

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

吳佩芝 蘇慧貞
黃金鳳 林佳瑩 李俊璋

不同環境污染物，因其特性不同及人體對其暴露時間之長短，故而所引致之健康影響亦可能有別。本研究以一使用中央空調系統之大型醫院為對象，針對院內醫療從業人員可能暴露的生物性及化學性因子進行偵測及調查，以了解其在工作環境中之成分含量及分佈，以進一步探討從業人員之暴露程度與健康影響之可能相關。

在生物性因子暴露評估上，主要以一階空氣採樣器(Andersen sampler)銜接培養皿直接採集空氣中之真菌及細菌，另外以濾紙匣銜接幫浦採樣器，採集空氣中細菌內毒素之濃度。在化學性因子評估方法上，針對本類型作業環境空氣中之乙醇、甲基異丁酮及二甲苯，以標準方法利用活性碳管採樣，再經氣相層析儀/火焰離子化分析儀(GC/FID)加以分析。此外，另以Bruel & Kjar之毒性氣體監測儀，以定點方式，監測作業環境中甲醛之含量，每30秒監測一次。

分析結果發現，空氣中生物性氣膠的濃度，以院內之洗縫組、急診處較高。至於空氣中之乙醇、甲基異丁酮及二甲苯時量平均濃度均較勞委會規定之容許濃度標準1000ppm、50ppm、100ppm低。然而病理部標本室中所測得之甲醛濃度卻較規定之容許濃度1ppm，高出2~3倍。由於甲醛為動物性致癌物，建議應加強改善通風設施及個人防護措施。

本暴露評估調查結果發現，以中央空調系統為主之現代化醫院，除少數特殊地點外，應較無產生高濃度生物氣膠危害之可能，但應以改善區域性通風設施及配戴個人防護器具來加強對特殊化學暴露之防護。(中華衛誌 1998; 17(2): 93-102)

關鍵詞：醫療作業環境、生物性氣膠、化學性因子、暴露評估。

前言

血醫療環境中由於有大量的病患及各樣

國立成功大學醫學院工業衛生科暨環境醫學研究所

聯絡人：蘇慧貞

聯絡地址：台南市勝利路138號

成功大學醫學院環境醫學研究所

聯絡電話：(06)236-5228

傳真：(06)274-3748

投稿日期：86年6月14日

接受日期：86年1月12日

生物性檢體，且因醫療行為需要使用之器具、藥劑及化學物質繁多，常使得醫療從業人員暴露於充斥危險因子的工作環境中。大多數的中、大型醫院多屬中央空調建築，因此病媒以及室內空氣污染物常經由空調系統而傳送及院內各地，對於院內人員，特別是免疫機能較差的族群易造成感染及其它不良的健康影響。因此，瞭解此類型建築物室內空氣污染物的種類及濃度分佈，乃準確評估其暴露危害之首要課題。

醫療作業環境空氣中的危害因子主要包括生物性及化學性因子兩種，其中生物性因子主要以生物性氣膠(bioaerosols)之評估為目標，包括真菌、細菌及細菌內毒素(endotoxin)。就健康危害而言，某些細菌及真菌可經由空氣傳播至人體而造成感染，如麴菌屬(*Aspergillus* spp.)感染所引起的支氣管、頸椎、鼻竇等部位的麴霉病(*Aspergilosis*) [1,2]，結核分枝桿菌(*Mycobacterium tuberculosis*)與肺結核之發生有關，而退伍軍人嗜肺性桿菌(*Legionella pneumophila*)則可引起退伍軍人症等[3,4]。除了感染性疾病外，生物性氣膠也可引起某些過敏性疾病，如過敏性肺炎(hypersensitivity pneumonitis)[5]、過敏性氣喘(allergic asthma)等[6]。而暴露於細菌內毒素下還可能引起毒性反應，如Humidifier fever以及肺功能改變等健康效應[7]。醫療作業環境中的化學性因子危害多為與此環境所使用之化學物質有關，如常用來消毒的乙醇(ethanol)、固定及保存檢體用的甲醛(formaldehyde)、染色常用的二甲苯(xylene)及甲基異丁酮(methyl isobutyl ketone, MIBK)等。這些化學物質經揮發後存在於空氣中，若經吸入高濃度，則對人體的急性效應主要為刺激眼、鼻以及呼吸道，造成咳嗽、頭暈、噁心等[8]；長期的接觸亦可能引起接觸性皮炎等健康危害[9,10]。此外，甲醛具有致突變性，乃為動物致癌物質[11,12,13,14]。

本次研究之主要目的在對使用中央空調之大型醫院，進行空氣中生物性氣膠以及各種揮發性有機化學物質採樣分析，藉此評估密閉式空調作業環境空氣中生物性及化學性危害暴露之程度，更進一步希望能經由其評估結果顯示出此類型作業環境之危害問題所在，並依此建議提供可行之解決方案。

材料與方法

研究初期先針對此教學醫院各部門進行訪視及調查，了解各部門之作業性質及環境，並詢問接觸生物性檢體及使用化學性物質的頻率、項目，選擇接觸頻率較高或暴露污染可能性較高的地區進行評估。在生物性氣膠採樣地點方面，選擇生物性檢體大量聚

集之病理部細菌室、外科病理切片室及生化室，潮濕較髒的污衣分類區洗縫組，人為活動較多的急診處內、外及呼吸治療室、燒傷中心、病房等需特別限制且注意生物性感染危害的部門。所有室內採樣活動進行時，同時收集出風口、醫院門口及醫學院門口為室外對照點。在化學性物質採樣地點方面，選擇使用化學物質頻率較高的地點，如急診處、細菌室、外科病理切片室、標本室及護理站，並選擇幾個較具代表性的對照點如行政部門秘書室、呼吸治療室及室外出風口，針對乙醇、二甲苯、甲基異丁酮及甲醛進行採樣分析。各採樣及分析方法則詳述如下：

一、生物性因子採樣分析

(一) 活性生物氣膠真菌及細菌採樣分析

使用一階空氣採集器(one-stage Andersen Culture Sampler)進行室內空氣採集，其孔徑為0.25mm，可收集所有大於0.65 μm 的微粒。採樣之標準流量為28.3 L/min[15]，採用二種培養基，Malt Extract Agar(MEA)及Trypticase Soy Agar (TSA)。其中MEA為美國工業衛生師協會(American Conference of Government Industrial Hygienists, ACGIH)推薦使用的廣效性培養基，可提供大部份的真菌生長[16]，而TSA則用以收集培養空氣中之細菌[17]。

採樣時間選擇於每週一、二、五早上員工上班前及下午即將下班時兩個時段進行，連續採樣兩週。此規劃乃為掌握在一週內之濃度變化，及經過週日休息之後的中央空調系統對室內空氣變化的影響。設定採樣時間為45~60秒乃視採樣點可能的生物性氣膠暴露濃度高低決定，採樣高度接近人類呼吸區約為1.2-1.5m，於採樣區域在中央地帶空調出口處進行。除在每個採樣點均附以重複試驗外，並於每次採樣時附以空白試驗，以作為品管 / 品保之程序。

採樣後將培養基放入恆溫培養箱中培養，TSA於30°C下培養48小時以評估細菌濃度，而MEA則於25°C下培養5天，以評估真菌濃度。培養後將所有培養基取出存放於4°C冰箱中並計數菌落生成數(Colony Forming Unit, CFU)，MEA上的各類真菌則依照

菌類型態學，於光學顯微鏡下加以鑑定分類空氣中主要存在的菌屬，包括*Aspergillus* spp.、*Penicillium* spp.、*Cladosporium* spp.、*Alternaria* spp.、*Paecilomyces* spp.、*Curvularia* spp.、*Fusarium* spp.、*Trichoderma* spp.八屬及Yeast一類，並將其他未長成孢子的歸類為non-sporing molds。將各種CFU經校正表校正後，將數值除以採樣體積換算成單位為菌落生成數/立方公尺(CFU/M³)的菌落濃度。

(二) 細菌內毒素採樣分析

細菌內毒素之空氣樣本採集是以0.4μm之濾紙(polycarbonate filter membrane)置於37mm的濾紙匣中(poly-styrene cassette)並連接SKC或Gilliam廠牌之個人幫浦採樣器完成，採樣流量為1.5-2.0 L/min，採樣高度1.2-1.5m，在每一固定點從早上上班後開始連續收集4~6小時，每次採樣均附以空白試驗，收集之樣本於分析前均需連接乾燥管並置於4°C冰箱中儲存。

採樣後之濾紙以TAP buffer萃取並稀釋之後，再以內毒素分析儀(Kinetic-QCL Analyzer)分析之，偵測之數據經由磁碟片轉入電腦以KLARE(Kinetic-Limulus-Assay with Resistant-parallel-line-Estimation)軟體分析[18,19]。此方法之偵測極限可達1pg/mL in buffer，且樣本濃度達10pg/mL，其變異係數為6%，為可接受之範圍。而本次使用之USP RSE(Reference Standard Endotoxin)的批號為F。

二、化學性因子採樣分析

(一) 乙醇、甲基異丁酮及二甲苯之採樣分析

根據行政院勞委會所公布的標準分析方法中，確定乙醇(ethanol)、甲基異丁酮(MIBK)、二甲苯(xylene)三種化學物質均可利用活性碳管(SK C 226-01, 100mg/50mg)吸附採樣，並於採樣前配製此三種標準品同時以氣相層析儀 / 火焰離子化分析儀(GC/FID)分析，調整最適當之分析條件，確立採樣分析方法及檢量線後再予以採樣。其分析之偵測極限分別為0.0056 mg/mL、0.0048mg/mL及0.0119mg/mL。

空氣樣本以活性碳管(SK C 226-01,

100mg/50mg)配以低流量幫浦完成，採樣流量為40mL/min，採樣時間選擇於每週一、二、五早上員工上班前及下午即將下班時兩個時段進行，連續採樣兩週，採樣時間為一小時，活性碳管採樣高度約1.2-1.5m。採樣時需配有空白樣品，採樣完所有樣本連同空白樣本立即蓋上氣密蓋並以石蠟薄膜(parafilm)密封於4°C冷藏，樣品於兩天內以脫附劑(CS₂+5% butanol)進行脫附，再根據標準分析方法以氣相層析儀 / 火焰離子化分析儀(GC/FID)分析，並利用檢量線計算其濃度[20]。

(二) 甲醛之偵測

空氣中甲醛(formaldehyde)之含量利用Brüel & Kjær出廠之Toxic—gas Monitor Type 1302型之自動偵測儀利用聲光紅外線測定法進行監測。監測時間設定為每30秒監測一次，每天於工作期間連續偵測八小時。採樣前儀器校正則利用標準氣體產生器校正之，此方法之偵測極限為0.06ppm。

結 果

一、生物性危害暴露因子

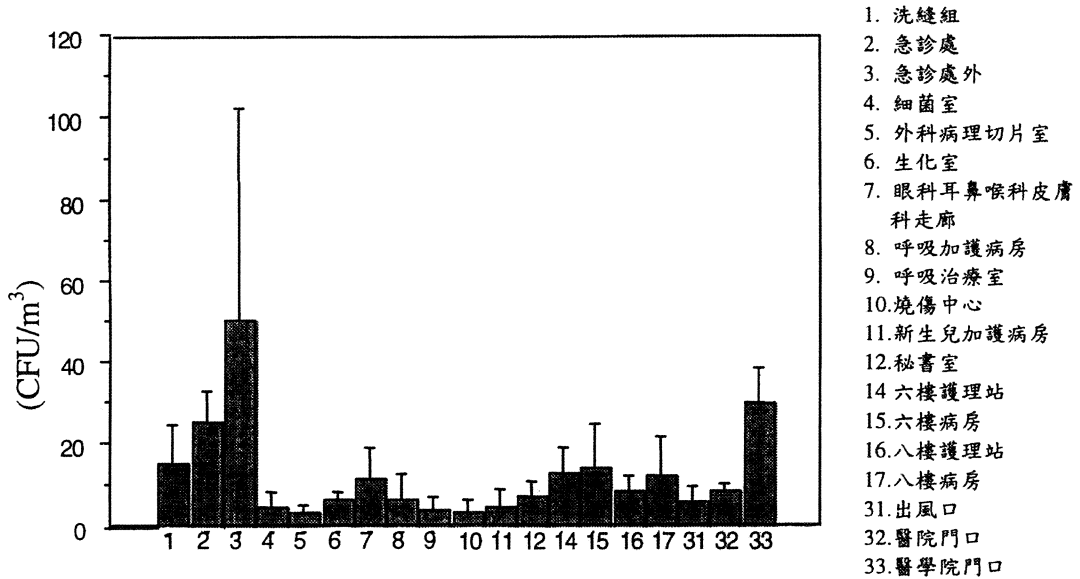
經在各部門連續兩週中六個採樣日、十二個採樣時段所得到的平均濃度如圖一所示，室內細菌濃度最高的地區為急診處外的區域，平均濃度為50.4CFU/M³。其次則是急診處內，平均濃度為25.33CFU/m³。各區真菌濃度的分佈如圖二所示，室內濃度最高的地區為地下一樓的洗縫組，平均濃度為9.9 CFU/M³，其餘的各部門平均濃度都不高，而室外則以醫院門口濃度最高，平均濃度為26.8 CFU/M³，將室內的平均菌落濃度除以室外的平均菌落濃度而得室內與室外的比率(indoor/outdoor; I/O)為0.29。如圖三所示*Aspergillus* spp.、*Penicillium* spp.、*Cladosporium* spp.、Yeast及其他菌屬分別在19個採樣點中分佈的比例。*Penicillium* spp.於新生兒加護病房佔59.8%、生化室佔45.7%為此二部門最多的菌屬。*Aspergillus* spp.於六樓護理站比例最高為33.9%，秘書室則以Yeast佔大多數為56.1%。如圖四就細菌內毒

素而言，於九個偵測點所測的平均濃度其中以洗縫組濃度最高為 31.82 pg/M^3 ，其餘濃度均低。

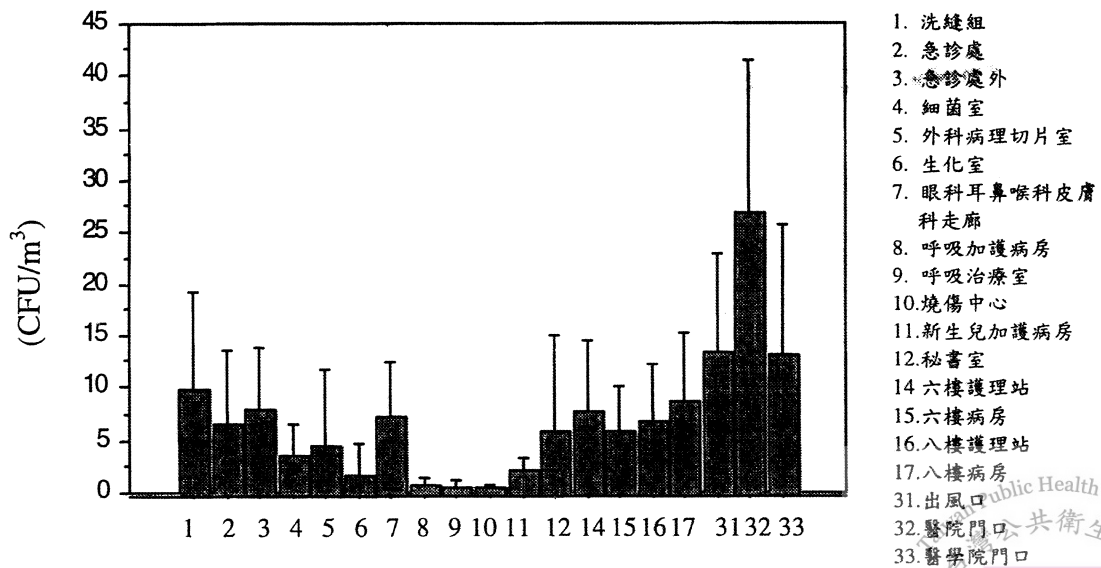
二、化學性危害暴露因子

乙醇於各部門的平均濃度分佈，以急診

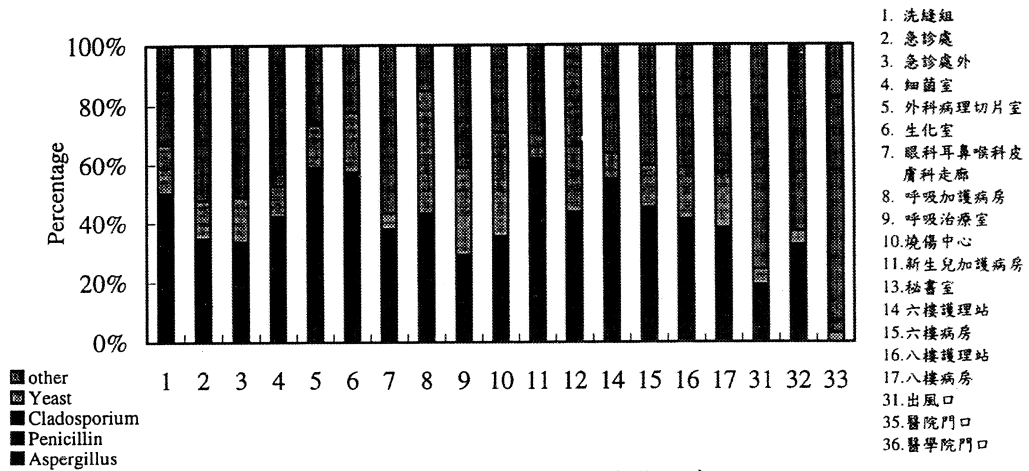
處平均濃度 2.27 ppm 最高，細菌室 0.46 ppm 最低(見圖五)。甲基異丁酮於各部門的平均濃度，於外科病理切片室濃度為 48.30 ppb 、八樓護理站則為 38.90 ppb 。二甲苯在行政部門秘書室的濃度為 0.25 ppm ，而在其餘部門均無偵測到甲基異丁酮及二甲苯。



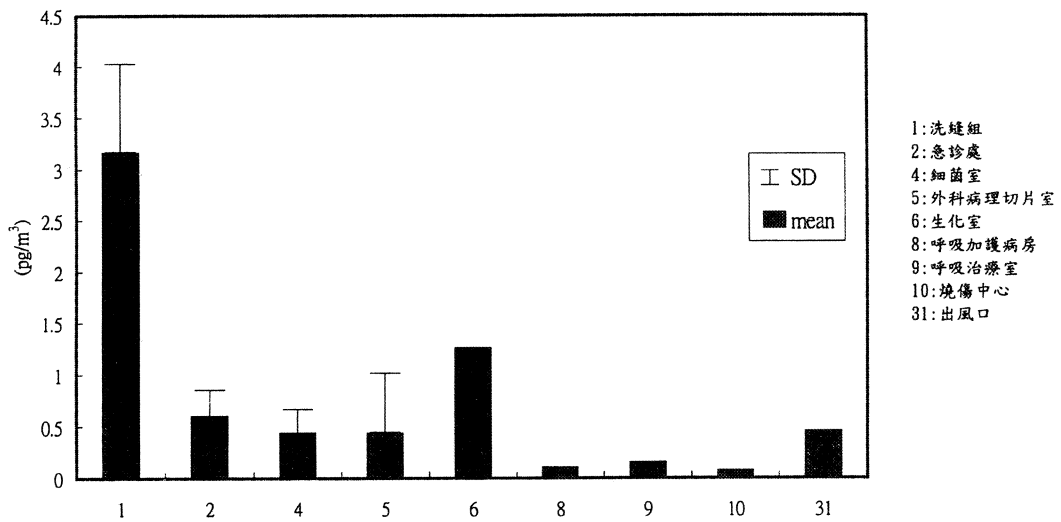
圖一 各區域細菌平均濃度分析



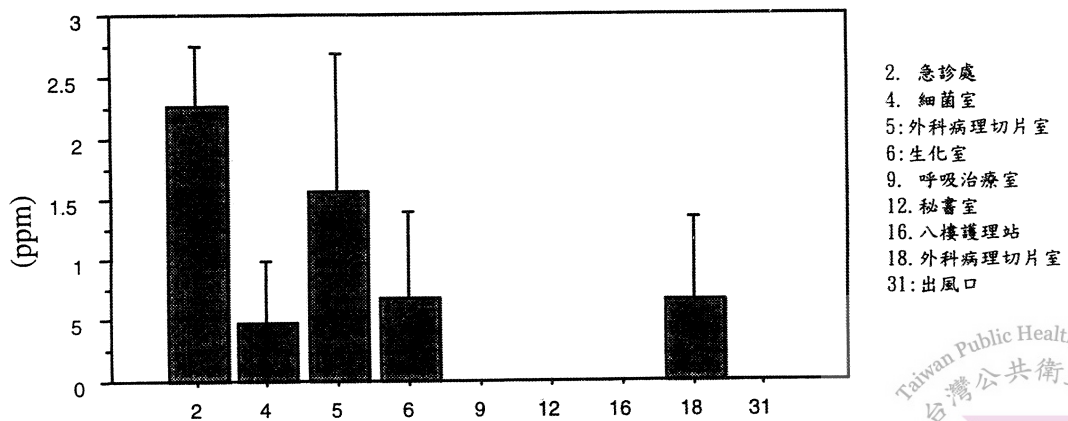
圖二 各區域真菌平均濃度分析



圖三 不同真菌於各地點分佈比率



圖四 各區域細菌內毒素平均濃度分布



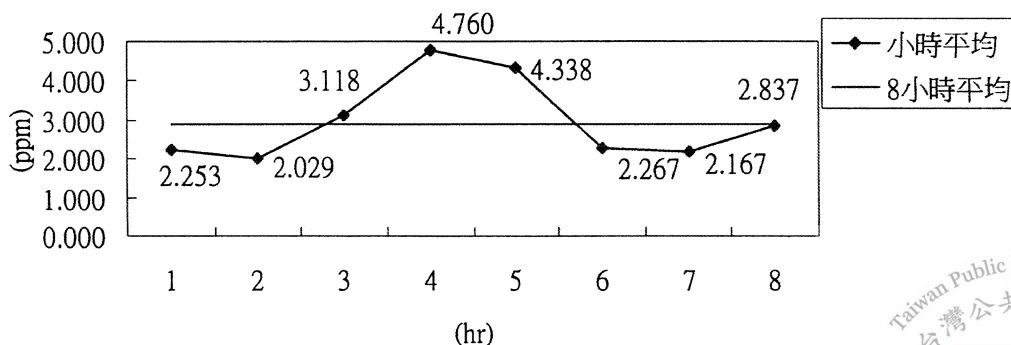
圖五 各區域乙醇(ethanol)平均濃度分布

對於常使用甲醛的標本室及病理切片室利用Toxic—gas Monitor Type 1302進行作業時間八小時的連續採樣結果如圖六所示。於採樣期間內某一單日在標本室中每小時平均濃度最高為4.76 ppm，最低為2.03 ppm，而連續八小時時量平均濃度為2.89 ppm，而次日在標本室中每小時平均濃度最高為2.89 ppm，最低為2.36 ppm，連續八小時時量平均濃度為2.52 ppm，且此二日監測的瞬間濃度最高曾到達13.3 ppm。相較之下外科病理切片室的濃度則較低，每小時平均濃度最高為0.49 ppm最低為0.13 ppm，連續八小時時量平均濃度為0.33 ppm。

討 論

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，以及室內環境中生物性及化學性的濃度限制也較其他種類型建築需要嚴格許多。在1991年Macher與Huang對於一棟新的公寓在居住前及居住後兩年其室內微生物的變化發現，在居住後室內空氣中微生物的種類及總量上並無明顯的改變，而室內空氣中平均細菌濃度為101 CFU/M³、而真菌的平均濃度為198 CFU/M³[21]。而在一般的作業環境中空氣中微生物暴露評估如1996年Sigler等在蜂蜜工廠針對過冬封槽內及清洗封槽時評估其空氣中真菌的暴露濃度發現，在一般的時候封槽中平均的真菌孢子濃度為238-1442 CFU/M³而當工人清槽

時因擾動而使空氣中散佈著大量的孢子，其平均濃度高達2200-13931 CFU/M³[22]。另外在1992年Smid等在動物飼料工廠對於粉塵及細菌內毒素暴露對於員工呼吸道影響的研究中顯示，在此類型作業環境中八小時細菌內毒素的平均暴露濃度為25 ng/M³，而在此種濃度下發現工人的肺功能發生變化[23]。本次研究結果顯示就生物性氣膠整體而言，所測得之濃度與現有相關文獻相較之下均偏低，故無明確之健康影響可供評估。在幾個濃度較高的區域，如急診處外的掛號區因接近急診大門，進出口較多又受到室外菌屬的影響，因而濃度較高。而緊鄰的急診處除了同樣的狀況外，也可能因為一些緊急處理及病人的廢棄物而造成較高濃度的表現，在這種充滿易感族群的地點，則應建議增加其空調換氣體積以減少因人為活動造成的生物性氣膠累積。而位於醫院地下一樓專門清洗院內衣物的洗縫組，因其工作性質特殊，其工作期間的高溼度及堆積的污衣可能是造成其生物性氣膠濃度較高的主要原因。就各真菌菌屬而言，在一般自然通風的建築中，室內的真菌之種類及分佈多受室外菌屬之影響。而就本研究之結果看來，*Aspergillus* spp.、*Penicillium* spp.、*Cladosporium* spp.及Yeast在室外的分佈比例均較室內低，所以表示室內環境中這些種類的菌屬優勢菌屬，因此空調室內環境中可能存在著某些因子正好提供其較佳的生存條件。但就總菌落濃度而言，室內室外的比例(I/O)為0.291，顯示室內濃度較室外濃度低。但就室內而言，因



圖六 各標本室內甲醛(Formaldehyde)平均濃度

各作業場所性質的不同而發現某些菌屬比例偏高，如新生兒加護病房及病理部生化室高比例的*Penicillium* spp.、六樓內科病房護理站的*Aspergillus* spp.及秘書室的Yeast。值得注意的是*Aspergillus* spp.及*Penicillium* spp.在室內所佔比率較室外高，顯示有室內污染源存在之可能。而*Aspergillus* spp.及*Penicillium* spp.兩屬中又有許多菌種乃人類伺機性致病菌且與Aspergilosis及過敏性肺炎(hypersensitivity pneumonitis)之發生有關，因此在易感族群眾多的醫療場所之此項發現尤需特別加以注意。

在化學性因子方面，其濃度一般與作業環境中化學物質的使用方式、使用量及使用頻率有關，但由於本次採樣時段為上午上班前及下午下班前各一小時，無法完全追蹤採樣地點之作業情形，致無法明顯測得其操作當時瞬間暴露的濃度，只能評估其平均濃度。乙醇、甲基異丁酮及二甲苯在我國現行作業環境空氣中有害物質容許濃度的標準分別為1000 ppm、50 ppm及100 ppm[24]。而本次研究所得此三種物質在八個採樣點之時量平均濃度均低於容許濃度，且有些採樣點濃度更是低於偵測極限，所以推論這三種物質在此作業環境的暴露程度並不至於構成重大健康影響。甲醛於醫院中主要用來浸泡檢體、固定並防止腐化。而作業人員在將檢體取出，沖水切割的過程中可因甲醛大量揮發逸散而受到暴露。由美國CDC(Center for Disease Control and Prevention)所公布的危害物質安全指標中顯示，甲醛除了會刺激眼、鼻、皮膚、呼吸道以及感到頭昏外，還是一種高危險性的致癌因子(carcinogen)，大量暴露下很可能會導致鼻癌(nasal cancer)，也有許多文獻證實甲醛為動物致癌物。而我國現行空氣中八小時平均容許濃度標準為1 ppm[24]，所以可看出本次研究在標本室所測得之時量平均濃度為容許濃度2~3倍，且作業期間最高瞬間濃度的暴露更為美國勞工安全衛生局所規定之容許濃度2ppm(OSHA PELs; Occupational Safety and Health Administration Permissible Exposure Limits)的6.65倍[25]。可知於標本室內作業之醫療從業人

員在操作時若無適當之防護措施是相當危險的。且此作業環境之空調並無獨立之設施，逸散的甲醛經由空調系統的傳送，易造成醫院內某些易感族群的不適，所以，有必要改善現有的空調設備。

本研究結果可代表現今典型中央空調型態之醫療作業環境中生物性及化學性氣態污染物在不同作業部門之暴露濃度。但礙於本研究所使用之採樣分析方法之限制，除了甲醛外其餘污染物均不能完整表現作業場所在工作期間長時間的暴露狀況，僅能表現作業環境中短時間內之暴露濃度。

結 論

根據本次研究評估所得，此醫療作業環境空氣中最主要存在的暴露危害為標本室中的甲醛暴露，其暴露濃度對於此區域工作人員更是深具威脅性。在仔細觀察過此醫院之標本室設施之後發現，雖院內在空調上有加強抽風設施，但此一局部抽氣裝置並非獨立之管道，無法發揮其效用且反而會使甲醛逸散至空調中循環並運送到院內各處。所以欲改善此問題最佳的解決方法，是在操作台上加裝抽氣櫃(chemical-safety hood)，在所有可能造成甲醛暴露及逸散的操作過程均需在抽器櫃中操作使用，使廢氣能經由獨立的管路送至頂樓，再由活性碳層吸附後排出。另外為保護員工的安全則需加強防護器具的使用，在所有操作過程中均需戴上防護手套及活性碳呼吸防護罩以避免接觸性及吸入性傷害。

致 謝

感謝國立台北師範學院何小曼教授對真菌鑑定技術之指導，及採樣期間成大環境醫學研究所陳秀玲、林俐伶、黃金鳳及林佳瑩等人大力協助採樣。

參考文獻

1. Andersen K, Morris G, Kennedy H, et al. Aspergillosis in immunocompromised

- paediatric patients: associations with building hygiene, design and indoor air. *Throax* 1996; **51**:256-61.
2. Husman T. Health effects of indoor – air microorganisms. *Scand J Work Environ Health* 1996; **22**:5-13.[Review]
 3. Burge HA. Bioaerosols: Prevalence and health effects in the indoor environment. *J Allergy Clin Immunol* 1990; **86**:687-701.
 4. Schaal KP. Medical and microbiological problems arising from airborne infection in hospitals. *J Hosp Infect* 1991; **18**:451-9.
 5. Solley GO, Hyatt RE. Hypersensitivity pneumonitis induced by *Penicillium* species. *J Allergy Clin Immunol* 1980; **65**(1):65-70.
 6. Gravesen S. Fungi as a cause of allergic disease. *Allergy* 1979; **34**:135-54.
 7. Smid T, Heederik D, Mensink G, Houba R, Boleij Jan SM. Exposure to dust, endotoxins, and fungi in the animal feed industry. *Am Ind Hyg Assoc J* 1992; **53**(6):362-8.
 8. Langman JM. Xylene: its toxicity, measurement of exposure levels, absorption, metabolism and clearance. *Pathology* 1994; **26**(3):301-9.
 9. Patruno C, Suppa F, Sarracco G, Balato N. Allergic contact due to ethyl alcohol. *Contact Dermatitis* 1994; **31**(2):124.
 10. Iregren A, Tesarz M, Wigaeus-Hjelm E. Human experimental MIBK exposure: effect on heart rate, performance, and symptoms. *Enviro Res* 1993; **63**(1):101-8.
 11. Monticello TM, Morgan KT. Cell proliferation and formaldehyde-induced respiratory carcinogenesis. *Risk Anal* 1994; **14**(3):313-9.
 12. Wolf DC, Gross EA, Lyght O, Bermudez E, Recio L, Morgan KT. Immunohistochemical localization of p53, PCNA, and TGF-alpha proteins in formaldehyde-induced rat nasal squamous cell carcinoma. *Toxicol Appl Pharm* 1995; **132**(1):27-35.
 13. Soffritti M, Maltoni C, Maffei F, Biagi R. Formaldehyde: an experimental multipotential carcinogen. *Toxicol Ind Health* 1989; **5**(5):699-730.
 14. Holmstrom M, Wilhelmsson B, Hellquist H. Histological Change in the nasal mucosa in rats after long-term exposure to formaldehyde and wood dust. *Acta Oto-Laryngol* 1989; **108**(3-4):274-83.
 15. Andersen AA. New sampler for the collection, sizing, and enumeration of viable airborne particles. *J Bacteriol* 1958; **76**:471-84.
 16. Cox CS, Wathes MC. *Bioaerosols Handbook*. 1st. United states of America: Lewis, 1995:342.
 17. Burge HA, Chatigny M, Feeley J et al. Guidelines for assessment and sampling of saprophytic bioaerosols in the indoor environment. *Appl Ind Hyg* 1987; **2**:10-6.
 18. Walters M, Milton DK, Larsson L, Ford T. Airborne environmental endotoxin: A cross-validation of sampling and analysis techniques. *Appl Environ Microbiol* 1994 **60**(3):996-1005.
 19. Milton DK, Gere RJ, Feldman HA, Greaves IA. Endotoxin measurement: Aerosol sampling and application of a new limulus method. *Am Ind Hyg Assoc J* 1990; **51**(6):331-7.
 20. 馬文松、余榮彬、施慧中：作業環境空氣中有害物質標準分析參考方法操作手冊。第一版，行政院勞工委員會：1904-1~1904-9, 1211-1~1211-7, 1903-1~1903-14.
 21. Macher JM, Huang FY. A two-year study of microbiological indoor air quality in a new apartment. *Arch Environ Health* 1991; **46**(1):25-9.
 22. Sigler L, Abbott SP, Gauvreau H. Assess-

- ment of worker exposure to airborne molds in honeybee overwintering facilities. *AIHA J* 1996; **57**:484-90.
23. Smid T, Heederik D, Houba R, Quanjer PH. Dust-and Endotoxin-related respiratory effects in the animal feed industry. *Am Rev Respir Dis* 1992; **146**:1474-9.
24. 行政院勞工委員會：勞委會作業環境空氣中有害物容許濃度標準。1995; 28, 42, 64, 31。
25. American Conference of Governmental Industrial Hygienists, Guide to occupational exposure values. United States of America 1996; 52.

AIRBORNE MICROBIAL AND CHEMICAL EXPOSURE ASSESSMENT IN A HOSPITAL ENVIRONMENT

PEY-CHIH WU, HUEY-JEN SU, CHIN-FENG HUANG,
CHIA-YING LIN, CHING-CHANG LEE

The characteristics of a hospital environment easily potentiate health hazards resulting from microbial and chemical air pollution. This project was conducted to evaluate the airborne microbial and chemical concentrations in a modern hospital environment with central air-conditioning.

The bioaerosol exposure was assessed by sampling viable fungi and bacteria using a single stage/N6 Andersen impactor with Malt and Nutrient agar. After incubation and morphological identification, concentrations of airborne fungi and bacteria were expressed as CFU/m³ (colony forming units/ m³). Airborne endotoxin was collected by filter cassettes connected with personal pump. Limulus amebocyte lysate test and KLARE method was applied for analysis calculation of concentrations. Airborne chemical concentrations were examined according to the SOP(Standard Operating Pro-

cedures) published by the Council of Labor Affairs, Taiwan, ROC. Ethanol, MIBK, and xylene were analyzed by GC/FID. Formaldehyde was measured by a Bruel & Kjar Toxic Gas Monitor with data taken every 30 seconds.

The preliminary data analyses showed that there was no particularly high bioaerosol concentrations observed in the modern hospital environment in this study other than the Washing Department and the Emergency Room. Most of the chemical exposure did not appear to be of concern. However, the formaldehyde concentration was about 2 to 3 times above the Permissible Exposure Level (1ppm). Considering the animal carcinogenicity of formaldehyde, special improvement of local ventilation and enforcement of personal respiratory protection is highly recommended. (*Chin J Public Health. (Taipei): 1998; 17(2): 93-102*)

Key words: *hospital environment, bioaerosols, chemicals, exposure assessment.*

Environmental and Occupational Health, National Cheng Kung University Medical College, Tainan, Taiwan, ROC.

