

禽流感疫情爆發情境下醫院之抗疫能力模擬分析 —以署立專責醫院為例

王貴民^{1,*} 惠 霖² 陳心慧¹ 許貴婷¹

目標：2003年嚴重急性呼吸道症候群(SARS)所帶來嚴重衝擊，驚醒國人，政府隨之擬訂流感大流行作戰等計畫，建立抗疫能量，以因應可能發生之流感疫情。本研究目標係針對禽流感疫情爆發時專責醫院之設計能量達成抗疫任務程度進行分析。**方法：**依與專責醫院訪談結果建立概念性模型，發展醫院抗疫系統模擬模型。**結果：**以醫院能力可持續作業之時間長度(日)為量測指標，針對政府設計專責醫院之現有資源，融入衛生署應用之疫情情境進行模擬分析。疫情情境有四種設定：推估狀況、最小疫情、可能實況與最壞狀況；模擬出之醫院抗疫作業飽和能量分別為9、1、1、1日。醫療瓶頸出現於疫病篩檢站與負壓病房。**結論：**指定專責抗疫醫院之現況設計與整備難以因應前述四種情境之能量需求。疫病篩檢站與負壓病房之不足，形成醫療作業嚴重瓶頸，另衍生出大量轉院之病患之管理議題。(台灣衛誌 2010；29(6)：575-582)

關鍵詞：模擬、負壓病房、等候時間、情境、瓶頸

前 言

1918~1919年西班牙流感，為歷史上最為嚴重的流感疫情，死亡人數約4千萬人，世界銀行指出，目前高致命性的H5N1病毒，可能模仿1918年西班牙大流感的模式感染全人類，依1918年的死亡人數換算，一旦禽流感蔓延，全球將有1.8億至3.6億人死亡[1]。另有研究顯示[2]，若爆發新型流感的大流行，預判我國可能面臨之狀況將是181~424萬的門診就醫人數，3.8~8.9萬的住院人數與8千~1.9萬的死亡人數。

根據世界衛生組織(WHO) 2009年之統計資料顯示，2003~2009年間全球被証實的禽

流感感染(H5N1)共438例，涵蓋超過50個國家，死亡個案達262例，致死率高達60%。

Hagemeijer指出，禽鳥因自然遷移天性，在全球共有4條主要飛行路徑。世界動物健康組織(World Organization for Animal Health, OIE)與聯合國糧農組織(Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO)則細分為8條[3]，台灣屬於東亞/澳洲之禽鳥飛行路徑，為禽鳥週期性遷徙的休息站。禽類H5N1病毒株有潛力適應環境而成為能夠人傳人的流感新品種。一旦變異發生，此病毒就不再只是鳥類病毒，將成為人流感病毒，若依此發展，這種適應人類的新病毒就會造成流感大流行[4]。直至目前，WHO發佈東亞已發生人傳人之禽流感地區包括中國、越南、寮國、柬埔寨、泰國、緬甸與印尼，亦即，除我國外，在東亞/澳洲之禽鳥飛行路徑內的東亞陸地鄰近我國的國家已多數淪陷。

依據流感致死率，以禽流感的60%最高，已被列為未來威脅東南亞五大病毒之一

¹ 實踐大學高雄校區資訊管理系

² 淡江大學資訊創新與科技學系

* 通訊作者：王貴民

聯絡地址：高雄縣內門鄉大學路200號

E-mail: willymarkov@gmail.com

投稿日期：98年12月18日

接受日期：99年8月18日

[5]，若在台灣形成案例則其所造成之震撼將遠遠超過去的嚴重急性呼吸道症候群。

2003年前，流感類大規模疫情感染未曾對我國造成過衝擊，因而未能引起我政府之重視，直到2003年3月爆發嚴重急性呼吸道症候群造成全台陷入極度恐慌並重創國家經濟才為之驚醒。在「新加坡與台灣SARS疫情危機管理之比較」中說明政府在危機發生前並未建立最壞狀況劇本加以推演和防範，發生期間也未能掌握先機做資源整合，導致醫療資於不足、民眾與一線的醫護人員面臨無醫療用品可用之窘境，人力資源部份也未妥適針對醫護、警力、衛生人員與社工人員做出規劃配置和調度[6]。Wu亦指出，我政府因欠缺因應大規模疫情之經驗，重要之政策是在疫情爆發當時從危機中一步步發展出來[7]。當時對抗嚴重急性呼吸道症候群，我國衛生署疾病管制局(CDC)，缺乏抗疫應變計畫以控制嚴重急性呼吸道症候群疫情的傳染，隨後經與美國疾病管制局共同合作下，疫情之決策、因應漸顯好轉[8]。隨後，我國疾病管制局即研擬相關疫情之應變策略與相關計畫，於2003年嚴重急性呼吸道症候群疫情過後，2006年起分別完成準備計畫、策略計畫、作戰計畫[9]。

CDC之作戰計畫共有九個子計畫，其中包含之「醫療體系應變工作計畫」為一線抗疫醫院應變之重要依據。除原則性之準則敘述外，對決策時所需之醫療能量資訊並未著墨。本研究之目的即是針對對政府指定之抗疫醫療院所整備之現況能量進行模擬分析以為決策需求之需。全案在衛生署署立醫院協助下依建模程序建立模擬模型並蒐整相關數據進行分析。

本研究之重要議題置於單一醫療院所面對來勢洶洶之禽流感疫情時，以現有之醫療能量與設備，在其作業流程下以系統模擬方法進行量化分析，以檢測醫療院所之飽和能量、作業瓶頸與產生之轉院病患數。

材料與方法

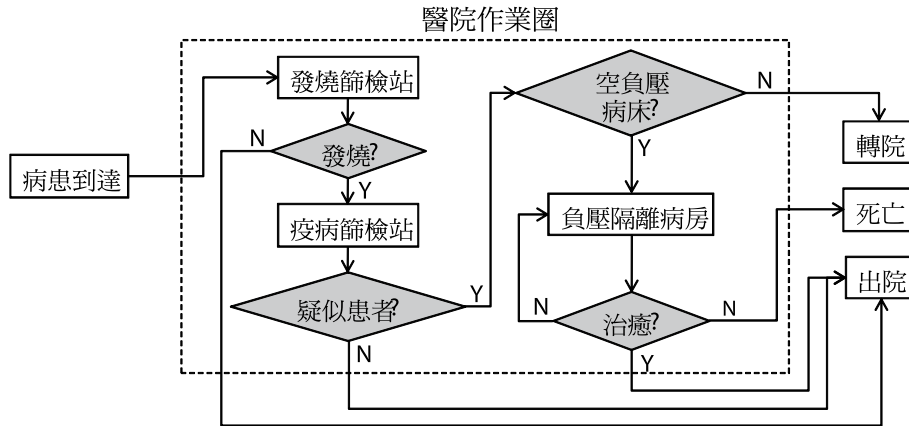
一、研究設計與流程

本研究分三階段執行。第一階段為建立

問題焦點，從嚴重急性呼吸道症候群與新流感的發生檢視我國防疫作為探討應設定之問題範圍，並建立與衛生署指定之抗疫醫院--署立旗山醫院之聯絡管道，尋求醫療作業之資訊協助並完成主要議題之設定。第二階段為探討之核心問題與發展模型，從旗山醫院提供之禽流感疫情爆發時，醫療作業標準作業程序與數據，依據Pace之概念模型建模程序[10]發展本研究之概念模型，以Arena模擬工具發展抗疫之模擬系統。其中之驗證係依Robert G. Sargent提出之“Sargent Circle”[11]執行。第三階段進行模擬分析。

二、模擬模型

醫院對於到醫之疑似禽流感病患之處理：邏輯上的概念分成三大部分(如圖一)：輸入、處理與輸出。從醫療概念端視之，則分為病患到達、醫院作業療程(虛線內)與病患離院三部份。根據醫療程序所發展之概念模型概分5大項：病患到達、篩檢站、決策、負壓隔離病房(NPIR, Negative Pressure Isolation Rooms)治療與系統出口。分述如下：病患到達，分為病患自行走入和救護車送入兩類。此類進入之病人皆為未經醫療判斷之疑似感染者。模擬系統中以指數分佈機率模式代表病患到達之現象。篩檢站，共有發燒與疫病兩處：發燒篩檢站為醫院之第一處理站進行基本檢測，有無發燒為判斷是否感染禽流感的第一處理程序。系統中使用處理模組，處理需要的時間即為模組中之延遲，以均勻分佈表示並設定範圍。疫病篩檢站，經第一道發燒篩檢站檢測確定發燒者，隨即進入疫病篩檢站進行禽流感疫病的檢查。其在系統中之表示，與發燒篩檢站雷同。決策判斷，旨在決策對病患之後續作為，包括四部份：發燒判定，若病患呈現發燒症狀，則進入疫病篩檢站，若否則出院。感染初判，又稱Plague篩檢，對發燒病患進行診斷，視其是否感染禽流感。若為疑似病例，則送入負壓病房，若否則出院。檢視負壓病房之空床狀況，若有空床則病患順利進入執行治療程序，若否則進入轉院程序。另外，送入負壓病房的疑似患者，等待檢體回



圖一 醫院抗疫作業之概念模型

報視病患是否確定感染，抉擇是否繼續停留在負壓病房中治療。判斷痊癒與否，若未痊癒，仍需隔離治療之病患則留置負壓病房；痊癒病患則出院；死亡者記錄之。系統之決策模組有兩路與三路之機率抉擇，發燒、感染與負壓病房三決策判斷採兩路機率抉擇；痊癒判斷採三路機率抉擇。

三、設計參數設定

在使用情境方面，依據WHO之汎美健康組織(PAHO)流行病學家Oscar J Mujica[6]之研析，將歷史上之流感疫情分類成兩種程度：重級係指與1918年類似之規模疫情(190萬人死亡)；中級指與1958/68年間發生之疫情規模(20萬9千人死亡)。本研究引用疫情數據(每日)為我國衛生署參照美國CDC用於FluSurge模型[12]之中級規模之情境數據，如圖二，設為最小疫情、可能實況與最壞狀況三種情境。因台美兩國間人口與醫療系統差異之故，為利於單一地區(如高雄縣)醫院之分析，本研究按減小比例另取一情境稱為推估狀況，每種情境持續時間為60天。在設定方面(參考表一)，模擬系統之設定如下述。可提供的負壓病房，NPIR：53 (為緊急架設最大床位，現有16床)、醫療資源除NPIR之外設為充足、發燒篩檢站與疫病篩

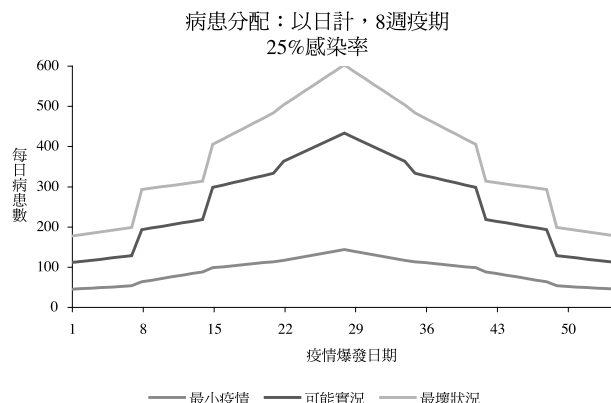
檢站各1、發燒比率與感染比率為50%、痊癒率為40%、死亡率為60%。在量測指標方面(MOE)，研究量測指標設定端視研究之主軸而定，關鍵即在如何從系統之運作過程中觀察有意義的資料流全貌、能量測系統運作之效益與作為決策者決策之依據。常態運作下之醫院作業所使用之效能量測指標，Hall認為應包括病患的等候時間、等候總數、滿意度、已完成之診療數與醫院資源之使用率與成本等[13]。上述量測指標在醫院處理病患之作業流程中偏重於品質之觀察。

本研究旨在分析大量病患進入醫院時，醫院所採行系統運作流程之效能，所欲觀察之系統面貌須屬於較上層之巨觀資料流，仍須兼顧細部之品質，因此本研究所採用之指標包含主、次兩指標。主指標：觀察全系統運作之飽和能量，採醫療飽和能量(維持正常作業/運轉之最大能量；天)。次指標：觀察作業瓶頸之產生，採病患等候期望時間、轉院期望值。

結 果

一、模擬分析

模擬分析包括：四種情境中醫療系統進入與處理之病患、轉院人數、病患等候負壓病房時間與醫院飽和能力。



圖二 FluSurge模型使用數據

資料來源：按美國CDC數據自行繪製。

表一 醫院抗疫醫療作業需求參數

現實行為	參數	單位
人員更換隔離衣	穿10分 / 脫15分	分
發燒篩檢站處理病患時間	UNIF (0.1 , 0.5)	分
病人在疾病篩檢站診斷時間	UNIF (1 , 3)	小時
檢體回報間隔時間	UNIF (1 , 2)	日
釋放病床、整理並恢復原狀	Triangular (0.5 , 1 , 1.5)	小時
從Plague送至NPIR	UNIF (5 , 10)	分
NPIR處理病患時間	UNIF (13 , 30)	日
轉院處理時間	UNIF (2 , 4)	小時

註：數據來源為旗山醫院

(一) 醫療系統與到達病患分析

病患進入醫院與醫療作業程序之總量可視為系統整體性之分析。模擬結果顯示，60日週期內到達醫院之病患期望值(如表二)，推估狀況為1,976人，可能實況為15,193人；進入醫療作業程序分別為1,548人與10,899人。每小時到達之病患數分別為：1.4、3.6。其中包括篩選後證實為無發燒症狀立即出院與進入疫病篩檢站或進入治療程序之病患。因兩造間病患到達率不同，加上醫療作業程序之發燒篩檢站處理時間短，是形成進入醫療程序數量不同之主要原因。

(二) 轉院期望人數

轉院情況定義為負壓病房無法容納之病患必須轉院。四個情境之轉院病患皆超過百人，如表二所示，其中以推估狀況的105人

最少，可能狀況超過400人。數據顯示，不論何種情境，病患轉院現象已無法忽視，將衍生出轉院前安置、轉院轉運過程規劃執行、接收病患醫院之醫療資源需求等問題。

(三) 病患等候疫病篩檢站期望時間

醫院疫病篩檢站有一處，疫情爆發時，到達醫院病患峰值發生在第28日(可能實況情境)，每小時平均到達病患數為17.3人，對照疫病篩檢站作業流程與能量，造成病患等候平均時間為879小時(推估狀況6小時)，如表二。若為879小時，意即需等候36.6日才能進入篩檢站，超過病患最大治癒時間30日，造成病患致命威脅，亦衍生出等候安置、醫護資源與院內感染等問題。疫病篩檢站之數量，係屬作業瓶頸之一。

(四) 病患等候負壓病房期望時間

表二 60日週期內到達醫院病患總數與進入醫療作業程序之各項期望值分析

	推估狀況	最小疫情	可能實況	最壞狀況
到達醫院病患總數	1,976	5,180	15,193	19,679
期限內進入醫療作業程序之病患總數	1,548	3,462	10,899	13,762
週期內轉院病患數	105	312	413	462
等候疫病篩檢站(小時)	6	300	879	930
等候負壓病房(小時)	204	253	288	340

以醫院最大具有負壓能力床位為53床之模擬結果如表二。經疫病篩檢站之篩檢出疑似禽流感病患後，即轉入負壓病房進行診治。然數據顯示，等候病床之期望時間：可能情況為288小時(12日)；推估狀況為204小時(8.5日)之等待時間。病患之診治將勢必無法及時處理，衍生出與前述(三)同樣問題。

(五) 醫院飽和能力

確證病患需及早獲得治療為抗疫之前提，當出現須轉院之病患時，醫院之作業即到達飽和狀態。圖三為疫情全程之前十日之作業狀況，圖中之數字代表須轉院病患。在推估狀況、最小疫情、可能實況與最壞狀況下之醫院飽和能量為9, 1, 1, 1日，意即，除推估狀況外之其他三種情境皆在疫情爆發次日即飽和。造成醫院醫療作業之飽和主要因素從作業流程之觀察，包括病患平均到達量與有限之負壓病床數量兩項。雖然推估狀況仍能支撐9日，但以長達60日之疫情週期而言，上述四個情境皆在不到週期的六分之一就面臨飽和之現象，表示醫院能量設計無法因應疫情爆發時大部分情境。

二、綜合分析

四種情境的模擬數據皆顯示：醫院之飽和速度依持續60日呈現常態分佈之病患到達醫院的平均數量會在極短時間內快速到達。在醫療流程中除第一站(發燒篩檢站)外，剩餘之疫病篩檢站與負壓病房造成確證病患之等候時間極長，成為兩處無法忍耐之確定瓶頸。主要瓶頸之疫病篩檢站，除僅設置一處外，按標準作業程序所需篩檢時間呈現均勻分佈(1至3小時)，若與推估狀況之病患到達時間間隔期望值43.7分鐘相較，必定造成嚴

重佇列現象。負壓病房所形成之瓶頸因皆為確證之疑似病患更凸顯其嚴重性，除有限之病房數外，以均勻分佈(13至30日)病患之診治時間過長，亦是無法及時吸收病患之主要原因。這兩處瓶頸衍生共通的問題為待診治病患(疫病篩檢前)或確認之疑似病患等候病床時之安置，與避免院內感染之醫護等項。若醫院因瓶頸所造成之飽和現象無法得到妥善處理，所產生之後續議題則是疑似病患必須轉院診治一項，情境模擬數據顯示，最少量的轉院病患也超過百人之量，如此巨量之待轉病患將涉及多項必須面對的病患無法等待之時間性、待轉與轉院運送之安全性與轉院所需之轉運資源等問題。

討 論

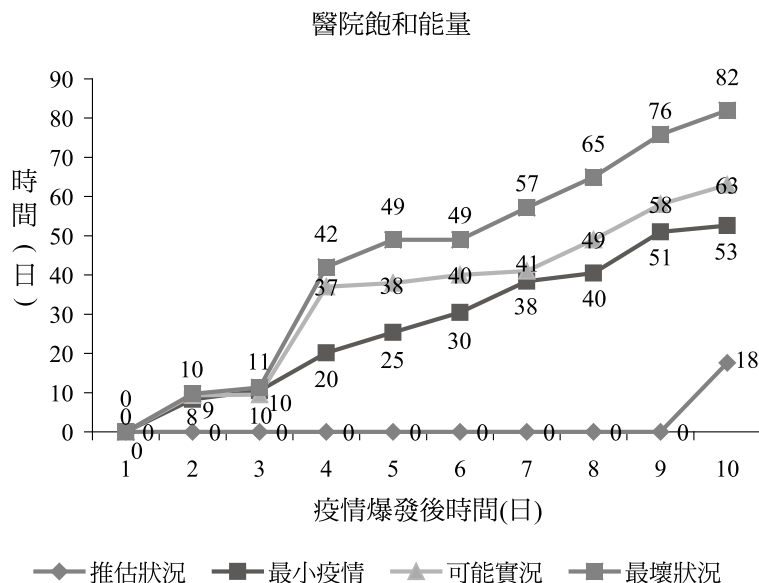
一、重要結果討論

(一) 面對疫情產生之醫療能量瓶頸

依數據顯示，在推估場景下，醫療系統能量之最大瓶頸出現在負壓病房，原因為僅具之緊急架設最大床位為53床；其次為疫病篩檢站，原因是該醫院僅設立一個疫病篩選站且作業時間冗長。兩處醫療瓶頸，必須以醫療角度先確定攸關病患可忍受之等候時間，再以之分析設計疫病篩檢站之設施與負壓病房數量，以減低病患等候時間，快速使之就醫。同時考量醫護人員與醫療後勤之需求，維持醫療品質與整體作業效能。

(二) 抗疫專責醫院之整備

以專責醫院現況能量，針對研究情境，其飽和時間最樂觀為9日(疫情週期為60日)，最壞狀況僅一日，能量遠遠不足並難以負荷。應用FluSurge模型針對擁有



NPIR 361床之美國Ohio Greater Dayton Area Hospital進行類似分析顯示，最壞狀況下，其飽和時間落於第四週[14]。足見NPIR床位之數量於抗疫作業中之顯著性。

本研究係針對單一醫院之抗疫作業進行分析，若禽流感發生在大高雄地區(約2百75萬人口)，依WHO之感染率25-35%[8]，至少有31萬人遭感染。此數目遠超過本研究中FluSurge模型所使用之數據，已非現況醫院所能應對之疫情問題，勢須做全盤性之考量與相對性醫療資源需求之分析。依衛生署所規畫南部地區之負壓病房(旗山醫院16床、民生醫院20床與屏東醫院9床)共45床，低於本研究所使用之53床，將完全無法因應禽流感之爆發情境。另一衍生議題為禽流感發生時，醫院能量飽和後產生之病患轉院需求，此議題事關病患等候急需之醫療資源與區域疫情專責醫院間之協同互動和支援，理應納入整體分析時之動態考量。

(三) 疫情情境之運用影響評估結果

本研究所使用之情境取自衛生署引用美國CDC模擬之數據，當用於我國某區域之指定醫院，顯示醫院之能量在疫情爆發後第

二天就為之飽和。另依比例減少製成推估狀況，尚可令醫院維持9日。兩相對照，意味美國之疫情發生規模應屬於一國或較廣之地域，其中有多處醫療機構負責疫情之處理。發生之疫情情境實為疫情分析之重要基礎，引用之疫情程度與傳染範圍過大或過小，皆會造成分析結果(包含與醫療相關資源需求與分配)之偏差。我衛生署雖已於2008年完成「我國因應流感大流行準備計畫」等系列計畫，迄今尚未針對禽流感疫情發生在我國島內之可能情境進行分析，因而尚無在地(local)合理範圍之疫情場景，包括最小、可能實況與最壞狀況等疫情情境；如何以科學方式進行禽流感在台灣爆發之疫情情境研究探討，已成為首要研究議題。

二、研究限制與建議

本研究之限制，包括兩個部份：直接引用疫情情境 -- 可能發生在台灣之疫情情境並無相關機構進行推估，僅能借助於國際機構(如WHO與美CDC)研究數據，為求最小之爭議，本研究僅能根據我國衛生署所引用美國CDC使用之情境；缺少醫院因應禽流感實

際作業所需之數據 -- 由於台灣並無任何醫院有過處理禽流感之經驗，故爾相關數據之取得以衛生署所頒給專責醫院之標準作業程序為主。

針對本研究之結果，建議應及早進行專屬我國之疫情爆發情境研究、疫情爆發情境下危機處理之指揮體系與決策支援需求之研究、縮減醫療作業時間以疏緩瓶頸、及病患轉院需求之研究；詳細說明如下：專屬我國之疫情爆發情境研究 -- 由於疫情情境規模之大小影響醫療作業能量甚鉅，屬於台灣之可能疫情，國內尚無相關之研究，不利於抗疫之準備與投資。疫情爆發情境下危機處理之指揮體系與決策支援需求之研究 -- 衛生署擬有因應計畫，然疫情爆發之危機處理模式，應由學術界分析討論，並就指揮與決策支援所需提出可行方案，適時投入衛生署之年度兵棋推演進行驗證。縮減醫療作業時間以疏緩瓶頸 -- 根據模擬作業之觀察，疏緩醫療作業之方法有三：建立快篩檢疫、增加疫病篩檢站、增加負壓病房的床位等。針對現況之疫病篩檢站，可精進之部分有二，一是簡化疫病篩檢站之作業流程，考量以現行H1N1快篩方式進行(最長6小時)[15]以取代原設計疫病檢測完畢後檢體需送至檢驗中心(1至2天)，是可以考量之作法；二為增加疫病篩檢站之數量，但須以病患最大等待時間做為設計之前題，以加快檢疫之速度，減少病患等候的時間。病患轉院需求之研究 -- 疫情發展衍生之轉院病患議題中，包括等候轉院病患之管理(包含等候暫留區之規畫)、轉運病患能量(運送專用救護車與相關設備、專業能力)、交通路線規劃管制、對口醫療單位之接手等皆須進行分析與標準作業程序之釐訂。

致 謝

本研究係由高雄縣衛生署署立旗山醫院提供諮詢與支援，尤其是前護理科主任林美志之協助，令本研究團隊能迅速建立概念模型，獲得醫療作業程序之細部參數，進行建模、驗證與分析，並獲得研析結果，謹此致謝。

參考文獻

1. World Bank. East Asia Update: Avian and Human Influenza Risks. Washington, DC: World Bank, 2005: 12-4.
2. 張琇琄、林恆慶、陳靖宜、陳楚杰：以SARS經驗推估禽流感爆發對醫療利用可能影響之初探。台灣衛誌 2008；27：496-506。
3. Hagemeijer W, Mundkur T. Migratory flyways in Asia, Eurasia and Africa and the spread of HP H5N1. FAO/OIE International Scientific Conference on Avian Influenza and Wild Birds, 2006. Available at: http://www.fao.org/avianflu/conferences/rome_avian/documents/Abstract_Hagemeijer.pdf. Accessed April 21, 2010.
4. 行政院衛生署中央健保局：流感大流行必知的10件事。http://www.nhi.gov.tw/epaper2/ItemDetail.asp?DataID=15&IsWebData=0&ItemTypeID=5&PapersID=23。引用2010/04/21。
5. 賴睿伶：大預測！未來威脅東南亞的五大病毒。人醫心傳 2004；(6)：56-61
6. 劉懿玲：新加坡與台灣SARS疫情危機管理之比較。高雄：國立中山大學政治學研究所碩士論文，2006。
7. Wu YC. Risk Communication during the SARS Outbreak in Taiwan: what did we do and what have we learned? Available at: [http://survey.erasmusmc.nl/SARSControlproject/picture/upload/WP6%20final%20report%202\(1\).pdf](http://survey.erasmusmc.nl/SARSControlproject/picture/upload/WP6%20final%20report%202(1).pdf). Accessed April 21, 2010.
8. 蘇雄義、劉德明、林桓：防疫物資管理相關整合型計畫。行政院衛生署疾病管制局97年度科技研究發展計畫。台北：行政院衛生署，2008。
9. 行政院衛生署疾病管制局：衛生署之應變。http://web.cdc.gov.tw/lp.asp?ctNode=834&CtUnit=410&BaseDSD=7&mp=150。引用2010/04/21。
10. Pace DK. Ideas about simulation conceptual model development. Johns Hopkins APL Tech Dig 2000;21:327-36.
11. Pace DK. Modeling and simulation verification and validation challenges. Johns Hopkins APL Tech Dig 2004;25:163-72.
12. 王任賢：2008 H5N1禽流感之流行狀態。http://www.tch.org.tw/tch/11/2009/04/2009_4_12/2008%20H5N1之流行狀態.pdf。引用2010/04/21。
13. Hall RW. Patient Flow: Reducing Delay in Healthcare Delivery. New York, NY: Springer, 2009.
14. Ten Eyck RP. Ability of regional hospitals to meet projected avian flu pandemic surge capacity requirements. Prehosp Disaster Med 2008;23:103-12.
15. 中央研究院：請密切注意來勢洶洶的H1N1新型流感。http://www.sinica.edu.tw/manage/gatenews/showpost.php?_section=2&rid=2572。引用2010/04/21。

Simulation analysis of a hospital's anti-avian flu saturation capability in various outbreak scenarios

KUEI-MIN WANG^{1,*}, LIN HUI², SIN-HUEI CHEN¹, GUI-TING XU¹

Objective: Since 2003, SARS has been a major problem in Taiwan and the government has started to develop and issue anti-avian flu plans in order to respond to probable epidemic situations in the future. The objective of this paper was to analyze the saturation capability of the government owned anti-avian flu hospital in four avian flu outbreak scenarios including estimated, least impact, most likely and worst case. **Methods:** A Conceptual Model (CM) was built and validated with support from the medical staff of the collaborating hospital. Based on the CM, a system simulation model was developed to obtain the Measure Of Effectiveness (MOE) from simulating the interactions of patients and the medical process in the hospital. **Results:** the hospital's saturation capability (days) in terms of the given scenarios was 9, 1, 1, 1. **Conclusions:** The design of the government owned hospital is incapable of dealing with the given outbreak scenarios. Bottlenecks in the medical process are easily built up at the Plague station and in Negative Pressure Isolation Rooms (NPIR) which are equipped with only 53 beds. Another issue observed during simulation was the management of huge lines of patients waiting to be transferred after the hospital was saturated. (*Taiwan J Public Health*. 2010;**29**(6):575-582)

Key words: simulation, NPIR, waiting time, scenario, bottleneck

¹ Department of Information Management, Shih Chien University, Kaohsiung Campus, No.200, Daxue Rd., Neimen, Kaohsiung, Taiwan, R.O.C.

² Department of Innovative Information and Technology, Tamkang University, Yilan, Taiwan, R.O.C.

* Correspondence author. E-mail: willymarkov@gmail.com

Received: Dec 18, 2009 Accepted: Aug 18, 2010