

台灣重要死因變動趨勢對潛在生命年數與經濟損失影響探討

林正祥^{1,*} 劉士嘉² 劉冠暉¹

目標：事故傷害、惡性腫瘤與糖尿病長期以來一直位居台灣前十大死因，三者分別為青少年，中、老年及老年人口的主要死因，本研究藉此探討三個重要死因對台灣潛在生命年數及經濟損失之影響。**方法：**利用Lee-Carter模式探討近30年來重要死因死亡率變動趨勢，另以平均餘命為基礎推算出其預期生命年數損失與工作年數損失，再以人力資本法計算1985-2012年重要死因所造成的經濟損失，最後利用時間序列ARIMA模式探討並預測重要死因的經濟損失變動趨勢。**結果：**事故傷害與惡性腫瘤的死亡水平指數近年來呈下降趨勢，而糖尿病則為上下震盪起伏；生命年數暨工作年數損失方面，事故傷害呈下降趨勢，惡性腫瘤與糖尿病則為直線上升趨勢；經濟損失方面，三死因自1985~2012年皆呈先上升後下降趨勢，惟惡性腫瘤自2001年後其經濟損失已超越事故傷害。**結論：**事故傷害經濟損失呈下降趨勢，意謂政府政策有所成效，應持續努力；惡性腫瘤疾病經濟損失自2001年即位居第一，對於其之防範與治療仍須加強；至於糖尿病經濟損失金額相對較小，惟其屬老年重要疾病，容易導致其他併發症發生，其防治仍有改善空間。(台灣衛誌 2015；34(2)：168-179)

關鍵詞：死亡率、Lee-Carter模式、ARIMA模式、潛在生命年數損失、經濟損失

前 言

依衛福部統計處公佈的2013年主要死因分析[1]，台灣地區十大死因死亡人數占總死亡人數之77.2%，其中惡性腫瘤位居首位(占29.0%)，糖尿病為第四名(6.1%)，事故傷害則位居第六名(4.3%)。其中事故傷害為15-24歲青年人口主要死因；惡性腫瘤除在15-24歲青少年人位居第三外，其他年齡層均為首要死因；糖尿病則是老年人主要的慢

性疾病，容易導致併發症。與2012年相較，惡性腫瘤均為台灣地區十大死因首位，糖尿病上升一名，事故傷害下降最為明顯死因，其死亡率降幅達5.9%。

歷年事故傷害之死亡率呈下降趨勢，除因1999年的921大地震以及2009年的莫拉克88風災外，事故傷害每十萬人口標準化死亡率由1990年68.8人下降至2012年的23.8人，23年來的降幅達67.8%；惡性腫瘤自1982年起已連續31年高居國人死因之首位，每十萬人口標準化死亡率從1987年之118.9，逐年上升，至1997年達最高點144.3，爾後各年呈現逐年緩和下降趨勢，至2012年為131.3。另一方面，惡性腫瘤死亡人數逐年增加，1981年占總死亡人數16.0%至2012年達28.4%，增加12.4個百分點，男女兩性惡性腫瘤死亡人數占率雖男性高於女性，但兩性長期趨勢則相當一致；糖尿病則為老年人

¹ 東海大學統計學系

² 衛生福利部國民健康署監測研究組

* 通訊作者：林正祥

聯絡地址：台中市西屯區台灣大道四段1727號

E-mail: linstat@thu.edu.tw

投稿日期：103年9月26日

接受日期：104年2月26日

DOI:10.6288/TJPH201534103102



重要死亡疾病，若長期血糖控制不當，容易引起許多併發症，在國人十大死因當中，有半數死因與糖尿病併發症有關。

事故傷害的發生通常無預警且突然，若因事故傷害提前結束生命將會社會產能貢獻形成巨大的損失；惡性腫瘤一直是國人十大死因之首，更是為各年齡層的死因的前三名，其帶來對社會的損失亦不能小覷；糖尿病是一種常見老年人口的慢性疾病，65歲以上糖尿病死亡人數占糖尿病總死亡人數的69.1%，其中85歲以上者增加最為明顯。再者，台灣地區十大死因當中，腦血管疾病、心臟血管疾病，乃至於腎病變等等，皆與糖尿病控制不良，有著密不可分的因果關係。可見得糖尿病對國人的健康影響甚鉅。在台灣正進入老齡化社會的時代，這些疾病的問題對個人、家庭與社會所帶來的影響斷不可輕忽，探討這些問題不但具有學術的意義，且對於政策方向也有重要的啟發。

以往利用粗死亡率或其標準化後之結果做為測量健康狀況的指標，然而，老年族群為各種死因的最大危險群，如忽略了死亡者的年齡分佈，將使得大部分的社會資源花在老人疾病的治療與預防，反而使年輕人的死亡疾病容易忽視。另一方面，不同年齡組的死因差異及死亡率下降對勞動力的影響不同，進而影響到社會經濟。美國疾病管制中心自1982年起將潛在生命損失列於疾病報告中，用以了解社會減少的生產力。將社會承受的實質損失，以人年為單位估計出來，使健康資源的規劃與運用，更能符合社會經濟之實質需求。死因造成之生命年數損失係假設人們在無死因發生之狀況下，應可存活至平均餘命之年齡，即假定人存活的每一年對社會都是有貢獻的，所以不同年齡的死因發生，對社會之損失意義應不相同。過早死之衡量是公共衛生界繼死亡率指標後的另一項普遍認為重要，且努力加以研究並應用於各政策上之統計資訊[2]。

綜上所述，本研究擬就1985-2012年之事故傷害、惡性腫瘤及糖尿病死亡率變化趨勢及其所造成的潛在生命年數及經濟損失進行深入探討，並利用時間序列模式進行有關

三大死因之死亡率、潛在生命損失、工作損失及經濟損失之預測。

材料與方法

資料來源

本研究主要就事故傷害、惡性腫瘤與糖尿病三種分別代表青少年人、青壯年人及老年人的主要死因，探討其死亡對潛在生命年數損失、潛在工作年數損失及經濟損失的影響。由於早期十大死因統計的死亡人在1985年左右才有較完整資料，且1985年至2012年近30年資料應可顯現出其對生命年數損失及經濟損失的變化趨勢；而使用自1985至2009年近二十五年資料，大致可以精確地預測2010-2012年經濟損失之結果。本研究以歷年事故傷害、惡性腫瘤及糖尿病死亡人數[1]、1985-2012年台灣地區簡易生命表[3]、台灣人力運用調查國人平均薪資、勞動力參與率與就業率[4]及中華民國統計資訊網之總體統計資料庫[5]作為分析資料來源，並擬就以下課題進行深入探討：

1. 以1985-2009年三大死因資料為基礎，利用Lee-Carter模式探討近28年來三大死因死亡率，並以時間序列模式預測三大死因2010-2012年之死亡水平指數，並計算其預測效果。
2. 依據2000年台灣地區年中人口數，以直接校正法就各年之年齡組進行標準化，分別就三大死因標準化死亡人數，推算歷年事故傷害、惡性腫瘤及糖尿病影響潛在生命年數損失、工作年數損失及每千人口生命年數損失、工作年數損失，並就1985-2009年資料，以時間序列模式預測其三死因2010-2012年之每千人口生命年損失、工作年數損失，並計算其預測效果。
3. 根據2.之結果，以人力資本法經2012年物價指數調整推算三大死因所造成的經濟損失，並就1985-2009年資料，以時間序列模式預測三大死因2010-2012年之經濟損失，並計算其預測效果。

Lee-Carter模式

Lee-Carter模式[6]融合時間序列和人口學模型方法，並根據死亡率的變動情況預測未來不同年齡組死亡趨勢。其公式可表示為：

$$\ln[\mu_x(t)] = a_x + b_x \cdot k(t) + \varepsilon_x(t)$$

其中 $\mu_x(t)$ 為第 t 年時 x 年齡組人口之中央死亡率， a_x 為年齡別死亡率對數變化基數， b_x 為年齡別死亡率對數變化趨勢，即各年齡別死亡率上升或下降的速率， b_x 可能為負，表該年齡別死亡率對數變化和其他年齡別對數變化是反向的。 $k(t)$ 為第 t 年死亡率水平指數， $\varepsilon_x(t)$ 為 x 年齡組在第 t 年之隨機誤差， x 年齡組除將0歲與1-4歲合併為0-4歲年齡組外，其於則參考簡易生命表中之5齡組分類，本研究中共分為18組年齡分組。

相關研究指出Lee-Carter模式可採用WLS(Weighted Least Square)加權，以降低死亡率變異之加權模式[7]，其模式為：

$$\min \sum W_x(t) \cdot (\ln[\mu_x(t)] - a_x - b_x \cdot k(t))^2$$

利用偏導數的概念求出正規方程式，最後可得三個參數的估計值，其中 $W_x(t)$ 為各年齡組在第 t 年之權數。在Lee-Carter方法的相關研究中，黃與余[8]曾利用此一模式對台灣地區生育率進行推估，但此模式極易受到資料的影響，造成在各國效果大不相同。近幾年不少學者提出修正方法，以降低資料對此模式的影響[9]。本研究擬採用WLS加權方法，以1985-2012年的年中人口數作為權數 $W_x(t)$ 進行參數推估。

潛在生命年數損失及工作年數損失

依照本研究所使用之18個年齡分組，令 d_i 為第 i 年齡組特定死因之標準化死亡數， μ_i 為第 i 年齡組之組中點， e_i 則為平均餘命。有關生命年數損失之計算公式如下：

(一) 生命年數損失

1. 年代與世代預期生命年數損失(Period and Cohort Expected Years of Life Lost, PEYLL)

$$PEYLL = \sum d_i \cdot e_i$$

2. 標準化每千人口生命年數損失(Standardized Years of Potential Life Lost per 1000, SYPLL)

$$SYPLL = \left(\frac{PEYLL}{M} \right) \times 1000$$

其中 M 為年中人口數。

(二) 工作年數損失

1. 潛在工作年數損失(Work Years of Potential Life Lost, WYPLL)

$$WYPLL = \sum_{i=1}^3 d_i \cdot (N - W) + \sum_{i=4}^{13} d_i \cdot (N - \mu_i)$$

其中 N 為工作年齡上限， W 為工作年齡下限。

2. 標準化每千人口工作年數損失(Standardized Work Years of Potential Life Lost per 1000, SWYPLL)

$$SWYPLL = \left(\frac{WYPLL}{M} \right) \times 1000$$

潛在生命年數損失概念已有多年的歷史，國內外探討的相關文獻亦所在多有[10-18]。一般來說，國際上對壽命損失上限無一致公認標準。衛生福利部統計處自1996年起定期報告生命年數損失後，陸續採用65歲、75歲作為計算壽命損失之上限，近年來則參考經濟合作發展組織會員國(OECD)改用70歲為上限，計算70歲以下人口潛在生命年數損失。其他有關生命年數損失計算方法，如標準預期生命年數損失(Standard Expected Years of Life Lost, SEYLL)需設定壽命上限，且男性與女性之壽命上限有所不同。因此，考慮到壽命上限及各年齡組均有生命損失的考量下，本研究採用世代預期生命年數損失(PEYLL)作為計算潛在生命年數損失之計算方法，與政府採用YPLL的結果相較之下，利用PEYLL計算生命年數損失可避免不同國家間年齡上限之變動(以何年齡做基準)，方便客觀比較，且壽命的延長可藉由平均餘命來呈現[19]。

工作年數損失則假設生產年齡層或工作年齡層的死亡才會造成社會損失，利用各年

齡層的死亡人數乘以該年齡層與設定之工作年齡上限差距的年數做為工作年數損失之計算；本研究中工作年齡上限(N)為65歲，下限(W)為15歲，對於未達工作年齡下限死亡者，以 $N-W=50$ 計算。

經濟損失

為了使經濟損失的量有更明顯的數字依據，本研究使用人力資本法(Human Capital Method)對經濟損失進行估算，此法係利用個人終身所能賺取的金錢衡量生命的價值。楊與李[20]指出其優點是相關資料易獲得，計算方便且有較客觀的標準，在不同研究之間較可以具比較性。但缺點是對老人及小孩的生命價值假定為零，或十分低，在道德及實質考量上有所缺憾；再者，如果薪資不能反應真正的能力，可能高估或低估生命價值；對疾病或死亡帶來的痛苦與苦難未予以估計。雖有以上缺點，但在資料有限情況下，不失為一個客觀合理之衡量指標。陳等人[14]亦就機動車交通事故之死亡率、潛在生命年數損失及貨幣價值，對機動車交通事故所造成的經濟損失進行探討。

本研究在各年工作年齡組三大死因造成的經濟損失，係採用人力資本法估算。15歲以下死因死亡者可存活至15歲人數為：

$$\sum_{i=1}^3 d_i \left(\prod_{j=i}^3 p_j \right),$$

其中 d_i 為第 i 年齡組特定死因之標準化死亡數， p_j 為第 j 年齡組去除死因死亡人數之調整存活機率。其定義為

$$p_j = 1 - \pi_j \left(\frac{d_j - d_j}{d_j} \right),$$

其中 π_j 為簡易生命表中第 j 年齡組死亡率， d_j 為第 j 年齡組所有死因之標準化死亡數。將此併入15歲年齡組中，並利用以下公式計算各年齡組死因死亡引起的經濟損失，加總再乘上2.5後即為工作年齡組經濟損失：

$$\left[\sum_{k=4}^{13} Lab_k \times E_k \times S_k \times \left(\sum_{i=4}^k d_i \times \left(\prod_{j=i}^k p_j \right) \right) \right] \times 2.5$$

其中 Lab_k 、 E_k 及 S_k 分別為第 k 年齡組之勞動參與率、就業率及平均年薪；2.5係指5齡組之特定死因死亡者平均工作年數。另，考慮因通貨膨脹造成之差異，為使各年度之經濟損失可以在同一水平上進行客觀比較，本研究在利用人力資本法計算經濟損失時，以上述方法所計算之歷年經濟損失，再乘上依2012年之物價指數所調整的比率，作為以2012年物價指數為基準之經濟損失。舉例來說，事故傷害在1985年如未經2012年物價指數調整所計算出經濟損失金額為170.10億元，但當年的170.10億元的價值就如同2012年的279.18億元並以2012年消費者物價指數調整推算之經濟損失。若對於未來之經濟損失折算現值，亦可以2012年為基準，計算出相對其經濟損失金額。

時間序列模式

所謂時間序列是指一系列隨時間變化且具有隨機性觀測的數據，且此數據在時間的前後有相互關聯的性質，簡稱為時間序列。而分析探討時間序列的內在統計規律的方法就統稱為時間序列分析法。自我迴歸整合移動平均模式(Auto Regressive Integrated Moving Average, ARIMA)[21]可用來說明平穩型、無定向與季節性數列之意義，一個完整的ARIMA(p, d, q)模型使用三個工具來預測時間數列：(1)自我迴歸(AR(p)-auto regressive terms)；(2)差分處理項(I(d)-integrated)；(3)移動平均項(MA(q)-moving average terms)；經過這三個工具的結合，即可建立一個完整的ARIMA預測模式。其中AR(p)表此數列與前 p 年具高度自我相關，MA(q)表此數列會受過去 q 年隨機誤差之加權平均影響，I(d)則表示此模式可經 d 階差分得到平穩時間序列。

在模式的預測效果評估上，本研究採用MAPE (Mean Absolute Percentage Error)作為預測效果的測量，其計算公式如下：

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{y_i - \hat{y}_i}{y_i} \right| \times 100\%,$$

其中 n 為預測期數， y_i 為實際值， \hat{y}_i 為預測值。Lewis[22]提到可將MAPE的大小將模式預測能力分為四種等級，分別為 $MAPE < 10\%$ (高精確度)、 $10\% < MAPE < 20\%$ (良好)、 $20\% < MAPE < 50\%$ (合理)及 $50\% < MAPE$ (不正確)。

結 果

死亡率變動趨勢

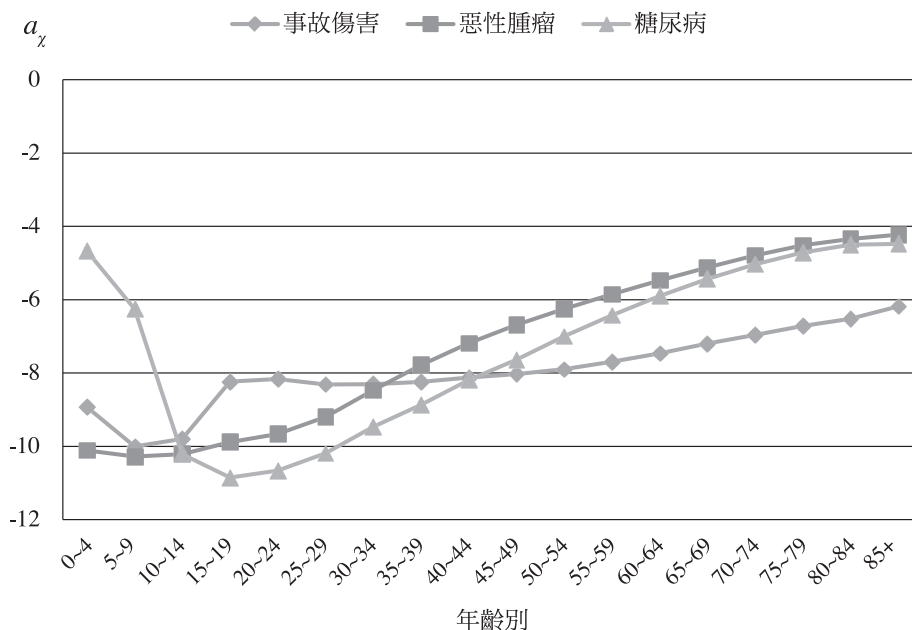
圖一顯示1985-2012年事故傷害的年齡別死亡率對數平均，大致呈現下降再上升，在10-20歲上升幅度較大，爾後緩慢上升，年齡較大者相對具有較高的死亡率；惡性腫瘤呈上升趨勢，在15歲後快速上升，年齡較大者其相對具有較高的死亡率；糖尿病呈下降再上升趨勢，在15-19歲達最低點，爾後快速上升，年齡在幼年時期(0-4歲)或年齡較大者有較高的死亡率。

圖二為三大死因年齡別死亡率對數 b_x 變

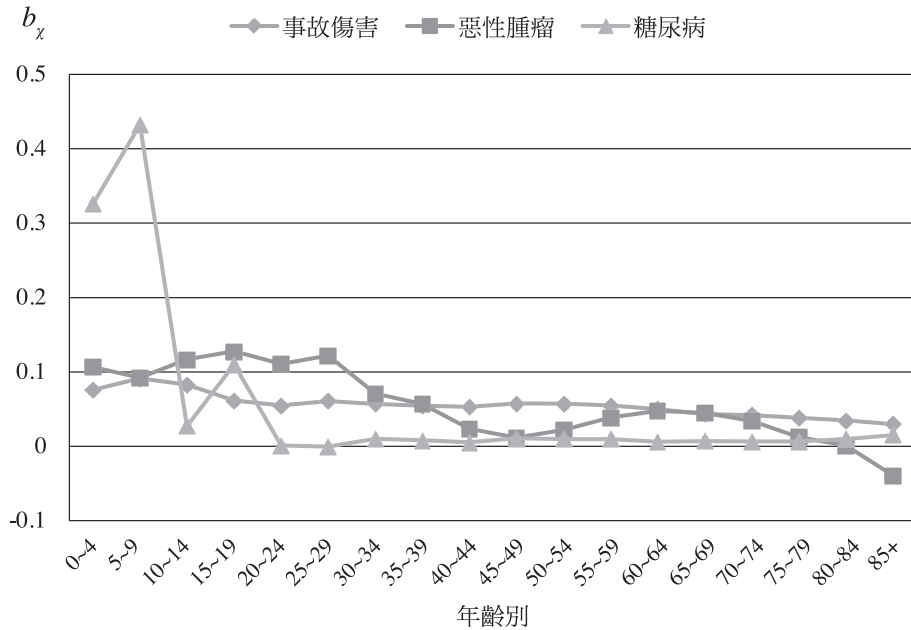
化趨勢，事故傷害呈上升、下降起伏，且0-4歲的變化速度快，15歲後變化速度有所振盪起伏但呈現平穩下降趨勢，年輕族群死亡率變化速度較老年人來得大；惡性腫瘤呈上升、下降起伏，30歲以前相對死亡速度呈震盪趨勢，30-49歲間呈急速下降，49歲後先上升再下降起伏，表示年輕人在死亡率的變化起伏較老年人來得變化大；糖尿病呈現上升或下降震盪起伏變化，5-9歲的變化速度快，但在10-14歲又急速下降，20-24歲後呈現平穩趨勢，0-19歲相較於20歲後的死亡率變化速度高出許多。

Lee-Carter模式 $k(t)$ 值的大小顯示該年死亡水平的高低，圖三顯示事故傷害在1990-2012年的死亡率強度一直在下降，除1999年921地震及2009年莫拉克風災的影響外，事故傷害死亡水平呈現下降趨勢，可見其有明顯的改善；惡性腫瘤隨時間呈現上下起伏震盪趨勢，並於1996年實施全民健康保險後，死亡率有明顯下降趨勢；糖尿病死亡率的相對強度則呈現平穩上下震盪起伏現象，似無規律性可言。

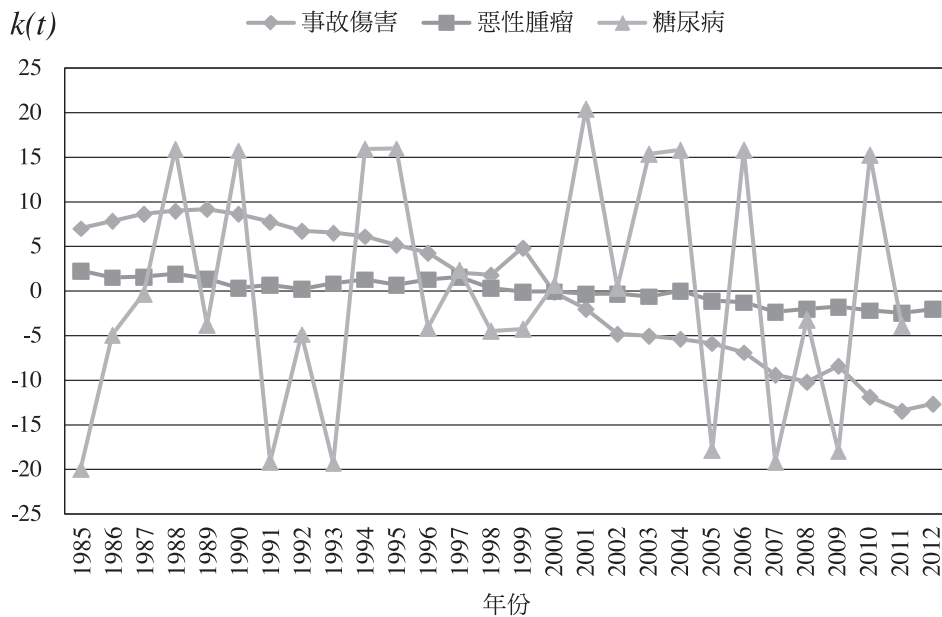
在預測未來3年事故傷害死亡率上，



圖一 事故傷害、惡性腫瘤及糖尿病年齡別死亡率對數變化基數(a_x)



圖二 事故傷害、惡性腫瘤及糖尿病年齡別死亡率對數變化趨勢(b_x)



圖三 事故傷害、惡性腫瘤及糖尿病死亡率水平指數($k(t)$)

排除1999年及2009年兩年的資料，其 $k(t)$ 值預測模式則為 $ARIMA(3,1,2)$ ， $MAPE$ 為

5.16%(精確預測)；惡性腫瘤方面之 $k(t)$ 值預測模式則為 $ARIMA(3,1,3)$ ， $MAPE$ 為4.9%(精

確預測)；糖尿病則因0-19歲之四個五年齡組死亡人數過少， $k(t)$ 呈不平穩現象，故排除0-19歲四個五年齡組，其 $k(t)$ 預測模式則為 $ARIMA(3,1,0)$ ， $MAPE$ 為11.43%(良好預測)。其中三種死因之 $ARIMA$ 皆為 $AR(3)$ ，表示三種重要死因某年之死亡率與前三年有極高度自我相關存在； MA 方面，事故傷害及惡性腫瘤分別為 $MA(2)$ 及 $MA(3)$ ，表兩大死因之年度死亡率分別會受前2年及前3年之隨機誤差加權平均影響；另，三種死因可利用1階差分得到平穩時間序列。

潛在生命年數損失及經濟損失

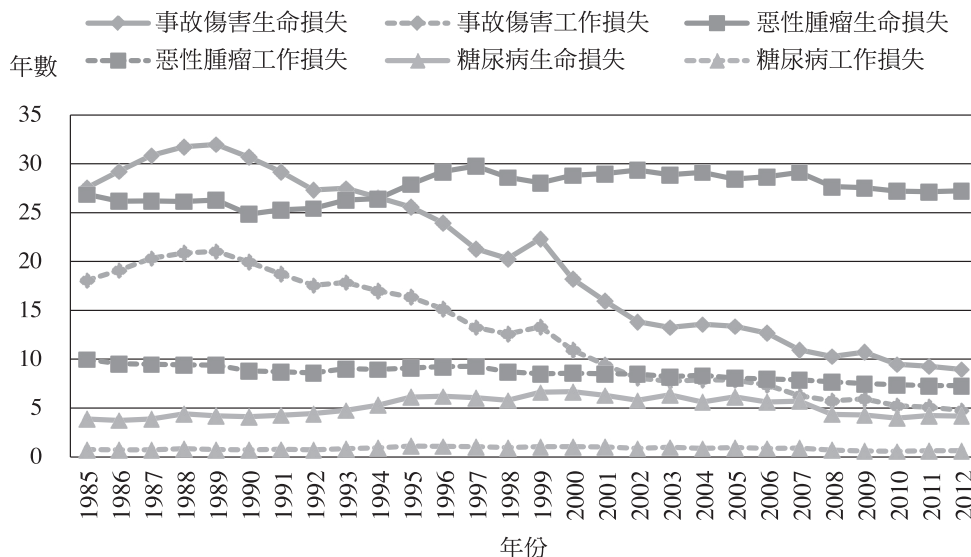
圖四為三種死因之標準化每千人口潛在生命年數損失及工作年數損失。生命年數損失方面，事故傷害呈先上升後下降趨勢，除1989年及1999年的兩個異端值，1985-2012年下降了67.5%；惡性腫瘤呈曲線上升，並在1994年時已超過事故傷害居於首位，在1997年達最高，其平均年數損失為25-30年左右；糖尿病自1986年起呈緩升趨勢，到了1996年開始呈微幅上下震盪，從2007年呈下降趨勢，其損失之生命年數大約為3到7年之間。

工作年數損失方面，事故傷害呈現先上

升後下降趨勢，在1989年最高，爾後至2002年除有數年震盪起伏外，下降幅度較大，2006年後又有一波之降幅，平均損失4-19年；惡性腫瘤方面，呈現微幅震盪下降，其平均損失7-9年；糖尿病方面，自1985年起呈微幅上下起伏下降趨勢，平均損失為0.5-1年。

有關三大重要死因潛在生命年數損失表，因篇幅有限未列出。其中，事故傷害潛在生命損失年數在1989年損失最多為641,555年，28年下降60%。潛在工作年數損失同樣在1989年損失最多為421,734年，28年來下降67%，自1985上升到1989年後開始下降，除少數年份有些微上升外，其他年份均呈現下降趨勢；惡性腫瘤潛在生命損失年數在2007年損失最多為667,387年，28年上升23%。潛在工作年數損失則在1985年損失最多，達191,365年，28年來下降11%，自1985-2012年呈平穩上下起伏，近年來有些微下降趨勢；糖尿病潛在生命損失年數在2000年損失最多為148,316年，28年上升30%。潛在工作年數損失則在1995年損失最多為23,635年，28年來上升3.6%，自1985-1995年逐年上升，自1995年後呈震盪起伏下降。

圖五為歷年事故傷害、惡性腫瘤及糖尿



圖四 事故傷害、惡性腫瘤及糖尿病標準化每千人口生命年數損失及工作年數損失

病之經濟損失，1985-1993年事故傷害調整後經濟損失呈上升趨勢，在1993年時損失最多為510億元，1993-2012年則呈下降趨勢，除1999年因921地震使經濟損失增加；惡性腫瘤調整後經濟損失，在1985-1997年呈上升趨勢，1998年後呈下降趨勢，在2008-2012年又呈平緩且微微上升趨勢；糖尿病調整後經濟損失在1985-1997年損失增加，1998年後呈現震盪起伏且損失下降，在2008年後損失下降快速。

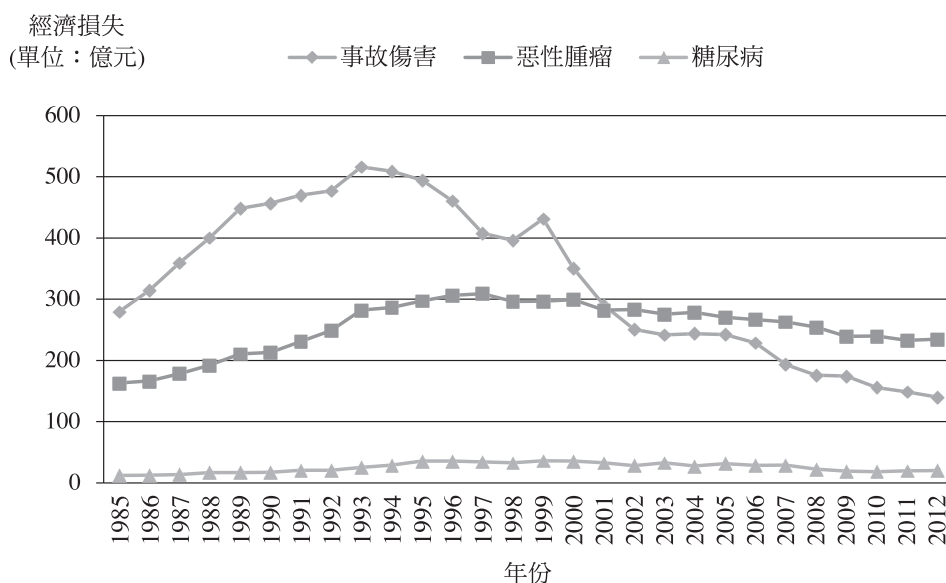
重要死因潛在生命年數、工作年數損失及經濟損失預測

表一為利用1985-2009年三重要死因資料配適有關潛在生命年數、工作年數損失及經濟損失之時間序列模式所得2010-2012年預測值。2010-2012年事故傷害每千人口潛在生命年數及工作年數損失分別為10.207年、9.701年、9.195年及5.765年、5.366年、4.970年；2010-2012年惡性腫瘤每千人口潛在生命年數及工作年數損失分別為27.542年、27.541年、27.541年及7.420年、7.339年、7.258年；至於糖尿病，2010-2012年每千人口潛在生命年數及工作年數損失分別

為4.296年、4.295年、4.295年及0.606年、0.654年、0.674年。

三種死因經濟損失皆以1985-2009年的資料為基礎，事故傷害2010-2012年的經濟損失預測值分別為158.22億元、140.61億元與123.00億元；惡性腫瘤方面，2010-2012年的經濟損失預測值分別為231.38億元、224.28億元與217.94億元；糖尿病2010-2012年所造成的經濟損失預測分別為19.19億元、19.18億元與19.18億元。三死因之潛在生命年數、工作年數損失及經濟損失預測結果皆為高度精確。

另一方面，本研究亦發現惡性腫瘤的經濟損失已於2001年超越事故傷害(圖五)，故本研究利用2001年為基準，比較前三年(1998-2000年)與後三年(2002-2004年)15-65歲工作年齡組之三大死因死亡相對比例進行探討。表二顯示，事故傷害死亡相對比例呈下降趨勢，然惡性腫瘤呈上升趨勢，至於糖尿病則變動趨勢不大，表示近年來事故傷害死亡人數的下降，使其除對經濟損失的影響減少外，亦小於惡性腫瘤，雖然惡性腫瘤的經濟損失亦呈下降趨勢，惟幅度遠較事故傷害為小。



圖五 事故傷害、惡性腫瘤及糖尿病調整後經濟損失

表一 2010年至2012年事故傷害、惡性腫瘤及糖尿病每千人口潛在生命年數損失、每千人口潛在工作年數損失及經濟損失預測

潛在生命年數損失(每千人口)								
事故 傷害	預測模式 ARIMA(0,2,1)		惡性 腫瘤	預測模式 ARIMA(1,1,1)		糖尿病	預測模式 ARIMA(1,1,0)	
	年份	預測值(年)		年份	預測值(年)		年份	預測值(年)
	2010	10.21		2010	27.54		2010	4.30
	2011	9.70		2011	27.54		2011	4.30
	2012	9.20		2012	27.54		2012	4.30
潛在工作年數損失(每千人口)								
事故 傷害	預測模式 ARIMA(0,2,4)		惡性 腫瘤	預測模式 ARIMA(1,1,1)		糖尿病	預測模式 ARIMA(0,1,3)	
	年份	預測值(年)		年份	預測值(年)		年份	預測值(年)
	2010	5.77		2010	7.42		2010	0.61
	2011	5.37		2011	7.34		2011	0.65
	2012	4.97		2012	7.26		2012	0.67
經濟損失								
事故 傷害	預測模式 ARIMA(0,2,0)		惡性 腫瘤	預測模式 ARIMA(1,1,1)		糖尿病	預測模式 ARIMA(1,1,0)	
	年份	預測值(億元)		年份	預測值(億元)		年份	預測值(億元)
	2010	158.22		2010	231.38		2010	19.19
	2011	140.61		2011	224.28		2011	19.18
	2012	123.00		2012	217.94		2012	19.18

討 論

本研究以1985-2012年惡性腫瘤、糖尿病及事故傷害為例，利用Lee-Carter模式探討及預測三種死因死亡率變化趨勢，並以2000年年中人口結構為標準做調整，推估惡性腫瘤、糖尿病及事故傷害潛在生命年數損失、潛在工作年數損失並利用人力資本法以2012年CPI為基準，推算其所造成的經濟損失。此外，本研究以時間序列ARIMA模式預測三種重要死因之潛在生命損失、工作損失及經濟損失，旨在處理重要死因之非定態的時間序列趨勢，並以此說明重要死因平穩型、無定向與季節性數列之意義，此為ARIMA模式廣泛被使用於預測之主因，本文也藉此得到有關重要死因之生命損失、工作損失及經濟損失的高度精確結果。

就事故傷害而言，我們可以看到不論死亡率、工作年數損失與經濟損失都有逐年下降的趨勢，顯示政府非常重視事故傷害相關

的防制與宣導，以及持續實施有助於降低事故傷害死亡之政策，惟其仍有改善的空間。另一方面，根據過往資料顯示運輸事故仍是事故傷害的大宗，建議政府在監測調查的研究上，落實有關交通事故調查的統計，以加強道路環境的改善，保障行人與用路人的生命安全，並訂定具體降低傷亡人數的目標，提升台灣事故傷害監測品質與預防決策之能量。

雖然有關惡性腫瘤的經濟損失略有下降，惟近幾年趨於平緩並未更進一步地下降，因此對其防範仍是一大重點，目前為止惡性腫瘤仍是最具威脅的死因，除了積極研發治療方法與藥物外，更應加強宣導防癌日常生活該注意的事情，例如：飲食習慣，以及環境的相關影響，以避免惡性腫瘤對於社會的損失再繼續擴大。

糖尿病常見的危險因子包括高血壓、肥胖、缺乏運動、血脂異常、血糖偏高、家族血親有糖尿病、等等，且會導致中風、心臟

表二 15-65歲1998年至2004年事故傷害、惡性腫瘤及糖尿病年齡組相對死亡比例

死因	年份					
	1998	1999	2000	2002	2003	2004
事故傷害	0.346	0.360	0.319	0.265	0.256	0.266
惡性腫瘤	0.564	0.541	0.579	0.641	0.639	0.640
糖尿病	0.090	0.098	0.102	0.094	0.105	0.094

病、腎臟病等併發症，這應屬代謝疾病症候群之範圍，本文並未列入討論。雖然其經濟損失相對其他二種死因不算太大，然若一併考慮代謝症候群，則其生命年數損失及經濟損失當有可能超越惡性腫瘤，惟本文僅就三重要死因間之比較，並未將其他相關死因之影響合併討論。

本研究以工作年齡組為基礎，將三死因死亡率下降情況轉換為經濟損失減損程度，係利用年齡別之平均年薪乘以勞動參與率、就業率及三死因死亡人數，並以2.5做為5齡組三死因死亡者平均工作年數乘之，再輔以2012年CPI調整後推算。三大死因所造成之經濟損失下降，除受到各年齡組勞動參與率、就業率、平均薪資結構影響外，亦受到年齡別死亡率的影響，特別針對不同的死因，其死亡的主要族群亦不同，爾後當可依年齡別造成之經濟損失及影響層面進行探討。另一方面，本研究限於死亡所引起之損失，未考慮受傷或罹病造成之損失，可能有低估經濟損失的情況。再者，生命統計資料使用時無法針對教育程度及經濟狀況等社經變數進行探討，故有不足之處。

綜上所述，本文透過台灣地區歷年來三重要死因死亡數所造成的經濟損失估算，旨在從另一個較經濟性的觀點了解本國重要死因的相對重要性，使得未來健康資源的規劃與運用得到更佳預防疾病的效果，減少不必要的早死及罹病，研究結果當有助於政府相關部門擬定相關防制政策。

致 謝

本研究承科技部(計畫編號MOST 101-2410-H-029-024)部分經費補助，特此致謝！

參考文獻

1. 衛生福利部統計處：死因統計。http://www.mohw.gov.tw/cht/DOS/Statistic.aspx?f_list_no=312&fod_list_no=1610。引用2014/07/28。
Department of Statistics, Ministry of Health and Welfare, R.O.C. (Taiwan). The cause of death statistics. Available at: http://www.mohw.gov.tw/cht/DOS/Statistic.aspx?f_list_no=312&fod_list_no=1610. Accessed July 28, 2014. [In Chinese]
2. Gardner JW, Sanborn JS. Years of potential life lost (YPLL) -- what does it measure? Epidemiology 1990;1:322-9. doi:10.1097/00001648-199007000-00012.
3. 內政部統計處：台灣地區簡易生命表。http://sowf.moi.gov.tw/stat/Life/T05-lt-quary.html。引用2014/01/11。
Department of Statistics, Ministry of the Interior, R.O.C. (Taiwan). Abridged life table, Taiwan area. Available at: http://sowf.moi.gov.tw/stat/Life/T05-lt-quary.html. Accessed January 11, 2014. [In Chinese]
4. 行政院主計總處：人力運用調查報告。http://www1.stat.gov.tw/lp.asp?CtNode=4991&CtUnit=1183&BaseDSD=7&mp=3。引用2014/05/01。
Directorate-General of Budget, Accounting and Statistics, Executive Yuan, R.O.C. (Taiwan). Report of the manpower utilization survey. Available at: http://www1.stat.gov.tw/lp.asp?CtNode=4991&CtUnit=1183&BaseDSD=7&mp=3. Accessed May 1, 2014.
5. 行政院主計總處：總體統計資料庫。http://statdb.dgbas.gov.tw/pxweb/dialog/statfile9L.asp。引用2014/01/11。
Directorate-General of Budget, Accounting and Statistics, Executive Yuan, R.O.C. (Taiwan). Macro database. Available at: http://statdb.dgbas.gov.tw/pxweb/dialog/statfile9L.asp. Accessed January 11, 2014.
6. Lee RD, Carter LR. Modeling and forecasting US mortality. J Am Stat Assoc 1992;87:659-71. doi:10.2307/2290201.
7. Wilmoth JR. Computational Methods for Fitting and Extrapolating the Lee-Carter Model of Mortality

- Change. Technical Report. Berkeley, CA: Department of Demography, University of California, Berkeley, 1993.
8. 黃意萍、余清祥：台灣地區生育率推估方法的研究。人口學刊 2002；**25**：145-71。
Huang IP, Yue JC. A comparison of fertility projection methods: a case study in Taiwan area. J Population Studie 2002;**25**:145-71. [In Chinese: English abstract].
9. 曾奕翔、余清祥：Lee-Carter估計模式與死亡率推估研究。2006年台灣人口學會年會暨學術研討會。台北：台灣人口學會，2006。
Tzeng IS, Yue JC. Modeling Lee-Carter model for forecasting mortality rates: a case study in Taiwan area. In: Proceedings of the Annual Conference of Population Association of Taiwan, 2006. Taipei: Population Association of Taiwan, 2006. [In Chinese]
10. 丁先玲、王榮德、許文林：台灣地區居民意外災害及惡性腫瘤、腦血管疾病之累積死亡率與潛在生命損失之長期趨勢(1971-1990)。中華衛誌 1993；**12**：84-91。
Ding SL, Wang JD, Hsu WL. Trends of cumulative mortality rate and years of potential life lost on accidents, malignant neoplasms and cerebrovascular attacks in Taiwan (1971-1990). J Natl Public Health Assoc (ROC) 1993;**12**:84-91. [In Chinese: English abstract]
11. 邱淑媿、曹昭懿、王榮德：1974-90年間台灣地區老年人口意外災害死亡率及潛在生命損失之分析。中華衛誌 1993；**12**：405-20。
Chiou ST, Tsao JY, Wang JD. Trends in mortality rates and years of potential life lost due to elderly accidents in Taiwan from 1974 to 1990. J Natl Public Health Assoc (ROC) 1993;**12**:405-20. [In Chinese: English abstract]
12. 丁先玲、白璐：台灣地區男女民眾各主要死因早死潛在生命年數、損失率及其差異之比較(1991年)。醫學研究雜誌 1994；**14**：397-404。
Ding SL, Pai L. The premature years of potential life lost and sex differences on main causes of death in Taiwan (1991). J Med Sci 1994;**14**:397-404. [In Chinese: English abstract]
13. 林茂榮、陳美滿、王榮德：1979及1989兩年台灣地區十大死因之潛在生命損失與累積死亡率之比較。中華衛誌 1992；**11**：140-9。
Lin MR, Chen MM, Wang JD. Comparison of potential life lost and cumulative mortality rates for 10 leading causes of death in 1979 and 1989 of the Taiwan area. J Natl Public Health Assoc (ROC) 1992;**11**:140-9. [In Chinese: English abstract]
14. 陳立慧、林茂榮、王榮德：機動車交通事故之死亡率、潛在生命年數損失及其貨幣價值。中華衛誌 1993；**12**：368-79。
Chen LH, Lin MR, Wang JD. The mortality rate, years of potential life lost and its monetary value of deaths caused by motor vehicle accidents. J Natl Public Health Assoc (ROC) 1993;**12**:368-79. [In Chinese: English abstract]
15. 潘伶燕、邱淑媿：台灣地區1991~2007年男女性之健康差距：以平均餘命、死亡率及潛在生命年數損失為指標。台灣衛誌 2011；**30**：135-49。
Pan LY, Chiou ST. Gender differences in health in Taiwan, 1991~2007: life expectancy, mortality and years of potential life lost as indicators. Taiwan J Public Health 2011;**30**:135-49. [In Chinese: English abstract]
16. Ekwueme DU, Chesson HW, Zhang KB, Balamurugan A. Years of potential life lost and productivity costs because of cancer mortality and for specific cancer sites where human papillomavirus may be a risk factor for carcinogenesis-United States, 2003. Cancer 2008;**113**:2936-45. doi:10.1002/cncr.23761.
17. Ekwueme DU, Guy GP Jr, Li C, Rim SH, Parelkar P, Chen SC. The health burden and economic costs of cutaneous melanoma mortality by race/ethnicity-United States, 2000 to 2006. J Am Acad Dermatol 2011;**65**:S133-43. doi:10.1016/j.jaad.2011.04.036.
18. Li C, Ekwueme DU, Rim SH, Tangka FK. Years of potential life lost and productivity losses from male urogenital cancer deaths-United States, 2004. Urology 2010;**76**:528-35. doi:10.1016/j.urology.2010.04.030.
19. 陳麗華：國民潛在生命年數損失之變動。台北：衛生福利部統計處，2001。
Chen LH. Changes in the Year of Potential Lost Life. Taipei: Department of Statistics, Ministry of Health and Welfare, R.O.C. (Taiwan), 2001. [In Chinese]
20. 楊銘欽、李玉春：我國吸菸經濟成本之研究期末報告。台北：衛生福利部國民健康署，1992。
Yang MC, Lee YC. The Final Study Report about the Economic Costs of Smoking in Taiwan. Taipei: Health Promotion Administration, Ministry of Health and Welfare, R.O.C. (Taiwan), 1992. [In Chinese]
21. Box GEP, Jenkins GM. Time Series Analysis: Forecasting and Control. Revised ed., San Francisco: Holden-Day, 1976.
22. Lewis EB. Control of body segment differentiation in Drosophila by the bithorax gene complex. Prog Clin Biol Res 1982;**85 Pt A**:269-88.

The effects of trends in mortality due to the leading causes of death on potential lost life and economic loss in Taiwan

CHENG-HSIANG LIN^{1,*}, SHIH-CHIA LIU², GUAN-WEI LIU¹

Objectives: Injuries, malignancies and diabetes are always among the top 10 causes of death in Taiwan. Their occurrence varies among the young, the middle-aged, and the elderly. The aim of this study was to explore the effects of death due to these 3 causes on potential lost life and economic loss for the past 30 years. **Methods:** The Lee-Carter Model was used to explore the change in trends and to predict the future mortality rates of the 3 causes of death. The years of potential life lost/working life lost (YPLL/WPLL) were calculated based on information about life expectancy, and the Human Capital Method was used to determine the economic losses. Finally, a time series autoregressive integrated moving average (ARIMA) model was used to predict the economic losses. **Results:** The mortality indices for injuries and malignancies have decreased in recent years, while that of diabetes has fluctuated up and down. The YPLL/WPLL due to injuries decreased while the losses due to cancer and diabetes increased. The economic losses due to the 3 causes of death increased at the beginning and then went down from 1985 to 2012. Specifically, since 2001, the loss due to malignancies has been significantly higher than that caused by injuries. **Conclusions:** Economic loss due to injuries decreased, implying that the government's preventive policies were quite effective. Economic loss due to malignancies is the highest since 2001, meaning that effective preventive measures are still needed. Although diabetes causes a relatively small economic loss, prevention cannot be ignored since diabetes is highly correlated with metabolic syndrome in the elderly. There is still room for improvement in the prevention and treatment of diabetes. (*Taiwan J Public Health*. 2015;**34**(2):168-179)

Key Words: *mortality rate, Lee-Carter model, ARIMA model, years of potential life lost, economic loss*

¹ Department of Statistics, Tunghai University, No. 1727, Sec. 4, Taiwan Blvd., Xitun Dist., Taichung, Taiwan, R.O.C.

² Surveillance and Research Division, Health Promotion Administration, Ministry of Health and Welfare, Taichung, Taiwan, R.O.C.

* Correspondence author. E-mail: linstat@thu.edu.tw

Received: Sep 26, 2014 Accepted: Feb 26, 2015

DOI:10.6288/TJPH201534103102