

# 科技部補助專題研究計畫成果報告 期末報告

空氣污染對於呼吸道健康之性別差異:建立性別化預警及預測模式 (重點代號:L03)

計畫類別：個別型計畫  
計畫編號：MOST 107-2629-B-037-002-  
執行期間：107年08月01日至108年07月31日  
執行單位：高雄醫學大學公共衛生學系

計畫主持人：王姿乃  
共同主持人：林孟志、吳沼瀚  
計畫參與人員：碩士班研究生-兼任助理：林稚宜  
碩士班研究生-兼任助理：劉懿嫻  
碩士班研究生-兼任助理：許念慈

中華民國 108 年 10 月 22 日

中文摘要：工業發展使台灣經濟蓬勃發展，交通工具普及化，為生活增添便利性，同時卻也造成嚴重的空氣污染，空氣污染是氣喘重要的原因之一，氣道表現會因為男性與女性間氣道結構、免疫激素因素、環境暴露及社會行為等不同而影響臨床表現，在面對相同環境暴露的易感性也可能存在著性別差異，因此本研究在探討空氣污染對於呼吸道健康效應時把男女性分開進行分層分析，更能釐清空氣污染對於呼吸道健康之性別差異。

我們收集2014~2018年環保署空氣監測資料庫所收集PM2.5、PM10、NO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、O<sub>3</sub>等空氣污染物質料，並結合人口密度、道路型態、交通量、夜市和廟宇等可能產生空氣污染的具有地方特色的文化及產業資料，並建立土地利用迴歸模型。並且同時從2014/1/1至2018/11/30間共收錄809位醫生確診之氣喘患者的訪問問卷、血液檢驗及肺功能測量等資訊，排除不完整資料的患者，並篩選住家距離環境保護署設立之空氣品質監測站3公里內的個案，共納入415位氣喘患者進行分析。並以ArcGIS軟體來管理空氣監測數據、氣喘病人的空間分布，以土地利用迴歸模式推估不同年齡層男女性氣喘病人居住的空氣污染物濃度。

研究結果發現建立PM2.5、PM10、O<sub>3</sub>、NO、NO<sub>2</sub>和NO<sub>x</sub>之土地利用迴歸模型，其模型解釋力(r<sup>2</sup>)分別為87.7%、89.6%、81.9%、90.1%、93.2%和88.6%。納入分析之415位氣喘患者其中168名男性(40.5%)及247名女性(59.5%)。經調整相關干擾因子及口服及吸入型皮質類固醇是否使用後，由土地利用迴歸模型推估之季平均濃度，PM10每增加1 μg/m<sup>3</sup>，與FEV<sub>1</sub>、FVC、和FEV<sub>3</sub>呈現負相關，性別分層分析結果，發現PM10與女性肺功能也呈現負相關，迴歸係數(95%信賴區間)分別對FEV<sub>1</sub>為-0.002 (95% CI:-0.004, -0.000)、post\_FEV<sub>1</sub>pred為-0.071 (95% CI:-0.138, -0.003)、FVC為 -0.002 (95% CI:-0.004, -0.000)、和FEV<sub>3</sub> 為-0.002 (95% CI:-0.004, -0.000)；但PM10與男性肺功能則無顯著性相關。

結論：本研究使用土地利用迴歸模型對於預測高雄市PM2.5、PM10、O<sub>3</sub>、NO、NO<sub>2</sub>和NO<sub>x</sub>具空氣污染物有良好預測模式，模型解釋力(r<sup>2</sup>)皆達80%以上，研究發現性別分層分析中，PM2.5、PM10、NO、NO<sub>2</sub>和NO<sub>x</sub>與女性肺功能呈現負相關，與男性肺功能則無顯著性相關。研究結果顯示相較於男性，空氣污染物對女性具有顯著的潛在危險性。我們的結果將有助於了解環境變遷、空氣暴露等對民眾性別差異之健康影響：以性別平等與健康公平等主題討論，確保政府所主導的科學研究，能源政策均納入性別觀點，進而改善生活品質，達成公共衛生追求健康促進的目的。

中文關鍵詞：性別差異、空氣污染、氣喘、預警系統、預測模式、地理資訊系統

英文摘要：Industrial development and popularization of transportation bring the convenience of life and also cause air pollution. Gender differences in airway pathogenesis can be characterized as airway structure, immunological, environmental exposure and sociocultural determinants. Therefore, the effects of air pollutants on respiratory

health should be explored among different genders to clarify mechanisms in males and females. We will use data of air pollutants (NOX, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub>), temperature, humidity and rainfall from air monitoring stations of EPA of 2014~2018. We also recruited 809 doctor-diagnosed asthmatic patients from Chang-Gung Memorial Hospitals from 2014 to 2018. We analyzed 415 patients whose residential address was within 3 km from the air quality monitoring stations after excluding cases with missing data. We also apply Geographic Information System (GIS), land use regression model to explore the effects of air pollution on asthma health effect among genders.

The adjusted R<sup>2</sup> of developed LUR models of PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub>, O<sub>3</sub>, NO, NO<sub>2</sub> and NOX were 87.7%, 89.6%, 81.9%, 90.1%, 93.2% and 88.6%, respectively. The 415 asthma patients was 168 males (40.5%) and 247 females (59.5%). After adjusting for potential confounding factors, the use of inhaled corticosteroids history, and the use of oral corticosteroids history at patients' baseline, seasonal average concentrations of PM<sub>10</sub> as estimated by LUR model increased 1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , and a negative association was found in FEV<sub>1</sub>, FVC, and FEV<sub>3</sub>, with a negative association also being found for FEV<sub>1</sub> -0.002 (95% CI: -0.004, -0.000), post\_FEV<sub>1</sub>pred -0.071 (95% CI: -0.138, -0.003), FVC -0.002 (95% CI: -0.004, -0.000), and FEV<sub>3</sub> -0.002 (95% CI: -0.004, -0.000), respectively in females, however, but not in males.

In the present study, LUR models were useful to predict seasonal average concentrations of PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub>, O<sub>3</sub>, NO, NO<sub>2</sub> and NOX in Kaohsiung. All adjusted R<sup>2</sup> are larger than 80%. In gender-specific analysis, seasonal average concentrations of PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub>, NO, NO<sub>2</sub> and NOX were negatively associated with lung function in females, but not in males. This information will be helpful in promotion of public health and hygiene policy.

英文關鍵詞： air pollutant, lung function, inflammatory marker

## 科技部補助專題研究計畫成果報告

(期中進度報告/期末報告)

(計畫名稱)

空氣污染對於呼吸道健康之性別差異:建立性別化預警及預測模式

(重點代號:L03)

The gender difference of air pollution on respiratory health:  
establishing warning and predictive models among genders

計畫類別：個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：MOST 107-2629-B-037-002-

執行期間：107 年 8 月 1 日至 108 年 7 月 31 日

執行機構及系所：高雄醫學大學

計畫主持人：王姿乃

共同主持人：林孟志、吳沼漣

計畫參與人員：許念慈、劉懿嫻、林稚宜

本計畫除繳交成果報告外，另含下列出國報告，共 1 份：

執行國際合作與移地研究心得報告

出席國際學術會議心得報告

出國參訪及考察心得報告

中 華 民 國 108 年 10 月 15 日

## 中文摘要

工業發展使台灣經濟蓬勃發展，交通工具普及化，為生活增添便利性，同時卻也造成嚴重的空氣污染，空氣污染是氣喘重要的原因之一，氣道表現會因為男性與女性間氣道結構、免疫激素因素、環境暴露及社會行為等不同而影響臨床表現，在面對相同環境暴露的易感性也可能存在著性別差異，因此本研究在探討空氣污染對於呼吸道健康效應時把男女性分開進行分層分析，更能釐清空氣污染對於呼吸道健康之性別差異。

我們收集 2014~2018 年環保署空氣監測資料庫所測量 PM<sub>2.5</sub>、PM<sub>10</sub>、NO<sub>2</sub>、NO<sub>X</sub>、O<sub>3</sub> 等空氣污染物資料，並結合人口密度、道路型態、交通量、夜市和廟宇等可能產生空氣污染的具有地方特色的文化及產業資料，並建立土地利用迴歸模型。並且同時從 2014/1/1 至 2018/11/30 間共收錄 809 位醫生確診之氣喘患者的訪問問卷、血液檢驗及肺功能測量等資訊，排除不完整資料的患者，並篩選住家距離環境保護署設立之空氣品質監測站 3 公里內的個案，最後納入 415 位氣喘患者進行分析。並以 ArcGIS 軟體來管理空氣監測數據、氣喘病人的空間分布，以土地利用迴歸模式推估不同年齡層男女性氣喘病人居住的空氣污染物濃度，以及對其呼吸道健康效應。

研究結果發現建立PM<sub>2.5</sub>、PM<sub>10</sub>、O<sub>3</sub>、NO、NO<sub>2</sub>和NO<sub>X</sub>之土地利用迴歸模型，其模型解釋力(r<sup>2</sup>)分別為87.7%、89.6%、81.9%、90.1%、93.2%和88.6%。納入分析之415位氣喘患者其中168名男性(40.5%)及247名女性(59.5%)。經調整相關干擾因子及口服及吸入型皮質類固醇是否使用後，由土地利用迴歸模型推估之季平均濃度，PM<sub>10</sub>每增加1 μg/m<sup>3</sup>，與FEV<sub>1</sub>、FVC、和FEV<sub>3</sub>呈現負相關，性別分層分析結果，發現PM<sub>10</sub>與女性肺功能也呈現負相關，迴歸係數(95%信賴區間)分別對FEV<sub>1</sub>為-0.002 (95% CI:-0.004, -0.000)、post\_FEV1pred為-0.071 (95% CI:-0.138, -0.003)、FVC 為 -0.002 (95% CI:-0.004, -0.000)、和 FEV<sub>3</sub> 為 -0.002 (95% CI:-0.004, -0.000)；但PM<sub>10</sub>與男性肺功能則無顯著性相關。

**結論：**本研究使用土地利用迴歸模型對於預測高雄市PM<sub>2.5</sub>、PM<sub>10</sub>、O<sub>3</sub>、NO、NO<sub>2</sub>和NO<sub>X</sub>具空氣污染物為良好預測模式，模型解釋力(r<sup>2</sup>)皆達80%以上，研究發現性別分層分析中，PM<sub>2.5</sub>、PM<sub>10</sub>、NO、NO<sub>2</sub>和NO<sub>X</sub>與女性肺功能呈現負相關，與男性肺功能則無顯著性相關。研究結果顯示相較於男性，空氣污染物對女性具有顯著的潛在危險性。

我們的結果將有助於了解環境變遷、生活型態、空氣暴露等對民眾性別差異之健康影響，落實性別平等政策綱領之「健康、醫療與照顧篇」：以性別平等與健康公平等主題討論，確保政府所主導的科學研究、能源政策、減碳與氣候調適與交通規劃設計中，均納入性別觀點，進而改善生活品質，達成公共衛生追求健康促進的目的。

性別差異、空氣汙染、氣喘、預警系統、預測模式、地理資訊系統

Industrial development and popularization of transportation bring the convenience of life and also cause air pollution. Gender differences in airway pathogenesis can be characterized as airway structure, immunological, environmental exposure and sociocultural determinants. Therefore, the effects of air pollutants on respiratory health should be explored among different genders to clarify mechanisms in males and females.

We will use data of air pollutants (NO<sub>x</sub>, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub>), temperature, humidity and rainfall from air monitoring stations of EPA of 2014~2018. We also recruited 809 doctor-diagnosed asthmatic patients from Chang-Gung Memorial Hospitals from 2014 to 2018. We analyzed 415 patients whose residential address was within 3 km from the air quality monitoring stations after excluding cases with missing data. We also apply geographic Information System (GIS), land use regression model to explore the effects of air pollution on asthma health effect among genders.

The adjusted R<sup>2</sup> of developed LUR models of PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub>, O<sub>3</sub>, NO, NO<sub>2</sub> and NO<sub>x</sub> were 87.7%、89.6%、81.9%、90.1%、93.2% and 88.6%, respectively. The 415 asthma patients was 168 males (40.5%) and 247 females (59.5%). After adjusting for potential confounding factors, the use of inhaled corticosteroids history, and the use of oral corticosteroids history at patients' baseline, seasonal average concentrations of PM<sub>10</sub> as estimated by LUR model increased 1 μg/m<sup>3</sup>, and a negative association was found in FEV<sub>1</sub>, FVC, and FEV<sub>3</sub>, with a negative association also being found for FEV<sub>1</sub> -0.002 (95% CI: -0.004,-0.000), post\_FEV1pred -0.071 (95% CI: -0.138,-0.003), FVC -0.002 (95% CI: -0.004,-0.000), and FEV<sub>3</sub> -0.002 (95% CI:-0.004,-0.000), respectively in females, however, but not in males.

In the present study, LUR models were useful to predict seasonal average concentrations of PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub>, O<sub>3</sub>, NO, NO<sub>2</sub> and NO<sub>x</sub> in Kaohsiung. All adjusted R<sup>2</sup> are larger than 80%. In gender-specific analysis, seasonal average concentrations of PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub>, NO, NO<sub>2</sub> and NO<sub>x</sub> were negatively associated with lung function in females, but not in males. These information will be helpful in promotion of public health and hygiene policy among genders.

**Key words:** air pollutant, lung function, inflammatory marker

## 1.前言

工業發展使台灣經濟蓬勃發展，交通工具普及化，為生活增添便利性，同時卻也造成嚴重的空氣污染，影響健康，國際癌症研究中心(International Agency for Research on Cancer, IARC)也在 2013 年將室外空氣污染歸類為第一級致癌物，代表對人類致癌，因此空氣污染防制對於健康、環境而言是重要且不能忽視的。氣道表現會因為男性與女性間氣道結構、免疫激素因素、環境暴露及社會行為等不同而影響臨床表現，在面對相同環境暴露的易感性也可能存在著性別差異[1]，我們分析衛福部統計處 95 年-105 年資料統計發現，男女性氣喘門急診就診率以及氣喘住院率，女性都是逐年上升，而男性氣喘門急診就診率以及氣喘住院率則有逐年下降的趨勢，並且差異性逐年加大的趨勢。因此在探討空氣污染對於呼吸道健康效應時應把男女性分開討論，更能釐清空氣污染對於呼吸道健康之性別差異。

國際上已有研究發現，空氣污染物對於男女性健康的確具有顯著的差異的影響，而高雄醫學大學位於高度空氣污染地區，對於守護民眾健康更是責無旁貸。因此本研究建立性別化預測模型做為空氣污染防制的重要基礎，並以性別主流化進行分析以提升民眾健康，進而改善生活品質，達成公共衛生追求的健康促進。

## 國內外文獻

乾淨的空氣是人類健康及生存的基本需求，然而，目前全球正面臨著空氣污染對人類健康造成的嚴重危害。空氣污染較廣泛的定義為：「存在大氣中且能夠直接或間接傷害到人類健康與財產的物質，而這些物質排放進大氣中則稱為空氣污染。根據世界衛生組織於 2006 年對全球疾病負擔的調查，每年有超過兩百萬名過早死亡的原因為室內及室外的空氣污染，其中超過半數人口發生在開發中國家。國際癌症研究中心(International Agency for Research on Cancer, IARC)也在 2013 年將室外空氣污染歸類為第一級致癌物，代表對人類致癌，因此空氣污染防制對於健康、環境而言是重要且不能忽視的。成人氣喘病患者，尤其是婦女或是老年人對於空氣污染暴露有更為強烈的影響性[2]。氣道表現會因為男性與女性間氣道結構、免疫激素因素、環境暴露及社會行為等不同而影響臨床表現，在面對相同環境暴露的易感性也可能存在著性別差異[1]，但對男女性影響其發現仍然不一致，因此在探討空氣污染對於呼吸道健康效應時應把男女性分開討論，更能釐清空氣污染對於呼吸道健康之性別差異。

根據世界衛生組的最新估計，2012 年有 1200 萬人口因位處空氣、水與土壤污染的環境中生活或工作而發病死亡；空氣污染會在氣道造成氧化損傷導致發炎、重塑與增加致敏風險[3]。美國一出生世代研究，追蹤 736 位足月嬰兒至 6 歲探討產前暴露 PM<sub>2.5</sub> 與氣喘的相關性，以分佈滯後模型(distributed lag models)分析發現妊娠 16-25 週暴露 PM<sub>2.5</sub> 會與兒童氣喘相關，進一步分析 PM<sub>2.5</sub> 暴露與性別有交互作用，只

在男童中有相關[4]。Faustini 等人以時間分層的病例交叉研究(case-crossover analysis)分析 10 個義大利城市 PM<sub>10</sub> 與呼吸道死亡之相關性，結果發現 PM<sub>10</sub> 對於呼吸系統死亡的影響高於對所有自然原因死亡的影響，且女性及患有慢性病的人更容易受 PM<sub>10</sub> 的影響[5]。Xu 等人於北京分析 10 間醫院呼吸道急診的病人並結合北京空氣監測站 PM<sub>2.5</sub> 的監測數據，發現女性在暴露於 PM<sub>2.5</sub> 後呼吸道急診的風險較高，且在 lag2、lag0-3 與 lag0-5 性別有顯著差異[6]。Nuvolone 等人分析義大利中部年齡介於 8-97 歲共 2062 位民眾，以居住主要道路距離<100 公尺、100-250 公尺、250-800 公尺歸納成三組探討交通相關空氣污染與呼吸道健康之相關性，結果顯示哮喘、COPD 與呼吸道阻塞對於男性風險較高，女性則是對於氣喘、呼吸困難與皮下測試敏感有較高風險[7]。Shima 等則是在 1993 年的在日本進行研究，針對學童家戶的室內外 NO<sub>2</sub> 濃度和呼吸道影響的盛行率的關聯，NO<sub>2</sub> 濃度每增加 18.8μg/m<sup>3</sup>，女孩哮喘的危險性增加 1.90 (1.30-2.83)倍、氣喘增加 1.63 (1.06-2.54)倍，顯示女孩子是容易受到污染物影響的族群。由上述研究發現，空氣污染物對於男女性呼吸道健康的確具有顯著的差異，並且不同性別的差異又會受到不同地區、年齡、族群及慢性疾病所影響，由於國內空氣污染問題嚴重，特別是屬於重工業城市的高雄市，因此評估不同性別因空氣污染物所引起氣喘病人急診、住院及肺功能傷害，強化不同地區及性別化呼吸道健康差異需求，進行性別分析及不同性別之空氣污染之預測模式有迫切需求。

### 土地利用迴歸模式的應用

土地利用迴歸模式(Land-use Regression Models, LUR model)是一種模擬城市尺度大氣污染物濃度空間分異的通用模型，以道路型態、交通量、海拔、土地覆蓋等地理變項預測個人居家污染物濃度的多變量迴歸模式[8]，分析這些因素對大氣污染物濃度空間分佈的影響。由於土地利用變化格局具有空間複雜的空間關聯特性，因此利用羅吉斯迴歸 (logistic regression)、空間自相關迴歸(auto-logistic regression)與類神經網路(neural networks, ANN) 等方法來瞭解土地的利用與相關因子之間的關係並偵測土地利用的變化。

受限於測站密度與交通源空間分布，傳統補差法如克利金法(Kriging)、反距離加權法(inverse distance weighted, IDW)、離散模型與暴露指標法等，無法解決小規模變化的空氣污染，此外一般模式以距離定義類別暴露，容易造成暴露錯誤分組(misclassification)的可能性，因此發展出土地利用迴歸模式(Land-use Regression Models, LUR model)[9]。土地利用迴歸模式是從一歐洲空氣污染世代研究—ESCAPE (European Study of Cohorts for Air Pollution Effects) 中發展用於估計 36 個歐洲區域的 NO<sub>x</sub>、NO<sub>2</sub> 及 20 個歐洲區域的 PM<sub>10</sub> 與 PM<sub>2.5</sub> 的標準化模式[10,11]，也可應用在預測臭氧及微粒數目濃度(particle number concentration, PNC)[12]。本研究將利用土地利用迴歸模式(Land-use Regression Models, LUR model)、克利金法(Kriging)、反距離加權法(inverse distance weighted, IDW)三種方法進行性別化之分析比較。



## 2. 材料與方法

### 2.1 研究人群

從2014年1月1日至2018年11月30日從高雄市長庚紀念醫院胸腔科招募了809名哮喘患者。參與者年齡 $\geq 20$ 歲且患有經醫生診斷的氣喘病人。

收集了自我報告的問卷，靜脈血樣本和肺功能測試。問卷內容包括年齡，性別，家庭住址，身高，體重，體重指數（BMI），受教育程度，家庭平均每月收入，吸煙狀況，飲酒，檳榔咀嚼狀況，運動，家庭環境過敏原以及職業史。血液中的發炎標誌物包括總血清 IgE 和 WBC，由嗜酸性粒細胞，嗜中性粒細胞，嗜鹼性粒細胞，單核細胞和淋巴細胞的百分比組成。肺功能測試（PFT）在1秒和3秒內測量 FEV1 和 FEV3、FVC、FEV1 / FVC 比值，PEF，MMEF25-75%，MEF25%，MEF50%，MEF75%，包括原始值和百分比預測值，預測值根據年齡，性別，種族，身高和體重針對每個受試者進行調整。

### 2.2 空氣污染測量數據

2014年1月至2018年11月間，從台灣環境保護署（EPA）的12個監測站收集在高雄市 PM2.5, PM10, O3, NO, NO2 和 NOX 的空氣污染測量值，包括九個總站，兩個交通站和一個背景車站分佈。將 PM2.5, PM10, O3, NO, NO2 和 NOX 的月平均濃度計算為季節性平均濃度，其中冬季（12月，1月，2月），春季（3月，4月，5月），夏季（6月，7月，8月），秋季（9月，10月，11月）。我們以 IDW 和 kriging 方法從12個監測站獲得的空氣污染濃度內插到高雄市的整個區域，並建立 LUR 模型來預測 PM2.5、PM10、O3、NO、NO2 和 NOX 的季節性濃度。氣喘患者的家庭住址轉換經緯度的坐標，並估計參與者家中的 PM2.5, PM10, O3, NO, NO2 和 NOX 的季節性濃度。

### 2.3 人口密度、道路型態、交通量、夜市和廟宇資料來源

夜市資料來源為台灣觀光局所統計的高雄地區40個觀光夜市。廟宇的資料蒐集來源為台灣內政部所統計高雄地區台灣廟宇資訊1164個。根據內政部戶政司所統計資料計算年底人口數，以及行政院中華民國統計資訊網的土地面積（平方公里），以各鄉（鎮、市、區）為分層，在道路型態的部分，依照功能分為：高速公路、快速公路、主要公路、集匯公路。高雄地區因公車及捷運等大眾運輸工具並不密集，主要還是以汽機車作為移動時使用的工具，因此也將行政院環境保護署統計的機動車輛數目資料納入分析。

### 2.4 土地利用迴歸模式(LUR 模型)、克里金(Kriging) 及反距離權重 (IDW)

土地利用迴歸模式估計性別化之空氣污染暴露量，分別以 NO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、PM<sub>2.5</sub>、PM<sub>10</sub>、O<sub>3</sub> 的年平均排放量進行線性迴歸模型的建構，以人口密度、道路型態、交通量、夜市和廟宇作為預測變項(如下)，首先針對每個污染物的預測變項進行單變量迴歸分析，選擇 R<sup>2</sup> 最高的作為預測變項，接著逐一加入預測變項直到該迴歸模型達到最佳的調整後 R<sup>2</sup>，在預測變項部分會考慮(a)增加後 R<sup>2</sup>>1% (b)方向性如預期 (c)其他預測變項的方向性沒有改

變 (d)膨脹係數小於 3;最後使用留一交叉驗證法(leave one-out cross validation; LOOCV)進行模式驗證，得到最佳調整後  $R^2$  調整後  $R^2$  與方均根差(Root mean square error, RMSE)的迴歸模式。反距離權重 (IDW): IDW 插值權重越大，越接近採樣點，並且隨著距離而減小。克里金(Kriging): 克里格插值法不僅考慮距測量點的距離，而且還考慮測量點的整體空間佈置。

## 2.5 統計分析

使用獨立的 t 檢定和卡方檢定來比較性別，人口學，家庭環境因子，職業病史，與發炎標誌物和肺功能的相關性。並使用線性迴歸模型來探討以土地利用迴歸模式 (LUR 模型) 克里金(Kriging) 及反距離權重 (IDW) 所估計之空氣汙染值與健康效應的相關。在調整年齡，體重指數，教育水平，收入，曾經吸煙史，吸入皮質類固醇的使用史以及口服皮質類固醇的使用史等干擾因子之後，分別分析男性與女性氣喘患者的 PM<sub>2.5</sub>，PM<sub>10</sub>，O<sub>3</sub>，NO，NO<sub>2</sub> 和 NO<sub>x</sub> 暴露與肺功能和炎症標誌物之間的相關係數和 95%的信賴區間 (95%CI)，所有分析均使用 ArcGIS (ArcMap, version 10.5; ESRI Inc., Redlands, CA, USA) and SAS software (version 9.4; SAS Institute Inc.) 進行。

## 3. 結果與討論

### 空氣汙染的描述性分析

本研究我們計算了 2014 年至 2018 年高雄市台灣 EPA 12 個監測站的空氣汙染，NO，NO<sub>2</sub>，NO<sub>x</sub>，O<sub>3</sub>，PM<sub>10</sub> 和 PM<sub>2.5</sub> 的季節性平均濃度。我們發現了平均濃度除 O<sub>3</sub> 以外，NO，NO<sub>2</sub>，NO<sub>x</sub>，PM<sub>10</sub> 和 PM<sub>2.5</sub> 的季節性平均濃度 r 皆以冬季的最高含量最高，除了 O<sub>3</sub> 以外是在秋季最高。各種預測空氣汙染物濃度的土地迴歸模式之影響因子分布圖如 Figure 1。

### 土地利用迴歸模式 (LUR) 建立

結果發現在 PM<sub>2.5</sub> 的 LUR 模型中，只有 CO，O<sub>3</sub> 和 SO<sub>2</sub> 的季節平均濃度，以及冬季和濕度為影響因子，調整後的 R<sup>2</sup> 為 0.877。PM<sub>10</sub> 的 LUR 模型的預測因子，調整後的 R<sup>2</sup> 為 0.896，包括冬季均空氣汙染濃度，相對濕度，不同圓形緩衝區內的道路和河流網絡以及電廠與空氣質量監測之間的距離站點。O<sub>3</sub> 的 LUR 模型的預測變量是夏、秋季與冬季，空氣汙染和相對濕度的季節平均濃度，道路和河流網絡以及不同圓形緩衝區中特定於文化的地標數量，調整後的 R<sup>2</sup> 為 0.819。在 NO 的 LUR 模型中，調整後 R<sup>2</sup> 為 0.901，NO<sub>2</sub> 季節濃度的預測因子是季節性平均濃度，道路和河流網絡，特定文化的地標數量，不同圓形緩衝區中的機場以及發電量降低的時間等預測變量。NO<sub>2</sub> 模型的調整後的 R<sup>2</sup> 為 0.932，預測變量包括季節，季節平均空氣汙染濃度，高度，道路和河流支流，在不同的圓形緩衝區內特定文化地標的數量，及高速公路的長度。NO<sub>x</sub> 的 LUR 模型的調整後 R<sup>2</sup> 為 0.886，包括季節平均空氣汙染濃度，R 道路和河流網絡，不同圓形緩衝區中特定文化地標的數量以及機場與空氣之間的距離質量監控站點。

## 研究樣本人口學

2014年1月至2018年11月我們招募了經醫生診斷的809例哮喘患者。排除年齡，性別或家庭住址資料缺失，及自我報告的癌症或結核病的病例，我們分析了415例患者其居住地址在距空氣質量監測站3公里之內 (Figure 2)，及585名患者居住在距空氣質量監測站5公里之內。

表 2-1, 2-2 顯示了研究人群的人口學特徵。415 名哮喘患者的平均年齡為 53.2 歲，其中 168 例男性 (40.5%) 和 247 例女性 (59.5%)。男性的平均 BMI 為 25.9 kg / m<sup>2</sup>，女性的平均 BMI 為 25.5 kg / m<sup>2</sup>，無統計學意義。男性吸煙者，飲酒者以及檳榔的使用百分比，遠高於女性。肺功能指標，例如 FEV<sub>1</sub> 值，FVC 值，FEV<sub>3</sub> 值，PEF 值，MMEF<sub>25-75%</sub> 值，MEF<sub>25%</sub> 值，MEF<sub>25%</sub> 預測值 (%)，MEF<sub>50%</sub> 值，MEF<sub>75%</sub> 值，在男性中顯著較高。

## 性別化分析-季節性平均空氣污染物暴露與肺功能和發炎指標的關係

本研究中按性別進行分層分析，空氣污染物濃度是利用 LUR 模型，以及 IDW 和克里格插值來估算，以探討季節性平均空氣污染物與氣喘病人肺功能 (表 3~表 8) 和發炎指標的關係 (表 9~表 14)，在調整年齡，體重指數，教育水平，收入水平，曾經吸煙史，使用吸入類固醇激素史以及使用口服皮質類固醇激素等干擾因子後來進行線性迴歸分析。

經調整相關干擾因子及口服及吸入型皮質類固醇是否使用後，由土地利用迴歸模型推估之季平均濃度，PM<sub>10</sub>每增加1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，與FEV<sub>1</sub>、FVC、和FEV<sub>3</sub>呈現負相關，性別分層分析結果，發現PM<sub>10</sub>與女性肺功能也呈現負相關，迴歸係數(95%信賴區間)分別對FEV<sub>1</sub>為-0.002 (95% CI:-0.004, -0.000)、post\_FEV<sub>1</sub>pred為-0.071 (95% CI:-0.138, -0.003)、FVC為 -0.002 (95% CI:-0.004, -0.000)、和FEV<sub>3</sub> 為-0.002 (95% CI:-0.004, -0.000)；但PM<sub>10</sub>與男性肺功能則無顯著性相關。LUR模型估計的季節性平均PM<sub>2.5</sub>暴露增加1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 與女性FEV<sub>1</sub>，FEV<sub>1</sub> / FVC，MMEF<sub>25-75%</sub>和預測的MEF<sub>50%</sub>的降低顯著相關。LUR模型估計的季節性平均NO<sub>x</sub>暴露增加1 ppb與女性的MEF<sub>50%</sub>降低，預測的MEF<sub>50%</sub>，MEF<sub>75%</sub>和預測的MEF<sub>75%</sub>降低顯著相關，並且與預測的FEV<sub>1</sub>百分比顯著相關 (表3~表8)。

淋巴細胞和嗜鹼性粒細胞的百分比與季節性平均 NO 暴露量增加 1 ppb 有關，並且在男性中發現負相關，而在女性中則沒有 (表 12)。中性粒細胞與男性空氣污染 NO<sub>2</sub> 暴露的季節性平均值相關，估計值為 0.265 (95%CI: 0.0316 至 0.499) (表 13)。

## 4. 討論與結論

本研究使用空氣污染的季節性平均濃度來建立高雄市的 LUR 模型，並估計參與者住所地址的個人空氣污染暴露量。針對 NO，NO<sub>2</sub>，NO<sub>x</sub>，O<sub>3</sub>，PM<sub>10</sub> 和 PM<sub>2.5</sub> 建立的 LUR 模型的判定係數(R<sup>2</sup>)均高於 80%。PM<sub>2.5</sub> 最終模型中的預測變量僅包括季節和空氣污染物，但不包括任何環境因素。其中季節是更重要的解釋性的因素。由於高雄市的位置在夏季位於西南季風的迎風面，風向影響空氣中的污染物吹散程度[13]。冬季，東北季風的背風側導致大氣擴散條件惡化[14]。此外我們應用 IDW 和克里金法來計算空間插值，發現與肺功能和炎症標誌物相關的 NO，NO<sub>2</sub>，NO<sub>x</sub>，O<sub>3</sub>，PM<sub>10</sub> 和 PM<sub>2.5</sub> 的季節性平均濃度有不一致的發現，特別在男女性別化分層分析，在男女的發現有顯著不同。

## 性別化分析-空氣污染，肺功能和炎症標誌物之間的關聯

在針對性別的分析中，我們發現女性的PM10、PM2.5和NO2的季節性平均濃度與肺功能呈負相關，然而在男性則沒有顯著發現。NO的季節平均濃度升高與淋巴細胞和嗜鹼性粒細胞減少有關，並且在男性中也觀察到這種關聯。在我們的研究中，發現女性的NOX暴露與肺功能負相關，而男性的NOX暴露與FEV1，FEV3，PEF和PEF百分比預測正相關。季節性平均PM10和PM2.5濃度的增加與白血球細胞的增加有關，季節性平均NO和O3濃度的增加與女性嗜酸性粒細胞的增加有關。男性嗜中性粒細胞與NO，NO2，NOX，PM10和PM2.5的季節性平均濃度呈正相關。

氣喘依發炎細胞型態可分嗜伊紅性氣喘(eosinophilic asthma, type 2 asthma) 及非嗜伊紅性氣喘(Non-eosinophilic asthma, type 2-low asthma)[19,20]，嗜伊紅性與嗜中性白血球過高皆被認為與氣喘有關，並且可能有不同的致病機轉[21,22]。嗜伊紅性氣喘主要被認為與T<sub>H</sub>2免疫反應及IL-4, IL-5及IL-13作用有關[19]，過去研究指出血液嗜伊紅性白血球過高與氣喘惡化有關[23-25]，嗜伊紅性白血球高於400或300 cells/mm<sup>3</sup>時皆可發現發作頻率及嚴重度較高[24,25]。目前已知不論是長期暴露或是短期暴露於懸浮微粒(PM<sub>2.5</sub>、PM<sub>10</sub>)、氮氧化物、臭氧等空氣污染物對於成人與小孩都會造成氣道發炎、氣道過度反應、氧化壓力進而導致氣喘發作頻率增加、氣喘控制不佳、肺功能降低等，但對於空氣污染物對於氣喘的機轉尚未釐清[26-31]。

過去台灣的一項研究發現，交通相關的空氣污染(PM2.5, PM10, NOX和NO2)的長期影響與發炎標記之間存在正相關[15]。暴露於NO2可能會加重過敏性哮喘患者的嗜中性粒細胞炎症[16]，PM10的濃度與白血球細胞計數有關[17]。過去研究分析10個義大利城市PM<sub>10</sub>與呼吸道死亡之相關性，結果發現PM<sub>10</sub>對於呼吸系統死亡的影響高於對所有自然原因死亡的影響，且女性及患有慢性病的人更容易受PM<sub>10</sub>的影響[5]。Xu等人於北京分析10間醫院呼吸道急診的病人並結合北京空氣監測站PM<sub>2.5</sub>的監測數據，發現女性在暴露於PM<sub>2.5</sub>後呼吸道急診的風險較高[6]。過去研究已發現，PM2.5與PM10的增加與成年人和女性的FEV1減少有關，與成年人FVC的減少有關。

在我們的研究中，我們也發現暴露於PM10與成人以及女性的FEV1和FVC降低有關，並且在女性中也發現PM2.5暴露與FEV1之間的關聯。學者的研究發現可能影響氣道炎症和血管平滑肌功能的性激素可能是哮喘中性別差異的原因[32]。先前的研究亦指出，女性的肺部沉積顆粒比男性要大，這可能是女性更易患呼吸系統疾病的原因[33,34]。性別差異的另一個原因是女性在做飯，打掃灰塵和進行家庭清潔時可能會受到病毒感染、氮氧化物暴露，家庭環境刺激性物質和空氣過敏原的影響。Kreutzer等發現女性比男性更容易受到化學物質的侵害[18]。雖然，在空氣污染中的性別影響尚不清楚，需要進一步的研究。

進行性別分析及不同性別之空氣污染預測模式有重要性，未來可針對不同地區不同性別之呼吸道健康狀況宣導及政策擬定，增加性別化空氣污染風險意識及擬定促進呼吸道健康策略及改善措施。

## 優點和限制

我們的研究限制包括有：我們僅收集高雄市收集了 LUR 模型的預測數據，參加本研究的參與者均為高雄市的居民。此外，高雄市的特點是重工業和石化工業，這與台灣其他城市不同。儘管我們的結果不能推廣到其他城市，但我們很好地開發了高雄市的本地 LUR 模型，並具有很好的解釋力。其次，尚無法獲得 LUR 發展的其他預測數據，例如暴露於噪聲，揮發性有機化合物 (VOC)，街道和車輛排放物。儘管沒有車輛污染物排放量，但我們在收集了車輛數。儘管缺少這些預測數據，但 LUR 模型的 R2 仍超過 80%。第三，我們使用居住地址來估計個人暴露，但沒有考慮工作中的暴露。

我們的研究有幾個優點如下：首先，我們對空氣污染暴露進行性別分層分析與肺功能和炎症標記具有相關，並且發現對於氣喘高易感性族群暴露於空氣污染物之後，不同性別之間具有明顯的健康效應，特別是女性患者對空氣污染物如 PM10、PM2.5 和 NO2 更加敏感。第二，我們使用季節平均空氣污染濃度建立了 LUR 模型，更能提高預測的解釋力。第三，我們利用具地方特色數據作為建立 LUR 模型的預測指標，包括廟宇與夜市等。第四，本研究使用三種方法，包括 LUR，IDW 和 Kriging 來估計空氣污染濃度，分析上更加的完整，也能增加研究結果的可信度。

Table 1. The developed land use regression models in Kaohsiung city from 2014-2018.

Dependent	Variables	$\beta$	SE	Partial R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>	p-value	VIF	Adj. R <sup>2</sup>	AIC	
PM <sub>2.5</sub>	Intercept	2.719	7.750			0.726				
	CO	26.526	2.672	0.611	0.611	<0.001	2.369			
	Winter	15.447	0.848	0.111	0.721	<0.001	1.936	0.877	672.78	
	O <sub>3</sub>	0.719	0.043	0.150	0.872	<0.001	1.138			
	SO <sub>2</sub>	0.608	0.183	0.006	0.878	0.001	1.217			
	Relative Humidity	-0.195	0.093	0.002	0.880	0.038	1.547			
Intercept	41.489	13.222			0.002					
NO <sub>2</sub>	1.672	0.114	0.635	0.635	<0.001	2.695				
PM <sub>10</sub>	O <sub>3</sub>	1.163	0.076	0.066	0.788	<0.001	1.245			
	Total areas of river in 1250m buffer (km <sup>2</sup> )	-23.428	2.710	0.067	0.855	<0.001	1.435			
	Winter	18.746	1.546	0.021	0.877	<0.001	2.258	0.896	935.96	
	Total lengths of highway in 1500m buffer (km)	0.672	0.194	0.016	0.893	<0.001	2.683			
	Relative Humidity	-0.580	0.156	0.005	0.897	<0.001	1.535			
	Hsinta power plant	-0.196	0.069	0.002	0.899	0.005	1.809			
	Total lengths of freeway ramp in 1250m buffer (km)	0.868	0.470	0.001	0.900	0.066	1.631			
	Intercept	58.504	5.341			<0.001				
Summer	-8.005	0.621	0.401	0.401	<0.001	2.258				
NO	-1.131	0.140	0.299	0.700	<0.001	1.898				
O <sub>3</sub>	Autumn	4.940	0.560	0.059	0.760	<0.001	1.834			
	Total areas of river in 1000m buffer (km <sup>2</sup> )	19.831	3.239	0.022	0.782	<0.001	1.733	0.819	499.44	
	Total lengths of highway in 250m buffer (km)	-2.106	0.677	0.016	0.798	0.002	2.210			
	Relative Humidity	-0.339	0.073	0.010	0.808	<0.001	2.076			
	Winter	-2.432	0.577	0.011	0.819	<0.001	1.945			
	Numbers of night market in 1500m buffer	-0.269	0.123	0.005	0.824	0.030	1.853			
	Numbers of retail market in 500m buffer	-0.670	0.393	0.002	0.826	0.089	2.005			

Dependent	Variables	$\beta$	SE	Partial R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>	p-value	VIF	Adj. R <sup>2</sup>	AIC
NO	Intercept	2.249	0.202			<0.001			
	NO <sub>x</sub>	0.172	0.005	0.757	0.757	<0.001	1.369		
	O <sub>3</sub>	-0.078	0.006	0.114	0.871	<0.001	1.201		
	Numbers of motorcycle emission inspection station in 250m buffer	-0.337	0.067	0.012	0.883	<0.001	1.977		
	Times of derated capacity of electricity generation	-0.006	0.001	0.007	0.889	<0.001	1.060	0.901	-272.39
	Numbers of night market in 1250m buffer	0.153	0.051	0.005	0.895	0.003	2.384		
	An airport in 2000m buffer	0.497	0.140	0.005	0.900	<0.001	1.156		
	Total lengths of freeway ramp in 2000m buffer (km)	0.048	0.016	0.002	0.902	0.003	1.320		
Total areas of river in 2000m buffer (km <sup>2</sup> )	0.128	0.061	0.002	0.904	0.037	1.468			
NO <sub>2</sub>	Intercept	6.740	0.622			<0.001			
	Winter	7.526	0.265	0.418	0.418	<0.001	1.126		
	SO <sub>2</sub>	0.977	0.117	0.275	0.694	<0.001	2.959		
	Total lengths of highway in 2000m buffer (km)	0.436	0.026	0.108	0.802	<0.001	1.382		
	Summer	-5.405	0.274	0.093	0.895	<0.001	1.202	0.932	256.46
	Elevation	-0.078	0.013	0.017	0.913	<0.001	1.793		
	Numbers of retail market in 500m buffer	1.107	0.184	0.012	0.924	<0.001	1.202		
	Total areas of tributary in 1000m buffer (km <sup>2</sup> )	3.163	0.556	0.009	0.933	<0.001	2.568		
Total areas of river in 1250m buffer (km <sup>2</sup> )	1.064	0.617	0.001	0.934	0.086	1.261			
NO <sub>x</sub>	Intercept	29.057	1.156			<0.001			
	Winter	8.830	0.427	0.412	0.412	<0.001	1.153		
	Average NDVI in 2000m buffer	-3612.032	268.296	0.266	0.678	<0.001	1.953		
	Summer	-6.025	0.422	0.098	0.777	<0.001	1.125		
	Numbers of port in 2000m buffer	-3.522	0.361	0.072	0.848	<0.001	1.347	0.886	479.70
	Total areas of tributary in 2000m buffer (km <sup>2</sup> )	1.026	0.141	0.025	0.874	<0.001	1.476		
	Total areas of river in 500m buffer (km <sup>2</sup> )	-34.789	8.823	0.006	0.880	<0.001	1.141		
	Numbers of night market in 1750m buffer	0.423	0.109	0.005	0.885	<0.001	1.695		
Total lengths of tributary in 1750m buffer (km)	0.180	0.058	0.005	0.890	0.002	1.246			

Table 2-1. Demographic characteristics in asthma patients

Variable	All (n=415)	Male (n=168)	Female (n=247)	p-value
Age (years, Mean±SD)	53.2±14.4	52.2±15.7	53.8±13.3	0.279
Education level, N (%)				0.033
Elementary school or less	77 (18.6%)	21 (12.5%)	56 (22.8%)	
Junior high school or equivalent	55 (13.3%)	21 (12.5%)	34 (13.8%)	
Senior high school or equivalent	117 (28.3%)	47 (28.0%)	70 (28.5%)	
College	50 (12.1%)	21 (12.5%)	29 (11.8%)	
University degree and above	115 (27.8%)	58 (34.5%)	57 (23.2%)	
Smoking, N (%)				<0.001
Never	335 (80.9%)	104 (62.3%)	231 (93.5%)	
Former and Current	79 (19.1%)	63 (37.7%)	16 (6.5%)	
Alcohol consumption, N (%)				<0.001
Never	380 (91.6%)	140 (83.3%)	240 (97.2%)	
Former and Current	35 (8.4%)	28 (16.7%)	7 (2.8%)	
<b>Home environment characteristics</b>				
Pet exposure, N (%)	113 (27.2%)	45 (26.8%)	68 (27.5%)	0.867
Cockroach exposure, N (%)	262 (63.1%)	105 (62.5%)	157 (63.6%)	0.826
Use of air conditioner in summer, N (%)	366 (88.4%)	147 (88.0%)	219 (88.7%)	0.842



Table 2-2. Lung function in asthma patients

Variable	All (n=415)	Male (n=168)	Female (n=247)	p-value
<b>Lung Function Markers</b>				
FEV <sub>1</sub> (L)	2.4±0.8	2.9±0.8	2.0±0.6	<0.001
FEV <sub>1</sub> (% predicted)	90.8±16.7	89.1±15.5	92.0±17.4	0.085
FVC (L)	3.0±0.9	3.7±0.8	2.5±0.6	<0.001
FVC (% predicted)	94.4±15.8	92.1±14.3	96.0±16.6	0.014
FEV <sub>1</sub> /FVC (L)	79.1±8.4	77.7±8.8	80.0±8.0	0.007
FEV <sub>3</sub> (L)	2.9±0.9	3.5±0.8	2.4±0.6	<0.001

Table 3. Association between gender-specific lung function and air pollution – PM2\_5

Sex	Dependent	PM2_5 (1 ug/m3)		
		LUR	IDW	Kriging
Female	post_FEV1 (L)	<b>-0.006 (-0.011,-0.000)</b>	<b>-0.006 (-0.011,-0.001)</b>	<b>-0.006 (-0.011,-0.001)</b>
	post_FEV1p (%)	-0.203 (-0.428, 0.022)	-0.199 (-0.410, 0.011)	-0.203 (-0.414, 0.009)
	post_FVC (L)	-0.004 (-0.011, 0.002)	-0.005 (-0.011, 0.001)	-0.005 (-0.011, 0.001)
	post_FVCp (%)	-0.092 (-0.308, 0.123)	-0.104 (-0.305, 0.098)	-0.106 (-0.308, 0.097)
	post_FEV1/FVC	-0.091 (-0.189, 0.006)	-0.088 (-0.179, 0.004)	-0.089 (-0.181, 0.003)
	post_FEV3 (L)	-0.004 (-0.010, 0.002)	-0.005 (-0.010, 0.001)	-0.005 (-0.011, 0.001)
	post_MMFF_7525 (L)	<b>-0.014 (-0.027,-0.001)</b>	<b>-0.013 (-0.025,-0.001)</b>	<b>-0.013 (-0.026,-0.001)</b>
	post_MMFF_7525p (%)	-0.273 (-0.584, 0.038)	-0.245 (-0.537, 0.046)	-0.255 (-0.548, 0.038)
	post_MMFF_25 (L)	-0.003 (-0.007, 0.001)	-0.003 (-0.007, 0.001)	-0.003 (-0.007, 0.001)
	post_MMFF_25_p (%)	-0.269 (-0.593, 0.055)	-0.238 (-0.542, 0.066)	-0.248 (-0.553, 0.058)
	post_MMFF_75 (L)	-0.009 (-0.026, 0.009)	-0.009 (-0.025, 0.007)	-0.009 (-0.026, 0.007)
post_MMFF_75_p (%)	-0.187 (-0.520, 0.147)	-0.183 (-0.495, 0.129)	-0.186 (-0.500, 0.128)	
Male	post_FEV1 (L)	0.003 (-0.005, 0.012)	0.004 (-0.004, 0.013)	0.004 (-0.004, 0.012)
	post_FEV1p (%)	0.116 (-0.125, 0.358)	0.155 (-0.073, 0.383)	0.150 (-0.080, 0.379)
	post_FVC (L)	0.006 (-0.004, 0.016)	0.007 (-0.002, 0.016)	0.007 (-0.002, 0.016)
	post_FVCp (%)	-0.006 (-0.230, 0.219)	0.049 (-0.163, 0.261)	0.043 (-0.170, 0.257)
	post_FEV1/FVC	-0.031 (-0.164, 0.102)	-0.026 (-0.151, 0.100)	-0.030 (-0.156, 0.095)
	post_FEV3 (L)	0.007 (-0.003, 0.018)	0.009 (-0.001, 0.019)	0.009 (-0.002, 0.019)
	post_MMFF_7525 (L)	0.001 (-0.014, 0.017)	0.004 (-0.011, 0.018)	0.003 (-0.012, 0.018)
	post_MMFF_7525p (%)	0.090 (-0.322, 0.502)	0.167 (-0.222, 0.555)	0.152 (-0.239, 0.543)
	post_MMFF_25 (L)	-0.002 (-0.010, 0.005)	-0.001 (-0.008, 0.006)	-0.001 (-0.008, 0.006)
	post_MMFF_25_p (%)	-0.071 (-0.506, 0.364)	0.029 (-0.381, 0.440)	0.010 (-0.403, 0.423)
	post_MMFF_75 (L)	0.014 (-0.018, 0.046)	0.019 (-0.011, 0.049)	0.017 (-0.013, 0.047)
post_MMFF_75_p (%)	0.176 (-0.269, 0.621)	0.263 (-0.156, 0.681)	0.243 (-0.179, 0.665)	

Adjusted age, body mass index, education level, income level, ever smoking history, the use of inhaled corticosteroids history, and the use of oral corticosteroids.

Table 4. Association between gender-specific lung function and air pollution – **PM10**

Sex	Dependent	PM10 (1 ug/m3)		
		LUR	IDW	Kriging
Female	post_FEV1 (L)	<b>-0.002 (-0.004,-0.000)</b>	<b>-0.004 (-0.007,-0.001)</b>	<b>-0.004 (-0.006,-0.001)</b>
	post_FEV1p (%)	<b>-0.071 (-0.138,-0.003)</b>	<b>-0.139 (-0.251,-0.027)</b>	<b>-0.132 (-0.241,-0.023)</b>
	post_FVC (L)	<b>-0.002 (-0.004,-0.000)</b>	<b>-0.003 (-0.006,-0.000)</b>	-0.003 (-0.006, 0.000)
	post_FVCp (%)	-0.058 (-0.123, 0.006)	-0.079 (-0.186, 0.029)	-0.075 (-0.180, 0.030)
	post_FEV1/FVC	-0.016 (-0.046, 0.013)	<b>-0.056 (-0.104,-0.007)</b>	<b>-0.054 (-0.101,-0.007)</b>
	post_FEV3 (L)	<b>-0.002 (-0.004,-0.000)</b>	<b>-0.003 (-0.006,-0.000)</b>	<b>-0.003 (-0.006,-0.000)</b>
	post_MMFF_7525 (L)	-0.002 (-0.006, 0.002)	<b>-0.008 (-0.014,-0.001)</b>	<b>-0.007 (-0.014,-0.001)</b>
	post_MMFF_7525p (%)	-0.046 (-0.140, 0.048)	<b>-0.177 (-0.332,-0.022)</b>	<b>-0.168 (-0.319,-0.017)</b>
	post_MMFF_25 (L)	-0.001 (-0.002, 0.001)	-0.002 (-0.004, 0.000)	-0.002 (-0.004, 0.000)
	post_MMFF_25_p (%)	-0.043 (-0.141, 0.055)	<b>-0.175 (-0.337,-0.013)</b>	<b>-0.166 (-0.323,-0.009)</b>
	post_MMFF_75 (L)	-0.001 (-0.006, 0.004)	-0.006 (-0.015, 0.003)	-0.006 (-0.014, 0.002)
post_MMFF_75_p (%)	-0.029 (-0.130, 0.071)	-0.118 (-0.285, 0.048)	-0.118 (-0.280, 0.044)	
Male	post_FEV1 (L)	-0.001 (-0.003, 0.002)	0.001 (-0.003, 0.006)	0.001 (-0.003, 0.005)
	post_FEV1p (%)	0.005 (-0.068, 0.078)	0.065 (-0.053, 0.184)	0.063 (-0.052, 0.179)
	post_FVC (L)	-0.001 (-0.004, 0.002)	0.003 (-0.002, 0.008)	0.003 (-0.002, 0.007)
	post_FVCp (%)	-0.006 (-0.074, 0.061)	0.024 (-0.086, 0.134)	0.022 (-0.086, 0.129)
	post_FEV1/FVC	-0.000 (-0.040, 0.039)	-0.022 (-0.087, 0.043)	-0.021 (-0.085, 0.042)
	post_FEV3 (L)	-0.001 (-0.004, 0.002)	0.003 (-0.002, 0.008)	0.003 (-0.002, 0.008)
	post_MMFF_7525 (L)	0.000 (-0.004, 0.005)	0.000 (-0.007, 0.008)	0.000 (-0.007, 0.007)
	post_MMFF_7525p (%)	0.009 (-0.114, 0.132)	0.044 (-0.157, 0.245)	0.040 (-0.157, 0.236)
	post_MMFF_25 (L)	-0.000 (-0.002, 0.002)	-0.001 (-0.005, 0.002)	-0.001 (-0.005, 0.002)
	post_MMFF_25_p (%)	-0.010 (-0.140, 0.119)	-0.030 (-0.242, 0.182)	-0.033 (-0.240, 0.174)
	post_MMFF_75 (L)	0.003 (-0.007, 0.012)	0.006 (-0.010, 0.021)	0.006 (-0.010, 0.021)
post_MMFF_75_p (%)	0.045 (-0.088, 0.177)	0.087 (-0.130, 0.304)	0.091 (-0.121, 0.303)	

Adjusted age, body mass index, education level, income level, ever smoking history, the use of inhaled corticosteroids history, and the use of oral corticosteroids.

Table 5. Association between gender-specific lung function and air pollution – O3

Sex	Dependent	O3 (1 ppb)		
		LUR	IDW	Kriging
Female	post_FEV1 (L)	0.002 (-0.001, 0.004)	-0.000 (-0.011, 0.010)	-0.000 (-0.011, 0.011)
	post_FEV1p (%)	0.083 (-0.018, 0.184)	0.046 (-0.377, 0.470)	0.114 (-0.335, 0.563)
	post_FVC (L)	0.002 (-0.001, 0.005)	0.001 (-0.011, 0.013)	0.001 (-0.012, 0.014)
	post_FVCp (%)	0.084 (-0.012, 0.180)	-0.062 (-0.464, 0.341)	0.011 (-0.417, 0.439)
	post_FEV1/FVC	0.009 (-0.035, 0.053)	0.006 (-0.177, 0.190)	0.015 (-0.179, 0.210)
	post_FEV3 (L)	0.002 (-0.001, 0.005)	0.004 (-0.007, 0.015)	0.004 (-0.008, 0.016)
	post_MMFF_7525 (L)	0.001 (-0.005, 0.007)	-0.005 (-0.030, 0.019)	-0.006 (-0.032, 0.020)
	post_MMFF_7525p (%)	0.057 (-0.083, 0.197)	0.253 (-0.331, 0.837)	0.271 (-0.350, 0.891)
	post_MMFF_25 (L)	0.001 (-0.001, 0.003)	0.003 (-0.005, 0.012)	0.004 (-0.005, 0.012)
	post_MMFF_25_p (%)	0.061 (-0.085, 0.207)	0.282 (-0.326, 0.890)	0.287 (-0.359, 0.933)
	post_MMFF_75 (L)	0.001 (-0.007, 0.009)	0.011 (-0.022, 0.044)	0.015 (-0.019, 0.050)
post_MMFF_75_p (%)	0.025 (-0.125, 0.175)	0.182 (-0.442, 0.806)	0.273 (-0.389, 0.936)	
Male	post_FEV1 (L)	0.003 (-0.002, 0.007)	0.007 (-0.008, 0.022)	0.007 (-0.009, 0.022)
	post_FEV1p (%)	0.034 (-0.080, 0.149)	0.034 (-0.383, 0.450)	0.016 (-0.412, 0.445)
	post_FVC (L)	0.004 (-0.001, 0.008)	0.010 (-0.007, 0.027)	0.009 (-0.008, 0.027)
	post_FVCp (%)	0.016 (-0.090, 0.122)	0.119 (-0.267, 0.504)	0.091 (-0.306, 0.488)
	post_FEV1/FVC	-0.002 (-0.064, 0.060)	-0.061 (-0.288, 0.165)	-0.067 (-0.300, 0.166)
	post_FEV3 (L)	0.005 (-0.000, 0.009)	0.013 (-0.005, 0.030)	0.012 (-0.006, 0.030)
	post_MMFF_7525 (L)	0.001 (-0.006, 0.008)	-0.001 (-0.028, 0.025)	-0.002 (-0.029, 0.025)
	post_MMFF_7525p (%)	0.042 (-0.151, 0.235)	-0.162 (-0.866, 0.543)	-0.201 (-0.925, 0.523)
	post_MMFF_25 (L)	0.001 (-0.003, 0.004)	0.001 (-0.012, 0.014)	0.001 (-0.013, 0.014)
	post_MMFF_25_p (%)	0.038 (-0.166, 0.241)	-0.180 (-0.923, 0.564)	-0.235 (-0.998, 0.529)
	post_MMFF_75 (L)	0.001 (-0.014, 0.016)	0.001 (-0.054, 0.055)	-0.009 (-0.065, 0.047)
post_MMFF_75_p (%)	-0.003 (-0.212, 0.206)	-0.066 (-0.828, 0.697)	-0.212 (-0.995, 0.571)	

Adjusted age, body mass index, education level, income level, ever smoking history, the use of inhaled corticosteroids history, and the use of oral corticosteroids.

Table 6. Association between gender-specific lung function and air pollution – NO

Sex	Dependent	NO (1 ppb)		
		LUR	IDW	Kriging
Female	post_FEV1 (L)	0.002 (-0.006, 0.010)	-0.024 (-0.062, 0.013)	-0.032 (-0.076, 0.012)
	post_FEV1p (%)	0.186 (-0.154, 0.525)	-0.636 (-2.169, 0.897)	-1.049 (-2.858, 0.761)
	post_FVC (L)	0.002 (-0.008, 0.012)	-0.020 (-0.063, 0.023)	-0.025 (-0.076, 0.026)
	post_FVCp (%)	0.064 (-0.260, 0.388)	-0.060 (-1.522, 1.402)	-0.330 (-2.058, 1.397)
	post_FEV1/FVC	0.047 (-0.101, 0.194)	-0.396 (-1.060, 0.268)	-0.558 (-1.342, 0.226)
	post_FEV3 (L)	0.001 (-0.008, 0.011)	-0.025 (-0.065, 0.015)	-0.030 (-0.077, 0.017)
	post_MMFF_7525 (L)	-0.003 (-0.023, 0.017)	-0.069 (-0.157, 0.020)	-0.088 (-0.192, 0.017)
	post_MMFF_7525p (%)	0.238 (-0.232, 0.709)	-1.879 (-3.989, 0.230)	-2.433 (-4.923, 0.056)
	post_MMFF_25 (L)	0.002 (-0.004, 0.009)	-0.029 (-0.058, 0.000)	-0.034 (-0.069, 0.000)
	post_MMFF_25_p (%)	0.143 (-0.348, 0.633)	-2.140 (-4.334, 0.053)	<b>-2.690 (-5.280,-0.100)</b>
	post_MMFF_75 (L)	0.018 (-0.008, 0.045)	-0.072 (-0.190, 0.047)	-0.109 (-0.249, 0.031)
post_MMFF_75_p (%)	0.363 (-0.137, 0.864)	-1.193 (-3.455, 1.070)	-1.948 (-4.615, 0.720)	
Male	post_FEV1 (L)	-0.004 (-0.017, 0.009)	0.031 (-0.031, 0.093)	0.013 (-0.056, 0.081)
	post_FEV1p (%)	-0.193 (-0.564, 0.178)	1.154 (-0.576, 2.885)	0.899 (-0.992, 2.789)
	post_FVC (L)	-0.001 (-0.016, 0.014)	0.049 (-0.022, 0.120)	0.027 (-0.050, 0.105)
	post_FVCp (%)	-0.287 (-0.629, 0.055)	-0.065 (-1.678, 1.547)	-0.328 (-2.084, 1.428)
	post_FEV1/FVC	-0.067 (-0.269, 0.134)	0.047 (-0.900, 0.994)	-0.042 (-1.076, 0.992)
	post_FEV3 (L)	-0.003 (-0.019, 0.012)	0.037 (-0.037, 0.110)	0.014 (-0.068, 0.095)
	post_MMFF_7525 (L)	0.003 (-0.021, 0.026)	0.043 (-0.067, 0.153)	0.031 (-0.089, 0.151)
	post_MMFF_7525p (%)	-0.023 (-0.650, 0.604)	1.781 (-1.146, 4.708)	1.600 (-1.602, 4.801)
	post_MMFF_25 (L)	0.002 (-0.010, 0.013)	-0.010 (-0.064, 0.044)	-0.020 (-0.079, 0.038)
	post_MMFF_25_p (%)	0.058 (-0.604, 0.719)	0.298 (-2.804, 3.401)	-0.019 (-3.407, 3.370)
	post_MMFF_75 (L)	-0.012 (-0.060, 0.037)	0.194 (-0.032, 0.420)	0.199 (-0.048, 0.446)
post_MMFF_75_p (%)	-0.282 (-0.959, 0.395)	2.547 (-0.607, 5.701)	2.750 (-0.695, 6.195)	

Adjusted age, body mass index, education level, income level, ever smoking history, the use of inhaled corticosteroids history, and the use of oral corticosteroids.

Table 7. Association between gender-specific lung function and air pollution – NO2

Sex	Dependent	NO2 (1 ppb)		
		LUR	IDW	Kriging
Female	post_FEV1 (L)	-0.007 (-0.014, 0.000)	-0.010 (-0.020, 0.000)	-0.010 (-0.020, 0.001)
	post_FEV1p (%)	-0.252 (-0.549, 0.045)	-0.320 (-0.746, 0.106)	-0.291 (-0.707, 0.125)
	post_FVC (L)	-0.006 (-0.014, 0.003)	-0.007 (-0.019, 0.005)	-0.007 (-0.019, 0.005)
	post_FVCp (%)	-0.168 (-0.452, 0.116)	-0.150 (-0.557, 0.257)	-0.144 (-0.541, 0.253)
	post_FEV1/FVC	-0.101 (-0.230, 0.028)	-0.163 (-0.347, 0.022)	-0.153 (-0.333, 0.026)
	post_FEV3 (L)	-0.006 (-0.014, 0.002)	-0.007 (-0.018, 0.004)	-0.006 (-0.017, 0.004)
	post_MMFF_7525 (L)	-0.010 (-0.028, 0.007)	<b>-0.027 (-0.051,-0.002)</b>	<b>-0.026 (-0.050,-0.002)</b>
	post_MMFF_7525p (%)	-0.270 (-0.682, 0.142)	-0.556 (-1.143, 0.032)	-0.524 (-1.097, 0.049)
	post_MMFF_25 (L)	-0.003 (-0.009, 0.002)	-0.007 (-0.015, 0.001)	-0.007 (-0.015, 0.001)
	post_MMFF_25_p (%)	-0.271 (-0.701, 0.158)	<b>-0.614 (-1.224,-0.003)</b>	<b>-0.598 (-1.194,-0.003)</b>
	post_MMFF_75 (L)	-0.003 (-0.026, 0.020)	-0.014 (-0.047, 0.019)	-0.012 (-0.044, 0.021)
post_MMFF_75_p (%)	-0.097 (-0.538, 0.344)	-0.268 (-0.899, 0.362)	-0.227 (-0.842, 0.388)	
Male	post_FEV1 (L)	0.004 (-0.007, 0.015)	0.009 (-0.007, 0.026)	0.008 (-0.008, 0.024)
	post_FEV1p (%)	0.126 (-0.183, 0.434)	0.309 (-0.157, 0.774)	0.265 (-0.188, 0.718)
	post_FVC (L)	0.003 (-0.009, 0.016)	0.017 (-0.002, 0.036)	0.015 (-0.003, 0.034)
	post_FVCp (%)	0.069 (-0.217, 0.356)	0.059 (-0.374, 0.493)	0.039 (-0.383, 0.460)
	post_FEV1/FVC	0.023 (-0.145, 0.190)	-0.061 (-0.316, 0.194)	-0.066 (-0.313, 0.181)
	post_FEV3 (L)	0.001 (-0.012, 0.014)	0.017 (-0.004, 0.037)	0.015 (-0.005, 0.034)
	post_MMFF_7525 (L)	0.008 (-0.012, 0.027)	0.007 (-0.023, 0.037)	0.006 (-0.023, 0.035)
	post_MMFF_7525p (%)	0.198 (-0.320, 0.717)	0.312 (-0.479, 1.102)	0.289 (-0.478, 1.056)
	post_MMFF_25 (L)	0.002 (-0.007, 0.012)	-0.004 (-0.018, 0.011)	-0.004 (-0.018, 0.010)
	post_MMFF_25_p (%)	0.088 (-0.461, 0.636)	-0.083 (-0.919, 0.752)	-0.075 (-0.885, 0.736)
	post_MMFF_75 (L)	0.021 (-0.019, 0.061)	0.040 (-0.021, 0.101)	0.038 (-0.021, 0.098)
post_MMFF_75_p (%)	0.271 (-0.289, 0.832)	0.518 (-0.334, 1.371)	0.500 (-0.327, 1.327)	

Adjusted age, body mass index, education level, income level, ever smoking history, the use of inhaled corticosteroids history, and the use of oral corticosteroids.

Table 8. Association between gender-specific lung function and air pollution – **NOx**

Sex	Dependent	Nox (1 ppb)		
		LUR	IDW	Kriging
Female	post_FEV1 (L)	-0.002 (-0.006, 0.002)	-0.008 (-0.016, 0.001)	-0.007 (-0.015, 0.001)
	post_FEV1p (%)	-0.129 (-0.298, 0.039)	-0.239 (-0.582, 0.104)	-0.215 (-0.548, 0.118)
	post_FVC (L)	-0.001 (-0.006, 0.004)	-0.006 (-0.015, 0.004)	-0.005 (-0.015, 0.004)
	post_FVCp (%)	-0.030 (-0.191, 0.131)	-0.100 (-0.427, 0.228)	-0.089 (-0.407, 0.229)
	post_FEV1/FVC	-0.063 (-0.136, 0.010)	-0.125 (-0.273, 0.023)	-0.119 (-0.263, 0.025)
	post_FEV3 (L)	-0.001 (-0.006, 0.003)	-0.006 (-0.014, 0.003)	-0.005 (-0.014, 0.003)
	post_MMFF_7525 (L)	-0.005 (-0.015, 0.004)	<b>-0.021 (-0.041,-0.001)</b>	<b>-0.020 (-0.040,-0.001)</b>
	post_MMFF_7525p (%)	-0.231 (-0.463, 0.001)	-0.454 (-0.926, 0.018)	-0.431 (-0.889, 0.027)
	post_MMFF_25 (L)	-0.003 (-0.006, 0.000)	-0.006 (-0.013, 0.001)	-0.006 (-0.012, 0.000)
	post_MMFF_25_p (%)	-0.196 (-0.439, 0.046)	<b>-0.504 (-0.995,-0.013)</b>	<b>-0.494 (-0.970,-0.018)</b>
	post_MMFF_75 (L)	<b>-0.013 (-0.026,-0.001)</b>	-0.012 (-0.039, 0.014)	-0.011 (-0.037, 0.015)
post_MMFF_75_p (%)	<b>-0.259 (-0.506,-0.011)</b>	-0.234 (-0.741, 0.273)	-0.201 (-0.694, 0.291)	
Male	post_FEV1 (L)	<b>0.007 (0.000, 0.014)</b>	0.008 (-0.006, 0.022)	0.006 (-0.007, 0.020)
	post_FEV1p (%)	<b>0.228 (0.039, 0.418)</b>	0.264 (-0.118, 0.645)	0.223 (-0.144, 0.590)
	post_FVC (L)	<b>0.008 (0.000, 0.016)</b>	0.014 (-0.002, 0.029)	0.012 (-0.003, 0.027)
	post_FVCp (%)	<b>0.180 (0.004, 0.357)</b>	0.037 (-0.319, 0.392)	0.021 (-0.321, 0.362)
	post_FEV1/FVC	0.026 (-0.079, 0.131)	-0.039 (-0.248, 0.170)	-0.042 (-0.243, 0.158)
	post_FEV3 (L)	<b>0.009 (0.000, 0.017)</b>	0.013 (-0.004, 0.029)	0.011 (-0.005, 0.027)
	post_MMFF_7525 (L)	0.003 (-0.009, 0.015)	0.007 (-0.018, 0.031)	0.006 (-0.017, 0.029)
	post_MMFF_7525p (%)	0.151 (-0.173, 0.476)	0.296 (-0.351, 0.944)	0.273 (-0.349, 0.894)
	post_MMFF_25 (L)	-0.001 (-0.007, 0.005)	-0.003 (-0.015, 0.009)	-0.003 (-0.014, 0.008)
	post_MMFF_25_p (%)	-0.001 (-0.344, 0.343)	-0.041 (-0.726, 0.644)	-0.031 (-0.688, 0.626)
	post_MMFF_75 (L)	0.020 (-0.005, 0.045)	0.036 (-0.014, 0.086)	0.034 (-0.014, 0.082)
post_MMFF_75_p (%)	0.298 (-0.051, 0.647)	0.473 (-0.225, 1.170)	0.447 (-0.223, 1.117)	

Adjusted age, body mass index, education level, income level, ever smoking history, the use of inhaled corticosteroids history, and the use of oral corticosteroids.

Table 9. Association between gender-specific Inflammatory Index and air pollution –**PM2\_5**

Sex	Dependent	PM2_5 (1 ug/m3)		
		LUR	IDW	Kriging
Female	IgE	0.203 (-2.842, 3.249)	-0.536 (-3.380, 2.308)	-0.459 (-3.318, 2.401)
	WBC	0.024 (-0.006, 0.055)	<b>0.030 (0.001, 0.059)</b>	<b>0.031 (0.003, 0.060)</b>
	Neutrophil	-0.025 (-0.169, 0.118)	-0.002 (-0.137, 0.133)	0.003 (-0.132, 0.138)
	Lymphocyte	-0.003 (-0.135, 0.128)	-0.025 (-0.148, 0.099)	-0.029 (-0.153, 0.095)
	Monocyte	0.003 (-0.056, 0.062)	-0.004 (-0.059, 0.052)	-0.003 (-0.059, 0.052)
	Eosinophil	0.016 (-0.021, 0.053)	0.014 (-0.021, 0.048)	0.013 (-0.022, 0.048)
	Basophil	0.002 (-0.002, 0.006)	0.001 (-0.003, 0.005)	0.001 (-0.003, 0.005)
Male	IgE	2.184 (-6.164, 10.532)	-0.226 (-8.078, 7.627)	-0.135 (-8.056, 7.786)
	WBC	0.007 (-0.028, 0.042)	-0.002 (-0.035, 0.031)	-0.002 (-0.035, 0.031)
	Neutrophil	<b>0.183 (0.001, 0.364)</b>	0.153 (-0.019, 0.324)	0.159 (-0.014, 0.332)
	Lymphocyte	-0.049 (-0.190, 0.093)	-0.035 (-0.169, 0.098)	-0.040 (-0.175, 0.094)
	Monocyte	-0.023 (-0.052, 0.005)	-0.019 (-0.046, 0.008)	-0.019 (-0.046, 0.009)
	Eosinophil	-0.040 (-0.102, 0.023)	-0.027 (-0.086, 0.032)	-0.030 (-0.089, 0.029)
	Basophil	-0.007 (-0.019, 0.005)	-0.004 (-0.015, 0.008)	-0.005 (-0.017, 0.007)

Adjusted age, body mass index, education level, income level, ever smoking history, the use of inhaled corticosteroids history, and the use of oral corticosteroids history.



Table 10. Association between gender-specific Inflammatory Index and air pollution – **PM10**

Sex	Dependent	PM10 (1 ug/m3)		
		LUR	IDW	Kriging
Female	IgE	0.461 (-0.438, 1.360)	-0.471 (-1.988, 1.046)	-0.423 (-1.899, 1.054)
	WBC	0.006 (-0.003, 0.015)	<b>0.017 (0.001, 0.032)</b>	<b>0.017 (0.002, 0.032)</b>
	Neutrophil	-0.012 (-0.053, 0.029)	0.014 (-0.057, 0.086)	0.010 (-0.060, 0.080)
	Lymphocyte	0.015 (-0.023, 0.053)	-0.023 (-0.089, 0.043)	-0.020 (-0.084, 0.044)
	Monocyte	0.012 (-0.005, 0.029)	-0.003 (-0.032, 0.027)	-0.002 (-0.031, 0.026)
	Eosinophil	-0.010 (-0.020, 0.001)	0.004 (-0.015, 0.022)	0.004 (-0.013, 0.022)
	Basophil	-0.000 (-0.001, 0.001)	0.000 (-0.001, 0.002)	0.000 (-0.001, 0.002)
Male	IgE	1.501 (-1.120, 4.123)	0.259 (-3.817, 4.336)	0.098 (-3.876, 4.072)
	WBC	0.004 (-0.007, 0.015)	0.000 (-0.017, 0.017)	0.000 (-0.016, 0.017)
	Neutrophil	0.046 (-0.012, 0.103)	<b>0.105 (0.016, 0.193)</b>	<b>0.099 (0.013, 0.185)</b>
	Lymphocyte	-0.025 (-0.069, 0.020)	-0.037 (-0.106, 0.032)	-0.040 (-0.107, 0.027)
	Monocyte	0.000 (-0.009, 0.009)	-0.010 (-0.024, 0.004)	-0.009 (-0.023, 0.005)
	Eosinophil	-0.009 (-0.029, 0.011)	-0.014 (-0.045, 0.016)	-0.013 (-0.043, 0.017)
	Basophil	-0.002 (-0.006, 0.002)	-0.002 (-0.008, 0.004)	-0.002 (-0.008, 0.003)

Adjusted age, body mass index, education level, income level, ever smoking history, the use of inhaled corticosteroids history, and the use of oral corticosteroids history.

Table 11. Association between gender-specific Inflammatory Index and air pollution – **O3**

Sex	Dependent	O3 (1 ppb)		
		LUR	IDW	Kriging
Female	IgE	-0.578 (-1.931, 0.775)	-3.091 (-8.696, 2.514)	-4.551 (-10.45, 1.348)
	WBC	-0.000 (-0.014, 0.014)	0.027 (-0.030, 0.084)	0.026 (-0.034, 0.086)
	Neutrophil	0.013 (-0.050, 0.077)	0.167 (-0.095, 0.429)	0.202 (-0.073, 0.477)
	Lymphocyte	-0.029 (-0.087, 0.029)	-0.159 (-0.399, 0.081)	-0.194 (-0.445, 0.058)
	Monocyte	-0.004 (-0.030, 0.022)	0.097 (-0.011, 0.204)	0.086 (-0.027, 0.198)
	Eosinophil	<b>0.016 (0.000, 0.033)</b>	-0.062 (-0.129, 0.005)	-0.059 (-0.130, 0.011)
	Basophil	0.001 (-0.001, 0.003)	-0.000 (-0.007, 0.006)	-0.001 (-0.009, 0.006)
Male	IgE	-1.458 (-5.544, 2.627)	6.011 (-8.358, 20.380)	7.306 (-7.361, 21.973)
	WBC	-0.006 (-0.022, 0.011)	-0.049 (-0.108, 0.011)	-0.050 (-0.111, 0.011)
	Neutrophil	-0.033 (-0.121, 0.054)	-0.092 (-0.408, 0.224)	-0.024 (-0.349, 0.302)
	Lymphocyte	0.043 (-0.024, 0.110)	0.124 (-0.118, 0.367)	0.074 (-0.177, 0.324)
	Monocyte	-0.010 (-0.024, 0.004)	-0.009 (-0.059, 0.041)	-0.017 (-0.068, 0.035)
	Eosinophil	0.005 (-0.025, 0.035)	0.018 (-0.090, 0.126)	0.007 (-0.104, 0.118)
	Basophil	0.004 (-0.002, 0.010)	0.006 (-0.016, 0.027)	0.006 (-0.016, 0.028)

Adjusted age, body mass index, education level, income level, ever smoking history, the use of inhaled corticosteroids history, and the use of oral corticosteroids history.

Table 12. Association between gender-specific Inflammatory Index and air pollution –NO

Sex	Dependent	NO (1 ppb)		
		LUR	IDW	Kriging
Female	IgE	-1.069 (-5.666, 3.528)	11.785 (-9.280,32.850)	14.791 (-10.14,39.722)
	WBC	0.018 (-0.028, 0.065)	0.137 (-0.077, 0.351)	0.172 (-0.080, 0.423)
	Neutrophil	0.079 (-0.134, 0.292)	-0.090 (-1.087, 0.906)	-0.344 (-1.513, 0.824)
	Lymphocyte	-0.124 (-0.318, 0.071)	-0.208 (-1.120, 0.705)	0.036 (-1.036, 1.108)
	Monocyte	0.004 (-0.083, 0.092)	-0.178 (-0.586, 0.230)	-0.251 (-0.730, 0.228)
	Eosinophil	0.051 (-0.003, 0.106)	<b>0.292 (0.039, 0.545)</b>	<b>0.327 (0.030, 0.624)</b>
	Basophil	0.004 (-0.001, 0.010)	0.011 (-0.016, 0.037)	0.015 (-0.015, 0.046)
Male	IgE	6.657 (-6.504,19.819)	4.668 (-55.53,64.865)	-7.969 (-73.41,57.474)
	WBC	0.024 (-0.030, 0.077)	0.171 (-0.074, 0.417)	0.169 (-0.097, 0.435)
	Neutrophil	0.260 (-0.018, 0.537)	1.258 (-0.040, 2.555)	<b>1.431 (0.032, 2.830)</b>
	Lymphocyte	<b>-0.232 (-0.445,-0.019)</b>	-0.527 (-1.535, 0.480)	-0.550 (-1.638, 0.538)
	Monocyte	0.008 (-0.036, 0.052)	-0.181 (-0.385, 0.024)	-0.203 (-0.424, 0.018)
	Eosinophil	-0.052 (-0.147, 0.044)	-0.237 (-0.683, 0.209)	-0.202 (-0.685, 0.281)
	Basophil	<b>-0.030 (-0.048,-0.011)</b>	-0.037 (-0.125, 0.052)	-0.041 (-0.136, 0.055)

Adjusted age, body mass index, education level, income level, ever smoking history, the use of inhaled corticosteroids history, and the use of oral corticosteroids history.

Table 13. Association between gender-specific Inflammatory Index and air pollution – **NO2**

Sex	Dependent	NO2 (1 ppb)		
		LUR	IDW	Kriging
Female	IgE	1.278 (-2.741, 5.296)	1.430 (-4.344, 7.205)	1.988 (-3.637, 7.612)
	WBC	0.018 (-0.023, 0.059)	0.039 (-0.020, 0.097)	0.040 (-0.017, 0.098)
	Neutrophil	-0.090 (-0.274, 0.094)	-0.004 (-0.278, 0.269)	0.004 (-0.262, 0.270)
	Lymphocyte	0.078 (-0.090, 0.247)	-0.051 (-0.302, 0.199)	-0.055 (-0.298, 0.189)
	Monocyte	0.019 (-0.057, 0.094)	-0.032 (-0.144, 0.080)	-0.034 (-0.143, 0.076)
	Eosinophil	-0.011 (-0.059, 0.036)	0.044 (-0.026, 0.114)	0.041 (-0.027, 0.109)
	Basophil	0.001 (-0.004, 0.006)	0.002 (-0.005, 0.010)	0.002 (-0.005, 0.009)
	Male	IgE	4.993 (-5.766, 15.751)	3.710 (-12.31, 19.731)
WBC		0.022 (-0.024, 0.067)	0.014 (-0.053, 0.080)	0.017 (-0.048, 0.081)
Neutrophil		<b>0.265 (0.031, 0.499)</b>	0.338 (-0.007, 0.682)	<b>0.353 (0.018, 0.689)</b>
Lymphocyte		-0.118 (-0.300, 0.064)	-0.105 (-0.372, 0.163)	-0.121 (-0.382, 0.140)
Monocyte		-0.005 (-0.042, 0.033)	-0.042 (-0.096, 0.013)	-0.039 (-0.092, 0.014)
Eosinophil		-0.059 (-0.140, 0.021)	-0.074 (-0.192, 0.045)	-0.075 (-0.191, 0.040)
Basophil		-0.009 (-0.025, 0.007)	-0.012 (-0.035, 0.012)	-0.013 (-0.035, 0.010)

Adjusted age, body mass index, education level, income level, ever smoking history, the use of inhaled corticosteroids history, and the use of oral corticosteroids history.

Table 14. Association between gender-specific Inflammatory Index and air pollution – **NO<sub>x</sub>**

Sex	Dependent	Nox (1 ppb)		
		LUR	IDW	Kriging
Female	IgE	1.358 (-0.915, 3.631)	1.509 (-3.156, 6.174)	1.921 (-2.605, 6.447)
	WBC	-0.002 (-0.025, 0.022)	0.032 (-0.016, 0.079)	0.034 (-0.012, 0.080)
	Neutrophil	-0.061 (-0.168, 0.046)	-0.007 (-0.228, 0.214)	0.003 (-0.211, 0.217)
	Lymphocyte	0.052 (-0.045, 0.150)	-0.044 (-0.247, 0.159)	-0.048 (-0.244, 0.149)
	Monocyte	-0.018 (-0.062, 0.026)	-0.030 (-0.120, 0.061)	-0.032 (-0.120, 0.056)
	Eosinophil	0.004 (-0.023, 0.032)	0.043 (-0.013, 0.100)	0.040 (-0.015, 0.094)
	Basophil	-0.000 (-0.003, 0.003)	0.002 (-0.004, 0.008)	0.002 (-0.004, 0.007)
	Male	IgE	-2.454 (-9.240, 4.333)	2.720 (-10.43, 15.867)
WBC		-0.002 (-0.029, 0.025)	0.017 (-0.037, 0.072)	0.019 (-0.033, 0.071)
Neutrophil		-0.016 (-0.158, 0.127)	<b>0.286 (0.004, 0.568)</b>	<b>0.295 (0.023, 0.568)</b>
Lymphocyte		0.078 (-0.031, 0.187)	-0.095 (-0.314, 0.124)	-0.104 (-0.316, 0.108)
Monocyte		-0.016 (-0.038, 0.006)	-0.037 (-0.081, 0.008)	-0.034 (-0.078, 0.009)
Eosinophil		-0.003 (-0.052, 0.045)	-0.061 (-0.158, 0.036)	-0.061 (-0.154, 0.033)
Basophil		<b>0.010 (0.000, 0.019)</b>	-0.010 (-0.029, 0.010)	-0.010 (-0.029, 0.009)

Adjusted age, body mass index, education level, income level, ever smoking history, the use of inhaled corticosteroids history, and the use of oral corticosteroids history.

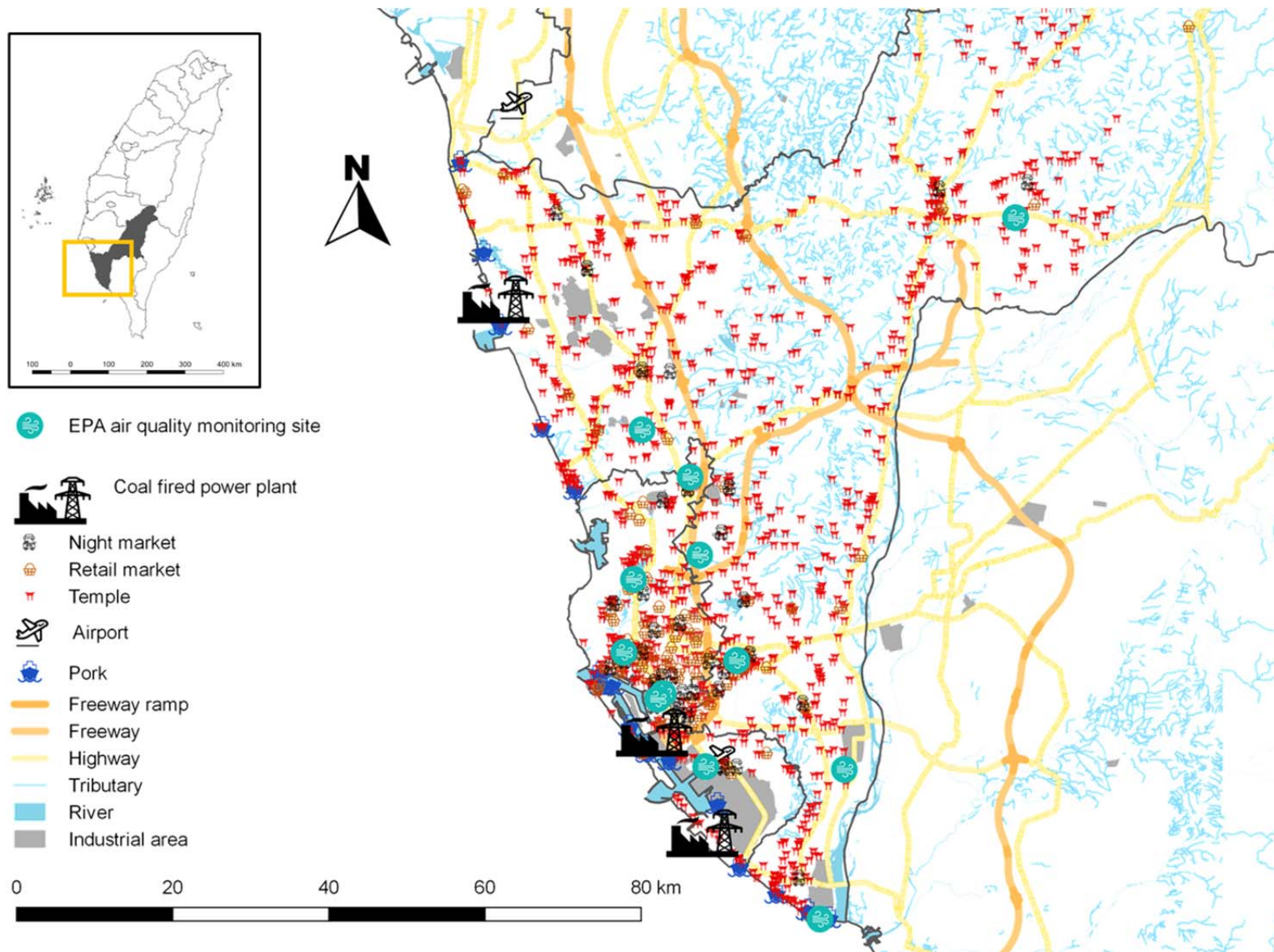
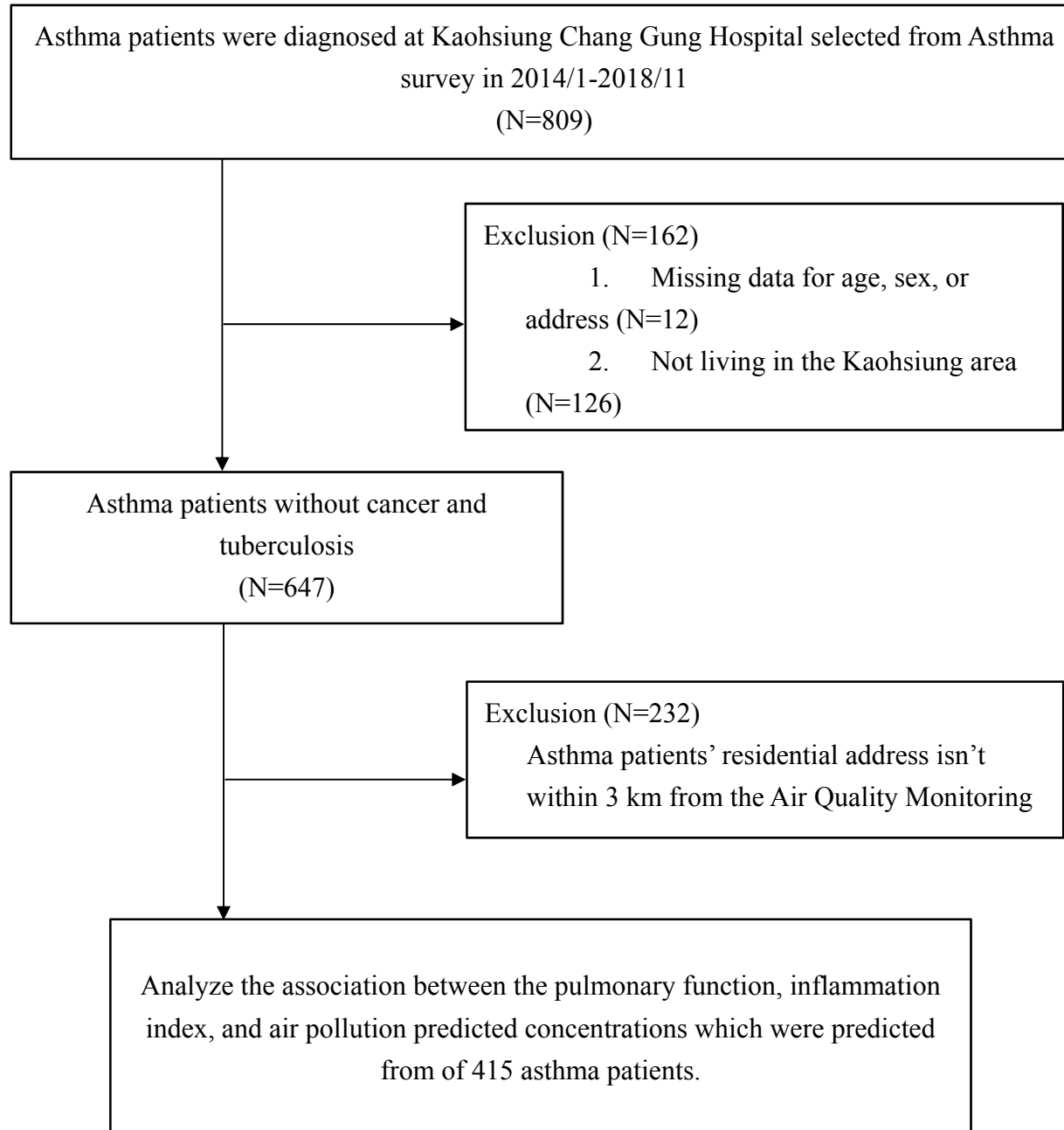


Figure 1. Air quality monitoring sites and predictor data for LUR models in the Kaohsiung city area

Figure 2. Flow chart of study population selection



## Reference

1. Becklake MR, Kauffmann F. Gender differences in airway behaviour over the human life span. *Thorax* 1999; **54**: 1119-38.
2. Clougherty JE. A growing role for gender analysis in air pollution epidemiology. *Environ Health Perspect* 2010; **118**: 167-76.
3. Guarneri M, Balmes JR. Outdoor air pollution and asthma. *Lancet* 2014; **383**: 1581-92.
4. Hsu HH, Chiu YH, Coull BA, Kloog I, Schwartz J, Lee A, et al. Prenatal Particulate Air Pollution and Asthma Onset in Urban Children. Identifying Sensitive Windows and Sex Differences. *Am J Respir Crit Care Med* 2015; **192**: 1052-9.
5. Faustini A, Stafoggia M, Berti G, Bisanti L, Chiusolo M, Cernigliaro A, et al. The relationship between ambient particulate matter and respiratory mortality: a multi-city study in Italy. *Eur Respir J* 2011; **38**: 538-47.
6. Xu Q, Li X, Wang S, Wang C, Huang F, Gao Q, et al. Fine Particulate Air Pollution and Hospital Emergency Room Visits for Respiratory Disease in Urban Areas in Beijing, China, in 2013. *PLoS One* 2016; **11**: e0153099.
7. Nuvolone D, Della Maggiore R, Maio S, Fresco R, Baldacci S, Carrozzi L, et al. Geographical information system and environmental epidemiology: a cross-sectional spatial analysis of the effects of traffic-related air pollution on population respiratory health. *Environ Health* 2011; **10**: 12.
8. Gilliland F, Avol PK, Jerrett M, Dvonch T, Lurmann F, Buckley T, et al. Air pollution exposure assessment for epidemiologic studies of pregnant women and children: lessons learned from the Centers for Children's Environmental Health and Disease Prevention Research. *Environmental health perspectives* 2005; **113**: 1447.
9. Ryan PH, LeMasters GK. A review of land-use regression models for characterizing intraurban air pollution exposure. *Inhalation toxicology* 2007; **19**: 127-33.
10. Beelen R, Hoek G, Vienneau D, Eeftens M, Dimakopoulou K, Pedeli X, et al. Development of NO<sub>2</sub> and NO<sub>x</sub> land use regression models for estimating air pollution exposure in 36 study areas in Europe—the ESCAPE project. *Atmospheric Environment* 2013; **72**: 10-23.
11. Eeftens M, Tsai M-Y, Ampe C, Anwander B, Beelen R, Bellander T, et al. Spatial variation of PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> absorbance and PM coarse concentrations between and within 20 European study areas and the relationship with NO<sub>2</sub>—results of the ESCAPE project. *Atmospheric Environment* 2012; **62**: 303-17.
12. Wolf K, Cyrus J, Hrciníková T, Gu J, Kusch T, Hampel R, et al. Land use regression modeling of ultrafine particles, ozone, nitrogen oxides and markers of particulate matter pollution in Augsburg, Germany. *Science of The Total Environment* 2017; **579**: 1531-40.
13. Lai IC, Lee CL, Zeng KY, Huang HC. Seasonal variation of atmospheric polycyclic



- aromatic hydrocarbons along the Kaohsiung coast. *J Environ Manage* 2011; **92**: 2029-37.
14. Cheng FY, Hsu CH. Long-term variations in PM<sub>2.5</sub> concentrations under changing meteorological conditions in Taiwan. *Sci Rep* 2019; **9**: 6635.
  15. Su TC, Hwang JJ, Yang YR, Chan CC. Association Between Long-term Exposure to Traffic-related Air Pollution and Inflammatory and Thrombotic Markers in Middle-aged Adults. *Epidemiology* 2017; **28 Suppl 1**: S74-S81.
  16. Barck C, Sandstrom T, Lundahl J, Hallden G, Svartengren M, Strand V, et al. Ambient level of NO<sub>2</sub> augments the inflammatory response to inhaled allergen in asthmatics. *Respir Med* 2002; **96**: 907-17.
  17. Chen JC, Schwartz J. Metabolic syndrome and inflammatory responses to long-term particulate air pollutants. *Environ Health Perspect* 2008; **116**: 612-7.
  18. Kreutzer R, Neutra RR, Lashuay N. Prevalence of people reporting sensitivities to chemicals in a population-based survey. *Am J Epidemiol* 1999; **150**: 1-12.
  19. Schwartz RS. A new element in the mechanism of asthma. *New England Journal of Medicine* 2002; **346**: 857-8.
  20. Douwes J, Gibson P, Pekkanen J, Pearce N. Non-eosinophilic asthma: importance and possible mechanisms. *Thorax* 2002; **57**: 643-8.
  21. Boulet L-P. Effects of steroid therapy on inflammatory cell subtypes in asthma. *Thorax* 2010; **65**: 374-6.
  22. Nadif R, Siroux V, Oryszczyn M-P, Ravault C, Pison C, Pin I, et al. Heterogeneity of asthma according to blood inflammatory patterns. *Thorax* 2009; **64**: 374-80.
  23. Zeiger RS, Schatz M, Dalal AA, Chen W, Sadikova E, Suruki RY, et al. Blood Eosinophil Count and Outcomes in Severe Uncontrolled Asthma: A Prospective Study. *J Allergy Clin Immunol Pract* 2016.
  24. Tran TN, Khattry DB, Ke X, Ward CK, Gossage D. High blood eosinophil count is associated with more frequent asthma attacks in asthma patients. *Ann Allergy Asthma Immunol* 2014; **113**: 19-24.
  25. Zeiger RS, Schatz M, Li Q, Chen W, Khattry DB, Gossage D, et al. High blood eosinophil count is a risk factor for future asthma exacerbations in adult persistent asthma. *J Allergy Clin Immunol Pract* 2014; **2**: 741-50.
  26. Li Y-F, Gauderman WJ, Avol E, Dubeau L, Gilliland FD. Associations of tumor necrosis factor G-308A with childhood asthma and wheezing. *American journal of respiratory and critical care medicine* 2006; **173**: 970-6.
  27. Mann JK, Balmes JR, Bruckner TA, Mortimer KM, Margolis HG, Pratt B, et al. Short-term effects of air pollution on wheeze in asthmatic children in Fresno, California. *Environmental health perspectives* 2010; **118**: 1497.
  28. Jacquemin B, Kauffmann F, Pin I, Le Moual N, Bousquet J, Gormand F, et al. Air pollution and asthma control in the Epidemiological study on the Genetics and Environment of Asthma. *Journal of epidemiology & community health* 2011: jech. 2010.130229.
  29. Iskandar A, Andersen ZJ, Bønnelykke K, Ellermann T, Andersen KK, Bisgaard H. Coarse

- and fine particles but not ultrafine particles in urban air trigger hospital admission for asthma in children. *Thorax* 2011: thoraxjnl-2011-200324.
30. Delamater PL, Finley AO, Banerjee S. An analysis of asthma hospitalizations, air pollution, and weather conditions in Los Angeles County, California. *Science of the Total Environment* 2012; **425**: 110-8.
  31. Perez L, Künzli N, Avol E, Hricko AM, Lurmann F, Nicholas E, et al. Global goods movement and the local burden of childhood asthma in southern California. *American Journal of Public Health* 2009; **99**: S622-S8.
  32. Redline S, Gold D. Challenges in interpreting gender differences in asthma. *Am J Respir Crit Care Med* 1994; **150**: 1219-21.
  33. Kohlhaufl M, Brand P, Scheuch G, Meyer TS, Schulz H, Haussinger K, et al. Increased fine particle deposition in women with asymptomatic nonspecific airway hyperresponsiveness. *Am J Respir Crit Care Med* 1999; **159**: 902-6.
  34. Kim CS, Hu SC. Regional deposition of inhaled particles in human lungs: comparison between men and women. *J Appl Physiol* (1985) 1998; **84**: 1834-44.

## 科技部補助專題研究計畫出席國際學術會議心得報告

日期：108 年 6 月 20 日

計畫編號	MOST 107-2629-B-037-002-		
計畫名稱	空氣污染對於呼吸道健康之性別差異:建立性別化預警及預測模式 (重點代號:L03)		
出國人員姓名	王姿乃	服務機構及職稱	高雄醫學大學公共衛生學系 教授
會議時間	108 年 6 月 1 日 至 108 年 6 月 5 日	會議地點	葡萄牙里斯本
會議名稱	(中文) 2019 歐洲過敏及臨床免疫學會研討會 (英文) European Academy of Allergy and Clinical Immunology, EAACI		
發表題目	(中文) (英文) Air pollution, lung function and inflammatory markers in adult asthma based on Land Use Regression, inverse distance weighting and Kriging method.		

日期：108 年 7 月 6 日

檔案編號		連絡電話/分機	2141-57
姓名	王姿乃	職號	815022
單位	公共衛生學系	職稱	教授
會期	108 年 6 月 01 日 至 108 年 6 月 5 日		

會議地點(城市/國家)	葡萄牙里斯本
會議名稱	2019 歐洲過敏及臨床免疫學會研討會
發表題目	Air pollution, lung function and inflammatory markers in adult asthma based on Land Use Regression, inverse distance weighting and Kriging method.

### 一、參加會議經過

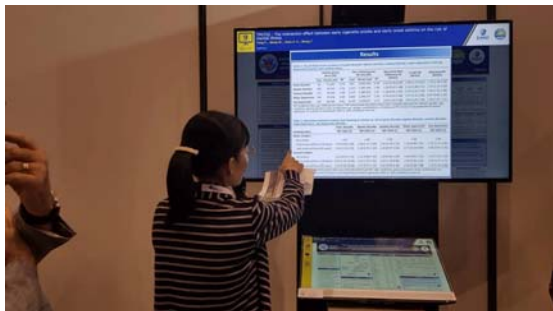
「EAACI：歐洲過敏氣喘及臨床免疫學會」，每年全球約有8000人至1萬人參與此盛大盛事。是目前國際上關於氣喘以及過敏議題之最大型以及最重要的研討會。他們的目標是為從事過敏與氣喘或免疫領域研究人員創造一個平台，提供他們的研究成果，並與來自世界各國的學者交流意見，提供機會幫助過敏或免疫學家解決公共健康的全球性議題像是氣喘、異性皮膚炎或過敏性鼻炎等等。2019年歐洲過敏氣喘及臨床免疫學研討會於葡萄牙里斯本舉行，上千位專家學者與研究人員共同參與。此次研討會不僅能夠開拓國際視野、促進國際交流、提升國際競爭力，更可以更廣泛了解目前世界各國所關心的過敏及免疫疾病議題。此研討會也是個能與各國的專家進行面對面的溝通與經驗交流的平台。

### 二、與會心得

帶領三位碩博士研究生與一位大學部學生參加，四位同學皆以第一作者發表論文，也聽了許多的研討場次，例如 Asthma: Biomarkers、Big data revolution- integrating various omics datasets - Advanced、Air pollution, environmental allergies, prevention and risk factors、Novel insights on pathophysiology of asthma 等等。結合了基礎過敏免疫知識、危險因子探討、流行病學及大數據分析以及各種體學之應用，並和與會學者及研究人員交流，得到滿滿收穫。



公衛系王姿乃老師與四位同學於 2019/6/1-6/5 赴葡萄牙里斯本，參加歐洲過敏及臨床免疫學會(European Academy of Allergy and Clinical Immunology, EAACI)所舉辦之國際學術研討會進行論文發表。



博二楊佩靜同學



公衛碩二劉懿嫻同學



公衛碩二林稚宜同學



公衛大四鄭毓嫻同學



- 本人指導碩二林稚宜同學獲得 2019 年「EAACI 學會青年獎學金(young scholarship) 500 歐元及獎狀」

### 三、發表論文全文或摘要

Air pollution, lung function and inflammatory markers in adult asthma based on Land Use Regression, inverse distance weighting and Kriging method

Tsu-Nai Wang<sup>1</sup>, Yu-Cih Yang<sup>1</sup>, Chung-Yuan Lin<sup>2</sup>, Kang-Shin Chen<sup>2</sup>, Pei-Shih Chen<sup>1</sup>, Chiung-Yu Peng<sup>1</sup>, Meng-Chih Lin<sup>3</sup>, Chao-Chien Wu<sup>2</sup>,

**Background:** A 2016 World Health Organization (WHO) report shows that 92% of the world's population currently live in areas where air quality levels exceed WHO limits. In addition to traffic exposure and emissions from industrial areas, several studies have also pointed out that Chinese fast-food habits and religious beliefs in burning incense can also cause harm to air quality. As an industrial town of Taiwan, Kaohsiung City has the highest density regardless of

population density or factories Under the influence of such economic industries, although it promotes the development of Kaohsiung City, it also affects the quality of life of Kaohsiung residents. Therefore, this study explored the effects of air pollution on lung function and inflammatory indicators in Kaohsiung asthma patients.

**Methods:** This study mainly collected air pollutants data on O<sub>3</sub>, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, NO<sub>x</sub>, NO and NO<sub>2</sub> from 12 air quality monitoring stations in Kaohsiung area from 2014 to 2016. The digital information of major roads, rivers, industrial areas, coal-fired power plants, temples, night markets, temperature and humidity, transportation and population density were collected to establish a land use regression model. We used inverse distance weighting (IDW), Kriging method and the land use regression model (Land-use Regression) to estimate the air concentrations for 347 asthma patients from Kaohsiung Chang Gung Hospital. We applied multiple linear regression to investigate the effects of air pollutants on the health effects of asthma patients.

**Results:** In this study, we found that long-term exposure to PM<sub>10</sub> and PM<sub>2.5</sub> have relatively consistent impairments in lung function, especially for FEV<sub>1</sub> and MMEF<sub>75/25%</sub>. In the analysis of health effects of nitrogen oxides, it was found that the increase concentrations of nitrogen oxides have significant effects on neutrophils ( $\beta=1.767$ , 95% CI=0.23-3.30 by LUR;  $\beta=1.340$ , 95% CI=0.02=2.65 by Kriging; and  $\beta=1.767$ , 95% CI=0.23-3.30 by IDW, respectively).

**Conclusions:** We observed an increase in air pollutant concentrations in Kaohsiung, which may significantly lead to an increase in neutrophils and a decrease in lung function in asthmatic patients. These findings indicated that exposure to long-term air pollutants can have an impact on health in asthmatic patients.

#### 四、建議

感謝科技部提供參加國際會議的補助，此次會議獲得許多寶貴之經驗，且能夠與國外學者專家們討論研究課題、研究經驗交流等，收穫豐碩。國內學者若能多參加大型國際會議，對國內相關研究的發展十分助益。

#### 五、攜回資料名稱及內容

- (1) 發表論文摘要。
- (2) 研討會紀念背包一只。

#### 六、其他

無

107年度專題研究計畫成果彙整表

計畫主持人：王姿乃			計畫編號：107-2629-B-037-002-				
計畫名稱：空氣污染對於呼吸道健康之性別差異:建立性別化預警及預測模式 (重點代號:L03)							
成果項目			量化	單位	質化 (說明：各成果項目請附佐證資料或細項說明，如期刊名稱、年份、卷期、起訖頁數、證號...等)		
國內	學術性論文	期刊論文		0	篇		
		研討會論文		0			
		專書		0	本		
		專書論文		0	章		
		技術報告		0	篇		
		其他		0	篇		
	智慧財產權及成果	專利權	發明專利	申請中	0	件	
				已獲得	0		
			新型/設計專利		0		
		商標權		0			
		營業秘密		0			
		積體電路電路布局權		0			
		著作權		0			
		品種權		0			
		其他		0			
	技術移轉	件數		0	件		
		收入		0	千元		
	國外	學術性論文	期刊論文		0	篇	
			研討會論文		1		參加2019.6.1-5「EAACI：歐洲過敏氣喘及臨床免疫學會」發表論文, Air pollution, lung function and inflammatory markers in adult asthma based on Land Use Regression, inverse distance weighting and Kriging method
			專書		0		本
專書論文			0	章			
技術報告			0	篇			
其他			0	篇			
智慧財產權及成果		專利權	發明專利	申請中	0	件	
				已獲得	0		
			新型/設計專利		0		
		商標權		0			



		營業秘密	0		
		積體電路電路布局權	0		
		著作權	0		
		品種權	0		
		其他	0		
	技術移轉	件數	0	件	
		收入	0	千元	
參與計畫人力	本國籍	大專生	3	人次	鄭毓嫻, 陳亦余及蔡妤涵三位大四同學參與收案及資料整理
		碩士生	1		碩二劉懿嫻同學參與收案及檢體處理與分析
		博士生	0		
		博士級研究人員	0		
		專任人員	0		
	非本國籍	大專生	0		
		碩士生	0		
		博士生	0		
		博士級研究人員	0		
		專任人員	0		
其他成果 (無法以量化表達之成果如辦理學術活動、獲得獎項、重要國際合作、研究成果國際影響力及其他協助產業技術發展之具體效益事項等, 請以文字敘述填列。)					

# 科技部補助專題研究計畫成果自評表

請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況、研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）、是否適合在學術期刊發表或申請專利、主要發現（簡要敘述成果是否具有政策應用參考價值及具影響公共利益之重大發現）或其他有關價值等，作一綜合評估。

## 1. 請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況作一綜合評估

達成目標

未達成目標（請說明，以100字為限）

實驗失敗

因故實驗中斷

其他原因

說明：

## 2. 研究成果在學術期刊發表或申請專利等情形（請於其他欄註明專利及技轉之證號、合約、申請及洽談等詳細資訊）

論文： 已發表  未發表之文稿  撰寫中  無

專利： 已獲得  申請中  無

技轉： 已技轉  洽談中  無

其他：（以200字為限）

## 3. 請依學術成就、技術創新、社會影響等方面，評估研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性，以500字為限）

本研究使用土地利用迴歸模型對於預測高雄市PM2.5、PM10、O3、NO、NO2和NOX具空氣污染物有良好預測模式，模型解釋力(r<sup>2</sup>)皆達80%以上，研究發現性別分層分析中，PM2.5、PM10、NO、NO2和NOX與女性肺功能呈現負相關，與男性肺功能則無顯著性相關。研究結果顯示相較於男性，空氣污染物對女性具有顯著的潛在危險性。

我們的結果將有助於了解環境變遷、生活型態、空氣暴露等對民眾性別差異之健康影響，落實性別平等政策綱領之「健康、醫療與照顧篇」：以性別平等與健康公平等主題討論，確保政府所主導的科學研究、能源政策、減碳與氣候調適與交通規劃設計中，均納入性別觀點，進而改善生活品質，達成公共衛生追求健康促進的目的。

## 4. 主要發現

本研究具有政策應用參考價值： 否  是，建議提供機關衛生福利部, 行政院環境保護署,

（勾選「是」者，請列舉建議可提供施政參考之業務主管機關）

本研究具影響公共利益之重大發現： 否  是

說明：（以150字為限）