

中國醫藥大學

碩士論文

編號：IEH-1707

中部科學園區附近居民與學童呼吸道影
響及家戶室內外懸浮微粒濃度之測定
Respiratory effects of residents and schoolchild
and measurement of the concentration of indoor
and outdoor particulate matters 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：洪瑜伶 Hung Yu Ling

學 號：9465007

中華民國 九十六 年 七 月

致 謝

終於要提筆寫最後的致謝，兩年點點滴滴的回憶湧上心頭，研究生生活轉眼間即將劃上句點，短短兩年的時間過的好快，過程中有太多人要感謝。

最要感謝的是指導教授—郭憲文老師的教導，老師無私的給予很多學業上的幫助與資源，並適時提醒鞭策我，在最後關鍵時刻更是全力輔佐，深深感謝，這兩年的學習讓我受益良多。

感謝中山醫學大學公衛系郭崇義老師與逢甲大學環工所張立德老師撥空參與指導，並給予寶貴的意見使我的論文更加完整。

此外，從陌生不熟悉到一路相伴互相支持完成碩士論文的搞笑伙伴采容，許多的回憶都充滿你開朗的笑聲，謝謝你的陪伴與鼓勵，還有舒婷像學姐又像好友般的給予我幫助和分享歡樂，並不時開導我的心情，以及好同學麗菁姐和鈺芳姐的支持，屏沂學姐、珮珊、健瑋、雅玲、阿蓉、凱子和小馬的加油鼓舞，誠心感謝所有幫助過我的人。

家人的支持更是我持續的動力，尤其是姊姊常以過來人的身份聽我訴苦幫我加油打氣，還有搞笑弟弟這個血拼 good partner 適時抒解我的壓力，當然更感謝爸媽在背後默默的支持，我愛你們。

瑜伶 2007 年 夏

摘 要

中部科學園區自九十二年興建迄今台中園區已大致進入營運階段，為中部地區帶來經濟蓬勃發展，但相對的中科所排放的空氣污染物與龐大交通量所產生的空氣污染，對於周邊居民與學童呼吸系統的健康有相當大的風險，去年已於開發興建初期針對附近居民和學童進行第一年的調查，今年繼續執行第二年的調查藉由比較兩年資料期望能做為未來此地區健康風險評估之參考值。

利用 ISC3 模擬中科排放的空氣污染物可能的擴散範圍，選取範圍內的社區居民與國小學童為研究對象，另以工業進駐少、污染程度較低的新社鄉為對照組，居民的部分中科地區選取鄰近的國安國宅甲、乙區、鄉林社區及秀山村，對照組選取新社村、大南村老人會，利用社區活動或老人會固定聚會時間進行問卷訪視與肺功能測試，分別有 222 與 82 位居民參與問卷執行；學童則以五六年級學童為主，中科地區選取鄰近三間國小，對照組選取兩間國小分別有 487 與 452 位學童參與問卷；另外以中科附近社區不同樓層之五戶家戶為研究對象，利用石英晶體微平衡衝擊器(QCM cascade impactor)與 personal environmental monitor (PEM)連續二十四小時採集空氣中 PM₁₀、PM_{2.5} 的微粒，調查室內空氣中懸浮微粒(particulate matter, PM)濃度與重金屬成分，大氣懸浮微粒濃度則收集西屯區空氣監測站資料加以比對

之。

結果顯示(1)學童咳痰與喘鳴症狀，在調整相關變項後勝算比較去年有顯著性較高，OR 值分別為 1.46 及 1.42(2)95 年居民呼吸道症狀中，相對於對照地區中科南區居民咳嗽相對危險性顯著高於中科北區 (OR=2.73, $p < 0.05$)，另 65~80 歲易感受族群，咳嗽、咳痰、喘鳴、呼吸短促、胸部疾病等症狀 OR 值也以中科南區較高；95 年居民肺功能中科北區全部居民及年齡為 65~80 歲居民，FVC 與 FEV₁ 皆較對照地區差(3)96 年 QCM 所量測之全家戶 PM_{2.5}、PM₁₀ 室內懸浮微粒濃度與監測站之大氣濃度呈現良好的相關性($r = 0.41, 0.52, p < 0.001$)(4)PM_{2.5} 與 PM₁₀ 重金屬成分分析結果中，96 年砷、鉛及銅三種重金屬濃度為最高，而砷、硒與鋅三種元素的濃度較去年增加。

本研究接續去年執行兩年的追蹤，初步結果已顯示學童與居民呼吸道症狀及環境中懸浮微粒重金屬濃度皆略有增加的趨勢。因此，應該持續監測中科附近空氣中污染物的濃度，以便採取即時預防措施，減少周遭居民健康的危害。

關鍵字：肺功能、PM_{2.5}、PM₁₀、室內懸浮微粒、中部科學園區

Abstract

The Central Taichung Science Park (CTSP) was established in 2003 and regular operations are currently underway. While the CTSP can be a source of great economic development, it may also cause a great concern for the environment because of the emission of various pollutants. Adverse respiratory health effects that result from pollution of this nature are most commonly felt by the elderly and schoolchildren. In 2006-2007, a project was undertaken to monitor these health effects. We attempted to establish baseline data on health risk associated pollution from the CTSP. Using the Industrial Source Complex 3 (ISC3) model, we have predicted the emission patterns of various pollutants and have identified hot-spots in the vicinity of the CTSP (which hereafter will be referred to as the “exposure area”). A rural township in Taichung County was selected as a control area. 222 adults and 488 schoolchildren living in the exposure area and 82 adults and 452 schoolchildren residing in the control area were interviewed by means of a questionnaire. In the exposure area, five volunteer households were selected for indoor and outdoor air particle monitoring by QCM cascade impactor and personal environmental monitor (PEM). The levels of heavy metals present in the air particles was measured by ICP-MS.

The results showed that the odds ratios of sputum and wheezing among schoolchildren were 1.46 and 1.42 higher than in the previous year, using logistic regression after adjusting for covariates. For adults, coughing symptoms in the exposure group were also higher than the control group (OR=2.73, $p < 0.05$). In the elderly (those between the

ages of 65 and 80), the prevalence rates of respiratory symptoms were higher among those living in the exposure area, especially in the southern area. Among the adults, FVC and FEV₁ levels in the northern exposure area were lower than those of the control group. The indoor air PM_{2.5} and PM₁₀ levels were highly correlated with the local air monitoring station levels ($r = 0.41$ and 0.52 , $p < 0.001$). The levels of arsenic, lead, and copper were highest in the indoor air particles. Furthermore, the levels of arsenic, selenium, and zinc (which are the elements most commonly found in the manufacture of products at the CTSP) in the indoor air particles were higher than in the previous study. We suspect that these elevated levels are a result of the industrial activities of the CTSP. Therefore, we feel it is necessary to periodically monitor pollutant levels in the vicinity of the CTSP in order to safeguard the health of the residents living in close proximity to the park.

Key words: respiratory symptoms, PM_{2.5}, PM₁₀, indoor particulate matter, CTSP

目 錄

| | |
|-------------------------------|-----|
| 中文摘要----- | I |
| 英文摘要----- | III |
| 目錄----- | V |
| 表目錄----- | VII |
| 圖目錄----- | X |
| 附件目錄----- | XII |
| 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 中科背景----- | 4 |
| 第二節 住家室內外懸浮微粒及重金屬成分分析----- | 6 |
| 第三節 空氣污染對健康影響之評估----- | 19 |
| 第三章 材料與方法 | |
| 第一節 研究設計----- | 34 |
| 第二節 研究對象----- | 36 |
| 第三節 中科附近鄉鎮年齡標準化死亡率背景資料之建立---- | 40 |
| 第四節 研究工具的擬定及執程序----- | 41 |

| | | |
|-----------|-------------------------|----|
| 第五節 | 家戶室內外空氣採樣之流程----- | 48 |
| 第六節 | 資料統計與分析----- | 53 |
| 第四章 研究結果 | | |
| 第一節 | 學童呼吸道症狀及疾病之相關因素調查----- | 55 |
| 第二節 | 居民呼吸道症狀及疾病之相關因素調查----- | 58 |
| 第三節 | 中科附近鄉鎮年齡標準化死亡率背景資料----- | 54 |
| 第四節 | 中科附近家戶室內、外懸浮微粒調查----- | 62 |
| 第五章 討論 | | |
| 第一節 | 樣本代表性----- | 66 |
| 第二節 | 呼吸道症狀及疾病資料與可能影響因素----- | 69 |
| 第三節 | 家戶懸浮微粒暴露狀況----- | 77 |
| 第四節 | 研究限制與未來研究方向----- | 83 |
| 第六章 結論與建議 | | |
| 第一節 | 結論----- | 85 |
| 第二節 | 建議----- | 87 |
| 參考文獻----- | | 88 |

表 目 錄

| | |
|--|-----|
| 表一、95 年中科地區與對照地區學童基本資料之比較----- | 94 |
| 表二、95 年中科地區與對照地區學童居家環境之比較----- | 95 |
| 表三、94 和 95 年中科地區與對照地區學童呼吸道症狀盛行率之比較 ----- | 96 |
| 表四、94 與 95 年中科地區三所國小呼吸道盛行率之比較----- | 97 |
| 表五、年代別與地區別影響學童呼吸道症狀之邏輯斯複迴歸分析 ----- | 98 |
| 表六、95 年中科地區與對照地區居民基本資料及個人健康行為之比較 ----- | 99 |
| 表七、95 年中科地區與新社地區居民疾病史與就醫情形之比較---- | 100 |
| 表八、95 年中科地區與對照地區居民居家環境之比較----- | 101 |
| 表九、94 和 95 年中科地區與對照地區居民呼吸道症狀盛行率之比較 ----- | 102 |
| 表十、比較 95 年中科附近居民呼吸道症狀之盛行率----- | 103 |
| 表十一、95 年全部居民和 65~80 歲居民在地區別六種呼吸道症狀之 邏輯斯複迴歸分析----- | 104 |
| 表十二、95 年全部居民和 65~80 歲居民在地區別肺功能之複迴歸分 析----- | 105 |
| 表十三、參與 94 和 96 年中科附近家戶內空氣採樣之特性----- | 106 |

| | |
|--|----------|
| 表十四、中科附近家戶在 94 及 96 年室內與大氣環境 PM 濃度之比較 | -----107 |
| 表十五、96 年各家戶室內與環境中懸浮微粒 $PM_{2.5}/PM_{10}$ 濃度之比值 (%) | -----108 |
| 表十六、比較中科附近以 PEM 檢測室內不同微環境 $PM_{2.5}$ 及 PM_{10} 之濃度 | -----109 |
| 表十七、兩年中科附近全部空氣採樣家戶 PEM 採樣濃度與吸菸之關係 | -----110 |
| 表十八、影響 96 年中科附近家戶以 QCM 檢測室內微粒濃度因素之複迴歸分析 | -----111 |
| 表十九、96 年以 PEM 採集懸浮微粒濃度室內外比值及兩者間濃度相關性 | -----112 |
| 表二十、96 年各家戶以 QCM 檢測室內懸浮微粒濃度與大氣環境中懸浮微粒濃度之相關性 | -----113 |
| 表二十一、94 年及 96 年中科附近家戶中 $PM_{2.5}$ 之重金屬濃度(ng/m^3)分析 | -----114 |
| 表二十二、94 年及 96 年中科附近家戶中 PM_{10} 之重金屬濃度(ng/m^3)分析 | -----115 |
| 附表一、新竹科學工業園區六大產業主要排放之空氣污染物 | -----5 |
| 附表二、金屬元素對人體健康之危害性 | -----15 |

| | |
|---------------------------------|----|
| 附表三、94 及 95 年肺部健康問卷訪視人數比較表----- | 39 |
| 附表四、ICP-MS 分析條件----- | 51 |
| 附表五、九種重金屬檢量線範圍及偵測極限----- | 52 |
| 附表六、九種重金屬各批次組間、組內再現性與變異係數----- | 52 |



圖目錄

| | |
|--|-----|
| 圖一、中科附近鄉鎮 79~90 年男女性唇頰腔及咽部之惡性腫瘤年齡標準化死亡率趨勢圖----- | 116 |
| 圖二、中科附近鄉鎮 79~90 年男女性消化器官及腹膜之惡性腫瘤年齡標準化死亡率趨勢圖----- | 117 |
| 圖三、中科附近鄉鎮 79~90 年男女性呼吸系統之惡性腫瘤年齡標準化死亡率趨勢圖----- | 118 |
| 圖四、中科附近鄉鎮 79~90 年女性乳房惡性腫瘤年齡標準化死亡率趨勢圖----- | 119 |
| 圖五、中科附近鄉鎮 79~90 年女性生殖器官惡性腫瘤年齡標準化死亡率趨勢圖----- | 120 |
| 圖六、中科附近鄉鎮 79~90 年男女性其他及未明示部位惡性腫瘤年齡標準化死亡率趨勢圖----- | 121 |
| 圖七、中科附近鄉鎮 79~90 年男女性淋巴及造血組織之惡性腫瘤年齡標準化死亡率趨勢圖----- | 122 |
| 圖八、中科附近鄉鎮 79~90 年男女性呼吸系統疾病死因年齡標準化死亡率趨勢圖----- | 123 |
| 圖九、中科附近鄉鎮 79~90 年男女性心血管疾病死因年齡標準化死亡率趨勢圖----- | 124 |

圖十、96 年中科附近採樣家戶 QCM 採集資料與相對應採樣時間之監

測站濃度分佈圖-----125

附圖一、中科附近選取點位置圖-----36



附件目錄

附件一、居民呼吸道症狀及疾病調查問卷-----126

附件二、學童呼吸道症狀及疾病調查問卷-----134



第一章 緒 論

第一節 研究背景及動機

中部科學工業園區（簡稱中科, Central Taichung Science Park, CTSP）開發建設工程於民國九十二年十二月起正式展開，園區範圍包括台中縣、市交界—台中基地、台中縣后里鄉—后里基地與雲林縣虎尾—虎尾基地三處園區，計畫開發面積分別為 413 公頃、96 公頃與 246 公頃，本研究以台中基地為主要研究區域。台中基地位於台中縣大雅鄉、台中市西屯區交界處，附近公路系統有中山高速公路、中部第二高速公路、中彰快速公路及中港路，在鐵路系統方面，台中園區距台中火車站約 9 公里，距高鐵烏日站 9.2 公里，交通網絡系統十分便利。自九十二年開發至今台中基地已開發完成，利用台中都會區既有交通、生活服務及產學研究作為發展的基礎，逐漸提升中部高科技產業發展和帶動此地區整體經濟發展，藉由國際知名大廠的進駐，相對的也提高了台中地區國際的地位，主要產業包括：航太、精密機械、生物科技、通訊、光電、半導體六大類。（國科會, 2003）⁽¹⁾

中科台中基地在開發前已對周遭環境進行環境影響評估作業，以了解此項開發案對於周遭的環境可能引起多大的衝擊，以有效將此影響降至最低，不過該環境影響評估並未包括環境的改變或產業發展對附近居民健康之影響。而中科管理單位開發至今持續對中科周遭之空

氣品質、放流水質、地面水質、噪音及振動進行定期的監測，目前監測數據皆在環保法規容許範圍內，但由產業結構相似的新竹科學園區來看，部分積體電路、光電產業可能會影響附近空氣污染，尤其排放的無機性及揮發性有機氣體對於整區的空氣品質影響造成相當大的影響，且中科園區與附近住宅區僅一牆之隔，對於附近居民與學童來說，長期暴露此不佳之空氣品質的環境，對於其呼吸道健康可能造成影響，本研究將透過兩年的追蹤中科基地附近易感受族群，針對其呼吸道健康進行評估，以探究中科的發展營運對於周遭居民與學童是否會造成健康影響的風險性。



第二節 研究目的

1. 追蹤並評估比較兩年中部科學園區附近居民與學童呼吸道之健康。
2. 比較中部科學園區與對照組附近居民與學童之呼吸道健康差異。
3. 調查中部科學園區附近住戶居家室內、外懸浮微粒質量之濃度，並與去年數據比較之。
4. 調查中部科學園區台中園區附近家戶居家環境室內、外空氣中懸浮微粒中重金屬濃度之分佈，並與去年數據比較之。
5. 可作為未來環保機關或中科管理單位評估中科附近居民與學童健康風險之參考資料。



第二章 文獻探討

第一節 中科背景

中部科學園區興建迄今五年多，目前已由開發階段進入量產階段，此時期仍屬於營運初期，所排放的污染物濃度對於周遭環境空氣品質是否造成影響尚待釐清。由與中科產業結構相似、排放的污染源相似且營運時間已超過 35 年新竹科學工業園區的經驗來看⁽²⁾，得知半導體生產製程複雜且多樣化，且使用的化學物質與溶劑種類相當多，一旦這些化學物質或溶劑在使用時揮發或逸散，可能成為科學園區主要空氣污染來源之一，附表一為竹科園區六大產業污染特性。

主要影響科學園區空氣品質程度以工業製程污染源為主，其中又以積體電路產業與光電產業影響最鉅，主要工業製程產生來源包括煙道揮發性有機物質（VOC_s）之排放、煙道無機酸鹼污染之排放、製程中排放任何化學物質、溫室效應氣體之排放。另外污水處理廠也可能揮發或逸散空氣污染物，由於污水處理廠在處理工廠廢水時，可能促使廢水中 VOC_s、酸鹼氣體加速揮發及散佈於空氣中。此外，中科營運所創造的就業人口增多，帶動當地交通量遽增，交通工具所排放的氣體包括 VOC_s、CO₂、CO 及 NO_x 等，成為另一個園區內空氣污染的來源之一，對於園區內空氣品質有相當程度的影響。

附表一、新竹科學工業園區六大產業主要排放之空氣污染物

| 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 | 鉛錫煙 (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 | 鉛錫煙 (含錫、鉛)、有機廢氣 (IPA、松香) |
| 通訊產業 | 局用交換設備 | 鉛錫煙 (含鉛)、粒狀物、有機廢氣 |
| | 局端傳輸設備 | 有機廢氣 (IPA、三氯乙烷)、鉛錫煙 |
| | 用戶終端設備 | 有機廢氣 (IPA、三氯乙烷)、鉛錫煙 |
| | 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、鎳 |
| | 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) |

第二節 住家室內外懸浮微粒及重金屬成分分析

粒狀物質 (Particulate Matters) 能否穿透和累積於人體呼吸系統，決定於粒狀物粒徑之大小。根據美國工業安全技師協會 (American Conference of Governmental Industrial Hygienists, ACGIH) 將懸浮微粒依粒徑大小分為可吸入性、胸腔性、可呼吸性三種微粒，可吸入性微粒 (氣動直徑大於 $10\mu\text{m}$) 大部分經由口鼻進入但較少可通過支氣管；胸腔性微粒 (氣動直徑 $4\mu\text{m}\sim 10\mu\text{m}$) 可通過支氣管到達胸腔部位；可呼吸性微粒 (氣動直徑小於 $4\mu\text{m}$) 可深入到肺部末端支氣管的氣體交換區，一般可分為小於 10 以下的粗粒徑懸浮微粒與小於 2.5 以下的細粒徑懸浮微粒。其中細粒徑又可分為超微小粒徑 (ultra-fine particles, 粒徑小於 $0.1\mu\text{m}$)、次微小粒徑 (submicrometer particles, 粒徑小於 $1\mu\text{m}$) 與 $\text{PM}_{1-2.5}$ 。由於懸浮在空氣中粒狀物質成分和粒徑大小有所差異，使得其表面可能附著許多重金屬或是不同成分的物质，而對人體的危害程度也有所差異。

一、室外濃度分佈

林氏 (2000) ⁽³⁾ 探討以台北兩種不同性質的監測站 (一般測站和交通測站)，量測大氣環境中 PM_1 、 $\text{PM}_{2.5}$ 及 PM_{10} 濃度分佈，從 1999 到 2000 年分為四季進行採樣，在一般測站之 PM_1 、 $\text{PM}_{2.5}$ 及 PM_{10} 濃

度分別為 $14.0\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $24.4\mu\text{g}/\text{m}^3$ 及 $48.1\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，而在交通測站三種 PM 之濃度分別為 $29.5\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $34.4\mu\text{g}/\text{m}^3$ 及 $46.0\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。質量濃度 $\text{PM}_1/\text{PM}_{10}$ 、 $\text{PM}_{2.5}/\text{PM}_{10}$ 及 $\text{PM}_1/\text{PM}_{2.5}$ 比值，在一般測站為 0.43、0.56 及 0.77，交通測站為 0.52、0.58 及 0.9，另外在 PM_1 、 $\text{PM}_{2.5}$ 與 PM_{10} 懸浮微粒中含碳比例在一般測站與交通測站分別為 0.63、0.54、0.38 及 0.80、0.71、0.60。而 PM_1 、 $\text{PM}_{2.5}$ 與 PM_{10} 微粒中有機碳與元素碳濃度比值(OC/EC ratio)，在一般測站與交通測站各為 1.79、1.28、1.40 與 1.01、1.07、1.46，由此可推論交通污染源產生的大多是 $1\mu\text{m}$ 以下的微粒，且元素碳佔極大比例。

Chow (1994) 等人⁽⁴⁾在加州南部六個地點(包含工業區、商業區、住宅區和農業區)進行夏秋兩季採樣，發現夏季時 PM_{10} 的濃度在 $17.4\mu\text{g}/\text{m}^3 \sim 120.6\mu\text{g}/\text{m}^3$ ， $\text{PM}_{2.5}$ 則是在 $9.7\mu\text{g}/\text{m}^3 \sim 63.9\mu\text{g}/\text{m}^3$ 之間，在有工廠或其鄰近地區有工廠的地區均可看到懸浮微粒質量濃度增高的現象，一般 $\text{PM}_{2.5}/\text{PM}_{10}$ 的比值約 50%~66%之間，且夏季的比例較秋季的比例來的低一點。

針對新竹工業園區周遭空氣污染物之懸浮微粒的調查分析，蘇氏 (2000)⁽⁵⁾曾對竹科周界三個測點進行懸浮微粒採樣及空氣品質模式之分析，經連續十一天的採樣量測 TSP、 $\text{PM}_{2.5-10}$ 與 $\text{PM}_{2.5}$ 水溶性陰陽離子濃度與元素組成之結果，顯示得知園區懸浮微粒中 SO_4^{2-} 、 NO_3^- 、

Cl、砷及硒等元素有明顯偏高，推測可能由半導體工廠的製程所排放，另利用三種分析方法推估其來源，1.因子分析法（FA）：TSP 污染來源多為土壤、街塵、營建工程、交通與海洋飛沫；PM_{2.5-10} 主要來源為土壤、街塵與營建工程；而 PM_{2.5} 主要來自交通污染源，2.加強因子分析法（EF）：TSP 可能來源為海洋飛沫或其他工業製程所影響，3.化學質量平衡受體模式法（CMB）：TSP 主要來自土壤（18%~45%）和街塵（1~17%），其中有 37%~52%無法解釋之變異，且由 FA 方法仍無法完全判斷其污染來源之物質，推測半導體產業可能排放特定指標污染物所致。

二、室內、外空氣中懸浮微粒濃度相關性

室內環境懸浮微粒主要來源有二，即室內污染源及由室外懸浮微粒穿透進入到室內所貢獻，根據微粒的沉降特性、化學組成型態、粒徑大小的分佈和微粒凝結的過程等，都會影響室內懸浮微粒的濃度，室內與室外濃度的比值（I/O）可用以評估室內外濃度不同的一個指標，I/O 比值若大於 1，可以推論可能有室內污染源的存在。除了室內污染源的產生外，室外的懸浮微粒也會滲入室內，其中大粒徑的懸浮微粒因重力沉降因素，被過濾排除掉而無法直接進入，因此若無特定室內來源之微粒的 I/O 比值大都小於 1。

依據 Chen (1999) 等人⁽⁶⁾研究指出國人每天約 70%~90% 的時間處於室內環境中，室內空氣品質的好壞會直接影響人體的健康，尤其對於長期臥病在床的老年人與病童，因此室內空氣品質逐漸受到國人的重視，目前台灣尚未針對室內空氣品質進行規範，僅有 94 年環保署公告的參考標準建議值⁽⁷⁾，針對懸浮微粒建議值為 PM₁₀ 二十四小時平均濃度建議值在第一類場所（指對室內空氣品質有特別需求場所，包括學校及教育場所、兒童遊樂場所、醫療場所等）中為 60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，第二類場所（指一般大眾聚集的公共場所及辦公大樓，包括營業商場、辦公大樓等室內場所）為 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，而 PM_{2.5} 二十四小時平均濃度建議值為 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

Cyrys (2004) 等人⁽⁸⁾曾探討不同通風狀況下室內外 PM_{2.5} 濃度之相關性，選定醫院內兩間靠近主要道路、且其室內無固定污染來源及無空調系統的房間，其中一間比較靠近戶外設立的監測站，各別在冬夏兩季中各連續八週的監測，並模擬的通風方式分為四種(1)窗戶緊閉，(2)窗戶微微打開，在每天晚上八點與凌晨兩點，(3)將窗戶開啟十五分鐘，(4)門窗同時打開五分鐘。在不同通風狀況下，室內之 PM_{2.5} 濃度有明顯的不同，門窗緊閉的情形下，PM_{2.5} 之室內外濃度比值(I/O)為最低 (0.63)，反之則隨著通風狀況越良好，室內外濃度值有越相近的趨勢，且 76% 每日室內污染物濃度的變化可由室外污染物濃度的

變異所解釋，由此可知住家內門窗開啟的情形會顯著性影響室內懸浮微粒之濃度值。

1996 年 Abt(2000)等人⁽⁹⁾在美國波士頓四個非吸菸家戶，利用直讀式儀器檢測室內外 $0.02\mu\text{m}\sim 10\mu\text{m}$ 粒徑範圍內的懸浮微粒濃度，並量測室內氣體交換速率 (Air exchange rate, AER)，並配合個人活動量表紀錄其室內活動時間及活動人數，調查室內懸浮微粒來源。結果顯示室內來源 (烹飪、打掃與移動人數) 及氣體交換率大小均會影響室內懸浮微粒的濃度，其中烹飪、打掃與移動人數顯著影響室內 $\text{PM}_{0.7-10}$ 濃度，分別可增加 $0.27\mu\text{m}^3/\text{cm}^3*\text{min}$ 、 $0.27\mu\text{m}^3/\text{cm}^3*\text{min}$ 及 $0.25\mu\text{m}^3/\text{cm}^3*\text{min}$ ，而又以烹飪行為對於 $\text{PM}_{0.2-5}$ 濃度影響最大，而室外濃度對室內濃度的貢獻百分比會隨著粒徑越大其貢獻程度有越低之趨勢，且懸浮微粒的穿透率在 $0.02\mu\text{m}\sim 0.5\mu\text{m}$ 時為 $0.38\sim 0.94$ ， $0.7\mu\text{m}\sim 10\mu\text{m}$ 粒徑範圍中為 $0.12\sim 0.53$ ，顯示粒徑較大的懸浮微粒因重力沈降因素較不易穿透進入到室內環境中，而室內 PM 之主要來源以烹飪和打掃為會影響室內懸浮微粒濃度之活動。

另外，由於燒香禮佛是中國人的特殊宗教習慣，台灣部分民眾在住家內設立佛堂每天早晚或是每逢出一十五燒香拜拜，國內相關研究^(10, 11)均指出燒香會釋放出較多懸浮微粒、多環芳香烴及醛類等污染物。高氏 (2000)⁽¹²⁾模擬一般家居室內燒香情形，來探討 PM_{10} 濃度

隨著通風狀況時間與距離之變化，以推估民眾在家燒香時 PM_{10} 的暴露濃度大小範圍，利用 PEM 以流速 2 LPM 進行採樣，結果顯示燒香時密閉室內 PM_{10} 濃度為 $390\mu\text{g}/\text{m}^3 \sim 731\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，而在有通風狀態下濃度則降為 $154\mu\text{g}/\text{m}^3 \sim 185\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，在通風狀態下燒完香後 PM_{10} 濃度有呈現隨距離遞減的現象，經燒香三小時後 PM 濃度已降至室內背景值，民眾拜拜時暴露之 PM_{10} 濃度比平時高出至少一倍以上，若在通風良好的狀況下可減少約 $200\mu\text{g}/\text{m}^3 \sim 500\mu\text{g}/\text{m}^3$ 之 PM_{10} 暴露濃度，顯示室內燒香為影響室內空氣品質來源之一。

Jones (2000) 等人⁽¹³⁾曾在英國伯明罕市內七個家戶與鄉村地區兩個家戶進行室內外空氣中懸浮微粒之分佈情況進行調查，利用直讀式 TEOM 與 cascade impactors 採集室內外懸浮微粒並填寫個人活動量表，每間家戶採集一到兩次不等，城市中兩間家戶位於公寓之 10 樓與 13 樓其餘家戶皆位於一樓，位於高樓之住家一室內 PM_{10} 濃度平均為 $41.2\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，室外為 $20.7\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，鄰近主要道路的家戶二室內 $PM_{2.5}$ 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_{10} 室內濃度為 $16.5\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，室外為 $13.4\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，同樣鄰近主要道路旁的住家四室內 PM_{10} 濃度為 $9.9\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，室外為 $8.3\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，而以自然通風為主位於郊區的住家四室內為 $12\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，室外為 $15\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。室內污染源與活動部分，包括烹飪、吸菸、打掃與一般的活動均會造成室內空氣中 PM_{10} 濃度升高，其中

烹飪與吸菸之行為是主要影響室內 PM_{2.5} 與 PM₁ 濃度的因素。

張氏 (2006) ⁽¹⁴⁾ 選取居住在台北縣新莊超級測站附近地區共計 24 個家戶，自 2003 年 8 月到 2005 年 1 月，總收集天數為 80 天。調查居民居家多粒徑懸浮微粒暴露濃度，居家室內微粒監測儀器使用 IAQcheckTM 攜帶式微粒濃度監測儀。另外，使用新莊微粒超級測站之資料做為室外微粒濃度值，該測站以微粒監測儀 TEOM 來收集微粒。除微粒監測外，亦配合個人活動日誌及採樣日誌之填寫。結果顯示受測家戶室內外平均濃度以 PM₁₀ 為最高，其次為 PM_{2.5}。室內、外 PM 濃度之相關性，以 PM_{2.5} 室內外濃度之相關性最好 ($r = 0.81$)。而不同季節之室內居家微粒濃度由大到小依序為春季、冬季、秋季與夏季，同樣 PM 濃度的分佈情況也出現在室外環境。居家空氣中微粒濃度平日皆高於週末時段，日間 PM 濃度也高於夜間，可能原因是平日及日間為人們活動之主要時期，可能有較多 PM 污染源產生。室內懸浮微粒濃度皆以客廳大於臥室的環境，而通風情況對室內外 PM 濃度也有明顯影響，其中有無打開門窗之影響最大。另外，將居家污染源進行多粒徑微粒濃度分析，顯示抽菸與燒香行為影響室內 PM_{1-2.5} 濃度為最大；而烹飪與掃地則影響室內較粗粒徑懸浮微粒之濃度。

Geller (2002) 等人 ⁽¹⁵⁾ 2000 年在美國加州 Coachella Valley，徵求十三戶非吸菸自願的住戶，在冬天和春天進行室內、外空氣懸浮微粒

的採樣。利用個人微粒採樣器 (Personal Particle Sampler, PPS) 來採集細、粗懸浮微粒，室內放置在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。結果顯示 $PM_{2.5}/PM_{10}$ 的濃度比值在室內、外分別為 74.3%與 61%；粗懸浮微粒 (氣動直徑 $2.5\mu m \sim 10\mu m$) 濃度在室內、外的比值 (I/O) 為 0.66，且室外 PM 濃度顯著高於室內環境。在細懸浮微粒 (氣動直徑 $< 2.5\mu m$) 濃度 I/O 比值為 1.03，室內、外 $PM_{2.5}$ 濃度並無顯著之差異。其室外粗、細懸浮微粒濃度來預測室內 PM 濃度的解釋係數 (R^2) 分別只有 35%及 37%，因此作者推測應是有室內其他污染源所造成。元素碳 (EC) 的 I/O 比為 0.85，室外 EC 濃度對室內 EC 濃度的解釋係數為 45%，推測可能來自交通污染源，不完全燃燒反應的元素碳應是由室外滲透入室內的環境。有機碳 (OC) 在室內、外環境皆是重要的成分，各佔細粒徑總濃度的 41%及 61%，室內 OC 濃度也的確高於室外濃度，且其 I/O 比為 1.77，顯示室內有其他 OC 污染源的主要成分；室外 OC 濃度對室內 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 微粒的滲入於室內。在各種微量元素與金屬元素分析中，以硫元素在室外濃度的解釋係數最高；其他室外來源重金屬如鋁、鐵、鈦、鋅在細粒徑的室外濃度解釋係數亦較高 (59%

~58%)，相對於細粒徑與粗粒徑懸浮微粒中其他金屬元素解釋係數則較低，乃是由於這些金屬元素粒徑分布大都以細粒徑或超細粒徑為主。

買氏(2005)⁽¹⁶⁾欲了解易感受族群氣喘學童之空氣污染物的暴露情形與其活動型態，經篩選後共 29 位學童，利用直讀式微粒採樣器進行一到三次採樣，並配合學童活動日誌，探討室內外及不同時間下微粒暴露值，是否有明顯改變，而當室內二手菸暴露、拜香、烹飪、打掃等活動進行時，其粒徑分佈及微粒產生量大為增加，此外利用戶外監測站資料比較室內外懸浮微粒濃度之相關性；居家室內懸浮微粒濃度以客廳最高，臥室最低（室內 $PM_{2.5}/PM_{10} = 63\%$ ），非家中室內環境 $PM_{2.5}$ 、 PM_{10} 濃度以學校最高。室內、外各粒徑濃度皆呈現顯著性相關以學校最高（ $r = 0.88$ ）。綜觀來看，氣喘學童暴露懸浮微粒濃度主要介於 $PM_{2.5-10}$ 之間，以家中客廳與學校為主要暴露 PM 之場所。

三、金屬微粒分佈

大氣環境中之金屬元素大多數以粒狀物型態排放至大氣中再經由氣流傳送或重力沈降作用，廣泛分佈於環境中，人類經呼吸將懸浮微粒由呼吸道進入人體，而當粒狀物進入人體後是否對人體造成危害，決定於粒狀物質所吸附的毒性物質及其化學性質，當長時間暴露

於低濃度重金屬物質時，會產生慢性之毒性，而暴露較高濃度之重金屬物質時，則會造成不可逆之及毒性。金屬元素對人體健康之危害性如下表所示。

附表二、金屬元素對人體健康之危害性（郭氏, 2002）⁽¹⁷⁾

| 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 | 鉍之化合物一般都具毒性，在高濃度下有致死性。若長期暴露在含鉍之微粒下，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 |
| Co | 具致癌性及可能為過敏型接觸性皮膚炎之過敏物質 |
| Cr | 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 |
| Cu | 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 |
| Fe | 鐵中毒，造成塵肺症 |
| Hg | 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 |
| Mn | 具致癌性及急毒性，其煙煙會導致皮膚及呼吸器官疾病 |
| Ni | 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 |
| Pb | 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 |
| Sn | 造成廣泛之 X-ray 斑狀陰影，無臨床症狀 |
| V | 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 |

| | |
|-----------|--|
| Zn | 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 |
|-----------|--|

由於空氣中懸浮微粒的複雜性且其影響因素相當多，使得要清楚描述其特性或者準確量測其來源則有相當的困難性，透過重金屬粒子化學分析可了解其污染來源並評估其潛在性的危害。過去對空氣中重金屬成分含量分析之研究，主要是著重於大氣環境中或是職業場所中特殊族群的暴露狀況，較少研究僅針對一般住家室內空氣中懸浮微粒重金屬含量之調查報告。

Srivastava (2007) 等人⁽¹⁸⁾以 TEOM (tapered element oscillating microbalance) 量測印度德里一所大學圖書館室內總懸浮微粒濃度及其金屬成分，其附近並無交通污染與工業活動污染源，但因印度各地區都有設立高密度的工業區與數量龐大的汽機車，使得在一般住宅區環境中的 TSP 年平均濃度已高達 $140\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，但此研究所量測之室內 TSP 濃度範圍為 $169.7\mu\text{g}/\text{m}^3 \sim 199.3\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，各金屬濃度分別為銅： $0.2\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、鋅： $2.22\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、鉛： $1.5\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、鎘： $0.1\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、鉻： $0.9\mu\text{g}/\text{m}^3$ 及鎳： $0.8\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，濃度明顯均高於國外其他地區的研究，顯示高污染國家室內懸浮微粒與金屬濃度受到附近大氣環境之污染源影響。

Antonio (2001) 等人⁽¹⁹⁾1996 年四到六月在西班牙 Seville 城市中十二個採集地點，調查都市空氣中金屬懸浮微粒粒徑的分佈，採樣點

皆位於人口密度高和高交通流量的地區，每週採集一次，每次連續 24 小時，採集粒徑分為六階，粒徑範圍從 0.61 μm 以下到 10 μm 。採樣結果 TSP 濃度為 79 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，PM₁₀/TSP 比值為 85%，而 PM_{2.5}/TSP 比值為 61%，經 ICP-AES 分析後，具有潛在毒性的金屬包括鎳、鉛和鎘，主要分布在較小粒徑範圍中（氣動粒徑小於 0.61 μm ），分別各佔 72.6%、69.4%及 63.8%。一般鉛量測濃度為 63.7 ng/m^3 比其他金屬銅（26.7 ng/m^3 ）、錳（16.5 ng/m^3 ）、鎳（1.97 ng/m^3 ）、鎘（0.54 ng/m^3 ）之濃度高出許多。此篇研究結果顯示金屬元素多存在於粒徑很小的懸浮微粒中，甚至小於 1 μm ，容易經由呼吸道進入人體中，對於健康的影響是值得大家所重視。

蔡氏（2007）⁽²⁰⁾在 2004 年九月至 2005 年八月，以台中東海大學為量測點，調查中部科學園區周遭大氣中總懸浮微粒（TSP）濃度與其重金屬成分分析，結果顯示採樣期間 TSP 濃度（130.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）明顯高於 2000 年～2003 年中科管理中心所監測的數值，有關金屬背景值濃度分別為砷 1.4 ng/m^3 、鎘 4.0 ng/m^3 、鉻 51.5 ng/m^3 、銅 401.1 ng/m^3 、鎳 2.1 ng/m^3 、鉛 471.4 ng/m^3 及鋅 1552.5 ng/m^3 ，其中銅、鉻、鉛及鋅濃度略高於新竹科學園區量測值⁽⁵⁾。

Fang（2003）等人⁽²¹⁾於 2001 年七月至 2002 年四月進行中部地區東海大學實驗牧場周邊環境中 TSP、PM_{2.5}、PM_{2.5-10} 採樣，採樣點鄰

近之可能空氣污染源包括台中工業區、醫院焚化爐及周邊交通污染。結果顯示 TSP 平均濃度為 113.5 ng/m^3 ， $\text{PM}_{2.5}$ 為 42.8 ng/m^3 ， $\text{PM}_{2.5-10}$ 為 19.4 ng/m^3 ，大氣環境中每月平均 $\text{PM}_{2.5}/\text{PM}_{10}$ 比值為 $0.63\sim 0.73$ ；空氣中金屬成分分析結果呈現 TSP 中鎂、銅及錳占多數， $\text{PM}_{2.5-10}$ 中鐵與鎘為主要成分， $\text{PM}_{2.5}$ 中以鉛、鋅、鉻及鎳為主要，另由主要成分分析結果顯示 TSP 主要空氣污染來源依序為土壤（鐵、鎂）、交通（鉛、鋅）和工業（鎳、鎘），其中 PM_{10} 主要來源為土壤（鐵、鎂）、工業（鋅、錳）和交通（鉛）， $\text{PM}_{2.5}$ 來源為土壤（鐵、鎂）、交通（鉛）和工業（銅、鉻）。

Lopez (2005) 等人⁽²²⁾在西班牙同樣對環境中 PM_{10} 濃度進行調查，並分析當中十六種金屬元素濃度，在 Zaragoza 城市中可能的空氣污染來源為高度的機車流量與部分的工業區設立，每兩週執行一次空氣監測共收集 41 各樣本， PM_{10} 平均濃度為 $42.9 \pm 17.0 \text{ ng/m}^3$ ，鎘、銅、鉛及鋅濃度分別為 7.7 ng/m^3 、 22.8 ng/m^3 、 18.7 ng/m^3 及 212 ng/m^3 ，由主要成分分析得知有，28.5%來自交通與工業污染源的排放，可由鎘、銅、鐵、鉛及鋅等重金屬濃度所解釋。

第三節 空氣污染對健康影響之評估

由流行病學的研究可歸納得知，對空氣污染感受性較強，且其健康易受影響的族群，為老年人、孩童及患有 COPD、流行性感冒與氣喘的人。(Pope III, 2000) ⁽²³⁾

一、空氣污染對學童健康的影響

不管是採用追蹤式研究^(24, 25)或是橫斷式研究^(26, 27)結果皆顯示暴露到城市中或地區性空氣污染對於孩童的肺功能有不良影響，其中已有很多研究⁽²⁸⁻³⁰⁾證實交通所產生之空氣污染會對孩童呼吸道造成有害的影響，包含增加氣喘的發作率及罹患其他呼吸道的疾病。

(一) 呼吸道症狀

李氏(2004) ⁽³¹⁾在 1995 年及 2001 年的研究中，各針對台灣南部國中小學童進行國際標準化的 ISAAC 中文問卷調查，配合 1994 年～2004 年全國空汙環測資料，探討室外空氣污染程度與國中學童氣喘及過敏性鼻炎的盛行率是否有關。結果顯示經醫師診斷患有氣喘男、女盛行率分別為 6.3%、4.0%，相較於 1995 年的問卷結果，不論是各縣市或整體的氣喘與其他呼吸道疾病盛行率，均有明顯的上升趨勢，以汽機車排放為主要來源的 NO_x、CO 每降低 17.3ppb、326ppb 對男生氣喘發生率分別可降低 0.88%、1.17%，而女生則降低 0.5%、0.84%，

在校正了氣候等因素後，交通相關之空氣污染與男女氣喘發生呈顯著性的相關（OR = 2.92, OR = 2.21, $p < 0.001$ ），且呈現有劑量效應之關係，另外對過敏性鼻炎也呈現相似的關係，因此推論室外的空氣污染是學童呼吸道疾病主要的危險因子之一。

Pierse (2006)⁽³²⁾ 透過世代追蹤 4400 位英國 Leicestershire 地區 1~5 歲小孩，分別在 1998 年與 2001 年利用郵寄呼吸症狀問卷的方式，由父母親代為填寫，欲探討最近一年內三種呼吸症狀，包括未感冒時咳嗽、夜間咳嗽與最近有喘鳴症狀，此外利用 Indic-Airviro 擴散模式配合問卷上的地址位置，以此為各研究對象之 PM₁₀ 暴露量。結果顯示在 1998 年這三個症狀之盛行率分別為 25%、31% 及 25%，在 2001 年則為 25%、29% 及 14%，此三種呼吸道症狀的盛行率皆與 PM₁₀ 濃度有關，在調整變項後 1998 年未感冒時咳嗽勝算比為 1.21（95% CI 為 1.07~1.38），2001 年 OR 值為 1.56（95% CI 為 1.32~1.84），夜間咳嗽之勝算比分別為 1.06 和 1.25，此結果顯示經石油燃燒可提高排放的 PM₁₀ 濃度，亦會增加孩童未感冒時咳嗽症狀的發生率。

吳氏 (2000)⁽³³⁾ 以高雄市三個鄰近石化工業區的行政區包含楠梓、前鎮、旗津，另選擇非工業污染地區的高雄縣美濃鎮為對照組，研究對象以國小學童共計 1914 位，利用肺功能檢查和自我填寫呼吸系統症狀的問卷進行調查，空汙資料以民國 85 年~87 年環保署提供

的 SO_2 、 CO 、 PM_{10} 、 O_3 、 NO_2 之監測記錄。整體而言，鄰近石化工業區的國小學童肺功能較對照組差，且與 SO_2 、 CO 和 NO_2 的污染程度有相關性。六種呼吸系統症狀與相關疾病情形，以楠梓前鎮區學童相對危險性較高，其次是美濃鎮，再其次是旗津區，此呼吸道系統症狀之結果與 O_3 的污染程度較有統計之相關性，一般空氣污染程度較嚴重的地區，其附近學童罹患呼吸系統疾病的相對危險性較高。

鄭氏 (2002) ⁽³⁴⁾ 以橫斷式研究針對台北市高 (日交通量大於 10 萬機動車輛)、低 (日交通量小於 5000 機動車輛) 交通流量區域，鄰近各 9 所與 13 所國中學童，配合環保署學童呼吸系統健康檢查計畫資料，進行肺功能檢測與氣喘篩檢問卷調查，分析兩組學童間氣喘、呼吸道症狀及肺功能分佈情形是否有差異。高、低交通流量鄰近之國中學童氣喘盛行率分別為 11.6%、5.5%，高流量組之氣喘及呼吸急促勝算比皆較低流量組高 (OR 分別為 2.2 及 1.7)，兩組間之 FVC 和 FEV_1 雖無顯著相關，但在低交通流量組學童的肺功能呈現較佳的傾向，一秒率在兩組間則呈現顯著性的相關，由此結果推論暴露於交通污染對於學童呼吸道症狀與肺功能有不良影響。

1993 年到 1996 年在中國大陸有一大型探討學童肺部健康的研究 (Qian, 2004) ⁽³⁵⁾，從蘭州、重慶、武漢及廣州四大城市各選取兩間國中、小學的學生作為研究對象，利用問卷調查六種呼吸道疾病與症

狀，共計回收 7058 份問卷。依據環境監測資料將空氣污染程度分為四個等級，高污染地區 PM_{2.5} 濃度 (115 μg/m³) 遠高於低污染地區 (61 μg/m³)，而空氣污染程度與學童呼吸道症狀之關係，在調整其他變項後，高空氣污染地區學童罹患咳嗽、咳痰的相對危險性為低空氣污染地區的 1.9 倍和 2.33 倍。

另一針對中國大陸學童呼吸道健康與大氣環境中懸浮微粒之相關性的研究 (Zhang, 2002)⁽³⁶⁾，在四大城市中，鄰近空氣監測站附近 7621 位小學學童，且其住家鄰近學校及未來三年未打算搬家，利用美國胸腔醫學會 (ATS) 之問卷調查學童呼吸道症狀與疾病，問卷由父母親代為填寫，另配合各地區空氣監測站資料進行調查，四大城市懸浮微粒平均濃度分別為 PM_{2.5}: 92 μg/m³、PM_{2.5-10}: 59 μg/m³ 和 PM₁₀: 151 μg/m³，懸浮微粒中以 PM_{2.5-10} 與支氣管炎、持續咳嗽及咳痰之勝算比呈現顯著性的相關 (OR 值分別為 2.20、1.46 和 2.83)，而 PM₁₀ 和 TSP 與持續咳痰之 OR 值分別為 3.21 和 2.52 亦呈現統計上的意義，而 SO₂ 與 NO_x 濃度與各呼吸道症狀則無呈現相關性，此外 PM_{2.5} 與 PM_{2.5-10} 濃度每增加 50 mg/m³，持續咳痰發生率之 OR 分別增加 3.09 及 3.45 倍。顯示高污染地區學童其呼吸道健康較差。

Jalaludi (2004)⁽³⁷⁾ 選取澳洲雪梨西南方六所國小學童利用問卷訪視呼吸道健康狀況，其中有 148 位學童過去一年有喘鳴的症狀將其

納入研究對象中，追蹤約十一個月，每日填寫兩次氣喘日誌紀錄包含：呼吸道症狀（喘鳴、乾咳—咳嗽時無痰與濕咳—咳嗽時有大量痰液產生）、氣喘藥物使用情形及因氣喘看醫生次數等資料，而大氣環境資料（PM₁₀、NO₂與 O₃等）則由鄰近監測站代表。結果顯示在單一污染物模式中，PM₁₀濃度與因氣喘看醫生次數之相對危險性（RR）為 1.11（95% CI 為 1.04~1.09），NO₂與濕咳之 RR 為 1.05（95% CI 為 1.003~1.10），經多種污染物模式分析得知上述關係依然存在。

（二）空氣污染對肺功能之測定

Horak（2002）等人⁽³⁸⁾曾選取奧地利南部八個地區中國小二至三年級的學童為研究對象共計 975 位，持續追蹤三年，以每年兩次的肺功能量測、父母親代填的問卷及過敏原測試執行研究，配合環境資料則選擇鄰近學校的監測站量測溫度、O₃、SO₂、NO₂與 PM₁₀，其中 PM₁₀以 Harvard Impactors 量測，探討長期暴露之下四個空汙指標與學童肺功能指標值之影響。結果顯示 PM₁₀、SO₂、NO₂濃度在冬天高於夏天，O₃濃度則夏天高於冬天，在四項空汙指標與肺功能指標之單變項迴歸分析中，以 NO₂與 O₃對 FVC 與 FEV₁影響最為顯著，此外在調整其他變項後，夏天暴露於 PM₁₀濃度較高的學童其 FEV₁、MEF₂₅₋₇₅增加數值較少；夏天 PM₁₀每年增加 10 mg/m³，則 FEV₁的成長減少 84mL、MEF₂₅₋₇₅減少 329mL/s，因此對於長期暴露於 PM₁₀之

懸浮微粒中，對於學童肺功能有顯著的負面影響。

Priftisa (2006) 等人⁽³⁹⁾選取居住在雅典城市與鄉村監測站周圍 8~10 歲的孩童各 478、342 位，分別在 1995~1996 年、1999~2000 年、2003~2004 年三段時間內，執行由父母代為填寫的呼吸道健康問卷及在學校執行肺功能測試，另外環境中污染物濃度以鄰近的空氣監測站資料為主。監測站資料 NO₂ 和 SO₂ 濃度在兩地區均有明顯之差異，問卷資料中三段時間內兩地區呼吸道症狀及相關疾病之盛行率，氣喘和喘鳴並無顯著之差異，僅咳嗽有差異，而居住地區的差異對於 FVC 及 FEF₅₀ 有顯著的影響，此研究結論顯示即長期暴露在城市環境中，對於孩童肺功能有顯著的影響，易使小支氣管變窄與降低 FVC 的成長量。

Gauderman (2007)⁽⁴⁰⁾探討交通污染對於學童肺功能的影響，美國南加州大學研究團隊利用 1993 年在南加州十二個人口特徵相似，但不同空氣污染型態程度的社區，所選取 10 歲的學童中，分為居住在距離高速公路 500 公尺以內的學童和距離至少 1500 公尺遠的學童兩組，共 3677 位學童參與，進行長達八年（1993 年~2001 年）的追蹤，其中每年實行肺功能測試，及填寫呼吸道健康問卷，調查過去一年氣喘發作的情況、個人吸菸習慣及二手菸的暴露情形等，空氣污染暴露資料來自十二個社區中的空氣監測站，再依據學童居住距離高速

公路的距離、車輛數、排放速率及氣象條件，推測其住家附近濃度及來交通污染的濃度，經過追蹤八年後，調整父母親社經地位後，相較於居住距離高速公路較遠的孩童，居住距離高速公路較近的孩童其肺功能指標中 FEV₁ 降低 81 mL ($p = 0.01$)，而 MMEF 減少 127 mL/s ($p = 0.03$)，而距離高速公路小於 500 公尺的人比起距離較遠的人，其 18 歲之 FEV₁ 的平均預測百分比只有 97% 呈現顯著性的差異 ($p = 0.013$)，而 MMEF 則為 93.4%，兩組亦達統計上差異 ($p = 0.006$)。顯示暴露此八年的空氣污染對於孩童肺功能成長有顯著性的變差，此一大型長期追蹤研究提供了良好的證據，說明長期暴露於交通污染對於學童肺功能的發育可能造成不良的影響。

Avol (2001)⁽⁴¹⁾ 追蹤 1993 年曾參與美國南加州大學研究團隊計畫學童，之後搬離開原居住地的 110 位學童，持續利用肺功能檢測探討其不同暴露環境下，對肺功能是否有影響。結果顯示每年 PM₁₀ 平均濃度每增加 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，學童之 MMEF 則減少 16.6 mL/s，而搬到比原居住地 PM₁₀ 濃度高的學童其肺功能發育明顯較差，且持續影響肺功能發育三年以上。

Trenga (2006) 等人⁽⁴²⁾ 探討空氣中粒狀物質對成人與小孩肺功能之影響，在西雅圖選取 57 為中老年人（其中 24 位患有 COPD）與 17 位經醫師診斷患有氣喘的兒童（年齡 6 歲~13 歲；依據有無使用

抗發炎藥物分組)，進行肺功能測試與空氣採樣，空氣採樣包括個人採樣與居家室內外採樣連續五至十天 24 小時監測，環境懸浮微粒資料則以市中心監測站資料為主。結果顯示在有無 COPD 患者中 FEV₁ 與 PEF 減少率相對應各種 PM_{2.5} 暴露來源並無顯著性的不同，但以市中心監測站延遲一天所量測之 PM_{2.5} 濃度與 FEV₁ 減少量，在有無患有 COPD 患者間差異最大。在兒童肺功能部分，在使用抗發炎藥物的兒童中 MMEF 呈現一致性的降低，即使在鄉村地區暴露到較低濃度也有顯著的影響。其中個人 PM_{2.5} 的暴露在延遲一天後與 PEF 和 MMEF 的降低與同天室內 PM_{2.5} 暴露及市中心測站 PM_{2.5} 暴露在無服藥的兒童中均有顯著性的相關。但在有用藥的兒童中肺功能反而有增加的現象。

二、成人健康影響

(一) 呼吸道症狀與肺功能

Yang (1997)⁽⁴³⁾ 調查台灣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。共計選取 924 位三十歲至六十四歲居民，暴露組鄰近為石化工業區的居民共 436 位，非暴露組則選取居住於無工業及其他明顯污染源地區之居民共 488 位，1996 年四到六月使用美國胸腔醫學會 (American Thoracic Society,

ATS)1978 年之胸腔健康問卷調查呼吸道症狀。結果顯示咳嗽、喘鳴、慢性支氣管炎等呼吸症狀中，只有急性呼吸道症狀在兩組間有統計上顯著的差異（暴露組：84.65%，非暴露組：2.1%），包括眼睛的刺激感、噁心感、喉嚨的刺激感及化學物的異味等，其他呼吸道症狀之影響均無顯著差異。

洪氏（1993）⁽⁴⁴⁾為了解空氣污染對肺功能之慢性效應。選取臺灣北部兩個空氣污染程度不同地區，以兩地區中所有四十歲以上之居民為研究對象，排除已罹患肺部相關疾病者、胸部 X 光片不正常與從事可能會影響肺功能之工作者，高污染地區共有男性 363 名，女性 474 名，低污染地區男女各有 280 名及 497 名，將此群研究對象視為肺部健康族群。使用美國胸腔醫學會 1978 年之胸腔健康問卷，配合胸部正面 X 光攝影、肺功能測試以及血清中 α -1-抗胰蛋白酵素的測量。結果顯示所有肺功能參數皆與年齡呈現顯著的負相關；除女性一秒率外，其他肺功能指標與身高呈現顯著的正相關。男性在吸菸量方面除了 FVC、FEV_{0.5} 及 FEV₁ 外，其餘肺功能指標皆呈現顯著的負相關。在居住年數方面，高空氣污染地區不論男女，皆與各項肺功能指標呈現顯著的負相關。作者推論長期居住在空氣污染地區可能會導致慢性肺功能降低。

在 1976 年在美国加州執行一大型研究中（Abbey, 1998）⁽⁴⁵⁾，選

取符合(1)25歲以上、(2)非吸菸者、(3)居住此地區長達10年以上、(4)居住於空氣監測站附近、(5)在1977、1987及1992年完整填寫三次ATS問卷，詢問其呼吸道症狀、(6)完成所有肺功能測試者上條件之民眾，將其納入本研究中，共計872位男性與519位女性。結果顯示PM₁₀超過100µg/m³之天數對患有氣喘或支氣管炎等疾病之男性其FEV₁減少7.2%，SO₄每增加1.6µg/m³對所有男性之FEV₁降低1.5%，而O₃八小時平均濃度每增加23ppb會造成男性患有氣喘或支氣管炎等疾病其FEV₁降低約6.3%。

(二) 空氣污染對就醫率之影響

從許多流行病學研究^(46, 47)顯示空氣污染會增加民眾呼吸道疾病住院率、心血管疾病的惡化與影響心肺相關疾病率和死亡率^(48, 49)。此外，罹患呼吸道疾病或氣喘之患者，空氣污染亦會增加其住院率、死亡率、肺功能下降⁽⁵⁰⁻⁵²⁾及氣喘發作⁽⁵³⁾。

Chen (2006) 等人⁽⁵⁴⁾研究1998年~2001年澳洲布里斯本六個地區區域中空氣污染程度與因呼吸性症狀及疾病急診就醫人數之相關性，利用空氣監測站（六個監測站鄰近之交通量有程度上之差異）所量測之PM₁₀、NO₂、O₃濃度、溫濕度等氣候資料，再與經由衛生機關取得之各區域每日因呼吸性症狀和疾病急診就醫人數，做一比較。

結果顯示在六個行政區中 PM_{10} 濃度與因呼吸性症狀及疾病急診就醫率有顯著性的不同，交通量較高之區域因呼吸性症狀及疾病急診之就醫率越高，由六個區域來看， PM_{10} 每增加 $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ 因呼吸性症狀及疾病急診就醫率增加 4.0% (95% CI 為 1.1%~6.9%)，若調整 O_3 後則降為 2.6%(95% CI 為 1.0%~5.5%)。因而長期暴露於 PM_{10} 懸浮微粒中，會提高民眾因呼吸道不適就醫比例。

毛氏 (2005)⁽⁵⁵⁾ 針對台灣台中地區空氣污染與急診就醫之相關進行調查，自 2000 年一月一日到 2003 年十二月三十一日，以台中市一所醫學中心之每天急診室就醫之病例，與鄰近空氣監測站五種污染物濃度資料進行相關性比較。此五種空氣污染物每日平均濃度分別為 $CO: 0.9\text{ppm}$ 、 $SO_2: 3.1\text{ppb}$ 、 $O_3: 23\text{ppb}$ 、 $NO_2: 28.2\text{ppb}$ 、 $PM_{10}: 62.4\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $PM_{2.5}: 37.6\mu\text{g}/\text{m}^3$ ；醫學中心每日急診就醫率與 CO 、 O_3 、 PM_{10} 濃度均呈現劑量效應之關係 ($p < 0.05$)，顯示在台中市某醫學中心之每日急診病患中，呼吸道疾病與心血管疾病之相對危險性與空氣污染物 NO_2 、 PM_{10} 、 $PM_{2.5}$ 濃度呈現有顯著之相關。

歐洲聯盟委託歐洲各國研究空氣污染與健康之短期影響計畫 (APHEA)，此一大型研究針對歐洲八大城市，調查空氣中 PM_{10} 和每日急診就醫人數之短時間健康影響之相關性 (Atkinson, 2001)⁽⁵⁶⁾，選取八個大城市中各地區醫院(1)0~14 歲、(2)15~64 歲的氣喘患者、

(3)65 歲以上患有 COPD 與氣喘之患者、(4)65 歲以上患有呼吸道疾病者之每日急診就醫人數，各城市間觀察時間 2 年~8 年不等，並調整其他相關變項後。結果顯示 PM₁₀ 每增加 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，上述四個族群之就醫比率分別增加 1.2%、1.1%、1.0%及 0.9%，但皆未有統計上的意義，可能因為各城市間民眾社經地位或基因性質不同，而造成暴露 PM₁₀ 濃度所引起個體之差異。

Dominici (2006) 等人⁽⁵⁷⁾同樣在美國執行之大型研究，研究對象為在 204 個城市中居住在監測站附近年齡 65 歲以上之民眾，1999 年~2002 年同樣利用監測站 PM_{2.5} 濃度值與鄰近醫院之每日急診率進行相關比較，PM_{2.5} 濃度每增加 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，因心臟衰竭而參與急診之 RR 可增加為 1.28%。而另一研究也是針對年齡大於 65 歲老人之三年急診就醫率與 PM₁₀ 及 O₃ 之關係 (Schwartz, 1994)⁽⁵⁸⁾，控制相關變項後，PM₁₀ 濃度每增加 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 及 O₃ 二十四小時濃度每增加 5ppb，對因肺炎急診就醫比有顯著性相關，相對危險性分別為 1.012 及 1.026。另外 65 歲以上 COPD 患者就醫之相對危險性與 PM₁₀ 有關 (RR 為 1.020, 95% CI 為 1.032~1.009)，但在氣喘患者則無此相關。由此可見易感受之老人族群會因暴露空氣污染物而增加其就醫率和急診率的現象。

(三) 空氣污染物與死亡率之關係

吳氏 (2000) ⁽³³⁾ 以高雄市三個鄰近石化工業區的行政區包含楠梓、前鎮、旗津，另選擇非工業污染地區的高雄縣美濃鎮為對照組，利用 1996 年~1998 年衛生署死亡資料檔案與 1997 年~1998 年附近空氣監測站資料，探討呼吸系統相關疾病死亡率，監測站數據顯示四個地區空氣污染程度依序是前鎮、旗津、楠梓、美濃，而旗津、楠梓、前鎮三區間接標準化死亡明顯比美濃來的高，此結果呈現空氣污染程度較嚴重的地區，因呼吸系統相關疾病之死亡率較低污染地區高。

Cakmak (2007) 等人⁽⁵⁹⁾ 於智利首都聖地牙哥一個較高空氣污染的地區，利用 1997 年~2003 年死亡資料檔和地區空氣監測站 (PM₁₀、SO₂、CO)，探討 65 歲以上老人因心血管疾病、呼吸性疾病死亡之死亡率與空氣污染物間之關連性。結果顯示 PM₁₀ 每增加 84.88 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 心血管疾病與呼吸性疾病死亡率分別增加 10.06%、18.58%；SO₂ 每增加 14.08 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 心血管疾病與呼吸性疾病死亡率分別增加 7.24%、12.45%；CO 每增加 1.29 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 民眾心血管疾病與呼吸性疾病死亡率分別增加 7.79%、12.93%，顯示在高空氣污染地區對老人心臟血管疾病、呼吸性疾病之死亡率有相當大的影響。

美國哈佛大學針對哈佛地區六個城市研究 PM_{2.5} 濃度的減少與地區死亡率之關係 (Laden, 2006) ⁽⁶⁰⁾，在六個城市分別在 1974 年~1989

年及 1990 年~1998 年進行兩次追蹤，配合地區空氣監測站所量測 PM_{2.5} 濃度與此地區居民死因別死亡率進行相關性探討。結果顯示 PM_{2.5} 濃度每增加 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 每年死亡人數之相對危險性為 1.14(95% CI 為 1.06~1.22)，而肺癌之 RR 為 1.27 (95% CI 為 0.96~1.69) 心血管疾病 RR 則為 1.28 (95% CI 為 1.13~1.44)。此兩段期間中各城市 PM_{2.5} 濃度平均減少 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，而影響之全死因死亡率相對危險性下降為 0.73，雖未有統計上差異，但已略微下降。

陸氏 (1997)⁽⁶¹⁾ 探討民國八十三年一月至十二月期間高雄市每日空氣污染物濃度與每日死亡率之關係。利用 Poisson regression model 調整季節、工作日、假日、溫度、濕度等相關變項後，空氣污染物濃度與全死亡率（不包含意外事件）、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關係。O₃ 每日最大值和 CO 濃度與心臟血管疾病死亡率，有統計上顯著性意義。另外 NO、NO_x、NO₂ 和 CO 濃度亦與癌症死亡率有統計上顯著相關。

綜觀以上之文獻探討，空氣污染對於人體健康影響大多非立即性的，包含增加呼吸道疾病之罹患率、心血管疾病之惡化、急診或就醫率增加等，目前研究中較少針對科學園區開發前後對環境變化之影響，及針對周遭居民和學童呼吸道健康進行連續性評估，甚至對於周遭住戶室內懸浮微粒與重金屬成分之濃度進行檢測，同時本研究亦將

探討其環境與室內 PM 濃度分佈及呼吸道健康評估的變化。



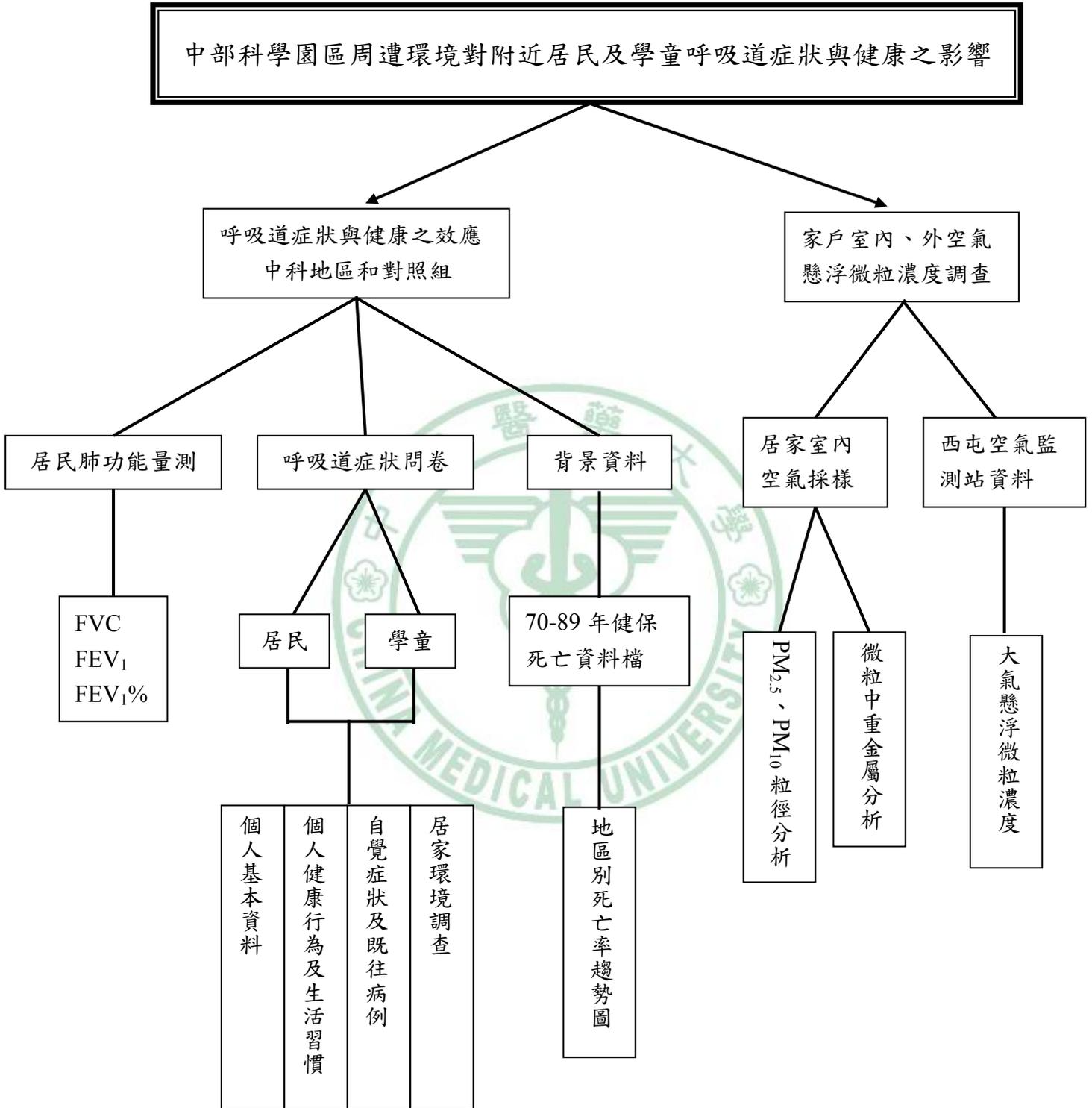
第三章 材料與方法

第一節 研究設計

民國 94 年第一年計畫(張氏, 2006)⁽⁶²⁾是首次針對中部科學園區台中園區附近居民、國小學童進行問卷訪視, 調查其呼吸道症狀及疾病之盛行率, 以及針對中科附近家戶進行室內外懸浮微粒濃度與重金屬分佈, 民國 95 年同樣以橫斷性研究進行第二次的追蹤, 以評估大型科學園區對周遭居民及學童健康的影響。

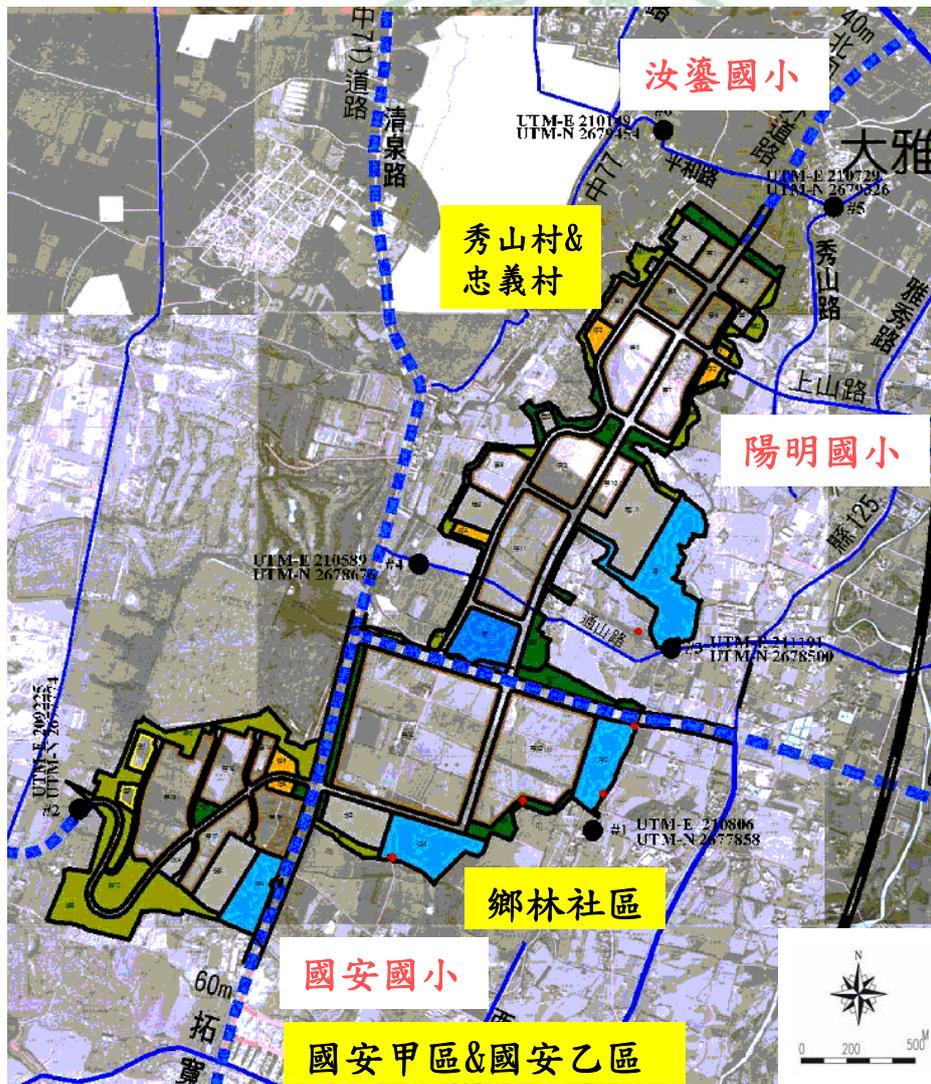


研究架構



第二節 研究對象

中科地區研究對象的選取參考 ISC3 空氣污染擴散模式，模擬中科產生的空氣污染物所可能的影響範圍，再選取範圍內的居民與學童兩個族群為主要研究對象，另選取以農業為主、污染程度較低的台中縣新社鄉居民與國小學童為對照組，分別以問卷訪視評估其呼吸道症狀。問卷執行時間自民國 95 年七月至民國 96 年一月，訪視地點與 94 年相同，95 年共計有 304 位居民和 939 位學童參與此次問卷。



附圖一、中科附近選取點位置圖

一、參與問卷之研究對象

(一) 中科（台中園區）附近問卷訪視地點

共 222 位居民，這些對象來自選取鄰近中部科學園區台中園區四個主要住宅的居民，包括西屯區國安國宅甲、乙區、鄉林社區及大雅鄉秀山村，位置如附圖一，而此四個選取點的人口與環境特性有些許差異，因此依據與中科的相對位置又可將其劃分為中科南區（以國安國宅甲、乙區、鄉林社區代表之）與中科北區（以大雅鄉秀山村代表之）。國安國宅位於東大路與西屯路交叉口，距離中科南方約 1 公里處，為大型集中式國民住宅最高樓層 11 樓，周遭皆為較矮的房子與中科之間無明顯遮蔽物來阻隔，從各種地理因素來看，此地區居民對於中科空氣污染物風險性較高，另外因位居中科主要通道旁，除受到中科排放空氣污染物之影響外，交通所造成之空氣污染量有明顯的增加也會造成附近居民健康之影響，國安甲、乙區共計 170 位居民參與問卷訪視。鄉林社區位居中科東南方 500 公尺處，並非位於中科主要聯外道路上，為一集合式獨棟住宅，住戶多為高知識份子，受訪意願並不高只訪視 20 位居民，故將此區住戶與國安乙區合併計算之。另外，大雅鄉秀山村位於中科西北方，由於中科開發後附近環境景觀產生巨大改變、道路拓寬導致車流量增加，增加居民暴露污染量，共計 32 位民眾參與問卷訪視。

學童只選取對於填答問卷有較高認知的五、六年級國小學童為問卷訪視對象。包括下列三所國小：

(1)台中市立國安國民小學：主要鄰近國安國宅，由校方隨機選取五年一、二、三、四、五、六班、六年一、二、三、四、五、六班，共十二個班級 322 位小朋友。

(2)台中縣立汝鑿國民小學：座落於大雅鄉秀山村中，五、六年級各有兩個班級，共計 81 位小朋友全部納入樣本群中。

(3)台中縣立陽明國民小學：位於大雅鄉秀山村內，與汝鑿國小相距約 1 公里，陽明國小可在校園內看見中科的廠區，五、六年級各有兩個班級全部納入執行問卷訪視，共 84 位小朋友參與問卷訪視。

(二)對照組新社鄉問卷執行地點

新社鄉位於台中市東方距中部科學園區約 30 公里，產業以農業為主，無特定污染工廠且交通污染程度較低，人口結構以年長者與學童居多，問卷訪視地點選取鄰近台中市，且人口數佔新社鄉最多的新社村、大南村作為本研究之對照組，利用兩村老人會聚會時執行問卷訪視，共計 82 位參與問卷訪視；而學童則選取台中縣立新社國民小學與台中縣立大南國民小學五、六年級全部學童，共計 452 位學童參與問卷訪視。

附表三、94 及 95 年肺部健康問卷訪視人數比較表

| 問卷訪視地點 | 對象 | 94 年 | 95 年 |
|----------|----|------|------|
| 中部科學園區附近 | 學童 | 549 | 487 |
| | 居民 | 298 | 222 |
| 新社鄉 | 學童 | 437 | 452 |
| | 居民 | 無 | 82 |

二、參與空氣採樣之家戶

為了解中部科學園區開發與營運時所產生空氣污染物的粒狀物質，是否會散佈至附近住宅室內環境，而產生居民健康之影響，故針對中科附近國安國宅家戶進行室內、外之空氣採樣，除延續去年的採樣家戶外（其中兩戶不願配合因故退出），另外於執行問卷時徵求同意執行空氣採樣的家戶，合計五戶，分別在民國 96 年一月與三月執行家戶空氣採樣。

第三節 中科附近鄉鎮年齡標準化死亡率背景資料之建立

本論文除了利用空氣採樣與問卷評估短時間內中科開發營運所產生的空氣污染暴露與疾病盛行率之間的關係。另針對中科與新社鄉鄰近地區包括西屯、大雅、新社、后里，利用民國 79~90 年衛生署死因資料檔依據世界衛生組織疾病分類中心所製作頒佈的國際死因分類第九版(ICD-9)分類，來看此四個地區包含下列九種年齡標準化長期變化趨勢，建立中科園區尚未運轉前，這些可能與空氣污染有關疾病或癌症之長期死因背景值，以便日後長期追蹤死因變化並做一比較。

- (1)唇頰腔及咽部之惡性腫瘤(ICD-9：140~149)
- (2)消化器官及腹膜之惡性腫瘤(ICD-9：150~159)
- (3)呼吸系統之惡性腫瘤(ICD-9：160~165)
- (4)乳房惡性腫瘤(ICD-9：174、175)
- (5)女性生殖器官惡性腫瘤(ICD-9：179~184)
- (6)其他及未明示部位惡性腫瘤(ICD-9：170~173、187、190~199)
- (7)淋巴及造血組織之惡性腫瘤(ICD-9：200~208)
- (8)呼吸系統疾病(ICD-9：460~519)
- (9)心血管疾病(390~459)

第四節 研究工具的擬定及執程序

一、問卷工具之擬定及調查

(一)問卷工具之擬定

1.問卷的擬定：主要參考美國胸腔醫學會（American Thoracic Society, ATS）1978年之胸腔健康問卷與衛生署國民健康局調查民眾健康及求醫資料之問卷、及國內外相關文獻改編而成，內容包含五大部分(1)個人基本資料，(2)個人健康行為及生活習慣，(3)飲食情況調查，(4)自覺症狀及既往病歷，(5)居家環境調查，分為學童與居民兩種版本，兩份問卷主要差異在描述問題之語氣，並將不適用的問題刪除。

2.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相關領域專家學者進行效度審查，包含三位專家：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及中國醫藥大學職業安全與衛生學系張大元助理教授。

(二)問卷之調查

1.學童：發函請示五所國民小學撥空以進行問卷訪視，利用早自習時間每個班級由兩位事前經過訓練的訪員，負責協助和帶領小朋友填寫問卷。

2.居民：國安甲、乙區、鄉林社區事前先與管理委員接洽、協調，利

用社區活動期間執行肺部健康調查及肺功能量測。秀山村、新社村、大南村則透過當地老人會每個月固定聚會活動的時間，進行問卷執行及肺功能量測，問卷訪視過程皆由受過訓練的訪員以一對一的方式進行，肺功能量測則由固定的專人負責。

二、肺功能計(Spirometer)及肺功能量測

針對居民除問卷的訪視外尚執行肺功能的量測，以攜帶式肺活量測定器 CHEST HI-801 量測，每次量測前由經過訓練的人員以校正器（容量 1 公升），至少 4 次以上進行肺容積校正，直到畫面顯示 OK 為止；受測者量測前由受訓練專人進行解說及親自示範。肺功能計輸出肺功能參數包括下列四種：

(1) 用力呼氣肺活量(Forced vital capacity, FVC)：

係指受測者用力吸飽氣後，快速將一口氣吐出的總吐氣量。FVC 大小決定於肺的彈性，呼吸道的口徑大小及其阻抗；數值會因性別、年齡、身高、體重、人種和胸廓大小而不同。

(2) 用力一秒吐氣量(Forced Expiratory Volume in 1 Second, FEV₁)：

係指受試者在盡力吸飽氣後，快速將一口氣吐出的第一秒的吐氣量，即 FVC 的第一秒吐氣量。FEV₁ 數值若在正常範圍，則阻塞型

或侷限型的通氣障礙則可排除。若呈現異常值，則兩者都有可能。

(3) 一秒率(FEV_1 %) :

即 FEV_1 與 FVC 之比值以 $FEV_1\%$ 表示。正常 $FEV_1\%$ 介於 75~85% 之間，此值可較敏感的顯示氣體阻塞的程度，通常可視為阻塞性肺部疾病的標幟。若 FEV_1 與 FVC 的比值明顯下降時，即表示受測者患有阻塞性肺病（例如氣喘），可能是因病人呼吸道的狹窄導致較慢的呼出率。如果 FVC 和 FEV_1 兩個數值皆下降，則病人可能患有限制性肺病，即肺容量受到限制，但其呼吸道卻呈現正常現象。

(4) $FEF_{25-75\%}$: 即吸飽氣時用力吐氣直到將氣吐光為止的過程中，介於 25% 與 75% 間的流量，主要來自末端支氣管，又稱小氣管 (small airway) 的氣，單位為升/秒(L/s)，而當吐氣從 25% 切點至 75% 切點時，無論病患有沒有用力吐氣，吐氣的流速都一樣，故對於裝病或不用力吐氣的受測者可輕易被辨識。阻塞性肺部疾病早期有病變時就是在末端支氣管，所以當 FEV_1 及 $FEV\%$ 還在正常範圍內時，此指標即已經出現異常現象，故其比 FEV_1 更能當作小支氣管病變的早期指標。

三、空氣懸浮微粒採樣與分析之流程

(一) 藥品與儀器設備

1. 藥品與玻璃器皿

- ▶ 礦物油脂：Dow Corning high-vacuum grease
- ▶ 正己烷：n-Hexane，GR，MERCK
- ▶ 丙酮：Acetone，GR，MERCK
- ▶ 二氯甲烷：Dichloromethane，GR，MERCK
- ▶ 70%硝酸：Nitric acid，Selectipur UPS，MERCK
- ▶ 標準品：ICP multi-element standard solution IV (23 elements in 1mol/L nitric acid, 1000 ±10 mg/L, MERCK)
 - Arsenic 1000±4μg/mL in 2% HNO₃ (standard for ICP, MERCK)
 - Copper 1000±4μg/mL in 2% HNO₃ (standard for ICP, MERCK)
 - Mercury 1000±4μg/mL in 2% HNO₃ (standard for ICP, MERCK)
 - Lead 1000±4μg/mL in 2% HNO₃ (standard for ICP, MERCK)
 - Zinc 1000±4μg/mL in 2% HNO₃ (standard for ICP, MERCK)
- ▶ 定量吸管：BRAND Transferpette，10ml
- ▶ 定量瓶：BRAND，25ml
- ▶ 燒杯：BRAND，50ml

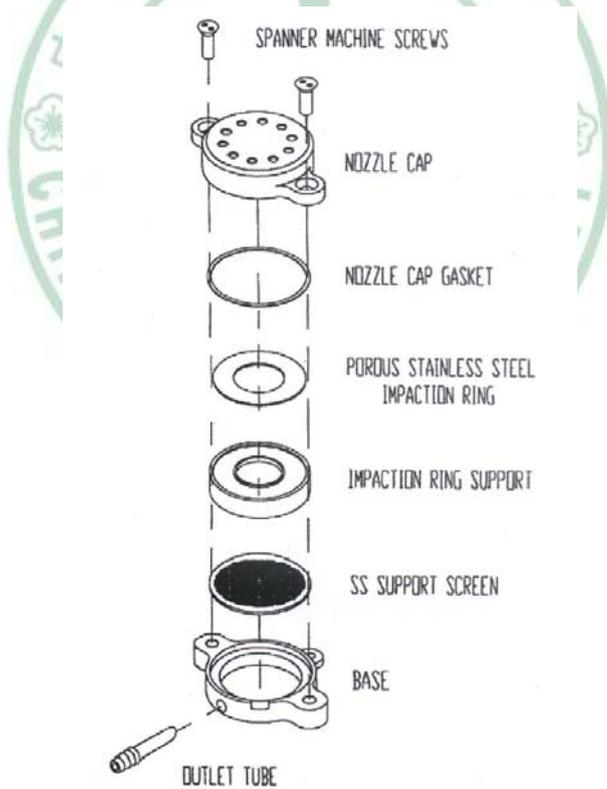
2. 儀器設備

- ▶ 靜音型可調式抽氣幫浦：ALLFIELD ASP_25, 0~25LPM
- ▶ 紅外線流量校正器：Gilian Instrument Corp USA

- ▶ 熱線風速計：MODEL 8360 TSI, Inc. MN, USA
 - ▶ 恆溫乾燥箱：LINDBERG/BLUE
 - ▶ 微量天平：AND HR200
 - ▶ 石英濾紙：TISSUQUARTZ 2500QAT-UP，37mm
 - ▶ 超音波震盪器：BRANSON 3210
 - ▶ 加熱板：CORNING PC-620
 - ▶ 感應耦合電漿質譜儀(ICP-MS)：Perkin Elmer，ELAN DRC II
 - ▶ 石英晶體微平衡衝擊器(Quartz crystal Microbalance cascade impactor, QCM)：California Measurements, Inc. USA 型號 PC-2
- QCM 為直讀式粉塵微粒分析儀器，可即時量測懸浮於空氣中微粒質量濃度與分佈，包括十階衝擊器與資料處理器。每一階有一對敏捷石英感測器，一片是偵測石英感測器，一片是參考石英感測片，當開始採樣時，空氣中懸浮微粒由蠕動幫浦(0.24 L/min)，從衝擊器底部吸入，吸入之空氣加速經過不同階之噴嘴，粒子撞擊塗有礦物油脂的石英感測器，偵測石英感測器因重量增加振動頻率減少，而參考石英感測器頻率不變，兩個石英感測器產生共振頻率差，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不同微粒分佈情形。十階粒徑分佈(μm)：25、12、6.4、3.2、1.6、0.8、0.4、0.2、0.1、0.05。並利用階層分為 PM_{25} ：25 μm 以下之粒

徑；PM₁₀：是以 12μm 以下之粒徑為代表其濃度；PM_{2.5}：是以 3.2μm 以下之粒徑為主作為其濃度。

- ▶ 個人式環境微粒採樣器 (Personal Environmental Monitor, PEMTM)：MSP Corporation, MN, U.S.A.，可分為 PM_{2.5} 及 PM₁₀ 兩種，利用單階慣性衝擊器搭配石英濾紙連接 10 LPM 的幫浦之主動式空氣採樣，此衝擊器利用慣性衝擊力將空氣中大於截取直徑之粒徑（2.5 或 10μm 之氣動直徑）撞擊在衝擊板上而被收集，而微粒則會隨著流線而收集在濾紙上。



附圖二、個人式環境微粒採樣器(PEM)內部分解圖

四、中科附近監測站大氣 PM_{2.5} 及 PM₁₀ 濃度資料

選取距中部科學園區與研究對象最近的環保署西屯空氣監測站，以相對應家戶採樣時間每小時 PM_{10} 、 $PM_{2.5}$ 濃度值表示當地大氣懸浮微粒濃度。



第五節 家戶室內外空氣採樣之流程

每個家戶空氣採樣連續採集 24 小時，QCM 放置於客廳而 PEM 在客廳、廚房、陽台各放置一組 PM_{2.5} 與 PM₁₀，並於採樣前後皆以紅外線流量校正器校正幫浦流量至 10 LPM 後，才開始執行家戶室內外空氣中微粒之採樣，另以熱線風速計量測採樣前後室內外溫、濕度、風速等氣候數據與校正數據逐一記錄，採樣後之濾紙經秤重後進行重金屬成分分析。

一、QCM 採樣程序

1.採樣前檢查及保養校正程序

- (1)檢查空氣過濾器與流量計是否確實連接、是否空氣流通路線有阻塞之現象並確實幫浦可正常操作幫浦
- (2)檢查十階訊號連接器是否連接好
- (3)檢查採樣閥於 standby 位置之操作
- (4)檢查儀器電源是否插入 AC 電源座內
- (5)將污染的石英片以正己烷清洗除去表面的微粒及油脂
- (6)石英片上塗敷礦物油脂
- (7)以皂泡計校正流量
- (8)檢查每一階頻率差值介於 2~4KHz 之間

2.採樣時操作程序

- (1)檢查採樣閥位置在 close
- (2)檢查每一階由上到下順序是否為 1~10 階
- (3)設定開關位置 counter-signal ; display-freq ; mode-time ; freq
input-initial ; stage-1 ; sample time-000 ; valve-close ; pump-on
- (4)打開電源與蠕動幫浦
- (5)暖機 15 分鐘使石英片穩定
- (6)開啟採樣閥，並按下 count 鈕開始採樣
- (7)關閉採樣閥，結束採樣

二、PEM 裝置採樣程序

- (1)將空白石英濾紙放置於恆溫乾燥箱中 24 小時校正溫濕度
- (2)使用電子天平秤重並紀錄數據
- (3)將其置於濾紙匣中放回恆溫乾燥箱中保存
- (4)將 PEM 之衝擊板塗上矽油脂並將石英濾紙置入
- (5)連接幫浦以紅外線校正器進行事前流量校正
- (6)現場執行採樣前再次進行流量校正，並記錄數據
- (7)採樣結束再次執行流量校正，並記錄數據
- (8)將 PEM 取下以錫箔紙包覆，小心平放避免震動送回實驗室

(9)將石英濾紙夾出置入濾紙匣中並放置恆溫乾燥箱中 24 小時校正

溫濕度

(10)以電子天平秤重並記錄數據

(11)PEM 裝置以正己烷、丙酮、二氯甲烷逐一清洗之

三、濾紙中九種重金屬成分之分析

將石英濾紙消化以分析其中九種重金屬濃度，包括砷(As, 質量數為 75)、鎘(Cd, 質量數為 111)、鉻(Cr, 質量數為 53)、銅(Cu, 質量數為 63)、汞(Hg, 質量數為 202)、鎳(Ni, 質量數為 60)、鉛(Pb, 質量數為 208)、硒(Se, 質量數為 82)、鋅(Zn, 質量數為 66)。

(一)濾紙前處理程序

(1)將濾紙置於 50ml 的燒杯中加入 10ml 3M HNO₃ 消化濾紙

(2)蓋上錶玻璃置於加熱板以 75°C 加熱 1 小時

(3)沖提倒入 25ml 定量瓶中並加入去離子水水定量至 25ml

(4)ICP-MS 上機分析

(二)品保與品管措施

空氣中重金屬含量較高者包括銅、鉛、鋅，檢量線配置範圍介於 1~200µg/L 之間，其餘重金屬檢量線濃度範圍為 0.2~10µg/L，r 值皆大於 0.995 以上，方法偵測極限乃取七張空白濾紙，未添加任何

stock，經由加熱消化上機注射，計算七次濃度值之三倍標準差即為方法偵測極限，範圍介於 0.05~6.30 $\mu\text{g/L}$ 之間，因方法偵測極限經過濾紙這個採樣介質之影響，故偵測極限數值較高，其中以鎘、鎳、鉛及鋅數值較高，ICP-MS 九種重金屬儀器偵測極限，乃配置檢量線最低點濃度直接上機連續注射七次所得濃度值之三倍標準差，範圍介於 0.02~0.43 $\mu\text{g/L}$ 之間；各批次內與各批次之間的變異均小於 10%。

附表四、ICP-MS 分析條件

| ICP parameters | |
|------------------------------------|----------------------|
| RF power (W) | 1100 |
| Plasma gas flow (L/min) | 17 |
| Auxiliary gas flow (L/min) | 1.3 |
| Nebulizer gas flow (L/min) | 0.97 |
| Nebulizer | Meinhard Nebulizer |
| Spray chamber | Cyclic Spray chamber |
| Sampling cone | Pt |
| Skimmer cone | Pt |
| DRC parameters | |
| NH ₃ 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 |
| Mass spectrometer settings | |
| Dwell time (ms) | 50 |
| Sweeps | 20 |
| Readings | 1 |
| Replicates | 3 |

附表五、九種重金屬檢量線範圍及偵測極限

| 重金屬 | 檢量線濃度範圍 | | r 值 | 儀器偵測極限 ($\mu\text{g/L}$) | 方法偵測極限 ($\mu\text{g/L}$) |
|-----|---------------------|-----|--------|-------------------------------|-------------------------------|
| | ($\mu\text{g/L}$) | | | | |
| | 最低 | 最高 | | | |
| As | 0.2 | 10 | 0.9999 | 0.03 | 0.06 |
| Cd | 0.2 | 10 | 0.9999 | 0.02 | 0.05 |
| Cr | 0.2 | 10 | 0.9998 | 0.04 | 1.21 |
| Cu | 1 | 50 | 0.9998 | 0.11 | 0.98 |
| Hg | 0.2 | 10 | 0.9999 | 0.02 | 0.18 |
| Ni | 0.2 | 10 | 0.9998 | 0.06 | 1.63 |
| Pb | 1 | 50 | 0.9999 | 0.07 | 2.64 |
| Se | 0.2 | 10 | 0.9999 | 0.05 | 0.12 |
| Zn | 4 | 200 | 0.9999 | 0.43 | 6.30 |

附表六、九種重金屬各批次組間、組內再現性與變異係數

| 重金屬 | Inter (N = 7) | | | Intra (N = 7) | | |
|-----|---------------------|-------|------|---------------------|-------|------|
| | 濃度 | 平均 | 變異係數 | 濃度 | 平均 | 變異係數 |
| | ($\mu\text{g/L}$) | 濃度 | (%) | ($\mu\text{g/L}$) | 濃度 | (%) |
| As | 1 | 1.01 | 4.97 | 1 | 0.98 | 1.34 |
| Cd | 1 | 1.03 | 9.86 | 1 | 0.98 | 1.92 |
| Cr | 1 | 1.04 | 3.09 | 1 | 0.97 | 1.95 |
| Cu | 5 | 4.96 | 3.75 | 1 | 1.06 | 7.02 |
| Hg | 1 | 1.07 | 8.01 | 1 | 0.97 | 1.35 |
| Ni | 1 | 1.00 | 9.56 | 1 | 1.00 | 2.70 |
| Pb | 5 | 5.19 | 4.09 | 5 | 4.75 | 1.74 |
| Se | 1 | 1.07 | 6.85 | 1 | 0.65 | 7.65 |
| Zn | 20 | 20.02 | 8.41 | 20 | 18.76 | 1.73 |

第六節 資料統計與分析

問卷資料與空氣採樣資料先以 Excel 軟體建檔，再以 SPSS 12.0 統計軟體分析。

一、問卷資料

以百分比描述兩地區學童與居民基本資料、個人健康行為及生活習慣、自覺症狀及既往病例及居家環境調查分佈情形，並以 χ^2 -test 檢定地區別之差異。另以平均值標準差呈現連續變項，利用 student t-test 檢定兩組之差異。以 ANOVA 檢定三組以上各項肺功能參數差異。以一般線性迴歸模式(GLM)調整相關變項包括性別、年齡、教育程度、抽菸別、家庭二手菸暴露、拜香及客廳使用瓦斯泡茶組後，比較地區別居民肺活量之差異。

二、空氣採樣資料

以無母數分析(Nonparametric analysis)比較室內 PEM 採樣客廳、廚房、陽台三種不同微環境及有無吸菸成員之 $PM_{2.5}$ 、 PM_{10} 粒徑濃度是否有顯著的差異。QCM 資料扣除開機前十五分鐘暖機值後，以每四個十五分鐘之濃度值累計成一小時濃度值代表該時間點之量測值，使用 student t-test 探究各採樣時間與各家戶之濃度值與之間是否有差異；此外以 Pearson's Correlation 呈現室內與外在大氣中微粒濃度之相關性。

第四章 研究結果

第一節 中科附近鄉鎮年齡標準化死亡率背景資料

由圖一～圖九，民國 79～90 年西屯、大雅、后里及新社四地區九種死因別年齡標準化死亡率，其中與空氣污染有關的呼吸系統之惡性腫瘤、呼吸系統疾病及心血管疾病，在男女中皆有明顯變化的趨勢，一般男性年齡標準化死亡率大致高於女性，其中男性與女性心血管疾病死亡率近年來呈現明顯下降的趨勢，其餘死因別則因小地區死亡人數少，故曲線變動較大無法看出一致的趨勢，不過此資料可當作中科園區未開發前之背景死因資料。



第二節 學童呼吸道症狀及疾病之相關因素調查

一、學童基本資料

95 年國民小學學童問卷共計 940 份，其中中科地區國小學童有 487 份，對照地區國小學童有 452 份，比較兩地區學童人口基本資料，表一顯示在父母親教育程度及居住當地時間皆在兩地區呈現統計上顯著的差異，在父母親大學專科以上畢業的比例，中科地區（35.8%，33%）遠高於對照地區，單親家庭之比例則以中科地區較高（15%），但兩地區並無差異，對照地區學童平均居住時間為 107.5 個月。

二、學童居家環境調查

95 年中科地區學童居住於較都市化的台中縣市交界處，房屋型態以公寓的比例最高（33.1%），而對照地區則位於鄉村地區，以連棟透天厝與平房居住型態較多（各佔 36.6%及 30.0%），因此可知兩地區之居家環境有很大的不同，表二顯示除了居民家中鋪設地毯、空氣清靜機之使用、父母親抽菸、其他家人抽菸與家中牆壁或家具發霉長斑的比例在兩地區無差異外，其他變項皆有顯著相關，其中在室內污染來源部分，家中二手菸暴露以對照組地區較高，主要來自於父母親吸菸佔了 85%以上，其中祖父母吸菸的比例，對照地區（20%）顯著性高於中科地區（11.5%），對照地區拜香比例高達 87.7%顯著高於

中科地區，家中客廳有使用瓦斯泡茶組習慣在對照地區也呈現較高的比例（23.7%）。

三、學童呼吸道症狀及疾病盛行率之相關調查

95 年比較兩地區學童呼吸系統症狀及疾病盛行率之差異（表三），中科地區咳痰與呼吸短促的盛行率分別為 11.7%、10.9%略高於對照地區，但並無統計上的差異，慢性支氣管炎在兩地區學童中分別只有 4 位，並無顯著性的差異，經醫師診斷患有氣喘與父母親告知患有氣喘之盛行率在中科地區較高（8.2%），而學童過去半年就醫比例中科地區（45%）也略高於對照地區。相較於 94 年學童呼吸道症狀盛行率，95 年中科地區學童呼吸道症狀盛行率大多呈現下降的趨勢，而對照地區則多呈現升高的現象。

另將中科地區國安國小、陽明國小和汝鑾國小個別區分，探討同一區域內三所國小學童是否因地理位置的不同，而呼吸道症狀盛行率有所差異，而學童呼吸道症狀與疾病調查指標包括：咳嗽、咳痰、喘鳴、呼吸短促、胸部疾病（不舒服）與氣喘等六項，由表四顯示，95 年中科地區三所國小學童呼吸道盛行率之分佈，汝鑾國小學童各症狀盛行率普遍高於其他兩間國小，相較 94 年資料汝鑾國小盛行率也有提高的趨勢，國安國小與陽明國小盛行率則呈現下降或持平的情形，

不管同年度或兩年資料比較下，三所國小學童呼吸道症狀盛行率分佈情形均有所差異，故將中科地區三所國小分層來看。

利用邏輯斯複迴歸分析兩年中科地區與對照地區學童呼吸道症狀在年代別與地區別上之差異（表五），在調整年代、地區別、性別、年齡、家庭二手菸、拜香、家中牆壁發霉長斑及瓦斯泡茶影響變項後，其中年代別，95 年國小學童咳痰、喘鳴、胸部疾病等症狀之勝算比（OR）分別為 94 年的 1.46、1.42 及 0.49 倍且有統計上差異，若以中科地區三所國小與對照地區來看，國安國小與汝鑿國小六種呼吸道症狀之 OR 值皆高於對照地區一倍以上，國安國小學童患有呼吸短促及氣喘症狀為對照地區 1.79 與 2.09 倍，有顯著性的差異。此外，汝鑿國小學童有咳痰、喘鳴及胸部疾病之 OR 為對照地區學童的 1.80、1.58 及 2.61 倍（ $p < 0.1$ ）。

第三節 居民呼吸道症狀及疾病之相關因素調查

一、居民基本資料

95 年居民呼吸道健康調查問卷共計 304 位參與問卷訪視，其中中科地區有 222 位以國安甲區佔最多 (48.6%)，對照地區共 82 位以大南村佔多數 (62.2%)，兩地區男女比例約為 1:1，平均年齡分別為 56.6 歲與 74.4 歲，中科地區 44.8% 的居民教育程度為高中職以上，而對照地區則以國中以下比例較高，兩地區受訪居民多為無工作者 (佔 63.4% 以上)，而對照地區因為是以農業為主要產業的地區，主要種植水果與香菇等農作物，因此受訪居民平均年齡較高且有工作比例也較高。在個人健康行為方面，吸菸與職場暴露到二手菸之比例在中科地區顯著高於對照地區，但戒菸比例卻反之。非假日期間微環境所花費的時間中，中科地區居民花費在交通上的時間則較對照地區多 (平均為 60 分鐘) 兩地區呈現統計上的差異 (表六)。

兩地區居民過去病史的調查 (表七)，新社地區居民曾患有肺炎、氣喘、心臟病、高血壓與糖尿病的比例高於中科地區，以高血壓盛行率最高 (39.8%) 有顯著性之差異 ($p < 0.05$)，中科地區過去三個月曾經就醫比例高達 64.2%，且有 20 人 (9.7%) 過去一年曾經住過醫院。

二、居民居家環境調查

95 年中科北區、中科南區與對照地區居民之居家環境之調查(見表八)，除了除濕機使用比例、家庭二手菸暴露率、飼養寵物比例與瓦斯泡茶外，其餘變項在兩地區皆達統計上顯著差異，中科南區家中使用空氣清靜機之比例(21.1%)明顯高於其他兩個地區，室內污染來源方面，對照地區家中有拜香習慣佔 86.4%、客廳有使用瓦斯泡茶組佔 58.0%，比例偏高，而三地區間自覺住家附近有灰塵、黑煙、惡臭等污染情形，皆有統計上顯著性差異($p < 0.001$)，其中以中科南區自覺住家環境污染最嚴重，又以有灰塵污染之比例最高(78.6%)。

三、居民呼吸道症狀盛行率及相關影響因素之調查

本研究調查之居民呼吸道症狀與疾病包括：咳嗽、咳痰、喘鳴、呼吸短促、胸部疾病與慢性支氣管炎六項，比較 95 年中科南北區與對照地區居民呼吸症狀盛行率之差異(表九)，以喘鳴、慢性支氣管炎與過去一年曾感冒之症狀呈現顯著性差異，其中喘鳴以對照地區居民異常比例較高(24.7%)，中科居民中有 16 位(7.2%)患有慢性支氣管炎及 159 位(72.3%)民眾過去一年曾經感冒，其比例明顯高於對照地區($p < 0.001$)，而咳痰與咳嗽及咳痰症狀達三星期之變項，在中科地區的盛行率亦較對照地區來的高。將中科地區 94 年與 95 年

資料作一比對，除喘鳴、咳嗽及咳痰症狀達三星期之變項在 95 年盛行率較低外，其餘症狀兩年盛行率則以 95 年較高，其中胸部疾病在兩地區中有顯著性的差異 ($p < 0.001$)。

若依據地理位置將中科地區劃分為中科北區與中科南區，分別以秀山村與國安甲、乙區代表之，95 年此兩個地區居民各呼吸道症狀之盛行率除呼吸短促外，其餘症狀以中科北區居民盛行率較高 (表十)。

表十一為調整性別、年齡、地區別、教育程度、吸菸、二手菸、拜香、瓦斯泡茶及飼養寵物等變項後，利用邏輯斯複迴歸分析 95 年居民六種呼吸道症狀之勝算比。結果顯示全部居民中，中科南區咳痰症狀勝算比 (OR) 為對照地區的 2.73 倍，相較於中科北區 (1.94 倍) 也來的高，且達統計上顯著差異 ($p < 0.05$)，而中科北區居民咳嗽之 OR 為對照地區的 1.5 倍，在慢性支氣管炎部分，中科南區 OR 為對照地區的 7.71 倍，但未達統計上顯著差異。若只針對 65~80 歲易感族群，除慢性支氣管炎症狀外，其餘症狀之勝算比皆為中科南區高於中科北區，其中中科南區 65~80 歲居民咳嗽和咳痰勝算比分別為對照地區的 2.19 與 2.19 倍，但亦無統計上顯著的意義。

四、兩個地區居民肺功能之比較

95 年居民肺功能量測包括 FVC、FEV₁、FEV₁(%)與 MMEF 四項指標，表十二顯示 95 年地區別肺功能之比較，以對照地區為參考組別，調整相關影響變項包括：性別、年齡、地區別、教育程度、抽菸、二手菸、拜香及瓦斯泡茶後，中科南區居民 FVC 較對照地區增加 290mL ($p < 0.01$)，FEV₁ 亦提高 240mL ($p < 0.05$)，而中科北區居民在 FVC 與 FEV₁ 則比對照地區居民減少 130mL 及 10mL。另在 65~80 歲易感受族群中，FVC 與 FEV₁ 兩項指標也呈現相同的趨勢，中科南區居民比對照地區居民分別增加 380mL 及 250mL，但在中科北區則為減少 180mL 和 60mL。FEV₁(%)指標在全部居民或易感受族群中，中科北區皆較對照地區分別增加 5.44%、6.20%，但未達統計上差異；而最大中段吐氣平均流速 (MMEF) 則在兩個地區居民並無明顯之差異。

第四節 中科附近家戶室內、外懸浮微粒調查

一、住家室內懸浮微粒濃度分佈及影響因素

表十三為 94、96 年採樣全家戶之居住環境特性，所有家戶皆位於國安國宅中，樓層位置一到十樓不等，家戶#7 和#8 因中途無法配合使得 96 年空氣採樣無法繼續，因此 96 年空氣採樣家戶以#1~#6 為主，其中家戶#3 未參與 96 年三月採樣，通風方式主要為廚房窗戶與陽台，其中三戶有吸菸成員。

根據台中市環保局西屯監測站，提供兩年同時段採樣之大氣中懸浮微粒之資料，此資料顯示，每小時平均濃度以三月份之環境中懸浮微粒濃度高於一月份的濃度，其中在 94 年三月時 PM_{10} 濃度差異較大，96 年一三月 QCM 所採集之室內 $PM_{2.5}$ 每小時平均濃度為 $8.66\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $17.40\mu\text{g}/\text{m}^3$ ， PM_{10} 為 $10.26\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $18.22\mu\text{g}/\text{m}^3$ 與 94 年同時期濃度相似，96 年一和三月 PEM 所採集之 $PM_{2.5}$ 和 PM_{10} 二十四小時平均濃度分別為 $31.03\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $38.74\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，三種不同空氣中採樣結果在三月份 $PM_{2.5}$ 和 PM_{10} 濃度皆比同年一月份濃度來的高。此外 QCM 與 PEM 之 $PM_{2.5}/PM_{10}$ 比值皆大於 60% 以上，可知室內懸浮微粒濃度分佈以細粒徑為主要（表十四、表十五）。

若將 PEM 採樣位置分別來看，以無母數分析兩年全家戶資料，顯示不論 $PM_{2.5}$ 或 PM_{10} 濃度以客廳最高，廚房次之，陽台再次之，

PM_{2.5}/PM₁₀ 之百分比為 77% 以上，顯示客廳、廚房和陽台之懸浮微粒濃度分佈以 PM_{2.5} 為主（表十六）。此外，表十七是比較有無抽菸成員家戶之室內懸浮微粒濃度之差異，有吸菸成員家戶之 PM 濃度明顯高於無吸菸成員家戶，但只有 PM₁₀ 濃度呈現統計上之顯著差異。

利用複迴歸分析 96 年利用 QCM 所採集室內 PM_{2.5} 與 PM₁₀ 質量濃度及其影響之相關因素，包括家中是否有吸菸成員、採樣兩個月份及相同粒徑之室外濃度，由表十八得知懸浮微粒濃度與其他三個變項皆達統計上之差異，除三月份顯著性高於一月份外，有吸菸家戶對室內 PM_{2.5} 和 PM₁₀ 濃度均比無抽菸家戶分別增加 9.46 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、7.93 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ($p < 0.001$)，而當室外大氣環境中 PM_{2.5} 和 PM₁₀ 濃度每增加 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 時，對室內空氣相同同粒徑濃度則顯著性增加 0.18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、0.17 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ($p = 0.001$)。由此可知室內較常活動的客廳懸浮微粒濃度較高，另吸菸與戶外大氣環境中懸浮微粒濃度則明顯會影響室內之濃度。

二、住家室內與環境中懸浮微粒濃度之相關性

在 96 年以 PEM 所採集所有家戶 PM_{2.5} 與 PM₁₀ 之室內濃度/室外濃度濃度比值 (I/O) 及相關性分別為 1.23 ($r = 0.594$) 與 1.11 ($r = 0.630$)，顯示室內 PM 濃度略高於室外（陽台）PM 濃度且兩者濃度相關係數皆接近 0.6（表十九）。

表二十為 96 年利用 QCM 所採集資料與台中市西屯空氣監測站數據，各採樣家戶室內與環境中 PM_{2.5} 及 PM₁₀ 質量濃度之相關性，以各家戶來看，除#1 和#5 的室內與大氣環境中 PM_{2.5} 濃度之相關係數為 0.14 與 0.12，未達統計上顯著性相關外，其餘家戶 PM 與大氣環境 PM 濃度皆有顯著之相關性。以全部家戶來看，室內與大氣環境中 PM_{2.5} 質量濃度之相關係數為 0.41、PM₁₀ 質量濃度之相關係數為 0.52，呈現中度相關且有顯著性差異。另由圖十亦可清楚顯示在全部採樣時間內，全部家戶室內與大氣環境中懸浮微粒 PM₁₀ 和 PM_{2.5} 濃度分佈趨勢圖，兩者濃度變化呈現良好的相關性 ($r = 0.52, 0.41$)。

三、家戶空氣中重金屬成分與濃度之分析

96 年空氣中懸浮微粒重金屬成分分析，在 PM_{2.5} 及 PM₁₀ 中平均濃度最高前三個重金屬元素皆為鋅、鉛及銅，PM_{2.5} 中濃度分別為 102.88ng/m³、24.60ng/m³ 及 9.20ng/m³，在 PM₁₀ 則為 123.63ng/m³、28.57ng/m³ 及 13.86ng/m³，重金屬濃度最低則為鎘元素 (PM_{2.5} 及 PM₁₀ 濃度分別為 0.85ng/m³ 及 0.78ng/m³)，而汞元素在 96 年 PM_{2.5} 及 PM₁₀ 兩種粒徑中均低於偵測極限。比較兩年中重金屬濃度後，PM_{2.5} 中砷、鎘、汞、硒及鋅五種重金屬平均濃度稍略有上升趨勢；PM₁₀ 中砷、汞、硒、鋅四種重金屬平均濃度亦有增加。96 年九種重金屬之

PM_{2.5}/PM₁₀(%)之比值以銅最低(66%),汞及鎳元素之比值則相近,

參照表二十一與表二十二。



第五章 討 論

第一節 樣本代表性

本研究以學童與居民為主要研究健康影響的對象，有研究 (Pope III, 2000) ⁽²³⁾ 指出學童與老人為空氣污染的易感受族群，所以居民的部分另外針對 65~80 歲老人進行調查，排除掉年齡大於 80 歲以上之老人，可能因為此年齡層有存活效應。

一、中科地區附近學童與居民的選取

依據 ISC3 擴散模式推估中科空氣污染物可能擴散範圍，選定範圍內的大雅鄉秀山村 (中科北區) 與台中市西屯區國安國宅甲、乙區和鄉林社區 (中科南區) 鄰近的學童和居民：

(一) 學童部分—著重於對填答問卷有較高認知的五、六年級學生，共收集 488 份問卷，參與訪視問卷的學童大部分居住在學校附近，較少有跨學區就讀的情形，因此國安國小、陽明國小與汝鑿國小分別為中科南、北區內最主要且最接近中科園區的國民小學，以代表此地區全部學童。

(二) 居民部分—國安甲、乙區 (中科南區) 是距離中科最近的大型集合式住宅，房屋室內型態為 3~4 房的大廈，配合社區活動時民眾自由參加呼吸道健康問卷訪視及肺功能測試，共計有 190 位民眾

參與訪視，雖是自願取樣但透過詢問社區管理人員後，所參與問卷的民眾與整個社區人口組成相似，其中大部份居民是由眷村遷過來的外省族群，在當地居住時間並不長(最長只有三年)且多半為已退休者，活動範圍較小，若長久在家則更容易暴露到中科排放的空氣污染物。另外，秀山村(中科北區)因少有集合式的公寓或大廈式的建築，而為傳統式之平房或透天厝，因此對象的選擇透過當地老人會，以大於65歲老人易感受族群為主，共有32位自願參加問卷訪視。一般而言，會參加老人會此類活動的老人，通常身體比較健康活動力強可以常出外走動，而自願來參加問卷與肺功能測試的人，通常也是健康狀況較好的或是對本身的健康比較關心者。

二、對照組的選取

以農業為主要產業結構的台中縣新社鄉為對照地區，此地無工業區設立少污染源，居住型態多為透天厝與平房，當地人口組成多為孩童與中老年人，又以人口最多的新社村和大南村代表之，當中兩所主要的國民小學：新社國小與大南國小的學童為訪視對象，總計452位學童，學童同樣多居住在學區內少跨學區就讀；居民的部分，94年無對照組別主要因為欲先了解暴露地區的背景及屬性，爾後再針對這些特性尋找對照組，因此95年選擇新社村與大南村當地的老人會為

居民對照組，不過因老人會成員不多僅有 82 位參與問卷訪視，與中
科北區（秀山村）居民同為老人會成員兩地族群可比較性高，但一般
健康不錯的老人才會參加老人會的聚會。



第二節 呼吸道症狀及疾病資料與可能影響因素

此論文是延續行政院國家科學委員會之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而來，自 94 年開始為期一年的計畫中，探討中科營運前與營運初期空氣中污染物質濃度變化，初步結果如下分述之：

(一) 無機酸鹼與懸浮微粒：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 $158\text{ug}/\text{Nm}^3 \sim 411\text{ug}/\text{Nm}^3$ 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。(蔡氏, 2005)⁽⁶³⁾

(二) 揮發性有機物 (VOCs)：2005 年三到九月於中科周界，每兩個月採集一次室外空氣濃度，環境暴露之總揮發性有機物 (TVOCs) 平均濃度由 $127 \pm 68\text{ppb}$ (三月) 急劇增加至 $163 \pm 146\text{ppb}$ (九月)，不過隨後又驟降至 $49 \pm 28\text{ppb}$ (十一月)，而且平均濃度在不同季節有顯著的差異。與交通源有關的總揮發性有機物濃度 (苯、甲苯、乙苯、二甲苯及苯乙烯) 與總車流量呈現顯著相關 ($r = 0.68, p < 0.001$)。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) 所測得的濃度分佈在春季至秋季有明顯逐季上升的趨勢，但在冬季濃度則趨緩；與交通源有關的揮發性有機物僅甲苯明顯在秋季有增高的趨勢。(張

氏, 2005) ⁽⁶⁴⁾

(三) 交通污染源所貢獻的苯：2005 年三到九月在中科周界五個採樣點採集空氣中苯的濃度，配合計數車流量數經由排放係數推算由移動性交通源所排放之苯含量，在採樣點苯的濃度三月份為 1ppb 之後逐漸攀升至九月份的 8.3ppm，顯示濃度有增加的趨勢。隨著中科進入興建完工階段，工廠陸續進入試車及量產階段，車流量的部份呈現結構性的轉變。七月份以後的三次採樣中，機車的數量明顯的高於三月及五月份時的數量，高出的量幾乎為二至三倍之多。根據排放係數，推估園區附近的交通流量所產生之苯的濃度，實測值與模擬值的差異百分比，七月到九月的模擬值與實測值之間的比較的結果則呈現極端的差異介於 71.3%~86.6%之間。(許氏, 2005) ⁽⁶⁵⁾

以上之研究結果可以發現在第一年計畫當中，中科周界環境中污染物濃度已有少許的增加，而至今已有更多的廠商進駐中科，大氣環境中污染物濃度有增加的可能性；此外對照地區近幾年因觀光產業逐漸提升，交通污染源成為主要空氣污染來源，而中科地區空氣品質除了交通污染源之外，尚有鄰近的中部科學園區和工業區之加成影響，由自填問卷中，中科地區居民自覺居家環境中灰塵、黑煙和惡臭污染情形均有明顯高於對照地區，亦可佐證中科進駐後空氣品質有降低的趨勢，因此中科周圍的居民與學童呼吸道之危害更值得大家所重視。

本研究使用之問卷主要參考美國胸腔醫學會 (American Thoracic Society, ATS) 1978 年之胸腔健康問卷，再配合研究對象特性適度的修改問題，雖然 ATS 主要針對患有呼吸道疾病之患者，如 COPD 患者或有特殊暴露之呼吸道疾病患，如職場上之暴露，但過去國內外有許多研究同樣使用 ATS 問卷針對一般族群，如學童⁽³⁶⁾或成人^(43-45, 66)亦進行胸部健康訪視調查，本研究也以此問卷衡量研究對象之胸部健康應為適用。

一、學童呼吸道症狀及疾病

本研究所探討的六項呼吸道症狀中，咳嗽、咳痰和喘鳴，過去早已有研究指出與空氣污染物濃度有關⁽⁵³⁾，但容易因本身疾病或流行性感冒等因素影響，另有許多研究^(67, 68)指出空氣污染與孩童氣喘的發作有關，尤其是交通污染源更易引發，雖然以上文獻可佐證空氣污染對於孩童的呼吸道健康有其影響性，但呼吸道症狀為非急性之健康指標且無專一性，因此要在短期內呈現與空氣污染之因果相關性較為困難。

探討空氣污染與學童呼吸道症狀盛行率的部分，本研究 95 年 10 歲~12 歲學童咳嗽、咳痰、喘鳴與經醫師診斷患有氣喘者盛行率分別為 14.7%、11.4%、16.2%及 8.2%，而在美國南加州大學團隊研究

中 (Peters, 1999)⁽⁶⁹⁾，針對美國空汙情形嚴重的南加州，十二個空氣污染型態不同的社區，以問卷橫斷式調查年齡 9 歲~15 歲之學童共計 3676 位，咳嗽之盛行率為 3%~9%，咳痰為 1%~5%，喘鳴為 4%~23%，而經醫師診斷患有氣喘者之氣喘盛行率為 3%~14.5%，其中喘鳴的盛行率與酸性氣膠 (OR = 1.45; 95% CI 為 1.14~1.83) 及 NO₂ (OR = 1.54; 95% CI 為 1.08~2.19) 呈現正向的相關；在瑞士的橫斷式研究 (Braun-Fahrländer, 1997)⁽⁷⁰⁾結果顯示 4470 名居住在十個不同社區中 6 歲~15 歲孩童咳嗽盛行率為 4.7%~19.2%，喘鳴為 3.7%~9.1%，經醫師診斷患有氣喘者之氣喘盛行率為 5.1%~10.6%，在調整相關變項後，空氣污染程度最低與最嚴重之社區，其學童咳嗽與支氣管炎之勝算比與 PM₁₀ 有顯著性的相關，OR 值分別為 3.07 (95% CI 為 1.62~5.81) 與 2.17 (95% CI 為 1.21~4.89)；另外在 Slovakia 研究中 (Hrubá, 2001)⁽⁷¹⁾667 名 7 歲~11 歲學童咳嗽與咳痰之症狀是依據 WHO 針對慢性氣流限制孩童之問卷，盛行率分別為 24.9%與 5.1%，喘鳴之症狀則依據 ISAAC 針對氣喘孩童之問卷，盛行率為 10.6%，經醫師診斷患有氣喘者之氣喘盛行率為 3.9%，其中非氣喘之呼吸道症狀盛行率與 TSP 濃度增加有關；國內鄭氏 (2003)⁽³⁴⁾探討台北市高、低交通流量之區域內，學童呼吸道症狀分佈情形，高、低交通流量區域中國中學童 (12~16 歲) 氣喘盛行率分別為 11.6%與

5.5%；吳氏（2000）⁽³³⁾研究高雄市鄰近工業區、都會區與港口拆船業三個地區不同空氣污染對國小中高年級學童之健康效應，氣喘盛行率為 8.9%；與上述文獻比較之，由於研究區域的性質不同因而環境污染程度不同，而各研究所採用測量呼吸道症狀的問卷與條件不盡相同，加上研究方法與研究對象也有差異，且大多研究針對交通污染源或鄰近工業區污染來源進行探討，較少針對科學園區興建前、後與大氣環境改變後即開始追蹤的研究，而本研究除咳痰盛行率（中科地區與對照地區分別為 11.0%和 11.7%）略高，其餘症狀盛行率皆相似，經醫師診斷患有氣喘之孩童的氣喘盛行率在中科地區較高（9.2%），可能因為氣喘兒需要較多醫療資源，父母考量就診方便性因而選擇居住鄰近台中市的郊區。

比較兩年學童呼吸道症狀與疾病盛行率，部分症狀盛行率 94 年略高於 95 年，在調整其他相關影響變項後，反而 95 年咳痰（OR = 1.46）、喘鳴（OR = 1.42）和胸部疾病（OR = 0.49）之勝算比相較於 94 年呈現顯著性的差異，六種症狀之勝算比差異性大且趨勢並不一致，可能為非針對同一名學童進行兩年問卷訪視，個人的感受性不同，加上六種症狀特性不同，例如咳嗽和咳痰屬於急性的指標，喘鳴的發生可能因為受測者本身患有氣喘易因空氣污染引發喘鳴，而胸部疾病則屬於較嚴重的呼吸道症狀，各症狀之相關影響因子多，整體而

言呼吸道症狀與環境改變有密切的關係，由本研究之兩年家戶室內外懸浮微粒濃度有上升的趨勢，除此之外中科所帶來的交通量的改變，三所國小地理位置不同，中科南區國安國小（許氏⁽⁶⁵⁾研究有一測點位於國安國小內）位於都市化的西屯區且緊鄰主要道路，而中科北區陽明國小與汝鑿國小較接近中科園區附近但非位於主要道路上，因此風向不同造成三所國小污染程度也不同，種種因素使得整體環境污染漸進的改變，造成其各國小學童間呼吸道症狀盛行率存在顯著差異性。

二、居民呼吸道症狀與肺功能之調查

居民呼吸道症狀中科地區 95 年略高於 94 年盛行率（表九），再將中科地區劃分成中科南北區後（表十），95 年中科北區居民咳嗽、咳痰、喘鳴、胸部疾病及慢性支氣管炎等症狀盛行率比中科南區來的高，在調整年齡等相關變項後，單看三個地區 65 歲~80 歲的易感受族群（表十一），中科南區居民呼吸道症狀除慢性支氣管炎外，相較於對照地區其餘症狀 OR 值較高些，此與表八中科南區受測居民自覺住家環境污染情形盛行率明顯比中科北區與對照地區高出許多，呈現相同趨勢可相互呼應，但因為分層之後人數不多因而差異性更大，無法具體說明三個地區之差異性。

95 年居民肺功能調整性別年齡地區別等相關影響因素後，針對

中科南北區與對照地區之複迴歸分析顯示，在全部居民與易感受族群中，FVC 和 FEV₁ 皆以中科南區較佳，而中科北區比對照地區略差但較為相近，可能由於中科南區居民平均年齡較年輕（54.5 歲），中科北區居民年齡層與對照地區較為相似（分別為 69.5 歲與 74.4 歲），年齡上的差異使得整體看來中科南區居民呼吸道健康狀況較佳，雖已調整年齡變項，但年齡所造成的身體健康程度，卻非只用統計模式調整年齡此變項即可排除掉，而中科南區易感受族群多為外省人且居住時間較短（平均約 36 個月）暴露到此區域空氣的時間相對也較短，綜合以上因素年齡、籍貫和居住時間，使得居民呼吸道健康以中科南區居民較佳，此外本研究肺功能量測採取自願參加的方式，願意接受檢測之民眾對於本身健康狀況是較關心的，尤其對於易感受族群來說，參加老人會表示其行動力好且健康狀態較好的，因此肺功能評估結果可能會有高估的情形。

目前較少文獻探討空氣污染與成人肺功能之影響，主要因為干擾因子較多，且空氣污染屬慢性的暴露，需要長期性的追蹤觀察才能顯示其影響性，國內洪氏（1993）⁽⁴⁴⁾曾探討台灣北部兩個空氣污染程度不同區域中，空氣污染對四十歲以上居民肺功能之慢性效應，結果顯示在居住年數方面，高空氣污染地區不論性別，皆與各項肺功能指標呈現顯著性的負相關，推論長期居住在空氣污染地區可能會導致慢性

肺功能降低。在本研究病例組中，主要的環境改變—中科的興建時間不長影響時間短，短期無法看到環境改變對肺功能的影響程度。此外，本研究在執行肺功能檢測時，有一些問題與困難，肺功能檢測雖由固定人員負責執行並講解示範整個檢測流程，但吹氣過程需要技巧且受測民眾本身教育程度的差異，使得理解能力有相當大的差異，尤其是中老年人通常需要講解多次且量測多次，才能順利進行量測，但仍有民眾無法順利完成檢測，可能會造成量測上之誤差。

不過呼吸道症狀與肺功能量測，均為非特異性和非急性的健康指標，且兩者之間無特定關係，加上影響因子相當多如年齡、性別、肺部相關疾病、感冒與運動量等，所以兩年的追蹤可能變異性較大，仍無法明確評斷與環境污染量改變之間的關係。

第三節 家戶懸浮微粒暴露狀況

一、採樣家戶之屬性

家戶室內外懸浮微粒採樣家戶皆為自願參加者，延續去年相同採樣地點和配合相同採樣時間一三月份，並著重於中科南區兩年的追蹤，採樣住戶的建築型態與整個社區同為大廈性質，室內坪數在 24 坪~31 坪之間，分別位於不同位置和樓層（一樓到十樓不等），包含了吸菸與不吸菸的家庭，推論可代表附近地區住戶家庭暴露型態，94 年#7（六樓）和#8（一樓）兩戶採樣家戶因不願配合退出 96 年的空氣採樣，96 年一月採樣時，另外選取與退出家戶相似樓層的#3（七樓）與#4（一樓）兩家代表之，而 96 年三月第二次採樣時#3 拒絕參加，以#6（十樓）替代之。此外，PEM 採樣器放置於家庭內家人常活動的區域與易產生室內污染源的客廳和廚房，以及主要和環境大氣相通的陽台，QCM 連續偵測懸浮微粒直讀式儀器則定點放置在客廳，可代表住戶室內外懸浮微粒的污染暴露情形。

二、懸浮微粒之監測

QCM 分階粒徑衝擊器定點採集家戶室內客廳 PM₁₀ 和 PM_{2.5} 懸浮微粒濃度，捕集粒徑範圍 25 μ m~0.05 μ m，但因分階粒徑並非恰好為 10 μ m 和 2.5 μ m，而是以 12 μ m 以下之粒徑為代表 PM₁₀ 濃度，以 3.2 μ m

以下之粒徑作為 $PM_{2.5}$ 濃度，量測結果可能會有高估 PM 的情形，而 PEM 則放置在客廳、廚房與陽台中，這些地點有較多家人走動且有烹飪行為，故 PEM 量測數值均較 QCM 來的高。圖十也顯示位於下風處的西屯空氣監測站，其監測值代表環境中懸浮微粒濃度，在相同時間內與 QCM 所量測的室內濃度值有很好的相關性（ $PM_{2.5}$ 與 PM_{10} 在室內與環境中濃度之相關性分別為 0.41 及 0.52），主要因為大多家戶室內空氣與環境大氣是相通的，且所有住戶主要通風方式為開窗或開門，且採樣時間內各住戶也未使用空氣清靜設備，故中科空氣中污染物可能會透過開窗開門等通風方式進入室內。

本研究住戶之家庭成員皆十分簡單，人數約 2~5 人，且採樣時大多時間住戶家中皆只有一人，甚至無人，室內環境與污染源方面，五戶皆無拜香習慣，在採樣時吸菸者較少在室內抽菸，甚至不在室內抽菸，#1 與#4 家中有吸菸成員且室內環境為六個家戶中較髒家戶，其中#4 位於一樓為社區管理中心，人員進出頻繁、吸菸人數多且以門窗全開為主要通風方式，所以其 PEM 或 QCM 之 $PM_{2.5}/PM_{10}$ 濃度比值皆較高，各家戶 PEM 與 QCM 之 $PM_{2.5}/PM_{10}$ 之比值大於 60% 以上，顯示室內懸浮微粒粒徑分佈以細粒徑為主，與其他文獻^(13, 72, 73) 結果相似，另一國內研究在 1991 年夏季及冬季，調查鄉村地區七個吸菸家庭，每天測量呼吸性微粒濃度，總共採集一個星期。研究結果

顯示兩季的室內呼吸性微粒濃度 ($44\mu\text{g}/\text{m}^3 \sim 107\mu\text{g}/\text{m}^3$) 都比室外 ($27\mu\text{g}/\text{m}^3 \sim 92\mu\text{g}/\text{m}^3$) 高，由此室內吸菸行為會增加室內細粒徑懸浮微粒濃度 (Chan, 1996) ⁽⁷⁴⁾。蕭氏 (1997) ⁽⁷⁵⁾ 的研究於居家室內外進行 $\text{PM}_{2.5}$ 與 PM_{10} 懸浮微粒的採樣，結果顯示室內環境中 $\text{PM}_{2.5}/\text{PM}_{10}$ 約 75% 以上，高於室外環境中則為 65% 左右。另外洪氏 (1994) ⁽⁷³⁾ 研究結果顯示室內環境中 $\text{PM}_{2.5}$ 佔 PM_{10} 約 74%，亦高於室外環境中 $\text{PM}_{2.5}$ 佔 PM_{10} 約 59%。Geller (2002) 等人 ⁽¹⁵⁾ 曾針對住戶室內外懸浮微粒之量測結果顯示 $\text{PM}_{2.5}/\text{PM}_{10}$ 的濃度比值室內為 74.3% 與室外為 61%。另一針對美國 Baltimore 三個養老院中的老人進行個人與室內外懸浮微粒濃度分佈調查中 (Rodes, 2001) ⁽⁷⁶⁾，結果顯示三間養老院之室內 $\text{PM}_{2.5}/\text{PM}_{10}$ 之百分比分別為 70%、61% 及 51%，因為養老院室內污染源較少，無抽菸者與烹飪之行為，故其比值較本研究結果來的低。

以 QCM 檢測室內懸浮微粒濃度與大氣環境中懸浮微粒濃度之相關性分析中 (表二十)，各家戶 PM_{10} 室內與環境中濃度之相關性 (0.40 ~ 0.55) 均有統計上顯著差異，且其相關性高於 $\text{PM}_{2.5}$ 室內與環境中濃度之相關性，而各家戶室內 $\text{PM}_{2.5}$ 與大氣環境中 $\text{PM}_{2.5}$ 之相關性皆不高，除了 #1 與 #5 室內 $\text{PM}_{2.5}$ 與環境中 $\text{PM}_{2.5}$ 之相關性未呈現統計上差異，可能因為採樣時室內活動人數不多，只有一人甚至無人，在室

內污染源部分，全部家戶皆無拜香行為，但#1 和#4 有吸菸者，#1、#2 和#5 烹飪情形較多，這些燃燒行為主要產生細粒徑之懸浮微粒，因此室內與環境中 $PM_{2.5}$ 之相關性不高 (0.12~0.38)，而 PM_{10} 之室內與環境之相關性，因全部家戶通風情形皆以開窗或開門為主，大粒徑懸浮微粒則穿透進入室內，因此其相關性較高。此結果符合先前研究^(9, 15, 74)所指出當室內有加熱燃燒過程的烹飪或吸菸時，會增加室內懸浮微粒濃度，尤其是細粒徑的 PM，Geller (2002) 等人⁽¹⁵⁾研究指出室內有烹飪行為 PM_{10} 之 I/O 比值為 0.66， $PM_{2.5}$ 之 I/O 比值則為 1.03；而美國一個研究⁽¹⁵⁾結果顯示烹飪打掃與移動人數顯著影響室內 $PM_{0.7-10}$ 濃度，分別增加 $0.27\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{min}$ 、 $0.27\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{min}$ 及 $0.25\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{min}$ ，其中又以烹飪對 $PM_{0.2-5}$ 濃度影響最大；Chan (1996) 等人⁽⁷⁴⁾的研究結果顯示在鄉村地區七個吸菸家戶中，夏季室內可呼吸性懸浮微粒濃度約 $44\mu\text{g}/\text{m}^3\sim 107\mu\text{g}/\text{m}^3$ 比室外濃度值 ($27\mu\text{g}/\text{m}^3\sim 92\mu\text{g}/\text{m}^3$) 要高，綜合以上之研究，因為有室內污染源存在，會影響室內外空氣中懸浮微粒之相關。

三、大氣中重金屬成分之分析

96 年九種重金屬在 $PM_{2.5}$ 及 PM_{10} 中，平均濃度最高前三個皆為鋅、鉛及銅， $PM_{2.5}$ 中濃度分別為 $102.9\text{ng}/\text{m}^3$ 、 $24.6\text{ng}/\text{m}^3$ 及 $9.2\text{ng}/\text{m}^3$ ，

在 PM_{10} 則為 $123.63\text{ng}/\text{m}^3$ 、 $28.57\text{ng}/\text{m}^3$ 及 $13.86\text{ng}/\text{m}^3$ ，比較兩年九種重金屬濃度值，其中砷、硒及鋅三種重金屬在 $PM_{2.5}$ 與 PM_{10} 中皆有增加的情形。由過去其他的研究也指出中科營運前後大氣環境中重金屬濃度有增加的現象，蔡氏（2005）⁽⁶³⁾ 在 2005 年中科開始營運前後針對其周界進行空氣中 TSP 採樣並分析其金屬成分，TSP（ $158\sim 441\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ ）中以金屬鋁、鐵、錳及鈦較高，危害性重金屬以鉛和鉻較高，平均濃度分別為 $5.67\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ 和 $2.11\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ 。蔡氏（2007）⁽²⁰⁾ 在 2004 九月～2005 年八月中科營運初期，在中科下風處的東海大學校園裡，量測大氣環境中的 TSP 與金屬濃度，TSP 濃度為 $130.7\mu\text{g}/\text{m}^3$ 高於未營運前之量測值，而金屬成分濃度分別為，砷 $1.4\text{ng}/\text{m}^3$ 、鎘 $4.0\text{ng}/\text{m}^3$ 、銅 $401.1\text{ng}/\text{m}^3$ 、鉻 $51.5\text{ng}/\text{m}^3$ 、鎳 $5.1\text{ng}/\text{m}^3$ 、鉛 $471.4\text{ng}/\text{m}^3$ 及鋅 $1552.5\text{ng}/\text{m}^3$ 。而由新聞稿（張氏）針對 94 年施工中與 95 年施工後，中科周邊空氣中高毒害性的砷之濃度變化進行探討，同一採樣地點之空氣中砷濃度施工前後增加 12.4 倍，顯見隨著中科興建重金屬濃度確實有增加的現象。另由劉氏（2007）⁽⁷⁷⁾ 在 94 年與 96 年所收取之中科周邊居民尿液檢體中，九種重金屬濃度變化，生物偵測結果顯示此地區居民兩年尿中九種重金屬濃度中，除鎘、鎳和鉛外，其餘重金屬均有顯著性的增加（其中砷兩年濃度分別為 $84.6\mu\text{g}/\text{g cre.}$ 與 $104.4\mu\text{g}/\text{g cre.}$ 、硒兩年濃度分別為 $54.2\mu\text{g}/\text{g cre.}$ 與 $70.0\mu\text{g}/\text{g cre.}$ 、鋅兩

年濃度分別為 395.7 $\mu\text{g/g cre.}$ 與 527.4 $\mu\text{g/g cre.}$)，在調整其他相關變項後，依然除鎘、鎳和鉛外，其餘重金屬尿中濃度仍有統計上顯著的升高。雖然人體體內重金屬來源眾多，包含水、食物和空氣等介質，除飲用水與食物攝取量在個體間差異大貢獻量也有所差異外，只有空氣是每個人每天呼吸一定量且會暴露有害物質，若研究對象長期居住在此地區，則空氣中的污染物質有可能會經由呼吸途徑進入到人體中，此生物偵測結果亦可支持中科營運前、後空氣中重金屬濃度有增加的現象。此外在勞工安全衛生研究所簡訊第 24 期中，由石東生與黃文玉所撰寫之「國內半導體製造業潛在危害暴露之初步探討」指出半導體產業多使用含有砷、硒和鋅元素的物料，亦合乎中科家戶室內空氣中重金屬兩年分析的結果。此外九種重金屬之 $\text{PM}_{2.5}/\text{PM}_{10}$ 之百分比高於 66% 以上，顯示重金屬微粒多存在細粒徑懸浮微粒中，此與 Antonio (2001)⁽¹⁹⁾ 指出鎳、鉛及鎘在小於 0.61 μm 微粒當中含量各佔了 64% 以上結果相似。

第四節 研究限制與未來研究方向

一、研究限制

(一) 由於本研究學童與居民的健康狀況是利用自填式問卷，在疾病或症狀填答的部分易有個人主觀上的差異，需要較長的觀察時間來觀察空氣污染對學童與居民健康影響情形。

(二) 本研究並未針對學童進行肺功能量測，主要考量國小五、六年級學童肺功能尚在發育階段，此時若以肺功能計量測，肺功能指標數據的變化無法評斷是因環境變化所造成或是成長因素所引起的差異，加上學童肺功能量測不容易準確且變異性大，這些都有可能影響資料的推論性。

(三) 目前中部科學園區環境中懸浮微粒濃度較低濃度，而本研究欲探討的健康效應包括：呼吸道症狀與肺功能量測，均屬於非急性的健康影響，故在環境污染物濃度與健康效應兩者間的影響程度，在短期內較難呈現，需要長期追蹤環境中污染物濃度趨勢背景值，才能反應環境中污染物的變化對居民與學童所造成的健康影響。

二、未來研究方向

(一) 目前本研究已連續兩年監測中科台中園區附近家戶室內外懸浮微粒濃度與其家人健康情形，期望未來能繼續追蹤下去，以建立

中科附近家戶室內外懸浮微粒濃度值與健康管理資料庫，亦可呈現長期健康的影響。

(二) 中部科學園區位處開放式的大氣環境中，所排放的空氣污染物濃度易受環境與氣候等因素影響，若要精確監控評估，中科管理單位應設立定點式空氣監測站，利用直讀式即時監測的儀器、定點長期監測，以呈現完整的中科台中基地附近環境空氣中指標污染物濃度背景值，此資料庫可與鄰近監測站量測空氣中污染物濃度，同時能精確代表中科附近空氣中污染物濃度值的變化量。

(三) 透過收集中科各產業製程資訊，並瞭解其中使用各種溶劑或化學物質種類、使用量或污染物排放量，從污染物產生源頭完整的建檔管理，可進一步推估可能排放空氣中污染物之濃度。

第六章 結論與建議

第一節 結論

- 一、學童兩年呼吸道症狀在調整年齡與性別等相關變項後，95 年學童有咳痰症狀之勝算比為 94 年的 1.46 倍，喘鳴則為 1.42 倍，胸部疾病為 0.49 倍，均達統計上顯著性差異，而中科三所國小中，以國安國小學童呼吸短促症狀之勝算比 (OR = 1.79) 亦較對照地區最為顯著。
- 二、95 年全部居民呼吸道症狀中，調整相關影響變項後，中科南區居民咳痰症狀之勝算比為對照地區之 2.73 倍 ($p < 0.05$)，中科南區 65 歲~80 歲易感受族群咳嗽和咳痰勝算比分別為對照地區的 2.19 與 2.19 倍，但無統計上顯著的意義。
- 三、以複迴歸分析在調整相關變項後，95 年中科南區居民 FVC 較對照地區增加 290mL ($p < 0.01$)，FEV₁ 亦提高 240mL ($p < 0.05$)，而中科北區居民在 FVC 與 FEV₁ 則比對照地區居民減少 130mL 及 10mL。另在 65 歲~80 歲易感受族群中，FVC 與 FEV₁ 兩項指標也呈現相同的趨勢，中科南區居民比對照地區居民分別增加 380mL 及 250mL，但在中科北區則為減少 180mL 和 60mL。
- 四、在 96 年家戶 PM_{2.5} 與 PM₁₀ 之室內濃度/室外濃度濃度比值 (I/O) 分別為 1.23 與 1.11，顯示室內 PM 濃度略高於室外 (陽台) PM

濃度且兩者濃度相關係數皆接近 0.6；家戶利用 QCM 與監測站資料，得知室內與大氣環境中 $PM_{2.5}$ 與 PM_{10} 質量濃度之相關係數分別為 0.41 與 0.52，呈現中度相關且有顯著性差異。比較兩年家戶空氣中重金屬濃度後，砷、硒及鋅三種重金屬平均濃度在 $PM_{2.5}$ 和 PM_{10} 中略有上升的趨勢。



第二節 建議

- 一、空氣污染對周邊居民與學童健康情形的影響因子相當多，除了建立短期之環境與健康資料庫，尚須長期的健康影響評估，需充分瞭解居民之生活和活動型態與環境中污染物濃度。中科除了排放空氣中重金屬外，還會排放其他危害健康的污染物，應加入未來追蹤監測之行列，作為完整健康風險評估之參考。
- 二、中科管理單位應及早設立定點空氣監測系統，利用直讀式監測儀器以即時、定期精確監控，以呈現完整的中部科學園區附近環境空氣中指標污染物濃度之變化趨勢。
- 三、中科管理中心或環保相關主管機關應收集中科各產業製程資訊，建立各廠商之污染物排放清單，瞭解其中使用溶劑種類、使用量或污染物排放量，從污染物產生源頭完整的瞭解，可進一步作為推估中科排放空氣污染物濃度之參考。
- 四、本研究家戶調查結果顯示室內空氣品質會受到室外環境所影響，而中科附近居民住家地理位置距離中科基地相當近，因此一但中科排放出空氣污染物易進入家戶內影響人體健康，因此環保與衛生機關應針對周邊附近居民做好完整相關應變措施，減少其健康之傷害性。

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. 林家和，PM₁/PM_{2.5}/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。
4. Chow JC, Watson JG, Lowenthal DH, et al. PM₁₀ and PM_{2.5} compositions in California's San Joaquin. *Aerosol Sci and Tech* 1993;18:105-128.
5. 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。
6. Chen ML, Mao IF, Lin IK. The PM_{2.5} and PM₁₀ particles in urban areas of Taiwan. *Sci Total Environ* 1999;226:227-235.
7. 行政院環境保護署，室內空氣品質建議值，政院環境保護署環署空字第0940106804號，中華民國94年12月30日公告。
8. Cyrus J, Pitz M, Bischof W, et al. Relationship between indoor and outdoor levels of fine particle mass, particle number concentrations and black smoke under different ventilation conditions. *J Expo Anal Environ Epidemiol* 2004; 14: 275–283.
9. Abt E, Suh HH, Catalano P, et al. Relative Contribution of outdoor and indoor particle sources to indoor concentrations. *Environ Sci Technol* 2000;34: 3579-3587.
10. 李建昆，拜香及蚊香燃燒產生之多環芳香烴化合物。台北，台灣大學公共衛生研究所碩士論文，1995。
11. 謝永昌，拜香氣膠中 PAHs 之粒徑分佈研究。台南，成功大學環境工程學系碩士論文，2002。
12. 高玫鍾，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.
13. 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.
14. 張夢帆，台北縣居民居家多粒徑懸浮微粒暴露濃度之探討。台中，逢甲大學環境工程與科學所碩士論文，2006。
15. 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.
16. 買明賢，台北縣氣喘學童在不同時序及微環境下多粒徑懸浮微粒暴露評估。

- 台中，逢甲大學環境工程與科學所碩士論文，2005。
17. 郭育良等。職業病概論。華杏出版股份有限公司，2002。
 18. Srivastava A, Jain VK. A study to characterize the suspended particulate matter in an indoor environment in Delhi. *India Building and Environ* 2007;42:2046–2052.
 19. Antonio J, Rodriguez MT, Francisco J, et al. Size distribution of metals in urban aerosols in Seville (Spain). *Atmos Environ* 2001;35:2595-2601.
 20. 蔡介曉，大型工業區開發對周圍大氣懸浮微粒及其重金屬之衝擊。台中，東海大學環境科學與工程所碩士論文，2007。
 21. Fang GC, Chang CN, Chu CC, et al. Characterization of particulate, metallic elements of TSP, PM_{2.5} and PM_{2.5-10} aerosols at a farm sampling site in Taiwan, Taichung. *Sci Total Environ* 2003;308:157-166.
 22. Lopez JM, Callen MS, Murillo R, et al. Levels of selected metals in ambient air PM₁₀ in an urban site of Zaragoza (Spain). *Environ Res* 2005;99:58-67.
 23. Pope III. CA. Epidemiology of Fine Particulate Air Pollution and Human Health: Biologic Mechanisms and Who's at Risk? *Environ Health Perspect* 2000;108:713-723.
 24. Frischer T, Studnicka M, Gartner C, et al. Lung function growth and ambient ozone: a three-year population study in school children. *Am J Respir Crit Care Med* 1999; 160: 390–96.
 25. Gauderman W, Gilliland F, Vora H, et al. Association between air pollution and lung function growth in southern California children: results from a second cohort. *Am J Respir Crit Care Med* 2002; 166: 76–84.
 26. Peters J, Avol E, Gauderman W, et al. A study of twelve southern California communities with differing levels and types of air pollution II. Effects on pulmonary function. *Am J Respir Crit Care Med* 1999; 159: 768–75.
 27. Kunzli N, Lurmann F, Segal M, et al. Association between lifetime ambient ozone exposure and pulmonary function in college freshmen—results of a pilot study. *Environ Res* 1997; 72: 8–23.
 28. Venn AJ, Lewis SA, Cooper M, et al. Living near a main road and the risk of wheezing illness in children. *Am J Respir Crit Care Med* 2001; 164: 2177–80.
 29. Zmirou D, Gauvin S, Pin I, et al. Traffic related air pollution and incidence of childhood asthma: results of the Vesta case-control study. *J Epidemiol Comm Health* 2004; 58: 18–23.
 30. McConnell R, Berhane K, Yao L, et al. Traffic, susceptibility, and childhood asthma. *Environ Health Perspect* 2006; 114: 766–72.
 31. 李永凌，台灣室內外環境暴露遺傳因子與學齡孩童呼吸道過敏性疾病之相關性研究。台南，成功大學基礎醫學研究所博士論文，2004。
 32. Pierse N, Rushton L, Harris RS, et al. Locally generated particulate pollution and

- respiratory symptoms in young children. *Thorax* 2006;61:216–220.
33. 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。
 34. 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。
 35. Qian Z, Chapman RS, Wei Hud, et al. Using air pollution based community clusters to explore air pollution health effects in children. *Environ Int* 2004;30:611–620.
 36. Zhang J, Hu W, Wei F, et al. Children's respiratory morbidity prevalence in relation to air pollution in four Chinese cities. *Environ Health Perspect* 2002;110:961–967.
 37. Jalaludin BB, O'Toole BI, Leeder SR. Acute effects of urban ambient air pollution on respiratory symptoms, asthma medication use, and doctor visits for asthma in a cohort of Australian children. *Environ Res* 2004; 95:32–42.
 38. Horak F, Studnicka M, Gartner C, et al. Particulate matter and lung function growth in children: a 3-year follow-up study in Austrian schoolchildren. *Eur Respir J* 2002;19: 838–845.
 39. Priftisa KN, Anthracopoulos MB, Paliatsos AG, et al. Different effects of urban and rural environments in the respiratory status of Greek schoolchildren. *Respir Med* 2006; 15:248–257.
 40. Gauderman WJ, Vora H, McConnell R, et al. Effect of exposure to traffic on lung development from 10 to 18 years of age: a cohort study. *Lancet* 2007;369: 571–77.
 41. 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.
 42. Trenga GA, Sullivan JH, Schildcrout JS, et al. Effect of particulate air pollution on lung function in adult and pediatric subjects in a Seattle panel study. *Chest* 2006;129:1614-1622.
 43. Yang CY, Wang JD, Chan CC. Respiratory and irritant health effects of a population living in a petrochemical-polluted area in Taiwan. *Environ Res* 1997;74:145–149.
 44. 洪瑞禧，空氣污染對肺功能之慢性效應：臺灣兩鄉鎮四十歲以上人口肺功能之比較。台北，台灣大學公共衛生學研究所碩士論文，1992。
 45. Abbey DE, Burchette RJ, Knutsen SF, et al. Long-term particulate and other air pollutants and lung function in nonsmokers. *Am J Respir Crit Care Med* 1998;158: 289–298
 46. Pope III CA. Respiratory hospital admissions associated with PM10 pollution in Utah, Salt Lake, and Cache Valleys. *Arch Environ Health* 1991;46:90-97.

47. Schwartz J, Dockery DW. Particulate air pollution and daily mortality in Steubenville, Ohio. *Am J Epidemiol* 1992;135:12-19.
48. 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.
49. Ostro B, Broadwin R, Green S, et al. Fine particulate air pollution and mortality in nine California counties: results from CALFINE. *Environ Health Perspect* 2006;114:29-33.
50. 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.
51. 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.
52. 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.
53. Ponka A. Asthma and low level air pollution in Helsinki. *Arch Environ Health* 1991;46:262-270.
54. Chen LP, Mengersen K, Tong S. Spatiotemporal relationship between particle air pollution and respiratory emergency hospital admissions in Brisbane, Australia. *Sci Total Environ* 2007; 373:57-67.
55. 毛鏡琪，台中地區空氣污染與急診就醫之相關性研究。台中，中國醫藥大學公共衛生學系學士論文，2005。
56. Atkinson RW, Anderson HR, Sunyer J, et al. Acute effects of particulate air pollution on respiratory admissions results from APHEA 2 Project. *Am J Respir Crit Care Med* 2001;164: 1860-1866.
57. Dominici F, Peng RD, Bell ML, et al. Fine particulate air pollution and hospital admission for cardiovascular and respiratory diseases. *JAMA* 2006; 295:1127-1134.
58. Schwartz J. Air pollution and hospital admissions for the elderly in Detroit, Michigan. *Am J Respir Crit Care Med* 1994;150:648-655.
59. Cakmak S, Dales RE. Air pollution and mortality in Chile: Susceptibility among the elderly. *Environ Health Perspect* 2007; 115: 524-527.
60. Laden F, Schwartz J, Speizer FE, et al. Reduction in fine particulate air pollution and mortality. *Am J Respir Crit Care Med* 2006;173: 667-672.
61. 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。
62. 張舒婷，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。台中，中國醫藥大學環境醫學研究所碩士論文，2006。
63. 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。
64. 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。
65. 許惠悛，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--建立健康風險評估模組作為環境決策分析之研究成果報告。台中，行政院國家科學委員會，2005。
66. Lee YL, Hsiue TR, Lee CH, et al. Home exposures, parental atopy, and occurrence of asthma symptoms in adulthood in southern Taiwan. *Chest* 2006; 129:300–308.
67. Barnett AG, Williams GM, Schwartz J, et al. Air Pollution and Child Respiratory Health A Case-Crossover Study in Australia and New Zealand. *Am J Respir Crit Care Med* 2005;171:1272–1278.
68. Garty BZ, Kosman E, Ganor E, et al. Emergency room visits of asthmatic children, Relation to air pollution, weather, and airborne allergens. *Ann Allergy Asthma Immunol* 1998;81:563-570.
69. 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.
70. Braun-Fahrlander C, Vuille JC, Sennhauser FH, et al. Respiratory health and long-term exposure to air pollutants in Swiss schoolchildren. *Am J Respir Crit Care Med* 1997;155:1042–1049.
71. Hrubá F, Fabianová E, Koppová K, et al. Childhood respiratory symptoms, hospital admissions, and long-term exposure to airborne particulate matter. *J Expos Anal Environ Epidemiol* 2001;11:33–40.
72. 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。
73. 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。
74. Chan CC, Huang SK, Chen YC, et al. Mass Concentrations of Respirable Particulate and Nicotine in Seven Smoker's Homes in Rural Area of Taiwan. *中華公共衛生雜誌* 1996;15:425-433.
75. 蕭欣杰，室內環境固相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，1997。

76. Rodes CE, Lawless PA, Evans GF, et al. The relationship between personal PM exposures for elderly populations and indoor and outdoor concentrations for three retirement center scenarios. *J Expo Anal Environ Epidemiol* 2001;11:103-115.
77. 劉組恩，中部科學園區附近地區室內、外懸浮微粒及居民尿液中重金屬之分析。台中，中國醫藥大學環境醫學研究所碩士論文，2007。



表一、95 年中科地區與對照地區學童基本資料之比較

| 變項 | 中科地區(N=487) | 對照地區(N=452) | P |
|----------------------|-------------|-------------|--------|
| | n(%) | n(%) | |
| 性別 | | | 0.683 |
| 男生 | 255(54.1) | 236(52.8) | |
| 女生 | 216(45.9) | 211(47.2) | |
| 年級 | | | 0.691 |
| 五年級 | 240(49.6) | 229(50.6) | |
| 六年級 | 244(50.4) | 221(48.8) | |
| 父親教育程度 | | | 0.005 |
| 國(初)中以下 | 97(28.2) | 101(33.1) | |
| 高中職 | 124(36) | 131(43) | |
| 大學(專科)以上 | 123(35.8) | 73(23.9) | |
| 母親教育程度 | | | <0.001 |
| 國(初)中以下 | 91(26.6) | 101(32.9) | |
| 高中職 | 138(40.4) | 148(48.2) | |
| 大學(專科)以上 | 113(33.0) | 58(18.9) | |
| 單親家庭 | 63(15.0) | 53(12.6) | 0.317 |
| 身高(公分) ^a | 146.1±8.3 | 144.3±8.1 | 0.489 |
| 體重(公斤) ^a | 40.4±10.9 | 39.8±10.1 | 0.276 |
| 居住時間(月) ^a | 94.2±50.9 | 107.5±45.3 | <0.001 |

a：平均值±標準差

表二、95 年中科地區與對照地區學童居家環境之比較

| 變項 | 中科地區 (N=487) n(%) | 對照地區 (N=452) n(%) | <i>p</i> |
|-----------|-------------------------|-------------------------|----------|
| 居住大馬路旁 | 163(34.2) | 186(42.7) | 0.008 |
| 家中鋪設地毯 | 127(26.6) | 100(23.0) | 0.212 |
| 使用空氣清靜機 | 138(29.6) | 105(24.1) | 0.067 |
| 家庭二手菸 | 269(55.6) | 299(66.6) | 0.001 |
| 父母吸菸 | 230(89.8) | 249(86.8) | 0.266 |
| 祖父母吸菸 | 29(11.5) | 57(20.0) | 0.007 |
| 其他家人吸菸 | 38(15.1) | 59(20.6) | 0.095 |
| 拜香 | 236(70.9) | 341(87.7) | <0.001 |
| 飼養寵物 | 217(45.2) | 238(52.8) | 0.021 |
| 客廳使用瓦斯泡茶組 | 59(12.2) | 106(23.7) | <0.001 |
| 家中發霉長斑 | 68(21.7) | 42(15.8) | 0.07 |



表三、94 和 95 年中科地區與對照地區學童呼吸道症狀盛行率之比較

| 變項 | 94 年 | | | 95 年 | | |
|-----------|-----------------|-----------------|--------|-----------------|-----------------|-------|
| | 中科地區 (N=549) | 對照地區 (N=437) | p_1 | 中科地區 (N=487) | 對照地區 (N=452) | p_2 |
| 咳嗽 | 68(12.4) | 60(13.7) | 0.477 | 61(12.5) | 76(16.8) | 0.058 |
| 咳痰 | 78(14.2) | 50(11.4) | 0.252 | 57(11.7) | 50(11.0) | 0.761 |
| 喘鳴 | 122(22.2) | 83(19.0) | 0.226 | 74(15.2) | 78(17.2) | 0.382 |
| 呼吸短促 | 63(11.5) | 52(11.9) | 0.655 | 53(10.9) | 48(10.6) | 0.817 |
| 胸部疾病與感冒 | 29(5.3) | 12(2.7) | 0.055 | 28(5.7) | 27(6.0) | 0.889 |
| 慢性支氣管炎 | 5(0.9) | 3(0.7) | 0.714 | 4(0.8) | 4(0.9) | 0.920 |
| 醫師診斷患有氣喘 | 67(12.2) | 27(6.2) | 0.003 | 45(9.2) | 32(7.1) | 0.227 |
| 父母親告知患有氣喘 | 57(10.4) | 27(6.2) | 0.024 | 40(8.2) | 32(7.1) | 0.498 |
| 過去半年是否就醫 | 322(58.7) | 199(45.5) | <0.001 | 219(45.0) | 198(43.7) | 0.677 |
| 過去一年曾感冒 | 488(88.9) | 359(82.2) | 0.045 | 415(85.2) | 389(85.9) | 0.927 |

p_1 ：94 年中科地區與對照地區呼吸道症狀盛行率之顯著性

p_2 ：95 年中科地區與對照地區呼吸道症狀盛行率之顯著性



表四、94 與 95 年中科地區三所國小呼吸道盛行率之比較

| | 咳嗽 | 咳痰 | 喘鳴 | 呼吸短促 | 胸部疾病 | 氣喘 |
|-------------|-----------------------|----------|----------|----------|---------|----------|
| 94 年 | | | | | | |
| 國安國小(N=387) | 52(13.5) ^a | 57(14.8) | 94(24.7) | 83(22.7) | 22(5.8) | 45(11.7) |
| 陽明國小(N=86) | 11(12.9) | 11(12.8) | 14(16.3) | 14(16.7) | 5(5.9) | 5(5.9) |
| 汝鑾國小(N=76) | 9(11.8) | 13(17.1) | 21(28.0) | 8(10.7) | 2(2.6) | 7(9.3) |
| p_1 | 0.927 | 0.743 | 0.168 | 0.041 | 0.467 | 0.266 |
| 95 年 | | | | | | |
| 國安國小(N=322) | 40(12.4) | 38(11.9) | 48(15.0) | 68(21.9) | 14(4.4) | 33(10.3) |
| 陽明國小(N=84) | 10(11.9) | 6(7.2) | 10(11.9) | 16(19.3) | 5(6.0) | 1(1.2) |
| 汝鑾國小(N=81) | 16(19.8) | 16(19.8) | 16(19.8) | 20(25.0) | 9(11.1) | 6(7.5) |
| p_2 | 0.202 | 0.046 | 0.367 | 0.676 | 0.100 | 0.025 |

p_1 ：94 年三所國小呼吸道症狀之顯著性

p_2 ：95 年三所國小呼吸道症狀之顯著性

a：n(%)

表五、年代別與地區別影響學童呼吸道症狀之邏輯斯複迴歸分析

| | 咳嗽 | 咳痰 | 喘鳴 | 呼吸短促 | 胸部疾病 | 氣喘 |
|------|------------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|------------------|
| | OR (95%CI) | OR (95%CI) | OR (95%CI) | OR (95%CI) | OR (95%CI) | OR (95%CI) |
| 年代別 | | | | | | |
| 94年 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 95年 | 0.92 (0.62~1.38) | 1.46*(0.94~2.27) | 1.42*(0.99~2.04) | 1.05(0.74~1.49) | 0.49**(0.25~0.96) | 0.95 (0.57~1.60) |
| 地區別 | | | | | | |
| 國安國小 | 1.31 (0.83~2.06) | 1.19(0.72~1.95) | 1.11(0.74~1.65) | 1.79**(1.20~2.67) | 2.01 (0.96~4.20) | 2.09*(1.21~3.62) |
| 陽明國小 | 0.57(0.25~1.30) | 0.86(0.38~1.91) | 0.90 (0.49~1.66) | 0.91(0.48~1.72) | 1.67 (0.63~4.46) | 0.85 (0.32~2.29) |
| 汝鑾國小 | 1.28 (0.67~2.44) | 1.80*(0.95~3.42) | 1.58*(0.92~2.73) | 0.99 (0.53~1.86) | 2.61*(0.10~6.80) | 1.86 (0.84~4.11) |
| 對照地區 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

調整變項：年代、地區別、性別、年齡、家庭二手菸、拜香、家中發霉長斑及瓦斯泡茶

* : $p < 0.1$

** : $p < 0.05$

*** : $p < 0.01$

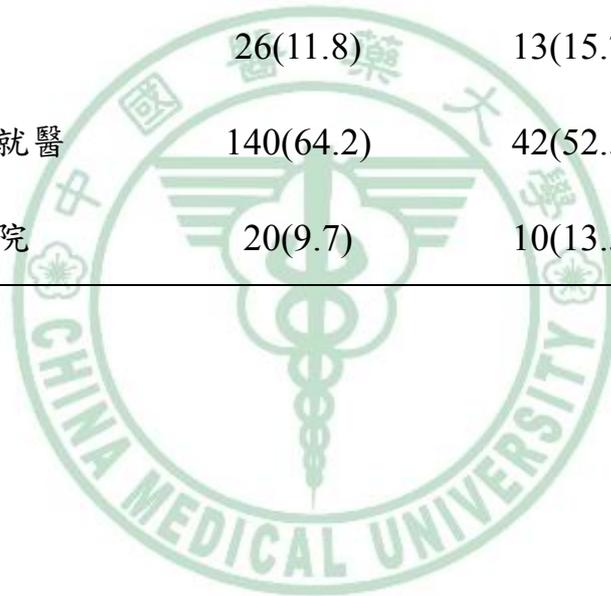
表六、95 年中科地區與對照地區居民基本資料及個人健康行為之比較

| 變項 | 中科地區(%) | 對照地區(%) | <i>p</i> |
|---------------------------------------|----------------|--------------|----------|
| 各社區研究對象 | | | |
| | 國安甲區 108(48.6) | 新社村 31(37.8) | |
| | 國安乙區 82(37.0) | 大南村 51(62.2) | |
| | 秀山村 32(14.4) | | |
| 性別 | | | 0.515 |
| 男性 | 102(45.9) | 42(51.2) | |
| 女性 | 115(51.8) | 40(48.8) | |
| 年齡 | | | <0.001 |
| ≤ 40 | 47(21.9) | 1(1.2) | |
| 41~64 | 79(36.7) | 8(9.9) | |
| ≥ 65 | 89(41.4) | 72(88.9) | |
| 教育程度 | | | <0.001 |
| 國(初)中以下 | 117(55.2) | 75(91.5) | |
| 高中職以上 | 85(44.8) | 7(8.5) | |
| 有職業者 | 68(31.3) | 30(36.6) | 0.388 |
| 職場二手菸暴露 | 22(56.4) | 6(35.3) | 0.146 |
| 有吸菸習慣 | 39(17.7) | 7(8.5) | 0.048 |
| 已戒菸者 | 29(17.7) | 27(37.5) | <0.001 |
| 有飲酒習慣 | 40(18.3) | 20(24.4) | 0.236 |
| 有嚼檳榔習慣 | 7(3.2) | 3(3.7) | 0.842 |
| BMI(體重/身高 ²) ^a | | | |
| 男性 | 24.07±3.46 | 23.27±2.95 | 0.192 |
| 女性 | 24.89±4.20 | 24.49±4.56 | 0.616 |
| 非假日花費時間 ^a | | | |
| 室內(小時) | 19.5±4.6 | 19.9±4.0 | 0.503 |
| 室外(小時) | 4.1±3.4 | 4.47±3.6 | 0.520 |
| 交通(分鐘) | 59.5±52.3 | 29.7±36.0 | <0.001 |
| 假日花費時間 ^a | | | |
| 室內(小時) | 19.1±4.5 | 20.0±4.4 | 0.151 |
| 室外(小時) | 4.6±3.8 | 4.6±4.4 | 0.978 |
| 居住現址時間(月) ^a | 112.2±182.8 | 540.3±284.8 | <0.001 |

a：平均值±標準差

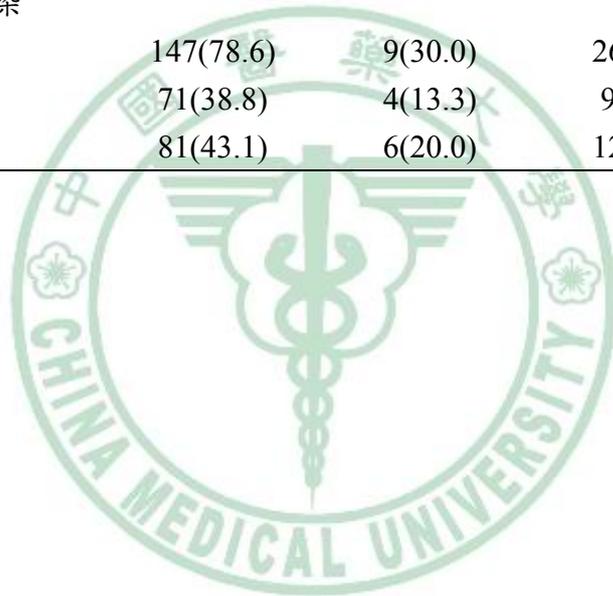
表七、95 年中科地區與新社地區居民疾病史與就醫情形之比較

| 變項 | 中科地區 (N=222) n(%) | 對照地區 (N=82) n(%) | <i>p</i> |
|-------------|-------------------------|------------------------|----------|
| 肺炎 (包括支氣管炎) | 8(3.6) | 5(6.0) | 0.352 |
| 氣喘 | 7(3.2) | 5(6.0) | 0.320 |
| 心臟病 | 33(14.9) | 18(21.7) | 0.160 |
| 高血壓 | 55(24.9) | 33(39.8) | 0.011 |
| 糖尿病 | 26(11.8) | 13(15.7) | 0.365 |
| 過去三個月曾就醫 | 140(64.2) | 42(52.5) | 0.066 |
| 過去一年曾住院 | 20(9.7) | 10(13.5) | 0.364 |



表八、95 年中科地區與對照地區居民居家環境之比較

| 變項 | 中科南區 (N=190) n(%) | 中科北區 (N=32) n(%) | 對照地區 (N=82) n(%) | <i>p</i> |
|----------|-------------------------|------------------------|------------------------|----------|
| 家中鋪設地毯 | 6(3.2) | 1(3.2) | 9(11.4) | 0.034 |
| 使用空氣清靜設備 | 40(21.1) | 5(16.1) | 7(8.8) | 0.05 |
| 使用除濕機 | 59(31.1) | 6(19.4) | 16(20.0) | 0.105 |
| 家庭二手菸 | 63(33.7) | 17(53.1) | 33(40.7) | 0.089 |
| 拜香 | 80(42.1) | 29(93.5) | 70(86.4) | <0.001 |
| 飼養寵物 | 36(18.9) | 7(22.6) | 22(27.2) | 0.318 |
| 瓦斯泡茶組 | 56(29.6) | 4(12.9) | 47(58.0) | 0.117 |
| 家中發霉長斑 | 25(13.2) | 8(26.7) | 19(23.5) | <0.001 |
| 自覺住家環境污染 | | | | |
| 有灰塵 | 147(78.6) | 9(30.0) | 26(32.1) | <0.001 |
| 有黑煙 | 71(38.8) | 4(13.3) | 9(11.1) | <0.001 |
| 有惡臭 | 81(43.1) | 6(20.0) | 12(15.0) | <0.001 |



表九、94 和 95 年中科地區與對照地區居民呼吸道症狀盛行率之比較

| 變項 | 中科地區 | | p_1 | 對照地區 | | p_2 |
|-----------------|-----------|-----------|--------|----------|--------|-------|
| | 94 年 | 95 年 | | 95 年 | | |
| 咳嗽 | 44(15.4) | 37(16.7) | 0.622 | 15(18.3) | 0.738 | |
| 咳痰 | 51(17.4) | 41(18.6) | 0.737 | 10(12.2) | 0.189 | |
| 喘鳴 | 54(19.4) | 33(14.9) | 0.189 | 20(24.7) | 0.048 | |
| 呼吸短促 | 83(31.6) | 73(35.1) | 0.418 | 32(43.2) | 0.213 | |
| 胸部疾病 | 24(8.2) | 49(22.1) | <0.001 | 22(27.5) | 0.326 | |
| 慢性支氣管炎 | 18(6.2) | 16(7.2) | 0.643 | 1(1.3) | 0.049 | |
| 過去一年曾感冒 | 194(66.9) | 159(72.3) | 0.193 | 37(46.3) | <0.001 | |
| 咳嗽及咳痰症狀 達三星期 | 34(12.9) | 21(9.8) | 0.003 | 5(6.3) | 0.343 | |

p_1 ：中科地區 94 年與 95 年居民呼吸道症狀之顯著性

p_2 ：95 年中科地區與對照地區居民呼吸道症狀之顯著性



表十、比較 95 年中科附近居民呼吸道症狀之盛行率

| 變項 | 中科南區 (N=190) n(%) | 中科北區 (N=32) n(%) | 對照地區 (N=82) n(%) | <i>p</i> |
|-----------------|-------------------------|------------------------|------------------------|----------|
| 咳嗽 | 30(15.8) | 7(21.9) | 15(18.3) | 0.661 |
| 咳痰 | 34(18.0) | 7(21.9) | 10(12.2) | 0.364 |
| 喘鳴 | 27(14.3) | 6(18.8) | 20(24.7) | 0.118 |
| 呼吸短促 | 63(35.6) | 10(32.3) | 32(43.2) | 0.433 |
| 胸部疾病 | 40(21.1) | 9(28.1) | 22(27.5) | 0.422 |
| 慢性支氣管炎 | 13(6.9) | 3(9.4) | 1(1.3) | 0.068 |
| 過去一年曾感冒 | 136(72.3) | 23(71.9) | 37(46.3) | <0.001 |
| 咳嗽及咳痰症狀 達三星期 | 18(9.8) | 3(9.4) | 5(6.3) | 0.617 |



表十一、95 年全部居民和 65~80 歲居民在地區別六種呼吸道症狀之邏輯斯複迴歸分析

| | 咳嗽 | | 咳痰 | | 喘鳴 | | 呼吸短促 | | 胸部疾病 | | 慢性支氣管炎 | |
|-----------|------|-------------|--------|-------------|------|-------------|------|-------------|------|-------------|--------|--------------|
| | OR | (95%CI) | OR | (95%CI) | OR | (95%CI) | OR | (95%CI) | OR | (95%CI) | OR | (95%CI) |
| 全部居民 | | | | | | | | | | | | |
| 中科南區 | 1.06 | (0.43~2.27) | 2.73** | (1.04~7.16) | 0.62 | (0.25~1.57) | 0.82 | (0.38~1.75) | 0.49 | (0.21~1.15) | 7.71* | (0.82~72.74) |
| 中科北區 | 1.50 | (0.51~4.42) | 1.94 | (0.59~6.35) | 1.17 | (0.39~3.53) | 0.63 | (0.23~1.72) | 0.87 | (0.32~2.40) | 4.11 | (0.32~52.77) |
| 對照地區 | 1 | | 1 | | 1 | | 1 | | 1 | | 1 | |
| 65~80 歲居民 | | | | | | | | | | | | |
| 中科南區 | 2.19 | (0.63~7.66) | 2.19 | (0.57~8.46) | 0.49 | (0.13~1.81) | 0.79 | (0.27~2.31) | 0.64 | (0.21~1.97) | 0.73 | (0.49~92.26) |
| 中科北區 | 1.19 | (0.25~5.68) | 1.19 | (0.22~6.34) | 0.27 | (0.05~1.58) | 0.36 | (0.10~1.34) | 0.59 | (0.16~2.24) | 1.37 | (0.06~32.80) |
| 對照地區 | 1 | | 1 | | 1 | | 1 | | 1 | | 1 | |

調整變項：性別、年齡、地區別、教育程度、抽菸、二手菸、拜香、瓦斯泡茶及飼養寵物

* : $p < 0.1$

** : $p < 0.05$

*** : $p < 0.01$

表十二、95 年全部居民和 65~80 歲居民在地區別肺功能之複迴歸分析

| | FVC(L) | | FEV ₁ (L) | | FEV ₁ %(%) | | MMEF(L/s) | |
|-----------|--------------|----------|----------------------|----------|-----------------------|----------|--------------|----------|
| | β (SE) | <i>p</i> | β (SE) | <i>p</i> | β (SE) | <i>p</i> | β (SE) | <i>p</i> |
| 全部居民 | | | | | | | | |
| 中科南區 | 0.29(0.11) | 0.008 | 0.24(0.10) | 0.022 | 0.53(2.35) | 0.821 | 0.19(0.19) | 0.303 |
| 中科北區 | -0.13(0.14) | 0.350 | -0.01(0.13) | 0.960 | 5.44(2.98) | 0.069 | 0.09(0.24) | 0.713 |
| 對照地區 | 參考組 | | 參考組 | | 參考組 | | 參考組 | |
| 65~80 歲居民 | | | | | | | | |
| 中科南區 | 0.38(0.14) | 0.008 | 0.25(0.13) | 0.052 | -0.70(3.33) | 0.835 | 0.25(0.23) | 0.265 |
| 中科北區 | -0.18(0.17) | 0.289 | -0.06(0.15) | 0.711 | 6.20(4.02) | 0.126 | 0.26(0.27) | 0.340 |
| 對照地區 | 參考組 | | 參考組 | | 參考組 | | 參考組 | |

調整變項：性別、年齡、地區別、教育程度、抽菸、二手菸、拜香及瓦斯泡茶

表十三、參與 94 和 96 年中科附近家戶內空氣採樣之特性

| 家戶 | 樓層 | 人口 | 室內環境特性 | | 通風方式 | | | 採樣時間 | | | |
|----|----|----|----------|----------|----------|----|----|------|----|------|----|
| | | | 抽菸 人數 | 清靜 設備 | 廚房 開窗 | 陽台 | 大門 | 94 年 | | 96 年 | |
| | | | | | | | | 一月 | 三月 | 一月 | 三月 |
| #1 | 4 | 3 | 1 | 無 | 有 | 有 | — | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| #2 | 6 | 5 | 0 | 有 | 有 | 有 | — | — | ✓ | ✓ | ✓ |
| #3 | 7 | 2 | 0 | 無 | 有 | — | — | — | — | ✓ | — |
| #4 | 1 | 5 | 3 | 無 | 有 | 有 | 有 | — | — | ✓ | ✓ |
| #5 | 10 | 3 | 0 | 有 | 有 | 有 | — | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| #6 | 10 | 4 | 2 | 無 | 有 | — | — | — | — | — | ✓ |
| #7 | 6 | 4 | 1 | 有 | 有 | — | — | ✓ | ✓ | — | — |
| #8 | 1 | 2 | 1 | 無 | 有 | — | — | — | ✓ | — | — |

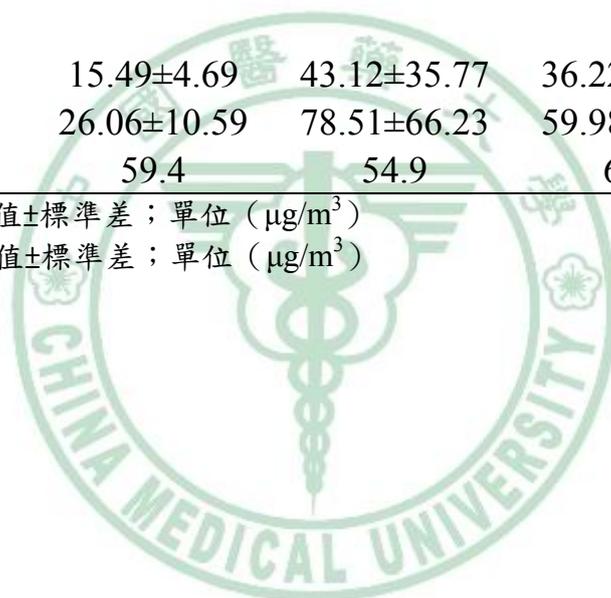


表十四、中科附近家戶在 94 及 96 年室內與大氣環境 PM 濃度之比較

| 採樣方式 | 94 年 | | 96 年 | |
|--|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | 一月 | 三月 | 一月 | 三月 |
| PEM ^a (N=10) | | | | |
| PM _{2.5} | — | 52.28±22.26 | 31.03±16.85 | 38.74±29.59 |
| PM ₁₀ | — | 85.16±43.68 | 40.03±24.83 | 44.34±29.81 |
| PM _{2.5} / PM ₁₀ (%) | — | 61.4 | 77.5 | 87.4 |
| QCM ^b | | | | |
| PM _{2.5} | 5.44±3.68 | 15.96±9.08 | 8.66±4.65 | 17.40±14.71 |
| PM ₁₀ | 6.48±3.64 | 16.56±9.28 | 10.26±4.98 | 18.22±14.88 |
| PM _{2.5} / PM ₁₀ (%) | 87.0 | 96.4 | 84.4 | 95.5 |
| 監測站 ^b | | | | |
| PM _{2.5} | 15.49±4.69 | 43.12±35.77 | 36.22±10.30 | 36.69±12.09 |
| PM ₁₀ | 26.06±10.59 | 78.51±66.23 | 59.98±18.13 | 55.87±23.78 |
| PM _{2.5} / PM ₁₀ (%) | 59.4 | 54.9 | 60.4 | 65.7 |

a：二十四小時濃度值±標準差；單位 (μg/m³)

b：每小時平均濃度值±標準差；單位 (μg/m³)



表十五、96 年各家戶室內與環境中懸浮微粒 PM_{2.5}/PM₁₀ 濃度之比值(%)

| | 室內 | | 大氣環境 |
|------|-----------------------------|------------------|------------------|
| | PEM ^a (N = 2) | QCM ^b | 監測站 ^b |
| #1 | 87.3 | 95.1 | 58.1 |
| #2 | 67.1 | 91.8 | 60.8 |
| #4 | 97.3 | 91.2 | 64.4 |
| #5 | 98.0 | 80.9 | 69.2 |
| #6 | 74.9 | 89.7 | 77.8 |
| 全部家戶 | 84.9 | 89.7 | 66.1 |

a：二十四小時 PM_{2.5}/PM₁₀ 濃度之比值

b：每小時平均 PM_{2.5}/PM₁₀ 濃度之比值

註：以 QCM 衝擊器採集室內懸浮微粒，每小時一筆數據以家戶#1 四十五筆最多，家戶#5 四十一筆最少



表十六、比較中科附近以 PEM 檢測室內不同微環境 PM_{2.5} 及 PM₁₀ 之濃度

| 放置位置 | 客廳 (N = 13) | 廚房 (N = 14) | 陽台 (N = 10) | <i>p</i> |
|--|----------------|----------------|----------------|----------|
| PM _{2.5} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | 47.48±27.81 | 39.25±26.54 | 30.91±18.17 | 0.419 |
| PM ₁₀ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | 58.66±43.00 | 47.78±26.85 | 39.70±25.67 | 0.728 |
| PM _{2.5} /PM ₁₀ (%) | 80.9 | 82.2 | 77.9 | |



表十七、兩年中科附近全部空氣採樣家戶 PEM 採樣濃度與吸菸之關係

| 變項 | 有吸菸家戶 (N = 18) | 無吸菸家戶 (N = 16) | <i>p</i> |
|---|-------------------|-------------------|----------|
| PM _{2.5} (μg/m ³) | 49.10±27.13 | 31.20±20.81 | 0.098 |
| PM ₁₀ (μg/m ³) | 60.71±31.87 | 37.13±32.70 | 0.025 |
| PM _{2.5} /PM ₁₀ (%) | 80.9 | 84.0 | |



表十八、影響 96 年中科附近家戶以 QCM 檢測室內微粒濃度因素之複迴歸分析

| 變項 | 室內 PM _{2.5} | | 室內 PM ₁₀ | |
|--|----------------------|----------|---------------------|----------|
| | β(SE) | <i>p</i> | β(SE) | <i>p</i> |
| 抽菸成員 | | | | |
| 無 | 參考組 | <0.001 | 參考組 | <0.001 |
| 有 | 9.46(1.55) | | 7.93(1.46) | |
| 採樣月份 | | | | |
| 一月份 | 參考組 | <0.001 | 參考組 | <0.001 |
| 三月份 | 4.33(0.68) | | 4.21(0.64) | |
| 大氣環境 PM _{2.5} (μg/m ³) | 0.18 (0.05) | 0.001 | | |
| 大氣環境 PM ₁₀ (μg/m ³) | | | 0.17(0.03) | 0.001 |

表十九、96 年以 PEM 採集懸浮微粒濃度室內外比值及兩者間濃度相關性

| | I/O | r 值 | <i>p</i> |
|-------------------|------|------|----------|
| PM ₁₀ | 1.11 | 0.59 | 0.091 |
| PM _{2.5} | 1.23 | 0.63 | 0.130 |

Indoor：放置於客廳與廚房的 PEM 所量測之濃度 (N=20)

Outdoor：放置於陽台的 PEM 所量測之濃度 (N=10)



表二十、96年各家戶以 QCM 檢測室內懸浮微粒濃度與大氣環境中懸浮微粒濃度之相關性

| 家戶 | r 值 | r 值 |
|------|---|---|
| | 室內 PM _{2.5} 與環境中 PM _{2.5} | 室內 PM ₁₀ 與環境中 PM ₁₀ |
| #1 | 0.14 | 0.46** |
| #2 | 0.38* | 0.55** |
| #4 | 0.34* | 0.40** |
| #5 | 0.12 | 0.52** |
| 全部家戶 | 0.41** | 0.52** |

註：以 QCM 衝擊器採集室內懸浮微粒，每小時一筆數據以家戶#1 四十五筆最多，家戶#5 四十一筆最少

* : $p < 0.05$

** : $p < 0.01$



表二十一、94 年及 96 年中科附近家戶中 PM_{2.5} 之重金屬濃度(ng/m³)分析

| 重金屬 | 94 年(N = 9) | | 96 年(N = 30) | |
|-----|-------------|-------|--------------|-------|
| | 平均值 | 幾何平均值 | 平均值 | 幾何平均值 |
| As | 1.3 | 1.01 | 2.07 | 1.74 |
| Cd | 0.7 | 0.71 | 0.85 | 0.71 |
| Cr | 5.2 | 4.39 | 1.26 | 1.22 |
| Cu | 12.1 | 11.12 | 9.20 | 6.25 |
| Hg | 0.1 | 0.13 | ND | ND |
| Ni | NA | NA | 8.61 | 6.59 |
| Pb | 37.8 | 19.62 | 24.60 | 16.98 |
| Se | 1.7 | 0.76 | 2.09 | 1.85 |
| Zn | 57.4 | 43.94 | 102.88 | 88.62 |

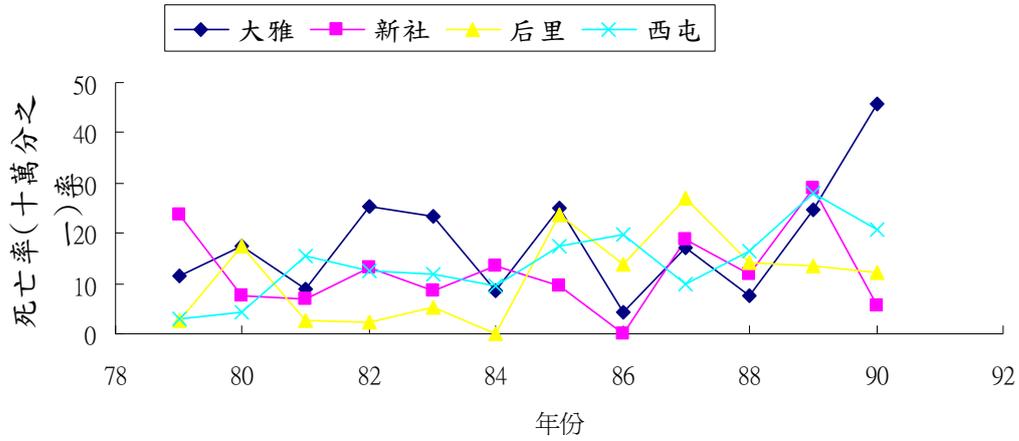


表二十二、94 年及 96 年中科附近家戶中 PM₁₀ 之重金屬濃度(ng/m³)分析

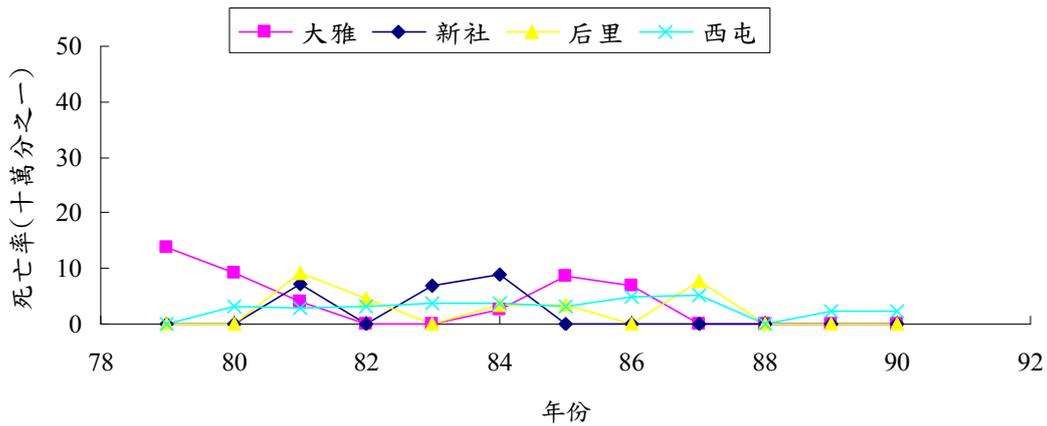
| 重金屬 | 94 年(N = 4) | | 96 年(N = 30) | | PM _{2.5} /PM ₁₀ (%) |
|-----|-------------|-------|--------------|--------|---|
| | 平均值 | 幾何平均值 | 平均值 | 幾何平均值 | |
| As | 1.5 | 0.86 | 2.18 | 1.83 | 95 |
| Cd | 1.3 | 0.98 | 0.92 | 0.78 | 92 |
| Cr | 5.8 | 5.76 | 1.77 | 1.53 | 71 |
| Cu | 18.9 | 13.62 | 13.86 | 10.70 | 66 |
| Hg | 0.1 | 0.1 | ND | ND | ND |
| Ni | NA | NA | 8.69 | 7.11 | 99 |
| Pb | 31.4 | 24.48 | 28.57 | 21.90 | 86 |
| Se | 0.4 | 0.38 | 2.73 | 2.46 | 77 |
| Zn | 58.8 | 25.08 | 123.63 | 106.36 | 83 |



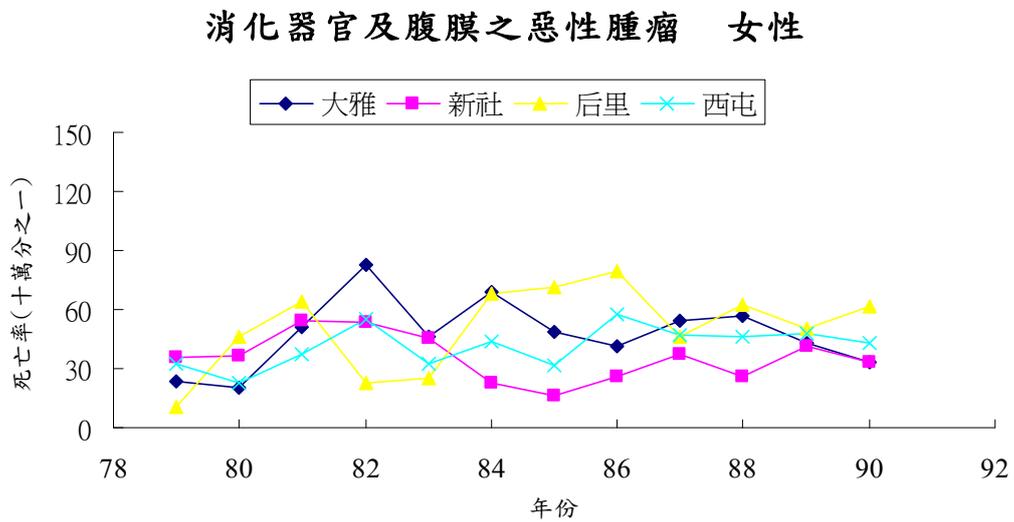
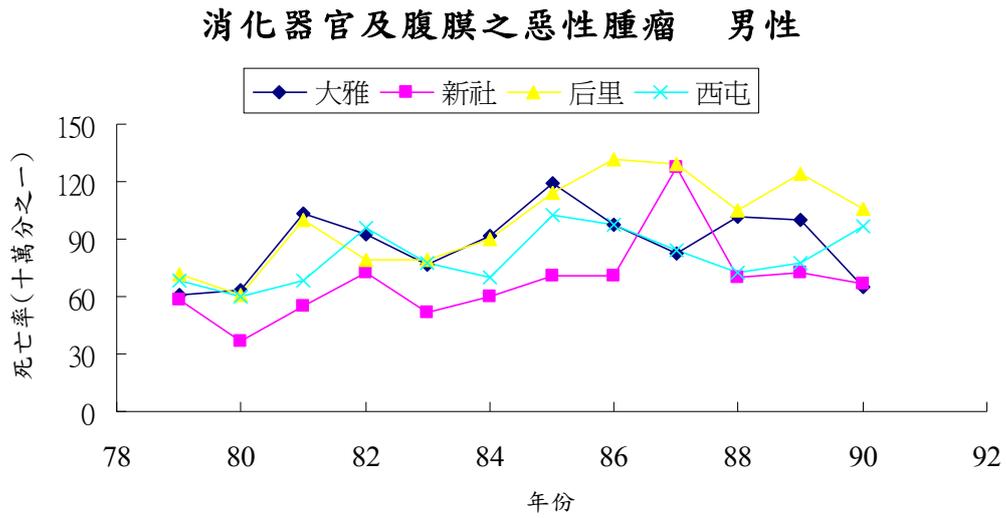
唇頰腔及咽部之惡性腫瘤 男性



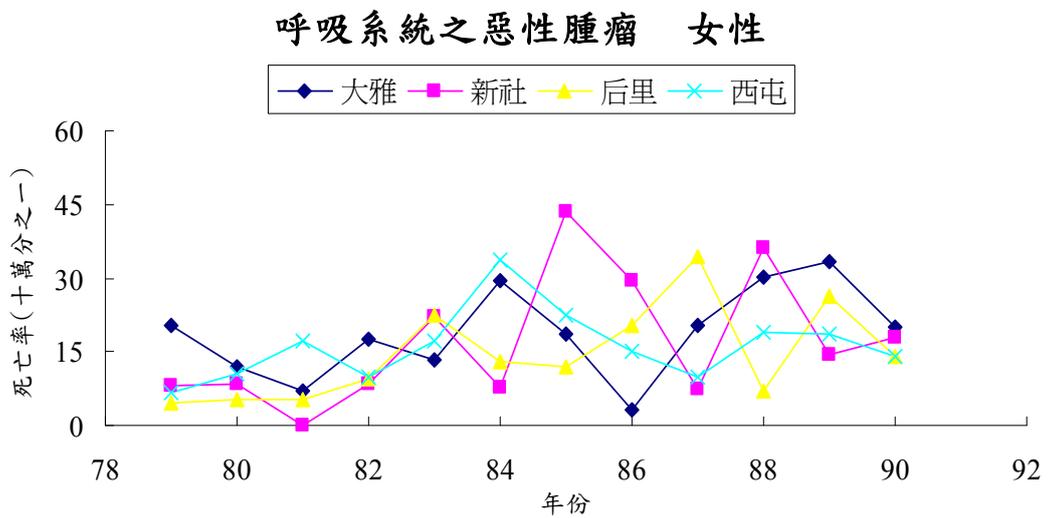
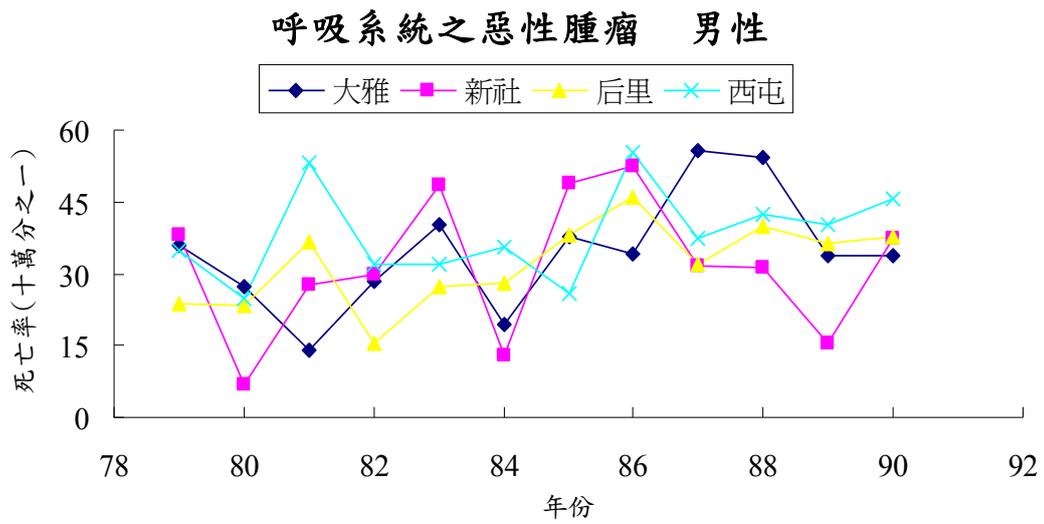
唇頰腔及咽部之惡性腫瘤 女性



圖一、中科附近鄉鎮 79~90 年男女性唇頰腔及咽部之惡性腫瘤年齡標準化死亡率趨勢圖

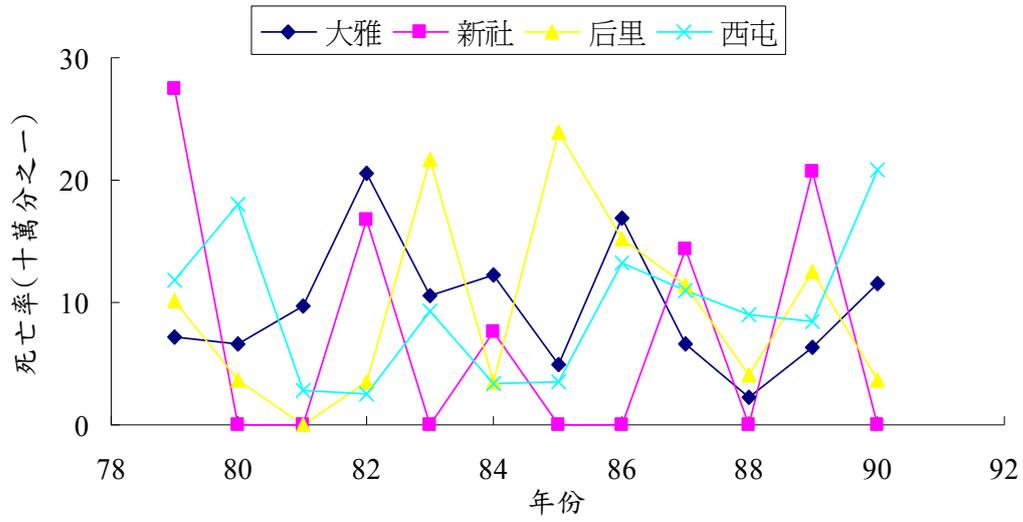


圖二、中科附近鄉鎮 79~90 年男女性消化器官及腹膜之惡性腫瘤年齡標準化死亡率趨勢圖



圖三、中科附近鄉鎮 79~90 年男女性呼吸系統之惡性腫瘤年齡標準化死亡率趨勢圖

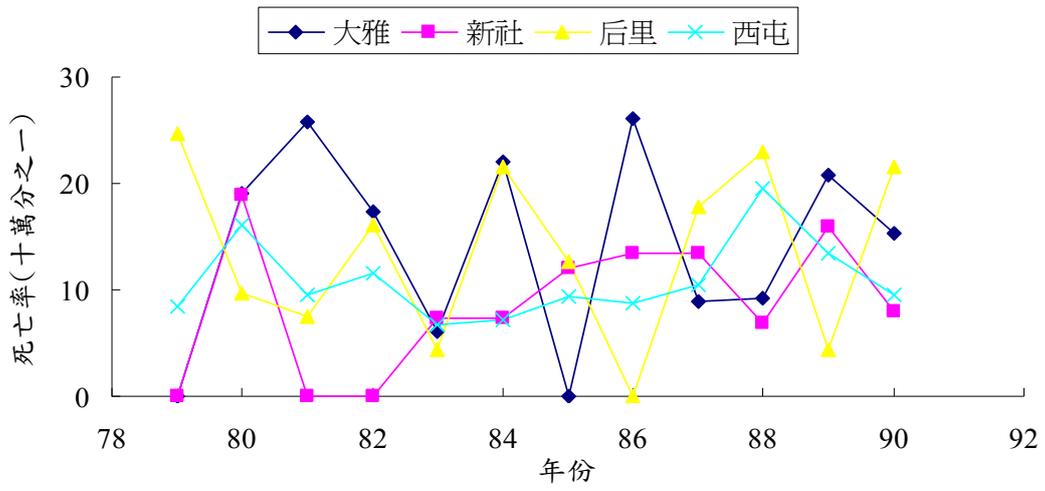
女性乳房惡性腫瘤



圖四、中科附近鄉鎮 79~90 年女性乳房惡性腫瘤年齡標準化死亡率趨勢圖



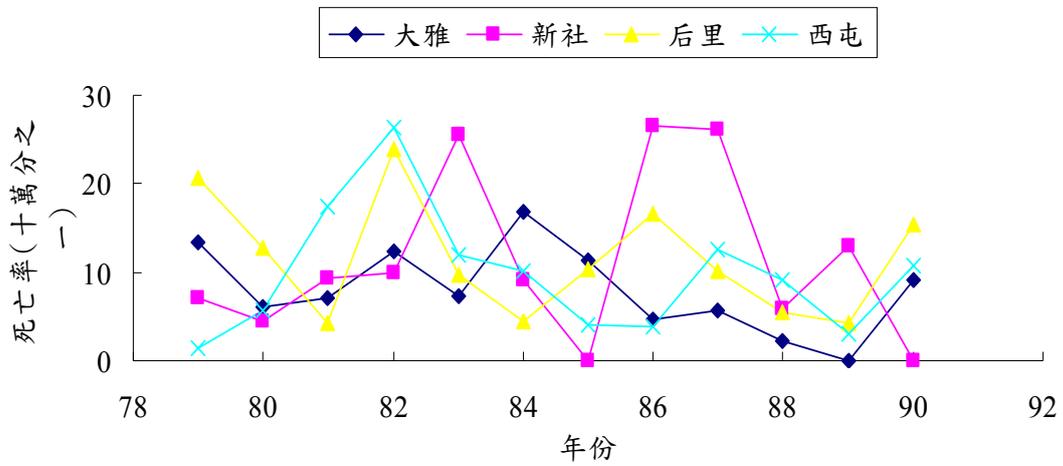
女性生殖器官惡性腫瘤



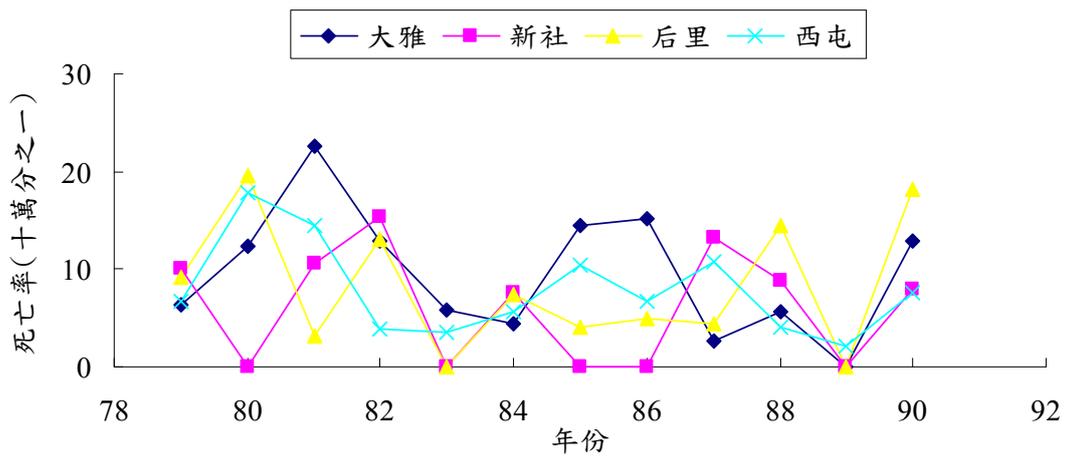
圖五、中科附近鄉鎮 79~90 年女性生殖器官惡性腫瘤年齡標準化死亡率趨勢圖



其他及未明示部位惡性腫瘤 男性

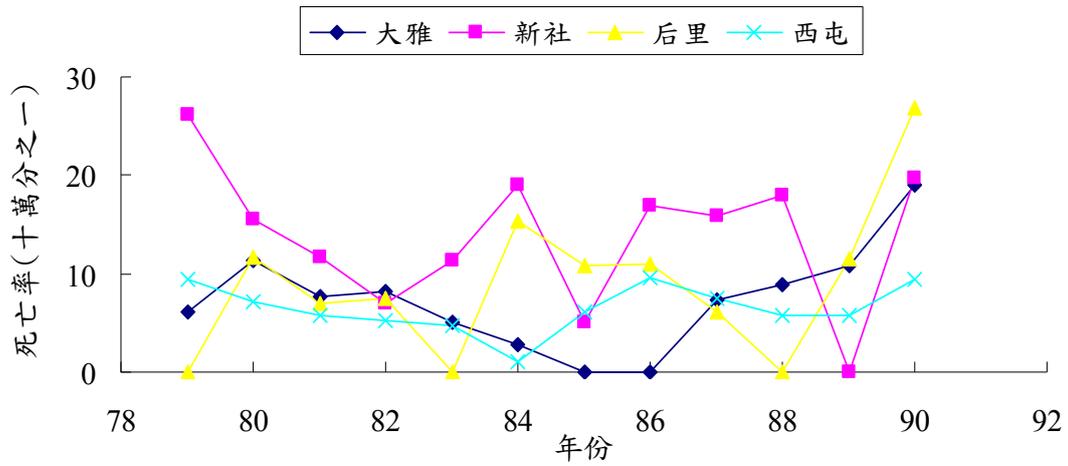


其他及未明示部位惡性腫瘤 女性

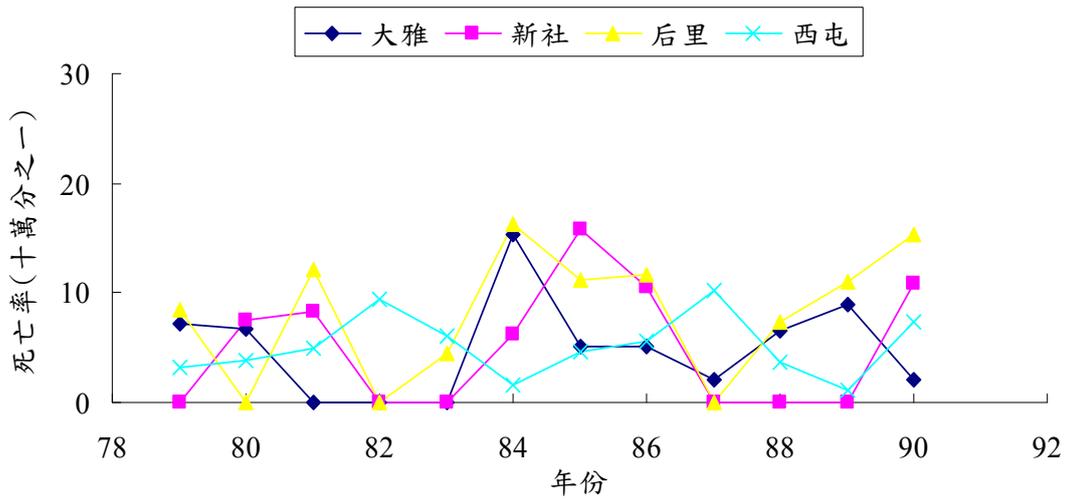


圖六、中科附近鄉鎮 79~90 年男女性其他及未明示部位惡性腫瘤年齡標準化死亡率趨勢圖

淋巴及造血組織之惡性腫瘤 男性

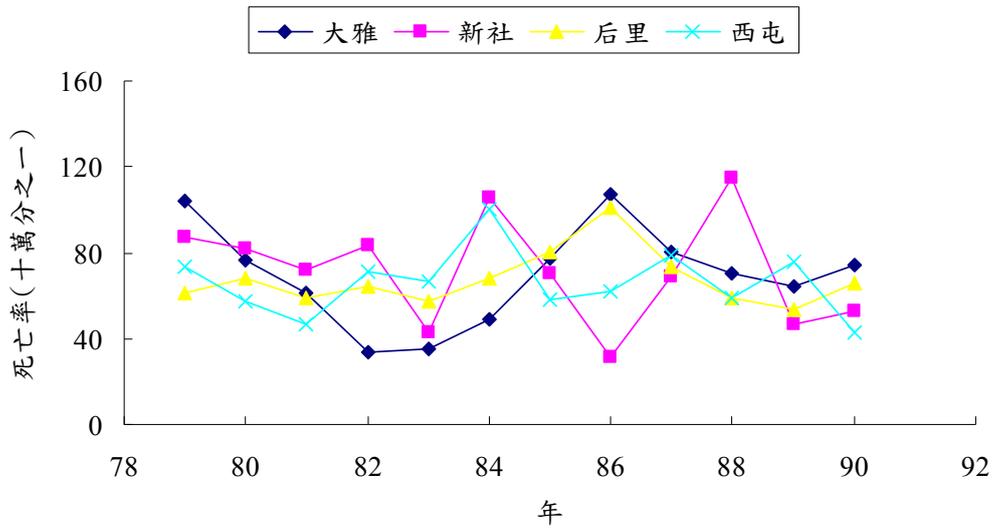


淋巴及造血組織之惡性腫瘤 女性

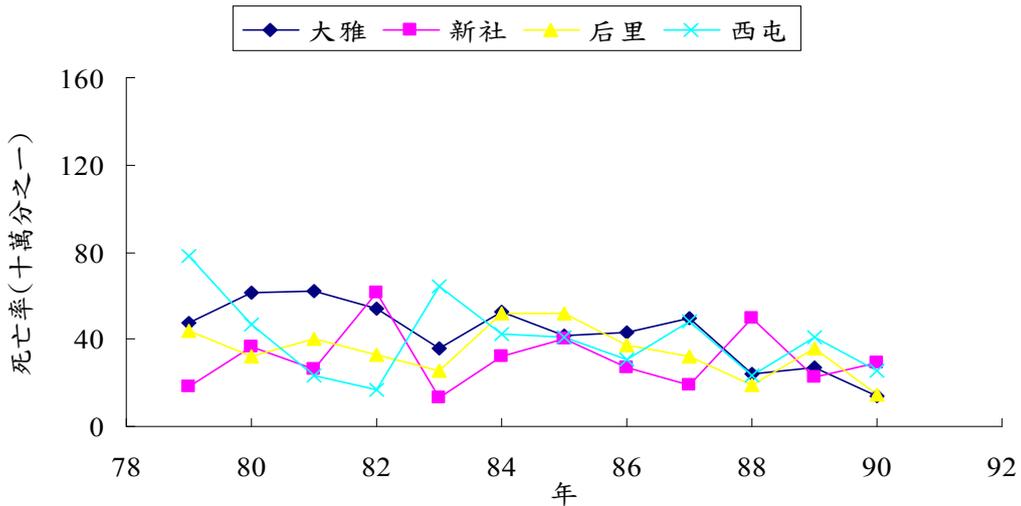


圖七、中科附近鄉鎮 79~90 年男女性淋巴及造血組織之惡性腫瘤年齡標準化死亡率趨勢圖

呼吸系統疾病 男性

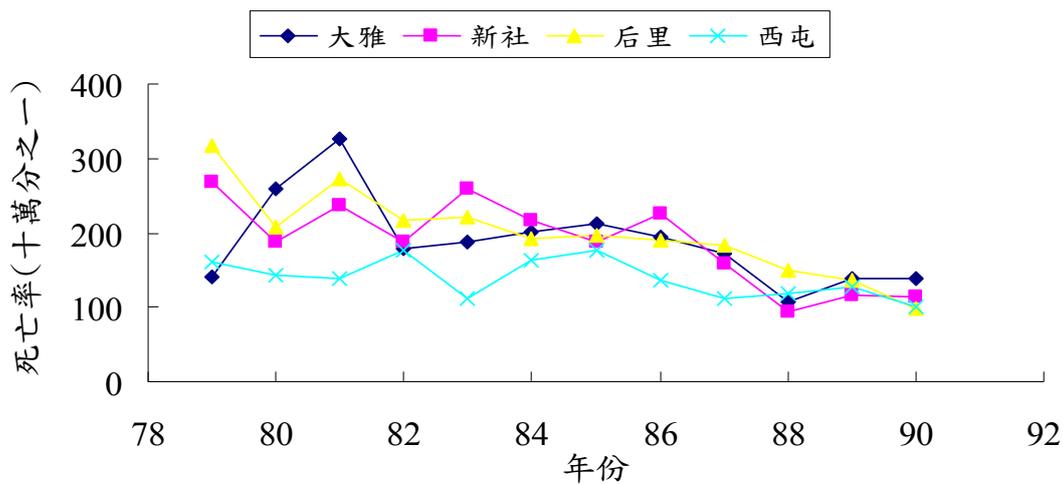


呼吸系統疾病 女性

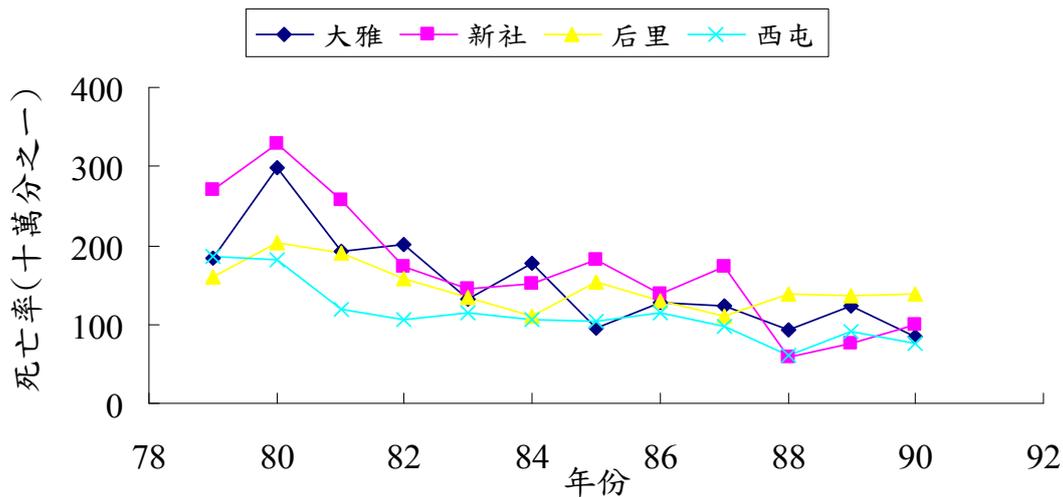


圖八、中科附近鄉鎮 79~90 年男女性呼吸系統死因年齡標準化死亡率趨勢圖

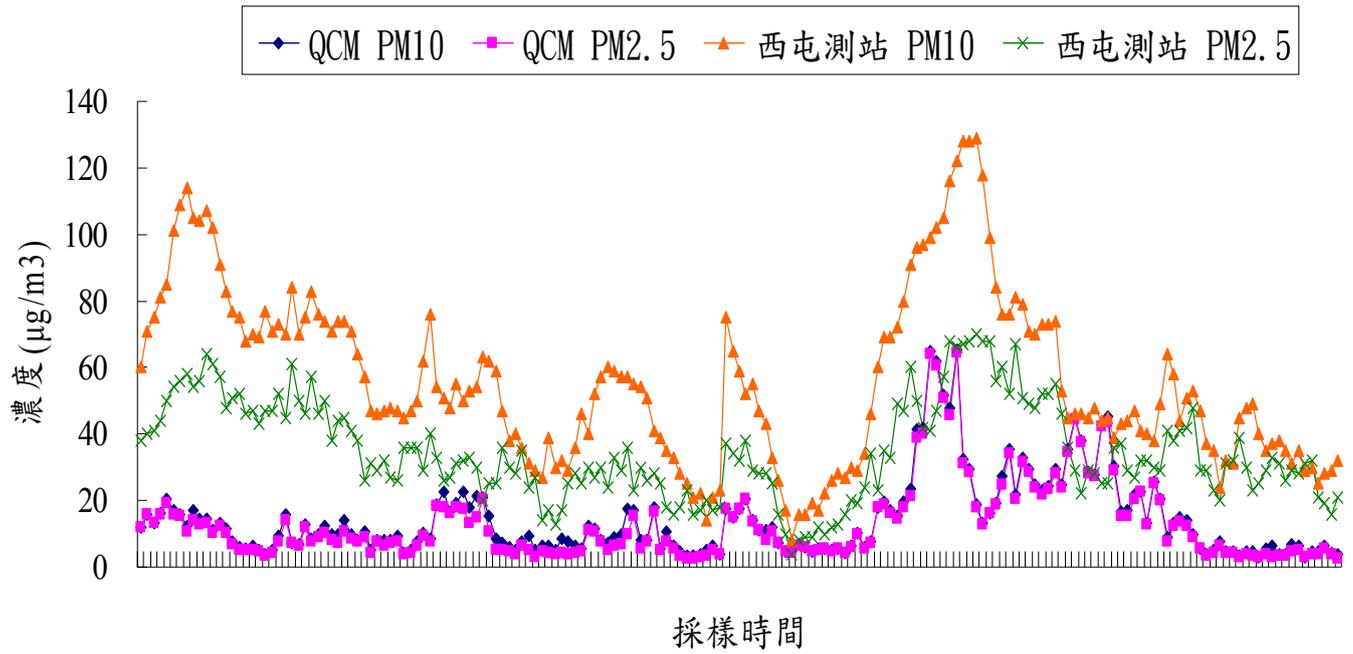
心臟血管疾病 男性



心臟血管疾病 女性



圖九、中科附近鄉鎮 79~90 年男女性心臟血管疾病死因年齡標準化死亡率趨勢圖



圖十、96年中科附近採樣家戶 QCM 採集資料與相對應採樣時間之監測站濃度分佈圖

註：每小時一筆



附件一：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

1. 姓名：_____，電話_____，身分證字號_____
2. 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
3. 身高_____公分，體重_____公斤
4. 生日：民國_____年_____月_____日
5. 現居地址：_____縣_____區鄉_____村_____街路_____段_____巷_____弄_____號_____樓
_____市_____（市鎮）_____（里）_____鄰
6. 家中成員：家中同住（包括您）共_____人
7. 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
8. 婚姻狀況：(1) 未婚 (2) 已婚 (3) 離婚 (4) 喪偶 (5) 同居
9. 請問您目前是否有工作（包括臨時性工作）？(0) 否【跳答第 11 題】 (1) 有【續答第 9-1 題】

9-1. 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 (g) 其他_____

9-2. 請問您的工作是否會接觸到化學物質？（例如：農藥、苯、黏著劑、油漆）

(0) 否

(1) 有，請寫出化學物質名稱_____

9-3. 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 11 題】 (1) 有【續答第 9-4 題】

9-4. 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）

9-5. 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）

9-6. 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

10. 您在工作場所中是否有暴露到二手菸？(0) 否 (1) 是

11. 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 11-1 題】 (1) 吸菸【跳答第 11-2 題】

11-1. 您以前是否有吸菸習慣？

(0) 從來沒有【跳答第 12 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 11-2 題】

11-2. 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_____

11-3. 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）

11-4. 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）

11-5. 您現在（或戒菸以前）平均一天抽多少？_____根菸

12. 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 12-1 題】 (1) 喝【跳答第 12-2 題】

12-1. 以前喝不喝？(0) 從來不喝【跳答第 13 題】
 (1) 以前常喝，現在已經戒掉；幾歲完全戒酒？_____ 歲【續答第 12-2 題】

12-2. 您大約幾歲才開始有喝酒的習慣？_____ 歲

12-3. 您通常喝到什麼程度？(1) 淺酌（不醉） (2) 微醺（半醉） (3) 常喝醉

12-4. 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_____

13. 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 13-1 題】 (1) 嚼【跳答第 13-2 題】

13-1. 以前嚼不嚼？(0) 從來不嚼【跳答第 14 題】
 (1) 以前常嚼，現在已戒掉；幾歲開始完全戒掉？_____ 歲【續答第 13-2 題】

13-2. 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

13-3. 您現在或戒掉前平均一天吃多少檳榔？約_____ 顆/天

14. 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 15 題】
 (1) 1~2 次 (2) 3 次以上 (3) 其他，請說明_____

14-1. 請問您平均每次運動約持續多久時間？_____ 分鐘/次

14-2. 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_____

15. 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 |
| _____ | _____ | _____ | _____ | _____ | _____ |

16. 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

參、飲食情況調查

17. 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

18. 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"/> |

19. 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

一、咳嗽

20. 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

21. 您通常一天咳嗽4次以上或一週4天以上嗎？(0) 否 (1) 是

22. 您早上起床後是否經常會咳嗽呢？(0) 否 (1) 是

23. 您白天其他時間或者晚上是否也經常會咳嗽？(0) 否 (1) 是

▼上述20~23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26題回答。

24. 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

25. 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

26. 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28題】 (1) 是

27. 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

28. 您早上起床或清晨第一件事經常是咳痰嗎？(0) 否 (1) 是

29. 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

30. 通常您咳出來的痰顏色為（如果您經常咳痰的話）？【若第 26 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 (26~30 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 33 題作答。

31. 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

32. 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

33. 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 35 題】 (1) 是

34. 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

35. 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】除了感冒外，有時會發生嗎？(0) 沒有 (1) 有

【3】大多數的白天或晚上(0) 沒有 (1) 有

▼ 上述【1】、【2】、或【3】任一題答「有」者，接答第 36 題，皆答「沒有」者跳至第 38 題

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

37. 請問您過去這一年有發生像上面形容的喘鳴嗎？(0) 無 (1) 有

38. 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 43 題】 (1) 有【續答第 39 題】

< 請翻面接第 6 頁 >

五、呼吸短促

39. 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
40. 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
41. 您曾經因為這些症狀而接受服藥或治療嗎? (0) 沒有 (1) 有
42. 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

43. 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 44 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 49 題】

44. 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 49 題】 (1) 有【續答第 45 題】 (3) 不適用【跳答第 49 題】

45. 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

46. 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

47. 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

48. 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

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

50. 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

51. 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 54 題】 (1) 是【續答第 52 題】

52. 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

53. 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

54. 請問您過去是否有經由醫師診斷下列慢性疾病？

- (0) 無 (1) 肺炎 (包括支氣管炎) (2) 氣喘 (3) 心臟病
(4) 高血壓 (5) 糖尿病 (6) 癲癇 (7) 其他, _____

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

八、就醫情況

56. 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

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

九、纖維肌痛症之頻率

| 徵狀 \ 頻率 | 從不 | 很少 (1天/月) | 偶而 (1~2天/週) | 經常 (>3天/週) |
|-----------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 58. 是否經常感到疲倦？ | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 59. 是否感到睡眠失調受到干擾？ | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 60. 是否覺得早晨甦醒困難？ | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 61. 是否感到身體到處都在疼痛？ | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 62. 是否有腹瀉或便秘的情形？ | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 63. 是否以嘴乾或是眼睛乾澀情形？ | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 64. 是否發生少尿或頻尿情形？ | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 65. 是否有月經疼痛的情形？(男性免填) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 66. 是否有手腳冰冷情形？ | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

伍、居家環境調查

一、房屋及居住型態

67. 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_____

68. 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_____

69. 您目前居住房屋是否鄰近大馬路？(0) 否 (1) 是

70. 目前居住房屋大約屋齡(建築至今)大約為_____年

71. 目前居住房屋大約面積_____坪 (建坪)，共有_____房_____廳

72. 請問您的家中是否有鋪設地毯？(0) 否 (1) 是

73. 請問您的家中是否有使用空氣清淨機？(0) 否 (1) 是

74. 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>

二、居家環境

75. 請問您的家人是否有吸菸的習慣（可複選）？

(0) 否【跳答第 77 題】

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

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

77. 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

78. 平時家中有使用蚊香（包括電蚊香）的習慣嗎？(0) 無 (1) 有

79. 家中是否經常噴灑殺蟲劑？

(0) 否

(1) 是；大約多久使用一次？_____天

80. 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

81. 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_____

82. 請問您是否有經常在客廳以瓦斯泡茶組泡茶的習慣？

(0) 無 (1) 很少(1天/月) (2) 偶爾(1~2天/週) (3) 經常(>3天/週)

83. 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_____

84. 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"/> |

※為了您的健康，請問您是否願意讓我們擇期到府上執行空氣採樣（將採樣設備放置在客廳、廚房、陽台等地方靜置 24 小時，採樣人員不會在待在家戶中），以便做進一步的了解？ 願意 不願意

【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！】

附件二：學童呼吸道症狀及疾病調查問卷

臺中科學園區附近學童健康問卷調查表

小朋友：

您好!謝謝你填寫這份問卷!這是一份有關學童健康及肺部狀況的調查表，請你以打勾(✓)的方式選出真正適合自己的情形，仔細並完整的填答，如果有問題，請隨時舉手發問。謝謝合作!!

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

1. 姓名：_____，班級座號：_____年_____班_____號，電話：_____
2. 性別：(1) 男 (2) 女，身高_____公分，體重_____公斤
3. 生日：民國_____年_____月_____日
4. 現居地址：_____市_____區_____鄉_____村_____街_____路_____段_____巷_____弄_____號_____樓
5. 家中成員：家中同住共_____人
6. 父親教育程度：(1) 國小以下 (2) 國中 (3) 高中職 (4) 專科 (5) 大學
(6) 研究所以上 (7) 其他，請說明_____
7. 母親教育程度：(1) 國小以下 (2) 國中 (3) 高中職 (4) 專科 (5) 大學
(6) 研究所以上 (7) 其他，請說明_____
8. 你是否為單親家庭：(1) 不是 (2) 是

貳、個人健康行為

9. 請問你平常有沒有吸菸的習慣？(每天至少抽過一根菸才算)
(0) 從未吸菸【跳答 10 題】 (1) 吸菸【續答 9-1】
- 9-1. 你是從幾歲開始吸菸？_____歲，到現在(或到戒菸時)你一共吸了幾年的菸？_____年
- 9-2. 你現在(或還沒戒菸時)平均一天抽多少？_____根菸
10. 最近 1 個月，你平均每星期上幾堂體育課？_____堂
11. 最近 3 個月放學之後，你平均每星期從事戶外運動的次數：_____【如果 0 次，跳答第 12 題】
- 11-1. 請問你放學後的運動每次平均約持續多久時間？_____分鐘/次
- 11-2. 請問你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_____
12. 請問你在星期一至星期五平均每天在室外的時間_____小時/天(包括上下學的交通時間)
13. 請問你在週末放假的日子平均每天處於室外的時間_____小時/天

參、自覺症狀及既往病例

一、咳嗽

14. 你通常會咳嗽嗎(清喉嚨不算)? (0) 否 (1) 是
 15. 你通常咳嗽一天 4~6 次或一週 4 天或 4 天以上嗎? (0) 否 (1) 是
 16. 你早上起床後是否經常有咳嗽的現象呢? (0) 否 (1) 是
 17. 你白天其他時間或者晚上是否經常有咳嗽的現象? (0) 否 (1) 是
- 上述 14~17 題若有任一答案為「是」，請繼續回答下列問題，假如都答「不是」則跳至第 20 題回答

18. 像上面所形容的咳嗽，你是不是通常每天都有，而且一年中連續三個月以上？

(0) 不是 (1) 是

19. 你有這樣的咳嗽多少年？_____年

二、有關「痰」的情形

20. 你經常有痰從肺部咳出來嗎（吞下的痰要算）？(0) 不是【跳答 22 題】 (1) 是

21. 你經常在一天中有二次或二次以上，或一週內有四次或四次以上的咳痰嗎？

(0) 不是 (1) 是

22. 你早上起床或清晨第一件事經常是咳痰嗎？(0) 不是 (1) 是

23. 除了早上起床外你在白天或晚上休息時經常會咳痰嗎？(0) 不是 (1) 是

上述問題（20~23 題）有任一題答「是」者，則繼續回答下列問題，假如都答「不是」者，請跳到第 26 題作答。

24. 上面說的咳痰情形，你是否幾乎每天都有，且在一年間連續三個月以上嗎？

(0) 不是 (1) 是 (2) 不知道

25. 你有這樣的咳痰多少時間了？_____年_____月

三、咳嗽及吐痰症狀發生次數

26. 你是否有一段時期咳嗽及吐痰在一年中持續三個星期或更久的情形嗎？（如果你是通常就有咳嗽及吐痰的症狀者，那麼本問題是問你這兩症狀是否有增加的現象，在一年中超過三週以上）

(0) 不是【跳答 28 題】 (1) 是

27. 你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

28. 你的胸部有喘鳴或氣喘的聲音（噓噓聲，俗稱嗨龜）嗎？

【1】當你感冒時 (0) 沒有 (1) 有

【2】除了感冒外有時會發生 (0) 沒有 (1) 有

【3】大多數的白天或晚上 (0) 沒有 (1) 有

上述【1】、【2】、或【3】答「有」者，接答第 29 題，答「沒有」者跳至第 30 題

29. 你有這樣的喘鳴有多少年？_____年

30. 你曾經有過因喘鳴而引起呼吸短促的現象嗎？(0) 沒有【跳答 34 題】 (1) 有

31. 你第一次有這種喘鳴及呼吸短促的現象是在你幾歲的時候？_____歲

32. 你已經有二次或二次以上類似的症狀嗎？(0) 沒有 (1) 有

33. 你曾經因為這些症狀而必須服藥或治療嗎？(0) 沒有 (1) 有

五、呼吸短促

34. 你是否（除了心或肺的疾病之外）有任何情況會引起你無法走動嗎？

(0) 不是【續答第 35 題】

(1) 是（請詳述當時情況_____）【跳答第 40 題】

35. 在平地快速行走或爬上小山坡時，你有過呼吸短促的情形嗎？

(0) 沒有【跳答第 40 題】 (1) 有【續答第 36 題】

36. 當你和同年齡的人在平地行走時，你會因為呼吸短促而走得比較慢嗎？

(0) 不會 (1) 會

37. 以你自己的步伐在平地行走時，會因為呼吸短促而停下來休息嗎？(0) 不會 (1) 會

38. 當你在平地走大約 100 公尺（或數分鐘）後，是否就必須停下來休息呢？

(0) 不會 (1) 會

39. 你換衣服的時候是否會覺得呼吸短促或因為呼吸短促，而不能出外走動嗎？

(0) 不會 (1) 會

六、感冒及胸部疾病

40. 過去一年，你是否曾經感冒？(0) 沒有 (1) 有，有幾次：_____次

41. 你曾經因為感冒過而經常會影響到你的肺部，而使你感到不舒服？

（「經常」是指平均每二次感冒至少有一次會發生肺部症狀）

(0) 不是 (1) 是 (2) 不曾注意

42. 過去三年來，你是否因為肺部疾病而請假沒有上學，留在家療養或住院？

(0) 不是【跳答第 45 題】 (1) 是

43. 當你患有上述的肺部疾病時，是不是也有咳痰的現象？

(0) 不是 (1) 是 (2) 不曾注意

44. 過去三年來有多少次類似的肺部疾病，使你咳痰（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、過敏病篩檢

45. 你過去曾經有過呼吸困難且伴有咻咻聲嗎？(0) 沒有【跳答 49 題】 (1) 有

46. 你在過去 12 個月內有過呼吸困難且伴有咻咻聲嗎？(0) 沒有【跳答 49 題】 (1) 有

47. 在過去 12 個月內你在睡覺時平均每週有幾次是呼吸困難伴有咻咻聲而醒過來？

(0) 沒有 (1) 有，次數是：① 平均每周一或一次以上

② 平均每週多於一次

48. 在過去 12 個月內你是否曾經為呼吸困難伴有咻咻聲而嚴重到連說話都不能連著說呢？

(0) 沒有 (1) 有

49. 你以前有沒有經醫師診斷患有「氣喘病」？(0) 沒有 (1) 有

50. 在過去 12 月內你在運動時或運動後出現咻咻聲嗎？(0) 沒有 (1) 有

51. 在過去 12 月內你曾經在沒有發燒感冒的情況下而在晚上會乾咳得很厲害嗎？

(0) 沒有 (1) 有

52. 你的父母親是否曾經告訴你曾有氣喘病？

(0) 沒有

(1) 有， ①大約什麼時候開始_____歲

②最近一年內發作幾次？_____次

③最近一年內因為氣喘病而請假幾天？_____天

八、就醫情況

53. 過去半年中，請問你是否有就醫看病？(0) 無【跳答 54 題】 (1) 有_____次就醫

53-1. 請問您是否有住院？(0) 無 (1) 有，共住院幾天？_____天

肆、居家環境調查

一、房屋及居住型態

54. 請問你居住於現在這個地址有多久時間？_____年_____月
55. 你現在居住的房屋形式：(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_____
56. 你現在居住的房屋是否在大馬路旁邊？(0) 否 (1) 是
57. 請問你的家裡是否有鋪設地毯？(0) 否 (1) 是
58. 請問你的家中是否有使用空氣清淨機？(0) 否 (1) 是
59. 請問你平時在家中通常會使用何種通風方法？
夏天：(1) 開冷氣 (2) 冷氣加電扇 (3) 開電扇 (4) 開窗戶
(5) 開窗戶加電扇 (6) 關窗 (7) 其他，請說明_____
- 冬天：(1) 開暖氣 (2) 暖氣加電扇 (3) 開電扇 (4) 開窗戶
(5) 開窗戶加電扇 (6) 關窗 (7) 其他，請說明_____

二、污染源

60. 請問你的家人是否有吸菸的習慣？
(0) 沒有【跳答 63 題】
(1) 有，共_____人 (a) 父母親 (b) 祖父母 (c) 其他家人_____
61. 家人最常吸菸的場所？
(1) 客廳 (2) 臥室 (3) 陽台 (4) 廁所 (5) 皆有 (6) 其他_____
62. 平時家中是否有燒香拜拜的習慣？
(0) 沒有 (1) 有，偶而 (例如：逢年過節或初一、十五有燒香) (2) 有，每天燒香
63. 平時家中有使用蚊香 (包括電蚊香) 的習慣嗎？(0) 沒有 (1) 有
64. 請問你家裡是否有飼養寵物：
(0) 沒有 (1) 有，哪一種寵物 (可複選)？(a) 狗 (b) 貓 (c) 鳥 (d) 兔
(e) 老鼠 (f) 其他_____
65. 請問你的家人是否有經常用瓦斯泡茶組在客廳泡茶的習慣？
(0) 沒有 (1) 有，一週泡茶的次數大約：_____天/週
66. 請問你家中是否有發現「發霉長斑」的地方？
(1) 有，平常就有 (2) 有，連續數日陰雨才會發生 (3) 有，梅雨季節才会有
(4) 沒有 (5) 不知道
67. 請問你知道中部科學園區在你的學校附近嗎？
(0) 不知道
(1) 知道；①你覺得它是否有排放污染物？(0) 沒有 (1) 有 (2) 不知道
②你覺得此種污染物是否會影響你的健康？(0) 不會 (1) 會 (2) 不知道
68. 請問你覺得你住家附近環境是否有下列污染來源？請你依污染程度勾選在空格裡

| | 沒有 | 非常輕微 | 輕微 | 略嚴重 | 嚴重 | 非常嚴重 | 不知道 |
|-------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| a. 灰塵 | <input type="checkbox"/> |
| b. 黑煙 | <input type="checkbox"/> |
| c. 惡臭 | <input type="checkbox"/> |

【小朋友，問卷到此結束，請你檢查有沒有忘記填的地方喔！謝謝！】