

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

安德森生物氣膠採樣器於各類作業環境中之採樣效能評估

Bioefficiency Evaluation for Andersen Microbial Sampler in Work
Environments

計畫編號：NSC 90-2320-B-040-041

執行期限：90年8月1日至91年7月31日

主持人：林文海 中山醫學大學公共衛生學系

一、中文摘要

以某醫學中心為例，探討醫院內不同區域（包括開刀房、外科加護病房、家醫科候診區、檢驗科、急診室、一樓大廳、領藥處及醫院戶外）的生物氣膠濃度分布特性，評估各區域中人數及開門次數對生物氣膠濃度之影響程度。在生物氣膠濃度採樣方面，主要是以安德森六階生物氣膠採樣器及默克生物氣膠採樣器內置培養皿，運用慣性衝擊原理直接採集空氣中之真菌及細菌，利用培養採集後的菌落生成數而求得空氣中生物氣膠濃度，另外，並針對真菌進行菌種鑑定。採樣時同時計算在場的人次數及開門次數，以評估其與生物氣膠濃度之相關性。研究結果發現，在醫院的幾個採樣點當中，以領藥處及二樓的家醫科候診區的生物氣膠平均濃度最高，其次是大廳及醫院室外，其他地點細菌及真菌濃度皆屬正常。外科加護病房，在會客時間有濃度上升的情形。至於在class 1000之開刀房中，其採樣結果顯示並未發現真菌；但細菌濃度部分，在開刀時卻會有上升的現象發生。根據採樣結果，領藥處及二樓的家醫科候診室等區域生物氣膠濃度偏高，為降低濃度，應考慮加強醫院內空調系統之換氣及清淨功能，或儘量降低留在該區域之人數。外科加護病房部分，可能是在會客時間內開門次數及人員進出次數增加所致，應可考慮調高前室的正壓、風量及換氣次數，以減少因會客時間開門造成氣流流動而帶進病房的微生物量。至於開刀房濃度升高的原因，疑似

人員進出頻繁所致，所以應儘量減少不必要的人員進出，避免污染物濃度上升，增加患者傷口感染的機率。

關鍵詞：醫院、生物氣膠、通風

Abstract

The characteristics of airborne microorganisms were investigated in several locations in a hospital, including operation room, surgery intensive care unit, department of family medicine waiting room, department of laboratory, emergency room, lobby, pharmacy waiting room and outdoor hall. Two sieve impaction samplers including an Andersen six-stage sampler and Merk bioaerosol sampler were used to collect bacterial and fungal bioaerosols. The sampling flow rates were 28.3 and 100 L/min, respectively. During bioaerosol sampling, the number of persons was counted to evaluate the effects on the bioaerosol concentration. The concentrations at pharmacy waiting room and department of family medicine waiting room were found to be higher than that those at lobby and outdoor hall. The others were all inside the normal concentration. At surgery intensive care unit, the bioaerosol concentration increased during visiting time. In the class 1000 operation room, no fungal colony was found during 10-min sampling by the Merk sampler. However, bacterial concentrations increased during operation time. In order to reduce bioaerosol concentration, it is recommended to regularly check and change the filters of air conditioning system, and periodically clean the ventilation system to prevent from dust deposition and growth of microorganisms. It was suggested that the positive pressure at the entrance of surgery

intensive care unit should be increased in order to prevent microorganisms passage through the opening door during visiting time. Regarding to the increase of bacterial concentration in operation room, it may be better to reduce the times of door-opening and person passing.

Keywords: hospital, bioaerosol, class 1000, ventilation

二、緣由與目的

醫療保健服務業的功能，旨在濟世救人，但是醫療院所也是一個工作性質複雜的就業場所，它包含了一般社會中大部分的職業項目，除了提供醫療保健服務外，也有食物、洗衣、機器維修、木工、廢棄物處理等服務，甚至也有自己的發電和熱能供應單位，因此其中可能遭遇的健康危害也是非常的廣泛。在所有的健康危害因素中，醫院中大量的病患及各樣生物性檢體所產生的生物性危害因具有「感染性」，是醫療作業場所的衛生安全裡最重要的一環，所以，院內醫療事業單位於照護病患的同時，也應注意如何使患者及工作人員免於受到感染，並做好防護工作，才能提供患者及院內工作人員安全有保障的醫療及工作環境〔1〕。特別是對於開刀手術、燒傷、骨髓移植等免疫機能衰弱的患者，更容易受到微生物的感染。加上許多微生物常因抗微生物藥劑的濫用而產生抗藥性，更加重了感染的嚴重性並影響癒後效果。因此在開刀房或骨髓移植病房及加護病房必須維持一個高度清潔的環境。

醫院中的生物性危害因子可能經由空氣、皮膚接觸或醫療器具等媒介對患者及工作人員造成危害，而生物氣膠就是生物性危害因子之一。生物氣膠泛指氣膠化的微生物或其所產生的物質，包括細菌及其產生的內毒素、真菌及其產生的黴菌毒素及抗原、病毒、節肢動物、鳥類、哺乳動物或植物花粉產生的抗原。從過去的相關文獻中得知，在不同環境，生物氣膠組成與特性不同，但大致可以分為高濃度（>

1000 CFU/ m³），如養豬場、動物房、廢水處理場等；中濃度（100 至 1000 CFU/ m³），如一般室內或室外濃度；低濃度（< 100 CFU/ m³），例如清潔室和開刀房〔2〕。而醫院應屬中低濃度的綜合場所。手術室於消毒後未使用時之空氣中微生物容許量應在 15 CFU/ m³；手術室使用中、重症病房濃度應在 200 CFU/ m³ 以下；普通病房、急診室、治療室應在 500 CFU/ m³ 以下

〔3〕。醫院環境因其作業特性之需求，對於室內環境及空氣品質的要求均高。特別是中央空調系統的控制、維持與清潔，以及室內環境空氣生物氣膠的濃度限制也較其他類型建築物嚴格許多〔4〕。理想的通風和空調系統除了可以提供醫護人員一個舒適的工作環境，最主要在於改善室內的空氣品質，減低空氣中微生物的濃度，對生物氣膠有效的控制，使患者免於受到生物氣膠的暴露〔2〕。而不良的空調系統，卻容易使微生物經由空氣的吸入口進入空調系統管道中繁殖，並分布於室內環境，影響人們健康〔3〕。Streifel 認為除了硬體設計（如空調）外，人員的管制也是可以減低空氣中真菌的濃度〔5〕。

本次研究之主要目的是以某醫學中心為例，探討醫院內不同區域的生物氣膠濃度分布特性，評估各區域中人數及開門次數對生物氣膠濃度之影響程度。

三、結果與討論

各點採樣結果所得的細菌及真菌平均濃度如圖一所示，細菌濃度最高的地點為二樓的家醫科候診區，平均濃度為 686 CFU/ m³。其次則為領藥處（平均濃度為 589 CFU/ m³）及一樓的大廳（平均濃度為 505 CFU/ m³）。其餘各區域的平均濃度皆在 400 CFU/ m³ 以下。另外，SICU 護理站及開刀房的細菌平均濃度分別為 48.7 CFU/ m³ 及 2.5 CFU/ m³。真菌濃度最高的地點為領藥處，平均濃度為 1226 CFU/ m³，其次為醫院大樓外的廣場（平均濃度為 920 CFU/ m³）及一樓掛號處的大廳（平

均濃度為 793 CFU/ m³)。以室外為對照組，利用 t 檢定所比較的結果，急診室、檢驗科、SICU 病房、護理站及開刀房均呈統計學上的顯著差異。圖二所示為 *Aspergillus* spp.、*Alternaria* spp.、*Cladosporium* spp.、*Fusarium* spp.、*Penicillium* spp.、yeasts 及其他菌屬分別在 11 個採樣點中濃度的比例。*Cladosporium* spp. 於大部分的區域皆佔了 50% (43-78%) 以上。其次為 *Penicillium* spp.，也佔各區域真菌的 16-39%。*Aspergillus* spp. 於系辦公室的比率最高為 12%。

圖三 圖四 圖五 圖六分別表示 SICU 病房及前室空氣中細菌及真菌的濃度變化情形與採樣時的人數及開門次數之關係。圖三中於下午二點細菌濃度偏高時，剛好是一位病人從開刀房動完手術，由醫生及護士陪同進病房而使在場人數大幅增加的時候。在圖四中，加護病房探病時間是早上 11 點至 11 點 30 分及晚上 7 點 30 分至 8 點，所以這段時間的在場人數都呈上升狀態，而濃度也有上升之現象。15 點及 17 點濃度上升的時候，分別正在拖地及護士正在為病人拍背。圖五中 SICU 前室細菌的濃度變化隨著進出的人次數及開門次數而產生變化，進出的人次數及開門次數多時，濃度也隨著上升。圖六中真菌的濃度變化也同時受進出的人次數及開門次數而影響，其中下午三點濃度偏高的當時正在打掃地板。

圖七表示大廳與領藥處細菌濃度之分布與在場人數之關係，利用簡單相關係數檢定呈現顯著相關 ($p < 0.0001$)，當人數增多時細菌濃度也跟著上升。圖八表示領藥處一工作天中真菌濃度之分布，大致上真菌濃度也受人數影響。除了早上第一個樣本濃度較高外，可能是因為早上空調尚未開啟之影響。

開刀房是屬於 class1000 級清潔室，溫度在 20 至 23℃，相對溼度 59 至 68%。

整工作天中細菌及真菌濃度變化和進出的人次數及開門次數如圖九所示。整天開刀流程總共進行三個手術，分別是早上九點、11 點 30 及晚上 6 點。兩個濃度最高的時候分別是第一個手術結束病人離開時及晚上手術開始在場人數增加時。另外，以早上 8 點至 11 點為例，雖然在場人數增加時濃度也隨著上升，但在人數不變的狀況下，當開門次數減少時濃度也隨著下降。在真菌方面，以 10 分鐘的採樣時間下，只在早上第一個真菌樣本及晚上最後一個樣本分別發現一個 *Penicillium* 及 *Aspergillus* 之菌落生成，其他時間的樣本並無發現真菌菌落的存在，所以並未顯示在圖二上。

根據本次研究結果所得，在幾個濃度較高的區域，如家醫科候診間因空間小，加上看診時間人多擁擠，因而細菌濃度較高。領藥處除了人口較多外又受到室外廣場菌屬的影響，所以真菌濃度也較高。因此建議增加空調系統濾網清潔的次數及空調換氣次數以減少因人為活動造成的生物氣膠累積。針對開刀房並無測出真菌菌落的部分，應是採樣時間太短，建議增加採樣時間，避免極值的發生。外科加護病房及開刀房的濃度皆在標準以下，但濃度會隨著進出的人次數及開門次數而變化，所以建議應確實管制會客時間進出的人數、避免不必要的人員進出及加強會客和打掃時間之正壓，以免微生物隨氣流進入加護病房及開刀房。在醫院大致區域之濃度建立之後，建議日後應從醫護角度，針對較受重視之細菌與真菌種類，再予以深入探討，才能更有利於醫療院所環境品質之建立與幫助。

四、計畫成果自評

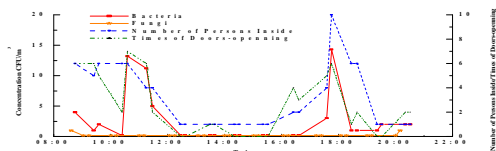
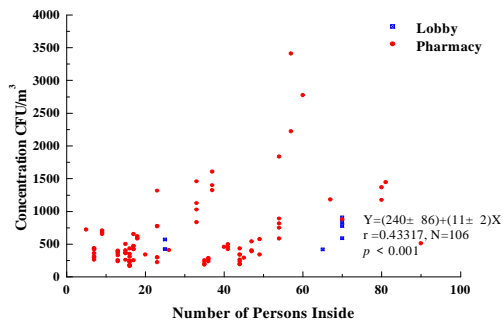
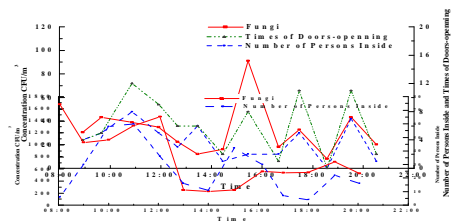
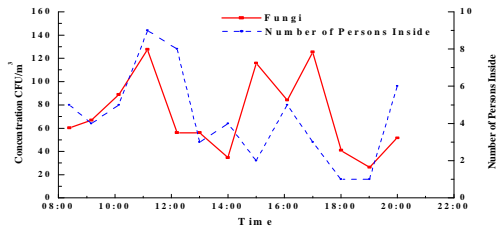
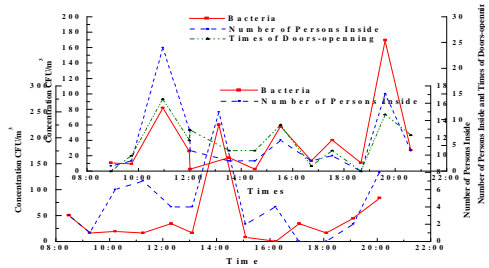
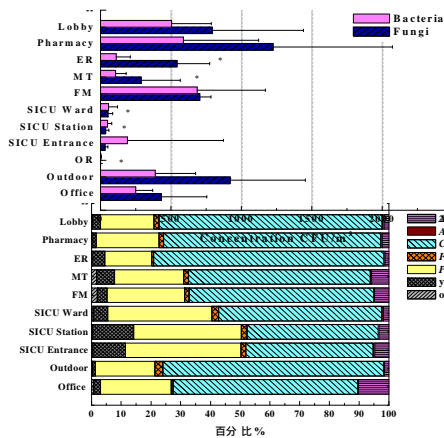
本研究內容與原計畫完全相符程度，不僅達成預期目標情況，並對大型醫療院所內之生物氣膠特性作一通盤性了解，因此本研究結果同時具有高度的學術及在醫療院所之應用價值，也適合在學術期刊發表。

五、參考文獻

1. 安全衛生實務手冊(醫療保健服務業)，

- 台北市政府勞工局勞工檢查所；1994。
- 侯博安：生物氣膠採樣技術之現場評估。台大公共衛生研究所碩士論文，1997。
 - 龍海蒂：醫院通風空調規範與系統監測。醫院管理、感控與空調技術研習會，1999。
 - 吳佩芝、蘇慧貞、黃金鳳、林佳瑩、李俊璋：醫療作業環境空氣中生物性及化學性因子暴露評估—以一大型教學醫院之調查為例。中華衛誌 1998；17(2)：93-102。
 - Streifel A.J., Rhame F.S. Hospital air Filamentous fungal spore and particle counts in a specially design hospital. In: 6th International Conference on indoor Air Quality and Climate. Helsinki, Finland. 1993.

圖一、各區域細菌及真菌平均濃度
 圖二、不同真菌於各區域分布比率
 圖三、SICU 病房一天中之細菌濃度分布
 圖四、SICU 病房一天中之真菌濃度分布
 圖五、SICU 前室一天中之細菌濃度分布
 圖六、SICU 前室一天中之真菌濃度分布
 圖七、大廳、領藥處細菌濃度與在場人數之關係
 圖八、領藥處一天中真菌濃度之分布圖
 圖九、OR 一天中細菌濃度分布



附件：封面格式

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫成果報告

安德森生物氣膠採樣器於各類作業環境中之採樣效能評估

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC90 - 2320 - B - 040 - 041 -

執行期間：90年08月01日至91年07月31日

計畫主持人：林文海 中山醫學大學公共衛生學系 whlin@csmu.edu.tw

共同主持人：

計畫參與人員：

本成果報告包括以下應繳交之附件：

赴國外出差或研習心得報告一份

赴大陸地區出差或研習心得報告一份

出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份

國際合作研究計畫國外研究報告書一份

執行單位：中山醫學大學公共衛生學系

中華民國九十一年十月三十一日