

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

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

中文第一版序言

在 2007 年 6 月份，經由 Respironics 的贊助下，美國呼吸照護學會邀請 Dean R Hess, PhD, RRT, FAARC、Timothy R Myers, BS, RRT-NPS 及 Joseph L Rau, PhD, RRT, FAARC三位學者專家，針對呼吸治療師在霧氣治療傳送系統的使用做出多達48頁的標準手冊供大家下載參考，並列為美國呼吸照護學會會員以網路學習之4小時的繼續教育學分。

身為世界呼吸照護聯盟執行委員會的執委，又為唯一使用中文的代表的我，受美國呼吸照護學會執行長 Sam P. Giordano 委託將其翻譯成中文以嘉惠華文世界，以利在霧氣治療傳送系統的使用上做出齊一的治療標準，使病人獲得更完善的治療。

本人將此重任委以本院呼吸治療師彭逸豪先生進行編譯，果不負所託於一個月就全部完成。經過本人、中國醫藥大學呼吸治療學系劉金蓉老師(附設醫院呼吸治療科總技師)的編審及中國醫藥大學呼吸治療學系施純明系主任(中國醫藥大學附設醫院胸腔暨重症系系主任)的審閱，總算不負 Sam P. Giordano 的託付，可以將中文版交給美國呼吸照護學會並放置在網路供大家下載學習。

為嘉惠更多病人，提升大中華地區的呼吸治療專業水準，因此我們也將其轉譯成簡體字，並邀請浙江邵逸夫醫院呼吸治療科袁月華技術主任的順稿，使得簡體字版亦能同時上市，此次為兩岸及美國之三方合作，在即將到來在台灣台中中國醫藥大學所舉辦之第二屆兩岸呼吸治療論壇暨第二屆世界呼吸照護大會舉行之前出版，特別極具意義。

朱家成 2008/1/29

現任：

中國醫藥大學附設醫院呼吸治療科技術主任
中國醫藥大學呼吸治療學系講師
世界呼吸照護聯盟執行委員會台灣區代表 (ICRC Governor for Taiwan)
中華民國呼吸治療師公會全國聯合會第一屆理事
台灣呼吸治療學會第九屆理事

曾任：

中華民國呼吸照護學會第二屆秘書長
中華民國呼吸照護學會第四、五、七屆理事長
台灣呼吸治療學會第八屆理事長
台北榮民總醫院呼吸治療科技師

中文第二版序言

在2009年12月8日世界呼吸照護聯盟(International Council for Respiratory Care, ICRC)的會議上,喬治亞州州立大學Arzu Ari博士發表由 Respirionics 的贊助下,美國呼吸照護學會邀請 Dean R Hess, PhD, RRT, FAARC、Timothy R Myers, BS, RRT-NPS 及 Joseph L Rau, PhD, RRT, FAARC三位學者專家所撰寫「呼吸治療師在霧氣治療傳送系統的使用指引」第一版之改版。由於第一版也是由我接洽翻譯,因此在美國呼吸照護學會的授權下毫不猶豫地接下繼續翻譯改版的責任。本來以為只是多出幾個章節,不過經與Ari博士討論後,才知道除了新增出多達48頁的標準手冊供大家下載參考,並列為美國呼吸照護學會會員以網路學習之4小時的繼續教育學分。

身為世界呼吸照護聯盟執行委員會的執委,又為唯一使用中文的代表的我,受美國呼吸照護學會執行長 Sam P. Giordano 委託將其翻譯成中文以嘉惠華文世界,以利在霧氣治療傳送系統的使用上做出齊一的治療標準,使病人獲得更完善的治療。

本人將此重任委以本院呼吸治療師彭逸豪先生進行編譯,果不負所託於一個月就全部完成。經過本人、中國醫藥大學呼吸治療學系劉金蓉老師(附設醫院呼吸治療科總技師)的編審及中國醫藥大學呼吸治療學系施純明系主任(中國醫藥大學附設醫院胸腔暨重症系系主任)的審閱,總算不負 Sam P. Giordano 的託付,可以將中文版交給美國呼吸照護學會並放置在網路供大家下載學習。

為嘉惠更多病人,提升大中華地區的呼吸治療專業水準,因此我們也將其轉譯成簡體字,並邀請浙江邵逸夫醫院呼吸治療科袁月華技術主任的順稿,使得簡體字版亦能同時上市,此次為兩岸及美國之三方合作,在即將到來在台灣台中中國醫藥大學所舉辦之第二屆兩岸呼吸治療論壇暨第二屆世界呼吸照護大會舉行之前出版,特別極具意義。

From: Sam Giordano [mailto:giordano@aacrc.org]
Sent: Friday, May 11, 2007 1:46 PM
To: 冢成未
Cc: Dean Hess; joerau@comcast.net; Myers, Timothy
Subject: Re: A guide to aerosol delivery devices
Importance: Low

Dear Chu,
We are honored that you think so highly of the booklet
You have permission to translate to Chinese, provide you acknowledge AACRC's copyright and ownership, do not sell it, and allow us to post on our site after translation.
Please advise if these conditions are acceptable.
Regards,
Sam

美國呼吸照護學會執行長 Sam O. Giordano來函授權翻譯。



朱家成編審與喬治亞州州立大學Arzu Ari博士合影於2009年12月8日世界呼吸照護聯盟會議



參予第一版翻譯及編審人員

朱家成 2010/4/29 (2011/03/01修稿完成)

現任：

中國醫藥大學附設醫院呼吸治療科技術主任
中國醫藥大學呼吸治療學系講師
世界呼吸照護聯盟執行委員會台灣區代表 (ICRC Governor for Taiwan)
美國呼吸照護會呼吸照護雜誌(Respiratory Care)中文網播審查員
亞太呼吸網誌主編
台灣呼吸治療學會榮譽會員
中華民國呼吸治療師公會全國聯合會第二屆理事
台中市呼吸治療師公會第三屆理事長

曾任：

中華民國呼吸照護學會第一屆常務理事、第二屆秘書長、第三屆國際事務理事
中華民國呼吸照護學會第四、五屆理事長、六屆國際事務理事、第七、八屆理事長
台灣呼吸治療學會第八屆理事長、第九屆國際事務理事
台中市呼吸治療師公會第一屆常務理事
中華民國呼吸治療師公會全國聯合會第一屆理事
台北榮民總醫院呼吸治療科技師

fish 2/24/11 10:08 PM

Deleted: -

fish 2/24/11 10:08 PM

Formatted: Left

前 言

霧氣治療是一門科學也是藝術。對在霧氣治療學有專精的呼吸治療師們來說，”藝術”與”科學”皆有其實用的意涵。呼吸治療師是所有健康照護從業人員中唯一在霧氣治療的領域受過完整正式教育並且經過考核的人員。事實上，對於所有的呼吸治療師來說，經由肺部給予處方藥是其主要的執業範圍。當我們談論到霧氣治療的科學與藝術時，呼吸治療師自然是這一方面的專家。

在霧氣治療的範疇中何以科學會與藝術結合呢?”科學”包含了藥理學、心肺解剖與生理學、物理與數學。為了達到霧氣治療專業的要求以及在許多的應用上達到最佳的效果，我們必須對於藥物的劑型、作用的形式以及在哪些狀態下是有效的有充分的了解。我們還必須知道其禁忌症以避免傷害，並且對有效的使用霧氣做出適當的建議。所有藥物給予時所需遵從的”五對”原則也同樣適用於霧氣治療：對的病人、對的藥物、對的時間、對的途徑與對的劑量。

對霧氣治療來說，要達到對的劑量是需要技術的。縱使我們選擇了對的藥物也有可能因為未使用正確的技巧而無法達到對的劑量。這個時候就屬於”藝術”的部份了，已有許多的科學證據顯示當病人缺乏如何正確的使用技巧時，霧氣治療是無效的。霧氣治療並非單純的投藥過程。有許多的病人，特別是當他們身處醫院中時皆可自霧氣治療獲得益處，因為其過程是由呼吸治療師執行。但同時卻也有數以百萬計的其他病人自處方的定量吸入器 (pMDI)、乾粉吸入器 (dry powder inhaler) 與噴霧器 (nebulizer) 獲得的效益卻非常有限，甚至完全得不到任何助益。其原因只是他們未被充分的訓練來使用這些器材。

科學與藝術終會在某一關鍵的點上交會。要使霧氣治療能夠有效的執行，在選擇傳送系統時就必須考慮能夠符合病人可正確使用該系統的能力。霧氣治療的藝術面像並非一定是以科學為本。首先，我們會依據醫師的診斷來認定合適的治療方式。接著，我們會評估病人正確使用霧氣治療器材的能力。評估可由呼吸治療師執行，也可由與病人互動的醫師或護理人員執行。而所謂評估並非只是侷限於呼吸功能，因為還有其他的因素也會影響霧氣傳送系統的效能。舉例來說，最常見的即是雖病人有被處方以正確的劑量，但卻因為無法正確的使用傳送系統而未實際得到應有的劑量。

縱使呼吸治療師們最有能力可以提供霧氣傳送系統方面最完整且正確的知識，但仍然有許多可以改進的空間。因為霧氣治療是我們執業範圍中的主體之一，並且也因為我們被認為是這方面的專家，因此我們在專業上必須責無旁貸的在這個領域中持續的學習。呼吸治療師們有機會可以藉由更新霧氣治療方面的知識，還有將此知識與對需要此項治療的病人有效的評估做結合來強化呼吸治療師們的價值。而依照個別病人的能力來量身訂做、建議適合的傳送系統本身即是評估的一部份。

藉由這本小冊子中詳盡及完整的資料，再與您想要獻身成為這方面專家的熱忱相結合，將使您在對醫師、護理人員、藥師提供指引時，提供更多的幫助。當然，更重要的也同時將對您的病人提供更多的助力。

隨著有效吸入藥物的種類越來越多，且數以億計的醫療經費用於霧氣治療上，您可以在對您的病人提供適當的藥物及傳送系統時做出重大的貢獻。您不只是改善了病人的病情，同時也會對節省醫療照護系統的資源做出貢獻。

您將有機會在這個領域中精進您的專長，接受挑戰並實現您做為呼吸治療師的潛力。

fish 2/24/11 10:08 PM

Deleted: .

Sam Giordano, MBA, RRT, FAARC

執行長

美國呼吸照護學會 (American Association for Respiratory Care, AARC)

身為美國呼吸照護學會會員的好處

- 提供妳/你持續教育機會。
- 可以從CRCE認可系統獲取所有CRCER教育時數。
- 允許妳/你線上列印你所有CRCE 紀錄抄本。

這些服務是每天24小時，每週七天在線上提供，美國呼吸照護學會網址：www.AARC.org).

此本書的內容被核准有六個CRCE小時，而且妳/你是會員時，妳/你將免費獲取這些教育時數，請至美國呼吸照護學會網址：

<http://www.AARC.org/go/adu>

進一步的指示將置放在此網址內，其包括：

- 如何註冊來透過考試以評估妳/你對課程的精通度
- 如何更新妳/你的電子郵件地址以利收到註冊確認函

學習目標

fish 2/24/11 10:17 PM
Formatted: Font:Bold

讀完這本小冊子您將可以學習到:

1. 指出在氣霧醫學中所使用的專有名詞。
2. 說出噴霧器 (nebulizer)、壓力型定量吸入器 (pressurized metered-dose inhalers; pMDIs)、乾粉吸入器 (dry powder inhalers; DPIs) 所產生的氣霧粒子在下呼吸道中沉積的大約數量。
3. 列出霧氣治療與其他給藥途徑比較時的優點與缺點。
4. 指出氣霧治療時，會對接受氣霧治療的病人，以及提供照護者和旁觀者所造成的危險。
5. 列出以噴霧器接受執行氣霧治療時的優點和缺點。
6. 比較噴射噴霧器 (jet nebulizer)，篩孔噴霧器 (mesh nebulizer) 與超音波噴霧器 (ultrasonic nebulizer) 的工作原理。
7. 描述氣動式噴射噴霧器設計的種類，以及如何在呼氣時減少自噴霧器減少氣霧損失的方法。
8. 學習正確使用噴射、超音波，和篩孔噴霧器的步驟。
9. 描述定量吸入器 (metered-dose inhalers) 的基本零組件。
10. 列出定量吸入器的優點與缺點。
11. 比較定量吸入器中HFA與CFC推進劑之間的不同。
12. 討論影響pMDI效能與藥物輸送的因素。
13. 解釋對定量吸入器進行初始化(priming)與追蹤藥物劑量數目的重要性。
14. 比較手持藥腔 (holding chamber) 與間隔器 (spacer) (譯者註：為免與其他譯名生混淆，以下文中出現上述兩名詞，概直接以原文稱之) 設計。
15. 描述影響holding chamber與spacer傳送藥物劑量的因素。
16. 列出乾粉吸入器的優點與缺點。
17. 描述市面上不同乾粉吸入器的工作原理。
18. 指出影響DPI效能與藥物輸送的因素。
19. 解釋您如何得知DPI已經用罄。
20. 列出使用噴霧器，定量吸入器與holding chamber/spacer以及乾粉吸入器的正確步驟。
21. 描述使用噴霧器、pMDIs，與DPIs時會遇到的問題之成因與解決方法。
22. 討論協助臨床人員選擇氣霧傳送系統時的準則。
23. 指出在新生兒與小兒病人中藥物輸送的特殊考量。
24. 解釋如何在氣霧藥物輸送中建立感染控制處理系統。
25. 描述清潔氣霧傳送系統的適當步驟。
26. 描述呼吸治療師職業健康與安全的重要性。
27. 列出使用每種吸入器常遇到的問題與錯誤。
28. 描述如何教導和評估使用吸入裝置的病人。

fish 2/23/11 9:32 PM

Deleted: 儲

fish 2/23/11 9:33 PM

Deleted: .

目錄

前言

縮寫表

氣霧藥物輸送系統的科學

名詞解釋

氣霧沉積與粒子大小的機轉

氣霧產生器的種類

吸入的氣霧藥物往哪去了？

氣霧裝置種類的等同性

氣霧吸入藥物的優點與缺點

氣霧治療的危險

目前市面上可取得的氣霧藥物形式

小容量噴霧器 (Small volume nebulizers ; SVN)

SVNs的優點和缺點

SVNs的種類

影響噴射式噴霧器效能和藥物輸送的因素

特殊用途之噴霧器

持續性氣霧治療

藥物輸送技術

吸入器(Inhalers)

壓力式定量吸入器(Pressurized Meter-dose Inhalers; pMDIs)

pMDIs的優點與缺點

pMDIs的種類

目前市面上pMDI的劑型

影響pMDI效能與藥物輸送的因素

藥物輸送技術

定量吸入器(Metered dose inhalers; pMDI)的附屬裝置

pMDI 吸入器附屬裝置的優點和缺點

Spacers

附單向閥的[holding chamber](#)

藥物輸送技術

乾粉吸入器 (Dry powder inhalers ; DPI)

DPIs的優點和缺點

DPIs的種類

目前市面上的DPI劑型

fish 2/23/11 8:49 PM

Deleted: holding chamber

影響DPI效能與藥物輸送的因素

藥物輸送技術

選擇氣霧產生器的標準

與病人相關之因素

與藥物相關之因素

與裝置相關之因素

環境的與臨床的因素

新生兒與小兒之氣霧藥物輸送

年齡與身體能力

年齡與認知能力

當嬰兒處於呼吸窘迫或哭泣時的氣霧藥物輸送

病人-裝置的介面

父母和病人的衛教

感染控制 (IC)

氣霧藥物輸送的感染控制處理系統

如何教育病人正確使用氣霧裝置

病人的遵從性 (Patient Adherence)

病人使用pMDIs 時常見的錯誤

病人使用holding chamber/spacer時常見的錯誤

病人使用DPIs時常見的錯誤

病人使用SVNs時常見之錯誤

指導與評估使用氣霧裝置的病人

參考資料

fish 2/23/11 9:33 PM

Deleted: h

縮寫表

CDC	疾病管制與預防中心(Centers for Disease Control and Prevention)
CDER	藥物評估與研究中心(Center for Drug Evaluation and Research)
CDRH	設備與放射學健康中心(Center for Devices and Radiological Health)
CF	囊性纖維化(cystic fibrosis)
CHC	氟氯碳化物(chlorofluorocarbon)
DPI	乾粉吸入器(dry-powder inhaler)
FDA	美國食品藥物管理局(U.S. Food and Drug Administration)
FPF	細顆粒片段(fine-particle fraction)
GSD	幾何標準差(Geometric Standard Deviation)
HFA	氫氟烷(hydrofluoroalkane)
IC	感染控制(Infection Control)
MMAD	空氣動力質量中位直徑(mass median aerodynamic diameter)
MMD	質量中位直徑(mass median diameter)
pMDI	壓力式定量噴霧器(pressurized meter-dose inhaler)
SPAG	小顆粒氣霧產生器(small particle aerosol generator)
SVN	小容量噴霧器(small-volume nebulizer)
VHC	附單向閥之手持藥腔(valved holding chamber)

只要我們有呼吸氣體的所在即有藥物存在。從花粉、孢子、煙霧與空氣汙染，到人造化學物。氣霧的種類包含了任何細微的液態或固態顆粒。而“醫療氣霧”則是任何在氣體載體中的懸浮藥物液體(噴霧器或pMDI)或固體(pMDI或DPI)。¹ 我們的呼吸系統演化出具有過濾和排除異物的功能，而這是我們在將藥物局部的輸送到肺部時必須要克服的。製造氣霧的方法、藥物的調劑方式、以及有效的將藥物送到作用的位置，組成了氣霧藥物輸送的科學。如同其他的科學學科一樣，我們必須先了解在描述氣霧醫學中使用的名詞和定義，才能接著掌握其方法。

名詞解釋

在氣霧藥物輸送中所使用的關鍵名詞之定義，在以下將以字母順序列出。

氣霧(aerosol)：經由諸如小容量噴霧器(SVN)、壓力定量吸入器(pMDI)，或乾粉吸入器(DPI)等氣霧產生器所產生的液態或固態懸浮體。

氣霧沉積(aerosol deposition)：氣霧顆粒沉積在吸收性表面的過程。

氣霧產生器(aerosol generator)：用來產生氣霧顆粒的裝置。

氣霧輸出(aerosol output)：離開氣霧產生器的藥物質量。

氣霧治療(aerosol therapy)：為了治療目的將液態或固態氣霧顆粒輸送至呼吸性管道。

氟氯碳化物(chlorofluorocarbon；CFC)：一種原先使用於pMDIs的液化氣體推進劑，如氟氯烷(freon)(它目前由於臭氧層破壞的問題而已被禁用)。

無效容積(dead volume)或稱剩餘容積(residual volume)：當治療結束後，仍然殘留在噴霧器中的藥物量。

擴散(diffusion)：小於 $3\mu\text{m}$ 的氣霧顆粒沉降的機轉(擴散又稱為布朗氏運動)。

乾粉吸入器(dry-powder inhaler)：以粉末形式輸送藥物的氣霧裝置，基本上是使用由呼吸引動的劑量系統。

噴發劑量(emitted dose)：以氣霧形式離開氣霧產生器的藥物質量。

細微粒子比率(fine-particle fraction;FPF)：介於 $1-5\mu\text{m}$ 之間，可沉積於肺中的氣霧粒子的比率。

大小分布不均(heterodisperse)：不同大小的氣霧粒子。

氫氟烷(hydrofluoroalkane;HFA)：用來當做pMDI中推進劑的無毒性液化氣體，比CFCs更不會污染環境。

被吸入的劑量(inhaled dose)：名目劑量或噴發劑量中，被吸入的比率。

被吸入的質量(inhaled mass)：被吸入的藥物質量。

吸入器(inhaler)：用來為單一次吸氣產生氣霧的裝置。

慣性撞擊(inertial impaction)：大於 $5\mu\text{m}$ 的氣霧粒子沉降的機轉。

重力性沉降作用(gravitational sedimentation [gravitational settling])：氣霧粒子因為重力、尺寸，與

時間的關係，所造成的沉降速率。

幾何標準差(geometric standard deviation；GSD)：氣霧粒子大小分布情形中，中位數以上和

以下一

個標準差範圍，用來顯示氣霧粒子大小的分布情形。

質量中位空氣動力學半徑(mass median aerodynamic diameter; MMAD)：利用瀑布撞擊器(cascade impactor)測量的平均氣霧粒子大小。

單一分布(monodisperse)：大小一致或相近的氣霧粒子。

噴霧器(nebulizer)：由液態之藥物產生氣霧粒子的氣霧產生器。

氣團(plume)：離開pMDI或其他氣霧裝置的一團氣霧。

加壓式定量吸入器(pressurized metered-dose inhaler; pMDI)：藉由定量閥配發多個藥物劑量的裝置，可與pMDI交替更換。

置，可與pMDI交替更換。

可呼吸質量(respirable mass)：細微粒子比率和被吸入質量的乘積。

無效容積(residual volume, or dead volume)：在治療結束後，仍殘存於噴霧器中的藥物量。

間隔器(spacer)：一種不具單向閥的延長裝置，加裝於pMDI的出口和病人的嘴巴之間。

附單向閥之手持藥腔(valved holding chamber)：一種具有單向閥的空間器，用來在病人吸氣前留住氣霧。

fish 2/24/11 10:11 PM

Deleted: 空

氣霧沉積與粒子大小的機轉

氣霧粒子沉降的主要機轉包括了：慣性撞擊 (inertial Impaction)、重力沉降 (gravitational settling; sedimentation) 與擴散 (diffusion)。慣性撞擊通常是發生於較大且移動較快速的粒子。重力沉降為粒子大小與時間的函數，沉降的速率與粒子的大小成正比。擴散則發生於小於 $1\ \mu\text{m}$ 的粒子。當氣霧粒子自口或鼻吸入後就是依照上述三種機轉作用。 $> 10\ \mu\text{m}$ 的粒子會被鼻子與/或口咽過濾，此最有可能是經由慣性撞擊的機轉； $5\text{-}10\ \mu\text{m}$ 的粒子通常會到達下呼吸道的近端，而 $1\text{-}5\ \mu\text{m}$ 的粒子則可到達肺部的週邊。

粒子大小與粒子的速率、沉降時間一樣皆在肺部沉降中扮演著重要的角色。當氣霧粒子的大小大於 $3\ \mu\text{m}$ 以上時，氣霧沉降的位置就會從肺的周邊移至傳導性氣道中，若粒子的大小超過 $6\ \mu\text{m}$ ，則沉積於口咽的比例就會增多。若粒子的大小小於 $1\ \mu\text{m}$ ，則就有很高的成分會隨呼出的氣體中喪失掉。這些數據表示當氣霧粒子的大小介於 $1\text{-}5\ \mu\text{m}$ 時最可以達到肺的周邊，而 $5\text{-}10\ \mu\text{m}$ 的粒子較會沉降於鼻腔。

臨床上使用的氣霧裝置所製造出來的粒子通常是大小不一的 (heterodisperse; 也稱為 polydisperse)。相對地，monodisperse則是指粒子的組成大小一致。一種可用來衡量大小不一程度的方式稱為mass median diameter (MMD)，它的意思是指當氣霧粒子噴出後，會有50%的粒子較MMD大，也有50%的粒子較MMD小。MMD將氣霧粒子的分佈依照大小均分成兩等份。由於氣霧粒子是由空氣動力學方法測量的，因此通常稱為mass median aerodynamic diameter，或MMAD。MMAD愈大，則會有愈多的氣霧粒子直徑愈大。

如圖一所示，介於 $10\text{-}15\ \mu\text{m}$ 的粒子大部分會沉降於上呼吸道，介於 $5\text{-}10\ \mu\text{m}$ 之間的粒子沉降於大支氣管，而 $1\text{-}5\ \mu\text{m}$ 的粒子則可以進入下呼吸道和肺的周邊。²

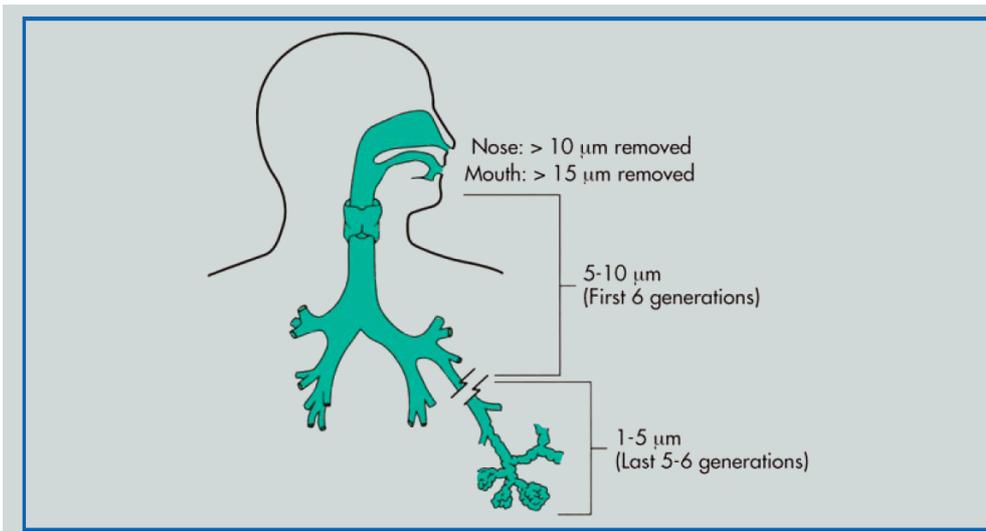


圖1。不同氣霧粒子大小在氣道中較易沉降的位置。(From Reference 2, with permission)

fish 2/24/11 10:31 PM

Formatted: Font:Times New Roman, 10.5 pt

氣霧吸入器的種類

常見的吸入藥物的氣霧產生器有三種：小容積噴霧器 (small volume nebulizer; SVN)、壓力定量吸入器 (pressurized metered-dose inhaler; pMDI)、以及乾粉噴霧器 (dry powder inhaler; DPI)，以下分別介紹如下。

- **小容量噴霧器(SVN)**：小容量噴霧器是由經壓縮的空氣、氧氣、氣體壓縮器，或電力所驅動的氣霧產生器，它可將藥物溶液或懸浮液轉化為氣霧。
- **壓力定量吸入器(pMDI)**：壓力定量吸入器是一種體積小、可攜式，可以藉由定量閥給予多次藥物劑量的裝置。由於會有大量的藥物流失於口咽內，且使用壓力定量吸入器時，需要手部的協調，所以大部分此類裝置都會搭配 *holding chambers* 和 *spacers* 使用。
- **乾粉吸入器(DPI)**：乾粉吸入器是以乾粉形式輸送藥物的氣霧裝置，通常會有一個由呼吸所引動的系統。

fish 2/23/11 9:35 PM

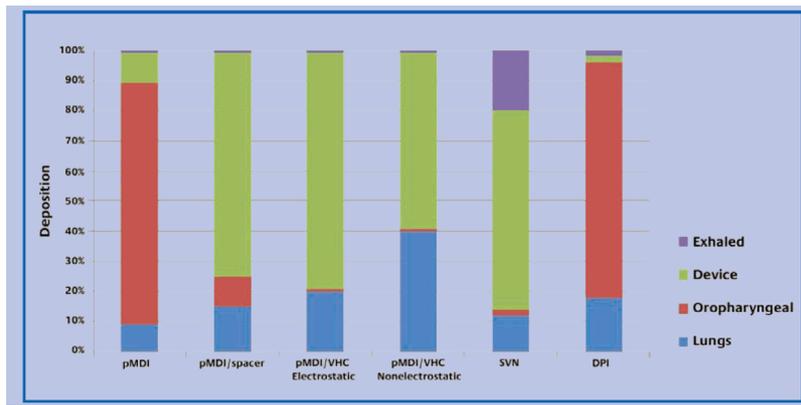
Deleted: holding chamber

fish 2/23/11 9:35 PM

Deleted: spacer

吸入的氣霧藥物往哪去了？

大部分的氣霧系統沉積在肺中的比率約為1-50%，依據氣霧輸送系統的不同而有差異。³⁻⁷藥物的沉積比率會因為器材、病人、藥物，與疾病的不同而有所差異。舉例來說，若使用正確的技巧，則pMDI兩個噴霧計量 (actuation or puffs) 噴出的200微克 (micrograms; μg) 藥物中，約只有20-40 μg 到達肺部，而其餘的部分皆喪失於口咽、設備中、週遭的環境中以及隨著呼出的氣體排出。圖2為在不同的氣霧系統中，藥物流失於口咽中、設備中、呼出的氣體/環境中，以及肺中的比率。



圖二。常見氣霧吸入裝置的藥物沉降情形。依據顏色的不同，可知藥物沉降於肺中，和流失於口咽、裝置中，與吐出的氣體中的不同比率。

pMDI：加壓式定量吸入器；**VHC**：附單向閥之手持藥腔

SVN：小容量噴霧器；**DPI**：乾粉吸入器

(Modified, with permission, from Reference 1 and Reference 7)

重要的是我們必須了解不同的氣霧裝置，在肺中沉積的投藥總劑量（又稱名目劑量；nominal dose）的比例是不同的。另外，對於不同形式的氣霧裝置，如噴霧器與pMDIs，其名目劑量也不同。以albuterol為例，典型的pMDI劑量為兩次噴劑（actuation），或約為200 μg，而用於噴霧器的典型劑量為2.5毫克（mg），相當於比pMDI的劑量的12倍還要多。表一列出了分別以SVN及pMDI給予不同的藥物時彼此之間的差異。

表一。比較定量吸入器（pMDI）與小容量噴霧器（SVN）在使用數種藥物時總劑量（名目劑量）的差異。*(Modified, with permission, from Reference 1)*

藥物	pMDI名目劑量	SVN名目劑量
Albuterol	0.2 mg (200 μg)	2.5 mg
Ipratropium	0.04 mg (40 μg)	0.5 mg
Cromolyn	2 mg	20 mg
Levalbuterol	0.045 mg-0.09 mg	0.31 mg-1.25 mg

氣霧裝置種類的等同性

在記憶中，我們常認為噴霧器較pMDIs有效，特別是在細小呼吸道因急性惡化而阻塞使用短效型的支氣管擴張劑治療時。但相反的，目前已有證據顯示不論是使用pMDI、噴霧器，或是DPI，只要病人可以正確的使用該裝置，所達到的臨床效果是一樣的。⁸以支氣管擴張劑為例，縱使SVN

fish 2/23/11 9:40 PM

Deleted: -

fish 2/23/11 9:40 PM

Formatted: Indent: Left 3.75 ch

fish 2/23/11 9:40 PM

Deleted: -

fish 2/24/11 10:32 PM

Formatted: Font:10.5 pt

fish 2/23/11 9:41 PM

Deleted: -

pMDI：加壓式定量吸入器；VHC：附單向閥之手持藥腔。

SVN：小容量噴霧器；DPI：乾粉吸入器

(Modified, with permission, from Reference 1 and Reference 7)

fish 2/23/11 9:35 PM

Deleted: SVN

fish 2/23/11 9:36 PM

Deleted: nebulizer;

fish 2/24/11 10:32 PM

Formatted: Font:10.5 pt, Italic

fish 2/24/11 10:32 PM

Formatted: Font:(Default) Times New Roman, 10.5 pt, Not Bold

fish 2/23/11 9:41 PM

Deleted: -

fish 2/23/11 9:37 PM

Deleted: SVN

的名目劑量較高，但只要使用pMDI或SVN上標示的劑量，都可以達到相同的臨床效果。

新型的氣霧裝置與藥物較傳統常用的裝置更可以增加在肺中沉積的效率。舉例來說，以pMDI的形式給予HFA-beclomethasone dipropionate (QVAR™, Teva Pharmaceuticals, North Wales, PA) 時會有名義上劑量的40~50%可以沉積於肺部，其中的HFA (hydrofluoroalkane) 是用來取代舊型的推進劑CFC (chlorofluorocarbon)。⁹還在試驗階段的設備如Respimat® 吸入器(Boehringer Ingelheim Pharmaceuticals, Ridgefield, CT)可使藥物在肺中沉積的比例達到40%。¹⁰雖然不同的設備沉積在肺中的比例不同，但肺沉積比率較小的吸入器，也已在臨床上被證明可以達到病人需求的治療目標。

fish 2/23/11 9:38 PM
Formatted: Font:12 pt
fish 2/23/11 9:38 PM
Deleted: ⁸ nebulizer

氣霧吸入藥物的優點與缺點

以氣霧吸入的藥物形式治療肺部疾病時有數個優點和缺點 (表2)。主要的優點是可以直接用較小的劑量對肺部進行治療，所以其副作用會較經口服途徑□□□□¹¹ 如圖3所見，以吸入方式給予terbutaline，一種短效的β₂-促進劑 (agonists)，造成FEV₁改善的程度較更大的口服劑量，甚至皮下注射藥物的方法都要好。

表2. 以吸入途徑給予氣霧化的藥物治療肺部疾病的優點與缺點。

(Modified, with permission, from Reference 1)

優點

- 氣霧化藥物的劑量通常都較全身性給予時的劑量小。
- 吸入藥物開始作用的時間較口服為快。
- 藥物直接到達肺部，因此全身暴露量較少。
- 與全身性投藥 (注射或口服) 比較，以氣霧吸入時給藥的副作用較不常發生也較不嚴重。
- 吸入藥物治療相對於注射較不會產生痛且相對較舒服。

缺點

- 能夠在肺部沉積的氣霧量通常只佔總氣霧量的少部分。
- 有一些變數 (如正確的呼吸型態、裝置的使用) 會影響藥物在肺部的沉積量與計量的再現性。
- 手部動作與吸入動作的協調性較為困難者會降低在使用MDI時的有效性。
- 病人或臨床工作人員因缺乏正確或適當地使用裝置的知識而降低有效性。
- 每種氣霧吸入設備之間的差異，常令病人與臨床人員混淆。
- 臨床人員因缺乏使用吸入器的標準技術資訊而降低有效性。

fish 2/24/11 10:32 PM
Formatted: Font:(Default) Times New Roman, 10.5 pt, Not Bold
fish 2/24/11 10:32 PM
Formatted: Font:10.5 pt, Not Bold

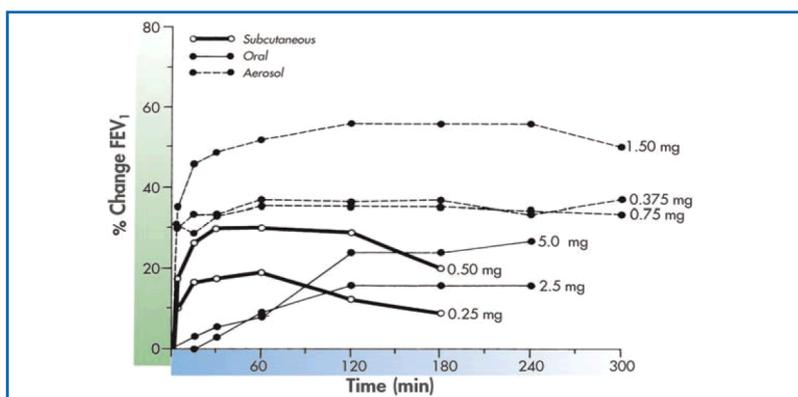


圖3. 以三種不同的途徑給予terbutaline所造成的FEV₁的變化。用pMDI以氣霧吸入的方法給予藥物所達到的臨床效果比以相同或更大劑量經由口服或注射給予時還要好 (From Reference 6, with permission)

fish 2/24/11 10:33 PM
Formatted: Font:Times New Roman, 10.5 pt

fish 2/24/11 10:33 PM
Formatted: Font:10.5 pt

氣霧治療的風險

使用氣霧治療所會產生的危險可能來自於吸入的藥物、使用的氣霧產生器、給予氣霧的技術及環境。氣霧治療的風險可以對接受治療的病人、還有給予治療的人和旁觀者造成影響。

病人的危險

不良反應：大多數氣霧治療所造成的危險可歸因於對所使用藥物的不良反應。因此吸入的藥物必須謹慎給予。不良反應的種類包括有頭痛、失眠、腎上腺藥物造成的焦躁、抗膽鹼藥物造成的局部效應，以及皮質類固醇造成的全身性/局部性效應。^{12,13}如果治療期間發現任何不良反應，都應該立即停止，並告知醫師。

支氣管痙攣：對患有氣喘或其他呼吸道疾病的人給予冷的或高密度的氣霧可能會誘發支氣管痙攣。¹³⁻¹⁵如果在氣霧治療期間發生支氣管痙攣，應該予病人休息，若狀況持續，則應當通知醫師。

藥物濃度：在使用噴射式或超音波噴霧器時，藥物的濃度可能會大幅的增加。¹⁶⁻¹⁸ 濃度增加的原

因可能是蒸發、加熱、或是無法有效的使懸浮液氣霧化。^{13,16,18,19} 隨著藥物濃度的改變，在治療末噴霧器中殘留的藥物量會增加，使得病人接觸到較高濃度的吸入藥物。這在使用持續灌注的噴霧器時是個大問題。

感染：目前已被證實氣霧產生器會被細菌污染，且增加病人罹患呼吸疾病的風險。²⁰⁻²⁵ 感染散播的

fish 2/23/11 9:58 PM
Formatted: Font:Times New Roman

fish 2/23/11 9:58 PM
Formatted: Font:Times New Roman

fish 2/23/11 9:59 PM

Deleted: 末。
噴霧器中殘留的藥物量會增加，使得病人接觸到較高濃度的吸入藥物。這在使用持續灌注的噴霧

fish 2/23/11 9:59 PM
Deleted: 器時是個大問題。

風險，與暴露於受病原體污染的時間長短，和呼吸治療師為避免感染所採取的預防措施有關。對藥物適當的處理、對設備的清潔與殺菌皆可以大幅降低風險。

眼睛刺激：使用臉部面罩吸入藥物時，可能會使藥物不經意的沉積於眼睛上，造成對眼睛的刺激。改善面罩和病人之間的介面可以減輕此問題，並增加藥物輸送至遠端氣道的量。因此，在以臉部面罩給予氣霧藥物時，應當謹慎小心。

fish 2/23/11 9:59 PM

Formatted: Indent: Left: 0", First line: 0 ch

fish 2/23/11 9:59 PM

Deleted: .

對治療者與旁觀者造成的危險

暴露於二手氣霧藥物：照護氣霧治療病人的工作人員，以及在氣霧治療時站在附近的人，都有暴露於吸入藥物的風險。若在工作場合暴露於氣霧中，且可在血漿中偵測到時，²⁶可能會增加這些人罹患類似氣喘的症狀，且造成職業性氣喘。²⁷⁻²⁹在呼吸治療部門中制定施行職業安全與衛生之政策，有助於減少二手氣霧藥物的暴露。

感染：照護者、旁觀者，與其他的病人都有在氣霧治療期間吸入病原體的危險。感染的風險可藉由制定與實施感染控制措施，如使用面罩、過濾器，與通風系統等。³⁰⁻³²

目前市面上可取得的氣霧藥物劑型

一些氣霧藥物有不只一種的劑型，而也有其他種類的藥物(通常是較新的藥)則只有單一一種劑型。表3列出了目前市面上的氣霧藥物劑型、廠牌名稱、其被美國國家食品藥物管理局 (FDA) 核准的氣霧傳送裝置及價錢，因為做為pMDIs的推進劑CFC已逐漸淘汰，因此其中某些上市較久的藥其pMDI的推進劑已轉換成較新的HFA，而新藥則會以HFA-pMDI (如pMDI-levalbuterol) 或是更常見的DPIs形式出現 (如formoterol, tiotropium, mometasone)。

Table 3. Currently available aerosol drug formulations with corresponding inhaler devices and costs for use in the United States.

HFA = hydrofluoroalkane; pMDI = pressurized metered-dose inhaler; SVN = small-volume nebulizer; DPI = dry-powder inhaler
 Cost information from www.drugstore.com in 2009 (Modified, with permission, from Reference 1)

Drug	Brand	Device	Cost
Short-acting Bronchodilator			
Albuterol Sulfate	AccuNeb [®]	SVN	\$49.13 for 25 vials (0.63 mg/3 mL); \$1.96/vial \$50.99 for 25 vials (1.25 mg/3 mL); \$2.03/vial
	Albuterol Sulfate	SVN	\$18.99 for 25 vials (2.5 mg/3 mL); \$0.75/vial \$15.99 for 20 mL bottle (0.5%); \$0.39 per 0.5 mL
	ProAir [®] HFA	pMDI	\$41.84/inhaler for 200 actuations (108 mcg/puff); \$0.20/puff
	Proventil [®] HFA	pMDI	\$52.02/inhaler 200 actuations (108 mcg/puff); \$0.26/puff
	Ventolin [®] HFA	pMDI	\$37.99/inhaler for 200 actuations (108 mcg/puff); 0.19/puff
Levalbuterol	Xopenex [®] Inhalation Solution	SVN	\$100.11 for 24 vials (0.31 mg/3 mL); \$4.17/vial \$102.78 for 24 vials (0.63 mg/3 mL); \$4.28/vial \$104.59 for 24 vials (1.25 mg/3 mL); \$4.35/vial
	Xopenex HFA [™]	pMDI	\$53.84/inhaler for 200 actuations (45 mcg/puff); \$0.26/puff
Ipratropium Bromide	Ipratropium Bromide	SVN	\$37.95 for 30 mL bottle (0.03%) \$33.95 for 15 mL bottle (0.06%)
	Atrovent HFA [®]	pMDI	\$128.20/inhaler for 200 actuations (17 mcg/puff); \$0.64/puff
Ipratropium Bromide and Albuterol Sulfate	Ipratropium Bromide and Albuterol Sulfate	SVN	\$40 for 30 vials (0.5/2.5 mg/3 mL); \$1.33/vial
	DuoNeb [®]	SVN	\$76.64 for 30 vials (0.5/2.5 mg/3 mL); \$2.55/vial \$140.53 for 60 vials (0.5/2.5 mg/3 mL); \$2.34/vial
	Combivent [®]	pMDI	\$141.69/inhaler for 200 actuations (18/103 mcg/puff); \$0.71/puff
Pirbuterol	Maxair [®]	DPI	\$118.38/inhaler for 400 doses (200 mcg/puff); \$0.29/dose
Long-acting Bronchodilator			
Arformoterol	Brovana [®]	SVN	\$151.12 for 30 vials (15 mcg/2 mL); \$5.03/vial \$289.42 for 60 vials (15 mcg/2 mL); \$4.82/vial

Table 3. (continued)

Drug	Brand	Device	Cost	
Long-acting Bronchodilator (continued)				
Formoterol	Perforomist [®]	SVN	\$321.79 for 60 vials (20 mcg/2 mL); \$5.36/vial	
	Foradil [®] Aerolizer	DPI	\$161.20/inhaler for 60 capsules (12 mcg/dose); \$2.68/dose	
Salmeterol	Serevent [®]	DPI	\$161.30/inhaler for 60 doses (50 mcg/dose); \$2.68/dose	
Tiotropium	Spiriva [®]	DPI	\$197.16/inhaler for 30 capsules (18 mcg/dose); \$6.57/dose	
Corticosteroids				
Beclomethasone	QVAR [™] 40	pMDI	\$83.14/inhaler for 100 actuations (40 mcg/puff); \$0.83/puff	
	QVAR [™] 80	pMDI	\$102.15/inhaler for 100 actuations (80 mcg/puff); \$1.02/puff	
Budesonide	Pulmicort	SVN	\$200.67 for 30 vials (0.25 mg/2 mL); \$6.68/vial \$236.00 for 30 vials (0.5 mg/2 mL); \$7.86/vial	
	Pulmicort [®] Flexihaler [®]	DPI	\$109.02/inhaler for 60 doses (90 mcg/dose); \$1.82/dose \$144.53/inhaler for 120 doses (180 mcg/dose); \$1.20/dose	
Ciclesonide	Alvesco [®]	pMDI	\$155.98/inhaler for 60 actuations (160 mcg/puff); \$2.59/puff	
Flunisolide	Aerobid [®]	pMDI	\$88.38/inhaler for 100 actuations (250 mcg/puff); \$0.88/puff	
Fluticasone	Aerobid M [®]	pMDI	\$84.99/inhaler for 100 actuations (250 mcg/puff); \$0.84/puff	
	Flovent [®] Diskus	DPI	\$99.75/inhaler for 60 doses (50 mcg/dose); \$1.66/dose \$132.65/inhaler for 60 doses (100 mcg/dose); \$2.21/dose \$172.44/inhaler for 60 doses (250 mcg/dose); \$2.87/dose	
		Flovent [®] HFA	pMDI	\$100.74/inhaler for 120 actuations (44 mcg/puff); \$0.83/puff \$131.73/inhaler for 120 actuations (110 mcg/puff); \$1.09/puff \$214.24/inhaler for 120 actuations (220 mcg/puff); \$1.78/puff
Mometasone	Asmanex [®] Twisthaler [®]	DPI	\$112.35/inhaler for 30 doses (110 mcg/dose); \$3.74/dose \$130.06 /inhaler for 30 doses (220 mcg/dose); \$4.33/dose \$152.74/inhaler for 60 doses (220 mcg/dose); \$2.54/dose \$202.09/inhaler for 120 doses (220 mcg/dose); \$1.68/dose	
Triamcinolone	Azmacort [®]	pMDI	\$152.36/inhaler for 240 actuations (75 mcg/puff); \$0.63/puff	
Combination Drugs				
Fluticasone and Salmeterol	Advair HFA [®]	pMDI	\$178.99/inhaler for 120 actuations (45/21 mcg/puff); \$1.49/puff \$208.95/inhaler for 120 actuations (115/21 mcg/puff); \$1.74/puff \$269.91/inhaler for 120 actuations (230/21mcg/puff); \$2.25/puff	
		Advair Diskus [®]	DPI	\$175.99/inhaler for 60 doses (100/50 mcg/dose); \$2.93/dose \$209.98/inhaler for 60 doses (250/50 mcg/dose); \$3.49/dose \$271.97/inhaler for 60 doses (500/50 mcg/dose); \$4.53/dose
Budesonide and Formoterol	Symbicort [®]	pMDI	\$176.28/inhaler for 60 actuations (80/4.5 mcg/puff); \$2.93/puff \$207.42/inhaler for 60 actuations (160/4.5 mcg/puff); \$3.45/puff	

Table 3. (continued)

Drug	Brand	Device	Cost
Mucoactive Drugs			
Acetylcysteine	Mucomyst®	SVN	\$17.99 for 30 mL vial (10%) \$18.99 for 30 mL vial (20%)
Dornase Alpha	Pulmozyme®	SVN	\$1,910.65 for 30 containers (1mg/mL); \$63.68/container
Other Drugs			
Cromolyn Sodium	Cromolyn Sodium	SVN	\$94.99 for 60 vials (10 mg/mL); \$1.58/vial \$31.99/bottle for a 10 mL bottle (4%)
	Intal®	pMDI	\$83.12/inhaler for 112 actuations (0.8mg/puff); \$0.74/puff \$126.43/inhaler for 200 actuations (0.8mg/puff); \$0.63/puff
		SVN	\$70.47 for 60 vials (20mg/mL); \$1.17/vial
Zanamivir	Relenza®	DPI	\$63.99 for 20 doses (5mg/dose); \$3.19/dose
Tobramycin	TOBI®	SVN	\$3,988.68 for 56 vials (300 mg/5 mL); \$71.22/vial

表3. 2005年美國市面上常見之氣霧藥物及其對應之吸入裝置。CFC-chlorofluorocarbon; HFA-hydrofluroalkane; pMDI-metered dose inhaler; SVN-small volume nebulizer; DPI-dry powder inhaler. 價格資訊取自 www.drugstore.com.

小容量噴霧器 (Small Volume Nebulizer; SVN)

小容量噴霧器(SVN)頗受到臨床人員和病人的歡迎，它們不太需要病人的合作，就可以將藥物溶劑或懸浮液轉化為能夠沉降在病人下呼吸道的氣霧。

小容量噴霧器的優點和缺點

過去噴霧器在急症與加護單位一直是醫療氣霧治療的主流。同時，對於如嬰兒、兒童，或是使用其它裝置時無法合作與協調的年長者，噴霧器都是首選的設備。此項功能性補足了它在可攜性、重量、噪音、費用，與治療時間的缺點。表四中列出了小容量噴霧器的優點和缺點。

表4.使用小容量噴霧器時的缺點與優點

優點

- 可將許多種的藥物溶液加以氣霧化。
- 在藥物可以相容的情況下，可以同時將一種以上的藥物氣霧化。
- 不太需要病人的配合或協調。
- 對於年齡非常大或非常小、虛弱或痛苦的病人皆可使用。
- 藥物濃度可以加以調整。
- 以正常的型態呼吸時即可使用，且不需要吸氣暫停來增加效率。

缺點

- 氣動式噴霧器的治療時間可能需要5-25分鐘。
- 需要的設備可能較大且笨重。
- 需要動力來源如電力、電池或壓縮氣體。
- 以面罩輸送藥時，可能會刺激到眼睛。
- 不同廠牌其效能特性可能會不同。
- 需要組裝和清潔。
- 若藥物處理不當或清潔不完全，有可能會產生污染。

噴霧器和醫療器材一樣，必須遵守由美國國家食品與藥物管理局(FDA)，以及器具與放射性健康中心(Center for Devices and Radiological Health; CDRH)的規範。它們必須符合醫療器材的用電安全、電磁相容性、環境溫度與溼度、電擊和震顫的標準，還有材質的生物相容性等。

噴霧器是被設計使用於範圍非常廣的液態藥物劑型。與噴霧器合併使用的藥物，是經由FDA和藥物評估與研究中心(Center for Drug Evaluation and Research; CDER)核准。習慣上，用來吸入的

藥物溶液，是以標準噴射噴霧器(第一種的SVN)做測試，其效率介於6-12%之間。若使用更有效率的噴霧器的話，則會有可能超出治療範圍的上限，增加副作用和毒性作用的風險。基於以上原因，美國國家食品與藥物管理局要求新的液體藥物的標籤上，必須指出在臨床試驗中所使用的噴霧器種類(表5)。由於噴霧器的種類不同，藥物的輸出量也有不同，所以重要的是應儘量使用藥物標籤上所記載的噴霧器種類。最基本的要求是，臨床人員應該注意到被標示噴霧器的相對性能。

表5.藥物種類與其被核准適用的噴霧器種類

(Modified, with permission, from Reference 1)

藥物劑型	核准使用的噴霧器
支氣管擴張劑	未特別指明噴霧器種類
乙醯半胱胺酸(acetylcysteine)	未特別指明噴霧器種類
Budesonide (Pulmicort Respules [®])	不可使用超音波噴霧器
Tobramycin (TOBI [®])	Pari LC [®]
Dornase alfa (Pulmozyme [®])	Hudson T Up-draft II, Marquest <i>Acorn II[®]</i> , <i>Pari LC[®]</i> , Durable Sidestream [®] , <i>Pari BabyTM</i> <i>Marquest Respirgard II</i>
<i>Pentamidine(NebuPent)</i>	<i>Small Particle Aerosol Generator</i>
Ribavirin (Virazole [®])	ProDose或 I-neb [®]
Iloprost(Ventavis [®])	

氣動式噴射噴霧器是最常於醫院或門診中使用的噴霧器，它是一種價格低廉、可大量生產，且為單一病人使用的拋棄式裝置。然而，效率較好的新噴霧器價格則較貴(表6)。噴霧器系統包括了噴霧器手柄、壓縮氣源、管路和附件等。一般來說，壓縮氣源或電子設備堅固耐用，而手柄和配件則需要經常更換。更換所需費用列於表7之中。

表6.不同噴霧器系統的相對費用

噴霧器種類	大約價格範圍
氣動式壓縮噴霧器	\$ 50- \$ 100
超音波噴霧器	\$ 100- \$ 250
震動式篩孔/horn nebulizer	\$ 200- \$ 1,200
微處理器控制式呼吸引動噴霧器	\$ 750- \$ 2,000

表7.噴霧器零組件的更換費用

噴霧器零組件	大約費用範圍
拋棄式噴射噴霧器(急性病房可用1-7天，長期照護可更久)	\$ 1- \$ 3
有儲氣袋的噴射噴霧器(1-3天)	\$ 4- \$ 15
有過濾器的噴射噴霧器(1-3天)	\$ 10- \$ 12

fish 2/24/11 10:33 PM
Formatted: Font: 10.5 pt

fish 2/24/11 10:33 PM
Formatted: Font: 10.5 pt, Italic

fish 2/24/11 10:33 PM
Formatted: Font: 10.5 pt

fish 2/23/11 9:54 PM
Deleted:
Pari Baby -
Pentamidine(NebuPent)

fish 2/23/11 9:54 PM
Deleted: Marquest Respirgard II

fish 2/23/11 9:51 PM
Deleted: Acorn II,

fish 2/23/11 9:54 PM
Deleted: Small Particle Aerosol Generator

fish 2/23/11 9:53 PM
Formatted: Justified

fish 2/23/11 9:55 PM
Deleted:

fish 2/23/11 9:56 PM
Deleted:

小容量噴霧器的種類

噴射式噴霧器

噴射式噴霧器的運作方式為壓縮的空氣或氧氣將液態藥物氣霧化。因為它們是最便宜的一種噴霧器，所以經常被使用。噴射式噴霧器經由噴嘴輸送壓縮氣體，造成局部的負壓。如此要被氣霧化的液體就會被帶至氣流中形成薄層的液體。此薄層的液體相當不穩定因此會因表面張力的關係被打散成小滴，此時在氣霧流中的阻擋器 (baffle) 可將他們變成更小的粒子，如此產生的氣霧還會受到如表8中，技術性或與病人相關的因素干擾。

表8. 使用噴射式噴霧器時，影響治療性氣霧穿透和沉積的因素。(Modified, with permission, form Reference 1)

技術性因素	病人因素
噴霧器的設計和形式	呼吸型態
驅動噴霧器的氣流量	病人用口或用鼻呼吸
噴霧器的填充量	吸入空氣的組成份
溶液的特性	氣道阻塞
驅動氣體的組成份	正壓輸送
增加噴霧器輸出的設計	人工氣道與呼吸器
持續性或由呼吸引動	

fish 2/24/11 10:33 PM

Formatted: Font:10.5 pt

fish 2/24/11 10:33 PM

Formatted: Font:10.5 pt, Italic

影響噴霧器性能和藥物輸出的因素

在執行氣霧治療時，有很多因素是呼吸治療師必須謹記在心的。噴霧器的設計可以決定氣霧粒子的大小，與它的輸出性能。而這些性能最後又會依據下列所討論的因素影響給藥的效率。市面上有許多種的噴霧器種類，且已有一些研究指出不同廠商所製造的噴霧器，其效能會有所差異，甚至同一個廠商所生產的不同噴霧器也會有所不同。^{1,33,34}

- **氣體流量和壓力：**噴射式噴霧器的設計是用不同程度的壓縮氣體與壓力來運作。每種噴射式噴霧器的都有它最適合的工作氣流，範圍從2至8 L/min不等，且通常會標示在設備的標籤上。以較低的流速或壓力驅動噴霧器將會產生較大的粒子。舉例來說，被設計在50psi的壓力下用6-8 L/min運作的噴霧器，若壓縮氣體的壓力下降至13psi，就會產生較大的粒子。基於此原因，噴射式噴霧器應依據其設計，使用與其相符的壓縮氣體或氣源。流速的大小和它的治療時間呈反比。假設藥物的量相同，則使用較高流量的氣霧治療所需的治療時間將減少。
- **填充容積和無效容積：**增加藥物填充量是另一個可增加噴射式噴霧器效率的因素。這些噴霧器無法在較小的填充量下，如2mL或更少時適當的運作。因為此時已接近無效容積。噴霧器無法將小於無效容積的藥物氣霧化。因此，除非廠商有特別指示使用較小的填充量，否則建議的填充量皆為4-5mL。^{1,34} 此預防措施會將藥物稀釋，雖然會延長治療的時間，但卻可使被氣霧化的藥物比率增加。無效容積，也就是在治療結束後殘留在噴射式噴霧器中的藥物量，範圍可從0.5至2.0 mL。無效容積越大，被氣霧化的藥物就越少。
- **氣體密度：**用來運作噴霧器的氣體之密度，也會藉由影響藥物輸出量和粒子大小，繼而影響氣霧的沉積量。舉例來說，以氦氣(heliox)執行氣霧治療，可以使氣霧的沉積量增加50%之多。
利用與氧氣或空氣相同流量的氦氣進行噴物治療，可使氣霧粒子變小，且氣霧的輸出減少，因此將使治療時間延長。因此，在以氦氣進行氣霧治療時，應將流量調整為使用氧氣或空氣時的1.5至2倍，才能使氣霧粒子的大小和治療時間回復至正常的水準。
- **濕度與溫度：**濕度和溫度也能影響粒子的大小和無效容積。更明確的說，在氣霧治療時水份的蒸發作用將會使氣霧的溫度降低，如此使得溶液的黏滯性增加，並且降低噴霧器的藥物輸出量。
- **呼吸型態：**呼吸型態會影響氣霧粒子在下呼吸道的沉降作用。應教導病人在氣霧治療期間，除了潮氣呼吸外，應當間歇的進行深呼吸。
- **裝置的介面：**醫療用氣霧可以藉由咬嘴或面罩給予。理想情況下應使用咬嘴。因為鼻腔會較口腔過濾掉更多的氣霧，所以在病人適合的情況下，應鼓勵他們使用咬嘴。咬嘴不應使用於嬰兒與孩童。另外，若治療時間較長時，咬嘴可能會造成不適。使用面罩會使氣霧沉積於臉部、眼睛，與鼻子的量增加。不論使用的是咬嘴或面罩，重點是應教導病人在氣霧治療期間用口部呼吸。適當的面罩緊密度與設計能夠增加氣霧被吸入的量，且減少於眼部的沉積。呼吸治療師在執行氣霧治療，以及教導病人時，應該將以上因素都僅記於心。

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，已產生了許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：

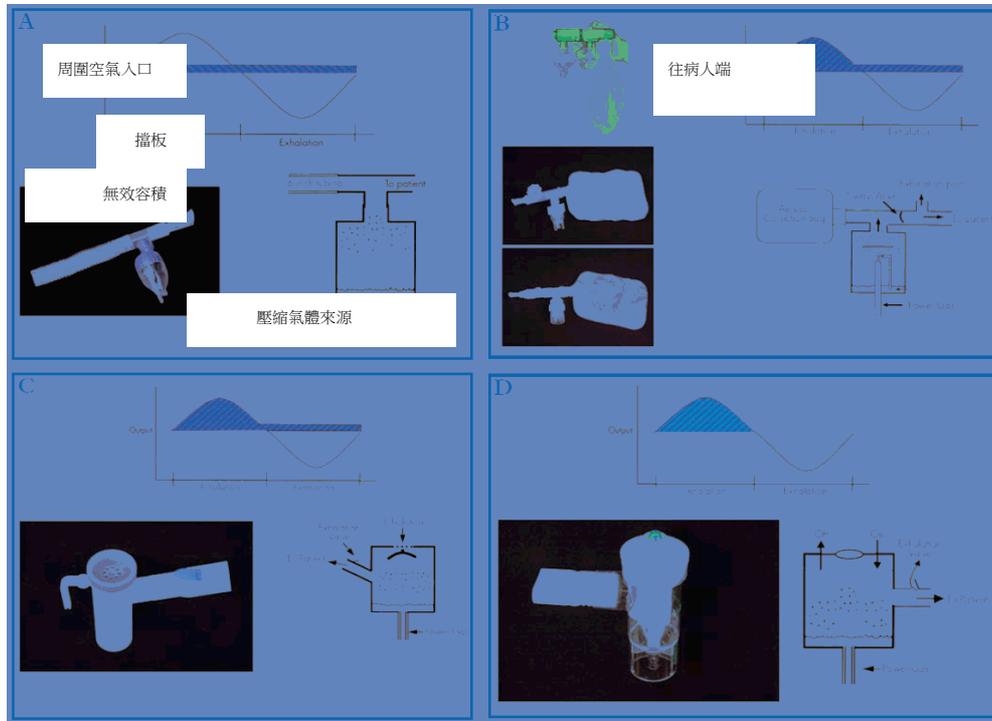


圖4.不同類型氣動式噴射噴霧器設計和他們的氣霧輸出量以灰色區域表示。A. 附有儲氣管(reservoir bag) 的噴射噴霧器。B. 附有收集袋的噴射噴霧器。C.呼吸增強型(breath-enhanced) 噴射噴霧器。D.呼吸引動(breath-actuated) 噴霧器。(From reference 1, with permission)

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-NebTM(Cardinal Health, McGaw Park,IL)，與Nebmist nebulizer(Hudson, Rearch Triangle

fish 2/24/11 10:34 PM

Deleted: -

fish 2/24/11 10:35 PM

Deleted: -

fish 2/24/11 10:33 PM

Deleted: -

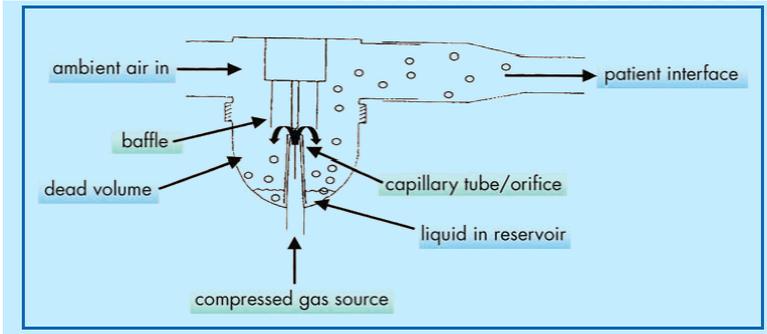
fish 2/24/11 10:34 PM

Deleted: -

fish 2/24/11 10:33 PM

Formatted: Font:Times New Roman, 10.5 pt, Italic

Park,NC)。



fish 2/24/11 10:34 PM

Deleted: -

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。

fish 2/24/11 10:38 PM

Deleted: -

fish 2/24/11 10:34 PM

Formatted: Font:Times New Roman, 10.5 pt, Italic

fish 2/23/11 10:00 PM

Formatted: Font:(Default) Times New Roman, 12 pt

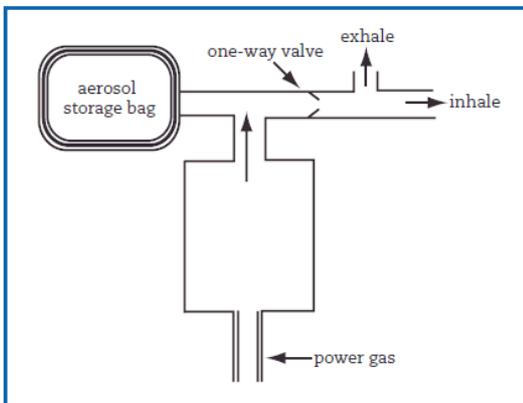


圖9. 搭配儲氣袋之噴霧器的示意圖。(From Reference 37, with permission)

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)。

fish 2/24/11 10:38 PM

Deleted: -

fish 2/24/11 10:35 PM

Formatted: Font:10.5 pt

fish 2/24/11 10:35 PM

Formatted: Font:Times New Roman, 10.5 pt, Italic

fish 2/24/11 10:35 PM

Formatted: Font:10.5 pt

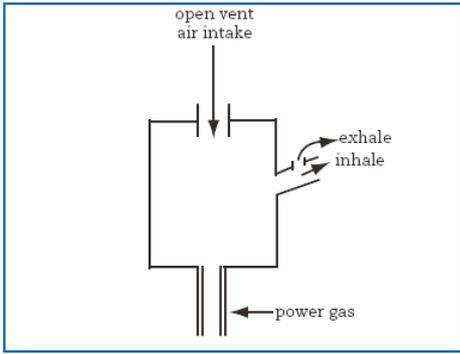


圖7.呼吸增強噴射噴霧器的功能性圖示。(From reference 37, with permission)

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。

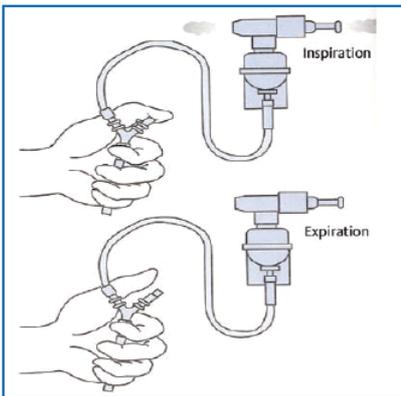


圖8. 手動式呼吸引動噴霧器之圖示。(From Reference 7, with permission)

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

fish 2/24/11 10:36 PM
Formatted: Font:10.5 pt

fish 2/24/11 10:38 PM
Deleted: -

fish 2/24/11 10:36 PM
Formatted: Font:Times New Roman, 10.5 pt, Italic

fish 2/24/11 10:36 PM
Formatted: Font:10.5 pt

fish 2/23/11 10:01 PM
Formatted: Font:Times New Roman

fish 2/24/11 10:20 PM
Deleted: -

fish 2/24/11 10:36 PM
Formatted: Font:Times New Roman, 10.5 pt, Italic

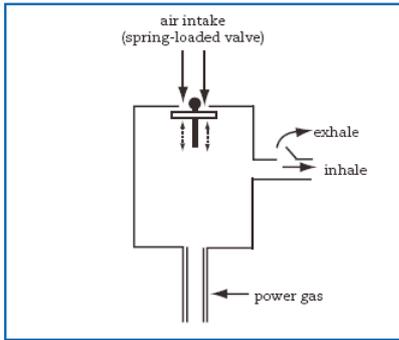
fish 2/24/11 10:36 PM
Formatted: Font:10.5 pt

fish 2/24/11 10:38 PM
Deleted: -

fish 2/24/11 10:36 PM
Formatted: Font:10.5 pt

fish 2/24/11 10:20 PM
Deleted: -

只會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。



fish 2/24/11 10:20 PM

Deleted:

fish 2/24/11 10:20 PM

Deleted:

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

fish 2/24/11 10:37 PM

Formatted: Font:10.5 pt

fish 2/24/11 10:37 PM

Formatted: Font:10.5 pt, Italic

fish 2/24/11 10:37 PM

Formatted: Font:10.5 pt

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MABISMist[™]II(Mabis Healthcare, Waukegan, IL)是不同形式的超音波噴霧器。

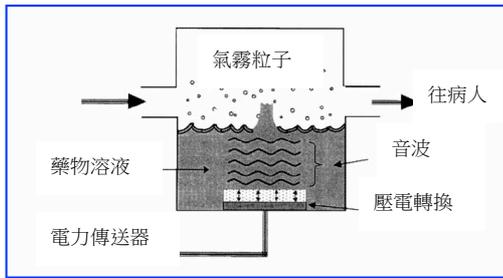


圖10.超音波噴霧器的結構和操作原理。

[From Reference 1, with permission]

fish 2/24/11 10:37 PM
Formatted: Font: 10.5 pt
fish 2/24/11 10:37 PM
Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 10.5 pt
fish 2/24/11 10:37 PM
Formatted: Font: 10.5 pt

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。

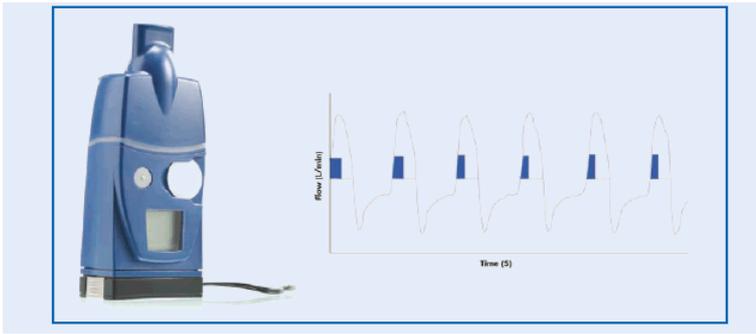


圖12. Philips Respironic I-neb[®] 提供的改良型氣霧傳送系統 (adaptive aerosol delivery)。如圖所示，氣霧在每次吸氣的一開始就會輸注氣霧。[\(From Reference 1, with permission\)](#)

fish 2/24/11 10:37 PM

Formatted: Font:(Default) Times New Roman, 10.5 pt

fish 2/24/11 10:37 PM

Formatted: Font:10.5 pt

特殊用途的噴霧器

Rribavirin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 $1.3\mu\text{m}$ ，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，並使用吐氣過濾網。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。

fish 2/23/11 10:06 PM

Formatted: Font:(Default) Times New Roman

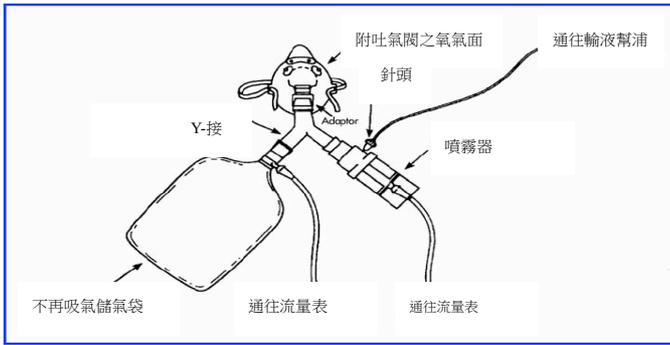


圖13. 連續氣霧治療的組裝方式。(From Reference 1, with permission.)

fish 2/24/11 10:37 PM

Formatted: Font:(Default) Times New Roman, 10.5 pt

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。

fish 2/23/11 10:10 PM

Formatted: Indent: Left: 0", Numbered + Level: 1 + Numbering Style: 1, 2, 3, ... + Start at: 1 + Alignment: Left + Aligned at: 0.25" + Tab after: 0.5" + Indent at: 0.5", Tabs: 0.25", List tab + Not at 0.5"

fish 2/23/11 10:10 PM

Deleted: -

fish 2/23/11 10:10 PM

Deleted: -

技術百寶箱1. 正確使用噴霧器步驟 (續)

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。 不適當的流量計設定值。	檢查連接並確認已被適當連接。 檢查流量計的設定值，若有不適當設定時，請調整流速。
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種藥物(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(<30L/min)，而DPI則需高的吸氣流速(60~90L/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。

fish 2/23/11 10:11 PM

Deleted: pMDI

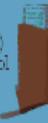
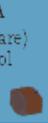
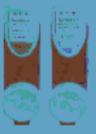
fish 2/23/11 10:11 PM

Deleted: DPI

fish 2/23/11 10:12 PM

Deleted: 。

圖14. 美國常見使用的吸入器

Anticholinergics		Anticholinergics/ β_2 -Agonist Combination	
<p>Spiriva[®] Handihaler[®] (tiotropium bromide) Inhalation Powder Boehringer Ingelheim Pharmaceuticals, Inc.</p> 	<p>Atrovent[®] HFA (ipratropium bromide HFA) Inhalation Aerosol Boehringer Ingelheim Pharmaceuticals, Inc.</p> 	<p>Combivent[®] (ipratropium bromide and albuterol sulfate) Inhalation Aerosol Boehringer Ingelheim Pharmaceuticals, Inc.</p> 	
β_2 -Agonists			
<p>Foradil[®] Aerolizer[®] (Formoterol fumarate) Inhalation Powder Novartis Pharmaceuticals</p> 	<p>Maxair[™] Autohaler[™] (pirbuterol acetate) Inhalation Aerosol Grassby Pharmaceuticals</p> 	<p>ProAir[®] HFA (albuterol sulfate) Inhalation Aerosol Teva Specialty Pharmaceuticals</p> 	<p>Proventil[®] HFA (albuterol sulfate) Inhalation Aerosol 3M Pharmaceuticals, Inc.</p> 
<p>Serevent[®] Diskus[®] (salmeterol xinafoate) Inhalation Powder GlaxoSmithKline</p> 	<p>Xopenex[®] HFA (levabuterol tartare) Inhalation Aerosol Sepracor, Inc.</p> 	<p>Ventolin[®] HFA (albuterol sulfate HFA) Inhalation Aerosol GlaxoSmithKline</p> 	
Corticosteroids			
<p>Aerobid[®] Aerobid[®]-M (flunisolide) Inhalation Aerosol Forest Pharmaceuticals, Inc.</p> 	<p>Alvesco[®] (ciclesonide) Inhalation Aerosol Nycomed</p> 	<p>Asmanex Twisthaler[®] (mometasone) Inhalation Powder Schering Corporation</p> 	<p>Azmacort[®] (triamcinolone acetonide) Inhalation Aerosol Abbott Laboratories</p> 
<p>Flovent[®] Diskus[®] (fluticasone propionate) Inhalation Powder GlaxoSmithKline</p> 	<p>Flovent[®] HFA (fluticasone propionate) Inhalation Aerosol GlaxoSmithKline</p> 	<p>Pulmicort[®] Flexhaler[®] (budesonide) Inhalation Powder AstraZeneca LP</p> 	<p>QVAR[®] (beclomethasone dipropionate) Inhalation Aerosol Teva Specialty Pharmaceuticals</p> 
β_2 -Agonist/Corticosteroid Combination			
<p>Advair Diskus[®] (fluticasone propionate) Inhalation Powder GlaxoSmithKline</p> 	<p>Advair[®] HFA (fluticasone propionate and salmeterol xinafoate) Inhalation Aerosol GlaxoSmithKline</p> 	<p>Symbicort[®] (budesonide and formoterol fumarate dihydrate) Inhalation Aerosol AstraZeneca</p> 	
Other			
<p>Intal[®] Inhaler (cromolyn sodium) Inhalation Aerosol King Pharmaceuticals, Inc.</p> 	<p>Relenza (zanamivir) Inhalation Powder GlaxoSmithKline</p> 		

自pMDI於1995年由Dr. Geroge 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
	若沒有計量器則難以評估藥瓶中的剩餘量。

fish 2/24/11 10:39 PM

Formatted: Font:10.5 pt

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。

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。

fish 2/24/11 10:39 PM

Formatted: Font:10.5 pt

fish 2/23/11 10:12 PM

Deleted: -

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。

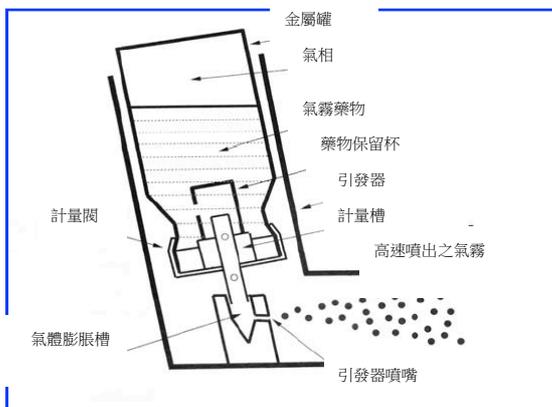


圖15. pMDI標準組件(Modified with permission from Reference 42)

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。

fish 2/23/11 10:15 PM

Deleted:

fish 2/24/11 10:39 PM

Formatted: Font:(Default) Times New Roman, 10.5 pt

fish 2/24/11 10:39 PM

Formatted: Font:10.5 pt



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

fish 2/24/11 10:39 PM
Formatted: Font:(Default) Times New Roman, 10.5 pt

fish 2/24/11 10:39 PM
Formatted: Font:10.5 pt

fish 2/24/11 10:39 PM
Formatted: Indent: First line: 2.5 ch

fish 2/24/11 10:39 PM
Formatted: Font:(Default) Times New Roman, 10.5 pt

fish 2/24/11 10:39 PM
Formatted: Font:(Default) Times New Roman, 10.5 pt

fish 2/24/11 10:39 PM
Formatted: Font:(Default) Times New Roman, 10.5 pt

fish 2/24/11 10:39 PM
Formatted: Font:10.5 pt

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動的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。

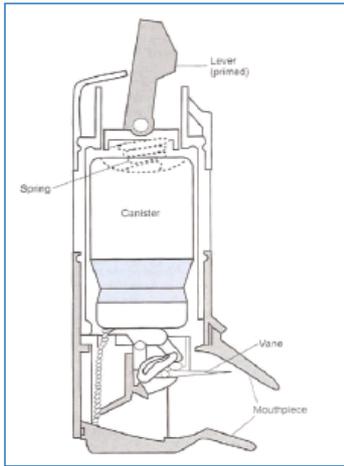


圖17. Autohaler™ 的標準結構

(From Reference 2, with permission)

fish 2/24/11 10:39 PM

Formatted: Font:(Default) Times New Roman, 10.5 pt

fish 2/24/11 10:39 PM

Formatted: Font:10.5 pt

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。

fish 2/24/11 10:25 PM

Deleted: -

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 $<5\mu$ 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 $<1\text{mm}$ 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能更有效率。^{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。

fish 2/23/11 10:20 PM

Deleted: <sp>

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	Xopenex HFA [™]	初次未使用或3天未使用時	4
Ipratropium Bromide HFA	Atrovent HFA [®]	初次未使用或3天未使用時	2
Ipratropium Bromide/ Albuterol Sulfate Combination	Combivent [®] HFA	初次未使用或24天未使用時	3
吸入型類固醇			
Beclomethasone Propionate HFA	QVAR [™]	初次未使用或10天未使用時	2
Ciclesonide	Alvesco [®]	初次未使用或10天未使用時	3
Fluticasone Propionate	Flovent [®] HFA	初次未使用	4
		7天以上未使用時或掉落後	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
		4週以上未使用時或掉落後	2
其他			
Cromolyn Sodium	Intal [®] HFA	初次未使用	1

fish 2/24/11 10:39 PM

Formatted: Font:(Default) Times New Roman, 10.5 pt

fish 2/24/11 10:39 PM

Formatted: Font:(Default) Times New Roman, 10.5 pt

fish 2/24/11 10:39 PM

Formatted: Font:(Default) Times New Roman, 10.5 pt

fish 2/24/11 10:39 PM

Formatted: Font:10.5 pt

- **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。

- fish 2/23/11 10:23 PM
Deleted: s
- fish 2/23/11 10:23 PM
Formatted: Font:新細明體, Bold
- fish 2/23/11 10:23 PM
Formatted: Indent: Left: 0.33"
- fish 2/23/11 10:24 PM
Deleted: spacer
- fish 2/23/11 10:24 PM
Deleted: s
- fish 2/23/11 10:24 PM
Deleted: s

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。

- fish 2/23/11 10:24 PM
Formatted: Indent: Left: 0.33"

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。

- fish 2/23/11 10:25 PM
Deleted: s
- fish 2/23/11 10:26 PM
Deleted: s
- fish 2/23/11 10:24 PM
Deleted: s

技術百寶箱2. 使用pMDIs的正確步驟

pMDIs的技巧

閉口技巧: (續)

2. 將咬嘴蓋子移除並將pMDI充分搖晃。
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。
7. 閉上嘴唇。
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. 如果需要另一個藥物的霧氣,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。

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。

fish 2/23/11 10:26 PM

Deleted: s

fish 2/23/11 10:27 PM

Deleted: MDIs

fish 2/23/11 10:27 PM

Deleted: MDIs

fish 2/23/11 10:27 PM

Deleted: s

技術百寶箱2. 使用pMDIs的正確步驟(續)

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

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

不正確的pMDI裝置組裝。

不正確的pMDI與spacer的連接組裝。

pMDI已空。

處理

檢查組裝並視需要重新組裝裝置。

檢查pMDI與spacer的連接組裝, 並視需要重新組裝裝置。

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。

fish 2/23/11 10:28 PM
Deleted: s

fish 2/23/11 10:28 PM
Deleted: spacer

fish 2/23/11 10:29 PM
Deleted: s

fish 2/23/11 10:28 PM
Deleted: spacer

fish 2/23/11 10:29 PM
Deleted: s

fish 2/23/11 10:29 PM
Deleted: s

fish 2/23/11 10:29 PM
Deleted: -

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 (GlaxoSmithKline)有內建式之劑量計算器(圖19)。

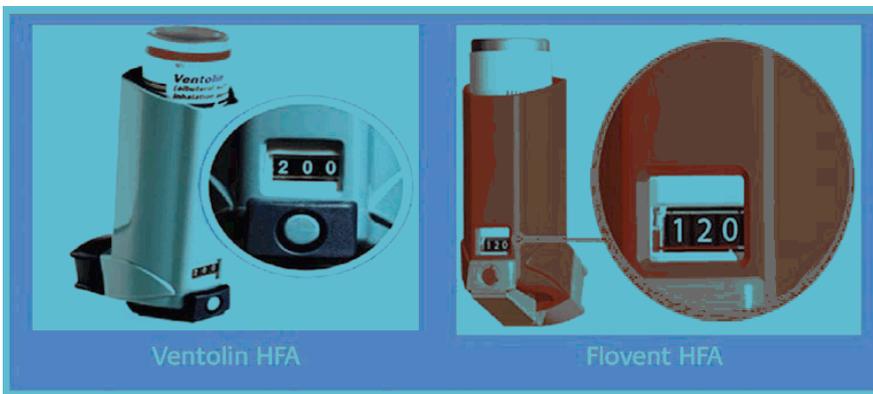
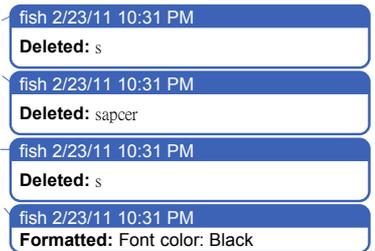


圖19. Ventolin® HFA和Flovent® HFA的計算器。

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。



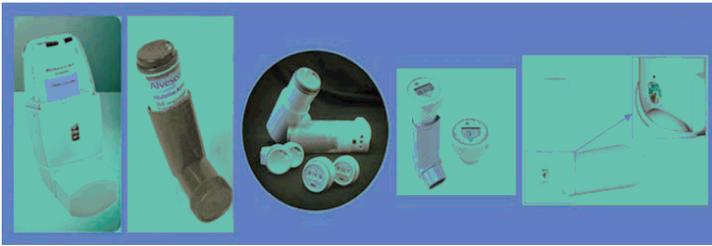


圖20.目前市面上使用的pMDI劑量計算器

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。

fish 2/23/11 10:31 PM
Deleted: s

fish 2/23/11 10:31 PM
Deleted: s

fish 2/23/11 10:32 PM
Deleted: s

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
允許在急性氣流阻塞併有呼吸困難時使用pMDI	須組裝裝置
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。

fish 2/24/11 10:40 PM
Formatted: Font:(Default) Times New Roman, 10.5 pt

fish 2/24/11 10:40 PM
Formatted: Font:(Default) Times New Roman, 10.5 pt

fish 2/24/11 10:40 PM
Formatted: Font:(Default) Times New Roman, 10.5 pt

fish 2/24/11 10:40 PM
Formatted: Font:10.5 pt

fish 2/23/11 10:33 PM
Deleted: s

fish 2/23/11 10:32 PM
Deleted: s

fish 2/23/11 10:33 PM
Deleted: s

fish 2/23/11 10:32 PM
Deleted: s

fish 2/23/11 10:33 PM
Deleted: s

fish 2/23/11 10:33 PM
Deleted: s

fish 2/23/11 10:32 PM
Deleted: s

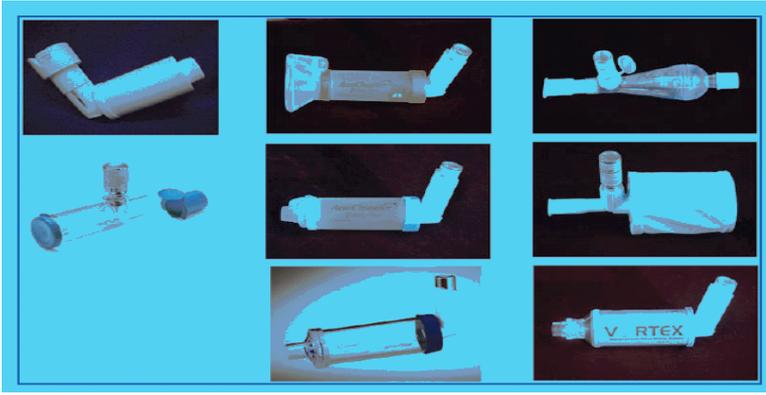


圖21. 附單向閥手持藥腔(VHCs)與Spacer的數種範例

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Azmecort[®]，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**。

fish 2/23/11 10:35 PM

Deleted: -

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

fish 2/23/11 10:36 PM

Deleted: ry powder inhaler

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，追蹤評估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	需要病人之吸氣氣流
內建有劑量計數器	病人對吸入多少藥較沒有感覺
不需推進劑	沉降於口咽之藥量相對可能較高
由呼吸引動	對於週遭空氣中或是吐出空氣中的溼氣相當敏感
準備與給藥時間短	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

fish 2/24/11 10:40 PM

Formatted: Font:(Default) Times New Roman, 10.5 pt

fish 2/24/11 10:40 PM

Formatted: Font:(Default) Times New Roman, 10.5 pt

fish 2/24/11 10:40 PM

Formatted: Font:(Default) Times New Roman, 10.5 pt

DPIs的種類

目前DPIs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 Ingleheim)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

fish 2/23/11 10:37 PM
Formatted: Font:(Default) Times New Roman, 12 pt, Superscript

fish 2/23/11 10:37 PM
Deleted: ®

fish 2/23/11 10:37 PM
Formatted: Font:14 pt, Superscript

fish 2/23/11 10:37 PM
Deleted: ®

fish 2/23/11 10:38 PM
Deleted: ®

fish 2/23/11 10:39 PM
Deleted: ®

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

fish 2/23/11 10:39 PM

Deleted: [®]

fish 2/23/11 10:40 PM

Deleted: [®]

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。

fish 2/23/11 10:40 PM

Deleted: ®

fish 2/23/11 10:40 PM

Deleted: ®

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

fish 2/23/11 10:40 PM

Deleted: ®

HandiHaler®:病人應該依指示：

1. 使用Handihale®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；使防塵蓋把持開啟

fish 2/23/11 10:40 PM

Deleted: ®

fish 2/23/11 10:40 PM

Deleted: ®

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

fish 2/23/11 10:41 PM

Deleted: Handihaler[®]

fish 2/23/11 10:41 PM

Deleted: Handihaler[®]

fish 2/23/11 10:41 PM

Deleted: [®]

fish 2/23/11 10:41 PM

Deleted: Handihaler[®]

fish 2/23/11 10:41 PM

Deleted: Handihaler[®]

fish 2/23/11 10:41 PM

Deleted: Handihaler[®]

fish 2/23/11 10:41 PM

Deleted: @

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，將藥匣往前往後的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。

fish 2/23/11 10:42 PM

Deleted: [®]

fish 2/23/11 10:42 PM

Deleted: [®]

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

fish 2/23/11 10:42 PM

Deleted: @

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

fish 2/23/11 10:42 PM

Deleted: @

fish 2/23/11 10:42 PM

Deleted: ®

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

fish 2/23/11 10:42 PM

Deleted: @

fish 2/23/11 10:42 PM

Deleted: ®

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。

fish 2/23/11 10:43 PM

Deleted: [®]

fish 2/23/11 10:43 PM

Deleted: [®]

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。

fish 2/23/11 10:43 PM

Deleted: [®]

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，但是它不會來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。

fish 2/23/11 10:43 PM

Deleted: [®]

fish 2/23/11 10:44 PM

Deleted: [®]

fish 2/23/11 10:44 PM

Deleted: [®]

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。比起不喜歡的裝置，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}

fish 2/23/11 10:45 PM

Deleted: pMDIs

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}

fish 2/23/11 10:46 PM

Deleted: 儲藥腔

fish 2/23/11 10:44 PM

Deleted: s

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

- fish 2/23/11 10:46 PM
Deleted: s
- fish 2/23/11 10:47 PM
Formatted Table
- fish 2/23/11 10:48 PM
Deleted: s
- fish 2/23/11 10:47 PM
Deleted: .
- fish 2/23/11 10:47 PM
Formatted: Indent: First line: 0 ch
- fish 2/23/11 10:47 PM
Deleted: 吸氣同步啟動
- fish 2/23/11 10:48 PM
Deleted: p
- fish 2/23/11 10:48 PM
Deleted: s
- fish 2/23/11 10:48 PM
Deleted: 吸氣同步啟動

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。

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

fish 2/23/11 10:50 PM

Deleted: .

fish 2/23/11 10:50 PM

Deleted: .

- 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

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。 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。 將過多的水甩乾。 將間隔器零件拆開，垂直放置一夜晾乾。 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。 當間隔器完全乾燥後將零件組裝。	每兩週清潔一次或依需要時。 拆卸設備的清潔。 將咬嘴上的塑膠套零件拿開。 用溫水清洗咬嘴。 放置一夜讓其乾燥。 當設備乾燥後，重新組裝。 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。

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
<p>使用設備前先洗手。</p> <p>每次治療完成後將零件拆卸</p> <p>將管路從壓縮機移除，並整理擺放好。</p> <p>這條管路不需清洗。</p> <p>用無菌的水或蒸餾水沖洗噴霧器和咬嘴。</p> <p>將過多的水甩乾。</p>	<p>使用設備前先洗手。</p> <p>每次治療完成後將零件拆卸</p> <p>將管路從壓縮機移除，並整理擺放好。這條管路不需清洗。</p> <p>用溫水液洗潔精洗淨噴霧器部分零件。</p> <p>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：</p> <ol style="list-style-type: none">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）。 <p>用無菌水或蒸餾水沖洗部分零件。</p> <p>將過多的水甩乾，將所有的零件放在乾淨的手巾紙上晾乾。</p> <p>讓它們在吸水毛巾完全風乾</p> <p>重新組合噴霧器，存放在清潔乾燥的容器袋。</p>
<p>放在吸水毛巾上晾乾。</p> <p>將噴霧器的杯子存放在有鍊子的塑膠袋內。</p>	

fish 2/23/11 10:52 PM

Formatted: Bullets and Numbering

fish 2/23/11 10:52 PM

Formatted: Bullets and Numbering

fish 2/23/11 10:52 PM

Deleted: 表18. 噴射霧化器的清潔操作指南

... [1]

fish 2/23/11 10:52 PM

Deleted: 在每次使用後清洗

... [2]

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）。

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，避免噴霧器被汙染。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汙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汙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汙染。

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，讓微生物滋長和汙染，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安

(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安

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%的空氣汙染物。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β₂-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

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

蓄意：了解治療但未正確服從

病人覺得：

- 並非真的需要治療
- 並沒有真的生病
- 為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，因此才會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

fish 2/23/11 10:53 PM

Deleted: holding chamber

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

fish 2/23/11 10:54 PM

Deleted: 瓣膜儲存艙

fish 2/23/11 10:56 PM

Deleted: 瓣膜儲存艙

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。

fish 2/23/11 10:56 PM

Deleted: 瓣膜儲存艙

fish 2/23/11 10:57 PM

Deleted: 瓣膜儲存艙

fish 2/23/11 10:57 PM

Deleted: 瓣膜儲存艙/

fish 2/23/11 10:57 PM

Deleted: 瓣膜儲存艙

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

yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM	Formatted: Font:(Default) Times New Roman, 12 pt
yulinmufeng 3/13/11 7:40 AM	Formatted: Indent: Left: 0", Hanging: 0.75 ch, First line: -0.75 ch
yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM	Formatted ... [3]
yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM	Formatted ... [4]
yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM	Formatted ... [5]
yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM	Formatted ... [6]
yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM	Formatted ... [7]
yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM	Formatted ... [8]
yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM	Formatted ... [9]
yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM	Formatted ... [10]
yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM	Formatted ... [11]
yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM	Formatted: Font:(Default) Times New Roman, 12 pt
yulinmufeng 3/13/11 7:40 AM	Formatted: Indent: Left: 0", Hanging: 1.5 ch, First line: -1.5 ch
yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM	Formatted ... [12]
yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM	Formatted ... [13]
yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM	Formatted ... [14]
yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM	Formatted ... [15]
yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM	Formatted ... [16]
yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM	Formatted ... [17]
yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM	Formatted ... [18]
yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM	Formatted ... [19]
yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM	Formatted ... [20]
yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM	Formatted ... [21]
yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM	Formatted ... [22]

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.

yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM
Formatted ... [23]

yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM
Formatted ... [24]

yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM
Formatted ... [25]

yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM
Formatted ... [26]

yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM
Formatted ... [27]

yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM
Formatted ... [28]

yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM
Formatted ... [29]

yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM
Formatted

yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM
Formatted

yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM
Formatted

yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM
Formatted ... [30]

yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM
Formatted

yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM
Formatted ... [31]

yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM
Formatted

yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM
Formatted

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 closed mouth 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.

yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM
Formatted ... [32]

yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM
Formatted ... [33]

yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM
Formatted ... [34]

yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM
Formatted ... [35]

yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM
Formatted ... [36]

yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM
Formatted ... [37]

yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM
Formatted ... [38]

yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM
Formatted ... [39]

yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM
Formatted ... [40]

yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM
Formatted

57. Rubin BK, Durotoye L. How do patients determine that their metered-dose inhaler is empty? *Chest* 2004; 126(4):1134-1137. yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM
Formatted
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. yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM
Formatted ... [41]
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. yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM
Formatted ... [42]
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. yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM
Formatted ... [43]
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. yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM
Formatted ... [44]
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. yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM
Formatted
67. Rau JL. The inhalation of drugs: advantages and problems. *Respir Care* 2005; 50(3):367-382. yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM
Formatted
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. yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM
Formatted
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. yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM
Formatted ... [45]
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. yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM
Formatted ... [46]
74. Rubin BK, Fink JB. Optimizing aerosol delivery by pressurized metered-dose inhalers. *Respir Care* 2005; 50(9):1191-1200. yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM
Formatted
75. Rau JL. Practical problems with aerosol therapy in COPD. *Respir Care* 2006; 51(2):158-172. yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM
Formatted
76. Rubin BK. Nebulizer therapy for children: the device/patient interface. *Respir Care* 2002; 47(11):1314-1319. yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM
Formatted
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. yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM
Formatted ... [47]
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. yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM
Formatted
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. yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM
Formatted
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. yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM
Formatted ... [48]
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. yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM
Formatted ... [49]
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. yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM
Formatted ... [50]
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. yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM
Formatted ... [51]
89. Apter AJ, Reisine ST, Affleck G, et al. Adherence with twicedaily dosing of inhaled steroids. Socioeconomic and healthbelief 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. yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM
Formatted ... [52]
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. yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM
Formatted ... [53]
93. Everard ML, Clark AR, Milner AD. Drug delivery from holding chambers with attached facemask. *Arch Dis Child* 1992; 67(5):580-585. yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM
Formatted ... [54]
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. yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM
Formatted ... [55]

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. yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM
Formatted ... [56]
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. yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM
Formatted
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. yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM
Formatted
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. yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM
Formatted: Indent: Left: 0", Hanging: 2.25 ch, First line: -2.25 ch
101. Iles R, Lister P, Edmunds AT. Crying significantly reduces absorption of aerosolised drug in infants. *Arch Dis Child* 1999; 81(2):163-165. yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM
Formatted ... [57]
102. Everard ML. Trying to deliver aerosols to upset children is a thankless task. *Arch Dis Child* 2000; 82(5):428. yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM
Formatted ... [58]
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. yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM
Formatted ... [59]
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. yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM
Formatted ... [60]
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. yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM
Formatted ... [61]
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. yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM
Formatted ... [62]
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. yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM
Formatted ... [63]
108. Lowenthal D, Kattan M. Facemasks versus mouthpieces for aerosol treatment of asthmatic children. *Pediatr Pulmonol* 1992; 14(3):192-196. yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM
Formatted ... [64]
109. Smaldone GC, Berg E, Nikander K. Variation in pediatric aerosol delivery: importance of facemask. *J Aerosol Med* 2005; 18(3):354-363. yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM
Formatted ... [65]
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. yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM
Formatted ... [66]
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. yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM
Formatted ... [67]
112. Everard ML, Clark AR, Milner AD. Drug delivery from jet nebulisers. *Arch Dis Child* 1992; yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM
Formatted ... [68]

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. yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM
Formatted ... [69]
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. yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM
Formatted ... [70]
115. Rubin BK. Bye-bye, Blow-by. *Respir Care* 2007; 52(8):981. yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM
116. Everard ML. Aerosol therapy: regimen and device compliance in daily practice. *Paediatr Respir Rev* 2006; 7(Suppl 1):S80-S82. Formatted: Font:(Default) Times New Roman, 12 pt
yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM
117. Everard ML. Regimen and device compliance: key factors in determining therapeutic outcomes. *J Aerosol Med* 2006; 19(1):67-73. Formatted ... [71]
yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM
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. Formatted ... [72]
yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM
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. Formatted ... [73]
yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM
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. Formatted ... [74]
yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM
121. Cohen HA, Kahan E, Cohen Z, et al. Microbial colonization of nebulizers used by asthmatic children. *Pediatr Int* 2006; 48(5):454-458. Formatted ... [75]
yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM
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. Formatted ... [76]
yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM
123. Saiman L, Siegel J. Infection control in cystic fibrosis. *Clin Microbiol Rev* 2004; 17(1):57-71. Formatted ... [77]
yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM
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. Formatted ... [78]
yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM
125. Rau JL. Determinants of patient adherence to an aerosol regimen. *Respir Care* 2005; 50(10):1346-1359. Formatted ... [79]
yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM
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. Formatted ... [80]
yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM
127. American College of Chest Physicians. Priming and cleaning your MDI and spacer, 2006. Formatted ... [81]
yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM
128. The Cystic Fibrosis Foundation. Stopping the spread of germs, 2009. Formatted ... [82]
yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM
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. Formatted ... [83]
yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM
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. Formatted ... [84]
yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM
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. Formatted ... [85]
yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM

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. yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM
Formatted ... [87]

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. yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM
Formatted ... [88]

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. yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM
Formatted ... [89]

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). yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM
Formatted ... [90]

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. yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM
Formatted ... [91]

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. yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM
Formatted ... [92]

138. Rau JL, Restrepo RD. Nebulized bronchodilator formulations: unit-dose or multi-dose? *Respir Care* 2003; 48(10):926-939. yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM
Formatted ... [93]

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. yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM
Formatted ... [94]

140. Center for Disease Control and Prevention. Clean hands save lives, 2008. yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM
Formatted ... [95]

141. Center for Disease Control and Prevention. Guideline for hand hygiene in healthcare settings, 2008. yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM
Formatted ... [96]

142. Larson EL. APIC guideline for handwashing and hand antisepsis in health care settings. *Am J Infect Control* 1995; 23(4):251-269. yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM
Formatted ... [97]

143. Paes BA. Current strategies in the prevention of respiratory syncytial virus disease. *Pediatr Respir Rev* 2003; 4(1):21-27. yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM
Formatted ... [98]

144. Purssell E. Preventing nosocomial infection in paediatric wards. *J Clin Nurs* 1996; 5(5):313-318. yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM
Formatted ... [99]

145. Hall CB. Nosocomial respiratory syncytial virus infections: the "Cold War" has not ended. *Clin Infect Dis* 2000; 31(2):590-596. yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM
Formatted ... [100]

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. yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM
Formatted ... [101]

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. yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM
Formatted ... [102]

148. 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. yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM
Formatted ... [103]

149. Wildhaber JH, Devadason SG, Eber E, et al. Effect of electrostatic charge, flow, delay and multiple yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM
Formatted ... [104]

actuations on the in vitro delivery of salbutamol from different small volume spacers for infants.
Thorax 1996; 51(10):985-988.

- yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM
Formatted: Font:(Default) Times New Roman, 12 pt
- yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM
Formatted: Font:(Default) Times New Roman, 12 pt
- yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM
Formatted: Font:(Default) Times New Roman, 12 pt
- yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM
Formatted: Font:(Default) Times New Roman, 12 pt
- yulinmufeng 3/13/11 7:38 AM
Formatted