

改善病人用藥安全 e 化醫護流程再造

IMPROVING PATIENT SAFETY THROUGH E-MEDICATION PROCESS RE-ENGINEERING

廖珮宏^{1,2}(P.H. Liao) 黃蔚仁¹(W.R. Huang) 陳郁婷¹(Y.T. Chen) 顏正育¹(C.Y. Yen) 林宗輝¹(T.H. Lin)
曾尹俊¹(Y.J. Tseng) 蕭嘉宏³(C.H. Hsiao) 谷幼雄⁴(Y.S. Gu) 孫吉珍⁴(C.C. Sun) 黃劍銘⁵(C.M. Huang)
黃純文⁶(T.Y. Huang) 詹家泰¹(C.T. Chan) 邱泓文⁷(H.W. Chiu) 朱唯勤^{1*}(W.C. Chu)

¹ 國立陽明大學醫學工程研究所(Institute of Biomedical Engineering, National Yang-Ming University)

² 經國管理暨健康學院護理系(Department of Nursing, Ching Kuo Institute Of Management And Health)

³ 慈濟大學醫學資訊學系(Department of Biomedical Information, Tzu Chi University)

⁴ 財團法人振興復健醫學中心護理部(Nurse Department, Cheng Hsin Rehabilitation Medical Center)

⁵ 財團法人振興復健醫學中心藥劑科(Pharmacy Department, Cheng Hsin Rehabilitation Medical Center)

⁶ 財團法人振興復健醫學中心資訊室(Information Center, Cheng Hsin Rehabilitation Medical Center)

⁷ 台北醫學大學醫學資訊研究所(Institute of Medical Informatics, Taipei Medical University)

一、中文摘要

護理人員，居於整個醫病關係的樞紐地位，也是防杜醫療疏失的最後一道防線，如何降低藥事與護理給藥作業上的錯誤，對提升病人安全有最直接與重要的意義。本研究計畫建構在『以病人為中心』，落實『提升病人用藥安全』的理念之下，整合醫學工程、醫療資訊、護理、藥事四大相關領域的技術，進行符合現行採用單一劑量投藥服務的『e 化醫護流程再造』：讓藥物從醫師開立處方簽，經過藥局調劑藥物送至護理站，經護士遞送到病人手中並確認其服用，乃至門診病患返家服藥，能在這套資訊系統的監控或協助下確實完成。

本『e 化醫護流程再造工程』分為三個主軸：
1.) e 化醫護資訊系統基礎建設，利用網路服務之簡易物件存取協定技術，整合醫院現有的眾多異質醫療資訊系統。
2.) e 化單一劑量投藥服務系統，包含資訊化藥櫃及內建智慧型藥盒之行動資訊護理工作站，輔助藥事人員快速與正確的配藥。
3.) e 化藥物資訊與稽核系統，提供護理人員透過條碼或無線射頻辨識技術，落實關鍵之三讀五對給藥作業。

關鍵詞：醫護流程、單一劑量投藥服務系統、數位表單

Abstract

Nurses being on the pivotal positions act as a final defense to prevent medical errors from happening. In this project, we re-engineer the Unit Dose Distribution Services that builds on the concept of “patient center.” We integrate multidiscipline the know-how from Biomedical Engineering, Medical Informatics, Nursing, and Pharmacy fields, to design and develop an “e-Medication Process Re-engineering, eMPR.” The goal is to provide an effective and accurate medication process to reduce medication errors and improve healthcare quality.

The entire study includes three parts: 1.) e-Medical Information System Infrastructure. The first part contains the study of heterogeneous medical information system and constructs the integration infrastructure; 2.) e-Unit Dose Distribution Services. It includes the use of barcode or RFID together with the wireless network to implement the three-reads, five-writes process; and 3.) e-Medication Information and Monitoring Processing. The final part of this grand project will examine its potentials by exploring detail drug with each other interactions, their side effects, etc.

Keywords: Medication Process, Unit Dose Distribution System, Digital Pharmacopoeia

二、緣由與目的

資訊化是現今醫療作業相當重要的一環，各醫院之掛號、看診、檢查、給藥等作業皆透過資訊系統來完成[1]。醫療是一個高度專業、複雜的過程，每個環節使用不同儀器及資訊系統，許多的醫療作業需要系統整合及資訊交換[2]，因此醫療資訊系統整合是一項龐大的工程，其中醫療資訊傳輸標準的訂立及推動被視為資訊系統能否成功整合的最大關鍵。藉由醫療資訊之開發提升醫療作業效率，有效的通訊系統能夠改善病人用藥安全、醫療資源之分配，進而提高醫療服務品質，達到 e 化醫護流程再造之目的 [3-5]。

三、方法

本計畫在醫護系統基礎研究方面，分析數家醫院現行的資訊系統(HIS)，參考 DICOM、HL7、IHE 所提之醫療資訊標準規範[2]，並研究導入企業入口網(EIP：Enterprise Information Portal)的概念及功能[6]，提出醫療企業入口網及資訊系統整合的系統架構，搭配醫護用藥流程的需求，在此入口網及資訊整合平台當中建構護理過程所需的電子表單。我們開發結合位置感知服務之醫療通訊系統，利用醫院病患照護呼叫系統(Hospital Patient Care Call System)，HPC2S 結合位置感知技術，提供智慧型通訊服務改善醫療人員的通訊效率，進而提升醫療照護服務品質 [5, 6]。

在單一劑量投藥服務系統方面，將先前開發之資訊藥車[7, 8]功能延伸發展，加入各種輔助機制如智慧型藥盒及護理作業系統來幫助護理人員於執行護理工作時更為方便，預期未來成為每日工作不可或缺之行動護理站。另一方面也針對藥局建置智慧型藥盒[9, 10, 11]，利用天線管理每個藥格，當系統一發現有問題，便即刻作出警示反應，提醒藥事人員注意，來增加病人用藥的安全性。

在藥物資訊與稽核系統方面，建立一個架構於資訊化護理藥車上之輔助性用藥安全資訊系統，提供給護理人員使用，當護理人員有不確定是否可混合的藥物時，藉由本系統的協助便可得到可信賴的藥物資訊，並提供臨床護理人員整合之藥物資訊，包含臨床藥物使用適應症、注意事項、副作用甚至於藥物實體圖片等，使護理人員方便核對給藥資訊並提供照護參考。在加上觸控

式螢幕使資訊之查詢檢索可藉由手指直接觸碰螢幕使用，並設計方便觸控點選處方之藥物選單，增進系統使用之直覺性與便利性，以利增進其使用效能及評估其降低藥物疏失之成效，降低院內護理師給藥時可能發生錯誤的機會。預期將系統簡單分為住院病患與用藥資料查詢介面、藥物資訊查詢介面與藥物交互作用查詢介面三部份。

四、結果與討論

(一)、e 化醫護資訊系統基礎建設

本計畫第一部份為分析醫院現行的醫護作業流程及需求(多次與台北振興醫院、嘉義基督教醫院、台北榮民總醫院等醫療機構討論及需求分析)，參考 DICOM、HL7、IHE 所提之醫療資訊標準規範，並研究導入企業入口網(EIP：

Enterprise Information Portal)的概念及功能，建構了建構醫護照護入口網及醫學內容整合平台、可攜式電子表單管理系統、以及文件簽章加密權限管控機制。各項具體內容條列如下：

1. 建構入口網及醫學內容整合平台

此平台包含單一登入、組織架構管理、表單內容管理等功能。



圖一 異質醫療資訊系統整合

入口網站 Web service 整合機制已完成，並依據 IHE RID (Retrieve Information for Display) 規範整合本計畫之電子表單、e 化藥物資訊數位內容與用藥稽核系統、e 化單一劑量投藥服務系統。

2. e 化電子表單開發

已完成可攜式醫護表單系統，設計護理評估

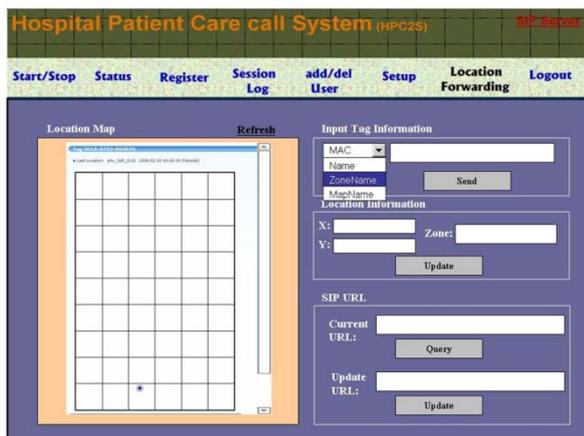
單、血壓脈搏呼吸紀錄單、住院病人用藥紀錄單(MAR)等各式不同表單。可在網頁表單中呈現文字、波形、影像、多媒體等多樣之臨床醫護資訊。使用 AJAX 非同步傳輸資訊傳輸做瀏覽器端與伺服器端資訊溝通。並在瀏覽器端新增使用者端資料及表單暫存的 controller，解決可攜式電子表單沒有網路連線時，表單系統無法使用的問題。

3. 文件簽章加密權限管控機制

採用 IHE advance XML signature 簽認各式不同表單文件，可用醫護人員憑證、自然人憑證私鑰簽章，搭配相關憑證建立 SSL 傳輸加密，建構 IHE XDS 規範之文件註冊庫及文件管理庫，搭配入口網站之組織架構達成人員角色文件之權限控管。

4. 位置感知 VoWLAN 通話服務

- 位置感知無線區域網路通話服務(VoWLAN)之建置
- 針對醫療環境需求開發具位置感知通訊服務



圖二 位置感知系統畫面

(二)、e化單一劑量投藥服務系統

目前國內醫院現行主要是為採用一種所謂單一劑量投藥服務系統(Unit Dose Distribution service)的發藥制度進行給藥，由護理人員所負責，導入護理資訊科技系統輔助護理人員進行工作，避免流程上的遺漏或疏失，將複雜問題簡單化與標準化設計，提升醫療照護品質。本計畫第二部分將著重於研發一符合e化單一劑量投藥服務的資訊系統，達到e化醫護流程再造，方便護理人員給藥使用。

1. 智慧型藥盒研發

本系統為改良一台符合護理人員作業的單

一劑量資訊藥車系統的硬體，主要功能為取代UD工作車，系統主要包括了三個模組：1.智慧型藥盒模組 2.辨識模組 3.資訊科技模組，RFID設備採用 Feig 13.56Mhz reader 搭配 MR-100 天線，IPC 採用含有通過醫療安規的工業電腦，智慧型藥盒包含了藥盒開關偵測功能，藥盒感知功能。



圖三 裝配有智慧型藥盒之藥車

2006年在醫院測試4個月時間，共有28位護理人員參與機器使用，使用流程為，每日藥局將UD母車推至病房透過資訊藥車內建分藥作業軟體進行交換藥物，之後使用資訊藥車推至病人旁邊執行三讀五對，搭配條碼系統或RFID掃描並人手圈，執行給藥等相關工作。

2. 行動式資訊護理工作站

以2006所發展的資訊藥車平台為基礎，於振興醫院內進行資訊藥車於不同科別護理站進行最佳化的測試，包含資訊藥車硬體設備的最佳化，修正不同類型病房施行不同硬(軟)體設備測試，達到維護病人安全、提升醫療服務品質的目的。

本套系統線上連接醫令系統(Computerized Order Entry, CPOE)，即時取得最新訊息，能有效降低護理人員手寫錯誤，統一流程技術與標準化，加速護理流程運作，最終可促進臨床照護品質。在2008年初，分別在兩種不同性質之病房實際上線運作。



圖四 行動式護理站外觀

- 安裝條碼列印機與條碼讀取器：將護理站列印出有條碼的貼紙後，可將貼紙貼在病人手圈，以便往後確認身分之用。
- 給藥系統軟體畫面改造：將舊版給藥系統畫面美化，並將軟體中按鈕加大方便護理人員點選，如下圖。



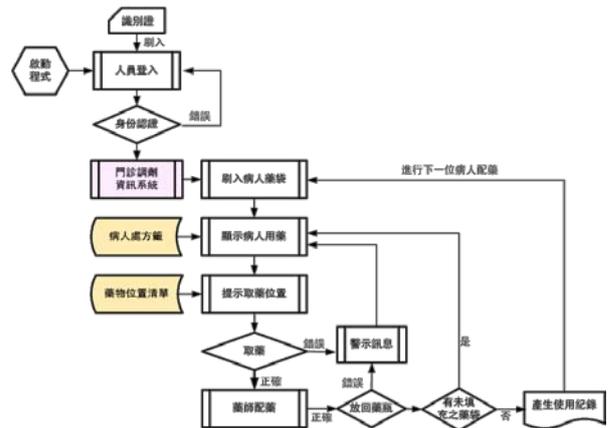
圖五 給藥作業系統畫面

- 給藥系統離線工作：為解決院內無線網路佈建不當而造成之無線訊號不穩定，將給藥系統修改成網路離線時仍可進行給藥作業，待網路連上時會繼續更新資料。
- MAR 單及 IVAR 單：在執行給藥作業之後能夠自動產生記錄單張，目前已有的記錄單張為 MAR 與 IVAR。將 MAR 與 IVAR 的藥物記錄作更明確的分類，使繁瑣的簽名過程簡單化，統一字形潦草的問題。

3. 智慧型調劑藥檯

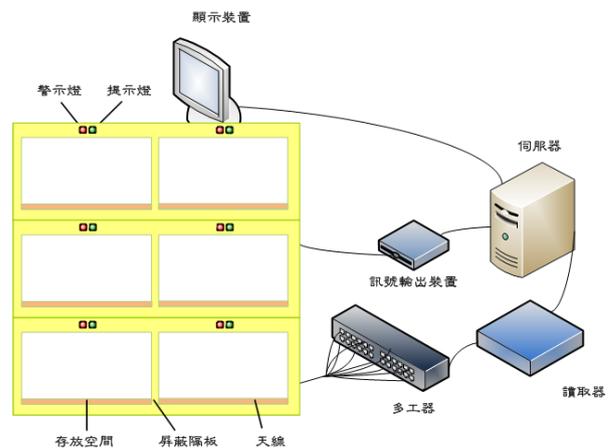
此部分為建置一內建無線射頻辨識系統之智慧型調劑檯。預先將每種藥物的存放位置紀錄

於系統中，透過網路與病人醫囑資料庫系統相連結，利用 RFID 天線管理每個藥格，在藥事人員進行配藥作業的同時，主動告知藥事人員該病人該次處方內容用藥之正確位置；當藥事人員拿錯藥物品項，系統將啟動警示機制提醒藥事人員，降低配錯藥物發生的可能。本系統並結合圖像式藥物資訊系統，藥事人員可視情況隨時調閱藥物圖像及相關的使用說明，輔助藥事人員於配藥過程中，避免人為因素導致之給藥錯誤所產生的醫療疏失。



圖六 智慧型藥櫃系統流程圖

本裝置每個藥格當中應固定放置的藥品清單儲存於資料表當中，利用天線管理每個藥格，所有藥格的狀態將全數被系統所監控，與藥物的資料清單比較，看是不是所有藥物都在自己該在的位置上，因此多了一瓶藥或少了一瓶藥，甚至拿錯了藥瓶，都可以即時被偵測出來，當系統一發現有問題，便即刻作出警示反應，提醒藥事人員注意。



圖七 智慧型藥櫃硬體架構圖

本系統具有五大功能：(一)增加調配效率：

系統能顯示藥物位置，協助藥師調配藥品，降低找尋時間。(二)預防處方與藥袋錯誤：系統能比對並判別錯誤，預防電腦傳輸錯誤，造成藥袋印列錯誤資料。(三)預防調配錯誤：拿取藥罐時，能透過藥罐貼附之 RFID 標籤，辨別藥品是否錯誤。(四)雙重校對避免給藥錯誤：藥品外觀顯示於螢幕，協助發藥藥師可透過影像再次校對，降低人為風險。(五)預防漏給藥品：完成調配結束時，能主動驗算藥袋，提醒藥師是否還有藥品尚未調配。

(三)、e化藥物資訊與稽核系統

本計畫第三部分採用兩間不同醫院的病患資料進行測試分析，其中一間醫院取樣為連續一個月的所有不分科病患資料，另一間醫院取得的資料則採用抽樣方式，隨機抽選該院兩年內的不分科病患，進行系統測試。

我們取得台北市某醫學中心於民國九十六年十二月乙月之所有住院病患資訊與處方藥物明細，所取得的之資料中該月累積共有 1,530 位住院病患，並帶有 51,092 筆處方藥物資訊，我們將這些資料利用 MySQL 關聯式資料庫管理系統製作為一虛擬之遠端資料庫，供本系統模擬於臨床使用時與各醫院資料庫之情境，並藉由取得的資料進行藥物交互作用分析。

本系統執行後會自動顯示「住院病患與處方用藥查詢介面」如圖八所示，此介面可供臨床使用者點選正確的病患與日期，進而於介面的下半部份顯示該病患當日的用藥。此外，本介面尚設計有「查詢點選之藥物」與「藥物交互作用」按鈕供點選，以利使用者經由此介面使用「處方藥物資訊查詢模組」以及「藥物交互作用決策支援模組」功能。

序	健保碼	產品名稱	劑次	開始時間	結束時間	此次是否開藥了
1	B022152100	ZESTRIL 10MG TAB	QD	9612012029	96120101038	1
2	B018979229	MILLISROL NTG 5MG AMP	ASO...	9612012107	96120101038	1
3	B008780100	SENNOSIDE 12MG TAB	STAT	9612012338	9612031019	1
4	B018741160	ATIVAN 0.5MG TAB	HS	9612012333	9612051924	1
5	B018741160	ATIVAN 0.5MG TAB	STAT	9612012333	9612051924	1
6	B022071100	DILATREND 6.25MG TAB	BID	9612012029	9612031342	1
7	B008780100	SENNOSIDE 12MG TAB	HS	9612012338	9612031019	1
8	A030749100	RASITOL 40MG TAB	QD	9612012029	9612031019	1

圖八 住院病患與處方用藥查詢介面

利用「住院病患與處方用藥查詢介面」進入處方藥物資訊查詢功能後，本系統便會產生該藥物資訊之彈出視窗，所包含的藥物資訊為自處方藥物資訊資料庫取得，包含藥品代碼等十五個項目如下圖所示。



圖九 處方藥物資訊查詢介面

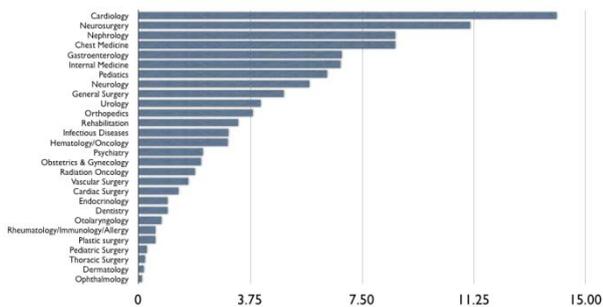
利用「住院病患與處方用藥查詢介面」進入藥物交互作用稽核功能後，此模組便會自動將此病患當天的用藥依據使用途徑分為口服與注射用藥兩部份，並將口服用藥稽核顯示於介面左方，注射用藥稽核顯示於介面右方如圖十所示。口服用藥稽核的部份本系統利用 MIMS POC SDK 進行藥物交互作用警示分析，左上方將所有交互作用以標籤顯示，點選標籤後便於下方之空間顯示藥物交互作用之詳細資訊包含交互作用等級、發生之可能性以及詳細原因說明。



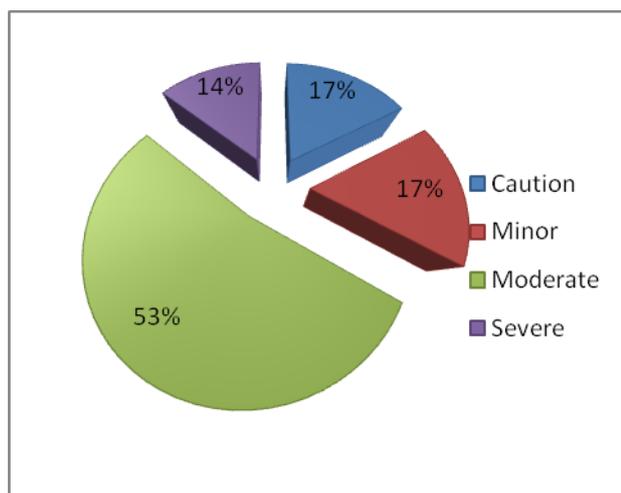
圖十 藥物交互作用決策支援介面

注射用藥稽核的部份本系統利用「注射用藥物相容性資料庫」，將取得的注射藥物健保碼利用注射用藥品項對應表對應至系統內碼，再利用資料庫比對相容性資訊，每筆相容性資訊均具有簡短的中文說明以利查看。

根據前文所述，我們自台北市某醫學中心取得的住院病患資料庫中篩選 6,989 位住院病患的用藥處方進行藥物交互作用警示分析，該醫學中心在醫囑端已設有藥物交互作用提醒功能，防止醫師開立會產生藥物交互作用之處方，然而，在此統計中我們發現尚有 16.3% 的住院病患產生交互作用警示，平均每位病患會發生的警示件數為 3.5 件，下圖為住院病患分科藥物交互作用之統計。



圖十 住院病患分科藥物交互作用之統計圖，橫軸代表各科平均一天會出現的警示總數



圖十一 藥物交互作用等級分析

五、結論與具體成果

本研究建立於三個基礎主軸的所開發之系統：醫護資訊系統基礎建設、投藥服務系統、以及藥物資訊與稽核系統。於計畫執行前兩年著重於各自的基礎研發工作，都有相當的開發成果，雖然是分頭進行研究工作，但彼此有著密切的關聯性。本整合型計劃於第三年經過多次的互相交流其各系統的資訊，將三個主軸整合為一，成為一完整的醫療資訊系統，來完成本計畫主要的目標「改善病人用藥安全 e 化醫護流程再造」，預

期未來能以次促進醫療院所的資訊化，來達到「提升病人安全」之最終目的。本跨領域整合型計畫三年來共發表期刊論文 2 篇；其中 SCI 論文 3 篇，EI 論文 3 篇，其它論文 12 篇。參加國際研討會並發表論文 10 篇。獲得 3 件中華民國專利，並有 4 件專利申請中。獲得 2 件技術轉移。

六、誌謝

本研究接受行政院國家科學委員會計畫補助，計畫編號：NSC 97-2627-B-010-005。感謝振興復健醫學中心資訊室、護理部、藥劑科同仁協助執行。研究團隊共同作者：振興護理部谷幼雄、吳淑靜、高春美、尤克玲、林尹霈、徐雅文、陳麗萍、林明珊；藥劑科孫裕中；陽明醫工所曾尹俊、廖珮宏、黃蔚仁、顏正育。*總計畫主持人暨通訊作者：朱唯勤，國立陽明大學醫學工程研究所。

七、參考文獻

- [1] Pavlopoulos SA and Delopoulos AN (1999) *IEEE TITB*, 3:6-19.
- [2] Kimura M, Ohe K and Yoshihara H *et al* (1998) *Int J Med Inform*, 51:59-68.
- [3] Lin PY (2007) *ICBBE'07 Wuhan China*, 1165-1168.
- [4] Mayo AM and Duncan D (2004) *Nurs Care Quality*, 19:209.
- [5] Kohn LT, Corrigan JM and Donaldson MS, (1999) *Committee on Quality of Health Care in America, Institute of Medicine*
- [6] Chandra A and Paul DP (2004) *ProQuest Medical Library*, 82:1.
- [7] 中華民國專利。發明名稱：「資訊藥車」，專利編號：I259387
- [8] 中華民國專利。發明名稱：「行動護理車」，申請案號：96137022
- [9] 中華民國專利。發明名稱：「智慧型藥物調劑檯」，專利編號：I272084
- [10] 中華民國專利。發明名稱：「RFID 應用於特定人、物之行動監控及分析(診斷)系統」，專利編號：I243345
- [11] 中華民國專利。發明名稱：「提醒系統」，申請案號：97107750