reference 1, with permission)

篩孔噴霧器

篩孔噴霧器是使用電力振動壓電器(piezo)(約 128 千赫)，可使液體穿過細小的篩孔而製造出氣霧。而篩孔的直徑或孔徑可決定產出氣霧粒子的大小。另外。此噴霧器效能頗高且殘餘容積 (residual volume)很小(0.1-0.5 mL)。篩孔噴霧器的基本工作原理有二種：主動振動篩孔和被動篩孔(圖 11)。

主動振動篩孔



此裝置有一 1000~4000 個漏斗狀孔洞的孔盤，在孔盤周圍有壓電陶瓷元件會震動孔盤。The Aeroneb[®] Go and Solo (Aerogen, Galway, Ireland), Akita II (Inamed, Germany) and eFlow (PARI, Midlothian, VA) 皆是使用主動振動模式的篩孔噴霧器(圖 11,左圖)。

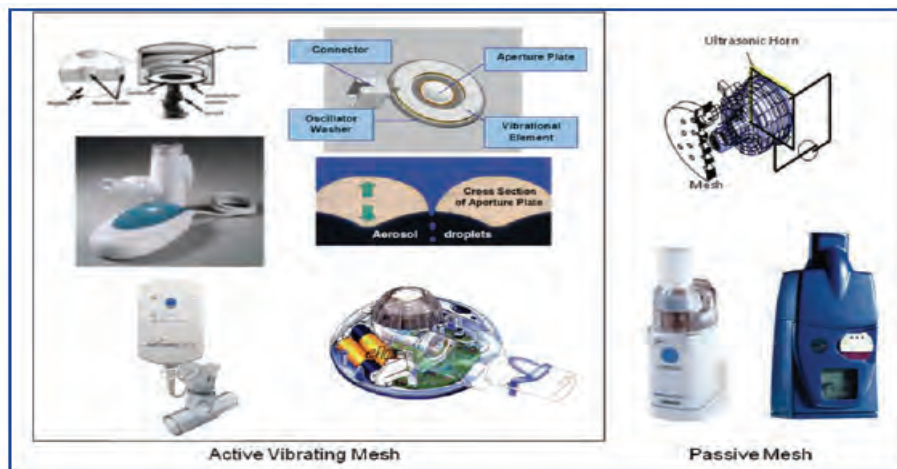


圖 11. 篩孔噴霧器的基本結構

被動篩孔

這些型態的噴霧器是利用超音波喇叭使溶液穿經篩孔產生氣霧(圖 11,右圖)。I-neb[®] AAD[®] (Philips Respironics) 和 NE-U22(Omron Healthcare) 皆是被動篩孔噴霧器的模式。第 3 代的改良型氣霧輸送系統(adaptive aerosol delivery; AAD)，如 I-neb[®] 是一體積小、由電池供電、重量輕及靜音的傳送藥物設計裝置，可傳送精準、一致的藥物劑量。經由被動篩孔製造出的氣霧可在每次吸氣的一開始即輸注氣霧於呼吸中(圖 12)。而藥物的劑量則經由 AAD 圓盤和特殊的定量腔所控制，其定量腔可傳送 0.25 至 1.4 毫升之間的預設容積，而殘餘容積約 0.1 毫升。I-neb[®] 則採用 AAD 的演算法，基於平均規則性的最後三次呼吸，藥物傳送在每一次吸氣中增加 50-80%。治療中，I-neb[®] 可經由液晶顯示螢幕提供病人一個持續性的回饋，並且在成功的傳送藥物治療後，病人可接受聽覺及觸覺上的回饋。

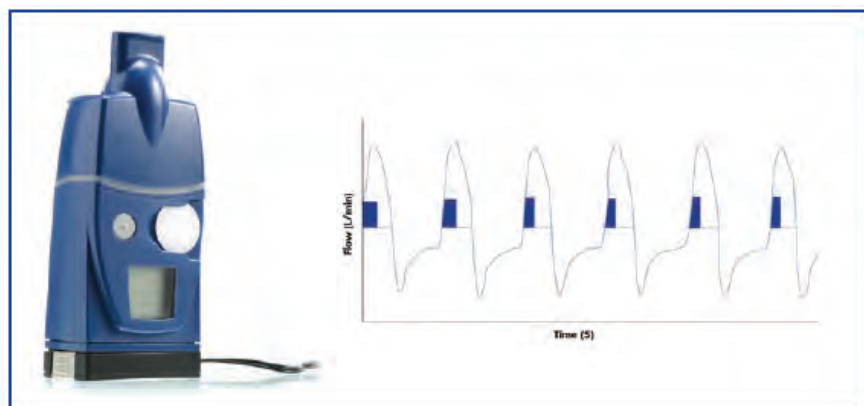


圖 12. Philips Respironic I-neb[®] 提供的改良型氣霧傳送系統 (adaptive aerosol delivery)。如圖所示，氣霧在每次吸氣的一開始就會輸注氣霧。(From Reference 1, with permission)



特殊用途的噴霧器

Ribavirin 專用噴霧器

長久以來，小粒子氣霧產生器 (Small Particle Aerosol Generator ; SPAG) 是專門用於氣霧化 ribavirin (Virazole[®], Valeant Pharmaceuticals, Aliso Viejo, CA) 的大容量噴霧器。此等裝置含有一噴霧器與乾燥槽 (drying chamber) 使得 MMAD 可減小至 1.3 μm ，因 ribavirin 有可能造成畸胎，所以使用時還要有一餘藥清除裝置 (scavenging system)。

Pentamidine 專用噴霧器

當使用氣霧化 pentamidine 時，小容量噴霧器須設置吸氣和吐氣的單向閥，並使用吐氣過濾器。這些過濾閥可以預防 pentamidine 的二手氣霧，以及避免吐出的氣霧污染週遭環境。

連續性氣霧給予

連續性氣霧藥物的給予是一種安全治療的型態且偶而會使用於急性氣喘的病人。目前可得到的證據顯示效果至少等同於間歇的氣霧治療，甚至對嚴重的肺功能不全的病人更加有效。³⁹ 圖 13 說明早期連續性氣霧給予的裝置，包括輸液幫浦 (infusion pump)、附吐氣閥之氧氣面罩，以及儲氣袋。而市面上用於連續性噴霧的噴霧器通常會有一個旋緊式孔洞的設計，可提供輸液幫浦使用。此噴霧裝置最常經由標準氣霧面罩提供噴霧治療。

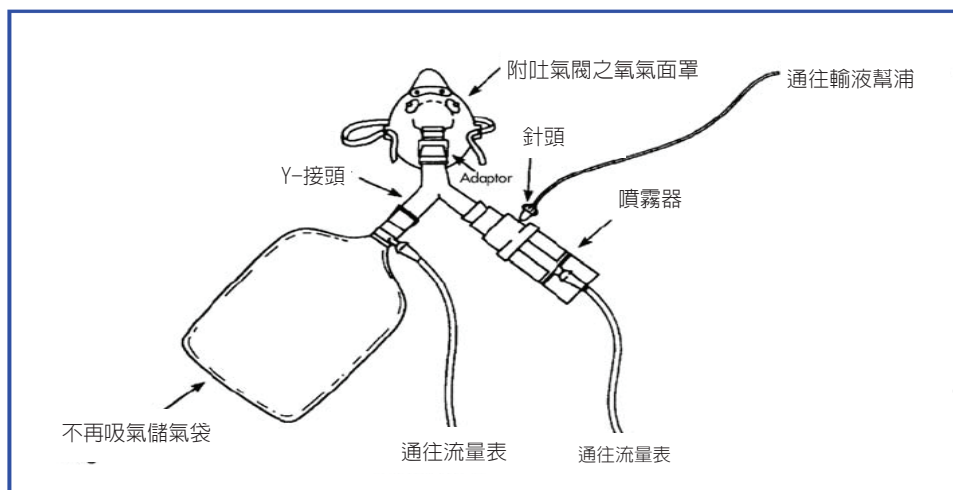


圖 13. 連續氣霧治療的組裝方式。(From Reference 1, with permission.)



傳送藥物技巧

因為市面上有不同樣式的噴霧器可使用，因此呼吸治療師在給予氣霧治療及確實地教導病人於居家使用之前須仔細的閱讀操作說明。技術百寶箱 1.提供了正確傳送藥物技巧。

技術百寶箱 1. 正確使用噴霧器步驟

噴射式噴霧器技巧：當一噴射式噴霧器使用時，病人應：

1. 組裝管路、藥杯及咬嘴(或面罩)。
2. 將藥物放入儲藥杯。
3. 病人必須維持坐直的姿勢。
4. 連接噴霧器至驅動氣體來源。
5. 採用正常的呼吸型態伴以間歇的深呼吸直到噴濺產生或已無氣霧。
6. 治療時保持噴霧器直立。
7. 以無菌水或蒸餾水沖洗噴霧器並晾乾。

篩孔和超音波噴霧器技巧：當篩孔和超音波噴霧器使用時，病人應：

1. 正確的組裝噴霧器。
2. 依照製造廠商的指示在第一次使用前以及每次消毒後進行功能測試以確定運作正常。
3. 將溶液倒入儲藥槽中，倒入的體積勿超過製造商的建議量。
4. 病人必須維持坐直的姿勢。
5. 打開電源。
6. 依照廠商的建議的姿勢握住噴霧器。
7. 正常的呼吸伴以間歇深呼吸。
8. 若治療須中斷，應關掉電源以避免浪費。
9. 治療完成後，依廠商建議拆解並清洗零件。
10. 清洗時小心勿觸碰篩孔，如此會傷害該零件。
11. 依照廠商指示，每星期消毒噴霧器一至兩次。

避免所有噴霧器減少噴霧劑量或沒有噴霧的一般步驟：當使用噴霧器時，須遵循下列步驟以避免氣霧治療中劑量減少或未噴出。

病人應：

1. 閱讀並遵循指示。
2. 確認噴霧器有適當組裝。
3. 確認噴霧器兩次使用間有被清潔和晾乾。
4. 確認噴霧器是在正確的指引下操作。



故障排除：

噴射式噴霧器的問題：氣霧消失或減少

原因	處理
連接鬆脫或未連接。	檢查連接並確認已被適當連接。
不適當的流量計設定值。	檢查流量計的設定值，若有不適當設定時，請調流程速。
噴射式噴霧器的孔洞阻塞。	檢查噴射式噴霧器的孔洞，必要時清除阻塞。

篩孔和超音波噴霧器的問題：主機無法運作

原因	處理
電池不正確安裝（見於篩孔和超音波噴霧器）。	檢查電池的安裝，必要時重新安裝。
外在驅動來源的連接（見於篩孔和超音波噴霧器）。	檢查與變壓器和電源輸出的連接。
零件過熱（見於超音波噴霧器）。	關機，並等到冷卻後再重新開機。
控制模組纜線不正確的連接（見於篩孔噴霧器）。	檢查控制模組纜線的連接，必要時將纜線適當的連接。
當機（見於篩孔和超音波噴霧器）。	換機。

何時治療須結束？

噴霧器大部分使用於間歇短期間的治療，並且通常會在藥物儲存杯中放置一定的藥劑容量。而在治療後，藥物殘留於噴霧器中約 0.1~2 毫升左右。¹⁸ 因此，有些呼吸治療師和病人為了減少殘餘容積及增加噴霧輸出量而會輕敲噴霧器，⁴⁰ 而另外有些人則在噴霧器噴濺完畢後仍持續給予氣霧治療，企圖以此減少無效容積。¹⁸ 另外，一些噴霧器會在大部分的吸入劑量皆已使用後仍延長噴濺的時間。目前研究顯示在藥物噴濺的一開始之後，只有少許的藥物被吸入。^{18,41} 因為噴霧藥物治療的時間是影響病人是否堅持治療的重要因素，所以一些臨床人員會採取建議在噴濺的一開始或一分鐘後即停止噴霧治療。而現在新的噴霧器會使用微控處理器去監測有多少劑量已使用，並可在每一次劑量結束時自動關閉噴霧器。

清潔：請參考 48~50 頁感染控制章節中之小容量噴霧器的清潔指引。

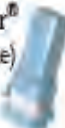
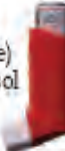
壓力定量吸入器和乾粉吸入器是合併一個具有特定配方的器具和藥物劑量的醫療氣霧傳送裝置。每一次的吸入引發都與病人單次的吸氣相關。這些通常為單一病人使用的裝置並且有藥局配發特定的藥物量，且在藥物使用完畢時應丟棄。

吸入器已被美國食品藥物管理局的藥品評估和研究中心核准為藥物和裝置的組



合。他們通常需經過臨床前數百到數千個病人嚴格實驗的完整藥物研發過程。而吸入器的基本藥物必須有從第一到最後一次都要維持一致的劑量(± 20)，和藥物保存期至少有 12~24 個月。一旦吸入器進入第三期的試驗階段，其設計和材料就已固定，且除非經過其它更昂貴的臨床試驗，否則不會再更改。

目前有許多各種樣式的吸入器設計，並且一個吸入器只能使用單一藥物(圖 14)。病人常被處方了數種操作方法各異的吸入器，對各種操作方式的混淆會無法達到最佳的治療效果。如 pMDI 通常需要慢的吸氣流速($<30\text{L/min}$)，而 DPI 則需高的吸氣流速($60\sim 90\text{L/min}$)去傳送全部的劑量。病人可能會搞混哪種裝置需要使用多強的吸氣流速，因此可能從兩種裝置中都只得到少量的藥物。所以，衛教和反覆的回覆示教是適當使用吸入器的主要關鍵。

Anticholinergics		Anticholinergics/ β_2 -Agonist Combination	
Spiriva® Handihaler® (tiotropium bromide) Inhalation Powder Boehringer Ingelheim Pharmaceuticals, Inc.		Atrovent® HFA (ipratropium bromide HFA) Inhalation Aerosol Boehringer Ingelheim Pharmaceuticals, Inc.	
		Combivent® (ipratropium bromide and albuterol sulfate) Inhalation Aerosol Boehringer Ingelheim Pharmaceuticals, Inc.	
β_2-Agonists			
Foradil® Aerolizer® (Formoterol fumarate) Inhalation Powder Novartis Pharmaceuticals		Maxair™ Autohaler™ (pirbuterol acetate) Inhalation Aerosol Graceway Pharmaceuticals	
		ProAir® HFA (albuterol sulfate) Inhalation Aerosol Teva Specialty Pharmaceuticals	
		Proventil® HFA (albuterol sulfate) Inhalation Aerosol 3M Pharmaceuticals Inc.	
			
Serevent® Diskus® (salmeterol xinafoate) Inhalation Powder GlaxoSmithKline		Xopenex® HFA (levalbuterol tartare) Inhalation Aerosol Sepracor Inc.	
		Ventolin® HFA (albuterol sulfate HFA) Inhalation Aerosol GlaxoSmithKline	
			
Corticosteroids			
Aerobid® Aerobid®-M (flunisolide) Inhalation Aerosol Forest Pharmaceuticals, Inc.		Alvesco® (ciclesonide) Inhalation Aerosol Nycomed	
		Asmanex Twisthaler® (mometasone) Inhalation Powder Schering Corporation	
		Azmacort® (triamcinolone acetanide) Inhalation Aerosol Abbott Laboratories	
			
Flovent® Diskus® (fluticasone propionate) Inhalation Powder GlaxoSmithKline		Flovent® HFA (fluticasone propionate) Inhalation Aerosol GlaxoSmithKline	
		Pulmicort® Flexhaler® (budesonide) Inhalation Powder AstraZeneca LP	
		QVAR® (beclomethasone dipropionate) Inhalation Aerosol Teva Specialty Pharmaceuticals	
			

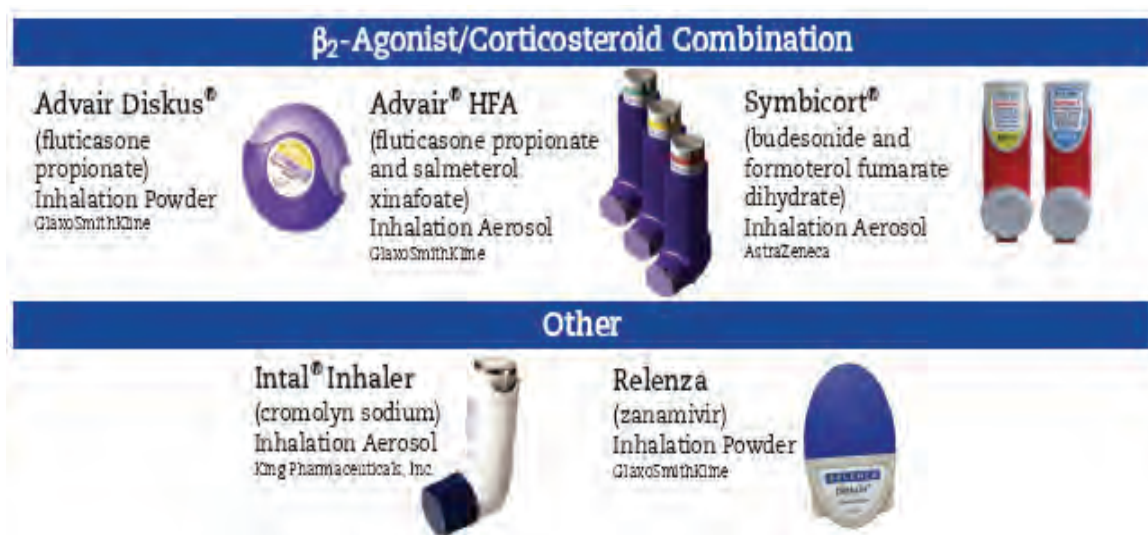


圖 14. 美國常見使用的吸入器

自 pMDI 於 1995 年由 Dr. Gerge Maisson 研究發展後，現在已成為專屬氣喘和慢性呼吸道疾病病人最常使用的氣霧產生器。這是因為此裝置輕巧、可隨身攜帶、容易使用，並且可提供多劑量的便利性。

pMDIs 優點和缺點

pMDI 被設計和發展成藥物和裝置的組合，可傳送特定藥物配方的精確劑量。而不像噴霧器需要藥物的事先準備及處理，且 pMDIs 裝置裡的藥物成分也不容易被污染。表 9 說明關於使用 pMDIs 的優點和缺點。

表 9. pMDI 的優點和缺點 (Modified, with permission, from Reference 1)

優點	缺點
可隨身攜帶、輕巧	須手與呼吸間的協調
多劑量的便利性	需要病人引發，正確吸氣型態及憋氣
治療時間短	固定藥物濃度和劑量
一致的噴射劑量	某些病人可能對推進劑 (propellant)過敏
不需事先準備藥物	咬嘴中的殘餘藥物可能造成異物吸入
不易污染	口咽易沉積

pMDIs 的種類

pMDIs 主要分為兩大種類：傳統的 pMDIs 和呼吸引動的 pMDIs。所有 pMDIs，不論廠商或內含的活性物質為何，其基本結構包括金屬瓶、推進劑、藥物劑型、計量閥和引發器。表 10 說明 pMDI 每一結構的特性。



傳統的 pMDI

pMDI 包括金屬瓶、藥物、推進劑 (propellant)或激發劑 (excipient)、計量閥、咬嘴，以及引發器 (圖 15)。⁴²pMDI 噴射出的混合物中只有 1~2%屬於藥物，且藥物在推進劑 (propellant)/激發劑 (excipient)的混合物中可能為懸浮或溶解狀態。故 pMDI 的混合物中有 80%屬於推進劑。而表面活性劑，如表面活性張力素(surfactant) 則有時被用來維持含氯氟烴(CFC) pMDIs 所製造氣霧煙霧中的粒子大小。這些媒劑皆是用來預防藥物粒子的聚集，並可潤滑計量閥，藉此確保藥物能良好的懸浮於金屬瓶中。計量閥作用為準備藥物與推進劑一起的預測藥物劑量，計量閥的容積約 25~100 μ L，並在每一次引發後，會依藥物成分的不同提供 50 μ g 至 5mg 的藥物。

表 10. pMDI 的基本結構 (From Reference 1 with permission)

結構	特色
金屬瓶	不具化學活性，可承受內部高壓並且可利用表面塗料以防止藥物黏附。
推進劑	藥物可溶或懸浮於其中的液態壓縮氣體。
藥物劑型	顆粒懸浮液或溶液，在有介面活性劑或酒精時可將藥物分成該有的劑量及特定的粒子大小。
計量閥 (metering valve)	最關鍵的零件，連接於金屬罐上，作用為使每次噴發的劑量或體積皆可維持一致，彈性計量閥 (elastomeric valve) 作用為封存以避免藥物流失或漏出。
引發器 (actuator)	通常又稱為靴子 (譯註：此係指其形狀與靴子相仿，故名)，依據不同種類的 pMDIs 其噴嘴的長度及直徑有所不同而可以部份的決定噴出粒子的大小。
劑量計數器 (dose counter)	目視即可得知 pMDI 中的剩餘藥量。

傳統的 pMDI 有一按壓和呼吸的設計，當壓下金屬瓶觸及引發器後會膨脹和蒸發液態藥物，使之轉變為氣霧，進而釋放藥物-推進劑的混合物。而在推進劑開始蒸發時會冷卻氣霧懸浮物，當壓下金屬瓶時，其會與計量槽中的計量閥孔洞連結，之後一高的推進劑蒸發壓力會使先前測量的藥物劑量由孔洞壓出，並經由引發器的噴嘴噴出。最後，釋放後的計量閥會再重新填充另一藥物-推進劑混合物於計量槽中。

pMDIs 有兩種推進劑，分別為 CFCs 和 HFAs，但因 CFCs 會破壞地球臭氧層而使地球暖化，因此 CFCs 在全世界已被禁止使用。取而代之的為 HFAs，因其藥理活性和 CFCs 特性相似，現已發展併入 pMDIs 中使用。然而，CFCs 和 HFAs 仍有些許重要的不同之處，如 CFCs 需使用表面活性張力素(surfactant) 去分散粒子；而 HFAs

不含表面活性張力素(surfactant)，但使用酒精(alcohol) 達到此效果。圖 16.為 HFA pMDIs 和 CFC pMDIs 之間噴霧的不同，HFA pMDIs (圖 16，左) 較 CFC pMDIs(圖 16，右) 呈現較緩和的噴霧。且因有些病人對於 pMDI 所噴射出冷的霧氣敏感而可能使吸氣中斷，但 HFA pMDIs 噴霧的溫度也較 CFC pMDIs 溫暖許多，故較無此問題。儘管廣泛的使用 pMDI HFAs 可克服使用 pMDI CFCs 的一些相關問題，包括初始化(priming)、溫度效應(temperature effect)、噴射距離(tail-off)，及噴霧型態。然而，臨床人員仍必須了解目前 CFC 和 HFA pMDIs 之間特性的差異(表 11)，且須確實的向病人解釋 HFA pMDI 和 CFC pMDI 在噴發時的感受及味覺會有所差異，並能相對地去證實使用的感受。

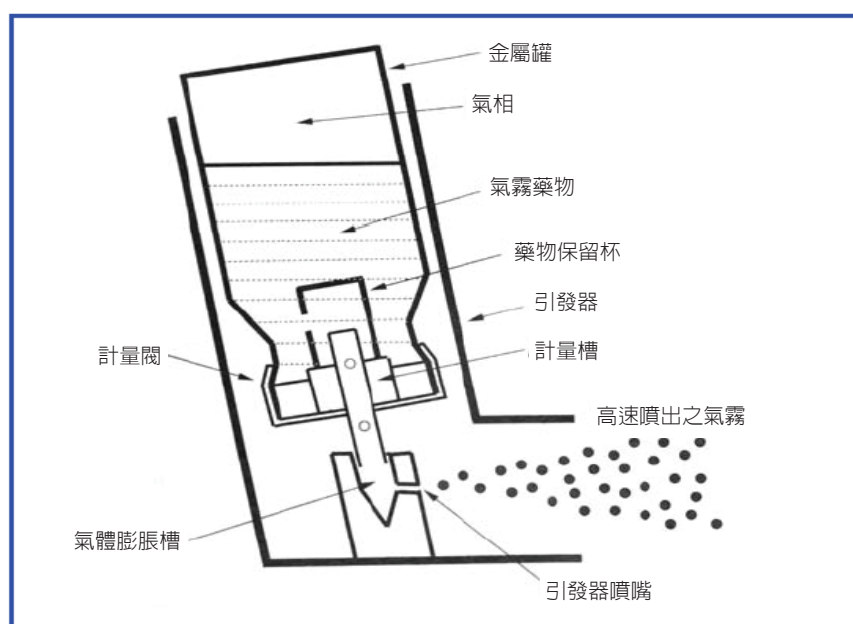


圖 15. pMDI 標準組件 (Modified with permission from Reference 42)



圖 16. HFA pMDI(左) 和 CFC pMDI(右) 之間噴霧的不同。

(From New York Times, with permission)



表 11. CFC 和 HFA pMDI 之間特性的差異 (From Reference1 , with permission)

物理結構	CFC	HFA
傳送的劑量		
藥物接近用罄時輸出的劑量	會改變	維持恆定
週遭氣溫對輸出劑量的影響	會受影響	維持恆定 (只要氣溫高於 -20°C)
噴霧的特性		
力量	高衝擊度	較低(3 倍)
溫度	較冷	較溫暖
體積	較大	較小
味道	與 HFA 不同	與 CFC 不同
憋氣	較不重要	較重要
初始化	在短時間未使用之後很重要	較長時間不使用後可允許不用初始化

以呼吸引發的 pMDI

Autohaler™ (Graceway Pharmaceuticals, Bristol, TN) 是第一個使用氣流激發以呼吸引發的 pMDI，此裝置的設計可減少使用 pMDI 時所需的手口協調性。它的機轉為經由吸氣引發噴嘴做吸氣而引動 pMDI，Autohaler™ 並可自動偵測病人的吸氣初期。為了使 Autohaler™ 裡的藥可以釋出，在使用之前其裝置頂端的搖桿必須向上推，因此裝置的葉片會鬆開彈簧而將金屬瓶往下推，並在病人的吸氣流速大於 30L/min 時引發 pMDI。另外，噴嘴的大小、潔淨度和是否有濕氣是三個影響以呼吸引發的 pMDIs 藥物噴出量的主要因素。如果病人使用傳統的 pMDI 可以有好的協調性，那麼使用以呼吸引發的 pMDI 則可能不會改善藥物的傳送。^{43,44} 但有文獻已證明以呼吸引發的 pMDIs 在協調性差的病人上可改善吸入藥物的傳送，⁴³ 而必須注意的是 Autohaler™ 使用的推進劑為 CFC。圖 17.為 Autohaler™ 的標準結構。

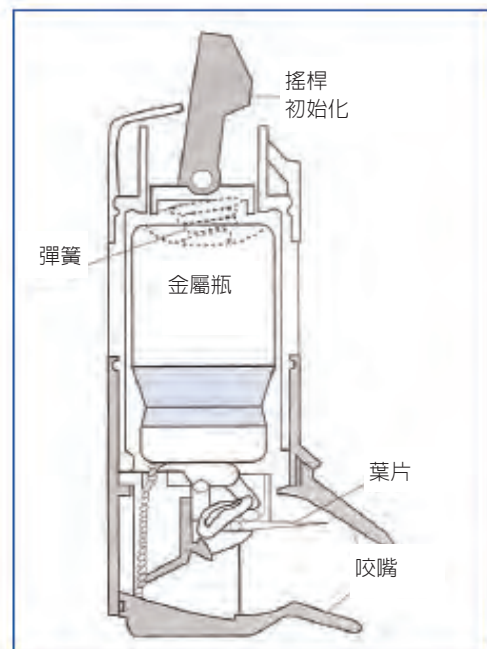


圖 17. Autohaler™ 的標準結構
(From Reference 2, with permission)

以呼吸引發的 pMDI 的輔助裝置：

最常見的以呼吸引發的 pMDI 的輔助裝置(圖 18) 如 MD Turbo[®] (Respirics, Raleigh, NC) and the SmartMist[®] (Aradigm, Hayward, CA)。由於它們皆能以呼吸引動，因此使傳統的 pMDI 轉變為以呼吸引發的 pMDIs。MD Turbo[®] 是一個手持輔助裝置的 pMDIs，並能允許藉由吸氣作呼吸引發裝置，MD Turbo[®] 可在病人由口吸入的吸氣流速達 30~60L/min 時，即引動並釋出藥物。且此裝置也有一電子劑量計算器，可指示吸入器中還有剩餘多少藥物。未來更為進階的以呼吸引發的 pMDIs 可見於 SmartMist[®]。不但有手持裝置、電池驅動並包含微控處理器可由正確的吸氣所引動。此裝置有紅色和綠色的指示燈，可幫助病人達到適當的吸氣技巧和流速，所以當病人達到所要求的流速時，SmartMist[®] 即傳送藥物，之後裝置的計時器會啟動去鼓勵病人憋氣 10 秒。另外，SmartMist[®] 也可提供使用者尖峰吐氣流量的資料，並能傳輸至電腦中存檔。



圖 18. 以呼吸引動的 pMDIs 輔助裝置設計。

目前 pMDIs 使用的藥物配方

目前有數個氣霧藥物配方可使用在 pMDIs(圖 14)。pMDIs 現在使用的藥物配方有 β -2 受體致效劑(β -2 agonists)、抗乙醯膽鹼劑(anticholinergics)、 β -2 受體致效劑與抗乙醯膽鹼劑結合物、類固醇(corticosteroids)，和抗氣喘藥物。

影響 pMDIs 的表現及傳送藥物因素

大部分的 pMDIs 皆設計為每次引發即傳送 100 μ m 的藥物劑量，就像其它氣霧製造器，pMDIs 傳送的藥物劑量約每次引發的名目劑量 10~20%。pMDIs 所製造的氣霧粒子是在一很小的顆粒大小分佈範圍內，其氣體動力學半徑 < 5 μ m。而有幾個因素會影響 pMDI 的表現和氣霧藥物的傳送，若了解這些因素的影響，將能改善有肺部疾



病的病人使用 pMDIs 的效力。所以，不管呼吸治療師和病人都必須積極控制影響因素的後續效應。

- **搖晃金屬瓶：**未經搖晃靜止一整晚的金屬瓶，會分別使全部和可吸入的劑量減少 25% 及 35%，因為 pMDI 裡的藥物劑型在靜止時通常會與推進劑分開，⁴⁵ 所以在靜止後第一次引發前必須搖晃 pMDIs，使計量閥可以重新填充並適當地與金屬瓶裡的懸浮物混合。¹²
- **儲存的溫度：**在天氣很冷的室外使用 pMDIs 會明顯減少氣霧藥物的傳送，例如 CFC pMDIs 在 10°C 的溫度下藥物的傳送劑量會減少 70%，而 HFA pMDIs 在 -20°C ~ 20°C 的範圍都能維持恆定。⁴⁴
- **噴嘴的大小和潔淨：**傳送給病人的藥物劑量主要依賴於噴嘴的大小、潔淨度和是否有濕氣。引發器的噴嘴是 pMDI 特有的，且藥物與噴嘴的協調性都會影響吸入劑量和粒子大小。⁴⁶ 一般而言，噴嘴延長部分的內徑與傳送給病人的藥物劑量成反比，一噴嘴延長部分的內徑 < 1mm 則可增加藥物的傳送。⁴⁶ 而因藥物結晶所產生的白色堅硬殘餘物會影響藥物的傳送，所以噴嘴應依造廠商的建議定期清潔。
- **引發間隔的時機：**同時快速的引發 pMDI 超過兩次霧氣(puff)會因產生擾流使氣霧粒子聚結，而減少藥物的傳送。⁴⁵ 在兩個霧氣(puff)間作暫停可改善支氣管擴張，特別是在氣喘惡化併有喘鳴音及有控制不好的症狀時。⁴⁷ 而在其它例子中，如青少年期使用 β 受體致效劑(terbutaline)和類固醇(budesonide)做日常控制時，在兩次霧氣間暫停則未發現有益處。⁴⁸ 雖然早期的研究對於兩次引發間做暫停的重要性眾說紛紜，但最近的文獻則顯示在兩次的引發間暫停一分鐘可使氣霧治療更有效率。^{1,7,13}
- **初始化：**初使化是先對空氣噴發一至數次來排除計量槽中未混合完全的內容物。pMDIs 需要在使用前與使用間經常的做初使化的動作，以確保該裝置可以輸出適當的劑量。當 pMDI 從未使用過或是有一段較長的時間未用，其中的藥物會與其它的內容物在金屬瓶中及計量槽中分開，搖晃 pMDI 可以使金屬瓶中的內容物混合，但無法混合計量槽中的內容物，因此初始化 pMDI 是需要的。表 12 提供了市面上不同種類 pMDIs 的初始化指引。

表 12. 市售 pMDIs 對於初始化的要求 (Modified, with permission, from Reference 1)

學名	商品名	初始化的時機	噴霧之次數
短效型支氣管擴張劑			
Albuterol Sulfate HFA	ProAir HFA®	初次未使用或兩週未使用時	3
	Proventil® HFA	初次未使用或兩週未使用時	4
	Ventolin® HFA	初次未使用或 14 天未使用時	4
Pirbuterol	Maxair Autohaler™	初次未使用或 2 天未使用時	2



Levalbuterol HCl		初次未使用或 3 天未使用時	4
Ipratropium Bromide HFA	Xopenex HFA™	初次未使用或 3 天未使用時	2
Ipratropium Bromide/ Albuterol Sulfate	Atrovent HFA® Combivent® HFA	初次未使用或 24 天未使用時	3
Combination 吸入型類固醇			
Beclomethasone	QVAR™	初次未使用或 10 天未使用時	2
Propionate HFA Ciclesonide	Alvesco®	初次未使用或 10 天未使用時	3
Fluticasone Propionate	Flovent® HFA	初次未使用 7 天以上未使用時或掉落後	4 1
Triamcinolone Acetonide	Azmacort®	初次未使用或 3 天未使用時	2
合併用藥			
Budesonide combined with Formoterol	Symbicort® HFA	初次未使用和 7 天以上未使用 時或掉落後	2
Fluticasone combined with Salmeterol	Advair HFA®	初次未使用 4 週以上未使用時或掉落後	4 2
其他			
Cromolyn Sodium	Intal® HFA	初次未使用	1

- **病人的特性：**使用 pMDI 病人的特性會造成不同氣霧沉積的結果，如在嬰兒或小孩的氣霧沉積比率會較低，這是因為他們的解剖結構和他們的身體與認知能力不同的原因。
- **呼吸技巧：**使用不加 spacer 的 pMDI 有兩個主要的技巧：張口技巧和閉口技巧。而 pMDIs 的廠商一般建議使用閉口技巧。這方法為在使用藥物時須將咬嘴的靴子放在病人密閉的嘴唇間。在另一方面，一些研究者和臨床人員則主張使用張口技巧去減少口咽沉積並增加沉積於肺部的藥物劑量。^{49,50} 而在使用 pMDI CFCs 時通常建議使用開口技巧。當使用開口技巧時，吸入器則放置遠離開口的嘴唇兩指寬的距離，並瞄準開口的中心。另外，文獻指出開口技巧可藉由允許氣霧的氣團在到達口腔的後方之前有更多的距離減緩速度，進而減少不想要的口咽沉積，並且比使用閉口技巧沉積於肺部的藥物高達 2 倍。^{49,51} 相反的，其他研究者則表示開口技巧比起閉口技巧並無法提供任何好處，^{52,53} 反而會造成額外的危害，如氣霧的氣團跑到嘴巴以外的地方，如眼睛或其他地方。⁵⁴ 所以最佳的呼吸技巧應決定於病人的行為能力、協調



度及偏好。若病人對於開口技巧可以有較好的協調度和掌控，則可以依照下列開口技巧的執行步驟。當然病人在執行氣霧技巧時，也應持續觀察監測並適當的矯正。技術百寶箱 2 提供適當的呼吸技巧。

傳送藥物的技巧

因為市面上有多種不同種類的 pMDIs，所以呼吸治療師在給病人氣霧治療和在確實的指導病人居家使用之前，應仔細地閱讀操作指引。技術百寶箱 2 提供適當的傳送藥物技巧。

技術百寶箱 2. 使用 pMDIs 的正確步驟

pMDIs 的技巧

開口技巧：應指導病人：

1. 握住 pMDI 將其加溫至體溫。
2. 將咬嘴蓋子移除並將 pMDI 充分搖晃。
3. 若 pMDI 是新的或已經依段時間未用，要先進行初始化的動作，即搖晃及按壓金屬罐數次，使藥物進入空間中。
4. 坐直或站立。
5. 完全地吐氣。
6. 將 pMDI 放置遠離嘴唇 2 個手指的寬度。
7. 張開嘴巴，並使舌頭平坦(舌頭的頂端頂在下面牙齒前)，將 pMDI 的出口傾斜，也就是對準嘴巴的後上方。
8. 緩慢的呼吸，並在吸氣一開始時按壓 pMDI 之金屬罐。
9. 經由口慢且深的呼吸並憋氣 10 秒。如果病人無法憋氣 10 秒，則盡可能憋氣。
10. 如果需要另一次藥物的霧氣，則須等一分鐘後再執行。
11. 重複 2-10 的步驟直到醫師所醫囑的劑量達到為止。
12. 若若使用類固醇，病人必須在最後一次的藥物霧氣後以清水漱口，且必須將漱口水吐出，不能吞下。
13. 在每一次使用 pMDI 後將咬嘴蓋蓋回去。

閉口技巧：(續)

1. 將咬嘴蓋子移除並將 pMDI 充分搖晃。
2. 若 pMDI 是新的或已經一段時間未用，要先進行初始化的動作，即搖晃及按壓金屬罐數次，使藥物進入空間中。
3. 坐直或站立。
4. 完全地吐氣。
5. 將 pMDI 放置於牙齒之間；確認舌頭平坦的放在咬嘴之下並不要阻塞到咬嘴。



6. 閉上嘴唇。
7. 緩慢的呼吸，並在吸氣一開始時按壓 pMDI 之金屬罐。
8. 經由口慢且深的呼吸並憋氣 10 秒。如果病人無法憋氣 10 秒，則盡可能憋氣。
9. 如果需要另一個藥物的霧氣，則須等一分鐘後再執行。
10. 重複 2-10 的步驟直到醫師所醫囑的劑量達到為止。
11. 若使用類固醇，病人必須在最後一次的藥物霧氣後以清水漱口，且必須將漱口水吐出，不能吞下。
12. 在每一次使用 pMDI 後將咬嘴蓋蓋回去。

以呼吸引發的 pMDI(Autohaler™) 的技巧：當使用 Autohaler™，應指導病人：

1. 握住 pMDI 將其加溫至體溫。
2. 移除咬嘴蓋子並檢查有無異物。
3. 將 Autohaler™ 直立，箭頭必須朝上，不要堵住通氣孔。
4. 若 Autohaler™ 從未用過或是最近未用，先進行初始化的動作，即搖晃及按壓金屬罐數次，使藥物進入空間中。
5. 將搖桿往上推。
6. 輕推咬嘴底部之試驗噴發滑桿 (test fire slide) 以初始化 Autohaler™。
7. 將搖桿回歸原先的往下位置以釋放初始化之噴霧(priming spray)。
8. 將搖桿回歸原先向下的位置並往上提即可關上。
9. 坐直或站立。
10. 搖晃 Autohaler™ 3~4 次。
11. 正常地呼吸幾次後，將 Autohaler™ 拿開。
12. 將 pMDI 放置於牙齒之間；確認舌頭平坦的放在咬嘴之下不要阻塞到咬嘴。
13. 用嘴唇緊緊含住咬嘴。
14. 以平穩中等的力量從咬嘴中深吸氣。
15. 當裝置引發藥物的釋放時，注意聆聽喀啦聲並且感覺嘴中有輕柔的氣團。
16. 持續吸氣直到感覺肺部充飽氣體。
17. 將咬嘴自嘴巴移開。
18. 憋氣 10 秒鐘或盡可能憋氣。
19. 重複步驟直到醫師所醫囑的劑量達到為止。
20. 將咬嘴蓋蓋回，並再次確定搖桿是往下的。

避免 pMDIs 減少噴霧劑量或沒有噴霧的一般步驟：當使用 pMDIs 時，依以下步驟去避免減少或無劑量在氣霧治療時。病人應：

1. 移開 pMDI 靴子的蓋子。
2. 依指引初使化(表 12)



3. 依廠商的指引清潔並風乾 pMDI 的靴子。
4. 追蹤剩餘劑量。

問題處理: pMDI 的問題:沒有氣霧或過低

原因	處理
不正確的 pMDI 裝置組裝。	檢查組裝並視需要重新組裝裝置。
不正確的 pMDI 與 spacer 的連接組裝。	檢查 pMDI 與 spacer 的連接組裝，並視需要重新組裝裝置。
pMDI 已空。	檢查劑量計算器或每日的便條紙去確認金屬瓶裏仍有足夠的藥物，否則更換 pMDI。

如何知道 pMDIs 已空？

自 pMDIs 於 1950 年問世後，仍未附有劑量計算器可使病人決定何時 pMDIs 應該丟棄。⁵⁵⁻⁵⁷ 當 pMDI 已噴發了如其標示的霧氣數目後，它或許看起來、嘗起來，或感覺起來仍可使用，但所傳送的藥物劑量可能已經非常低。這就是所謂的“噴出距離效應”(tailing off effect)，此效應可延續到 pMDIs 的藥物已空。^{13,58} 當然 pMDI 沒有劑量計算器則可能因吸入器被提早丟棄而浪費。間接測量 pMDI 是否已空的方式，如將金屬罐置於水中以觀察金屬罐中剩餘藥物量可能導致誤判，並會減少 pMDI 運作正常的能力^{57,59,60}。所以，這方式不能用來決定金屬罐裡的剩餘藥物量。

唯一可靠的決定剩餘藥物劑量次數的方式，是以人工方式計算劑量或使用劑量計算器。人工方式包括閱讀 pMDI 上的標示去決定 pMDI 裡全部可用的劑量次數有多少，並紀錄每次引發後的標示(包括每次的初始化及治療劑量)，去除在標示上的引發次數直到使用完畢，到那時候 pMDI 就須適當的處理丟棄。不幸的是，人工方式的計算劑量也不盡實際且不可靠，特別是在病人隨時需使用急救藥物時。

所以美國衛生及公共服務部門的食品藥物管理局認為新的 pMDIs 須結合劑量計算器，並建議所有的 pMDIs 都要有計算劑量的裝置，可指示 pMDI 何時到達最後一個劑量。⁶¹ 而劑量計算器是一個附於 pMDI 金屬罐頂端或靴子裝置上的配備。當 pMDI 引發，計算器則由存在金屬罐裡的全部劑量往下遞減引發的次數。The Ventolin[®] HFA (GlaxoSmithKline, Research Triangle Park, NC) and Flovent[®] HFA (Glaxo Smith Kline)有內建式之劑量計算器(圖 19)。

當然，不管是機械或電子劑量計算器都是非原廠製造附加於 pMDIs 的可用裝置，雖然已有研究證實了使用 pMDIs 能使病人達到可接受的執行方式和滿意度，⁶²⁻⁶⁴ 但仍必須非原廠製造的 pMDIs 劑量計算器和 pMDI 間的運作。^{18, 65} 當一些內建的計算器可能與 spacer 不符合時，且計算器裝置的標準與金屬罐不能符合都會影響 pMDIs

適當的引發，並造成沒有或部分的藥物噴射，進而計算錯誤剩餘的藥物量。⁶⁵ 附加使用非原廠製造的劑量計算器裝置會增加氣霧治療的成本花費，這可能會限制病人的接受度。圖 20 為現在美國使用的 pMDI 劑量計算器。

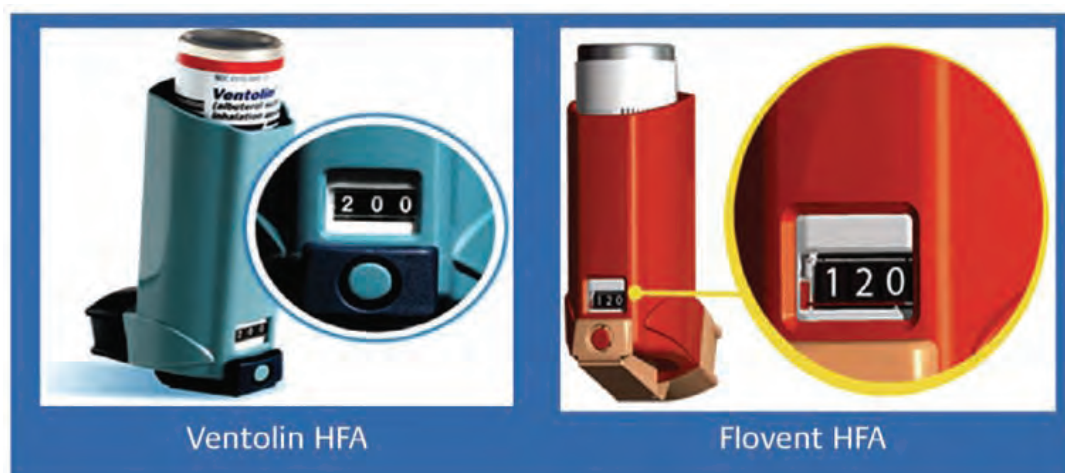


圖 19. Ventolin[®] HFA 和 Flovent[®] HFA 的計算器。



圖 20. 目前市面上使用的 pMDI 劑量計算器

不管任何非原廠製造的計算器，在使用每個 pMDI 前都應閱讀產品標示和伴隨的包裝說明，並須依廠商建議的劑量去使用。當想追蹤 pMDI 剩餘的霧氣(puff)次數，應採取以下的步驟：

沒有劑量計算器時：使用者應：

1. 當 pMDI 是全新時去測定霧氣(puff)的次數。
2. 利用 pMDI 中可以噴發的總量除以每日需用的噴發量(如每天需要 8 次 puffs)，則此金屬罐中的藥量可以連續使用 25 天(200 除以 8 等於 25 天)。另外，請記得當 pMDI 如果使用超過原本所需的藥物量，則金屬罐中的藥物會更快地使用完畢。
3. 準備一張簡單的紀錄紙或便利貼，用來記錄每日使用的數量以追蹤有多少的藥物噴氣已使用，並去除之去測定剩餘在 pMDI 的藥物量。



4. 將紀錄紙置於方便的地方如浴室的鏡子上。
5. 當所有霧氣(puff)已使用完時，請更換 pMDI。

有劑量計算器時：使用者應：

1. 當 pMDI 是全新時去測定霧氣(puff)的次數。
2. 利用檢查計算器上的顯示器去追蹤 pMDI 的引發次數並測定 pMDI 裡的剩餘藥物量。
3. 學會去閱讀計算器的顯示器，每一個劑量計算器都有自己特別顯示金屬罐裡的剩餘劑量的方式，如當轉到紅色時，代表可引發的次數少於 20 次霧氣(puff)，並表示該重新更換 pMDI。建議使用前閱讀廠商的指引去瞭解劑量計算器的顯示方式。
4. 當最後的劑量已使用完畢，應適當的處理 pMDI。

清潔：請參考 47 頁感染控制章節中之吸入器的清潔指引。

定量吸入器的輔助裝置是被設計去克服使用 pMDI 所遇見的困難，並且有各種不同的樣式及尺寸。

pMDIs 吸入器輔助裝置的優點和缺點

使用這些裝置可以改善氣霧治療的效率，並藉由增加計量閥與病人嘴巴間的容積和空間而減少口咽沉積。附屬裝置也能克服手與呼吸的協調度問題。表 13 列出了 pMDIs 與具.附單向閥的手持藥腔(VHCs)和空間器合併使用的優點和缺點。

表 13. pMDIs 與 VHCs 或 spacers(“外加”裝置) 合併使用的優點與缺點
(Modified, with permission, from Reference 1)

優點	缺點
減少藥物沉積於口咽中和流失量	與單獨使用 pMDI 比較起來體積較大且笨重
藉由 2 到 4 次的吸入比單一次吸入 pMDI 更可增加吸入的藥物量	與單獨使用 pMDI 比較起來需額外的費用、須組裝裝置
允許在急性氣流阻塞併有呼吸困難時使用 pMDI 不需要事先準備藥物	病人使用方法錯誤，包括吸氣前一次噴發多次 pMDI，或是在噴發 pMDI 與吸氣時機上有遲滯
可使 pMDI 引發和吸入更容易協調	未適當清潔時可能造成裝置被染污

在臨床應用上，spacer 這個名詞是指所有外加的延伸裝置，這些裝置又可被分

類為 *spacers* 或手持藥腔(或是附有閥的手持藥腔)，Spacer 指的是一簡單的管狀物，沒有任何單向閥附於其上，可以在 pMDI 噴發後收集氣霧，其目的是單純在嘴巴與 pMDI 咬嘴間增加距離與空間。而手持藥腔 (附單向閥的手持藥腔) 則是加諸於 pMDI 咬嘴或金屬罐上的一個延長裝置，它含有一個單向閥，可以在吸氣之前將氣霧收集於其中，且直接隔絕吐氣氣霧進入在藥腔中，以減少因手與呼吸的不協調所造成的氣霧流失。手持藥腔與 *spacers* 除基本設計上之差異外，不同廠牌之間的手持藥腔與 *spacers* 也有差異。雖然大部分在美國的手持藥腔/*spacers* 的容積皆小於 200 ml，但還是會有所差異。氣霧的行進方式也有前進 (往口腔方向) 與倒退 (遠離口腔方向) 之分。AeroChamber[®](Monaghan) 與 OptiChamber[®]為前進式之例子，而 Optihaler[®](Respironics)、ACE[®](Aerosol Cloud Enhancer, DHD) 與 InspirEase 則為倒退式之例子。有些手持藥腔/*spacers* 可與製造商之咬嘴-引發器 (即靴子) 相容，而有些則是其噴嘴容器只能與金屬罐相容。舉例來說，ACE[®]與 Opti-Haler[®]具有嘴容器，而 AeroChamber[®]與 OptiChamber[®]則有具順應性之開口可與 pMDI 之咬嘴相連。然而靴子是因應每一個 pMDI 特殊的設計，金屬罐噴嘴的差異性及不可能適合任何一個特殊的噴嘴容器，因此降低了藥物的效率。圖 21. 為一些 *spacers* 和手持藥腔的代表圖。



圖 21. 附單向閥手持藥腔(VHCs)與 Spacer 的數種範例

Spacers

pMDIs 合併與 spacer 使用產生的臨床效果至少會等同於正確地單獨使用 pMDI。而 spacer 則是提供多出的空間讓氣霧的流速變慢，使氣霧粒子的顆粒變小。氣霧粒子於 spacer 中停滯與被吸出的量取決於 spacer 的大小與形狀，還有 spacer 塑膠內壁之靜電荷。Spacers 可減少口中沉積，但是此裝置仍需較高程度的手口協調。使用 spacer 時，重要的是病人的吸氣配合要在 pMDIs 噴霧前早一點點的時機。有些 spacer



本身即是 pMDI 咬嘴的一部份 (如 Azmacort[®], Abbott Laboratories, North Chicago, IL), 而有些則是需要先將金屬罐自原先製造商提供的引發器 (actuator) 中移出, 然後再將金屬罐裝在 spacer 上一個特殊的孔洞中 (如 InspirEase[®] 或 OptiHaler[®])。須要注意的重點是在某些 spacer 的設計中, 若該裝置未與 pMDI 適當的安裝、或是 spacer 的設計有使用特殊的孔洞, 亦或是引發器 (actuator) 是置入於 spacer 本身, 以上這些因素皆能影響藥物劑量的輸送量。偶爾有些時候病人或臨床人員會以塑膠容器 (如汽水罐) 或其他裝置 (如捲筒衛生紙的軸心)。來當作是一個 spacer 以克服在 pMDI 引發前吸氣而減少藥物劑量的問題, 但這些裝置並不能幫助克服吐氣時藥物引發的問題。同時它們的性能差異很大, 因此不應將其視為市面流通 spacer 之適當替代品。

附單向閥之手持藥腔(VHC)

附單向閥之手持藥腔內有一低阻力的單向閥, 可以讓氣霧粒子在藥腔中短暫停留, 直到吸氣引動單向閥打開為止。雖然有單向閥可以在吸氣開始前阻止氣霧粒子自藥腔中流失, 但若要達到適宜的噴霧劑量, 依然需要依賴吸氣的時機與按壓引發器的時機接近或同步。若是吸氣時間延遲, 將會是會使有效進入肺中的藥量大大地減少。單向閥的阻力非常小, 因此很容易就被極小的吸氣力量打開。放置於輔助腔與病人之間的單向閥是一個減少口咽沉積重要的關鍵點。理想上, 應有一訊號裝置可在吸氣流速過大時告知病人。潮氣容積較小 (小於儀器死腔) 的兒童, 可能在單一次噴發 pMDI 後, 需要吸氣數次才能從面罩將手持藥腔中的氣霧粒子吸完。在這種情況下, 手持藥腔應再加裝一單向吐氣閥以避免氣體重複吸入。一附有單向閥之手持藥腔加上咬嘴僅需 15 到 20 美元, 但如具無靜電反應的功能加上面罩的價錢有可能高達美金 50-60 元。

傳送藥技巧

雖然 spacer 與附有單向閥之手持藥腔在對輸送 pMDIs 的藥物上有許多的優點, 但使用這些裝置仍然有一些潛在的問題 (表 13)。不正確的使用方式可能會減少被輸送的藥物, 或在某些情況下使藥物會喪失。造成藥物輸送減少的可能原因包括連續多次噴發到藥腔內、靜電作用、在噴發 pMDI 前即開始吸氣或是噴發 pMDI 太久後才開始吸氣。在兒童中, 缺乏大小合適的面罩、使用的 spacer 容積大於潮氣容積(機械性死腔)以及使用時哭泣也都會是問題。正確的使用技巧見**技術百寶箱 3**。

技術百寶箱 3. 正確使用 pMDI 與 spacer /VHC 之步驟

使用 pMDI 與 spacer/附單向閥之手持藥腔之技巧：應指導病人：

1. 握住 pMDI 使其加溫



2. 將吸入器咬嘴的蓋子打開，並充分地搖晃 pMDI
3. 若 pMDI 是新的或已經一段時間未用，要先進行初始化的動作，即搖晃及對腔中按壓金屬罐數次。
4. 組裝零件並檢查其中有無異物
5. 維持金屬罐於直立的位置
6. 坐直或站立
7. 完全地吐氣
8. 依據所使用的裝置介面其樣式來遵循以下的指示：

使用咬嘴：

- a. 將 pMDI 放置於牙齒之間；確認舌頭平坦的放在咬嘴下且不會阻塞到咬嘴。
- b. 緩慢的呼吸，並在吸氣一開始時按壓 pMDI 之金屬罐，同時確認是緩慢的吸入，若裝置出現如口哨般之聲響，表示吸氣太快。
- c. 將咬嘴從嘴巴移開並憋氣 10 秒，如果病人無法憋氣 10 秒，則教導盡可能憋氣。

使用面罩：

- d. 將面罩罩住嘴與鼻，確認面罩有貼緊其臉部。
- e. 維持住面罩的位置，按壓下吸入器並緩慢地吸氣，同時確認是緩慢的吸入，若裝置出現如口哨般之聲響，表示吸氣太快。
- f. 維持住面罩的位置讓兒童做六次正常的呼吸（六次吸氣與吐氣），再將面罩自兒童臉部移開。

使用可塌陷的袋子 (collapsible bag) 裝置：

- g. 將袋子打開直到達到它最大的形狀，按壓下 pMDI 金屬罐後馬上開始吸氣。
- h. 一直吸氣直到袋子完全塌陷。
- i. 可從袋子中吸氣吐氣數次以盡量使其內的藥物被吸入。

9. 每次噴發中間需間隔 15 至 30 秒。
10. 重複上述步驟直到處方之劑量達到。
11. 若是使用類固醇則在使用後應漱口清潔，且不藥吞到肚子。
12. 在每一次使用完後將咬嘴蓋蓋回去。

避免合併 spacer/附單向閥之手持藥腔的 pMDIs 減少噴霧劑量或沒有噴霧的一般步驟：當使用合併 spacer/附單向閥之手持藥腔的 pMDIs，為避免在氣霧治療時減少噴霧劑量或沒有噴霧則必須採取以下步驟。病人應：

1. 確認 pMDI 與 spacer/附單向閥之手持藥腔有適當的密合。
2. 移除 pMDI 靴子的蓋子。
3. 依據廠商指示去清潔並重新組裝 pMDI 的 spacer/附單向閥之手持藥腔

清潔：請參考 48 頁感染控制章節中之 pMDI 的藥腔(chamber)和可塌陷的袋子



(collapsible bag) 裝置的清潔指引。

乾粉吸入器 (DPIs)是一個可隨身攜帶、吸氣流速引動的吸入器，並常常被用來給予肺部乾粉藥劑。DPIs 不含推進劑且是以呼吸引發的。病人的吸氣用力，包括吸氣速率和吸入的容積，可製造一能量去使較大的攜帶粒子分離成小的藥物粒子，並發射由裝置中噴射出氣霧的粒子。DPIs 在吸氣引發時釋放藥物，可以克服使用定劑量吸入器的使用困難，並且常常提供病人所希望的，即可以讓所有使用者更好上手且更能達到預期的治療效果。

使用 DPIs 的優點和缺點

表 14.為乾粉吸入器的優點和缺點。因為此裝置不需要手口協調，所以病人必須要有適當足夠的吸氣流速去引發出裝置中的藥物。很重要的是病人必須了解乾粉吸入器如何運作及使用，如病人應知道不能朝吸入器吐氣，這是避免周圍環境的溼氣引入咬嘴中，而造成藥物的反效果。臨床人員在個別指導病人時應考慮注意事項及以下更詳細的事項，並在病人使用吸入器時，追蹤評值病人是否可以成功的使用乾粉吸入器。

表 14. 為乾粉吸入器的優點和缺點 (Modified, with permission, from Reference 1)

優點	缺點
體積小，攜帶方便 內建有劑量計數器 不需推進劑 由呼吸引動 準備與給藥時間短	需要病人之吸氣氣流 病人對吸入多少藥較沒有感覺 沉降於口咽之藥量相對可能較高 對於週遭空氣中或是吐出空氣中的溼氣相當敏感 藥物種類有限 一個乾粉吸入器只能有一種藥物 容易使病人混淆與其他裝置的使用方式

DPIs 的種類

目前 DPI s 可以依據內含劑量的不同去分三種類別，如單一劑量的 DPIs、多單位劑量的 DPIs、多劑量的 DPIs(圖 22)。而單一劑量的 DPI 是包含單一藥物劑量的單顆包裝膠囊，多單位劑量的 DPIs 是由製造商事先分配好個別藥物劑量的錠劑，第三種類型也就是多劑量的 DPI，可能為由粉末儲存器測定出的劑量，或是由製造商準備的帶狀物(blister strips)去傳送重複的劑量。不管 DPI 的樣式為何，同樣都須有基本的結構與吸入器合併，這些裝置都有藥物手持器、進氣口、凝聚腔，和咬嘴，這些結構的設計可允許 DPIs 產生足夠的擾流，可分開載體上表面活性素的粒子去作粒子



之間的撞擊，並可溶解大的粒子變成較小的粒子。

單一劑量乾粉吸入器 (Single-dose DPIs)

單一劑量乾粉吸入器的操作是經由穿刺針將膠囊穿破使藥物粉末排出。

Aerolizer® (Schering-Plough, Kenilworth, NJ) 和 HandiHaler® (Boehringer Ingelheim) 就是屬於單一劑量乾粉吸入器劑型 (圖 22)。Aerolizer® 傳送的藥物為 Formoterol，HandiHaler® 傳送的藥物是 tiotropium bromide。雖然 Aerolizer® 和 HandiHaler® 的外型構造不同，但是它們的操作原理是相似的。當使用單一劑量乾粉吸入器時，使用者將一個膠囊放入藥物支撐槽內。然後，使用者必須先將單一劑量膠囊刺破，經由吸氣的動作使空氣引流進入此裝置使藥物散佈後將藥物吸入。單一劑量 DPIs 主要的缺點是每次使用時必須重新填裝藥物。並且，必須教導病人此膠囊不是口服用的。

多單位劑量乾粉吸入器 (Multiple Unit-dose DPIs)

Diskhaler® (GlaxoSmithKline) 是屬於多單位劑量 DPIs 劑型。此裝置為一個輪盤內有四或八個內含藥物的發泡腔，經由旋轉輪盤給予 zanamivir。往上扳舉吸入器的蓋子就可以將發泡腔刺破，再經由嘴將藥物吸入。當使用 Diskhaler® 時，吸氣的流速必須大於每分鐘 60 公升來達到適當的肺部沉積。

多劑量乾粉吸入器 (Multiple-dose DPIs)

多劑量 DPIs 的給予是經由粉末儲藏囊或是透過預先測量好的一個細長條的發泡錠投與單一劑量。常見的多次劑量 DPIs 的劑型包括 Twisthaler® (Schering-Plough)，Flexhaler® (AstraZeneca, Wilmington, DE) 和 Diskus® (GlaxoSmithKline)。Twisthaler® 多次劑量 DPI 主要是使用在 mometasone

Furoate 的給予，Flexhaler® 是使用在 budesonide 的給予，Diskus® 是使用在給予 salmeterol、fluticasone 或是合併 salmeterol 和 fluticasone 的用藥。

在 Twisthaler® 和 Flexhaler®，DPI 的噴嘴是由兩個部分組成的：底端是一個漩渦狀的腔體和上端口接觸的部分有一個噴氣孔。凹槽的噴氣孔設計可製造出強大的漩渦並增加粒子在噴氣孔碰撞數量產生分子因撞擊後變為微粒的作用 (deagglomeration)。當使用新的 Flexhaler® 時，使用時先將瓶身保持直立，握住褐色的底部來回旋轉兩次聽到卡喀聲時確定藥物填裝。Twisthaler® 在使用前不需執行填裝藥物的動作。

Diskus® 多劑量乾粉吸入器，其中包含 60 個劑量的乾粉藥物單獨包裝的發泡腔。發泡腔的包裝紙是在保護藥物避免受到潮濕和其他環境因素影響。滑動劑量釋放桿



將發泡腔包裹上的箔片刺破，準備一次劑量的吸入。當 Diskus[®]吸入劑蓋子閉合時，劑量釋放桿會自動恢復到起始位置。如同 Twisthaler[®]，Diskus[®] 是不需要去啟動。

目前可使用的乾粉吸入器之配方

例如圖 22 所看到的，DPI 裝置的設計非常多樣化，無論是單一劑量乾粉吸入器(每次使用前載入單劑量)、多單位劑量 DPI(裝填四或八個內含藥物的發泡腔)或是多劑量 DPI(包含整整一個月的處方)。



圖 22. 現有的乾粉氣霧劑製劑在美國的設計特點分類(設計特點請詳見內文)

影響 DPI 的操作性能和藥物傳送的因素

呼吸治療師和病人必須主動積極控制下列的影響因素：

- **內在阻力和吸氣流量：**每個型態的 DPI 都會有不同內在的氣流阻力，這決定了病人需要產生多少的吸氣流速使設備釋放的正確藥物量。例如，HandiHaler[®]比 Diskus[®]有較高的阻力所以需要更大的吸氣努力。當病人經由 DPI 吸入藥物治療時，他/她經由咬嘴做吸入和呼出的動作而造成的壓力下樣來吸入一個氣流。因此，依據模型中的使用，病人可以經由藥物儲藏處、發泡腔或是膠囊藥物粉末。病人用力吸氣也是使粉末分解變成細顆粒的重要因素。而較高的流速可增加藥物分解、細顆粒粉末的產生和肺部的藥物傳送，過大的吸氣流速會增加藥物撞擊留置在口腔而降低肺總沉積量。



- **病人產生吸氣流量的能力：**DPIs 受限於病人是否有足夠的能力引動一個適當的吸氣氣流。非常小的小孩和因為氣喘或是慢性阻塞性肺疾產生急性氣流阻塞的病人，在使用 DPI 治療時，他們可能沒有能力產生一個適當的吸氣流速。因為極小的吸氣流速會導致藥物傳送降低，尤其是細顆粒粉末。可能使用 DPI 的病人，在使用前應該要評估其產生一個最小吸氣流速的能力。
- **暴露於濕氣和潮濕：**因為所有的 DPIs 都會受到濕氣和潮濕的影響，這會導致粉末結塊和在吸入時藥物分解成細顆粒粉末的產生減少。所以它們必須保持乾燥。膠囊和藥物發泡腔比一般含有多劑量的藥物儲藏腔對於空氣濕度提供更多的保護。因此，設計一個藥物儲藏腔例如 Twisthaler[®]，盡可能要保護避免暴露於濕氣和潮濕中。須將 Twisthaler[®] 放在浴室外面，放在沒有空調的房間內。如果放在車子內，或攜帶藥物到海邊要避免濕氣是很困難的。另一種 DPI 的設計或是使用不同的藥物氣霧系統，像是 pMDI 在這些情況下可考慮使用。所有的 DPIs 會受到氣體吐入咬嘴內的影響，尤其是當設備已經將藥物粉末裝載好曝露出來時。因此，必須指導病人在吸藥前要先吐氣，將氣吐出時要先遠離藥盤。

藥物輸送的技巧

由於市場上有不同類型的 DPIs，呼吸治療師在操作噴霧治療時應仔細閱讀操作指示，病人在家使用時，在回家之前必須給予一定的教導。技術百寶箱 4 提供適當的傳送藥物技巧。

技術百寶箱 4. 正確使用各種乾粉吸入器之步驟

單一劑量乾粉吸入器 (Single-dose DPIs) 使用技巧

Aerolizer[®]: 病人應該依指示：

1. 將咬嘴蓋子移除
2. 握住吸入器底部，並將咬嘴以逆時針方向轉動
3. 使用前將膠囊自錫箔包裹 (foil blister) 上取下
4. 將膠囊放在吸入器底部的藥槽中
5. 握住吸入器底部，並向順時鐘方向旋轉
6. 同時壓下 both buttons，此動作會將膠囊刺破
7. 將頭保持在直立的位置
8. 不要往裝置方向吐氣
9. 裝置以水平方向握住，buttons 在左側與右側
10. 將咬嘴含入口中並將嘴唇環繞咬嘴閉緊
11. 盡可能做既深且快的呼吸
12. 將咬嘴拿離開嘴巴，並且憋氣 10 秒或在不會感到不舒服的狀態下盡力憋氣
13. 不要往裝置方向吐氣
14. 將藥槽打開並檢視膠囊；若還有粉狀殘留，重覆上述之吸藥流程



15. 使用後將膠囊丟棄
16. 將咬嘴關閉，並將蓋子蓋回
17. 將裝置儲藏於乾燥通風的地方

Handihaler®:病人應該依指示：

1. 使用 Handihaler®前才將膠囊自鋁箔中拆封
2. 將防塵蓋向上拉將其打開
3. 打開咬嘴
4. 將膠囊放在中央藥槽，不需理會哪一端放在藥槽中
5. 將咬嘴緊密關上直到聽到喀啦聲；使防塵蓋把持開啓
6. 握住 Handihaler®使其咬嘴朝上
7. 按下穿刺膠囊的鈕一次然後釋放，如此會使膠囊上產生一個洞，使得您在吸氣時藥物可以被釋放
8. 吐氣時要遠離 Handihaler®
9. 將咬嘴含入口中並將嘴唇環繞咬嘴閉緊
10. 將頭保持在直立的位置
11. 吸氣的速率足以聽到膠囊震動，直到肺部充飽
12. 將咬嘴拿離開嘴巴，並且憋氣 10 秒或在不會感到不舒服的狀態下盡力憋氣
13. 吐氣時要遠離 Handihaler®
14. 重覆上述步驟由 Handihaler®吸氣
15. 打開咬嘴，將使用後的膠囊移除丟棄。不要將膠囊儲存於 Handihaler®
16. 儲藏 Handihaler®時關上咬嘴與防塵蓋
17. 將設備儲存在陰涼乾燥的地方

多單位劑量劑量乾粉吸入器(Multiple Unit-dose DPI) 使用技巧

Diskhaler®：病人應該依指示：

1. 移除蓋子並檢查設備與咬嘴是乾淨的
2. 拉出托盤推開底座並將裝藥的碟子拿起來
3. 藥物盤放在旋轉輪盤上
4. 將藥匣一直往前往後的拉出推入，直到可看見藥物盤上劑量顯示，這將是要給病人的第一次劑量
5. 吸入器保持水平位置，背面的蓋子抬起來直到刺穿藥物發泡腔
6. 將背面的蓋子放回原處
7. 呼吸時，盡可能的移開 Diskhaler®離開你的嘴巴
8. 將咬嘴放在你的牙齒和嘴唇之間並確定咬嘴上的吸氣孔沒有被塞住
9. 盡可能又快又深的吸氣



- 10 將 Diskhaler[®]從嘴巴移除並屏住呼吸 10 秒或是更長的時間
11. 緩慢吐氣
12. 如果需要再另一藥量，將藥匣前往後拉出推入將另一個藥物發泡腔移動到劑量顯示的位置。然後重複執行步驟 4 至 12
13. 治療完成後將咬嘴蓋子蓋上。確定剩下的發泡腔密封保護藥物避免受潮濕和損失直到醫囑下一次吸藥使用。

多劑量乾粉吸入器(Multiple-dose DPIs)使用技巧

Diskus[®]：病人應該依指示：

1. 打開裝置
2. 將槓桿由左往右滑
3. 先正常的呼吸，不向裝置吐氣
4. 將咬嘴含入口中並將嘴唇環繞咬嘴閉緊
5. 以快速且穩定的吸氣流速吸入藥物時要保持裝置的位置水平
6. 將咬嘴拿離開嘴巴，並且憋氣 10 秒或在不會感到不舒服的狀態下盡力憋氣
7. 絕對不要朝裝置吐氣
8. 將裝置儲存在陰暗通風的地方
9. 觀察劑量計數器上剩餘的藥量，在適當的時機做更換

Twisthaler[®]：病人應該依指示：

- 1 將吸入器以直立握住，粉紅色部份位於底部
2. 當吸入器保持直立時將蓋子移除以確保有分配到正確的劑量
3. 握住粉紅色的底部並以逆時針向旋轉蓋子將其移除
4. 當蓋子被移除後，底部的劑量計數器會以 1 為單位倒數，此作用表示藥物已裝載上
5. 確認白色部分(位於粉紅基座之上)的箭頭指著劑量計數器
6. 先以正常呼吸形態--不要往裝置方向吐氣
7. 將咬嘴放入口中，咬嘴朝著病人，並且用嘴唇將其緊密環繞
8. 將吸入器保持水平位置然後以快速穩定的氣流吸氣
9. 將咬嘴拿離開嘴巴，並且憋氣 10 秒或在不會感到不舒服的狀態下盡力憋氣
- 10 絕對不要朝裝置吐氣
11. 立刻更換蓋子，向順時鐘方向旋轉，然後輕壓直到聽到喀啦聲
12. 將 Twisthaler[®]關緊以確定下一個劑量有適當的裝載
13. 確認箭頭與劑量計數器排成一行
14. 將裝置置於乾燥通風的地方



Flexhaler®：病人應該依指示：

1. 旋轉蓋子並將它拿起來
2. 當載入劑量，握住 Flexhaler®採垂直的姿勢(咬嘴朝上)
3. 當吸入器載入藥物時，手不要握在咬嘴處
4. 握住褐色的底部往前一個方向旋轉。第一次轉動的方式並不重要
5. 然後再將底部往後一個方向旋轉
6. 確定在旋轉移動底部時有聽到喀啦聲
7. 絕對不要朝裝置吐氣
8. 將咬嘴放置在你的嘴巴，用嘴唇將咬嘴密封起來，然後深深的且強而有力的吸氣
9. 將吸入器從嘴巴移除並吐氣
10. 確定你沒有將氣吐到咬嘴內
11. 如果必須使用一個以上的劑量，重複上述步驟
12. 將蓋子蓋回吸入器並且旋轉將它蓋緊
13. 在每次吸完藥物後一定要漱口減少黴菌感染的危險。不要將漱口水吞下

遵循一般步驟避免造成 DPI 劑量的減少或是沒有劑量：當使用 DPI 時，應該遵循以下的步驟，以避免氣霧治療過程時劑量的減少或沒有藥。病人應：

1. 閱讀，並按照指示進行適當的組裝
2. 確定保持 DPI 乾淨和乾燥
3. 在治療過程中保持 DPI 正確的姿勢
4. 一定要刺破膠囊或發泡罩包裝
5. 絕對不要朝 DPI 裝置吐氣
6. 確保產生足夠的吸氣流速
7. 查看是否有殘餘劑量留在 DPI 內

疑難解答：DPI 問題：DPI 發生故障

原因

DPI 裝配不正確
藥物排出失敗
空的 DPI

解決辦法

零件裝配，需要的時候重新組裝
再重新裝置一個藥量
檢查並計算藥量確定它不是空的，不然更換 DPI 再使用

我們怎麼知道 DPI 的劑量已經沒有了？

單一劑量乾粉吸入器：單一劑量 DPI 如 Aerolizer®和 HandiHaler®，一個膠囊為



一次使用劑量，當每個劑量的給與時膠囊內必須是填充完整的。病人使用前應該檢查保證膠囊內有足量的劑量。如果有粉末殘留，應該再將膠囊放回吸入器並在重複吸入藥物的動作。⁶⁶ 然後，治療完成後將膠囊丟掉。應該根據剩餘的膠囊補充藥物。

多單位劑量乾粉吸入器：Diskhaler[®]是一個多單位劑量 DPI 的填充輪盤包含 4 或 8 個單位劑量的發泡腔。⁶⁷ 因為 DPI 沒有劑量計算器，所以一次的投與量必須以手動的方式操作。因此，使用視覺審查確認所有的包裝。所有的劑量使用完畢後，將圓盤丟掉。

多劑量乾粉吸入器：多劑量 DPIs 歷史上是源於整合的機械裝備使其在吸入器上顯示剩餘劑量的數據。⁶⁶ 當藥物劑量快要沒有時這個裝置提供醒目的顯示，即可告知藥劑師給予一個新的 DPI。每一種多劑量 DPI 類型劑量的計算說明如下表。

	Flexhaler[®]	Twisthaler[®]	Diskus[®]
劑量的容器	儲藏罐	儲藏罐	細長條的發泡錠
劑量的總數	60 或 120	30	60
劑量指示器類型	“0”	“01”	紅色的數字
劑量指示器的涵義	雖然指示器計算每次使用裝載的藥量，但是它不會單獨顯示每一次的藥量，而是大約 5 個或以上的劑量移動一次。 指示器以每間隔 10 個劑量為符號，數字和破折號交替顯示。當數字顯示[0]，就必須丟棄。	Twisthaler [®] 藥量顯示器顯示「01」時表示已到藥物最後劑量，必須重新填充藥物。	藥量顯示的數字轉為紅色時表示只剩 5 個劑量。 當劑量顯示視窗數字顯示[0]則表示已無藥物，這個圓盤就必須丟棄。

清潔：請參閱感染控制部分 48 頁 DPIs 的清潔指示。

選擇氣霧設備的標準

氣霧藥物傳送設備的選擇對於能否達到最理想的治療結果是非常重要的。證據顯示，如果病人能正確使用，這三種類型的氣霧設備是同樣可以達到治療效果的。⁸ 選擇氣霧設備的標準可分為四類：與病人相關、與藥物相關、與使用裝置



相關、周遭環境和臨床因子。

與病人相關之因素

年齡、身體和病人的認知能力

一個氣霧設備的選擇必須符合病人的年齡、身體和病人的認知能力。解剖和生理因素會隨著年齡變化，如氣道呼吸次數和肺容積。^{13, 68-74} 應該依病人的認知能力，了解如何以及何時使用設備和藥物，以及他/她的身體協調能力當成選擇氣霧設備的指標。^{8, 13, 18, 68, 73, 75-77} 氣霧設備為了正確的使用時有不同的要求。有關嬰兒、兒科的裝置選擇指引，見第 45 頁有關“新生兒和小兒氣霧設備給藥”。

對於不能執行手持的協調或正確吸入技術的成人和老年人^{75, 75-80}，pMDIs 可能不是一個很好的選擇。此外，無法產生足夠的吸氣流速(大於每分鐘 40-60 公升)去排空氣霧設備內的藥物例如 DPIs。^{75, 81}

病人的喜好

在選擇的氣霧設備和噴霧治療效果，病人的喜好是一個關鍵因素。比起不喜歡裝置，往往他們對於較喜歡的裝置會比較有規律的使用。⁸²⁻⁸⁴ 因此，在選擇氣霧設備時應該按照病人的需要和喜好。

與藥物相關之因素

藥物的效益性

有些藥物製劑，限用於一種的吸入器。如果藥物的給與能採用三種類型的氣霧設備使用時，臨床醫師應該根據病人的需要和偏好選擇適當的氣霧設備。^{8, 18, 77} 否則，選擇這個氣霧設備而此藥物製劑只能使用單一類型的吸入器。

氣霧劑治療的組合

許多病人不只使用一種藥物吸入製劑。在這種情況下，使用同一種氣霧設備可以增加病人治療的忠誠度，同時盡量減少病人對於使用不同的氣霧裝置所造成的混亂。^{8, 18, 85}

與使用裝置相關之因素

氣霧裝置的便利性

病人對於治療的忠誠度，選擇一個適合的氣霧裝置是很重要的。在選擇每個設備的過程中必須考慮易於使用、治療時間、輕便、清潔和保養維修。例如，一個急救的藥物它必須體積小、重量輕、方便攜帶，因此在病人需要的時候很容易使用。^{67, 77} 此外，噴霧器可能較不合適傳送吸入藥物，因為他們很昂貴、需要電力來源，並且



需要定期保養。^{67,86,87}當所有其他因素相同，應依病人選擇最方便的設備。

氣霧裝置的耐用性

選擇一個好的氣霧裝置應具有良好的耐久性，以便它能夠耐得住嚴峻的治療和每天清洗程序。當病人不願定期清洗和維護設備時，需要大量的清潔的裝置就不是一個好的選擇。

氣霧裝置的成本與費用

選擇讓病人以最少的支出購買氣霧裝置這是非常重要的。病人不會使用他們買不起藥物和設備。⁸⁸⁻⁹⁰如表 3、表 6 和表 7，不同的氣霧裝置和藥物製劑，費用有很大的差異。病人的花費決定於他們有無醫療保險與是屬於何種類型。⁷⁷如果“最好的”設備/藥物，不是一個病人可以負擔時，應確定在成本最低的氣霧設備和藥物組合而可以滿足病人的需要。因此，重要的是與病人達成共識，選擇支付得起的藥品/設備，以滿足臨床需要。如果所有其他因素不變，應該選擇最少花費的氣霧設備與藥物的組合使用。

環境與臨床因素

需在何時何處使用噴霧治療是的選擇因素。例如，常規給予、每天一次或兩次、或每天睡覺之前或之後的治療方法，就不需要如急救藥物般為可攜式的。此外，吵雜的空氣壓縮機可能不適合在小房子使用，因為病人在深夜治療時可能會吵醒其他家族成員。在病人會與其他人緊密接觸的環境中，氣霧的二手暴露可能也是一個要素，所以此時應該選擇能夠限制或過濾氣霧的裝置。

新生兒和兒童的藥物噴霧器傳送

嬰兒不是一個解剖比例縮小的成人。因此，噴霧器給予的原理在嬰幼兒和兒童藥物根本不同。認知能力（也就是瞭解如何以及何時使用設備和藥物），身體能力（即使用該設備的協調能力），以及與年齡有關的解剖和生理因素（也就是氣道，呼吸頻率，肺容積）在每一個發展的階段對於有效的氣霧傳送產生很大的挑戰。^{68-71,91}當呼吸治療師清楚地理解這些問題，針對這些尚在發展的病人，他們可以充分利用藥物噴霧傳送和其治療的結果。本節探討有關對於新生兒和兒童在藥物噴霧最佳傳送的挑戰與解決方案。

年齡和身體能力

對於新生兒和兒童能成功的使用噴霧治療，選擇氣霧設備是一個致勝關鍵。^{68, 76, 91}三歲以下的小孩無法正確使用咬嘴，霧化器和 pMDIs 都是必須透過面罩來使



用。91-95 尤其是在低潮氣量下，嬰兒和兒童給與 pMDIs 療時，VHCs 是首選的方法。93, 94 呼吸模式，吸氣流速，潮氣容積隨著年齡而有變化。最佳的 DPIs 使用是需要產生每分鐘 60-90 公升的持續吸氣流速，四歲以下的健康孩子是無法達到種有效的吸氣。因此，在四歲以下的小孩使用呼吸驅動的霧化器或 DPIs 可能較不適用。^{71, 96}

年齡和認知能力

氣霧設備必須針對病人的年齡和認知能力去選擇一個正確的使用設備。表 15 列出針對小孩的年齡建議不同類型的氣霧吸入器。68-70, 96-99 小容量噴霧器和 pMDIs 合併 VHCs，建議使用在嬰兒和 5 歲以下的兒童。69, 70, 96 由於 3 歲以下的兒童不可能使用咬嘴，必須經由面罩給與噴霧器或是 pMDIs 加手持藥腔(holding chamber)使用。69,93,94 受限於年齡，面罩的使用應該直到孩子能舒適地使用咬嘴為止。5 歲以下的兒童，可能無法掌握具體的呼吸技巧。69, 70, 96 對於低的潮氣容積與短的吸氣時間，吸氣驅動的噴霧劑比連續性的霧化可能提高吸入的劑量。¹⁰⁰ 然而，它可能需要 3 倍以上的時間來執行該劑量。此外，時間的限制和可攜帶式壓縮噴霧器對於學齡前兒童比較不適用。69 通常公認有認知能力能控制呼吸，手/呼吸協調的發展要到 5 歲或 6 歲。68, 69, 97 一旦孩子達到 4 歲以上，他們對於如何順利使用 pMDI 或 DPI 可能有足夠的理解。^{71, 96}

表 15. 依據年齡準則建議使用的氣霧傳送裝置

氣霧系統	年齡
小容量噴霧器加上面罩 (SVN with mask)	≤ 3 歲
小容量噴霧器加上咬嘴 (SVN with mouthpiece)	≥ 3 歲
壓力定量噴霧器加上儲藥艙/間隔器和面罩 (pMDI with holding chamber/spacer and mask)	< 4 歲
壓力定量噴霧器加上儲藥艙/間隔器 (pMDI with holding chamber/spacer)	≥ 4 歲
乾粉吸入器 (Dry-powder inhaler)	≥ 4 歲
定量吸入器 (Metered-dose inhaler)	≥ 5 歲
以呼吸引發的定量吸入器 (Breath-actuated MDI；例如 Autohaler™)	≥ 5 歲
以呼吸引發的噴霧器 (Breath-actuated nebulizers)	≥ 5 歲

氣霧藥物傳送的困境與哭嚎哭的幼兒

應該在幼兒穩定且平靜呼吸的時期給予藥物吸入。哭泣的孩子實際上氣霧藥物幾乎沒有傳送到肺部，92, 98, 101, 102 大部分吸入的劑量沉積在上呼吸道或咽部，然



後被吞下。^{69, 70, 102, 103} 因此，必須要找出一個辦法在給予氣霧藥物前將困難減到最低。這些方法包括但不限於，玩遊戲、安撫嬰兒、提供其它有效分散注意力的方法。此外，氣霧藥物可以在幼兒睡眠時給予，只要給藥時不要叫醒或搖動幼兒。雖然在幼兒模型研究中睡眠呼吸型態顯示出高的肺劑量，¹⁰⁴ 一項人體研究顯示，有69%的小孩在氣霧藥物給予時醒來，其中75%有呼吸困難的現象。¹⁰⁵

病人-設備介面

縱然幼兒和小孩子能具體表達他們對設備的喜好，設備的選擇仍是一重要的考慮因素。使用小孩及父母喜歡的裝置，可以增加其順從度、吸入劑量和期望的臨床反應。

咬嘴或是面罩？

咬嘴或面罩，通常用於三歲以上兒童的氣霧給藥治療。研究建議，咬嘴比標準的小兒氣霧面罩可以提供較大的肺部劑量，^{100, 106} 在兒童的臨床治療是有效的。^{100, 107, 108} 因此，應該鼓勵使用咬嘴，但是面罩一致性使用效果比不正確的使用咬嘴其效果來的好的。

面罩密合的重要性

一個密閉良好的面罩是達到最佳的藥物沉積，避免讓氣霧劑進入眼睛的關鍵因素。即使面罩約有0.5公分小漏氣，兒童和嬰兒就可減少吸入50%以上的藥物。¹⁰⁹⁻¹¹³ 剛開始，小孩子可能感覺生病和煩躁而拒絕使用面罩。然而，父母的衛教，遊戲融入，鼓勵堅定地拿着面罩對著孩子的臉和密切的監督，可以提昇對於面罩差的耐受性和改善氣霧劑給藥。

面罩或直接吹氣？

直接吹氣是直接對著病人的臉經由噴霧器的霧化孔給予氣霧藥物。縱然直接吹氣是一種技術通常用於嚎哭的嬰兒或不合作的兒童。但有文獻證實與面罩比較其效率較差，隨著器具和兒童的距離增加，其氣霧藥物的沉積下降。因此，實證據顯示直接吹氣的治療是無效的且不被鼓勵使用。^{93, 109, 114, 115}

父母和病人的教育

隨著兒童的成長，他們的氣霧劑設備需要更換，他們和他們的照護者應學習的最佳使用的技術和維護氣霧劑設備。此外，孩童可能顯示沒有遵從氣霧劑藥物給藥，因為他們沒有能力正確使用設備或發現使用無效果^{116, 117}。因此，呼吸治療師應該說明藥物的影響，用藥，噴霧治療的重要性並告訴父母和小孩如何適當的使用氣霧劑設備。經初步提供訓練，對於達到最佳的噴霧給藥和遵守規定治療的幼兒和兒童，



頻繁的追蹤示範是必須的。

感染控制

氣霧系統可以經由病人、照護者和環境汙染成為病原體。霧化器的汙染可見於有囊性纖維化(CF)²⁰⁻²²、氣喘^{23,24}和免疫缺陷的病人¹¹⁸。當感染控制(CI)有漏洞時，氣霧系統就會被汙染，並可能導致細菌移生在呼吸道^{20-22,25,119}。因此，必須建立一個感染管制(IC)系統，減少院內感染、在醫院住院時間和住院的費用。^{24,119,120}

在氣霧劑藥物傳送的感染管制系統

病人的教育和意識

病人的教育：數據顯示在家使用霧化器常常發生細菌汙染。^{23,24,121,122} 因此，感染教育計畫中應強調注重在與患者和醫護人員經由反覆口頭和書面教導清潔的重要性和維護霧化器設備。¹²³

病人的依從性：大約有 85%囊性纖維化(CF)的病人在家不消毒噴霧器。¹²⁴ 確定，製造業者強調必須清洗和消毒的用法說明外，個人、社會、文化和心理因素也會影響依從性。¹²⁵ 每 24 小時更換噴霧器，醫療保險同意使用用後即可丟棄的設備，與病人合作，⁸³ 提升病人堅持遵守感染管制的承諾和減少感染風險。

噴霧器的清潔和維護

預防噴霧器在家的感染和故障

清潔：不同類型的噴霧器清潔的建議如下：

- 加壓定量吸入器(Pressurized Metered-dose Inhaler:)：應該至少每星期一次清洗 pMDIs 塑膠容器，^{126,127} 如表 16：

表 16. pMDI 和 Autohaler™的清潔操作指南

清潔 pMDI	清潔 Autohaler™
每週清潔一次或依需要時。	每週清潔一次或依需要時。
查看吸入器的藥物噴出孔。	移開咬嘴的蓋子。
清潔吸入器，如果你有看到粉或在周圍的孔有藥粉。	將 Autohaler™倒置。
將 pMDI 從塑膠罐中移開，這樣藥才不會弄濕。	用清潔的乾布擦拭咬嘴。
用溫水清洗塑膠罐，並將過多的水甩乾。	輕輕的拍打 Autohaler™的背部，這樣瓣膜會



放置一夜讓其乾燥。	往下就可以看到噴霧器的噴孔。
將噴藥罐的咬嘴差乾淨然後蓋上蓋子。	用乾的棉花棒清潔瓣膜的表面。
	將咬嘴差乾淨並確定控制桿往下。

- 定量吸入器的輔助設備(*Metered-dose Inhalers Accessory Devices*)：當 pMDI 加間隔器使用時，在第一次使用前必須清洗，然後依照廠商的建議定期清潔。表 17. 提供 pMDI 輔助設備的清洗步驟

表 17. pMDI 藥艙與拆卸式袋子設備的清潔操作指南

清潔藥艙設備	清潔拆卸式袋子設備
每兩週清潔一次或依需要時。	每兩週清潔一次或依需要時。
拆卸設備的清潔。	拆卸設備的清潔。
間隔部分零件浸泡在溫水與液體洗滌劑，輕輕地搖晃，反覆 2-4 次。	將咬嘴上的塑膠套零件拿開。
將過多的水甩乾。	用溫水清洗咬嘴。
將間隔器零件拆開，垂直放置一夜晾乾。	放置一夜讓其乾燥。
不可以用毛巾擦拭間隔器，這樣會讓間隔器產生靜電而減少藥物的遞送。	當設備乾燥後，重新組裝。
當間隔器完全乾燥後將零件組裝。	塑膠袋子不需要清潔，但應每 4 個星期或根據需要更換。

- 乾粉吸入器(*Dry-powder Inhaler*)：重要的是要注意 DPIs 不可以被淹沒在水中。此外，它們應保持乾燥，因為濕氣會減少藥物的遞送。有關 DPI 清洗的做法雖然沒有明確的證據，每個製造公司建議定期清洗，並建議用清潔的乾布擦拭 DPI 咬嘴。
- 噴霧器(*Nebulizers*)：在家裡，每次治療後，噴霧器應清洗乾淨。一個長期使用又髒又乾的噴霧器，就愈是要徹底清潔乾淨。治療後立即清洗噴霧器，可以大大減少感染的危險。根據囊腫性纖維化基金會的指導方針，¹²⁸ 在每次治療後應該用肥皂和熱水清洗部分噴霧器，小心不要損壞噴霧器的相關零件。表 18. 提供了噴射霧化器清潔操作指南。篩孔和超音波霧化器，製造商建議必須執行清洗和基本的消毒。此外，在篩孔噴霧器清洗時，重要的是要記住不要觸摸篩孔，因為這會損害組件。

消毒(*Disinfection*)：強烈建議，定期消毒和更換噴霧器以盡量減少污染。每個廠商針對不同的產品提出了不同的消毒方法，因此，應遵循製造商建議指南進行噴霧器的消毒。重要的，進行消毒完後，所有的消毒溶劑都要丟棄。各式各樣的消毒方法，包括病人：

1. 霧化器配件煮沸 5 分鐘。這種消毒程序，最後不需要沖洗。



2. 家庭用漂白水與水以 1:50 比例的配置，將零件浸泡 3 分鐘。
3. 70%異丙醇(isopropyl alcohol)，浸泡 5 分鐘。
4. 3%過氧化氫(hydrogen peroxide)，浸泡 30 分鐘。
5. 蒸餾白醋與熱水以 1:3 比例配置，浸泡 1 個小時（不建議用在 CF 患者）。

表 18. 噴射霧化器的清潔操作指南

在每次使用後清洗	每週清洗一次或兩次
使用設備前先洗手。 每次治療完成後將零件拆卸 將管路從壓縮機移除，並整理擺放好。這條管路不需清洗。 用無菌的水或蒸餾水沖洗噴霧器和咬嘴。 將過多的水甩乾。 放在吸水毛巾上晾乾。 將噴霧器的杯子存放在有鍊子的塑膠袋內。	使用設備前先洗手。 每次治療完成後將零件拆卸 將管路從壓縮機移除，並整理擺放好。這條管路不需清洗。 用溫水液洗潔精洗淨噴霧器部分零件。 廠商建議進行基本的噴霧器消毒。噴霧器部分可以浸泡在下列其中一個溶劑中： 1. 家庭用漂白水與水以 1:50 比例配置，浸泡 3 分鐘。 2. 70%異丙醇(isopropyl alcohol)，浸泡 5 分鐘。 3. 3%過氧化氫(hydrogen peroxide)，浸泡 30 分鐘。 4. 蒸餾白醋與熱水以 1:3 比例配置，浸泡 1 個小時（不建議用在 CF 患者）。 用無菌水或蒸餾水沖洗部分零件。 將過多的水甩乾，將所有的零件放在乾淨的手巾紙上晾乾。 讓它們在吸水毛巾完全風乾 重新組合噴霧器，存放在清潔乾燥的容器袋。

病人應該依循上面消毒建議的方法之一，每周清洗一至兩次。證據建議，四基氨鹽化合物(quaternary ammonium compound) 也可用於消毒噴射霧化器，在消毒的程序前先用洗滌劑清洗和使用 1.25%乙酸浸泡，可以增加效用。另外，四基氨鹽化合物(quaternary ammonium compound)浸泡只需要 10 分鐘，而醋酸浸泡不可以少於一小時。四基氨鹽化合物(quaternary ammonium compound)的另一個優點是它可以重複使用一個星期，但是醋酸溶液不可重複使用。¹²⁹

最後沖洗(Final Rinse)：病人應使用無菌水（不是蒸餾水或瓶裝）做最後沖洗。¹²⁸ 無菌水，可用自來水煮沸 5 分鐘。

乾燥和維護(Drying and Maintenance)：由於細菌生長在潮濕潮濕的地方，噴霧



器應徹底烘乾，存放在清潔乾燥的地方。清洗、乾燥可以增加氣體的流速在短時間到達噴霧器。調查報告顯示，經過不正確的清洗、維修和消毒程序可能導致霧化器的性能改變。¹³⁰ 遵循製造商的操作建議和清潔維護，避免噴霧器被污染。這是所有使用藥物噴霧器所需要注意的。

在醫院或診所預防感染和氣霧劑產生器故障

氣霧劑產生器：在醫院噴霧器受到細菌的污染其與院內感染是有相關聯的。^{131,132} 在美國疾病控制和預防中心（CDC）建議，在治療的期間噴霧器必須清洗、消毒、無菌水沖洗和烘乾處理。¹³³ 此外，每個醫院或門診應該有感染監控程序，可以持續和有系統地收集分析和解釋數據做為局部感染控制(IC)的基礎判斷。噴霧器必須每24小時更換。^{134,135} 如果氣霧劑發生器是標有“單一病人使用”，則應該用在單一個病人，用完後丟棄。

吸入藥物(*Inhaled Drugs*):多劑量藥物的容器與污染的噴霧器都是一個潛在的院內感染傳播源。¹³⁶⁻¹³⁹ 因此，在可能的情況下建議使用單一劑量(*unitdose*)藥物。¹³³ 此外，重要的是避免藥物的污染。

感染的傳播(*Infection Transmission*):治療師在接觸病人、治療前後用水和肥皂洗手或使用乾洗液藥劑清潔雙手，可以減少病人的感染。^{140,141} 應考慮使用手套來達到手部的衛生。呼吸治療師應該在治療不同的病人或治療後必須更換手套並洗手，因為手套會製造一個溫暖而潮濕的環境，讓微生物滋長和污染，進而傳輸感染。^{30,142} 如果呼吸治療師在進行吸入藥物治療時可能會吸入病原體，護目鏡、口罩和面罩應要單一或合併使用。

遵守感染控制管理系統(*Compliance to IC Management System*):感染管制系統的落時必須依靠專業呼吸治療師確實執行才會有效。所以，呼吸治療師應該要建立一套氣霧藥物遞送的感染控制系統，並要有適當的訓練。

感染監測(*Infection Surveillance*):醫院必須建立一套簡單實用的感染監控措施，定期評估、偵測呼吸治療師的感染控制狀況。

呼吸治療師的職業健康和 safety

(*Occupational Health and Safety of Respiratory Therapists*)

呼吸治療師所接受的風險，不僅暴露於吸入藥物，而且還面臨著噴霧治療期間吸入病原體的危險。呼吸治療師的職業健康和 safety 要素如下。



健康評估和免疫(Health Assessment and Immunization): 在開始工作或結束工作，呼吸治療師必須進行感染和免疫的檢查。

手部的衛生(Hand Hygiene): 據文獻顯示，手部衛生是可以有效地減少呼吸道病毒傳播。^{31,141,143-145} 健康照護工作者必須自我監督於照護病人前後洗手，可以降低呼吸道感染的風險。^{31,141-145}

防護裝備(Protective Equipment): 在需要的時候，呼吸治療師必須帶上個人防護的設備，例如口罩和眼睛的保護。³⁰

通風系統(Ventilation System): 負壓環境的病房中的空氣交換系統，必須每 31 個小時交換室內空氣 6 到 10 次。³¹ 它可以在 69 分鐘內有效消除 99.9% 的空氣污染物。³²

噴霧器的過濾(Filtering Nebulizers): 在噴霧器的吐氣口放置一個過濾器，可以保護呼吸治療師的呼吸道感染和減少在醫院和門診區吸入二手噴霧劑。

教育患者正確使用氣霧劑裝置

病人在使用噴霧器裝置時一定會發生某些問題。這些問題所產生的知識可以協助呼吸治療師來教導病人。理解他們使用噴霧器裝置時的問題，也可以直接讓治療師評估出病人的呼吸道疾病控制不好的情形。無論是病人對於氣霧藥物治療的依從性很差或是操作噴霧器的裝置方式錯誤，都會降低吸入藥物的療效。針對這兩個問題進行評估，如果可能，排除病人呈現呼吸道疾病控制不良在他們疾病還未有改變時就介入處理。

病人的服從性 (Patient Adherence)

病人使用吸入性藥物時一個常見的問題就是病人對處方的服從性(adherence)，雖然此問題並非是吸入性藥物所獨有。”服從性 (adherence)” 指的是病人選擇去遵從治療處方，而”順應性 (compliance)” 則意指遵守醫囑，病人較處於被動，有幾種方法可以監測病人使用氣霧藥物之服從性，例如面訪、病人自己的報告、劑量計數與直接連接於吸入器的電子監測裝置。一般認為連接於吸入器的電子監測裝置是最準確與客觀的。在一項研究中發現病人每日自己做的紀錄中 β--促進劑的平均使用率為 78%，但同樣的情形若經由電子式的 pMDI 監測器卻顯示只有 48% 的使用率。¹⁴⁶ 治療師們應當要注意到，病人們對於他們使用氣霧藥物的量與監測器比較，通常會有浮報的現象。沒有遵從處方治療可以被分類為”非蓄意”與”蓄意”。表 19 列出了這兩類的定義及其例子。¹²⁵



表 19. 未服從處方氣霧治療的類別及導致該類別的可能因素
(修改，經許可，摘自參考資料 1、資料 125)

非蓄意：未正確的了解治療	蓄意：了解治療但未正確服從
誤解處方藥之用途： ● 醫師與病人之間溝通不良 ● 治療師與病人之間溝通不良 語言障礙	病人覺得： ● 並非真的需要治療 ● 並沒有真的生病 ● 爲了得到父母親的注意，被獨自留在家裡(兒童) ● 藥物太貴 ● 擔心副作用 ● 藥物沒有用 病人忘記 壓力與忙碌的生活型態 氣霧治療方法太過複雜，費時費力 心理因素，如心情沮喪

需注意到的是，在非蓄意的未服從處方氣霧治療中有一項是未正確的使用氣霧裝置。而這正可以經由教育病人得到改善。截至目前為止，市場上還沒有一種吸入器是完美的、絕不會失誤以及可以預防失誤的。pMDI 被認為是對病人而言一種很難使用的呼吸器，因此才有手持藥腔與間隔器(spacer)被引進。而 DPIs 之所以會被引進市場，有一部份的原因也是因為其使用較 pMDI 簡單。^{147,148} 若我們不去計較裝置的組裝複雜度的話，噴霧器 (nebulizer) 或許是對病人而言最簡單的吸入器類型。然而，任何型態的吸入器都有它的問題。表 20 列出了在使用各種吸入器時常見的錯誤。^{125,147,148}

表 20. 使用各種氣霧發生器(aerosol generator)所常見之問題、缺點與錯誤
(修改，經許可，摘自參考資料 1、資料 126)

加壓式定量定量吸入器
技術上的錯誤： ● 噴發 pMDI 與吸氣之無法配合協調 ● 吸入之後憋氣時間太短 ● 吸氣的氣流太過快速 ● 使用前未充分搖晃/混合藥罐 ● 吸氣時因氣霧接觸喉嚨而突然使吸氣中斷 ● 在全肺容量時啟動 pMDI ● 在吸氣之前啟動 pMDI



- 從口中噴發但卻從鼻子吸氣
- 噴發 pMDI 時在吐氣
- 將 pMDI 錯誤的一端放入口中
- 將金屬罐放錯位置
- 使用前未將蓋子打開
- 過量使用 pMDI (沒有計數劑量)
- 不乾淨的罐罩(boot)
- 未使用的藥造成浪費

病人沒有得到充分的使用 pMDI 的訓練

使用者的認知障礙

手部的力量不夠或手指彈性不足以致無法噴發 pMDI

原發性運動運用障礙 (Ideomotor dyspraxia)

附單向閥之手持藥腔/間隔器(Valved Holding Chambers/Spacers)

將附加的裝置組合錯誤

無法將**附單向閥之手持藥腔/間隔器**上的靜電去除，如此會造成使用新的**附單向閥之手持藥腔/間隔器**時產出的氣霧減少

噴發 pMDI 後，自**附單向閥之手持藥腔/間隔器**吸入氣霧的時間延遲太久

吸氣動作太快

吸藥前噴發太多次的藥到**附單向閥之手持藥腔/間隔器**內

病人未被充分指導如何正確組裝與使用裝置

乾粉吸入器(Dry-powder Inhalers)

技術上的錯誤：

- 裝載藥物時未正確握住裝置
- 刺破藥物失敗或是打開藥物包裝
- 不正確的吸入方向
- 填裝失敗
- 經由咬嘴吐氣
- 吸氣前未先吐氣至肺餘量 (residual volume)
- 未足夠用力吸氣
- 沒有憋氣或憋氣不夠久
- 吸氣後又經由咬嘴吐氣

在高濕度的環境中使用多劑量 (multi-dose) 儲藥槽設計的吸入器會減少細小氣霧粒子的量

病人未被充分指導如何正確組裝與使用裝置



噴霧器(Nebulizers)

未正確組裝裝備
使用某些噴霧器時因為傾斜而使藥物溢出
使用噴霧器過程中未將咬嘴放在口中
沒有使用嘴巴呼吸

病人使用定量吸入器時常見之錯誤

雖然使用 pMDI 時手與呼吸的協調很早就被認為是一個問題，但當病人使用 pMDI 時還有一些潛在的問題存在 (表 20)。使用前沒有搖晃 pMDI 會對阻礙藥物正常的釋放。使用前未將藥物填在 pMDI 中也會影響正確的藥物釋放。一個非常實際且也對病人非常不便的問題是使用者缺乏內建的劑量計數器來告訴他們 pMDI 已經用完了。市面上雖有計數器，但卻必須另外購買。在一項調查中，72%的病人們聲稱他們會一直用到當按壓 pMDI 時已沒有聲音為止。⁹⁰ 不論一個 pMDI 標示的容量是 120 puff 或是 200 puff，當它只剩下一點點藥物，或甚至沒有藥物時都仍然可以靠推進劑產生噴霧。治療師們應該教導病人追蹤 pMDI 中殘餘藥量的重要性 (見第 31-32 頁)。

病人使用附單向閥之手持藥腔/間隔器(holding chamber/spacer) 時常見之錯誤

使用附單向閥之手持藥腔/間隔器常見之錯誤列於表 20。組裝附單向閥之手持藥腔/間隔器錯誤是一個潛在的問題。許多病人錯誤的以為在 pMDI 噴發後，在要從附單向閥之手持藥腔/間隔器中吸氣前暫停一下對藥物的輸送量並沒有幫助，結果造成藥物輸送量的減少。理想的技巧是咬嘴置於雙唇間，然後當 pMDI 噴發時開始做一慢而深的吸氣。若是在單一次吸氣前，就將 pMDI 噴發數次於附單向閥之手持藥腔/間隔器中，也會減少可用的藥量。新的附單向閥之手持藥腔/間隔器管壁上有靜電存在，若要將其去除，則可以在使用前先以離子清潔劑清洗，或是自 pMDI 中先發 10-20 puff 至附單向閥之手持藥腔/間隔器中。^{33,149} 另一種方法是購買沒有靜電之附單向閥之手持藥腔/間隔器。

病人使用乾粉吸入器時常見之錯誤

病人使用 DPIs 時也會發現一些問題 (表 20)。已有數據顯示其使用錯誤的比率，定義為沒有正確執行基本的步驟，與使用 pMDIs 與 DPIs 時相似。³⁴ 對於 DPIs 而言，比較不幸的是在美國市面上的 DPIs 其設計皆不盡相同。它們不僅外觀不同，而且在裝載藥物與噴發吸入器的細節上也不一樣。¹⁴⁷ 使用錯誤率最高的項目之一是沒有正確的握住吸入器，這是會影響藥物的裝載與吸入器的噴發。

病人使用小容量噴霧器時常見之錯誤



使用小容量噴霧器的問題通常不是來自病人，而是此型噴霧器一些共同的缺點(表 20)。它包括裝備笨重且體積大、需要外接的電力或是壓縮氣體以及使用時間較冗長。然而對病人而言，小容量噴霧器卻是所有類型的氣霧裝置中最容易使用。此外，目前較新的氣霧技術是將目標放在縮小該裝置整體的體積、減少對外接壓縮氣體或電源的依賴、縮短治療時間，以及減少在病人吐氣時藥物的浪費上。

指導與評估使用氣霧裝置的病人

即使在同一種類 (例如.,DPIs) 的吸入器中，其氣霧裝置與作用方式也愈來愈多樣化，因此常會造成混淆與使用錯誤，建議使用以下的步驟來確定病人的使用正確。

1. 臨床人員應小心閱讀使用說明書，並且在教導病人前先使用含安慰劑的裝置加以練習。
2. 教導病人組裝與正確使用裝置時要使用查檢表 (checklist)。
3. 提供病人如何使用裝置的手寫指引，包括藥物的使用計畫 (以症狀決定使用頻率)。
4. 請病人在臨床人員面前實際使用，以觀察是否正確。
5. 每次病人回診時都再確定病人是否使用正確裝置。
6. 每次回診時都要確定病人是否知道吸入藥物的使用時機、服藥的目的、及服藥頻率等。
7. 如果呼吸系統的病情惡化時，應對病人是否未正確的使用藥物或服從醫囑抱持一定程度的敏感度。

參考資料

1. Hess DR, Myers TR, Rau JL. A guide to aerosol delivery devices for respiratory therapists. American Association for Respiratory Care, Dallas, Texas 2005.
2. Rau JL Jr. Respiratory care pharmacology. St. Louis: Mosby; 2002.
3. Newman S, Hollingworth A, AR C. Effect of different modes of inhalation on drug delivery from a dry powder inhaler. Int J Pharm 1994; 102:127-132.
4. Newman SP, Pavia D, Moren F, et al. Deposition of pressurised aerosols in the human respiratory tract. Thorax 1981; 36(1):52-55.
5. Newman SP, Woodman G, Clarke SW, Sackner MA. Effect of InspirEase on the deposition of metered-dose aerosols in the human respiratory tract. Chest 1986; 89(4):551-556.
6. Lewis RA, Fleming JS. Fractional deposition from a jet nebulizer: how it differs from a metered-dose inhaler. Br J Dis Chest 1985; 79(4):361-367.
7. Fink JB. Humidity and aerosol therapy. In: Mosby's respiratory care equipment. St.



- Louis MO: Mosby-Elsevier Inc; 2010:91-140.
8. Dolovich MB, Ahrens RC, Hess DR, et al. Device selection and outcomes of aerosol therapy: evidence-based guidelines: American College of Chest Physicians/American College of Asthma, Allergy, and Immunology. *Chest* 2005; 127(1):335-371.
 9. Leach CL, Davidson PJ, Hasselquist BE, Boudreau RJ. Influence of particle size and patient dosing technique on lung deposition of HFA-beclomethasone from a metered dose inhaler. *J Aerosol Med* 2005; 18(4):379-385.
 10. Geller DE. New liquid aerosol generation devices: systems that force pressurized liquids through nozzles. *Respir Care* 2002; 47(12):1392-1404.
 11. Dulfano MJ, Glass P. The bronchodilator effects of terbutaline: route of administration and patterns of response. *Ann Allergy* 1976; 37(5):357-366.
 12. Gardenhire DS. Airway pharmacology. In: Egan's fundamentals of respiratory care. St Louis MO: Mosby Elsevier; 2009:667-692.
 13. Fink JB. Aerosol drug therapy. In: Egan's fundamentals of respiratory care. St Louis MO: Mosby Elsevier; 2009:801-842.
 14. Babu KS, Marshall BG. Drug-induced airway diseases. *Clin Chest Med* 2004; 25(1):113-122.
 15. Leuppi JD, Schnyder P, Hartmann K, et al. Drug-induced bronchospasm: analysis of 187 spontaneously reported cases. *Respiration* 2001; 68(4):345-351.
 16. Steckel H, Eskandar F. Factors affecting aerosol performance during nebulization with jet and ultrasonic nebulizers. *Eur J Pharm Sci* 2003; 19(5):443-455.
 17. O'Callaghan C, Barry PW. The science of nebulised drug delivery. *Thorax* 1997; 52(Suppl 2):S31-S44.
 18. Hess DR. Aerosol delivery devices in the treatment of asthma. *Respir Care* 2008; 53(6):699-723.
 19. Ip AY, Niven RW. Prediction and experimental determination of solute output from a Collison nebulizer. *J Pharm Sci* 1994; 83(7):1047-1051.
 20. Pitchford K, Corey M, Highsmith A, et al. Pseudomonas species contamination of cystic fibrosis patients' home inhalation equipment. *J Pediatr* 1987; 111(2):212-216.
 21. Rosenfeld M, Emerson J, Astley S, et al. Home nebulizer use among patients with cystic fibrosis. *J Pediatr* 1998;132(1):125-131.
 22. Vassal S, Taamma R, Marty N, et al. Microbiologic contamination study of nebulizers after aerosol therapy in patients with cystic fibrosis. *Am J Infect Control* 2000;28(5):347-351.
 23. Barnes KL, Clifford R, Holgate ST, et al. Bacterial contamination of home nebuliser. *Br Med J (Clin Res Ed)* 1987; 295(6602):812.
 24. Wexler MR, Rhame FS, Blumenthal MN, et al. Transmission of gram-negative bacilli



- to asthmatic children via home nebulizers. *Ann Allergy* 1991; 66(3):267-271.
25. Jakobsson BM, Onnered AB, Hjelte L, Nystrom B. Low bacterial contamination of nebulizers in home treatment of cystic fibrosis patients. *J Hosp Infect* 1997; 36(3):201-207.
 26. Carnathan B, Martin B, Colice G. Second hand (S)-albuterol: RT exposure risk following racemic albuterol (Abstract). *Respir Care* 2001; 46(10):1084.
 27. Dimich-Ward H, Wymer ML, Chan-Yeung M. Respiratory health survey of respiratory therapists. *Chest* 2004; 126(4):1048-1053.
 28. Christiani DC, Kern DG. Asthma risk and occupation as a respiratory therapist. *Am Rev Respir Dis* 1993; 148(3):671-674.
 29. Kern DG, Frumkin H. Asthma in respiratory therapists. *Ann Intern Med* 1989; 110(10):767-773.
 30. Rhinehart E, Friedman MM. Personal protective equipment and staff supplies. In: *Infection control in home care (An official APIC publication)*. Gaithersburg MD: Aspen Publishers, Inc.; 2006:61-69.
 31. Gamage B, Moore D, Copes R, et al. Protecting health care workers from SARS and other respiratory pathogens: a review of the infection control literature. *Am J Infect Control* 2005; 33(2):114-121.
 32. Segal-Maurer S, Kalkut G. Environmental control of tuberculosis: continuing controversy. *Clin Infect Dis* 1994; 19(2):299-308.
 33. Dennis JH. Standardization issues: in vitro assessment of nebulizer performance. *Respir Care* 2002; 47(12):1445-1458.
 34. Hess D, Fisher D, Williams P, et al. Medication nebulizer performance. Effects of diluent volume, nebulizer flow, and nebulizer brand. *Chest* 1996; 110(2):498-505.
 35. Dennis JH. A review of issues relating to nebulizer standards. *J Aerosol Med* 1998; 11(Suppl 1):S73-S79.
 36. Welch MJ. Nebulization therapy for asthma: a practical guide for the busy pediatrician. *Clin Pediatr (Phila)* 2008;47(8):744-756.
 37. Rau JL, Ari A, Restrepo RD. Performance comparison of nebulizer designs: constant-output, breath-enhanced, and dosimetric. *Respir Care* 2004; 49(2):174-179.
 38. Alvine GF, Rodgers P, Fitzsimmons KM, Ahrens RC. Disposable jet nebulizers. How reliable are they? *Chest* 1992; 101(2):316-319.
 39. Camargo CA Jr, Spooner CH, Rowe BH. Continuous versus intermittent beta-agonists in the treatment of acute asthma. *Cochrane Database Syst Rev* 2003; (4):CD001115.
 40. Everard ML, Evans M, Milner AD. Is tapping jet nebulisers worthwhile? *Arch Dis Child* 1994; 70(6):538-539.
 41. Malone RA, Hollie MC, Glynn-Barnhart A, Nelson HS. Optimal duration of nebulized



- albuterol therapy. *Chest* 1993; 104(4):1114-1118.
42. Newman SP. Principles of metered-dose inhaler design. *Respir Care* 2005; 50(9):1177-1190.
 43. Gross G, Cohen RM, Guy H. Efficacy response of inhaled HFA-albuterol delivered via the breath-actuated Autohaler inhalation device is comparable to dose in patients with asthma. *J Asthma* 2003; 40(5):487-495.
 44. Newman SP, Weisz AW, Talaee N, Clarke SW. Improvement of drug delivery with a breath actuated pressurised aerosol for patients with poor inhaler technique. *Thorax* 1991; 46(10):712-716.
 45. Everard ML, Devadason SG, Summers QA, Le Souef PN. Factors affecting total and “respirable” dose delivered by a salbutamol metered dose inhaler. *Thorax* 1995; 50(7):746-749.
 46. Niven RW, Kacmarek RM, Brain JD, Peterfreund RA. Small bore nozzle extensions to improve the delivery efficiency of drugs from metered dose inhalers: laboratory evaluation. *Am Rev Respir Dis* 1993; 147(6 Pt 1):1590-1594.
 47. Pedersen S. The importance of a pause between the inhalation of two puffs of terbutaline from a pressurized aerosol with a tube spacer. *J Allergy Clin Immunol* 1986;77(3):505-509.
 48. Pedersen S, Steffensen G. Simplification of inhalation therapy in asthmatic children. A comparison of two regimes. *Allergy* 1986; 41(4):296-301.
 49. Dolovich M, Ruffin RE, Roberts R, Newhouse MT. Optimal delivery of aerosols from metered dose inhalers. *Chest* 1981; 80(6 Suppl):911-915.
 50. Lawford P, McKenzie. Pressurized bronchodilator aerosol technique: influence of breath-holding time and relationship of inhaler to the mouth. *Br J Dis Chest* 1982; 76(3):229-233.
 51. Thomas P, Williams T, Reilly PA, Bradley D. Modifying delivery technique of fenoterol from a metered dose inhaler. *Ann Allergy* 1984; 52(4):279-281.
 52. Unzeitig JC, Richards W, Church JA. Administration of metered-dose inhalers: comparison of open- and closedmouth techniques in childhood asthmatics. *Ann Allergy* 1983; 51(6):571-573.
 53. Chhabra SK. A comparison of “closed” and “open” mouth techniques of inhalation of a salbutamol metered-dose inhaler. *J Asthma* 1994; 31(2):123-125.
 54. Newman S, Clark A. Inhalation techniques with aerosol bronchodilators. Does it matter? *Pract Cardiol* 1983; 9:157-164.
 55. Holt S, Holt A, Weatherall M, et al. Metered dose inhalers: a need for dose counters. *Respirology* 2005; 10(1):105-106.
 56. Ogren R, Baldwin J, Simon R. How patients determine when to replace their metered



- dose inhalers. *Ann Allergy Asthma Immunol* 1995; 75(6 Pt 1):485-489.
57. Rubin BK, Durotoye L. How do patients determine that their metered-dose inhaler is empty? *Chest* 2004;126(4):1134-1137.
 58. Schultz RK. Drug delivery characteristics of metered-dose inhalers. *J Allergy Clin Immunol* 1995; 96(2):284-287.
 59. Cain WT, Oppenheimer JJ. The misconception of using floating patterns as an accurate means of measuring the contents of metered-dose inhaler devices. *Ann Allergy Asthma Immunol* 2001; 87(5):417-419.
 60. Brock TP, Wessell AM, Williams DM, Donohue JF. Accuracy of float testing for metered-dose inhaler canisters. *J Am Pharm Assoc (Wash)* 2002; 42(4):582-586.
 61. U.S. Department of Health and Human Services, U.S. Food and Drug Administration. Guidance for industry: integration of dose-counting mechanisms into MDI drug products. Rockville MD, 2003.
 62. Sheth K, Wasserman RL, Lincourt WR, et al. Fluticasone propionate/salmeterol hydrofluoroalkane via metered-dose inhaler with integrated dose counter: Performance and patient satisfaction. *Int J Clin Pract* 2006; 60(10):1218-1224.
 63. Simmons MS, Nides MA, Kleerup EC, et al. Validation of the Doser, a new device for monitoring metered-dose inhaler use. *J Allergy Clin Immunol* 1998; 102(3):409-413.
 64. Julius SM, Sherman JM, Hendeles L. Accuracy of three electronic monitors for metered-dose inhalers. *Chest* 2002; 121(3):871-876.
 65. Williams DM, Wessell A, Brock TP. The Doser external counting device. *Chest* 1999; 116(5):1499.
 66. American College of Chest Physicians. Patient instructions for inhaled devices in English and Spanish. Northbrook IL, 2006.
 67. Rau JL. The inhalation of drugs: advantages and problems. *Respir Care* 2005; 50(3):367-382.
 68. Fink JB, Rubin BK. Aerosol and medication administration In: Czerviske MP, Barnhart SL, editors. *Perinatal and pediatric respiratory care*. St Louis MO: Elsevier Science; 2003.
 69. Everard ML. Aerosol delivery to children. *Pediatr Ann* 2006; 35(9):630-636.
 70. Everard ML. Inhalation therapy for infants. *Adv Drug Deliv Rev* 2003; 55(7):869-878.
 71. Ahrens RC. The role of the MDI and DPI in pediatric patients: "Children are not just miniature adults". *Respir Care* 2005; 50(10):1323-1328.
 72. Pongracic JA. Asthma delivery devices: age-appropriate use. *Pediatr Ann* 2003; 32(1):50-54.
 73. Boe J, Dennis JH, O'Driscoll BR, et al. European Respiratory Society Guidelines on the use of nebulizers. *Eur Respir J* 2001; 18(1):228-242.



74. Rubin BK, Fink JB. Optimizing aerosol delivery by pressurized metered-dose inhalers. *Respir Care* 2005; 50(9):1191-1200.
75. Rau JL. Practical problems with aerosol therapy in COPD. *Respir Care* 2006; 51(2):158-172.
76. Rubin BK. Nebulizer therapy for children: the device/patient interface. *Respir Care* 2002; 47(11):1314-1319.
77. Geller DE. Comparing clinical features of the nebulizer, metered-dose inhaler, and dry powder inhaler. *Respir Care* 2005; 50(10):1313-1321.
78. Gray SL, Williams DM, Pulliam CC, et al. Characteristics predicting incorrect metered-dose inhaler technique in older subjects. *Arch Intern Med* 1996; 156(9):984-988.
79. Allen SC, Ragab S. Ability to learn inhaler technique in relation to cognitive scores and tests of praxis in old age. *Postgrad Med J* 2002; 78(915):37-39.
80. McFadden ER Jr. Improper patient techniques with metered-dose inhalers: clinical consequences and solutions to misuse. *J Allergy Clin Immunol* 1995; 96(2):278-283.
81. Atkins PJ. Dry powder inhalers: an overview. *Respir Care* 2005; 50(10):1304-1312.
82. Fink JB, Rubin BK. Problems with inhaler use: a call for improved clinician and patient education. *Respir Care* 2005; 50(10):1360-1375.
83. Lewis RM, Fink JB. Promoting adherence to inhaled therapy: building partnerships through patient education. *Respir Care Clin N Am* 2001; 7(2):277-301, vi.
84. Fink JB. Inhalers in asthma management: is demonstration the key to compliance? *Respir Care* 2005; 50(5):598-600.
85. van der Palen J, Klein JJ, van Herwaarden CL, et al. Multiple inhalers confuse asthma patients. *Eur Respir J* 1999; 14(5):1034-1037.
86. Castro-Rodriguez JA, Rodrigo GJ. Beta-agonists through metered-dose inhaler with valved holding chamber versus nebulizer for acute exacerbation of wheezing or asthma in children under 5 years of age: a systematic review with metaanalysis. *J Pediatr* 2004; 145(2):172-177.
87. Meadows-Oliver M, Banasiak NC. Asthma medication delivery devices. *J Pediatr Health Care* 2005; 19(2):121-123.
88. Chan PW, DeBruyne JA. Parental concern towards the use of inhaled therapy in children with chronic asthma. *Pediatr Int* 2000; 42(5):547-551.
89. Apter AJ, Reisine ST, Affleck G, et al. Adherence with twice-daily dosing of inhaled steroids. Socioeconomic and health-belief differences. *Am J Respir Crit Care Med* 1998; 157(6 Pt 1):1810-1817.
90. Rubin BK. What does it mean when a patient says, "my asthma medication is not working?" *Chest* 2004; 126(3):972-981.



91. Everard ML. Inhaler devices in infants and children: challenges and solutions. *J Aerosol Med* 2004; 17(2):186-195.
92. Tal A, Golan H, Grauer N, et al. Deposition pattern of radiolabeled salbutamol inhaled from a metered-dose inhaler by means of a spacer with mask in young children with airway obstruction. *J Pediatr* 1996; 128(4):479-484.
93. Everard ML, Clark AR, Milner AD. Drug delivery from holding chambers with attached facemask. *Arch Dis Child* 1992; 67(5):580-585.
94. Nikander K, Berg E, Smaldone GC. Jet nebulizers versus pressurized metered dose inhalers with valved holding chambers: effects of the facemask on aerosol delivery. *J Aerosol Med* 2007; 20(Suppl 1):S46-S55.
95. Bower L, Barnhart S, Betit P, et al. American Association for Respiratory Care. AARC Clinical Practice Guideline: selection of an aerosol delivery device for neonatal and pediatric patients. *Respir Care* 1995; 4(12):1325-1335.
96. National Asthma Education and Prevention Program. Expert Panel Report III: guidelines for the diagnosis and management of asthma. Bethesda MD: National Institutes of Health; 2007.
97. Everard ML. Guidelines for devices and choices. *J Aerosol Med* 2001; 14(Suppl 1):S59-S64.
98. Ritson S JD, Everard ML. Aerosol delivery systems acceptable to young children improve drug delivery. *Thorax* 1998; 53:A55.
99. Fink JB. Aerosol delivery to ventilated infants and pediatric patients. *Respir Care* 2004; 49(6):653-665.
100. Nikander K, Agertoft L, Pedersen S. Breath-synchronized nebulization diminishes the impact of patient-device interfaces (face mask or mouthpiece) on the inhaled mass of nebulized budesonide. *J Asthma* 2000; 37(5):451-459.
101. Iles R, Lister P, Edmunds AT. Crying significantly reduces absorption of aerosolised drug in infants. *Arch Dis Child* 1999; 81(2):163-165.
102. Everard ML. Trying to deliver aerosols to upset children is a thankless task. *Arch Dis Child* 2000; 82(5):428.
103. Murakami G, Igarashi T, Adachi Y, et al. Measurement of bronchial hyperreactivity in infants and preschool children using a new method. *Ann Allergy* 1990; 64(4):383-387.
104. Janssens HM, van der Wiel EC, Verbraak AF, et al. Aerosol therapy and the fighting toddler: is administration during sleep an alternative? *J Aerosol Med* 2003; 16(4):395-400.
105. Esposito-Festen J, Ijsselstijn H, Hop W, et al. Aerosol therapy by pressured metered-dose inhaler-spacer in sleeping young children: to do or not to do? *Chest* 2006; 130(2):487-492.



106. Restrepo RD, Dickson SK, Rau JL, Gardenhire DS. An investigation of nebulized bronchodilator delivery using a pediatric lung model of spontaneous breathing. *Respiratory Care* 2006; 51(1):56-61.
107. Kishida M, Suzuki I, Kabayama H, et al. Mouthpiece versus facemask for delivery of nebulized salbutamol in exacerbated childhood asthma. *J Asthma* 2002; 39(4):337-339.
108. Lowenthal D, Kattan M. Facemasks versus mouthpieces for aerosol treatment of asthmatic children. *Pediatr Pulmonol* 1992; 14(3):192-196.
109. Smaldone GC, Berg E, Nikander K. Variation in pediatric aerosol delivery: importance of facemask. *J Aerosol Med* 2005; 18(3):354-363.
110. Amirav I, Newhouse MT. Aerosol therapy with valved holding chambers in young children: importance of the facemask seal. *Pediatrics* 2001; 108(2):389-394.
111. Janssens HM, Tiddens HA. Facemasks and aerosol delivery by metered-dose inhaler valved holding chamber in young children: a tight seal makes the difference. *J Aerosol Med* 2007;20(Suppl 1):S59-S65.
112. Everard ML, Clark AR, Milner AD. Drug delivery from jet nebulisers. *Arch Dis Child* 1992; 67(5):586-591.
113. Esposito-Festen JE, Ates B, van Vliet FJ, et al. Effect of a facemask leak on aerosol delivery from a pMDI-spacer system. *J Aerosol Med* 2004; 17(1):1-6.
114. Kesser B, Geller D, Amirav I, Fink J. Baby don't cry: in vitro comparisons of "baby's breath" aerosol delivery hood vs. face mask or blow-by using the "Saint" infant upper airway model and "Aeroneb Go" vs. T-piece nebulizer (Abstract). *Respir Care* 2003; 48(11):1079.
115. Rubin BK. Bye-bye, Blow-by. *Respir Care* 2007; 52(8):981.
116. Everard ML. Aerosol therapy: regimen and device compliance in daily practice. *Paediatr Respir Rev* 2006; 7(Suppl 1):S80-S82.
117. Everard ML. Regimen and device compliance: key factors in determining therapeutic outcomes. *J Aerosol Med* 2006; 19(1):67-73.
118. Craven DE, Lichtenberg DA, Goularte TA, et al. Contaminated medication nebulizers in mechanical ventilator circuits. Source of bacterial aerosols. *Am J Med* 1984; 77(5):834-838.
119. Hutchinson GR, Parker S, Pryor JA, et al. Home-use nebulizers: a potential primary source of *Burkholderia cepacia* and other colistin-resistant, gram-negative bacteria in patients with cystic fibrosis. *J Clin Microbiol* 1996; 34(3):584-587.
120. Saiman L, Siegel J. 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(5



- Suppl):S6-S52.
121. Cohen HA, Kahan E, Cohen Z, et al. Microbial colonization of nebulizers used by asthmatic children. *Pediatr Int* 2006; 48(5):454-458.
 122. Blau H, Mussaffi H, Mei Zahav M, et al. Microbial contamination of nebulizers in the home treatment of cystic fibrosis. *Child Care Health Dev* 2007; 33(4):491-495.
 123. Saiman L, Siegel J. Infection control in cystic fibrosis. *Clin Microbiol Rev* 2004; 17(1):57-71.
 124. Lester MK, Flume PA, Gray SL, et al. Nebulizer use and maintenance by cystic fibrosis patients: A survey study. *Respir Care* 2004; 49(12):1504-1508.
 125. Rau JL. Determinants of patient adherence to an aerosol regimen. *Respir Care* 2005; 50(10):1346-1359.
 126. Chew NY, Reddel HK, Bosnic-Anticevich SZ, Chan HK. Effect of mouthpiece washing on aerosol performance of CFC-free Ventolin. *J Asthma* 2004; 41(7):721-727.
 127. American College of Chest Physicians. Priming and cleaning your MDI and spacer, 2006.
 128. The Cystic Fibrosis Foundation. Stopping the spread of germs, 2009.
 129. Chatburn RL, Kallstrom TJ, Bajaksouzian S. A comparison of acetic acid with a quaternary ammonium compound for disinfection of hand-held nebulizers. *Respir Care* 1988; 33(3):179-187.
 130. Le Brun PP, de Boer AH, Heijerman HG, Frijlink HW. A review of the technical aspects of drug nebulization. *Pharm World Sci* 2000; 22(3):75-81.
 131. Griebble HG, Colton FR, Bird TJ, et al. Fine-particle humidifiers. Source of *Pseudomonas aeruginosa* infections in a respiratory- disease unit. *N Engl J Med* 1970; 282(10):531-535.
 132. Mertz JJ, Scharer L, McClement JH. A hospital outbreak of *Klebsiella pneumonia* from inhalation therapy with contaminated aerosol solutions. *Am Rev Respir Dis* 1967; 95(3):454-460.
 133. Tablan OC, Anderson LJ, Besser R, et al. Guidelines for preventing health care-associated pneumonia, 2003: recommendations of CDC and the Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee. *MMWR Recomm Rep* 2004; 53(RR-3):1-36.
 134. O'Malley CA, VandenBranden SL, Zheng XT, et al. A day in the life of a nebulizer: surveillance for bacterial growth in nebulizer equipment of children with cystic fibrosis in the hospital setting. *Respir Care* 2007; 52(3):258-262.
 135. American Association for Respiratory Care. AARC Clinical Practice Guideline: selection of an aerosol delivery device. *Respir Care* 1992; 37(8):891-897 (retired)



- August 2006).
136. Estivariz CF, Bhatti LI, Pati R, et al. An outbreak of *Burkholderia cepacia* associated with contamination of albuterol and nasal spray. *Chest* 2006; 130(5):1346-1353.
 137. Hamill RJ, Houston ED, Georghiou P, et al. An outbreak of *Burkholderia* (formerly *Pseudomonas*) *cepacia* respiratory tract colonization and infection associated with nebulized albuterol therapy. *Ann Intern Med* 1995; 122(10):762-766.
 138. Rau JL, Restrepo RD. Nebulized bronchodilator formulations: unit-dose or multi-dose? *Respir Care* 2003; 48(10):926-939.
 139. U.S. Food and Drug Administration, Center for Drug Evaluation and Research. Public health advisory: contamination of multi-dose bottles of Albuterol Sulfate Solution for Inhalation (0.5%), 2002.
 140. Center for Disease Control and Prevention. Clean hands save lives, 2008.
 141. Center for Disease Control and Prevention. Guideline for hand hygiene in healthcare settings, 2008.
 142. Larson EL. APIC guideline for handwashing and hand antisepsis in health care settings. *Am J Infect Control* 1995;23(4):251-269.
 143. Paes BA. Current strategies in the prevention of respiratory syncytial virus disease. *Pediatr Respir Rev* 2003; 4(1):21-27.
 144. Purssell E. Preventing nosocomial infection in paediatric wards. *J Clin Nurs* 1996; 5(5):313-318.
 145. Hall CB. Nosocomial respiratory syncytial virus infections: the “Cold War” has not ended. *Clin Infect Dis* 2000;31(2):590-596.
 146. Milgrom H, Bender B, Ackerson L, et al. Noncompliance and treatment failure in children with asthma. *J Allergy Clin Immunol* 1996; 98(6 Pt 1):1051-1057.
 147. Melani AS, Zanchetta D, Barbato N, et al. Inhalation technique and variables associated with misuse of conventional metered-dose inhalers and newer dry powder inhalers in experienced adults. *Ann Allergy Asthma Immunol* 2004;93(5):439-446.