

氣象與老年人循環系統疾病死亡— 台北、台中、高雄的比較

劉怡焜¹ 林瑞雄² 李源德³ 謝信良⁴ 陳永仁⁵ 宋鴻樟^{1,2,*}

YI-KUEN LIU¹, RUEY S. LIN², YUAN-TEH LEE³, SHINN-LIANG SHIEH⁴, YEONG-REN CHEN⁵, FUNG-CHANG SUNG^{1,2,*}

¹ 台灣大學公共衛生學院環境衛生研究所，台北市仁愛路一段一號
Institutes of Environmental Health, National Taiwan University College of Public Health.
No. 1, Jen-Ai Road Sec. 1, Taipei, Taiwan, R.O.C.

² 台灣大學公共衛生學院預防醫學研究所
Institutes of Preventive Medicine, National Taiwan University College of Public Health.

³ 台灣大學醫學院附設醫院內科部
Department of Internal Medicine, National Taiwan University Hospital.

⁴ 交通部中央氣象局
Central Weather Bureau, Ministry of Transportation, Executive Yuan.

⁵ 行政院環境保護署
Environmental Protection Administration, Executive Yuan.

* 通訊作者Correspondence author. E-mail: sung@ha.mc.ntu.edu.tw

目標：探討氣象因子和台北、台中、高雄三個地區循環系統疾病死亡的季節趨勢與相關性。**方法：**以衛生署死亡統計資料中設籍於台北地區(台北市、台北縣)、台中地區(台中縣、台中市)、高雄地區(高雄縣、高雄市) 65歲以上，自1989年至1998年間死於循環系統疾病(ICD 390-459)者為對象，並對應氣象局台北、台中、高雄氣象測站之氣溫、氣壓、濕度等氣象資料，分析循環系統疾病日死亡率最低的氣溫，以卜瓦松迴歸(Poisson Regression)分析每日平均氣溫、日氣壓變化及濕度對循環系統疾病死亡的影響，及相對最適溫度之危險比。**結果：**這三個地區在冬天的循環系統疾病死亡率比夏天高出27.7%~33.4%。台北地區的最適溫度為26°C，台中、高雄則為27°C，當溫度降低到11°C以下時，台北地區循環系統疾病死亡的危險比達1.62 (95% confidence interval (CI) 1.45-1.80)；台中則為1.51 (95% CI 1.06-2.14)；高雄地區溫度降至15°C以下時，循環系統疾病死亡危險比為1.50 (95% CI 1.28-1.77)。日平均相對濕度引起的死亡效應小，但統計相關顯著；氣壓的效應也較小，但在台北地區卻為顯著。**結論：**氣溫是主要影響循環系統疾病死亡的氣象因子，三個地區季節性變化大致相似，但是，增加50%循環系統死亡危險的最低溫度，高雄的比在台北的高，顯示氣溫下降時保暖的重要性。(台灣衛誌 2002；21(3)：189-196)

關鍵詞：循環系統疾病死亡、季節性、氣溫、氣壓。

Circulatory diseases mortality and meteorological factors in the elderly in Taipei, Taichung and Kaohsiung areas

Objectives: This study investigated circulatory deaths associated with weather conditions in Taipei, Taichung and Kaohsiung areas. **Methods:** Using vital and meteorological statistics in 1989 to 1998, deaths from circulatory diseases (ICD 390-459) in the elderly in Taipei, Taichung and Kaohsiung areas were analyzed for seasonal variations of the mortality the optimum temperature with the least deaths. Risk ratios were measured against the optimum temperature for Taipei, Taichung and Kaohsiung areas. The effect of barometric pressure change and relative humidity was also evaluated. **Results:** Compared with summer, the excess risks of circulatory deaths in winter ranged between 27.7% and 33.4% in the three areas. Compared with the optimum temperature, 26°C, in Taipei area, the risk ratio of death from the diseases was 1.62 (95% confidence interval (CI) 1.45-1.80) when the temperature decreased to <11°C. In both Taichung and Kaohsiung areas, the optimum temperature was 27°C. When the temperature was <11°C, the risk ratio was 1.51 (95% CI 1.06-2.14) in Taichung; when the temperature was <15°C the risk ratio was 1.50 (95% CI 1.28-1.77) in Kaohsiung. The effect of daily relative humidity was weak but statistically significant in all three areas. The effect of barometric pressure change was also weak and significant only in Taipei area. **Conclusions:** Temperature is the major meteorological factor associated with the circulatory death for the elderly. The seasonal mortality patterns were generally consistent among the three study areas. However, the lowest average temperature leading to a 50% excess risk of the death is higher in Kaohsiung than in Taipei, reflecting that it is important for the elderly to keep the body warm when the temperature declines. (*Taiwan J Public Health*. 2002;21(3):189-196)

Key words: circulatory disease mortality, season, temperature, barometric pressure.

前 言

根據國內外研究顯示，在冬天發生心血管疾病死亡的危險性較其他季節高出10~25%[1-4]，這種氣象變化相關的高死亡率，特別會發生在65歲以上的老年人。最適溫度(optimum temperature)表示死亡率最低的溫度，過高或過低的氣溫，死亡率均會增加[5]，最適溫度因地而異，台灣地區全死因死亡率最低時的溫度為27~28°C、心血管疾病為29°C、冠狀動脈死亡為26~29°C、腦血管梗塞為27~29°C[4]。Natsume等人[6]表示人隨著年齡的增加，對於溫度的感受性會降低，且隨著年齡增加，心血管疾病死亡率有增加的趨勢，這可能是因為老年人生理對於冷和熱的調節性、耐受性較差的緣故[4]。

台灣地處亞熱帶，潘氏[4]、張氏[7]、顧氏[8]曾探討心血管疾病與氣溫的相關性，而對於其他氣象條件因子，如氣壓因子的影響，無論國內外的研究均相當缺乏。考量台灣地區因地形、地勢及緯度的不同，各地氣候具有地區差異，加上熱島效應的影響其差異更大，例如台北市春季市中心平均溫比市郊高4.8°C，夏季高4.2°C，秋季4.6°C，冬季4.5°C[9]。綜合上述之因素，本研究以1989年至1998年死亡資料，選擇65歲以上老年人為對象，探討比較台北、台中和高雄地區循環系統疾病死亡的季節差異，及氣溫、氣壓和濕度對於老年人循環系統疾病死亡的影響。本論文結果不僅可以提供高危險群預防及自我保健之參考，亦可提供有關單位在制定老年人循環系統疾病防治政策的思考方向。

材料與方法

研究對象：自行政院衛生署死亡資料檔中，抽取1989年至1998年設籍台北市、台北縣、台中市、台中縣、高雄縣和高雄市六十五歲以上之民眾，死亡原因為循環系統疾病(diseases of the circulatory system)者為研究對象，其國際疾病分類代碼(International Clas-

sification of Diseases, ICD-9-CM)為390~459。將研究區域區分為台北地區(台北市、台北縣)、台中地區(台中市、台中縣)和高雄地區(高雄縣、高雄市)，可應用之資料包括死亡者之出生日期、死亡日期、死亡年齡、戶籍地(城市、鄉鎮別)、死亡原因(國際基本死因分類、ICD-CODE)等資料。

氣象資料：氣象資料為交通部中央氣象局提供大氣監測站的逐時監測資料，台北地區以台北測站(代碼466920)、台中地區以台中測站(467490)、高雄地區以高雄測站(467440)為代表，其中台北地區有四個測站，包括台北、竹子湖、鞍部和淡水四個測站，因考慮本研究對象主要是分布於縣市鄉鎮的老年人，遂以台北測站代表台北地區。可應用之資料包括氣溫(每日最高溫、平均溫、最低溫)、氣壓(每日最高氣壓、平均氣壓、最低氣壓)和濕度等。

研究計設與資料分析：本研究為生態相關分析研究，我們首先分析台北、台中和高雄三個地區循環系統疾病死亡的季節趨勢。依據死亡統計資料，以逐日的循環系統疾病死亡數為分子，各研究地區逐年的年中人口數為分母，分析其日平均死亡率(每十萬人之日平均死亡數)；另就死亡日期依季節區分為春(三月、四月、五月)、夏(六月、七月、八月)、秋(九月、十月、十一月)、冬(一月、二月、十二月)四季，計算季節別日平均死亡率，比較三個地區循環系統疾病死亡率的季節性變化。其次觀察循環系統疾病死亡和溫度變化的關係，利用迴歸分析計算以氣溫平均改變1°C為單位之循環系統疾病日平均死亡率。進而決定循環系統疾病日平均死亡率之最適溫度及計算循環系統疾病日平均死亡率之相對危險比，即以1°C為單位求出台北、台中、高雄三個地區循環系統疾病日平均死亡之最適溫度，以其為參考溫度，分析各溫度之循環系統疾病日平均死亡率之相對危險性，並比較地區差異。另外利用逐日的死亡資料對應當日的平均氣溫、日氣壓變化、日平均濕度，以卜瓦松複迴歸分析(multiple Poisson regression analysis)比較台北、台中、高雄三地區日平均氣溫、日氣壓變化、日平

投稿日期：91年5月20日

接受日期：91年7月3日

均濕度對老年人循環系統疾病死亡的影響。以前述卜瓦松迴歸相同的分析條件進行時間差(time lag)的分析,包括Lag1~Lag7, Lag1為循環系統疾病死亡對應於一天前的氣象條件, Lag2為循環系統疾病死亡對應於二天前的氣象條件,以此類推至Lag7。本研究之統計檢定之顯著水準定義為 $p < 0.05$ 。

結 果

表一為研究期間氣象基本資料,台北、台中和高雄地區每日平均氣溫的平均值分別是22.9°C(日平均氣溫介於8.0~32.8°C)、23.1°C(8.6~30.9°C)、25.1°C(10.7~31.8°C)。台北、台中、高雄地區氣壓年平均平均值分別為1013 hecto Pascal (hPa)、1001 hPa、1012 hPa,濕

度年平均值分別為75.7%、80.7%、75.4%。以每日循環系統疾病死亡數對應當日平均溫度的皮爾遜(Pearson)相關分析發現(資料未列出),在台北地區,與循環系統疾病死亡相關最強的氣象因子為氣溫(相關係數 $r = -0.31$)、其次是氣壓($r = 0.25$)、濕度($r = 0.05$);而台中、高雄亦有相近的結果,分別是台中地區:氣溫($r = -0.25$)、氣壓($r = 0.23$)、濕度($r = -0.04$);高雄地區:氣溫($r = -0.21$)、氣壓($r = 0.19$)、濕度($r = -0.13$)。

依死亡日期區分為春、夏、秋、冬四季,分析季節別日平均死亡率如表二。其中冬季的日平均死亡率最高,台北、台中和高雄三個地區分別是3.80、4.60和4.53,其次是春季,分別是3.35、3.90和3.82,至於夏、秋二季的死亡率在三個地區均相當接近。另比

表一 台北、台中、高雄地區1989年至1998年間氣象因子(氣溫、氣壓、濕度)的分布

項 目	台北地區				台中地區				高雄地區			
	平均值	最小值	中位數	最大值	平均值	最小值	中位數	最大值	平均值	最小值	中位數	最大值
日平均氣溫(°C)	22.9	8.0	23.5	32.8	23.1	8.6	23.9	30.9	25.1	10.7	26.0	31.8
日氣溫差(°C)	6.2	0.8	6.3	14.5	8.9	1.7	9.0	20.1	6.5	1.6	6.4	13.6
日平均氣壓(hPa)	1013	974	1012	1031	1010	979	1009	1024	1012	984	1012	1027
日氣壓差(hPa)	4.3	1.4	3.9	38.7	4.0	1.6	3.8	22.7	3.8	0.8	3.6	23.3
日平均相對濕度(%)	75.7	47	76	100	80.7	55	81	98	75.4	47	75	100

表二 台北、台中、高雄地區循環系統疾病季節別日平均死亡率及季節間之日平均死亡率比

季節別	日數	台北		台中		高雄	
		日平均死亡率±標準差	日平均死亡率±標準差	日平均死亡率±標準差	日平均死亡率±標準差	日平均死亡率±標準差	日平均死亡率±標準差
春	920	3.35±1.17	3.90±2.08	3.82±1.96			
夏	920	2.92±1.06	3.45±1.90	3.55±1.74			
秋	910	2.97±0.99	3.48±1.79	3.49±1.67			
冬	902	3.80±0.98	4.60±1.78	4.53±1.68			
全年	3,652	3.26±1.11	3.85±1.94	3.85±1.81			
日平均死亡率比							
冬/春夏秋		1.203	1.198	1.186			
冬/夏		1.300	1.277	1.334			

註：春季為3~5月；夏季為6~8月；秋季為9~11月；冬季為12月、1~2月。

日平均死亡率：日平均死亡數/10萬人年。

冬/春夏秋：冬季循環系統疾病日平均死亡率與春夏秋季日平均死亡率的比值。

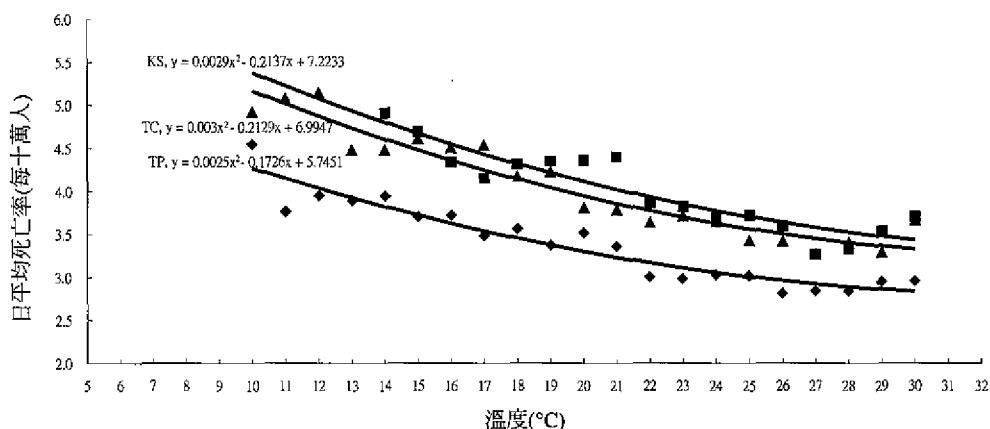
冬/夏：冬季循環系統疾病日平均死亡率與夏季日平均死亡率的比值。

較三個地區，不論任何季節循環系統疾病日平均死亡率，皆是以台北地區最低，春、冬二季以台中地區最高，夏季則是高雄地區最高。

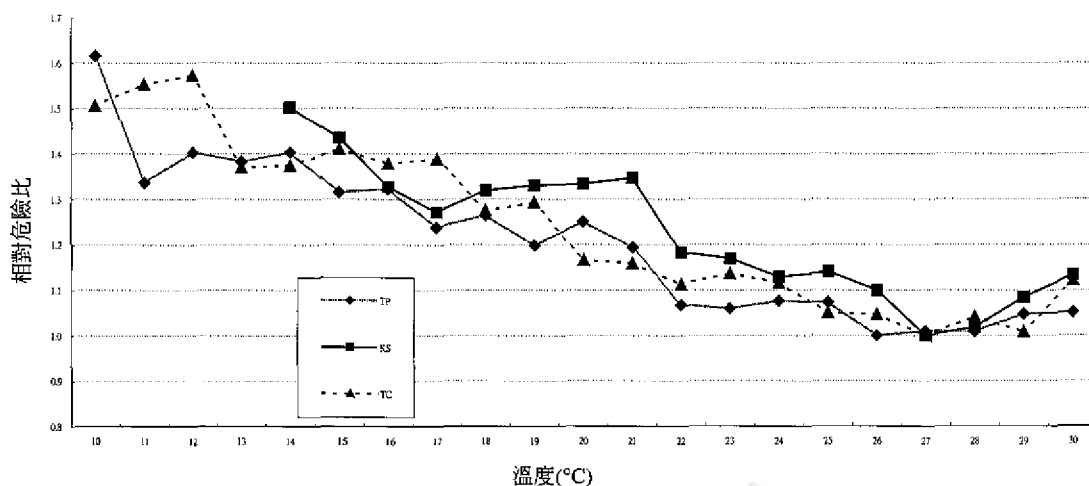
考量台北、台中和高雄地區的氣溫與循環系統疾病死亡間的關係為J字型分佈，以二項式表示溫度別日平均死亡趨勢(如圖一)，顯示在三個地區的循環系統疾病與日平均氣溫的性關係均為負相關，且當溫度減低時，循環系統疾病之日平均死亡率就愈高，氣溫

高於27°C時，死亡率也略高。

台北地區的最適溫度為26°C，以最適溫度為基準時，當溫度降低到22~25°C時，循環系統疾病死亡率相對於最適溫度死亡率的危險比明顯增加6~8% (如圖二)，當溫度降低到11°C以下時，循環系統疾病死亡危險比為1.62 (95% CI=1.45-1.80, p<0.001)。同理，台中地區的最適溫度為27°C，當溫度降低到13°C以下時，相對於最適溫度的循環系統疾病死亡危險比為1.51 (95% CI=1.06-2.14, p<



圖一 台北(TP)、台中(TC)、高雄(KS)地區循環系統疾病溫度別之日平均死亡率趨勢圖



圖二 台北、台中、高雄地區六十五歲以上老年人相對於最適溫度之循環系統疾病死亡相對危險比趨勢圖

0.001)。高雄地區的最適溫度為27°C，當溫度降低到15°C以下時，相對於最適溫度的循環系統疾病死亡危險比為1.50 (95% CI=1.28-1.77, $p < 0.001$)。另外，在高於最適溫度方面，當溫度高於30°C時，台中地區相對於最適溫度的循環系統疾病死亡危險比增加12% (95% CI=0.97-1.29)，而高雄地區增加13% (95% CI=1.05-1.22, $p < 0.001$)，呈現統計顯著性。

以逐日的死亡資料對應當日的日平均氣溫、日氣壓變化、日平均濕度進行卜瓦松複迴歸分析，結果顯示台北、台中和高雄三地區的日平均氣溫平均每增加1°C，循環系統疾病死亡的危險就會減少2.0~2.3% (表三)；而在日氣壓變化方面，僅有台北地區顯示統計顯著性，日氣壓變化平均每增加1 hPa，危險性就會增加0.6% ($p = 0.018$)。在相對濕度方面，日平均濕度平均每增加1%，循環系統疾病死亡危險性變化稍小，但統計相關顯著。

另以表三相同的分析條件進行循環系統疾病死亡與氣象條件之時間差分析(資料未列出)，結果發現Lag1~Lag7的日平均氣溫對三地區循環系統疾病死亡皆為負的，統計相關顯著。氣壓變化對於台中、高雄地區的影響並不顯著，而對於台北地區的影響可從Lag0延續到Lag2，即包括死亡日當天及死亡日前

二天(共三天)的氣壓變化對於循環系統疾病老年人有明顯的相關存在。濕度在台北、高雄地區的影響可從Lag1延續至Lag7，惟台中地區在Lag5以後相關並不顯著。

討 論

循環系統為調節體溫的主要機制之一，氣溫對於老年人循環系統疾病死亡的影響可能是因為老化導致了人體內環境恆定效率的降低，體溫調節系統較差所致，增加了殘廢及疾病發生的機會，尤其是患有循環系統疾病的老年人，更容易受到外在環境的影響致死。Bull[10]認為冬天的高死亡率是因為細胞和體液免疫的改變所致，臨床與實驗的數據指出[11-13]，氣溫可影響血液黏稠度、脂質、交感神經系統及血管收縮。依Kunst等人[14]研究指出，人類暴露在低溫的環境下，血壓、血液的黏稠度與心跳皆會增加。Stout [15]和Woodhouse等人[13,16]研究結果顯示，對於老年人來說，冬天時纖維素原factor VIIc和脂質會增加。

潘氏[4]和Natsume[6]等人的研究結果均表示，隨著年齡的增加，人體對於溫度的感受性及體溫調節機能會降低，尤其是天氣寒冷時，隨著年齡增加死亡率有增加的趨勢。

表三 台北、台中、高雄地區逐日循環系統疾病死亡與日平均氣溫、日氣壓變化、日平均濕度之卜瓦松複迴歸分析

地區	相對危險性 (95%信賴區間)	p
台北		
日平均氣溫	0.980 (0.979-0.982)	0.0001
日氣壓差	1.006 (1.001-1.011)	0.0176
日平均濕度	0.998 (0.997-0.999)	0.0005
台中		
日平均氣溫	0.977 (0.974-0.979)	0.0001
日氣壓差	1.007 (0.996-1.017)	0.2194
日平均濕度	0.997 (0.995-1.000)	0.0241
高雄		
日平均氣溫	0.980 (0.976-0.983)	0.0001
日氣壓差	0.995 (0.984-1.005)	0.3165
日平均濕度	0.996 (0.993-0.998)	0.0001

楊氏[17]的研究中發現，香港45歲以上人口的全死因、循環系統、呼吸道死亡率有冬季較高的季節趨勢，而44歲以下的族群則未發現氣溫與死亡間的相關。許多研究顯示冬天循環系統疾病死亡率較其他季節高出10~25%[1-3]。而本研究結果亦發現台北、台中、高雄地區冬天的死亡率較其他季節分別高出20.3%、19.8%、18.6%；另研究指出英國冬天較夏天的死亡率高出30%[10, 11, 18]，本研究結果發現冬天與夏天的死亡率差異最大，分別是台北高出30.0%、台中27.7%、高雄33.4%。許多高溫炎熱的地區，死亡率與氣溫亦顯示U型的趨勢[4, 19, 20]，Saez等人[20]發現至少連續三天增加溫度時，死亡率會增加。台灣雖非熱帶地區，但相對於最適溫度來說，高於最適溫度者對於老年人來說是相對的高溫，在本研究分析發現，當氣溫增加至30°C以上時，在台北地區循環系統疾病死亡率較最適溫度死亡率增加約5%，台中地區增加12%，高雄地區增加13%。其原因可能是因為溫度升高體內生理變化所致，根據研究指出[12, 21]，暴露在高溫的環境下，血液黏稠度、血脂固醇也會增加。

最適溫度為死亡率最低的溫度，即當溫度超過舒適的界限，過高或過低時死亡就會增加[17]。最適溫度隨著人們居住的環境而有不同，例如荷蘭人[14]全死因死亡的最適溫度為17°C，而美國地區[22, 23]全死因室外最適溫度為27~28°C，冠狀動脈為26~29°C，腦血管梗塞為27~29°C。二者差異最主要原因可能是荷蘭的氣候寒冷，很少有氣溫超過18°C的日子，在天氣寒冷的情況下，家家戶戶的暖氣設備相當普遍，導致老年人實際暴露的溫度與室外的溫度並不相同，進而影響實際對死亡率的評估，因此所呈現出來的最適溫度也不同。同樣的情形亦發生在紐約與洛杉磯地區[23]，及北歐國家與南方氣候較溫暖的葡萄牙和以色列[1]，這亦說明了暖氣設備及自我保暖的重要。台灣地區近年來家戶使用暖氣設備(如電熱器等)逐年增加中，惟早年(本研究期間)台灣的老年人是否常使用現代化的暖氣設備，值得商榷。在潘氏[4]的研究中發現：台灣地區全死

因死亡率最低的溫度為27~28°C、循環系統疾病為29°C、冠狀動脈死亡為26~29°C、腦血管梗塞為27~29°C。而本研究台北、台中和高雄地區循環系統疾病死亡率最低的溫度為26或27°C。本研究年平均溫度以高雄25.1°C為最高，最低為台北22.9°C；日平均溫度的範圍是以台北最大，介於8.0°C~32.8°C，最小為高雄10.7°C~31.8°C；但是以最適溫度為參考組，對應其他溫度的相對危險性分析發現，平均溫度較高的高雄地區，當溫度下降至15°C(不含)以下時，循環系統疾病死亡危險比增加了50%以上，而台北地區的溫度必須降低到11°C(不含)以下，始得相同的結果，這似乎表示平均氣溫較高地區的老年人，相較於平均氣溫較低地區的老年人，其生理狀況習慣於較高溫的環境，當氣溫下降至一定程度時，無法適應而導致疾病的發生或死亡。而在高溫方面，當台中、高雄地區大於30°C以上時，循環系統疾病死亡危險比超出10%，這似乎又意味著日平均溫度範圍較台北小的台中、高雄二個地區的老年人亦較無法適應較高的溫度。雖然，循環系統疾病受季節性影響的因子最主要是氣溫的影響[1, 14, 22, 23]，包括全死因[4]，冠狀動脈疾病[4]，腦梗塞[4]，冠狀動脈[22, 23]，中風[22, 23]死亡率的季節趨勢在許多研究中均結果呈現U字型趨勢，這表示太高或太低的溫度下，循環系統疾病死亡率會有增加的趨勢，而在U型底部則為死亡率最低的部分，即為該地區的最適溫度。在本研究中，台北、台中、高雄三地區的循環系統疾病月份季節性變化亦接近反J字型(左右相反)。另有Alberdi等人[18]研究發現，西班牙馬德里為J字型的趨勢。

Danet等人[24]發現，心肌梗塞與冠狀動脈死亡率因大氣壓呈現V字型的分布，每天最低死亡的大氣壓為1,016 hPa。卜瓦松迴歸分析結果發現，當氣壓小於1,016 hPa時，氣壓平均每降低10 hPa時死亡率平均增加12% ($P=0.001$)；而當氣壓大於1,016 hPa時，氣壓平均每增加10 hPa時，死亡率平均增加11% ($P=0.01$)；此種情形在老年族群上最明顯。另Jehle等人[25]研究顯示，在暴風雨的

天氣下，以氣壓差變化 ≤ 0.15 dpHg為參考組，發現當氣壓變化 > 0.15 dpHg時，蜘蛛膜下出血的發生率，而Landers等人[26]的研究卻有相反結果。本研究由皮爾遜相關分析顯示台北、台中和高雄地區氣溫與氣壓的相關係數分別為-0.80、-0.79、-0.76，二者相關十分密切，但卜瓦松複迴歸分析顯示氣溫仍是導致循環系統疾病死亡的主要原因，考量老化導致老年人維持體內環境恆定機轉效率減低的因素，以氣壓差變化來輔助說明溫度因子對循環系統疾病死亡的影響，發現台北市老年人受到日氣壓變化的影響，但台中和高雄地區則不明顯。不過，日氣壓變化為何會影響到台北地區老年人循環系統疾病死亡，值得進一步探討。至於相對濕度對於循環系統疾病死亡的研究而言，似乎較無一致性的研究結果[17,27-31]，在本研究卜瓦松複迴歸分析中，發現濕度在循環系統疾病死亡間均出現顯著負相關。

本研究為生態相關研究，因為樣本數很大，表三的日平均氣溫、日氣壓變化、日平均濕度對於循環系統疾病死亡呈現統計顯著性，1°C的變化不易顯示其生物學上的意義，10°C的變化則較清楚。生物學上的意義亦可由表二季節差異去理解，這種季節差異的生物效應通常發生在氣溫變化大時，對急性心肌梗塞的病人尤其重要。台北、台中、高雄之間的氣候不盡相同，但循環系統疾病死亡的氣候模式大致相似，均顯示與氣溫間存在著J型模式，而氣溫是最明顯的氣候因子。氣溫降低死亡增加的現象值得重視，這種現象也說明天冷保暖預防醫學可以應用的因子。

致 謝

感謝中央氣象局提供氣象測站監測資料、衛生署提供死亡資料，使本研究得以順利完成。

參考文獻

1. Curwen M. Excess winter mortality: a British phenomenon? *Health Trends* 1991;22:169-75.

2. Seto T, Mittlemann M, Davis R, Taira D, Kawachi I. Seasonal variation in coronary artery disease mortality in Hawaii: observational study. *BMJ* 1998;316:1946-7.
3. Mckee M, Sanderson C, Chenet L, Vassin S, Shkolnikov V. Seasonal variation in mortality in Moscow. *J Public Health Med* 1998;20:268-74.
4. Pan WH, Li LA, Tsai MJ. Temperature extremes and mortality from coronary heart disease and cerebral infarction in elderly Chinese. *Lancet* 1995;345:353-5.
5. Martens WJM. Climate change, thermal stress and mortality changes. *Soc Sci Med* 1998;46:331-44.
6. Natsume K, Ogawa T, Sugeno Y J et al. Preferred ambient temperature for old and young men in summer and winter. *Int J Biometeorol* 1992;36:1-4.
7. Chen ZY, Chang SF, Su CL. Weather and stroke in a subtropical area: Ilan, Taiwan. *Stroke* 1995;26:569-72.
8. Ku CS, Yang CY, Lee WJ, Chiang HT, Liu CP, Lin SL. Absence of a seasonal variation in myocardial infarction onset in a region without temperature extremes. *Cardiology* 1998;89:277-82.
9. 劉昭民：台灣的氣象與氣候。常民文化，1996；60。
10. Bull GM. The weather and deaths from pneumonia. *Lancet* 1980;1:1405-8.
11. Neild PJ, Syndercombe-Court D, Keatinge WR, Donaldson GC, Mattock M, Caunce M. Cold-induced increases in erythrocyte count, plasma cholesterol and plasma fibrinogen of elderly people without a comparable rise in protein C or factor X. *Clin Sci* 1994;86:43-8.
12. Gordon DJ, Hyde J, Trost DC et al. Cyclical seasonal variation in plasma lipid and lipoprotein levels: the Lipid Research Clinics Coronary Primary Prevention Trial placebo group. *J Clin Epidemiol* 1988;41:679-89.

13. Woodhouse PR, Khaw KT, Plummer M, Foley A, Meade TW. Seasonal variations of plasma fibrinogen and factor VII activity in the elderly: winter infections and death from cardiovascular disease. *Lancet* 1994; **343**:435-9.
14. Kunst AE, Looman CWN, Mackenbach JP. Outdoor air temperature and mortality in the Netherlands: a time series analysis. *Am J Epidemiol* 1993; **137**:331-41.
15. Stout RW, Grawford V. Seasonal variations in fibrinogen concentrations among elderly people. *Lancet* 1991; **338**:9-13.
16. Woodhouse PR, Khaw KT, Plummer M. Seasonal variations of lipids in an elderly population. *Age Ageing* 1993; **22**:273-8.
17. Yan YY. The influence of weather on human mortality in Hong Kong. *Soc Sci Med* 2000; **50**:419-27.
18. Alberdi JC, Diaz J, Montero JC, Miron I. Daily mortality in Madrid community 1986-1992: relationship with meteorological variables. *Eur J Epidemiol* 1998; **14**:571-8.
19. Heunis JC, Olivier J, Bourne DE. Short-term relationships between winter temperatures and cardiac disease mortality in Cape Town. *SA Med J* 1985; **85**:1016-9.
20. Saez M, Sunyer J, Castellsague J, Murillo C, Anto JM. Relationship between weather temperature and mortality: A time series analysis approach in Barcelona. *Int J Epidemiol* 1995; **24**:576-82.
21. Pope, CA III, Dockery DW, Kanner RE, Villegas GM, Schwartz J. Oxygen saturation, pulse rate, and particulate air pollution. *Am J Respir Crit Care Med* 1999; **159**:365-72.
22. Rogot E, Padgett SJ. Associations of coronary and stroke mortality with temperature and snowfall in selected areas of the United States 1962-1966. *Am J Epidemiol* 1976; **103**:565-75.
23. Wyndham CH, Fellinham SA. Climate and disease. *S Afr Med J* 1978; **53**:1051-61.
24. Danet S, Richard F, Montaye M et al. Unhealthy effects of atmospheric temperature and pressure on the occurrence of myocardial infarction and coronary deaths. *Circulation* 1999; **100**:E1-7.
25. Jehle D, Moscatti R, Frye J, Reich N. The incidence of spontaneous subarachnoid hemorrhage with change in barometric pressure. *Am J Emerg Med* 1994; **12**:90-1.
26. Landers AT, Narotam PK, Govender ST, van Dellen JR. The effect of changes in barometric pressure on the risk of rupture of intracranial aneurysms. *Br J Neurosurg* 1997; **11**:191-5.
27. Shumway RH, Azari AS, Pawitan Y. Modeling mortality fluctuation in Los Angeles as function of pollution and weather effects. *Environ Res* 1988; **45**:224-41.
28. Madrigal L. Mortality seasonality in Escazu, Costa Rica 1951-1921. *Hum Biol* 1994; **66**:433-52.
29. Auliciems A, Frost D, Siskind V. The time factor in mortality: weather association in a subtropical environment. *Int J Biometeorol* 1997; **40**:183-91.
30. Motohashi Y, Takano Y, Nakamura K, Nakate K, Tanaka M. Seasonality of mortality in Sri Lanka: biometeorological considerations. *Int J Biometeorol* 1996; **39**:121-6.
31. Kalkstein LS, Davis RE. Weather and human mortality: an evaluation of demographic and interregional responses in the US. *Annals Assoc Am Geograph* 1989; **79**:44-64.