

建置RFID手術室醫療管理系統提升病患安全之研究 —以基隆長庚醫院為例

游張松

台灣大學商學研究所

陳志華

長庚大學醫學院基隆長庚醫院外科部

廖珮君

台灣大學商學研究所

李岳縉

長庚大學醫學院基隆長庚醫院外科部

摘要

醫院醫療管理一直都是社會大眾關心的焦點，而在醫院各部門中，尤以手術室人員面對的工作較為繁多且風險性高。醫療不良事件發生的場所有39.5%發生在手術室，可知手術室不良事件的發生率較醫院其他部門有偏高之情形。

因此本研究首先針對手術室容易出錯的環節，發展出一套RFID手術室醫療管理系統模式，自動進行手術的各項核對細節，可避免因醫療人員疏失所造成的傷害；其主要包括邏輯與實體分析設計兩項分析設計模式，使本系統具有「自動身份驗證、自動程序啟動、自動更正請求、自動追蹤記錄、自動資料封存、案例重建分析」等六大特點，可作為必要時之現場重建評估機制，以達成病人安全保障。

在個案研究中，除了記錄建置前後相關管理數據，作為成效比較之外；並且藉由RFID自動記錄臨床路徑以及醫療資訊封存，可確保醫療人員三讀五對確實地執行與控管手術醫療品質；一旦有異常狀況，可作為醫療現場事後重建機制，改善手術缺失流程；此外，未來將可藉由此系統，經由長期個案研究及知識累積，提供手術醫療知識庫的擴充及醫療技術的提升；因此透過RFID手術室醫療管理系統建置，可確實地保障病人安全與增進醫療品質成效。

關鍵字：RFID射頻辨識、病患安全保障、自動資訊封存



RFID-Based Operation Room and Medicare System for Patient Safety Enhancement—A Case Study of Keelung Branch, Chang Gung Memorial Hospital

Chang-Sung Yu

Graduate School of Business Administration, National Taiwan University

Chih-Hwa Chen

Department of Surgery, Chang Gung Memorial Hospital-Keelung, College of Medicine
Chang Gung University

Peichung Liao

Graduate School of Business Administration, National Taiwan University

Yueh-Ching Lee

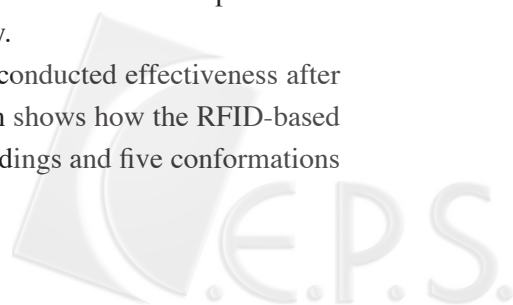
Department of Surgery, Chang Gung Memorial Hospital-Keelung, College of Medicine
Chang Gung University

Abstract

As hospital medical care management has been a general public concern, among all hospital departments, 39.5% of medical malpractice incidents take place at the surgical room, a telltale sign reaffirming the scenario that ratio of surgical room malpractice occurred tends to be higher than the others.

This thesis focuses on the surgical room operations, and proposes an RFID system to ensure the safety requirements are fully executed. Our RFID system has six major characteristics of “Auto ID Checking”, “Auto Activation”, “Auto Correction Request”, “Auto Track Recording”, “Auto Data Safekeeping”, and “Case Reconstruction Analysis”. Therefore, this system not only can automatically collect data, guide the personnel to execute the safety enforcement procedures, but also can use the kept data for surgical scenario reconstruction in order to assure patient safety.

In this case successful implementation, we compared the conducted effectiveness after the RFID implementation and that before. This implementation shows how the RFID-based system can further ensure medical staff to execute the three readings and five conformations



enforcements, real-time monitor surgical process, automatically record the processing logs along the clinical paths, and store the logs for safekeeping.

This RFID system indicates that: when abnormal cases happen, the real-time logged data can be used for faults finding, used for surgical process improvements, and in the long run, therefore, further continuously enhance the patient safety quality.

Key words: RFID, patient safety assurance, auto data safekeeping



壹、緒論

醫療界所代表的是專業權威、值得信賴與敬仰，並且被認為是幾乎不會犯錯的，然而美國國家科學院的附屬醫學研究機構(Institute of Medicine; 簡稱IOM)於1999年發表了針對醫療錯誤的調查報告——“To Err Is Human: Building a Safer Health System” (Kohn 2000)，指出每年最多約有九萬八千位美國人因可避免的醫療錯誤(Preventable medical errors)而死亡，而在醫院各部門中，手術室人員面對的工作繁多且風險性高，是一個高度專業化的部門。Thomas 等學者在美國猶他州及科羅拉多州以15000份病歷樣本中，發現不良事件發生的場所有83.8%發生在醫院，其中手術室即佔39.5%(Thomas 2000)。又根據國內衛生署醫事鑑定小組的全國統計分析，1987年至2001年每年接受醫事鑑定委託件數從147件增加至406件，其中依告訴原因分析，近四分之一(24%)乃因為醫療不良，其次為手術相關(15%)、誤診延醫(11%)及用藥不當(9%)。從上述相關研究報告，可知手術室不良事件的發生率較醫院其他部門有偏高的情形，如果在手術室服務流程上做有效管理，對提升病人安全及促進醫療服務品質，將可以較迅速地發揮成效。

由於科技不斷地進步，使得人們更加期望藉由科技應用改善醫療技術與醫務管理，以保障病人的治癒率與安全性，進而提昇整體醫療品質；近來因美國WalMart規定所有供應商出貨之產品必須貼有無線射頻辨識(Radio Frequency Identification; RFID)標籤，引起供應鏈系統改革，使RFID重新引起眾人目光。亦因其許多特性與過去辨識方式提供更廣泛的功能，在於醫療服務上可產生許多相關之創新與應用；而目前RFID在醫療體系，其技術應用已普遍使用於獸醫界，其主要用來辨識動物飼主之身份證明，另外一方面國外也有相關研究指出，RFID可以用在醫療資材之辨識與追蹤、連續性照護、病患識別與定位、感應與遠距偵測、感染控制、以及醫院電子病歷的整合，如在藥衛材的部分，可用在藥品比對、稽核、庫存控管自動化（智慧醫藥櫃）、預防偽藥、藥衛材供應鏈管理等(IDTechEx 2003)，因此透過RFID硬軟體提供直接且連續性的病患和相關藥衛材之識別、定位、追蹤功能，達到即時(right time)且隨時(all the time)的資訊傳遞，使得醫療資訊系統能發揮更大之功效，進而提昇醫療照護之效率及效能，可解決目前醫療院所資訊化的最大瓶頸——無法及時且正確地掌握醫療人員、病患、藥衛材等物件的名稱、時間、地點等資訊，繼而難以真正發揮資訊系統的統計分析、決策支援等功能。

因此基於提昇病人安全及科技服務社會的共同理念下，台大研究團隊與英特爾(Intel)、惠普科技(HP)、長庚醫院資訊管理部門及基隆長庚醫院，經研究討論下達成學術與實務的共識，進行合作，以提升手術病人安全為目標，採用RFID導入手術室環境，設計RFID手術室醫療管理系統，企圖建構新科技醫療體系，並實際進行個案分析；首先針對手術室容易出錯的環節分析規劃發展出一套RFID手術室醫療管理系統，藉由本系統流程進行手術的各項核對細節，可大幅減少因醫療人員疏失所造成的傷害，以導入前後之效益分析，可清楚地驗證RFID手術室醫療管理系統的優點與實用性，因此本研究可作為醫界改善手術流程環境與提升病人安全策略之參考。

貳、系統架構

為確實提升病患安全、改善手術醫療缺失流程與醫療服務品質控管，藉由RFID的特性，本系統規劃架構是以病患安全與醫療品質為基本核心基礎，從資料、資訊到知識之觀點，持續反覆地可針對系統做改善，使系統隨著醫療環境變動以符合病患安全與醫療服務品質之醫療需求，茲以下列資料、資訊、知識三個部份來詳述說明RFID手術室醫療管理系統，而系統架構圖如下圖1所示。

1. 資料部份：

由於以往手術臨床路徑的資料無法精確地被紀錄，雖然仍有在個重要路徑點有醫護人員做相關紙本紀錄，但依然不夠完整，並且相關資料較難進一步分析來改善缺失流程，因此本研究首度藉以RFID紀錄手術臨床路徑的所有的資料，藉由本研究對於手術流程完整詳細的分析，搭配RFID在各臨床路徑點的資料收集，包含手術流程支援的相關要素(人、事、時、地、物)，可達成使以往手術管理系統無法達到的六項特點完全地發揮，包含「自動身份驗證(Auto ID Checking)、自動程序啟動(Auto Activation)、自動更正請求(Auto Correction Request)、自動追蹤記錄(Auto Track Recording)、自動資料封存(Auto Data Safekeeping)、案例重建分析(Case Reconstruction Analysis)」等六大特點；而在必要時可成為現場重建評估的機制，以達成病人安全保障(Patient Safety Assurance)，此也為本研究系統建構的基礎與重點。

2. 資訊部分：

藉由RFID詳細紀錄手術臨床路徑流程，進一步地我們可以從RFID所紀錄異常狀況的資料分析(Case Review)，進行手術部分缺失流程重建(Case Restructuring)，提出一份完整的手術流程改善報告，確實地針對重點或是錯誤手術流程加以進行規劃及改善；另外一方面從RFID所記錄的平常狀況的資料品質分析(Quality Assurance Review)，提出手術病患品質保障報告(Quality Assurance Report)，針對醫療品質服務來予以確實地監控與管制，在各重要臨床路徑點，針對系統在多加以提醒醫護人員注意。因此藉由異常與日常的資訊分析，可提供手術室主任或是護士長，做相關的醫療流程管理制度與決策分析，並且針對手術醫療環境系統做回饋修正與新增相關醫療知識於醫療知識庫。

3. 知識部份：

藉由上述長期累積的資訊分析結果，並搭配新興的醫學、科技與管理的醫療知識庫，針對不同狀況下的手術流程、環境與人員進行個案分析(Case Study)，分析推論出與以往不同的知識，導引出學習需求(Learning Requirement)，提出新興手術醫療知識報告，擴展手術醫療知識領域，針對可能影響之流程加以分析，並調整更新RFID手術室醫療管理系統，使系統得以隨著醫療環境變動來符合病患安全與醫療服務品質。



3. 自動更正請求(Auto Correction Request)

當病患在手術醫療流程的確認點與系統標準流程的辨識點，系統自動提醒與顯示病患手術資料，若有任何的比對資料錯誤，相關醫療人員需做再次確認，重做並更正錯誤之地方，有效地在錯誤點即時更正。

4. 自動追蹤記錄(Auto Track Recording)

RFID詳細記錄整體手術流程的醫療資料，從人、事、時、地、物完整的Log紀錄追蹤下來，以供未來醫院改善醫療缺失流程與醫療品質控管。

5. 自動資料封存(Auto Data Safekeeping)

RFID記錄下來之資料，馬上封裝存入檔案或是資料庫內，以使資料不輕易地被人為修改，確實達成醫療資訊安全的保障。

6. 案例重建分析(Case Reconstruction Analysis)

透過資料庫的封存資料，可重建當時現場的手術環境與流程；平常狀況資料的記錄統計分析可用來做為醫療品質服務的監控，而異常狀況資料則可用來改善醫療缺失流程。

透過以上六項特點不僅可針對醫院流程持續改善，也可針對醫療服務品質深入控管，可作為必要時之現場重建評估機制，以達成病人安全保障(Patient Safety Assurance)，因此首先需針對整體手術流程做詳細的分析與設計，確實地達到系統的特點與目標。

參、系統分析與設計

本研究以個案研究方法為主，從手術醫師、麻醉醫師、櫃檯護士、刷手護士與流動護士，包含8位醫師、30位護士與7位資訊人員，收集有效的完整需求資料，並透過醫療專家與資訊專家兩者相互討論驗證，藉由以下兩者邏輯與實體分析設計完整系統的表達方式，以提供未來相關醫療院所導入RFID於手術室環境整體參考。

一、邏輯分析設計(Logical Analysis / Design)

本研究有鑑於過去醫療業者導入RFID系統皆從事件觀點(如SARS)及少部分病人辨識點來設計系統，無法真正落實至提升病人安全之理想；因此本研究以全面性之系統、組織結構、作業流程之整體架構來設計，提升病人安全的RFID醫療管理系統，化被動的資訊系統為主動的管控系統。

本研究以流程為基礎，在設計RFID手術室醫療管理系統前，必須先分析達成目標之流程中的各項作業活動(Activity)，將每項作業必牽涉特定人、時、地、物等物件(Object)，賦予每個物件特定之ID，以RFID偵測與自動驗證比對相關物件，產生作業相關記錄/證明(Proof of action)；除了病人辨識之外，亦加入醫護人員辨識、時間記錄、場

所比對、作業行為記錄…等，使對的病人在對的時間讓對的醫護人員利用對的醫療設備及器械進行對的手術並完成正確記錄，此將有別於以往只有辨識或追蹤病人之RFID醫療系統設計。

因此以流程設計為主要邏輯，再利用RFID辨識之特性便利、自動、順暢地產生記錄檔(Log)，將時間點、責任人員、手術病人、作業與病人狀態…等相關資訊記錄於格式化之Log檔中(<s,t,h,p,d,A>)。

另外，手術室電腦畫面之精簡化亦是重要關鍵一，如何讓手術醫療團隊可以即時與方便地看到相關注意事項，並在每個手術環節辨識點(check point)可輕鬆地記錄手術過程中的情況，亦為本次系統設計之重點。經由實地觀察發現，過去除了術後登錄時間或完成手術/麻醉相關記錄外，毫無提示注意事項或責任確認之功能，因此本研究利用RFID之特性將手術室內之電腦系統流程及畫面簡單化與重要化。

經由詳細地深入收集相關手術系統、手術組織結構(人員與設備…等)與手術作業流程，透過實際地訪談醫療專家與資訊專家討論，病人從「報到櫃檯報到」至手術結束「回住院病房或出院」之流程分析圖如下圖2所示，而詳細地流程分析於圖2後所述，下表1為流程分析圖的代碼表，利於表達在必要點時以RFID系統辨識及記錄相關作業與時間，在圖2中以英文代碼表達：

表1：手術流程分析圖代碼表

t (time) :時間點ID代碼	O (Operation) :作業ID代碼分類	
h (human) :人員ID代碼		A (Action) :動作
s (state):狀態ID代碼		C (Check) :驗證
p (place) :場所ID代碼		M (Move) :移動
d (device) :手術器材與設備ID代碼		F (Fail) :失效
		I (Initiate) :起始



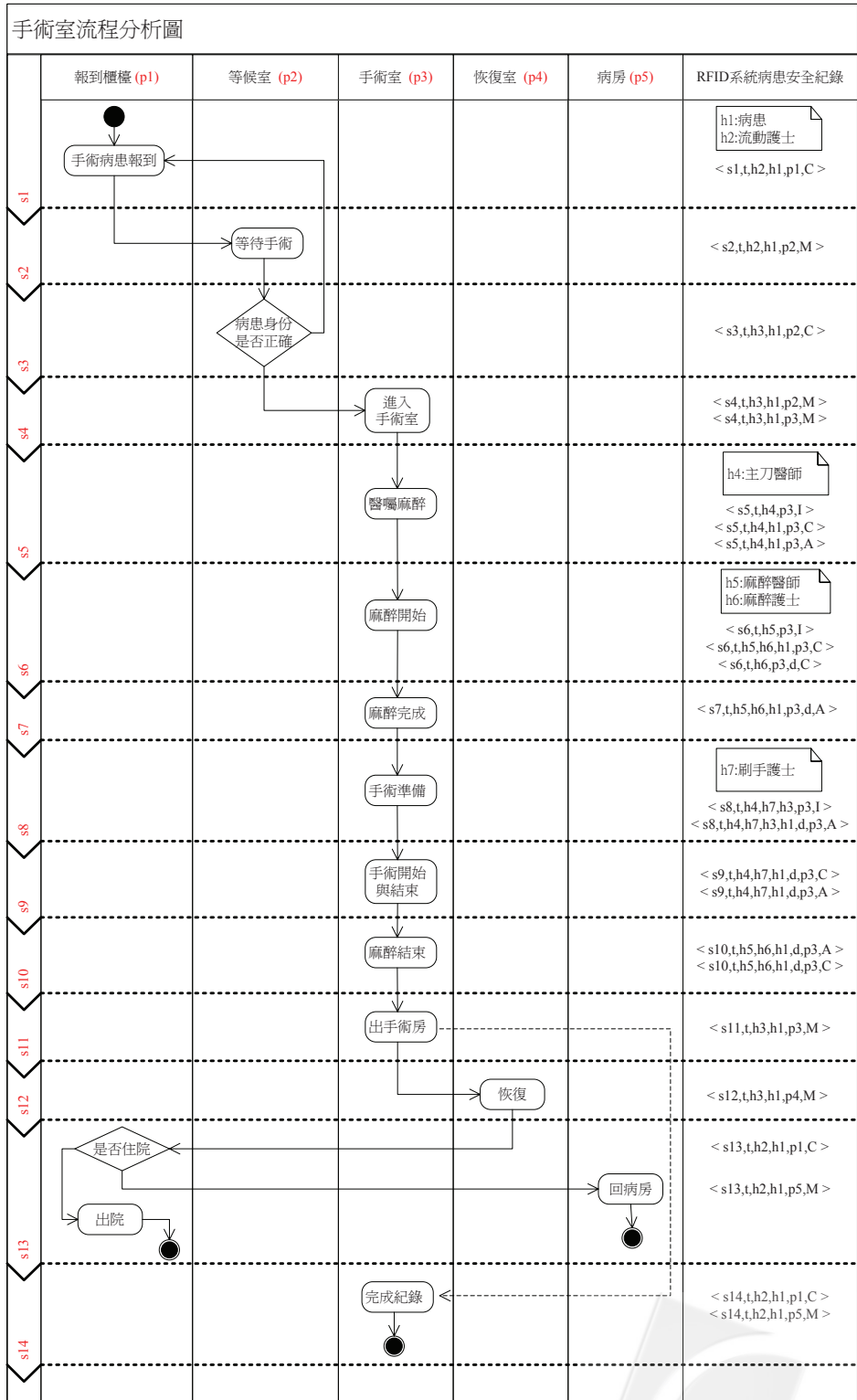


圖2：手術室流程分析圖

針對圖2之手術流程分析，其各部分詳細敘述如下：

● State 1.(s1) 手術病人報到

櫃檯護士以人工核對病人資料，列印RFID腕帶，並配戴於病人手腕，RFID晶片寫入病人資訊，如病歷號、姓名、來源別、手術醫師姓名、診斷名稱、手術名稱與手術部位。RFID腕帶表面顯示人眼可辨識之病人姓名、病歷號、手術部位資料，而在列印同時地記錄是誰做此確認。

此時系統產生Log記錄資料< s1,t,h2,h1,p1,C>，顯示是由櫃檯護士h2為病人h1進行詢問、確認、掛上RFID腕帶之作業。

● State 2.(s2) 手術病人於等候室等待手術

手術病人於等候室等待手術，系統產生Log記錄資料<s2,t,h2,h1,p2,M>。

● State 3.(s3) 核對病人身分

過去以口頭呼叫病人姓名或查看病人腕帶姓名，並手動翻閱病歷核對病人所自述的姓名、手術名稱、手術部位等資料是否正確。

本研究之RFID手術室醫療管理系統自動確認病人h1資料，並確認病人姓名、主刀醫生姓名、手術部位、方式、診斷名稱、及記錄是由預定人員h3將其帶入手術室。

此時系統產生Log記錄資料< s3,t,h3,h1,p2,C>，顯示是由預定之流動護士h3為病人h1進行病人辨識之作業，病人資料若不正確將由系統出現警訊，此時護士必須判斷是否帶錯病人或是病人資料本身有誤，而根據異常處理規範進行異常處理作業，另外若不是由預定之護士來亦會出現警訊，請求確認。

● State 4.(s4) 手術病人入手術室

過去傳統流程是由流動護士口述病人資料供麻醉與手術醫師再次確認，此並無法確認是否確實執行。而在RFID系統環境下，流動護士帶著PDA(內建RFID讀寫器)到等候室迎接病人，詢問病人基本資料(以開放式問答)、手術方式與手術部位，並以RFID讀寫器讀取病人腕帶所儲存之資料，透過PDA呈現內容進行自動比對，再次核對確認無誤，並同時地自動寫入Log記錄檔，確認病人辨識行為確實地被執行。進入手術室後，除可經由RFID讀寫器讀取Tag相關手術資料顯示於電腦畫面做再次確認，並同時地自動寫入執行時間於手術動態系統中，記錄時間於Log檔案中<s4,t,h3,h1,p3,M>，比對h3、h1與p3等，另外亦可在進入手術室後自動啟動手術護理記錄、PACS、檢驗、麻醉記錄、手術記錄等系統，完成醫囑麻醉前之準備

● State 5.(s5) 醫囑麻醉

麻醉醫囑主要作業是由主刀醫師檢視病人檢視手術病人病歷及各項檢查資料，並確認手術部位後，下達麻醉醫囑。本研究系統設計於流動護士將病人帶入手術室，自動啟動系統後，手術室之電腦顯示器將顯示進入醫囑麻醉入口畫面，並必須由主刀醫師經由RFID讀寫器讀取器，讀取自身的RFID識別佩章後，進入醫囑麻醉相關事項(電腦顯示詳細說明如本章第二節說明)。在此期間，當主刀醫師進入相關事項時，系統即可自動產生

Log記錄資料 <s5,t,h4,p3,I>，顯示是由主刀醫師h4在t的時點及p3的地點，啟動(I) 麻醉醫囑(State5)之行為。

之後，由顯示器顯示確認及工作項目，如檢視手術病人病歷及手術部位，待醫生完成確認及下達麻醉醫囑後，執行「下達麻醉醫囑」的同時，系統也同步地寫入兩筆Log File: <s5,t,h4,h1,p3,C> (C表示完成驗證病人及手術相關之確認項目); <s5,t,h4,h1,p3,A> (A表示完成下達麻醉醫囑之作業)。此時系統出現下一作業(麻醉開始)之起始畫面。

由於健保局規定在1.入手術室、2.醫囑麻醉、3.麻醉開始、4.麻醉完成、5.手術準備開始、6.手術開始、7.手術結束、8.麻醉結束、9.出手術室間等九個時點必須記錄時間，並且亦規定作業時間長度範圍，然而卻可能讓傳統一向以手動輸入時間的系統產生人為的偏誤，因為醫護人員可能為了滿足健保局的規定而使自行調整輸入的時間，也使未來所有資料之統計與分析價值降低甚至誤導分析。而本系統除可自動、方便與順暢地自動記錄相關資料，亦可摒除人為輸入錯誤且遭人調整之弊端。

● State 6.(s6) 麻醉開始

此為麻醉醫師開始麻醉病人之時點，不過須先檢視病人身分及資料，如上段所述，由麻醉醫師之身分ID進入系統完成檢視作業按下確認後系統亦會自動寫下Log記錄<s6,t,h5,p3,I>(起始並進入畫面); <s6,t,h5,h6,h1,p3,C>(檢視病人身分); <s6,t,h6,p3,d,C>(檢視麻醉器具種類及數量，避免遺失器具)。

● State 7.(s7) 麻醉完成

此為麻醉醫師麻醉誘導完成之時點。由麻醉醫師按下確認後系統亦會自動寫下Log記錄<s7,t,h5,h6,h1,p3,d,A>(實施病人麻醉)，因系統會自動辨認是否為授權者之ID，「正確」才准予按下確認。系統經確認後將出現下一作業(手術準備)之起始畫面。

● State 8.(s8) 手術準備

此為開刀房醫護人員開始執行下述準備作業之時點：皮膚消毒、臥位擺置、導尿、鋪單與裝置儀器設。由開刀房內醫護人員啟始「手術準備開始」之系統作業後(Log: <s8,t,h4,h7,h3,p3,I>)，依螢幕顯示所有準備作業及應注意事項後，同樣地按下確認後以自動寫下Log記錄<s8,t,h4,h7,h3,h1,d,p3,A>。系統經確認後將出現下一作業(手術開始)之起始畫面。

● State 9.(s9) 手術開始與結束

「手術開始」為術前準備完成，主刀醫師劃下第一刀的時點；而「手術結束」則是病人傷口縫合後，醫護人員完成傷口覆蓋之時點。系統設計上可由流動護士協助進入「手術開始」系統，使系統畫面呈現手術應注意事項及作業項目供主刀醫師參考或提示，而手術完成後，則必須由主刀醫師親自確認所有事項皆完成後，再以自己的辨識佩章完成系統確認。這樣一來，除可提示相關醫護人員在手術中的注意事項及相關作業，亦可讓醫療團隊在系統完成確認時再次確認是否沒有遺漏或疏忽的事情。例如系統顯示Log記錄<s9,t,h4,h7,h1,d,p3,A>，其中顯示本次作業/手術使用之器械(d)，在主刀醫師按下

確認前將再次確認是否所有器械都在現場，可避免遺留在手術病人之體內。

另外手術開始與完成亦自動有Log 記錄檔，除可符合健保規定的時間記錄外，同時也記錄相關作業人員、地點、器械與手術等等項目。

● State 10.(s10) 麻醉結束

此為術後病人生命徵象正常，可執行拔管或停止麻醉藥物供給之作業，由麻醉醫師執行此階段之作業及系統確認，系統自動記錄Log檔案<s10,t,h5,h6,h1,p3,d,A>和<s10,t,h5,h6,h1,d,p3,C>

● State 11.(s11) 出手術室

此階段作業為催醒病人後，完成術後處理。由流動護士執行此階段之作業、系統確認並移動病人到恢復室。系統Log檔案為<s11,t,h3,h1,p3,M>。

● State 12.(s12) 恢復

流動護士將病人移到恢復室後，由系統Log檔案為<s12,t,h3,h1,p4,M>。病人在恢復室恢復體力及等待意識完全清楚。

● State 13.(s13) 是否為住院病人

手術病人來源主要有二，一是來自住院病房的病人，二是門診病人。此時判斷病人來源，如是來自病房的病人，則安排回病房；門診的病人則由其家人或自行離開，並將其RFID腕帶銷毀。系統Log檔案為<s13,t,h2,h1,p1,C>。

● State 14.(s14) 完成記錄

流動護士必須完成護理記錄單及手術記錄單並列印完成，系統Log檔案為<s14,t,h3,p3,A>。而麻醉護士必須完成麻醉基礎資料表，系統Log檔案為<s14,t,h6,p3,A>。

經由上述14個詳細手術流程活動規劃，每個手術環節可確實地驗證、紀錄、顯示與提示各項手術醫療資訊，以此搭配下節所述實體分析設計，可使系統具有「自動身份驗證(Auto ID Checking)、自動程序啟動(Auto Activation)、自動更正請求(Auto Correction Request)、自動追蹤記錄(Auto Track Recording)、自動資料封存(Auto Data Safekeeping)、案例重建分析(Case Reconstruction Analysis)」等六大特點，可作為必要時之現場重建評估機制，以達成病人安全保障(Patient Safety Assurance)。

二、實體分析設計(Tangible Analysis / Design)

為了使RFID應用系統得以有效作用，藉由以下實體分析設計，才能有效地發揮前節所述之手術邏輯分析設計之詳細規劃內容，透過實地觀察與調查，並與相關醫療與資訊專家討論，透過以下實體之基礎系統設施、手術室系統流程與畫面設計、行動化RFID讀寫器、身分辨識RFID標籤卡與RFID腕帶列印系統等五項來敘述實體分析設計所規劃之內容，以供導入RFID於手術環境完整之參考。

●基礎系統設施

RFID系統將建立於醫療院所基本之系統設施之上，RFID應用系統必須透過院內網路系統與各資料庫相容，如下圖3所示，Client端利用RFID識別以進入顯示平台讀取各系統資料，並利用系統記錄器(System Logger)即時自動記錄相關資訊，除了Proof-of-action外，更有利於往後之資料分析與系統改進。

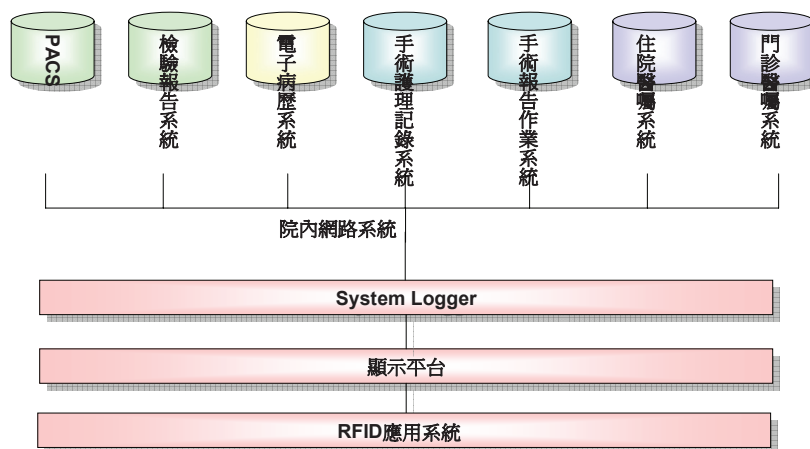


圖3：基礎系統設施圖

●手術室系統流程與畫面設計

手術室系統流程與畫面設計經由多次討論，反覆於使用者操作驗證後，本研究以最後所呈現之系統流程與畫面設計敘述為主，將在其後個案效益分析中系統導入前後比較來與以詳述。

●行動化RFID 讀寫器及顯示器

基於醫護人員之行動化考量，在手術室外之報到區、等候室等區，將由醫護人員攜帶內建RFID讀取器之PDA，以提升相關人員作業之便利性與行動性。

而在手術室內，因進行手術時，手持式裝置將不利於手術進行，因此設計以固定型式之顯示器及RFID讀取器為主；另為方便閱讀，故建議由19吋以上之平面顯示器做為顯示電腦系統及作業提示之用。

●身分辨識RFID 標籤卡

由於系統除了須比對病人正確資料外，尚需針對醫師與護士來做實施相關手術環節的確認，因此設計方式有別於流動性大之病人RFID腕帶，以RFID標籤卡的方式配戴於醫師與護士方便讀取之地方。而為避免與醫療儀器干擾，故選擇目前市場技術較成熟的13.56 MHz為本研究之標籤頻率。且就本研究範圍而言，由於不用主動告知位置或溫度等特性，但須被讀寫多次以上，故在成本及效能考量上，建議選用被動式Class2的標籤。

●RFID腕帶列印系統

由於病人流動性大，因此使用環狀腕帶便於病人攜帶及醫護人員辨識及讀取，尤其利於手術時麻醉及相關作業之進行，因此建議採用腕帶式的RFID 標籤而非一般卡式之RFID標籤。

另外，為強化病人安全，就腕帶材質而言，應考量到放射線測試、溫度測試、耐久性測試、彎折度測試。相對的，腕帶印製機必須能列印於此材質並同時將資料寫入標籤內。如此，腕帶將可同時具有外顯資料(人眼能辨識之資料，如病人姓名、病歷號等)以及內顯資料(由RFID 讀寫器讀取之資料，如病人姓名、血型、手術部位等等較外顯資料充足之資訊)。

確定RFID系統之各元件後，將於手術室各場所安置所需之不同數量之元件，如下所述：

Place0_醫護人員身上：配戴一台行動式RFID 讀寫器及代表其身分辨識RFID標籤卡

Place1_報到室：RFID腕帶印製機壹台

Place2_等候室：手術病人分別配戴內含RFID Tag之腕帶

Place3_手術室：手術室醫療系統及顯示器

Place4_恢復室：RFID腕帶碎紙機壹台

綜合上述邏輯與實體設計，本系統特點整理表如下。

表2：系統特點說明表

項次	特 點	說 明
1	Improve patient safety	重要流程以RFID驗證狀態、時間、人員、器械、地點、作業等六項相互確認無誤才可進行作業，可避免錯誤，以提升病人安全。
2	Auto-checking	以RFID自動核對資料，包含上述六項。
3	Proof-of-action	以Log記錄檔< s,t,h,p,d,o > 即時記錄相關狀態、時間、人員、器械、地點與作業等資訊，使所有作業皆有證明及記錄。
4	Essential-display	精簡手術室電腦輸入與事項呈現，使作業更加流暢與正確。
5	Auto-reminder	於適當時機自動提醒應注意及應進行事項。

肆、個案研究

本個案為基隆長庚、台灣大學、台灣惠普科技(HP)及台灣英特爾(Intel)合作建立之RFID手術室管理系統，主要用於手術病人辨識，手術部位及手術方式確認及病患安全保障與管理。導入本系統，主要是為了提升手術病人安全，本個案並非取代原有之人工核對程序，而是在原有的人工核對外，再加上RFID自動身分比對，使手術病人在安全上，多了一層保護。

研究個案在RFID 應用的重要時程說明如下表：

表3：研究個案導入RFID手術室醫療系統重要時程表

時程	重要事件
2005年2月18日	完成RFID作業標準流程
2005年2月19日	完成設備需求評估
2005年3月7日	手術室委員會中提案討論說明
2005年3月8日	宣導及概念說明
2005年3月15日	舉行手術室人員作業說明
2005年3月27日	RFID設備與系統建置完成
2005年3月28日	正式測試RFID手術室醫療系統
2005年4月8日	正式啟用RFID手術室醫療系統

藉由個案未建置前與建置後之內容來詳述說明研究個案，在導入前後之差異，並在其後個案效益分析中敘述其系統效益成果。

一、未建置前流程

研究個案在未導入前手術室醫療系統流程主要分為九個狀態(state)說明如下：

S1主要是由手術室電腦顯示手術病人名單及順序，再由手術室通知報到櫃檯迎接病人。待病人到達報到室後報到室護士以口頭核對病人姓名後請手術病人於等候室等待手術S2。此時若病人是由住院病房而來則已有傳統非RFID式的塑膠腕帶，只供人眼辨識。

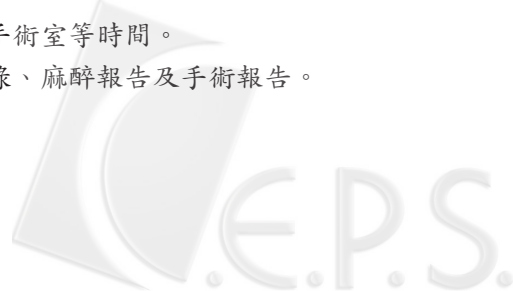
S3由手術室之流動護士至等候室迎接病人但主要由口頭確認病人姓名或查看病人腕帶，之後必須翻閱病歷核對病人自述姓名、手術名稱、手術部位等資料是否正確，確認正確後將病人移入手術室。

S4-S7手術病人進入手術室

1. 入手術室後仍有病人確認的步驟，分別在到達手術室時、麻醉前、消毒前、動刀前再次由流動護士口述病人姓名、病歷號、手術名稱、手術部位、手術醫師姓名供麻醉醫師、手術醫師等再次確認。
2. 流動護士手術動態系統以手動輸入進手術室、麻醉前、麻醉開始、麻醉完成、消毒前、動刀前等時間。
3. 手動啟動手術護理記錄、PACS、檢驗、麻醉記錄、手術記錄等系統

S8手術開始至結束過程

1. 流動護士手動電腦輸入：手術完成、麻醉結束、離開手術室等時間。
 2. 流動護士、麻醉醫師、手術醫師分別完成手術護理記錄、麻醉報告及手術報告。
- 流程整理，如下圖所示：



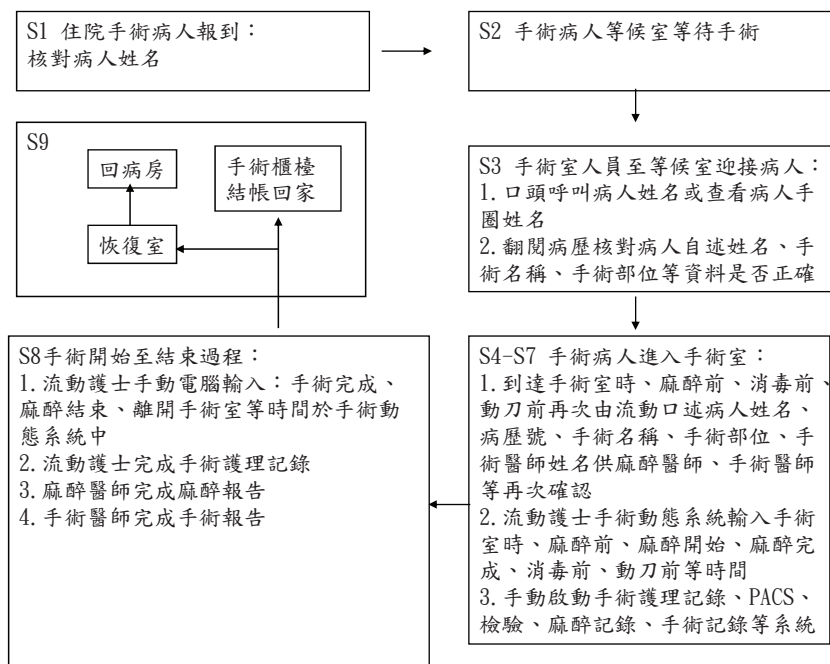


圖4：導入前一般手術室醫療系統流程

二、建置後流程

導入後之RFID手術室醫療管理系統流程，在病人辨識及流程管理上較導入前更正確，並可自動於電腦系統中留下記錄。導入後與導入前之作業流程差異如下：

S1住院手術病人報到：

報到時除了核對病人姓名外增加製作RFID腕帶之作業，符合本系統之自動身份驗證之特點，如下圖流程所示。

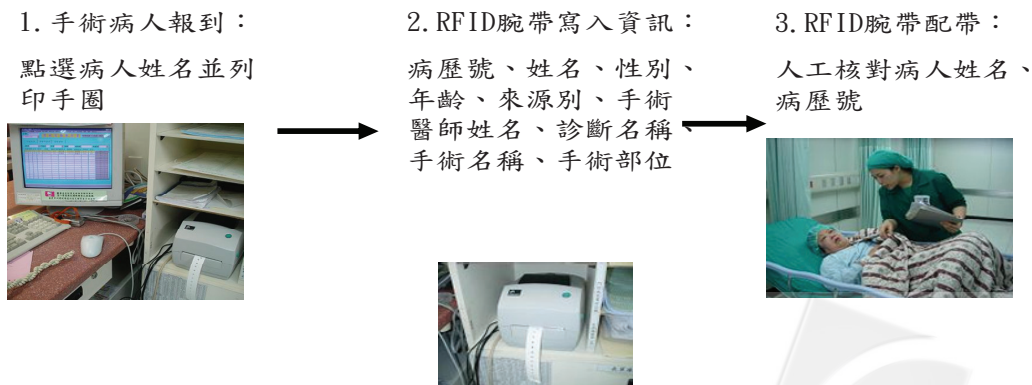


圖5：術前RFID腕帶製作與配帶

圖8：手術病人清單下載完成

下載完成後進行資料比對，如圖9。

先選取當次之手術病人資料

→檢視病人資料

若病人資料不符則出現下列畫面 若相符則顯示「已核對」

圖9：手術病人資料比對圖

S4-S7手術病人進入手術室：

流動護士、麻醉醫師、手術醫師分別依照到達手術室時、麻醉前、消毒前、動刀前等各流程，經由RFID 讀寫器讀取Tag相關手術資料顯示於電腦畫面，作再次確認，並同時自動寫入執行時間於手術動態系統中，及自動啟動手術護理記錄、PACS、檢驗、麻醉記錄、手術記錄等系統，符合本系統之自動身份驗證、自動程序啟動、自動更正請求、自動追蹤記錄、自動資料封存之特點。啟動系統及其時間點整理如表4，病人辨識及作業記錄時點如圖10所示。

表4：RFID自動啟動系統列表

系統啟動時間點	啟動系統名稱
流動護士每天早上第一次下載資料時間	手術護理記錄作業
麻醉前	PACS
	檢驗報告
	電子病歷系統
手術開始	手術報告作業
手術結束	住院醫囑系統
	門診醫囑系統

資料來源：本研究

S8手術開始至結束過程：

1. 經由RFID 讀寫器讀取Tag自動寫入醫囑麻醉開始、麻醉完成、手術開始、手術結束、麻醉結束與離開手術室等時間於手術動態系統中，符合本系統之自動身份驗證、自動程序啟動、自動更正請求、自動追蹤記錄、自動資料封存之特點，如圖10。
2. 流動護士、麻醉醫師及手術醫師分別完成手術護理記錄、麻醉報告及手術報告。

圖10：手術動態系統

導入後流程整理如下圖11：

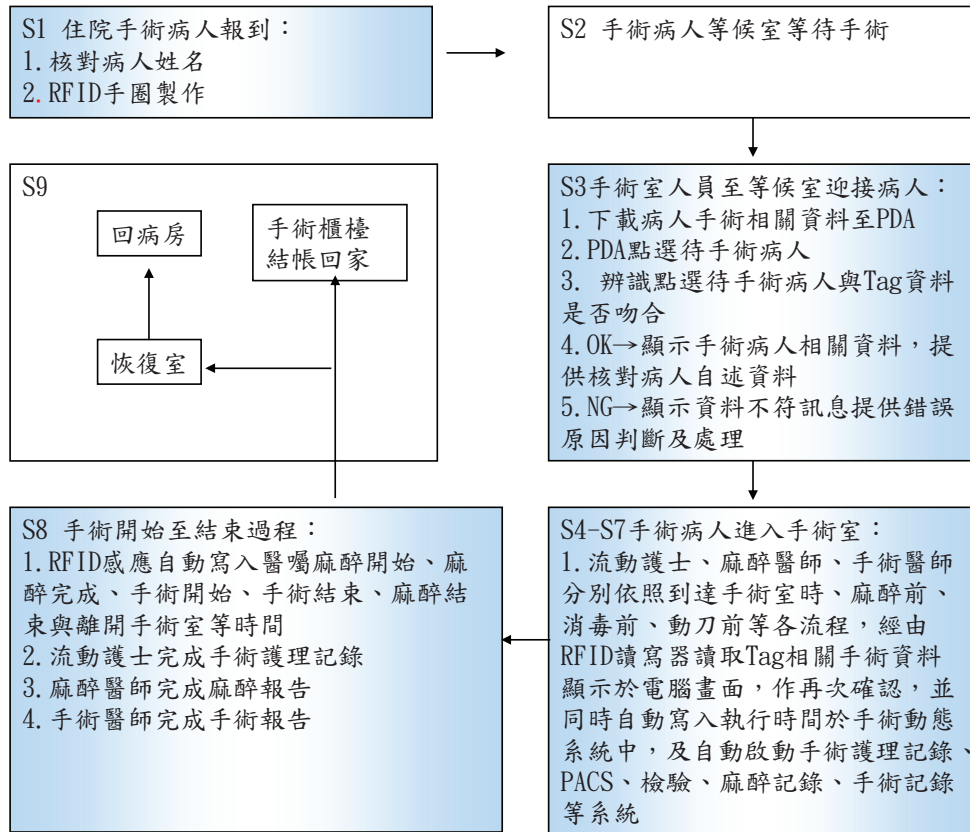


圖11：研究個案RFID手術室醫療系統流程

伍、個案效益分析

研究個案於2005年2月導入RFID，2005年3月28日開始進行實測，以選定之目標手術房實施全程資料收集分析，共有45位病人接受手術時使用RFID病人辨識系統包括在此分析研究。45位病人之科別為骨科病人35位、耳鼻喉科病人4位、一般外科病人3位、整形科病人3位。

從以下系統導入前後之流程分析可以發現，本系統流程達到自動身份驗證(Auto ID Checking)、自動程序啟動(Auto Activation)、自動更正請求(Auto Correction Request)、自動追蹤記錄(Auto Track Recording)、自動資料封存(Auto Data Safekeeping)等五項特點目標，可確實地提升病患手術安全。

其導入前後，流程改善比較表如下：

表5：導入RFID前後手術室醫療系統流程之比較表

State	流程順序	地點	改善前	改善後
1	手術病人報到	護理站	1.住院病人急診病人於送到手術室時皆已完成佩戴	1.確認病人相關資料無誤後製作RFID腕帶。 2.再次詢問病人基本資料，確認無誤後佩戴RFID腕帶。
2		各手術室內	無	流動護士於手術室內下載下一台手術病人基本資料、手術方式、手術部位於PDA中。(每天一次)
3	迎接手術病人	等候室	1.流動護士拿手術排程通知單至等候室迎接病人。 2.詢問病人基本資料(以開放式問答)、手術方式、手術部位與手術通知單、同意書之內容再次核對確認無誤。	1.流動護士手拿PDA到等候室迎接病人 2.詢問病人基本資料(以開放式問答)、手術方式、手術部位與PDA呈現之內容再次核對確認無誤 3.在e化護理工作車上執行手術前護理記錄確認正確
4	進入手術室	手術室	1.流動護士入手術室再次確認病人資料後，於手術室病人動態確認病人身份後，輸入時間 2.手術前護理作業確認各項數前準備並輸入時間	1.流動護士以手持式RFID讀取器先感應自己RFID配章再感應病人RFID腕帶，再次確認病人基本資料、手術方式、手術部位， 2.另將此時間點帶入手術室時間內
5		麻醉前	1.麻醉醫師評估、確認病人後執行麻醉。 2.手術室護理人員協助輸入時間。	麻醉醫師以有手持式RFID讀取器感應自己配章再掃描病人RFID腕帶，再次確認病人基本資料、手術方式、手術部位將此時間點帶入手術室時間內
6		準備前	1.醫師確認病人後，執行準備手術部位之消毒工作。 2.手術室護理人員協助輸入時間	醫師以手持式RFID讀取器先感應自己RFID配章再感應病人RFID腕帶，再次確認病人基本資料、手術方式、手術部位將此時間點帶入手術室時間內
7		下刀前	1.醫師確認病人後，執行手術。 2.手術室護理人員與麻醉護士及主刀醫師共同確認下刀時間及協助輸入時間	主刀醫師以手持式RFID讀取器先感應自己配章再感應病人RFID腕帶，再次確認病人基本資料、手術方式、手術部位將此時間點帶入手術室時間內

8	手術結束	恢復室	手術室護理人員、麻醉護理人員與恢復室護理人員口頭交班	1.恢復室人員以手持式RFID讀取器病人RFID腕帶，再次確認病人基本資料。連結手術室病人動態，呈現”恢復中”狀態 2.手術室護理人員、麻醉護理人員與恢復室護理人員口頭交班
9	送回病房	恢復室	與病房交班等候助理員接病人	1.與病房交班等候助理員接病人
	離院返家	護理站	1.確認病人更衣及繳費完成 2.給予相關衛教須知 3.病人離院返家	1.確認病人更衣及繳費完成 2.給予相關衛教須知 3.病人離院返家 4.護理站庶務員將RFID腕帶剪掉 5.將RFID腕帶以碎紙機銷毀資料

資料來源：本研究

RFID手術室醫療系統執行效益分析表如下：

表6：RFID手術室醫療系統執行效益分析

項 目	現 狀	RFID	有形效益	無形效益
手術確認標準流程	第一階段由護理人員執行無法全面落实	四個階段由護理人員、醫師、麻醉人員、團隊人員共同參與	百分百落實執行且讓醫師於病人麻醉中更能再次確認病人以維持病人之安全	使每位醫師皆養成對手術確認之行為
資料比對	人工核對 *增加人員翻閱整份病歷資料時間，約費時2分鐘	人工核對及系統自動比對，約費時1分鐘	*降低1分鐘	提高資料正確性降低人為疏失即時發現錯誤
腕帶製作	人工抄寫 *約費時30秒	自動列印 *約費時10秒	降低人為疏失 *減少病人書寫腕帶時間約20秒	提昇資料正確性
腕帶資料	只有外顯資料	外顯及晶片資料	降低紙張列印時間推動無紙化作業	隱密性資料可儲存於晶片中，以維護病人隱私
手術室系統操作	人工輸入各流程時間人工啟動相關系統 *手術作業中需啟動每個系統約費時3-4分鐘	自動寫入各流程時間自動啟動相關系統 *配合時間點一併帶出所需程式	每位病人減少啟動相關作業系統等待之時間 *約減少3分鐘	簡化系統操作步驟避免人工輸入錯誤提升資料正確性

資料來源：本研究

系統執行結果中之有形效益為就RFID執行方式與傳統執行方式比較，其流程減少之時間平均每位病人約4.3分鐘。病人資料正確性100%、手術方式正確性100%、手術部位正確性100%。而無形效益主要在於手術醫療團隊小組人員(護理人員、麻醉人員、住院醫師、主治醫師)，因使用RFID辨識，能即時得知病人之手術方式及部位，且確認手術方式及手術部位其正確性達100%，除此之外，經由導入後，相關醫護人員的反應，也減少原本現場比對的錯誤壓力，並且更容易使得三讀五對的結果更加正確；因此導入系統後可進而提升手術過程效能，確保手術過程無疏失，確實地發揮出本系統所規劃之自動身份驗證(Auto ID Checking)、自動程序啟動(Auto Activation)、自動更正請求(Auto Correction Request)、自動追蹤記錄(Auto Track Recording)、自動資料封存(Auto Data Safekeeping)五項特點，達成病人安全保障(Patient Safety Assurance)；而對於案例重建分析(Case Reconstruction Analysis)此一特點而言，本系統還尚需經過一段時間的資料累計，才能延續發展出此一特點，因此目前提出可做為未來系統發展方向之一。

對於此RFID手術管理系統研究未來可改善之處，研究個案主要以四讀五對之原則設計RFID手術室醫療系統，四讀時機分別是：一讀為等候室迎接病人時；二讀為病人接受麻醉前；三讀為病人接受手術準備前；四讀為主治醫師下刀前。而五對指的是病人對(人對)、主治醫師對(人對)、診斷對(作業對)、手術方式對(作業對)、手術部位對(作業對)。也就是仍然少了時間、地點、器械之確認，手術正確率可能仍無法提升至100%，倘若可利用RFID將狀態、人、作業、時間、地點、器械等六項相互自動確認(六對)，並記錄於系統中，將可提高手術病人安全性，以達全面維護病人安全性之目標，並對於落實人員行為之規範及未來資料分析亦有所助。

陸、結論

對於外科醫師與醫療界業而言，最重要的事莫過於提升病人安全，利用RFID手術室醫療系統將有助於此。不過增加了RFID系統設置的成本，若不能與本身作業程序有效率的結合，反而會削弱自身競爭力甚或無法達到提升病人安全之目標，因此本研究提供一RFID手術室醫療系統之設計與實證，期以達到100%之手術病人安全。

鑑於過去醫療業者導入RFID系統之盲點，無法真正落實提升病人安全之理想，本研究以全面性之系統、組織結構、作業流程之整體架構來設計以提升病人安全的RFID醫療管理系統，化被動的資訊系統為主動的管控系統。

本研究以流程為基礎，在設計RFID手術室醫療管理系統前，先分析為達成目標之流程中的各項作業(activity)，將每項作業必牽涉特定人、時、地、物等物件(object)，賦予每個物件特定之ID，以RFID偵測，自動驗證比對相關物件並產生作業相關記錄/證明，並且除了病人辨識之外，亦加入醫護人員辨識，時間記錄、場所比對、作業行為記錄等，讓對的病人在對的時間讓對的醫護人員利用對的設備及器械進行對的手術並完成正確記錄，有別於以往只有辨識或追蹤病人之RFID醫療系統設計。

因此透過本系統「自動身份驗證(Auto ID Checking)、自動程序啟動(Auto

Activation)、自動更正請求(Auto Correction Request)、自動追蹤記錄(Auto Track Recording)、自動資料封存(Auto Data Safekeeping)、案例重建分析(Case Reconstruction Analysis)」等六大特點,可使手術流程與環境具有下列優點:

1. RFID可自動記錄臨床路徑以及醫療資訊封存,其可確保醫療人員三讀五對確實地執行。
2. RFID平常所記錄的狀況資料可加以做相關醫療品質分析,針對醫療品質服務來予以確實地監控與管制。
3. 當有異常狀況時,可作為醫療現場事後重建機制,找出正確原因修正手術缺失流程。
4. 經由系統長期累積的資料,與吸納相關新興的醫學、科技與管理知識,提供手術醫療知識庫的擴充及醫療技術的提升;針對可能影響之流程加以分析與調整更新RFID手術室醫療管理系統,使系統得以隨著醫療環境變動來符合病患安全與醫療服務品質。

經由本研究之成果貢獻,敘述條列如下:

1. 建構一個完整手術醫療系統模式,從完整的資料、資訊的分析至醫療知識領域的擴展,使手術醫療系統符合時代的變化需求,病患安全與醫療品質都得以有效地提升與監控。
2. 提出具自動身份驗證(Auto ID Checking)、自動程序啟動(Auto Activation)、自動更正請求(Auto Correction Request)、自動追蹤記錄(Auto Track Recording)、自動資料封存(Auto Data Safekeeping)、案例重建分析(Case Reconstruction Analysis)六項特點之RFID手術室醫療管理系統,以達成病人安全保障(Patient Safety Assurance)。
3. 提出符合健保記錄要求、以及病人辨識及手術安全要求之RFID手術室醫療系統。
4. 提出以流程觀點設計之新系統,並且於重要流程須以RFID驗證狀態、時間、人員、器械、地點、作業,六項相互確認無誤才可進行作業,可避免錯誤,以提升病人安全。
5. 在個案研究中證實使用RFID於手術室之醫療系統確實可提升病人安全且附有有形及無形之效益。
6. 在實際個案中以簡單清楚的實例表達出以RFID硬體設施管理系統之優點與改進成效。

經由本研究發現目前RFID限制與挑戰,敘述條列如下:

1. 醫護人員的接受與管理階層的支持,是導入RFID系統最根本的挑戰;本個案正巧在資訊管理階層與本研究參與之手術醫護單位,兩者同時主動尋求RFID系統導入的情況下所促成。因此本研究得以順利進行,實屬難能可貴。
2. 目前本個案研究,安全度為100%,因此只能比較時間節省、三讀五對自動化與定性描述等效益,此為本研究之限制。
3. 對於降低醫療錯誤率之成效研究,則有待未來進一步做導入與非導入RFID醫療環

境之分析，是值得探討研究的主题。

4. 為了維持醫療儀器之正常運作、克服環境之遮蔽並且確實讀取RFID晶片上之資料，因此使用RFID的讀取功率、讀取距離以及頻率干擾都需因不同醫療環境而有所考量，此為RFID導入醫療環境之挑戰。
5. 目前本個案研究執行時間尚短，累積RFID個案資料仍然有限，本研究目前只執行到醫療資料自動收集與三讀五對之自動化。因此醫療錯誤案例重建分析與醫療資料倉儲建立仍有待未來進一步之研究。

參考文獻

1. 日經BP RFID技術編輯部，2004，RFID技術與應用，台北：旗標出版股份有限公司。
2. 台灣醫院協會，2005，醫院安全作業指導參考指引，<http://www.hatw.org.tw/0/sop/index.htm>
3. 田方男，1993，大型醫院手術室空間配置及業務量之調查分析，國立台灣大學公共衛生研究所碩士論文。
4. 江怡如，2000，醫療糾紛與醫療品質相關性探討，中國醫藥學院醫務管理研究所碩士論文。
5. 江美欣，2004，RFID技術應用面面觀(醫療產業篇)，工研院IEK-ITIS計畫報告
6. 何曉琪，2001，醫療錯誤之國際發展與研究取向之優劣分析-美國、澳洲、英國及台灣之實證分析，台灣大學衛生政策與管理研究所碩士論文。
7. 吳昭慧，2000，以網頁設計手術器械電腦輔助教學系統-以國立成功大學附設醫院器械影像資料庫為基礎，中國醫藥學院醫務管理研究所碩士論文。
8. 李采珍，2001，手術室品質促進團隊績效評量之研究-以台北市某市立醫院為例，國防醫學院護理研究所碩士論文。
9. 林淑娟，2004，運用失效模式與效應分析於手術流程之病人安全評估-以中部某區域教學醫院為例，中國醫藥大學醫務管理研究所碩士論文。
10. 段雷，2003，醫院手術室現有缺失及改善策略之研究，中華大學營建管理研究所碩士論文。
11. 唐國智，2002，開刀房人因工程危害評估與改善設計，高雄醫學大學公共衛生研究所碩士論文。
12. 陳春枝，2003，流程管理介入對手術室服務效能之影響，台北醫學大學護理研究所碩士論文。
13. 無線射頻辨識技術網站，2005，<http://www.rfid.org.hk/>。
14. 廖珮君，2005，提升醫病關係之RFID門診系統規劃與研究，國立台灣大學管理學院商學管理研究所碩士論文。
15. Accenture News Release. 2004. *Accneture Hepls Form RFID Industry Group to*

- Evaluate Technology's Value in Pharmaceutical Industry*. http://accenture.tekgroup.com/article_display.cfm?article_id=4081
16. Brennan, T.A., Leape, L. L., Laird, N.M., Hebert, A.R., Localio, A. R., Lawthers, A.G., et al., "Incidence of adverse events and negligence care in Hospitalized patients." , *New England Journal of Medicine*, 1991
 17. Christine Leath, *RFID promising as new healthcare technology*, Intel Corporation, 2005
 18. Dunn, D., "Incident reports-Correcting processes and reducing errors" ,*AORN Journal*, 2003
 19. Gawande, A. A., Zinner, M. J., Studdert, D.M., Brennan, T. A., "Analysis of errors reported by surgeons at three teaching hospitals." , *Surgery*, 2003
 20. HIMSS. 2001. *Advocacy White Paper: Bar Coding for Patient Safety*. http://www.himss.org/content/files/whitepapers/wp_barcoding.pdf
 21. IDTechEx. 2003. *Smart Tagging and Smart Packaging in Healthcare*. <http://www.idtechex.com/products/en/articles/00000017.asp>
 22. JCAHO. 2004. *National Patient Safety Goals Approved. Joint commission Perspectives 2003*. <http://www.jcrinc.com/26813/newsletters/3746/>
 23. JCAHO. 2005. *Special Report-2004 JCAHO National Patient Safety Goals:Practical Strategies and Helpful Solutions for Meeting These Goals.Joint Commission on Accreditation of Healthcare Organizations*. <http://www.jcrinc.com/subscribers/patientsafety.asp?durki=5308>
 24. Klaus Finkenzeller, *RFID Handbook : fundamentals and applications in contactless smart cards and identification*, 2nd ed. , John Wiley & Sons Ltd, 2003.
 25. Kohn, L. T., J. M. Corrigan and M. S. Donaldson (eds), *To Err is Human: Building a Safer Health System. Institute of Medicine Report* , Institute of Medicine (IOM), Washington, DC: National Academy Press, 2000
 26. National Patient Safety Foundation. *Agenda for Research and Development in Patient Safety*. Available <http://www.ama.assn.org/med-sci/npsf/research/research.htm>
 27. RFID Journal, <http://www.rfidjournal.com/>
 28. Thomas, E.J., Studdert, D.M., Burstin, H. R., Oraw, E. J., Zeena, T., Willian, E. J., et al., "Incidence and types of adverse events and negligent care in Utah and Colorado." , *Medical Care* ,2000

