

# 中國醫藥大學

碩士論文

編號：IEH-1605

- I、中部科學工業園區附近民眾呼吸道健康之調查
- II、中部科學工業園區附近住家室內懸浮微粒濃度之測定
- I、**The respiratory health of residents in the vicinity of Central Taiwan Science Park**
- II、**Indoor particulate matters of indoor air in the vicinity of Central Taiwan Science Park**

所 別：環境醫學研究所

指導教授：郭憲文

學 生：張舒婷 **Chang Shu Ting**

學 號：9365005

中華民國 九十五年 七月

## 誌 謝

兩年的研究所生涯在此時告一段落了，時間總是快得讓人不經意它的流逝，感覺上才真正要開始，但仔細回想，卻已是滿載的收穫與回憶。這段期間，除了學業上的收穫外，也是確定自我的重要階段，悉數這些收穫與回憶…我要感謝每一位賜予我成長的人。

首先，感謝每一位參與此份研究的朋友們，由於您們這段期間的包容與配合研究才能順利完成。

感謝我的指導老師—郭憲文教授，郭老師從不吝給予學生他所擁有的知識以及寶貴的時間，而有時大意的我，也獲得了他給予的耐心。從郭老師給予學生學業上的要求、遭遇困難時的鼓勵到休閒時刻的無距離，每一方面，更使我獲得了學業、以及學業以外的體驗與收穫；對於學術的專注與活力、生活的充實與自在、處事的隨和與原則，都是令學生所敬佩與學習的。誠心由衷地感謝我的老師，謝謝您！

在此更非常感謝國防醫學院劉紹興老師與中山醫學大學郭崇義老師於百忙中抽空指導學生論文，因為您寶貴的建議與不吝指正，讓學生受益良多。此外，感謝賴俊雄老師、宋鴻樟老師、許惠棕老師，以及吳錦景老師時常給予學生學業上的解惑與鼓勵。也要感謝系所辦人員在這期間給予的方便及協助，您們真的很可愛呢！

多謝老天爺在每一個階段，都派了許多天使在我身邊：屏沂學姊、玫姿學姊、華軒學姊你們熱情的分享與溫暖的鼓勵，讓我覺得自己是個幸福的學妹；陳醫師、心縵姊、錦蓉姊、麗菁姊、鈺芳姊、瑜伶、采容學妹、珮珊學妹

有可愛的你們幫忙及歡笑，給了我很大的助力與鼓舞；大學的姊妹們，有你們挫折時的鼓勵、歡樂時的分享，真的真的是我的福氣，感謝有你們！當然，還有一路上和我一起努力的玟陵，這一路的歡笑與壓力我們都一起經歷呢！感謝有你的陪伴與鼓勵、感謝所有幫助過我的人。

最後，我要感謝永遠在我身邊的家人，在即將完成學業前過世的爺爺與外婆總是給我最大的支持與鼓勵；舅舅與舅媽直到畢業前還不忘為我打氣；正航平時的照顧與情緒的分享也是我的動力之一。而我對母親的感謝更是言語無法訴說的，我的人生至現階段這個小小的逗點，都是因為您的付出所給予的，也因為您我才能無後顧之憂，感謝每一位家人，您們是我最大的支柱。希望你們永遠健康、快樂。

舒婷 2006年夏



## 摘 要

中部科學工業園區於九十二年十二月開始開發，為探討該園區開發所排放之空氣污染物，是否影響附近居民之健康，本研究於開發之初調查中部科學園區附近居民與學童呼吸道症狀及相關影響因素，及附近住家室內懸浮微粒濃度與相關影響因素，期能將此資料作為未來比對之依據。

首先利用 ISC3 模擬中科排放之空氣污染物可能影響範圍，選取該範圍內之社區居民及國小學童為研究對象。利用 ATS 胸部健康問卷改編之問卷調查呼吸道症狀及健康，內容包括：調查個人基本資料、個人健康行為及生活習慣、自覺症狀及既往病歷，以及居家環境調查。居民並接受肺功能檢測，記錄其用力呼氣肺活量 (FVC)、用力一秒吐氣量 (FEV<sub>1</sub>)。室內懸浮微粒採樣則以中科園區附近不同樓層之五住戶為研究對象，利用 QCM cascade impactor 及 personal environmental monitor (PEM) 進行二十四小時空氣中 PM<sub>10</sub> 和 PM<sub>2.5</sub> 採樣，並分析金屬成分。此外，收集台中市西屯空氣監測站戶外懸浮微粒濃度資料以比較室內、外微粒分佈，同時記錄居家室內活動型態。

研究結果顯示現階段影響中科附近居民肺功能生理值 FVC 之因素主要為年齡、性別、身高、社區別及家中是否有霉斑。呼吸系統症狀及疾病中以呼吸短促之盛行率最高為 31.6%，氣喘盛行率 4.7%

最低；其他呼吸症狀及疾病則受個人吸菸習慣影響最為顯著。學童呼吸系統症狀及疾病分佈，僅有過去一年曾感冒、氣喘及過去半年就醫在兩地區有顯著性之差異，而居家環境除養寵物之外，其他室內環境皆有顯著之差異；呼吸症狀及疾病之影響因素以拜香之影響最大，其中對胸部不適與感冒症狀之影響最顯著（OR=4.7）。另外，中科附近住戶居家室內懸浮微粒二十四小時之變化，以家戶#1 最為典型，其微粒濃度於早餐及晚餐烹飪時間皆有明顯之增加。附近住戶居家室內、外懸浮微粒之相關性方面，室內PM<sub>10</sub>及PM<sub>2.5</sub>與室外PM<sub>10</sub>及PM<sub>2.5</sub>均有顯著相關性（室內、外PM<sub>10</sub>之r=0.485，室內、外PM<sub>2.5</sub>之r=0.485）。中科附近住戶居家室內微粒之金屬分析結果中，鎳濃度皆低於偵測極限，以鋅濃度最高PM<sub>2.5</sub>中為57.4ng/m<sup>3</sup>，PM<sub>10</sub>中為58.8ng/m<sup>3</sup>。

目前研究所建立之中科附近居民與學童呼吸道症狀及疾病資料與住戶室內空氣懸浮微粒濃度分佈資料，應可作為中科台中園區營運前之參考背景資料。

關鍵字：PM<sub>10</sub>，PM<sub>2.5</sub>，室內懸浮微粒，重金屬與其背景濃度

## Abstract

The Central Taiwan Science Park in Taichung was launched in December 2003. In order to evaluate the impacts to health of residents in the vicinity of the industry park, we initiated this study to evaluate the baseline health status of residents in the affected area. Environmental assessment included measuring the concentrations of indoor particulate matters (PM) and heavy metals in the air. ISC3 model was used to simulate to the levels of air pollutants and then to define the influence area. Residents and schoolchildren were interviewed using the respiratory questionnaire modified by American Thoracic Society (ATS), and demographic information, lifestyle, health status and environmental factors in their home were simultaneously collected. Five houses in the vicinity of Central Taiwan Science Park were purposely selected to measure levels of indoor  $PM_{10}$  and  $PM_{2.5}$  using Quartz crystal Microbalance (QCM) cascade impactor companied with ambient PM information obtained from an air-monitoring station in Taichung City of Taiwan Bureau of Environmental Protection Agency (EPA). Levels of metal were simultaneously measured and analyzed using ICP/MS. Related information of sampling houses including ventilation type, numbers of family people, type and time of cooking were recorded.

The results showed the forced vital capacity (FVC) in residents was significantly explained by the age, gender, height, different community and mold in house. 31.6% of prevalence rate in shortness of breathing was found the highest but the lowest in asthma was 4.7%. Respiratory

symptoms and diseases were significantly associated with the cigarette smoking. In schoolchildren, the percentages of common cold in previous one year, asthma and medication during half year ago were significant difference between two areas. Besides the percentage of pet in house, environmental factors were found the significant difference between two areas. Respiratory symptoms and diseases in schoolchildren was significantly associated the incense in their house, odds ratio of thoracic symptoms and common cold was found to be 4.70. In House #1, the levels of PM were continuously monitored during 24-hours and showed the association with cooking in breakfast and dinner. Significantly correlations were respectively found the indoor and outdoor levels of PM<sub>2.5</sub> and PM<sub>10</sub>. Besides the nickel in indoor air was non-detected, zinc in PM<sub>2.5</sub> and PM<sub>10</sub> were respectively the highest levels of 57.4ng/m<sup>3</sup> and 58.8ng/m<sup>3</sup>.

Based on the related information of the respiratory symptoms and diseases among residents and backgrounds of PM and heavy metal in both indoor and outdoor air, it is necessary to periodically monitor the fluctuation of health status of residents and air pollutants emitted from the Central Taiwan Science Park.

**KEY WORDS:** PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, indoor particulate matter, heavy metals and background levels

# 【目 錄】

中文摘要	I
英文摘要	III
本文目錄	V
表目錄	VII
圖目錄	IX
附件目錄	X
第一章、緒論	
第一節 研究背景及動機	1
第二節 研究目的	3
第二章、文獻探討	
第一節 中部科學工業園區背景資料	4
第二節 住家室內、外懸浮微粒濃度	9
第三節 金屬微粒危害與分佈	19
第四節 健康影響評估	22
第三章、研究方法	
第一節 研究設計	39
第二節 研究對象	41

第三節	研究工具的擬定及執行程序	45
第四節	資料統計與分析	57
第四章、研究結果		
第一節	國小學童之呼吸系統症狀及疾病與相關因素調查	58
第二節	中科附近居民呼吸系統症狀及疾病與相關因素調查	62
第三節	中科附近住戶室內懸浮微粒調查	67
第五章、討論		
第一節	樣本代表性	70
第二節	呼吸系統症狀及疾病資料的差異與可能影響因素	73
第三節	暴露評估	80
第四節	本研究之重要性	84
第五節	研究限制與未來研究方向	85
第六章、結論與建議		
第一節	結論	87
第二節	建議	89
參考文獻		90

## 【表目錄】

表一、中科地區及對照地區國小學童基本資料-----	97
表二、中科地區及對照地區學童呼吸系統症狀及疾病盛行率之 比較 -----	98
表三、中科地區及對照地區學童居家環境之比較-----	99
表四、學童呼吸系統症狀及疾病與相關因素之單變量邏輯斯迴歸 分析 -----	100
表五、學童呼吸系統症狀及疾病與相關因素之邏輯斯複迴歸分析---	101
表六、中科附近居民基本資料及個人健康行為-----	102
表七、中科附近居民呼吸系統自覺症狀盛行率-----	103
表八、中科附近居民過去疾病史分佈 -----	104
表九、中科附近居民之居家環境調查 -----	105
表十、中科附近居民之肺功能分佈 -----	106
表十一、中科附近居民之肺功能與其他變項之單變項迴歸分析-----	108
表十二、中科附近居民之肺功能與其他變項之複迴歸分析-----	110
表十三、中科附近居民呼吸系統症狀及疾病與相關因素之單變項 邏輯斯迴歸分析 -----	111
表十四、中科附近居民呼吸系統症狀及疾病與相關因素之邏輯斯 複迴歸分析 -----	113

表十五、中科附近室內懸浮微粒採樣住戶之特性-----	114
表十六、中科附近住戶室內、外之月份別及吸菸別微粒濃度-----	115
表十七、採樣住戶室內與室外之微粒質量濃度之相關性-----	116
表十八、五家戶室內與室外 PM <sub>2.5</sub> /PM <sub>10</sub> 之質量濃度比值 -----	117
表十九、室內微粒濃度影響因素之複迴歸分析-----	118
表二十、兩種不同微粒採樣器採樣結果比較-----	119
表二十一、懸浮微粒之金屬成分分析結果 -----	120



## 【圖目錄】

圖一、所有國民小學之呼吸系統症狀及疾病盛行率比較直方圖-----	121
圖二、兩地區國小學童呼吸系統症狀及疾病盛行率分佈之比較-----	122
圖三、中科附近採樣家戶住戶#1 一月及三月份室內懸浮微粒質量 濃度分佈 -----	123
圖四、中科附近採樣家戶住戶#2 一月及三月份室內懸浮微粒質量 濃度分佈 -----	124
圖五、中科附近採樣家戶住戶#3 一月及三月份室內懸浮微粒質量 濃度分佈 -----	125
圖六、中科附近採樣家戶住戶#4 三月份室內懸浮微粒質量濃度分 佈 -----	126
圖七、中科附近採樣家戶住戶#5 三月份室內懸浮微粒質量濃度分 佈 -----	127

## 【附件目錄】

附件一、中科園區附近居民呼吸道症狀及疾病調查問卷 ----- 129



# 第一章 緒 論

## 第一節 研究背景及動機

台灣在國際上的成就莫過於科技產品的製造及代工，許多高科技產業在此地也陸續蓬勃發展，中部科學工業園區自民國九十一年成立，無論在自然、人文環境以及政策上皆獲得政府全力的支持，自九十二年十二月正式動工興建各項主體工程，預計開發期程為民國九十二年在一百零一年，開發內容包括：台中園區、虎尾園區及后里園區。

本研究以台中基地為主要研究範圍，以下略為介紹其背景。

台中園區面積共 413 公頃，位於台中縣大雅鄉及台中市西屯區交界處，交通便利，公路系統可連接中山高速公路、中部第二高速公路、中彰快速公路及台中市區主要道路—中港路；鐵路系統方面鄰近台鐵之台中火車站約 9 公里，距即將完工通車之高鐵烏日站 9.2 公里；航空系統有清泉崗機場；海運系統則鄰近台中港，四周交通網路相當便利。中部科學園區（簡稱中科）產業範圍包括六大產業：積體電路、電腦及週邊設備、通訊、光電、精密機械及生物技術（國科會,2003）<sup>(1)</sup>。

由於中科台中園區之開發及營運對附近環境所可能導致不同的影響，包括了空氣、水、土壤、廢棄物、噪音等污染，因此在開發前經由環境影響的評估，儘可能預估此開發行為對附近環境所帶來的衝擊及影響，以降低開發所導致的衝擊。然而，中科附近居民健康所面臨的影響，

在先前環評書並未提及，尤其產生的污染物對居民健康上的風險，更是大眾所重視的議題。但過去較少於工業開發前，對附近居民進行健康的事前評估，因此對公害事件均難以斷定其因果關係之時序性。本研究之主旨是針對環評書所缺乏的健康評估部分，以中科台中園區附近居民為研究對象，針對其呼吸道之健康進行評估，除可初步了解該地區目前居民肺部及呼吸道健康情形，此結果亦可為中科附近居民建立中科營運前之健康背景資料，以作為未來持續追蹤之比較。

此外，根據過去文獻報導，科學園區所造成空氣污染物中以氣狀及粒狀污染物對於人體健康有不良的影響，另外，中科的產業及開發後附近交通量的劇增，製造的過程也將增加空氣污染物中粒狀物質（Particulate Matters）的濃度。為探討該地區居民目前在室內暴露於粒狀污染物的情形，本研究亦將評估中科附近居民居家室內粒狀物質之濃度與各種金屬之分佈，以了解中科附近居民目前暴露粒狀污染物濃度的背景資料。

## 第二節 研究目的

1. 評估中部科學工業園區台中園區附近居民之肺部健康及相關影響因素。
2. 調查中科台中園區附近學童之肺部健康及相關影響因素。
3. 調查中科台中園區附近住戶居家環境室內二十四小時懸浮微粒質量濃度變化。
4. 比較中科台中園區附近住戶居家環境室內、外懸浮微粒質量濃度之相關性。
5. 調查中科台中園區附近住戶居家環境室內空氣中金屬微粒分佈。
6. 作為中科台中園區附近居民呼吸道健康及其住家粒狀物質之背景資料參考。



## 第二章 文獻探討

### 第一節 中部科學工業園區背景資料

#### 一、中科產業及其可能污染

目前中科園區之廠商尚未全面設置完成及營運，但其設置之產業別與新竹科學園區雷同，產生之污染源應大致相同，故以竹科所排放污染源加以闡述<sup>(2)</sup>。

##### (一) 工業製程污染源

根據新竹科學園區工廠排放背景資料顯示，在園區六大產業中，以積體電路產業產生之污染問題最為嚴重，其次為光電產業，而其他產業對園區之空氣品質影響程度相對較小。園區產生的空氣污染物可大致區分為無機性及揮發性有機氣體兩部分：

#### 1. 煙道排氣中揮發性有機物質排放

各工廠針對積體電路產業及光電產業所排放之主要污染物，大多以異丙酮為主。依各工廠製程及污染防制設備之差異，而產生不同的污染物，如 2-丁酮、甲苯、二甲苯、乙酸丁酯、Propylene glycol monomethylethyl acetate (PGMEA) 及三氯乙烷等為主要污染排放物。

## 2.煙道排氣中無機酸鹼污染排放

根據以往的檢測結果，各工廠所採行的空氣污染防制設備，大多以濕式洗滌塔為主，其排放削減率，除少數工廠外大多可符合目前法規要求，但仍需針對排放量較高及危害性較大之污染物進行評估，例如氨氣、硫酸液滴及氯氣等。

## 3.製程中白煙排放

半導體業製程中在晶片酸洗時，會產生氯化銨之白色煙霧，一般的空氣污染防治設備對於次微米微粒的去除效率偏低，加上廢氣經設備處理後相對溼度增加，容易造成白煙的產生，此種煙霧含有許多細微毒性粉塵，目前可利用特定的處理設備以提升白煙的去除效率

## 4.溫室效應氣體之排放

積體電路製程中必須使用某些特殊氣體作為反應器清洗及乾蝕刻用途，這些穩定氣體如全氟化物（PFC，如  $\text{CF}_4$ 、 $\text{C}_2\text{F}_6$ ）、含氫的氟化物（HPFC、 $\text{HCF}_3$ ）、 $\text{SF}_6$ 、 $\text{NF}_3$ 、 $\text{N}_2\text{O}$  等特殊氣體，在半導體廠中多使用在乾蝕刻製程及清洗某些製成的用途。這些特殊氣體的使用效率不高且無法有效的處理設備，在機台使用後便直接排放至大氣環境中。而這些穩定氣體也是造成地球暖化的因素之一。

由於中科生產製程繁雜多樣，且製程中使用化學物質種類亦相當

多，下表為六大產業廠商可能產生之主要空氣污染：

產業別	次產業別	主要空氣污染物
積體電路產業	晶圓製造	酸性廢氣、鹼性廢氣、有機廢氣、粉塵
	光罩製造	有機廢氣 (IPA、酮類)、酸性廢氣 (硫酸液滴)
	週邊產業 (以導線架製作為例)	酸性廢氣 (鹽酸)、鹼性廢氣 (碳酸鈉)、氟系廢氣
	晶片製造	酸性廢氣、鹼性廢氣、有機溶劑廢氣、毒性氣體、燃燒性氣體
	封裝製造	酸鹼廢氣 (電鍍區)、錫燻煙 (浸錫區)、有機溶劑蒸氣 (三氯乙烷、丙烷)、酸氣 (清洗過程)
光電產業	光電材料元件系統	酸性蒸氣、有機廢氣、毒性氣體 (含氟化物)、可燃性氣體、含砷廢氣
	顯像管 (以製造彩色映像管為例)	酸性廢氣 (鹽酸)、鹼性廢氣 (碳酸鈉)、氟系廢氣
	平面顯示器	毒性氣體、有機性氣體、酸氣
	電池	粉塵
電腦及週邊產業	微電腦系統	鉍錫煙 (含錫鉛、松香)、臭味
	儲存設備	酸性廢氣 (含硝酸、硫酸、硼酸)、有機廢氣 (IPA)
	輸入設備	鉍錫煙 (含錫、鉛)、有機廢氣 (IPA、松香)
通訊產業	局用交換設備	鉍錫煙 (含鉛)、粒狀物、有機廢氣
	局端傳輸設備	有機廢氣 (IPA、三氯乙烷)、鉍錫煙
	用戶終端設備	有機廢氣 (IPA、三氯乙烷)、鉍錫煙
	無線通訊設備 (有黃光、顯影、蝕刻、電鍍製程者)	酸性氣體、有機廢氣 (三氯乙烷、丙酮、甲苯、乙酸丁酯、CN)
精密機械	製造 LD、CD-R、CD-RW、MO 等	粒狀物、硫氧化物、氮氧化物、有機廢氣、Ni
	生產碳化鎢素材及輓輪	粉塵 (鈷、碳化鈦、碳化鎢)、有機廢氣 (腊、正庚烷)
生物技術產業	疫苗製藥 (以生產 cefazolin 及生物殺菌計為例)	酸性廢氣 (鹽酸)、有機廢氣 (二氯甲烷、三氯甲氧醯、正己烷)
	檢驗試劑	有機溶劑 (苯、丙酮)

## (二) 污水處理廠

污水處理廠在處理各工廠製程廢水時，可能將原本溶於廢水的有機溶劑、酸鹼液等經由某些作用，促使 VOCs、酸鹼氣體加速揮發及散佈於空氣中，而造成另類之空氣污染來源。美國已在 1990 年將廢水處理過程所造成之逸散源列入評估，並認定為主要排放源之一。

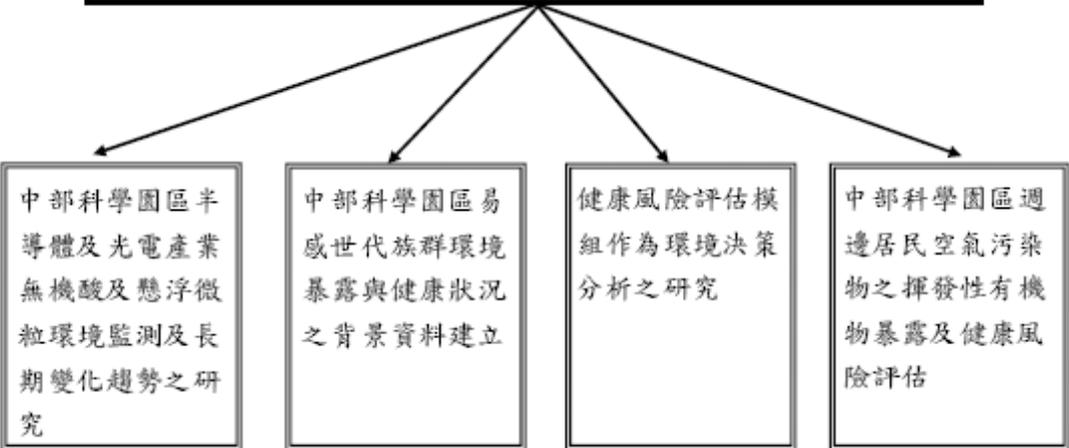
## (三) 交通工具的廢氣排放

交通工具亦是園區內空氣污染的來源之一，由交通工具排放之氣體包括 VOCs、CO<sub>2</sub>、CO 及 NO<sub>x</sub> 等，經由這些大量交通工具所排放的廢氣及粒狀物對於園區內空氣品質具有相當程度的影響。

## 二、空汙防治整合型計畫架構

國科會永續發展研究推動委員會（簡稱永續會）為配合行政院環保署全力推動空氣品質維護工作，以善用空氣污染防治基金之研究資源，於九十四年委託本校執行有關空氣污染對環境與人體健康影響及危害風險研究計畫名稱為：建立中部科學園區開發所致空氣污染之健康風險評估模組。此整合型研究計畫透過四個子計畫，監測中科附近之無機酸、懸浮微粒、揮發性有機物的排放，建立污染排放清單，以進行危害鑑定與暴露評估，同時並進行流病健康評估，以建立中科開發對環境及人體健康所致危害風險評估。本計畫架構如下：

建立中部科學園區開發所致空氣污染之健康風險評估模組



## 第二節 住家室內、外懸浮微粒濃度

### 一、懸浮微粒的特性

大氣中的懸浮微粒係指懸浮在空氣中之固態或液態微粒，其粒徑範圍從  $0.001\mu\text{m}$ ~ $100\mu\text{m}$  涵蓋甚廣，一般常以「氣動粒徑」來代表該懸浮微粒之直徑，氣動粒徑是指若一單位密度為  $1\text{g}/\text{cm}^3$  之圓球形粒子在標準狀態（STP）下，具有與該微粒相同之終端沉降速度，則該圓球形粒子之直徑即代表該微粒之氣動粒徑；而空氣中懸浮微粒之濃度則最常以質量濃度（mass concentration）和粒數濃度（number concentration）來表示。

懸浮微粒的來源可分為原生性氣膠及衍生性（或稱二次）氣膠。原生性氣膠是由污染物直接排放而來的，如地殼元素、燃燒排放、海鹽飛沫、土壤或街塵等；衍生性氣膠則主要由原生性氣膠與大氣中的氣相經化學反應所產生，經反應後其主要成分為硫酸鹽（sulfate）及硝酸鹽（nitrate）。

ACGIH 將懸浮微粒依其粒徑大小又可分為，可吸入性（inhalable）、胸腔性（thoracic）及可呼吸性（respirable）微粒，當此三部分的捕集效率為 50% 時，其對應之氣動直徑為  $100\mu\text{m}$ 、 $10\mu\text{m}$  及  $4\mu\text{m}$ 。其對於人體造成之危害與其在呼吸系統內的沉積位置有相當密切的關係，而沉積的位置又與本身之粒徑有關，因此微粒之粒徑為影響健康的關鍵之一。可吸入性微粒（大於  $10\mu\text{m}$ ）只能經由口、鼻進入，無法通過

頭部之呼吸道區，危害僅限於口鼻；胸腔性微粒可通過咽喉以下到達胸腔（ $4\mu\text{m}\sim 10\mu\text{m}$ ）；而可呼吸性微粒（ $4\mu\text{m}$  以下）可到達終端支氣管之氣體交換區，危害最大。此外，一般也依其粒徑大小分為粗粒徑（coarse particle）— $\text{PM}_{10}\sim\text{PM}_{2.5}$ 、細粒徑（fine particle）— $\text{PM}_1\sim\text{PM}_{2.5}$  及超細粒徑（ultrafine particle）— $\text{PM}_1$ 。

粒狀空氣污染物是由不同粒徑、成分及來源之固體與液滴之混合而成，其對人體之危害依其微粒的成分、物化特性及粒徑大小有所差異。

## 二、室外空氣懸浮微粒

Chow (1994)<sup>(3)</sup> 等人於美國加州南部六個屬於工業區、商業區、住宅區及農業區的地點，進行夏秋兩季的採樣，採樣結果顯示夏季  $\text{PM}_{10}$  濃度在  $17.4\mu\text{g}/\text{m}^3$  至  $120.6\mu\text{g}/\text{m}^3$  之間， $\text{PM}_{2.5}$  則在  $9.7\mu\text{g}/\text{m}^3$  至  $63.9\mu\text{g}/\text{m}^3$  之間；在秋季， $\text{PM}_{10}$  濃度介於  $85.1\mu\text{g}/\text{m}^3$  至  $112.0\mu\text{g}/\text{m}^3$  之間， $\text{PM}_{2.5}$  則在  $68.9\mu\text{g}/\text{m}^3$  至  $90.2\mu\text{g}/\text{m}^3$  之間。而在有工廠與鄰近工廠地區的地點其懸浮微粒之質量濃度較高。 $\text{PM}_{2.5}$  與  $\text{PM}_{10}$  質量濃度的比值約為 1/2 至 2/3，一般  $\text{PM}_{2.5}$  濃度佔  $\text{PM}_{10}$  的 50% 以上，且以秋季之比例較高。故位於工業區或其鄰近地區，其空氣中懸浮微粒之濃度則較高。

Chio (2004)<sup>(4)</sup> 等人於 1998 年八月至 1999 年三月份別於台中市區及海岸區採集  $\text{PM}_{2.5}$  和  $\text{PM}_{2.5-10}$ ，並分析其成分，以了解不同型態的地區其  $\text{PM}_{10}$  的組成是否有異。研究結果指出在台中市區的  $\text{PM}_{10}$ ，以交通源為

最主要之貢獻來源，其次為地殼元素，二次氣膠、生質燃燒、工業排放及海洋飛沫；海岸區 PM<sub>10</sub> 的來源與市區大致相同，但海洋飛沫的排序為第四，且其濃度顯著高於市區。在兩地區空氣品質較佳的時間，若 PM<sub>10</sub> 濃度突發性地升高（episodic）時，除交通源外，生質燃燒及二次氣膠為另一主要來源，此 episodic 於市區好發於秋天及冬天，海岸區則於春天。

國內林（2000）<sup>(5)</sup> 研究大氣環境 PM<sub>1</sub>、PM<sub>2.5</sub> 及 PM<sub>10</sub> 微粒的特性，比較台北不同性質之空氣監測站資料，一般測站之 PM<sub>1</sub>，PM<sub>2.5</sub> 及 PM<sub>10</sub> 之質量濃度分別為 14.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，24.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  及 48.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ；交通測站之 PM<sub>1</sub>，PM<sub>2.5</sub> 及 PM<sub>10</sub> 之質量濃度分別為 29.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，34.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  及 46.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。而質量濃度 PM<sub>1</sub>/PM<sub>10</sub>，PM<sub>2.5</sub>/PM<sub>10</sub> 及 PM<sub>1</sub>/PM<sub>2.5</sub> 在一般測站及交通測站各為 0.43，0.56，0.77 及 0.52，0.58，0.9。而 PM<sub>1</sub>，PM<sub>2.5</sub> 及 PM<sub>10</sub> 之含碳比例在一般測站及交通測站分別為 0.63，0.54，0.38 及 0.80，0.71，0.60；而 PM<sub>1</sub>，PM<sub>2.5</sub> 及 PM<sub>10</sub> 之有機碳與元素碳濃度比值（OC/EC ratio），在一般測站為 1.79，1.28，1.40，在交通測站為 1.01，1.07，1.46。由此可知交通污染源產生的懸浮微粒大多在 1  $\mu\text{m}$  以下，且元素碳佔極大部分的比例。

蘇（2000）<sup>(6)</sup> 針對新竹工業園區空氣污染物之懸浮微粒的調查分析，於該區周界設立研究中心進行 11 天密集採樣，量測總懸浮微粒（TSP）、PM<sub>2.5</sub> 和 PM<sub>2.5</sub>~PM<sub>10</sub> 的質量濃度、水溶性陽離子及元素組成；並使用工業污染源擴散模式模擬竹科園區懸浮微粒可能分佈情形。空氣

污染物擴散模式 (ISCST3) 分析結果顯示，竹科園區懸浮微粒最高之地點集中在力行路之大門口之出入檢查哨。而研究結果顯示 TSP 元素組成以  $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{Cl}^-$  及  $\text{NH}_4^+$  為主，其次依序為 Al、Fe 及 Ca 等地殼元素。PM<sub>2.5</sub> 與 PM<sub>2.5</sub>~PM<sub>10</sub> 中，含有地殼元素 Fe、K、Ca、Al、Mg 濃度亦相當高；而園區內懸浮微粒中  $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{Cl}^-$ 、As、Se 等元素有明顯濃度偏高的現象，作者推測應由半導體製程所排放酸鹼氣體與毒性物質而來；此外，作者並利用三種分析方法分別推測此三種粒徑之來源，整理如下表：

分析方法	TSP	PM <sub>2.5</sub> ~PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>
加強因子分析	海洋飛沫或其他人為工業影響		
因子分析	土壤、街塵、營建工程、交通與海洋飛沫	土壤、街塵與營建工程	交通污染與硫酸鹽
化學質量平衡受體模式	土壤 (18~45%)、街塵 (1~17%)、硝酸鹽 (6~9%)、海洋飛沫 (4~7%)、柴油車輛 (2~8%)		

此外，在受體模式解析過程中發現化學質量平衡受體模式 37~52% 未解析量，且由因子分析中，尚有些物種無法判別其污染來源，推斷應與半導體工業污染源有其特定指標元素所導致。

### 三、室內空氣懸浮微粒

人體除了在室外暴露懸浮微粒外，室內來源也是暴露的途徑，一般人每天平均有 96% 的時間都處於室內 (Williams, 2000)<sup>(7)</sup> 的我們所關注的。目前我國尚無針對室內空氣品質訂定相關的法規，只有建議數值，沈 (2005)<sup>(8)</sup> 整理國內各室內懸浮微粒建議值，依照不同場所，建議數值

如附表一。

室內空氣懸浮微粒之濃度，根劇 Kamens (1991)<sup>(9)</sup> 等人於三戶無吸菸成員的住家，調查室內空氣懸浮微粒濃度，PM<sub>2.5</sub> 佔全部濃度的 37%，PM<sub>2.5</sub>-PM<sub>10</sub> 佔 26%，粒徑大於 PM<sub>10</sub> 則佔 37%；在烹飪時則明顯增加了室內粒徑較小之微粒濃度，是 PM<sub>2.5</sub> 最重要的來源，且烹飪型態以油煎炸的影響較大；而吸塵器清掃則明顯增加了粒徑大於 PM<sub>2.5</sub> 的微粒濃度。

#### 四、室內、外空氣懸浮微粒濃度相關性

室內空氣懸浮微粒的濃度常受到室外濃度的影響，而室內與室外濃度的比值 (I/O) 可用來表示室內、外濃度的不同，作為室內污染源與室外污染源間相關性的指標，若無室內特定污染源則其 I/O 小於或等於 1 (Chao,1998)<sup>(10)</sup>。室內與室外空氣品質當室外空氣品質不佳時，處於室內相對可以避免暴露室外的空氣污染物 (Byrne,1998)<sup>(11)</sup>，但室外微粒仍可透過各種物理方式滲透或侵入室內，因此室內空氣懸浮微粒濃度易受室外濃度的影響。

在空氣污染物中，硫氧化物 (sulphur) 由大氣中硫化物氧化所產生，硫化物會與已存在的微粒濃縮成為新的物質，因此大氣中的微粒大多都含有微量的硫氧化物，其粒徑範圍主要分布在較小的粒徑 PM<sub>1</sub> 或甚至更小的粒徑。在一般的室內污染源大多不會產生硫氧化物，此種物質在大氣外濃度的解釋係數在許多文獻中皆相當高，可作為室外懸浮微粒

物質代表性空氣污染的指標物 ( Jones,2000; Hanninen,2004; Geller,2002 )

(12-14)。

室外懸浮微粒濃度及分布如何影響室內，受到太多因素的影響，隨著國家、住家環境、住家型態、通風方式的不同，以及不同的研究，結果也都不儘相同。

Jones (2000)<sup>(12)</sup> 等人利用 TEOM 及 Andersen cascade impactors 針對英國九個家庭室內外空氣懸浮微粒的相關性調查，其中緊鄰市中心道路旁的住家二室內 PM<sub>2.5</sub> 質量濃度平均為 7.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，室外為 9.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ；PM<sub>1</sub> 質量濃度平均在市中心道路旁的住家四室內為 9.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，室外為 8.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，住家五室內為 8.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，室外為 8.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，在自然通風為主的郊區住家四室內為 12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，室外為 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ；PM<sub>10</sub> 質量濃度平均在位於高樓住家一室內為 16 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，室外為 15.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。此結果指出當自然通風增加、室內活動減少時，室內與室外 PM<sub>10</sub> 濃度之相關性最高，從室外穿透的氣懸微粒有可能是影響室內粒狀物濃度的重要因子。此研究配合個人時間活動量表可以顯示，室內污染源中烹飪、吸菸、打掃及一般的活動皆會使 PM<sub>10</sub> 濃度升高，其中以烹飪與吸菸是室內 PM<sub>2.5</sub> 與 PM<sub>1</sub> 的主要污染源。此外，在部分住戶也有分析元素碳 (EC) 及有機碳 (OC) 的 I/O 比值，EC 的 I/O 為 0.6~4.3，OC 的 I/O 則為 2.2~7.7，且多出現於粒徑較小的微粒中，推估應是室內烹飪與吸菸燃燒所造成。硫酸化合物是可用

來代表室外污染物的指標物質。此外，硫酸化合物  $PM_1$  的 I/O 比(0.8)與  $PM_{10}$  的 I/O 比(0.6)，顯示粒徑較小的室外懸浮微粒較易進入室內。

2002 年在美國加州西南部較溫暖的科契拉谷 (Coachella Valley)，Geller<sup>(14)</sup> 等人徵求十三個自願的住戶於冬天和春天進行室內、外空氣懸浮微粒的採樣。在室內將個人微粒採樣器放置於人最常活動的客廳或房間，室外則放置於前院或陽臺，每戶二至四次，每次 23 小時的懸浮微粒採樣，並分析其微量元素、金屬、元素碳及有機碳的含量。在  $PM_{2.5}/PM_{10}$  的濃度比值上，室內為 74.3%，而室外則是 61%；粗懸浮微粒( $PM_{2.5}\sim PM_{10}$ )濃度在室內、外的比值 (I/O) 為 0.66，且室外粗懸浮微粒濃度顯著性高於室內；細懸浮微粒 (氣動直徑  $< PM_{2.5}$ ) 濃度 I/O 比為 1.03，而室內與室外濃度並無顯著差異。其室外懸浮微粒濃度的解釋係數 ( $R^2$ ) 在粗粒徑與細粒徑分別只有 35%及 37%，推測應是由於有室內其他污染源所造成。EC 的 I/O 比為 0.85，室外 EC 濃度的解釋係數為 45%，推測來自道路交通源，不完全燃燒反應的元素碳應是由室外滲透入室內，此結果與 Jones<sup>(12)</sup> 等人的結果相似。OC 在室內、外皆是重要的成分，其各佔細粒徑總濃度的 41%、61%，室內 OC 濃度也確實高於室外濃度，且 I/O 比為 1.77，為室內污染源的主要成分；室外 OC 濃度的解釋係數為 63%，因此作者推測室內 OC 的濃度也有可能來自於室外 OC 微粒的滲入。在各種微量元素與金屬元素分析中，以硫氧化物室外濃度的解釋係數最高；其他

室外源的金屬如鋁、鐵、鈦、鋅在細粒徑的室外濃度解釋係數亦較高 (59%~58%)、此外，對於各細粒徑的微量元素與金屬元素之室外濃度的解釋係數皆高於粗粒徑，乃是由於其粒徑分布皆以細粒徑或超細粒徑為主。

2004 年 Liu<sup>(15)</sup> 等人調查北京五個地區共四十九個公共場所室內、外空氣懸浮微粒，這四十九個公共場所代表不同的室內活動型態，藉此探討不同室內型態其微粒濃度的特性。研究結果顯示大部分的室內微粒濃度皆受到室外交通流量的影響，且其 I/O 比在 TSP、PM<sub>10</sub>、PM<sub>2.5</sub> 及 PM<sub>1</sub> 大多小於 1；公共場所中以餐廳在各粒徑平均濃度皆最高，且 I/O 比在 PM<sub>2.5</sub> 及 PM<sub>1</sub> 兩粒徑範圍都大於 1，推測應是室內經常有加熱和烹飪的過程所致；所有場所中以圖書館在各粒徑平均濃度皆最低，I/O 比值除在各粒徑皆小於 1 外，數值也是最低的，相較於濃度次低的超級市場，圖書館雖常清掃但由於不使用吸塵器，較不易產生懸浮微粒，尤其是細粒徑的微粒。因此室內若無特殊污染來源，其懸浮微粒濃度主要受室外濃度影響。

Hanninen (2004)<sup>(13)</sup> 等人於歐洲選取四戶位在四個不同城市的無吸菸成員住家，同時進行 48 小時室內與室外 PM<sub>2.5</sub> 的採樣。經由逐步迴歸分析得知，空氣交換率、PVC 地板、家庭成員數、平均個人空間、建築物年齡及是否有車庫皆是影響室內源 PM<sub>2.5</sub> 濃度的顯著變項。其中增加

空氣交換率可減少室內源微粒濃度 ( $\beta_1 = -1.24$ ,  $P=0.02$ )，而使用 PVC 地板則與  $PM_{2.5}$  濃度是正相關 ( $\beta_1 = 2.13$ ,  $P=0.02$ )。

在國內林(2000)<sup>(5)</sup>在台北住家採集室內及室外  $PM_1$  與  $PM_{2.5}$  之懸浮微粒，夏季室內  $PM_1$  濃度為  $25.4\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，室外為  $24.8\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，I/O 值為 1.05；室內  $PM_{2.5}$  為  $36.6\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，室外為  $36.3\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，I/O 值為 1.03；冬季室內  $PM_1$  濃度為  $26.4\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，室外為  $27.0\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，I/O 值為 1.01，室內  $PM_{2.5}$  為  $38.7\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，室外為  $38.3\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，I/O 值為 1.08。夏季室內質量濃度  $PM_1/PM_{2.5}$  比值為 0.69，室外為 0.68；冬季室內  $PM_1/PM_{2.5}$  為 0.67，室外為 0.71。室內與室外環境之  $PM_1/PM_{2.5}$  比值並無統計上之差異。此外，夏季室內  $PM_1$  與  $PM_{2.5}$  微粒中，OC/EC 比值各為 2.17，2.99，冬季為 1.98，2.62，夏季的 OC/EC 比值比冬季高，可知夏季的光化學反應較強烈，使 OC 高出許多；而室內之比值又比室外高，則是因為室內烹飪和吸菸使 OC 高出許多。

當有室內污染源時，室內與室外空氣懸浮微粒的相關性較不高，尤其當有加熱燃燒過程的烹飪及吸菸時其相關性更是低 (Geller,2002; Abt,2000; Dockery,1980)<sup>(14, 16, 17)</sup>，只有在無室內源微粒時，室內空氣微粒的濃度以及型態是與室外相似的 (Liu,2004; Hussein,2005)<sup>(15, 18)</sup>。因此，根據過去文獻<sup>(7, 9, 12-16, 19)</sup>結果整理顯示，室內空氣懸浮微粒濃度主要受下列因素的影響：室外濃度、室內污染源、空氣交換率、微粒的沉降特性，

以及建築物的年齡與室內裝潢材質均為影響因素。



### 第三節 金屬微粒危害與分佈

懸浮微粒所造成的危害，不止於濃度上的增加，當微粒濃度低卻造成急性影響時，有可能是由於吸入的微粒其本身之毒性或表面積增加所造成，例如暴露於相同懸浮微粒的濃度，但粒徑卻是相當小的超細粒徑微粒（ultrafine particle）<sup>(18)</sup>，或是附著有重金屬的懸浮微粒，其對人體健康即有不同的影響。

#### 一、金屬之危害

由於大氣環境中金屬元素主要吸附於粒狀物表面，並經由呼吸道而進入人體，故其能否進入人體呼吸系統，係由粒狀物粒徑之大小決定。進入人體後金屬是否對人體造成傷害，取決於其粒狀物所含毒性物質及化學性質，當人體暴露於高濃度之重金屬時，會造成不可逆之急毒性影響；而長時間暴露於低濃度之重金屬物質時，則會產生慢性毒性作用。

金屬元素對人體健康之危害性如下表（郭,2002）<sup>(20)</sup>：

金屬元素	對人體之毒害性
Si	暴露於結晶矽中易產生矽肺病（slicosis），容易造成咳嗽、氣喘及肺部間質纖維化
As	累積性之砷具有致癌性，會刺激皮膚，造成支氣管炎。進入人體易與維持細胞膜酵素等生活機能之物質結合降低正常代謝功能而引起中毒，亦會造成肝硬化、門脈硬化、肝癌及肝血管癌，As 亦為著名烏腳病之禍首。
Ba	易引起心臟及腎臟疾病
Be	鈹之化合物一般都具毒性，在高濃度下有致死性。若長期暴露在含鈹之微粒下，將導致如：皮膚炎、結膜炎、慢性及急性肺炎。
Cd	累積性之鎘引起高血壓，影響生殖，肺氣腫，腎受損及新陳代謝發生障礙或所謂的痛痛病

<b>Co</b>	具致癌性及可能為過敏型接觸性皮膚炎之過敏物質
<b>Cr</b>	具致癌性，造成肝臟受損，鼻黏膜發炎，鼻中隔穿孔及引發氣喘。輕者引起皮膚潰爛、浮腫；若過量攝入將引起腹痛、尿毒症，甚至死亡
<b>Cu</b>	同雖非為累積性毒物，但對水生植物之毒性影響大。若人體長期攝入銅將造成肝中毒、刺激消化系統、腹痛等
<b>Fe</b>	鐵中毒，造成塵肺症
<b>Hg</b>	容易蓄積於人體中之腎、肝及腦，對鹵化汞而言將導致中樞神經疾病如水俣病
<b>Mn</b>	具致癌性及急毒性，其燻煙會導致皮膚及呼吸器官疾病
<b>Ni</b>	具致癌性，可能為過敏型接觸性皮膚炎之過敏物質及引起呼吸器官疾病
<b>Pb</b>	對腦和腎造成傷害，常見為鉛中毒，引起中樞神經傷害，導致智力減退、痴呆及失明等現象
<b>Sn</b>	造成廣泛之 X-ray 斑狀陰影，無臨床症狀
<b>V</b>	造成上呼吸道刺激、慢性支氣管炎，具致癌性，導致心臟血管疾病
<b>Zn</b>	氯化鋅被 USEPA 列為優先管制之污染物，人體內含鋅過高將引起疲勞、黏膜刺激、刺激消化系統及關節炎等。若攝入過量時，會引起發育不良、新陳代謝失調及腹瀉

## 二、空氣中之金屬微粒

過去針對金屬懸浮微粒之粒徑調查較少，因此 Antonio (2001)<sup>(21)</sup> 在西班牙的 12 個地區共 41 個採樣點，調查 1996 年春天都市空氣中金屬懸浮微粒粒徑的分佈，採集粒徑共分為六階，範圍自 0.61 $\mu\text{m}$  以下至 10 $\mu\text{m}$ 。採樣結果 TSP 濃度為 79 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，經分析結果後得知，具有潛在毒性的金屬：鎳、鉛及鎘主要都分布在較小的粒徑範圍 (<0.61 $\mu\text{m}$ )，分別佔該金屬濃度的 72.6%、69.4%及 63.8%。鉛的濃度為 63.7 $\text{ng}/\text{m}^3$ ，較其他金屬銅 (26.7 $\text{ng}/\text{m}^3$ )、錳 (16.5 $\text{ng}/\text{m}^3$ )、鎳 (1.97 $\text{ng}/\text{m}^3$ )、鈷 (0.54 $\text{ng}/\text{m}^3$ )、鎘 (0.54 $\text{ng}/\text{m}^3$ ) 之濃度高出許多。此研究顯示金屬懸浮微粒的粒徑甚小，甚至小於 PM<sub>1</sub>，可經由呼吸進入人類的呼吸道，對於健康的影響與防治

的措施都是需要重視的。

Fang (2003)<sup>(22)</sup> 調查台中地區空氣中金屬微粒在 TSP, PM<sub>2.5</sub> 及 PM<sub>2.5-10</sub> 之濃度分布, 自 2001 年七月至 2002 年四月, 在東海大學實驗農場共採集並分析了 43 個 TSP 樣本及 23 個 PM<sub>10</sub> 樣本。TSP 平均濃度為 113.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 以主成分分析後, 發現其中所含金屬元素以之鎂、銅及錳為主要組成, 粒徑 PM<sub>2.5</sub>-PM<sub>10</sub> 濃度為 19.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 金屬元素以鐵及鎳為主, 而 PM<sub>2.5</sub> 濃度為 42.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 金屬元素則以鉛、鋅、鉻及鎳最主要。此外, 分析此採樣地點金屬微粒中各粒徑之來源特性: TSP 主要貢獻源依序為土壤(鐵、鎂)、交通(鉛、鋅)、工業(鎳、鉻); PM<sub>10</sub> 主要貢獻源依序為土壤(鐵、鎂)、工業(鋅、錳)、交通(鉛); PM<sub>2.5</sub> 主要貢獻源依序為土壤(鐵、鎂)、交通(鉛)、工業(鉻、銅)。因此, 應可藉由分析室內懸浮微粒中之金屬成分, 推斷其來源是否為室外之交通、土壤以及工業的排放源等。

## 第四節 健康影響評估

已有許多研究利用不同方法，包括流行病學研究、臨床暴露研究、動物試驗研究，均指出暴露空氣污染對於人體健康會造成之急性或長期的影響，影響的範圍包括了增加呼吸性疾病與症狀<sup>(23-26)</sup>、心肺功能的降低<sup>(27-30)</sup>，以及心臟血管疾病<sup>(31, 32)</sup>，甚至增加上述患者的死亡風險<sup>(33-35)</sup>。此外，其影響程度也因暴露者的特性而有所不同<sup>(36)</sup>，例如肺功能會受年齡、性別、種族<sup>(37)</sup>的影響而有差異，或本身即是易感受性族群的心肺病患者或呼吸道疾病患者，甚至對於成人與孩童健康的影響也不盡相同。

### 一、呼吸性疾病及症狀

#### (一) 對孩童的影響

根據美國的調查<sup>(38)</sup>，孩童尤其是學齡期的兒童或發育期的青少年有較多的時間暴露於室外的空氣，尤其在夏天及午後的時間，其從事動態活動相較長時間處於室內的成人，更增加了暴露空氣污染的影響。孩童暴露空氣污染所造成健康的影響並不完全與成人相同，例如，肺部器官在六歲時才開始發育，此時空氣污染的暴露，便會影響其呼吸系統與免疫系統的發育，雖不致立即有生命的威脅，但卻影響了日後肺部器官與免疫系統等其他身體器官組織的發育情形。

許多研究均指出暴露空氣污染程度與人體呼吸道症狀在統計上有

顯著的正相關，Schwartz (1994)<sup>(39)</sup> 等人追蹤美國六個城市中 1844 位國小學童一年，每日記錄學童呼吸道症狀及大氣污染物濃度，結果得知 PM<sub>10</sub> 及 SO<sub>2</sub> 與咳嗽及下呼吸道症狀有顯著之相關性。

利用橫斷性的研究比較暴露空氣污染程度不同的地區其孩童呼吸道症狀的差異，顯示長期暴露空氣污染可能對於學童的呼吸道症狀造成不良的影響。Peters (1999)<sup>(40)</sup> 等人的橫斷性研究中，以問卷調查位於美國南加州 12 個人口特徵相似、但暴露空氣污染程度不同之社區中的學童，調查其呼吸道疾病之盛行率。問卷調查內容包括四、七和十年級學童之居住史、就醫紀錄、居家特徵、生活型態以及戶外活動的時間和型態；呼吸道疾病包括醫師診斷有氣喘、近期內氣喘是否發作、過去十二個月中無氣喘者是否發生喘鳴、過去十二個月中是否發生支氣管炎，以及過去十二個月中是否有咳嗽；空氣污染資料則來自空氣監測站資料及本研究另外設置的採樣設備。結果顯示女生的呼吸道疾病盛行率較高，家中有養寵物者、有害蟲者、較潮濕者、父母有氣喘者、以及家人有吸菸者，呼吸道疾病盛行率較高；此外，喘鳴的盛行率與空氣中酸性氣膠濃度 (OR=1.45; 95%CI=1.14~1.83) 及 NO<sub>2</sub> (OR=1.54; 95%CI=1.08~2.19) 濃度有顯著之正相關。其他類似的研究另有 Braun-Fahrlander (1997)<sup>(41)</sup> 等人調查瑞士 4470 位住在十個不同社區的六至十五歲學童，其空氣污染對該學童呼吸系統、過敏症狀與疾病之影響。該研究在調整其他因素後，

慢性咳嗽、夜間乾咳及支氣管炎，皆與 PM<sub>10</sub>、NO<sub>2</sub> 及 SO<sub>2</sub> 濃度呈正相關；其中 PM<sub>10</sub> 濃度最高之社區與濃度最低之社區間學童罹患慢性咳嗽勝算比 (OR) 值為 3.07 (95%CI=1.62~5.81)；夜間乾咳 OR 值為 2.88 (95%CI=1.69~4.89)；而支氣管炎 OR 值為 2.17 (95%CI=1.21~4.89)。

國內吳(2000)<sup>(42)</sup>以高雄縣四個不同行政區之學童共 1914 位為研究對象，以肺功能檢查、自我報告式的健康問卷調查，及高雄市 1996 年至 1998 年間呼吸系統疾病死亡資料檔案，分析此四地區呼吸系統相關疾病之標準化死亡比，來評估高雄地區空氣品質對人體產生的健康效應。其中以高雄縣美濃鎮的國小學童作為非污染區的對照組，污染資料：SO<sub>2</sub>、CO、NO<sub>2</sub> 以 86 年至 87 年由環保署提供監測紀錄。整體而言，高雄市國小學童肺功能較非污染地區要差，此與 SO<sub>2</sub>、CO 與 NO<sub>2</sub> 方面的污染程度有相關性。六種呼吸系統症狀與疾病情形以楠梓與前鎮區學童較嚴重，其次是美濃鎮、再其次是旗津區，這部分的結果與 O<sub>3</sub> 的污染程度較有統計之相關性。

利用空氣污染暴露程度的改變，推測空氣污染對於健康之影響的研究，則有 Heinrich (2000)<sup>(43)</sup> 等人因德國於 1990 年重新統一後，利用東德地區大氣中 SO<sub>2</sub> 與總懸浮微粒 (TSP) 濃度有減少的趨勢，而改善其空氣品質，便利用此種改變量作為介入措施，藉以研究空氣污染程度降低，民眾呼吸道症狀之盛行率是否因而減少。該研究在三個不同污染特

性的城市中，共選取 2470 位五歲學童及 2814 位十四歲學童，分別於 1992 年~1993 年及 1995 年~1996 年接受問卷調查，分別作為空氣污染程度較高及較低時之呼吸道症狀盛行率。空氣污染資料方面，則採用當地監測站之資料，1993 年時 TSP 之年平均濃度三個城市分別為 65、48 及 44  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，至 1995 年時則為 43、39 及 36  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。而於同期間，1993 年支氣管炎之盛行率分別為 62%、52%及 50%，1995 年則為 47%、40%及 39%。此兩次的研究結果在校正其他可能的預測因子後，可以顯示空氣品質的改善，對於呼吸道疾病的盛行率確實有統計上顯著的影響，支氣管炎之 OR=0.55 (95%CI=0.49~0.62)，中耳炎之 OR=0.83 (95%CI=0.73~0.96)，感冒頻率之 OR=0.74 (95%CI=0.64~0.86)。此研究結果顯示暴露於高空氣污染之非氣喘學童，其呼吸道症狀或疾病盛行率較低污染者為高，且推測空氣污染在短期內的改善，即可使民眾呼吸道疾病盛行率有降低的可能。

而研究空氣污染對於本身為呼吸道疾病之易感受性族群的孩童所造成的影響有 Dockery (1996)<sup>(44)</sup> 等人於捷克追蹤八十九位有氣喘之學童，追蹤時間為七個月 (1991 年至 1992 年)，研究期間每位學童每日均量測其尖峰呼氣量 (PEF)，記錄症狀及氣喘用藥情形。空氣污染物則記錄 SO<sub>2</sub>、TSP 及 PM<sub>10</sub>。研究結果指出，若空氣污染濃度增加時，PEF 則會減少、呼吸道症狀增加、學校出席率降低、用藥行為增加。

由以上文獻結果均可顯示，空氣污染物對於一般孩童及氣喘孩童均會造成其呼吸道症狀之增加或發生，而空氣污染物之中又以粒狀污染物與孩童之支氣管炎、咳嗽及肺功能有較高的相關性，且其濃度的高低亦是其健康影響程度的重要因素之一。

## (二) 對成人的影響

Yang (1997)<sup>(45)</sup> 在台灣調查居住在鄰近石化工業區的居民，長期暴露空氣污染造成呼吸道及其他健康方面的影響。暴露組為 436 位年齡三十歲至六十四歲居住於鄰近石化工業區的居民，非暴露組則為 488 位年齡範圍與暴露組相同、居住於另一無工業及其他明顯污染源地區之居民。呼吸症狀包括了咳嗽、喘鳴、慢性支氣管炎等，但只有急性呼吸道症狀有顯著的差異（暴露組：84.65%，非暴露組：2.1%），例如眼睛的刺激感、噁心感、喉嚨的刺激以及化學物的異味等，但對於其他呼吸道之影響無顯著之差異，此原因仍需進一步探討。Schwartz (1992)<sup>(46)</sup> 以護校的學生為研究對象，以記錄日記的方式持續三年，探究空氣污染是否會延長呼吸道症狀持續的時間。此研究結果顯示空氣污染與呼吸道症狀的發生率有顯著性之影響，在控制溫度及其他的個人危險因子後，光化學氧化物與陣發性咳嗽持續時間 ( $\beta=0.37$ )、咳痰持續時間 ( $\beta=0.31$ )、以及喉嚨痛持續時間 ( $\beta=0.20$ ) 皆有統計上顯著的相關性 ( $P<0.0001$ )。胸腔不舒服與  $\text{SO}_2$  濃度也有統計上顯著的相關性 ( $\beta=0.11$ ,  $P=0.016$ )。

## 二、肺功能下降

在過去橫斷式的調查或追蹤型的研究中，都藉由比較空氣污染程度不同的地區之學童肺功能，以探討空氣污染對孩童肺功能可能造成的影響。相較於成人，肺部器官、呼吸系統及其他免疫系統皆尚未發育完全的孩童，空氣污染對於其肺功能所造成的不良影響將更為顯著<sup>(47-53)</sup>。以下就空氣污染對肺功能的影響分別整理有關成人與孩童的研究如下：

### (一) 對孩童影響的研究

美國南加州大學研究團隊 (Gauderman,2004)<sup>(47)</sup> 於南加州共十二個人口特徵相似但空氣污染型態不同的社區，選取社區內共 1759 位平均年齡為十歲的國小學童 (包括四、七、十年級)，進行長達八年 (1993 年~2001 年) 針對空氣污染影響肺功能發展的追蹤研究。研究過程中，每年春天均實施肺功能檢測，並同時填寫問卷以調查過去一年中氣喘發作的情況、個人吸菸習慣及二手菸暴露情形等；空氣污染暴露資料則是來自十二個社區中的空氣監測站，監測 1994 年到 2000 年間 O<sub>3</sub>、NO<sub>2</sub>、PM<sub>10</sub>、PM<sub>2.5</sub> 及酸性氣體的濃度。在研究結果中，男、女學童八年期間，肺功能增加皆與 NO<sub>2</sub> 濃度呈顯著負相關 (P=0.005)；比較各空氣污染物濃度最低和最高社區間學童肺功能增加之差異，若 NO<sub>2</sub> 濃度高出 34.6ppb，則 FEV<sub>1</sub> 的增加值則低 101.4ml (P=0.005)，若酸性氣體濃度高 9.6ppb，則 FEV<sub>1</sub> 的增加值低 105.8ml (P=0.004)，若 PM<sub>2.5</sub> 濃度高 22.8μg/m<sup>3</sup>，則 FEV<sub>1</sub>

的增加值低 79.7ml (P=0.04)，若 EC 濃度高  $1.2\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，則 FEV<sub>1</sub> 的增加值低 87.9ml (P=0.007)；比較各種空氣污染物濃度對肺功能的影響，在各社區中較低 FEV<sub>1</sub> (low FEV<sub>1</sub>:實測值/預期值 < 80%) 的比例與空氣污染物濃度的相關性，結果顯示除臭氧外，皆為顯著正相關 (PM<sub>2.5</sub>:R=0.66, P=0.02; NO<sub>2</sub>:R=0.75, P=0.005; PM<sub>2.5</sub>:R=0.79, P=0.002; 酸性氣體:R=0.69, P=0.01; EC:R=0.74, P=0.006)。此長達八年的追蹤研究結果，提供了有利的證據，說明暴露高空氣污染對於兒童肺功能的發育可能造成慢性的不良影響。

在澳洲亦有三年的追蹤世代研究，Horak (2002)<sup>(48)</sup> 研究空氣污染對於兒童肺功能發育的影響。研究對象選取澳洲南部八個地區中二到三年級的學童共 975 位，自 1994 年到 1997 年，每年均實施二次肺功能檢測，一次問卷調查；空氣污染資料則來自此八地區的空氣監測站，污染物資料則包括 O<sub>3</sub>、NO<sub>2</sub>、PM<sub>10</sub>、SO<sub>2</sub>。PM<sub>10</sub> 在冬天的平均濃度為  $21.48\mu\text{g}/\text{m}^3$  較夏天 ( $17.4\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) 為高；在調整其他變項後，夏天暴露在 PM<sub>10</sub> 濃度較高的學童，其 FEV<sub>1</sub> 和 MEF<sub>25-75</sub> 增加數值較少，PM<sub>10</sub> 每增加 10ppb，每年 FEV<sub>1</sub> 的成長就減少 84ml/yr，而 MEF<sub>25-75</sub> 每年減少 329ml/yr。顯示空氣污染物中，懸浮微粒的長期暴露是減緩肺功能發育的重要影響因素之一。

另有研究指出當空氣污染程度改變時，來觀察學童肺功能變化，以探討空氣品質的改變是否影響學童肺功能的發育。Avol (2001)<sup>(50)</sup> 等

人利用之前美國南加州大學研究團隊 (Peters,1999)<sup>(40)</sup> 從 1993 年開始追蹤之研究對象中，110 位搬離原本居住地區的學童，持續追蹤其肺功能的變化。結果顯示每年  $PM_{10}$  平均增加  $10\mu\text{g}/\text{m}^3$  時，每年 MMEF 的生長則減少  $16.6\text{ml}/\text{s}$ ，且其中搬至較原居住地  $PM_{10}$  濃度低之地區的學童，肺功能發育情形較佳，但新居住地  $PM_{10}$  濃度較高的學童，肺功能發育情形較差，此種影響可持續了至少 3 年以上。

此外，Timonen (1997)<sup>(54)</sup> 之芬蘭研究七歲到十二歲有氣喘的學童及只有咳嗽症狀的學童與空氣污染物的相關性，研究結果顯示  $PM_{10}$ 、黑煙及  $NO_2$  延遲效應與氣喘學童早上的尖峰吐氣量 (PEF) 減少有顯著的相關性，當  $PM_{10}$  每減少  $1\mu\text{g}/\text{m}^3$  時，PEF 則減少  $0.091\text{ l}/\text{min}$ ，只有咳嗽的學童則無任何顯著影響。但居住於城市中的有咳嗽學童其早、晚之 PEF 及上呼吸道症狀與  $SO_2$  有顯著性相關。顯示氣喘孩童對於空氣污染的感受性較一般學童為高，

影響兒童肺功能發育的因素除外在空氣污染的暴露，室內空氣品質也是大家所關心的，尤其嬰兒時期二十四小時皆在家中，此時期室內空氣污染暴露也是影響兒童日後發育的因素之一。

Jedrychowski (2005)<sup>(55)</sup> 以波蘭 1036 位九歲的學童為研究對象，利用回溯追蹤法收集肺功能檢測資料、問卷調查學童出生後至六個月大的室內污染源，及當時的空氣監測資料，以評估研究出生後的室內空氣

品質與青少年肺功能的相關性。肺功能檢測包括 FEC 及 FEV<sub>1</sub>；問卷調查包括家庭二手菸、出生後六個月內使用加熱系統的情形以及父母的教育程度，其中出生後在需加熱系統季節暴露室內加熱污染情形 (PEIP)，利用學童出生後六個月內冬天的月份數替代並給予計分，例如，0 分代表出生後六個月內沒有經過冬天，及沒有暴露在任何需加熱系統的季節，1 分代表沒有暴露的月份大於三至五個月，2 分代表沒有暴露的月份大於一至二個月，3 分代表暴露達一至二個月，4 分代表暴露達三個月以上，5 分代表暴露達四個月以上，6 分代表暴露達五個月以上，7 分代表暴露超過六個月以上。經複迴歸分析結果，在調整其他變項後，PEIP 增加一分時，FEV<sub>1</sub> 則減少 60ml，FVC 減少 50ml；若在空氣污染程度較高的地區，PEIP 增加一分時，FEV<sub>1</sub> 減少則 130ml，FVC 減少 150ml。該研究結果顯示肺功能較差的青少年可能與出生後冬天室內污染源的散發量有關。

## (二) 對成人健康的影響

Liebrich (1997)<sup>(56)</sup> 等人調查瑞士地區 9651 位十八歲至六十歲成人，長期暴露空氣污染與肺功能之相關性，在控制了年齡、性別、身高、體重、教育程度、國籍、工作暴露及其他相關因素後得知，NO<sub>2</sub>、SO<sub>2</sub>、PM<sub>10</sub> 對於 FVC 及 FEV<sub>1</sub> 有顯著性的影響，且對於有吸菸習慣者或已戒菸者結果皆相同；其中以 PM<sub>10</sub> 每增加 10µg/m<sup>3</sup>，FVC 則減少 3.4% 是本研究空氣污染物中影響最大者。

國內洪 (1993)<sup>(57)</sup> 於台灣北部選取兩個空氣污染不同的地區，比較四十歲以上人口的肺功能，是否受到空氣污染的慢性效應而有差異。利用美國胸腔醫學會 1978 年之胸腔健康問卷，配合胸部 X 光攝影，肺功能測試，以及血清中  $\alpha$ -1-抗胰蛋白酵素的測量。並扣除曾從事可能會影響肺功能之工作如煤礦工及木匠、高空氣污染地區形成前即患有心肺疾病者，胸部 X 光片具有不正常病灶者且與空氣污染無關者，血清中  $\alpha$ -1-抗胰蛋白酵素小於等於 106mg/dl 者，以剩下視為胸部健康之族群作為分析。分析結果顯示所有肺功能參數皆與年齡呈統計上顯著差異；女性大部分肺功能參數與身高呈統計上正相關；而在空氣污染較高地區之居民居住年數方面，不論性別，大多呈統計上有意義的負向相關，結果推論可能是由於長期居住在空氣污染地區會導致慢性肺功能之影響。

另有研究 (Schunemann,2000)<sup>(58)</sup> 指出，肺功能的損害對於生命雖未有立即性的危害，但有可能是造成某一特定疾病死亡率或全死因的預測因子之一，該研究於美國水牛城，進行長達二十九年之追蹤，探究肺功能與死亡之相關性。參與此研究之隨機選取的研究對象中，男性有 554 位，女性則有 641 位，皆從二十歲開始參與此追蹤研究至八十九歲；第一次的肺功能測定於 1960 年至 1961 年進行，後續並每五年進行存活分析；研究結果顯示存活二十五年以上的男性，其 FEV<sub>1</sub> 實測值除預測值的百分比 (FEV<sub>1</sub> 預期值百分比) 與全死亡率呈負相關；全部研究對象中，

FEV<sub>1</sub>% pred 在第一四分位數以下者，其全死因死亡率顯著高於大小在第三四分位數以上者，FEV<sub>1</sub>% pred 在第一四分位數以下者，其全死因 hazard ratio 與在第三四分位數以上者相比，男性是 2.24 (95%CI=1.60~3.13)，女性是 1.81 (95%CI=1.24~2.63)；在缺血性心臟病死亡之 hazard ratio 在男性是 2.11 (95%CI=1.20~3.71)，女性是 1.96 (95%CI=0.99~3.88)。因此肺功能之生理指標未來可以作為人體長期健康評估之預測因子之一。

### 三、心血管疾病的影響

許多研究<sup>(59-61)</sup>均指出空氣污染對於健康的影響大都非立即性生命威脅，而是增加罹患呼吸性疾病、心臟血管等疾病惡化、急診或就醫率增加<sup>(62-64)</sup>、其他疾病的門診罹病危險性增加<sup>(65)</sup>，或對定感受性的族群增加其死亡的危險性。此類空氣污染與疾病及死亡率的相關研究，通常以評估暴露污染所導致健康之慢性效應及累積效應為主。此外，已有許多研究<sup>(66,67)</sup>更發現了空氣污染物當中，粒狀污染物與造成人體心肺疾病率與死亡率有相當大的相關性。

#### (一) 住院率

Burnett(1995)<sup>(68)</sup>等人 1995 年在加拿大奧蘭多市研究該地區 1983 年至 1988 年所有醫院心臟疾病住院率與空氣污染之相關性，結果發現細硫酸鹽微粒每增加 13 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，民眾心臟疾病住院率及呼吸性疾病住院率分

別增加了 2.8%及 3.7%。1999 年時 Burnett (1999)<sup>(69)</sup> 等人則在多倫多以 1980 年至 1994 年該地區醫院住院資料，調查每日呼吸性疾病、心臟疾病、腦血管疾病及周邊血管疾病住院率與每日空氣粒狀污染物之相關性，調整時間趨勢及氣候因子後，發現當 PM<sub>10</sub>、PM<sub>2.5</sub> 及 PM<sub>2.5-10</sub> 每增加 10μg/m<sup>3</sup>，則其心臟疾病住院率分別增加 1.9%、3.3%及 2.9%。

## (二) 死亡率

Samet (2000)<sup>(70)</sup> 等人研究 1987 年至 1997 年美國空氣污染與疾病率及死亡率之相關性，收集了 20 個大城市之空氣污染物包括 PM<sub>10</sub>、O<sub>3</sub>、CO、SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub> 與居民疾病及死亡資料，結果指出 PM<sub>10</sub> 濃度與全死因死亡率、心血管疾病死亡率及呼吸性疾病有顯著性之相關，當 PM<sub>10</sub> 濃度每增加 10μg/m<sup>3</sup>，全死因死亡率就增加 0.51%，呼吸性疾病與心血管疾病死亡率則增加 0.68%，而其他空氣污染物則與死亡率並無明顯之相關性。

Wong (2002)<sup>(71)</sup> 等人以回溯性生態研究方式調查香港自 1995 年至 1998 年每日空氣污染濃度和呼吸性疾病與心血管死亡率之相關性，並收集了八個監測站的污染物資料包括 NO<sub>2</sub>、SO<sub>2</sub>、O<sub>3</sub>、PM<sub>10</sub>。利用 Poisson 迴歸分析後，結果顯示在單一污染物模式中，每一空氣污染物皆與所有呼吸性疾病及缺血性心臟病有顯著性相關，污染物濃度增加 10μg/m<sup>3</sup>，則所有呼吸性疾病死亡之相對為危險性為 1.008~1.015，也就是其死亡相對危險性增加了 0.8%~1.5%，對於缺血性心臟病之相對危險性為：1.009~1.028，

而 NO<sub>2</sub>、O<sub>3</sub>、PM<sub>10</sub> 對於慢性阻塞性肺病（COPD）死亡的相對危險性則比所有呼吸性疾病死亡為高（OR=1.017~1.034）。在多個空氣污染物的模式中，兩個污染物模式時 O<sub>3</sub> 和 SO<sub>2</sub> 皆與所有呼吸性疾病死亡有顯著性的相關（1.015~1.010）；NO<sub>2</sub> 與缺血性心臟病無論在多種空氣污染物模式中，皆有顯著之相關性，當污染物濃度增加 10μg/m<sup>3</sup> 時，其相對危險性增加 1.6%~2.2%。在單一污染物模式中，粒狀污染物和氣狀污染物所造成的影響與其他國家研究結果相同，空氣污染物與呼吸性疾病死亡及心血管疾病死亡也有顯著之相關。

Dockery (1993)<sup>(72)</sup> 等人於美國六個城市追蹤共 111076 人年（person-years）的追蹤世代的研究中，在控制年齡、吸菸、性別、學歷、及職業暴露等其他個人危險因子後，空氣污染與死亡率有相當顯著之相關，空氣污染程度最高的地區與最低的地區其之死亡率比值在調整後為 1.26（95%CI=1.08~1.47），心臟疾病之死亡率調整後為 1.37（95%CI=1.11~1.68），而空氣污染物中又以細微粒的粒狀污染物 PM<sub>2.5</sub>、PM<sub>10</sub> 及硫酸鹽與死亡率的相關性為最高。

其他研究如 Schwartz(1992)<sup>(73)</sup> 等人於美國俄亥俄州 1974 年至 1984 年的研究資料，結果指出利用 Poisson 迴歸分析顯示，控制季節和溫度等其他因子的效應後，TSP 與日死亡率有顯著的相關性，粒狀污染物每增加 100μg/m<sup>3</sup>，則死亡率增加 4%，且控制 TSP 濃度之後，SO<sub>2</sub> 與死亡率的

相關即無統計上顯著的影響。Kelsall (1997)<sup>(74)</sup> 於美國賓州，利用 Poisson 迴歸分析 1974 年至 1988 年的死亡率與空氣污染的相關性，在控制時間趨勢、季節和氣候後，結果顯示當 TSP、SO<sub>2</sub>、O<sub>3</sub> 每分別增加 34.5μg/m<sup>3</sup>、12.9ppb、20.2ppb，則死亡率分別增加 1%、1%、2%。

國內陸 (1997)<sup>(75)</sup> 分析民國八十三年一月至十二月高雄市每物空氣污染物濃度與每日死亡率之關係。利用 Poisson 迴歸模式分析，計算調整季節、工作日、假日、溫度、溼度後空氣污染與全死亡率、心臟血管疾病死亡率、慢性阻塞性肺疾病死亡率和癌症死亡率之相關。結果顯示臭氧之每日最大值及一氧化碳與心臟血管疾病死亡有統計上顯著相關；一氧化氮、氮氧化物、二氧化氮、一氧化碳和癌症死亡率有統計相關，在全死亡率和工作日亦有統計上意義。

過去文獻亦有探討空氣污染程度改善後對於死亡率的影響。愛爾蘭於 1990 年下令禁止在首都都柏林內買賣、使用煙煤，使得此地每月粒狀污染物之平均濃度顯著下降。因此 Clancy (2002)<sup>(76)</sup> 等人便於此時研究該禁止煙煤法令的實施前後對於都柏林居民死亡率的影響。研究中比較法令實施前 72 個月(1984 年九月~1990 年八月)與實施後 72 個月(1990 年九月~1996 年八月)之空氣污染程度、氣候及死亡率差異，並計算年齡標準化死亡率及調整其他影響因素後，結果顯示禁令實施後黑煙的濃度顯著減少 35.6μg/m<sup>3</sup>，約 70%，SO<sub>2</sub> 則顯著減少 11.3μg/m<sup>3</sup>，約 34%，而調

整其他變項後的年齡標準化全死亡率則減少了 5.7% ( $P < 0.0001$ )，平均每年減少 287 人死亡，心血管疾病死亡率下降 10.3% ( $P < 0.0001$ )，平均每年減少 243 人死亡，呼吸性疾病死亡率則下降 15.5 ( $P < 0.0001$ )，平均每年減少 116 人死亡。此種介入性的研究結果指出了若能確實改善或控制空氣污染物，可有效降低居民罹患呼吸性及心血管疾病死亡率。

#### 四、空氣污染物影響人體作用機轉

空氣污染對於死亡之影響機轉至今尚未明確，無論是流行病學或臨床動物的研究，近年來研究的焦點，皆著重於探究空氣污染物如何影響心血管疾病的惡化與發生，進而影響死亡。例如暴露空氣污染物造成心跳速率變化 (Pope, 1999)<sup>(77)</sup>，而心律不整導致死亡、或造成體內何種物質產生濃度或體積構造上的變化等，進而影響人體心血管的功能。

雖然目前對於空氣污染如何造成健康影響之機制尚未全盤了解，但可以確定的機制可能包括了發炎的反應及氧化的傷害。柴油引擎是空氣污染物—懸浮微粒最主要排放來源，Salvi (1999)<sup>(78)</sup> 等人徵求 15 位自願的健康成人同意，在特製的人體暴露腔內，暴露柴油引擎一小時，觀察其氣管及血液的急性發炎反應。結果發現其各項肺功能生理值沒有改變，但在血液及支氣管切片中，嗜中性白血球及 B 淋巴球數量顯著增加，也就是 VCAM-1 及 ICAM-1 細胞增加。這些 C-reactive protein 都是急性發炎反應的重要指標物質。此研究結果證明了大量且急性暴露於柴油引

擎之污染物可造成肺部及身體系統的發炎反應。

Schwartz(2001)<sup>(79)</sup> 針對美國人口研究暴露於空氣污染所致血液中產生影響心血管疾病之因子，利用 Mixed 迴歸分析時，調整年齡、種族、性別、BMI 及吸菸情形後，結果顯示在單一模式分析中，PM<sub>10</sub> 與三種血液因子（纖維蛋白原濃度、血小板數目、白血球細胞數目）皆有統計上顯著的相關，當 PM<sub>10</sub> 濃度從第二十五百分位增加至七十五百分位，纖維蛋白原濃度為百分位數 90th 以上者之 OR 值為 1.77(95%CI=1.26~2.49)；而 SO<sub>2</sub> 濃度只與白血球細胞數目有顯著之相關性，NO<sub>2</sub> 濃度也與纖維蛋白原濃度及血小板數目有顯著之相關性，只有 O<sub>3</sub> 皆未達統計上顯著相關；在二個污染物模式中，PM<sub>10</sub> 與 SO<sub>2</sub> 的分析中，PM<sub>10</sub> 則與白血球細胞數達統計上顯著相關。此研究結果提供了合理的生物贊同性，可推論暴露空氣污染影響到與心血管疾病有關的血液因子進而影響死亡率。

另有研究假設暴露空氣污染物影響心血管疾病是由於急性動脈血管收縮所致 (Brook,2002)<sup>(80)</sup>，此研究是徵求平均年齡 34.9 歲、無吸菸習慣，也沒有冠狀動脈心臟病及其他危險因子，共 25 位成人暴露濃度 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  之細微粒狀物及濃度 120ppb 之 O<sub>3</sub> 二小時，在暴露前及後十分鐘內，試驗者與檢查人員均在雙盲設計下，以超音波量測血管內徑以及流量，且於兩天後再進行同一試驗。研究結果顯示暴露組之臂動脈較狹窄 (-0.09 $\pm$ 0.15mm vs. +0.01 $\pm$ 0.18mm, P=0.03)，但流量及脈搏數並無顯

著性之差異。結論指出暴露於空氣污染物中，可能是導致冠狀動脈血管緊縮，而造成住院或死亡的原因之一。



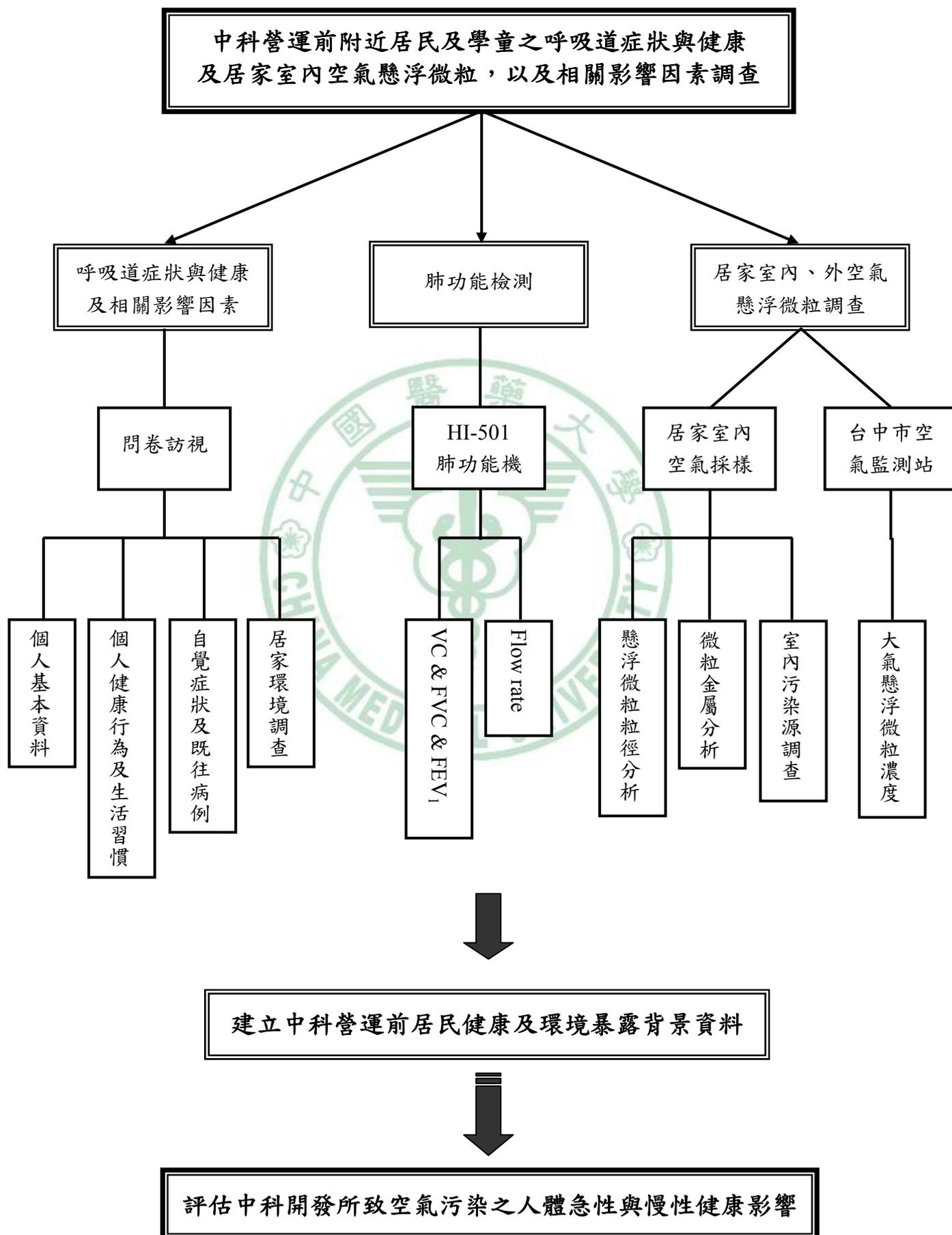
## 第三章 研究方法

### 第一節 研究設計

影響呼吸道症狀的因素相當多，例如：家族遺傳、個人健康行為、空氣污染物的刺激等，本研究利用橫斷性研究，調查研究對象呼吸道症狀及疾病的盛行率及相關影響因素，並調查其室內空氣懸浮微粒濃度及可能的室內污染源，建立中部科學工業園區營運前研究對象的呼吸道症狀及居家室內空氣微粒濃度背景資料，作為未來持續追蹤之比較，以評估中科開發前後對於附近居民所帶來的健康影響。



## 研究架構



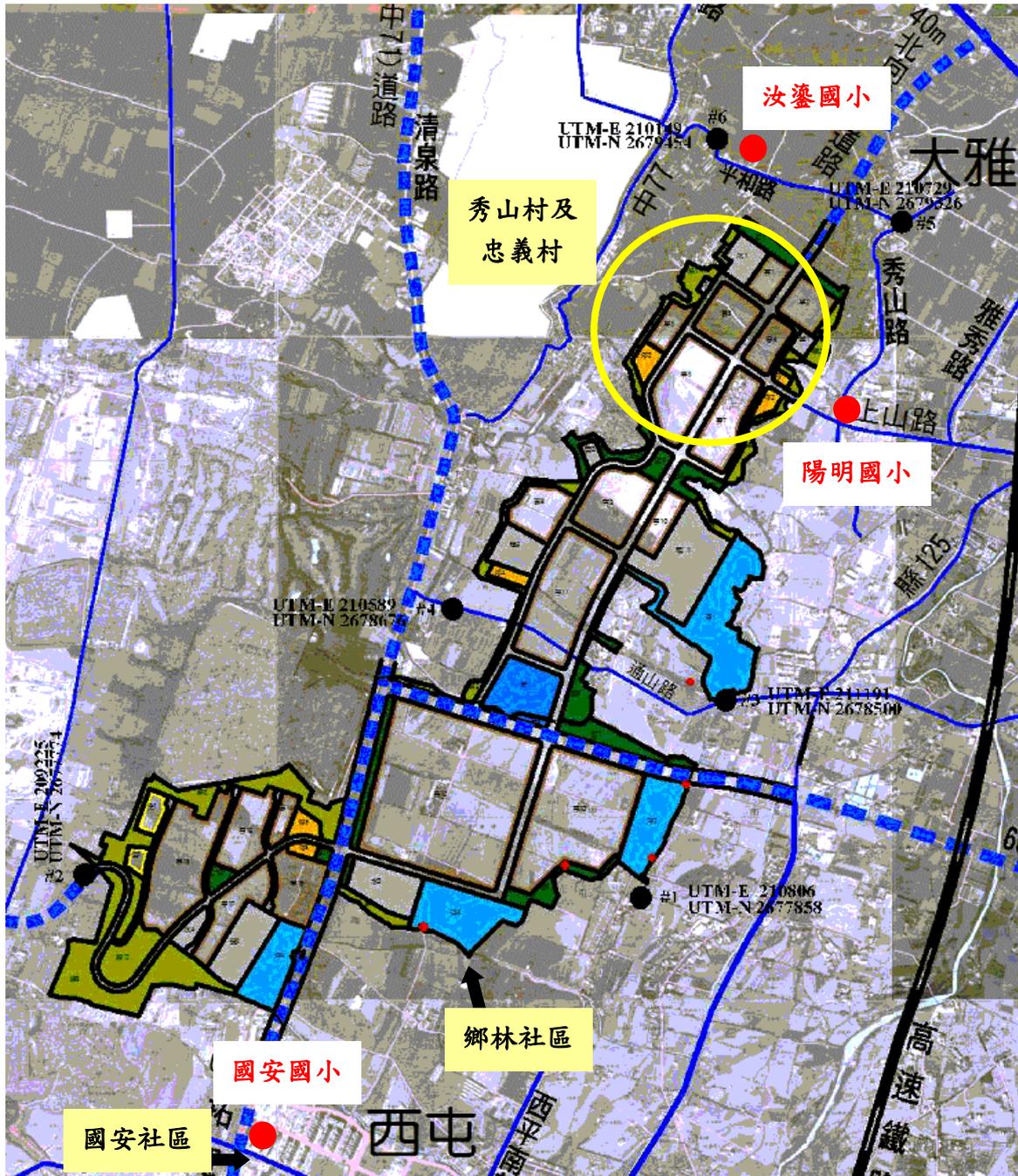
## 第二節 研究對象

研究對象之選取乃參考 ISC 空汙擴散模式，模擬台中科學工業園區產生的空氣污染物所可能影響的範圍，再選取該範圍中的社區居民及國民小學學童。

### 一、參與問卷之研究對象

社區族群：共計有二百九十八位，包括了位於台中市的國安社區甲區、國安社區乙區、鄉林社區，以及台中縣的秀山村與忠義村老年居民，位置如圖一。位於東大路與西屯路口之國安社區，鄰近中科園區南邊通往中港路之道路要衝，未來中科營運後，除了中科產業所排放之空氣污染物將可能擴散至此處外，其交通位置為中科通往台中主要幹道之必經道路，交通流量增加所造成的污染，勢必也為居民帶來不小的影響；秀山村與忠義村位於中科北邊，人口結構主要以年長者及學童居多，該村原有的田園、綠樹因為中科的開發而消失，對於長久以來生活在如此清新環境的村民而言，中科帶來的不止是居住環境的改變，未來工廠產生的污染物、交通流量的大增將嚴重影響居民的生活品質。

學童族群：三所緊鄰於中科園區的國民小學皆納入本研究，包括了位於東大路與國安一路口之台中市立國安國民小學、位於秀山村之台中縣立陽明國民國小及台中縣立汝鑿國民國小。以三所國民小學五年級和六年級之男、女學童為研究對象。三所國民小學之位置如圖一：



圖一、研究對象位置分布

依上述選取鄰近中科園區之三所國民小學，人數分述如下：

(一) 國安國民小學—位於東大路與國安一路口，相對位於中科園區西南邊。該校五年級共有十二個班級，由校方以隨機選取一班、二班、四班、六班、十班、十二班，共六個班級進行問卷訪視；六年級共有十二個班級，亦由校方以隨機選取二班、三班、四班、五班、六班、九班，共六個班級進行問卷訪視。共計有三百八十七位學童參與問卷訪視。

(二) 陽明國民小學—坐落於中科園區旁大雅鄉秀山村中，位於秀山路與上山路附近，從校園中即可看到中科之廠房，相對位於中科園區之東北邊。該校五、六年級皆各有兩個班級，四班級學童全部參與問卷訪視。共計有八十六位學童參與問卷訪視。

(三) 汝鑾國民小學—坐落於中科旁大雅鄉秀山村中，位於平和路與秀山路附近，並鄰近中科園區之北向聯外道路—科大路，相對於中科園區之北邊。該校五、六年級皆各有兩個班級，四班級學童全部進行問卷訪視。共計有七十六位學童參與問卷訪視。三所中科園區旁之國民小學共計有五百四十九位學童參與問卷訪視。

(四) 除中科園區旁之三所國民小學，本研究另選取工業進駐較少、空氣污染程度較低的新社鄉國民小學學童為對照組，包括台中縣立大南國民小學及台中縣立新社國民小學，兩所學校之五、六年級所有學

生，共計有四百三十七位學童參與問卷訪視。

## 二、室內空氣採樣之住戶

為了解室內空氣懸浮微粒濃度是否受室外影響，從自願參與室內空氣採樣的社區居民中，選定樓層、吸菸情況不同之家庭，共有五戶作為研究對象，其中三戶家庭有吸菸成員，分別位於國安國宅一、三、六及十樓。



### 第三節 研究工具的擬定及執行程序

依研究架構所示，研究工具包括問卷、肺功能計及室內空氣採樣及分析，分述如下：

#### 一、問卷工具之擬定及調查

##### (一) 問卷工具之擬定

1. 問卷內容之擬定：本研究之問卷版本有二種，一為針對國小學童之呼吸道症狀與健康調查問卷，另一為居民之呼吸道症狀與健康調查問卷，兩版本內容之差異僅在於描述問題之語氣，並將部分不適合用之問題刪除，例如嚼檳榔、飲酒習慣等等。此問卷之擬定主要參考美國胸腔醫學會 1978 年之胸腔健康問卷、衛生署國民健康局研擬之調查民眾健康及求醫資料問卷、以及其他國內外相關文獻著作彙整改編而成，如附件一。主要分為以下部分（以居民健康調查問卷說明）：

(1) 個人基本資料—包括年齡、性別、教育程度、婚姻狀況等。

(2) 個人健康行為及生活習慣—包括吸菸習慣、喝酒習慣、嚼檳榔習慣、戶外活動之頻率及型態，以及室內、外活動時間之調查。

(3) 飲食情況調查—為調整生物偵測之干擾，調查近期食用燒烤類食物之情形。

(4) 自覺症狀及既往病歷—利用美國胸腔學會（ATS）1978 年之

胸腔健康問卷，調查受訪者之呼吸道症狀如：咳嗽、咳痰、喘鳴、呼吸短促、感冒及胸部疾病，以及過去病史與就醫情況。呼吸道症狀嚴重度並參考該份問卷之分級標準，第 0 級代表正常，1-5 級為異常，級數越高症狀越嚴重。

(5) 居家環境調查—包括房屋及居住型態，如坪數、居住時間、房屋型式、家中是否鋪設地毯、是否使用空氣清靜設備、最常使用的通風方式等；並調查居家室內污染源，如吸菸情形、飼養寵物、使用蚊香習慣、炊具型式、潮濕狀況等。

2. 問卷專家效度審查：將研擬完成之呼吸道症狀與健康調查問卷交予與相關領域專家學者—中國醫藥大學附設醫院家庭醫學科主任劉秋松醫師、中國醫藥大學環境醫學研究所梁文敏副教授，以及中國醫藥大學職業安全與衛生學系張大元助理教授進行效度審查。

審查意見包括：在健康行為方面，應將喝酒習慣與嚼檳榔習慣給予明確之定義，以利受訪者作答；在居家環境調查方面，居住通風方法應給予更多選項或改為複選作答，以確保選項包含受訪者之答案；以及其他少部份不適用之題目刪除或修改，使此份問卷更具效力。

3. 問卷再測信度：完成專家效度審查，並依其建議修改問卷後，予十位不同年齡之受測者測驗該份問卷二次，時間間隔為十天，測驗該份問卷之再測信度。

## (二) 呼吸道症狀及健康調查

1. 學童問卷調查：選定三所中科附近之國民小學與二所位於新社鄉，作為對照組的國民小學後，發出公文請示進行本研究之問卷調查時間，並由經過訓練之問卷訪員，二人為一組，負責協助並帶領一個班級之問卷填寫，問卷完成者贈予紀念品以茲感謝。

2. 居民問卷調查：所有社區進行問卷訪視前均事先與管理委員溝通，並確實宣傳，以利訪視進行。國安社區甲、乙區係配合社區召開住戶大會，全員動員時，進行肺部健康調查及肺功能量測；秀山村則透過定期舉行之大型老人會聚會活動，由經訓練之訪視員進行肺部健康調查及肺功能量測；鄉林社區由於住戶活動少，且居住人口較少，雖經宣傳但受測人數仍不多，因其位置鄰近國安社區乙區，故將該區資料合併入國安乙區中。

## 二、肺功能計及肺功能檢測

肺功能的量測是以攜帶式的 Fukuda 型 HI-501 肺功能機(Microspiro HI-501; Chest Corp; Tokyo, Japan)進行。紀錄的參數包括：

(一) 用力呼氣肺活量 (Forced vital capacity, FVC)：指受試者盡力吸氣到最飽後快速在一口氣吐完的總吐氣量，其正常值受年齡、身高、性別、人種、體重及身體表面積等因素影響。此肺活量的大小由肺臟的彈性、呼吸道的口徑大小及阻抗來決定。在阻塞性或侷限肺性疾病都會

有下降的現象。

(二) 用力一秒吐氣量 (Forced Expiratory Volume in 1 Second, FEV<sub>1</sub>): 指在盡力吸氣後再以快速吐完氣所需時間中之第一秒內所吐出的氣體量, 亦即 FVC 中第一秒的氣體量。健康的年輕成人可以在 0.5 秒內吐出 50%~60% 的 FVC, 1 秒內吐出 75%~85% 的 FVC, 2 秒內吐出 94%, 3 秒內吐出 97%。此數值在阻塞型或侷限型肺疾病也會有顯著性下降。

(三) 一秒率 (FEV<sub>1</sub>/FVC or FEV<sub>1</sub>%): 這是一般鑑別阻塞型或侷限型肺疾病的最好參數。在阻塞型肺疾病因 FEV<sub>1</sub> 值下降但 FVC 值通常變化較少, 所以此項比值會明顯下降。但在限制型肺疾病 FEV<sub>1</sub> 及 FVC 兩者數值都會下降, 所以此項比值仍會在正常範圍內。

(四) 將用力吐氣曲線隨時間經過分成四等分 (25%、50%、75%、100%), 紀錄前三等分點的吐氣流速 (FEF 25%、FEF 50%、FEF 75%); 這三段的流速, 無論受試者是否用力吐氣, 其流速都一樣。這一段期間吐出的氣是來自小支氣管的氣, 如阻塞性肺疾病開始出現病變時常會發生在小支氣管, 所以當 FEV<sub>1</sub> 及 FEV<sub>1</sub>% 還在正常範圍內時, 此這三個值就會有異常現象, 因此可作為小支氣管病變的早期指標。

肺功能計 (HI-501) 使用前以 1 升的注射器做校正。受測者量測前由技術員做解說及親身示範。肺功能的異常是以 FVC 及 FEV<sub>1</sub>/FVC (FEV<sub>1</sub>%) 來分類, 若 FVC 小於預估值的 80%, FEV<sub>1</sub>% 大於預估值的

70%，歸類為限制型通氣障礙。FVC 大於預估值的 80%，FEV<sub>1</sub>% 小於預估值的 70%，歸類為阻塞型通氣障礙。FVC 小於預估值的 80%，FEV<sub>1</sub>% 小於預估值的 70%，則歸類於混合型通氣障礙。此研究的 FVC 實測值也與國內外其他作者的預期值做比較。

### 三、室內空氣採樣之工具及執行

#### (一) 儀器與藥品

##### 1. 儀器與器皿

- ▶ QCM 衝擊器：California Measurements, Inc. California, USA
- ▶ PEM：SKC，2.5  $\mu$ m，10L/m，761-203A；10  $\mu$ m，10L/m，761-200B
- ▶ 靜音幫浦：10 LPM
- ▶ 紅外線流量校正器：Gilian Instrument Corp USA
- ▶ 恆溫乾燥箱：LINDBERG/BLUE
- ▶ 微量天秤：AND HR-200
- ▶ 濾膜：鐵氟龍濾膜，Tefol<sup>TM</sup>，37mm，1.0  $\mu$ m
- ▶ 感應耦合電漿直譜儀：ICP-MS，Perkin Elmer，ELAN DRC II
- ▶ 純水製造機：MILLIPORE Milli-Q Plus
- ▶ 加熱板：Corning PC-620
- ▶ 超音波震盪器：BRANSON 3210

▶ 定量吸管：BRAND Transferpette 100 ml

▶ 燒杯：BRAND 25ml

## 2. 藥品試劑

▶ 正己烷：n-Hexan，GR，Merck

▶ 礦物油：Dow Corning high-uacu  $\mu$  m grease

▶ 丙酮：Acetone，GR，Merck

▶ 二氯甲烷：Dichloromethane，GR，Merck

▶ 硝酸：Nitric acid，GR，Merck

▶ 標準品：23 elements in 1 mol/l nitric acid，MERCK，

ICP multi-element standard solution IV

## (二) 採樣設備與採樣程序

### 1. 採樣設備

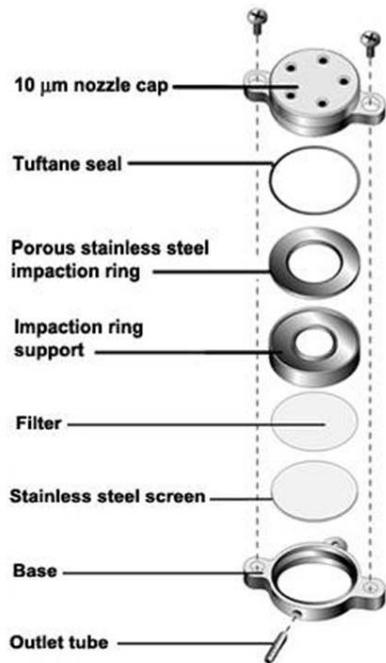
(1) 直讀式空氣微粒分析儀—石英晶體微平衡衝擊器(Quartz crystal Microbalance (QCM) cascade impactor, California Measurements, Inc. USA)，型號 PC-2，每戶皆放置於客廳，以流量 0.24 lpm，調查二十四小時室內空氣中粒徑  $0.05 \mu\text{m} \sim 25 \mu\text{m}$  之懸浮微粒的即時濃度。

QCM 衝擊器是即時測量懸浮微粒於空氣中微粒質量濃度與分佈，且包括十階衝擊器與資料處理器的採樣器。每一階噴嘴直徑不同可分離  $0.05 \mu\text{m} \sim 25 \mu\text{m}$  不同大小的微粒。在每一階有一對敏捷的石英片為

感測器，一片為偵測石英片、一片為參考石英片，利用震盪電流反應石英片感測頻率；空氣中懸浮微粒由蠕動幫浦以流量 0.24lpm 從衝擊器底部吸入，吸入之空氣加速經過不同階之噴嘴，粒子撞擊塗有矽油的偵測石英片，該石英片因重量增加振動頻率減少，而參考石英片振動頻率不變，二個石英片產生共振頻率差，由振動頻率轉換質量濃度，經過資料處理器運算可立即得到總懸浮微粒濃度及不同粒徑分佈情形。

(2) 個人式環境氣膠採樣器(Personal Environmental Monitor (PEM),SKC)，依其型號可將採集粒徑分為 PM<sub>2.5</sub> 和 PM<sub>10</sub>，每戶皆於客廳放置 PM<sub>2.5</sub> 及 PM<sub>10</sub> 之 PEM 採樣器，廚房則放置 PM<sub>2.5</sub> 採樣器，以流量 10 lpm 與鐵弗龍濾紙進行二十四小時之空氣採樣。並將採集完成之濾紙進行秤重及金屬分析。

PEM 是利用濾紙收集微粒的單階慣性衝擊器，利用慣性衝擊力將大於截取直徑(2.5  $\mu\text{m}$  或 10  $\mu\text{m}$  之氣動直徑)的微粒經由噴嘴加速產生之慣性作用，會穿過流線，撞擊在衝擊板上；而小於截取直徑之微粒則隨著流線可被收集在濾紙上。



圖二、個人環境採樣器 (PEM) 分解圖

## 2. 空氣採樣程序

徵求五戶位於不同樓層且家中吸菸情況不同之住戶同意後，進行室內空氣懸浮微粒採樣，程序如下：

### (1) QCM 衝擊器採樣

#### 採樣前檢查

- ↓ 檢查空氣過濾器與流量計是否確實連接完成
- ↓ 檢查十階訊號連接器是否確實連接完成
- ↓ 檢查採樣閥於 standby 位置之操作
- ↓ 檢查 37-pin 訊號連接器與控制器是否確實連接
- ↓ 檢查儀器電源是否插入 110v 交流電源座

- ↓ 檢查浮子流量計之流量為 0.24 l/m
- ↓ 檢查蠕動泵與流量計之控制閥管路是否確實連接
- ↓ 衝擊器底部第十階與流量計之控制閥管路是否確實連接

#### 每次採樣前的保養及校正程序

- ↓ 將污染的石英片以正己烷清洗，除去其沾附之顆粒及油脂
- ↓ 將石英片塗敷礦物油脂
- ↓ 以皂泡計校正流量
- ↓ 檢查每一階頻率差值介於 2~4 KHz 之間

#### 採樣操作程序

- ↓ 採樣閥於 close 位置
- ↓ 檢查每一階由上到下順序是否為 1~10 階
- ↓ 開關位置設定：counter—signal，display—freq，mode—time，stage—1，  
freq input—initial，sample time—000，valve—close，pump—on
- ↓ 打開控制電源和蠕動泵
- ↓ 暖機十五分鐘，使石英片穩定
- ↓ 開始採樣，將採樣閥開啟，並按下 count 鈕
- ↓ 採樣結束，將採樣閥關閉，轉到水平位置
- ↓ 關閉蠕動泵及電源

#### (2) PEM 採樣程序

- ↓ 將鐵氟龍濾膜放置恆溫乾燥箱經 24 小時溫溼度校正
- ↓ 電子天秤稱重三次取其平均值並紀錄後置於濾紙匣於恆溫乾燥箱保存
- ↓ 將衝擊板塗敷矽油並裝置濾紙
- ↓ 採樣前以完整之採樣裝置利用紅外線流量校正器進行流量校正
- ↓ 進行空氣微粒採樣
- ↓ 採樣後以完整之採樣裝置利用紅外線流量校正器進行流量校正
- ↓ 將濾膜放置恆溫乾燥箱經 24 小時溫溼度校正
- ↓ 電子天秤稱重三次取其平均值並紀錄後置於濾紙匣於恆溫乾燥箱保存

### 3. ICP-MS 金屬成分分析

本研究利用鐵氟龍濾紙採集室內空氣懸浮微粒，因鐵氟龍濾紙無法完全溶於硝酸中，因此分析時將各金屬分析濃度將扣除空白濾紙分析濃度，以去除濾紙可能產生之干擾。

#### (1) 濾紙處理步驟

- ↓ 10ml Nitric acid 加入 25ml 之燒杯中以硝化濾紙
- ↓ 置於加熱板，60°C，3.5 小時
- ↓ 以去離子水滴定至 10ml
- ↓ 上機分析

(2) 分析條件：

<b>ICP parameters</b>	
RF power (W)	1100
Plasma gas flow (L/min)	17
Auxiliary gas flow (L/min)	1.3
Nebulizer gas flow (L/min)	0.97
Sample skimmer con	Pt
<b>DRC parameters</b>	
NH3 flow rate (mL/min)	0.6
Quadrupole rod offset (V)	-5.5
Cell path voltage (V)	-19
Cell rod offset (V)	-7
Rejection parameter <i>a</i>	0
Rejection parameter <i>q</i>	0.25
Autolens	On
<b>Mass spectrometer settings</b>	
Dwell time (ms)	50
Sweeps	20
Readings	1
Replicates	3

(3) 各金屬之檢量線與儀器偵測極限：

金屬	濃度範圍( $\mu\text{g/l}$ )		r	偵測極限 ( $\mu\text{g/l}$ )
	最低	最高		
As	4	200	0.9993	0.61
Cd	0.2	10	0.9991	0.03
Cr	0.2	10	0.9985	0.02
Cu	1	50	0.9986	0.28
Hg	0.2	10	0.9994	0.07
Ni	0.2	10	0.9998	0.03
Pb	0.2	10	0.9993	0.02
Se	0.2	10	0.9981	0.29
Zn	4	200	0.9982	0.48

(4) 六種金屬之再現性

以檢量線濃度範圍之內、外標準品重複分析七次，測試儀器之穩

定性，結果如下：

金屬	Inter			Intra		
	濃度 ( $\mu\text{g/l}$ )	平均 濃度	C.V.(%)	濃度 ( $\mu\text{g/l}$ )	平均 濃度	C.V.(%)
As	20	19.99	3	20	20.79	6
Cd	1	1.01	2	1	1.01	6
Cr	1	1.2	1	1	0.95	11
Hg	1	0.92	7	1	1.02	7
Ni	1	1.06	3	1	1.03	12
Pb	1	0.87	3	2	1.97	6



## 第四節 資料統計與分析

問卷及空氣採樣資料皆以 Excel 軟體建檔後，以統計軟體 SPSS13.0 版初步描述資料中各變項分布百分比情形等，以校對建檔數據之正確性，再依照資料分布情形及各變項特性選擇適合之統計分析方法。

### 一、描述性統計

以百分比方式描述兩地區學童及各社區之個人基本資料、個人健康行為及生活習慣如：吸菸、喝酒、吃檳榔及運動習慣，及自覺症狀及既往病例如：氣喘、咳嗽、就醫情形，以及居家環境調查如：燒香拜拜習慣、飼養寵物情況、家中潮濕情形等。另外，以平均值、標準差、中位數等統計值呈現資料中各項連續變項，如：年齡、身高、懸浮微粒濃度等。

### 二、分析性統計

比較兩地區學童各項人口特徵及疾病盛行率之差異與勝算比，以及探討影響居民肺功能參數之變項，均可了解可能之影響因子。檢定其差異是否顯著時，若自變項為連續變項可使用 Student t-test 檢定兩組之差異，類別變項可使用  $X^2$ -test 檢定。探討自變項影響依變項之勝算比時，應用 Logistic regression 來計算，而連續變項的相關性可用一般線性模式 (GLM) 來估算。

## 第四章 研究結果

### 第一節 國小學童之呼吸系統症狀及疾病與相關因素調查

#### 一、學童基本資料

國民小學學童共計有 986 份問卷，其中中科附近國小學童有 549 份，對照地區國小學童有 437 份。比較兩地區學童人口基本資料，表一結果顯示在身高、體重、父親教育程度、每週戶外運動次數以及居住時間兩組皆有統計上之差異，身高及體重皆以中科地區學童較高，父親大學畢業的比例亦以中科地區較高；而學童每週戶外運動次數及單親家庭比例則以對照地區較高，但單親家庭之比例兩地區並無統計上顯著差異。

#### 二、中科地區及對照地區學童呼吸系統症狀及疾病盛行率之比較

比較每所國民小學之呼吸系統及疾病之盛行率（圖一），咳嗽以 15.4% 的新社國小最高；汝鑾國小之咳痰盛行率最高(17.1%)；氣喘則是以中科地區學校中位於台中市的之國安國小佔 11.7% 盛行率最高；喘鳴盛行率最高者為汝鑾國小(28.0%)；大南國小則為呼吸短促盛行率最高者為 24.1%；汝鑾國小過去一年有感冒的人最多，有 89.5%；陽明國小過去半年曾有 68.4% 的學童就醫；慢性支氣管炎在各校比例均相當低，以新社國小的 1.4% 為最高。

在兩地區之比較方面（圖二，表二），咳嗽盛行率以對照地區學童

14.5%稍高（中科地區為 13.2%），慢性支氣管炎之比例在兩地區皆相當低，中科地區學童有 5 位，對照地區學童有 3 位，但皆無統計上顯著差異。兩地區學童在其他症狀及疾病盛行率並無顯著的差異，但過去一年曾罹患感冒比例、氣喘盛行率及過去半年曾就醫比例，皆以中科地區學童較高，分別為 89.5%、10.5%、61.3%，且三者在地皆呈統計上之差異。

### 三、中科地區與對照地區學童居家環境調查

由於中科地區三所國小中其中有一所位於台中市區，且所佔人數較多（約 39%），其居住型態與一般市區公寓大廈較相似；而對照地區則屬於一般平房，為較鄉村的居住型態，因此，兩地區之居住環境有較大的差異（表三）。在本次調查中，只有養寵物、父母吸菸及其他家人吸菸之比例皆無統計上之差異外，其他各變項皆有顯著性之差異。對照地區有 39.2%的學童居住於大馬路旁，而中科地區只有 32.5%；中科地區學童有 34.1%家中有鋪設地毯、有 37.3%使用空氣清靜機，而對照地區則分別只有 27.3%及 26.1%；對照地區學童有暴露於家庭二手菸者有 67.2%，顯著性高於中科地區的 57.6%，而對照地區其中有 49 位（8.6%）為祖父母吸菸，比中科的 28 位（4.9%）高出許多；有燒香拜拜習慣在對照地區高達 87%，另有 26.8%的學童家中有以瓦斯泡茶的習慣；此外，中科地區有 81 位（21.7%）學童家中有霉斑的出現，顯著性高於對照地區的 31 位

(10.7%)。

#### 四、學童呼吸系統症狀與疾病之相關影響因素

利用單變項之邏輯斯迴歸分析影響呼吸系統症狀及疾病之因素，有關個人資料的相關因素中，地區別變項對氣喘有顯著性的影響，即中區地區有氣喘的學童為對照地區的 1.73 倍，若在控制其他變項後之複邏輯斯迴歸分析中則為對照地區之 1.98 倍，其他症狀與疾病則無地區別之顯著之影響。性別在各呼吸系統症狀與疾病之單變項分析中皆無顯著之差異，故複迴歸分析中並不將此變項放入討論。此外，單親家庭的學童有呼吸短促症狀者為正常家庭的 1.77 倍，並有統計上顯著意義。

家庭環境的影響因素中，在單變項之邏輯斯迴歸中，有暴露家庭二手菸的學童，為咳痰症狀者為無二手菸暴露學童的 1.55 倍；在複迴歸分析中，控制地區別、家庭狀況及其他居住環境因素後，有暴露家庭二手菸之學童，其咳痰症狀者為無暴露的 1.88 倍，且咳嗽症狀為 2.00 倍，兩者均有統計上之差異。家中有拜香習慣的學童，在單變項分析中，其與咳嗽、喘鳴及呼吸短促皆有顯著相關，其症狀之勝算比 (OR) 分別為無拜香習慣學童之 2.10、1.96 及 1.81 倍；在複邏輯斯迴歸分析中，家中有拜香習慣的學童其有咳嗽症狀者為無該習慣學童的 2.20 倍、喘鳴為 1.91 倍、呼吸短促為 1.84 倍，而胸部不舒服者則為 4.72 倍，皆有統計上顯著性。此外，飼養寵物者其單變項之分析結果中有顯著性之影響，其咳痰

症狀為無飼養者的 1.52 倍、胸部不舒服者為 2.41 倍；在複迴歸結果中，則是咳嗽症狀為無飼養者之 1.82 倍。家人以瓦斯泡茶習慣則無統計上顯著之意義。

家中有鋪設地毯者在單變項分析中，其喘鳴症狀為無鋪設者之 1.53 倍，且有統計上顯著之相關。家中出現霉斑的影響因素對於學童之喘鳴症狀在單變項及複邏輯斯迴歸中皆有顯著之意義，其發生的風險為家中無霉斑者之 2.21 倍及 2.42 倍。家中有使用空氣清靜設備者，在單變項邏輯斯迴歸分析中，其咳嗽症狀的發生為沒有使用的 1.71 倍，氣喘疾病為 1.70 倍；在調整其他變項的複迴歸分析中，則有使用者其咳嗽症狀為沒有使用的 2.33 倍，且達統計上顯著意義（表四、表五）。整體而言，以拜香習慣為影響最大的變項，最大之影響可造成有拜香者胸部不適與感冒之症狀為無拜香者之 4.7 倍。

## 第二節 中科附近居民呼吸系統症狀及疾病與相關因素調查

### 一、居民人口基本資料

中科附近居民共有 298 位參與本研究，國安國宅甲區佔 48.7%，乙區佔 38.3%，秀山村則佔 13.0%。性別方面，男、女比例約各佔一半，男性 147 位，女性 150 位，其平均年齡約 56.5 歲，以六十五歲以上所佔比例最高，佔 41.2%，53.6% 的填答者教育程度為高中職以上，此外，大部分的填答者目前沒有從事任何工作，約有 58.7%。平均身高為 161.2 公分，平均體重為 62.4 公斤，男性 BMI（體重/身高<sup>2</sup>）平均為 23.9，女性則為 24.1。有職業且有暴露二手菸，有 49 人（57%）暴露職場二手菸。在個人健康行為方面，有 65 人，（佔 22%）有吸菸習慣，但在無吸菸習慣者中有 17% 為已戒菸者；而有喝酒習慣及嚼檳榔習慣者則分別為 18.5% 及 6.1%；另外，有 67.7% 的居民每週會從事戶外運動，有 34% 的人會服用維他命。平均每日處於室內的時間約為 19.5 小時（表六）。

### 二、中科附近居民呼吸系統症狀及疾病之盛行率

咳嗽症狀在所有受訪者中約為 15.1%，而六十五歲以上且有咳嗽症狀者約有 20 位（佔 16.8%），而有填答咳嗽症狀及今年是否有咳嗽症狀者中，有 83.3% 是咳嗽症狀者且今年度也有咳嗽。有 51 位填答者有咳痰症

狀（盛行率為 17.4%），六十五歲以上之盛行率則為 18.5%。有 6.2%的填答者有慢性支氣管炎，是所有症狀及疾病中盛行率最低的。在咳嗽及咳痰症狀方面，有 12.9%的人曾持續達三星期之久。此外，受訪者中喘鳴的盛行率為 19.4%，而在六十五歲以上老人之盛行率則為 19.1%。呼吸短促症狀則有 31.6%的受訪者有該症狀。所有填答者中，只有約 33.1%過去一年沒有感冒（表七）。

過去病史的調查中，有 23 人（7.7%）曾經醫師確診罹患肺炎，4.7%的填答者患有氣喘，12.4%有心臟病，23.5%有高血壓，此外，糖尿病的盛行率為 13.4%，而在過去三個月中即有近一半的填答者曾就醫，佔 49.3%，且有 30 人（10.1%）住院（表八）。

### 三、中科附近居民居家環境調查

中科居民中有 7.8%的填答者家中有鋪設地毯，而使用空氣清靜機者有 13.7%且皆是無氣喘患者使用，約有 32.2%的填答者使用除濕機。家庭污染源方面，有 36.6%的填答者家中有吸菸習慣家人，因而暴露二手菸。另有超過半數之填答者有拜香的習慣，18.2%之填答者飼養寵物以及用瓦斯泡茶的習慣，另外，家中有霉斑之填答者，約有 33.6%（表九）。

### 四、中科附近居民肺功能分佈調查

在年齡方面，將居民年齡分為  $\leq 40$  歲、40~64 歲及  $\geq 65$  歲三組，

即可發現三種肺功能生理值皆隨年齡增加而減少，且每一生理值之三組數值皆有統計上顯著差異；在性別方面，男性之 FVC 及 FEV<sub>1</sub> 皆顯著高於女性（FVC: 2656.4 vs. 1932.6；FEV<sub>1</sub>: 2093.6 vs. 1560.5），然而男性之 FEV<sub>1</sub>(%) 值（78%）卻較女性（81%）低，但無統計上顯著差異；不同社區居民之肺功能亦有差異，三社區中以國安乙區之肺功能較佳；教育程度上，教育程度較高的人，其肺功能在三種生理值顯著較高。將吸菸習慣分為有吸菸、從未吸菸及已戒煙三組分析其肺功能之差異，發現三組之 FVC 與 FEV<sub>1</sub> 有顯著差異；有喝酒習慣的人其 FEV 及 FEV<sub>1</sub> 與沒有喝酒習慣的人有顯著之差異。有氣喘者之 FEV<sub>1</sub>% 為 69.7%，而肺功能較佳之無氣喘者為 79.6%，其差異有達顯著之差異。在居家環境方面，沒有拜香習慣者，其肺功能皆較拜香者為佳；沒有家庭二手菸暴露者之 FVC 與 FEV<sub>1</sub> 較高，但並無統計上顯著之差異；家中有以瓦斯泡茶習慣者，其 FVC、FEV<sub>1</sub> 與 FEV<sub>1</sub>% 皆較高，但 FEV<sub>1</sub>% 未達統計上顯著差異（表十）。

## 五、中科附近居民肺功能生理值與相關因素

FVC 及 FEV<sub>1</sub> 在單變項迴歸分析結果中顯著的變項包括年齡增加一歲，則 FVC 減少 24.7mL，FEV<sub>1</sub> 減少 26.0mL；男性之 FVC 及 FEV<sub>1</sub> 分別較女性高 724.3mL 及 533.1mL；身高每增加一公分，FVC 則增加 63.8mL，FEV<sub>1</sub> 增加 56.7mL；教育程度較高者 FVC 及 FEV<sub>1</sub> 也分別比程度低者高出 882.4mL 及 840.1mL。以上之個人特性因素中，年齡及教育

程度對 FEV<sub>1</sub>% 亦有顯著之影響：年齡增加一歲，則 FEV<sub>1</sub>% 減少 0.2%；教育程度在高中職以上者者則較國中以下者高出 6.8%。

社區別方面，國安國宅甲區及乙區居民之 FVC 及 FEV<sub>1</sub> 皆顯著高於秀山村居民，甲區之 FVC 高出 670.6mL，FEV<sub>1</sub> 則增加 547.9mL，乙區之 FVC 高出 1143.8mL，FEV<sub>1</sub> 則增加 1049.2mL。個人習慣方面，有吸菸及喝酒習慣者 FVC 及 FEV<sub>1</sub> 也顯著高於沒有吸菸（FVC:435.3mL；FEV<sub>1</sub>:377.0mL）及喝酒者（FVC:349.8mL；FEV<sub>1</sub>:327.4mL），推測應是由於其原本之身體狀況較佳，才會吸菸或喝酒，無法觀察出對於肺功能之影響。居家環境中沒有拜香及習慣以瓦斯泡茶者，其 FVC 與 FEV<sub>1</sub> 皆較有此習慣者高，無拜香者分別高出 356.0mL 及 298.3mL，而沒有習慣以瓦斯泡茶者則增加 392.7mL 及 380.1mL。然而，家中有出現霉斑者其 FVC 及 FEV<sub>1</sub> 則比沒有者高，分別為高出 309.7mL 及 277.0mL。

在各項肺功能生理值之複迴歸分析中，根據文獻及單變項分析結果選擇與對肺功能影響較大的因素加以分析，包括：性別、身高、社區別、吸菸習慣、氣喘、拜香習慣及家中有出現霉斑。在調整年齡因素的影響後，則有顯著影響 FVC 的變項包括：男性較女性高 373.2mL、身高增加一公分則 FVC 增加 35.8mL、國安社區乙區居民比秀山村高 295.6mL、家中有霉斑者之 FVC 高出 157.7mL。身高則為顯著影響 FEV<sub>1</sub> 及 FEV<sub>1</sub>% 之唯一變項則，身高增加一公分，FEV<sub>1</sub> 增加 36.93mL，FEV<sub>1</sub>%

則增加 0.41%。其餘變項則無統計上顯著之影響。

## 六、影響中科附近居民呼吸系統症狀與疾病之相關影響因素

本研究調查之呼吸系統症狀與疾病包括：咳嗽、咳痰、氣喘、喘鳴、呼吸短促、慢性支氣管炎及胸部疾病（不舒服），在單變項邏輯斯迴歸分析中，分析的變項則包括個人特性如性別、年齡、工作狀態、吸菸及飲酒習慣，居家環境特性如鋪設地毯、拜香習慣、飼養寵物及家中出現霉斑等。分析結果顯示咳嗽症狀與性別及吸菸習慣有顯著之相關性，男性咳嗽之勝算比（OR）較女性約為 3 倍，有吸菸者則為無吸菸者的 3.4 倍。慢性支氣管炎則與吸菸習慣有顯著之相關性，吸菸者之慢性支氣管炎之危險性為非吸菸者的 5 倍。男性有咳痰之 OR 為女性之 2.1 倍，吸菸者咳痰為非吸菸者之 2.8 倍。呼吸短促於年齡層 41~60 歲者之 OR 為 40 歲以下者之 2.5 倍。

以邏輯斯複迴歸分析性別、年齡、吸菸習慣、工作狀態、拜香習慣及霉斑與呼吸系統症狀與疾病之相關，顯示僅於性別及吸菸習慣對咳嗽症狀有影響（男性 OR 為女性之 2.6 倍、吸菸者為非吸菸者之 2.3）、吸菸習慣對慢性支氣管炎及咳痰症狀（OR 分別為 6.0、2.3），以及性別對於呼吸短促（OR 為 2.1）有顯著性之意義，其餘變項皆無顯著之影響。

### 第三節 中科附近住戶室內懸浮微粒調查

#### 一、各住戶之室內懸浮微粒濃度分佈

表十五為採樣家戶之室內、外特性描述，所有住戶皆位於同一國宅區域，室內、外皆無明顯之污染源。圖三至圖七分別為採樣家戶#1、#2、#3、#4 及#5 以 QCM 衝擊器採樣之濃度分佈，得知 PM<sub>2.5</sub> 佔 PM<sub>10</sub> 質量濃度比例稍高，此外，圖三、圖四及圖五之一、三月份濃度分佈中，三月份之微粒濃度於各時段皆高於一月份之濃度。

一月份以 QCM 衝擊器採集室內 PM<sub>10</sub> 之平均質量濃度為 1.62 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，PM<sub>2.5</sub> 為 1.36 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ；三月份平均濃度則分別為 4.14 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  及 3.99 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，PM<sub>10</sub> 與 PM<sub>2.5</sub> 之採樣結果在兩月份皆有統計上顯著差異。而來自鄰近該區之空氣測站資料，一、三月之 PM<sub>10</sub> 與 PM<sub>2.5</sub> 質量濃度亦有顯著之差異，PM<sub>10</sub> 分別為 26.06 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  及 78.51 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，而 PM<sub>2.5</sub> 則為 15.49 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  及 43.12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。此外，比較有吸菸與無吸菸成員家戶之室內懸浮微粒濃度結果，在 PM<sub>10</sub> 及 PM<sub>2.5</sub> 兩粒徑濃度皆無統計上顯著差異（表十六）。

#### 二、中科附近採樣家戶室內、外懸浮微粒濃度之相關性

表十七所示為各採樣家戶懸浮微粒中室內、外 PM<sub>10</sub> 與室內、外 PM<sub>2.5</sub> 質量濃度之相關性。將所有採樣結果一起分析時，室內、外 PM<sub>10</sub>

之相關係數為 0.485、PM<sub>2.5</sub> 為 0.406，且兩者皆達統計上顯著意義。而五採樣家戶中，相關程度最高者為家戶#2 室內、外 PM<sub>2.5</sub> 之相關係數 0.437 及室內、外 PM<sub>10</sub> 之相關係數 0.437，且達統計上顯著意義。此外，家戶 #1 中室內、外 PM<sub>2.5</sub> 濃度、家戶#3 室內、外 PM<sub>10</sub> 之相關係數各為 0.418、0.386 且皆達統計上顯著相關性。其他家戶之室內、外懸浮微粒濃度則皆無顯著之相關性。

表十八為各家戶之室內、外 PM<sub>2.5</sub> 質量濃度與 PM<sub>10</sub> 質量濃度之比值 (PM<sub>2.5</sub>/PM<sub>10</sub>)。各家戶室內之濃度比值為 86%~98%，表示 PM<sub>10</sub> 的懸浮微粒中 PM<sub>2.5</sub> 之比例最高可高達 98%，可知室內微粒濃度以細粒徑為主；而室外比值範圍為 43%~63%，相較於室內之比值，室外 PM<sub>10</sub> 質量濃度中細粒徑之比例較室內低。

### 三、影響中科附近家戶室內懸浮微粒之因素

利用複迴歸分析影響室內 PM<sub>10</sub> 質量濃度與 PM<sub>2.5</sub> 之相關因素，在五個家戶室內、外環境特性皆相似下，分析變項包括：家中是否有吸菸成員、月份及該粒徑之室外濃度。結果得知，兩粒徑之室內濃度與月份及室外濃度有顯著之相關，其中室內 PM<sub>10</sub> 三月份之質量濃度較一月份增加了 1.787 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (P<0.001)，而室外 PM<sub>10</sub> 濃度增加 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  時室內 PM<sub>10</sub> 顯著增加 0.011 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (P<0.001)；室內 PM<sub>2.5</sub> 三月份之質量濃度較一月份增加了 2.261 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (P<0.001)，當室外 PM<sub>2.5</sub> 濃度增加 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  時室內 PM<sub>2.5</sub>

則顯著增加  $0.014\mu\text{g}/\text{m}^3$  ( $P=0.011$ ) (表十九)。

#### 四、PEM 採樣器與 QCM 衝擊器室內採樣結果之描述

本研究室內空氣懸浮微粒之採樣器分別使用 PEM 及 QCM 衝擊器，以利採樣結果之比較，參見表二十。QCM 衝擊器所之採樣結果中除家戶#1、家戶#4 之  $\text{PM}_{10}$  及家戶#5 之  $\text{PM}_{10}$  及  $\text{PM}_{2.5}$  外，其餘之  $\text{PM}_{10}$  及  $\text{PM}_{2.5}$  濃度皆大於 PEM 之採樣結果。故 QCM 所採集之濃度皆略大於 PEM 之濃度結果。此外，兩者採樣儀器之  $\text{PM}_{2.5}/\text{PM}_{10}$  皆大於 50%，可知室內微粒濃度大都以細粒徑為主。

#### 五、懸浮微粒之金屬成分分析結果

本研究共分析 9 種金屬在  $\text{PM}_{10}$  及  $\text{PM}_{2.5}$  兩粒徑之濃度，分析結果鎳皆低於偵測極限，平均濃度高者為鋅， $\text{PM}_{2.5}$  中濃度為  $57.4\text{ng}/\text{m}^3$ ， $\text{PM}_{10}$  中濃度為  $58.8\text{ng}/\text{m}^3$ ，其次為鉛 ( $\text{PM}_{2.5}$  中濃度為  $37.8\text{ng}/\text{m}^3$ ， $\text{PM}_{10}$  中濃度為  $31.4\text{ng}/\text{m}^3$ )、銅 ( $\text{PM}_{2.5}$  中濃度為  $12.1\text{ng}/\text{m}^3$ ， $\text{PM}_{10}$  中濃度為  $18.9\text{ng}/\text{m}^3$ )、鉻 ( $\text{PM}_{2.5}$  中濃度為  $5.2\text{ng}/\text{m}^3$ ， $\text{PM}_{10}$  中濃度為  $5.8\text{ng}/\text{m}^3$ )、砷 ( $\text{PM}_{2.5}$  中濃度為  $1.3\text{ng}/\text{m}^3$ ， $\text{PM}_{10}$  中濃度為  $1.5\text{ng}/\text{m}^3$ )、硒 ( $\text{PM}_{2.5}$  中濃度為  $1.7\text{ng}/\text{m}^3$ ， $\text{PM}_{10}$  中濃度為  $0.4\text{ng}/\text{m}^3$ )，以鎘 ( $\text{PM}_{2.5}$  中濃度為  $0.7\text{ng}/\text{m}^3$ ， $\text{PM}_{10}$  中濃度為  $1.3\text{ng}/\text{m}^3$ ) 與汞 ( $\text{PM}_{2.5}$  中濃度為  $1.0\text{ng}/\text{m}^3$ ， $\text{PM}_{10}$  中濃度為  $1.0\text{ng}/\text{m}^3$ ) 濃度最低。 $\text{PM}_{2.5}/\text{PM}_{10}$  比最小為鎘 (0.56)

## 第五章 討 論

長期暴露空氣污染對於人體的健康雖不致直接造成立即性疾病，或威脅其性命安全，但過去有許多流行病學的研究<sup>(81)</sup>，顯示空氣污染可能增加人類死亡或慢性疾病的風險，即使目前尚不能確切地證明健康的影響是由特定的污染物所致<sup>(56)</sup>。不過綜合影響呼吸道功能的因素包括：性別、年齡、身高、種族遺傳、吸菸及喝酒習慣，以及空氣污染等。

### 第一節 樣本代表性

由於兒童及老人對於空氣污染較為敏感，且較無特殊之暴露，故為本研究之主要研究對象。本研究學童健康調查問卷共發出 1135 份，扣除填寫不完整或遺漏答題過多者，共計有 986 份有效問卷（86.9%）。

#### 一、中科園區附近學童與居民

本研究之研究地區透過 ISC3 擴散模式推估未來中科空氣污染之可能影響範圍內選取，對象包括—1.國小學童，共 549 位：緊鄰中科台中園區附近之國民小學共有三所，因五、六年級學童正值生長發育之際，且已有能力完成問卷，故本研究收集此三所學校之所有五、六年級學生為國小學童研究對象，學校分佈地點在中科附近區域，學生住家亦大都居住在附近範圍，鮮少有跨區域或跨縣學童，因此可以代表該地區之所有學童。2.中科附近社區居民，共有 289 位參與本研究：選取緊鄰中科園區

之人口聚集的社區，配合其大型聚會活動進行資料收集，參與本研究之研究對象皆為自願方式，一般而言，自願者對自身健康較為重視，可能其健康情形可能較佳，但亦有部份受訪者長期居住中科附近由於退休在家休閒，更容易暴露中科之污染物。但本研究所探討之健康影響，乃針對中科園區的開發帶來空氣狀況的改變所致，故無論目前健康情形為何，皆必須於未來長期追蹤，以比較中科開發前後健康狀況的改變，進而評估環境開發所造成人體健康的影響。此外，雖無法收錄該社區所有居民之人口資料，但根據其社區管理委員會所述居民之年齡特性與結構，與本研究所收集之研究對象年齡特性相符，故以其為研究對象可以代表該地區之大多數居民。

至於室內懸浮微粒的採樣住戶與整個的社區建築型態完全類似，且該此樣戶分佈於該大型社區內不同位置與樓層，且參與對象包括了吸菸及非吸菸家庭，其他室內污染源與一般住戶皆相似，推論可以代表該地區之住戶居家型態。此外，本次室內採樣器放置點為客廳及廚房，為主要民眾生活活動及室內污染源產生的區域，可以代表該住戶室內環境較高污染源暴露的情形。

## 二、對照組之選取

國小學童對照組的選取，是位於台中縣某一以農業為主之鄉鎮，其區域內無明顯工業污染、交通流量小但氣候環境與台中市相似為最適

合居住之鄉鎮是屬於山城地區的學校，與中科園區附近學校之環境特性有顯著性之差異，但此地區之生活型態及經濟條件與中科附近小學相似，故選取於地區選取與中科地區相同年級之五、六年級學生共 437 位，以作為中科地區學童之對照地區。

由於本研究必須於中科營運前，先完成附近居民之呼吸系統症狀及疾病之資料收集，因時間及各方因素之下，無法於同一時期完成中科居民對照組之健康調查，未來除將繼續追蹤此中科地區附近居民外，亦尋找新社鄉之居民當作為對照組，以作為比較中科附近居民健康之對照。



## 第二節 呼吸系統症狀及疾病資料的差異與可能影響因素

### 一、學童呼吸系統症狀及疾病

#### (一) 兩地區學童呼吸系統症狀及疾病之比較

本研究調查中科地區及對照地區之學童呼吸系統症狀及疾病包括：咳嗽、咳痰、氣喘、喘鳴、呼吸短促、慢性支氣管炎及胸部不適與感冒，以及其他相關就醫資料等，比較兩地區各症狀及疾病之盛行率，中科地區之咳痰、慢性支氣管炎、喘鳴及胸部疾病盛行率皆高於對照地區，但並無統計上顯著之差異。其可能的原因是本研究進行調查時中科園區尚未正式營運，中科地區之學校雖位於台中縣、市，但原此地區居住環境並無顯著之工業源，雖鄰近市區，但附近交通流量並非相當大，因此大部份學童之呼吸道症狀或疾病並無顯著性之差異；中科地區學童氣喘盛行率較高，可能是因為氣喘兒需要較多的醫療資源，氣喘兒家庭考量醫療的可近性及居住環境而居住於鄰近台中市區的近郊。但過去其他文獻指出，都市化程度及社經地位都與學童氣喘盛行率也有較高之關聯性 (Strachan,1999;Waite,1980)<sup>(82,83)</sup>，本研究指出中科地區之都市化程度及學童父親之教育程度皆較對照地區為高有相關。另外，過去一年曾感冒與過去半年是否就醫兩地區亦有顯著之差異。

將本研究之氣喘盛行率與其他研究結果比較得知，國內鄭 (2002)

(84) 交通污染與學童呼吸道健康相關性之探討的研究中，其 4430 位國中學童的氣喘盛行率為 9.1%，其中男生為 10.8%，女生為 7.3%；張 (2000)

(85) 研究台北市青少年氣喘及肺功能相關因子之探討調查中，氣喘盛行率為 12.5%，其中男生為 14.7%，女生為 10.2%；吳 (2000)<sup>(42)</sup> 高雄市空氣污染對人體健康效應之研究中，氣喘盛行率約為 8.9%；環保署自八十四年七月一日起徵收空氣污染防治費運用進行「學童呼吸系統健康檢查計畫」中，目前調查之學童氣喘盛行率為 8.6%。而本研究氣喘盛行率為 8.7%，其中男生為 10.3%，女生為 7.2%，此與其他研究之氣喘盛行率調查結果皆十分相似。

## (二) 學童呼吸系統症狀及疾病之相關影響因素

本研究所調查之七項呼吸道症狀疾病中，慢性支氣管炎者因人數較少（只有八位），無法進一步之分析。以單變項邏輯斯迴歸初步分析之結果（表四），不同地區別與氣喘有關，中科地區學童之氣喘勝算比(OR)為 2.3 較對照組為高。在居家環境方面，家中有燒香拜拜者與咳嗽及呼吸短促有顯著之相關性，OR 值分別為 2.0 及 1.7，顯示由於燒香拜拜的燃燒的過程中產生的空氣污染物如 PAH 懸浮微粒等，因而刺激學童呼吸道所致。霉斑經常作為家庭潮濕程度的指標之一，本研究學童家中有出現霉斑之頻率約為 16.9%，此與洪 (2003)<sup>(86)</sup> 之調查台中市 18 所幼稚園學童 (n=1418) 的 12% 結果相近；在本研究之分析結果家中霉斑頻率與喘

鳴症狀有統計上顯著的相關性，家中有霉斑者其喘鳴症狀的發生為無霉斑者之 2.4 倍，而此洪 (2003)<sup>(57)</sup> 之分析結果相同 (OR=2.1)。許 (1994)<sup>(87)</sup> 探討居家環境潮濕與孩童呼吸道疾病/症狀之間的相關性。結果發現：自覺居家環境潮濕之家戶占 36.8%，而有 33.9% 的家戶家中有霉味、47.8% 的家戶曾發生滲漏水、15.1% 家戶曾經發生淹水；而經定義的潮濕家戶 (指家中有可見黴斑、霉味、曾發生淹水或滲漏水四種情況之一的家戶) 則高達 72%。此外，發現自覺潮濕或有可見黴斑之家戶，其孩童患有呼吸道症狀之比率顯著高於非潮濕家戶，經校正孩童年齡、性別、父母教育程度、家中吸菸人數及烹煮頻率之後，其相對危險性 (RR) 介於 1.37 (過敏性鼻炎) (95%CI=1.08—1.83) 到 5.74 (持續性咳嗽) (95%CI=2.20—14.95) 之間。Su (2001)<sup>(88)</sup> 於南台灣評估室內過敏源 (Der p 1, Der p 2)、細菌內毒素及空氣中黴菌之暴露，結果顯示 65% 的學童床墊有過敏源 Der p 1，且濃度大於 2 $\mu$ g/g，發現氣喘或非氣喘學童家中空氣中的真菌濃度高於一般建議標準值，其中氣喘兒家中 *Penicillium* 濃度顯著高於非氣喘兒。此外，季節是影響家中細菌內毒素濃度和分佈的重要因素。此研究指出長期暴露在高濃度的環境微生物及其如何受天氣的影響仍需進一步探討由此顯示。Savilahti (2001)<sup>(89)</sup> 等人調查 7~12 歲學童之呼吸道症狀盛行率，結果指出在有黴菌生長之學校的學童較對照組有較高之一般症狀及呼吸道感染之盛行率；而受黴菌生長之建築物經裝修後，學童之呼吸道

症狀盛行率與對照組則無顯著差異。雖然目前尚無法確定真菌會造成呼吸道症狀及疾病，但由以上可知，環境潮濕的問題，且的確是一影響孩童健康之相關因子。尤其在亞熱帶地區的台灣，居家潮濕的問題相當普遍，對學童的影響更大。

另外，家中若使用空氣清淨機之學童其咳嗽之 OR 值為 1.7，且在統計上顯著意義，此可能是考量學童身體狀況感受性較高，需要較清淨的環境因而使用空氣清淨機，另一可能是由於咳嗽學童的家中可能有較多污染物或其室內空氣品質不佳，而使用空氣清淨機，因此分析結果顯示有使用空氣清淨機之學童咳嗽盛行率為沒有使用者的 1.7 倍。

在邏輯斯複迴歸中（表五），在控制其他變項後地區別，仍是重要影響氣喘盛行率的唯一因素，顯示學童氣喘盛行率在這兩個地區，即都會區與鄉村有顯著性地不同。另外，在居家環境源在分析結果中，拜香為所有呼吸症狀疾病中最主要的影響因素，當在控制其他變項後，對於學童咳嗽、喘鳴、呼吸短促及胸部不適與感冒等症狀均有統計上顯著之影響。

拜香在台灣地區由於宗教的因素，成為室內居家環境相當普遍且主要的污染來源，拜香所產生的污染物種類包括氣狀和粒狀，其中許多研究指出拜香產生的污染存在有具突變性及致癌性的多環芳香烴化合物（Polycyclic Aromatic Hydrocarbon, PAH）<sup>(90-93)</sup>。多環芳香烴為含碳、氫有

機物質，經由不完全燃燒反應或經高溫裂解作用形成，其在燃燒過程中以粒徑小於  $2.5\mu\text{m}$  之微粒排放，並和碳粒結合後，釋放至大氣中，以氣相及固相方式遍佈於環境中，包括空氣、食物、水等，目前在大氣環境中已有 100 多種 PAH 被測出，其中有 8 種以證實據有致癌性，可經由呼吸道、皮膚及飲食等途徑進入人體內。拜香在室內產生的懸浮微粒濃度，在高 (2000)<sup>(94)</sup> 研究密閉及通風狀態室內拜香之濃度變化，結果顯示通風時濃度平均為  $154\sim 185\text{ mg/m}^3$ ，拜香燒完後  $\text{PM}_{10}$  濃度則隨距離稍呈遞減趨勢，且拜完燒至 3 小時後濃度可降至室內背景值；密閉室內之濃度為  $390\sim 731\text{ mg/m}^3$ ，且燒完香後  $\text{PM}_{10}$  濃度則成均勻分佈，6 小時後  $\text{PM}_{10}$  仍較室內背景值高出約  $300\text{ mg/m}^3$ ，可知通風不佳時民眾拜香暴露之  $\text{PM}_{10}$  濃度高出 10 倍。莊 (2005)<sup>(95)</sup> 研究寺廟空氣中之 PAH 指出，寺廟中  $\text{PM}_{10-1.0}$ 、 $\text{PM}_{1.0-0.1}$  及  $\text{PM}_{0.1}$  的質量濃度分別為  $28.9$ 、 $121.0$ 、 $5.2\mu\text{g/m}^3$ ，其中總 PAH 平均濃度分別為  $0.008$ 、 $0.224$ 、 $0.011\mu\text{g/m}^3$ ，且皆以 5 環的濃度百分比最高分別為  $55.4\%$ 、 $40.7\%$  及  $45.7\%$ ，並以 benzo[b]fluoranthene 濃度為最高。此外，作者並指出寺廟微粒的粒徑大小、微粒中多環芳香烴化合物皆可能會引起人類冠狀動脈內皮細胞產生發炎反應與內皮細胞功能異常的現象。因此可知，家中若有拜香則與其呼吸道症狀及疾病有密切之相關性。

## 二、居民呼吸系統症狀及疾病調查

中科附近居民之研究對象主要來自之三個年齡分佈不同之社區—國安國宅甲區、乙區及秀山村，其居民平均年齡分別為 60.1 歲、47.0 歲及 71.0 歲，三地區民眾年齡有統計上顯著之差異。全部研究對象之吸菸盛行率為 18.5%，其中男性吸菸盛行率為 36.7%，女性為 6.8%，此與 2002 年國民健康局調查<sup>(96)</sup>十五歲以上國人吸菸盛行率男性為 43.5%，女性為 4.2%相比較，略有差異。在肺功能生理值分佈上 FEV 與 FEV<sub>1</sub> 之影響因素在年齡別（分三層）、性別、社區別、吸菸別、飲酒別、教育程度（分二層）、拜香習慣、霉斑及以瓦斯泡茶習慣的分佈上皆有顯著之不同（表十），其中將年齡別經事後檢定結果， $\leq 40$  歲與 41~64 歲之 FEV<sub>1</sub>% 無顯著差異，社區別之 FEV<sub>1</sub>% 亦無顯著差異，此外，吸菸別經事後檢定結果已戒菸者之 FVC 與 FEV<sub>1</sub> 皆與從未吸菸者無顯著差異。但 FEV<sub>1</sub>% 則只在年齡層、社區別、教育程度及拜香習慣者有顯著之差異。進一步分析以邏輯斯複迴歸分析時，因教育程度與社區別及霉斑有顯著之相關性，故分析時則不考慮將教育程度放入模式中，在調整年齡變項後，只有與性別、身高、社區別及家中霉斑對於 FVC 有顯著之影響；但在 FEV<sub>1</sub> 與 FEV<sub>1</sub>% 數值只與受訪者身高有顯著之相關性。性別與身高均為已知影響肺功能的因素（Dockery,1983）<sup>(97)</sup>，不過本研究之社區別中，國安乙區顯著性高於秀山村居民，其原因是否與秀山村較接近中科園區，在其開發過程中

居民之肺功能已受影響，此結果仍需進一步來探討。

在呼吸系統症狀及疾病分析中，經控制其他變項後，僅有性別及吸菸習慣與咳嗽症狀有顯著性相關，吸菸習慣與咳痰症狀，及慢性支氣管炎皆達統計上顯著性意義。氣喘無論於單變項或複邏輯斯迴歸分析，皆無顯著之影響因素，是由於此族群氣喘盛行率較低，僅 4.7%，在中科尚未正式營運的情況下，氣喘盛行率偏低，可能與民眾遺傳因素有關聯，目前外界環境因素較小，未來，一旦中科正式營運之後，其排放污染增加時，在其他因素未改變之下，中科附近環境的改變可能會逐漸增加居民呼吸道症狀及疾病之發生率，包括氣喘之盛行率。至於影響呼吸系統症狀及疾病仍以個人吸菸行為最大，其餘變項皆無顯著之影響。



### 第三節 暴露評估

在室內、外懸浮微粒濃度的相關性分析（表十七）中，各家戶室內的採樣數據以每小時為一筆，在扣除因機器設置出現之極端值後，參與分析的數據較少，尤其家戶#4 與家戶#5 只有三月份之採樣數據（分別為 21 筆及 22 筆），故在分析時變異性較大，但皆無統計上顯著意義。

本研究在 QCM 衝擊器之採樣結果中除家戶#1 及家戶#5 之  $PM_{10}$  外，另三戶之  $PM_{10}$  及  $PM_{2.5}$  濃度均大於 PEM 之採樣結果。可能的原因為 QCM 分階粒徑衝擊器之分階粒徑並非恰好為  $10\mu m$  及  $2.5\mu m$ ，而是將最接近此二粒徑範圍之該階濃度值加總而來，故 QCM 之  $PM_{10}$  濃度為粒徑  $12\mu m$  之第二階以下總合之濃度， $PM_{2.5}$  則為  $3.2\mu m$  該階開始以下之粒徑濃度總合。此外，雖然採樣結果之濃度相當低，但在懸浮微粒濃度的比值 ( $PM_{2.5}/PM_{10}$ )，在兩種採樣器結果皆以  $PM_{2.5}$  所佔比例較大（表二十），即室內懸浮微粒濃度粒徑分佈以細粒徑為主與其他文獻相同<sup>(14, 98)</sup>

（PEM：70%、QCM：94%），室外則約佔 54.6% 左右，若此採樣家戶在無增加其他明顯室內污染情況下，其  $PM_{2.5}/PM_{10}$  比值卻改變，可以推估此變化是否與中科所排放之污染物有相關性造成。

本研究室內微粒採樣結果與其他研究結果相比，無論是 PEM 或 QCM 之質量濃度在室內環境皆低許多，根據之前文獻整理<sup>(5, 91, 94)</sup>，在國內室內懸浮微粒濃度主要受住戶之生活習慣尤其「拜香」的影響，在林

(2000)<sup>(5)</sup> 的研究對象中，有一住戶有拜香與吸菸的習慣，若於冬天將窗戶關閉時，在室內有較多污染源又通風不良的情況下，使其懸浮微粒濃度較高（夏天 PM<sub>2.5</sub> 為 36.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）。而蕭（1998）<sup>(99)</sup> 的研究對象中，有三戶拜香習慣、另一戶有吸菸習慣，而室外環境則是五住戶鄰近交通頻繁的道路，一住戶於捷運工地旁，一戶鄰近廟宇，另一戶則靠近省道及加工廠旁，而其濃度又較林（2000）高出許多（夏天 PM<sub>2.5</sub>：46.87 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ），顯示外在環境其特定污染源更易增加室內微粒之濃度。而本研究之住戶，其地理位置在中科開發前，即是位於台中市與台中縣交界處，車輛來往較少又鄰近大肚山，屬於污染較少的住宅區。五個住戶之家庭成員皆十分簡單，最多人數時約只有 3~4 人，且採樣時大多時間住戶家中皆只有一人，甚至無人。一般民眾生活習慣方面，五住戶中皆無拜香習慣，有吸菸習慣家人的住戶除吸菸量不大外（最多者 5 支/天），採樣時亦較少於室內吸菸，甚至不在室內吸菸，且其烹飪大多以晚餐及早餐為主，如圖三為家戶#1 之濃度分佈情形，結果顯示時間七點至九點及十七點至二十點微粒濃度有升高趨勢，推斷應為該家庭之早、晚餐烹飪前後時間，由於烹飪行為所致微粒質量濃度會顯著性增加，許多文獻<sup>(9, 12, 14-17)</sup> 均指出無論何種烹飪方式，確實會使室內懸浮微粒濃度有增加的趨勢。各家庭無特定微粒之污染源發生時，有可能此採樣結果濃度較其他文獻低。

本次採樣住戶之室內格局，皆與其他住宅相似且位於各大廈大樓

間，其地理位置靠近山區氣溫較低，故其一般通風方式大多只開啟於廚房的一扇窗戶。此外，有些採樣住戶本身位於較高樓層，而本研究室外懸浮微粒資料乃利用環保署西屯空氣監測站的資料，在沒有特殊污染源下，室內、外空氣懸浮微粒濃度較並無較顯著之相關，與 Jones (2000)<sup>(12)</sup> 研究中，在無充分自然通風的情況下(在家時開窗且開門)，室內、外懸浮微粒濃度相關性皆非常低的結果，與本研究相似。

雖然本研究之室內、外粒徑濃度在複迴歸分析中雖無顯著之相關性，但是三月份室外濃度顯著增加時，相對於在室內濃度亦有顯著性增加。由於一月份採樣時期，此地區剛好遇上一波冷氣團，期間除溫度驟降外，每天幾乎均為是雨天。而三月份採樣時期正值冬、春交換之際，溫暖而乾燥的天氣，加上二月份底有一波沙塵暴襲台，在室內及室外均無明顯之微粒污染源下，造成三月份室內、外濃度皆較一月份高的原因。與沈(2005)<sup>(8)</sup>之結果相比，其辦公大樓室內微粒分佈與本研究相同，皆以 PM<sub>2.5</sub> 以下所佔比例較高，其研究結果室內微粒在沙塵暴時微粒濃度有顯著增加，推測可能因其大樓空調系統為引入外氣式，室內懸浮微粒濃度受室外影響較大，使室內懸浮微粒濃度較本研究有顯著的增加。

建立中部科學園區開發所致空氣污染之健康風險評估模組計畫自九十四年一月開始執行，至計畫執行末期時，已有部分環境污染物濃度有明顯增加，有揮發性有機物 3 月份為 127ppb 至 9 月份已增加為 127ppb，

而與工業源有關的揮發性有機物(如丙酮、2-丁酮、乙醇與異丙醇)有明顯逐季上升的趨勢<sup>(100)</sup>。氫氟酸與硝酸在貢獻度分析中，為貢獻度較高之物質，而懸浮微粒以三、四月份濃度較高，氣動粒徑大多分佈於 $5\mu\text{m}$ 及 $0.5\mu\text{m}$ 左右，其餘月份懸浮微粒較低。TSP 濃度約在 $158\text{-}411\text{ ug}/\text{Nm}^3$ 之間，三、四月份中部科學園區之 TSP 濃度遠超過空氣品質標準，而金屬以鋁、鐵、錳、鈦較高，危害性重金屬以鉛較高平均 $0.024\text{ ug}/\text{Nm}^3$ 、鉻平均 $0.01\text{ ug}/\text{Nm}^3$ 蔡(2005)<sup>(101)</sup>。由此一年內所增加之趨勢，未來中科所排放之污染，以及開發所致增加的交通污染與現況將會有更顯著之差異，可能開始影響附近居民之健康狀況。

金屬微粒濃度以鋅金屬濃度最高( $\text{PM}_{2.5}$ 中 $57.4\text{ ng}/\text{m}^3$ ， $\text{PM}_{10}$ 中 $58.8\text{ ng}/\text{m}^3$ )。Cd 金屬之 $\text{PM}_{10}$ 濃度為 $\text{PM}_{2.5}$ 的兩倍，其 $\text{PM}_{2.5}/\text{PM}_{10}$ 比值為所有金屬最低(0.56)，與 Fang (2003) 指出 Cd 分佈粒徑以 $\text{PM}_{2.5}\text{-PM}_{10}$ 為主之結果相同。室內金屬微粒源主要來自吸菸及烹飪，而過去較少文獻分析室內微粒之金屬成分，藉由分析室內微粒金屬種類可用於判斷其可能來源，例如鉻、鎳可能來自工廠排放，砷主要來自半導體產業的排放，而鉛則是主要源自交通排放，未來藉由比較中科附近居民住家室內懸浮微粒之金屬成分，可評估其受中科污染之影響程度及來源。

#### 第四節 本研究之重要性

本研究為中科附近學童及民眾健康評估之橫斷性調查結果，可初步了解該族群之人口資料及健康狀態，雖然大多數民眾之呼吸系統症狀及疾病方面並沒有顯著之變項，但已在中科正式營運前先將基本人口特質及其健康現況資料建立完整，在未來配合此整合型計畫中其他子計畫之環境監測，並應用個人生物偵測以了解空氣污染對人體健康之調查，同時再運用環境暴露、生物偵測及健康調查三方面資料，可提供未來個人健康風險評估之依據，透過此各方面的整合，以提供環境對健康影響之有利證據，亦可作為未來制訂相關環保法規及預防設施之參考。



## 第五節 研究限制與未來研究方向

### 一、研究限制

(一) 本研究之設計為橫斷式的調查，因此若應用現階段結果作為因果性推論有相當的限制，且本研究採用之呼吸道健康指標特定性及敏感性較差，無法明確評估空氣污染物與其呼吸症狀疾病間之因果關係，但此健康指標調查資料收集及測量容易，且涵蓋呼吸道症狀及疾病較多樣，可透過一般性問卷及肺功能量測獲得，亦可作為簡單社區篩檢及長期性追蹤之參考。

(二) 參與本研究之學童未能進行肺功能量測，主要考量學童若無法準確量測，易造成量測結果之變異性增加，若學童測量變異性增大時，則可能影響了整個資料的推論性。另外，因本研究之執行需於中科營運前完成，因時間因素尚未找到適合與中科附近居民作為對照組之族群，以利未來兩地區比較前、後健康情形之差異。

(三) 本研究之室內懸浮微粒採樣的次數及戶數較少，在樣本數不足的情況下，可能其結果之代表性及推論性應有所限制。

### 二、未來研究方向

今年度將繼續追蹤家戶的資料，除持續調查中科附近學童及居民之呼吸系統症狀及疾病健康，及室內懸浮微粒的採樣外，也將應用其他

生物偵測技術，分析民眾暴露揮發性有機物質（VOCs）之代謝物及易感性免疫刺激物質，以作為人體暴露中污染所致健康效應之暴露評估，並了解空氣污染物之暴露劑量及肺部細胞受損情形。



## 第六章 結論與建議

### 第一節 結論

- 一、目前影響中科附近居民肺功能生理值中 FVC 之因素主要為年齡、性別、身高、社區別及家中是否有霉斑。呼吸系統症狀及疾病中以呼吸短促之盛行率最高為 31.6%，氣喘盛行率 4.7% 最低；其他呼吸症狀及疾病則易受個人吸菸習慣影響最為顯著。
- 二、學童呼吸系統症狀及疾病分佈，僅有過去一年曾感冒、氣喘及過去半年就醫，在兩地區有顯著上之差異，而居家環境除養寵物之外，其他室內環境皆有顯著之差異；呼吸症狀及疾病之影響因素以家中拜香之影響最大，其中對胸部不適與感冒症狀之影響最為顯著 (OR=4.7)。
- 三、中科附近住戶居家室內懸浮微粒二十四小時之變化，以家戶 #1 最為典型，其微粒濃度於早餐及晚餐烹飪時間皆有明顯之增加。另外，中科附近住戶居家室內、外懸浮微粒之相關性，室內 PM<sub>10</sub> 及 PM<sub>2.5</sub> 與室外 PM<sub>10</sub> 及 PM<sub>2.5</sub> 均為顯著之相關性 (室內、外 PM<sub>10</sub> 之  $r=0.485$ ，室內、外 PM<sub>2.5</sub> 之  $r=0.485$ )。中科附近住戶居家室內微粒之金屬分析結果中，鎳濃度皆低於偵測極限，以鋅濃度最高 PM<sub>2.5</sub> 中為 57.4ng/m<sup>3</sup>，PM<sub>10</sub> 中為 58.8ng/m<sup>3</sup>。
- 四、目前研究所建立之中科附近居民與學童呼吸道症狀及疾病資料，及

住戶室內空氣懸浮微粒濃度分佈資料，均可作為中科台中園區營運前之參考背景資料。



## 第二節 建議

- 一、中科所排放空氣污染資料仍需透過長時間追蹤，同時亦應建立其他氣象、廠內污染源排放及分佈等背景資料，才能進一步作為人體健康暴露評估之應用。
- 二、未來應針對中科所產生空氣污染對人體的影響仍需建立較敏感的生物指標，以作為個人生物偵測，評估個人暴露之依據，同時在民眾健康上的評估尚需建立更敏感且特定之指標，可作為中科排放污染之關聯性建立。
- 三、中科管理局等相關單位亦應建立園區內各廠商之污染物清單，並針對附近居民作好完整規劃、宣導並演練工安環保意外發生時之緊急應變處理，以降低可能的傷害。
- 四、健康風險評估需更完整的資料包括長期及短期之環境與健康資料，才能使評估結果更具說服力，且有效應用於社會大眾，故未來將與其他計畫的結果加以整合比較，作最有效之評估。台灣地區除了繼續加強生態環境的保護外，對於國人的健康更是不容忽視的，因此環保署及相關政府單位更應支持相關的研究，以利未來制定環保法令或政策之參考。

## 參考文獻

1. 行政院國家科學委員會，中部科學工業園區台中基地開發計畫環境影響說明書。台中，行政院國家科學委員會，2003。
2. 台中縣環境保護局，台中縣科學工業園區空氣污染總量管制策略研擬計畫。台中，台中縣環境保護局，2004。
3. Chow JC, Watson JG, Lowenthal DH, et al. PM10 and PM2.5 compositions in California's San Joaquin. *Aerosol Sci and Tech* 1993;18:105-128.
4. Chio CP, Cheng MT, Wang CF, et al. Source apportionment to PM10 in different air quality conditions for Taichung urban and coastal areas, Taiwan. *Atmos Environ* 2004;38:6893-6905.
5. 林家和，PM1/PM2.5/PM10 氣懸微粒特性之探討。台北，台灣大學環境衛生研究所碩士論文，2000。
6. 蘇建中，半導體工業區空氣污染物之懸浮微粒的調查分析。清華大學原子科學研究所碩士論文，2000。
7. Williams R, Creason J, Zweidinger R, et al. Indoor, outdoor, and personal exposure monitoring of particulate air pollution: the Baltimore elderly epidemiology-exposure pilot study. *Atmos Environ* 2000;34:4193-4204.
8. 沈桓毅，影響辦公室內空氣中各種粒徑微粒濃度之相關因素。台中，中國醫藥大學環境醫學研究所碩士論文，2005。
9. Kamens R, Lee CT, Wiener R, et al. A study to characterize indoor particles in three non-smoking homes. *Atmos Environ* 1991;25:939-948.
10. Chao CYN, Burnett TCW. Influence of different indoor activities on the indoor particulate levels in residential buildings. *Indoor Built Environment* 1998;7:110-121.
11. Byrne M. Aerosol exposed. *Chem Br* 1998;August:23-26.
12. Jones NC, Thornton CA, Mark D, et al. Indoor/outdoor relationships of particulate matter in domestic homes with roadside, urban and rural locations. *Atmos Environ* 2000;34:2603-2612.
13. Hanninen OO, Lebret E, Ilacqua V, et al. Infiltration of ambient PM2.5 and levels of indoor generated non-ETS PM2.5 in residences of four European cities. *Atmos Environ* 2004;38:6411-6423.
14. Geller MD, Chang M, Sioutas C, et al. Indoor/outdoor relationship and chemical composition of fine and coarse particles in the southern California deserts. *Atmos Environ* 2002;36:1099-1110.
15. Liu YS, Chen R, Shen XX, et al. Wintertime indoor air levels of PM10, PM2.5, and PM1 at public places and their contributions to TSP. *Environ Int* 2004;30:189-197.
16. Abt E, Suh H, Catalano P, et al. Relative contribution of outdoor and indoor particle sources to indoor concentrations. *Environ Sci Technol* 2000;34:3579-3585.

17. Dockery DW, Spengler JD. Indoor-outdoor relationships of respirable sulfates and particles. *Atmos Environ* 1980;15:335-343.
18. Hussein T, Hameri K, Heikkinen MSA, et al. Indoor and outdoor particle size characterization at a family house in Espoo-Finland. *Atmos Environ* 2005;39:3697-3709.
19. Thatcher TL, Layton DW. Deposition, Re-suspension and penetration of particles within a residence. *Atmos Environ* 1995;29:1487-1497.
20. 郭育良等。職業病概論。華杏出版股份有限公司，2002。
21. Antonio J, Espinsa F, Rodriguez MT, et al. Size distribution of metals un urban aerosols in Seville (Spain) . *Atoms Environ*. 2001;35:2595-2601.
22. Fang GC, Chang CN, Chu CC, et al. Characterization of particulate, metallic elements of TSP, PM2.5 and PM2.5-10 aerosols at a farm sampling site in Taiwan, Taichung. *Sci Total Environ* 2003;308:157-166.
23. Gold DR, Damokosh AL, Pope CA, et al. Particulate and ozone pollutant effects on the respiratory function on children in southwest Mexico City. *Epidemiology* 1999;10:6-16.
24. Ostro BD, Rothschild S. Air pollution and acute respiratory morbidity : an observational study of multiple pollutants. *Environ Res* 1989;50:238-247.
25. Abbey DE, Hwang BL, Burchette RL, et al. Estimated long-term ambient concentrations of PM10 and development of respiratory symptoms in a nonsmoking population. *Arch Environ Health* 1995;50:139-152.
26. Schwartz J. Particulate air pollution and chronic respiratory disease. *Environ Res* 1993;62:7-13.
27. Peop CA, Kanner RE. Acute effects of PM10 pollution on pulmonary function of smokers with mild to moderate chronic obstructive pulmonary disease. *Am Rev Respir Dis* 1993;147:1336-1340.
28. Scarlett JF, Abbott KJ, Peacock JL, et al. Acute effects of summer air pollution on respiratory function in primary school children in Southern England. *Thorax* 1996;51:1109-1114.
29. Ackermann-Liebrich U, Leuenberger P, Schwartz C, et al. Lung function and long term exposure to air pollutants in Switzerland. *Am J Respir Crit Care Med* 1997;155:122-129.
30. Wang B, Peng Z, Zhang X, et al. Particulate matter, sulfur dioxide, and pulmonary function in never-smoking adults in Chongqing, China. *Int J Occup Environ Health* 1999;5:14-19.
31. Yang W, Jennison BL, Omaye ST. Cardiovascular disease hospitalization and ambient levels of carbon monoxide. *J Toxicol Environ Health* 1998;55:185-196.
32. Schwartz J. Air pollution and hospital admissions for cardiovascular disease in Tucson. *Epidemiology* 1997;8:371-377.

33. Bascom R, Bromber PA, Costa DA, et al. Health effects of outdoor air pollution. *Am J Respir Crit Care Med* 1996;153:3-50.
34. Lee JT, Shin D, Chung Y. Air pollution and daily mortality in Seoul and Ulsan, Korea. *Environ Health Perspect* 1999;107:149-154.
35. Zmirou D, Schwartz J, Saez M, et al. Time-series analysis of air pollution and cause-specific mortality. *Epidemiology* 1998;9:495-503.
36. Gold DR, Rotnitzky A. Race and gender differences in Respiratory illness prevalence and their relationship to environmental exposures in children 7 to 14 years of age. *Am Rev Respir Dis* 1993;148:10-18.
37. Hankinson JL, Kinsley KB, Wagner GR, et al. Comparison of spirometric reference values for Caucasian and African American blue-collar workers. *J Occupat Environ Med* 1996;38:137-173.
38. US Environmental Protection Agency, National Center for Exposure Assessment. Exposure factor handbook. Washington, DC: Environmental Protection Agency, 1997 (EPA/600/P95/002Fa).
39. Schwartz J, Dockery DW, Neas LM, et al. Acute effects of summer air pollution on respiratory symptom reporting in children. *Am J Respir Crit Care Med* 1994;150:1234-1242.
40. Peters JM, Avol E, Navidi W, et al. A study of twelve Southern California communities with differing levels and types of air pollution. I. Prevalence of respiratory morbidity. *Am J Respir Crit Care Med* 1999;159:760-767.
41. Braun-Fahrlander C, Vuille JC, Sennhauser FH, et al. Respiratory health and long-term exposure to air pollutants in Swiss schoolchildren SCARPOL team. Swiss study on childhood allergy and respiratory symptoms with respect to air pollution, climate and pollen. *Am J Respir Crit Care Med* 1997;155:1024-1049.
42. 吳偉銘，高雄市空氣污染對人體健康效應之研究—以楠梓、前鎮、旗津三地區國小學童為例。高雄，高雄醫學大學公共衛生研究所碩士論文，2000。
43. Heinrich J, Hoelscher B, Wichmann HE. Decline of ambient air pollution and respiratory symptoms in children. *Am J Respir Crit Care Med* 2000;161:1930-1936.
44. Dockery DW, Cunningham J, Damokosh AI, et al. Health effects of acid aerosols on north American children: respiratory symptoms. *Environ Health Perspect* 1996;105:500-505.
45. Yang CY, Wang JD, Chan CC, et al. Respiratory and irritant health effects of a population living in a petrochemical-polluted area in Taiwan. *Environ Res* 1997;74:145-149.
46. Schwartz J. Air pollution and the duration of acute respiratory symptoms. *Arch Environ Health* 1992;47:116-122.
47. Gauderman WJ, Avol E, Gilliland F, et al. The effect of air pollution on lung development from 10 to 18 years of age. *N Engl J Med* 2004;351:1057-1067.

48. Jr FH, Studnicka M, Gartner C, et al. Particulate matter and lung function growth in children: a 3-yr follow-up study in Austrian schoolchildren. *Eur Respir J* 2002;19:838-845.
49. Gauderman WJ, McConnell R, Gilliland F, et al. Association between air pollution and lung function growth in southern California children. *Am J Respir Crit Care Med* 2000;162:1383-1390.
50. Avol EL, Gauderman WJ, Tan SM, et al. Respiratory effects of relocation to areas of differing air pollution levels. *Am J Respir Crit Care Med* 2001;164:2067-2072.
51. Studnicka MJ, Frischer T, Meinert R, et al. Acidic particles and lung function in children. A summer camp study in the Austrian Alps. *Am J Respir Crit Care Med* 1995;151:423-430.
52. Raizeene M, Neas LM, Damokosh AI, et al. Health effects of acid aerosols on North American children: pulmonary function. *Environ Health Perspect* 1996;104:506-514.
53. Peters JM, Avol E, Gauderman WJ, et al. A study of twelve Southern California communities with differing levels and types of air pollution. II. Effects of pulmonary function. *Am J Respir Crit Care Med* 1999;159:768-775.
54. Timonen LK, Pekkanen J. Air pollution and respiratory health among children with asthmatic or cough symptoms. *Am J Respir Crit Care Med* 1997;156:546-552.
55. Jedrychowski W, Maugeri U, Bianchi LJ, et al. Effect of indoor air quality in the postnatal period on lung function in pre-adolescent children: a retrospective cohort study in Poland. *Public Health* 2005;119:535-541.
56. Liebrich UA, Leuenberger P, Schwartz J, et al. Lung function and long term exposure to air pollutants in Switzerland. Study on air pollution and lung diseases in adults (SAPALDIA) team. *Am J Respir Crit Care Med* 1997;155:122-129.
57. 洪瑞禧，空氣污染對肺功能之慢性效應：台灣兩鄉鎮四十歲以上人口肺功能之比較。台北，台灣大學公共衛生研究所碩士論文，1993。
58. Schunemann HJ, Dorn J, Grant BJB, et al. Pulmonary function is a long-term predictor of mortality in the general population. 29-year follow-up of the Buffalo health study. *Chest* 2000;118:656-663.
59. Sunyer J, Spix C, Quenel P, et al. Urban air pollution and emergency admissions for asthma in four European cities: the APHEA project. *Thorax* 1997;52:760-765.
60. Walters S, Phupinyokul M, Ayres J. Hospital admission rates for asthma and respiratory disease in the west Midlands: their relationship to air pollution levels. *Thorax* 1995;50:948-954.
61. Castellsague J, Sunyer J, Saez M, et al. Short-term association between air pollution and emergency room visits for asthma in Barcelona. *Thorax* 1995;50:1051-1056.
62. Burnett RT, Brook J, Yung WT, et al. Association between ozone and

- hospitalization for respiratory disease in 16 Canadian cities. *Environ Res* 1997;72:24-31.
63. Lipsett M, Hurley S, Ostro B. Air pollution and emergency room visits for asthma in Santa Clara County, California. *Environ Health Perspect* 1997;105:216-222.
  64. Moolgavkar SH, Luebeck EG, Anderson EL. Air pollution and hospital admissions for respiratory causes in Minneapolis-St. Paul and Birmingham. *Epidemiology* 1997;8:364-370.
  65. 劉美君，某工業區鄰近居民罹病率與死亡率之調查。台北，國防醫學院公共衛生研究所碩士論文，2002。
  66. Hoek G, Schwartz JD, Groot B, et al. Effects of ambient particulate matter and ozone on daily mortality in Rotterdam, The Netherlands. *Arch Environ Health* 1997;52:455-463.
  67. Schwartz J. Particulate air pollution and daily mortality in Detroit. *Environ Res* 1991;56:204-213.
  68. Burnett RT, Dales R, Krewski D, et al. Associations between ambient particulate sulfate and admissions to Ontario hospitals for cardiac and respiratory diseases. *Am J Epidemiol* 1995;142:15-22.
  69. Burnett RT, Smith-Doiron M, Stieb D, et al. Effects of particulate and gaseous air pollution on cardiorespiratory hospitalizations. *Arch Environ Health* 1999;54:130-139.
  70. Samet JM, Dominici F, Curriero FC, et al. Fine particulate air pollution and mortality in 20 U.S. cities, 1987-1994. *N Engl J Med* 2000;343:1742-1749.
  71. Wong TW, Tam WS, Yu TS. Associations between daily mortality from respiratory and cardiovascular diseases and air pollution in Hong Kong, China. *Occup Environ Med* 2002;59:30-35.
  72. Dockery DW, Pope CA, Xu xiping, et al. An association between air pollution and mortality in six U.S. cities. *N Engl J Med* 1993;329:1753-1759.
  73. Schwartz J, Dockery DW. Particulate air pollution and daily mortality in Steubenville, Ohio. *Am J Epidemiol* 1992;135:12-19.
  74. Kelasall JE, Samet JM, Zeger SL. Air pollution and mortality in Philadelphia, 1974-1988. *Am J Epidemiol* 1997;146:750-762.
  75. 陸世忠，高雄市空氣污染與每日死亡率關係之研究。高雄，高雄醫學大學公共衛生研究所碩士論文，1997。
  76. Clancy L, Goodman P, Sinclair H, et al. Effect of air-pollution control on death rates in Dublin, Ireland: an intervention study. *Lancet* 2002;360:1210-1214.
  77. Pope CA, Dockery DW, Kanner RE, et al. Oxygen saturation, pulse rate, and particulate air pollution: a daily time-series panel study. *Am J Respir Crit Care Med* 1999;159:365-372.
  78. Salvi S, Blomerg A, Rudell B, et al. Acute inflammatory responses in the airways

- and peripheral blood after short-term exposure to diesel exhaust in healthy human volunteers. *Am J Respir Crit Care Med* 1999;159:702-709.
79. Schwartz J. Air pollution and blood markers of cardiovascular risk. *Environ Health Perspect* 2001;109:405-409.
  80. Brook RD, Brook JR, Urch BU, et al. Inhalation of fine particulate air pollution and ozone causes acute arterial vasoconstriction in health adults. *Circulation* 2002;105:1534-1536.
  81. Schwartz J. Air pollution and children's health. *Pediatrics* 2004;113:1037-1043.
  82. Strachan DP. The epidemiology of childhood asthma. *Allergy* 1999;54 Suppl 49:7-11.
  83. Waite DA, Eyles EF, Tonkin SL, et al. Asthma prevalence in Tokelauan children in two environments. *Clin Allergy* 1980;10:71-75.
  84. 鄭筱蓉，交通污染與學童呼吸道健康相關性之探討。台北，台灣大學公共衛生研究所碩士論文，2003。
  85. 張祐剛，台北市青少年氣喘及肺功能相關因子之探討。台北，台灣大學環境衛生研究所碩士論文，2001。
  86. 洪秀勳，台中市學齡前兒童罹患呼吸道與腸胃道感染疾病因素之探討。台中，中國醫藥大學環境醫學研究所碩士論文，2003。
  87. 許莉瑩，居家環境特性與真菌暴露對孩童呼吸道疾病影響之探討。台北，淡江大學數學研究所碩士論文，1994。
  88. Su HJ, Wu PC, Chen HL, et al. Exposure assessment of indoor allergens, endotoxin, and airborne fungi for homes in southern Taiwan. *Environ Res* 2001;85:135-144.
  89. Savilahti R, Uirri J, Roto P, et al. Increased prevalence of atopy among children exposed to mold in a school building. *Allergy* 2001;56:175-179.
  90. 羅友舜，室內環境多環芳香烴特性之研究。台北，台灣大學公共衛生研究所碩士論文，1996。
  91. 胡竹君，拜香之煙及灰中多環芳香烴化合物之分析。新竹，清華大學原子科學研究所碩士論文，1993。
  92. Pyysalo H, Tuominen J, Salomaa S, et al. Polycyclic Organic Material in Urban air fractionation, chemical analysis and genotoxicity of particulate and vapor phase in an industrial town in Finland. *Atmos. Environ* 1987;21:1167-1180.
  93. IARC overall evaluation of carcinogenicity: an updating of IARC monographs Vol. 1-42. monographs on the evaluation of the carcinogenic risk of chemicals to humans, suppl. 7. International Agency for Research on Cancer, Lyon. 1987.
  94. 高攻鍾，龍世俊。不同通風狀態室內燒香產生PM10濃度變化之研究。中華公共衛生雜誌。2000;19:214-220。
  95. 莊校奇，寺廟中微粒對人類冠狀動脈內皮細胞發炎反應與內皮細胞功能異常之研究。台北，台灣大學職業醫學與工業衛生研究所碩士論文，2005。

96. 行政院衛生署國民健康局，民國九十一年國民健康促進知識、態度與行為調查之成果報告國人之健康行為初探。台中，行政院衛生署國民健康局，2002。
97. Dockery DW, Berkey CS, Ware JH, et al. Distribution of forced vital capacity and forced expiratory volume in one second in children 6 to 11 years of age. *Am Rev Respir Dis* 1983;128:405-412.
98. 洪耀庭，居家環境室內外氣懸微粒化學特性及其相關性之研究。台北，台灣大學環境工程研究所碩士論文，1994。
99. 蕭欣杰，室內環境固相多環芳香烴特性之研究。台灣大學公共衛生研究所碩士論文，1998。
100. 張大元，建立中部科學園區開發所致空氣污染之健康風險評估模組之子計畫--中部科學園區周邊居民空氣污染物之揮發性有機物暴露及健康風險評估成果報告。台中，行政院國家科學委員會，2005。
101. 蔡清讚，建立中部科學園區開發所致空氣污染之健康風險評估模組之子計畫--中部科學園區半導體及光電產業無機酸與懸浮微粒環境監測及長期變化趨勢之研究成果報告。台中，行政院國家科學委員會，2005。



表一、中科地區及對照地區國小學童基本資料

變 項	中科地區 (%)	對照地區 (%)	P 值
性 別			
男生	267 (49.4)	219 (51.7)	
女生	273 (50.6)	205 (48.3)	0.500
年 級			
五年級	274 (50)	239 (55.1)	
六年級	274 (50)	195 (49.9)	0.114
父親教育程度			
國 (初) 中以下	98 (18.4)	103 (27.5)	
高中職	121 (44.9)	190 (50.6)	
大學 (專科) 以上	165 (27.7)	82 (21.8)	<0.001
單親家庭	59 (11.4)	47 (12.3)	0.690
身 高 (公分) <sup>a</sup>	149.51±7.95	146.24±8.22	<0.001
體 重 (公斤) <sup>a</sup>	41.96±10.14	39.52±10.05	0.001
戶外運動次數/週 <sup>a</sup>	3.78±2.46	4.51±5.17	0.012
居住時間 (月) <sup>a</sup>	90.73±50.86	111.89±67.76	<0.001

a：平均值±標準差

表二、中科地區及對照地區學童呼吸系統症狀及疾病盛行率之比較

變 項	中科地區 (%)	對照地區 (%)	P 值
咳嗽	72 (13.2)	62 (14.5)	0.551
咳痰	274 (50.0)	195 (49.9)	0.288
慢性支氣管炎	5 (0.9)	3 (0.7)	0.713
喘鳴	129 (23.8)	83 (19.6)	0.115
呼吸短促	105 (20.0)	96 (23.3)	0.228
胸部疾病與感冒	29 (5.3)	12 (2.8)	0.055
過去一年曾感冒	488 (89.5)	359 (85.3)	0.045
氣喘	57 (10.5)	27 (6.4)	0.024
過去半年是否就醫	322 (61.3)	199 (49.6)	<0.001

表三、中科地區及對照地區學童居家環境之比較

變 項	中科地區 (%)	對照地區 (%)	P 值
居住大馬路旁	175 (32.5)	164 (39.2)	0.032
家中鋪設地毯	185 (34.1)	115 (27.3)	0.022
使用空氣清淨機	200 (37.3)	110 (26.1)	<0.001
家庭二手菸	316 (57.6)	289 (67.2)	0.002
父母吸菸	278 (48.2)	238 (41.2)	0.155
祖父母吸菸	28 (4.9)	49 (8.6)	0.001
其他人吸菸	52 (9.1)	44 (7.7)	0.856
拜香	385 (70.6)	360 (87.0)	<0.001
飼養寵物	271 (49.5)	226 (52.6)	0.349
瓦斯泡茶	85 (15.6)	114 (26.8)	<0.001
發霉長斑	81 (21.7)	31 (10.7)	<0.001

表四、學童呼吸系統症狀與相關因素之單變項邏輯斯迴歸分析

變 項	咳嗽	咳痰	氣喘	喘鳴	呼吸短促	胸部疾病
	OR (95%CI)					
組別						
對照	1	1	1	1	1	1
中科	0.90 (0.62~1.30)	1.22 (0.84~1.78)	1.73 (1.07~2.78) <sup>†</sup>	1.28 (0.94~1.75)	0.83 (0.60~1.13)	1.94 (0.98~3.84)
性別						
男	1	1	1	1	1	1
女	0.86 (0.60~1.25)	0.52 (0.36~0.77)	0.67 (0.42~1.06)	0.77 (0.56~1.05)	0.82 (0.60~1.12)	0.90 (0.48~1.70)
單親家庭 <sup>b</sup>	1.48 (0.87~2.54)	1.45 (0.85~2.49)	1.45 (0.75~2.78)	1.16 (0.72~1.88)	1.77 (1.12~2.78) <sup>†</sup>	0.64 (0.19~2.12)
家庭二手菸 <sup>b</sup>	1.40 (0.95~2.07)	1.55 (1.04~2.29) <sup>†</sup>	1.01 (0.62~1.60)	1.70 (0.78~1.46)	1.11 (0.80~1.53)	0.63 (0.34~1.19)
拜香 <sup>b</sup>	1.95 (1.16~3.29) <sup>†</sup>	1.44 (0.89~2.33)	1.23 (0.69~2.16)	1.34 (0.91~1.97)	1.73 (1.13~2.64) <sup>†</sup>	2.70 (0.95~7.68)
飼養寵物 <sup>b</sup>	1.33 (0.92~1.92)	1.52 (1.05~2.20) <sup>†</sup>	1.45 (0.92~2.29)	1.33 (0.98~1.81)	0.95 (0.70~1.30)	2.41 (1.21~4.77) <sup>†</sup>
鋪設地毯	1.10 (0.74~1.62)	1.38 (0.94~2.03)	1.17 (0.72~1.99)	1.53 (1.11~2.11) <sup>‡</sup>	1.26 (0.91~1.76)	1.50 (0.79~2.87)
霉斑 <sup>b</sup>	1.18 (0.66~2.12)	0.97 (0.52~1.83)	1.49 (0.77~2.87)	2.21 (1.42~3.46) <sup>‡</sup>	1.18 (0.71~1.96)	2.27 (0.96~5.36)
空氣清淨機 <sup>b</sup>	1.71 (1.17~2.50) <sup>‡</sup>	1.10 (0.75~1.62)	1.70 (1.08~2.70) <sup>†</sup>	1.31 (0.95~1.81)	1.17 (0.83~1.63)	1.73 (0.92~3.28)
使用瓦斯泡茶 <sup>b</sup>	1.48 (0.97~2.25)	1.10 (0.71~1.72)	0.92 (0.52~1.62)	1.11 (0.76~1.60)	1.38 (0.96~2.00)	1.87 (0.95~3.69)

†: P 值 < 0.05

‡: P 值 < 0.01

b: 變項以無者為參考組

表五、學童呼吸系統症狀及疾病與相關因素之邏輯斯複迴歸分析

變 項	咳嗽		咳痰		氣喘		喘鳴		呼吸短促		胸部疾病	
	OR	(95%CI)										
組別												
對照	1		1		1		1		1		1	
中科	0.94	(0.55~1.60)	0.94	(0.55~1.60)	1.98	(1.01~3.91) <sup>†</sup>	1.13	(0.73~1.73)	0.75	(0.48~1.18)	2.49	(0.89~6.98)
單親家庭 <sup>b</sup>	1.30	(0.62~2.75)	1.75	(0.87~3.54)	1.38	(0.58~3.24)	1.24	(0.68~2.29)	1.79	(0.98~3.26)	1.24	(0.68~2.29)
家庭二手菸 <sup>b</sup>	2.00	(1.13~3.55) <sup>†</sup>	1.88	(1.07~3.32) <sup>†</sup>	0.75	(0.42~1.37)	1.01	(0.66~1.54)	1.11	(0.71~1.76)	1.01	(0.42~2.39)
拜香 <sup>b</sup>	2.20	(1.07~4.53) <sup>†</sup>	1.85	(0.93~3.71)	1.40	(0.69~2.85)	1.91	(1.14~3.21) <sup>†</sup>	1.84	(1.04~3.28) <sup>†</sup>	4.72	(1.07~20.8) <sup>†</sup>
飼養寵物 <sup>b</sup>	1.82	(1.08~3.04) <sup>†</sup>	1.67	(1.00~2.80) <sup>†</sup>	1.26	(0.71~2.26)	1.35	(0.90~2.02)	0.98	(0.63~1.51)	1.53	(0.66~3.56)
鋪設地毯 <sup>b</sup>	1.26	(0.74~2.15)	1.66	(0.98~2.81)	1.00	(0.54~1.86)	1.46	(0.96~2.22)	1.50	(0.96~2.36)	1.77	(0.76~4.12)
霉斑 <sup>b</sup>	1.44	(0.75~2.76)	0.74	(0.35~1.55)	1.29	(0.62~2.68)	2.42	(1.47~3.97) <sup>‡</sup>	1.14	(0.63~2.06)	2.16	(0.83~5.62)
空氣清淨機 <sup>b</sup>	2.33	(1.38~3.93) <sup>‡</sup>	1.40	(0.82~2.38)	1.43	(0.79~2.61)	1.23	(0.80~1.87)	1.47	(0.93~2.31)	1.72	(0.73~4.03)

†: P 值 < 0.05

‡: P 值 < 0.01

b: 變項以無者為參考組

表六、中科附近居民基本資料及個人健康行為

變 項	個數	百分比 (%)
各社區研究對象		
國安甲	145	48.7
國安乙	114	38.3
秀山村	39	13.0
性 別		
男性	147	49.5
女性	150	50.5
年 齡 (歲)		
$\leq 40$	74	25
41~64	100	33.8
$\geq 65$	122	41.2
教育程度		
國 (初) 中以下	134	46.4
高中職以上	155	53.6
婚姻狀況		
未婚	39	13.3
已婚	222	75.8
離婚	6	2.0
喪偶	25	8.5
同居	1	0.3
有職業者	121	41.3
職場二手菸暴露	49	57.0
有吸菸習慣	65	22.0
已戒菸者	37	17.0
有飲酒習慣	55	18.5
有嚼檳榔習慣	18	6.1
每週從事戶外運動	193	67.7
服用維他命	100	34.0
平均身高 (公分) <sup>a</sup>	161.2±8.6	
平均體重 (公斤) <sup>a</sup>	62.4±10.8	
平均 BMI (體重/身高 <sup>2</sup> ) <sup>a</sup>		
男	23.92±3.65	
女	24.06±3.53	
平均年齡 (歲) <sup>a</sup>	56.5±18.7	
處於室外時間 (小時) <sup>a</sup>	4.5±3.7	
居住現址時間 (月)	110.1±193.1	

a: 平均值±標準差

表七、中科附近居民呼吸系統自覺症盛行率

症 狀	全部個數	盛行率(%)	>65 歲個數	盛行率(%)
咳嗽症狀	44	15.1	20	16.8
今年度有咳嗽	30	83.3	16	94.1
咳痰症狀	51	17.4	22	18.5
今年度有咳痰	35	92.1	14	87.5
慢性支氣管炎	18	6.2	8	6.8
咳嗽及咳痰症狀達三星期	34	12.9	13	12.1
喘鳴症狀	54	19.4	22	19.1
呼吸短促症狀	83	31.6	32	30.5
過去一年曾感冒	194	66.9	72	60.0
胸部疾病	24	8.2	9	7.6

表八、中科附近居民過去疾病史之分佈

變 項	個數	百分比(%)
肺炎	23	7.7
支氣管擴張	11	3.7
慢性支氣管炎	15	5.0
肺氣腫	7	2.3
氣喘	14	4.7
胸膜炎	3	1.0
肺結核	3	1.0
心臟病	37	12.4
高血壓	70	23.5
糖尿病	38	13.4
過敏性疾病	39	13.1
過去三個月是否就醫	147	49.3
過去一年有住院	30	10.1

表九、中科附近居民之居家環境調查

變 項	個數	百分比 (%)
家中鋪設地毯	23	7.8
使用空氣清境設備	40	13.7
使用除濕機	94	32.2
夏天通風		
開窗	226	76.6
冷氣	133	45.1
冬天通風		
關窗	154	54.6
暖氣	37	13.1
開窗	137	48.6
家庭二手菸	107	36.6
拜香	160	55.2
飼養寵物	53	18.2
瓦斯泡茶	53	18.2
發霉長斑	98	33.6
自覺住家環境污染		
有灰塵	215	73.9
有黑煙	103	36.4
有惡臭	103	36.1

表十、中科附近居民之肺功能分佈

變 項	FVC (ml)	FEV <sub>1</sub> (ml)	FEV <sub>1</sub> % (%)
	平均值±標準差	平均值±標準差	平均值±標準差
年齡 (歲)			
≤ 40	2869.0±854.3	2424.2±825.6	84.8±14.9
41~64	2423.5±798.3	1986.2±779.5	82.2±18.1
≥ 65	1795.8±649.2	1297.4±574.0	73.0±19.3
P-值	0.001	0.001	0.001
性別			
男性	2656.4±948.31	2093.6±965.1	78±19.3
女性	1932.1±600.2	1560.5±617.2	81±17.7
P-值	0.001	0.001	0.18
社區別			
國安甲區	2179.2±777.6	1688.0±817.7	76.8±21.0
國安乙區	2652.4±874.4	2189.2±806.7	82.7±14.2
秀山村	1508.6±517.3	1140.0±449.9	76.5±18.9
P-值	0.001	0.001	0.03
教育程度			
國中以下	1807.3±661.6	1365.4±648.4	75.5±20.6
高中職以上	2689.6±789.5	2205.5±797.0	82.2±16.5
P-值	<0.001	<0.001	0.003
氣喘別			
氣喘患者	2030.7±1102.7	1467.9±976.9	69.7±12.4
非無氣喘者	2297.1±856.1	1837.4±839.8	79.6±18.6
P-值	0.264	0.113	0.052
吸菸別			
吸菸者	2527.8±955.5	2048.3±904.8	79.7±15.4
無吸菸者	2194.3±816.7	1750.3±820.9	79.2±19.5
已戒菸者	2275.6±889.4	1750.5±831.9	77.8±19.0
P-值	0.003	0.045	0.85
喝酒別			
有喝酒習慣	2568.1±902.2	2085.6±934.6	80.3±20.4
無喝酒習慣	2218.3±852.4	1758.2±820.3	78.9±18.1
P-值	0.009	0.012	0.595

表十、中科附近居民之肺功能分佈 (續)

變 項	FVC (ml)	FEV <sub>1</sub> (ml)	FEV <sub>1</sub> % (%)
	平均值±標準差	平均值±標準差	平均值±標準差
拜香習慣			
無拜香習慣	2489.7±875.6	2041.4±826.4	81.4±14.2
有拜香習慣	2133.7±824.6	1648.8±826.9	77.1±2.36
P-值	0.001	<0.001	0.044
家庭二手菸			
無暴露	2343.2±831.1	1853.0±855.9	78.1±18.7
有暴露	2166.4±916.8	1734.0±818.1	80.3±18.2
P-值	0.099	0.255	0.34
瓦斯泡茶習慣			
無	2335.8±860.8	1882.1±835.1	79.9±17.3
有	2037.6±889.7	1502.0±855.7	74.7±23.1
P-值	0.029	0.04	0.074



表十一、中科附近居民之肺功能與其他變項之單變項迴歸分析

變項	FVC		FEV <sub>1</sub>		FEV <sub>1</sub> %	
	b(SE)	P-值	b(SE)	P-值	b(SE)	P-值
年齡 (歲)	-24.7(2.4)	<0.001	-26.0(2.3)	<0.001	-0.28(0.06)	<0.001
身高 (公分)	63.5(4.7)	<0.001	56.7(4.9)	<0.001	0.23(0.13)	0.070
體重 (公斤)	24.7(4.6)	<0.001	19.4(4.6)	<0.001	0.02(0.10)	0.890
性別						
男	參考組		參考組		參考組	
女	-724.3(94.3)	<0.001	-533.1(96.3)	<0.001	-2.90(2.21)	0.180
社區別						
秀山村	參考組		參考組		參考組	
國安甲區	670.6(150.1)	<0.001	547.9(147.5)	<0.001	0.34(3.5)	0.922
國安乙區	1143.8(53.2)	<0.001	1049.2(150.6)	<0.001	6.21(3.5)	0.081
教育程度						
高中職以上	參考組		參考組		參考組	
國中以下	-882.4(89.1)	<0.001	-840.1(89.0)	<0.001	-6.77(2.2)	0.003
吸菸習慣						
有	參考組		參考組		參考組	
無	-435.3(123.5)	<0.001	-377.0(121.1)	0.002	0.20(0.27)	0.940
喝酒習慣						
有	參考組		參考組		參考組	
無	-349.8(123.4)	0.009	-327.4(129.4)	0.012	-1.52(2.85)	0.600
氣喘別						
有	參考組		參考組		參考組	
無	266.4(238.3)	0.260	369.5(232.1)	0.113	9.90(5.0)	0.052

表十一、中科附近居民之肺功能與其他變項之單變項迴歸分析（續）

變項	FVC		FEV <sub>1</sub>		FEV <sub>1</sub> %	
	b(SE)	P-值	b(SE)	P-值	b(SE)	P-值
拜香習慣						
有	參考組		參考組		參考組	
無	356.0(102.0)	0.001	392.7(99.4)	<0.001	4.33(2.22)	0.052
家庭二手菸						
有	參考組		參考組		參考組	
無	176.9(107.0)	0.099	119.0(104.3)	0.255	-2.19(2.29)	0.340
霉斑						
有	參考組		參考組		參考組	
無	-309.7(109.0)	0.005	-277.0(106.7)	0.010	-3.08(2.34)	0.188
瓦斯泡茶習慣						
有	參考組		參考組		參考組	
無	298.3(136.2)	0.029	380.1(132.0)	0.004	5.21(2.90)	0.074



表十二、中科附近居民之肺功能與其他變項之複迴歸分析\*

變項	FVC		FEV <sub>1</sub>		FEV <sub>1</sub> %	
	b(SE)	P-值	b(SE)	P-值	b(SE)	P-值
身高 (公分)	35.8(6.2)	<0.001	36.9(6.4)	<0.001	0.41(0.2)	0.044
性別						
女	參考組		參考組		參考組	
男	343.2(108.5)	0.001	165.5(111.5)	0.139	-6.76(3.56)	0.059
社區別						
秀山村	參考組		參考組		參考組	
國安甲區	180.1(113.0)	0.112	20.6(116.2)	0.860	-4.48(3.71)	0.228
國安乙區	295.6(124.3)	0.018	153.9(127.7)	0.230	-2.34(4.08)	0.567
吸菸習慣						
有	參考組		參考組		參考組	
無	-28.8(88.0)	0.744	-64.0(90.5)	0.480	-0.43(2.89)	0.883
氣喘別						
有	參考組		參考組		參考組	
無	251.7(151.8)	0.099	303.0(156.0)	0.053	7.54(4.98)	0.131
拜香習慣						
有	參考組		參考組		參考組	
無	24.5(69.4)	0.724	112.8(71.4)	0.115	3.72(2.28)	0.103
霉斑						
有	參考組		參考組		參考組	
無	-157.7(75.6)	0.038	-68.3(77.7)	0.381	0.34(2.48)	0.892

\*：調整年齡變項

表十三、中科附近居民呼吸系統症狀及疾病與相關因素之單變項邏輯斯迴歸分析

變項	咳嗽		咳痰		氣喘		喘鳴		呼吸短促		慢性支氣管炎		胸部疾病	
	OR	(95%CI)	OR	(95%CI)	OR	(95%CI)	OR	(95%CI)	OR	(95%CI)	OR	(95%CI)	OR	(95%CI)
性別														
男	1		1		1		1		1		1		1	
女	0.33	(0.16~0.67) <sup>‡</sup>	0.47	(0.25~0.87) <sup>‡</sup>	0.53	(0.17~1.62)	1.16	(0.64~2.11)	2.36	(1.38~4.04) <sup>‡</sup>	0.47	(1.71~1.28)	1.42	(0.61~3.31)
年齡 (歲)														
≤ 40	1		1		1		1		1		1		1	
41~64	0.58	(0.24~1.37)	0.45	(0.19~1.03)	0.36	(0.06~2.00)	1.42	(0.63~3.19)	2.45	(1.20~4.99) <sup>†</sup>	1.56	(0.38~6.46)	1.14	(0.39~3.37)
≥ 65	0.93	(0.43~2.01)	0.81	(0.39~1.66)	1.23	(0.36~4.23)	1.18	(0.53~2.62)	1.55	(0.76~3.14)	1.74	(0.45~6.77)	0.91	(0.31~2.68)
工作別														
無	1		1		1		1		1		1		1	
有	1.38	(0.73~2.64)	1.01	(0.55~1.87)	0.55	(0.17~1.81)	0.86	(0.46~1.58)	0.60	(0.34~1.03)	1.46	(0.56~3.79)	1.03	(0.44~2.39)
吸菸習慣														
無	1		1		1		1		1		1		1	
有	3.41	(1.73~6.72) <sup>‡</sup>	2.80	(1.46~5.35) <sup>‡</sup>	0.97	(0.26~3.58)	1.13	(0.56~2.27)	0.75	(0.39~1.43)	5.00	(1.88~13.3) <sup>‡</sup>	1.20	(0.45~3.15)
喝酒習慣														
無	1		1		1		1		1		1		1	
有	1.79	(0.85~3.75)	1.67	(0.82~3.42)	0.33	(0.42~2.55)	0.47	(0.19~1.16)	0.59	(0.28~1.22)	2.48	(0.88~7.04)	0.18	(0.02~1.36)

† : P 值 < 0.05

‡ : P 值 < 0.01

表十三、中科附近居民呼吸系統症狀及疾病與相關因素之單變項邏輯式迴歸分析（續）

變項	咳嗽		咳痰		氣喘		喘鳴		胸部疾病		慢性支氣管炎		胸部疾病	
	OR	(95%CI)	OR	(95%CI)	OR	(95%CI)								
燒香拜拜														
無	1		1		1		1		1		1		1	
有	1.31	(0.55~3.12)	0.77	(0.42~1.43)	0.59	(0.20~1.76)	1.22	(0.66~2.23)	1.20	(0.71~2.04)	1.28	(0.48~3.41)	1.31	(0.55~3.12)
飼養寵物														
無	1		1		1		1		1		1		1	
有	0.91	(0.38~2.18)	1.20	(0.55~2.58)	1.86	(0.56~6.18)	1.34	(0.63~2.85)	1.45	(0.74~2.83)	0.56	(0.12~2.50)	1.32	(0.47~3.73)
鋪設地毯														
無	1		1		1		1		1		1		1	
有	0.52	(0.12~2.30)	0.68	(0.20~2.40)	0.90	(0.11~7.22)	0.75	(0.21~2.69)	0.49	(0.16~1.50)	0.66	(0.08~5.20)	0.48	(0.06~3.74)
霉斑														
無	1		1		1		1		1		1		1	
有	1.05	(0.52~2.11)	1.45	(0.77~2.72)	1.52	(0.51~4.50)	1.02	(0.54~1.94)	1.18	(0.68~2.06)	1.71	(0.65~4.50)	1.98	(0.84~4.66)

表十四、中科附近居民呼吸系統症狀及疾病與相關因素之邏輯斯複迴歸分析

	咳嗽		咳痰		氣喘		喘鳴		呼吸短促		慢性支氣管炎		胸部疾病	
	OR	(95%CI)	OR	(95%CI)	OR	(95%CI)	OR	(95%CI)	OR	(95%CI)	OR	(95%CI)	OR	(95%CI)
性別														
男	1		1		1		1		1		1		1	
女	0.38	(0.16~0.91) <sup>†</sup>	0.66	(0.31~1.43)	0.65	(0.17~2.42)	0.97	(0.46~2.04)	2.11	(1.07~4.15) <sup>†</sup>	1.16	(0.32~4.21)	1.29	(0.40~3.61)
年齡(歲)														
≤ 40	1		1		1		1		1		1		1	
41~64	0.70	(0.27~1.82)	0.47	(0.19~1.17)	0.38	(0.06~2.40)	1.32	(0.55~3.13)	1.99	(0.91~4.35)	1.99	(0.43~9.20)	1.19	(0.38~3.78)
≥ 65	0.79	(0.22~2.82)	0.76	(0.25~2.32)	1.16	(0.17~8.02)	0.90	(0.30~2.69)	1.36	(0.53~3.47)	5.58	(0.81~38.3)	1.39	(0.32~6.21)
工作別														
無	1		1		1		1		1		1		1	
有	1.34	(0.49~3.66)	1.01	(0.55~1.87)	0.53	(0.10~2.72)	0.84	(0.39~1.84)	0.58	(0.29~1.16)	1.25	(0.29~5.35)	0.98	(0.33~2.94)
吸菸習慣														
無	1		1		1		1		1		1		1	
有	2.26	(1.01~5.04) <sup>†</sup>	2.30	(1.08~4.91) <sup>†</sup>	0.86	(0.21~3.46)	1.00	(0.44~2.28)	1.25	(0.57~2.73)	5.98	(1.77~20.2) <sup>‡</sup>	1.07	(0.34~3.33)
燒香拜拜														
無	1		1		1		1		1		1		1	
有	1.20	(0.58~2.51)	0.89	(0.46~1.73)	0.63	(0.20~1.94)	1.15	(0.61~2.18)	1.02	(0.58~1.81)	1.58	(0.53~4.74)	1.51	(0.61~3.73)
霉斑														
無	1		1		1		1		1		1		1	
有	2.23	(0.63~7.86)	1.54	(0.74~3.19)	2.23	(0.63~7.86)	0.97	(0.48~1.96)	1.23	(0.66~2.27)	2.22	(0.69~7.20)	2.39	(0.91~6.24)

†: P 值 < 0.05

‡: P 值 < 0.01

表十五、中科附近室內懸浮微粒採樣住戶之特性\*

採樣家戶	樓層	人口	室內環境特性		通風方式 <sup>a</sup>	採樣時間
			吸菸人數	清淨設備		
#1	10	3	0	有	廚房開窗	1月及3月
#2	4	3	1	無	廚房開窗	1月及3月
#3	6	4	1	有	廚房開窗	1月及3月
#4	6	3	0	有	廚房開窗	3月
#5	1	2	1	無	廚房開窗	3月

\*：PEM 採樣器放置客廳及廚房，QCM 採樣器放置客廳

a：通風窗戶位於廚房外之陽台

表十六、中科附近住戶室內、外之月份別及吸菸別微粒濃度\*

變 項	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>
	平均值±標準差	平均值±標準差
室內濃度(μg/m <sup>3</sup> )		
一月份	1.62±0.91	1.36±0.92
三月份	4.14±2.32	3.99±2.27
P-值	<0.001	<0.001
室外濃度(μg/m <sup>3</sup> )		
一月份	26.06±10.59	15.49±4.69
三月份	78.51±66.23	43.12±35.77
P-值	<0.001	<0.001
家中有無吸菸者		
無	3.47±2.43	3.18±2.46
有	3.20±2.21	3.09±2.19
P-值	0.49	0.81

\*：室內懸浮微粒為 QCM 衝擊器所採集，採樣家戶共五戶。

表十七、採樣住戶室內與室外之微粒質量濃度之相關性\*

	<u>I(PM<sub>10</sub>)-O(PM<sub>10</sub>)</u>	<u>I(PM<sub>2.5</sub>)-O(PM<sub>2.5</sub>)</u>
	<b>r</b>	<b>r</b>
家 戶		
#1	<b>0.230</b>	<b>0.418<sup>†</sup></b>
#2	<b>0.437<sup>†</sup></b>	<b>0.437<sup>†</sup></b>
#3	<b>0.386<sup>†</sup></b>	<b>0.265</b>
#4	<b>-0.229</b>	<b>-0.265</b>
#5	<b>0.252</b>	<b>0.327</b>
全部 家戶	<b>0.486<sup>‡</sup></b>	<b>0.406<sup>‡</sup></b>

\*：以 QCM 衝擊器採集室內懸浮微粒，每家戶每小時一筆數據，以家戶#1 四十筆最多，家戶#4 二十一筆最少。

†：P 值<0.05

‡：P 值< 0.01

表十八、五家戶室內與室外 PM<sub>2.5</sub>/PM<sub>10</sub> 之質量濃度比值\*

家 戶	Indoor	Outdoor
	PM <sub>2.5</sub> / PM <sub>10</sub> (%)	PM <sub>2.5</sub> / PM <sub>10</sub> (%)
#1	86	61
#2	96	55
#3	98	63
#4	97	51
#5	95	43

\*：室內懸浮微粒為 QCM 衝擊器所採集



表十九、室內微粒濃度影響因素之複迴歸分析\*

變 項	室內 PM <sub>10</sub>		室內 PM <sub>2.5</sub>	
	b(SE)	P-值	b(SE)	P-值
是否有吸菸成員				
有	參考組	0.965	參考組	0.416
無	0.014(0.31)		-0.259(0.32)	
採樣月份				
三月份	參考組	<0.001	參考組	<0.001
一月份	-1.787(0.35)		-2.261(0.36)	
室外 PM <sub>10</sub>	0.011(0.003)	<0.001		
室外 PM <sub>2.5</sub>			0.014(0.02)	0.011

\*：室內懸浮微粒為 QCM 衝擊器所採集

表二十、兩種不同微粒採樣器採樣結果比較

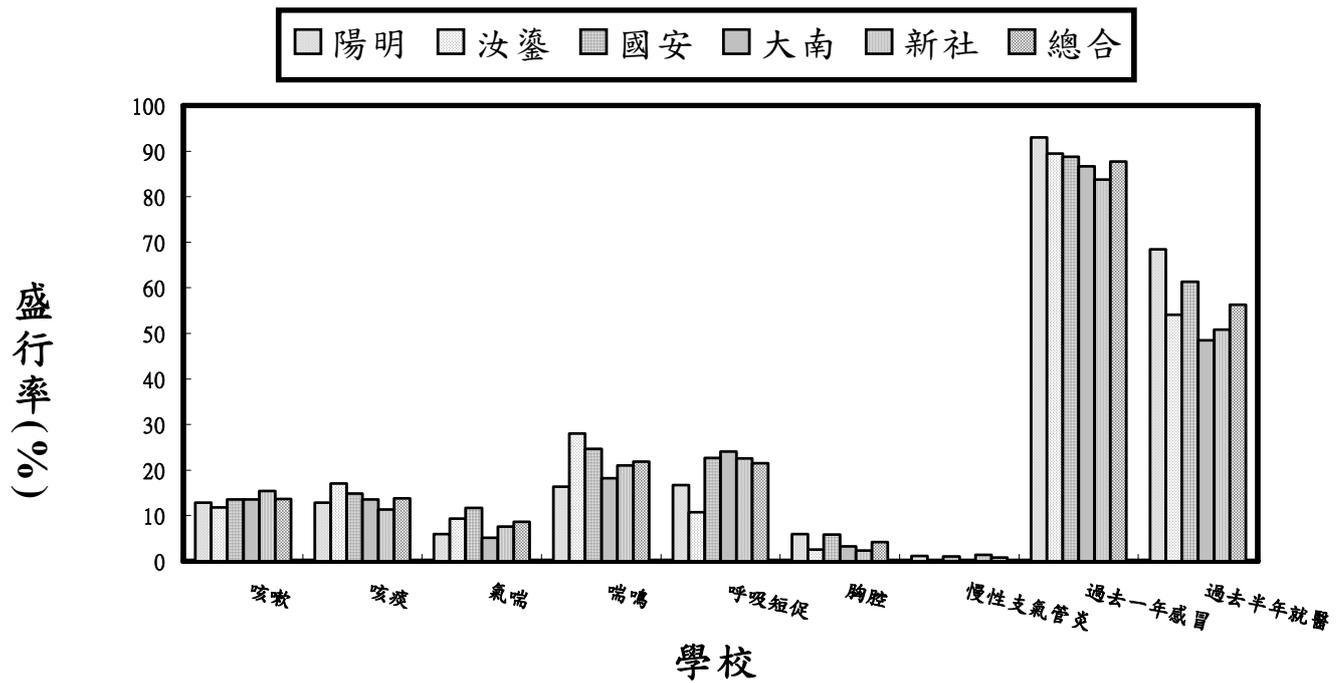
採樣器	室內						室外		
	PEM			QCM			Monitoring Station		
	PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	PM <sub>2.5</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	PM <sub>2.5</sub> /PM <sub>10</sub> (%)	PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	PM <sub>2.5</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	PM <sub>2.5</sub> /PM <sub>10</sub> (%)	PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	PM <sub>2.5</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	PM <sub>2.5</sub> /PM <sub>10</sub> (%)
家戶									
#1	2.84	2.05	72	2.24	1.92	86	32.05	19.75	61
#2	1.89	1.61	85	2.06	1.97	96	29.77	16.42	55
#3	2.18	1.50	69	2.83	2.76	98	28.73	18.09	63
#4	5.69	3.25	57	5.58	5.40	97	160.33	82.83	51
#5	5.43	3.77	69	4.40	4.19	95	145.35	62.52	43



表二十一、懸浮微粒之金屬成分分析結果

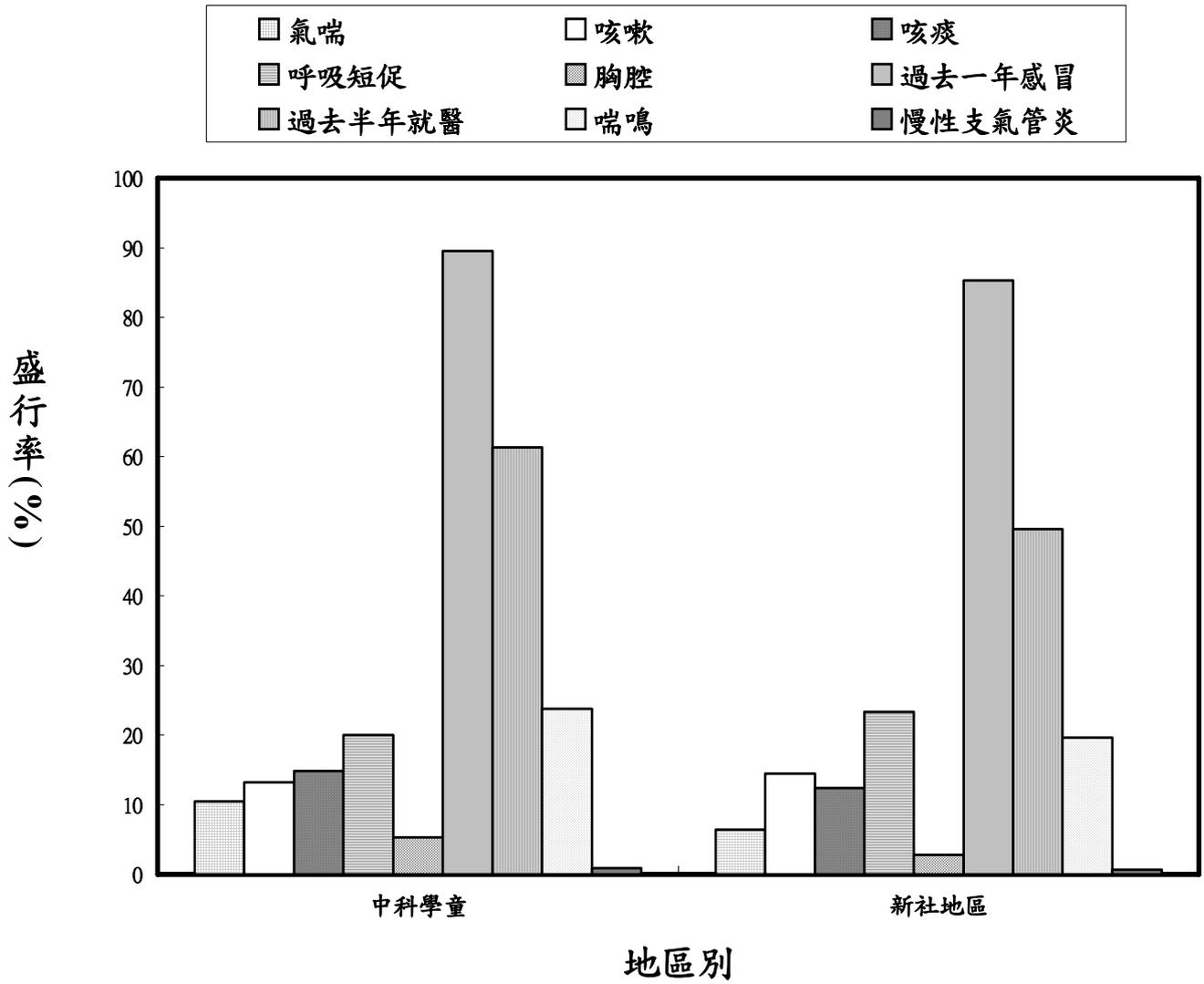
金屬	PM <sub>2.5</sub> (ng/m <sup>3</sup> )		PM <sub>10</sub> (ng/m <sup>3</sup> )		PM <sub>2.5</sub> /PM <sub>10</sub>
	平均值	幾何平均值	平均值	幾何平均值	
<b>As</b>	1.3	1.01	1.5	0.86	0.93
<b>Cd</b>	0.7	0.71	1.3	0.98	0.56
<b>Cr</b>	5.2	4.39	5.8	5.76	0.89
<b>Cu</b>	12.1	11.12	18.9	13.62	0.64
<b>Hg</b>	1.0	0.13	1.0	10	1.00
<b>Pb</b>	37.8	19.62	31.4	24.48	1.20
<b>Se</b>	1.7	0.76	0.4	0.38	4.00
<b>Zn</b>	57.4	43.94	58.8	25.08	0.98



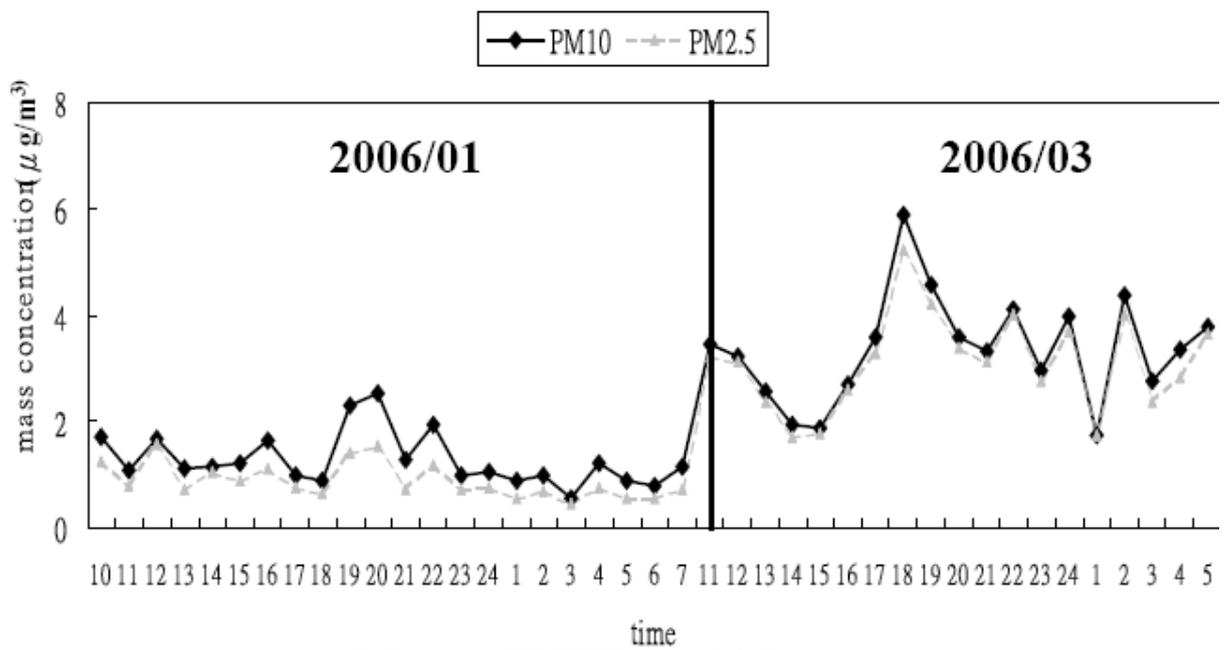


圖一、所有國民小學之呼吸系統症狀及疾病盛行率比較直方圖



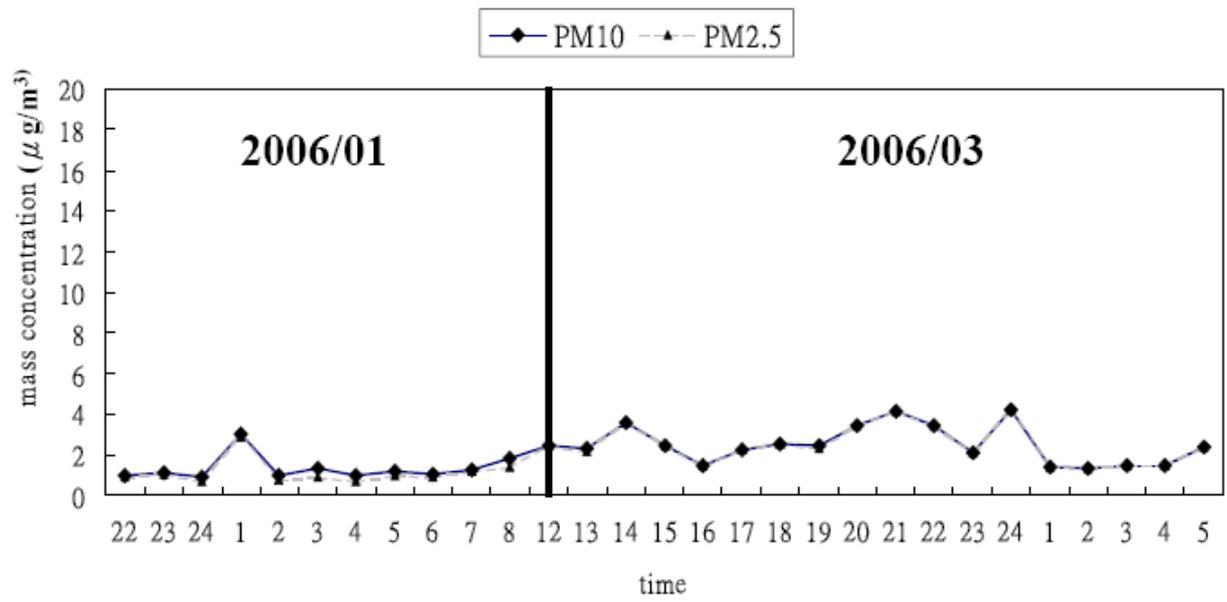


圖二、兩地區國小學童呼吸系統症狀及疾病盛行率分佈之比較



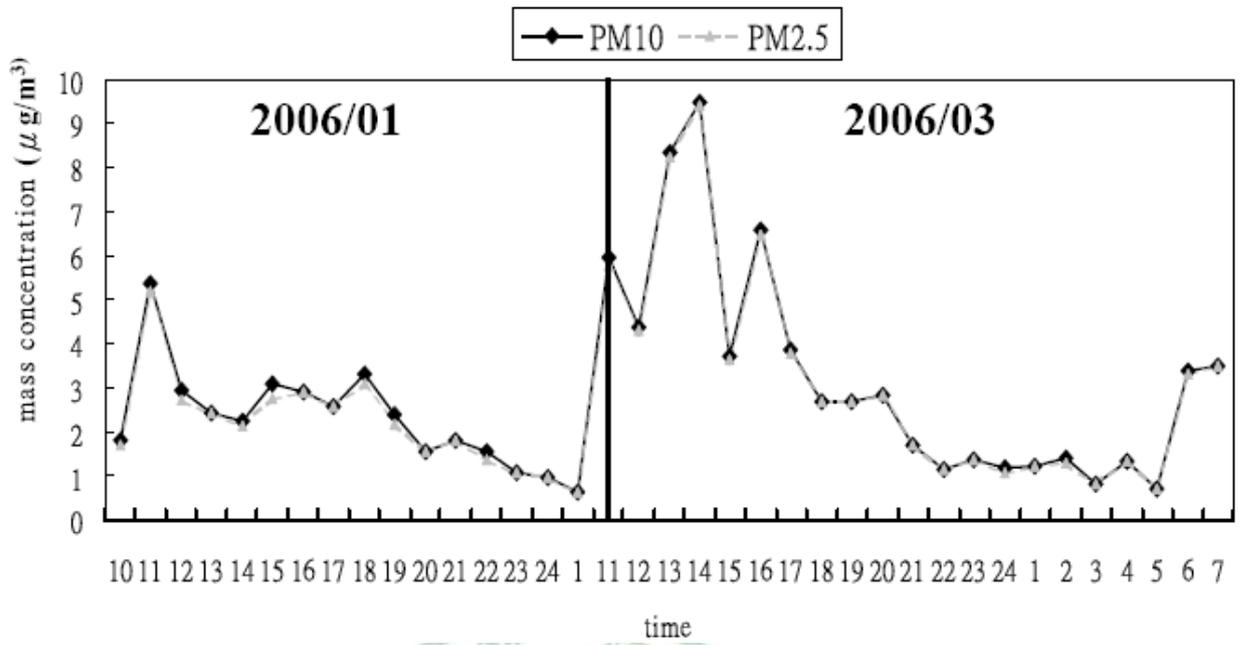
圖三，中科附近採樣家戶住戶 #1 一月及三月份室內懸浮微粒質量濃度分佈





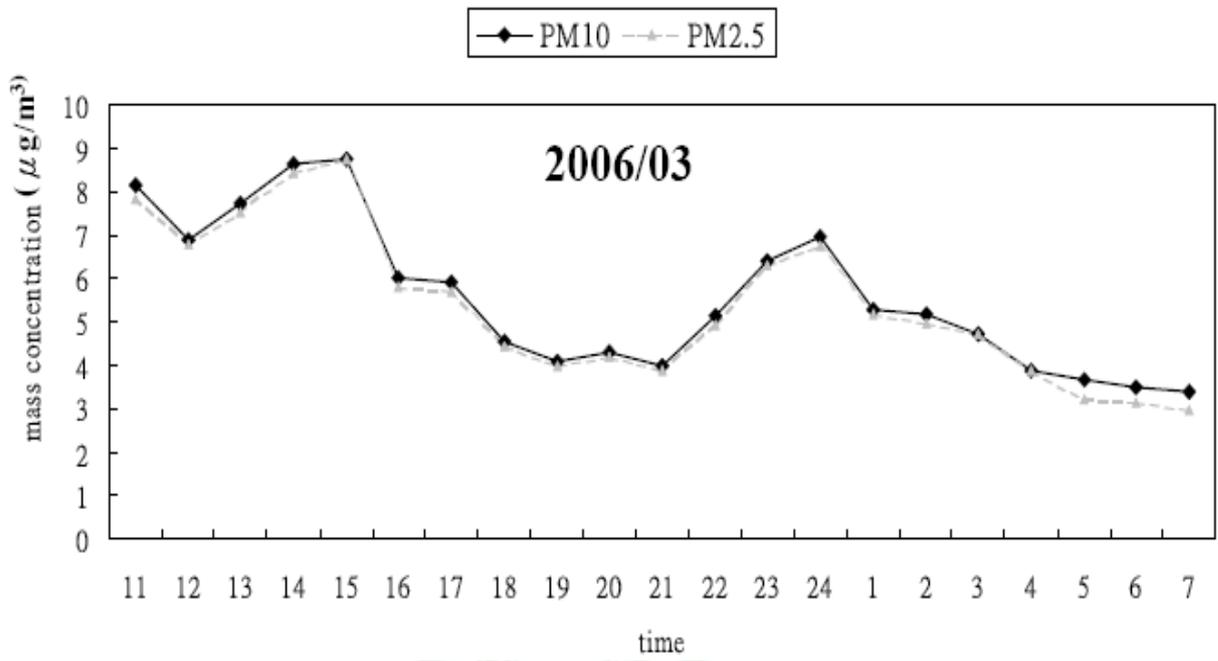
圖四，中科附近採樣家戶住戶 #2 一月及三月份室內懸浮微粒質量濃度分佈





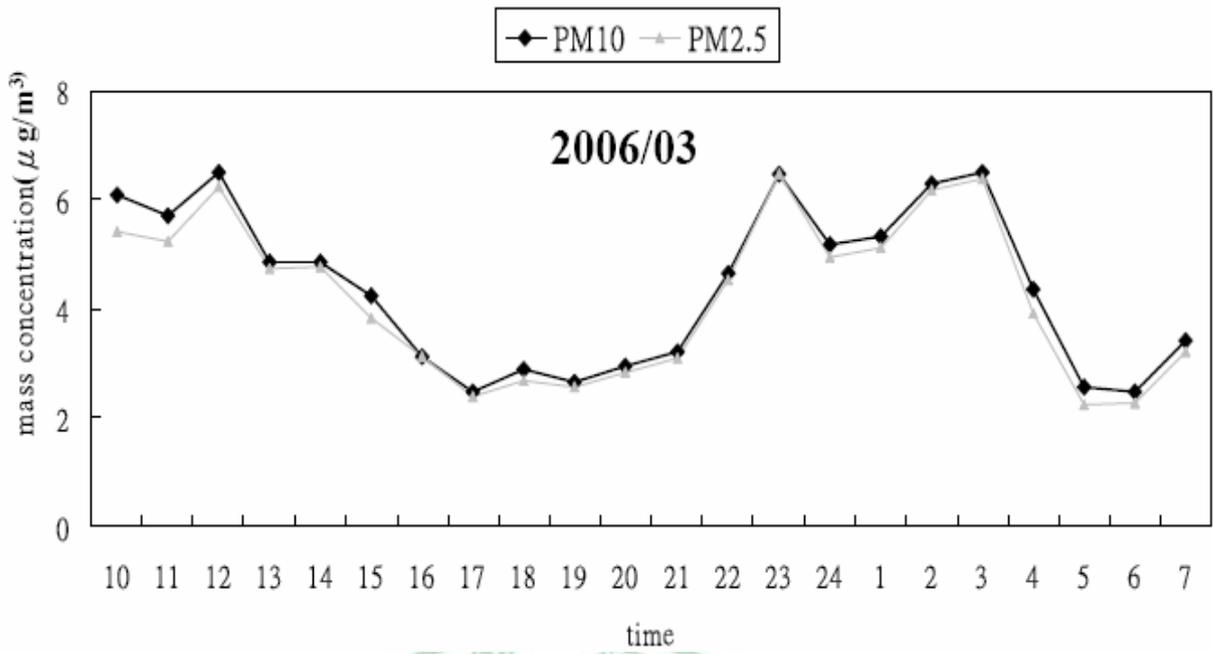
圖五，中科附近採樣家戶住戶 #3 一月及三月份室內懸浮微粒質量濃度分佈





圖六，中科附近採樣家戶住戶 #4 三月份室內懸浮微粒質量濃度分佈





圖七， 中科附近採樣家戶住戶 #5 三月份室內懸浮微粒質量濃度分佈



附表一、室內空氣懸浮微粒建議值

	公共場所、餐廳建議值	辦公室、學校、住宅建議值	教育醫療場所、兒童育樂、老、殘場所	戶外空氣品質標準值
懸浮微粒 PM <sub>2.5</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	65	40	15	65 (美國日平均)
懸浮微粒 PM <sub>10</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	125	80	60	125 (美國日平均)



附件一：中科園區附件居民呼吸道症狀及疾病調查問卷

臺中科學園區附近居民肺部健康調查

※作業流程：填寫問卷→量身高體重→肺功能測試→剪取指甲頭髮→收取尿液

驗收員簽名：\_\_\_\_\_

親愛的朋友：

您好!感謝您參與此份問卷的填寫!此份問卷將配合您的肺功能檢查、尿液及指甲頭髮檢查，以評估您的肺部健康狀況，為了能有完整的資料為您作正確的診斷，請您盡量詳細且正確的將資訊填寫於問卷內，您所填寫的任何資料，我們將完全保密，絕不會造成您的困擾。

由衷感謝您的配合與協助!僅此 敬祝

健康快樂 闔家安康

中國醫藥大學 環境醫學研究所

※ 請在適當之空格中打「✓」或在空格中填入確實之資訊 ※

壹、受訪者基本資料

- 姓名：\_\_\_\_\_，電話\_\_\_\_\_，身分證字號\_\_\_\_\_
- 性別：(1) 男  
(2) 女，①近五年有懷孕嗎（包括流產）？  
(1) 無 (2) 有；\_\_\_\_\_次順產，\_\_\_\_\_次流產  
②最近有計畫要懷孕嗎？(1) 無 (2) 有
- 身高\_\_\_\_\_公分，體重\_\_\_\_\_公斤
- 生日：民國\_\_\_\_\_年\_\_\_\_\_月\_\_\_\_\_日
- 現居地址：\_\_\_\_\_縣\_\_\_\_\_區\_\_\_\_\_鄉\_\_\_\_\_村\_\_\_\_\_街\_\_\_\_\_段\_\_\_\_\_巷\_\_\_\_\_弄\_\_\_\_\_號\_\_\_\_\_樓  
\_\_\_\_\_市\_\_\_\_\_區\_\_\_\_\_鎮\_\_\_\_\_里\_\_\_\_\_鄰\_\_\_\_\_路\_\_\_\_\_段\_\_\_\_\_巷\_\_\_\_\_弄\_\_\_\_\_號\_\_\_\_\_樓
- 家中成員：家中同住（包括您）共\_\_\_\_\_人，您在家中的排行為\_\_\_\_\_  
【父親\_\_\_\_\_人、母親\_\_\_\_\_人、祖父\_\_\_\_\_人、祖母\_\_\_\_\_人、兄弟姊妹\_\_\_\_\_人、子女\_\_\_\_\_人、孫子女\_\_\_\_\_人】
- 請問您是否為早產兒？(0) 否 (1) 是 (2) 不知道
- 教育程度：(1) 國小及以下 (2) 國中 (3) 高中職 (4) 專科 (5) 大學  
(6) 研究所及以上
- 婚姻狀況：(1) 未婚 (2) 已婚 (3) 離婚 (4) 喪偶 (5) 同居
- 請問您目前是否有工作（包括臨時性工作）？(0) 否【跳答第12題】 (1) 有【續答第10-1題】

10-1. 請問您工作的環境或操作過程中是否有加熱燃燒的過程？

(0) 否

(1) 有，哪一種工作（以目前工作為準）？

(a) 煉鋁 (b) 鍋爐 (c) 鑄造、鐵工廠 (d) 煉鋼廠

(e) 煤焦工廠 (f) 其他\_\_\_\_\_

10-2. 請問您的工作是否會接觸到化學物質？

(0) 否

(1) 有，請寫出化學物質名稱\_\_\_\_\_

<請翻面接第2頁>

10-3. 您曾經有過每週工作時數 30 小時以上，而且做了六個月或六個月以上嗎？

(0)  沒有【跳答第 12 題】 (1)  有【續答第 10-4 題】

10-4. 您是不是曾經在有粉塵的環境裡工作達一年或一年以上？

(0)  否 (1)  是； ①請詳述職位名稱\_\_\_\_\_

②擔任此項工作大概幾年？\_\_\_\_\_年

③此工作粉塵暴露程度為：

(1)  輕微（眼睛看不到粉塵）

(2)  中度（眼睛還可以看得到周圍的物品、人物）

(3)  重度（幾乎都看不到東西）

10-5. 您是不是曾因工作而暴露於危害氣體或化學煙的環境中呢？

(0)  否 (1)  是； ①請詳述職位名稱\_\_\_\_\_

②擔任此項工作大概幾年？\_\_\_\_\_年

③此工作氣體或煙暴露程度為：

(1)  輕微（鼻子聞不出）

(2)  中度（偶爾可聞到）

(3)  重度（整天都可聞到）

10-6. 您曾經工作最長久的一項工作或職務為何？

①請詳述職位名稱\_\_\_\_\_

②擔任此項工作大概幾年？\_\_\_\_\_年

## 貳、個人健康行為及生活習慣

11. 您在工作場所中是否有暴露到二手菸？(0)  否 (1)  是

12. 請問您平時有沒有吸菸的習慣？（每天至少抽過一根菸才算）

(0)  不吸菸【續答第 12-1 題】 (1)  吸菸【跳答第 12-2 題】

12-1. 您以前是否有吸菸習慣？

(0)  從來沒有【跳答第 13 題】

(1)  以前有，現在已戒菸；您是從幾歲開始完全戒菸？\_\_\_\_\_歲【續答第 12-2 題】

12-2. 您是從幾歲開始吸菸？\_\_\_\_\_歲

①到現在（或到戒菸時）您一共吸了幾年的菸？\_\_\_\_\_年

②您是在什麼地方開始學會吸菸？(1)  學校 (2)  軍中 (3)  工作場所 (4)  家庭

(5)  社交場合 (6)  其他，請說明\_\_\_\_\_

12-3. 您是否會在工作時吸菸？(1)  從不 (2)  很少（每週少於 1 次）

(3)  偶爾（每週 1~2 次） (4)  經常（每週 3 次以上）

12-4. 您是否會在家裡吸菸？(1)  從不 (2)  很少（每週少於 1 次）

(3)  偶爾（每週 1~2 次） (4)  經常（每週 3 次以上）

12-5. 您現在（或戒菸以前）平均一天抽多少？\_\_\_\_\_根菸

13. 請問您平時有沒有喝酒的習慣？（每週至少喝酒一次且連續六個月上）

(0)  不喝【續答第 13-1 題】 (1)  喝【跳答第 13-2 題】

13-1. 以前喝不喝？(0)  從來不喝【跳答第 14 題】

(1)  以前常喝，現在已經戒掉；幾歲完全戒酒？\_\_\_\_\_ 歲【續答第 13-2 題】

13-2. 您大約幾歲才開始有喝酒的習慣？\_\_\_\_\_ 歲

13-3. 您通常喝到什麼程度？(1)  淺酌（不醉） (2)  微醺（半醉） (3)  常喝醉

13-4. 您最常喝哪一種酒？

(1)  啤酒、維士比等（酒精濃度 < 10%）

(2)  紹興酒、水果酒等（酒精濃度 10%~19%）

(3)  米酒、參茸酒、威士忌等（酒精濃度 20%~49%）

(4)  高粱酒、茅台酒等（酒精濃度 50%）(5)  其他，請說明\_\_\_\_\_

14. 請問您是否有嚼檳榔的習慣（每週至少有一天嚼檳榔且連續六個月以上）？

(0)  不嚼【續答第 14-1 題】 (1)  嚼【跳答第 14-2 題】

14-1. 以前嚼不嚼？(0)  從來不嚼【跳答第 15 題】

(1)  以前常嚼，現在已戒掉；幾歲開始完全戒掉？\_\_\_\_\_ 歲【續答第 14-2 題】

14-2. 您是幾歲開始有嚼檳榔的習慣？\_\_\_\_\_ 歲，已經嚼檳榔多久了？\_\_\_\_\_ 年\_\_\_\_\_ 個月

14-3. 您現在或戒掉前平均一天吃多少檳榔？約\_\_\_\_\_ 顆/天

15. 最近 1 個月，請問您平均每週從事戶外運動的次數：

(0)  小於 1 次，或幾乎沒有【跳答第 16 題】

(1)  1~2 次 (2)  3 次以上 (3)  其他，請說明\_\_\_\_\_

15-1. 請問您平均每次運動約持續多久時間？\_\_\_\_\_ 分鐘/次

15-2. 請問您最常從事的戶外運動類型是：(1)  散步 (2)  跑步 (3)  球類運動

(4)  伸展運動 < 包括養身運動 > (5)  其他，請說明\_\_\_\_\_

16. 過去一年，請問您平均每天處室內、室外活動及交通上所花的時間

（以每週三天以上的作息為準，週六、日不算）：

平均每天所花的時間（小時）

室內（小時）

室外（小時）

1. 家中

2. 工作

3. 其他

4. 工作

5. 其他

交通（分鐘）

6. 步行或自行車

7. 巴士

8. 機車

9. 汽車

10. 火車

11. 其他

17. 過去一年，請問您例假日平均每天處於室內幾小時？\_\_\_\_\_ 小時/天，室外\_\_\_\_\_ 小時/天

< 請翻面接第 4 頁 >

## 參、飲食情況調查

18. 過去半年中，您是否常吃燒烤類食物？

(0) 從未 (1) 很少【1次/月】(2) 偶而【1次/週】(3) 經常【2~4次/週】(4) 每天

19. 最近這三天，請問您有吃以下食物嗎（烤肉、烤魚、燻肉、燻魚、披薩…）？

食品類別 (一份量：約為手掌大；很少量：小於一份)	最近三天食用頻率				
	(0) 沒有	(1) 很少	(2) 一份	(3) 二份	(4) 三份以上
a. 是否有食用烤肉？	<input type="checkbox"/>				
b. 是否有食用高油脂食物(肥肉、皮、香腸)？	<input type="checkbox"/>				
c. 是否有食用烤魚？	<input type="checkbox"/>				
d. 是否有食用燻肉？	<input type="checkbox"/>				
e. 是否有食用燻魚？	<input type="checkbox"/>				
f. 是否有食用披薩？	<input type="checkbox"/>				

20. 您是否有服用維他命？

(0) 否

(1) 是；服用何種維他命？(1) A (2) B (3) C (4) D (5) E (6) 綜合

(7) 其他，請說明\_\_\_\_\_

## 肆、自覺症狀及既往病例

下面要向您請教一些與您的胸部健康有關的問題，請儘可能依您所知回答「是」或「否」，假如問題不適用於您的情況，請勾選「不適用」，假如您不能夠確定問題的答案為「是」或「否」，則勾選「否」。

### 一、咳嗽

21. 您通常會咳嗽嗎（所謂「會咳嗽」指如早上吸第一支香菸時，或剛出門時的咳嗽，而平常清喉嚨的咳嗽不算）？(0) 否 (1) 是 (2) 不適用

22. 您通常一天咳嗽4次以上或一週4天以上嗎？(0) 否 (1) 是 (2) 不適用

23. 您早上起床後是否經常會咳嗽呢？(0) 否 (1) 是 (2) 不適用

24. 您白天其他時間或者晚上是否也經常會咳嗽？(0) 否 (1) 是 (2) 不適用

▼ 上述 21~24 題若有任一答案為「是」，請繼續回答下列問題，假如皆答「不是」則跳至第 27 題回答。

25. 像上面所形容的咳嗽，您是不是幾乎每天都有，而且一年間連續三個月以上？

(0) 否 (1) 是 (2) 不適用

26. 您有這樣的咳嗽多少年？\_\_\_\_\_年；

請問您過去這一年有發生像上面形容的咳嗽嗎？(0) 無 (1) 有

## 二、有關「痰」的情形

27. 您經常有痰從胸部咳出來嗎（吸第一支菸或剛出門的第一口痰要算，吞下的痰要算；從鼻子出來的痰不算，口水也不算）？(0)  否【跳答第 29 題】 (1)  是 (2)  不適用

28. 您是否一天有二次或二次以上，或一週內有四次或四次以上的咳痰嗎？

(0)  否 (1)  是 (2)  不適用

29. 您早上起床或清晨第一件事經常是咳痰嗎？(0)  否 (1)  是 (2)  不適用

30. 除早上起床外您在白天或晚上休息時經常咳痰嗎？(0)  否 (1)  是 (2)  不適用

31. 通常您咳出來的痰顏色為（如果您經常咳痰的話）？【若第 27 題為否，則勾選“不適用”】

(1)  黃色 (2)  綠色 (3)  黑色 (4)  血塊 (5)  痰中帶血絲 (6)  白色黏液  
(7)  其他 (8)  不適用

▼ 上述問題（27~31 題）有任一題答「是」者，繼續回答下列問題，假如皆答「否」者，請跳至第 34 題作答。

32. 上面咳痰情形，您是否幾乎每天都有，而且在一年間連續三個月以上嗎？

(0)  不是 (1)  是 (2)  不知道 (3)  不適用

33. 您有這樣的咳痰多少年了？\_\_\_\_\_年

請問您過去這一年有發生像上面形容的咳痰情形嗎？(0)  無 (1)  有

## 三、咳嗽及吐痰症狀發生次數

34. 您是否曾經有過在一年中，咳嗽及吐痰持續三個星期或更久的情形嗎？（如果您是通常就有咳嗽及吐痰之症狀者，那麼本問題是問您這兩症狀是否有增加的現象，在一年中超過三週以上）

(0)  否【跳答第 36 題】 (1)  是 (2)  不適用

35. 您有像上面形容在一年中咳嗽及吐痰長達三星期之久的情形有多少年？\_\_\_\_\_年

## 四、喘鳴

36. 在下列的情況下，您的胸部是否曾有喘鳴或哮喘性或咻咻叫的聲音（俗稱蝦龜）嗎？

【1】當您感冒時會嗎？(0)  沒有 (1)  有 (2)  不適用

【2】除了感冒外，有時會發生嗎？(0)  沒有 (1)  有 (2)  不適用

【3】大多數的白天或晚上(0)  沒有 (1)  有 (2)  不適用

▼ 上述【1】、【2】、或【3】任一題答「有」者，接答第 37 題，皆答「沒有」者跳至第 39 題

37. 您有這樣的喘鳴（蝦龜）有多少年？\_\_\_\_\_年（或幾歲開始\_\_\_\_\_歲）

38. 請問您過去這一年有發生像上面形容的喘鳴嗎？(0)  無 (1)  有

39. 您曾經有過因喘鳴而引起呼吸短促（上氣不接下氣）的現象嗎？

(0)  沒有【跳答第 44 題】 (1)  有【續答第 40 題】 (2)  不適用

<請翻面接第 6 頁>

40. 您第一次發生這種喘鳴及呼吸短促的現象是在您幾歲的時候?\_\_\_\_\_歲

41. 您已經有二次或二次以上因喘鳴而引起上氣不接下氣嗎? (0) 沒有 (1) 有

42. 您曾經因為這些症狀而接受服藥或治療嗎? (0) 沒有 (1) 有

43. 請問您過去這一年有發生像這樣喘鳴而引起呼吸短促的情形嗎?

(0) 無

(1) 有，發生幾次\_\_\_\_\_次，是否因此而接受服藥或治療嗎? (0) 否 (1) 是

## 五、呼吸短促

44. 您是否（除了心或肺的疾病之外）有任何情況會引起您無法走動嗎?

(0) 否【續答第 45 題】

(1) 是，請詳述當時情況\_\_\_\_\_；

請問您過去一年有發生這樣的情形嗎? (0) 否 (1) 是【跳答第 50 題】

(2) 不適用

45. 在平地快速行走或爬上小山坡時，您有過呼吸短促（上氣不接下氣）的情形嗎?（行動不便者，請填寫“不適用”，若是因心肺疾病所造成的，則必須填“有”）

(0) 沒有【跳答第 50 題】 (1) 有【續答第 46 題】 (3) 不適用

46. 當您與同年齡的人在平地行走時，您會因呼吸短促而步伐較慢嗎? (0) 不會 (1) 會

47. 以您自己的步伐在平地行走時，會因呼吸短促而停下來休息嗎? (0) 不會 (1) 會

48. 當您在平地走大約 100 公尺（或數分鐘）後，是否必須停下來休息呢?

(0) 不會 (1) 會

49. 您更換衣服時是否會覺得呼吸短促或因呼吸短促，而不能出外走動嗎?

(0) 不會 (1) 會

## 六、感冒及胸部疾病

50. 過去一年，您是否曾患感冒? (0) 沒有 (1) 有，幾次?\_\_\_\_\_次

51. 您曾因感冒過而經常會影響到您的胸部，而使你感到不舒服?

（「經常」乃指平均每二次感冒至少有一次會發生胸部症狀）

(0) 否 (1) 是 (2) 不曾注意

52. 過去三年來您是否因胸部疾病而暫停工作一日以上，在家療養或住院?

(0) 否【跳答第 55 題】 (1) 是【續答第 53 題】

53. 當您患有上述的胸部疾病時，是不是有咳痰的現象?

(0) 否 (1) 是 (2) 不曾注意

54. 過去三年來有多少次類似的胸部疾病，使您咳痰（或痰增加）持續了一個星期或更久?

(0) 沒有 (1) 有\_\_\_\_\_次胸部疾病

## 七、過去的病史

55. 請問您有沒有以下所列之疾病？若勾選「有」者，請繼續回答右列兩欄問題。

疾病或病徵	有無疾病			是否經醫師確診			是否曾經住院		
	(0)	(1)	(2)	(0)	(1)	幾歲	(0)	(1)	第一次
	無	有	不知道	否	是	確診	否	是	幾歲
a. 肺炎(包括支氣管炎)	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
b. 支氣管擴張	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
c. 慢性支氣管炎	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
d. 肺氣腫	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
e. 氣喘	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
f. 胸膜炎	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
g. 肺結核	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
h. 心臟病	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
i. 高血壓	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
j. 糖尿病	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
k. 過敏性疾病	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
l. 其他，請說明	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					

56. 在 16 歲以前您曾有過肺部疾病嗎？(0) 沒有 (1) 有 (2) 不記得

57. 您有任何除了上述幾種疾病以外的肺部疾病嗎（經醫師診斷過）？

(0) 沒有 (1) 有，請寫出病名\_\_\_\_\_

58. 請問您目前是否經醫師診斷患有慢性疾病嗎？

(0) 沒有 (1) 有，請填寫疾病名稱：\_\_\_\_\_

## 八、就醫情況

59. 過去三個月中，請問您是否有就醫看病？（不包括看牙醫、生產及住院接受健康檢查）

(0) 無 (1) 有，\_\_\_\_\_次就醫

60. 過去一年中，請問您是否有因生病而住院？(0) 無 (1) 有，\_\_\_\_\_次住院

## 伍、居家環境調查

### 一、房屋及居住型態

61. 請問您居住於現在這個地址多久時間？\_\_\_\_\_年\_\_\_\_\_月；若不滿三個月，之前住\_\_\_\_\_

62. 您目前居住房屋形式：(1) 獨棟透天厝 (2) 連棟透天厝 (3) 公寓 (4) 別墅  
(5) 平房（包含四合院）(6) 其他，請說明\_\_\_\_\_

63. 您目前居住房屋是否鄰近大馬路？(0) 否 (1) 是

64. 目前居住房屋大約屋齡(建築至今)大約為\_\_\_\_\_年

65. 目前居住房屋大約面積\_\_\_\_\_坪（建坪），共有\_\_\_\_\_房\_\_\_\_\_廳

66. 請問您的家中是否有鋪設地毯？(0) 否 (1) 是

67. 請問您的家中是否有使用空氣清淨機？(0) 否 (1) 是

68. 請問您的家中是否有使用除濕機？(0) 否 (1) 是

<請翻面接第 8 頁>

69. 請問您平時在家中通常會使用何種通風方法（可複選）？

夏天：(1) 開冷氣 (2) 開電扇 (3) 開窗戶 (4) 關窗 (5) 其他，請說明\_\_\_\_\_

冬天：(1) 開暖氣 (2) 開電扇 (3) 開窗戶 (4) 關窗 (5) 其他，請說明\_\_\_\_\_

## 二、居家環境

70. 請問您的家人是否有吸菸的習慣（可複選）？

(0) 否【跳答第 72 題】

(1) 是，共\_\_\_\_\_人 (1) 配偶 (2) 父母親 (3) 其他家人，請說明\_\_\_\_\_

71. 家人最常吸菸的場所？(1) 客廳 (2) 臥室 (3) 陽台 (4) 廁所 (5) 其他\_\_\_\_\_

72. 平時家中是否有燒香拜拜的習慣？

(0) 無 (1) 有，逢年過節或初一、十五有燒香 (2) 有，每天燒香

73. 平時家中有使用蚊香（包括電蚊香）的習慣嗎？(0) 無 (1) 有

74. 家中有出現過蟑螂嗎？

(0) 無

(1) 有；(1) 一週少於 1 次 (2) 一週 1~2 次 (3) 一週 3 次以上 (4) 幾乎天天有

75. 請問您家中是否有飼養寵物：

(0) 無

(1) 有；什麼寵物？\_\_\_\_\_，不論種類共有\_\_\_\_\_隻

76. 請問您們廚房使用的炊具為何？

(1) 瓦斯爐 (2) 灶 (3) 瓦斯爐+灶 (4) 瓦斯爐+灶+煤炭爐

(5) 灶+煤炭爐 (6) 其他，請說明\_\_\_\_\_

77. 請問您是否有經常在客廳以瓦斯泡茶組泡茶的習慣？

(0) 否

(1) 是； ① 平均每週 1 次以下  
② 平均每週 1 次~3 次  
③ 是，經常泡茶（平均每週大於三次）

78. 家中是否有發現霉斑的地方（單選題）？

(0) 無 (1) 有，梅雨季節才會有 (2) 有，連續數日陰雨才會發生

(3) 有，平常就有 (4) 不知道 (5) 其他，請說明\_\_\_\_\_

79. 請問您知道中部科學園區在您的住家附近嗎？

(0) 不知道

(1) 知道；①您覺得它是否有排放污染物？(0) 沒有 (1) 有 (2) 不知道

②您覺得此種污染物是否會影響您的健康？(0) 不會 (1) 會 (2) 不知道

80. 請問您覺得您住家附近的環境是否有下列污染來源？請您依污染程度勾選在空格裡：

	(0) 無	(1) 非常輕微	(2) 輕微	(3) 略嚴重	(4) 嚴重	(5) 非常嚴重	(6) 不知道
a. 灰塵	<input type="checkbox"/>						
b. 黑煙	<input type="checkbox"/>						
c. 惡臭	<input type="checkbox"/>						

【問卷到此結束，請您檢查是否有任何遺漏未填者。非常感謝您！】