

台灣地區空氣污染健康效應之研究

計畫編號：NSC 88-2314-B-002-049

執行期限：87 年 8 月 1 日至 88 年 7 月 31 日

主持人：詹長權

執行機構及單位名稱：國立台灣大學公共衛生學院職業醫學與工業衛生研究所

中文摘要

本篇研究希望透過國際上常被運用的時間序列模式，來探討對空氣污染物與非意外死亡數增加之間的相關性。以台灣地區 1994-1997 年的死亡資料及空氣污染的監測資料為基礎，分台北地區（包括台北縣、市）、台中彰化地區（包括台中縣、市及彰化縣）與高雄屏東地區（包括高雄縣、市及屏東縣）等北、中、南三個區域進行分析。本研究所運用的時間序列模式裡，總共考慮季節性波動、長時間趨勢、氣候和空氣污染物等因素，並調整長期趨勢因子進行探討。結果顯示，在台灣地區以傳統的時間序列模式分析空氣污染與死亡之間相關性，並無法獲得與國外研究一致性的結果。我們的模式顯示氣候因子是死亡增加的一個重要指標，但卻沒有一個特定的氣候因子來當成穩定的代表性指標可對於本研究三個地區有同等的預測能力。因此，如果要有效的瞭解空氣污染與死亡之間的關係，有必要在暴露與結果兩方面的參數作進一步的修正。在暴露方面必須考量單一污染物與綜合污染物共線性的問題。在結果方面可考量非死亡外的其他就醫資料，例如以門診或急診作為指標。另外，也必須同時考量台灣地區不同城鎮之間社區特性以及社區居民在族群上的差異在模式模擬時所有可能造成的干擾。

Abstract

We used a commonly used time-series approach to study the association between air pollution and mortality in Taiwan. We used non-accident deaths as outcome variables and weather and air pollution as

independent variables in time-series models with long-term trends being adjusted. We applied this method to analyze mortality data and air quality data between 1994-1997 in three metropolitan areas of Taiwan. The results indicated that weather is a significant factor of affecting mortality in Taiwan. However, we can not identify a consistent weather indicator, such as highest or lowest temperature and relative humidity, in the models to explain the association across three study areas. We found various air pollutants, such as PM_{10} , O_3 , and NO_2 , were associated with increase in mortality with different time lags among three areas. However, such association did not exist after long-term trends were adjusted in the time-series models. In conclusion, the time-series approach failed to identify the association between specific air pollutant and mortality in Taiwan as was reported in other countries. It seems necessary to use more refined measurements of exposure variables, such as air pollution and weather, or alternative outcome variables, such as hospital admissions or clinic visits, in order to explore the association between acute air pollution exposure and adverse health effects in Taiwan. It is also equivalently important to consider the community heterogeneity among different areas as a potential confounding factor in future modeling in order to improve estimation.

Keyword: air pollution, mortality ozone, particle, time-series

計畫緣由與目的

過去 20 年來的空氣污染流行病研究發現臭氧與懸浮微粒是造成健康危害的兩個主要污染物。急性或慢性空氣污染物暴露皆會導致疾病或死亡。這些研究的設計不是 population-based 就是 cohort-based，而這些研究之所以可以進行，得利於電腦化的污染與健康資料在西方國家較易於取得。而精進的統計方法也幫助了污染物劑量效應估計的精密度。西方國家根據這些研究成果制訂了影響深遠的公共衛生及空氣污染防治政策。我們執行此一計畫的目的，就是為我國有系統地研究空氣污染健康危害研究開路。希望藉著近年來較多的電腦化污染與健康資料之取得，希望可以從 population-based 研究設計中尋找台灣地區空氣污染物急性及慢性暴露下可能的健康危害。同時也檢驗來自西方國家的劑量效應關係是否適用於台灣。此次研究成果不但有助於未來 cohort-based 研究之推動，也必然會對國內空氣品質污染防治政策有所衝擊。

空氣污染與健康相關之流行病研究是過去 20 年來極為重要之環境流行病學研究主題。依 Dockery 之分類，目前之空氣污染流行病學文獻在研究目的上可區分為探討 1-5 天急性暴露健康研究及探討 1 年以上暴露之慢性暴露健康研究。而根據健康相關資料取得方式之不同，這些研究又可區分為以社區居民為單位之 population-based(生態)研究及以個人為單位之 cohort(世代)研究。在觀察的健康效應點上則包含死亡(mortality)、住院(hospitalization)、疾病、症狀、肺功能及行動力之限制(restricted activity)等。

許多流行病學研究之所以能夠進行，主要在於完整且電腦化之污染與健康資料，使得資料整理及分析可以節省許多時間，在我國雖然已有近 15 至 19 個站的空氣污染監測資料，但較完整的資料是近 4 年的 66 個環保署所操作的空氣品質監測網。而在健康資料方面，完整的罹病、就醫資料則是近 2 年來全民健保實施後才可以獲得。因此雖然台灣空氣品質狀況不佳，但是空氣污染的健康危害情形卻一直無法透過有系統的研究來瞭解。在過去較大規

模之研究如國科會支助的 3 年 6 個城市研究(1994-1997)及環保署空污費所進行的全國性國中生普查研究。在方法論上都屬於 cross-sectional 及 ecological，而在健康效應上則有呼吸道症狀，疾病，肺功能及缺勤等。由於樣本數限制及資料特性的因素，不但在使用 Time-series 統計方法上大受限制，就是跨區域之橫斷比較亦常有困難。以致於今天仍然沒有足夠證據來瞭解空氣污染在台灣地區之可能「劑量-效應」關係。

有鑑於空氣污染是一項重大的公共衛生議題，而且空氣污染防治亦是一項代價極高的政策，我國需要有一系列的研究來瞭解在台灣地區空氣污染物組成成分的特性下各種健康危害程度。在污染與健康資料電腦化的近 4 年，將是空污流行病研究的一個新的開始。本研究透過對空污及健康資料之整理、分析，運用 Time-series 及 Multivariate Regression 之統計方法，可以初步瞭解空氣污染物在台灣地區不同社區所造成之罹病，就醫差異之情形。是在更進一步進行 cohort 研究前值得參考之結果。

結果與討論

從本研究的模式發現：氣候因子對於台灣地區死亡的影響相當大。但是，特定因子的指標，例如溫度、濕度以及時間間隔的長短卻沒有一致的結果。

此外，本研究發現污染因子對於非意外死亡的影響，有不同於國外以相類似時間序列模式所得到的結果。在北、中、南三個區域所得到的結果顯示，不同的地方有不同的污染物以及不一致的時間間隔對於死亡率有貢獻。但是，在調整長期趨勢因子後，只有少部分的污染物在中部地區對於死亡有顯著的影響。

由結果顯示，在台灣地區污染物與死亡之間的關係顯然受到許多地區別污染型態以及地區別間的居住族群特色及其他社區因子的干擾因素影響。因此，以傳統的時間序列模式來探討空氣污染與死亡之間的關係，顯然是有方法上的限制。因

此,在下一階段若要進一步澄清污染物與死亡間的關係,我們建議將區域別的特性以適當的方式放至模式中,才能降低地區別所涵蓋許多干擾因子的影響下對污染與死亡之間可能的關係所造成的扭曲。

此外,對於空氣污染物單一污染及綜合污染之間的描述,也要思考採用更好的指標,才能有效的改善以單一室外污染物來代表族群暴露指標的有效性。

計畫成果自評

本計畫之研究內容與原計畫大致相符,但研究結果與預期的結果並未完全達到一致性。由本研究結果發現,運用原先傳統的方法並無法完全解釋污染物濃度與死亡之間的關係。未來若要進一步研究相關議題,必須開發更有效之統計方法澄清社區族群差異所造成的各種可能的干擾因素。

參考文獻

References

1. Chan, C.C., Nien, C.K. and Hwang, J.S. (1996). Receptor modeling of VOCs, CO, NO_x, and THC in Taipei. *Atmospheric Environment* 30: No. 1, 25-33.
2. Chan, C.C. and Hwang, J.S. (1996). Site representativeness of urban air monitoring stations. *Journal of the Air & Waste Management Association* 46: 755-760.
3. Chatfield, C. (1989), *The Analysis of Time Series: An Introduction* 4th edition, Chapman and Hall, London.
4. Cleveland, W.S., Devlin, S.J. (1988), Robust locally-weighted regression and smoothing scatter plots. *Journal of the American Statistical Association* 1988;74: 829-836.
5. Cochrane, D., Orcutt, G.H. (1949), Application

of least squares regression to relationships containing auto-correlated error terms. *Journal of the American Statistical Association* 1949;44: 32-61.

6. Cox, D.R.(1983). Some remarks on over-dispersion. *Biometrika* 1983, 70:269-274.
7. Derriennic, F., Richardson, S., Mollic, A., et al. (1989), Short terms effects of sulfur dioxide pollution on mortality in two French cities. *International Journal of Epidemiology* 1989,18: 186-197.
8. Dockery, D.W., Pope, C.A. III, Xu, X., Spengler, J.D., Ware, J.H., Fay, M.E., Ferris, B.G. Jr., Speizer, F.E. (1993). An association between air pollution and mortality in six U.S. cities. *The New England Journal of Medicine* 329:1753-1759.
9. Dockery, D.W., Schwartz, J., Spengler, J.D. (1992). Air pollution and daily mortality: Association with particulates and acid aerosols. *Environmental Research* 59:362-373.
10. Fairley, David (1990), The relationship of daily mortality to suspended particulates in Santa Clara County, 1980-1986. *Environmental Health Perspective* 89:159-168.
11. Hardle, W., *Smoothing techniques with implementation in S*. New York. New York: Springer-Verlag, 1991.
12. Hastie, J.J., Tibshirani, R.J., *Generalized Additive Models*. London: Chapman.
13. Hatzakis, A., Katsouyanni, K., Kalandidi, A., Day, N., Trichopoulos, D. (1986), Short-term effects of Air Pollution on Mortality in Athens. *International Journal of Epidemiology* 1986; 15: 73-81.

14. Holland, W.W., Bennett, A.E., Cameron, I.R., et al (1979), Health Effects of Particulate Pollution: Reappraising the Evidence. *American Journal of Epidemiology* 1979; 110: 525-659.
15. Hwang, J.S. and Chan, C.C. (1997). Redundant measurements of urban air monitoring networks in air quality reporting. *Journal of the Air & Waste Management Association* 47: 614-619.
16. Ling, K.Y. and Zeger S.L. (1986). Longitudinal data analysis using generalized linear models. *Biometrika* 1986, 73:13-22.
17. McCullagh, P., Nelder, JA. (1989). *Generalized Linear Models*. Chapman & Hall, London, England.
18. Moolgavkar, S.H., Luebeck, E.G., Hall, T.A. and Anderson, E.L. (1995). Air pollution and daily mortality in Philadelphia. *Epidemiology* 6, 476-484.
19. Saldiva PHN., Lichtenfels AJFC., Paiva PSO., Narone, IA., Martins MA., Massad E., Pereira JCR., Xavier VP., Singer JM., Bohm GM.(1994). Association between air pollution and mortality due to respiratory disease in children in Sao Paulo, Brazil: A preliminary report. *Environmental Research* 65:218-225.
20. Schwartz, J. (1993), Air pollution and daily mortality in Birmingham, Alabama. *American Journal of Epidemiology* 137, 1136-1147.
21. Schwartz, J. (1994b), Total suspended particulate matter and daily mortality in Cincinnati, Ohio. *Environmental Health Perspective* 102:186-189.
22. Schwartz, J. (1991), Particulate air pollution and daily mortality in Detroit. *Environmental Research* 56, 204-213(1991).
23. Schwartz, J.(1994c). What are people dying of on high air pollution days? *Environmental Research* 64:26-35.
24. Schwartz, J.(1994). Air pollution and daily mortality: A review and Meta analysis. *Environmental Research* 64:36-52.
25. Schwartz, J. (1994). Low-level lead exposure and children's IQ: A Meta analysis and search for a threshold. *Environmental Research* 65:42-55.
26. Schwartz, J. and Dockery, D.W. (1992b), Particulate air pollution and daily mortality in Steubenville, Ohio. *American Journal of Epidemiology* 135, 12-19.
27. Schwartz, J. and Marcus, A. (1990), Mortality and Air pollution in London: A time series analysis. *American Journal of Epidemiology* 131, 185-194.
28. Schwartz, J. Spix, C., Wichmann, HE, et al. Air pollution and acute respiratory illness in five German communities. *Environmental Research* 1991; 56:1-14.
29. Smith, Richard L., Davis, Jerry M., Speckman, Paul (1998), Airborne Particles and Mortality. *Case Study in Environmental Statistics*, 91-120
30. Spix, C., Heinrich J., Dockery, DW., Schwartz, J., Volksch, G., Schwinkowski, K., Collen, C., Wichmann, HE. (1993), Air pollution and daily mortality in Erfurt, East Germany, 1980-1989. *Environmental Health Perspective* 101:518-526.
31. *The Health Effect Institute* (August 1997). HEI Strategic Plan for the Health Effects of Air Pollution.

32. *The Health Effect Institute* (August 1997).
Program Summary: research on the Effects of
particulate Air Pollution on Mortality and
Morbidity.
33. Wallis, K.F. (1974), Seasonal Adjustment and
Relation between Variables. *Journal of the
American Statistical Association* 1974; 69: 18-
31.
34. Yang, C.H., Wang, J.D., Chan, C.C., Chen, P.C.,
Hwang, J.S. and Cheng, M.F. (1997),
Respiratory and irritant health effects of a
population living in a petrochemical polluted
area in Taiwan. *Environmental Research*. 74,
145-149.
35. Yang, C.H., Wang, J.D., Chan, C.C., Hwang,
J.S. and Chen, P.C. (1998) Respiratory
symptoms of primary school children living in a
petrochemical pollution area in Taiwan.
Pediatric Pulmonology 25, 299-303.
36. Zeger, S.L., A regression model for time series
of counts. *Biometrika* 1988, 75,4:621-9.