

# 醫院室內空氣品質的監測

## The Detection of Hospital Indoor Air Quality

麥富德、蔡佳芳、許又文、陳文貴

Fu-Der Mai, Chia-Fang Tsai, Yu-Wen Hsu, Wen-Kang Chen

人們平均有長達百分之九十的工作時間在室內環境，因此室內環境品質的優劣將會對人體的身體健康有絕對的影響。室內環境的優劣可能對人體的眼睛、皮膚、及上呼吸道造成影響，並且容易造成頭痛及疲勞。然而大多數研究均針對辦公室人員及學校教職員的眼睛及上呼吸道的臨床症狀與室內空氣品質的相關性，很少有以醫院環境作為研究的對象。因此，本文的主要目的在於探討影響醫院室內空氣品質的要素，包括懸浮微粒、建築物的形式、二氧化碳、一氧化碳、氧氣和總碳氫化合物 (THC) 的濃度及空氣溼度等主要因素。

People in the industrialized world spend about 90% of their life's indoors, and there is an increasing concern about possible health effects of the indoor environment. Indoor environment may influence the occurrence of symptoms such as eyes, skin, and upper airway irritation, headache and fatigue. However, most of the studies on subjective indoor air quality, symptoms, and clinical signs form eyes or upper airways have been performed on office workers or school personnel, and there are few indoor air studies in hospital environment. The aim of this paper is to study relations between subjective indoor air quality, in particular the effect of dampness, type of building, concentration of CO<sub>2</sub>、CO、O<sub>2</sub> and total hydrocarbon (THC), and air humidity.

### 一、前言

在邁入二十一世紀的同時，人類所面臨的是日益嚴重的環境污染問題。小至人類居住環境的惡化，大至全球性的空氣污染、氣候變遷與能源不足危機等問題，都亟待尋求解決之道。在人類文明愈來愈都會化、全球化的同時，一些新興傳染病正肆無忌憚的攻擊人類，挑戰人類文明的防疫體系；加上全球化與地球村的生活圈，更促成傳染病版圖的急速擴張，使全球人類在傳染病防疫體系上，受到

前所未有的挑戰。例如在非洲出現的一個病毒，很可能明天就傳到台灣，就如同在廣東佛山鄉下的山產廚師身上的 SARS (severe acute respiratory syndrome) 病毒，也悄悄地在一夕之間傳到全球各地，造成全球的恐慌。所以有效區隔的建築空間所扮演的角色，可以是隔離防護之安全居所，但絕大多數的一般建築，特別是國內眾多密閉或通風換氣不良之空間，則扮演的可能是集中傳播的危險空間。特別是在都會化和專業化的發展趨勢下，醫療集中化的趨勢更是明顯，使得原本不會被病毒感染

的人，都可能因為到醫院看小病而得到致命的感染，這些傳染疾病根據其傳染途徑又大都直接或間接與空氣品質息息相關。

談到空氣品質，一般說來可分為室外空氣與室內空氣兩大範疇，相對於早期人們把資源和注意力均集中在如何控制室外環境的空氣污染問題，「室內空氣品質」顯然是個比較新的名詞，但有關室內空氣品質的問題卻存在已久，尤其在七十年代末期發生石油危機後，新的節省能源建築方法應運而生，目的在減少室外空氣的供應量。這些新的設計加上更密封的建築物幾乎全部普遍採用空調，使現代化辦公室的使用人愈來愈跟室外環境隔絕，特別是這些措施使能夠從外進入室內的空氣變得有限，當室內換氣量不足時，污染物易長久累積，使得室內空氣品質惡化。

美國曾對數百棟建築大樓進行室內空氣品質的調查，發現 50% 的大樓有通風上之問題，另外有 28% 的建築物具有特殊的室內污染物，包括使用塑膠類的建材以及各類的噴漆、壁紙等，11% 的大樓內則存在特殊的室外污染物<sup>(1)</sup>。造成不良室內空氣品質的原因有很多，一般而言，可分成兩大類，第一類由室外污染源逸散至室內的，如燃燒造成的煙害、臭氧、光化學反應氧化物；第二類則是直接由室內產生的，如使用暖爐、廚房爐火、熱水器、家具及建築物材料逸散出之氣體、室內油漆、殺蟲劑、清潔劑、生物氣膠、人或寵物身上之毛髮及皮膚、潮濕、通風不良等等。這些危害程度或許不是立即性的，但人們也因此感覺身體不適而引起一些症候群，一般稱為病態大樓症候群 (sick building syndrome, SBS)，病態大樓症候群表現的症狀通常不具專一性，病因種類多且不明確 (關於「病態大樓症候群 SBS」的症狀分類表如表一<sup>(2)</sup>)，因此臨床研究方向常會針對眼睛黏膜、鼻腔黏膜的部份觀察病人的 tear film stability、rhinostereometri、acoustic rhinometry 或是利用鼻腔沖洗液研究鼻腔黏膜發炎或分泌液的生物指標表示。

相關之醫院內的空氣品質研究諸如 Lin 等人研究醫院內的空氣中存在的細菌成分與數量<sup>(3)</sup>，研究者採集醫院等候室、更衣室、注射室、小兒科病房、內科病房、醫師辦公室以及戶外空氣的菌數，

其中發現以 streptococcus viridians 與 streptococcus hemolyticus 兩種鏈球菌含量較高<sup>(3)</sup>。這些醫院室內污染源不論是氣態或粒狀的污染物，當濃度高、量多或毒性強時，可能會影響人體呼吸器官的正常功能，甚至進而傷害其他器官而使身體感到不適；即使其濃度或量沒有高到足以產生立即危害，但長期低濃度暴露下，仍有機會產生慢性病變，有時肺功能也會受到影響。美國環保署研究數據顯示室內空氣污染程度高出室外 5 至 10 倍，在特殊情況下甚至可達到 100 倍。美國國家科學院估計美國每年因室內空氣污染造成的醫療費用約 150 億至 1000 億美元。因此將室內空氣污染歸結為危害公共健康的 5 類環境因素之一。而且 68% 的疾病根源是由室內空氣污染所導致的，成為危害人類健康的「隱形殺手」，因此室內空氣污染的重要性不容忽視<sup>(4-7)</sup>。

室內空氣污染造成的危害首推呼吸道感染，急性感染中尤其以病毒引起的疾病就佔了九成，病毒種類多達 200 多種。一些致病微生物容易通過空氣傳播，特別是在通風不良、人員擁擠的環境中發生感染；如流感、SARS、麻疹、結核等呼吸道傳染病都可能借助空氣在室內傳播。許多室內的化學污染物大多含有刺激性氣體，如清潔劑、殺蟲劑、油漆、甚至是高濃度的芳香劑，會刺激眼、鼻、咽喉及皮膚，引起流淚、咳嗽、噴嚏等反應；長期暴露下就會降低呼吸功能、加重呼吸道症狀，嚴重者還會導致慢性支氣管炎、支氣管哮喘、肺氣腫等疾病。另外，陸續出現的研究與推論均顯示眾多空氣污染物均同時具有致癌特性，並且在長期累積刺激之下對於心臟血管及呼吸道等慢性疾病均有一定程度之影響。因此，良好的室內空氣品質管理是維護人員健康、提高工作品質的重要依據，人們對它的關注亦有增無減。

## 二、醫院室內空氣品質的影響因素

根據世界衛生組織的定義，健康是指「身體、精神方面均完全處於最佳健康狀態，同時享有愉快群體生活，而不單是沒生病或不感到虛弱」(國際組織 1968-69 年報)，愈來愈多科學證據顯示，惡劣的室內空氣品質與一系列健康問題有關。這些健

表 1. 病態大樓症候群 (SBS) 症狀分類表。

症狀分類	症狀
一般症狀 (general symptoms)	頭痛或頭昏眼花 緊張或神經質 容易疲倦 胸口鬱悶 記憶或專注力不佳 覺得沮喪 嘔吐或胃部不適
皮膚症狀 (skin symptoms)	皮膚發癢 皮膚產生紅斑
黏膜症狀 (mucosal symptoms)	眼睛疲勞、乾癢及刺激 喉嚨乾燥 鼻塞或流鼻水 咳嗽或打噴嚏 氣喘
肌肉症狀 (musculoskeletal symptoms)	頸部、肩及背部僵直

康問題包括呼吸器官短暫不適，嚴重時甚至會危害生命。這些問題近年來受到醫院管理者的高度重視，其引起的主要原因與醫院建物內空氣中污染源有關。相關的研究指出，接觸低濃度的空氣污染物可能引起人體肺功能的改變，導致產生慢性障礙性肺部疾病，更嚴重的話，會造成醫院內工作者可能因經年累月接觸空氣中污染物而引發嚴重的呼吸道疾病、過敏病，甚至是癌症。

醫院內空氣品質的良莠受許多因素影響，這些因素可包括：溫度、濕度、空氣流量、空氣中的懸浮粒子、揮發性有機化合物、二手煙、石棉、甲醛、臭氧和微生物等污染源，現就下列七點分類一一做介紹。

## 1. 室內的暖冷空調系統

此為最重要的污染源，溫度、濕度及空氣流動是重要的室內空氣品質參數。許多時候，它們會影響一些室內空氣污染物的濃度。例如：濕度會影響人體透過排汗來降低體熱的能力。在高濕度的環境下，會促進黴菌和其他真菌在建築物內的滋生；相對濕度低又會引致眼睛、鼻腔和喉嚨乾燥，從而可能導致這些器官不適和發炎，甚至更易受感染；當

濕度降得非常低的時候可能產生靜電，使人感到不適容易疲倦。此外，若循環的空氣不是抽自室外新鮮空氣並將髒空氣排出，而是將室內的髒空氣不斷循環，則空氣的品質愈來愈差，將更容易產生 SBS。同時空調系統內之濾網若不常清洗，則在濾膜上易成為滋生細菌及黴菌的溫床，藉空氣傳染的細菌及黴菌芽孢，勢必會隨著冷氣的放送而散發於空氣中，造成人類感染而引發疾病。

當醫院館內單位面積內人員過多時，二氧化碳 (CO<sub>2</sub>) 將積聚，二氧化碳本身無色無味，具不可燃性，可經由人體呼吸作用產生或燃燒作用產生，當室內環境通風不佳時，二氧化碳濃度會逐漸上升，如果室內通風良好，二氧化碳濃度便隨即下降。因此二氧化碳濃度與室內通風率有很大的相關性。當二氧化碳的濃度高達 50000 ppm 時，會影響人體的中樞神經系統，可能在幾分鐘內失去知覺，也會造成血液酸、鹼的平衡改變，使骨質密度降低、鈣質流失。因此良好的通風設計引進新鮮空氣及定時清洗過濾裝置為避免 CO<sub>2</sub> 污染的不二法門。

## 2. 裝潢及室內傢俱

醫院裝潢材料如瓷磚、地板、壁飾及所放置的傢俱如桌椅等常含有黏著劑、油漆、染料，這些建材及傢俱因此常會含有各種有毒氣體而污染館內空氣，裝潢材料及室內傢俱可能釋放的空氣污染的有機物包括醇 (alcohols)、苯 (benzene)、甲醛 (formaldehyde)、甲苯 (toluene)、二甲苯 (xylenes) 等揮發性有機溶劑 (常見室內揮發性有機化合物及其來源如表 2 所示)<sup>(8)</sup>，這些揮發性有機化合物在室內環境下大都以無色氣體的形態存在，暴露於含有高濃度揮發性有機化合物的工業環境中已證實可導致人體的中樞神經系統、肝、腎和血液中毒。其中，長期暴露於含有苯 (已列為致癌物) 的化合物的環境下可增加患癌病的機會。甲醛常見於辦公大樓內隔間裝潢使用的三夾板、壁紙、家具黏合樹脂，具刺激性的臭味且為致癌物，濃度低至 0.05 ppm 時，可能還是會對眼睛、上呼吸道有刺激性；濃度達 10—20 ppm 時會咳嗽、胸部產生壓迫感、頭部有壓力感、流眼淚、心跳加速；如果濃度達 50—100 ppm，會造成肺部水腫、肺發炎、甚至死

表 2.  
常見室內揮發性有機  
化合物及其來源。

污 染 物	室 內 來 源
甲醛	殺菌劑、壓板製成品、尿素—甲醛泡沫絕緣材料 (UFFI)、硬木夾板、黏合劑、油漆、塑料、地氈、軟塑傢俱套、石膏板、天花瓦及壁板、非乳膠嵌縫化合物、酸固化木塗層、木製壁板、乙炔基 (塑料) 地磚、鑲木地板
甲苯	溶劑、香水、洗滌劑、染料、封邊劑、膠帶、壁紙、接合化合物、乙炔基 (塑料) 塗層壁紙、油漆、地氈、壓木裝飾、乙炔基 (塑料) 地磚、油漆 (乳膠及溶劑基)、地氈黏合劑、油脂溶劑
二甲苯	溶劑、染料、殺蟲劑、聚酯纖維、黏合劑、接合化合物、壁紙、樹脂及搪瓷漆、地氈、壓板製成品、石膏板、水基黏合劑、油脂溶劑、油漆、地氈黏合劑、乙炔基 (塑料) 地板、聚氨酯塗層
乙苯	與苯乙烯相關的製成品、合成聚合物、溶劑、圖文傳真機、聚氨脂、傢具拋光劑、接合化合物、乳膠及非乳膠嵌縫化合物、地板黏合劑、地氈黏合劑、亮漆硬木鑲木地板
四氯化碳	溶劑、冷劑、噴霧劑、滅火器、油脂溶劑
氯仿	溶劑、染料、除害劑、圖文傳真機、軟塑傢具墊子
苯	二手煙、溶劑、油漆、染色劑、清漆、圖文傳真機、接合化合物、乳膠嵌縫劑、水基黏合劑、木製壁板、地氈、地磚黏合劑、污點／紡織品清洗劑、聚苯乙烯泡沫塑料、塑料、合成纖維
三氯乙烯	溶劑、經乾洗布料、軟塑傢具套、油墨、油漆、亮漆、清漆、黏合劑、油漆清除劑、污點修正液
1,2-二氯苯	乾洗劑、去油污劑、殺蟲劑、地氈清潔劑
1,4-二氯苯	除臭劑、防霉劑、空氣清新劑／除臭劑、抽水馬桶及廢物箱除臭劑、除蟲丸及除蟲片

亡。石棉具有隔絕耐火的特性，過去醫院有些建物常以石棉或含石棉物為建材。含石棉物料對人體健康的直接危害源於它的鬆脆性 (即在乾燥時容易破碎)，其鬆脆性愈高便愈容易受損毀，使釋放石棉纖維到空氣中的可能性增加。一旦石棉表面破損，則石棉纖維露出散佈在空氣中，吸入體內甚至潛伏 20—30 年而造成肺癌，目前已被證實吸入石棉纖維與石棉沉著病 (肺纖維受損結疤)、肺癌和間皮瘤 (胸腔膜或腹腔膜生癌) 有密切關係。

### 3. 電化製品、辦公設備及器材

醫院常會購置電化製品、電腦、終端機或影印機；以影印機為例，它會釋放出臭氧 (O<sub>3</sub>) 及各種有機物影響室內空氣品質，臭氧會刺激肺部，影響黏膜及呼吸功能。室外空氣中的臭氧來自光化學反應下的產物，也就是氮氧化物和碳氫化合物受陽光照射產生反應而成；室內之臭氧則來自於影印機、印表機和靜電式空氣清淨機。連續處於臭氧濃度

0.1 ppm 的場所 1 小時，會增加呼吸道的阻力；臭氧濃度為 0.3 ppm 時，會刺激鼻、喉及頰肌的收縮；處於臭氧濃度 2 ppm 的空間 2 個小時，則會產生嚴重的咳嗽。

### 4. 灰塵

可吸入懸浮粒子 (PM<sub>10</sub>) 是指空氣動力直徑在 10 微米或以下的懸浮在空氣中的粒子。醫院內的灰塵為各種物質所組成，成分包括棉花、其他纖維、檢體上之染料、食物顆粒、毛髮、死細胞、細菌、黴菌及其孢子等，這些粉塵均可做為過敏原，使得過敏體質者引起過敏反應。

### 5. 微生物或生物性物質

近年來人們漸了解室內空氣中微生物對人類健康具有威脅性，並與室內空氣品質的惡化具有相關性，微生物是室內空氣污染的另一主要來源，所引起的問題可能較某些化學空氣污染物更嚴重。美國

職業安全與健康國家研究院 (National Institute of Occupational Safety and Health, NIOSH) 亦曾估計 10 – 15% 的 SBS 與生物性因素有關。這些生物性因素常與人類呼吸道感染有關，呼吸道感染的病原微生物包括細菌、黴菌、寄生蟲及病毒 (如表 3 所示)<sup>(9)</sup>，其中屬於細菌性者以親肺退伍軍人桿菌 (*Legionella pneumophila*) 及結核分枝桿菌 (*Mycobacterium tuberculosis*) 最受重視，這是因為退伍軍人桿菌主要存於冷暖空調系統的冷凝水塔，其數目會增生而持續散佈於空氣中，而結核分枝桿菌由人類呼吸道釋出後能在環境中生存一段時間，同時兩者均可引起危及生命的嚴重感染。至於空氣中所發現的其他微生物亦可能與 SBS 有關，雖然這些大都為人類呼吸道正常菌群或環境中的腐生菌，但有時會成為伺機性病原菌，至於要多少數目的微生物才會與疾病有關，到目前為止仍無定論。

## 6. 清潔劑與消毒劑

一些醫院內桌椅門窗清潔用的噴射式的清潔劑與消毒劑中含有氟碳化物 (fluorocarbons)、氨 (ammonia) 及氯化乙烯 (vinyl chloride) 均會造成空氣污染，甚至清洗醫院地板所殘留之清潔劑亦會造成呼吸道的刺激，症狀包括咳嗽、喉乾、鼻塞、頭痛及刺激眼睛，另外，一些消毒劑中所含之化學物質亦有害於人類。每一種消毒劑均可能造成較溫和的中毒，可能出現頭痛、頭暈、麻木、四肢無力、理解力降低、易怒等症狀。

## 7. 其他污染源

除了上述的污染源之外，醫院室內空氣中的污染物尚有二氧化氮 (NO<sub>2</sub>, nitrogen oxide)、二氧化硫 (SO<sub>2</sub>, sulphur dioxide)、氯 (Cl<sub>2</sub>)、氨 (ammonia)，以及各種有機揮發溶劑 VOCs (volatile organic compounds)，若室內空調良好則可降低醫院室內這些物質的累積。

總之，造成醫院室內空氣品質不良的因素很多，且這些因素之間有些能單獨引起人類的各種病變，而有些因素之間可能發生拮抗 (antagonistic) 或協同 (synergistic) 的作用。而過去幾年，關於室內空氣品質的研究，大多著重於辦公大樓或是學校室

表 3. 感染呼吸道之病原菌。




微生物種類	微生物名稱
細菌 (bacteria)	白喉棒狀桿菌 ( <i>Corynebacterium diphtheriae</i> , toxin producing) 淋病雙球菌 ( <i>Neisseria gonorrhoea</i> ) 結核分枝桿菌 ( <i>Mycobacterium tuberculosis</i> ) 肺炎黴漿菌 ( <i>Mycoplasma pneumoniae</i> ) 肺炎披衣菌 ( <i>Chlamydia pneumoniae</i> ) 砂眼披衣菌 ( <i>Chlamydia trachomatis</i> ) 百日咳桿菌 ( <i>Bordetella pertussis</i> ) 退伍軍人桿菌 ( <i>Legionella species</i> ) 奴卡氏菌 ( <i>Nocardia species</i> )
寄生蟲 (parasite)	肺囊蟲 ( <i>Pneumocystis carinii</i> )
真菌 (fungi)	組織胞漿菌 ( <i>Histoplasma capsulatum</i> ) 粗球孢子菌 ( <i>Coccidioides immitis</i> ) 新型隱球菌 ( <i>Cryptococcus neoformans</i> ) 皮炎芽生菌 ( <i>Blastomyces dermatitidis</i> )
病毒 (virus)	呼吸融合病毒 (respiratory syncytial virus (RSV)) 腺病毒 (adenoviruses) 腸病毒 (enteroviruses) 流行性及副流行性病毒 (influenza and parainfluenza virus) 鼻病毒 (rhinovirus) 單純疱疹病毒 (herpes simplex virus (HSV))

內空氣品質，相對的關於醫院空氣品質的研究不多，是以國內在這方面的研究必須急起直追。

## 三、醫院室內空氣品質的監測實例

面對日益嚴重的醫院室內空氣品質問題，本研究團隊即以攜帶式氣體偵測器，對中部某醫學中心醫學大樓進行醫院室內空氣品質的監測，進行初步研究。該大樓共有地下三層，地上共十七層，選擇偵測地點有一樓大廳、一樓急診部、六樓內科加護病房、八樓普通病房。偵測時間為 2004 年七月某一星期的下午，本研究使用攜帶式氣體偵測器如表 4 所示，其中 GT200-3G/2G 可偵測一氧化碳、沼氣 (甲烷、天然瓦斯)、氧氣；GT300-AQ/VOC 則可偵測空氣中的碳氫化合物、尤其是氫氣，得以顯

表 4. 攜帶式氣體偵測器。

型號	GT300-AQ	GT300-VOC	GT200-3G
功能			
感測原理	半導體	半導體	半導體
主要偵測氣體	氫氣／乙醇／異丁烷／煙味	甲苯／硫化氫／氨／溢散有機溶劑	一氧化碳／沼氣／氧氣
外觀			

示空氣品質綜合指標 (composite index of air quality, CIAQ)。CIAQ 係以新鮮空氣或零級空氣為 1，依空氣中碳氫化合物、氫氣濃度而定，參考指標越高，代表污染物質越多或空氣中碳氫化合物越多(如表 5 所示)<sup>(10)</sup>。

針對中部某醫學中心醫學大樓進行醫院室內空氣品質的監測結果比較如圖 1-4 所示，由圖 1 可知，由於加護病房的病人大多使用人工呼吸器，所以氧氣之相對濃度較高，其次，在病房中因為出入之人員較少，所以其氧氣之相對濃度居次，急診與

大廳之氧氣濃度變動則與人員進出之多寡有相對應之關係。再來由圖 2 醫院室內空氣品質比較圖亦可發現，由於急診室具有許多揮發性有機溶劑，所以空氣中 VOCs 的濃度均較一樓大廳及一般病房來得

表 5. CIAQ 指標。

環境與場合	GT300-AQ/VOC 通常的 CIAQ 指標
室外無污染新鮮空氣或零級空氣	1
家居室內	1-8
超市、便利商店	10-20
辦公室	5-20
市區車道邊或公車站	10-30
公廁	10-40
地下停車場或車行地下道	10-40
醫院或病房	15-25
機場吸煙區	30-90
香火鼎盛的廟中	30-50
放屁 (接近量測)	50-100
口臭 (約連續 5 秒的吹氣量測)	20-35
露天污水溝	20-40

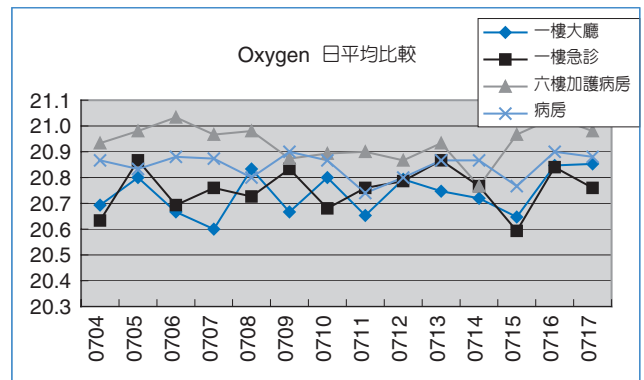


圖 1. 醫院室內氧氣濃度比較圖。

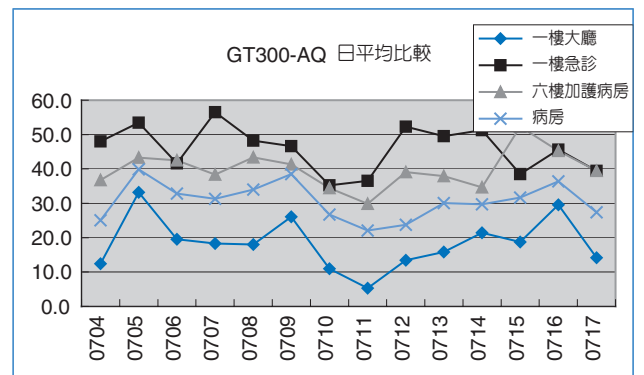


圖 2. 醫院室內空氣品質比較圖。

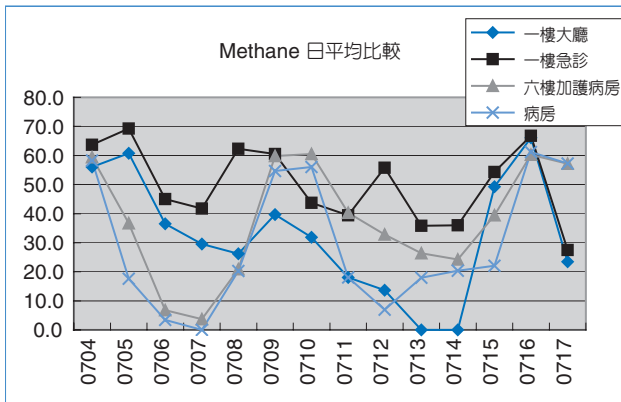


圖 3. 醫院室內甲烷濃度比較圖。

高，圖 3 之甲烷濃度亦顯示相同的分布。最後由圖 4 空氣品質綜合指標亦發現一件令人擔憂的事實，因為一樓急診部和六樓加護病房的空氣品質均較不理想，然而在這些單位的病人，卻是病情較嚴重、免疫系統抵抗力較弱的病患，但其所處之環境空氣品質卻沒有相對提昇。另外，從監測的時間亦可發現當週末假日時由於醫院休診，空氣品質綜合指標也明顯較佳，這似乎說明醫院之空調系統並未發揮足夠的功能。由此初步實驗結果，更加證實醫院空氣品質之監控與維護必須加緊調整，方能使病患得到最好的照顧而早日康復。

#### 四、結論

在現代城市生活中，室內環境的空氣品質對人類的健康和舒適生活有著極重要的影響。畢竟，大多數人一生中的大部分時間都是在室內渡過。惡劣的室內空氣可以導致身體不適，健康欠佳，更會引致高缺勤率及低生產效率。反之，良好的室內空氣品質可以保障建築物使用人的健康，從而有助他們感到更舒適和保持良好健康。維持良好室內空氣品質所需要考慮的因素和策略眾多，並且涉及多個不同領域，室內空氣品質亦會觸及就若干指定類別的公眾建築物，制訂公眾衛生規定和法例。但台灣目前並未推行或計劃引入任何特定針對室內空氣品質問題的法例。這反映當局相信通過自律可以有效解決問題，而且由於室內空氣品質的問題仍然存在許多複雜和不明朗因素，鼓勵自律會比全面立法較為

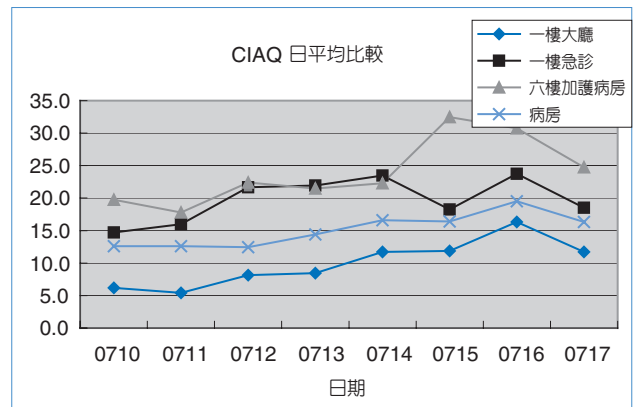


圖 4. 醫院室內空氣品質綜合指標比較圖。

合適。美國、新加坡、加拿大及一些已著手處理室內空氣污染問題的歐洲國家，都採取類似的方針。

解決室內空氣品質問題可以有許多不同的方法，其中一些涉及費用昂貴的更改現有建築物之佈局或裝置的工程，亦有一些只需採取簡單的行政措施，還有其他情況是需要結合多個不同策略來解決問題。但大致上可以分為控制源頭、改善通風、淨化空氣、行政手段四個範疇，相同的問題發生在不同的建築物中可能需要截然不同的解決方案，因此不可能就每一個個案處方一項最佳的緩解計劃，所以分析化學家在解決室內空氣品質問題方面的研究，必須加緊研究的腳步，以建立相當的資料庫與解決方案，使室內空氣品質的監控與改善能得到良好的緩解措施與控制。

#### 誌謝

感謝中山醫學大學校內專題研究計畫 CSMU92-OM-B-041 的經費支持。

#### 參考文獻

1. K. Nordstrom, *Indoor Environment and Air Quality in Hospital Units Symptoms and Signs*, Acta Universitatis Upsaliensis Uppsala (1999).
2. 蘇慧貞, 李俊璋, 江哲銘, 高雄市辦公大樓之室內空氣品質調查與健康危害之評估研究報告 (2000).
3. X. Lin, L.-X. Wang, and S.-L. Xu, *Journal of Environment and Health*, **20** (2), 108 (2003).

4. P. Blom, E. Skåret, and F. Levy, In *The Proceedings of Indoor Air 93, Helsinki, Laboratory of Heating, Ventilation and Air Conditioning*, J.J.K. Jaakola, R. Ilmarinen, and O. Seppänen, eds, **1**, 321 (1993).
  5. D. Norbäck, *Indoor Air*, **5**, 237 (1995).
  6. P. Kelland, *Indoor Environ*, **1**, 335 (1992).
  7. G. Smedje, D. Norback, and C. Edling, *Indoor Air*, **7**, 143 (1997).
  8. 香港特別行政區政府室內空氣質素管理小組, 辦公室及公眾場所室內空氣質素管理指引 (2003).
  9. <http://www.ym.edu.tw/lib/mag/publish/1/103.htm>
  10. [http://www.gastech.com.tw/tw/catalog\\_gtf300.htm](http://www.gastech.com.tw/tw/catalog_gtf300.htm)
- 
- 麥富德先生為國立清華大學化學博士，現任中山醫學大學應用化學系助理教授。
  - 蔡佳芳小姐為中山醫學大學毒理所碩士，現就讀於中山醫學大學醫學研究所博士班。
  - 許又文先生為中山醫學大學毒理所碩士，現就讀於中山醫學大學醫學研究所博士班。
- 陳文貴先生為中國醫藥大學醫藥博士，現任中山醫學大學應用化學系教授。
  - Fu-Der Mai received his Ph.D. in chemistry from National Tsing-Hua University. He is currently an assistant professor in the Department of Applied Chemistry at Chung-Shan Medical University.
  - Chia-Fang Tsai received her M.S. in toxicology from Chung-Shan Medical University. She is a Ph.D. candidate in the Institute of Medicine at Chung-Shan Medical University.
  - Yu-Wen Shu received his M.S. in Toxicology from Chung-Shan Medical University. He is a Ph.D. candidate in the Institute of Medicine at Chung-Shan Medical University.
  - Wen-Kang Chen received his Ph.D. in medical chemistry from China Medical University. He is currently a professor in the Department of Applied chemistry at Chung-Shan Medical University.