

科技部補助專題研究計畫報告

植被覆蓋度與空氣污染對於呼吸道健康之性別差異（重點代號：L03）

報告類別：成果報告
計畫類別：個別型計畫
計畫編號：MOST 109-2629-B-037-002-
執行期間：109年08月01日至111年01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：碩士級-專任助理：莊維珍
碩士班研究生-兼任助理：林宥均
碩士班研究生-兼任助理：林芳綺

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
(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

中華民國 111 年 04 月 24 日

中文摘要：WHO估計每年約有700萬人死於空氣污染的暴露，證實了空氣污染是目前最大的環境危險因子。近年來研究指出居住於植被覆蓋度 (greenness) 高的地方的民眾有較低的慢性疾病與死亡率，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。

我們收集2014~2019年美國太空總署的正規化差異植被覆蓋度 (Normalized Difference Vegetation Index, NDVI) 資料，與環保署空氣監測資料庫所測量PM2.5、PM10、NO2、NOX、O3等空氣污染物資料，以及收錄914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，並篩選住家距離空氣品質監測站3公里內的個案，最後納入440位氣喘患者並以ArcGIS軟體來管理空氣監測數據、氣喘病人的空間分布。

研究結果：發現植被覆蓋度與各項空氣污染具有顯著相關，在距離住家500公尺內植被覆蓋度與PM2.5、PM10有顯著負相關($r=-0.89$, $p=0.031$; $r=-0.106$, $p=0.043$)，此外，隨著植被覆蓋度增加對於空氣污染物都有明顯的改善情形，離住家不同距離都可以觀察到這樣的現象。納入分析之440位氣喘患者其中有178名男性及262名女性，將綠覆率分成四分位(quartile)，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，在女性氣喘病人可以發現，在距家100公尺隨著植被覆蓋度越高(Q4)對於FEV1 ($P=0.022$)及FVC($P=0.089$)有顯著的增加，但在男性病人則無顯著的意義。此外我們也發現，在距離住家100及250公尺的植被覆蓋度對於女性的影響高於男性，而且隨著距離越遠(由100公尺至2000公尺內)，對於肺功能指標如FEV1($P=0.058$)、FVC($P=0.037$)及FEV3($P=0.036$)都有顯著的遞減趨勢，而在男性則無相同的發現。由土地利用迴歸模型推估之季平均濃度，性別分層分析結果，發現PM10及PM2.5與女性肺功能也呈現負相關，PM10每增加10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 對肺功能的迴歸係數(95%信賴區間)分別為post_FEV1%為-1.282 (95% CI:-2.222, -0.343)和post_FVC%為-1.175 (95% CI:-2.007, -0.344)；PM2.5暴露增加5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 與女性FEV1，FVC的降低顯著相關。但PM10及PM2.5與男性肺功能則無顯著性相關。

結論：本研究發現植被覆蓋度對於各項空氣污染具有顯著負相關，性別分層分析中，發現PM2.5、PM10與植被覆蓋度與女性肺功能有顯著相關，隨著距離越遠(由100公尺至2000公尺內)，植被覆蓋度對於女性肺功能影響都有逐漸遞減效應，而在男性則無相同的發現。

中文關鍵詞：性別差異、植被覆蓋度、空氣污染、土地迴歸模式、肺功能

英文摘要：WHO estimates that around 7 million people die every year from exposure to fine particles in polluted air that lead to acute and chronic diseases. Gender differences in airway pathogenesis can be characterized as airway structure, immunological, environmental exposure and sociocultural determinants. Previous studies also indicated that people living in high greenness areas have lower risk of chronic diseases and mortality rate. Therefore, the effects of air pollutants and greenness on respiratory health should be

explored among different genders to clarify mechanisms in males and females.

We collected data of Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) from NASA and air pollutants (PM_{2.5}、PM₁₀、NO₂、NO_x、O₃), temperature, humidity and rainfall from air monitoring stations of EPA of 2014~2019. The population density, road types, temples and night markets also were collected. We also recruited 914 doctor-diagnosed asthmatic patients from Chang-Gung Memorial Hospitals from 2014 to 2019. We analyzed 440 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.

We found that the significant associations between the greenness (NDVI) and different air pollutants levels. There are negative associations between greenness and the levels of PM_{2.5} and PM₁₀ within buffer 500 meters away from home. The greenness also significant decreased the levels of PM_{2.5}, PM₁₀, NO₂ and NO_x within buffers from 500 to 2000 meters away from home.

The 440 asthma patients were 178 males and 262 females. After adjusting for potential confounding factors, the use of inhaled corticosteroids history, and the use of oral corticosteroids history, the quartile distributions of NDVI significantly increased FEV₁ (P=0.022) and FVC (P=0.089) in females, however, we did not have significant findings in males. The greenness also significant decreased FEV₁ (P=0.058), FVC (P=0.037) and FEV₃ (P=0.036) within buffers from 100 to 2000 meters away from home.

We also found that seasonal average concentrations of PM₁₀ as estimated by LUR model increased in 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, and negative associations also being found for FEV₁(L) -0.039 (95% CI:-0.063, -0.015), post_FEV₁% -1.282 (95% CI:-2.222, -0.343), FVC(L)-0.046 (95% CI:-0.074, -0.018), and post_FEV₁% -1.175 (95% CI:-2.007, -0.344) respectively in females. We also observed that PM_{2.5} increased in 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ decreased FEV₁ and FVC in females, however, not similar findings in males.

In the present study, we found that greenness (NDVI) may reduce the levels of air pollutants. In gender-specific analysis, seasonal average concentrations of PM_{2.5} and PM₁₀, were negatively associated with lung function in females, but not in males. The information will be helpful in promotion of public health and air pollution policy among genders.

英文關鍵詞：sex-difference, NDVI, greenness, land use regression, air pollutants, lung function

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)

植被覆蓋度與空氣污染對於呼吸道健康之性別差異
(重點代號：L03)

The gender difference of greenness and air pollution on
respiratory health (重點代號：L03)

計畫類別：個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：MOST 109-2629-B-037-002 -

執行期間：109 年 8 月 1 日至 111 年 1 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：林芳綺、林宥均、莊維珍

本計畫除繳交成果報告外，另含下列出國報告，共 ____ 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

本研究具有政策應用參考價值：否 是，建議提供機關衛福部
(勾選「是」者，請列舉建議可提供施政參考之業務主管機關)

研究具影響公共利益之重大發現：否 是

中 華 民 國 111 年 4 月 23 日

中文摘要

WHO 估計每年約有 700 萬人死於空氣污染的暴露，證實了空氣污染是目前最大的環境危險因子。近年來研究指出居住於植被覆蓋度(greenness)高的地方的民眾有較低的慢性疾病與死亡率，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。

我們收集 2014~2019 年美國太空總署的正規化差異植被覆蓋度(Normalized Difference Vegetation Index, NDVI)資料，與環保署空氣監測資料庫所測量 PM_{2.5}、PM₁₀、NO₂、NO_x、O₃ 等空氣污染物資料，以及收錄 914 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，並篩選住家距離空氣品質監測站 3 公里內的個案，最後納入 440 位氣喘患者並以 ArcGIS 軟體來管理空氣監測數據、氣喘病人的空間分布。

研究結果：發現植被覆蓋度與各項空氣污染具有顯著相關，在距離住家 500 公尺內植被覆蓋度與 PM_{2.5}、PM₁₀ 有顯著負相關($r=-0.89, p=0.031$; $r=-0.106, p=0.043$)，此外，隨著植被覆蓋度增加對於空氣污染物都有明顯的改善情形，離住家不同距離都可以觀察到這樣的現象。納入分析之 440 位氣喘患者其中有 178 名男性及 262 名女性，將綠覆率分成四分位(quartile)，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，在女性氣喘病人可以發現，在距家 100 公尺隨著植被覆蓋度越高(Q4)對於 FEV₁($P=0.022$)及 FVC($P=0.089$)有顯著的增加，但在男性病人則無顯著的意義。此外我們也發現，在距離住家 100 及 250 公尺的植被覆蓋度對於女性的影響高於男性，而且隨著距離越遠(由 100 公尺至 2000 公尺內)，對於肺功能指標如 FEV₁($P=0.058$)、FVC($P=0.037$)及 FEV₃($P=0.036$)都有顯著的遞減趨勢，而在男性則無相同的發現。由土地利用迴歸模型推估之季平均濃度，性別分層分析結果，發現 PM₁₀ 及 PM_{2.5} 與女性肺功能也呈現負相關，PM₁₀ 每增加 10 ug/m³ 對肺功能的迴歸係數(95%信賴區間)分別為 post_FEV1%為-1.282 (95% CI:-2.222,-0.343)和 post_FEV1%為-1.175 (95% CI:-2.007,-0.344)；PM_{2.5} 暴露增加 5µg/m³ 與女性 FEV₁，FVC 的降低顯著相關。但 PM₁₀ 及 PM_{2.5} 與男性肺功能則無顯著性相關。

結論：本研究發現植被覆蓋度對於各項空氣污染具有顯著負相關，性別分層分析中，發現 PM_{2.5}、PM₁₀ 與植被覆蓋度與女性肺功能有顯著相關，隨著距離越遠(由 100 公尺至 2000 公尺內)，植被覆蓋度對於女性肺功能影響都有逐漸遞減效應，而在男性則無相同的發現。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」：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，達成公共衛生追求健康促進的目的。

性別差異、植被覆蓋度、空氣污染、土地回歸模式、肺功能

WHO estimates that around 7 million people die every year from exposure to fine particles in polluted air that lead to acute and chronic diseases. Gender differences in airway pathogenesis can be characterized as airway structure, immunological, environmental exposure and sociocultural determinants. Previous studies also indicated that people living in high greenness areas have lower risk of chronic diseases and mortality rate. Therefore, the effects of air pollutants and greenness on respiratory health should be explored among different genders to clarify mechanisms in males and females.

We collected data of Normalized Difference Vegetation Index(NDVI) from NASA and air pollutants ($PM_{2.5}$ 、 PM_{10} 、 NO_2 、 NO_x 、 O_3), temperature, humidity and rainfall from air monitoring stations of EPA of 2014~2019. The population density, road types, temples and night markets also were collected. We also recruited 914 doctor-diagnosed asthmatic patients from Chang-Gung Memorial Hospitals from 2014 to 2019. We analyzed 440 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.

We found that the significant associations between the greenness (NDVI) and different air pollutants levels. There are negative associations between greenness and the levels of $PM_{2.5}$ and PM_{10} within buffer 500 meters away from home. The greenness also significant decreased the levels of $PM_{2.5}$, PM_{10} , NO_2 and NO_x within buffers from 500 to 2000 meters away from home.

The 440 asthma patients were 178 males and 262 females. After adjusting for potential confounding factors, the use of inhaled corticosteroids history, and the use of oral corticosteroids history, the quartile distributions of NDVI significantly increased FEV1 ($P=0.022$) and FVC($P=0.089$) in females, however, we did not have significant findings in males. The greenness also significant decreased FEV₁($P=0.058$), FVC($P=0.037$) and FEV₃($P=0.036$) within buffers from 100 to 2000 meters away from home.

We also found that seasonal average concentrations of PM_{10} as estimated by LUR model increased in $10 \mu g/m^3$, and negative associations also being found for FEV₁(L) - 0.039 (95% CI:-0.063, -0.015), post_FEV₁% -1.282 (95% CI:-2.222, -0.343), FVC(L)-0.046 (95% CI:-0.074, -0.018), and post_FEV₁% -1.175 (95% CI:-2.007, -0.344) respectively in females. We also observed that $PM_{2.5}$ increased in $5 \mu g/m^3$ decreased FEV₁ and FVC in females, however, not similar findings in males.

In the present study, we found that greenness (NDVI) may reduce the levels of air pollutants. In gender-specific analysis, seasonal average concentrations of $PM_{2.5}$ and PM_{10} , were negatively associated with lung function in females, but not in males. The information will be helpful in promotion of public health and air pollution policy among

genders.

Key words: sex-difference, NDVI, greenness, land use regression, air pollutants, lung function

1.前言

根據世界衛生組織的統計空氣污染所導致的肺病和癌症死亡每年約 180 萬人，世界上有 92%的人居住地的空氣品質超過 WHO 所規範的標準，2012 年約有 700 萬人死於空氣污染的暴露，占了全球死亡人數的九分之一，若空氣污染仍舊沒有改善，那空氣污染所造成的死亡率到了 2025 年將增加到 7 人/每 1 萬人年(1)。國際癌症研究中心(International Agency for Research on Cancer, IARC)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。此外，近年來研究指出居住於植被覆蓋度(greenness)高的地方的民眾有較低的死亡率，可能是因為綠地或公園能夠改善精神、增加社會參與、降低空氣污染以及增加身體活動度(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(3)，例如，性激素會影響氣道炎症和血管平滑肌功能，或是女性打掃灰塵和進行清潔時更容易受到空氣污染物的影響，可能是哮喘病人具有性別差異的原因(4)。因此在探討空氣污染與植被覆蓋度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。

國內外文獻

國際癌症研究中心(International Agency for Research on Cancer, IARC)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。此外，近年來研究指出居住於植被覆蓋度(greenness)高的地方的民眾有較低的死亡率，可能是因為綠地或公園能夠改善精神、增加社會參與、降低空氣污染以及增加身體活動度(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(3)，例如，性激素會影響氣道炎症和血管平滑肌功能，或是女性打掃灰塵和進行清潔時更容易受到空氣污染物的影響，可能是哮喘病人具有性別差異的原因(4)。

工業發展及使台灣經濟蓬勃發展，設置工業區是高雄早期經濟快速發展的主因之一，至今高雄市的二級產業仍以重工業為主，加上東北季風南下帶來的境外污染物及機動車等交通仍是高雄主要的交通工具，導致空氣品質長期不良。我們分析衛福部統計處 95 年-107 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，並且差異性有逐年加大的趨勢。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。根據環保署的空氣質量指數(Air quality index, AQI)，統計 2016 年細懸浮微粒(PM2.5) AQI>150 對所有族群不健康的天數，前十個鄉鎮都位屬南台灣，高雄市左營區更是位居全國第一有 38 天，高雄市左營區每日 AQI>100(橘色)對敏感族群不

健康也高達 103 天。根據環保署 2014-2018 年高雄地區 PM2.5、PM10、O3、NO、NOX、NO2 空氣污染物年平均濃度，可發現高雄地區各項污染物都高於其他地區，2017 年高雄市 PM2.5 達 27.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，超過環保署所規定的 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，且較 2015、2016 年不降反而升高，2018 年才再下降；此外，每年高雄市冬季 PM2.5 月平均濃度更超過 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

呼吸道健康性別差異之統計分析及預期影響性

全球約有三億人罹患氣喘，根據世界衛生組織估計每年有 1380 萬人因氣喘而失能占全球疾病負擔約 1.8%，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，氣喘也是台灣常見之呼吸道疾病，根據衛福部統計處資料統計，95 年-107 年氣喘門急診合計每十萬人口就診率，男性就診率 95~99 年皆高於女性，從 100 年起有逐年下降的趨勢，然而女性則是逐年上升，到了 99 年女性與男性就診率有了交叉點，此後的女性就診率都高於男性，並且差異值逐漸加大。下圖 3 為 95 年-107 年氣喘住院每十萬人口就診率，95~96 年是女性高於男性，但由 97 年起女性住院率開始高於男性，女性明顯持續上升，而男性住院率則逐年下降，105 年女性氣喘住院率達 198/10 萬人、男性氣喘住院率為 147/10 萬人，107 年女性氣喘住院率達 206/10 萬人、男性氣喘住院率為 144/10 萬人，性別差異性亦有逐漸加大情形。

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(9)。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 PM2.5 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 PM2.5 會與兒童氣喘相關，進一步分析 PM2.5 暴露與性別有交互作用，只在男童中有相關(10)。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 PM10 與呼吸道死亡之相關性，結果發現 PM10 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 PM10 的影響(11)。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 PM2.5 的監測數據，發現女性在暴露於 PM2.5 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(12)。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(13)。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 NO2 濃度和呼吸道影響的盛行率的關聯，NO2 濃度每增加 18.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，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

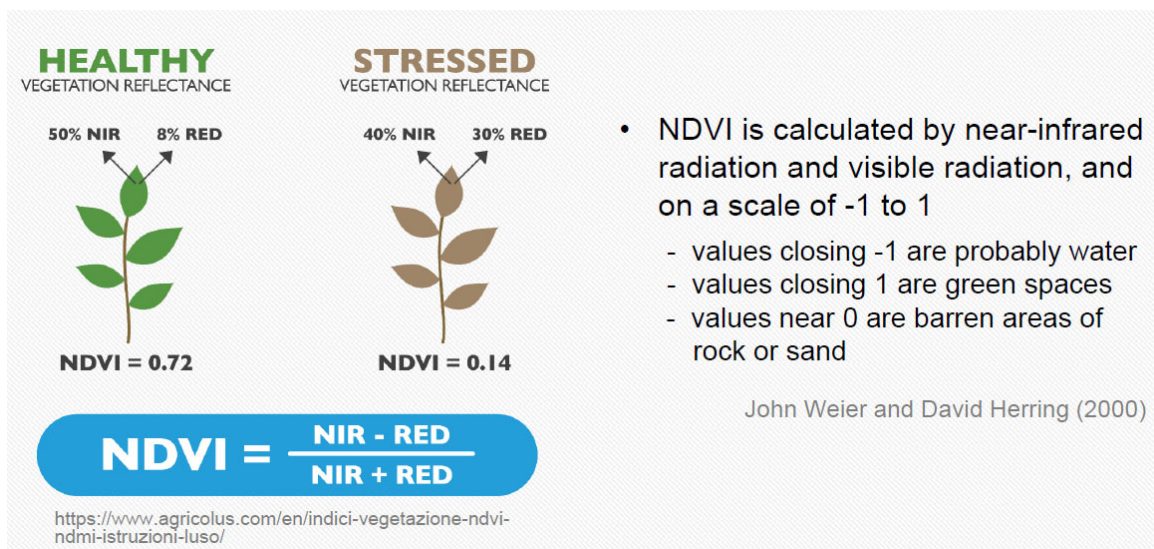
於國內空氣污染問題嚴重，特別是屬於重工業城市的高雄市，因此評估不同性別因空氣污染物所引起氣喘病人急診、住院及肺功能傷害，強化不同地區及性別化呼吸道健康差異需求，進行性別分析及不同性別之空氣污染之預測模式有迫切需求，未來可針對各年齡層不同性別之呼吸道健康狀況宣導及政策擬定，增加性別化空氣污染風險意識及擬定促進呼吸道健康策略及改善措施。

植被覆蓋度

植被覆蓋度(Greenness)與健康效應之相關性 近年來世界各國越來越關注綠色植物對於健康的影響，綠色植物不僅止於對於身體方面，綠色植物可以減緩空氣污染，降低空氣中臭氧、懸浮微粒、NO₂、SO₂ 等空物質(28)。近年來隨著遙感探測等空間資訊技術的發展，美國太空總署已透過衛星遙測技術建立地球觀測系統 (Earth Observing System, EOS)，其包含數個攜帶許多感測器的衛星，可監控全球尺度的環境變化，可提供地球的大氣層、植物圈、陸地和水體參數之變化與動態組成。其資料可計算正規化差異植被覆蓋度 (Normalized Difference Vegetation Index, NDVI)，用以評估綠色植被生長狀況，量化植物的生長密度，其公式如下：

$$NDVI = \frac{(NIR - RED)}{(NIR + RED)}$$

NIR 為近紅外光反射值；RED 為可見光紅光波段反射值



因植物葉片中的葉綠素會吸收可見光來行光合作用，葉片會反射近紅外光，因此反射的可見光與近紅外光差值小，表示植被比較稀疏，可能是草原、苔原或沙漠，NDVI 的值介於 -1~1 之間。

2.材料與方法

2.1 研究人群

從 2014 年 1 月 1 日至 2019 年 11 月 30 日從高雄市二家醫學中心胸腔科招募了 914 名年齡 ≥ 20 歲且患有經醫生診斷的氣喘病人。收集病人自我報告的問卷，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 2019 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。

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。高雄地區主要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 植被覆蓋度分析

美國太空總署透過衛星遙測技術建立地球觀測系統 (Earth Observing System, EOS)，我們以 EOS 系統中之全球植被指數監測資料庫 (Moderate resolution Imaging Spectroradiometer, MODIS)進行分析，網格解析度由 4,800 行和 4,800 列的 250 公尺

像素組成，每 16 天以最佳像素值產生一張全球植被指數監測資料 (<https://lpdaac.usgs.gov/>)。不同於一般資源調查的衛星影像資料，MODIS 提供相當多的特定頻道;相較於前者，MODIS 更具有強大的遙測能力，MODIS 提供 36 個光譜頻道，波長介於 0.405~14.385 μm ，涵蓋可見光、近紅外光與熱紅外光。其資料可計算正規化差異植被覆蓋度 (Normalized Difference Vegetation Index, NDVI)，用以評估綠色植被生長狀況，量化植物的生長密度，其公式如下：

$$NDVI = \frac{(NIR - RED)}{(NIR + RED)}$$

因植物葉片中的葉綠素會吸收可見光來行光合作用，葉片會反射近紅外光，因此反射的可見光與近紅外光差值小，表示植被比較稀疏，可能是陸地、苔原或沙漠，NDVI 的值介於-1~1 之間。計算年平均正規化差異植被覆蓋度 (NDVI)，利用地理資訊系統 ArcGIS 軟體來估計每個參與者的家在半徑為 100, 250 公尺、500 公尺、750 公尺、1000 公尺、和 1,250 公尺.....至 2000 公尺緩衝區的平均正規化差異植被覆蓋度 (NDVI)，選擇半徑 250 公尺是作為住家外植被覆蓋度直接評估，選擇半徑 750 公尺則是作為從家中步行 8 到 10 分鐘的植被覆蓋度評估，選擇半徑 1,250 公尺則是作為從家中步行 15 到 20 分鐘的植被覆蓋度評估，選擇半徑 2,000 公尺則是作為從家中步行 30 到 40 分鐘的植被覆蓋度評估。

2.5 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 NO₂、NO_x、PM_{2.5}、PM₁₀、O₃ 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 R² 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 R²，在預測變項部分會考慮(a)增加後 R²>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 R² 調整後 R² 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。

2.6 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，與發炎標誌物和肺功能的相關性，並利用相關係數來探討植被覆蓋度對於各項空氣污染物濃度的相關性。並將植被覆蓋度分為四分位(quartile)，利用線性複迴歸在調整年齡，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，分別探討植被覆蓋度四分位數(quartile)對於男性與女性氣喘患者的肺功能影響及趨勢效應；並且探討距離住家 100, 250, 500,...及 2000 公尺的植被覆蓋度對於不同性別肺功能的影響。以土地利用迴歸模式(LUR 模型) 克里金(Kriging) 及反距離權重 (IDW) 所估計之空氣污染值，在調整干擾因子之後分別分析男性與女性氣喘患者的 PM2.5, PM10 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

植被覆蓋度與空氣污染的描述性分析

本研究我們計算了 2014 年至 2019 年距離住家不同距離的植被覆蓋度分布及季平均如 Table 1 及 Figure 1，也分析高雄市 12 個監測站的空氣污染，NO，NO₂，NO_x，O₃，PM₁₀ 和 PM_{2.5} 的季節性平均濃度。我們發現了平均濃度除 O₃ 以外，NO，NO₂，NO_x，PM₁₀ 和 PM_{2.5} 的季節性平均濃度皆以冬季的最高含量最高，除了 O₃ 以外是在秋季最高，PM₁₀ 和 PM_{2.5} 的季節性平均濃度如 Figure 2 與 3。

植被覆蓋度與空氣污染物濃度相關性

研究結果發現植被覆蓋度與各項空氣污染具有顯著相關，在距離住家 500 公尺內植被覆蓋度與 PM_{2.5}、PM₁₀ 有顯著負相關($r=-0.89, p=0.031$; $r=-0.106, p=0.043$)，此外，隨著植被覆蓋度增加對於 PM_{2.5}、PM₁₀、NO、NO₂、NO_x 都有明顯的改善情形，離住家不同距離(在 500 公尺至 2000 公尺內)都可以觀察到這樣的現象；特別是對於 NO、NO₂、NO_x 有更顯著的下降情形(Table 2)。

人口學特徵

2014 年 1 月至 2019 年 11 月我們招募了經醫生診斷的 914 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 440 例患者其居住地址在距空氣質量監測站 3 公里之內，Table 3 顯示了研究人群的人口學特徵。440 名哮喘患者的平均年齡為 53.1 歲，其中 178 例男性和 262 例女性。男性的平均 BMI 為 25.8 kg/m²，女性的平均 BMI 為 25.5 kg/m²， $P=0.008$ 。男性吸煙者，飲酒者的使用百分比顯著高於女性。肺功能指標，例如 FEV₁ 值，FVC 值，FEV₆ 值在男性中顯著較高，但 FEV₁%，FVC%，及 FEV₁/FVC 則是女性較高。

性別化分析-不同距離的季節性平均植被覆蓋度與肺功能的關係

本研究中按性別進行分層分析，178 名男性及 262 名女性，將綠覆率分成四分位(quartile)，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，在女性氣喘病人可以發現，在距家 100 公尺隨著植被覆蓋度越高(Q4)對於 FEV1 (P=0.022)及 FVC(P=0.089)有顯著的增加，在距家 500, 750, 1000 公尺的植被覆蓋度越高(Q4)肺功能也較高，雖未達顯著意義。但在男性病人則無顯著的意義(Table 4 and 5)。此外我們也發現，在距離住家 100 及 250 公尺的植被覆蓋度對於女性的影響高於男性(Table 6)。而且隨著距離越遠(由 100 公尺至 2000 公尺內)，對於肺功能指標如 FEV1(P=0.058)、FVC(P=0.037)及 FEV3(P=0.036)都有顯著的遞減趨勢，而在男性則無相同的發現 (Table 6-9 and Figure 4-5)。但對於發炎指標嗜中性白血球或嗜酸性白血球等則無顯著發現。

性別化分析-季節性平均空氣污染物暴露與肺功能的關係

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和發炎指標的關係 (Table 10-11)，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，依據性別分層分析結果，發現 PM10 與女性肺功能呈現負相關，PM10 每增加 10 μ g/m³，與 FEV1、FVC、FEV1%及 FVC%呈現顯著負相關，迴歸係數(95%信賴區間)分別對 FEV1 為-0.039 (95% CI:-0.063,-0.015)、post_FEV1%為-1.282 (95% CI:-2.222,-0.343)、FVC 為 -0.046(95% CI:-0.074,-0.018)、和 FVC% 為-1.175 (95% CI:-2.007,-0.344)；但 PM10 與男性肺功能則無顯著性相關。LUR, IDW 與 Kriging 模型估計的季節性平均 PM2.5 暴露增加 5 μ g/m³ 與女性 FEV1, FVC 的降低顯著相關 (Table 10-11)。

4. 討論與結論

本研究使用美國太空總署衛星遙測技術來計算正規化差異植被覆蓋度 (Normalized Difference Vegetation Index, NDVI)，以及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。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，在男女性別化分層分析，發現與肺功能 PM₁₀ 和 PM_{2.5} 的季節性平均濃度，在男女的發現有顯著不同。在針對性別的分析中，我們發現女性的 PM₁₀ 和 PM_{2.5} 和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。

植被覆蓋度(Greenness)與健康效應之相關性

我們的研究發現，隨著植被覆蓋度增加對於 PM_{2.5}、PM₁₀、NO、NO₂、NO_x 都有明顯的改善情形，離住家不同距離(在 500 公尺至 2000 公尺內)都可以觀察到這樣的現象。近年來世界各國越來越關注綠色植物對於健康的影響，綠色植物不僅止於對於身體方面，綠色植物可以減緩空氣污染，降低空氣中臭氧、懸浮微粒、NO₂、SO₂ 等空氣污染物質(28)。

在我們的研究女性氣喘病人可以發現，在距家 100 公尺隨著植被覆蓋度每四分位增加(quartile, Q4)對於肺功能 FEV₁ (P=0.022)及 FVC(P=0.089)有顯著的增加，並且離家距離 500, 750, 1000 公尺的植被覆蓋度最高分位(Q4)的肺功能也較高，但在男性病人則無顯著的意義。芬蘭與愛沙尼亞有一研究分析 0.5-20 歲兒童與青少年血清中吸入性過敏原特異性 IgE 與居家附近不同土地類型之相關，發現居家附近 2-5 公里森林和農田地的覆蓋率與特異性過敏呈現顯著性負相關，因為環境生物多樣性可以影響人體皮膚微生物的組成，可以保護免於過敏與一些慢性發炎疾病的發生(29)。一出生世代研究以 1:5 年齡、性別配對對照組，追蹤至學齡前(0-5 歲)與學齡(6-10 歲)的氣喘發生，分別是 6948 位與 1711 位，結合 NDVI 進行分析，結果顯示增加每四分位 NDVI 會減少氣喘發生風險 0.96(0.93-0.99)倍，住家週遭的植被環境越多會降低氣喘的風險(30)。以美國護士健康世代追蹤資料庫分析 108,630 位婦女 2000-2008 年 8604 位死亡個案，結合植被覆蓋度(NDVI)資料，結果發現住家附近植被度高的女性死亡率顯著低於住家附近植被度最低的，推論可能是因為植被度高的地方能夠改善精神、增加社會參與、降低空氣污染以及增加身體活動度，因此可以降低死亡率(2)。

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 TH2 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]。目前已知不論是長期暴露或是短期暴露於懸浮微粒(PM_{2.5}、PM₁₀)等空氣污染物質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，但對於空氣污染物質對於氣喘的機轉尚未釐清[26-31]。

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 PM_{2.5} 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病人具有性別差異的原因[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。

優點和限制

本研究限制包括有：我們僅收集高雄市植被覆蓋度、空氣污染物以及 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。其次，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，以及環境污染物進行實測。另外本研究是橫斷式研究設計，因此無法確認因果時序性。

本研究有幾個優點如下：首先，我們對植被覆蓋度、空氣污染暴露進行性別分層分析與肺功能具有相關，並且發現提高植被覆蓋度可減緩空氣污染物濃度。第二，高易感性氣喘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差異性，特別是女性患者居住於良好綠覆率地區可改善其肺功能，但女性對於空氣污染物如 PM₁₀、PM_{2.5} 更加敏感。第三，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。

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. Guarnieri 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 NO₂ and NO_x 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_{2.5}, PM₁₀, PM_{2.5} absorbance and PM coarse concentrations between and within 20 European study areas and the relationship with NO₂—results of the ESCAPE project. *Atmospheric Environment* 2012; **62**: 303-17.
12. Wolf K, Cyrus J, Harciníková 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_{2.5} 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 NO₂ 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.

Table 1 . The distributions of normalized difference vegetation index (NDVI) in asthma patients.

Variable	N	Mean±sd	Median	Q1	Q3	Above by median(N)	Below by median(N)
Normalized Difference Vegetation Index							
NDVI 2000	440	0.248±0.065	0.231	0.203	0.273	239	201
NDVI 1750	440	0.244±0.066	0.224	0.199	0.270	239	201
NDVI 1500	440	0.244±0.066	0.224	0.199	0.270	239	201
NDVI 1250	440	0.233±0.068	0.215	0.186	0.262	239	201
NDVI 1000	440	0.227±0.069	0.211	0.178	0.258	235	205
NDVI 750	440	0.221±0.071	0.205	0.170	0.253	231	209
NDVI 500	440	0.212±0.072	0.197	0.163	0.242	227	213
NDVI 250	440	0.197±0.076	0.184	0.152	0.225	228	212
NDVI 100	440	0.190±0.076	0.178	0.142	0.222	224	216

Table 2. Descriptive analysis of air pollutants in different season, 2014 to 2019.

Pollutant	Spring	Summer	Autumn	Winter	ANOVA
	Mean±SD (Min-Max)	Mean±SD (Min-Max)	Mean±SD (Min-Max)	Mean±SD (Min-Max)	P-value
NO (ppb)	3.2±1.2(1.0-6.6)	3.2±1.2(0.9-6.7)	2.7±1.1(0.9-5.9)	5.0±2.1(1.3-10.4)	<0.001
NO ₂ (ppb)	15.8±4.0(6.2-23.8)	10.2±3.0(3.1-15.3)	16.0±4.2(6.1-23.6)	23.1±5.4(8.3-33.6)	<0.001
NO _X (ppb)	19.0±5.2(7.8-29.7)	13.4±4.1(4.2-21.0)	18.7±5.1(7.5-29.5)	28.1±7.3(10.3-43.8)	<0.001
O ₃ (ppb)	41.8±25.7(17.4-112.9)	21.0±3.2(5.6-28.3)	35.9±4.4(21.8-47.0)	26.6±3.3(17.9-33.9)	<0.001
PM ₁₀ (µg/m ³)	55.5±11.1(33.6-80.3)	30.5±6.8(20.3-44.3)	61.0±9.5(40.0-80.3)	81.0±15.3(48.6-114.3)	<0.001
PM _{2.5} (µg/m ³)	25.7±3.9(15.0-34.6)	10.7±2.2(5.0-16.0)	27.9±3.7(19.6-38.0)	40.5±5.6(22.3-51.6)	<0.001

***a: Spring, b: Summer, c: Autumn, d: Winter**

Table 2. The associations between greenness (NDVI) and the levels and air pollutants in different buffers

Spearman's rho	汚染物	距離(Buffer公尺)	NDVI								
			100 M	250 M	500 M	750 M	1000 M	1250 M	1500 M	1750 M	2000 M
PM2_5	相關係數		-0.003	-0.016	-0.089	-0.044	.013	.013	-.006	.048	.013
	顯著性 (雙尾)		.961	.790	.031	.454	.820	.820	.914	.415	0.820
PM10	相關係數		-0.008	-0.008	-0.106	-0.063	-.043	-.043	-.039	-.005	-.043
	顯著性 (雙尾)		.889	.895	.043	.283	.464	.464	.511	.932	.464
NO	相關係數		-.112	-.064	-.197**	-.196**	-.237**	-.237**	-.229**	-.195**	-.237**
	顯著性 (雙尾)		.058	.276	.001	.001	.000	.000	.000	.001	.000
NO2	相關係數		-.139*	-.086	-.224**	-.226**	-.253**	-.253**	-.227**	-.200**	-.253**
	顯著性 (雙尾)		.018	.145	.000	.000	.000	.000	.000	.001	.000
NOx	相關係數		-.140*	-.082	-.222**	-.227**	-.260**	-.260**	-.234**	-.207**	-.260**
	顯著性 (雙尾)		.017	.163	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
O3	相關係數		.087	.023	.089	.122*	.130*	.130*	.148*	.102	.130*
	顯著性 (雙尾)		.139	.696	.131	.038	.028	.028	.012	.084	.028

The correlations were tested by Spearman's correlation (rs)

*P<0.05, **P<0.01

Table 3. Demographic characteristics in asthma patients.

Variable	All (n=440)	Male (n=178)	Female (n=262)	p-value
Age (years, Mean±SD)	53.1±14.7	51.9±15.8	53.8±13.9	0.061
BMI (kg/m², Mean±SD)	25.6±4.5	25.8±4.0	25.5±4.9	0.008
Smoking, n (%)				<0.001
Never	393 (89.5%)	135 (76.3%)	258 (98.5%)	
Former and Current	46 (10.5%)	42 (23.7%)	4 (1.5%)	
Alcohol consumption, n (%)				<0.001
Never	423 (96.1%)	164 (92.1%)	259 (98.9%)	
Former and Current	17 (3.9%)	14 (7.9%)	3 (1.1%)	
Regular physical activity, n (%)	256 (58.2%)	116 (65.2%)	140 (53.4%)	0.014
Home environment characteristics				
Pet exposure, n (%)	128 (29.1%)	52 (29.2%)	76 (29.0%)	0.963
Cockroach exposure, n (%)	279 (63.4%)	113 (63.5%)	166 (63.4%)	0.979
Use of air conditioner in summer, n (%)	391 (88.9%)	156 (87.6%)	235 (89.7%)	0.501
Use of dehumidifier, n (%)	92 (20.9%)	37 (20.8%)	55 (21.0%)	0.958
Use of anti-dust mite bedding, n (%)	71 (16.1%)	24 (13.5%)	47 (17.9%)	0.212
Lung Function Markers				
FEV ₁ (L)	2.40±0.78	2.92±0.80	2.07±0.60	<.0001
FEV ₁ (% predicted)	91.40±16.42	89.70±15.40	92.52±17.10	0.086
FVC (L)	3.00±0.92	3.73±0.80	2.58±0.60	<.0001
FVC (% predicted)	95.40±14.38	92.90±12.60	97.09±15.30	0.002
FEV ₁ /FVC (L)	79.30±8.20	78.20±8.40	80.04±8.00	0.027
FEV ₃ (L)	3.20±5.11	3.54±1.00	2.88±6.60	0.155
FEV ₆ (L)	2.90±0.82	3.45±0.80	2.58±0.60	<.0001

Table 4. The association between seasonal average NDVI, lung function and inflammation index in different buffer **among females** (100m~1250m).

Females	100m buffer	250m buffer	500m buffer	750m buffer	1000m buffer	1250m buffer
	β (95% CI)	β (95% CI)	β (95% CI)	β (95% CI)	β (95% CI)	β (95% CI)
FEV1 (%)						
Quartile 1 (<25%)	-	-	-	-	-	-
Quartile 2 (25%~50%)	-1.303(-6.158,3.552)	1.194(-3.583,5.97)	-1.648(-6.317,3.021)	-0.41(-5.144,4.325)	0.814(-3.84,5.467)	1.433(-3.137,6.004)
Quartile 3 (50%~75%)	0.103(-4.444,4.649)	0.493(-4.19,5.176)	-1.013(-5.724,3.698)	-2.151(-6.725,2.423)	-3.617(-8.163,0.928)	-1.805(-6.38,2.769)
Quartile 4 (>75%)	1.691(-3.09,6.471)	0.607(-4.162,5.377)	3.2(-1.608,8.007)	2.23(-2.732,7.192)	2.293(-2.732,7.317)	-0.37(-5.465,4.725)
P for trend	0.022	0.43	0.256	0.592	0.845	0.625
FVC (%)						
Quartile 1 (<25%)	-	-	-	-	-	-
Quartile 2 (25%~50%)	-1.988(-6.157,2.181)	0.593(-3.514,4.7)	-2.064(-6.073,1.946)	-0.599(-4.669,3.471)	0.229(-3.772,4.23)	0.357(-3.574,4.288)
Quartile 3 (50%~75%)	-0.256(-4.164,3.652)	0.205(-3.821,4.23)	-0.765(-4.815,3.285)	-2.089(-6.019,1.842)	-2.271(-6.185,1.644)	-1.249(-5.183,2.684)
Quartile 4 (>75%)	2.6(-1.502,6.702)	1.291(-2.806,5.389)	4.311(0.195,8.426)	3.571(-0.681,7.822)	2.908(-1.404,7.221)	1.273(-3.105,5.65)
P for trend	0.089	0.563	0.21	0.497	0.654	0.766
FEV6(L)						
Quartile 1 (<25%)	-	-	-	-	-	-
Quartile 2 (25%~50%)	-0.078(-0.319,0.163)	0.108(-0.132,0.348)	0.022(-0.219,0.263)	0.076(-0.162,0.313)	0.014(-0.238,0.266)	0.096(-0.15,0.341)
Quartile 3 (50%~75%)	0.041(-0.214,0.296)	-0.187(-0.458,0.085)	-0.059(-0.32,0.203)	-0.037(-0.287,0.213)	0.003(-0.25,0.256)	-0.019(-0.269,0.231)
Quartile 4 (>75%)	0.052(-0.191,0.296)	0.133(-0.125,0.392)	0.17(-0.087,0.427)	0.06(-0.205,0.325)	0.109(-0.165,0.383)	0.114(-0.156,0.384)
P for trend	0.85	0.955	0.56	0.916	0.393	0.92
FEV1/FVC (L)						
Quartile 1 (<25%)	-	-	-	-	-	-
Quartile 2 (25%~50%)	-0.842(-2.874,1.189)	-0.65(-2.645,1.345)	-0.514(-2.466,1.437)	-0.945(-2.924,1.035)	-0.723(-2.674,1.227)	-0.653(-2.579,1.272)
Quartile 3 (50%~75%)	0.794(-1.109,2.696)	0.735(-1.236,2.705)	-0.194(-2.176,1.788)	0.186(-1.739,2.11)	-0.718(-2.642,1.206)	0.271(-1.66,2.202)
Quartile 4 (>75%)	-0.243(-2.252,1.767)	-0.176(-2.171,1.819)	-0.231(-2.248,1.787)	-0.483(-2.564,1.598)	0.072(-2.023,2.167)	-0.957(-3.076,1.163)
P for trend	0.764	0.781	0.401	0.734	0.33	0.847

Adjusted for 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 5. The association between seasonal average NDVI, lung function and inflammation index in different buffer **among males** (100m~1250m).

Males	100m buffer	250m buffer	500m buffer	750m buffer	1000m buffer	1250m buffer
	β (95% CI)	β (95% CI)	β (95% CI)	β (95% CI)	β (95% CI)	β (95% CI)
FEV1 (%)						
Quartile 1 (<25%)	-	-	-	-	-	-
Quartile 2 (25%~50%)	-0.346(-4.689,3.997)	1.465(-2.922,5.851)	1.997(-2.43,6.424)	-0.02(-4.469,4.429)	0.195(-4.434,4.823)	0.159(-4.582,4.90)
Quartile 3 (50%~75%)	-0.414(-5.157,4.328)	-2.81(-7.319,1.70)	-3.73(-8.293,0.834)	-2.136(-6.809,2.537)	-2.131(-6.836,2.574)	0.036(-4.741,4.812)
Quartile 4 (>75%)	-1.853(-6.178,2.471)	-1.118(-5.535,3.299)	-1.715(-6.104,2.674)	-1.298(-5.563,2.967)	-1.426(-5.645,2.794)	-2.211(-6.374,1.951)
P for trend	0.308	0.59	0.559	0.591	0.524	0.304
FVC (%)						
Quartile 1 (<25%)	-	-	-	-	-	-
Quartile 2 (25%~50%)	-1.213(-5.047,2.621)	-0.942(-4.819,2.935)	-0.799(-4.715,3.117)	-1.605(-5.53,2.32)	-0.912(-4.999,3.176)	-1.08(-5.266,3.106)
Quartile 3 (50%~75%)	-1.781(-5.966,2.403)	-3.233(-7.208,0.742)	-3.647(-7.674,0.379)	-2.236(-6.361,1.89)	-1.353(-5.512,2.807)	0.644(-3.575,4.863)
Quartile 4 (>75%)	-0.182(-4.008,3.644)	0.686(-3.218,4.589)	0.373(-3.509,4.256)	0.198(-3.573,3.969)	-0.589(-4.319,3.142)	-1.327(-5.009,2.355)
P for trend	0.561	0.729	0.817	0.494	0.723	0.927
FEV6(L)						
Quartile 1 (<25%)	-	-	-	-	-	-
Quartile 2 (25%~50%)	0.073(-0.282,0.429)	0.127(-0.232,0.486)	-0.002(-0.339,0.336)	0(-0.344,0.343)	0.195(-0.179,0.568)	-0.098(-0.464,0.269)
Quartile 3 (50%~75%)	0.153(-0.227,0.532)	-0.109(-0.48,0.261)	-0.17(-0.499,0.159)	-0.159(-0.484,0.165)	-0.213(-0.525,0.1)	-0.007(-0.341,0.326)
Quartile 4 (>75%)	-0.271(-0.576,0.034)	-0.227(-0.562,0.107)	-0.229(-0.574,0.116)	-0.203(-0.541,0.135)	-0.206(-0.54,0.129)	-0.303(-0.623,0.016)
P for trend	0.447	0.121	0.172	0.201	0.343	0.527
FEV1/FVC (L)						
Quartile 1 (<25%)	-	-	-	-	-	-
Quartile 2 (25%~50%)	0.682(-1.607,2.97)	2.074(-0.219,4.367)	2.072(-0.255,4.4)	0.921(-1.413,3.255)	0.232(-2.205,2.669)	0.617(-1.889,3.122)
Quartile 3 (50%~75%)	0.429(-2.106,2.964)	-0.671(-3.068,1.726)	-0.781(-3.212,1.65)	0.074(-2.41,2.558)	-0.214(-2.699,2.271)	0.067(-2.453,2.586)
Quartile 4 (>75%)	-1.693(-3.954,0.568)	-1.575(-3.895,0.744)	-2.011(-4.311,0.288)	-2.082(-4.313,0.149)	-1.826(-4.039,0.387)	-1.91(-4.096,0.276)
P for trend	0.271	0.18	0.144	0.157	0.201	0.201

Adjusted for 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 6. The gender-specific association between seasonal average NDVI, lung function and inflammation index in buffer 100m and 250m.

Outcome	NDVI in 100m buffer		NDVI in 250m buffer	
	Female β (95% CI)	Male β (95% CI)	Female β (95% CI)	Male β (95% CI)
Lung Function Markers				
FEV1 (L)	0.028(-0.023,0.079)	0.017(-0.095,0.06)	0.046(-0.004,0.096)	0.009(-0.08,0.08)
FEV1 (% predicted)	0.954(-1.009,2.917)	0.48(-2.609,1.65)	1.103(-0.831,3.037)	0.014(-2.204,2.176)
FVC (L)	0.042(-0.016,0.101)	0.01(-0.1,0.08)	0.064(0.006,0.121)	0.008(-0.085,0.1)
FVC (% predicted)	1.317(-0.417,3.051)	0.209(-1.938,1.521)	1.543(-0.163,3.249)	0.143(-1.635,1.921)
FEV1/ FVC (L)	-0.243(-1.126,0.641)	-0.58(-1.723,0.563)	-0.296(-1.162,0.57)	-0.487(-1.663,0.69)
FEV3 (L)	0.197(-1.016,0.621)	0.01(-0.105,0.126)	0.15(-0.656,0.957)	0.035(-0.083,0.154)
FEV6 (L)	0.046(-0.073,0.166)	0.015(-0.165,0.194)	0.043(-0.079,0.165)	0.028(-0.197,0.142)
MMEF25-75% (L)	0.001(-0.091,0.09)	0.057(-0.197,0.083)	0.024(-0.065,0.113)	0.042(-0.186,0.102)
MMEF25-75% (% predicted)	0.336(-3.263,2.591)	1.782(-5.49,1.925)	0.26(-2.611,3.132)	1.285(-5.101,2.531)
MEF25% (L)	0.006(-0.052,0.04)	0.026(-0.093,0.042)	0.012(-0.033,0.057)	0.013(-0.083,0.056)
MEF25% (% predicted)	0.58(-3.708,2.547)	2.061(-5.918,1.796)	0.265(-2.804,3.334)	1.127(-5.101,2.848)
MEF50% (L)	0.003(-0.109,0.115)	0.061(-0.238,0.115)	0.022(-0.087,0.132)	0.057(-0.239,0.124)
MEF50% (% predicted)	0.281(-3.315,2.752)	1.488(-5.431,2.455)	0.036(-2.94,3.012)	1.351(-5.405,2.703)
MEF75% (L)	0.022(-0.137,0.181)	0.124(-0.41,0.161)	0.024(-0.132,0.18)	0.115(-0.409,0.179)
MEF75% (% predicted)	0.024(-2.942,2.99)	1.595(-5.566,2.376)	0.115(-3.025,2.795)	1.47(-5.553,2.613)
Inflammation Index				
Neutrophil (%)	0.145(-1.045,1.335)	0.348(-1.225,1.921)	0.209(-0.963,1.381)	0.628(-0.979,2.235)
Lymphocyte (%)	-0.248(-1.34,0.843)	-0.277(-1.499,0.946)	-0.343(-1.418,0.732)	-0.505(-1.753,0.74)
Monocyte (%)	-0.301(-0.8,0.198)	0.115(-0.147,0.377)	-0.26(-0.752,0.232)	0.09(-0.178,0.358)
Eosinophil (%)	0.081(-0.243,0.405)	0.229(-0.302,0.761)	0.067(-0.252,0.386)	0.292(-0.246,0.83)
Basophil (%)	-0.012(-0.044,0.021)	-0.062(-0.169,0.046)	-0.003(-0.035,0.029)	-0.051(-0.16,0.058)

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 7. The gender-specific association between seasonal average NDVI quartile, lung function and inflammation index in buffer 500m and 750m..

Outcome	NDVI in 500m buffer		NDVI in 750m buffer	
	Female β (95% CI)	Male β (95% CI)	Female β (95% CI)	Male β (95% CI)
Lung Function Markers				
FEV ₁ (L)	0.036(-0.015,0.086)	0.039(-0.042,0.12)	0.035(-0.016,0.086)	0.032(-0.046,0.11)
FEV ₁ (% predicted)	0.59(-1.377,2.558)	0.713(-1.508,2.934)	0.47(-1.516,2.457)	0.595(-1.555,2.745)
FVC (L)	0.05(-0.008,0.109)	0.052(-0.041,0.145)	0.045(-0.014,0.104)	0.054(-0.036,0.144)
FVC (% predicted)	0.932(-0.808,2.672)	0.729(-1.073,2.53)	0.652(-1.106,2.411)	0.869(-0.872,2.611)
FEV ₁ / FVC (L)	-0.222(-1.103,0.659)	-0.509(-1.7,0.683)	-0.085(-0.975,0.805)	-0.714(-1.864,0.436)
FEV ₃ (L)	0.117(-0.708,0.941)	0.086(-0.034,0.205)	0.142(-0.683,0.967)	0.104(-0.012,0.22)
FEV ₆ (L)	0.002(-0.129,0.134)	0.003(-0.176,0.182)	0.018(-0.105,0.141)	0.036(-0.15,0.222)
MMEF _{25-75%} (L)	0.023(-0.067,0.113)	0.015(-0.161,0.131)	0.035(-0.056,0.126)	0.032(-0.173,0.109)
MMEF _{25-75%} (% predicted)	0.258(-2.661,3.176)	0.785(-4.656,3.085)	0.623(-2.323,3.57)	1.279(-5.02,2.462)
MEF _{25%} (L)	0.016(-0.03,0.062)	0.005(-0.066,0.075)	0.019(-0.028,0.066)	0.001(-0.069,0.068)
MEF _{25%} (% predicted)	0.525(-2.594,3.643)	0.58(-4.61,3.451)	0.704(-2.445,3.853)	0.919(-4.817,2.979)
MEF _{50%} (L)	0.021(-0.091,0.132)	0.031(-0.215,0.154)	0.046(-0.067,0.158)	0.057(-0.235,0.121)
MEF _{50%} (% predicted)	0.038(-2.987,3.063)	1.012(-5.122,3.099)	0.688(-2.365,3.742)	1.571(-5.543,2.401)
MEF _{75%} (L)	0.013(-0.171,0.146)	0.031(-0.329,0.268)	0.009(-0.151,0.169)	0.079(-0.368,0.209)
MEF _{75%} (% predicted)	0.739(-3.695,2.217)	0.632(-4.775,3.511)	0.379(-3.366,2.607)	1.235(-5.24,2.77)
Inflammation Index				
Neutrophil (%)	-0.077(-1.257,1.103)	0.066(-1.558,1.691)	-0.157(-1.358,1.045)	0.103(-1.455,1.66)
Lymphocyte (%)	-0.121(-1.204,0.961)	-0.795(-2.051,0.461)	-0.022(-1.125,1.081)	-0.591(-1.798,0.616)
Monocyte (%)	-0.275(-0.77,0.22)	0.161(-0.109,0.43)	-0.262(-0.766,0.243)	0.13(-0.129,0.389)
Eosinophil (%)	0.093(-0.229,0.415)	0.204(-0.343,0.75)	0.052(-0.276,0.38)	0.052(-0.472,0.577)
Basophil (%)	0.001(-0.031,0.034)	-0.075(-0.185,0.035)	0.001(-0.032,0.034)	-0.072(-0.178,0.034)

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 8. The gender-specific association between seasonal average NDVI quartile, lung function and inflammation index in buffer 1000m and 1250m.

Outcome	NDVI in 1000m buffer		NDVI in 1250m buffer	
	Female β (95% CI)	Male β (95% CI)	Female β (95% CI)	Male β (95% CI)
Lung Function Markers				
FEV ₁ (L)	0.033(-0.019,0.086)	0.036(-0.045,0.116)	0.035(-0.018,0.088)	0.029(-0.051,0.109)
FEV ₁ (% predicted)	0.589(-1.447,2.624)	0.605(-1.605,2.815)	0.462(-1.58,2.505)	0.459(-1.731,2.649)
FVC (L)	0.043(-0.018,0.103)	0.056(-0.037,0.148)	0.05(-0.011,0.111)	0.05(-0.042,0.142)
FVC (% predicted)	0.73(-1.072,2.533)	0.771(-1.02,2.563)	0.795(-1.012,2.603)	0.746(-1.029,2.521)
FEV ₁ / FVC (L)	-0.04(-0.951,0.871)	-0.596(-1.791,0.599)	-0.2(-1.111,0.711)	-0.662(-1.845,0.521)
FEV ₃ (L)	0.233(-0.608,1.074)	0.068(-0.052,0.187)	0.246(-0.598,1.09)	0.064(-0.056,0.184)
FEV ₆ (L)	0.03(-0.086,0.147)	0.016(-0.172,0.204)	0.037(-0.08,0.153)	0.021(-0.164,0.207)
MMEF _{25-75%} (L)	0.032(-0.061,0.125)	0.023(-0.169,0.124)	0.013(-0.08,0.107)	0.037(-0.182,0.108)
MMEF _{25-75%} (% predicted)	0.558(-2.457,3.574)	0.944(-4.83,2.941)	0.016(-3.002,3.034)	1.244(-5.09,2.603)
MEF _{25%} (L)	0.02(-0.027,0.068)	0.001(-0.072,0.07)	0.01(-0.038,0.057)	0.011(-0.081,0.059)
MEF _{25%} (% predicted)	0.828(-2.394,4.05)	0.761(-4.808,3.286)	0.18(-3.045,3.406)	1.343(-5.348,2.661)
MEF _{50%} (L)	0.029(-0.086,0.144)	0.03(-0.215,0.156)	0.015(-0.1,0.13)	0.048(-0.231,0.136)
MEF _{50%} (% predicted)	0.317(-2.809,3.443)	0.951(-5.079,3.177)	0.016(-3.144,3.112)	1.272(-5.359,2.814)
MEF _{75%} (L)	0.012(-0.151,0.176)	0.061(-0.361,0.239)	0.016(-0.18,0.148)	0.109(-0.406,0.187)
MEF _{75%} (% predicted)	-0.178(-3.235,2.878)	-1.072(-5.23,3.087)	-0.591(-3.649,2.466)	-1.636(-5.749,2.478)
Inflammation Index				
Neutrophil (%)	0.45(-0.772,1.672)	0.315(-1.281,1.911)	0.517(-0.706,1.74)	0.109(-1.469,1.687)
Lymphocyte (%)	-0.507(-1.628,0.613)	-0.494(-1.732,0.745)	-0.523(-1.645,0.599)	-0.385(-1.61,0.84)
Monocyte (%)	-0.341(-0.854,0.171)	0.055(-0.211,0.321)	-0.315(-0.828,0.198)	0.078(-0.185,0.341)
Eosinophil (%)	0.006(-0.326,0.338)	-0.187(-0.723,0.348)	-0.035(-0.367,0.296)	-0.138(-0.669,0.393)
Basophil (%)	-0.013(-0.047,0.02)	-0.072(-0.182,0.038)	-0.016(-0.05,0.017)	-0.059(-0.168,0.05)

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 9. The gender-specific association between seasonal average NDVI quartile, lung function and inflammation index in buffer 1500m and 2000m.

Outcome	NDVI in 1500m buffer		NDVI in 2000m buffer	
	Female β (95% CI)	Male β (95% CI)	Female β (95% CI)	Male β (95% CI)
Lung Function Markers				
FEV1 (L)	0.022(-0.031,0.074)	0.025(-0.057,0.106)	0.015(-0.037,0.067)	0.032(-0.049,0.113)
FEV1 (% predicted)	0.638(-1.389,2.665)	0.447(-1.791,2.684)	0.256(-1.756,2.268)	0.563(-1.668,2.794)
FVC (L)	0.029(-0.032,0.09)	0.042(-0.052,0.136)	0.017(-0.043,0.078)	0.044(-0.05,0.138)
FVC (% predicted)	0.781(-1.013,2.576)	0.598(-1.217,2.413)	0.321(-1.462,2.103)	0.546(-1.264,2.357)
FEV1/ FVC (L)	-0.146(-1.05,0.759)	-0.464(-1.664,0.736)	-0.077(-0.975,0.82)	-0.324(-1.521,0.872)
FEV3 (L)	0.245(-0.591,1.081)	0.085(-0.036,0.205)	0.63(-0.192,1.452)	0.082(-0.037,0.201)
FEV6 (L)	0.027(-0.091,0.146)	-0.029(-0.222,0.163)	0.003(-0.112,0.118)	0.006(-0.181,0.169)
MMEF25-75% (L)	0.016(-0.076,0.109)	0.027(-0.174,0.119)	0.023(-0.068,0.115)	0.013(-0.159,0.134)
MMEF25-75% (% predicted)	0.232(-2.764,3.227)	0.81(-4.705,3.086)	0.311(-2.661,3.283)	0.491(-4.374,3.392)
MEF25% (L)	0.014(-0.034,0.061)	0.002(-0.069,0.073)	0.024(-0.023,0.071)	0.006(-0.065,0.076)
MEF25% (% predicted)	0.524(-2.677,3.725)	0.261(-4.318,3.797)	0.854(-2.32,4.029)	0.192(-4.236,3.851)
MEF50% (L)	0.016(-0.098,0.13)	0.047(-0.233,0.139)	0.011(-0.103,0.124)	0.024(-0.209,0.161)
MEF50% (% predicted)	0.174(-2.93,3.279)	1.188(-5.323,2.948)	0.096(-3.176,2.984)	0.761(-4.885,3.364)
MEF75% (L)	0.028(-0.19,0.135)	0.112(-0.412,0.188)	0.035(-0.197,0.126)	0.071(-0.37,0.229)
MEF75% (% predicted)	0.634(-3.669,2.4)	1.647(-5.809,2.515)	0.838(-3.848,2.171)	1.138(-5.29,3.015)
Inflammation Index				
Neutrophil (%)	0.67(-0.551,1.891)	0.158(-1.496,1.811)	0.597(-0.622,1.817)	0.16(-1.496,1.816)
Lymphocyte (%)	-0.556(-1.677,0.566)	-0.453(-1.736,0.831)	-0.465(-1.585,0.655)	-0.492(-1.776,0.793)
Monocyte (%)	-0.151(-0.666,0.363)	0.052(-0.223,0.328)	-0.178(-0.691,0.336)	0.099(-0.176,0.375)
Eosinophil (%)	-0.117(-0.451,0.216)	-0.078(-0.635,0.48)	-0.098(-0.43,0.234)	-0.085(-0.644,0.474)
Basophil (%)	-0.027(-0.061,0.007)	-0.043(-0.158,0.072)	-0.021(-0.054,0.013)	-0.051(-0.166,0.064)

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. The gender-specific association between seasonal average air pollutants concentration, lung function and body composition index. (Continued) — **PM10 (10 µg/m³)**

Outcome	Male			Female		
	LUR β (95% CI)	IDW β (95% CI)	Kriging β (95% CI)	LUR β (95% CI)	IDW β (95% CI)	Kriging β (95% CI)
Lung Function Markers						
FEV ₁ (L)	-0.023(-0.056,0.01)	0.011(-0.030,0.052)	0.001(-0.038,0.04)	-0.039(-0.063,-0.015)*	-0.033(-0.061,-0.005)*	-0.038(-0.065,-0.011)*
FEV ₁ (% predicted)	-0.435(-1.346,0.475)	0.554(-0.570,1.678)	0.273(-0.801,1.348)	-1.282(-2.222,-0.343)*	-0.675(-1.774,0.425)	-0.971(-2.025,0.083)
FVC (L)	-0.032(-0.07,0.006)	0.020(-0.027,0.068)	0.006(-0.039,0.051)	-0.046(-0.074,-0.018)*	-0.033(-0.066,-0.001)*	-0.04(-0.071,-0.008)*
FVC (% predicted)	-0.528(-1.264,0.209)	0.630(-0.28,1.539)	0.300(-0.572,1.171)	-1.175(-2.007,-0.344)*	-0.455(-1.431,0.521)	-0.744(-1.680,0.191)
FEV ₁ / FVC (L)	-0.006(-0.492,0.481)	-0.133(-0.739,0.473)	-0.178(-0.758,0.402)	-0.164(-0.590,0.261)	-0.255(-0.742,0.231)	-0.266(-0.735,0.202)
FEV ₃ (L)	-0.027(-0.074,0.020)	0.035(-0.026,0.095)	0.019(-0.039,0.078)	0.123(-0.263,0.508)	0.055(-0.392,0.501)	0.061(-0.370,0.493)
FEV ₆ (L)	0.014(-0.065,0.094)	0.062(-0.058,0.182)	0.03(-0.079,0.140)	-0.028(-0.078,0.021)	0.002(-0.062,0.066)	-0.024(-0.084,0.036)
MMEF _{25-75%} (L)	-0.010(-0.069,0.050)	0.006(-0.068,0.08)	-0.004(-0.075,0.067)	-0.019(-0.063,0.024)	-0.033(-0.083,0.017)	-0.038(-0.086,0.01)
MMEF _{25-75%} (% predicted)	-0.112(-1.69,1.465)	0.535(-1.430,2.500)	0.223(-1.66,2.107)	-0.785(-2.193,0.622)	-0.923(-2.535,0.688)	-1.151(-2.699,0.396)
MEF _{25%} (L)	-0.007(-0.035,0.022)	-0.004(-0.04,0.032)	-0.01(-0.044,0.024)	-0.007(-0.029,0.016)	-0.013(-0.038,0.013)	-0.014(-0.039,0.010)
MEF _{25%} (% predicted)	-0.193(-1.835,1.450)	0.176(-1.872,2.223)	-0.220(-2.181,1.741)	-0.66(-2.166,0.846)	-0.665(-2.390,1.060)	-0.863(-2.521,0.795)
MEF _{50%} (L)	-0.003(-0.079,0.072)	0.023(-0.070,0.117)	0.013(-0.077,0.103)	-0.026(-0.079,0.028)	-0.042(-0.103,0.019)	-0.050(-0.109,0.009)
MEF _{50%} (% predicted)	0.107(-1.569,1.783)	0.916(-1.168,3.000)	0.629(-1.370,2.627)	-0.811(-2.270,0.647)	-1.028(-2.697,0.642)	-1.283(-2.885,0.320)
MEF _{75%} (L)	-0.005(-0.127,0.116)	0.012(-0.140,0.163)	0.004(-0.141,0.150)	-0.025(-0.102,0.051)	-0.021(-0.109,0.067)	-0.042(-0.127,0.042)
	0.031(-1.657,1.720)	0.351(-1.753,2.455)	0.201(-1.815,2.216)	-0.519(-1.948,0.910)	-0.247(-1.884,1.391)	-0.686(-2.259,0.888)

*: p<0.05; 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. The gender-specific association between seasonal average air pollutants concentration, lung function and body composition index. (Continued) — **PM_{2.5} (5 µg/m³)**

Outcome	Male			Female		
	LUR β (95% CI)	IDW β (95% CI)	Kriging β (95% CI)	LUR β (95% CI)	IDW β (95% CI)	Kriging β (95% CI)
Lung Function Markers						
FEV ₁ (L)	0.023(-0.018,0.063)	0.024(-0.017,0.065)	0.014(-0.026,0.053)	-0.025(-0.051,0.003)	-0.025(-0.052,0.003)	-0.030(-0.057,-0.003)*
FEV ₁ (% predicted)	0.609(-0.508,1.727)	0.762(-0.351,1.874)	0.458(-0.631,1.548)	-0.627(-1.615,0.361)	-0.335(-1.406,0.737)	-0.641(-1.684,0.402)
FVC (L)	0.029(-0.018,0.076)	0.032(-0.015,0.079)	0.018(-0.027,0.064)	-0.023(-0.052,0.007)	-0.025(-0.057,0.007)	-0.031(-0.063,-0.002)*
FVC (% predicted)	0.449(-0.459,1.357)	0.726(-0.175,1.628)	0.385(-0.499,1.269)	-0.283(-1.161,0.595)	-0.164(-1.113,0.786)	-0.450(-1.376,0.475)
FEV ₁ /FVC (L)	-0.091(-0.707,0.524)	-0.071(-0.678,0.535)	-0.126(-0.719,0.466)	-0.337(-0.774,0.099)	-0.179(-0.653,0.295)	-0.207(-0.670,0.255)
FEV ₃ (L)	0.079(0.019,0.140)	0.054(-0.006,0.114)	0.038(-0.022,0.097)	0.061(-0.349,0.471)	0.097(-0.340,0.534)	0.105(-0.322,0.532)
FEV ₆ (L)	0.030(-0.069,0.129)	0.082(-0.021,0.185)	0.051(-0.048,0.150)	-0.024(-0.088,0.040)	-0.001(-0.062,0.062)	-0.022(-0.083,0.038)
MMEF _{25-75%} (L)	0.004(-0.071,0.080)	0.023(-0.051,0.097)	0.011(-0.061,0.084)	-0.021(-0.066,0.024)	-0.016(-0.065,0.032)	-0.024(-0.071,0.024)
MMEF _{25-75%} (% predicted)	0.464(-1.532,2.460)	0.956(-1.004,2.917)	0.610(-1.310,2.531)	-0.693(-2.144,0.757)	-0.369(-1.94,1.203)	-0.672(-2.204,0.861)
MEF _{25%} (L)	-0.011(-0.047,0.026)	0.005(-0.031,0.041)	-0.003(-0.038,0.032)	-0.007(-0.030,0.016)	-0.005(-0.030,0.020)	-0.007(-0.032,0.017)
MEF _{25%} (% predicted)	-0.308(-2.387,1.772)	0.567(-1.479,2.612)	0.099(-1.903,2.101)	-0.530(-2.081,1.022)	-0.059(-1.739,1.621)	-0.360(-1.999,1.280)
MEF _{50%} (L)	0.024(-0.071,0.119)	0.043(-0.051,0.136)	0.032(-0.060,0.123)	-0.029(-0.084,0.026)	-0.025(-0.084,0.035)	-0.034(-0.092,0.024)
MEF _{50%} (% predicted)	0.748(-1.371,2.867)	1.274(-0.805,3.353)	0.963(-1.074,3.000)	-0.842(-2.344,0.660)	-0.575(-2.202,1.052)	-0.866(-2.453,0.720)
MEF _{75%} (L)	0.093(-0.061,0.246)	0.062(-0.089,0.213)	0.049(-0.099,0.197)	-0.054(-0.132,0.025)	-0.011(-0.096,0.074)	-0.03(-0.114,0.053)
MEF _{75%} (% predicted)	1.189(-0.940,3.318)	0.956(-1.143,3.055)	0.708(-1.347,2.763)	-0.990(-2.457,0.476)	-0.085(-1.678,1.507)	-0.481(-2.035,1.073)

*: p<0.05; 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.

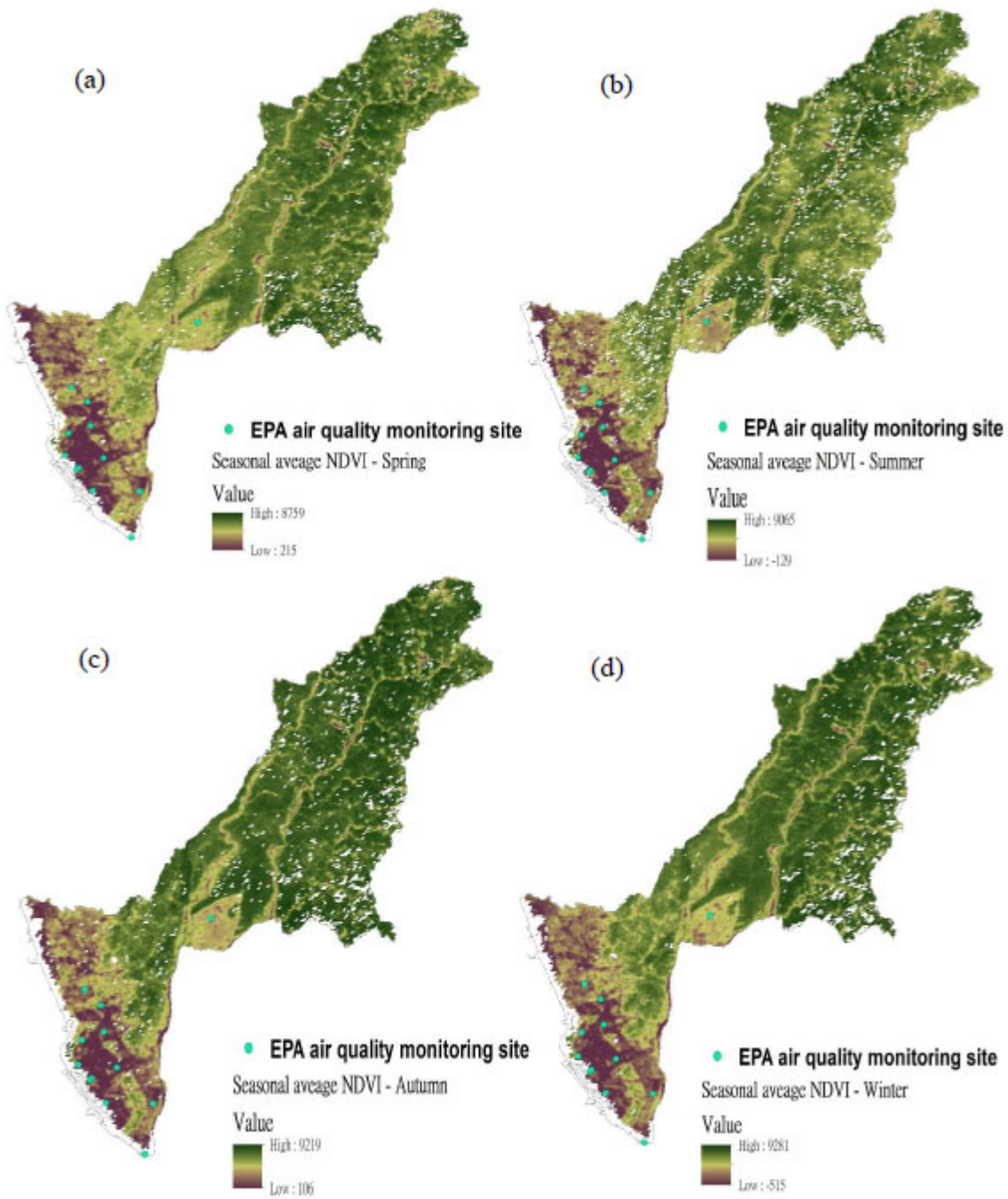


Figure 1 - Seasonal average NDVI from 2014 to 2019.
 (a)Spring (b)Summer (c)Autumn (d)Winter

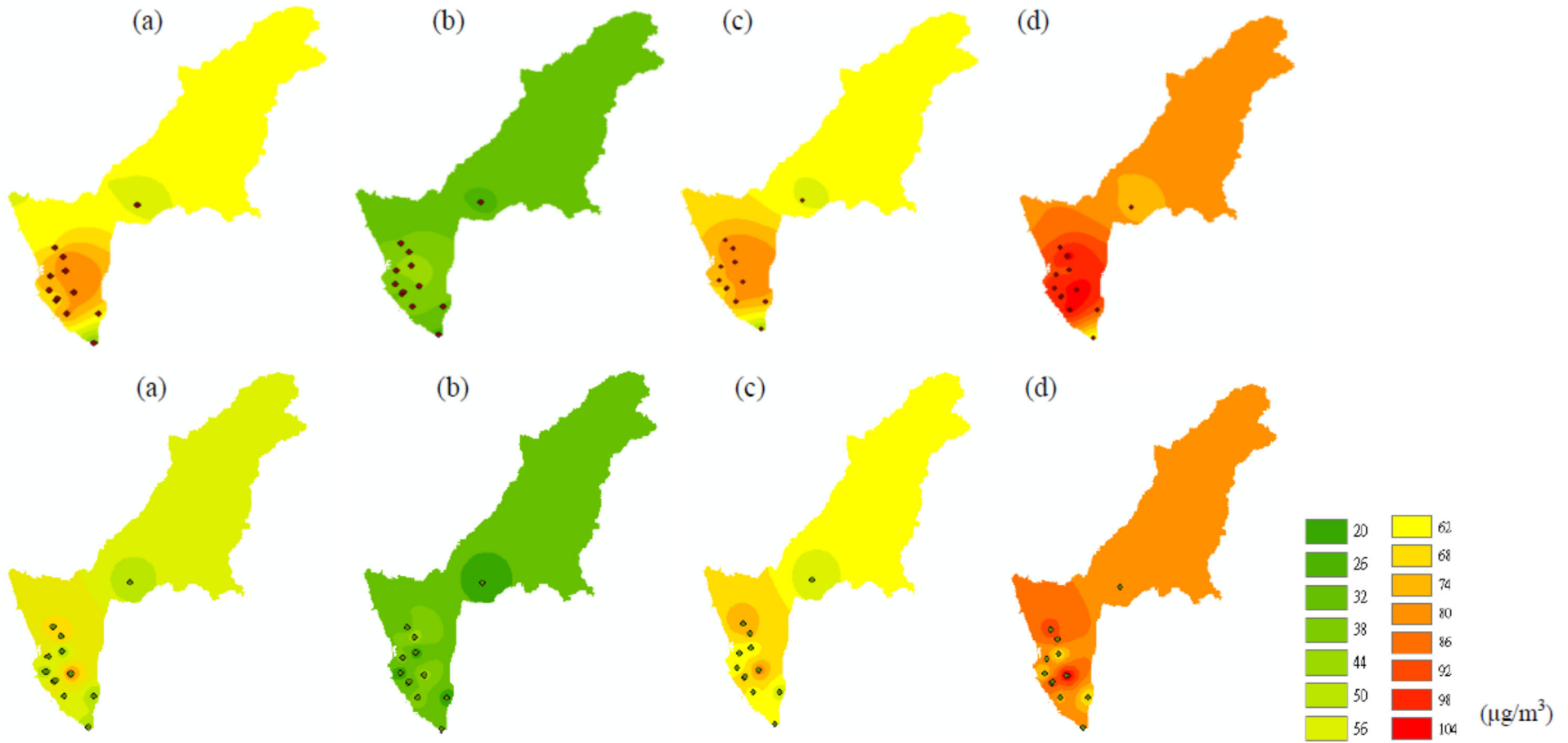


Figure 2- Seasonal average PM10($\mu\text{g}/\text{m}^3$) from 2014 to 2019.

Using Kriging interpolation method: (a)Spring (b)Summer (c)Autumn (d)Winter;

Using IDW interpolation method: (a)Spring (b)Summer (c)Autumn (d)Winter.

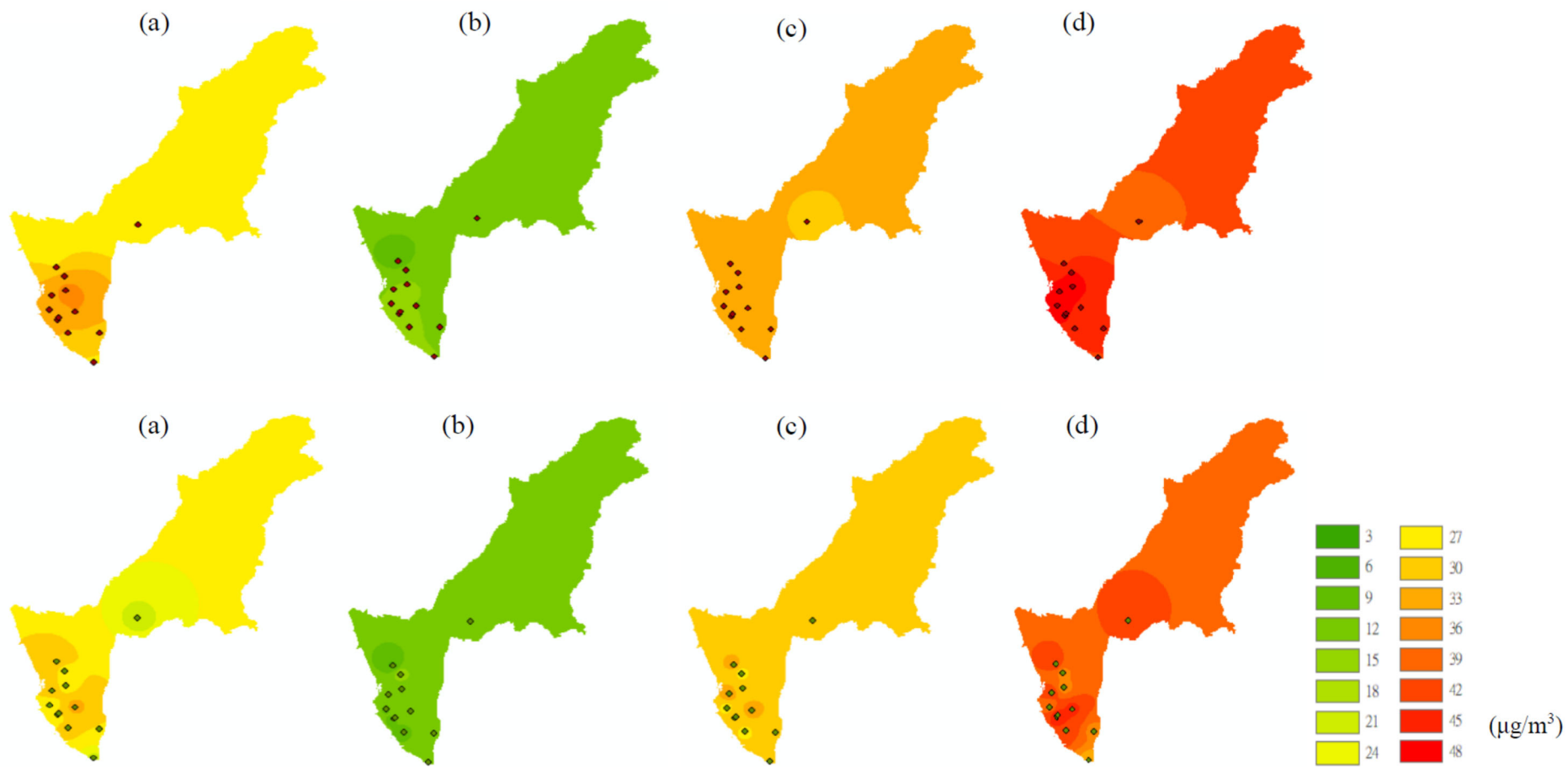


Figure 3 - Seasonal average PM2.5($\mu\text{g}/\text{m}^3$) from 2014 to 2019.

Using Kriging interpolation method: (a)Spring (b)Summer (c)Autumn (d)Winter;

Using IDW interpolation method: (a)Spring (b)Summer (c)Autumn (d)Winter.

Female

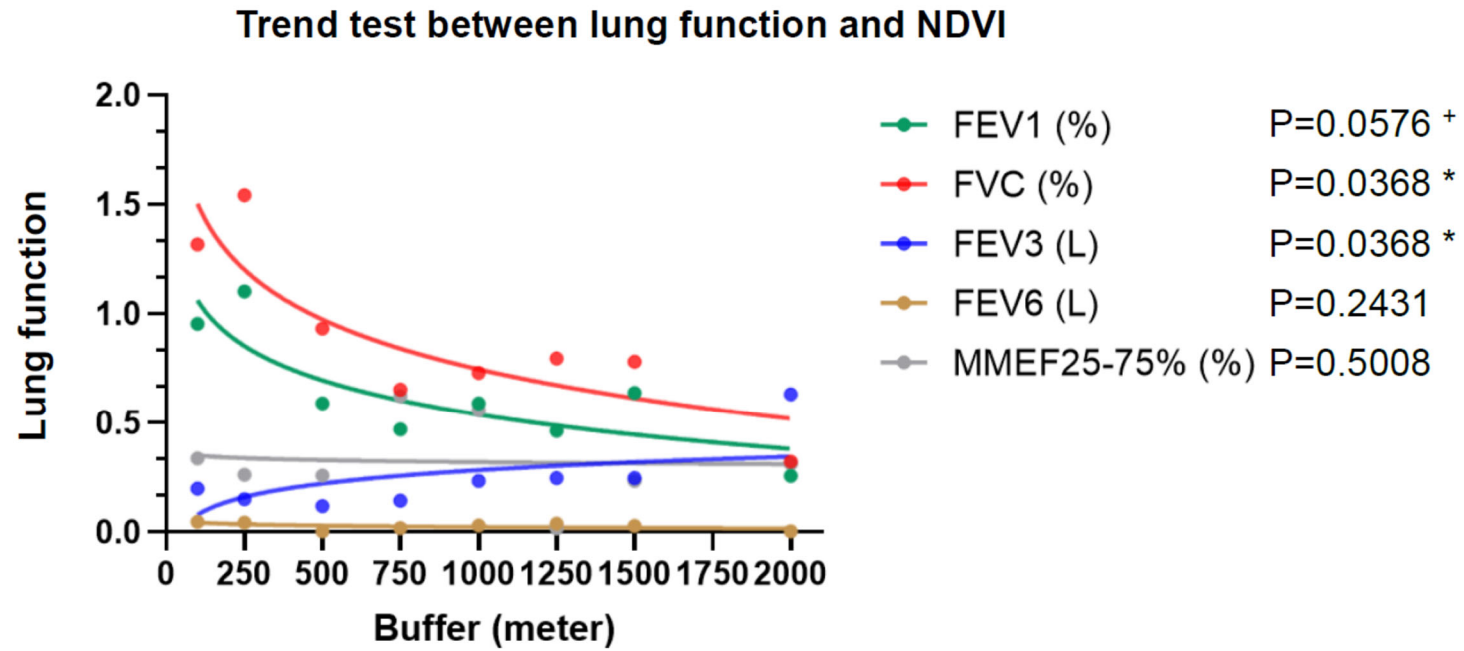


Figure 4. the trend test between NDVI and lung function by different buffers around **female** patients' addresses

Male

Trend test between lung function and NDVI

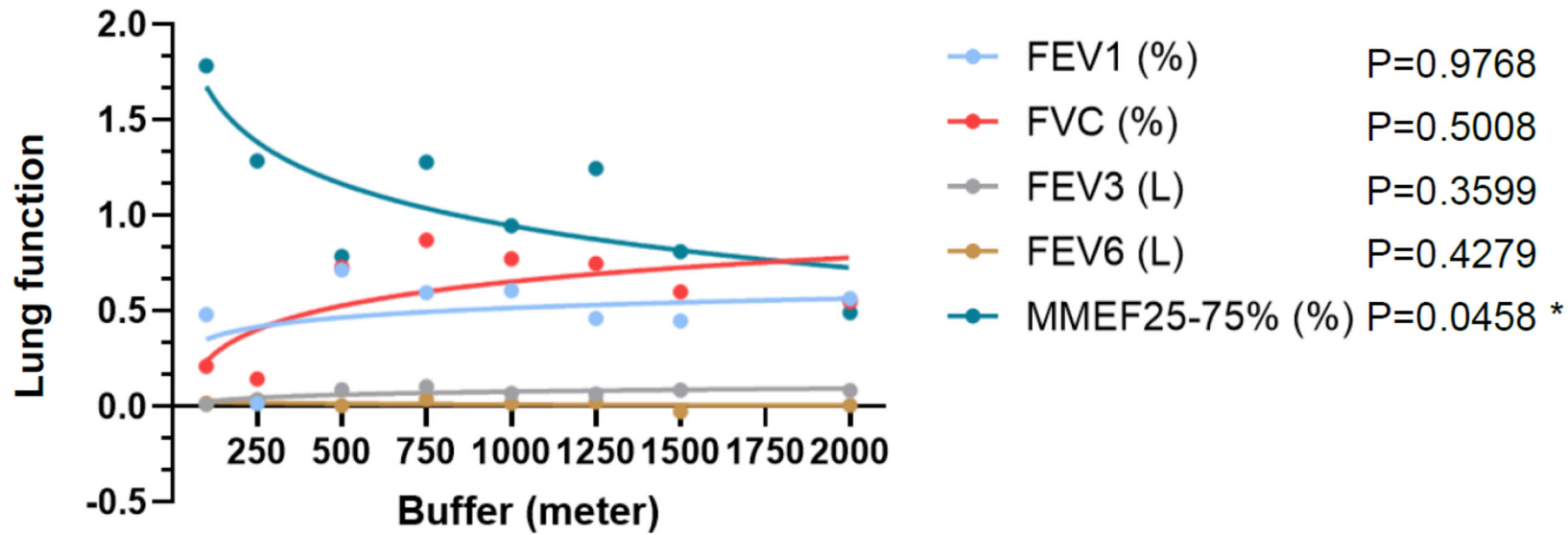


Figure 5. the trend test between NDVI and lung function by different buffers around **male** patients' addresses

109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：109-2629-B-037-002-				
計畫名稱：植被覆蓋度與空氣污染對於呼吸道健康之性別差異（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	<p>1. 許念慈、林芳綺、林淵淙、陳康興、陳培詩、王姿乃. Using land use regression to model air pollutants spatial-temporal variability in a petrochemical city of Taiwan. 2020公衛聯合年會，臺灣師範大學 2020.10.17-18</p> <p>2. 楊育慈、林芳綺、林淵淙、陳康興、陳培詩、王姿乃. The associations between PM2.5, PM10 levels and lung function in adult asthma based on land use regression, inverse distance weighting, Kriging methods. 2020公衛聯合年會，臺灣師範大學 2020.10.17-18</p>	
		研討會論文	2			
		專書	0			本
		專書論文	0			章
		技術報告	0			篇
		其他	0			篇
		其他	0			篇
國外	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		
參與計畫人力	本國籍	大專生	0	人次		
		碩士生	2		林芳綺、林宥均碩士班學生參與	
		博士生	0			
		博士級研究人員	0			
		專任人員	1		莊維珍碩士擔任6個月專任助理	
	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。)			