

某教學醫院室內空氣之微生物

黃麗玲^{1,2} 毛義方³ 陳美蓮³ 黃建財^{1,*}

目標：本研究目的在探討某教學醫院室內空氣中微生物的濃度與菌種，以做為改善醫療院所室內空氣品質措施之參考。**方法：**使用安德森一階生物氣膠採樣器，選取醫院中五個單位進行室內空氣微生物採樣調查；再根據分析結果，以該醫院室內空氣微生物污染最嚴重的單位，做日間連續性採樣及分析。**結果：**本研究顯示呼吸照護病房室內空氣細菌平均濃度較高，且其當日各時點所測得的細菌數都超過200 cfu/m³。最高濃度出現在下午1點與3點之間，其空氣細菌數含量為934 cfu/m³。此外，在統計分析方面，該院室內空氣細菌數與相對溼度、CO₂濃度具正相關(p<0.01)。呼吸照護病房室內空氣的細菌菌種以凝固酶陰性葡萄球菌(coagulase negative *Staphylococci*)與金黃葡萄球菌(*Staphylococcus aureus*)較多，其檢出率分別為31.3%與18.8%。黴菌菌種方面則以青黴菌屬(*Penicillium*)和麴菌屬(*Aspergillus*)為優勢菌種，其檢出率分別為16.7%與12.5%。**結論：**本研究建議該醫院必須定期監測室內空氣的微生物。在有易感染病患存在的地方，可使用超高性能的過濾器。並應維持適當的相對濕度與確實執行人員進出的管制，以防止因空氣傳播的院內感染。(台灣衛誌 2006；25(4)：315-322)

關鍵詞：醫院、安德森一階生物氣膠採樣器、細菌、黴菌

前言

包括醫院在內的現代化大型建築物設計，常採用密閉式的中央空調系統，當室內空氣品質不佳時，則可能引起所謂病態建築症候群(sick building syndrome, SBS)[1]。而影響室內空氣品質的因子很多，包括溫度、相對濕度等物理因子，揮發性有機物等化學因子，以及由生物性氣膠(bioaerosol)等所構成的生物因子。生物氣膠可定義為由微生物、植物和動物所產生的氣溶膠或粒子[2]。許多疾病如傳染性疾病和呼吸性

疾病，與生物氣膠中的微生物有關[3]。因此，室內空氣中的微生物非但是生物氣膠的一部分，且是相當重要的一部份。

根據衛生署疾病管制局九十二年院內感染監視通報系統的資料[4]顯示，醫學中心病房部份的院內感染部位中，呼吸道感染約有20%；在區域醫院病房的感染部位中，呼吸道感染則佔25%。病人因呼吸道感染所引起的院內感染比率不低。而呼吸道感染之途徑可能為接觸傳染、飛沫傳染與空氣傳染。鑑於此，有必要針對醫院室內空氣中微生物的總量與菌種進行調查與分析。其結果除可提供院內感染傳播途徑訊息外，亦可進一步對醫院由空氣傳播微生物的控制方法加以研究，以為品質管制措施之依據。

本研究的主要目的在探討某醫院室內空氣中微生物的濃度與菌種；此外亦測量該醫院室內溫度與相對濕度、CO₂的濃度，以探討其與微生物濃度之關係。本研究所測量的微生物濃度包括總細菌數和總黴菌數。菌種分析包括常見的院內感染菌，如葡萄球菌、

¹ 中臺科技大學醫務管理系

² 國立陽明大學公共衛生研究所

³ 國立陽明大學環境衛生研究所

* 通訊作者：黃建財

聯絡地址：臺中市北屯區廬子里廬子巷11號

E-mail: jthwang@ctust.edu.tw

投稿日期：94年9月2日

接受日期：95年7月10日

鏈球菌、綠膿桿菌、青黴菌屬、麴菌屬等。預期本研究結果將可作為改善醫療院所室內空氣品質措施之參考。

材料與方法

一、採樣策略

本研究之合作醫院為某區域教學醫院，總病床數為663床，採樣當月門診量約1800人日。在不影響醫院之正常作業及考量本研究人力、財力限制，與儘可能取得具代表性樣本的原則下，經與該院商討後，初步對該醫院五個較特殊單位的室內空氣微生物進行採樣調查，以了解這些單位空氣中受微生物污染之程度。本研究第一次採樣時間為民國93年10月下旬，選取呼吸照護病房(respiratory care ward, RCW)、加護病房、嬰兒室、產科病房與急診室等五個單位；其觀察與採樣期間為一星期。並依據各單位空間之大小、空調管線圖及空間配置圖，各選擇4個適當的採樣點，每個採樣點在不同時段內各取樣3次，計數後加以平均。

第二次採樣則根據第一次採樣和分析結果，選取該醫院室內空氣微生物污染最嚴重的單位，於93年12月上旬的某白天，進行連續性採樣，以進一步求得該單位空氣中總細菌數、總黴菌數的變化情形。此外，第二次採樣亦對所採集到的空氣樣本進行菌種鑑定，以了解空氣中可能存在的菌種。第二次採樣的單位為呼吸照護病房。該院之呼吸照護病房總床數為36床，包括隔間病房與大病房兩種類型。其平均佔床率約90%，而護理人員與病床數比約為1:6。本次採樣以呼吸照護病房的15床大病房為採樣地點。從上午9點開始，每隔2小時針對該單位四個採樣點進行採樣，每個採樣點各取樣3次後，直到下午5點左右結束採樣。採樣期間共計11床住有病患。大病房內空調係來自該院大樓之中央空調系統。

二、室內空氣微生物的採樣及分析

1. 採樣器

本研究採集醫院室內空氣微生物的方法主要參考李氏對醫院潔淨室生物氣膠的研究，而採用安德森一階生物氣膠採樣器(1-stage Andersen microbial particle sizing sampler, AMS)[5]。安德森一階生物氣膠採樣器為六階安德森生物氣膠採樣器取其最後一階改良而來。其衝擊板上有400個小孔，每個小孔的孔徑為0.25 mm。操作流量為28.3 L/min，其相對流速為24 m/s，截取粒徑為0.65 μm 。採樣時主要置入含有20 mL TSA (tryptic soy agar)與MEA (malt extract agar)培養基，以分別做為細菌和黴菌收集的培養皿。

2. 培養基的備製

本研究主要使用TSA (tryptic soy agar)與MEA (malt extract agar)培養基，以計算總細菌數和總黴菌數[5]。TSA適合一般細菌的培養。MEA適合一般黴菌的培養。此外，亦準備各類培養基以做為鑑定菌種之用[6,7]。以上培養基試劑皆購自德國Merck公司。

3. 採樣與分析方法

參考NIOSH編號第0800、0801室內生物氣膠採樣方法[7,8]，採樣前後以75%的酒精消毒採樣器，待酒精揮發後迅速將培養基置入收集皿，蓋好封蓋後進行採樣。採樣流量設為28.3 L/min，每一個樣本的採樣時間為10–20分鐘。採樣高度設定為1.2 m。

將採集完成的培養基分別於不同之條件下進行培養。細菌培養基(TSA)置於35°C恆溫培養箱(Enshine, SN-150)培養2天，真菌培養基(MEA)置於25°C恆溫培養箱培養5天，計數培養基上所生長出的總菌落生成數，再由菌落數換算濃度。其濃度以cfu/m³表示。此外，第二次採樣時將培養基上採集到的微生物，依菌落型態做進一步菌種的鑑定。每次進行培養基之配置與採樣時，均採用培養配置與採樣移動之空白樣本，以確保所得菌落濃度之準確度。

本研究在第二次採樣時，針對該院室內空氣微生物污染最嚴重的呼吸照護病房的空氣樣本進行菌種鑑定。我們將第二次採樣的48個細菌培養基和48個黴菌培養基，依實驗

室操作經驗，於每一個培養基中各挑取較大的2個單獨菌落進行培養與鑑定，以期能找出具代表性的醫院院內環境之主要優勢菌種。細菌菌種的鑑定使用革蘭氏染色法初步判定菌種屬性，以做進一步的菌種鑑定[7]。若為革蘭氏陽性菌，則依其生化、酵素試驗的標準常規試驗方法鑑定菌種。而若為革蘭氏陰性桿菌則以GFB-14E電腦密碼細菌鑑定系統輔助鑑定。黴菌菌種之鑑定則操作載玻片培養技術(slide culture technique)，染色鏡檢後對照黴菌圖譜以鑑定其種類[6]。菌種排序以菌種檢出率(%)表示，即為菌種檢出率=(某菌種檢出數/所有進行鑑定之菌落數)×100%。而本研究中之檢出率排序，係代表醫院院內所存在主要菌種之排序。

4. 採樣與分析的品保及品管

本研究依據行政院環保署所公告之「環境微生物檢測通則I—細菌」及「環境檢驗室品質管制指引通則」[9,10]，進行樣品採樣及分析之品質保證(quality assurance, QA)與品質控制(quality control, QC)。在微生物的採樣與分析過程中，除先確保所用的玻璃器皿、培養基及稀釋水等皆為無菌外，且於每次採樣過程中，皆進行現場空白樣品，以研判樣本採樣過程中是否受到污染。

三、溫度、相對濕度與CO₂測定

本研究進行空氣樣本採樣時，同時量測該採樣點的溫度、相對濕度與CO₂的濃度，以做為探討菌落濃度相關性之參考。此外，

第二次在呼吸照護病房採樣時，亦針對該地點的人員流動率及內部工作者等行為加以記錄，以進一步探討其是否影響室內空氣微生物的濃度。溫度與相對濕度量測使用直讀式溫度、相對濕度偵測器(Shinyei, CTH888)。CO₂的量測則使用兩段式紅外線CO₂偵測器(Testo, Testo 535)。

四、統計分析

本研究使用斯皮爾曼等級相關(Spearman's rank order correlation)來分析空氣中總細菌數與總黴菌數的相關性。此外，亦探討CO₂、溫度、相對濕度與總菌數彼此之間的相關性。相關性分析皆採雙尾檢定。

結 果

一、第一次採樣結果

某醫院室內空氣微生物的第一次採樣結果顯示，該醫院五個不同單位中，以呼吸照護病房的室內空氣含有最多的微生物，急診室室內空氣的微生物次之。其詳細結果如表一。呼吸照護病房室內空氣細菌的算術平均濃度為 368 ± 109 cfu/m³，幾何平均濃度為 356 ± 108 cfu/m³，皆超過低細菌數要求級別200 cfu/m³的要求標準[6]。急診室室內空氣細菌的算術平均濃度為 247 ± 216 cfu/m³，亦超過要求標準。此外，急診部診察室內空氣細菌與黴菌數之樣本變異係數為五個測定單位中最大者，其空氣微生物含量的變化情況可能較為強烈。加護病房、嬰兒室與產科病

表一 某區域醫院各單位室內空氣微生物之濃度

採樣地點	樣本數 (n)	總細菌數		總黴菌數	
		算術平均值± 算術標準差(cfu/m ³)	幾何平均值± 幾何標準差(cfu/m ³)	算術平均值± 算術標準差(cfu/m ³)	幾何平均值± 幾何標準差(cfu/m ³)
呼吸照護病房	12	368 ± 109	356 ± 108	149 ± 99	125 ± 124
加護病房	12	163 ± 76	151 ± 77	55 ± 20	52 ± 25
嬰兒室	12	73 ± 33	67 ± 38	49 ± 34	38 ± 21
產科病房	12	150 ± 59	140 ± 71	74 ± 48	59 ± 90
急診室	12	247 ± 216	183 ± 318	121 ± 114	90 ± 128

註：每個採樣地點有四個採樣點，每個採樣點採3個空氣樣本分析總細菌數與3個空氣樣本分析總黴菌數。

房空氣細菌的濃度則未超過200 cfu/m³。

CO₂濃度值通常被視為室內通風換氣的指標。第一次採樣時該院五個不同單位的CO₂平均濃度約為538-765 ppm。而採樣時其室內平均溫度介於23.2-24.8°C，室內平均相對溼度介於58-65%。所測定CO₂濃度與溫度、相對濕度的詳細結果如表二。

醫院室內空氣細菌數與黴菌數、相對溼度和CO₂濃度具正相關($p < 0.01$)，但空氣細菌數與溫度並未具有相關性。而黴菌數僅與細菌數具正相關($p < 0.01$)。各項目間的斯皮爾曼等級相關係數如表三。

二、第二次採樣結果

根據第一次採樣和分析的結果，選取該院呼吸照護病房做連續性的室內空氣採樣。採樣從上午9點開始，每隔2小時針對該單位大病房內四個採樣點進行採樣，其室內空氣細菌數與黴菌數結果如圖一。白天的(上午9點到下午5點)呼吸照護病房室內空氣細菌的平均濃度都超過200 cfu/m³，且在下午1點與3點間，空氣細菌數的含量最高。有關該日人員流動，除於下午1點至3點期間，進出

人數較多外，其餘時段人員流動數皆保持在15-20人，並且以從事日常照護工作者居多。而在下午1點至3點期間，除了該院白班之5名護理人員及6名照護員之外，尚有至加護病房而取道進出的醫師、送件工友及家屬訪客，共計達35人。且我們亦發現照護人員在此時段幫病患擦澡、換藥或清理穢物的行為，較其他時段頻繁。此時段空氣細菌數的含量最高，且與人員流動及行為具正相關($p < 0.01$)。此日所進行連續性空氣採樣的結果，黴菌平均濃度都低於100 cfu/m³。

我們由第二次採樣的培養基上所採集到的微生物，各挑取最大的2個單獨菌落，依菌落型態做菌種的培養與鑑定。其所鑑定出的空氣微生物種類如表四。細菌方面以凝固酶陰性葡萄球菌(*coagulase negative Staphylococci*, CNS)為最多，其檢出率為31.3%；金黃葡萄球菌(*Staphylococcus aureus*)與微小球菌屬(*Micrococcus*)次之，其檢出率分別為18.8%與16.7%。此外，亦發現有革蘭氏陽性桿菌需氧帶芽胞桿菌屬(*Bacillus* spp.)的細菌以及革蘭氏陰性的大腸桿菌(*Escherichia coli*)。黴菌菌種方面則以青

表二 某區域醫院各單位室內溫度、相對濕度與二氧化碳濃度

採樣地點	樣本數(n)	溫度(°C)	相對濕度(%)	二氧化碳(ppm)
呼吸照護病房	12	23.3±0.4	65±1	765 ± 118
加護病房	12	24.4±0.3	60±1	739 ± 96
嬰兒室	12	23.7±0.2	58±1	538 ± 45
產科病房	12	24.1±0.2	60±1	608 ± 130
急診室	12	24.8±0.4	61±3	712 ± 83

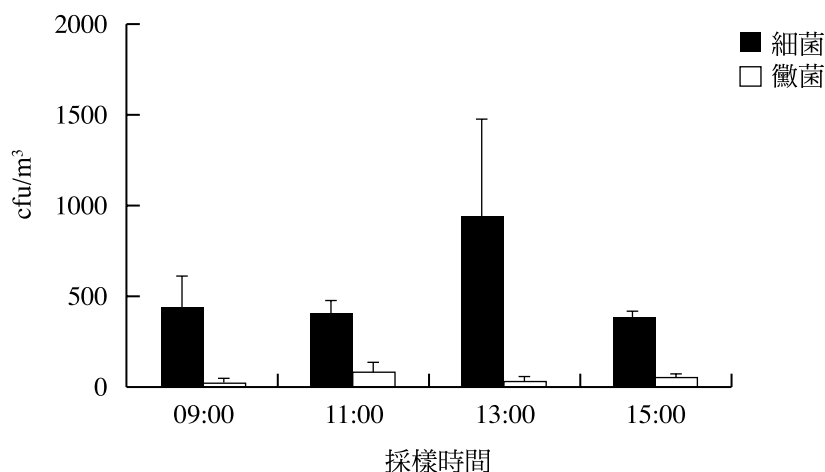
註：表中數字為算術平均值±算術標準差

表三 某區域醫院各單位室內空氣微生物與室內溫度、相對濕度與二氧化碳濃度之相關性

測定項目	總細菌數	總黴菌數	溫度	相對濕度	二氧化碳
總細菌數	1.000	0.614**	-0.060	0.733**	0.648**
總黴菌數	--	1.000	-0.050	0.342	0.340
溫度	--	--	1.000	-0.148	0.151
相對濕度	--	--	--	1.000	0.387
二氧化碳	--	--	--	--	1.000

註：1. 表中數字為斯皮爾曼等級相關係數

2. * $p < 0.05$ ；** $P < 0.01$



註：每個採樣時間區段共有12個分析總細菌數的空氣樣本與12個分析總黴菌數的空氣樣本。

圖一 某醫院呼吸照護病房室內空氣微生物菌落數的白天時間區段變化圖。

表四 某醫院呼吸照護病房室內空氣微生物主要分離菌之檢出率

細菌菌種	檢出率(%)	黴菌菌種	檢出率(%)
CNS	31.3	<i>Penicillium</i> spp.	16.7
<i>Staphylococcus aureus</i>	18.8	<i>Aspergillus</i> spp.	12.5
<i>Micrococcus</i> spp.	16.7	<i>Curvalaria</i> spp.	4.2
<i>Bacillus</i> spp.	6.3		
<i>E.coli</i>	4.2		

註：1. 菌種檢出率=菌種檢出數/培養基數。總共包括48個細菌培養基與48個黴菌培養基。

2. CNS為凝固酶陰性葡萄球菌(*coagulase negative Staphylococci*)。

黴菌屬(*Penicillium*)和麴菌屬(*Aspergillus*)為優勢種，其檢出率分別為16.7%與12.5%。

討 論

空氣中總細菌數與總黴菌數為室內空氣品質的指標之一。然而，我國尚未對室內空氣中總細菌數與總黴菌數有所規範。新加坡是少數對室內空氣微生物有建議值的國家，其對室內空氣中總細菌數與總真菌數之參考標準皆為500 cfu/m³以下[11]。此外，亦有將醫院各類房間內空氣細菌數的要求標準分為最低細菌數級別、低細菌數級別與一般細菌數級別等三類[6]。其中，要求級別為最低細菌數者，其空氣細菌數應小於10 cfu/m³；

要求級別為低細菌數者，其空氣細菌數應小於200 cfu/m³；而要求級別若為一般細菌數者，其空氣細菌數應為200-500 cfu/m³。

本研究第一次採樣結果發現該院的加護病房、嬰兒室與產科病房三個單位中空氣細菌的平均濃度，並未超過要求級別為低細菌數200 cfu/m³的要求標準。Li和Huo[5]對國內某醫院潔淨室生物氣膠的研究顯示，其加護病房細菌性氣膠濃度約為1-423 cfu/m³；開刀房細菌性氣膠濃度約為13-336 cfu/m³，平均濃度88 cfu/m³；大致與本研究加護病房等單位符合低細菌數要求級別的情況類似。然而，本研究的呼吸照護病房室內空氣則有最多的微生物，且超過低細菌數200 cfu/m³的

要求標準。所謂呼吸照護病房，是專門照顧呼吸器無法脫離之患者。而呼吸器依賴患者最常見的併發症就是感染。因此，減少甚至避免感染，醫院呼吸照護病房的患者才有機會脫離呼吸器。故該院呼吸照護病房的室內空氣品質仍有改善空間。此外，該醫院急診室室內空氣微生物含量也超過要求標準。不同地區的醫院與不同日期的急診病人特性相差甚大，且急診部人員數的流動變化通常較一般病房為大。本研究中急診室室內空氣細菌數與黴菌數的變異係數為五個測定單位中最大者，顯示其空氣微生物的含量變化較劇烈，此應與急診部門人員流動變化較頻繁有關。

第一次採樣結果也發現該醫院室內空氣細菌數與相對溼度和CO₂濃度具正相關性。CO₂濃度通常被視為室內通風換氣的指標。但此次該院所有採樣點的CO₂濃度都低於美國冷暖空調工程學會(American Society of Heating, Refrigeration, and Air-Conditioning Engineers, ASHREA)所建議的1,000 ppm以下。溼度則為微生物生長最重要的外在條件之一。一般建議醫院各房室之相對濕度在60%以下[12]。而該院呼吸照護病房與急診部門的相對濕度都略超過60%，故此二單位可注意溼度的控制。此外，可能亦需考量人員進出的管制。

第二次採樣的結果仍顯示呼吸照護病房白天室內空氣的細菌濃度都超過200 cfu/m³的要求標準。我們亦發現人員流動率較高及照護人員在移動病人較頻繁的時段(下午1點至3點)，其所測得之空氣細菌數，明顯高於較無人員流動及照護人員移動病人時段的細菌數。因此，除非必要，醫護人員與訪客應避免無謂的走動或移動病人。

一般而言，微生物可分細菌、黴菌及病毒等。而引起院內感染的微生物主要為革蘭氏陽性球菌、革蘭氏陰性桿菌及黴菌[13]。本研究針對呼吸照護病房室內空氣連續性採樣的樣本做菌種鑑定，發現細菌以革蘭氏陽性球菌居多，而革蘭氏陽性球菌又以葡萄球菌數量最多。其中又以凝固酶陰性葡萄球菌檢出率最高。葡萄球菌屬球菌科，共有

26種。臨床上有三種葡萄球菌會引起人類的病變：即金黃色葡萄球菌(*S. aureus*)、表皮葡萄球菌(*S. epidermidis*)以及腐生葡萄球菌(*S. saprophyticus*)。金黃色葡萄球菌與其它菌種最大的不同在於它可以製造凝固酶(coagulase)，可以使甘露醇(mannitol)發酵，並使血液培養基產生全溶血現象[5]。而表皮葡萄球菌與腐生葡萄球菌皆不會製造凝固酶，即屬於所謂的凝固酶陰性葡萄球菌。表皮葡萄球菌為凝固酶陰性葡萄球菌中最常被分離者，且是新生兒敗血症的主要致病菌。而腐生葡萄球菌則是年輕女性泌尿道感染常見的原因[14]。

凝固酶陰性葡萄球菌過去並不被認為是致病菌，但是近年來由於心臟手術及人工植入物手術技術的進步，已成為與導管相關感染(catheter-related infections)的院內感染重要病原菌[15]。凝固酶陰性葡萄球菌可引發全身各部位的感染，其中以菌血症最常見，手術部位的感染次之。此菌容易粘著在各種植入物及導管上，並且生長繁殖。預防因各類導管而感染凝固酶陰性葡萄球菌的方法包括確實遵守無菌技術、維持密閉系統、盡量減少不必要的操作等。因此，空氣中發現到凝固酶陰性葡萄球菌時，醫院相關單位，尤其是感控部門，必須重視此一問題，並做好空氣的消毒工作。

引起人類病變的葡萄球菌以金黃色葡萄球菌最為重要。金黃色葡萄球菌雖然可造成社區感染，但主要還是發生於院內感染[16]。根據衛生署疾病管制局九十二年院內感染監視通報系統的資料顯示，醫學中心病房部份的院內感染菌種的排序中，金黃色葡萄球菌為第二名。在區域醫院病房的感染菌種的排序中，金黃色葡萄球菌更是高居首位[4]。另外，台灣地區對methicillin具抗藥性的金黃色葡萄球菌(methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*, MRSA)佔所有金黃色葡萄球菌引起的菌血症之比率亦由1990年的32%，遽升至1997年的82%[17,18]。金黃色葡萄球菌主要傳播途徑是經由醫護人員的雙手傳染給其他病人。而呼吸照護病房等單位，一旦空氣中有金黃色葡萄球菌，週遭環

境很容易受污染，進而使醫護人員成為暫時性的手部帶菌者，對病人及醫院皆造成極大的威脅。

本次檢驗出的空氣微生物主要菌種還包括青黴菌屬和麴菌屬。青黴菌屬和麴菌屬皆為熟知的過敏原[2]。而青黴菌會引起青黴菌病(penicilliosis)，其為常見之伺機性黴菌(opportunistic pathogens)。

本研究確實發現某醫院的呼吸照護病房，其室內空氣的微生物濃度偏高，且以往較少存在於空氣中的菌種，如凝固酶陰性葡萄球菌、金黃色葡萄球菌亦出現於其中。這些細菌可能污染環境用物，引起院內感染。因此，醫院相關單位必須定期監測室內空氣的微生物。此外，本研究建議在有易感染病患存在的地方，應加強空氣的淨化。如在空調系統上加裝空氣過濾網(air filter net)及紫外線殺菌裝置等。尤其是可使用超高性能的過濾器(high efficiency particulate air filter, HEPA)[19]，其對粒徑 $0.3\ \mu\text{m}$ 的粒子，具有99.97%以上的過濾效果。而為防止因空氣傳播的院內感染，亦應加強相對濕度的維持與確實執行人員進出的管制。

致 謝

本研究感謝中台科技大學CTC93009-DM研究計畫的經費補助。

參考文獻

1. Tsai YJ, Gershwin ME. The sick building syndrome: what is it when it is? *Compr Ther* 2002;**28**:140-4.
2. Douwes J, Thorne P, Pearce N, Heederik D. Bioaerosol health effects and exposure assessment: progress and prospects. *Ann Occup Hyg* 2003;**47**:187-200.
3. 黃麗玲、黃建財、林川雄：生物氣膠暴露與健康影響。中台學報 2004；**16**：99-113。
4. 行政院衛生署疾病管制局：院內感染通報系統監視報告。(引[用2004/8/17)。URL: [http://203.65.72.52/92年院內感染通報系統監視報告\(930817\)加護中心.doc](http://203.65.72.52/92年院內感染通報系統監視報告(930817)加護中心.doc)
5. Li CS, Hou PA. Bioaerosol characteristics in hospital clean rooms. *Sci Total Environ* 2003;**305**:169-76.
6. 蔡文城：實用臨床微生物診斷學。第九版。台北：九州，2002。

7. Lonon MK. Bioaerosol sampling (Indoor air): method 0800. In: National Institute for Occupation Safety and Health eds. NIOSH Manual of Analytical Methods (NMAM). 4th ed. Atlanta: DHHS(NIOSH), 1998.
8. Pendergrass SM. Aerobic bacteria by GC-FAME: method 0801. In: National Institute for Occupation Safety and Health eds. NIOSH Manual of Analytical Methods (NMAM). 4th ed. Atlanta: DHHS (NIOSH), 1998.
9. 行政院環保署：環境微生物檢測通則I—細菌(環保署檢字第25950號NIEA E101.01C，1999)。(引[用2005/8/18)。URL: <http://www.niea.gov.tw/niea/LIVE/E1010C.htm>
10. 行政院環保署：環境檢驗室品質管制指引通則(環保署檢字第0920011237號NIEA PA101，2003)。(引[用2005/8/18)。URL: http://www.niea.gov.tw/analysis/information/pdf/NIEA_PA101%E4%BF5AE%E6%AD%A3%E7%89%88.pdf
11. 梁進生：醫療院所室內環境品質之研究。雲林：雲林科技大學環境與安全工程研究所碩士論文，2004。
12. 江旭政、潘忠恕：醫院空調設備設計與管理方法之探討(I)。(引[用2003/6/15)。URL: <http://www.hvacr.com.tw/mag/tech/rah48/r4802.cfm>
13. 張智華、王復德：常見院內感染病原菌及其防治措施。院內感染控制雜誌 1997；**7**：173-80。
14. Bailey EM, Constance TD, Albrecht LM, Rybak MJ. Coagulase-negative staphylococci: incidence, pathogenicity, and treatment in the 1990s. *DICP* 1990;**24**:714-20.
15. Otto M. Virulence factors of the coagulase-negative staphylococci. *Front Biosci* 2004;**9**:841-63.
16. Steinberg JP, Clark CC, Hackman BO. Nosocomial and community-acquired Staphylococcus aureus bacteremias from 1980 to 1993: impact of intravascular devices and methicillin resistance. *Clin Infect Dis* 1996;**23**:255-9.
17. Chen ML, Chang SC, Pan HJ, et al. Longitudinal analysis of methicillin-resistant Staphylococcus aureus isolates at a teaching hospital in Taiwan. *J Formos Med Assoc* 1999;**98**:426-32.
18. Lin JC, Yeh KM, Peng MY, Chang FY. Community-acquired methicillin-resistant Staphylococcus aureus bacteremia in Taiwan: risk factors for acquisition, clinical features and outcome. *J Microbiol Immunol Infect* 2004;**37**:24-8.
19. Oren I, Haddad N, Finkelstein R, Rowe JM. Invasive pulmonary aspergillosis in neutropenic patients during hospital construction: before and after chemoprophylaxis and institution of HEPA filters. *Am J Hematol* 2001;**66**:257-62.

The microorganisms of indoor air in a teaching hospital

LI-LING HUANG^{1,2}, I-FANG MAO³, MEI-LIEN CHEN³, CHIEN-TSAI HUANG^{1,*}

Objectives: The purpose of this study was to determine the level and species of air microorganisms in a teaching hospital so that improvements in air quality could be made. **Methods:** A one-stage Andersen microbial particle sizing sampler was used to sample the air at five units in this hospital. On the basis of these results, consecutive sampling and analyses were conducted at one of the locations where the highest microbial levels were found. **Results:** The levels of air bacteria in the respiratory care ward were comparatively high: daytime levels exceeded the low bacteria standard of 200 cfu/m³, and the peak level of 934 cfu/m³ occurred between 1300 and 1500 h. Total bacterial counts correlated positively with relative humidity and the level of carbon dioxide ($P < 0.01$). Coagulase-negative *Staphylococci* (31.3%) and *Staphylococcus aureus* (18.8%) were commonly detected in the air of the respiratory care ward, and the dominant fungi species detected were *Penicillium* (16.7%) and *Aspergillus* (12.5%). **Conclusions:** The findings suggest that this teaching hospital should periodically monitor the air for microorganisms. High-efficiency particulate air filters should be used in areas where those susceptible to infections exist. Appropriate relative humidity levels should be maintained, and the gate-control feature of the ventilation system should be activated to prevent airborne nosocomial infections. (*Taiwan J Public Health*. 2006;**25**(4):315-322)

Key Words: hospital, one-stage Andersen microbial particle sizing sampler, bacteria, fungi

¹ Department of Health Care Administration, Central Taiwan University of Science and Technology, No.11, Buzih Lane, Beitun District, Taichung, Taiwan, R.O.C.

² Institute of Public Health, National Yang-Ming University, Taipei, Taiwan, R.O.C.

³ Institute of Environmental Health Sciences, National Yang-Ming University, Taipei, Taiwan, R.O.C.

*Correspondence author. E-mail: jthwang@ctust.edu.tw

Received: Sep 2, 2005 Accepted: Jul 10, 2006

