

國立臺灣大學公共衛生學院流行病學與預防醫學研究所

博士論文

Institute of Epidemiology and Preventive Medicine

College of Public Health

National Taiwan University

Doctoral Thesis



台灣族群可歸因於可介入危險因子之疾病負擔

Burden of Disease Attributable to Modifiable Risk

Factors in Taiwan Population

羅偉成

Wei-Cheng Lo

指導教授：林先和 博士

Advisor: Hsien-Ho Lin, Sc.D.

中華民國 107 年 1 月

January 2018

國立臺灣大學博士學位論文
口試委員會審定書

論文中文題目

台灣族群可歸因於可介入危險因子之疾病負擔

論文英文題目

Burden of Disease Attributable to Modifiable Risk
Factors in Taiwan Population

本論文係 羅偉成 君(學號 D01849006)在國立臺灣大學流行病學與預防醫學研究所完成之博士學位論文，於民國 107 年 1 月 23 日承下列考試委員審查通過及口試及格，特此證明。

口試委員：

林先和

(指導教授)(簽名)

詹長權

江振源

陳偉

賴美淑

李文宗

致謝



*Dear Prof. Hsien-Ho Lin, thank you for your kindly guidance and advice.
Being an advisor, you are the best one I've ever seen or heard.
Being a scientist, you are the role model for academic and research.
I am truly grateful for your teaching and nurturing.*

*Dear committees, thank you all for your valuable comments.
Your insights broaden my study vision.
Your suggestions completed my dissertation.*

*Dear lab members and classmates, thank you for all your assistance in my PhD life.
The joy we've had is the melody that will be always gently humming.
The time we've spent together is the memory that I will cherish forever.*

*Dear colleagues in CRS, thank you for your inspiring and caring.
All the training equipped me essential skills to do my research.
All the discussion stimulated me to think outside of the box.*

*Dear dad, mom, and family, thank you for your support and encourage.
You have made all of my successes possible.
You have made all of my dreams come true.*

*Dear Allison, my lovely wife, thank you for all your thoughtfulness and support.
I can't overcome any challenge and achieve any goal without your love and affection.
I can't survive in struggles and face the frustration without your companionship and encouragement.*

*Dear Rhysper, my lovely son, thank you for being our baby and brightening our life.
Your smile and laugh makes me forget my worries.
Your coming makes my life more colorful and meaningful.*

*Dear God, thank you for your wonderful arrangements.
The people I've met made who I am today.
The things I've been through made this journey fruitful.
Thanks everyone.*

中文摘要

透過健康介入政策達到有效控制或預防引起慢性疾病的危險因子是促進國人健康的關鍵，為了擬定合適且正確的健康介入政策，首先必須瞭解各種可預防或可介入的危險因子對於國家整體的罹病風險或是死亡所佔的角色與重要性。

藉由台灣豐富的健康資料，本研究利用比較性風險評估(Comparative Risk Assessment, CRA)的架構推估及比較多個可預防或可介入危險因子對國人慢性非傳染病死亡負擔的影響，評估的危險因子包括血壓過高、血糖過高、血脂過高、肥胖、吸菸、飲酒、嚼檳榔、缺乏運動、PM_{2.5}暴露、高鈉攝取、低蔬果飲食攝取與慢性 B 型肝炎和 C 型肝炎感染。另一方面，本研究亦透過健康資料的連結，建立一具族群代表性之研究世代並藉由部分族群可歸因分率(Partial Population Attributable Fraction, PAFp)與因果圓派加權模型(causal pie weighted model)的分析來評估抽菸、飲酒、糖尿病以及體重過輕等危險因子對台灣結核病疫情的影響。

分析結果顯示血糖過高、吸菸、血壓過高是造成國人死亡負擔最重要的危險因子，2009 年約有 14,900 名死亡人口與血糖過高有關，其次是吸菸，影響了 13,340 名死亡人口，而血壓過高，分別貢獻約 6,280 名男性死亡人口以及 4,910 名女性死亡人口。而評估 PM_{2.5} 暴露相關的死亡負擔也發現顯著的地區別差異，說明健康不平等議題的重要性以及多層次的預防介入計畫的必要性。在結核病負擔的評估上，考量危險因子的相關性並調整年齡、性別與其他社經地位因子後，部分族群可歸因分率估計結果發現有 38.2% 的結核病發生與吸菸、飲酒、糖尿病以及體重過輕有關，進一步利用因果圓派加權模型考量這些危險因子的交互作用發現，有 15.8% 的結核病發生來自吸菸與飲酒兩者並存的影響。

本研究提供了危險因子對於國人整體健康影響的量化評估證據，未來可結合成本效益分析，在資源有限之情形下，幫助衛生健康資源分布的政策依據參考。另外，本研究結果亦指出未來的疾病預防與健康促進必須有更多的跨部門、跨面向的合作與規劃，與聯合國提出的永續發展目標一致，強調政策擬定上多元整合的重要性。

關鍵字：比較性風險評估、族群可歸因分率、疾病負擔、可預防危險因子

英文摘要

Abstract



To facilitate priority-setting in health policymaking and be best to allocate public health resources, we estimated the adult mortality burden attributable to 13 metabolic, lifestyle, infectious, and environmental risk factors in Taiwan. Also, for communicable disease, the impact of modifiable risk factors (tobacco smoking, alcohol use, underweight, and diabetes mellitus) on tuberculosis incidence was estimated individually and jointly.

Taking advantage of the well-established health information system in Taiwan, the comparative risk assessment framework was applied to estimate mortality burden of non-communicable diseases attributable to individual risk factor or risk factor clusters, while a national representative cohort was built up for quantifying the joint impact of these potentially modifiable risk factors on tuberculosis in Taiwan.

We found high blood glucose, tobacco smoking, and high blood pressure are the major risk factors for deaths from non-communicable diseases and injuries among Taiwanese adults. In 2009, high blood glucose accounted for 14,900 deaths (95% UI: 11,850–17,960). It was followed by tobacco smoking (13,340 deaths, 95% UI: 10,330–16,450), and high blood pressure (11,190 deaths, 95% UI: 8,190–14,190). A large number of years of life would be gained if the 13 modifiable risk factors could be removed or reduced to the optimal level. Also, the substantial geographic variation in PM_{2.5} attributable mortality fraction was found. The social inequalities in environment and health deserve more attentions. For the burden of tuberculosis incidence, the analysis of partial population attributable fraction found that tobacco smoking, alcohol consumption, underweight, and diabetes mellitus individually contributed 18.5%, 12.7%, 6.7%, and 7.5%, respectively, and jointly accounted for 38.2% (95% CI 19.6%, 54.1%) of TB cases in Taiwan. On the other hand, a significant interactive effect due to tobacco smoking and alcohol consumption was identified by causal pie weighted model; there are 15.8% of TB cases caused by the interaction between tobacco smoking and alcohol consumption.

Our integrative analysis provides an aerial view of distribution and determinants of population health and helps the country to prepare for the new Sustainable Development Goals. Our findings underline the necessity to intensify the collaborative effort from the communicable and non-communicable health sectors as well as non-health sectors.

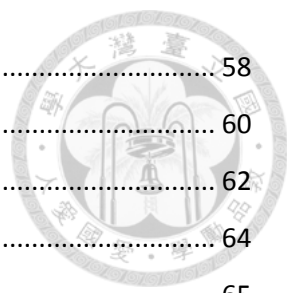
Key words: comparative risk assessment, population attributable fraction, burden of disease, risk factors prevention



目錄

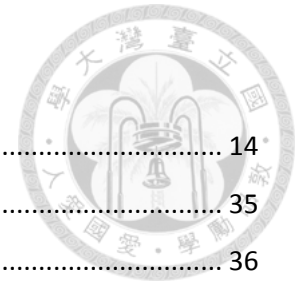
口試委員會審定書.....	i
致謝	i
中文摘要.....	iii
英文摘要.....	iv
圖目錄.....	viii
表目錄.....	ix
第一章 緒論.....	1
第一節 研究動機與重要性.....	1
第二節 重要名詞解釋.....	2
第二章 文獻探討.....	5
第一節 全球疾病負擔.....	5
第二節 比較性風險評估與族群可歸因分率.....	7
第三節 台灣疾病負擔.....	11
第四節 危險因子預防與結核病防治.....	12
第三章 研究目的.....	13
第四章 材料與方法.....	14
第一節 研究架構.....	14
第二節 危險因子的選擇與資料來源.....	15
第三節 暴露與疾病的定義.....	17
第四節 相對風險的估計.....	20
第五節 垃圾死因代碼的再分配.....	23
第六節 族群可歸因分率.....	23
第七節 敏感度分析與不確定性估計.....	27
第五章 結果.....	29
第一節 慢性非傳染性疾病死亡負擔之比較性風險評估 (2009 年).....	29
第二節 地區別可歸因於細懸浮微粒(PM _{2.5})暴露之疾病死亡負擔 (2014 年).....	43
第三節 可歸因之結核病疾病負擔.....	49
第六章 討論.....	57
第一節 台灣族群可歸因疾病負擔分佈情形.....	57

第二節	全球疾病負擔與台灣疾病負擔	58
第三節	地區別可歸因於細懸浮微粒(PM _{2.5})暴露之疾病死亡負擔	60
第四節	危險因子介入與結核病控制	62
第五節	慢性非傳染性疾病與慢性傳染性疾病的預防與管理	64
第六節	永續發展目標與世界衛生組織終結結核策略	65
第七節	健康資料的應用與發展	66
第八節	研究優勢與限制	67
第七章	結論與建議	70
第一節	結論	70
第二節	建議	71
參考文獻	74
附錄圖表	88



圖目錄

圖一、比較性風險評估分析架構與流程.....	14
圖二、疾病別之危險因子族群可歸因分率排序比較.....	35
圖三、疾病別可歸因於危險因子之死亡人口.....	36
圖四、疾病別可歸因於危險因子之死亡率.....	37
圖五、疾病別可歸因於危險因子之生命損失年數.....	38
圖六、疾病別可歸因於危險因子之生命損失年率.....	39
圖七、2014年台灣地區縣市別年平均細懸浮微粒(PM _{2.5})暴露.....	44
圖八、縣市別可歸因於細懸浮微粒(PM _{2.5})暴露之疾病別死亡負擔(2014).....	45
圖九、縣市別可歸因於細懸浮微粒(PM _{2.5})暴露之死亡負擔(2014).....	46
圖十、研究世代追蹤流程圖.....	51
圖十一、結核病因果圖派加權模型分析結果.....	55



表目錄

表一、族群可歸因分率方法比較.....	10
表二、危險因子測量單位，資料來源，理論最小風險暴露分布，與對應之疾病結果.....	22
表三、年齡別，性別代謝相關危險因子分佈情形.....	32
表四、年齡別，性別生活型態及感染相關危險因子盛行分布情形.....	33
表五、2009年縣市別細懸浮微粒(PM _{2.5})年平均分布($\mu\text{g}/\text{m}^3$).....	34
表六、2009年台灣族群可歸因於危險因子之死亡人口.....	40
表七、吸菸的族群可歸因分率的敏感度分析.....	42
表八、縣市別可歸因於細懸浮微粒(PM _{2.5})暴露之死亡負擔(2014年).....	47
表九、敏感度分析，以2005年暴露資料評估2014年縣市別可歸因於細懸浮微粒(PM _{2.5}) 暴露之死亡負擔.....	48
表十、研究世代基本人口學變項與危險因子盛行分布.....	52
表十一、研究世代結核病發生率及基本變項與危險因子相對危險性估計.....	53
表十二、結核病相關危險因子之部分族群可歸因分率(PAFp).....	54
表十三、部分族群可歸因分率與因果圖派加權模型推估結果比較.....	56
表十四、台灣疾病負擔2009與全球疾病負擔2010其可歸因於危險因子之死亡人口比較.....	59

第一章 緒論

第一節 研究動機與重要性

瞭解造成疾病負擔的原因是促進國人健康的關鍵。在台灣，慢性非傳染性疾病是造成國人失能以及死亡的主要原因，隨著高齡化的趨勢，可預期未來將導致龐大的醫療支出及社會負擔。從公共衛生的角度，透過危險因子的介入能有效預防疾病的發生。因此除了瞭解台灣族群疾病負擔分布情形之外，利用系統性的方法量化並比較可歸因於可介入危險因子的疾病負擔，對於未來疾病預防的政策擬定與方向將提供關鍵的評估參考。

另一方面，結核病是台灣族群目前所有傳染病當中最嚴重的一種，每年通報的結核病確診病例超過萬人，死亡的人數也在千人以上。對於結核病的防治，台灣的努力不遺餘力，包括個案主動監測(surveillance of case detection)、都治計畫(Directly Observed Treatment, Short Course (DOTS))、接觸者追蹤(contact tracing)、以及潛伏感染治療(latent TB infection treatment)等措施都有不錯的成效。然而，相較於其他已發展國家，台灣地區仍然有較高的結核病疾病負擔，除了個案通報檢測以及適當的治療與追蹤之外，減少暴露於可能增加罹病風險的危險因子或許是未來結核病防治的關鍵方向之一。然而在決定適當的介入策略之前，必須正確評估這些危險暴露對國人結核病負擔的影響。

本研究是首次利用台灣本土健康資料以及系統性的方法評估比較台灣族群可歸因於重要危險因子之疾病負擔，採用全球疾病負擔計畫(Global Burden of Disease, GBD)發展之比較性風險評估(Comparative Risk Assessment, CRA)分析框架，提供整合性的評估及國際比較。分析成果亦可進一步連結成本效益分析或疾病負擔預測評估，做為未來衛生施政重要參考。

研究結果提供台灣族群重要危險因子其相關疾病負擔分布情形，期望除了協助衛生政策的擬定與資源分配之外，亦藉此幫助檢視過去相關危險因子介入措施的成效，並強調未來疾病防治上跨領域、跨部會的合作重要性。相關的研究結果不僅



能提供予未來全球疾病負擔計畫作為參考，亦期許能成為其他國家在疾病負擔評估上的重要範例與經驗參考。



第二節 重要名詞解釋

疾病負擔(Burden of Disease)：

是指疾病、傷殘失能與過早死亡對整個族群社會造成的經濟及健康的壓力負擔。

失能調整生命人年(Disability-Adjusted Life Year, DALY)：

是衡量整體疾病負擔的一種估計指標。最初是由世界衛生組織所開發，現在則漸漸地在公共衛生和健康影響評估等方面變得普遍。失能調整生命人年包括兩個部分，分別是失能或殘障導致的結果所損失的健康年數(the Years Lost due to Disability, YLD)以及因過早死亡所損失的生命年數(Years of Life Lost, YLL)。

永續發展目標(Sustainable Development Goals, SDGs)：

2015年9月，聯合國大會基於千禧年發展目標未能達成的部份，發佈了《翻轉我們的世界：2030年永續發展方針》。這份方針提出了所有國家都面臨的問題，並基於積極實踐平等與人權，規畫出17項永續發展目標及169項追蹤指標，作為未來15年內(2030年以前)，成員國跨國合作的指導原則。

垃圾死因代碼(garbage code)：

泛指該死因紀錄沒有醫學意義或者過於廣泛而沒有價值。例如，「衰老」、「敗血症」、「心臟衰竭」等等。

比較性風險評估(Comparative Risk Assessment, CRA)：

以系統性的方法評估單一或多個危險因子暴露對族群健康或疾病負擔的影響。

理論最小風險暴露分佈(theoretical minimum-risk exposure distribution, TMRED)：

代表過去流行病學研究指出該危險暴露分佈對族群有最小的罹病風險，舉例來說，吸菸的最低風險暴露分佈就是族群當中所有人終其一生都是不吸菸者，而對體重過重、肥胖來說，則是整個族群的BMI分佈處於最理想的分佈(約略是平均值21 kg/m²，標準差1 kg/m²的分佈)。

族群可歸因分率(Population Attributable Fraction, PAF)：

在一個族群當中，當危險因子的暴露從目前的盛行狀況變成反事實的假設分布時，可以避免多少比例的疾病發生或死亡。



總合資料(aggregate data) :

總合資料是從多個測量數據中合併而來，在各群體之下，針對某一個變項去計算每個群體的統計量，實務上最常計算的統計量為平均數。

部分族群可歸因分率(partial population attributable fraction, PAFp) :

是一種推估族群可歸因分率的方法，可以考量危險因子之間的分佈與相關性，並且校正背景不可介入危險因子，例如：年齡、家族病史等，推估單個或多個危險因子的族群可歸因分率。

因果圓派加權模型(causal pie weighted model) :

利用個別資料計算不同危險因子暴露分層下的族群可歸因分率，進而解構多個危險因子在疾病發展的過程中，潛在的成分因素(component cause)組合及其相對應之因果圓派權重(causal-pie weights, CPW)

國民健康訪問調查(National Health Interview Survey, NHIS) :

係由衛生福利部國民健康署及財團法人國家衛生研究院共同合作執行的全國性健康調查，目的是監測國民健康現況與長期變化趨勢，以提供政策訂定與計畫評估參考，調查範圍涵蓋台灣地區 23 縣市，樣本個案遍及全台 164 個樣本「鄉鎮市區」，調查內容涵蓋健康狀態、醫療服務利用情形、健康行為等廣泛健康議題。

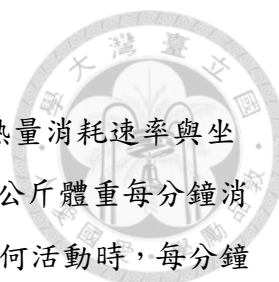
台灣三高盛行率調查(Taiwanese Survey on Hypertension, Hyperglycemia, and

Hyperlipidemia, TwHHH) :

為提供高血壓、高血糖及高血脂的防治政策研擬及臨床研究的重要參考資料，國民健康局委託台灣公共衛生學會執行「台灣地區高血壓、高血糖、高血脂盛行率調查」，計畫對象選自衛生署國民健康調查完成受檢家戶，依抽樣原則抽樣後，由訓練並標準化後之收案研究員，以標準化結構性問卷進行基本人口學、危險因子、疾病史等問卷資料收集，體位測量如腰圍、臀圍及血壓測量。

國民營養變遷調查(Nutrition and Health Survey in Taiwan, NAHSIT) :

係由衛生福利部國民健康署委託中央研究院舉辦的大型營養調查，是監測國民的飲食營養健康趨勢的重要參考資料。透過以機率抽樣方式抽選民眾，再進行中選民眾之飲食評估、健康相關問卷訪查以及民眾之身體健康檢查。藉此資料可監測台灣地區民眾營養健康情形，作為政府擬定飲食營養、健康促進或疾病預防等相關政策之依據。



代謝當量(metabolic equivalent, MET) :

是顯示運動強度、估算熱量消耗的簡易指標。是指進行運動時熱量消耗速率與坐著休息時熱量消耗速率的比值，1 個單位的代謝當量被定義為每公斤體重每分鐘消耗 3.5 毫升氧氣，大概相當於 1 個人在安靜狀態下坐著，沒有任何活動時，每分鐘氧氣消耗量。5 個單位的代謝當量的活動表示運動時氧氣的消耗量是安靜狀態時的 5 倍。代謝當量是用於表示各種活動的相對能量代謝水準，也是除了心率和自覺運動強度以外的另一種表示運動強度的方法。

吸菸影響率(smoking impact ratio, SIR) :

作為評估族群吸菸累積暴露分布的間接指標，其概念是以不吸菸族群的肺癌死亡率為基準，透過量化研究族群多出的肺癌死亡率與吸菸族群多出的肺癌死亡率(excess risk)的比值來代表研究族群吸菸累積盛行暴露。

系統性文獻回顧與統合分析(systematic review and meta-analysis) :

系統性回顧(systematic review) 乃針對研究主題以系統性方式進行文獻回顧，而統合性分析(meta-analysis) 則以系統性回顧為基礎就已發表文獻進行資料統合分析(data pooling)。透過標準且嚴謹的程序，系統性回顧與統合分析能提供臨床醫療人員實證資訊與解決臨床問題的方法。




第二章 文獻探討

第一節 全球疾病負擔

疾病負擔的測量可以提供健康政策的擬定與資源分配有更完整且全面的視角，全球疾病負擔計畫最早是於1994年，由 Christopher J.L. Murray 與 Alan Lopez 所發起，利用系統性的方法量化全球疾病所造成的死亡與失能負擔[1, 2]。隨著時間的進展，全球疾病負擔計畫也陸續擴大估計的範圍與改善分析的方法，目前最新版的全球疾病負擔2016的分析結果已經涵括328個疾病與傷害以及84個危險因子暴露，橫跨195個國家，提供性別，年齡別，與年代別的估計結果[3-7]。

對於疾病負擔的量化測量，全球疾病負擔計畫發展一個綜合性指標，失能調整生命年(Disability-Adjusted Life Year, DALY)，綜合評估因罹病所造成的失能負擔(Years Lost due to Disability, YLD)與死亡負擔(Years of Life Lost, YLL)[4, 8, 9]。全球疾病負擔計畫透過解構族群當中疾病的盛行分布、嚴重程度的比例、以及相對應的失能權重就能夠幫助我們量化族群當中因疾病所造成的失能負擔[10]。另一方面，疾病所造成的死亡負擔，除了死亡人數的計算之外，潛在減少的壽命年數的估計是在考慮死亡數量的基礎上，以期望壽命為基準，進一步衡量死亡造成的壽命損失，強調了過早死亡(premature death)對健康的損害。而這些量化的疾病負擔結果更進一步被評估有多少比例是來自可介入或可預防的危險因子的貢獻，提供更多元的衛生政策參考。


除了探索了解不同疾病在不同國家或地區所造成的健康負擔以及量化不同危險因子對於疾病負擔的影響之外，全球疾病負擔研究也結合永續發展目標(Sustainable Development Goals, SDGs)，探討全球永續發展目標當中健康相關的指標其現況與未來發展。永續發展目標是為了延續並擴展千禧年發展目標(The Millennium Development Goals, MDGs) 未能達成的部份，揭發所有國家都可能面臨的問題，提出了17項永續發展目標及169項追蹤指標，試圖改變過往以經濟發展為導向和考量的思維，同時兼顧了「經濟成長」、「社會進步」與「環境保護」等三大面向，做為2030年之前各國的努力目標以及跨國合作的指導原則[11]。世界衛生組織(World Health Organization, WHO)從永續發展目標當中，選出50項與健康相關



的指標，用來評估衡量與健康狀態相關的表現。基於過去全球疾病負擔計畫在疾病負擔評估的經驗與成果，全球疾病負擔 2016 亦進一步針對全球 188 個國家評估 37 項健康相關的永續發展指標以及建立一整合指標(the health-related SDG index)，觀察這些國家從 1990 到 2015 的趨勢變化，並預測未來的發展[12, 13]。透過這些指標估計，除了可以幫助各個國家了解現況及未來趨勢，擬定策略與介入政策，達成永續發展目標之外，這同時也凸顯疾病負擔評估在全球衛生與健康促進上的應用價值。

藉著運用現存之流行病學資料，全球疾病負擔計畫透過了系統性的評估方法，針對各個國家、地區提供穩定且可比較的疾病負擔評估結果，然而這些國家層級的估計資料可能會有品質不佳、甚至會有所限制或缺乏的情況。當資料品質不佳時，例如在死因分析上，死亡原因經常會被錯誤歸因於「器官衰竭」或是「心跳停止」這類的垃圾死因(garbage code)，全球疾病負擔計畫團隊會利用統計模型將垃圾死因代碼再分配(garbage code redistribution)，以避免低估真實的死亡負擔。又或者當單一國家或地區的資料無法取得或缺乏時，全球疾病負擔計畫團隊會利用貝氏統合回歸分析(Bayesian meta-regression)的方法來估計缺漏的資料，他們將全球 195 個國家劃分成 7 個主要區域以及 21 個次要區域，當單一國家的資料有所缺漏時，會利用在同一個次要區域的其他國家來協助推估，而當次要區域的資料有所缺漏時，會利用其主要區域的結果來協助推估[4, 8, 9, 14]。雖然這樣的方法對於全球的疾病負擔估計可以提供穩定且可比較的結果，但假若模型假設與現實情形有所落差時，對於單一國家來說，就可能產生偏差的估計。因此世界衛生組織總幹事陳馮富珍博士(Dr. Margaret Chan, Director-General of WHO)曾說過：「我們不能忘記真正的需要是彌平資料的缺口，特別是中低收入國家，因此我們不能過度仰賴統計模型對疾病負擔的推估，應當更強調國家健康資料系統的建立，特別是出生與死亡登錄系統的建立」[15]。

過去在全球疾病負擔計畫中，對台灣的估計結果也曾經出現與現實狀況有所落差的情況[16]，全球疾病負擔計畫 2013 指出因燃煤所引起的室內空氣污染是造成台灣族群疾病負擔的重要危險因子之一(在所有危險因子當中排名第六)[17]，然而事實上，台灣家戶使用燃煤的情形已經非常罕見[18]，而全球疾病負擔計畫在缺乏相

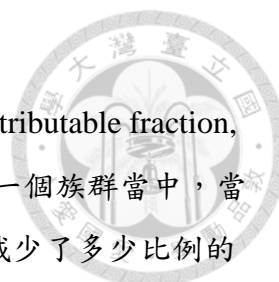


關文獻與資料的情況下，便利用同一區域內的鄰近國家的資料來協助推估，在全球疾病負擔計劃的定義下，台灣與中國大陸、北韓同屬一個區域，因此台灣地區所缺乏的資料就會受到中國大陸與北韓的影響，而這兩個國家確實有較嚴重的室內空氣污染情形。另外，台灣族群因腦中風所導致的失能調整人年的損失，在全球疾病負擔計劃2010的評估也顯著高於我們團隊的估計結果 (306,413 DALYs v.s. 216,462 DALYs)[19]。

這表示全球疾病負擔計劃在資料受限或缺乏文獻時，對於單一國家資料的推估，若過度依賴鄰近國家或地區的資料就可能得到錯誤的估計。因此，有效利用政府或非政府單位所收集的健康資料評估單一國家的疾病負擔程度是必要的，許多國家也陸續利用自己所收集且具有族群代表性的健康資料進行國家層級、甚至地區層級的疾病負擔分析計畫，包括澳洲、紐西蘭、中國、南韓、新加坡、日本等國家[20-27]。這些國家級疾病負擔報告多數都採用全球疾病負擔計劃所建立之良好分析框架，並提供可比較的分析結果。台灣擁有品質優良，收集完整的健康資料，包括具族群代表性的普查訪問資料、全民健康保險資料、死因登錄資料、環境監測資料、以及長期追蹤的世代研究資料。這些資料能幫助評估台灣族群疾病負擔分布，釐清危險因子暴露對國人健康所扮演的角色，協助正確的資源運用以及適當的政策擬定。

第二節 比較性風險評估與族群可歸因分率

除了評估全球因疾病所造成的失能與死亡負擔之外，全球疾病負擔計劃亦建立比較性風險評估(Comparative Risk Assessment, CRA)分析框架，針對可預防、可介入的危險因子估計其可歸因之疾病負擔[7, 17, 28]。比較性風險評估的特色包括以下幾點：首先，透過反事實(counterfactual)的暴露假設建立(通常是理論最小風險暴露分佈(theoretical minimum-risk exposure distribution, TMRED))，可協助比較不同危險因子所導致的疾病負擔程度；其次，比較性風險評估架構考量多個危險因子與疾病之間複雜的因果網絡關係，在特定假設條件下，簡化評估多個危險因子所共同引起的疾病負擔估計的可能性；另外，比較性風險評估結合失能調整生命年推估，可以提供評比危險因子所導致的疾病失能以及死亡負擔。



在比較性風險評估分析框架當中，族群可歸因分率(population attributable fraction, PAF)的推估是分析的核心與重點[7, 17, 28]，它代表的意義是在一個族群當中，當危險因子的暴露從目前的盛行狀況變成反事實的假設分布時，減少多少比例的疾病發生或死亡，這也表示有多少比例的疾病發生或死亡可以被歸因於這個危險因子的暴露[29-31]。舉例來說，假若台灣吸菸盛行率從目前的 35% 變成 0%，將有 60% 的肺癌死亡人口可以被避免，那麼吸菸對於肺癌的族群可歸因分率就等於 60%。族群可歸因分率於 1953 年，由 Levin 首次提出，作為一個整合性量化指標，族群可歸因分率的計算是建立於三個重要假設之下，包括 1). 危險暴露與疾病之間因果關係確立; 2). 危險暴露可以從目前的暴露分布轉變為反事實的假設分布; 3). 對危險暴露的介入，不會改變其他危險因子的分布，在這三個假設前提下，以二元變項危險因子為例，我們可以利用下列方程式估計族群可歸因分率：

$$PAF = \frac{P(E)(RR - 1)}{1 + P(E)(RR - 1)}$$

RR 是指在危險暴露下的相對風險值，*P(E)* 是指危險因子目前真實的盛行率分布。因此，相對風險值(*RR*)與危險因子盛行率(*P(E)*)決定了族群可歸因分率的大小，相較於高度相對風險值但盛行率低的危險因子，一個具有中度相對風險值且高度盛行的危險因子，可能對於整個族群的疾病負擔有很大的影響。同時考量危險暴露與疾病的關係強度以及危險因子的盛行暴露，利用文獻或健康資料得到的總合資料(aggregate data)來估計族群可歸因分率，能夠協助評估危險暴露對整體族群的貢獻，並提供危險暴露間比較基準。

此外，疾病的成因往往是多因性的，當我們想了解多個危險因子的共同效應(joint effect)時，危險因子的關聯性增加了估計多重危險因子共同族群可歸因分率的難度。目前全球疾病負擔計劃的比較性風險評估方法在評估多重危險因子的效應時，並未完整考量危險因子之間的相關性，僅針對心血管代謝以及飲食相關危險因子，處理中介效應(mediation effect)的影響後，評估多重危險因子所共同造成的心血管疾病負擔[7, 17, 28]。當危險暴露之間存在複雜的關係時，例如抽煙與飲酒的正相

關性、營養不良與糖尿病的負相關性或與背景不可改變危險因子有相關性時，未考量危險因子之間的相關性與共同分布，就可能造成偏差的估計。Dr. Spiegelman 提出部分族群可歸因分率(partial population attributable fraction, PAFp)，嘗試在考量危險因子的共同分布與相關性以及不可改變危險因子的影響(例如年齡性別家族史)下，評估單個或多個危險因子的貢獻[32]。

$$PAFp = \frac{\sum_{s=1}^S \sum_{t=1}^T P_{st} RR_{1s} RR_{2t} - \sum_{s=1}^S \sum_{t=1}^T P_{st} RR_{2t}}{\sum_{s=1}^S \sum_{t=1}^T P_{st} RR_{1s} RR_{2t}}$$

t 代表不可改變的背景危險因子($t=1, \dots, T$)， RR_{2t} 代表危險因子在 t 層級的相對風險值($RR_{2,1}=1$)，而 s 是指可預防或可介入的危險因子($s=1, \dots, S$)， RR_{1s} 代表危險因子在 s 層級的相對風險值($RR_{1,1}=1$)， P_{st} 代表危險因子的共同分布。利用世代資料，可以適當估計危險因子的共同盛行分布以及不同危險因子組合下的相對危險性結果，計算多個危險因子對疾病負擔的共同效應，提供衛生介入政策更多元的評估參考。

另一方面，全球疾病負擔計劃對於其他危險因子與疾病，是假設危險因子彼此獨立的前提下，利用下列公式計算多個危險因子對疾病負擔的共同貢獻[7, 17, 28]。

$$PAF_m = 1 - \prod_{i=1}^m (1 - PAF_i)$$

PAF_i 表示不同危險因子的族群可歸因分率估計， PAF_m 代表多重危險因子的合併影響。然而，當危險因子彼此相關或者存在中介效應或修飾作用(effect modification)時，過度簡化地假設危險因子彼此獨立就可能得到錯誤的估計。因此，當我們想要進一步了解同一個疾病下，多個危險因子其獨立(independent)或相依(interdependent)的貢獻情形時，在目前全球疾病負擔計劃的比較性風險評估框架下，單純的族群可歸因分率估計可能就無法回答危險因子之間複雜的交互作用，倘若任意運算不同危險因子的族群可歸因分率就會造成錯誤的解讀。為了明確觀察在多因性的致病機轉下，危險因子之間複雜的交互作用，Dr. Liao and Dr. Lee 建立因

果圓派加權模型(causal pie weighted model)，利用因果圓派理論，解構多個危險因子在疾病發展的過程中，潛在的成分因素(component cause)組合及其相對應之因果圓派權重(causal-pie weights, CPW)[33, 34]。在單調性假設下(monotonicity assumption)，透過因果圓派加權模型，危險因子之間的複雜交互作用關係可以清楚的被解讀，亦可透過直接的加法運算，評估多個危險因子的合併影響。我們進一步比較三個方法的優勢與限制(表一)，發現傳統的族群可歸因分率的計算在比較性風險評估的架構下，利用文獻或健康資料取得的總合資料，可以有效率的幫助我們同時評比多個危險因子單獨所造成的疾病負擔情形，但是若想要觀察多個危險因子對單一疾病的合併貢獻以及彼此複雜的交互作用關係，可能就需要利用個別資料搭配部分族群可歸因分率或是因果圓派加權模型等方法來進行推估。

表一、族群可歸因分率方法比較

	族群可歸因分率 (PAF in CRA)	部分族群可歸因分率 (PAFp)	因果圓派加權模型 (CPW)
PAF 共同假設 (PAF assumptions)	1. 暴露與疾病的因果關係確立 2. 危險暴露可以從目前的暴露分布轉變為反事實的假設分布 3. 危險暴露的介入，不會改變其他危險因子的分布		
模型重要假設 (Key model assumptions)	假設危險因子獨立 (Risk factors are independent and uncorrelated)	危險暴露與背景危險因子沒有交互作用關係 (No interaction of the index exposure with the background risk factors) 非保護性因子 (Non-negative effect)	單調性假設 (Monotonicity assumption) 非保護性因子 (Non-negative effect)
資料型態 (Data input)	總合資料 (Aggregate data)	個別資料 (Individual data)	個別資料 (Individual data)
多重危險因子合併效應 (Joint effect)	假設危險因子獨立，以乘積性風險模型估計 (multiplicative risk model) 針對心血管代謝以及飲食相關危險因子，處理中介效果 (mediation effect)的影響	考量危險因子相關性及聯合分佈 (correlation and joint distribution)	可估計並觀察累加性交互作用 (additive scale)
限制 (Limitation)	沒有完整考量危險因子之間的相關性(correlation) 無法觀察危險因子之間的交互作用(interaction)	無法觀察危險因子之間的累加性交互作用 (additive interaction) 無法觀察保護性因子	統計檢定力可能不足以觀察到真實的狀況 (power may be insufficient to detect interaction) 無法觀察保護性因子

第三節 台灣疾病負擔

慢性非傳染性疾病是近年來造成台灣族群疾病負擔的主要來源，根據統計處死因統計報告，2016年有超過117,747的人死於慢性非傳染性疾病，約佔總死亡人口的68.3%，包括47,760人死於惡性腫瘤、20,812人死於心臟疾病、11,846人死於腦血管疾病、9,960人死於糖尿病、6,787人死於慢性下呼吸道疾病、5,881人死於高血壓性疾病、5,226人死於腎炎、腎病症候群及腎病變、以及4,738人死於慢性肝病及肝硬化[35]，而目前常規的死因統計報告卻提供有限的訊息來幫助政策的擬定與資源分配。回顧台灣疾病負擔相關研究，過去研究曾利用死因登錄資料與全民健保住院資料檔評估台灣疾病負擔情形，結果顯示，2009年全台灣總失能調整人年(DALYs)為2,302,181人年 [36, 37]。然而，僅採用全民健保住院檔分析失能損失人年(YLD)可能得到低估的結果。另外，以醫療支出費用作為傷病失能權數的基準也可能無法真實反映健康損失與生活品質的影響。

此外，另一研究團隊參考WHO全球疾病負擔估計(Global Health Estimates, GHE)報告分析架構，針對台灣數個重要非傳染性疾病(包括糖尿病、心血管疾病、呼吸道疾病、腎臟病、肺癌)推估失能調整人年與健康平均餘命，分析結果發現四項主要非傳染病總失能調整人年為1,654,540人年 (YLL: 1,222,185人年; YLD: 432,315人年)。[38-40]。而來自成大研究團隊的研究計畫亦嘗試利用不同的方法評估國人健康餘命(Health Life Expectancy, HALE)並解構族群差距，成果報告指出，2013年台灣男性零歲健康餘命為67.38歲、女性零歲健康餘命為69.61歲[41]。這些文獻與研究報告利用了各種不同面向的健康量化指標來評估國人疾病負擔情形，但是針對危險因子暴露所引起的疾病負擔的分析仍有所不足。

在缺乏有效的治療方法之下，避免風險暴露來預防疾病的發生就成為減輕族群疾病負擔的關鍵，為了提出以證據導向(evidence-based)為基礎的衛生政策規劃，我們必須評估台灣族群可歸因於可介入危險因子的疾病負擔分佈情形。過去也有許多文獻嘗試評估台灣族群有多少比例的疾病負擔可以被歸因於可預防、可介入的危險因子，例如，慢性B型肝炎與C型肝炎造成的慢性肝病與肝癌負擔，吸菸、飲酒、代謝危險因子所導致的死亡負擔等等[33, 42-46]。然而，這些研究大多數針對

單一危險因子的貢獻，仍然缺乏全面性的考量、評比多個危險因子對族群所造成的疾病負擔。



第四節 危險因子預防與結核病防治

對於台灣族群來說，結核病是所有傳染病當中最嚴重的一種，台灣 2016 年結核病新案數 10,328 人(每十萬人口 43.9 人)，死亡數 547 人(每十萬人口 2.3 人)[47]。儘管過去十年來台灣結核病防治有成，在「十年減半」的目標下，個案主動監測、都治計畫、接觸者追蹤、以及潛伏結核感染治療等抗癆政策的實施都取得明顯的成效，結核病發生率從 2005 年的每十萬人口 72.5 降低至 2015 年的每十萬人口 45.7，而這樣的比例相較於其他已開發國家仍然太高，日本結核病發生率就只有台灣的三分之一，因此結核病防治仍有進步空間[48, 49]。就發生率的趨勢來看，台灣結核防治即將進入停滯期，需要新的方向來突破瓶頸，因此危險因子的介入與預防將成為抗癆策略新的選擇與重點。過去研究指出，結核病的發生有很高比例與危險因子的暴露有關，根據高結核負擔的國家資料顯示，有 27% 的結核病發生可歸因於營養不良，21% 可歸因於吸菸，16% 可歸因於 HIV，13% 可歸因於飲酒，10% 可歸因於糖尿病，22% 是來自室內空氣污染的貢獻[50]。而對台灣族群來說，吸菸，飲酒，糖尿病，體重過輕是造成結核感染的可能重要危險因子，在規劃危險因子的介入與預防時，必須要了解其可能的潛在效益，特別是多個危險因子的共同影響，因此利用健康資料評估可歸因於單一或多個危險因子暴露的結核病負擔將作為台灣結核防治策略的重要參考。

第三章 研究目的

為了協助衛生政策的擬定以及適當資源分配，透過全面性的評估台灣族群可歸因於可介入危險因子的疾病負擔，除了提供可與國際比較的結果之外，亦給予疾病防治策略上新的方向。

因此本研究有下列三點主要目的：

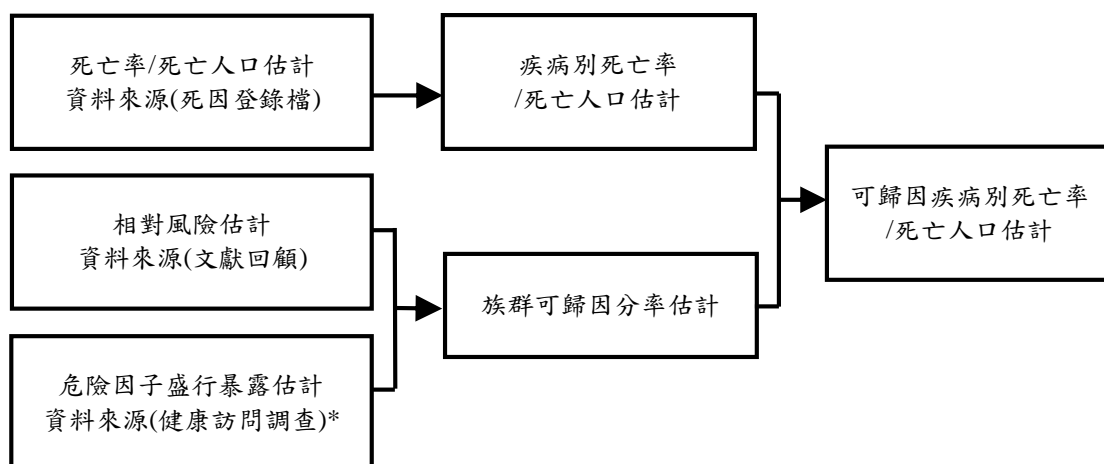
- 1). 針對慢性非傳染性疾病，本研究選擇十三個代謝、生活型態、感染、環境相關危險因子，評估台灣成人族群(大於 30 歲)可歸因之死亡負擔分布情形。
- 2). 對於細懸浮微粒(PM_{2.5})空氣污染暴露，本研究探討地方縣市層級可歸因之死亡負擔並觀察是否存在地理分布差異。
- 3). 針對慢性傳染性疾病，本研究探討抽菸、飲酒、糖尿病以及體重過輕等危險因子對台灣結核病疫情的影響。



第四章 材料與方法

第一節 研究架構

本研究分析針對台灣重要慢性非傳染性疾病以及結核病，探討可歸因於危險因子的負擔比例，首先可歸因的慢性非傳染性疾病死亡負擔部分，分析架構以全球疾病負擔計劃所建立之比較性風險評估框架為基礎，評比台灣族群 2009 年可歸因於重要危險因子的慢性非傳染性疾病死亡負擔，如圖一所示，我們利用台灣具全國代表性的健康普查資料評估危險因子盛行暴露，並合併文獻回顧所取得之相對風險計算各危險因子-疾病組合之族群可歸因分率，並利用死因登錄資料計算不同死因人數及其生命損失年數，乘上對應之族群可歸因分率後，得到可歸因於各危險因子之死亡負擔。除了細懸浮微粒(PM_{2.5})空氣污染之外，所有的分析會以全國盛行資料為基準，依性別、年齡別來進行。此外，在相同分析架構下，本研究另針對細懸浮微粒(PM_{2.5})空氣污染暴露，評估 2014 年台灣在全國以及地方縣市層級可歸因之疾病死亡負擔，以觀察近年細懸浮微粒(PM_{2.5})污染對國人的健康威脅情形，並瞭解是否存在地理分布差異。



圖一、比較性風險評估分析架構與流程

*: 國民健康訪問調查(National Health Interview Survey, NHIS)、台灣三高盛行率調查(Taiwanese Survey on Hypertension, Hyperglycemia, and. Hyperlipidemia, Tw3H)、國民營養變遷調查(Nutrition and Health Survey in Taiwan, NAHSIT)、台灣空氣品質監測網絡(Taiwan Air Quality Monitoring Network, TAQMN)

另一方面，為了正確評估多個危險因子對結核病負擔的共同影響，特別是當這些危險因子彼此之間可能存在複雜的關聯性或修飾作用，我們利用具全國代表性的國民健康訪問調查 2001、2005、2009 的資料連結疾病管制署結核病通報資料檔、全民健康保險資料及死因登錄資料建立一追蹤世代，並使用部分族群可歸因分率以及因果圖派加權模型估計可歸因於單一危險因子或多個危險因子之結核病疾病負擔。

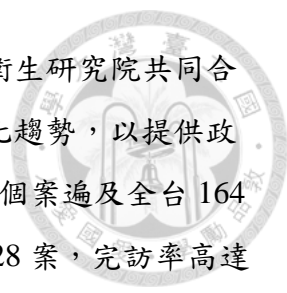
第二節 危險因子的選擇與資料來源

一、危險因子的選擇

危險因子的選擇條件必須符合下列標準：1). 危險因子與疾病之間的因果關係必須有過去具良好設計以及良好品質的文獻證明。2). 危險因子的暴露是可透過預防介入手段而改變的。3). 這些危險因子是造成族群重要疾病的原因之一。4). 危險因子的盛行暴露可藉由具國家代表性的調查資料所取得[51]。針對慢性非遺傳性疾病，本研究根據台灣主要死因統計分布資料，選擇了 13 個重要的可介入危險因子，包括代謝相關危險因子(血壓過高、血糖過高、血脂過高、以及肥胖)、生活習慣危險因子(吸菸、飲酒、嚼食檳榔、缺乏運動)、飲食相關危險因子(高鈉攝取、低蔬果攝取)、感染相關危險因子(慢性 B 型肝炎、慢性 C 型肝炎)、以及環境危險因子(細懸浮微粒暴露 PM_{2.5})。而在結核病方面，考量台灣族群特性以及資料品質，本研究將評估吸菸、飲酒、體重過輕(BMI<18.5)、糖尿病對台灣族群結核病負擔的影響。除了估計單一危險因子的貢獻之外，也估計多個危險因子的合併效應。

二、資料來源

非環境危險因子盛行暴露的分布主要取得自台灣重要的全國性健康普查資料，包括有國民健康訪問調查(National Health Interview Survey, NHIS)、台灣三高盛行率調查(Taiwanese Survey on Hypertension, Hyperglycemia, and. Hyperlipidemia, TwHHH)、國民營養變遷調查(Nutrition and Health Survey in Taiwan, NAHSIT)。而細懸浮微粒(PM_{2.5})暴露的資料是來自於環保署所建立之台灣空氣品質監測網絡。



國民健康訪問調查係由衛生福利部國民健康署及財團法人國家衛生研究院共同合作執行的全國性健康調查，目的是監測國民健康現況與長期變化趨勢，以提供政策訂定與計畫評估參考，調查範圍涵蓋台灣地區 23 縣市，樣本個案遍及全台 164 個樣本「鄉鎮市區」，國民健康訪問調查 2009 應訪人數有 30,528 案，完訪率高達 84.0%，樣本的選取採多階段分層系統抽樣設計(Multi-stage stratified systematic sampling design)，各層內採用抽取率與單位大小成比例(Probability Proportional to Size, PPS)，等距抽樣法逐步抽出「鄉鎮市區」、「村里」、「鄰」、「人」。由於各縣市樣本具有不同的抽取率，因此如欲推估全國或各縣市的數值，必須加權調整。[52]。調查內容涵蓋健康狀態、醫療服務利用情形、健康行為等廣泛健康議題。本研究利用樣本個案自答問卷的結果評估台灣族群身體質量指數、飲酒、嚼食檳榔、運動習慣等生活型態相關危險因子盛行分布。本研究所有分析皆使用全國樣本的權值來加權估計，以得到具全國代表性的結果。

台灣三高盛行率調查是一個具全國代表性的健康普查資料，研究族群是隨機選取自國民健康訪問調查 2001 的 6,600 個抽樣樣本家戶，於 2002 年進行高血壓、高血糖、高血脂(簡稱三高)盛行率調查，以及 2007 年的追蹤調查。本研究將利用 2007 年的調查結果作為評估台灣族群血壓、血糖、血脂盛行分布資料來源。此外，2007 年的追蹤調查也檢驗了受訪者 B 型肝炎、C 型肝炎的感染狀況，藉此評估台灣族群慢性肝炎盛行率。

另外，國民營養變遷調查是為了監測台灣國民的營養健康狀況，瞭解國人健康和飲食生活形態的關係，所進行的大型調查研究。調查對象包括 2 個月以上之台灣地區常住居民，調查抽樣採用分層多段集束取樣法，特色在以縣市分層使數據具全國代表性以及全縣市代表性。問卷內容主要包括飲食評估調查、營養狀態評估、營養知識態度、飲食與健康行為。利用 24 小時飲食回憶問卷進行個人飲食評估，反映台灣民眾的營養或食物攝取狀態。

而細懸浮微粒(PM_{2.5})暴露的資料是來自於台灣空氣品質監測網絡，由環保署於 1993 年建置而成，包括有 76 個固定式空氣品質測站以及 4 個活動式測站，記錄每小時空氣品質相關指標，包括 CO, NO_x, SO₂, PM, and O₃[53]。



另一方面，針對結核病可歸因之負擔的估計，本研究利用國民健康訪問調查 2001、2005、2009 的資料連結疾病管制署結核病通報監測資料、全民健康保險資料、死亡登錄資料，建立一研究世代，經排除 136 位受訪日期錯誤或曾經有結核病病史的個案後，共計有 55,577 位研究個案被納入後續分析。

第三節 暴露與疾病的定義

一、暴露的定義

危險因子暴露分布的資料主要來自於台灣重要健康普查資料庫，BMI、缺乏運動、飲酒、以及嚼食檳榔的資料取自於國民健康訪問調查 2009。代謝相關危險因子(血壓過高、血糖過高、血脂過高)以及的感染相關危險因子(慢性 B 型肝炎、慢性 C 型肝炎)的盛行分布估計是來自於台灣三高盛行率調查 2007，飲食相關危險因子(高鈉攝取、低蔬果攝取)的暴露則是利用國民營養變遷調查 2013 的資料，而細懸浮微粒(PM_{2.5})暴露的資料是來自於環保署所建立之台灣空氣品質監測網絡。

在國民健康訪問調查 2009 資料庫中，依照運動的類別、頻率、以及時間長度，記錄了受訪者的運動習慣，為了將不同的運動強度與頻率進行標準化，我們依照受訪者的運動類別計算其累積代謝當量(metabolic equivalent, MET)作為運動習慣之相對能量代謝水平，並定義代謝當量介於 3-6 為中等強度運動，代謝當量大於 6 為劇烈強度運動[54, 55]。當每周有大於等於 2.5 小時的中等強度運動或者大於等於 1 小時的劇烈強度運動則定義為適當運動行為；而當每周有小於 2.5 小時的中等強度運動或者小於 1 小時的劇烈強度運動則定義為運動不足；而若沒有進行任何中等強度運動或者劇烈強度運動則定義為不運動[56]。

而飲酒習慣方面，國民健康訪問調查 2009 資料庫中記錄了受訪者飲酒的類別與飲用頻率，我們進一步將資料轉換為每日平均酒精攝取累積濃度。並根據全球疾病

負擔研究以及過去文獻將飲酒行為劃分為四個等級：1). 無飲酒行為：過去一年沒有喝酒的習慣；2). 飲酒行為等級一：女性每日酒精攝取累積濃度 0–19.99 克，男性每日酒精攝取累積濃度 0–39.99 克；3). 飲酒行為等級二：女性每日酒精攝取累積濃度 20–39.99 克，男性每日酒精攝取累積濃度 40–59.99 克；4). 飲酒行為等級三：女性每日酒精攝取累積濃度大於 40 克，男性每日酒精攝取累積濃度大於 60 克[57, 58]。嚼食檳榔盛行率則依據受訪者自答有無嚼食檳榔習慣作為估計結果。

在吸菸盛行率評估部分，為了有效評估族群累積暴露的狀況，我們採用吸菸影響率(smoking impact ratio, SIR)作為族群吸菸盛行分布的指標，其概念是以不吸菸族群的肺癌死亡率為基準，透過量化研究族群多出的肺癌死亡率與吸菸族群多出的肺癌死亡率的比值來代表研究族群吸菸累積盛行暴露[59, 60]，我們使用下列公式計算吸菸影響率(SIR)：

$$\text{Smoking impact ratio} = \frac{C_{LC} - N_{LC}}{S^*_{LC} - N^*_{LC}} \times \frac{N^*_{LC}}{N_{LC}}$$

在上列公式中， C_{LC} 與 N_{LC} 分別表示研究族群中全體族群與不吸菸族群的肺癌死亡率， S^*_{LC} 與 N^*_{LC} 代表參考族群中吸菸族群與不吸菸族群的肺癌死亡率。公式概念推導如下(P 代表危險因子盛行率， R_0 是非暴露組的疾病死亡率， R_1 是暴露組的疾病死亡率， RR 代表 R_1/R_0)：

$$\begin{aligned} & \frac{P \times R_1 + (1 - P) \times R_0 - R_0}{R_1 - R_0} \\ &= \frac{P \times RR + (1 - P) \times 1 - 1}{RR - 1} \\ &= \frac{P(RR - 1)}{RR - 1} = P \end{aligned}$$

全體族群的肺癌死亡率是來自死亡登錄資料，我們也利用國民健康訪問調查 2001，2005 以及公務人員研究世代(Civil Servant cohort)資料連結全國死亡登錄資料建立一長期追蹤世代作為推估參考族群中吸菸族群與不吸菸族群的肺癌死亡率之依據[15, 61-63]。但由於男性 80 歲以上以及女性族群其吸菸盛行率較低以及肺癌死亡

人數較少，導致在這些組別的吸菸影響率(SIR)估計較不穩定，因此在這些組別我們直接使用國民健康訪問調查 2009 的吸菸行為調查結果作為盛行率估計來源。

血壓、血糖、血脂的盛行分布估計是利用台灣三高盛行率調查 2007。依據台灣三高盛行率調查報告，血壓的測量方法是採坐姿，利用經校準之電子血壓計(Microlife 電子血壓計 BP3AC1-1)來測量，兩次測量取平均值作為紀錄(若兩次測量值相差 10mmHg 以上，則測量第三次)，本研究使用收縮壓的結果作為族群血壓分布。另外，空腹 12 小時靜脈血液則被收集後用作評估個案血糖，血脂以及 B 型肝炎、C 型肝炎抗原抗體檢驗結果。而國民營養變遷調查中所記錄之 24 小時飲食回憶問卷，經過資料整理與轉換後，用作估計台灣族群每日鈉攝取，蔬果攝取狀態。

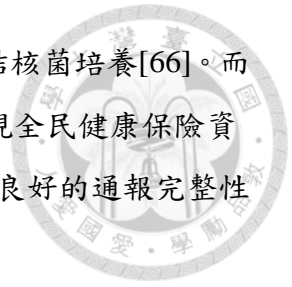
縣市別年平均細懸浮微粒(PM_{2.5})暴露的資料是來自於台灣空氣品質監測網絡，由於空氣品質測站的設立是依據人口密度與道路使用情況，而非縣市行政區域依據，因此，對於有多個測站資料的縣市地區(特別是有多個較高發展程度的都市地區)，為取得代表大多數居住民眾的暴露程度，我們將採用人口密度超過 10,000 人/每平方公里的測站資料，整合計算後作為該縣市平均細懸浮微粒(PM_{2.5})暴露估計，而對於測站資料有限的縣市地區，則以該縣市都市地區的測站資料做為估計結果[53, 64]。

二、疾病的定義

慢性非傳染性疾病別死因資料是來自於死因登錄檔，相關 ICD-10 定義請見附錄表一。垃圾死因代碼的再分配是利用多重死因資料並建立多元邏輯斯迴歸分析模型(Multinomial logistic regression analysis)(細節請參照本章第六節)[65]，另外生命損失年數(YLL)的估算係採全球疾病負擔研究的生命表(附錄表二)計算各年齡之平均餘命，乘上年齡別之死亡人口計算生命損失年數[17, 28]。

結核病部分是利用疾病管制署結核病通報資料來估計疾病發生率。在台灣，結核病是法定傳染病，依傳染病防治法的規定，各醫院不論發現確診或疑似的結核病人，都必須在一週內通報，以便主管機關掌握疫情。目前臨床上診斷結核病的方

法，除了依據臨床表現與 X 光，主要靠塗片耐酸性染色鏡檢及結核菌培養[66]。而對於疾病管制署結核病通報資料的完整性評估，過去研究也發現全民健康保險資料中有 96.3% 的結核病患者會被通報至疾病管制署，說明有十分良好的通報完整性[67]。



第四節 相對風險的估計

一、相對風險

可歸因慢性非傳染病疾病負擔的相對風險資料主要來自於過去全球疾病負擔計劃和其他比較性風險評估的研究，這些研究利用系統性文獻回顧與統合分析(systematic review and meta-analysis)的方法來得到整合的相對風險性估計，包括血壓過高、血糖過高、血脂過高、肥胖、飲酒、缺乏運動、以及飲食相關危險因子[58, 59, 68-73]。而細懸浮微粒(PM_{2.5})暴露的相對風險是來自全球疾病負擔計劃研究團隊的估計，研究者同樣利用系統性文獻回顧與統合分析的方法，以非線性關係的假設推估細懸浮微粒(PM_{2.5})暴露與相關疾病的死亡風險，並建立相對風險方程式，此方程式中的理想細懸浮微粒(PM_{2.5})暴露濃度(相對危險性為 1)是取自目前為止最大的空汙世代研究(American Cancer Society's Cancer Prevention Study II, CPS II)中的最低暴露群(信賴區間上下界分別為 5.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 及 8.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)，我們以此當作本研究在分析族群，可歸因分率時的理想暴露濃度[73](附錄圖一)。此外，由於在本研究中使用吸菸影響率(SIR)作為族群吸菸盛行分布的指標，其參考族群肺癌死亡率的推估依據是來自國民健康訪問調查 2001，2005 以及公務人員研究世代的資料，因此在相對風險的選擇上，我們同樣使用以本土研究世代資料推估的結果，作為吸菸相對風險值的參考[15, 63]。

而針對台灣族群本土特有的危險因子暴露(嚼食檳榔、慢性 B 型肝炎、慢性 C 型肝炎)，本研究進行一系統性文獻回顧，選擇以台灣族群為研究對象的高品質大型前瞻性觀察性研究進行統合分析歸納整合其相對風險資料[63, 74-77]。所有的相對風險資料，當相對風險值未達統計顯著水準時，我們假設其相對風險值等於 1(RR=1)，詳細資料請見附錄表三-表九。



二、反事實的暴露分布

對於代謝相關危險因子(血壓過高、血糖過高、血脂過高、以及肥胖)來說，零暴露是違反了正常生理的表現，因此本研究採用理論最小風險暴露分布(theoretical minimum-risk exposure distribution, TMRED) 作為其反事實的假設分布，其來源依據是來自過去相關文獻中，該危險因子暴露分布下，有最低的死亡風險結果[78]。而吸菸、飲酒、嚼食檳榔、以及感染相關危險因子等，則使用零暴露作為其反事實的假設分布，即使適量飲酒可能降低了罹患心血管疾病的風險[57, 79]。(表二)

三、多重危險因子的共同影響

由於心血管代謝相關危險因子，包括血壓過高、血糖過高、血脂過高、以及肥胖，經常是彼此相關的關係，甚至在肥胖與心血管疾病的因果關係當中，血壓過高、血糖過高、血脂過高也扮演了中介因子的角色[80, 81]。此外，從預防介入計劃的角度來看，針對心血管代謝相關危險因子的介入與改變往往也是密不可分的，透過促進運動行為改善肥胖，同時可能也會改變個案血壓、血糖、血脂的分佈。因此，本研究進一步探討多個心血管代謝相關危險因子的合併效應，並考量其相關性及中介因子關係。根據文獻，肥胖對於心血管疾病的死亡，有 50%是透過血壓、血糖、血脂的影響，進而影響心血管疾病的風險[80-82]。因此我們利用台灣三高盛行率調查的個人代謝相關危險因子暴露資料，扣除 50%肥胖的中介效應所引起的心血管疾病相對風險之後，利用相加尺度(additive scale)計算肥胖、血壓過高、血糖過高、血脂過高的個人總和相對風險，進一步評估可歸因於多個心血管代謝相關危險因子的疾病負擔[78, 82]。



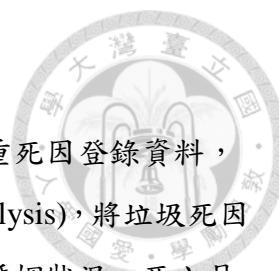
表二、危險因子測量單位，資料來源，理論最小風險暴露分布，與對應之疾病結果

危險因子	暴露單位	理論最小風險暴露分布 ^{&}	資料來源 [#]	疾病結果
血壓過高	收縮壓 (毫米汞柱)	115 (6)	TW3H 2007	缺血性心臟病, 中風, 血壓過高性心臟病, 其他心血管疾病*
血脂過高	總膽固醇 (毫克/分升)	78 (15.6)	TW3H 2007	缺血性心臟病, 缺血性中風
血糖過高	空腹血糖值 (毫克/分升)	88.2 (5.4)	TW3H 2007	缺血性心臟病, 中風, 糖尿病, 慢性腎臟病
過重/肥胖	身體質量指數 (公斤/平方公尺)	21 (1)	NHIS 2009	缺血性心臟病, 缺血性中風, 血壓過高性心臟病; 其他心血管疾病*; 乳癌, 大腸癌, 腎癌, 糖尿病
鈉攝取量	每日攝取量 (克/天)	0.5 (0.05)	NAHSIT 2013	缺血性心臟病, 中風, 血壓過高性心臟病, 其他心血管疾病*
蔬果攝取量	每日攝取量 (克/天)	600 (50)	NAHSIT 2013	缺血性心臟病, 缺血性中風; 大腸直腸癌, 胃癌, 肺癌, 口腔癌, 食道癌
吸菸	吸菸影響率(SIR)	無抽菸	NHIS 2001, NHIS 2005, 公務人員研究世代(Civil Servant cohort)	缺血性心臟病, 中風, 其他心血管疾病, 肺癌及其他癌症 (詳見附錄) 慢性腎臟病, 慢性阻塞性肺病
飲酒	目前飲酒狀態	無飲酒	NHIS 2009	缺血性心臟病, 缺血性中風, 出血性中風, 血壓過高性心臟病, 口腔癌, 食道癌, 乳癌, 肝癌及其他癌症 (詳見附錄); 糖尿病; 慢性肝病; 酗酒; 交通意外事故; 自殺
嚼食檳榔	目前食用檳榔狀態	無食用檳榔	NHIS 2009	口腔癌, 食道癌, 喉癌
缺乏運動	運動強度	高強度運動	NHIS 2009	缺血性心臟病, 缺血性中風, 乳癌, 大腸癌, 糖尿病
室外空氣污染	細懸浮顆粒物 (微克/每立方公尺)	7.5 (0.75)	TAQMN 2009	缺血性心臟病, 中風, 肺癌, 慢性阻塞性肺病
B 型肝炎病毒	B 型肝炎表面抗原陽性	無感染	TW3H 2007	肝癌, 慢性肝病及肝硬化
C 型肝炎病毒	C 型肝炎病毒抗體陽性	無感染	TW3H 2007	肝癌, 慢性肝病及肝硬化

&: 理論最小風險暴露分布(theoretical minimum-risk exposure distributions, TMRED)以平均值(標準差)呈現

#: TW3H: 台灣地區血壓過高、血糖過高、血脂過高之追蹤調查研究; NHIS: 國民健康訪問調查; NAHSIT: 台灣營養健康狀況變遷調查 TAQMN: 台灣地區空氣品質監測網

*: 其他心血管疾病 (國際疾病分類標準(ICD-10): I00, I26-I28, I34-I37, I44-I51, I70-I99)



第五節 垃圾死因代碼的再分配

為了有效評估台灣族群疾病負擔以及提升可比性，我們利用多重死因登錄資料，建立多元邏輯斯迴歸分析模型(Multinomial logistic regression analysis)，將垃圾死因代碼做有效分配。模型中的共變數包括年齡、性別、戶籍地、婚姻狀況、死亡月份、以及死亡證明書開立之醫療單位層級，資料的四分之三會作為模型訓練組(training set)，而四分之一作為評估測試組(test set)，以建立適當的預測模型參數。為了符合實際狀況以及公共衛生之用途，每一個垃圾死因代碼都可能被重新分配到多個主要死因結果，這同時也適當反映了垃圾死因代碼背後的不確定性(uncertainty)[65]。根據 WHO 全球死因分布的報告，我們歸納出 13 項垃圾死因代碼類別，包括敗血症(septicemia)，血容積過少(volume depletion)，界定不明之癌症部位(ill-defined cancer site)，心衰竭(heart failure)，界定不明之心血管疾病(ill-defined cardiovascular diseases)，腎衰竭(renal failure)，界定不明之事故傷害(ill-defined injury)，界定不明之症狀(ill-defined conditions)，以及其他界定不明之死因代碼(other ill-defined codes)。當中以界定不明之症狀佔台灣族群垃圾死因代碼之大多數(30.4%)(附錄表十)。模型架構的定義與演算是使用 R 程式語言。

第六節 族群可歸因分率

一、族群可歸因分率

在本研究當中，族群可歸因分率的估計是主要的核心，在可歸因的慢性非傳染性疾病死亡負擔部分，針對危險暴露的資料型態不同，我們使用兩種不同的廣義方程式來估計族群可歸因分率[82-84]。對於危險暴露屬於連續變項的類型，例如血壓、血糖、血脂，我們使用以下方程式：

$$PAF_{ij} = \frac{\int_x RR_{ij}(x)P_{ij}(x)dx - \int_x RR_{ij}(x)P'_{ij}(x)dx}{\int_x RR_{ij}(x)P_{ij}(x)dx}$$

$RR(x)$ 是指在暴露程度 x 下的相對風險值， $P(x)$ 是指危險因子目前真實的盛行分布， $P'(x)$ 是指危險因子的反事實(理想)分布， i 代表年齡分組的層級， j 代表性別。而

若危險暴露屬於類別變項的類型，例如吸菸、飲酒、嚼食檳榔、缺乏運動，我們使用以下方程式：

$$PAF_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^n P_{ijk} (RR_{ijk} - 1)}{\sum_{k=1}^n P_{ijk} (RR_{ijk} - 1) + 1}$$

i 代表年齡分組的層級， j 代表性別， k 代表危險因子暴露的層級($k=1, \dots, n$)， RR_{ijk} 代表該危險因子 k 層級的相對風險值， P_{ijk} 代表該危險因子 k 層級的盛行比例。透過族群可歸因分率的估計，我們能夠以一個一致且可比較的方式評估危險因子暴露對族群的效應。而估計所得的族群可歸因分率會乘上相對應疾病別的死亡人口或生命損失年數，得到可歸因於各危險因子之死亡負擔。所有的計算過程皆依據年齡別、性別來進行，相同危險因子但不同疾病別的可歸因死亡負擔以及可歸因生命損失年數加總後作為可歸因於該危險因子的累計疾病負擔。使用的分析軟體是 STATA (Version 12.0; Stata Corporation)。

二、部分族群可歸因分率

另一方面，針對結核病的疾病負擔，為了正確觀察多重危險因子的共同效應並考量危險因子之間的聯合分布與相關性，並且在可取得長期追蹤的研究世代資料之前提下，本研究進一步使用部分族群可歸因分率的方法來估計結核病疫情可歸因於危險因子暴露的比例[32]。部分族群可歸因分率的公式定義是：

$$PAFp = \frac{\sum_{s=1}^S \sum_{t=1}^T P_{st} RR_{1s} RR_{2t} - \sum_{s=1}^S \sum_{t=1}^T P_{st} RR_{2t}}{\sum_{s=1}^S \sum_{t=1}^T P_{st} RR_{1s} RR_{2t}}$$

t 代表不可改變的背景危險因子($t=1, \dots, T$)， RR_{2t} 代表危險因子在 t 層級的相對風險值($RR_{2,1}=1$)，而 s 是指本研究欲探討的可介入危險因子($s=1, \dots, S$)， RR_{2s} 代表危險因子在 s 層級的相對風險值($RR_{1,1}=1$)， P_{st} 代表危險因子的共同分布。

首先，透過健康資料的連結，我們建立一長期追蹤的研究世代，利用匯總羅吉斯迴歸模型(pooled logistic regression model)估計各危險因子的相對危險(odds ratio, OR)[85]，並利用 Cox 比例風險模式(Cox proportional hazard model)計算風險比

(hazard ratios)，確核相對危險值的大小程度。在調整相關潛在干擾因子後，相對危險值將被使用作為後續估計部分族群可歸因分率的來源[86, 87]; 此外，考量危險因子之間的相關性，我們利用危險因子的共同盛行分布來估計部分族群可歸因分率。而危險因子之間的交互作用則是利用相乘尺度(multiplicative interaction)檢驗是否存在二階交互作用項(two-way interaction)，檢驗結果顯示所有二階交互作用項皆未達統計上顯著意義。所有分析皆考慮樣本的抽樣權重，以獲得代表台灣族群的估計結果。使用的分析軟體是 SAS (SAS V9.3, SAS Institute Inc, Cary NC)，分析使用語法包括 PROC SURVEYFREQ, PROC SURVEYLOGISTIC，以及 Spiegelman 所發展之 PAFp calculation SAS macro[32]。

三、因果圓派加權模型

此外，為了進一步了解台灣族群可歸因於危險因子的結核病疫情負擔當中危險因子之間是否存在複雜的交互作用關係，我們利用因果圓派加權模型(causal pie weighted model)評估多個危險因子之間的交互作用關係[33, 34]。

$$1 - PAF_{t_1, \dots, t_k} =$$

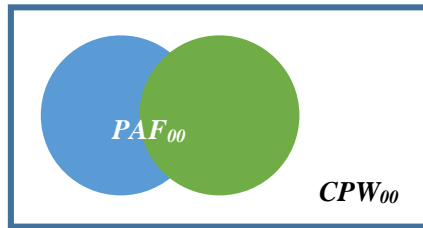
those causal pies that are not affected by the intervention =

$$\sum_{C_i \leq t_i \text{ for all } i} CPW_{C_1, \dots, C_k}$$

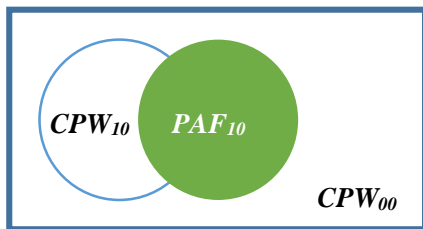
t 代表不同危險因子暴露與否的組合關係(這同時也反映現實狀況上不同介入措施的可能性)，藉由非可歸因於特定危險因子之族群分率(1-PAF)等同於非特定危險因子之因果圓派加權加總(CPW)的概念，推估各個危險因子組合的因果圓派加權(causal-pie weights)大小。以二個危險暴露 t_1, t_2 舉例來說，若 PAF_{00} 代表研究族群中，當兩個危險暴露都被移除時，有多少比例的疾病可以被避免，則 $1-PAF_{00}$ 就等於 CPW_{00} (代表與這兩個危險暴露無關的因果圓派加權總和)(參閱下列圖示)。同理可得下列等式：



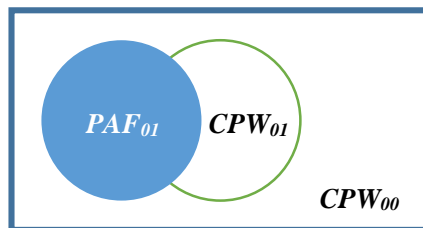
$$I-PAF_{00} = CPW_{00}$$



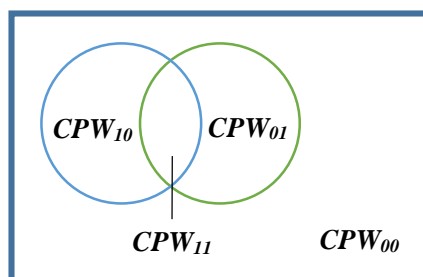
$$I-PAF_{10} = CPW_{00} + CPW_{10};$$



$$I-PAF_{01} = CPW_{00} + CPW_{01};$$



$$I-PAF_{11} = CPW_{00} + CPW_{10} + CPW_{01} + CPW_{11}$$



整理可得，

$$\begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} PAF_{00} \\ PAF_{10} \\ PAF_{01} \\ PAF_{11} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1000 \\ 1100 \\ 1010 \\ 1111 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} CPW_{00} \\ CPW_{10} \\ CPW_{01} \\ CPW_{11} \end{pmatrix}$$

解開方程式即可得到各個危險因子組合的因果圓派權重(causal-pie weights)大小，其總和恰好等於 1。我們同樣利用上述之研究世代資料，使用匯總羅吉斯迴歸模型(pooled logistic regression model)估計不同危險因子暴露組合的相對危險(odds ratio, OR)，並進一步推估不同暴露階層的族群可歸因分率。使用的分析軟體是 SAS (SAS V9.3, SAS Institute Inc, Cary NC)，分析使用語法是 Dr. Liao 與 Dr. Lee 發展之 causal pie weighted model SAS macro[33, 34]。

第七節 敏感度分析與不確定性估計

一、敏感度分析

依據全球疾病負擔計畫比較性風險評估框架，本研究主要分析是採用同一年的危險因子暴露盛行分布估計當年度的可歸因疾病負擔，然而為了考量潛在危險因子的前導暴露期(induction time)與潛伏期(latent period)對疾病的影響[88-90]，我們嘗試針對可歸因於細懸浮微粒(PM_{2.5})暴露的死亡負擔進行敏感度分析，我們利用 2005 年的細懸浮微粒(PM_{2.5})暴露資料評估 2014 年的可歸因死亡負擔，藉此觀察未考慮危險因子的前導暴露期之下，可能帶來的影響。

另一方面，在可歸因於吸菸的疾病負擔評估上，依據全球疾病負擔計畫的方法，我們使用吸菸影響率(SIR)作為族群累積吸菸暴露的指標，並且搭配台灣本土研究世代資料推估的相對風險資料來推估吸菸的族群可歸因分率，為了進一步比較盛行率估計方法與相對風險資料的選擇對分析結果所帶來的影響，本研究針對吸菸的疾病負擔評估進行了敏感度分析，除了評比不同的吸菸盛行率估計方法(包括吸菸影響率(SIR)、遲滯 10 年的吸菸盛行率、以及吸菸年包數)之外，也比較不同相對風險資料(包括全球疾病負擔的估計以及本土研究世代的估計)對吸菸的族群可歸因分率估計的影響。

二、不確定性估計

考量抽樣變異性(sampling variability)，我們也利用統計模擬的方法，評估分析結果的不確定性(uncertainty level)[91]。依照危險因子的暴露與相對風險值的分布情況，隨機抽取 1,000 次的組合配對後計算相對應之族群可歸因分率與可歸因之疾病負

擔，並依據這些結果分布的第 2.5 以及第 97.5 百分位數作為 95% 的不確定性區間 (95% uncertainty intervals, UIs)。模擬的演算與分析是使用 STATA 軟體。





第五章 結果

第一節 慢性非傳染性疾病死亡負擔之比較性風險評估 (2009 年)


一、危險因子盛行分布

根據死因登錄資料，2009 年有 143,582 個死亡人口，其中 61% 是男性，有 138,984 的死亡個案大於 30 歲。另外，死因垃圾代碼共 22,659，佔總死亡人口 15.8%，經過垃圾死因代碼的再分配後，共計 110,720 個死亡人口(12 大死因分類)納入分析。危險因子的盛行分布如表二-表四所示，在小於 65 歲族群，男性有較高的血壓、血糖分布以及肥胖情形，而在大於 65 歲族群，則是女性有較高的血壓、血糖分布以及肥胖。血脂整體分布則是以女性較高。生活習慣危險因子方面，男性有較多吸菸、飲酒、嚼食檳榔盛行人口；慢性 B 型肝炎盛行率在男性是 14.4%，而女性是 10.5%，慢性 C 型肝炎盛行率則是男性 4.0%，女性 5.6%。

二、可歸因之慢性非傳染病死亡負擔

圖二是利用危險因子盛行率與相對危險性所估計的疾病別族群可歸因分率結果，對非癌症慢性疾病來說，血壓過高、血糖過高、以及細懸浮微粒(PM_{2.5})空氣污染是最重要的危險因子；而對癌症來說，吸菸、慢性肝炎、飲酒、以及嚼食檳榔是最重要的危險因子，特別是對肺癌、肝癌、以及上消化道癌症。

進一步比較 13 個危險因子的可歸因死亡負擔結果發現，血糖過高、吸菸、血壓過高是造成台灣族群死亡的頭號殺手，2009 年，台灣族群約有 14,900 個死亡人口與血糖過高有關，相當於當年度死亡人口的 10.4%，可歸因死亡率是 64.4 死亡人口/十萬人口。而這當中有 68.2% 的死因是糖尿病，並且 80% 以上是 65 歲以上的族群。另一方面，吸菸造成 11,500 個男性死亡人口與 1,900 個女性死亡人口，相當於當年度死亡人口的 9.3%。男性方面，有 60% 可歸因於吸菸的死亡人口是死於癌症，並且 95.9% 是 45 歲以上的族群；而由於女性的吸菸盛行率較低，吸菸可歸因死亡人口中，女性僅佔 4.6%。以死因別來看，吸菸可歸因死亡的死因主要是肺癌(3,660 deaths, 95% UI: 2,340–4,980)、缺血性心臟病(1,320 deaths, 95% UI: 760–1,880)、以及中風(1,280 deaths, 95% UI: 540–2,020)。而在血壓過高部分，2009 年共造成 11,190



個心血管疾病的死亡人口，相當於當年度死亡人口的 7.8%，而其中 8,500 個死亡個案是 65 歲以上的族群，以死因別來看，血壓過高可歸因死亡的死因主要是中風(3,470 deaths, 95% UI: 2,420–4,520)、缺血性心臟病(3,190 deaths, 95% UI: 2,020–4,350)、以及血壓過高性心臟病(2,400 deaths, 95% UI: 1,760–3,050)。此外，多重心血管代謝相關危險因子(包括血壓過高、血糖過高、血脂過高、以及肥胖)的合併效應共計與 12,120 個死亡人口有關(表五及圖三、圖四)。

接續排名依序為細懸浮微粒(PM_{2.5})空氣污染(8,600 deaths, 95% UI: 7,370–9,840)、高鈉攝取與低蔬果攝取(7,890 deaths, 95% UI: 5,970–9,810)、缺乏運動(7,620 deaths, 95% UI: 6,040–9,190)、肥胖(7,400 deaths, 95% UI: 6,670–8,130)、飲酒(6,350 deaths, 95% UI: 5,730–6,970)以及慢性 B 型肝炎(6,300, 95% UI: 5,610–6,980)與慢性 C 型肝炎(3,170, 95% UI: 1,860–4,490)。若不考慮危險因子之間的相關性與交互作用，台灣族群 72.4% 的肝癌死亡(6,250 死亡人口)與 58.6% 的慢性肝病死亡(3,420 死亡人口)可歸因於飲酒與慢性 B 型、C 型肝炎的共同效應。最後，血脂過高共計與 2,070 個心血管疾病的死亡人口有關(95% UI: 1,300–2,830)，嚼食檳榔則是與 1,780 個口腔癌、咽喉癌、食道癌的死亡人口有關(95% UI: 1,190–2,360) (表五及圖三、圖四)。

此外，若以可歸因之生命損失年數來比較的話，吸菸成為最重要的危險因子，造成男性 246,030 潛在生命損失年數，以及女性 36,310 潛在生命損失年數，相當於是 1,223 生命損失年數/十萬人口。其次是血糖過高(240,450 YLLs, 95% UI: 191,820–289,090)以及多重心血管代謝相關危險因子的合併效應(215,540 YLLs, 95% UI: 204,020–227,050) (圖五、圖六)。

三、敏感度分析

表七顯示吸菸的族群可歸因分率的敏感度分析結果。本研究主要分析部分是選擇以吸菸影響率(SIR)作為暴露推估方法，並搭配本土研究世代的相對風險資料來計算可歸因於吸菸的死亡負擔，推估結果台灣族群約有 13,400 個死亡人口與吸菸有關。而當使用全球疾病負擔計畫的參數時(以 CPS II 世代研究的追蹤結果作為參考族群肺癌死亡率的選擇，並搭配全球疾病負擔計畫的相對風險資料)，在男性部分，

僅得到約主要分析估計結果的一半(全球疾病負擔參數: 6,480 人; 主分析: 11,500 人)。另一方面, 採用遲滯 10 年的吸菸調查盛行率(1999 年)來推估 2009 年的吸菸可歸因死亡人口, 分析結果發現當使用本土研究世代的相對風險資料時, 得到與主要分析估計類似的結果(遲滯 10 年吸菸盛行率: 15,250 人; 主分析: 13,400 人), 而若選擇全球疾病負擔計畫所推估的相對風險資料作為參考依據, 所得到的吸菸死亡負擔估計約莫是主要分析估計的 1.86 倍(全球疾病負擔相對風險資料: 24,940 人; 主分析: 13,400 人)。而使用吸菸年包數作為累積暴露估計則是得到 10,940 個可歸因死亡人口的結果。



表三、年齡別，性別代謝相關危險因子分佈情形

危險因子	年齡分組																	
	35-44 歲			45-54 歲			55-64 歲			65-74 歲			75-84 歲			≥85 歲		
	人數	平均值	標準誤	人數	平均值	標準誤	人數	平均值	標準誤	人數	平均值	標準誤	人數	平均值	標準誤	人數	平均值	標準誤
男性																		
收縮壓 (毫米汞柱)	404	121.4	0.7	459	126.1	0.8	302	129.3	1.1	203	133.6	1.2	135	132.9	1.4	15	122.3	6.2
總膽固醇 (毫莫耳/升)	404	4.7	0.05	459	4.9	0.05	302	4.7	0.1	203	4.6	0.1	135	4.4	0.1	15	4.4	0.3
空腹血糖值 (毫莫耳/升)	404	5.1	0.1	459	5.6	0.2	302	5.6	0.1	203	6.0	0.4	135	6.1	0.5	15	5.3	0.2
身體質量指數 (公斤/平方公尺)	1686	24.8	0.1	1643	24.8	0.1	962	24.8	0.1	581	23.9	0.1	406	23.5	0.2	83	23.2	0.4
女性																		
收縮壓 (毫米汞柱)	471	110.8	0.6	586	119.5	0.8	380	127.8	0.9	241	135.1	1.2	113	137.8	1.8	24	138.1	5.4
總膽固醇 (毫莫耳/升)	471	4.5	0.04	586	5.0	0.04	380	5.1	0.1	241	5.1	0.1	113	4.7	0.1	24	4.6	0.2
空腹血糖值 (毫莫耳/升)	472	5.0	0.2	585	5.2	0.1	380	5.7	0.2	242	6.2	0.3	113	6.8	0.8	24	5.6	0.3
身體質量指數 (公斤/平方公尺)	1836	22.4	0.1	1854	23.7	0.1	1252	24.6	0.1	805	24.4	0.1	400	24.1	0.2	97	22.5	0.3



表四、年齡別，性別生活型態及感染相關危險因子盛行分布情形

危險因子	年齡分組									
	30-44 歲		45-59 歲		60-69 歲		70-79 歲		≥80 歲	
	人數	%	人數	%	人數	%	人數	%	人數	%
男性										
有高強度運動 (%)	462	15.7	723	28.0	248	32.2	203	39.1	63	26.0
不喝酒 (%)	629	21.3	637	24.5	243	31.2	195	36.3	121	44.9
從不或已戒嚼食檳榔 (%)	2340	79.2	2173	83.8	718	92.7	513	95.7	265	98.5
吸菸影響率(SIR) (%)		14.3		29.0		42.7		55.2		22.7 ^a
B 型肝炎病毒感染* (%)	202	21.4	137	17.7	31	10.9	18	5.7	2	1.4
C 型肝炎病毒感染** (%)	28	3.0	30	4.0	19	6.1	14	6.0	1	2.5
女性										
有高強度運動 (%)	439	15.3	804	31.5	291	35.3	183	31.8	46	21.2
不喝酒 (%)	1518	52.9	1582	61.7	648	77.7	506	83.6	221	85.4
從不或已戒嚼食檳榔 (%)	2839	99.0	2537	98.9	819	98.3	600	99	255	98.5
吸菸影響率(SIR) (%)		5.6 ^a		4.4 ^a		3.5 ^a		2.8 ^a		4.3 ^a
B 型肝炎病毒感染* (%)	143	13.1	102	13.3	32	7.6	11	8.0	1	4.6
C 型肝炎病毒感染** (%)	34	3.2	51	5.8	37	10.0	19	11.0	1	2.3

a: 來自 NHIS2009 吸菸盛行率調查結果

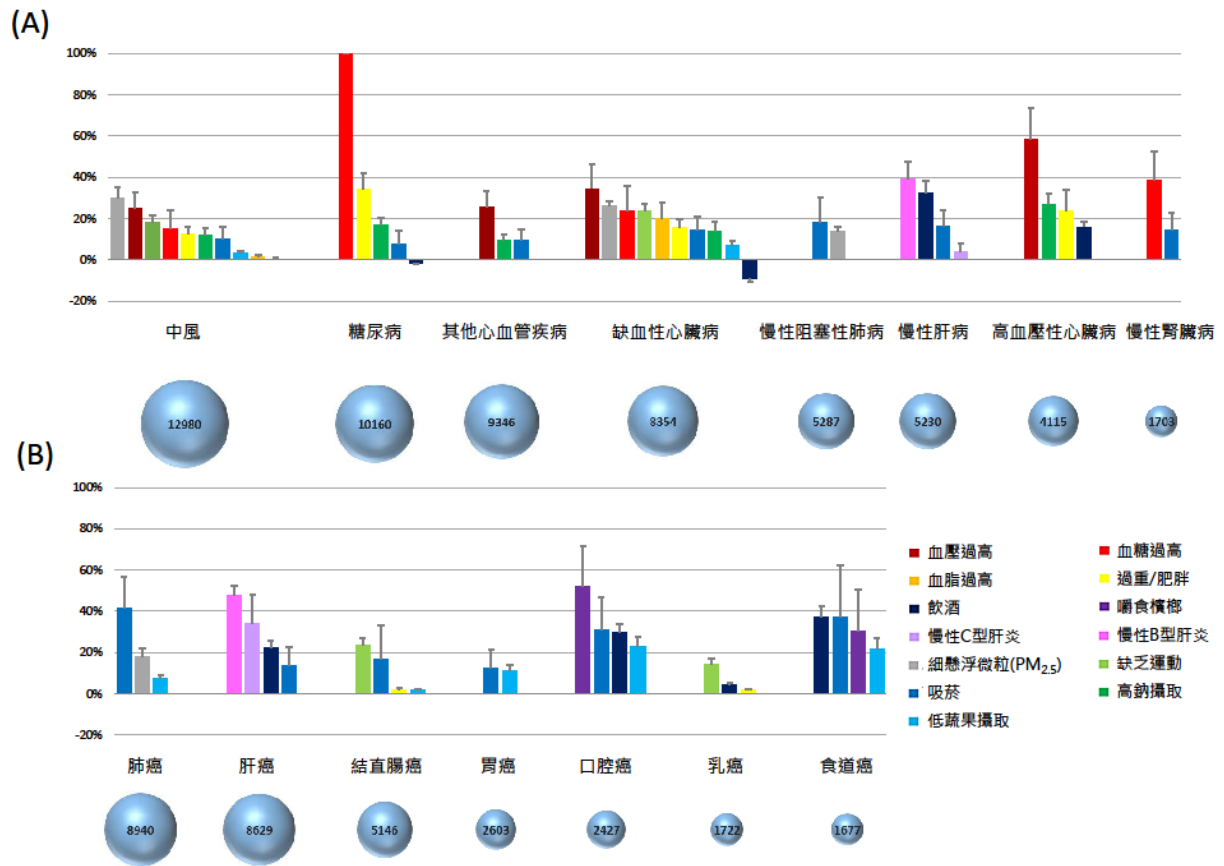
* B 型肝炎表面抗原陽性

** C 型肝炎病毒抗體陽性

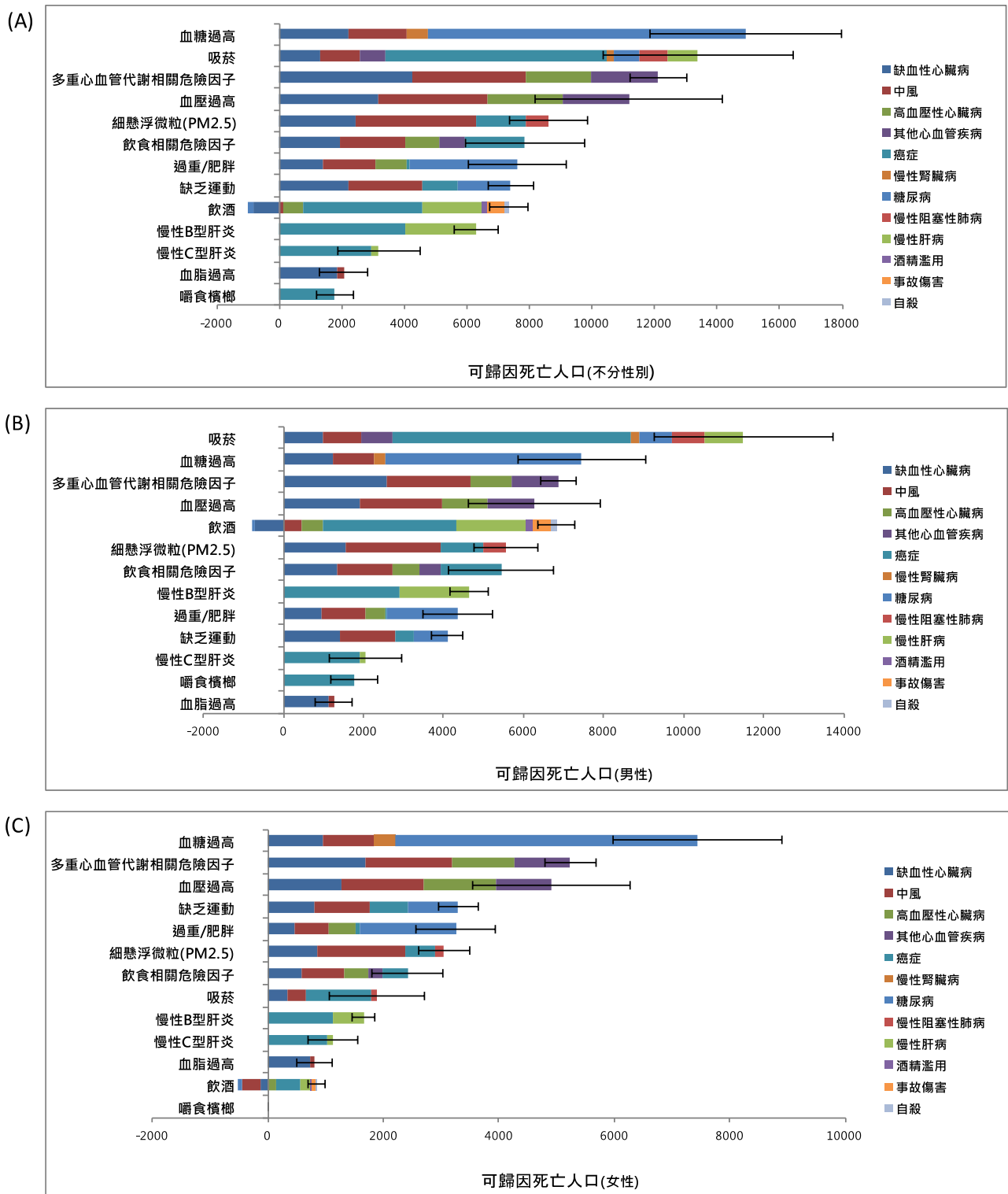


表五、2009 年縣市別細懸浮微粒(PM_{2.5})年平均分布($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

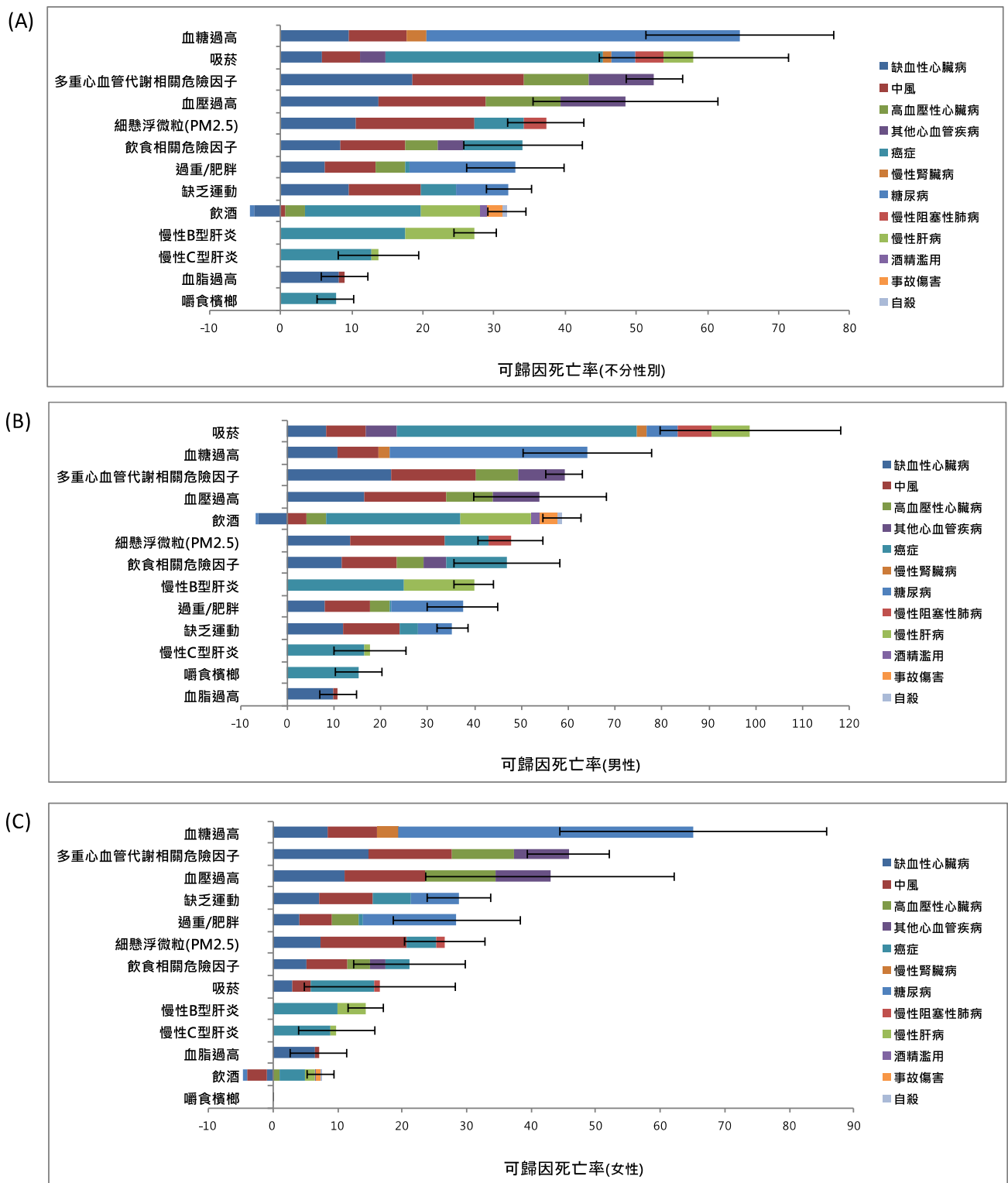
縣市別	平均值	標準誤
基隆市	21.3	0.16
台北市	30.5	0.09
新北市	29.2	0.09
桃園市	29.7	0.20
新竹縣	31.0	0.21
宜蘭縣	19.5	0.15
苗栗縣	30.3	0.20
台中市	38.7	0.25
彰化縣	40.4	0.23
南投縣	36.6	0.22
雲林縣	43.7	0.25
嘉義縣	46.0	0.27
台南市	42.7	0.24
高雄市	45.1	0.12
屏東縣	44.9	0.26
馬公市	22.6	0.16
花蓮縣	22.0	0.12
台東縣	14.1	0.12
金門縣	38.8	0.30
連江縣	29.6	0.23
台灣地區	33.0	0.03



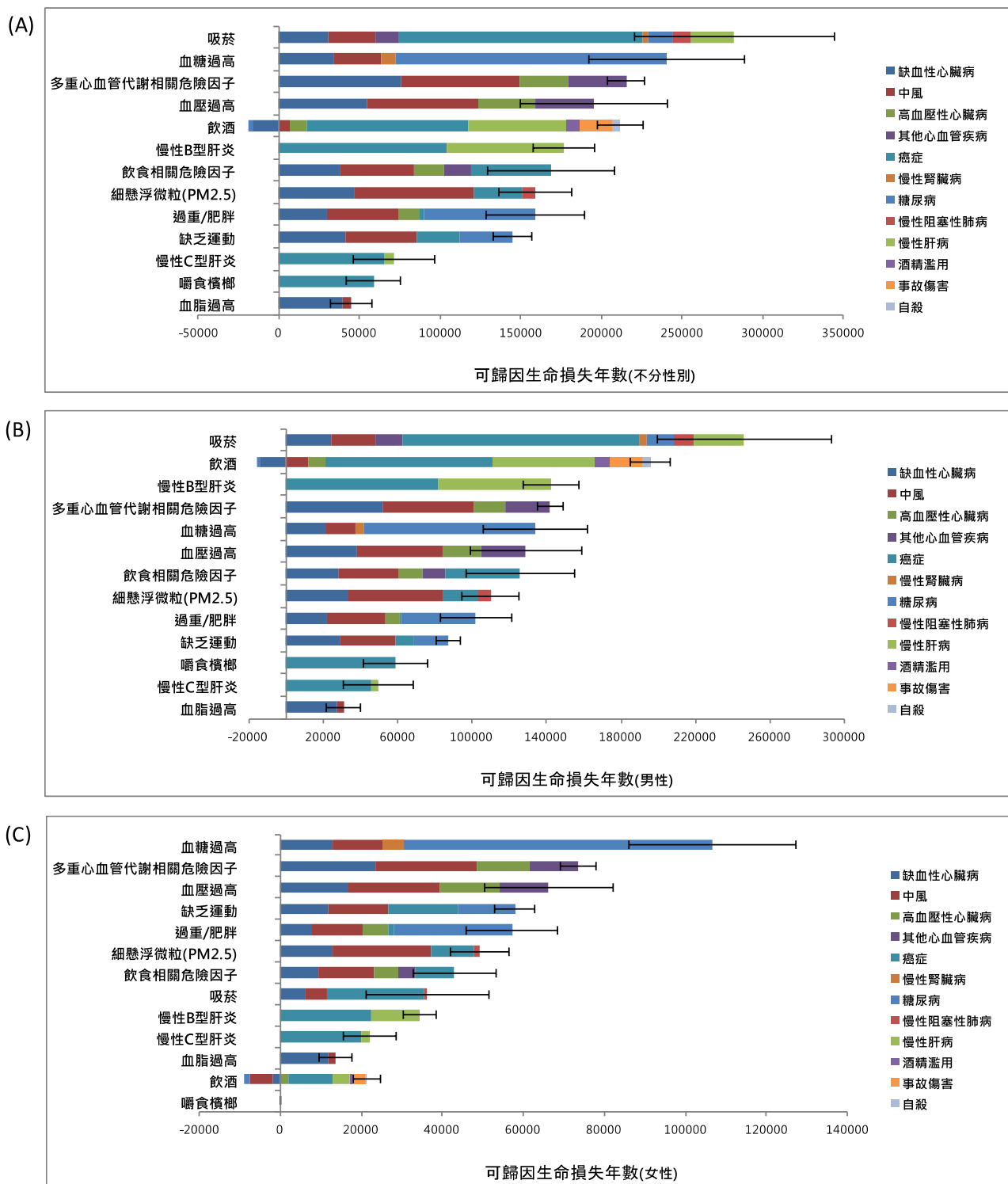
圖二、疾病別之危險因子族群可歸因分率排序比較(A)心血管疾病與其他慢性非傳染性疾病(B)癌症(依部位別)。(氣泡大小代表對應疾病別死亡人口)



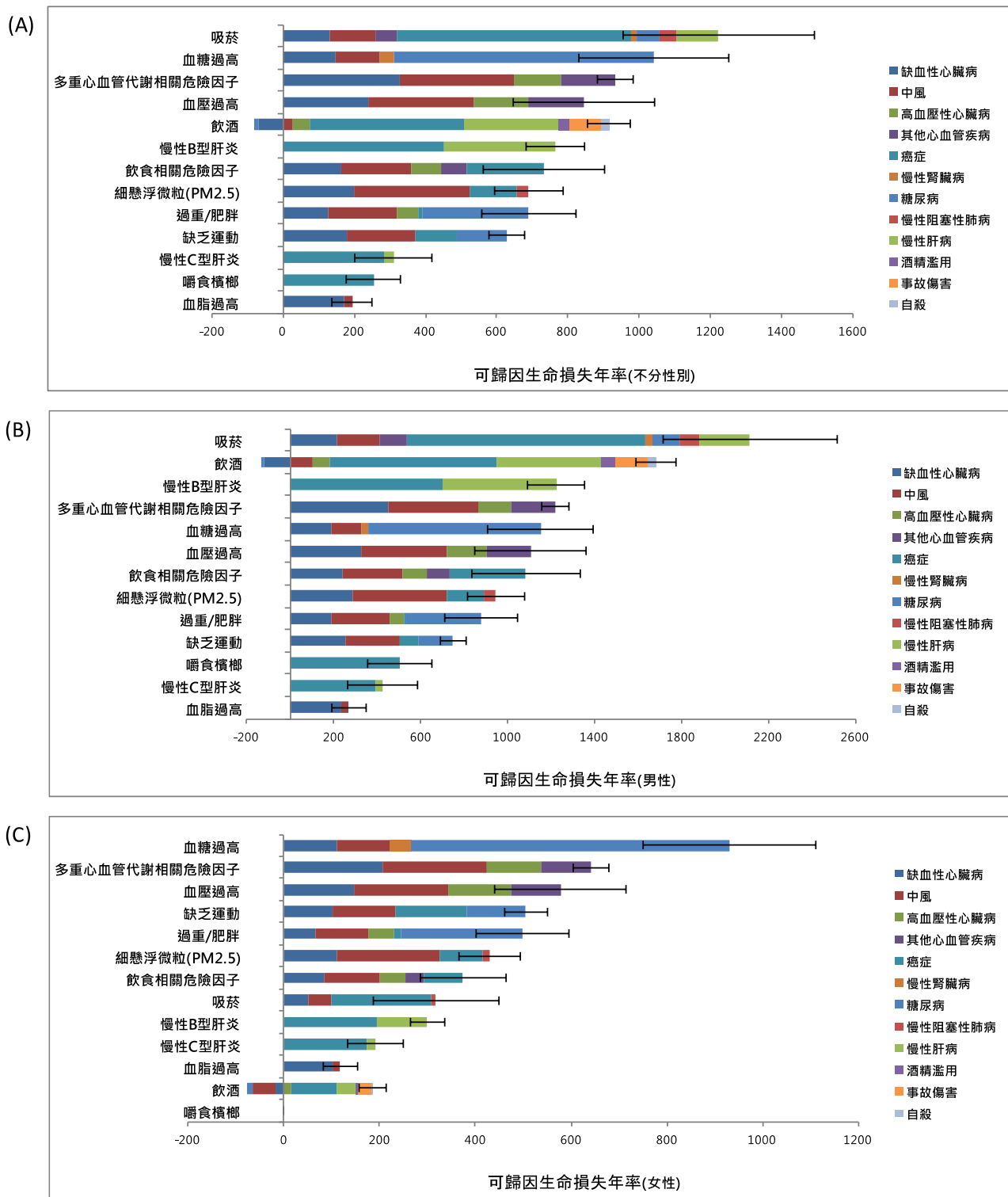
圖三、疾病別可歸因於危險因子之死亡人口。(A)不分性別 (B)男性 (C)女性



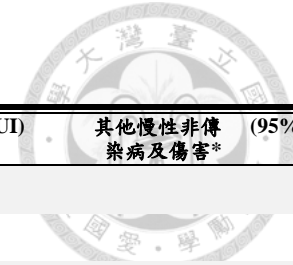
圖四、疾病別可歸因於危險因子之死亡率(每十萬人口)。(A)不分性別 (B)男性 (C)女性



圖五、疾病別可歸因於危險因子之生命損失年數。(A)不分性別 (B)男性 (C)女性

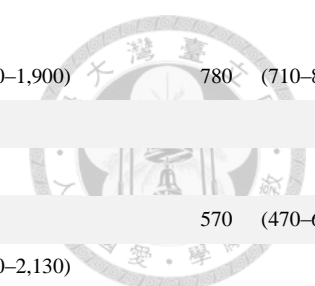


圖六、疾病別可歸因於危險因子之生命損失年率(每十萬人年)。(A)不分性別 (B) 男性 (C)女性



表六、2009 年台灣族群可歸因於危險因子之死亡人口

危險因子	總歸因 死亡人口	(95% UI)	心血管 疾病	(95% UI)	癌症	(95% UI)	糖尿病	(95% UI)	慢性肝病	(95% UI)	其他慢性非傳 染病及傷害*	(95% UI)
不分性別												
血壓過高	11,190	(8,190–14,190)	11,190	(8,190–14,190)								
血脂過高	2,070	(1,300–2,830)	2,070	(1,300–2,830)								
血糖過高	14,900	(11,850–17,960)	4,090	(2,120–6,070)			10,160				650	(410–890)
過重/肥胖	7,610	(6,040–9,190)	4,050	(3,060–5,050)	120	(60–190)	3,440	(2,700–4,170)				
飲食相關危險因子	7,890	(5,970–9,810)	5,950	(4,500–7,410)	1,940	(1,470–2,410)						
吸菸	13,400	(10,330–16,450)	3,390	(1,590–5,170)	7,060	(3,420–10,680)	790	(230–1,340)	970	(490–1,430)	1,190	(420–1,930)
飲酒	6,350	(5,730–6,970)	-60 [#]	(-250–130)	3,770	(3,550–4,000)	-150 [#]	(-190–110)	1,910	(1,680–2,130)	880	(800–960)
嚼食檳榔	1,780	(1,190–2,360)			1,780	(1,190–2,360)						
缺乏運動	7,400	(6,670–8,130)	4,560	(3,990–5,120)	1,130	(950–1,300)	1,710	(1,370–2,060)				
空氣懸浮微粒汙染	8,600	(7,370–9,840)	6,290	(5,470–7,110)	1,580	(1,290–1,870)					730	(610–850)
慢性 B 型肝炎	6,300	(5,610–6,980)			4,050	(3,680–4,410)			2,250	(1,700–2,800)		
慢性 C 型肝炎	3,170	(1,860–4,490)			2,940	(1,730–4,150)			230	(20–450)		
多重心血管代謝危險因子	12,120	(11,220–13,020)	12,120	(11,220–13,020)								
男性												
血壓過高	6,280	(4,640–7,920)	6,280	(4,640–7,920)								
血脂過高	1,260	(800–1,720)	1,260	(800–1,720)								
血糖過高	7,460	(5,870–9,050)	2,260	(1,160–3,360)			4,920				280	(170–380)
過重/肥胖	4,360	(3,480–5,240)	2,540	(1,950–3,130)	50	(20–80)	1,770	(1,400–2,140)				
飲食相關危險因子	5,460	(4,150–6,770)	3,950	(3,000–4,910)	1,510	(1,140–1,870)						
吸菸	11,500	(9,260–13,730)	2,720	(1,330–4,110)	5,950	(3,200–8,700)	790	(230–1,340)	960	(490–1,430)	1,080	(470–1,690)



飲酒	6,030	(5,560–6,500)	260	(160–370)	3,330	(3,160–3,500)	-70 [#]	(-100–40)	1,730	(1,560–1,900)	780	(710–840)
嚼食檳榔	1,780	(1,190–2,360)			1,780	(1,190–2,360)						
缺乏運動	4,100	(3,720–4,490)	2,800	(2,470–3,120)	450	(390–510)	850	(690–1,020)				
空氣懸浮微粒汙染	5,550	(3,530–5,740)	3,920	(3,420,4,430)	1,060	(860–1,250)					570	(470–660)
慢性 B 型肝炎	4,650	(4,150–5,130)			2,920	(2,670–3,160)			1,730	(1,330–2,130)		
慢性 C 型肝炎	2,050	(1,150–2,950)			1,910	(1,080–2,750)			140	(10–270)		
多重心血管代謝危險因子	6,880	(6,430–7,330)	6,880	(6,430,7,330)								
女性												
血壓過高	4,910	(3,550–6,270)	4,910	(3,550–6,270)								
血脂過高	810	(500–1,120)	810	(500–1,120)								
血糖過高	7,440	(5,980–8,910)	1,830	(960–2,710)			5,240				370	(240–510)
過重/肥胖	3,250	(2,560–3,950)	1,520	(1,120–1,920)	70	(40–110)	1,660	(1,300–2,030)				
飲食相關危險因子	2,430	(1,820–3,040)	2,000	(1,490–2,500)	430	(330–540)						
吸菸	1,900	(1,070–2,720)	660	(260–1,060)	1,140	(220–1,980)					100	(-40–250)
飲酒	320	(160–470)	-320 [#]	(-410–230)	440	(390–490)	-80 [#]	(-90–70)	180	(120–230)	100	(90–110)
嚼食檳榔	0											
缺乏運動	3,300	(2,950–3,640)	1,760	(1,520–2,000)	680	(560–780)	860	(680–1,040)				
空氣懸浮微粒汙染	3,050	(2,610–3,500)	2,370	(2,050–2,680)	520	(420–620)					160	(140–190)
慢性 B 型肝炎	1,650	(1,460–1,850)			1,130	(1,020–1,250)			520	(370–670)		
慢性 C 型肝炎	1,120	(700–1,540)			1,030	(650–1,400)			90	(10–180)		
多重心血管代謝危險因子	5,240	(4,790–5,680)	5,240	(4,790–5,680)								

* 包括慢性阻塞性肺病、慢性腎臟病、酒精濫用、意外事故傷害與自殺

本研究以無飲酒習慣為反事實的假設暴露，但適量飲酒可能降低罹患心血管疾病的風險，因此呈現負數的可歸因死亡人口



表七、吸菸的族群可歸因分率的敏感度分析

暴露推估方式	相對風險	可歸因死亡人口		
		男性	女性	合計
吸菸影響率(SIR)*	本土研究世代 ^{1,2}	11,500	1,900	13,400
	全球疾病負擔 ³	6,480	2,570	9,050
遲滯 10 年(1999 年吸菸盛行率**)	本土研究世代 ^{1,2}	13,370	1,880	15,250
	全球疾病負擔 ³	22,010	2,930	24,940
累積吸菸暴露(年包數)	相關文獻 ⁴	9,540	1,400	10,940

*: 吸菸影響率(SIR)公式中全球疾病負擔參考族群的肺癌死亡率是來自 CPS II 世代研究的追蹤結果

**：台灣 1999 年吸菸盛行率資料來自：李蘭、陳秀熙（1999）：民國八十八年台灣地區成人及青少年之吸菸率及吸菸行為調查。行政院衛生署八十八年度委託研究計劃成果報告

1. Wen C-P, Tsai SP, Chen C-J, Cheng T-Y: The mortality risks of smokers in Taiwan: Part I: cause-specific mortality. Preventive medicine 2004, 39:528-535.
2. Wen CP, Tsai SP, Chen CJ, Cheng TY, Tsai MC, Levy DT: Smoking attributable mortality for Taiwan and its projection to 2020 under different smoking scenarios. Tob Control 2005, 14 Suppl 1:i76-80.
3. Lim SS, Vos T, Flaxman AD, Danaei G, Shibuya K, Adair-Rohani H, Amann M, Anderson HR, Andrews KG, Aryee M, et al: A comparative risk assessment of burden of disease and injury attributable to 67 risk factors and risk factor clusters in 21 regions, 1990-2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. Lancet 2012, 380:2224-2260.
4. Jacobs, David R., et al. "Cigarette smoking and mortality risk: twenty-five-year follow-up of the seven countries study." Archives of Internal Medicine 159.7 (1999): 733-740.

第二節 地區別可歸因於細懸浮微粒(PM_{2.5})暴露之疾病死亡負擔 (2014 年)

一、台灣縣市別細懸浮微粒(PM_{2.5})暴露盛行分布

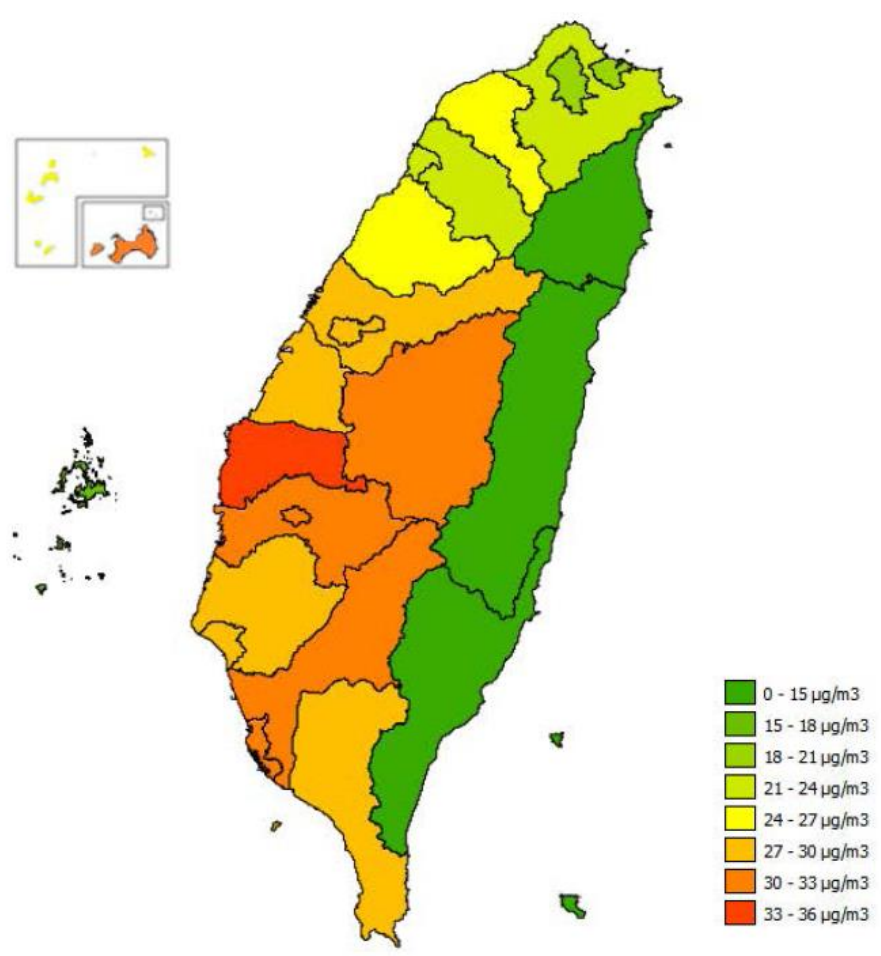
圖七呈現 2014 年台灣地區縣市別年平均細懸浮微粒(PM_{2.5})暴露分布，整體而言，西部地區高於東部地區，最高與最低暴露的縣市分別是雲林縣(34.37 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)以及台東縣(11.04 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)，約莫相差三倍。進一步觀察過去十年的暴露分佈情形發現，台灣地區細懸浮微粒(PM_{2.5})暴露危害有逐年下降的趨勢，自 2005 年的 36.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 到 2014 年的 25.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，但仍舊顯著高於 WHO 所建議的標準(10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)。

二、縣市別可歸因於細懸浮微粒(PM_{2.5})暴露之疾病死亡負擔

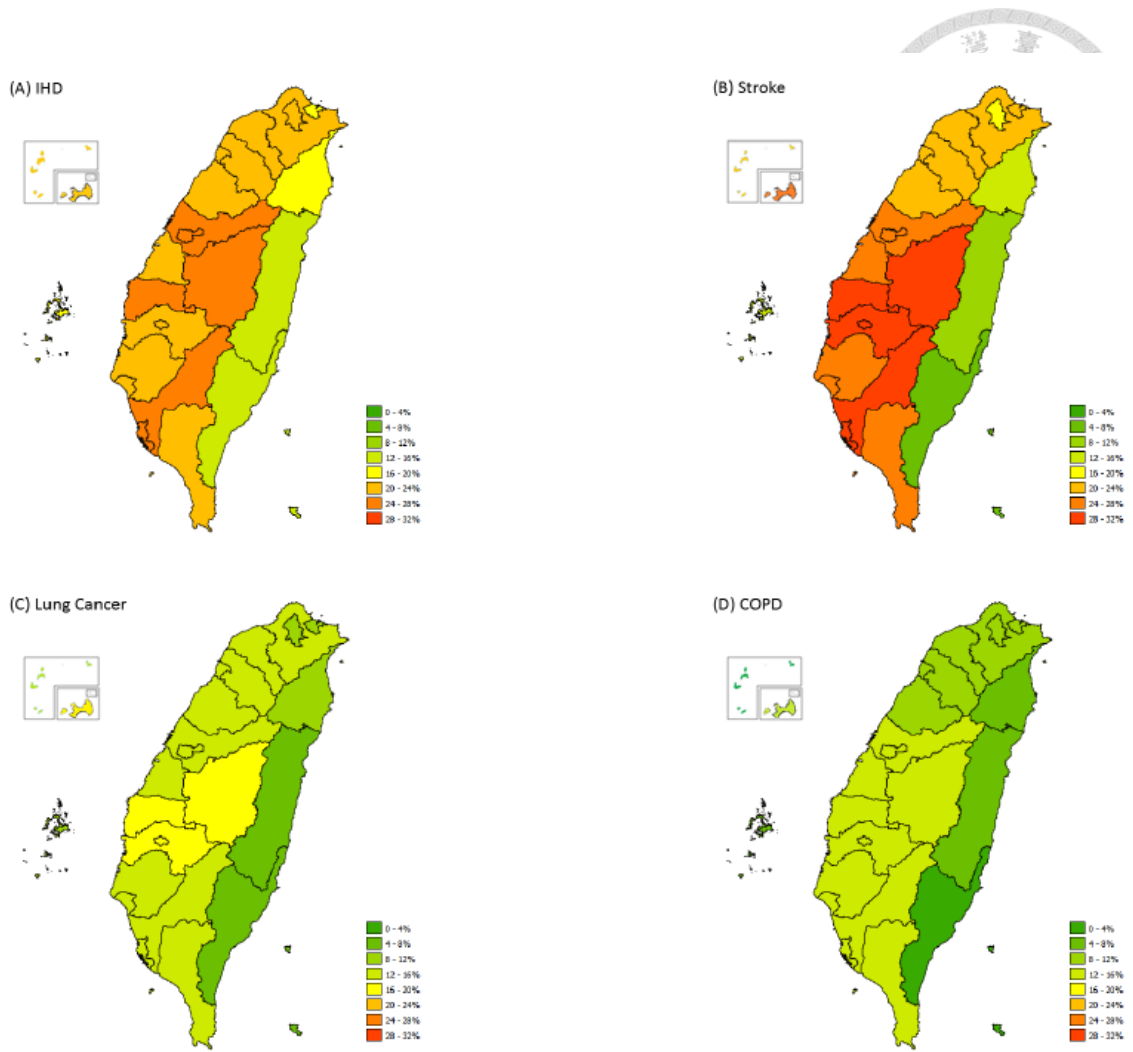
本研究利用細懸浮微粒(PM_{2.5})暴露盛行資料與其疾病別相對危險函數，估計各縣市別可歸因於細懸浮微粒(PM_{2.5})暴露之死亡負擔。分析結果如表八顯示，以全國層級來看，2014 年細懸浮微粒(PM_{2.5})暴露造成 6,282 (95% CI: 5,716-6,847) 的死亡人口，相當於當年度死亡人口的 3.8%，其中有 4,028 個死亡個案是屬於過早死亡人口，死亡年齡小於國人平均餘命(男性：76.7 歲；女性：83.2 歲)。若以可歸因死亡別來看，細懸浮微粒(PM_{2.5})暴露造成 2,244 名缺血性心臟病、2,140 名中風、1,252 名肺癌、以及 645 名慢性阻塞性肺病的死亡，共計佔這四個疾病的 18.6% (95% CI: 16.9%-20.3%)(圖八)。以縣市別來看，西南地區有較高的可歸因族群分率結果，以雲林縣為最高(21.8%, 95% CI: 19.8%-23.7%)，其次是高雄市(21.7%, 95% CI: 19.8%-23.7%)，而最低的可歸因族群分率則落在花蓮縣與台東縣(分別是 8.7% 與 9.1%)。若以可歸因死亡人口來看，受到人口密度的影響，新北市與高雄市的可歸因死亡人口最多，分別是 874 人與 829 人(圖九)。

三、敏感度分析

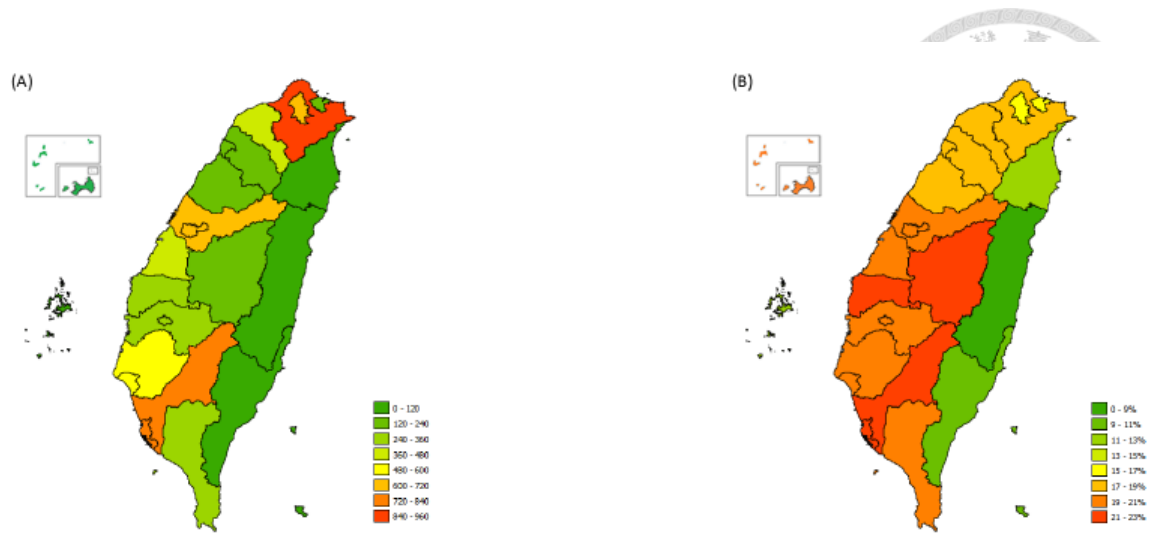
此外，為了探討前導暴露期對估計結果的影響，本研究嘗試以 2005 年的細懸浮微粒(PM_{2.5})暴露資料來推估 2014 年的可歸因疾病死亡負擔。分析結果顯示共有 7,869 個死亡個案可以被歸因於細懸浮微粒(PM_{2.5})的暴露，相較於主要分析來說(以 2014 年的暴露推估當年度的可歸因死亡負擔)，高出約 25.3%。詳細縣市別結果見表九。



圖七、2014年台灣地區縣市別年平均細懸浮微粒(PM_{2.5})暴露(µg/m³)



圖八、縣市別可歸因於細懸浮微粒(PM_{2.5})暴露之疾病別死亡負擔(2014)。(A) 缺血性心臟病 (B) 中風 (C) 肺癌 (D) 慢性阻塞性肺病



圖九、縣市別可歸因於細懸浮微粒(PM_{2.5})暴露之死亡負擔(2014)。(A) 可歸因死亡人口 (B) 可歸因分率



表八、縣市別可歸因於細懸浮微粒(PM_{2.5})暴露之死亡負擔(2014年)

縣市別	缺血性心臟病		中風		肺癌		慢性阻塞性肺病		可歸因死亡人口		可歸因早亡人口*	
	人數	95% CI	人數	95% CI	人數	95% CI	人數	95% CI	人數	95% CI	人數	95% CI
基隆市	70	(63-77)	28	(24-33)	18	(14-22)	8	(5-12)	124	(115-134)	81	(75-87)
台北市	283	(255-311)	176	(143-209)	106	(80-132)	54	(30-79)	619	(563-675)	367	(342-393)
新北市	365	(331-398)	271	(225-317)	165	(131-200)	73	(46-101)	874	(802-946)	584	(542-627)
桃園市	134	(121-148)	172	(140-205)	84	(66-102)	38	(23-54)	429	(387-471)	269	(248-290)
新竹縣	76	(67-84)	91	(73-108)	35	(27-42)	18	(11-25)	220	(198-242)	134	(123-144)
宜蘭縣	45	(39-50)	26	(21-31)	19	(15-24)	10	(5-15)	100	(90-110)	61	(56-66)
苗栗縣	69	(62-76)	74	(60-87)	30	(23-36)	19	(12-27)	191	(173-210)	117	(107-126)
台中市	193	(176-211)	220	(180-260)	132	(108-157)	68	(43-92)	613	(557-669)	399	(369-430)
彰化縣	124	(111-138)	147	(122-172)	97	(76-117)	47	(32-63)	415	(377-454)	262	(241-284)
南投縣	59	(53-66)	80	(67-92)	41	(33-49)	33	(22-43)	213	(193-232)	136	(125-147)
雲林縣	111	(98-123)	105	(86-124)	73	(60-87)	36	(25-47)	325	(296-354)	203	(187-218)
嘉義縣	100	(87-112)	105	(85-124)	76	(61-92)	39	(26-53)	320	(289-351)	185	(171-200)
台南市	155	(140-171)	197	(161-232)	120	(97-142)	60	(41-79)	531	(483-580)	342	(314-370)
高雄市	286	(258-314)	283	(239-328)	178	(144-211)	82	(58-106)	829	(762-896)	570	(529-612)
屏東縣	104	(94-115)	119	(99-139)	55	(44-65)	46	(32-60)	324	(296-352)	215	(199-232)
馬公市	9	(8-10)	6	(5-7)	5	(3-6)	1	(1-2)	22	(20-24)	14	(13-15)
花蓮縣	21	(18-24)	18	(14-23)	7	(5-9)	6	(3-9)	52	(46-59)	33	(29-36)
台東縣	27	(23-31)	11	(8-15)	5	(4-7)	3	(2-5)	47	(42-53)	35	(31-39)
金門縣	11	(10-12)	10	(8-12)	7	(5-8)	2	(1-3)	30	(27-33)	19	(17-20)
連江縣	1	(1-2)	1	(1-1)	1	(0-1)	0	(0-0)	3	(2-3)	2	(2-2)
台灣地區	2244	(2015-2473)	2140	(1760-2520)	1252	(995-1509)	645	(418-872)	6282	(5716-6847)	4028	(3719-4338)

*: 死亡年齡小於國人平均餘命

表九、敏感度分析，以 2005 年暴露資料評估 2014 年縣市別可歸因於細懸浮微粒(PM_{2.5})暴露之死亡負擔

縣市別	主分析		敏感度分析	
	人數	95% CI	人數	95% CI
基隆市	124	(115-134)	146	(134-159)
台北市	619	(563-675)	818	(742-895)
新北市	874	(802-946)	1108	(1020-1196)
桃園市	429	(387-471)	532	(483-582)
新竹縣	220	(198-242)	268	(242-295)
宜蘭縣	100	(90-110)	134	(121-147)
苗栗縣	191	(173-210)	220	(199-242)
台中市	613	(557-669)	750	(688-813)
彰化縣	415	(377-454)	512	(468-555)
南投縣	213	(193-232)	229	(209-250)
雲林縣	325	(296-354)	374	(343-406)
嘉義縣	320	(289-351)	388	(354-423)
台南市	531	(483-580)	662	(607-717)
高雄市	829	(762-896)	1053	(977-1129)
屏東縣	324	(296-352)	447	(413-481)
馬公市	22	(20-24)	30	(27-33)
花蓮縣	52	(46-59)	89	(80-98)
台東縣	47	(42-53)	70	(64-76)
金門縣	30	(27-33)	33	(30-36)
連江縣	3	(2-3)	3	(3-4)
台灣地區	6282	(5716-6847)	7869	(7204-8534)





第三節 可歸因之結核病疾病負擔

一、危險因子盛行分布與相對危險性

本研究利用國民健康訪問調查連結結核病通報資料與死亡登錄資料建立研究世代，研究個案共 55,577 人，追蹤至 2013 年底，追蹤年數中位數為 8.64 年(interquartile range: 5.0-12.6)。共有 268 個結核病發生個案，其中 170 個(90.4%)經培養陽性確認，發生率為 64.1 人/十萬人口(圖十)。表十呈現研究世代基本人口學變項與危險因子盛行分布，男性有 25,573 人(平均年齡：42.6 歲)，女性有 24,708 人(平均年齡：42.3 歲)，目前有吸菸習慣者，男性盛行率 42.8%，女性盛行率 5.1%；有規律飲酒行為，男性盛行率 22.4%，女性盛行率 4.1%；男性體重過輕盛行率為 3.6%，女性體重過輕盛行率為 10.2%；而糖尿病盛行率則是男性 6.9%，女性 6.3%。而利用匯總羅吉斯迴歸模型並調整潛在干擾因子後，得到的相對危險性估計分別是目前有吸菸習慣有 1.74 倍的風險(95% CI 1.44 to 2.09)、有規律飲酒行為有 1.77 倍的風險(95% CI 1.46 to 2.14)、體重過輕有 2.57 倍的風險(95% CI 1.69 to 3.93)、糖尿病有 1.70 倍的風險(95% CI 1.35 to 2.14)罹患結核病。Cox 比例風險模式也得到相似的風險估計(表十一)。

二、部分族群可歸因分率

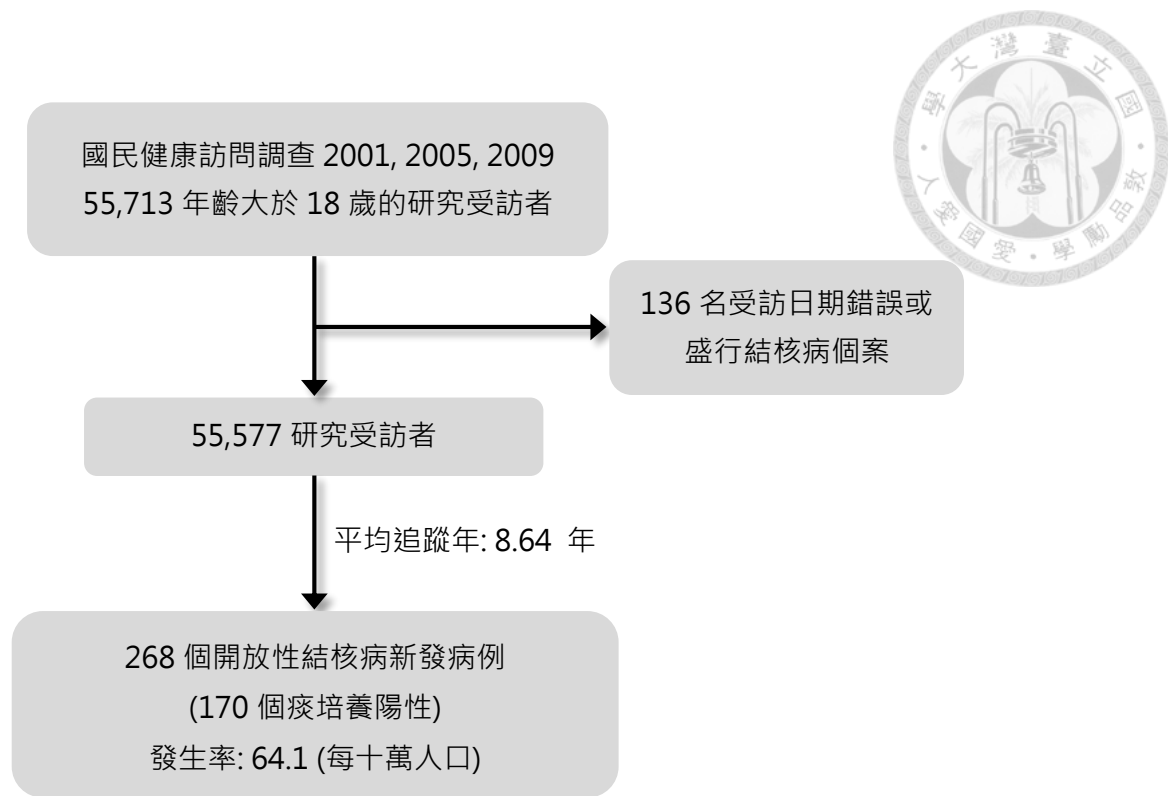
在調整背景危險因子以及考量危險因子的聯合分布後，部分族群可歸因分率的估計結果如表十二顯示，台灣族群有 18.5% 結核病發生可以被歸因於吸菸行為的影響、12.7% 可以歸因於飲酒行為、7.5% 可以歸因於糖尿病、以及 6.7% 可以歸因於體重過輕的影響。而四個危險因子的合併效應是 38.2% (95% CI 19.6%, 54.1%)，代表當台灣族群免於四個危險因子的暴露時，預期將有 38.2% 的結核病發生可以被避免或延後發生。進一步依年齡、性別分層估計後發現，男性結核病的發生分別有 23.3% 與 15.7% 可以歸因於吸菸與飲酒行為，而女性則分別僅有 3.4% 與 3.2%。並且四個危險因子的合併效應在男性族群是 43.2%，而女性族群則是 22.4%。另一方面，相較於老年族群，對年齡小於 60 歲的族群來說，吸菸與飲酒行為對結核病的影響有較大的比重，有 21.4% 的結核病發生與吸菸有關，14.6% 與飲酒有關。而吸菸與糖

尿病則是在老年族群(大於 60 歲)的結核病發生有較高的貢獻，分別 14.8%與 11.5%。



三、因果圖派加權模型

圖十一呈現利用因果圖派加權模型評估多個危險因子對結核病疫情負擔的影響結果，分析結果顯示吸菸、飲酒行為、體重過輕、與糖尿病四個危險因子共同貢獻 34.8%的結核病發生，與部分族群可歸因分率估計結果相似。而觀察危險因子之間的複雜交互作用關係發現，在這些因果圖派類型當中，以吸菸同時飲酒的因果圖派為最高(吸菸 \cap 飲酒)，有 13.2%的結核病發生來自兩者並存的影響，其次是糖尿病的單獨作用(4.3%)，吸菸的獨立作用(4.1%)以及體重過輕與吸菸並存的影響(3.4%)。進一步與部分族群可歸因分率估計結果比較發現，當危險因子之間的交互作用被忽略時，可能會低估單一因子的介入對疾病控制的影響，例如吸菸、飲酒的貢獻，部分族群可歸因分率模型(僅考慮危險因子相關性與共同分布)與因果圖派加權模型(考慮危險因子交互作用)的估計結果分別相差 6.3%(吸菸)及 5.3%(飲酒)，其中的差異可能主要就來自對吸菸與飲酒的交互作用估計，在因果圖派加權模型的估計結果當中，這兩個危險因子的交互作用可歸因貢獻高達 15.8% (表十三)。



圖十、研究世代追蹤流程圖

表十、研究世代基本人口學變項與危險因子盛行分布

變項	NHIS 2001		NHIS 2005		NHIS 2009		總計	
	人數	(%)	人數	(%)	人數	(%)	人數	(%)
性別								
男性	8325	51.2	8984	50.6	8264	50.8	25573	50.9
女性	7931	48.8	8772	49.4	8005	49.2	24708	49.1
年齡								
18<=age<30	4589	28.2	4562	25.7	3744	23.0	12895	25.6
30<=age<50	7312	45.0	7805	44.0	7106	43.7	22222	44.2
50<=age<70	3367	20.7	4021	22.6	4101	25.2	11489	22.8
70<=age	988	6.1	1369	7.7	1318	8.1	3675	7.3
教育程度								
國小及以下	1284	7.9	1529	8.6	1064	6.5	3878	7.7
國高中	5848	36.0	5347	30.1	4558	28.0	15753	31.3
大學以上	9124	56.1	10880	61.3	10647	65.4	30651	61.0
婚姻狀態								
結婚/同居	10400	64.0	11623	65.5	9899	60.9	31922	63.5
未婚	4569	28.1	5021	28.3	4540	27.9	14130	28.1
其他*	1287	7.9	1112	6.3	1830	11.3	4229	8.4
低收入戶 Low income								
否	13231	81.4	13776	77.6	12875	79.1	39881	79.3
是	3025	18.6	3980	22.4	3394	20.9	10400	20.7
吸菸 Current Smoking								
否	12214	75.1	13219	74.4	12635	77.7	38067	75.7
是	4042	24.9	4538	25.6	3634	22.3	12214	24.3
飲酒習慣 Regular drinking**								
否	13972	86.0	15347	86.4	14237	87.5	43556	86.6
是	2284	14.1	2410	13.6	2031	12.5	6725	13.4
糖尿病 DM								
否	15382	94.6	16611	93.6	14967	92.0	46960	93.4
是	874	5.4	1145	6.5	1302	8.0	3321	6.6
體重過輕 Underweight								
否	15091	92.8	16517	93.0	15241	93.7	46849	93.2
是	1165	7.2	1240	7.0	1027	6.3	3432	6.8

NHIS: 國民健康訪問調查

* 其他: 喪偶、離婚、分居、或單親

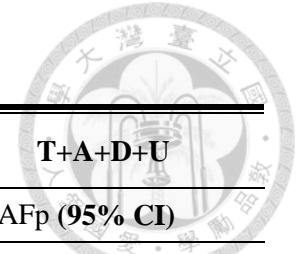
** 飲酒習慣: 定義為每週至少飲酒一次

表十一、研究世代結核病發生率及基本變項與危險因子相對危險性估計

變項	發生 個案	追蹤 人年	發生率	粗勝算比 Crude OR (95% CI)	校正勝算比 Adjusted OR (95% CI)	校正風險比 Adjusted HR (95% CI)
性別						
女性	69	206828	33.36	1.00	1.00	1.00
男性	199	211074	94.28	3.03(2.54-3.62)	2.22(1.77-2.77)	2.29(1.64-3.19)
年齡						
18<=age<30	17	113156	15.02	1.00	1.00	1.00
30<=age<50	63	188509	33.42	2.65(1.95-3.61)	2.44(1.72-3.47)	2.53(1.33-4.81)
50<=age<70	93	91149	102.03	6.58(4.97-8.71)	6.27(4.29-9.16)	6.68(3.37-13.23)
70<=age	95	25088	378.66	18.29(13.70-24.43)	15.49(10.55-22.75)	18.28(9.00-37.15)
教育程度						
大學以上	90	253365	35.52	1.00	1.00	1.00
國高中	118	134170	87.95	2.05(1.72-2.46)	0.86(0.71-1.05)	0.88(0.65-1.18)
國小及以下	60	30367	197.58	4.03(3.17-5.11)	1.06(0.80-1.40)	1.11(0.74-1.66)
婚姻狀態						
未婚	31	119897	25.86	1.00	1.00	1.00
結婚/同居	196	266404	73.57	3.04(2.43-3.81)	1.08(0.80-1.46)	1.04(0.63-1.70)
其他*	41	31601	129.74	4.61(3.45-6.15)	1.33(0.92-1.93)	1.33(0.74-2.39)
低收入戶 Low income						
否	154	335074	45.96	1.00	1.00	1.00
是	114	82828	137.63	2.21(1.89-2.60)	1.36 (1.15-1.61)	1.36(1.03-1.79)
抽菸 Current Smoking						
否	158	315572	50.07	1.00	1.00	1.00
是	110	102330	107.49	2.42(2.05-2.86)	1.74(1.44-2.09)	1.73(1.30-2.30)
飲酒習慣 Regular drinking**						
否	197	361787	54.45	1.00	1.00	1.00
是	71	56115	126.53	2.67(2.26-3.16)	1.77(1.46-2.14)	1.74(1.30-2.33)
糖尿病 DM						
否	219	394025	55.58	1.00	1.00	1.00
是	49	23877	205.21	3.04(2.44-3.78)	1.70(1.35-2.14)	1.81(1.30-2.53)
體重過輕 Underweight						
否	245	389097	62.97	1.00	1.00	1.00
是	23	28805	79.85	1.63(1.12-2.39)	2.57(1.69-3.93)	2.63(1.75-3.94)

* 其他: 喪偶、離婚、分居、或單親

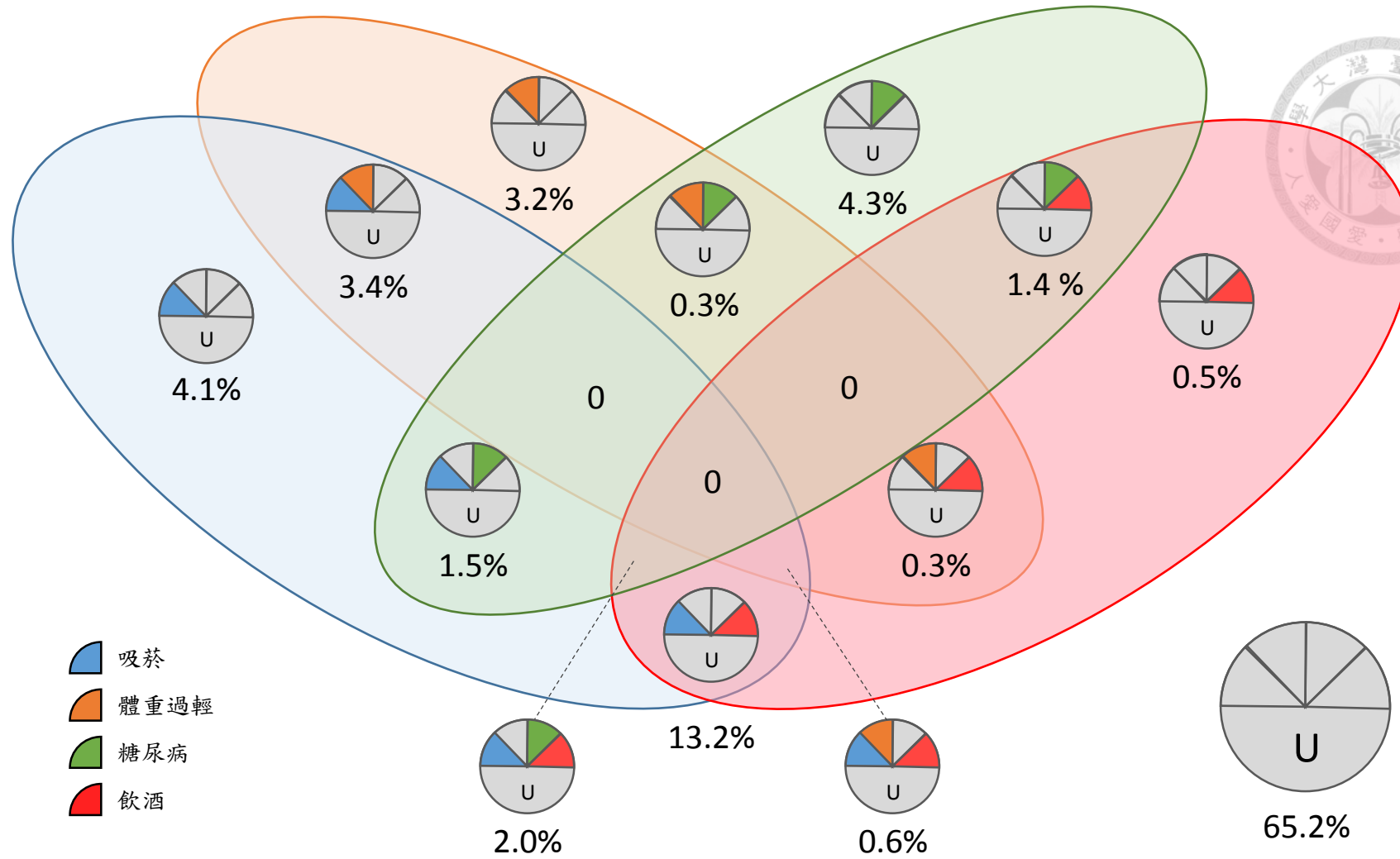
** 飲酒習慣: 定義為每週至少飲酒一次



表十二、結核病相關危險因子之部分族群可歸因分率(PAFp)

	吸菸 Tobacco smoking (T)	飲酒 Alcohol use (A)	糖尿病 Diabetes mellitus (D)	體重過輕 Underweight (U)	T+A+D+U
	PAFp (95% CI)	PAFp (95% CI)	PAFp (95% CI)	PAFp (95% CI)	PAFp (95% CI)
不分性別	18.5% (10.8%, 25.9%)	12.7% (7.4%, 17.9%)	7.5% (4.1%, 10.8%)	6.7% (3.3%, 10.0%)	38.2% (19.6%, 54.1%)
男性	23.3% (14.9%, 31.3%)	15.7% (9.9%, 21.4%)	7.3% (4.0%, 10.6%)	5.7% (2.1%, 9.3%)	43.2% (25.1%, 58.4%)
女性	3.4% (1.7%, 5.1%)	3.2% (1.8%, 4.6%)	8.0% (4.2%, 11.8%)	9.6% (4.7%, 14.5%)	22.4% (8.6%, 35.3%)
年齡≤60	21.4% (12.6%, 29.8%)	14.6% (8.2%, 20.9%)	4.2% (2.0%, 6.4%)	5.4% (3.8%, 7.1%)	38.3% (20.4%, 53.7%)
年齡>60	14.8% (8.1%, 21.4%)	10.2% (5.9%, 14.5%)	11.5% (7.2%, 15.9%)	8.2% (3.3%, 13.1%)	38.1% (18.7%, 54.6%)

*調整年齡、性別、調查年度、教育程度、婚姻狀況、及家戶收入



圖十一、結核病因果圖派加權模型分析結果。U表示未測量因子。

表十三、部分族群可歸因分率與因果圖派加權模型推估結果比較

	部分族群可歸因分率 PAFp	因果圖派加權模型 CPW	兩者差距 CPW-PAFp
吸菸(S)	18.5%	24.8%	6.3%
飲酒(A)	12.7%	18.0%	5.3%
糖尿病(D)	7.5%	9.5%	2.0%
體重過輕(U)	6.7%	7.8%	1.1%
S+A	27.4%	27.0%	-0.4%
S+D	24.9%	30.8%	5.9%
S+U	24.0%	28.6%	4.6%
A+D	19.4%	24.3%	4.9%
A+U	18.7%	24.9%	6.2%
D+U	13.9%	17.0%	3.1%
S+A+D	33.3%	31.6%	-1.7%
S+A+U	32.5%	30.5%	-2.0%
S+D+U	30.2%	34.3%	4.1%
A+D+U	25.2%	30.7%	5.5%
S+A+D+U	38.2%	34.8%	-3.4%



第六章 討論

第一節 台灣族群可歸因疾病負擔分佈情形

本研究利用台灣豐富的健康資料，包括具全國代表性的健康調查資料以及死因登錄資料，評估可歸因於重要危險因子之死亡負擔分布，發現血糖過高、吸菸、血壓過高是造成國人死亡最主要的危險因子。此外，有別於過去全球疾病負擔報告，本研究納入慢性 B 型肝炎、慢性 C 型肝炎以及嚼食檳榔等本土特有危險因子，分析結果亦說明這些本土特有危險因子的重要性。

依照可歸因之死亡負擔排序，我們發現血糖過高是造成台灣族群死亡最重要的危險因子，約有 14,900 個死亡人口與血糖過高有關，相當於當年度死亡人口的 10.4%，而其中有 68% 是來自於死於糖尿病診斷的個案。與全球疾病負擔計畫的結果相比，血糖過高的死亡貢獻排名明顯高於鄰近國家[17, 28]，而過去相關死因調查研究也指出，相較於其他國家，台灣醫師有較高的機會開立與糖尿病相關的死因診斷[92]，這說明結果的解讀必須更加謹慎小心，除了實質上的差異之外，這同時也反映了死診開立傾向對疾病負擔分析可能造成的影響。但隨著居高不下的糖尿病盛行率趨勢，本研究結果亦凸顯加強國人血糖控制的重要性[93]。

另一方面，若以可歸因之生命損失年數來看，吸菸是男性族群最重要的危險因子，造成男性 246,030 潛在生命損失年數。這與過去相關文獻一致，強調菸害對國人造成龐大的健康負擔[44, 63]。儘管過去十年間在菸害防制法與提高菸品稅捐的策略下，國人吸菸盛行率已有顯著下降，但進一步觀察也發現這個下降的趨勢主要來自老年族群的貢獻，對於年輕族群(20-45 歲)來說，吸菸盛行率仍然維持在 23%，說明對於未來菸害防制策略，亦需監測不同年齡、性別的盛行率趨勢[94, 95]。

此外，觀察多重心血管代謝相關危險因子(包括血壓過高、血糖過高、血脂過高、以及肥胖)的合併效應，我們發現共有 12,120 個死亡人口與其有關。針對心血管疾病的防治，過去國民健康署執行了一系列的健康介入措施，包括成人預防保健服務，加強三高管控監測與個案管理、健康體能促進，結合場域職場運動降低心血

管疾病風險、監測國人營養狀況，提倡健康飲食，改善國人肥胖盛行[96]。這些健康政策顯著改善了國人心血管代謝相關危險因子的暴露，但仍需要進一步的成效評估，未來本研究分析架構可連結成本效益分析，進一步延伸探討在不同介入政策或情境下對族群疾病負擔的影響。

第二節 全球疾病負擔與台灣疾病負擔

依據可歸因之死亡負擔分布，本研究排序台灣族群重要危險因子，分析結果與全球疾病負擔 2016 估計相似，血糖過高、吸菸、血壓過高是造成國人死亡最主要的危險因子[28]。然而方法學上的差異仍然值得進一步的探討，首先，在全球疾病負擔 2016 的分析中，不同國家的危險因子暴露分布是利用系統性文獻回顧與統計模型估計得到的，有別於本研究直接使用具全國代表性的健康調查資料，全球疾病負擔計畫的估計在所需資料缺乏時，就會受到少數文獻或鄰近國家的影響。另外，對於垃圾死因代碼的再分配，有別於全球疾病負擔計畫僅利用單一死因結果推估垃圾死因代碼的分配，本研究利用多重死因登錄資料，透過多元邏輯斯迴歸分析模型並考量潛在影響的共變數，將垃圾死因代碼做有效分配。基於方法學上的差異，我們發現在可歸因死亡人數的估計上，本研究與全球疾病負擔 2016 的估計有顯著差別，例如可歸因於血壓過高、肥胖、吸菸、與飲酒的死亡人數，全球疾病負擔 2016 報告中對台灣 2010 的估計結果約略是本研究估計結果的兩倍(表十一)。

另外，本研究納入慢性 B 型肝炎、慢性 C 型肝炎以及嚼食檳榔等本土特有危險因子觀察其可歸因死亡負擔，分析結果發現分別約有 6,300、3,170 個死亡個案可歸因於慢性 B 型肝炎、慢性 C 型肝炎的貢獻，而嚼食檳榔亦與 1,780 個死亡個案有關。然而，在全球疾病負擔計畫的分析框架中，目前並未納入嚼食檳榔的評估，而慢性 B 型肝炎、慢性 C 型肝炎也被視作是疾病而非危險因子[7, 17, 28, 97]。對東南亞國家而言，嚼食檳榔的盛行人口並不亞於吸菸族群，在某些國家，嚼食檳榔的盛行率甚至高達 40%(例如尼泊爾的男性族群與印尼的女性族群)[98]，本研究分析結果亦顯示嚼食檳榔所造成疾病負擔與血脂過高相近。對於台灣族群而言，這些本土特有危險因子不僅造成顯著的疾病負擔，慢性 B 型肝炎、慢性 C 型肝炎

所引起的慢性肝病、肝硬化、以及肝癌更是被視作台灣人的國病[99]，本研究分析結果再次強調評估這些本土特有危險因子所造成的疾病負擔的重要性，建議全球疾病負擔計畫或其他國家疾病負擔未來亦需將這些本土特有危險因子納入考量。



表十四、台灣疾病負擔 2009 與全球疾病負擔 2010 其可歸因於危險因子之死亡人口比較

危險因子	台灣疾病負擔 2009			全球疾病負擔 2010*		
	男性	女性	全部	男性	女性	全部
血壓過高	6,280	4,910	11,190	12,330	8,920	21,250
血脂過高	1,260	810	2,070	4,980	3,440	8,420
血糖過高	7,460	7,440	14,900	12,030	11,630	23,660
過重/肥胖	4,360	3,250	7,610	7,900	5,590	13,490
吸菸	11,500	1,900	13,400	22,320	5,910	28,230
飲酒	6,030	320	6,350	9,480	1,230	10,710
缺乏運動	4,100	3,300	7,400	1,630	890	2,520
高鈉攝取	2,700	1,260	3,960	2,550	2,170	4,720
低蔬果攝取	1,940	740	2,680	3,600	1,680	5,280
室外空氣汙染(PM _{2.5})	5,550	3,050	8,600	5,790	2,970	8,760
嚼食檳榔	1,780	0	1,780	--	--	--
慢性 B 型肝炎	4,650	1,650	6,300	--	--	--
慢性 C 型肝炎	2,050	1,120	3,170	--	--	--

*分析結果取自全球疾病負擔 2016 的估計

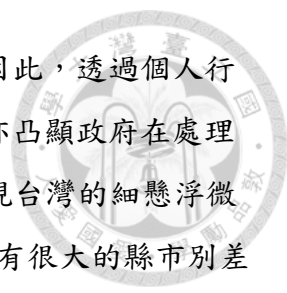


第三節 地區別可歸因於細懸浮微粒(PM_{2.5})暴露之疾病死亡負擔

本研究利用全國空氣監測資料與死因登錄資料評估台灣縣市別可歸因於細懸浮微粒(PM_{2.5})暴露之疾病死亡負擔，我們發現 2014 年有超過 6,000 個以上來自缺血性心臟病、中風、肺癌、慢性阻塞性肺病的死亡個案與細懸浮微粒(PM_{2.5})的暴露有關(約佔這四個疾病的 18.6%)。此外，由於空汙的局部地理性差異，結果顯示細懸浮微粒(PM_{2.5})暴露之族群可歸因分率在縣市別分布上存在顯著差異，最高的細懸浮微粒(PM_{2.5})族群可歸因分率出現在台灣南部。而就絕對死亡人數而言，新北市及高雄市兩個台灣主要都市，則有最高的可歸因之死亡人數。

相較於全球疾病負擔 2016 的結果，我們的本土研究結果得到較保守的估計，在全球疾病負擔 2016 的報告中，台灣可歸因於細懸浮微粒(PM_{2.5})的死亡人數為 9,960，29.9% 來自缺血性心臟病；16.1% 來自肺癌；15.8% 來自中風；17.5% 來自慢性阻塞性肺病[17]。在全球疾病負擔的分析中，細懸浮微粒(PM_{2.5})的暴露濃度是利用衛星影像及大氣模型來估計，而在本土研究中，則是利用位於地表的空氣監測站資料推估細懸浮微粒(PM_{2.5})暴露濃度。過去研究發現衛星影像與地表監測的細懸浮微粒(PM_{2.5})的暴露估計，具有很高的相關性[100-105]，但我們本土研究的優勢是能夠使用縣市層級的暴露以及死亡資料，並且根據實際上測站附近的人口密度進行調整，因此本研究結果，可以提供不同縣市地區間的評估結果供地方政府作為政策參考。另一方面，本研究僅探討細懸浮微粒(PM_{2.5})對四個慢性非傳染病的影響，然而，細懸浮微粒(PM_{2.5})亦可能增加傳染性疾病的風險，全球疾病負擔 2016 的結果指出，細懸浮微粒(PM_{2.5})造成台灣族群 2,066 名急性下呼吸道感染的死亡。此外，台灣本土世代研究也發現細懸浮微粒(PM_{2.5})的暴露會增加罹患結核病的風險[106]，未來研究亦需進一步考量細懸浮微粒(PM_{2.5})造成的傳染病負擔。

近年來台灣的細懸浮微粒(PM_{2.5})濃度有下降的趨勢，台灣平均細懸浮微粒(PM_{2.5})濃度自 2005 年的 36.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 下降至 2014 年的 25.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，然而現今的細懸浮微粒(PM_{2.5})濃度與世界衛生組織建議的理想暴露濃度仍有很大的距離[72, 107](附錄圖二)。相較於個人生活型態的健康危險因子，例如吸菸、喝酒、不運動等，居住在



同一地區的民眾往往會暴露到相同的細懸浮微粒(PM_{2.5})污染，因此，透過個人行為的努力來避免細懸浮微粒(PM_{2.5})暴露，效果往往很有限，這亦凸顯政府在處理環境中健康危險因子議題上，扮演了極重要的角色。本研究發現台灣的細懸浮微粒(PM_{2.5})暴露濃度以及可歸因於細懸浮微粒(PM_{2.5})的疾病負擔，有很大的縣市別差異，過去在美國進行的研究也指出，不同區域間空氣汙染對健康造成的危害落差[108]。這些地理區域上的差異與都市化程度、工業發展、汙染物傳播息息相關，而台灣地區別之間細懸浮微粒(PM_{2.5})暴露濃度及其對健康造成的影響，亦凸顯了環境與健康議題上社會不平等的情況。近年來國民健康署將彌除健康上的不平等，作為重要的施政目標，我們的研究發現健康促進與環境、經濟因素密不可分，為了解決這個複雜且刻不容緩的空汙問題，衛生福利部、環境保護署、經濟部等單位，需要進行跨部門的合作，共同研擬相關政策。

我們發現在台灣中南部地區有較高比例缺血性心臟病、中風、肺癌及慢性阻塞性肺病的死亡，可歸因於細懸浮微粒(PM_{2.5})暴露，其中高濃度的細懸浮微粒(PM_{2.5})暴露原因，可能來自於火力發電廠以及重工業的空汙排放[109-111]，中台灣地區已經證實火力發電廠及石油化工產業是懸浮粒子的主要來源[110, 112]。而南投縣雖然並沒有大量懸浮微粒的排放源，卻遭受附近縣市的工業排放影響，有較高濃度的細懸浮微粒(PM_{2.5})暴露。另一方面，位於南台灣的海港城市：高雄，數十年來皆是重工業發展重鎮，其造成的空氣汙染，也間接影響周遭縣市，尤其以屏東縣最為嚴重[53]。近年來環保署提出高屏地區汙染物總排放限制的政策，這將會是解決大高屏地區空汙問題的重要關鍵措施。

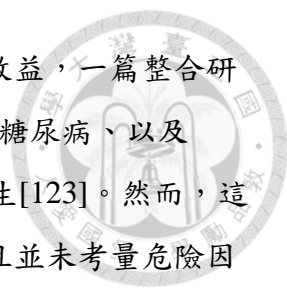
在目前的全球疾病負擔報告中，由於資料取得的關係，大部份的報告都是局限在國家層級的層面(national level)，然而，對於實際政策擬定，以及像空氣汙染這種具有高度地區性差異的因子，僅僅在國家層面的資料往往不敷使用。因此，我們採用了全球疾病負擔的研究架構，但是加上本土的縣市層級資料進行健康風險評估，這可以補足全球疾病負擔中國家層面報告之不足。

第四節 危險因子介入與結核病控制

利用部分族群可歸因分率的方法，我們建立一包含 55,577 名研究個案的研究世代，評估台灣結核病疫情可歸因於單一或多個危險因子的比例。分析結果發現，在考量了危險因子之間的聯合分布與調整背景危險因子之後，吸菸、飲酒、糖尿病、以及體重過輕分別與 18.5%、12.7%、7.5%、6.7% 的結核病發生有關，而四個危險因子合併貢獻了 38.2% 的結核病發生。

與過去文獻一致，本研究納入的四個危險因子(吸菸、飲酒、體重過輕、以及糖尿病)顯著增加罹患結核病的風險，然而探討其可歸因之疾病負擔的相關研究仍然有限[87, 113-122]。在 Dr. Lönnroth 的研究報告中，嘗試評估營養不良、吸菸、飲酒、室內空氣污染、HIV 人類免疫缺乏病毒感染、以及糖尿病的結核病族群可歸因分率，結果顯示，對高結核病負擔的國家來說，營養不良、室內空氣污染、以及吸菸是最重要的危險因子，分別與 27%、22%、21% 的結核病發生有關，而主要原因是來自於這些危險因子的高盛行分布[50]。另外一篇利用世界健康調查(World Health Surveys, WHS)資料的整合研究也指出，在高結核病負擔的國家中，營養不良與 16% 的結核病發生有關，而吸菸、飲酒、以及糖尿病的族群可歸因分率分別是 12%、11%、12% [123]。另一方面，對中度結核病負擔的國家，例如南韓，與本研究結果一致，除了吸菸、飲酒的生活型態危險因子對結核病的疫情造成重要負擔之外，糖尿病所帶來的潛在威脅，也不容小覷[124]。

在台灣，結核病防治在防疫人員長期的努力下，疫情控制有很大的進展，個案發生率與死亡率逐年下降，然而在歷經個案主動監測(surveillance of case detection)、都治計畫(Directly Observed Treatment, Short Course (DOTS))、接觸者追蹤(contact tracing)、以及潛伏感染治療(latent TB infection treatment)等政策之後，結核病的防治即將進入停滯期，儘管台灣醫療體系完善，就醫便利性高，等待時間短，但是結核病防治仍需要新的方向來突破瓶頸[47]。因此，危險因子的介入與預防將成為抗癆策略新的選擇與重點，本研究利用具全國代表性的世代研究資料評估可歸因於單一或多個危險因子之結核病負擔，將作為未來政策擬定重要參考。過去鮮少



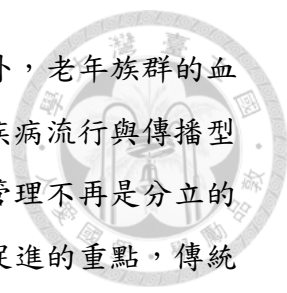
文獻有效評估多個危險因子的介入對結核防治可能帶來的潛在效益，一篇整合研究分析利用 14 個高結核病負擔國家的資料發現，吸菸、飲酒、糖尿病、以及 BMI <18.5 kg/m² 共同貢獻了男性 61% 以及女性 34% 的結核病發生[123]。然而，這篇研究使用自陳結核病症狀作為疾病定義標準可能有所偏差，且並未考量危險因子之間的相關性以及共同分佈情形，貿然將危險因子各自的可歸因分率相加，將得到偏差的估計結果，特別是當這些危險因子彼此存在顯著的相關性時，例如吸菸與飲酒。因此，透過調整背景危險因子，考量危險因子之間的相關性以及共同分佈情形，我們發現台灣族群結核病的發生有將近 40% 可歸因於吸菸、飲酒、糖尿病、以及體重過輕(BMI <18.5 kg/m²)的共同影響。

此外，本研究亦進一步利用因果圖派加權模型觀察危險因子之間的交互作用關係對結核病疫情的影響。結果發現吸菸與飲酒存在顯著的可歸因交互作用情形，有 15.8% 的結核病發生與吸菸及飲酒並存的致病因果圖派有關，而部分族群可歸因分率的估計結果僅 3.8% 的結核病發生是來自吸菸與飲酒並存的貢獻。過去研究嘗試探究吸菸與飲酒對結核病的發生是否存在交互作用仍是少數，一篇來自新加坡的世代研究指出相較於不吸菸也不飲酒的族群，有吸菸但沒有飲酒習慣者有 1.82 (95%CI: 1.57-2.10) 倍的風險罹患結核病，有飲酒習慣但不吸菸者是 0.87 (95%CI: 0.46-1.64) 倍的風險，而吸菸合併同時具有每日飲酒兩次以上者是 3.16 (95%CI: 2.35-4.24) 倍的風險，有明顯風險協同作用，但交互作用檢定僅達統計上邊緣顯著 (borderline significant)[125]。這與本研究分析結果一致，但本研究進一步將吸菸與飲酒的相對風險交互作用關係延伸至對族群結核病負擔的影響，並比較兩種分析模型(各自不同模型假設下)的分析結果，發現同時移除吸菸與飲酒的暴露約有 27% 的結核病發生將被避免，這在部分族群可歸因分率分析或因果圖派加權模型都得到類似的結果，而假若僅針對吸菸暴露介入，部分族群可歸因分率的估計將有 18.5% 的結核病可以被避免(約是吸菸與飲酒兩者合併貢獻的 67%)，而因果圖派加權模型則是得到 24.8% 的估計結果(約是吸菸與飲酒兩者合併貢獻的 90%)。這說明當危險因子之間的交互作用關係沒有被納入考量時，就可能低估單一危險因子介入的效益。在資源有限或需要考量介入優先次序的情況下，正確考量危險因子之間複雜的關聯性或交互作用將提供衛生政策擬定更多元的參考價值。

第五節 慢性非傳染性疾病與慢性傳染性疾病的預防與管理

本研究結果顯示，慢性 B 型肝炎、慢性 C 型肝炎仍舊是造成國人疾病負擔的重要危險因子，分別造成 6,300、3,170 個慢性肝病與肝癌的死亡個案。儘管台灣推動新生兒 B 型肝炎疫苗全面施打成效卓越，成功降低 30 歲以下族群 B 型肝炎帶原率（6 歲幼童 B 型肝炎帶原率更是降至 0.8% 以下），但國內仍有百萬名慢性帶原者，未來是演變為肝硬化、肝癌的高風險族群[126, 127]。另一方面，根據調查台灣仍有超過 55 萬名 C 型肝炎帶原者，過去 30 年來儘管醫療技術進步與衛生條件改善，C 型肝炎的盛行率仍舊持續維持在 4.2% 左右，雲嘉南地區甚至高達 7.3%[128-130]。在沒有 C 型肝炎疫苗的情況下，只能夠盡量避免血液的接觸機會，減少不必要的注射或共用衛生用品，除此之外並無更有效的預防方式。為了避免慢性肝炎感染演變成為慢性肝病、肝硬化以及肝癌，中央健康保險署自 2003 年起推動「全民健康保險加強慢性 B 型及 C 型肝炎治療計畫」並持續擴大放寬給付條件[131]，更於 2017 年一月起，初步開始了 C 型肝炎全口服直接作用抗病毒藥物(direct-acting antiviral agent, DAA)的給付，這些治療補助策略明確協助減輕了台灣肝病的負擔，但未來仍需要進一步評估治療條件的放寬或特定高風險感染族群的篩檢治療策略對台灣族群慢性肝炎的傳播以及後續慢性肝病負擔的影響。

另一方面，對大多數開發中及已開發國家來說，持續增加的糖尿病盛行率將導致族群健康與國家預算龐大的負擔，在本研究的慢性非傳染性疾病可歸因負擔分析中，也發現血糖過高對國人健康的衝擊，而糖尿病病患同時也伴隨著較高的結核病風險，說明在糖尿病高盛行率的國家中，慢性非傳染性疾病與慢性傳染性疾病的預防與管理將改變結核病防治的型態，如何管理糖尿病患者的血糖控制成為結核病防治重要的議題。根據全球疾病負擔 2015 年的報告，全球結核病的死亡負擔有 21.3% 來自血糖過高的貢獻、11.9% 是來自飲酒、而有 9.4% 是來自吸菸的影響，說明血糖控制對結核病預防的重要性[28]。而本研究亦發現台灣族群糖尿病造成的結核病負擔將有逐年增加的趨勢，糖尿病盛行率從 2001 年 5.4% 持續增長至 2009 年的 8.0%。此外，過去研究利用台灣長期追蹤世代資料的研究結果也證實適當的血糖管理與控制可以有效降低罹患結核病的風險[132]。種種證據顯示，隨著逐年

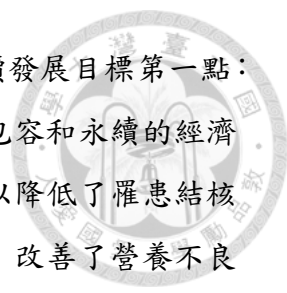


增長的糖尿病盛行率，除了可預期的慢性非傳染性疾病負擔之外，老年族群的血糖管理與控制將成為下個階段台灣結核病防治的重點。在這個疾病流行與傳播型態轉型的年代，慢性非傳染性疾病與慢性傳染性疾病的預防與管理不再是分立的項目，傳染病與非傳染病的連結與傳動將成為預防醫學與健康促進的重點，傳統的預防策略已不敷使用，如何跨領域、跨維度的協作與全面性的思考將成為未來疾病預防與管理的關鍵。

第六節 永續發展目標與世界衛生組織終結結核策略

聯合國在 2016 年啟動永續發展目標(Sustainable Development Goals, SDGs)計畫，期望能在 2030 年前達成 17 項永續發展目標，包含 169 個細項目標。永續發展目標是為了延續並擴展過去 2000 年所設定的 8 項千禧年目標(Millennium Development Goals, MDGs)[11]。在 2015 年聯合國的報告中指出，千禧年目標的訂定，促使全球赤貧人口減少、防止六百萬人死於瘧疾、教育普及化、降低兒童死亡率、提升產婦健康等等。從 MDGs 到 SDGs，目的就是期望各國更全面的朝永續發展的目標前進。永續發展目標涵蓋更多已開發國家也面臨的挑戰及議題，包含「經濟」、「社會」、「環境」三大面向，從各個面向構成永續發展所需要的元素[133]。而透過本研究的整合性分析，提供政府部門鳥瞰群眾健康決定因子的分布與影響，儲備邁向永續發展目標所需的能量與策略。從本研究結果可以發現健康促進與預防介入不單純僅是一個政府部門的責任，包括非傳染病與傳染病的共同防治，衛生部門與非衛生部門的協作溝通等等。這恰好呼應永續發展目標第三點強調跨疾病別的全面疾病防治以及第七點發展可負擔、可靠及永續的現代能源的概念，不僅是政府部門之間必須要有跨面向的合作與溝通，更強調能源使用發展的策略與方向必須完整考量環境保護及群眾健康的衝擊與影響。

此外，世界衛生組織終結結核策略於 2015 提出新的目標與方向，期許能在 2035 年之前降低 95% 的結核病死亡以及降低 90% 的結核病發生[134]。為了完成這充滿抱負且艱鉅的任務，跨領域的溝通與協作是下個階段結核防治與照護的重要關鍵，並且呼應永續發展目標的思維與理念，從「經濟」、「社會」、「環境」三大面




向，永續發展目標都涵蓋了結核防治的概念與策略[11, 133]。永續發展目標第一點：消除一切形式的貧困，以及永續發展目標第八點：促進持久、包容和永續的經濟增長與良好工作機會，透過消除貧窮與改善經濟這兩點目標可以降低罹患結核病的風險，而永續發展目標第二點：消除饑餓、實現糧食安全，改善了營養不良所引起的結核風險，另外，永續發展目標第三點：確保健康的生活方式，促進福祉亦強調了非傳染病與傳染病的共同防治與生活習慣危險因子的介入對未來結核防治的重要性。

第七節 健康資料的應用與發展

台灣擁有豐富且多元的健康資料，包括全民健保資料、出生通報檔、死因統計檔、癌症登記檔、戶籍登記檔、國民健康調查、出生世代調查、生育率、健康行為、吸菸調查檔等，涵蓋國人生、老、病、死以及健康影響因子的資訊。與其他國家相比，台灣健康資料庫不僅數量種類豐富，更難能可貴的是涵蓋完整且長時間的時序範圍，有多次的全國性健康調查，甚至部分統計資料庫更長達 30 年以上，例如死因統計、癌症登記資料等。目前衛生福利部成立「健康資料增值應用協作中心」，並協助國內各醫學中心成立協作分中心，提供極強大的資料整合查詢功能。在刪除或加密敏感欄位後，並且不違反國家利益與資訊安全前提下，串聯這些健康資料，授權給學術科研單位或產值顯著之組織使用，以創造實證醫學、衛生政策與商業服務的應用價值。

在目前法規與政策規範下，健康資料串連與應用上仍有發展空間，首先是部分敏感資料的鬆綁，例如縣市鄉鎮地區欄位資料並非在所有健康資料庫皆開放提供使用，當部分健康資料庫有所限制時，這個差異就造成研究分析上的障礙。假定本研究分析能完整取得縣市鄉鎮地區的資料，就可以執行地方縣市層級疾病負擔的分析，協助全國與縣市層級未來衛生政策的擬定與資源分配，亦藉此幫助檢視過去相關危險因子介入措施的成效，同時利用具有縣市代表性的健康資料，亦能評估不同地區危險因子影響的異質性(heterogeneity)，甚至進而了解危險因子對於影響城鄉健康差異所扮演的角色與比重。其次是開放更多元的資料連結模式，目

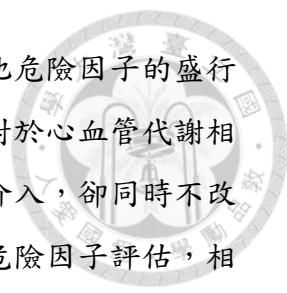


前在不同領域的資料庫的使用上仍是彼此分立的，鮮少機會可以有跨部會或跨領域的連結，特別是健康資料的應用上，通常僅開放健康相關的資料庫彼此串連使用，然而在永續發展目標的方向下，跨領域的協作溝通已是不可避免的趨勢，透過結合不同領域的數據來提升應用價值，例如結合能源發展、環境監測資料與健康數據來觀察產業轉型或能源發展對環境及群眾健康的衝擊，或是連結教育文化、食品安全與健康資料來幫助提升衛教傳播與健康介入政策的決策品質。最後，在個人資料保護法的影響下，健康資料在商業運用方面仍受到限制，例如無法透過產學合作的普通規模企業或新創公司，很難取得健康資料(特別是健保相關資料)進行商業應用研究、創造產業開發價值。建議在符合公共利益及增進全民福祉下，健康資料的應用必須有更開闊的創新布局並開放資料鬆綁，相關主管單位與行政機關，包括衛福部、經濟部、交通部、環保署、科技部、國發會等，應儘速進行中央層級的跨部會溝通協調，以因應科技多元化應用的發展以及多元政策的面向整合趨勢。

第八節 研究優勢與限制

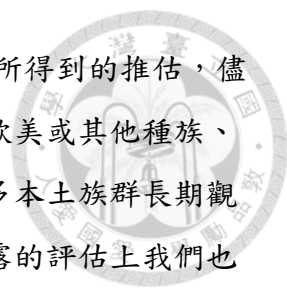
本研究包括以下優勢，首先是利用具全國族群代表性的本土健康資料來評估台灣可歸因之疾病負擔，可提供實證資料導向(data driven)的決策參考。另外，有別於全球疾病負擔計劃，本研究納入嚼食檳榔、慢性 B 型肝炎、慢性 C 型肝炎感染等本土危險因子，提供健康政策的擬定與資源分配更完整且全面的比較。另一方面，在結核病負擔估計上，本研究透過健康資料的連結，建立一長期追蹤的研究世代，並採用部分族群可歸因分率以及因果圓派加權模型分析多重危險因子對台灣結核病發生的影響，相較於全球疾病負擔計劃在多重危險因子對疾病負擔的共同效應估計上彼此獨立的假設，我們的分析方法能夠更清楚探討危險因子之間相關性或交互作用對可歸因之疾病負擔估計的影響，並提供介入策略更多元的參考價值。

而在研究限制方面，首先，族群可歸因分率的解讀與推論有幾點必須注意。依據族群可歸因分率的定義，它代表的是在一個族群當中，當危險因子的暴露從族群當中被移除且其他條件不變下，有多少比例的疾病發生或死亡可以因此被避免。



背後隱含的假設指涉對特定危險因子的介入時，同時不改變其他危險因子的盛行分布，而這樣的假設卻是與大多數現實狀況相悖。舉例來說，對於心血管代謝相關危險因子而言，我們很難想像要怎麼單獨針對血糖過高進行介入，卻同時不改變族群肥胖或血壓過高的盛行分布狀況，因此對於這一類型的危險因子評估，相較於單純評估單一危險因子的影響，估計多個危險因子的合併效應，對於實際政策的評估與擬定上更能提供參考價值。此外，本研究評估並比較多個危險因子的可歸因疾病負擔，除了要注意不同危險因子之間的可歸因死亡負擔不可任意加減之外，其可歸因死亡人口的多寡並不同於未來資源分配上唯一的準則，排序結果也不代表衛生政策擬定上的優先次序，我們仍需要更多進一步的分析與評估，例如成本效益分析或醫療健康技術評估，作為資源分配與政策擬定的決策參考。

另外，在慢性非傳染性疾病死亡負擔的評估上，本研究利用比較性風險評估的分析框架，使用同一年度的危險因子暴露盛行分布估計當年度的可歸因疾病負擔，未考慮危險因子的暴露可能隨著時間而改變並忽略危險因子與疾病的前導暴露期(induction time)與潛伏期(latent period)可能導致錯誤的估計。儘管針對吸菸的暴露，我們利用吸菸影響率(SIR)評估族群吸菸累積暴露情形，但對於其他危險因子，仍缺乏累積暴露情形的有效評估。其次，本研究的危險因子選擇上有所限制，除了職業暴露危險因子以及部分飲食危險因子並未納入本研究分析之外，部分全球重要危險因子，例如：室內空氣污染，亦未納入本研究考量，儘管台灣目前家戶使用煤炭等固體燃料生火的情況已經十分稀少，但對於室內空氣污染評估的資料目前仍然缺乏，為提供更完整的評估版圖，建議未來研究可進一步收集相關資料並納入評估。再者，本研究僅分析可歸因之死亡負擔，對於失能及罹病負擔並未考量，隨著醫療科技的發展，平均餘命的提升以及慢性疾病所造成的持續或長期的健康損失，都強調罹病所引起的失能負擔必須納入評估。並且，在本研究中僅納入存在明確流行病學證據確立致病因果關係的疾病結果，並未考量其他潛在的致病風險，例如：細懸浮微粒(PM_{2.5})暴露與糖尿病、失智症、結核病、慢性腎臟病等[106, 135-137]。因此本研究結果提供較為保守的估計。另外，在可歸因之慢性非傳染性疾病死亡負擔的估計中，相對危險性的資料多數是來自於過去全球疾病負擔計劃和其他比較性風險評估研究的估計，僅有部分危險因子(包括吸菸、B型肝炎、C



型肝炎、嚼食檳榔)的相對危險性資料是利用本土世代研究結果所得到的推估，儘管除了吸菸之外，其他危險因子並無明確證據顯示台灣族群與歐美或其他種族、國家之間在危險暴露與罹病風險上有顯著差別，但未來仍需更多本土族群長期觀察性研究提供更適切的相對危險性估計。此外，在危險因子暴露的評估上我們也無法完全排除測量誤差的可能性，生活型態相關危險因子，包括吸菸、飲酒、嚼食檳榔、運動頻率、身體質量指數等是來自受訪者自答的結果，而細懸浮微粒(PM_{2.5})暴露是利用空氣測站資料並依據人口密度與道路使用情況，整合計算後作為該縣市地區平均細懸浮微粒(PM_{2.5})暴露估計，儘管若透過空間內插技術(spatial interpolation techniques)，例如普通克利金法(ordinary Kriging)，可推估至更小地理單位層級的資料(鄉鎮層級)，但本研究以都市人口密度為基礎的推估，並不會受到地理區別異質性的影響而有所差異。最後，針對慢性傳染病的可歸因結核病負擔，當危險因子的介入或預防，可能不僅僅避免了單一個案的罹病風險(Primary case)，亦預防了後續傳播給其他人的可能性(Secondary cases)，然而本研究利用族群可歸因分率的方法推估，僅考慮直接的影響而忽略了潛在的間接效應，低估了危險因子介入對結核病防治的效益。

第七章 結論與建議

第一節 結論

觀察國人疾病負擔狀況，評估並比較可介入危險因子造成的影響，是改善國人健康以及疾病預防政策擬定的關鍵。過去數年來，全球疾病負擔的研究發展日益蓬勃，在良好的方法學架構下，搭配本土豐富多元的健康資料可以完整評估國人危險因子與其相關疾病負擔的分佈情形，不僅充分利用健康資料、提供實證結果作為施政參考，亦補足全球疾病負擔報告中對單一國家層面報告之不足。

本研究結果顯示，台灣族群的死亡負擔與過早死亡人口有很大一部分是來自代謝、生活型態、慢性肝炎感染、懸浮微粒空氣污染等危險因子的貢獻，針對這些危險因子的積極預防介入將避免龐大潛在損失的健康人年。另一方面，相較於全球疾病負擔計劃的分析結果，本研究結果在可歸因的死亡負擔的估計上有顯著數量上的差異，說明利用本土健康資料評估國人疾病負擔的重要性，也進一步提供以證據導向為基礎的衛生政策規劃參考。

另外，針對全球最大的單一環境衛生風險，細懸浮微粒(PM_{2.5})空氣污染，本研究也進行了縣市別可歸因之疾病死亡負擔評估，分析結果指出細懸浮微粒(PM_{2.5})暴露造成顯著的疾病負擔，亦發現台灣的細懸浮微粒(PM_{2.5})暴露濃度以及可歸因於細懸浮微粒(PM_{2.5})的疾病負擔存在很大的縣市別差異，不容輕忽空氣污染造成的健康不平等與威脅，同時也說明環保署目前所訂定的細懸浮微粒(PM_{2.5})暴露標準仍有改善空間，衛生福利部應積極擬定相關配套措施，確保未來台灣產業轉型或能源發展亦能考量對國人健康的衝擊，以及提升國人健康意識與了解環境污染背後的健康代價，並主動監測空氣污染與國人健康的關係。

最後，對於結核病防治，本研究結果凸顯了危險因子介入與預防的潛力與重要性，為了達成消除結核的目標，除了持續在個案監測與管理上努力之外，危險因子的介入與預防是突破台灣結核病防治現況的關鍵。透過跨部門的協調合作以及整合式的疾病管理與預防計畫，將更有效率的降低結核病的發生、提升國人健康狀況。





以公共衛生的角度，避免危險因子暴露，建立良好生活習慣是預防疾病、促進族群健康最有效率的方式，以量化方式評估危險因子暴露所造成的疾病負擔，將作為資源整合分配、衛生介入政策重要參考。此外，本研究結果亦強調族群層級介入措施(population level intervention)的重要性，預防醫學大師 Geoffrey Rose 曾說過：「族群中一個疾病的發生，多數是來自於那些具有較低風險暴露的族群，僅有少部分是來自高危險暴露族群的貢獻。」[138]，說明促進族群健康除了針對高風險族群的介入措施之外，亦需搭配族群層級介入策略才能有效的從根本改善國人健康，而族群層級介入政策的擬定與實施往往是需要跨領域、跨部門的長期協作與協調才能完成，也呼應了永續發展目標的理念與哲學，強調台灣未來疾病管理與健康促進必須透過跨領域的整合與跨維度的思考，以更多元開放的角度切入，規劃適合國人的健康政策。

第二節 建議

本研究利用台灣本土健康資料評估可歸因於危險因子之疾病負擔，分析結果將作為衛生主管機關重要施政參考。此外，筆者在研究過程中，對台灣衛生政策擬定策略與健康資料運用亦有所省思，因此提出以下幾點建議提供參考。


目前現階段的衛生政策擬定方向多以國人死因或疾病分佈為思考出發點，在台灣 2025 衛生福利政策白皮書的架構當中，針對國人健康促進的政策擬定主要是依據兩項參考指標為基礎，包括 WHO 所公布的健康參考目標以及國人主要死因分佈與疾病盛行資料來作為參考[139]。然而，WHO 公告的健康參考目標多數是以疾病的死亡率或危險暴露盛行率的下降來定義，除了目標的訂定未必適合我國健康水平之外，在這樣的目標前提之下，往往衛生政策的擬定會聚焦於已經罹病或是具有高罹病風險的族群，而忽略較低罹病風險族群潛在的疾病負擔影響。另一方面，在危險因子的介入政策發展上，若僅以國人死因或疾病盛行統計為思考基礎，不僅無法從風險暴露根源有效率的改善族群健康，在資源分配上亦缺乏實證依據。本研究以危險因子為出發點，觀察其對國人疾病負擔的影響，提供疾病防治上不同角度的切入點，並透過評比多個危險因子的可歸因疾病負擔來提供更全面的參

考依據，避免資源分散或浪費的可能性。建議未來應持續並擴大相關比較性風險評估分析，以作為衛生施政重要參考，並補充目前政策擬定架構之不足。

此外，2025 衛生福利政策白皮書亦強調健康公平性的重要，將彌平族群間或地區間的健康不平等列為首要努力方向。然而僅參考族群間的餘命差異或者疾病分佈情形來擬定策略或施政方向，可能無法有效的改善健康不平等的狀況，透過本研究分析架構來解構族群或地區之間危險因子可歸因之疾病負擔，能幫助我們清楚觀察族群或地區間危險暴露與疾病負擔關係的異質性，針對不同族群或地區發展更適切的介入措施，將更有效率的改善健康不平等的情形。而藉由推估政策介入前後的族群或地區之間的可歸因疾病負擔亦是作為衛生政策成效評估的重要參考指標，提供階段性方向修正之依據。

另外，在健康資料運用方面，對於政府衛生主管機關單位，除了鬆綁部分資料限制與開放多元資料連結之外，建議未來應持續進行疾病負擔相關分析，包括失能與死亡負擔分佈、比較性風險評估、永續發展目標相關健康指標、甚至連結醫療支出費用資料評估成本效益等，以作為衛生政策擬定重要參考，又或者透過與全球疾病負擔計劃合作方式，利用本土健康資料提供重要流行病學指標，例如疾病發生率、盛行率等，幫助全球疾病負擔計劃對台灣族群有更正確的、可比較的估計。此外，隨著永續發展目標的時代揭幕，為了適當評估世界各國達成目標進度與現況，聯合國統計委員會(United Nations Statistical Commission, UNSD)提出 232 個指標作為評估依據。其中包含了 50 項與健康狀態相關的指標。然而，在很多健康指標上台灣仍缺乏良好的監測系統，例如：職業危險因子所造成的疾病調整損失人年、15 種被忽視的熱帶疾病(neglected tropical disease, NTD)盛行率、不安全的飲水與環境衛生及個人衛生習慣所造成的死亡等等。這些指標仍需進行資料蒐集或整合，以進行指標評估。此外，就現有的健康資料而言，亦缺乏一個數據整合模式去評估在永續發展目標的健康指標表現狀況以及台灣族群整體健康狀態。

而對於公共衛生研究者，除了傳統流行病學指標的運用，例如發生率、盛行率、死亡率之外，整合性的指標可以從不同的角度來幫助觀察群體的健康水平以及作

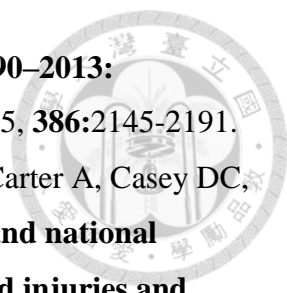


為預防醫學的參考。例如在本篇研究當中使用族群可歸因分率作為評析指標，結合暴露盛行率與相對危險性資料，提供評比危險暴露與疾病負擔之比較依據。儘管族群可歸因分率的解讀與運用有所限制，但適當運用將可以更有效率的協助衛生政策的擬定。又或者全球疾病負擔計劃所發展的失能調整生命年，同時考量疾病所造成的失能與死亡負擔，對於觀察群眾健康提供更全面的評比依據。再者，隨著資訊傳播媒介的革新，科學訊息與健康促進不再局限於過去的傳統方式，訊息的傳播講求互動與即時性，以全球疾病負擔報告為例，除了正式的研究報告之外，所有研究成果皆透過線上視覺化圖表呈現，提供全球衛生工作者、研究人員作為參考，以互動參與模式推廣研究成果。期許新一代的公共衛生研究者，亦能透過簡化複雜的研究成果，建構科普知識的傳播，並提供在地即時的健康訊息予政府或民眾參考，增進人民福祉。

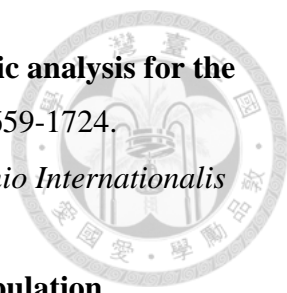
參考文獻

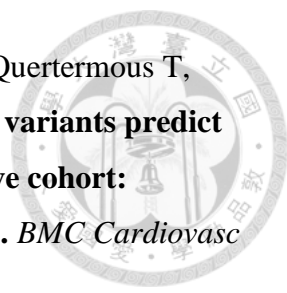


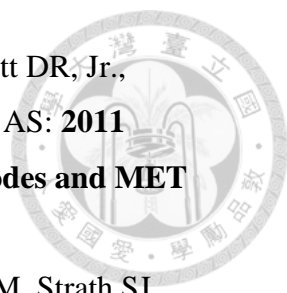
1. Murray CJ: **Quantifying the burden of disease: the technical basis for disability-adjusted life years.** *Bulletin of the World health Organization* 1994, **72**:429.
2. Murray CJ, Lopez AD, Jamison DT: **The global burden of disease in 1990: summary results, sensitivity analysis and future directions.** *Bulletin of the World Health Organization* 1994, **72**:495.
3. Steel N: **Global, regional, and national age-sex specific mortality for 264 causes of death, 1980–2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016.** *Lancet* 2017, **390**:1151-1210.
4. Abajobir AA, Abate KH, Abbafati C, Abbas KM, Abd-Allah F, Abdulkader RS, Abdulle AM, Abebo TA, Abera SF, Aboyans V: **Global, regional, and national disability-adjusted life-years (DALYs) for 333 diseases and injuries and healthy life expectancy (HALE) for 195 countries and territories, 1990–2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016.** *The Lancet* 2017, **390**:1260-1344.
5. Hay S: **Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 328 diseases and injuries for 195 countries, 1990–2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016.** 2017.
6. Bennett D, Bisanzio D, Deribew A, Gething P, Hay S, Ali R: **Global, regional, and national under-5 mortality, adult mortality, age-specific mortality, and life expectancy, 1970–2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016.** 2017.
7. Iburg KM: **Global, regional, and national comparative risk assessment of 84 behavioural, environmental and occupational, and metabolic risks or clusters of risks, 1990–2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016.** *Lancet* 2017, **390**:1345-1422.
8. Murray CJ, Barber RM, Foreman KJ, Ozgoren AA, Abd-Allah F, Abera SF, Aboyans V, Abraham JP, Abubakar I, Abu-Raddad LJ: **Global, regional, and national disability-adjusted life years (DALYs) for 306 diseases and injuries**

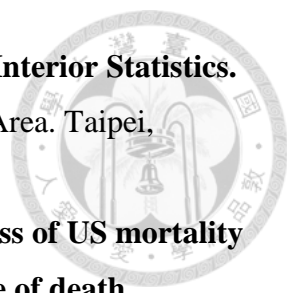
- 
- and healthy life expectancy (HALE) for 188 countries, 1990–2013: quantifying the epidemiological transition.** *The Lancet* 2015, **386**:2145-2191.
9. Kassebaum NJ, Arora M, Barber RM, Bhutta ZA, Brown J, Carter A, Casey DC, Charlson FJ, Coates MM, Coggeshall M: **Global, regional, and national disability-adjusted life-years (DALYs) for 315 diseases and injuries and healthy life expectancy (HALE), 1990–2015: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2015.** *The Lancet* 2016, **388**:1603-1658.
 10. Salomon JA, Haagsma JA, Davis A, de Noordhout CM, Polinder S, Havelaar AH, Cassini A, Devleeschauwer B, Kretzschmar M, Speybroeck N, et al: **Disability weights for the Global Burden of Disease 2013 study.** *Lancet Global Health* 2015, **3**:E712-E723.
 11. United Nations: **Draft outcome document of the United Nations summit for the adoption of the post-2015 development agenda.** Sixty-ninth session of the General Assembly of the United Nations. New York: United Nations; 2015.
 12. Fullman N, Barber RM, Abajobir AA, Abate KH, Abbafati C, Abbas KM, Abd-Allah F, Abdulkader RS, Abdulle AM, Abera SF: **Measuring progress and projecting attainment on the basis of past trends of the health-related Sustainable Development Goals in 188 countries: an analysis from the Global Burden of Disease Study 2016.** *The Lancet* 2017, **390**:1423-1459.
 13. Lim SS, Fullman N, Murray CJ, Mason-Jones AJ: **Measuring the health-related Sustainable Development Goals in 188 countries: a baseline analysis from the Global Burden of Disease Study 2015.** *The Lancet* 2016:1-38.
 14. Abraham D, Flaxman TV, and Christopher J.L. Murray: *An Integrative MetaRegression Framework for Descriptive Epidemiology.* 2015.
 15. Chan M: **From new estimates to better data.** *Lancet* 2012, **380**:2054-2054.
 16. 林先和: **建立我國失能調整人年統計標準作業模式之研究.** Taiwan; 2014.
 17. Forouzanfar MH, Alexander L, Anderson HR, Bachman VF, Biryukov S, Brauer M, Burnett R, Casey D, Coates MM, Cohen A, et al: **Global, regional, and national comparative risk assessment of 79 behavioural, environmental and occupational, and metabolic risks or clusters of risks in 188 countries,**

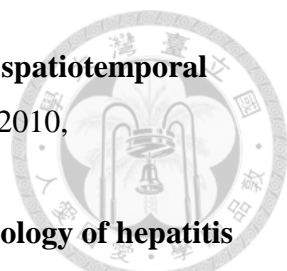
- 
- 1990-2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013.** *Lancet* 2015, **386**:2287-2323.
18. **Household and Business Energy Consumption Survey, Taiwan.** Chung-Hua Institution for Economic Research; 1995.
 19. Wu Y-C: **Disease burden and attributable risk factors of stroke in Taiwan, 2007 to 2012.** In *143rd APHA Annual Meeting and Expo (Oct 31-Nov 4, 2015)*. Chicago: APHA; 2015.
 20. Begg SJ, Vos T, Barker B, Stanley L, Lopez AD: **Burden of disease and injury in Australia in the new millennium: Measuring health loss from diseases, injuries and risk factors.** *Medical Journal of Australia* 2008, **188**:36-40.
 21. Christie S, Tobias M: **The burden of infectious disease in New Zealand.** *Australian and New Zealand Journal of Public Health* 1998, **22**:257-260.
 22. Gane EJ, Brunton CR, Estes C, Henderson C, Hornell J, Radke S, Razavi H, Stedman CA: **Hepatitis C Virus (HCV) Infection in New Zealand: Burden of Chronic Disease.** *Hepatology* 2014, **60**:913a-914a.
 23. He M, Ma J, Wang D, Chang J, Yu X: **The Disease Burden Analysis of 295 Inpatients with Diabetes Mellitus from Tongji Hospital in China.** *Value in Health* 2010, **13**:A527-A527.
 24. Kumagai Y, Gilmour S, Ota E, Momose Y, Onishi T, Bilano VLF, Kasuga F, Sekizaki T, Shibuya K: **Estimating the burden of foodborne diseases in Japan.** *Bulletin of the World Health Organization* 2015, **93**:540-549.
 25. Park MS, Kim YS, Lee SH, Kim SH, Park KH, Bahk GJ: **Estimating the Burden of Foodborne Disease, South Korea, 2008-2012.** *Foodborne Pathogens and Disease* 2015, **12**:207-213.
 26. Phua HP, Chua AVL, Ma S, Heng D, Chew SK: **Singapore's burden of disease and injury 2004.** *Singapore Medical Journal* 2009, **50**:468-478.
 27. Wei L, Wang Y, Feng GS, Yu SC, Duan ZP, Lee MH, Rao HY, Li H: **Evaluation of disease burden of hepatitis C in China.** *Journal of Clinical Virology* 2015, **69**:231-231.
 28. GBD Risk Factors Collaborators: **Global, regional, and national comparative risk assessment of 79 behavioural, environmental and occupational, and**

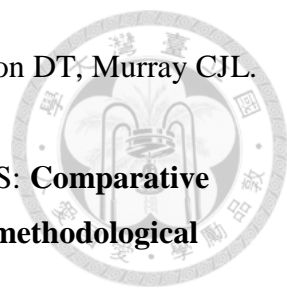
- 
- metabolic risks or clusters of risks, 1990-2015: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2015. *Lancet* 2016, **388**:1659-1724.
29. Levin ML: **The occurrence of lung cancer in man.** *Acta-Unio Internationalis Contra Cancrum* 1953, **9**:531-541.
 30. Rockhill B, Newman B, Weinberg C: **Use and misuse of population attributable fractions.** *American journal of public health* 1998, **88**:15-19.
 31. Miettinen OS: **Proportion of disease caused or prevented by a given exposure, trait or intervention.** *Am J Epidemiol* 1974, **99**:325-332.
 32. Spiegelman D, Hertzmark E, Wand H: **Point and interval estimates of partial population attributable risks in cohort studies: examples and software.** *Cancer Causes & Control* 2007, **18**:571-579.
 33. Liao SF, Yang HI, Lee MH, Chen CJ, Lee WC: **Fifteen-year population attributable fractions and causal pies of risk factors for newly developed hepatocellular carcinomas in 11,801 men in Taiwan.** *PLoS One* 2012, **7**:e34779.
 34. Liao S-F, Lee W-C: **Weighing the causal pies in case-control studies.** *Annals of epidemiology* 2010, **20**:568-573.
 35. 衛生福利部: **中華民國 105 年死因統計.** 衛生福利部; 2017.
 36. 梁玲郁: **測量台灣地區主要疾病之失能及健康餘命之研究.** 行政院衛生署; 2010.
 37. 梁玲郁: **測量台灣地區主要死因疾病之失能及健康餘命之研究.** 行政院衛生署; 2011.
 38. 楊銘欽: **我國主要非傳染病之疾病負擔及經濟衝擊評估.** 衛生福利部國民健康署; 2014.
 39. 楊銘欽: **104 年度「國民疾病負擔資料庫及指標建置計畫」.** 衛生福利部; 2015.
 40. 楊銘欽: **105 年度「國民疾病負擔資料庫及指標建置計畫」.** 衛生福利部; 2016.
 41. 李中一, 胡淑貞, 王亮懿, 邱靜如, 莊佳蓉, 盧豐華, 王榮德, 古鯉榕, 吳晉祥, 劉介宇: **建構領航國際之活躍老化監測暨決策支援系統-資料庫整合與加值分析暨專案管理計畫 (104-107 年).** 衛生福利部國民健康署; 2015.

- 
42. Chang YC, Chiu YF, Lee IT, Ho LT, Hung YJ, Hsiung CA, Quertermous T, Donlon T, Lee WJ, Lee PC, et al: **Common ALDH2 genetic variants predict development of hypertension in the SAPHIRE prospective cohort: gene-environmental interaction with alcohol consumption.** *BMC Cardiovasc Disord* 2012, **12**:58.
43. Levy DT, Wen CP, Chen TY, Oblak M: **Increasing taxes to reduce smoking prevalence and smoking attributable mortality in Taiwan: results from a tobacco policy simulation model.** *Tob Control* 2005, **14 Suppl 1**:i45-50.
44. Liaw KM, Chen CJ: **Mortality attributable to cigarette smoking in Taiwan: a 12-year follow-up study.** *Tob Control* 1998, **7**:141-148.
45. Wang WS, Wahlqvist ML, Hsu CC, Chang HY, Chang WC, Chen CC: **Age- and gender-specific population attributable risks of metabolic disorders on all-cause and cardiovascular mortality in Taiwan.** *BMC Public Health* 2012, **12**:111.
46. Wen CP, Chan HT, Tsai MK, Cheng TY, Chung WS, Chang YC, Hsu HL, Tsai SP, Tsao CK, Man Wai JP, Hsu CC: **Attributable mortality burden of metabolic syndrome: comparison with its individual components.** *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil* 2011, **18**:561-573.
47. CDC: **Taiwan Tuberculosis Control Report 2015.** Taiwan: Centers for Disease Control; 2017.
48. Donald PR, van Helden PD: **The global burden of tuberculosis--combating drug resistance in difficult times.** *N Engl J Med* 2009, **360**:2393-2395.
49. WHO: **Global tuberculosis report 2016.** 2016.
50. Lonnroth K, Castro KG, Chakaya JM, Chauhan LS, Floyd K, Glaziou P, Raviglione MC: **Tuberculosis control and elimination 2010-50: cure, care, and social development.** *Lancet* 2010, **375**:1814-1829.
51. World Health Report: *Reducing risks, promoting healthy life.* Geneva: World Health Organization; 2002.
52. **National Health Interview Survey** [<http://nhis.nhri.org.tw/2009nhis.html> (in Chinese)]
53. **TWEPA. Taiwan Air Quality Monitoring Network.** [<http://taqm.epa.gov.tw/taqm/en/YearlyDataDownload.aspx>]


- 
54. Ainsworth BE, Haskell WL, Herrmann SD, Meckes N, Bassett DR, Jr., Tudor-Locke C, Greer JL, Vezina J, Whitt-Glover MC, Leon AS: **2011 Compendium of Physical Activities: a second update of codes and MET values.** *Med Sci Sports Exerc* 2011, **43**:1575-1581.
55. Ainsworth BE, Haskell WL, Whitt MC, Irwin ML, Swartz AM, Strath SJ, O'Brien WL, Bassett DR, Jr., Schmitz KH, Emplainscourt PO, et al: **Compendium of physical activities: an update of activity codes and MET intensities.** *Med Sci Sports Exerc* 2000, **32**:S498-504.
56. Bull FC AT, Dixon T, Ham S, Neiman A, et al. : **Physical inactivity.** In *Comparative quantification of health risks: global and regional burden of disease attributable to selected major risk factors* (Ezzati M LA, Rodgers A, Murray CJL ed. pp. 729-881. World Health Organization: Geneva; 2004:729-881.
57. Corrao G, Rubbiati L, Bagnardi V, Zambon A, Poikolainen K: **Alcohol and coronary heart disease: a meta-analysis.** *Addiction* 2000, **95**:1505-1523.
58. Lim SS, Vos T, Flaxman AD, Danaei G, Shibuya K, Adair-Rohani H, Amann M, Anderson HR, Andrews KG, Aryee M, et al: **A comparative risk assessment of burden of disease and injury attributable to 67 risk factors and risk factor clusters in 21 regions, 1990-2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010.** *Lancet* 2012, **380**:2224-2260.
59. Ezzati M, Henley SJ, Thun MJ, Lopez AD: **Role of smoking in global and regional cardiovascular mortality.** *Circulation* 2005, **112**:489-497.
60. National Lung Screening Trial Research: **Reduced lung-cancer mortality with low-dose computed tomographic screening.** *N Engl J Med* 2011, **365**:395-409.
61. **National Health Interview Survey.** [<http://nhis.nhri.org.tw/2005nhis.html> (in Chinese)]
62. Nakagami H, Murakoshi C, Iwafune Y: **International comparison of household energy consumption and its indicator.** *Proceedings of the 2008 ACEEE Summer Study on Energy Efficiency in Buildings* 2008:214-224.
63. Wen CP, Tsai SP, Chen CJ, Cheng TY, Tsai MC, Levy DT: **Smoking attributable mortality for Taiwan and its projection to 2020 under different smoking scenarios.** *Tob Control* 2005, **14 Suppl 1**:i76-80.

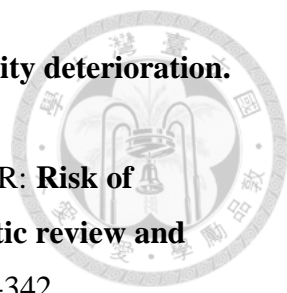
- 
64. Monthly Bulletin of Interior Statistics: **Monthly Bulletin of Interior Statistics**. vol. 1.7 Population for Township and District and by Urban Area. Taipei, Taiwan: Statistics Department, Ministry of the Interior; 2014.
65. Foreman KJ, Naghavi M, Ezzati M: **Improving the usefulness of US mortality data: new methods for reclassification of underlying cause of death**. *Population Health Metrics* 2016, **14**.
66. Luh K, Chiang C, Lee J, Wang J, Wang K, Yu M, Lee P, Lee P, Lin H, Chiang I: **Taiwan guidelines for TB diagnosis and treatment**. Taipei, Taiwan: Centers for Disease Control, ROC (Taiwan) 2011.
67. Lo HY, Yang SL, Chou P, Chuang JH, Chiang CY: **Completeness and timeliness of tuberculosis notification in Taiwan**. *Bmc Public Health* 2011, **11**.
68. Ezzati M, Henley SJ, Lopez AD, Thun MJ: **Role of smoking in global and regional cancer epidemiology: current patterns and data needs**. *Int J Cancer* 2005, **116**:963-971.
69. Danaei G, Ding EL, Mozaffarian D, Taylor B, Rehm J, Murray CJ, Ezzati M: **The preventable causes of death in the United States: comparative risk assessment of dietary, lifestyle, and metabolic risk factors**. *PLoS Med* 2009, **6**:e1000058.
70. WHO: **Review of areca (betel) nut and tobacco use in the Pacific: a technical report**. 2012.
71. Peto R, Lopez AD, Boreham J, Thun M, Heath C, Jr.: **Mortality from tobacco in developed countries: indirect estimation from national vital statistics**. *Lancet* 1992, **339**:1268-1278.
72. World Health Organization. Regional Office for Europe: *Air quality guidelines: global update 2005: particulate matter, ozone, nitrogen dioxide, and sulfur dioxide*. World Health Organization; 2006.
73. Burnett RT, Pope CA, 3rd, Ezzati M, Olives C, Lim SS, Mehta S, Shin HH, Singh G, Hubbell B, Brauer M, et al: **An integrated risk function for estimating the global burden of disease attributable to ambient fine particulate matter exposure**. *Environ Health Perspect* 2014, **122**:397-403.


- 
74. Yu HL, Wang CH: **Retrospective prediction of intraurban spatiotemporal distribution of PM_{2.5} in Taipei.** *Atmospheric Environment* 2010, **44**:3053-3065.
75. Ott JJ, Stevens GA, Groeger J, Wiersma ST: **Global epidemiology of hepatitis B virus infection: new estimates of age-specific HBsAg seroprevalence and endemicity.** *Vaccine* 2012, **30**:2212-2219.
76. Lai MS, Hsieh MS, Chiu YH, Chen THH: **Type 2 diabetes and hepatocellular carcinoma: A cohort study in high prevalence area of hepatitis virus infection.** *Hepatology* 2006, **43**:1295-1302.
77. Wen CP, Tsai SP, Chen CJ, Cheng TY: **The mortality risks of smokers in Taiwan: Part I: cause-specific mortality.** *Prev Med* 2004, **39**:528-535.
78. Ikeda N, Inoue M, Iso H, Ikeda S, Satoh T, Noda M, Mizoue T, Imano H, Saito E, Katanoda K, et al: **Adult mortality attributable to preventable risk factors for non-communicable diseases and injuries in Japan: a comparative risk assessment.** *PLoS Med* 2012, **9**:e1001160.
79. Puddey IB, Rakic V, Dimmitt SB, Beilin LJ: **Influence of pattern of drinking on cardiovascular disease and cardiovascular risk factors--a review.** *Addiction* 1999, **94**:649-663.
80. Lu Y, Hajifathalian K, Ezzati M, Woodward M, Rimm EB, Danaei G, C GBMRF: **Metabolic mediators of the effects of body-mass index, overweight, and obesity on coronary heart disease and stroke: a pooled analysis of 97 prospective cohorts with 1.8 million participants.** *Lancet* 2014, **383**:970-983.
81. Lu Y, Hajifathalian K, Rimm EB, Ezzati M, Danaei G: **Mediators of the Effect of Body Mass Index on Coronary Heart Disease Decomposing Direct and Indirect Effects.** *Epidemiology* 2015, **26**:153-162.
82. Danaei G, Rimm EB, Oza S, Kulkarni SC, Murray CJ, Ezzati M: **The promise of prevention: the effects of four preventable risk factors on national life expectancy and life expectancy disparities by race and county in the United States.** *PLoS Med* 2010, **7**:e1000248.
83. Ezzati M, Hoorn SV, Lopez AD, Danaei G, Rodgers A, Mathers CD, Murray CJL: **Comparative Quantification of Mortality and Burden of Disease Attributable to Selected Risk Factors.** In *Global Burden of Disease and Risk*


- 
- Factors*. Edited by Lopez AD, Mathers CD, Ezzati M, Jamison DT, Murray CJL. Washington (DC); 2006
84. Murray CJ, Ezzati M, Lopez AD, Rodgers A, Vander Hoorn S: **Comparative quantification of health risks conceptual framework and methodological issues**. *Popul Health Metr* 2003, **1**:1.
 85. Dagostino RB, Lee ML, Belanger AJ, Cupples LA, Anderson K, Kannel WB: **Relation of Pooled Logistic-Regression to Time-Dependent Cox Regression-Analysis - the Framingham Heart-Study**. *Statistics in Medicine* 1990, **9**:1501-1515.
 86. Lienhardt C: **From exposure to disease: The role of environmental factors in susceptibility to and development of tuberculosis**. *Epidemiologic Reviews* 2001, **23**:288-301.
 87. Lonnroth K, Jaramillo E, Williams BG, Dye C, Raviglione M: **Drivers of tuberculosis epidemics: The role of risk factors and social determinants**. *Social Science & Medicine* 2009, **68**:2240-2246.
 88. Brunekreef B, Holgate ST: **Air pollution and health**. *The lancet* 2002, **360**:1233-1242.
 89. Pope CA, Burnett RT, Thurston GD, Thun MJ, Calle EE, Krewski D, Godleski JJ: **Cardiovascular mortality and long-term exposure to particulate air pollution**. *Circulation* 2004, **109**:71-77.
 90. Rabl A: **Interpretation of air pollution mortality: number of deaths or years of life lost?** *Journal of the air & waste management association* 2003, **53**:41-50.
 91. King G, Tomz M, Wittenberg J: **Making the Most of Statistical Analyses: Improving Interpretation and Presentation**. *American Journal of Political Science* 2000, **44**:341–355.
 92. Lu TH, Hsu PY, Bjorkenstam C, Anderson RN: **Certifying diabetes-related cause-of-death: a comparison of inappropriate certification statements in Sweden, Taiwan and the USA**. *Diabetologia* 2006, **49**:2878-2881.
 93. Zhou B, Lu Y, Hajifathalian K, Bentham J, Di Cesare M, Danaei G, Bixby H, Cowan MJ, Ali MK, Taddei C, et al: **Worldwide trends in diabetes since 1980: a pooled analysis of 751 population-based studies with 4.4 million participants**. *Lancet* 2016, **387**:1513-1530.

- 
94. Ministry of Health and Welfare, Taiwan: **2016 Taiwan tobacco control annual report**. *Executive Yuan, Taipei: Health Promotion Administration* 2017.
95. Sung HY, Chang LC, Wen YW, Tsai YW: **The costs of smoking and secondhand smoke exposure in Taiwan: a prevalence-based annual cost approach**. *BMJ Open* 2014, **4**:e005199.
96. Health Promotion Administration Annual Report: **2014 Health Promotion Administration Annual Report**. Taiwan: Health Promotion Administration; 2014.
97. Stanaway JD, Flaxman AD, Naghavi M, Fitzmaurice C, Vos T, Abubakar I, Abu-Raddad LJ, Assadi R, Bhala N, Cowie B, et al: **The global burden of viral hepatitis from 1990 to 2013: findings from the Global Burden of Disease Study 2013**. *Lancet* 2016.
98. Lee C-H, Min-Shan Ko A, Warnakulasuriya S, Ling T-Y, Rajapakse PS, Zain RB, Ibrahim SO, Zhang S-S, Wu H-J, Liu L: **Population burden of betel quid abuse and its relation to oral premalignant disorders in South, Southeast, and East Asia: an Asian Betel-quid Consortium Study**. *American journal of public health* 2012, **102**:e17-e24.
99. Chen DS: **Hepatocellular carcinoma in Taiwan**. *Hepatol Res* 2007, **37 Suppl 2**:S101-105.
100. Chu DA, Kaufman Y, Zibordi G, Chern J, Mao J, Li C, Holben B: **Global monitoring of air pollution over land from the Earth Observing System-Terra Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS)**. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres* 2003, **108**.
101. Gupta P, Christopher SA, Wang J, Gehrig R, Lee Y, Kumar N: **Satellite remote sensing of particulate matter and air quality assessment over global cities**. *Atmospheric Environment* 2006, **40**:5880-5892.
102. Hutchison KD, Smith S, Faruqui SJ: **Correlating MODIS aerosol optical thickness data with ground-based PM 2.5 observations across Texas for use in a real-time air quality prediction system**. *Atmospheric Environment* 2005, **39**:7190-7203.
103. Kahn RA, Gaitley BJ, Martonchik JV, Diner DJ, Crean KA, Holben B: **Multiangle Imaging Spectroradiometer (MISR) global aerosol optical depth**

- 
- validation based on 2 years of coincident Aerosol Robotic Network (AERONET) observations. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres* 2005, **110**.
104. Liu Y, Sarnat JA, Coull BA, Koutrakis P, Jacob DJ: **Validation of Multiangle Imaging Spectroradiometer (MISR) aerosol optical thickness measurements using Aerosol Robotic Network (AERONET) observations over the contiguous United States.** *Journal of Geophysical Research: Atmospheres* 2004, **109**.
105. Van Donkelaar A, Martin RV, Park RJ: **Estimating ground-level PM_{2.5} using aerosol optical depth determined from satellite remote sensing.** *Journal of Geophysical Research: Atmospheres* 2006, **111**.
106. Lai TC, Chiang CY, Wu CF, Yang SL, Liu DP, Chan CC, Lin HH: **Ambient air pollution and risk of tuberculosis: a cohort study.** *Occup Environ Med* 2016, **73**:56-61.
107. EPA US: **National Ambient Air Quality Standards for Particulate Matter, Proposed Rule.** *Federal Register* 2012, **77**:38889-39055.
108. Fann N, Lamson AD, Anenberg SC, Wesson K, Risley D, Hubbell BJ: **Estimating the national public health burden associated with exposure to ambient PM_{2.5} and ozone.** *Risk analysis* 2012, **32**:81-95.
109. Chen K-S, Lin C, Chou Y-M: **Determination of source contributions to ambient PM_{2.5} in Kaohsiung, Taiwan, using a receptor model.** *Journal of the Air & Waste Management Association* 2001, **51**:489-498.
110. Fang G-C, Chang C-N, Wu Y-S, Fu PP-C, Yang C-J, Chen C-D, Chang S-C: **Ambient suspended particulate matters and related chemical species study in central Taiwan, Taichung during 1998–2001.** *Atmospheric Environment* 2002, **36**:1921-1928.
111. Hsu Y-C, Lai M-H, Wang W-C, Chiang H-L, Shieh Z-X: **Characteristics of Water-Soluble Ionic Species in Fine (PM_{2.5}) and Coarse Particulate Matter (PM_{10-2.5}) in Kaohsiung, Southern Taiwan.** *Journal of the Air & Waste Management Association* 2008, **58**:1579-1589.
112. Chen Y-C, Hsu C-Y, Lin S-L, Chang-Chien G-P, Chen M-J, Fang G-C, Chiang H-C: **Characteristics of concentrations and metal compositions for PM_{2.5}**

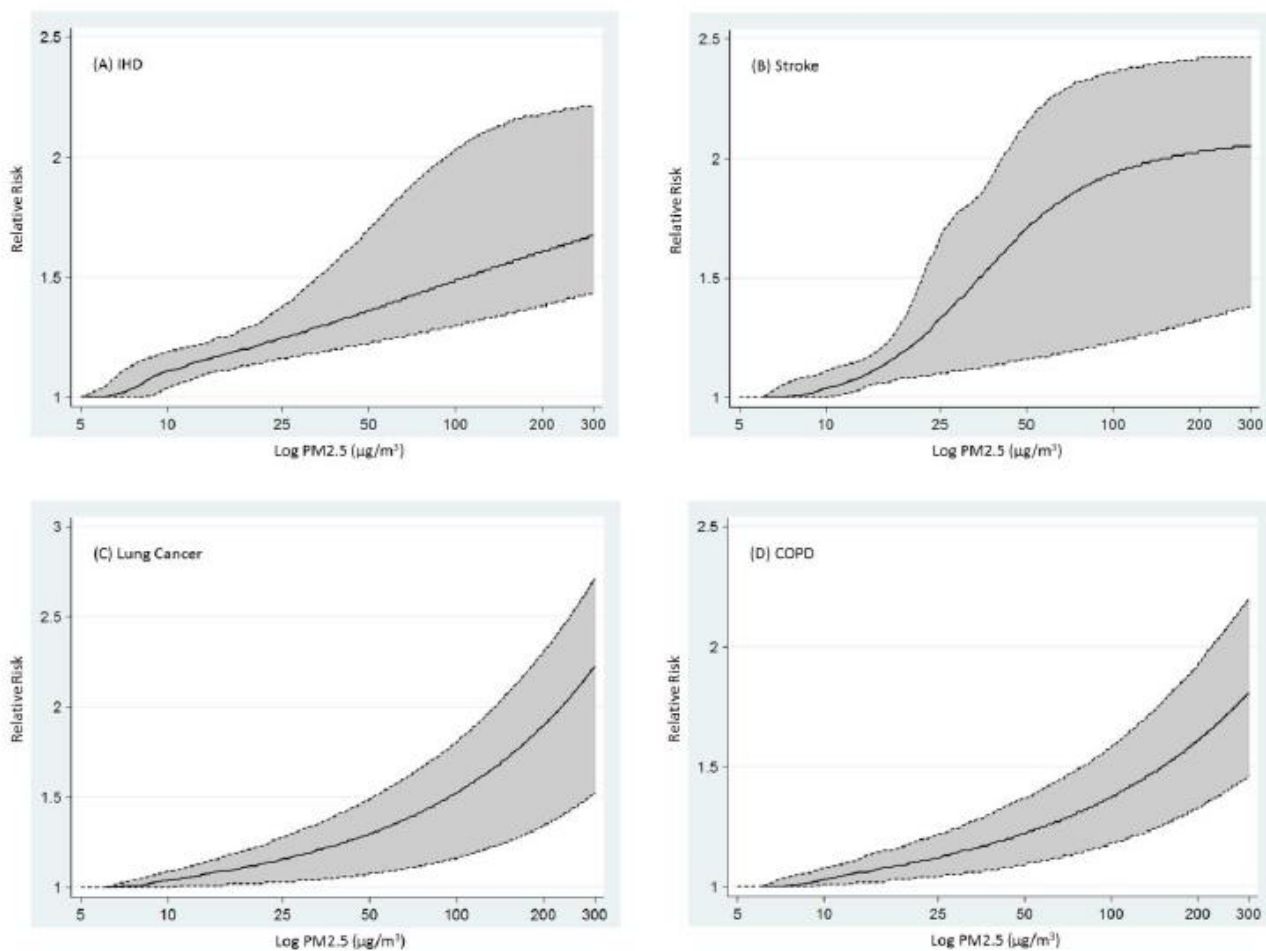
- 
- and PM2. 5–10 in Yunlin County, Taiwan during air quality deterioration.** *Aerosol Air Qual Res* 2015, **15**:2571-2583.
113. Bates MN, Khalakdina A, Pai M, Chang L, Lessa F, Smith KR: **Risk of tuberculosis from exposure to tobacco smoke - A systematic review and meta-analysis.** *Archives of Internal Medicine* 2007, **167**:335-342.
 114. Cegielski JP, Arab L, Cornoni-Huntley J: **Nutritional Risk Factors for Tuberculosis Among Adults in the United States, 1971-1992.** *American Journal of Epidemiology* 2012, **176**:409-422.
 115. Dye C, Trunz BB, Lonnroth K, Roglic G, Williams BG: **Nutrition, Diabetes and Tuberculosis in the Epidemiological Transition.** *Plos One* 2011, **6**.
 116. Harling G, Ehrlich R, Myer L: **The social epidemiology of tuberculosis in South Africa: A multilevel analysis.** *Social Science & Medicine* 2008, **66**:492-505.
 117. Holtgrave DR, Crosby RA: **Social determinants of tuberculosis case rates in the United States.** *American Journal of Preventive Medicine* 2004, **26**:159-162.
 118. Lin HH, Ezzati M, Murray M: **Tobacco smoke, indoor air pollution and tuberculosis: A systematic review and meta-analysis.** *Plos Medicine* 2007, **4**:173-189.
 119. Lin HH, Murray M, Cohen T, Colijn C, Ezzati M: **Effects of smoking and solid-fuel use on COPD, lung cancer, and tuberculosis in China: a time-based, multiple risk factor, modelling study.** *Lancet* 2008, **372**:1473-1483.
 120. Lonnroth K, Williams BG, Cegielski P, Dye C: **A consistent log-linear relationship between tuberculosis incidence and body mass index.** *International Journal of Epidemiology* 2010, **39**:149-155.
 121. Lonnroth K, Williams BG, Stadlin S, Jaramillo E, Dye C: **Alcohol use as a risk factor for tuberculosis - a systematic review.** *Bmc Public Health* 2008, **8**.
 122. Muniyandi M, Ramachandran R, Gopi RG, Chandrasekaran V, Subramani R, Sadacharam K, Kumaran R, Santha T, Wares F, Narayanan RR: **The prevalence of tuberculosis in different economic strata: a community survey from South India.** *International Journal of Tuberculosis and Lung Disease* 2007, **11**:1042-1045.

- 
123. Patra J, Jha P, Rehm J, Suraweera W: **Tobacco Smoking, Alcohol Drinking, Diabetes, Low Body Mass Index and the Risk of Self-Reported Symptoms of Active Tuberculosis: Individual Participant Data (IPD) Meta-Analyses of 72,684 Individuals in 14 High Tuberculosis Burden Countries.** *Plos One* 2014, **9**.
124. Oh K, Kim H, Kim M: **Non-communicable diseases and risk of tuberculosis in Korea.** *The International Journal of Tuberculosis and Lung Disease* 2016, **20**:973-977.
125. Soh AZ, Chee CBE, Wang YT, Yuan JM, Koh WP: **Alcohol drinking and cigarette smoking in relation to risk of active tuberculosis: prospective cohort study.** *BMJ Open Respir Res* 2017, **4**:e000247.
126. Chang M-H, Chen C-J, Lai M-S, Hsu H-M, Wu T-C, Kong M-S, Liang D-C, Shau W-Y, Chen D-S: **Universal hepatitis B vaccination in Taiwan and the incidence of hepatocellular carcinoma in children.** *New England Journal of Medicine* 1997, **336**:1855-1859.
127. Chiang C-J, Yang Y-W, You S-L, Lai M-S, Chen C-J: **Thirty-year outcomes of the national hepatitis B immunization program in Taiwan.** *Jama* 2013, **310**:974-976.
128. Bennett H, Waser N, Johnston K, Kao J-H, Lim Y-S, Duan Z-P, Lee Y-J, Wei L, Chen C-J, Sievert W: **A review of the burden of hepatitis C virus infection in China, Japan, South Korea and Taiwan.** *Hepatology international* 2015, **9**:378-390.
129. Lee M-H, Yang H-I, Yuan Y, L'Italien G, Chen C-J: **Epidemiology and natural history of hepatitis C virus infection.** *World Journal of Gastroenterology: WJG* 2014, **20**:9270.
130. McEwan P, Ward T, Chen C-J, Lee M-H, Yang H-I, Kim R, L'Italien G, Yuan Y: **Estimating the incidence and prevalence of chronic hepatitis C infection in Taiwan using back projection.** *Value in Health Regional Issues* 2014, **3**:5-11.
131. Chiang CJ, Yang YW, Chen JD, You SL, Yang HI, Lee MH, Lai MS, Chen CJ: **Significant reduction in end-stage liver diseases burden through the**

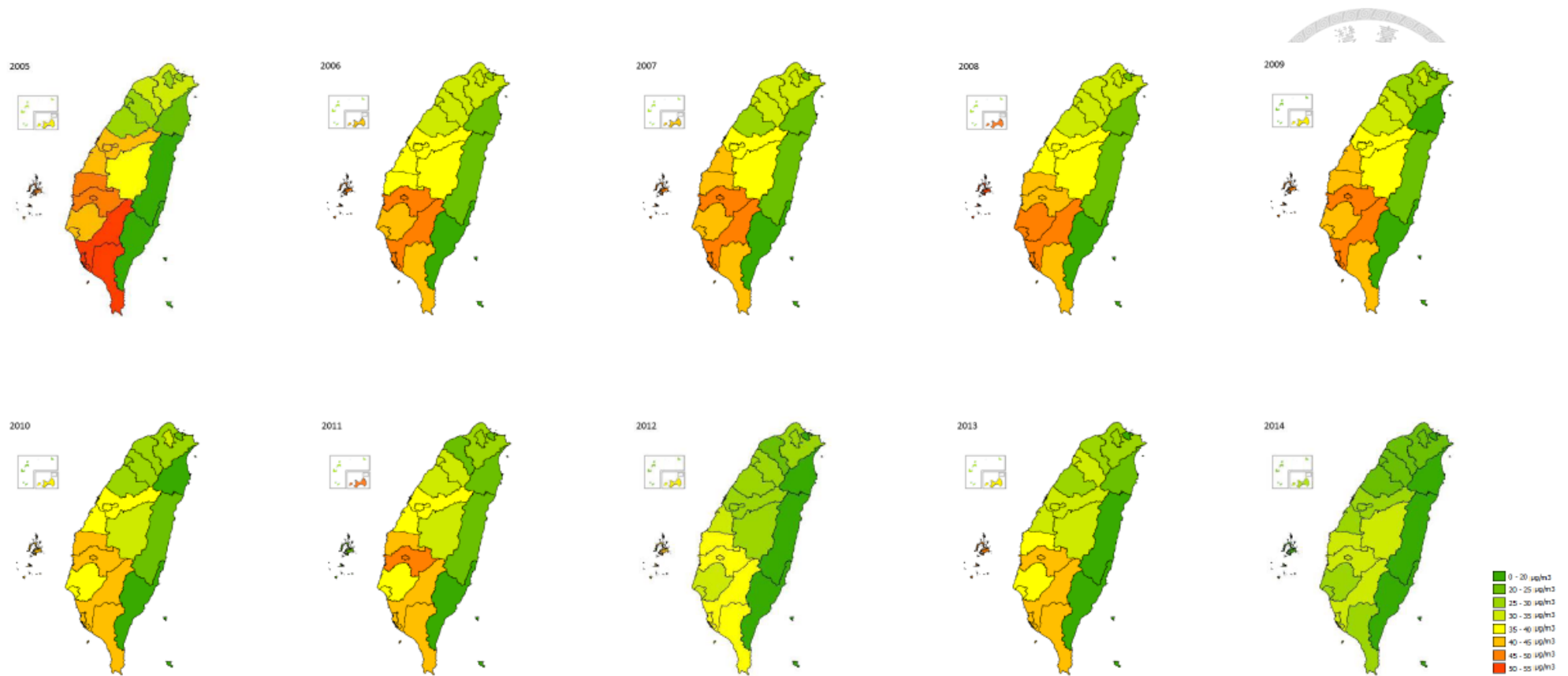
- 
- national viral hepatitis therapy program in Taiwan.** *Hepatology* 2015, **61**:1154-1162.
132. Lee P-H, Fu H, Lai T-C, Chiang C-Y, Chan C-C, Lin H-H: **Glycemic control and the risk of tuberculosis: a cohort study.** *PLoS medicine* 2016, **13**:e1002072.
133. United Nations: **Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development Seventieth session of the General Assembly of the United Nations.** [cited 2016 April, 14]; Available from: http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E 2015.
134. Uplekar M, Weil D, Lonroth K, Jaramillo E, Lienhardt C, Dias HM, Falzon D, Floyd K, Gargioni G, Getahun H: **WHO's new End TB Strategy.** *The Lancet* 2015, **385**:1799-1801.
135. Chen H, Burnett RT, Kwong JC, Villeneuve PJ, Goldberg MS, Brook RD, van Donkelaar A, Jerrett M, Martin RV, Brook JR: **Risk of incident diabetes in relation to long-term exposure to fine particulate matter in Ontario, Canada.** *Environmental health perspectives* 2013, **121**:804.
136. Lue S-H, Wellenius GA, Wilker EH, Mostofsky E, Mittleman MA: **Residential proximity to major roadways and renal function.** *J Epidemiol Community Health* 2013, **67**:629-634.
137. Wu Y-C, Lin Y-C, Yu H-L, Chen J-H, Chen T-F, Sun Y, Wen L-L, Yip P-K, Chu Y-M, Chen Y-C: **Association between air pollutants and dementia risk in the elderly.** *Alzheimer's & Dementia: Diagnosis, Assessment & Disease Monitoring* 2015, **1**:220-228.
138. Rose G: **Sick individuals and sick populations.** *International journal of epidemiology* 2001, **30**:427-432.
139. 行政院衛生福利部: **2025 衛生福利政策白皮書.** 行政院衛生福利部; 2016.



附錄圖表



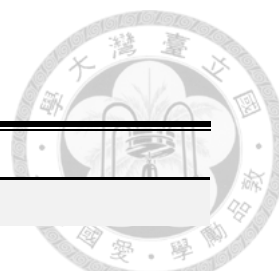
附錄圖一、細懸浮微粒($PM_{2.5}$)疾病別相對風險關係(陰影區域表示 95% CIs) (A) 缺血性心臟病, (B) 中風, (C) 肺癌 (D) 慢性阻塞性肺病.



附錄圖二、2005-2014 年縣市別細懸浮微粒(PM_{2.5})暴露分布

附錄表一、慢性非傳染性疾病別死因定義

疾病結果	國際疾病分類標準(ICD-10)
缺血性心臟病	I20-I25
腦血管疾病	I60-I69
高血壓性心臟病	I10-I13
其他心血管疾病	I00, I26-I28, I34-I37, I44-I51, I70-I99
糖尿病	E10-E14
癌症	C00-D48
慢性阻塞性肺病	J40-J44, J47
慢性肝病及肝硬化	K70, K74
慢性腎臟病	N18
酒精濫用	F10
交通事故意外傷害	V00-V99
自殺	X71-X83



附錄表二、簡易生命表

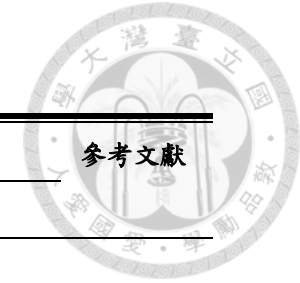
年齡	死亡機率	預期餘命
0	0.0019985	86.59408
1	0.0004474	85.76748
5	0.000328	81.80519
10	0.0003438	76.83121
15	0.0007387	71.85669
20	0.0009189	66.90784
25	0.000949	61.96704
30	0.0013554	57.02344
35	0.0020639	52.09721
40	0.003427	47.19935
45	0.0057396	42.35229
50	0.0088861	37.58122
55	0.0128286	32.89429
60	0.0191137	28.28719
65	0.0287862	23.78644
70	0.0485194	19.41143
75	0.0866472	15.26225
80	0.1632085	11.45059
85	0.3016126	8.152726
90	0.5014129	5.526635
95	0.7119718	3.7134
100	0.8672966	2.500702
105	0.9623104	1.621429
110	1	1.372479



*此簡易生命表僅呈現部分年齡資料，詳細內容請參照：<http://ghdx.healthdata.org/>
生命損失年數(YLL)的計算公式如下：

$$YLL_c = \sum E_{ci} \times D_{ci}$$

E_{ci} 是 i 年齡下的預期餘命， D_{ci} 是 i 年齡的特定疾病別 c 死亡人數，相乘並加總後，得到該疾病別 c 的總計生命損失年數(YLL_c)。



附錄表三、代謝相關危險因子相對風險資料

危險因子/ 疾病結果	性別	年齡分組(歲)						參考文獻
		35-44	45-54	55-64	65-74	75-84	≥85	
血壓過高 (per 10 mmHg increase)								
缺血性心臟病	不分性別	1.68	1.56	1.45	1.33	1.26	1.14	[1]
缺血性中風	不分性別	2.05	1.83	1.63	1.44	1.28	1.10	[1]
出血性中風	不分性別	2.11	1.89	1.66	1.46	1.29	1.10 ^a	[1]
血壓過高性心臟病	不分性別	2.86	2.49	2.16	1.88	1.63	1.37	[1]
其他心血管疾病	不分性別	1.44	1.37	1.30	1.24	1.18	1.11	[1]
血脂過高 (per mmol/L increase)								
缺血性心臟病	不分性別	2.20	1.82	1.44	1.27	1.18	1.30	[1]
缺血性中風	不分性別	1.71	1.41	1.20	1.08	1.03 ^a	0.92 ^a	[1]
血糖過高(per mmol/L increase)								
缺血性心臟病	不分性別	1.21	1.19	1.18	1.16	1.16	1.14	[1]
中風	不分性別	1.19 ^a	1.16 ^a	1.14	1.14	1.10	1.06 ^a	[1]
慢性腎臟病	不分性別	1.26	1.26	1.26	1.26	1.26	1.26	[2]
過重/肥胖 (per 5 kg/m² BMI increase)								
缺血性心臟病	不分性別	1.66	1.55	1.44	1.35	1.26	1.14	[1]
缺血性中風	不分性別	1.86	1.67	1.50	1.35	1.21	1.04 ^a	[1]

出血性中風	不分性別	2.54	2.10	1.75	1.48	1.30	1.05 ^a	[1]
血壓過高性心臟病	不分性別	2.15 ^a	2.02 ^a	1.90	1.81	1.63	1.45	[1]
大腸癌	不分性別	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	[3]
腎癌	不分性別	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	[3]
乳癌	女性	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	[3]
糖尿病	不分性別	3.07	2.66	2.32	2.03	1.70	1.38	[3]



^a 當相對風險值未達統計顯著水準時，假設其相對風險值等於 1 (RR=1)。

1. Singh GM, Danaei G, Farzadfar F, Stevens GA, Woodward M, Wormser D, Kaptoge S, Whitlock G, Qiao Q, Lewington S, et al: The age-specific quantitative effects of metabolic risk factors on cardiovascular diseases and diabetes: a pooled analysis. *PLoS One* 2013, 8:e65174.
2. Intensive blood-glucose control with sulphonylureas or insulin compared with conventional treatment and risk of complications in patients with type 2 diabetes (UKPDS 33). UK Prospective Diabetes Study (UKPDS) Group. *Lancet* 1998, 352:837-853.
3. W. Philip T. James RJ-L, Cliona Ni Mhurchu, Eleni Kalamara, Maryam Shayeghi, Neville J. Rigby, Chizuru Nishida and Anthony Rodgers: Overweight and obesity. In *Comparative quantification of health risks: Global and regional burden of disease attributable to selected major risk factors* (Ezzati M LA, Rogers A, Murray CJL, ed. pp. 497-596. World Health Organization: Geneva; 2004:497-596.

附錄表四、飲食相關危險因子相對風險資料

飲食危險因子	疾病結果	年齡(歲) ^b	相對危險性	參考文獻
高鈉攝取 (per 100 mmol/d increase)	收縮壓 (mmHg)	收縮壓 \geq 140 毫米汞柱	7.11	[1]
		收縮壓 $<$ 140 毫米汞柱	3.57	[1]
低蔬果攝取 (per 80 g/d lower intake)	缺血性心臟病	30-69	1.04	[2]
		70-79	1.03	[2]
		\geq 80	1.02	[2]
	缺血性中風	30-69	1.06	[3]
		70-79	1.05	[3]
		\geq 80	1.03	[3]
	肺癌	30-69	1.04	[4]
		70-79	1.03	[4]
		\geq 80	1.02	[4]
	胃癌	30-69	1.06	[4]
		70-79	1.05	[4]
		\geq 80	1.03	[4]
	結直腸癌	30-69	1.01	[4]
		70-79	1.01	[4]
		\geq 80	1.00	[4]
口腔、咽癌	30-69	1.10	[5]	
	70-79	1.08	[5]	
	\geq 80	1.05	[5]	

1. Danaei G, Ding EL, Mozaffarian D, Taylor B, Rehm J, Murray CJ, Ezzati M: The preventable causes of death in the United States: comparative risk assessment of dietary, lifestyle, and metabolic risk factors. *PLoS Med* 2009, 6:e1000058.
2. Dauchet L, Amouyel P, Hercberg S, Dallongeville J: Fruit and vegetable consumption and risk of coronary heart disease: a meta-analysis of cohort studies. *J Nutr* 2006, 136:2588-2593.
3. Dauchet L, Amouyel P, Dallongeville J: Fruit and vegetable consumption and risk of stroke: a meta-analysis of cohort studies. *Neurology* 2005, 65:1193-1197.
4. Lock K PJ, Causer L, McKee M: Low fruit and vegetable consumption. In *Comparative quantification of health risks: Global and regional burden of disease attributable to selected major risk factors* (Ezzati M LA, Rogers A, Murray CJL, ed. pp. 579-728. World Health Organization: Geneva; 2004:579-728.
5. Boeing H, Dietrich T, Hoffmann K, Pischon T, Ferrari P, Lahmann PH, Boutron-Ruault MC, Clavel-Chapelon F, Allen N, Key T, et al: Intake of fruits and vegetables and risk of cancer of the upper aero-digestive tract: the prospective EPIC-study. *Cancer Causes Control* 2006, 17:957-969.

附錄表五、缺乏運動相對風險資料



疾病結果	年齡 (歲) ^b	I ^c	II	III
缺血性心臟病	30-69	1.00	1.44	1.71
	70-79	1.00	1.31	1.50
	≥80	1.00	1.20	1.30
缺血性中風	30-69	1.00	1.10 ^a	1.53
	70-79	1.00	1.08 ^a	1.38
	≥80	1.00	1.05 ^a	1.24
乳癌	30-44	1.00	1.13	1.25
	45-69	1.00	1.13	1.34
	70-79	1.00	1.09	1.25
	≥80	1.00	1.06 ^a	1.16
大腸癌	30-69	1.00	1.18	1.68
	70-79	1.00	1.13	1.48
	≥80	1.00	1.08 ^a	1.30
糖尿病	30-69	1.00	1.24	1.45
	70-79	1.00	1.18	1.32
	≥80	1.00	1.11 ^a	1.20

^a 當相對風險值未達統計顯著水準時，假設其相對風險值等於 1 (RR=1)。

^b 除了乳癌之外，所有疾病別相對風險資料均不分性別

^c 根據代謝當量定義介於 3-6 為中等強度運動，代謝當量大於 6 為劇烈強度運動。當每周有大於等於 2.5 小時的中等強度運動或者大於等於 1 小時的劇烈強度運動則定義為適當運動行為 (Level I); 而當每周有小於 2.5 小時的中等強度運動或者小於 1 小時的劇烈強度運動則定義為運動不足 (Level II); 而若沒有進行任何中等強度運動或者劇烈強度運動則定義為不運動 (Level III)

參考文獻:

Bull FC AT, Dixon T, Ham S, Neiman A, et al. : Physical inactivity. In Comparative quantification of health risks: global and regional burden of disease attributable to selected major risk factors (Ezzati M LA, Rodgers A, Murray CJL ed. pp. 729-881. World Health Organization: Geneva; 2004:729-881.



附錄表六、吸菸(active smoking)相對風險資料

危險因子/ 疾病	性別	年齡(歲)				
		35-44	45-59	60-69	70-79	≥80
吸菸 <i>Tobacco smoking</i>	男性	2.06	2.06	2.06	1.00	1.00
	女性	3.58	3.58	3.58	1.00	1.00
缺血性心臟病	男性	2.06	2.06	2.06	1.00	1.00
	女性	3.58	3.58	3.58	1.00	1.00
中風	男性	1.65	1.65	1.65	1.00	1.00
	女性	2.08	2.08	2.08	1.00	1.00
其他心血管疾病	男性	1.60	1.96	1.96	1.96	1.96
糖尿病	男性	1.51	1.51	1.51	1.51	1.51
	女性	1.09 ^a	1.09 ^a	1.09 ^a	1.09 ^a	1.09 ^a
口腔癌	男性	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60
鼻咽癌	男性	1.78	1.78	1.78	1.78	1.78
食道癌	男性	3.18	3.18	3.18	3.18	3.18
胃癌	男性	1.68	1.68	1.68	1.68	1.68
直腸癌	男性	2.06	2.06	2.06	2.06	2.06
肝癌	男性	1.46	1.46	1.46	1.46	1.46
	女性	5.03	5.03	5.03	5.03	5.03



肺癌	男性	2.73	2.73	2.73	2.73	2.73
	女性	3.36	3.36	3.36	3.36	3.36
子宮頸癌	女性	5.78	5.78	5.78	5.78	5.78
慢性肝病	男性	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01
	女性	0.71 ^a	0.71 ^a	0.71 ^a	0.71 ^a	0.71 ^a
慢性腎臟病	男性	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23
	女性	0.94 ^a	0.94 ^a	0.94 ^a	0.94 ^a	0.94 ^a
慢性阻塞性肺病	男性	1.82	1.82	1.82	1.82	1.82
	女性	2.87	2.87	2.87	2.87	2.87

^a當相對風險值未達統計顯著水準時，假設其相對風險值等於 1 (RR=1)。

參考文獻:

1. Wen C-P, Tsai SP, Chen C-J, Cheng T-Y: The mortality risks of smokers in Taiwan: Part I: cause-specific mortality. Preventive medicine 2004, 39:528-535.
2. Wen CP, Tsai SP, Chen CJ, Cheng TY, Tsai MC, Levy DT: Smoking attributable mortality for Taiwan and its projection to 2020 under different smoking scenarios. Tob Control 2005, 14 Suppl 1:i76-80.

附錄表七、二手菸暴露(passive smoking)相對風險資料



危險因子/ 疾病 ^a	性別	相對危險性
二手菸暴露 <i>Passive smoking</i>		
缺血性心臟病	不分性別	1.27
中風	不分性別	1.22
肺癌	不分性別	1.43

^a 資料結果不分年齡

參考文獻:

Lim SS, Vos T, Flaxman AD, Danaei G, Shibuya K, Adair-Rohani H, Amann M, Anderson HR, Andrews KG, Aryee M, et al: A comparative risk assessment of burden of disease and injury attributable to 67 risk factors and risk factor clusters in 21 regions, 1990-2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. *Lancet* 2012, 380:2224-2260.

附錄表八、飲酒習慣相對風險資料

疾病結果 ^a	性別	無飲酒行為	DI ^b	DII	DIII
缺血性心臟病	男性	1.00	0.82	0.83	1.00
	女性	1.00	0.82	0.83	1.12
缺血性中風	男性	1.00	0.94	1.33	1.65
	女性	1.00	0.52	0.64	1.06
出血性中風	男性	1.00	1.27	2.19	2.38
	女性	1.00	0.59	0.64	1.06
血壓過高性心臟病	男性	1.00	1.40	2.00	4.10
	女性	1.00	1.40	2.00	2.00
糖尿病	男性	1.00	1.00	0.57	0.73
	女性	1.00	0.92	0.87	1.13
口腔癌	不分性別	1.00	1.45	1.85	5.39
食道癌	不分性別	1.00	1.80	2.38	4.36
乳癌	女性	1.00	1.14	1.41	1.59
肝癌	不分性別	1.00	1.45	3.03	3.60
其他癌症	不分性別	1.00	1.10	1.30	1.70
慢性肝病及肝硬化	不分性別	1.00	1.30	9.50	13.00
交通事故意外	不分性別	1.00	1.20	1.70	4.00
自殺	不分性別	1.00	1.00	1.00	2.10

^a 資料結果不分年齡

^b 飲酒行為劃分為四個等級：1). 無飲酒行為：過去一年沒有喝酒的習慣；2). 飲酒行為等級一(DI)：女性每日酒精攝取累積濃度 0–19.99 克，男性每日酒精攝取累積濃度 0–39.99 克；3). 飲酒行為等級二(DII)：女性每日酒精攝取累積濃度 20–39.99 克，男性每日酒精攝取累積濃度 40–59.99 克；4). 飲酒行為等級三(DIII)：女性每日酒精攝取累積濃度大於 40 克，男性每日酒精攝取累積濃度大於 60 克。

參考文獻：

Rehm J RR, Monteiro M, Gmel G, Graham K, et al.: Alcohol use. In Comparative quantification of health risks: Global and regional burden of disease attributable to selected major risk factors (Ezzati M LA, Rogers A, Murray CJL, ed. pp. 959-1108. World Health Organization: Geneva; 2004:959-1108.

附錄表九、嚼食檳榔、慢性 B 型肝炎與慢性 C 型肝炎感染相對風險資料

危險因子/ 疾病	性別	相對危險性	參考文獻
嚼食檳榔 <i>Betel nut use</i>			
口腔癌	男性	12.52	[1]
喉癌	男性	6.24	[1]
食道癌	男性	5.64	[1]
慢性 B 型肝炎病毒感染			
肝癌	不分性別	11.61	[2-5]
慢性肝病及肝硬化	不分性別	6.63	[6]
慢性 C 型肝炎病毒感染			
肝癌	不分性別	11.28	[3-5]
慢性肝病及肝硬化	不分性別	1.80	[6]

參考文獻：

1. Wen CP, Tsai MK, Chung WS, Hsu HL, Chang YC, Chan HT, Chiang PH, Cheng TY, Tsai SP: Cancer risks from betel quid chewing beyond oral cancer: a multiple-site carcinogen when acting with smoking. *Cancer Causes Control* 2010, 21:1427-1435.
2. Fwu CW, Chien YC, Nelson KE, Kirk GD, You SL, Kuo HS, Feinleib M, Chen CJ: Mortality after chronic hepatitis B virus infection: a linkage study involving 2 million parous women from Taiwan. *J Infect Dis* 2010, 201:1016-1023.
3. Lai MS, Hsieh MS, Chiu YH, Chen TH: Type 2 diabetes and hepatocellular carcinoma: A cohort study in high prevalence area of hepatitis virus infection. *Hepatology* 2006, 43:1295-1302.
4. Wang CS, Yao WJ, Chang TT, Wang ST, Chou P: The impact of type 2 diabetes on the development of hepatocellular carcinoma in different viral hepatitis statuses. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 2009, 18:2054-2060.
5. Wang LY, You SL, Lu SN, Ho HC, Wu MH, Sun CA, Yang HI, Chien-Jen C: Risk of hepatocellular carcinoma and habits of alcohol drinking, betel quid chewing and cigarette smoking: a cohort of 2416 HBsAg-seropositive and 9421 HBsAg-seronegative male residents in Taiwan. *Cancer Causes Control* 2003, 14:241-250.
6. Chen TH, Chen CJ, Yen MF, Lu SN, Sun CA, Huang GT, Yang PM, Lee HS, Duffy SW: Ultrasound screening and risk factors for death from hepatocellular carcinoma in a high risk group in Taiwan. *Int J Cancer* 2002, 98:257-261.

附錄表十、台灣垃圾死因(garbage code)代碼定義及分布

代號	代號名稱 Code name	國際疾病分類標準-10 (ICD-10)	數量 百分比(%)
GC_01	敗血症(septicemia)	A40, A41	3,623 (16.0%)
GC_02	血容積過少(volume depletion)	E86	6 (0.03%)
GC_03	界定不明之癌症部位 (ill-defined cancer site)	C76, C80, C97	1,127 (5.0%)
GC_04	心衰竭(heart failure)	I50	3,174 (14.0%)
GC_05	界定不明之心血管疾病 (ill-defined cardiovascular diseases)	I46, I472, I490, I514, I515, I516, I519, I709	1,889 (8.3%)
GC_06	腎衰竭(renal failure)	N00-N17, N19, N25-N29	2,713 (12.0%)
GC_07	界定不明之事故傷害 (ill-defined injury)	Y10-Y34, Y872	557 (2.5%)
GC_08	界定不明之症狀 (ill-defined conditions)	R00-R99	6,880 (30.4%)
GC_09	其他界定不明之死因代碼 (other ill-defined codes)	D65, I99, J81, J96, I269, P285	2,690 (11.9%)

備註：本論文相關結果亦發表於

Wei-Cheng Lo, Chu-Chang Ku, Shu-Ti Chiou, Chang-Chuan Chan, Chi-Ling Chen, Mei-Shu Lai, Hsien-Ho Lin. **Adult mortality of diseases and injuries attributable to selected metabolic, lifestyle, environmental, and infectious risk factors in Taiwan: a comparative risk assessment.** *Population health metrics* 2017 May 15.1: 17.

Wei-Cheng Lo, Ruei-Hao Shie, Chang-Chuan Chan, Hsien-Ho Lin. **Burden of Disease Attributable to Ambient Fine Particulate Matter Exposure in Taiwan.** *Journal of the Formosan Medical Association.* 2016 Feb 10