

評估結核病接觸者在不同接觸情境的 潛在感染風險

陳慈忻¹ 溫在弘^{1,*} 方啟泰^{2,3,4,5} 詹珮君^{2,6}

目標：本研究旨在探討台灣結核病發病者與接觸者之間不同的接觸情境與社會經濟條件，對於結核病感染風險的影響。**方法：**研究材料是疾管署在2010-2012年的台灣結核病接觸者調查資料，本研究建立接觸者與指標個案之接觸網絡，以迴歸模式分析接觸者感染風險因子，以及結核病潛伏感染接觸效率較高的社會情境。**結果：**在3,297名接觸者中，控制痰塗片陽性與接觸者年齡因素下，指標個案為原住民族群、居住於低度都市化地區、指標個案學歷大學以下、低網絡連結數是接觸者感染風險的獨立預測因子。在831名感染的接觸者中，導致結核病感染的接觸效率較高的社會關係，主要是孩童與青少年的親戚關係、在低度都市化的社區近鄰關係，以及醫療照護的接觸關係。**結論：**本研究發現在缺乏接觸者個人社經資料的情況下，指標個案的社會經濟條件即可做為接觸者感染風險的預測因子；另一方面，利用接觸效率的概念，可證實致病風險在不同社會關係、城鄉與不同年齡層的社會情境下有別，區辨這些特性有助於防疫調查找出具有高度感染風險的接觸者。（台灣衛誌 2017；36(2)：107-121）

關鍵詞：結核病接觸者、接觸情境、感染風險、接觸效率

前 言

結核病 (tuberculosis, 簡稱TB) 主要透過空氣與飛沫傳染，由已發病或潛伏中的患者傳播給其他人，受到結核菌感染的患

者有95%在感染初期不會發病，處於潛伏結核病 (LTBI) 的階段，但是終身皆有再活化的可能，尤其以感染兩年後的發病比例最高[1]，目前估計全世界有1/3人口感染結核菌，及早診斷、治療潛伏結核病是世界衛生組織指出能有效防治結核病發病的重要工作[2]。許多已開發、開發中國家已經實施接觸者追蹤調查多年，台灣的防疫單位亦針對接觸者進行皮膚結核菌素試驗 (TST)，以及早治療潛伏結核病，但是疫調報告指出，接觸者調查工作耗時耗力，2007年至2010年國內的個案平均接觸者人數為5-7人，並有10%的結核病個案未有接觸者追蹤檢查紀錄[3]。因此，評估關鍵的接觸者感染因子以及高接觸效率的接觸情境，有助於醫療資源更準確的投注在適當的對象。

過去研究注意到社會經濟條件是結核病致病與治癒不平等的重要因素[4,5]。除了在醫學上認知的傳染病生理因子如：性別、年

¹ 國立台灣大學理學院地理環境資源學系

² 國立台灣大學公共衛生學院流行病學與預防醫學研究所

³ 國立台灣大學公共衛生學院公共衛生學系

⁴ 國立台灣大學醫學院附設醫院內科部感染科

⁵ 衛生福利部暨國立台灣大學傳染病防治研究及教育中心

⁶ 衛生福利部疾病管制署慢性傳染病組

* 通訊作者：溫在弘

地址：台北市羅斯福路四段1號

E-mail: wenthung@ntu.edu.tw

投稿日期：2016年12月15日

接受日期：2017年3月29日

DOI:10.6288/TJPH201736105125



齡、HIV等[6]之外，許多研究注意到低社經地位族群接觸感染結核病的風險較高[7,8]。過去研究從個人行為分析，發現酗酒、抽菸、租屋與結核病風險的關係[9]；而區域的社會經濟脈絡，也會影響到醫療資源可及性、健康風險認知及傳染病風險[10]，譬如台灣的原住民族原鄉是結核病比例較高的地區，目前尚無醫學研究能夠證實原住民的體質較容易感染結核病，乃屬於台灣社會資源分布不均衍伸的後果[11,12]。綜言之，過去研究為探討結核病發病、未完成治療的社會經濟因素，包括個人的社會經濟狀態（例如：族群類別、收入高低、教育程度、職業類別）、個人健康行為模式（例如：抽菸、酗酒、體重過低），也包含了社會群體的條件，諸如家庭（例如：密集程度、通風狀況）與社區的脈絡因素（例如：發展程度、區域整體就業比率、社會組成的多樣性與貧富差距）[13-18]。

除了由社會經濟因子辨別資源需求較高的族群，過去接觸者調查也希望找到結核病患者的緊密接觸者（close contacts），找到高風險的潛伏結核病族群[19-21]。接觸行為在結核病傳播過程扮演重要的角色，因為人間接觸或空氣中的致病性飛沫是結核病傳播的主因，通常飛沫可以在2公尺內傳播，若空氣流動不佳，則可能以飛沫核的形式滯留於室內，如果患者與接觸者的接觸較為頻繁、親密、相處時間較長，有較高的機會傳播疾病[22-24]。但是台灣的接觸者追蹤調查報告卻發現累積接觸時間450-700小時的接觸者發病風險是累積接觸時間450小時以內的0.69倍，但沒有統計上的顯著差異[3]，顯示相處時間長度的效果不明確，也凸顯了接觸者間「接觸效率」不一致的狀況。除了物理接觸時間、頻率的量測，過去研究運用社會關係的概念追蹤結核病傳播網絡，包括發現家人的風險較高[25,26]，及以個案的性別為女性作為兒童接觸者風險的預測指標[27]，以及孟加拉研究發現傳染病的跨域傳播與親戚的社會接觸有關[28]；亦有研究發現同學關係促成結核病群聚爆發事件[29,30]。

這些研究成果指向疾病傳播的接觸行為不僅是物理性的，也是社會性的。接觸時間不是辨別重要接觸者的充分條件，因為在特定的社會情境下，人會扮演不同的社會角色、發展出特定的相處模式，影響疾病傳播的機會，有些研究指出家人與同事等關係人的互動強度較大[31]，有些研究更進一步指出不同年齡層的重要關係人不同，在生命的不同階段，與相同關係人的社會接觸形態有顯著差異[23,32]，例如：家人是幼兒的互動最密切的關係人，但是有些人步入青少年階段時，在學校與同學聒噪對談，放學回家後則反而築起自己的私密空間。另外在不同發展程度的地區，接觸型態也有顯著差異，例如南非的室內接觸頻率明顯高於歐洲的已開發國家[23,31]。這些接觸的「社會性」正好呼應了累積接觸時間與感染風險不成正比的現象，若能掌握接觸情境的效果，可以協助接觸者調查工作更縮小調查範圍，更有效的掌握高風險接觸者，因此本研究使用台灣2010至2012年結核病接觸者追蹤資料，藉由接觸的社會關係與指標個案的社會經濟、社會網絡特徵，探討促成結核病潛伏感染的關鍵因子。為了進一步討論接觸者追蹤調查的接觸效率問題，本研究進一步探討社會關係在特定的情境下（接觸者年齡層、居住地區的都市化程度），發生感染的累積接觸時間的差異，以辨別高接觸效率的情境特徵。

材料與方法

一、研究材料

結核病接觸者與指標個案的資料來自衛福部疾病管制署2010至2012年結核病接觸者追蹤調查，計畫試辦區包括高雄市左營區、新興區、台北市中山區、信義區、萬華區、台南市永康區、新市區、桃園縣平鎮市、龍潭鄉、南投縣埔里鎮、嘉義縣水上鄉等11個鄉鎮市區，並未包括原民會訂定的原住民族地區。指標個案來自疾管署結核病通報系統，若指標個案之戶籍地隸屬上述行政區，即列入該計畫之調查範疇，並依標準化追蹤面訪表，進行個人接觸史及活動環境的疫情

調查，取得指標個案可傳染期間的接觸者名單，接著地區醫療院所將針對高傳染性個案（痰塗片陽性、或痰培養陽性、或胸部X光異常有空洞者）的接觸者進行接觸者檢查，包括面訪、結核菌素測驗（TST）、QFT-GIT及胸部X光檢驗，取得接觸者的追蹤資料[3]。三年期間通報個案扣除無法配合調查的個案，疾管署提供的資料包含高傳染性指標個案454人、其接觸者共3,621人，本研究基於研究需求刪除未包含指標個案居住環境與位置的樣本，最終進行研究分析之有效樣本為指標個案421人、接觸者3,297人，各縣市樣本數量如表一所示。

二、研究設計

本研究分別探討從兩種觀點來評估接觸者的結核病潛在感染風險，其一為感染機率（infection probability），其二為造成感染的接觸效率（contact efficiency）。感染機率是指接觸者受到結核病潛在感染的機率。本研究定義的感染係指經結核菌素測驗（TST \geq 10mm）者判定為陽性，如果接觸者是1985年12月31日（含）以前出生，為避免卡介苗追加接種影響所致偽陽性，須加作QFT-IT檢查，確認TST、QFT-IT一致呈陽性才判定為感染。在本研究的接觸者感染機率模型中，是否感染的二元變項即為依變項，探討影響感染機率的危險因子。接觸效率是指接觸者與發病者之間，每一單位接觸時間能夠增加的感染機率，接觸效率越高，在越短的累積接觸時間內即可導致感染。一般人結核病感染者自發病即具有感染力，到確診

服藥控制至少兩週後則可大幅降低感染力，並且確診後醫生也會提醒患者進行隔離措施（如：戴口罩），因此從發病到患者就診並且確診之間，這一段缺乏隔離措施與藥物控制的時間，可視為指標個案對接觸者的可傳染期。疫調單位估算高傳染性個案的可傳染期起點為結核病症狀起始日的前三個月，並依照接觸者追蹤調查中紀錄的接觸頻率（小時，每日/週/月），估計該名接觸者於指標個案可傳染期的累積接觸時間。根據上述的概念，本研究篩選出感染結核病的接觸者，定義接觸效率為單位接觸時間對感染風險貢獻量，並在接觸效率模型中探討影響效率的接觸情境。

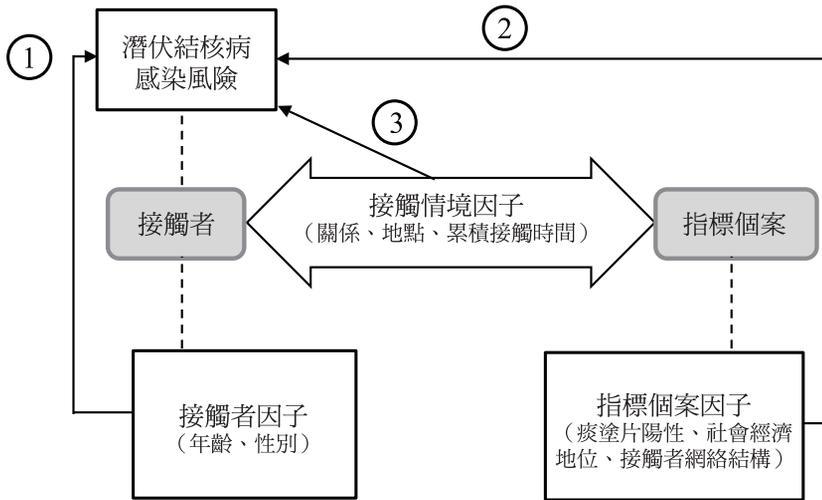
1. 接觸者感染機率的因子

本研究將感染機率實證模型的解釋變數從接觸過程中分為接觸者、個案、接觸情境三方面的因子（圖一）。

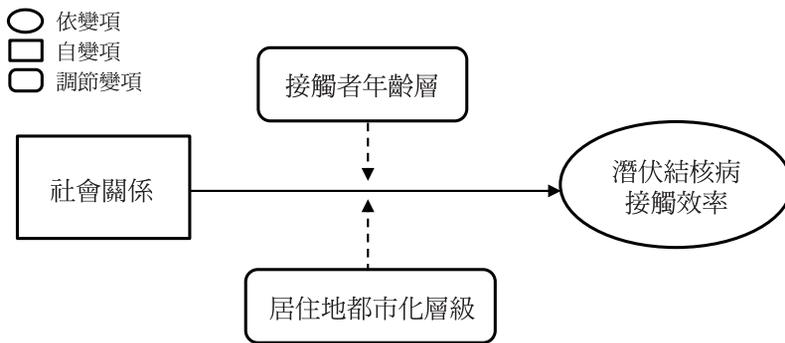
首先，在接觸者因子部分（圖一途徑①），考量年長者發生率比年輕人高、男性發生率比女性高，因此納入55歲以上、男性等解釋變數。第二，在指標個案因子部分（圖二途徑②），需要控制個案的傳染性，在胸部X光、痰塗片、痰培養等檢驗當中，有以痰塗片陽性的患者最容易傳播結核病，因此納入痰塗片陽性為解釋變數；而本研究假設指標個案的社會經濟地位某種程度反映了接觸者所處的社會環境條件，因此採取指標個案的以下變項：工作狀態（是否有穩定工作）、族群屬性（是否為原住民族或外籍人士）、居住品質（是否為一廳二房以上之型態）、是否酗酒、教育程度、居住地區都市化程度。教育程度的分類根據過去文獻，雖然有低度發展國家會以是否受初等教育作為指標[33]，但是已開發國家的研究案例顯示大學以上的教育程度的結核病風險顯著高於其他低於大學教育程度的各個類別[34]，因此本研究僅區分是否受過大學教育。居住地區都市化程度是依照台灣地區359個鄉鎮市區的七種發展類型[35]簡化成兩大類：(1) 高度都市化地區，包括發展類型中的「高度都市化市鎮」、「中度都市化市鎮」；(2)

表一 接觸者調查各縣市試辦區人數統計

縣市	指標個案	接觸者	接觸者	
			感染人數	感染百分比
台北市	60	261	70	26.8
桃園縣	78	1,073	294	27.4
南投縣	27	236	76	32.2
嘉義縣	10	83	32	38.6
台南市	89	702	131	18.7
高雄市	157	942	228	24.2
總計	421	3,297	831	25.2



圖一 接觸者感染風險模型之架構圖



圖二 社會關係對接觸效率的直接與間接影響途徑

低度都市化地區，包括「新興市鎮」、「一般鄉鎮市區」、「高齡化市鎮」、「農業市鎮」與「偏遠鄉鎮」。另外，指標個案的接觸網絡型態中，每一個指標個案所接觸的接觸者人數多寡影響個別接觸者的暴露機會，指標個案的接觸網絡中年齡的同質性也可能反映共同的溝通型態，因此以個案的接觸者連結數 (degree)、同年齡層的比例作為解釋變項。最後，在接觸情境因子部分 (圖二途徑③)，除了考量個案與接觸者的接觸時間長短，不同社會關係與接觸地代表了不同性質的環境 (通風狀況、人口密度)，同時也反映了接觸者之間的互動方式與親密程

度，因此從一般人生活型態中主要互動對象分類為家人 (直系血親或配偶)、親戚、室友、同事、同儕師生、醫療照護 (照顧者、被照顧者、共同受照顧者)、社區近鄰 (鄰居、地方宗教組織)、其他朋友等社會關係，以及居住地、職場、校園等接觸地類別的解釋變項。

感染機率模型的反應變數為是否受到感染，屬於二元變項，因此本研究採用邏輯斯迴歸 (logistic regression) 來分析接觸者感染機率的危險因子。為校估模式使用變項，本研究首先以單變項分析篩選與接觸者感染顯著相關的因子，並在多變項迴歸中診斷變

數之間的共線性，以概似比檢定選擇配適度較高的模型。由於接觸情境中，接觸地點與社會關係的因子有共線問題（VIF>5），因此分為兩個模型進行分析。本研究的社會關係的感染機率模型如下：

$$\log \frac{\pi_i}{1-\pi_i} = \beta_0 + \beta_a x_{ia} + \sum_{b=1}^5 \beta_b x_{ib} + \sum_{c=1}^7 \beta_c x_{ic}$$

式中， i 為接觸者， π 為感染機率， β_0 為截距項， x_{ia} 代表接觸者因子，為接觸者 ≥ 55 歲（ $a=1$ ）； x_{ib} 代表指標個案因子，包括痰塗片陽性（ $b=1$ ）、最高學歷大學以下（ $b=2$ ）、原住民族（ $b=3$ ）、接觸網絡連結數（ $b=4$ ）、居住低度都市化地區（ $b=5$ ）； x_{ic} 代表接觸情境因子，包括累積接觸時間（ $c=1$ ）、以及社會關係：家人（ $c=2$ ）、親戚（ $c=3$ ）、室友（ $c=4$ ）、同儕師生（ $c=5$ ）、社區近鄰（ $c=6$ ）、朋友（ $c=7$ ）等。根據上述公式每個患者的感染機率

$$= \pi_i = \frac{\exp\left(\beta_0 + \beta_a x_{ia} + \sum_{b=1}^5 \beta_b x_{ib} + \sum_{c=1}^7 \beta_c x_{ic}\right)}{1 + \exp\left(\beta_0 + \beta_a x_{ia} + \sum_{b=1}^5 \beta_b x_{ib} + \sum_{c=1}^7 \beta_c x_{ic}\right)}$$

而接觸地點的感染機率模型如下：

$$\log \frac{\pi_i}{1-\pi} = \beta_0 + \beta_a x_{ia} + \sum_{b=1}^5 \beta_b x_{ib} + \sum_{d=1}^4 \beta_d x_{id}$$

式中，僅接觸情境因子與上式不同，其接觸情境因子包括累積接觸時間（ $d=1$ ）、以及接觸地點：居住地（ $d=2$ ）、職場（ $d=3$ ）、校園（ $d=4$ ）。

2. 不同社會情境下社會關係的接觸效率

為釐清在不同接觸情境下、相同接觸時間所導致的感染風險差異，本研究定義陽性接觸者的接觸效率（每單位時間接觸的感染風險）如下：

$$E_i = \frac{1}{T_i}$$

式中， i 為感染檢驗陽性的接觸者， E 為接觸效率， T 為接觸者在個案可傳染期的接觸時間，本研究中的接觸時間介於24小時至

31,440小時之間。為使接觸效率介於0-1之間，以正規化（normalization）得到正規接觸效率分數如下：

$$E'_i = \frac{E_i - E_{min}}{E_{max} - E_{min}}$$

式中， E' 為正規化的接觸效率， E_{max} 為研究樣本中最高的接觸效率、 E_{min} 為最小的接觸效率。例如，一名個案在確診前與接觸者 i 累積接觸1,080個小時，接觸者最終感染檢驗為陽性，則其接觸效率的計算為： $E_i = 1/1080 \approx 0.0009$ ；而其正規化接觸效率將與效率最高（接觸24小時）與最低（接觸31,440小時）的受感染者比較：

$$E'_i = \frac{1/1080 - 1/31440}{1/24 - 1/31440} \approx 0.02$$

本研究分析社會關係對接觸效率的直接效果（圖二實線途徑），以及不同社會情境對社會關係與接觸效率的調節作用（圖二虛線途徑）。社會關係反映了接觸者與指標個案接觸的場合、互動方式、與親密程度，本研究從具有常態接觸場域的社會關係中區分家人、同儕師生、同事，台灣社會下重要的社會關係親戚、社區近鄰，到現代社會中比例漸增的室友、醫療照護，以及其他朋友。社會情境考量接觸者屬於不同年齡層，指標個案對年長者、壯年人、青少年、幼兒的說話方式、距離的差異，因此本研究將年齡層區分為四類（0-14；15-24；25-54； ≥ 55 ）探討各種社會關係在這些對象年齡情境下接觸效率的差異。另一方面，在不同的社會發展型態下，社會關係也可能反映不同的相處型態，例如家人在都市與鄉村可能有不同的相處模式，因此本研究以前述之高度都市化、低度都市化地區為分類。由於接觸效率屬於連續型變項，因此採用複迴歸模式分析，本研究的接觸效率模型如下：

$$E'_i = \beta_0 + \sum_{a=1}^3 \beta_a x_{ia} + \beta_d x_{id} + \sum_{r=1}^7 \beta_r x_{ir}$$

$$\sum_{a=1}^3 \sum_{r=1}^7 \beta_{ar} x_{ia} \times x_{ir} + \sum_{r=1}^7 \beta_{dr} x_{id} \times x_{ir} + e_i$$

式中， i 為接觸者， E'_i 為正規化接觸效率， β_0 為截距項， x_{ia} 代表接觸者年齡層，包括0-14歲 ($a=1$)、15-24歲 ($a=2$)、55歲以上 ($a=3$)； x_{id} 代表發展層級為低度都市化 ($d=1$)； x_{ir} 代表接觸情境中社會關係，包括家人 ($r=1$)、親戚 ($r=2$)、室友 ($r=3$)、同事 ($r=4$)、同儕師生 ($r=5$)、社區近鄰 ($r=6$)、醫療照護 ($r=7$)等； e_i 為殘差。

另外，本研究藉由圖三、圖四篩選重要的交互作用項， $x_{ia} \times x_{ir}$ 代表圖三年齡層與社會關係的交互作用中明顯的六項，包括：0-14歲×親戚 ($a=1, r=2$)、0-14歲×室友 ($a=1, r=3$)、15-24歲×家人 ($a=2, r=1$)、15-24歲×親戚 ($a=2, r=2$)、55歲以上×同儕師生 ($a=3, r=5$)、55歲以上×社區近鄰 ($a=3, r=6$)； $x_{id} \times x_{ir}$ 代表圖四發展程度與社會關係交互作用中明顯的四項，包括低度都市化×家人 ($d=1, r=1$)、低都市化×親戚 ($d=1, r=2$)、低度都市化×同事 ($d=1, r=4$)、低度都市化×社區近鄰 ($d=1, r=6$)。

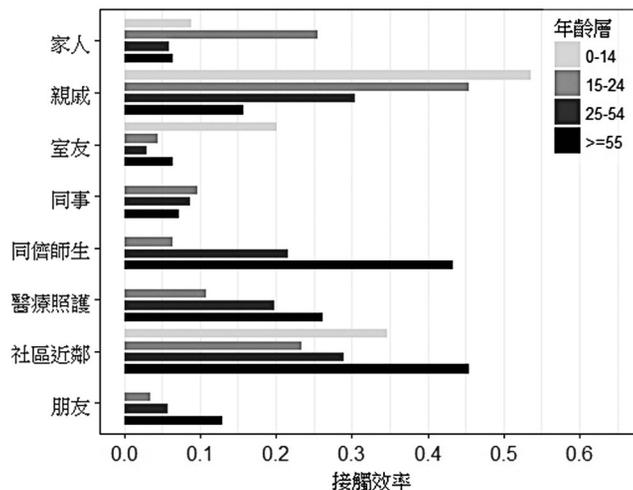
結 果

一、風險因子的單變項分析

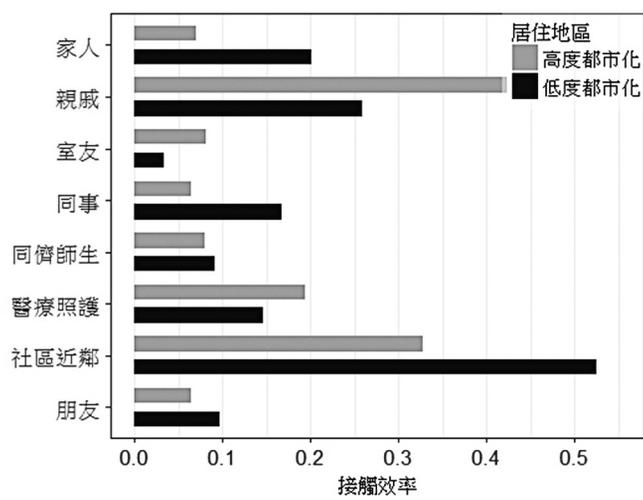
本研究的3,297名接觸者有效樣本當

中，1,785名為女性、1,512名為男性，表二至表四是單變項分析結果，檢驗是否與接觸者感染相關，表五則呈現接觸情境的交互作用對接觸者感染風險的效果。表二顯示接觸者的年齡層 ($p<0.001$) 與其感染風險呈現顯著相關。

而在表三指標個案因子的部分，顯示指標個案的痰塗片 ($p<0.001$)、X光檢查 ($p<0.01$)、患者是否為復發 ($p<0.001$) 與接觸者是否感染相關，反映患者的生理特質與傳染性影響疾病傳播，痰培養則不顯著。個案的社會經濟變項，包括教育程度、居住品質、居住地都市化程度 ($p<0.001$)、族群、酗酒亦與接觸者感染相關 ($p<0.001$)，顯示個案的社會經濟指標可能反映接觸者群體的社會經濟地位，進而影響感染勝率，工作狀態則呈現低度相關 ($p<0.1$)；網絡多樣性的指標中，個案與接觸者的連結數與年齡多樣性均與接觸者感染勝率顯著相關 ($p<0.001$)。表四顯示接觸情境當中，接觸場所 ($p<0.001$)、社會關係 ($p<0.001$) 等項目皆與接觸者是否感染相關，其中親戚 (1.22-3.10) 的感染勝算顯著高於家人。累積接觸時間 ($p<0.01$) 的分組與接觸者感染相關，但是從各組別的來看，接觸時間較高的500-1,000小時和500小時以內的兩組之間，其勝率並沒有顯



圖三 不同年齡層接觸者在各社會關係下的接觸效率平均數



圖四 高度都市化與低度都市化地區各社會關係的接觸效率平均數

表二 接觸者感染風險的接觸者因子單變項分析

接觸者因子	樣本(3,297)	單變項分析		卡方檢定
	百分比	OR	[95%信賴區間]	χ^2 (p-value)
受感染	25.20			
人口屬性				
年齡			(reference)	173.4 (<0.001)
壯年 (25-54)	48.07			
幼年 (0-14)	8.89	4.58	[3.51-5.98]	
青壯年 (15-24)	29.18	2.48	[2.05-3.00]	
年長 (>=55)	13.86	2.44	[1.92-3.11]	
女性	54.10	1.03	[0.88-1.21]	0.137 (0.711)

著差異 ($p>0.05$)，這個結果和過去文獻並不一致，不支持過去文獻的研究結果的相處越長、感染風險越高之正比關係，也凸顯了探討接觸效率的重要性。另外，表五呈現接觸情境交互作用對接觸效率的影響，接觸地點與社會關係的交互作用顯著相關 (<0.001)，同樣不是家人，在居家接觸的感染勝算是非居家接觸的1.24-2.12倍，而同樣是家人，非居家接觸的感染勝算 (1.33-2.95) 也未低於居家接觸 (1.24-1.75)，顯示社會情境的複雜性。居住地區都市化程度與社會關係的交互作用與接觸者感染風險顯著相關 ($p<0.001$)，低度都市化地區的家人 (1.29-2.01)、親戚 (1.20-4.56)、同儕師生 (1.05-2.30) 等接觸者的感染風險高於

其他高度都市化社會情境下的接觸者。

二、感染風險的接觸者、指標個案與接觸情境因子

模型結果 (表六) 顯示在控制個案痰塗片陽性 ($p<0.01$)，以及接觸者年齡大於等於55歲 ($p<0.05$) 的情況下，指標個案因子與接觸情境因子依然顯著：在指標個案因子部分 (表六b類因子)，個案屬於原住民族群 ($p<0.001$)、居住於低度都市化地區 ($p<0.05$)、學歷大學以下 ($p<0.01$)，其接觸者感染風險顯著較高；個案與網絡連結數越高 ($p<0.001$) 則能減少接觸者感染風險。在接觸情境因子方面 (表六c類因子)，累積接觸時間的

表三 接觸者感染風險的指標個案因子單變項分析

指標個案因子	樣本(3,297)	單變項分析		卡方檢定		
	百分比	OR	[95%信賴區間]	χ^2	(p-value)	
傳染性						
痰培養陽性 (CP)	99.1	1.69	[0.65-4.43]	0.76	(0.38)	
痰塗片陽性 (SP)	51.2	1.53	[1.30-1.79]	26.72	(<0.001)	
X光檢查	胸腔無異常	3.8	1.00	(reference)	9.64	(<0.01)
	胸腔異常無空洞	77.5	1.42	[0.90-2.26]		
	胸腔異常有空洞	18.7	1.84	[1.13-2.98]		
復發	3.7	2.01	[1.38-2.92]	13.14	(<0.001)	
社會經濟特性						
教育程度	大學/大專及以上	32.3	1.00	(reference)	29.14	(<0.001)
	大學/大專以下	67.7	1.63	[1.37-1.95]		
工作狀態	工作中	33.2	1.00	(reference)	6.60	(0.08)
	已退休	34.4	1.25	[1.03-1.52]		
	失業	9.6	1.33	[1.00-1.78]		
	學生	22.9	1.12	[0.90-1.40]		
居住品質	獨立套房 (無公設)	18.2	1.00	(reference)	23.94	(<0.001)
	隔間套房 (有公設)	12.6	1.35	[1.00-1.82]		
	1廳2房以上家庭	44.4	1.70	[1.35-2.14]		
	人口密集機構	24.8	1.25	[0.96-1.62]		
族群	非原住民族及外籍	86.7	1.00	(reference)	17.72	(<0.001)
	原住民族	9.1	1.70	[1.32-2.18]		
	外籍勞工或配偶	4.2	0.93	[0.62-1.40]		
酗酒	2.8	2.64	[1.74-3.99]	21.30	(<0.001)	
居住地	高度都市化地區	75.5	1.00	(reference)	15.96	(<0.001)
	低度都市化地區	24.5	1.44	[1.20-1.71]		
網絡多樣性						
連結數	3人以下	7.5	1.00	(reference)	14.97	(<0.001)
	3-10人	27.1	0.70	[0.52-0.95]		
	10人以上	65.5	0.61	[0.46-0.81]		
多樣性	同年齡層>90%	50.9	1.00	(reference)	26.73	(<0.001)
	同年齡層60-90%	36.3	1.47	[1.24-1.75]		
	同年齡層<60%	12.8	1.62	[1.27-2.05]		

影響不顯著 ($p=0.64$)，社會關係為親戚 ($\beta=0.87$, $p<0.001$)、社區近鄰 ($\beta=0.68$, $p<0.01$)、同儕師生 ($\beta=0.57$, $p<0.001$)、家人 ($\beta=0.34$, $p<0.01$) 則會增加接觸者的感染風險。

表七顯示接觸者因子、指標個案因子之結果與表六的社會關係模型相近。在接觸情境中的接觸地點因子方面 (表六c類因子)，接觸於居住地的效果不顯著 ($p=0.76$)，職場的接觸者的感染風險較低

($\beta=-0.36$, $p=0.055$)、校園的接觸者感染風險較高 ($\beta=0.37$, $p=0.051$)。

三、接觸效率在不同社會情境的差異

表八顯示接觸效率在不同情境下的差異，整體而言在不同的社會關係中，親戚的接觸效率最高 ($\beta=0.23$, $p<0.001$)、其次為社區近鄰 ($\beta=0.21$, $p<0.001$)、第三為醫療照護 ($\beta=0.12$, $p<0.05$)，其他類型的關係則不顯著。此結果對照感染風險模型，雖然

表四 接觸者感染風險的接觸情境因子單變項分析

接觸情境因子		樣本(3,297)	單變項分析		卡方檢定
		百分比	OR	[95%信賴區間]	χ^2 (p-value)
接觸場所	居住地	47.2	1.00	(reference)	36.33 (<0.001)
	職場	23.4	0.52	[0.42-0.64]	
	校園	22.3	0.89	[0.73-1.08]	
社會關係	家人	41.1	1.00	(reference)	58.66 (<0.001)
	親戚	2.3	1.95	[1.22-3.10]	
	室友	2.1	0.94	[0.55-1.61]	
	同事	23.6	0.52	[0.42-0.64]	
	同儕師生	19.8	0.81	[0.65-1.00]	
	醫療照護	5.9	0.64	[0.45-0.93]	
	社區近鄰	2.9	1.39	[0.90-2.14]	
	朋友	2.2	0.68	[0.39-1.20]	
累計接觸時間	<500hr	37.4	1.00	(reference)	13.17 (<0.01)
	500~1,000hr	42.8	0.78	[0.66-0.94]	
	>1,000hr	19.8	1.12	[0.91-1.39]	

表五 接觸者感染風險的接觸關係交互作用因子分析

交互作用因子		樣本(3,297)	單變項分析		卡方檢定
		百分比	OR	[95%信賴區間]	χ^2 (p-value)
接觸場所*關係	非家人*非居住地	49.2	1.00	(reference)	30.56 (<0.001)
	非家人*居住地	9.7	1.62	[1.24-2.12]	
	家人*非居住地	3.6	1.99	[1.33-2.95]	
	家人*居住地	37.5	1.47	[1.24-1.75]	
居住地*關係	高度都市化	79.3	1.00	(reference)	27.17 (<0.001)
	低度都市化*家人	13.1	1.61	[1.29-2.01]	
	低度都市化*親戚	1.1	2.34	[1.20-4.56]	
	低度都市化*同事	4.1	0.98	[0.65-1.49]	
	低度都市化*同儕師生	3.7	1.56	[1.05-2.30]	

家人、同儕師生等社會關係顯著增加感染風險，但是這些接觸者在可傳染期的累積接觸時間也較長，相較之下，親戚、社區近鄰、醫療照護等社會關係，即便接觸時間不長，也可能是重要的接觸者。

社會關係與不同年齡層的接觸者有交互作用效果。表八顯示個案與親戚接觸時，若接觸者介於0-14歲 ($\beta=0.22$, $p<0.01$)、以及15-24歲 ($\beta=0.24$, $p<0.01$)，其接觸效率顯著較高；與家人接觸時，若接觸者為15-24歲，其接觸效率顯著較高 ($\beta=0.21$, $p<0.001$)；與社區近鄰接觸時，55歲以

上接觸者的接觸效率顯著較高 ($\beta=0.14$, $p<0.05$)；與同儕師生接觸時，也是以55歲以上接觸者的接觸效率顯著較高 ($\beta=0.31$, $p<0.001$)。

另一方面，社會關係與居住地區的都市化程度也有交互作用效果，表八顯示相較於高都市化地區，低都市化地區和同事 ($\beta=0.12$, $p<0.01$)、家人 ($\beta=0.083$, $p<0.01$)、社區近鄰 ($\beta=0.19$, $p<0.05$) 接觸效率更高。亦即高度都市化地區，家人、同事、社區鄰居在相處時間較久的情況下才發生感染。

表六 接觸者社會關係感染風險因子之邏輯斯迴歸分析

自變數	係數	標準誤	p-value
(a) 55歲以上	0.24	0.12	<0.05
(b) 痰塗片陽性	0.28	0.090	<0.01
(b) 最高學歷大學以下	0.29	0.10	<0.01
(b) 原住民族	0.70	0.20	<0.001
(b) 接觸網絡連結數	-0.0044	0.0012	<0.001
(b) 居住低度都市化地區	0.24	0.11	<0.05
(c) 累積接觸時間	2.1e-05	4.4e-05	0.64
(c) 社會關係—家人	0.34	0.11	<0.01
(c) 社會關係—親戚	0.87	0.25	<0.001
(c) 社會關係—室友	0.32	0.29	0.26
(c) 社會關係—同儕師生	0.57	0.13	<0.001
(c) 社會關係—社區近鄰	0.68	0.24	<0.01
(c) 社會關係—朋友	-0.10	0.30	0.73
ρ^2	0.03	logLik	-1,799.00

表七 接觸者接觸地點感染風險因子之邏輯斯迴歸分析

自變數	係數	標準誤	p-value
(a) 55歲以上	0.24	0.12	<0.05
(b) 痰塗片陽性	0.36	0.089	<0.001
(b) 最高學歷大學以下	0.24	0.10	<0.05
(b) 原住民族	0.69	0.20	<0.001
(b) 接觸網絡連結數	-0.0053	0.0013	<0.001
(b) 居住低度都市化地區	0.25	0.11	<0.05
(c) 累積接觸時間	2.0e-05	4.4e-05	0.64
(c) 接觸地點—居住地	0.051	0.17	0.76
(c) 接觸地點—職場	-0.36	0.19	0.055
(c) 接觸地點—校園	0.37	0.19	0.051
ρ^2	0.03	logLik	-1,801.12

討 論

本研究運用接觸者調查資料進行分析，在風險因子架構下，探討接觸者感染風險的接觸者因子、指標個案因子、與接觸情境因子。並基於國內資料顯示累積相處時間與感染風險的非線性關係，進一步以接觸效率的觀點，探討影響的社會情境條件。結果發現指標個案的社會經濟條件對於其接觸者感染風險有顯著影響，而城鄉差異下與世代之間的社會關係也有明顯的接觸效率差異。

在邏輯斯模型當中，本研究控制個案傳染性接觸者年齡的情況下，發現個案的社會

經濟因子（包括：低教育程度、居住於低度都市化地區、原住民族）均顯著的與接觸者感染風險呈正相關。過去研究雖然發現社會經濟地位與潛伏結核病有顯著相關，但是大部分的研究為直接量測接觸者的社會經濟地位[20,36]，在探討結核病傳播的網絡特性則以年齡結構為主[23,24,32]，本研究進一步凸顯出患者在其社會網絡中社會經濟地位可能潛在代表網絡的脆弱性特徵。這樣的發現在接觸者調查工作上的意義在於社會經濟變項較為敏感不易取得，也影響耗費的成本與受調查意願，本研究結果支持個案的社會經

表八 接觸效率社會情境之複迴歸模式分析

自變數	係數	標準誤	p-value
(a) 55歲以上	0.0044	0.017	0.80
(a) 0-14歲	0.017	0.019	0.38
(a) 15-24歲	-0.051	0.021	<0.05
(d) 低度都市化地區	-0.0057	0.024	0.81
(r) 家人	-0.039	0.041	0.33
(r) 親戚	0.23	0.059	<0.001
(r) 室友	-0.032	0.054	0.56
(r) 同事	-0.0060	0.042	0.89
(r) 同儕師生	0.041	0.044	0.34
(r) 社區近鄰	0.21	0.050	<0.001
(r) 醫療照護	0.12	0.045	<0.05
(ar) 0-14歲親戚	0.22	0.068	<0.01
(ar) 0-14歲室友	0.13	0.086	0.12
(ar) 15-24歲家人	0.21	0.030	<0.001
(ar) 15-24歲親戚	0.24	0.084	<0.01
(ar) 55歲以上社區近鄰	0.14	0.060	<0.05
(ar) 55歲以上同儕師生	0.31	0.091	<0.001
(dr) 低度都市化同事	0.12	0.039	<0.01
(dr) 低度都市化家人	0.083	0.029	<0.01
(dr) 低度都市化親戚	-0.093	0.060	0.12
(dr) 低度都市化社區近鄰	0.19	0.083	<0.05
Adjusted R ²	0.31		

濟資訊即可以反映接觸者感染風險。

過去研究從總體網絡的觀點，發現連結數越多的網絡，結核病感染率越高[37]。但是本研究從個體網絡的角度，發現一個個案接觸的連結數較少時，反而其接觸者的感染風險較高，這可能反映接觸者數量少時，個案與接觸者之間的接觸緊密程度較高或時間較長。

儘管過去研究認為，相處時間越久，感染結核病的機會越高[22-24]，但是台灣的接觸者調查報告與本研究的結果均不支持此論點，本研究資料並顯示相處時間小於500小時的接觸者感染勝率高於相處時間介於500-1,000小時的組別。也因此，本研究為進一步凸顯不同社會情境下接觸效率的差異，採取與過去文獻不同的方法，差異在於：第一，發展接觸效率的概念與量測方式作為依變項；第二，以社會關係為基礎量測接觸關係作為解釋變項。國外研究對於接觸

關係的定義（包括加拿大、美國、歐洲），多量測接觸的物理條件，包括藉由接觸地是否為居家環境、接觸次數、是否有肢體接觸來區別親密接觸（close contact）和一般接觸（casual contact），或是接觸強度的權重[20,31,37-39]，較少考量到患者與接觸者的社會關係，而本研究運用接觸者的社會關係別，卻發現感染風險與接觸效率的差異，譬如家人的感染風險高、但是接觸效率低。整體而言，親戚是接觸效率最高者，尤其在接觸者小於25歲的情境下接觸效率更高，這可能反映接觸情境的差異，例如大人容易對孩童說話（指令、提醒、陪伴）等。社區近鄰整體而言的接觸效率次之，並且以55歲以上、低度都市化地區的接觸者的接觸效率較高，這可能反映老年族群退休以非機構（學校與工作）性所形成的社會網絡（地方宗教團體、社區活動）為生活重心，以及鄉村地區鄰里互動較為緊密的社會條件。醫療

照護關係整體而言的接觸效率位居第三，凸顯醫療與照護服務中接觸關係的高風險性。另外，青少年接觸者雖然與家人相處時間不長，亦是重要的接觸對象。

本研究結果對於在結核病接觸者調查的程序中，能提供進行接觸者追蹤調查時，除了從傳染性篩選特定的指標個案進行完整追蹤調查，也留意指標個案的社會經濟地位與經常接觸的人數，對於教育程度較低、原住民族群別、與高度依賴少數接觸者的指標個案，建議優先進行完整的接觸者調查。另外，接觸時間並非充分的接觸者篩選條件，過去的疫情調查以「共同居住者」、「每日接觸時間超過八小時」、「累積接觸時間超過四十小時」作為接觸者的定義，但是國內資料顯示累積時間較長未必感染風險較高，本研究建議針對不同社會情境，以社會關係縮小接觸者調查的範圍。例如親戚之間的相處相較於家人反而更容易說話，尤其對於幼兒與青少年的接觸頻繁，即便累積接觸時間不長，仍可能導致感染；並建議留意社區近鄰與醫療照護關係的年長接觸者。在鄉村地區，家人、同事、鄰居接觸效率較都市更高，建議在低度都市化地區加強這些短時間接觸的接觸者範圍。

本研究在既有的結核病流行學知識上，提供社會關係與區域特徵的觀點，但仍須留意本研究的資料限制。在接觸者的追蹤調查中，指標個案的人際網絡是否接近完全網絡（個案的接觸者們彼此都認識），還是只有個案一個共同朋友、彼此不認識，這是在推論網絡中社會結構對感染風險或接觸效率時的影響條件之一，但是在現有的資料下無法控制此一條件；以及在樣本的區域條件上，因為疾管署的接觸者追蹤調查是挑選結核病發生率較高的鄉鎮市區作為示範區，且主要集中在平地都市與城鎮地區，較少挑選山地偏鄉地區，因此在區域的樣本選擇上可能會影響結果。另外，同學關係平均接觸效率最低，且在不同社會情境下亦未顯現差異，可能受限於本研究資料指標個案均為15歲以上，因此高中以下學齡兒童的同學關係無法納入考量。基於上述研究樣本所在區域與個

體的特徵，其可推論範圍僅限於都市及平地城鎮地區，成年人為核心的社會網絡。未來研究若能運用蒐集全網絡的研究工具，並包含更完整的區域型態，將有助於對社會網絡與結核病傳播的理解。

綜言之，本研究發現在缺乏接觸者個人社經資料的情況下，指標個案的社會經濟條件即可做為接觸者感染風險的預測因子，由於指標個案人數遠少於其接觸者的總人數，藉此可以減省疫調成本；另一方面，利用接觸效率的概念，可證實致病風險在不同社會關係、城鄉與不同年齡層的社會情境下有別，區辨這些特性可以輔助解釋接觸者累積接觸時間與感染風險的非線性關係，有助於在結核病接觸者調查中，找出具有高度感染風險的接觸者。

致 謝

作者感謝科技部研究計畫（編號：MOST 103-2628-H-002-006-MY2），以及衛生福利部暨國立台灣大學傳染病防治研究及教育中心的經費補助，使研究得以完成，謹致謝忱。

參考文獻

1. Horsburgh CR Jr. Priorities for the treatment of latent tuberculosis infection in the United States. *N Engl J Med* 2004;**350**:2060-7. doi:10.1056/NEJMsa031667.
2. Getahun H, Matteelli A, Abubakar I, et al. Management of latent Mycobacterium tuberculosis infection: WHO guidelines for low tuberculosis burden countries. *Eur Respir J* 2015;**46**:1563-76. doi:10.1183/13993003.01245-2015.
3. 黃彥芳、王貴鳳、詹珮君等：結核病接觸者追蹤進階二期試辦計畫101年期末報告。台北：衛生福利部疾病管制署，2012。
Huang YF, Wang KF, Chan PC, et al. 2012 Final Report of the Two-Stage Advanced Project to Track Persons in Contact with Tuberculosis. Taipei: Centers for Disease Control, Ministry of Health and Welfare, R.O.C. (Taiwan), 2012. [In Chinese: English abstract]
4. Diez Roux AV. Investigating neighborhood and area effects on health. *Am J Public Health* 2001;**91**:1783-9. doi:10.2105/AJPH.91.11.1783.

5. Macintyre S, Ellaway A, Cummins S. Place effects on health: how can we conceptualise, operationalise and measure them? *Soc Sci Med* 2002;**55**:125-39. doi:10.1016/S0277-9536(01)00214-3.
6. Chaimowicz F. Age transition of tuberculosis incidence and mortality in Brazil. *Rev Saude Publica* 2001;**35**:81-7. doi:10.1590/S0034-89102001000100012.
7. Randremanana RV, Sabatier P, Rakotomanana F, Randriamanantena A, Richard V. Spatial clustering of pulmonary tuberculosis and impact of the care factors in Antananarivo City. *Trop Med Int Health* 2009;**14**:429-37. doi:10.1111/j.1365-3156.2009.02239.x.
8. Rubel AJ, Garro LC. Social and cultural factors in the successful control of tuberculosis. *Public Health Rep* 1992;**107**:626-36.
9. Lienhardt C, Fielding K, Sillah J, et al. Investigation of the risk factors for tuberculosis: a case-control study in three countries in West Africa. *Int J Epidemiol* 2005;**34**:914-23. doi:10.1093/ije/dyi100.
10. Harling G, Castro MC. A spatial analysis of social and economic determinants of tuberculosis in Brazil. *Health Place* 2014;**25**:56-67. doi:10.1016/j.healthplace.2013.10.008.
11. 高瑋璦：台灣原住民族結核病問題的歷史分析。台灣社會研究季刊 2014；(97)：283-314。
Kao WP. The making of the tuberculosis problem among aborigines in Taiwan: a historical analysis. *Taiwan: A Radical Quarterly in Social Studies* 2014;(97):283-314. [In Chinese: English abstract]
12. 詹珮君、曾俊華、蔡寶櫻等：一位因結核病死亡之十四歲少女—我們應該如何為具傳染性之結核病個案的接觸者進行衛教？疫情報導 2008；24：177-83。
Chan PC, Tsang CH, Tsai PI, et al. A 14-year-old girl died of tuberculosis - how should we provide health education to persons in contact with cases of infectious tuberculosis? *Taiwan Epidemiol Bull* 2008;**24**:177-83. [In Chinese]
13. Harling G, Ehrlich R, Myer L. The social epidemiology of tuberculosis in South Africa: a multilevel analysis. *Soc Sci Med* 2008;**66**:492-505. doi:10.1016/j.socscimed.2007.08.026.
14. Vamvanij V, Ruangchainikom M, Thanapipatsiri S, Pichaisak W. The outcomes of combined posterior instrumentation and anterior radical debridement with fusion for multilevel spinal tuberculosis. *J Med Assoc Thai* 2014;**97**(Suppl 9):S50-5.
15. Saidu IA, Nasir Z, Goni BW. Social determinants of tuberculosis in sub-Saharan Africa: a systematic review. *Global J Med Publ Health* 2014;**3**:1-14.
16. Murray M, Oxlade O, Lin HH. Modeling social, environmental and biological determinants of tuberculosis. *Int J Tuberc Lung Dis* 2011;**15**:S64-70. doi:10.5588/ijtld.10.0535.
17. Yen YF, Chuang PH, Yen MY, et al. Association of body mass index with tuberculosis mortality: a population-based follow-up study. *Medicine (Baltimore)* 2016;**95**:e2300. doi:10.1097/MD.0000000000002300.
18. 胡曉雲、蔡文正、龔佩珍：肺結核病患未完成治療原因探討。台灣衛誌 2005；24：348-59。
doi:10.6288/TJPH2005-24-04-08。
Hu HY, Tsai WC, Kung PT. Factors Affecting the Failed Treatment for Tuberculosis Patients. *Taiwan J Public Health* 2005;**24**:348-59. doi:10.6288/TJPH2005-24-04-08. [In Chinese: English abstract]
19. Attamna A, Chemtob D, Attamna S, et al. Risk of tuberculosis in close contacts of patients with multidrug resistant tuberculosis: a nationwide cohort. *Thorax* 2009;**64**:271. doi:10.1136/thx.2008.100974.
20. Cook VJ, Sun SJ, Tapia J, et al. Transmission network analysis in tuberculosis contact investigations. *J Infect Dis* 2007;**196**:1517-27. doi:10.1086/523109.
21. Andre M, Ijaz K, Tillinghast JD, et al. Transmission network analysis to complement routine tuberculosis contact investigations. *Am J Public Health* 2007;**97**:470-7. doi:10.2105/AJPH.2005.071936.
22. Sepkowitz KA. How contagious is tuberculosis? *Clin Infect Dis* 1996;**23**:954-62. doi:10.1093/clinids/23.5.954.
23. Andrews JR, Morrow C, Walensky RP, Wood R. Integrating social contact and environmental data in evaluating tuberculosis transmission in a South African township. *J Infect Dis* 2014;**210**:597-603. doi:10.1093/infdis/jiu138.
24. Wood R, Racow K, Bekker LG, et al. Indoor social networks in a South African township: potential contribution of location to tuberculosis transmission. *PLoS One* 2012;**7**:e39246. doi:10.1371/journal.pone.0039246.
25. 林杜凌：台灣地區結核病個案之接觸者檢查及發病分析。台中：中山醫學大學公共衛生學系碩士班，2008。
Ling DL. Contact investigations of tuberculosis in Taiwan [Dissertation]. Taichung: Department of Public Health, Chung Shan Medical University, 2008. [In Chinese: English abstract]
26. Lin YS, Huang YC, Chang LY, Lin TY, Wong KS. Clinical characteristics of tuberculosis in children

- in the north of Taiwan. *J Microbiol Immunol Infect* 2005;**38**:41-6.
27. Chan PC, Shinn-Fong Peng S, Chiou MY, et al. Risk for tuberculosis in child contacts. Development and validation of a predictive score. *Am J Respir Crit Care Med* 2014;**189**:203-13. doi:10.1164/rccm.201305-0863OC.
28. Emch M, Root ED, Giebultowicz S, Ali M, Perez-Heydrich C, Yunus M. Integration of spatial and social network analysis in disease transmission studies. *Ann Assoc Am Geogr* 2012;**102**:1004-15. doi:10.1080/00045608.2012.671129.
29. Conlan AJ, Eames KT, Gage JA, et al. Measuring social networks in British primary schools through scientific engagement. *Proc Biol Sci* 2011;**278**:1467-75. doi:10.1098/rspb.2010.1807.
30. 邱珠敏、杜純如、吳俊賢、黃士澤、王寰峯：台北區某校園結核病聚集感染事件調查處理經驗與省思。疫情報導 2015；**31**：496-505。
Chiou CM, Du CR, Wu CS, Huang ST, Wang WH. Experience and reflections on an investigation of a cluster of cases of tuberculosis infection in a school in Taipei. *Taiwan Epidemiol Bull* 2015;**31**:496-505. [In Chinese]
31. Mossong J, Hens N, Jit M, et al. Social contacts and mixing patterns relevant to the spread of infectious diseases. *PLoS Med* 2008;**5**:e74. doi:10.1371/journal.pmed.0050074.
32. Kwok KO, Cowling BJ, Wei VW, et al. Social contacts and the locations in which they occur as risk factors for influenza infection. *Proc Biol Sci* 2014;**281**:20140709. doi:10.1098/rspb.2014.0709.
33. van Rie A, Beyers N, Gie RP, Kunneke M, Zietsman L, Donald PR. Childhood tuberculosis in an urban population in South Africa: burden and risk factor. *Archives of disease in childhood* 1999;**80**:433-7. doi:10.1136/adc.80.5.433.
34. Tekkel M, Rahu M, Loit H, Baburin A. Risk factors for pulmonary tuberculosis in Estonia. *Int J Tuberc Lung Dis* 2002;**6**:887-94.
35. 劉介宇、洪永泰、莊義利等：台灣地區鄉鎮市區發展類型應用於大型健康調查抽樣設計之研究。健康管理學刊 2006；**4**：1-22。
Liu CY, Hung YT, Chuang YL, et al. Incorporating development stratification of Taiwan townships into sampling design of large scale health interview survey. *J Health Manag* 2006;**4**:1-22. [In Chinese: English abstract]
36. Aissa K, Madhi F, Ronsin N, et al. Evaluation of a model for efficient screening of tuberculosis contact subjects. *Am J Respir Crit Care Med* 2008;**177**:1041-7. doi:10.1164/rccm.200711-1756OC.
37. Eames KT, Read JM, Edmunds WJ. Epidemic prediction and control in weighted networks. *Epidemics* 2009;**1**:70-6. doi:10.1016/j.epidem.2008.12.001.
38. Neely F, Maguire H, Le Brun F, Davies A, Gelb D, Yates S. High rate of transmission among contacts in large London outbreak of isoniazid mono-resistant tuberculosis. *J Public Health (Oxf)* 2010;**32**:44-51. doi:10.1093/pubmed/fdp056.
39. Read JM, Eames KT, Edmunds WJ. Dynamic social networks and the implications for the spread of infectious disease. *J R Soc Interface* 2008;**5**:1001-7. doi:10.1098/rsif.2008.0013.

Assessing the infection risk of Tuberculosis (TB) contacts in different case-contact contexts

TZU-HSIN CHEN¹, TZAI-HUNG WEN^{1,*}, CHI-TAI FANG^{2,3,4,5}, PEI-CHUN CHAN^{2,6}

Objectives: The risk of tuberculosis (TB) infection within different case-contact contexts is unknown. This study aimed to assess the role of different social contacts in the risk of latent TB infection (LTBI). **Methods:** We analyzed the records of the TB contact investigation conducted by the Taiwan Centers for Disease Control (CDC) between 2010 and 2012, including 3297 contacts. Among the 3297 contacts, 831 were infected. We propose two TB risk indices: the probability of getting infected; and contact efficiency for investigating the risk factors in terms of different social contacts and demographics using multivariate regression analysis. **Results:** After adjusting the smear-positivity and age of contacts, we identified statistically significant social-demographic characteristics of an index case who had a higher probability of spreading TB to contacts. These social-demographic characteristics included aboriginal race, residence in non-urban areas, low-level education, and low degree of contact. Among 831 infected contacts, we also identified the types of social contacts with high-contact efficiency for TB infection, including the relationships of relatives among young people 0-14 years of age, the relationship with neighbors > 55 years of age in the non-urban areas, and interactions with home care providers. **Conclusions:** By analyzing case-contact contexts, we conclude that social-demographic characteristics of an index case can be used to assess the probability of TB spread. Furthermore, contact efficiency differs from case-contact contexts and implies that profiling significant types of social contacts could be beneficial to identify high-risk contacts in a TB contact investigation (*Taiwan J Public Health. 2017;36(2):107-121*)

Key Words: Tuberculosis (TB) contacts, social contact, infection risk, contact efficiency

¹ Department of Geography, College of Science, National Taiwan University, No. 1, Sec. 4, Roosevelt Rd., Da'an Dist., Taipei, Taiwan, R.O.C.

² Institute of Epidemiology and Preventive Medicine, College of Public Health, National Taiwan University, Taipei, Taiwan, R.O.C.

³ Department of Public Health, College of Public Health, National Taiwan University, Taipei, Taiwan, R.O.C.

⁴ Division of Infectious Diseases, Department of Internal Medicine, National Taiwan University Hospital, Taipei, Taiwan, R.O.C.

⁵ Ministry of Health and Welfare and National Taiwan University Infectious Diseases Research and Education Center, Taipei, Taiwan, R.O.C.

⁶ Division of Chronic Infectious Diseases, Centers for Disease Control, Ministry of Health and Welfare, Taipei, Taiwan, R.O.C.

* Correspondence author. E-mail: wenhung@ntu.edu.tw

Received: Dec 15, 2016 Accepted: Mar 29, 2017

DOI:10.6288/TJPH201736105125

評論：評估結核病接觸者在不同接觸情境的潛在感染風險

結核病接觸者的潛在感染風險因各國的民情和文化背景有關，也與各國或不同地區的結核病盛行率有密切的關係。從加拿大魁北克的病例對照研究發現：屋內居住的人口數與感染的風險呈正相關，也就是說改善室內擁擠的程度，可以避免結核病的散佈；營養的改善也有影響，結論也提到：潛伏期結核感染的治療，在結核病長遠防治上，是應該被強調且加強的，尤其是高盛行率的社區[1]。英國倫敦大學的研究則顯示，在一個低盛行率國家的結核病人，91%確定有接觸史，意外的發現社交風險因子（social risk factors）與確認的接觸或感染結核病並無明顯相關[2]。同樣在英國伯明罕的伯明罕大學研究發現：結核病的群聚與年輕族群、英國出生、加勒比海黑人、社交風險因子、肺結核和非免疫缺乏病毒感染有關。但是，大型的群聚常跟英國出生的民眾和多個社交風險因子有關連，社交網絡讓民眾更加瞭解結核病如何傳播，經由這些社交網絡的數據，可以改善接觸者的追蹤和減少不可預期的傳播。當然，也應借助分子生物的探查[3]。

中國大陸上海復旦大學公共衛生學院針對上海市流動人口肺結核病人密切接觸的感染情況及危險因子的研究結果：與有症狀的病人接觸以及接觸時間長是密切接觸者發生潛伏期肺結核感染的危險因素。與年齡、性別、卡介苗接種、病人診斷延誤天數、初複治療以及接觸場所環境等因素無關。此研究是以T-SPOT（T細胞斑點試驗）來檢測，其敏感性和特異性分別達到90%和93%，而且，不受卡介苗接種和大多數非結核分枝桿菌感染的影響。上海市流動人口肺結核病人密切接觸者的潛伏期肺結核感染率為

17.2%，這個數據的正確性優於皮膚結核試驗[4]。

本研究探討台灣本地結核病接觸者在不同接觸情境的潛在感染風險，運用疾管署疫調資料庫，以邏輯斯迴歸分析接觸者感染機率的危險因子，同時，以單變項分析和多變項迴歸檢定為工具，所得到的結果已經充分剖析國內結核病接觸者的感染風險和接觸情境的關聯性，經由科學的統計資料得到的結果有異於國外的文獻報告，是非常切合國內的疫情，對台灣防疫單位的作為，有很大的助益，可以當作擬定防疫政策的重要參考。惟，檢測的工具是用皮膚結核試驗，若能全面改為T-SPOT，正確性應該可以更高。

參考文獻

1. Khan FA, Fox GJ, Lee RS, et al. Housing and tuberculosis in an Inuit village in northern Quebec: a case-control study. *CMAJ Open* 2016;**4**:E496-506. doi:10.9778/cmajo.20160049.
2. Cavany SM, Sumner T, Vynnycky E, et al. An evaluation of tuberculosis contact investigations against national standards. *Thorax* 2017;pii: thoraxjnl-2016-209677. doi:10.1136/thoraxjnl-2016-209677. [Epub ahead of print]
3. Munang ML, Browne C, Evans JT, et al. Programmatic utility of tuberculosis cluster investigation using a social network approach in Birmingham, United Kingdom. *Int J Tuberc Lung Dis* 2016;**20**:1300-5. doi:10.5588/ijtld.16.0161.
4. Xu J, Hu Y, Jiang W, et al. Prevalence and risk factors of latent tuberculosis infection in close contacts of tuberculosis patients among non-resident populations in Shanghai, China. *Zhonghua Jie He He Hu Xi Za Zhi* 2016;**39**:25-9. doi:10.3760/cma.j.issn.1001-0939.2016.01.008.

黃高彬

中國醫藥大學兒童醫院感染科

地址：台中市北區育德路2號

E-mail: kapihw@mail.cmuh.org.tw

DOI:10.6288/TJPH20173610512501