

比較不同地理可近性分析方法於評估 台灣各鄉鎮每萬人口西醫師數之差異

章殷超¹ 溫在弘^{2,*} 賴美淑¹

目標：適當的資源評估，將影響資源配置的合理性。以往以行政區域每萬人口醫療資源作為評估醫療資源配置的依據之一，由於地理資訊系統能夠掌握複雜的空間變異與差異，本研究旨在比較不同的地理概念所呈現的地理可近性對醫療資源評估的影響。**方法：**本研究應用「二階段浮動可近區位法」的分析方法，提出兩種具備距離特質的地理可近性評估模式，以2007年台灣本島各鄉鎮的每萬人口西醫師數為例，比較衛生署「現行評估法」與本研究的模式評估結果之差異。**結果：**本研究的兩種模式與衛生署「現行評估法」的比較結果，其分布差異大且相關度不高(相關係數各為0.38及0.57)。在進行西醫師資源缺乏鄉鎮的判定部分，與健保局判定的結果一致性並不理想($\kappa=0.141\sim0.231$)。此外，「新模式」與「現行評估法」之比值在空間單元面積最大組(面積大於112平方公里)有最多的鄉鎮介於0.8-1.25之間，而同組中有最多的鄉鎮評估順位下降大於50名；以鄉鎮人口加總至較大的縣市或區域時，其差異程度降低。**結論：**本研究顯示具距離特質的地理可近性模式對於評估鄉鎮層次的醫師資源有重大的影響，若未詳加考量將可能導致醫療資源補助的錯置。(台灣衛誌 2011；30(6)：558-572)

關鍵詞：醫師人口比、地理可近性、地理修正醫師人口比、地理資訊系統、二階段浮動可近區位法

前 言

影響人類健康與死亡的因素，可區分為生活型態、生物遺傳、環境與醫療體系四大面向[1]。其中，適當的醫療資源分配是建立理想醫療體系的重要基礎 [2]。然而醫療資源容易集中在高度社會經濟發展與人口密集的地區，而低社經發展地區往往面臨醫療資源匱乏的問題，而由於資源分配的不平

等，進而影響該地區居民的健康結果[3]。因此，透過建立合理的制度與改善醫療利用資源分配來降低健康不平等，是各國衛生政策發展的重要方向之一。

我國健保局自2003年起，實施「西醫基層總額支付制度醫療資源缺乏地區改善方案」，以健保局保險給付的誘因，改善基層醫療資源缺乏地區的就醫可近環境，以期降低醫療資源的不平等。該改善方案係針對醫師資源缺乏地區實施，起初僅由鄉鎮市區(以下稱鄉鎮)之醫師服務人口數(依據前一年度的衛生署評估資料)判定符合資格之區域，2005年起增加都市化分級[4]、當地村里無醫師執業、距鄰近就醫處所交通不便及評估有實際醫療需求等項目來判定[5]，並延用此標準至2010年。

美國衛生部(Department of Health and

¹ 國立台灣大學公共衛生學院流行病學與預防醫學研究所

² 國立台灣大學理學院地理環境資源學系

* 通訊作者：溫在弘

聯絡地址：台北市羅斯福路四段1號

E-mail: wenthung@ntu.edu.tw

投稿日期：100年3月11日

接受日期：100年8月26日

Human Services, 簡稱HHS)自1978年起, 則以醫療專業人員缺乏地區計分系統(health professional shortage area, 簡稱HPSA)來評估。HPSA根據醫師服務人數、貧窮率、嬰兒死亡率(或出生低體重率)及到附近區域醫療機構的就醫交通時間(或距離)等四個項目評估[6]。上述兩個計畫除了醫師服務人數外, 皆將社會經濟水準及附近區域之醫療資源納入考量, 以期透過更完善的評估進行補助, 減少資源分配的錯置, 增加資源運用的公平性與效率。

醫療可近性係評估資源分配的重要依據之一, Aday與Andersen於1974年提出之醫療可近性架構中區分為潛在可近性與實際可近性[7], 而Khan又將之區分為地理與非地理因素[8]。以行政區域為單位評估醫療資源供需的方法, 是潛在醫療可近性之重要指標, 但此種評估方法並未考慮就醫人口實際上具有跨越行政區的空間移動特性, 因此近年來所發展的醫療地理可近性評估方法, 進一步將附近區域之資源納入評估, 並進行新評估結果與醫療利用、結果與滿意度等相關性的研究[3,9-12]。地理資訊系統(Geographic information system, 簡稱GIS)發展後, 實際地理因素與其變異皆可進行更精細的分析, 如考慮道路的距離、道路速限、旅運工具等更細緻且具量化特質的評估, 有效提高地理可近性評估分析的能力[13-17]。

目前台灣評估醫療資源的方式, 係以各行政區為單位, 計算區域內(如縣市或鄉鎮)之每萬(或每十萬)人口之醫療機構、醫事人力、醫院病床等屬於醫療可近性架構中潛在醫療資源的項目。其中每萬人口西醫師數, 是一項度量國內醫療資源供需的重要指標, 並可作為國際間的比較[18], 而行政區域的單位可從全國尺度到鄉鎮市區尺度。每萬人口西醫師數的概念簡單易懂且方便評估, 然而此方式成立之假設為區域內之人口只能以該區域內之西醫師資源為其潛在資源。這個方式具備了最基本的資源利用的地理可近性概念, 係以行政區域之範圍作為西醫師資源地理可近性的界線, 並未考量實際人口移動特性與實際距離的影響。然而, 當以較小之

區域為評估範圍時, 由於與附近區域的地理距離較短, 人口在不同區域之間可能的頻繁流動, 可能會對評估西醫師資源供需產生不可忽略的影響[16]。

台灣地小人稠, 就醫選擇並無任何限制, 且實施全民健保, 實際跨區就醫之現象常見[19]。因此鄰近區域對於潛在西醫師資源供需評估之影響不可忽略, 尤其鄉鎮層級之影響相對較大。目前健保局判定「基層西醫師資源缺乏鄉鎮」之依據, 雖然輔以其他判定項目, 但仍以衛生署「現行評估法」之各鄉鎮西醫師服務人口為主要的標準。此外我國目前尚無以人口活動範圍的距離關係, 考量附近鄉鎮西醫師資源與人口影響每萬人口西醫師數評估的定量數據。因此, 本研究以「二階段浮動可近區位法」為基礎, 提出兩個考量距離關係的資源地理可近性評估模式, 以2007年之西醫師資源為例, 重新分析各鄉鎮之每萬人口西醫師數, 並與以鄉鎮為範圍的衛生署「現行評估法」作比較, 探討不同地理可近性特質對於評估鄉鎮每萬人口西醫師數之影響。

材料與方法

資料來源：本研究的各鄉鎮人口數及面積資料為2007年底內政部「台閩地區人口統計」之資料；西醫師數為2007年底中華民國醫師公會全國聯合會年度統計資料。

研究方法：為了呈現不同地理可近性特質是否影響鄉鎮每萬人口西醫師數的評估, 本研究以台灣本島為研究範圍, 暫不考慮金門、馬祖、澎湖等離島需以飛航或船舶等交通工具的可近效果。目前衛生署分析的最小區域為鄉鎮, 在相同的比較基準下, 共計納入台灣本島的350個鄉鎮進行分析與評估。

本研究為了與衛生署「現行評估法」在同一基準比較, 僅增加考量地理可近性因素對於評估的影響, 以各鄉鎮的西醫師數目代表該鄉鎮西醫師的潛在資源供給, 醫師性別、年齡、科別、服務醫院之層級、資歷及服務時間等因素並未考量。視各鄉鎮的全人口數為醫師資源的潛在需求者, 性別與年齡

結構亦未予以考量。

研究以各鄉鎮之村里地理幾何中心點進行村里人口密度加權，定位各鄉鎮之人口中心點，代表各鄉鎮之地理位置，鄉鎮間之距離以各鄉鎮人口加權中心點間最短之「道路距離」代表。距離的計算係以交通部運輸研究所出版的「路網數值圖」為基礎，透過地理資訊系統路網分析模組建立之「起點-終點矩陣(Origin-Destination Matrix)」進行運算，以ArcGIS Network Analyst軟體為運算工具。

地理可近性評估模式建立：

「二階段浮動可近區位法(Two-step floating catchment area method)」係於2003年由Luo以及Wang提出考量人口移動特性，並設定以某活動範圍的地理可近性進行資源評估的方式[16]。該方法由兩階段進行評估：第一階段為進行區域資源之分派；第二階段為加總資源可利用範圍內之資源分派，而得到各區域的資源獲得。

資源利用與地理區域範圍的空間關係，主要透過兩種觀念模型建立，第一種模型為重力模型(Gravity model)，要點為使用者與資源之間地理距離越遠，資源利用的阻礙越大；第二種模型為活動空間概念(Activity space concept)則提出在某個特定範圍內，距離所造成的資源利用阻礙並不明顯。民眾因社區、交通、經濟、文化、教育、種族等等特質形成獨特的活動空間，在此活動空間內，資源被利用機會隨距離漸減的效應並不明顯，但超過這個活動空間時則會顯現。

現行之鄉鎮每萬人口西醫師數評估方法，是設定鄉鎮範圍為該鄉鎮人口唯一西醫師利用之活動空間，且對該鄉鎮內西醫師之利用皆相同；而「二階段浮動可近區位法」則是根據活動空間概念，設定在西醫師可利用的範圍內資源之利用皆相同，並不隨距離遞減。Luo在2009年提出加入重力模式之修正版本，在西醫師可利用的範圍內再劃分次級活動區域，於次級活動區域內並無利用機會之衰減，次級活動範圍之間則有衰減[17]。

參酌國外之相關研究，對於基層醫師資源評估概以自行開車之交通時間30分鐘為可利用範圍(catchment area)。美國HPSA系統對於不同道路等級更給予交通時間換算為道路距離的常數，設定鄉鎮內道路30分鐘的交通距離為15英哩(約24公里)[6]。由於台灣與美國的交通環境差異，台灣的交通流量大且道路普遍較小，實際車速較慢而生活實際活動範圍較小。並參考呂在綸對台灣北部地區到區域醫院門診民眾之平均交通時間(27.6分鐘)與平均距離(8.2公里)研究[20]，及考量原住民委員會對原住民就醫時超過20公里開始時給予醫療交通費補助之規定[21]，本研究以15公里之道路距離代表民眾利用西醫師資源的活動範圍。

目前國外以「二階段浮動可近區位法」評估醫療資源在實務上均以郵遞區號之區域範圍為評估單位，假設該範圍之人口皆位於人口加權中心點(需求端)。醫療資源可利用範圍之選訂有些採用直線距離，有些採用道路距離，醫療資源(供給端)則視研究目的選定。HPSA系統也是以郵遞區號範圍為評估單位，該系統對於基層醫療資源的評估項目是以無跨區之前提來設定，由於要評估基層醫療，因而對醫師資源給予服務層級、科別、時間等等不同的加權。

我國無明確之基層醫師制度，許多人口直接以醫院醫師資源進行基層醫療之利用。健保局依據各鄉鎮西醫師服務人口數，判定西醫師基層醫療資源缺乏之鄉鎮，並以各鄉鎮之都市化等級[4]給予不同的判定基準。本論文係針對鄉鎮之醫師人力(每萬人口西醫師數)進行不同評估方法之討論，研究中設定鄉鎮人口中心點往外15公里道路可到達的範圍為該鄉鎮西醫師資源之潛在可利用範圍(catchment area)，進行地理可近性之修正，並與衛生署「現行評估法」進行比較。

「二階段浮動可近區位法」的精神是，就每個評估區域的資源(本研究為西醫師)而言，有一個以距離設定(本研究為15公里)的無形範圍，在這範圍內的所有人口都是該資源的潛在利用者，以此範圍內之人口總合可以計算該區域之資源分派；而對每個區域的

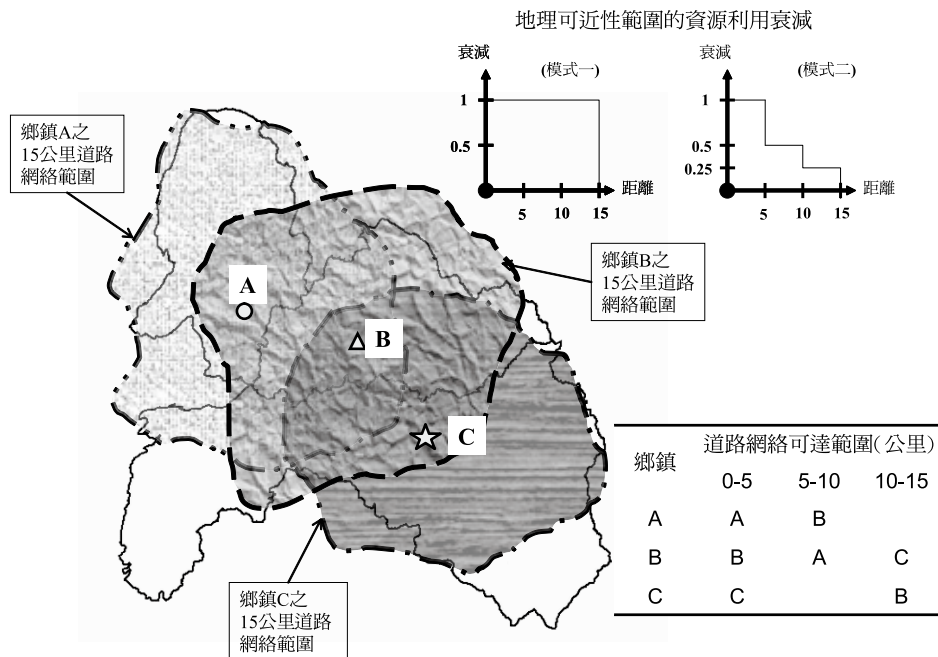
人口而言，也有一個無形的範圍，範圍內的所有資源分派皆可為該區域之人口所利用。本研究設定醫師資源與人口集中在人口加權中心點，因此15公里範圍若有涵蓋到鄰近鄉鎮的人口加權中心點，鄰近鄉鎮之人口與資源將會影響該鄉鎮每萬人口西醫師數之評估。

本研究發展出兩種地理可近性模式：模式一係以活動空間概念為基礎的基本型態，設定在15公里內西醫師之利用機會相等；模式二為加上重力模式之修正，將15公里劃分三種區間範圍：0-5公里，5-10公里，10-15公里，依重力模式之精神，西醫師距離越遠被利用機會越小的特性，設定每一個區間(5公里)利用遞減一半，如圖一所示。

「二階段浮動可近區位法」之建立步驟

陳述如下。

模式一：以活動空間概念為基礎。第一階段：各鄉鎮西醫師資源之分派，根據表一之模式一的計算流程範例，以鄉鎮A為例，距離鄉鎮A中心點的15公里內之所有人口，皆可利用鄉鎮A之西醫師資源，且利用機會均等(如圖一中可利用鄉鎮A資源的鄉鎮為A與B)。鄉鎮A的西醫師數(DOC_A)除以所有可利用的人口數($POP_A + POP_B$)，得到鄉鎮A的西醫師資源分派(R_A)。依此類推，可計算出 R_B 及 R_C 。第二階段：各鄉鎮人口可獲得之西醫師資源，由於鄉鎮A在15公里內可到達的鄉鎮包括鄉鎮A與B(雖有涵蓋到鄉鎮C的部分範圍，但並無涵蓋到其中心點)，因此，鄉鎮A之可獲得西醫師資源，係以鄉鎮A在15公里範圍內可到達鄉鎮(A、B)之西醫師資源分派總合($R_A + R_B$)，如表一之模式一。



圖一 「二階段浮動可近區位法」模式分析的示意圖

註：設定圖中的每一鄉鎮以人口加權中心點代表其地理位置(如圖中○、△及☆)。就醫可利用範圍為15公里道路網絡可到達的區域(不規則範圍)。模式一設定為在範圍內無潛在資源利用的距離衰减趨勢，而模式二為設定距離人口中心點每增加5公里潛在資源利用將隨之衰减一半。圖中鄉鎮A之可利用範圍雖有涵蓋到鄉鎮C的部分區域，但尚未跨越人口中心點，因而鄉鎮C之人口無法利用鄉鎮A之資源，而鄉鎮A之人口無法利用鄉鎮C之資源。圖中顯示每一鄉鎮之就醫可利用範圍因為是15公里道路網絡範圍規劃大約相同，並不因鄉鎮實際面積之差異而變動。

表一 「二階段浮動可近區位法」計算公式與流程

STEP 1：各鄉鎮的醫師資源分派(R)	STEP 2：各鄉鎮可獲得的醫療資源(F)
模式一	
$R_A = \frac{DOC_A}{POP_A + POP_B}$	$F_A = R_A + R_B$
$R_B = \frac{DOC_B}{POP_A + POP_B + POP_C}$	$F_B = R_A + R_B + R_C$
$R_C = \frac{DOC_C}{POP_B + POP_C}$	$F_C = R_B + R_C$
模式二	
$R_A = \frac{DOC_A}{POP_A + (1/2)POP_B}$	$F_A = R_A + (1/2)R_B$
$R_B = \frac{DOC_B}{(1/2)POP_A + POP_B + (1/4)POP_C}$	$F_B = (1/2)R_A + R_B + (1/4)R_C$
$R_C = \frac{DOC_C}{(1/4)POP_B + POP_C}$	$F_C = (1/4)R_B + R_C$

模式二：加上重力模式之修正。第一階段：各鄉鎮西醫師資源之分派，根據表一之模式二的計算流程範例，以鄉鎮A為例，距離鄉鎮A的15公里範圍內人口，因距離不同而利用機會不同，因此可利用人口必須修正為距離鄉鎮A0-5公里內鄉鎮人口總合(POP_A)，加上5-10公里內鄉鎮人口總合(POP_B)的1/2。於是鄉鎮A之西醫師數(DOC_A)除以修正後之可利用人口數($POP_A + 1/2POP_B$)，可得到鄉鎮A的西醫師資源分派(R_A)。第二階段：各鄉鎮人口可獲得之西醫師資源，加總鄉鎮A之可獲得西醫師資源時，亦需修正為鄉鎮A在0-5公里可到達鄉鎮之西醫師資源分派總合(R_A)，加上5-10公里可到達鄉鎮之西醫師資源分派總合(R_B)的1/2，如表一之模式二。

若人口跨越行政區就醫的地理距離特性並不影響鄉鎮每萬人口西醫師數之評估，則本研究以「二階段浮動可近區位法」所得到的評估結果，應與衛生署「現行評估法」之評估結果相近。因此，在各鄉鎮之整體分析中將會呈現，不同方法評估之每萬人口西醫師數整體分布類似且變異數接近，相關度高

(以Pearson相關係數分析)。各鄉鎮間「新模式」與衛生署「行評估方法」之差異應接近0(以符號檢定分析)，比值應接近1，且排行順位變化不大。在判定符合西醫師資源缺乏的鄉鎮時應呈現高度一致性，而評估為每萬人口西醫師數最低四分位之鄉鎮時亦應如此(以kappa一致性檢定)。

每萬人口西醫師數在不同評估法之數值差異，無法呈現變化幅度，所以本研究由「新模式」與衛生署「現行評估方法」之每萬人口西醫師數比值進行分析以瞭解其變化幅度。進行資源分配時，各鄉鎮資源之順位關係，更能代表資源需求之相對強度，因此本研究分析順位變化。健保局補助方案中判定西醫師資源缺乏之標準，依不同都市化等級[4]有所差異，本研究依照方案中之定義來進行判定。

由於鄉鎮面積是描述鄉鎮特性基本要素中與距離直接有關者，理論上面積小的鄉鎮以「二階段浮動可近區位法」評估時，較易受到附近鄉鎮人口(會降低資源分派)與西醫師資源(會增加資源獲得)之影響；而大面積的鄉鎮影響則比較不明顯。因此本研究將各

鄉鎮依面積順序五等份，每一等級各包含70個鄉鎮，各等級面積之分布如表四。進行鄉鎮層級不同面積等級之比較，藉以了解面積可能的影響與其影響的方向。最後再進行由鄉鎮加總至較大的行政(縣市)尺度的評估與比較。

結 果

本研究共計納入350個鄉鎮，鄉鎮依衛生署「現行評估法」(以鄉鎮為可近單位)，以及「二階段浮動可近區位法」的「模式一：活動空間概念」及「模式二：重力模式」等，共三種方法評估，各鄉鎮之每萬人口西醫師數由以下四個部份說明。

一、鄉鎮間之整體比較

1. 關連分布：由衛生署「現行評估法」顯示，各鄉鎮間之每萬人口西醫師數的變異大，且有許多每萬人口西醫師數極多的鄉鎮，而「新模式」之分布則變異較小而且少有極端的鄉鎮。現行評估法之中位數比新模式低(每萬人口西醫師數5.5 vs. 11.05 & 9.2)，有比較多的鄉鎮以衛生署「現行評估法」之每萬人口西醫師數較少。「二階段浮動可近區位法」與衛生署「現行評估法」之每萬人口西醫師數雖呈現顯著正相關($p\text{-value} < 0.01$)，但相關度不高，模式一之相關係數僅為0.37(低度相關)，而模式二之相關係數為0.58(普通相關)，如表二及圖二。

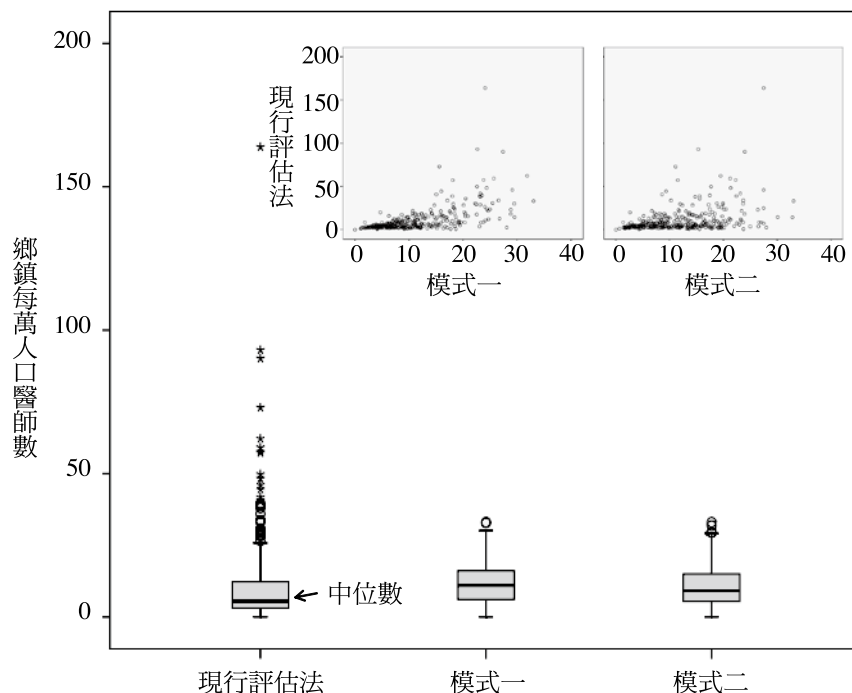
表二 以不同方法評估2007年台灣各鄉鎮醫師資源及差異總表

項目	衛生署 現行評估法	二階段浮動可近區位法	
		模式一	模式二
整體評估			
範圍 ^a	0~163.87	0~33.05	0~33.05
中位數	5.50	11.05	9.20
標準差	15.09	6.74	6.84
相關係數	Ref	0.37	0.58
結果差異			
範圍 ^b	Ref	-136.35~25.47	-139.75~25.56
95% C.I.		-0.56~2.39	-1.10~1.51
增加/不變/減少鄉鎮數		192/42/116	189/42/119
符號檢定 p		<0.001	<0.001
結果比值			
範圍 ^c		0.13~32.45	0.15~25.5
<0.5		33 (9.4%)	16 (4.5%)
0.5~0.8	鄉鎮數(%)	57 (16.3%)	54 (15.4%)
0.8~1.25		87 (24.9%)	127 (36.3%)
1.25~2		40 (11.4%)	48 (13.7%)
>2		133 (38.0%)	105 (31%)
順位差異			
範圍		升322~降285	升299~降242
升50位以上	鄉鎮數(%)	104 (29.7%)	86 (24.6%)
介於50位間		111 (31.7%)	146 (41.7%)
降50位以上		135 (38.6%)	118 (33.7%)

^a 整體評估之結果單位為「每萬人口醫師數」。

^b 結果差異為各鄉鎮新模式評估結果與衛生署現行評估法評估結果相減，單位與整體評估相同。

^c 結果比值為各鄉鎮新模式評估結果與衛生署現行評估法評估結果相除，為倍數無單位。研究中有一鄉鎮分母為0，分子也是0，比值評定為1(因修正後無變化)。



圖二 本研究的新模式與衛生署現行評估法之結果比較

註：右上角的X-Y散布圖顯示新模式與現行評估法的相關性不高。箱型圖顯示新模式評估有較少鄉鎮具有極端值，而現行評估法所計算各鄉鎮每萬人口醫師數的中位數較低。

2. 每萬人口西醫師數之差異分析：「新模式」與衛生署「現行評估法」評估各鄉鎮每萬人口西醫師數之差異，範圍分布非常廣(-136.35~25.47, -139.75~25.56)，雖大多鄉鎮的差異集中在0附近，但是「模式一」與衛生署「現行評估法」比較，增加的鄉鎮為192個，減少的為116個；「模式二」增加的為189，減少的為119個。

「新模式」評估後每萬人口西醫師數增加的鄉鎮數明顯較多(符號檢定， p -value皆 <0.001)，如表二。

3. 評估之比值分析：由『新模式評估每萬人口西醫師數/衛生署現行評估法評估每萬人口西醫師數』之比值顯示，幅度範圍很大(0.13~32.45, 0.15~25.5)，而以「新模式」評估比值為二倍以上的鄉鎮數目各為133與105個(38%, 31%)；幅度較小(減少20%到增加25%)的鄉鎮各為87與127個(25%, 36%)，如表二。

4. 順位差異分析：以不同方法評估各鄉鎮之每萬人口西醫師數進行順位排行，兩種「新模式」之各鄉鎮順位與衛生署「現行評估法」比較後，變化的範圍很大(升322~降285, 升299~降242)，順位上升超過50位之鄉鎮各為104與86個(30%, 25%)；順位降低超過50位的鄉鎮各為135與118個(39%, 34%)，如表二。

二、判定醫師資源缺乏之運用分析

在都市化分級為第五與六級之鄉鎮[4]，健保局判定基層西醫師資源缺乏鄉鎮之標準為醫師服務人口數大於3,500人(相當於每萬人口西醫師數小於2.857)，依此標準進行一致性檢定，兩種「新模式」與衛生署「現行評估法」之一致性皆不理想(kappa值各為0.14, 0.22)；都市化分級為第七級之判定標準為醫師服務人口數大於2,500人(相當於每萬人口西醫師數小於4)，亦呈現類似

的檢定結果(kappa值各為0.12, 0.23), 如表三。各有2到3個鄉鎮, 以衛生署「現行評估法」判定時不符合補助標準, 但以「新模式」判定時符合補助標準。若以納入研究的350個鄉鎮進行每萬人口西醫師數最低25%鄉鎮之一致性分析, 一致性亦不理想(kappa值各為0.14, 0.21)。

三、行政區域面積的影響

依面積五等分進行分析時發現, 面積較小之前三組(面積介於1-68平方公里), 以「新模式」與衛生署「現行評估法」評估之比值為<0.8或>1.25 (比值變化大)合計之鄉鎮數多於比值介於之間者, 在面積較大的兩組, 變化較小的鄉鎮數逐漸增加, 如表四。而順位差異分析時則呈現, 面積較大兩組(面積介於68-1641平方公里), 有較多的鄉鎮在新模式評估後之順位下降超過50名。

四、以人口加權加總的影響

以人口加權整合到縣市尺度時, 「新模

式」與衛生署「現行評估法」之各縣市評估比值在縣市尺度明顯比鄉鎮尺度時小(模式一由0.13~32.45降到0.62~1.76, 模式二由0.15~25.5降到0.79~1.57)。而台北縣、台中縣與嘉義縣新模式評估後增幅最大(增幅約為20%到76%); 台北市與嘉義市的減幅最大(減幅約20%到40%)。將整合尺度擴大到北、中、南、東四區時, 變化更為縮小。擴大到全台灣時, 評估結果完全一致, 如表五。

討 論

以本研究所建立具距離特質的地理可近性模式與設定條件, 重新評估各鄉鎮每萬人口西醫師數與衛生署的「現行評估法」比較, 不管從鄉鎮間之整體比較, 或是判定西醫師資源缺乏鄉鎮的一致性, 皆呈現有明顯差異, 足以顯示考慮人口跨越行政區域(鄉鎮)移動, 以實際交通運輸的道路網絡距離進行資源利用的地理可近性新評估法在鄉鎮尺度下明顯影響每萬人口西醫師數之評估結果。

表三 「二階段浮動可近區位法」新模式判定西醫師資源缺乏鄉鎮與健保局及衛生署判定之一致性分析

鄉鎮型態分類		二階段浮動可近區位法			
		模式一		模式二	
		符合	不符	符合	不符
都市化分級表第五級與第六級資源缺乏鄉鎮					
健保局標準	符合	3	20	4	19
	不符	3 ^a	98	2 ^a	99
Kappa值		0.14		0.22	
都市化分級表第七級資源缺乏鄉鎮					
健保局標準	符合	16	40	22	34
	不符	3 ^b	22	2 ^b	23
Kappa值		0.12		0.23	
西醫師資源最低25%鄉鎮					
衛生署現行評估法	符合	31	57	36	52
	不符	57	205	52	210
Kappa值		0.14		0.21	

^a 健保局評估不符合補助標準, 以新模式評估符合補助之醫師資源缺乏鄉鎮: 台北縣八里鄉、宜蘭縣頭城鎮(模式一、二)及新竹縣關西鎮(模式一)。

^b 健保局評估不符合補助標準, 以新模式評估符合補助之醫師資源缺乏鄉鎮: 台南縣白河鎮、屏東縣里港鄉(模式一、二)及台南縣楠西鄉(模式一)。

表四 新模式評估比值及順位差變化依面積五等分組分析(以鄉鎮數分析)

面積組	比值 ^a		順位差	
	0.8~1.25	<0.8, >1.25 (合計)	50位內	降>50, 升>50 (合計)
模式一				
最小	9	23,38 (61)	30	15,25 (40)
小	12	14,44 (58)	19	17,34 (51)
中	5	22,43 (65)	24	24,22 (46)
大	20	18,32 (50)	21	34,15 (49)
最大	41	13,16 (29)	17	45, 8 (53)
模式二				
最小	15	19,36(55)	40	10,20 (30)
小	11	16,43(59)	29	10,31 (41)
中	19	15,36(51)	31	21,18 (39)
大	32	11,27(38)	24	34,12 (46)
最大	50	9,11 (20)	22	43, 5 (48)

面積分組之面積與到次鄉鎮距離資料

	面積(平方公里)		到鄰近鄉鎮最短距離(公里)	
	範圍	中位數	範圍	中位數
最小	1~28	16	2~16	3.5
小	29~45	37	3~11	5.9
中	46~68	56	3~14	7.0
大	68~110	80	3~22	9.1
最大	112~1641	171	4~55	15.3

^a 每一鄉鎮之新模式評估結果除以衛生署現行評估法評估結果。

表五 以人口加權整合至大區域之分析

整合範圍	與衛生署現行評估法比較			
	比值		模式一	模式二
縣市	各鄉鎮比值範圍		0.13~32.45	0.15~25.5
	各縣市比值範圍		0.62~1.76	0.79~1.57
	>1.2 (增加20%以上)		台北縣、台中縣、嘉義縣	台北縣
	1.1~1.2 (增加10%~20%)		新竹縣	台中縣、嘉義縣
	0.9~1.1 (增減10%以內)		其他10縣市	其他16縣市
	0.8~0.9 (減少10%~20%)		基隆市、桃園縣、台中市 南投縣、台南市、屏東縣	桃園縣、嘉義市
	<0.8 (減少20%以上)		台北市、嘉義市	台北市
區域	鄉鎮數	衛生署現行評估法	模式一	模式二
北	89	16.60	16.50	16.62
中	106	14.30	14.45	14.28
南	128	15.56	15.63	15.54
東	27	17.07	17.07	17.07
台灣	350	15.74	15.74	15.74

註：單位為「每萬人醫師數」。

對於醫療可近性架構中的醫療資源的獲得，學者指出有以下各方面的阻礙：可用性(Availability)、可近性(Accessibility)、供給度(Affordability)、接受度(Acceptability)及協調度(Accommodation)。前兩者是具有地理空間特性(Spatial)的面向，後三者則與社會經濟因素及醫療體系的運作相關[12]。地理資訊系統技術發展後，越來越多的考量實際距離地理可近性的相關研究發現，病患到醫療照護資源的距離或交通時間，明顯影響接受醫療照護的狀況與健康結果[3,9-12]。以往以行政區域範圍(如縣市鄉鎮)分析每萬人口西醫師數的評估法，雖亦基於地理可近性的觀念，卻以無法跨越區域利用附近區域資源的假設為前提，將可能導致誤差，本研究由多個面向呈現「新模式」與衛生署「現行評估法」的差異，藉以凸顯進行醫療資源評估時，地理可近性修正的必要性。

在實務運用上，健保局為了降低西醫基層醫療資源的不平等，推動「西醫師資源缺乏地區改善方案」，以鄉鎮為資源使用界線之衛生署「現行評估法」西醫師服務人口為主要判定依據。本研究利用「二階段浮動可近區位法」與健保局2008年方案(依據2007年之鄉鎮西醫師服務人口)之判定進行之一致性比較，呈現兩者所判定的鄉鎮一致性並不理想。假如本研究設定條件下之評估，比較符合西醫師資源的實際狀況，則以健保局的判定結果，將會導致資源補助分配的錯置。例如以衛生署「現行評估法」未納入補助而「新模式」卻判定為西醫師資源缺乏的八里鄉、白河鎮等將可能被忽略西醫師資源缺乏的現況。中央政府之醫療資源分配大多以縣市為執行單位，本研究以鄉鎮層次整合至縣市時雖發現新模式於評估每萬人口西醫師數時差異比鄉鎮層級降低，但各縣市在新模式評估後仍有20~40%的減幅到60~80%之增幅，並且導致縣市醫師人口比之順位排行產生變化。因此不僅在鄉鎮層級，在縣市層級之每萬人口西醫師數指標上的修正亦具備參考價值。

兩種新模式在「概念上」藉由「醫師的服務範圍」也就是就醫距離，來打破鄉鎮的

行政界線；不過在「實質上」仍以鄉鎮為分析單位。在活動範圍設定上的差異，使新模式將跨區就醫的情形納入考慮，因而鄉鎮內的醫師資源，會增加來自鄰近鄉鎮支援的醫師資源，同時也扣除本地支援鄰近鄉鎮的醫師資源，調整後將產生比較接近真實的醫師資源；且由於每一個區域的西醫師資源可利用範圍皆為鄉鎮中心點往外15公里的道路範圍，其範圍之面積相近，因此在相近面積下所計量之醫師資源可代表其密度。反之以衛生署「現行評估法」未將跨區就醫情形納入考慮，因此不論鄉鎮之面積為何，只要有相同的每萬人口西醫師數，代表具有一樣的西醫師資源。事實上大面積的鄉鎮因西醫師密度較低，理論上有相同的每萬人口西醫師數，實質的醫療可近性較低。台灣各鄉鎮之面積大小範圍從1平方公里到1600平方公里差異甚大，因此以衛生署「現行評估法」受到醫師密度之影響程度可能較大。

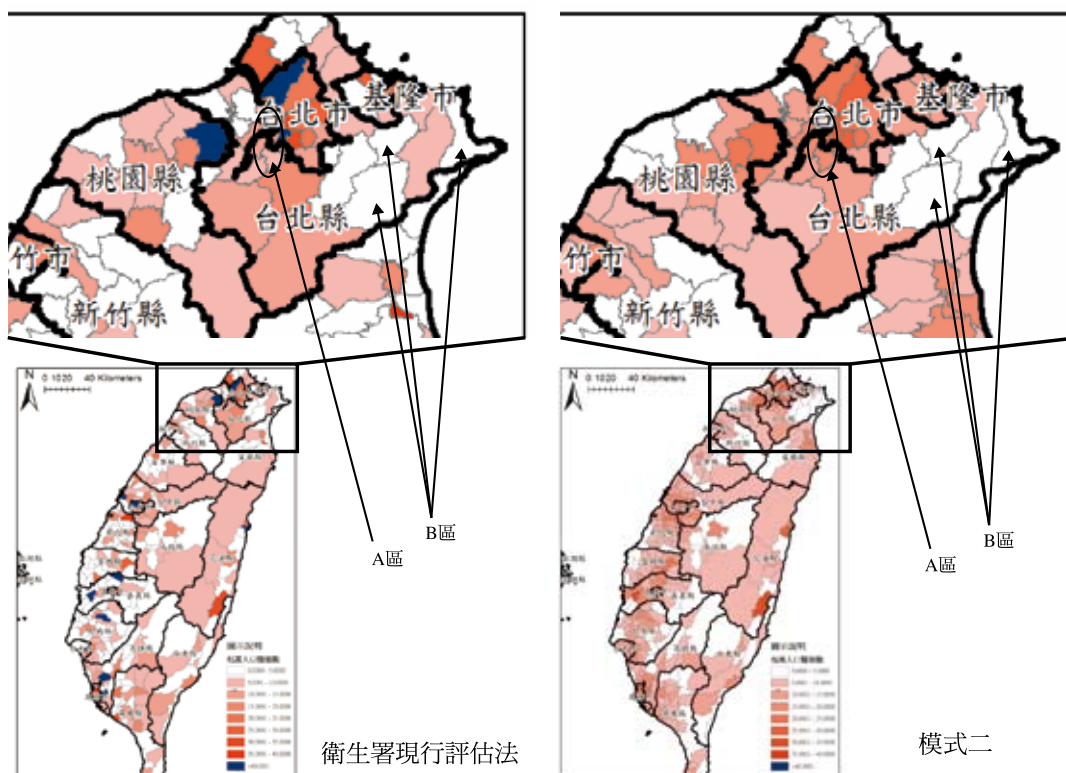
由於衛生署「現行評估法」有許多的前提，如：人口與醫師資源在鄉鎮內之利用皆相等；資源密度差異不影響評估；人口無跨區利用資源的現象；人口的健康需求與醫師的專業服務皆一致。因而評估鄉鎮之每萬人口西醫師數時，會有不完善之處。但由於定義明確，且為衛生單位定期公開之資訊，資訊獲得簡易。因此雖然有許多不完善之處，研究者或行政單位仍經常使用。新模式打破鄉鎮之界線，以實際距離設定新的資源利用範圍，可以改善上述前提中無跨區利用醫療資源與資源密度不影響評估之情形。

然而，以行政區域為資源利用界線的評估法並非不可參考，本研究利用人口加權，將鄉鎮整合到較大空間尺度後，區域範圍擴大(如縣市及區域等)，「二階段浮動可近區位法」與衛生署「現行評估法」之評估差異降低。以大區域(如縣市)評估時，由於縣市內鄉鎮之間的跨區不再影響評估值，僅在跨越縣市的鄉鎮會影響，而且以縣市評估時人口基準變大使得跨區之影響程度相對減少。因此直接以國家層級之每萬人口西醫師數代表該國之醫師資源，除了醫師密度之影響尚未考量外，屬合理之評估。

實務上以人口加權整合鄉鎮到縣市尺度之西醫師資源評估時，發現台北縣修正後西醫師資源明顯增加，而台北市明顯降低。地理位置在接近台北市之台北縣鄉鎮，人口眾多但於區域內大多無大型醫院，台北市西醫師資源集中，又在這些鄉鎮之可利用範圍內。根據衛生署「現行評估法」，這些區域的每萬人口西醫師數遠低於附近的台北市區，如永和市、三重市與一河之隔的中正區，「二階段浮動可近區位法」評估後顯示，永和市每萬人口西醫師數由8.8升到23.7，23.8，三重市每萬人口西醫師數由10.7升到23.3，24.1，而中正區每萬人口西醫師數則由90.2降到24.0，27.4。在台北市內比鄰中正區的萬華區也有同樣的變化每萬

人口西醫師數由12.2升到23.3，24.7。此外以「二階段浮動可近區位法」評估，同時能反映在同縣市內之各鄉鎮，受到附近縣市西醫師資源與人口影響之差異。如台北縣雖因台北市之醫師資源挹注而升高整體評估值，但增加的效應僅限於與台北市接近的鄉鎮如三重、永和、板橋，並未擴及距離台北市較遠的鄉鎮如平溪、貢寮、坪林等，如圖三。因此更能凸顯縣市內各鄉鎮之差異。

依面積等級分析時發現，面積最大組(面積大於112平方公里)新模式評估後之變化幅度最小，符合面積越大與附近鄉鎮距離越遠，受其資源與人口影響越小，因此比值容易接近1的特性與預期。本研究只發現在面積最大組之結果不同於其他組別，可能因為



圖三 比較各種不同評估方法於各鄉鎮每萬人口醫師數的分佈

註：經過本研究的模式二的評估結果發現，原本現行評估法評估具有醫療資源極端值的鄉鎮市區(每萬人口醫師數大於40 (深藍色)及小於5 (白色))明顯減少。現行評估法中都會區均有醫師集中的區域，新模式評估後不復存在。將北部地區放大後顯示，台北市各行政區於新模式二評估後各區域之醫師資源非常接近，而台北縣緊鄰台北市的區域亦增加每萬人醫師數，而遠離台北市的區域則影響較小。

只有此組大多數的鄉鎮與附近鄉鎮距離大於15公里，如表四。以不同距離條件進行評估時，發現變化幅度隨面積組別變化之現象改變。在順位差異的比較上則呈現，面積較大的兩組(面積大於68平方公里)雖然評估值變化幅度較小，新模式評估後順位下降大於50名的鄉鎮卻越多，與變化幅度呈現不同的表現。鄉鎮面積與社會經濟型態有直接關係，鄉鎮面積大的一般為山區、偏遠地區或人口密度較稀疏的農業區，面積大的鄉鎮在新模式評估下順位下降較多，顯示原來就屬於資源較為弱勢的鄉鎮，以衛生署「現行評估法」更可能被高估而忽略資源不足之現象。

由以上各種層面的結果，可以得到以下的結論：距離因素為西醫師資源評估不可忽略的因素；以具有距離特質之地理可近性評估方式進行資源評估時，所產生的影響與所設定的距離條件及衰退有關；新模式評估結果之「新模式/現行評估法」比值增加，並不代表順位上升；面積越大的鄉鎮以現行法評估之順位較容易被高估，這些多為偏遠的鄉鎮，若因為容易被高估而較可能導致醫師資源補助的遺漏，將產生更大的醫療資源不平等。

本研究以實際距離特質進行鄉鎮每萬人口西醫師數之評估，因此西醫師利用範圍並不侷限於原鄉鎮之界線，而改以實際道路距離(15公里)所設定的無形西醫師資源利用範圍進行評估，因此可以利用每一鄉鎮西醫師資源之評估區域範圍因為是以15公里路網所取得，範圍大小大約一致，不像鄉鎮面積由1平方公里到大於1600平方公里如此大的差異。因而以路網所劃區域之新模式，醫師密度的影響可以獲得部份解決。而由於是以實際道路距離劃分西醫師資源利用的範圍，所以限制人口跨區利用的前提亦可獲得改善。然而為了要與現行評估法在同一基準進行比較，所以並未將人口及醫師特質納入考量，這是本研究尚未解決的部分。若要得到更完整而細緻的評估結果，本研究認為應針對如人口組成、疾病類型、醫療需求、就醫行為為模式、醫療服務特質等項目與予適當的加權，此為本研究之首要限制。

健康不平等可由醫療潛在可近性角度探討，「現行評估法」之「每萬人口西醫師數」為醫療資源評估之常用指標。經地理可近性因素修正後，可降低一部分現行評估法中不合理前提的影響，然而仍有許多無法單由考量距離因素經由地理之修正獲得解決的特質。因此從實際醫療利用可近性的角度切入，可以處理其他尚未解決的問題，如direct standardization-based index (HI_{wvp})和indirect standardization-based index (HI_{wv})等[22,23]。本研究定義的西醫師資源可利用或就醫活動範圍、衰減距離及衰退幅度等參數，在不同設定條件下將會產生不同的結果，由於該參數組目前並無可參考之依據，評估西醫師資源亦無黃金準則，研究學者認為，透過下述方式可以得到較符合每萬人口西醫師數指標精神與接近現況之評估：一是透過專家意見，依據指標之目的與意義設定適合的參數組；另一種方式是以實際醫療利用數據進行參數組之實證[14]。以實證方式進行參數條件的設定，是將潛在醫療可近性評估與實際醫療可近性評估連接的橋樑。

理論上，可就醫之距離不應設限，因此所有西醫師資源應皆應可為所有鄉鎮人口之資源。由「模式一」的定義，於西醫師資源利用活動範圍內並無資源利用之衰減，當可就醫範圍設定為全國時，全國醫師資源為全國人口共享，全國各區域之資源皆相等，因此無法呈現小區域間之變異。若透過「模式二」設定適當之衰減距離與資源利用的衰退幅度，就醫範圍設定為全國時，可經由衰減效應而呈現各小區域之間的變異，是兩種新模式中比較理想的方法。本研究在進行敏感度分析時，可利用資源距離選擇5~20公里，衰減幅度設定0.5~0.7，發現當距離大於15公里以上時，各鄉鎮之評估結果與15公里之相關係數已高達0.94~0.97，顯示超過15公里以上之利用距離，其評估結果的變化已不再明顯。

本研究的其他限制，如僅以道路距離代表具距離特質的地理可近性並不夠精細，應將道路種類、道路速限及交通方式一併討論。而面積大的鄉鎮，幅員若超過設定條件

中會產生利用衰減的距離時，依據地理可近性的特性，在鄉鎮內的西醫師資源利用也會有所衰減，此時可經由更小之行政單位如村里評估再加權到鄉鎮層次，或以鄉鎮醫師密度之加權進行修正，但將會增加評估之複雜度。此外將鄉鎮人口與資源定位在地理幾何人口加權中心點，是在計算就醫距離的目的下，所設計出來代表鄉鎮人口聚集地點的工具指標。優點在於提供計算就醫距離的參考地理位置；缺點則是無法完全反應各鄉鎮地理人口的各種聚散狀況，這種限制也可以透過更小行政層級的評估而改善。

本研究進行國家性的指標「各鄉鎮之每萬人口西醫師數」之修正，在「現行評估法」的地理單位上，藉由就醫可近距離打破行政界線，調整地理單位內可及的醫師資源，改善「現行評估法」，使可近性的評估在適當的就醫距離與衰減條件下更接近真實的狀況。新模式評估在應用延伸性方面，研究者需在選定的地理單位上建立人口中心點，並透過地理資訊系統計算其道路距離以確立其醫師資源的可近範圍。相同的方法亦可推衍到以更小行政層級如村里的評估，再經由人口加權以得到鄉鎮或縣市之整合結果，將能更精細地呈現鄉鎮內資源之差異。

本研究主旨在於呈現供給端(人口)與需求端(資源)間之距離為評估資源不可忽略之因素，至於適當的距離與利用衰減的條件，因無一定之標準，且需視欲評估之資源而定，或經由實際醫療利用實證獲得。本研究之概念，在設定適當的利用距離與利用衰減幅度下，選擇適當的供需內容，可外推到其他需求較為均勻之醫療資源評估，如基層西醫師、牙醫、小兒科醫師、一般住院醫療、慢性病醫療等等。至於加護病房、癌症專業治療、洗腎醫療、特殊檢查儀器等特殊稀有之醫療需求之評估需保守。

2011年後，台灣的直轄市已經包括台北、新北、台中、台南及高雄等五個都市，各級政府因層級變更，財務雖也將重分配，但是新直轄市中由縣升格的區域(台北縣、台中縣、台南縣及高雄縣)因地理範圍大，且與原直轄市或省轄市區域(台北市、高雄

市、台中市及台南市)之基礎建設等級落差甚大，在有限的經費下，必須透過更精細的資源需求評估，才能確保資源運用的效率，而地理可近性資源之評估方式，是政府在資源配置上重要的考量與未來努力的方向，期望本研究的模式分析結果與討論，能提供未來進行資源配置時的參考。

致 謝

作者感謝台灣大學公衛學院研究生林民浩協助地理資訊系統相關資料處理與地圖繪製，使研究得以完成，謹致謝忱。

參考文獻

1. Lalonde M. A New Perspective on the Health of Canadians. Ottawa: Minister of Supply and Services Canada, 1981; 31-4.
2. 楊銘欽：台灣地區醫療網現況與未來展望。楊銘欽主編：守護民眾健康醫療保健政策白皮書。初版。台北：厚生基金會，2001；137-52。
Yang MC. Current and future prospects for the medical network in Taiwan. In: Yang MC ed. White Paper on Medical and Health Care Policies Regarding People's Health. 1st ed. Taipei: Health, Welfare & Environment Foundation, 2001; 137-52. [In Chinese]
3. Liao HS. Spatial accessibility to health care service and health outcome for people with disability. In: Proceedings of GIS in the Humanities and Social Sciences International Conference, 2009. Taipei, Taiwan: Center for Geographic Information Science, Research Center for Humanities and Social Sciences, Academia Sinica, Taiwan, 2009.
4. 曾國雄、吳水源：台灣地區市鎮鄉都市化程度特性之研究。師大地理研究報告 1986；(12)：287-323。
Tzeng GH, Wu TY. Characteristics of urbanizational levels in Taiwan Districts. Geogr Res 1986;(12):287-323. [In Chinese; English abstract]
5. 行政院衛生署中央健康保險局：92-99年度西醫基層總額醫療資源缺乏地區改善方案。台北：中央健康保險局，2003-2010。
Bureau of National Health Insurance, Department of Health, Executive Yuan, R.O.C. (Taiwan). Improvement policy of western medical clinic in the area of insufficient medical resources, 2003-2010. Taipei: Bureau of National Health Insurance,

- Department of Health, Executive Yuan, R.O.C. (Taiwan), 2003-2010. [In Chinese]
6. Rendell EG, Johnson CB. Guidelines for Federally Designated Health Professional Shortage Areas (HPSAs). Harrisburg, PA: Pennsylvania Department of Health, 2006.
 7. Aday LA, Andersen RM. A framework for the study of access to medical care. *Health Serv Res* 1974;**9**:208-20.
 8. Khan AA. An integrated approach to measuring potential spatial access to health care services. *Socioeco Plann Sci* 1992;**26**:275-87.
 9. Oleson JJ, Breheny PJ, Pendergast JF, Ryan S, Litchfield R. Impact of travel distance on WISEWOMAN Intervention attendance for a rural population. *Prev Med* 2008;**47**:565-9.
 10. Payne S, Jarrett N, Jeffs D. The impact of travel on cancer patients' experiences of treatment: a literature review. *Eur J Cancer Care* 2000;**9**:197-203.
 11. Yantzi N, Rosenberg MW, Burke SO, Harrison MB. The impacts of distance to hospital on families with a child with a chronic condition. *Soc Sci Med* 2001;**52**:1777-91.
 12. Penchansky R, Thomas JW. The concept of access: definition and relationship to consumer satisfaction. *Med Care* 1981;**19**:127-40.
 13. Luo W. Using a GIS-based floating catchment method to assess areas with shortage of physicians. *Health Place* 2004;**10**:1-11.
 14. Guagliardo MF. Spatial accessibility of primary care: concepts, methods and challenges. *Int J Health Geogr* 2004;**3**:3.
 15. Sherman JE, Spencer J, Preisser JS, Gesler WM, Arcury TA. A suite of methods for representing activity space in a healthcare accessibility study. *Int J Health Geogr* 2005;**4**:24.
 16. Luo W, Wang F. Measures of spatial accessibility to health care in a GIS environment: synthesis and a case study in the Chicago region. *Environ Plann Plann Des* 2003;**30**:865-84.
 17. Luo W, Qi Y. An enhanced two-step floating catchment area (E2SFCA) method for measuring spatial accessibility to primary care physicians. *Health Place* 2009;**15**:1100-7.
 18. Ruger JP, Kim HJ. Global health inequalities: an international comparison. *J Epidemiol Community Health* 2006;**60**:928-36.
 19. 林維娟：跨區醫療利用及其影響因素分析。台北：國立陽明大學醫務管理研究所碩士論文，2003。
 - Lin WC. Out-of-area health care utilization and it's influencing factors in Taiwan [Dissertation]. Taipei: Institute of Hospital and Health Care Administration, National Yang Ming University, 2003. [In Chinese; English abstract]
 20. 呂在綸：區域醫院門診病患求醫行為決定因素研究—就醫時間與距離之變異分析。台北：國立陽明大學公共衛生學研究所碩士論文，1995。
 - Lue TL. The study of out-patient's decision factor within regional hospitals - the influence of time and distance [Dissertation]. Taipei: Institute of Public Health, National Yang Ming University, 1995. [In Chinese]
 21. 行政院原住民族委員會：行政院原住民族委員會補助原住民就醫交通費實施要點。台北：行政院原住民族委員會，2011。
 - Council of Indigenous Peoples, Executive Yuan, R.O.C. (Taiwan). Implementation Key Points for Treatment Subsidy for Indigenous Peoples. Taipei: Council of Indigenous Peoples, Executive Yuan, R.O.C. (Taiwan), 2011. [In Chinese]
 22. Van Doorslaer E, Wagstaff A, Calonge S, et al. Equity in the delivery of health care: some international comparisons. *J Health Econ* 1992;**11**:389-411.
 23. Wagstaff A, Van Doorslaer E, Van der Burg H, et al. Equity in the finance of health care: some further international comparisons. *J Health Econ* 1999;**18**:263-90.

Comparisons of different methods of geographical accessibility in evaluating township-level physician-to-population ratios in Taiwan

YIN-CHAO CHANG¹, TZAI-HUNG WEN^{2,*}, MEI-SHU LAI¹

Objectives: An appropriate evaluation of the supply of and demand for physician resources is important for the allocation of medical resource. The current evaluation practice, the township-level physician-to-population ratio, cannot capture the characteristics of cross-district movements of the population. The purpose of this study was to use a geographic information system to capture spatial variations in order to compare different methods of spatial accessibility in the evaluation of physician resources. **Methods:** This study proposed a geographically modified physician-to-population ratio by using a two-step floating catchment area method which incorporated two different distance-decay functions to evaluate physician resources in Taiwan. These methods were also compared with current evaluation practices. **Results:** Results from the catchment area method that incorporated two distance-decay functions were different from the current evaluation practice of township level ratios (correlation coefficients were 0.37 and 0.58). The areas of physician shortage identified by these two methods were also different from current evaluation practices ($\kappa = 0.141-0.231$); however, the differences among these methods decreased when township-level population and physician data were aggregated at the county or regional levels. **Conclusions:** Our significant findings showed that township-level resource allocations could be misplaced if cross-township accessibility were not incorporated in the evaluation models. (*Taiwan J Public Health*. 2011;**30**(6):558-572)

Key Words: *physician-to-population ratio, geographic accessibility, geographically modified physician-to-population ratio, geographic information system, Two-step floating catchment area method*

¹ Institute of Epidemiology and Preventive Medicine, College of Public Health, National Taiwan University, Taipei, Taiwan, R.O.C.

² Department of Geography, College of Science, National Taiwan University, No. 1, Sec. 4, Roosevelt Rd., Daan Dist., Taipei, Taiwan, R.O.C.

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

Received: Mar 11, 2011 Accepted: Aug 26, 2011