

運用主動式無線射頻於加護病房之流程分析

張詠婷^a, 蔡宗佑^a, 李佩珊^a, 許明暉^b, 李友專^{a*}

^a 國立陽明大學生物醫學資訊研究所

^b 臺北醫學大學醫學資訊研究所

* 通訊作者: 李友專, jackli@ym.edu.tw

摘要

加護病房引發院內感染機率較高, 目前已知洗手可以量降低院內感染機率, 醫護人員是否確實在接觸病人前後洗手, 流程上需要探討。主動式無線射頻辨識具有 Proximity Sensing 能力, 利用其具有識別之特性, 提供直接和連續性的識別、追蹤功能, 確認醫療人員移動以及接觸史。

本研究分析目前現有流程是否需要改進, 導入前後工作流程分析, 及可行性分析。根據主動式無線射頻收集資料後, 提供感染控制團隊追蹤資料分析, 擬定工作流程改造, 重新設計建立健康感染控制最佳工作流程, 提高醫護人員作業效率減少工作負擔。

關鍵字: 加護病房, 院內感染, 主動式無線射頻, 可行性分析。

Abstract

It is well known that the nosocomial infection rate is higher in the intensive care unit(ICU) than in the general ward. Hand washing has been proven to reduce the rate of nosocomial infection in several studies. Active Radio Frequency Identification (RFID) technology has the features of proximity sensing and person identification; therefore we can utilize it to trace the patient-specific contact history with health carers in order to facilitate nosocomial infection control.

We aim at developing a patient-specific contact history recording and tracing system with the active RFID technology. This study compares the current workflow with that after the active RFID intervention in ICU. We evaluate the expected benefit by quality methodology and feasibility analysis.

The infection control team could redesign and build optimal workflow in the ICU according to the patient-specific contact history which provided by our automatic tracing system.

Keywords: Intensive Care Unit, Active Radio Frequency Identification, Nosocomial Infection, Feasibility analysis

1、前言

加護病房(Intensive Care Unit; 簡稱 ICU), 主要用來治療病情較嚴重且需要特別照護的獨立單位, 根據研究顯示加護病房的費用佔醫院所有醫療費用的 20%[1]

, 而近年來醫療照護水準提升, 雖然病況嚴重度增加, 病患照護成果卻呈正向, 但仍有 25-33% ICU 個案有院內感染之合併症[5], 1995 年歐洲的統計 1417 個 ICU 中 10,038 位住院病人院內感染率 44.8%, ICU 相關感染率為 20.6%[6]。《康健雜誌》的調查報告發

現, 加護病房是院內感染的高風險區, 根據國內外的臨床經驗數據顯示: 若住進加護病房一星期, 仍存活有 50 % 的機會得到院內感染; 如果兩個星期還存活得到的機率為 80 %; 如果三個星期依然存活, 則有 100 % 的機率得到院內感染[2]。

加護病房病患大都接受侵入性治療, 其中涉及病人照護的醫護人員、任務、設備、感控政策與資訊系統都會影響感染控制整體成效。

根據世界衛生組織(World Health Organization)於 2002 年所發表的「預防院內感染」實施指導方針第二版中定義[7], 所謂院內感染(Nosocomial Infection, NI), 是指病人被證實所得到的傳染是必須在住院期間所得, 且此感染並非該病人住院的原因。意指此感染在病人住院當時並未發生且不在此病之潛伏期。如在住院期間內所得的感染在出院後才診斷出來, 仍符合院內感染之定義。院內感染的對象除病人外, 尚包括該醫院之所有工作人員。

院內感染較常發生於重症病人必須接受侵入性治療時, 除了當時的侵入性治療外, 導管在病患身上是病菌侵入的重要路徑。然而接觸病患的人員若無真正落實洗手, 傳染途徑會經由接觸感染的方式, 導致身體較為虛弱, 重症的病患易引發病菌感染[3]。

美國醫療機構評鑑單位 JCAHO(Joint Commission on Accreditation of Healthcare Organization)於 2008 年提出 16 項增進病人安全的方向, 其中為減少健康照護相關的感染風險, 需遵從世界衛生組織或疾病管理局所訂定的手部衛生指引, 以及對於所有和感染有關的非預期性死亡或造成永久性身體功能喪失的個案, 都應列入警訊事件並管理等項目[8], 因此降低院內感染所有醫療機構維護病人安全極為重要的目標。

主動式無線射頻(Radio Frequency Identification; 簡稱 RFID)為以 RF (射頻傳輸) 方式進行 ID 識別的無線射頻識別技術, 具有 Proximity Sensing 能力, 利用具有識別特性, 提供直接且連續性的病患以及醫護人員識別、追蹤功能, 達到及時、隨時的功效。RFID 在醫療院所的應用日益增加, 無論在藥品供應鏈管理、長期照護監控、血庫管理、新生兒管理等等, 亦利用在追蹤醫療接觸史如: 人員動態追蹤系統、門禁管制警示系統、SARS 居家隔離民眾之體溫追蹤、病人辨識等[4]。目前尚無看到運用主動式 RFID 的 Proximity Sensing 特性於加護病房追蹤醫護人員與病患的接觸史, 及現階段流程及導入主動式 RFID 後流程評估, 因此本篇探討初步導入主動式 RFID 在加護病房之流程及效益。

2、流程分析

加護病房為提供重症疾病患者醫療照護的獨立單位，相關進出人員眾多如：主治醫師，實習醫師，護士，臨床研究員等。若接觸病人前後未落實洗手，有可能導致院內交叉感染，因此運用 RFID 的 proximity sensing 特性，紀錄與患者的接觸史，以及利用資料的時序性分析了解他們是否進行手部清潔後，再接觸患者。一般 ICU 內工作流程[9]如 Figure1。

說明如下：

1. 每日住院醫師以及護理人員與夜間醫護人員進行交班，並再次確認了解患者的病況。
2. 隨後，醫師與臨床研究員會進行例行性的巡房，了解病患的病況，進行治療判斷，如：侵入性治療等，及擬定治療病患目標。
3. 醫師針對病患病情判定是否繼續留在 ICU 觀察，醫師判定不需要留在 ICU 觀察，病患轉出，該病床受理下一位轉入 ICU 病患；若醫師判定需要留在 ICU 觀察，即往下個步驟進行。
4. 住院醫師及護理人員依照主治醫師的 order，進行對患者的照護，並完成醫師醫令，若有相關事情可以諮詢該科之臨床研究員。
5. 護理人員以及住院醫師，於晚上固定時間點與夜間醫護人員交班，並提供照護文件及患者生理資訊，以便夜間醫護人員照護工作。

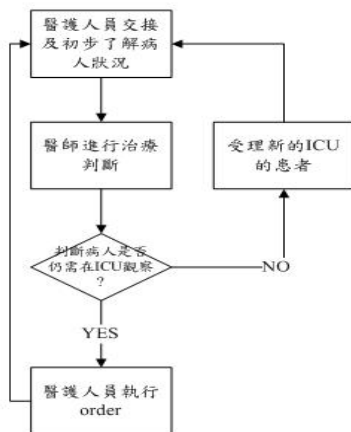


Figure 1 ICU 內醫護人員工作流程

3、系統設計

由上述流程可知，加護病房進出人員，包含護士，住院醫師，主治醫師，臨床研究員等，與病患接觸密切，因此在交班過程中，使醫護人員配戴主動式 RFID 標籤(Tag)，追蹤醫護人員是否接觸病人後，未洗手又接觸下一位病人。另外，每位病患配戴具有測量溫度的主動式 RFID 感應標籤(Sensor Tag)，主動式 RFID 無線接收器(Receiver)接收 tag 感應資料透過無線方式傳至主動式 RFID 有線接收器(Receiver)，有線 Receiver 感應後會將病患溫度、醫護人員所在位置及停留時間等資料，連結至後端系統伺服器中，若病患的溫度過高，系統會發出警訊，完成主動式 RFID 整合性監測。主動式 RFID 系統基礎架構如下：

1. 前端：具有溫度感應 Active Sensor Tag，Active RFID Tag，無線 Receiver，有線 Receiver。

2. 中端：RFID 應用軟體將主動式 RFID 有線 Receiver 上傳資料和 ICU 現有資訊系統整合，醫護人員可由 ICU 內電腦看到病人溫度變化情形。
3. 後端：系統伺服器與現有資料庫系統整合連結，達到資料確實的連續紀錄。

導入主動式 RFID 後，醫護人員工作流程圖 Figure2 和病患流程圖 Figure 3 分別如下表示：

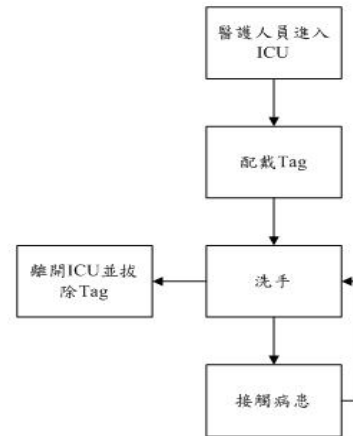


Figure 2 主動式 RFID 導入於 ICU 內之醫護人員流程

- 醫護人員進入 ICU，隨即配戴 Tag，並洗手，接觸病患，再洗手，等步驟。若醫護人員要離開後，就可拔除 Tag。
- 洗手槽旁擺放主動式 RFID 無線 Receiver，可感應醫護人員究竟是否落實洗手。
- 病床旁以及洗手槽旁放置的 RFID 無線 Receiver 可感應紀錄醫護人員接觸病患的接觸史，利用歷史紀錄分析醫護人員處理 ICU 內病患是否落實洗手，以及是否從工作流程上改進，降低院內感染。

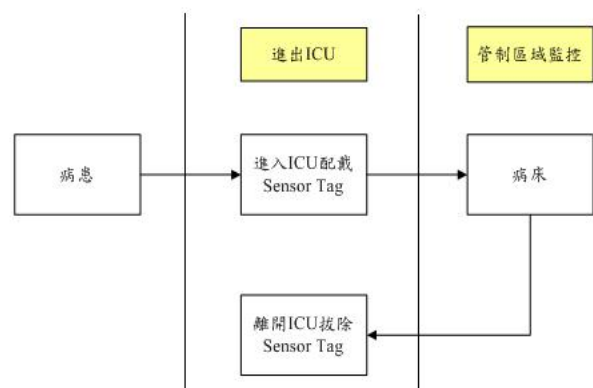


Figure 3 主動式 RFID 導入 ICU 內病患之流程

- 病患進入 ICU 後，隨即配戴主動式 RFID Sensor Tag，系統開始掌握病患體溫，護理人員可由觀看螢幕得知病患體溫。
- 配戴主動式 RFID Sensor Tag 後，移至指定病床，當主治醫師判定可以離開 ICU 內之後，即可拔除 Sensor Tag。

4、系統分析

為了驗證主動式 RFID 是否能正確的感應接近事

件(Proximity Sensing)，本實驗假設 RFID 的陽性接收率隨著無線接收器與標籤(Tag)距離增加而遞減。

● 實驗方法：

接收端採用無線 Receiver，發射端採用 Active Sensor Tag，令兩者間距離分別為 0.5m、0.75m、1m、1.25m、1.5m、1.75m、2m、2.25m、2.5m、2.75m、3m 進行測量。若兩者間距離以 0.5m 為例，此接收器每三十秒主動接收一次，令接收測量進行十分鐘，共可得到 20 次接收結果，若 20 次接收中有 n 次接收為陽性，則定義(n/20)為「陽性接收率」。又為了驗證系統穩定性，我們分別使用兩個不同的無線 Receiver 與三個不同的 Active Sensor Tag 進行 2*3 次的重複試驗。

● 實驗結果：

以「陽性接收率」為應變數(縱軸)，兩者間距離為自變數(橫軸)，進行線性迴歸，如 Figure4。

結果迴歸係數為 -0.184；p-value 為 0.0009 達統計顯著意義， R^2 為 0.725，因斜率為負值，故印證陽性接收率隨著距離遞減。

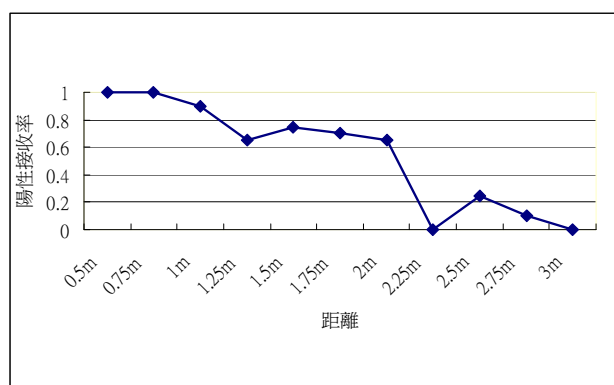


Figure 4 陽性接收率 V.S 距離

由此實驗可以得知主動式 RFID 具有 Proximity Sensing 功能。我們將利用此特性來偵測並記錄所有醫療照護人員與病人之間所有的接近事件。藉由自動化的紀錄與判讀，感染控制的專業人員將可輕易的獲得具有『病患專一性』的醫護人員與病人之接觸史。此種接觸史若以傳統的病歷回溯法分析，幾乎難以得到完整紀錄。藉由此系統的突破性協助，將可能在院內感染控制上獲得新的發現。

5、系統評估

運用主動式 RFID 於 ICU 偵測醫護人員與病人接觸史之系統評估，評估方式分別以操作可行性 (Operation Feasibility)，技術可行性 (Technical Feasibility)，經濟可行性 (Economical Feasibility) 方面思考。如下：

1. 操作可行性：主動式 RFID 組成架構為 Tag 和 Receiver，無線 Receiver 放置於病床旁以及洗手槽旁，醫護人員以及病患分別在進出 ICU 時配戴即可；系統方面，ICU 內只需透過現有電腦設備連接後端伺服器觀看病患溫度變化，及資料庫便可查詢歷史紀錄，不需要佔用太多時間，人力還有複雜的操作手續。
2. 技術可行性：主動式 RFID 具有 Proximity Sensing

特性，利用 Tag 與 Receiver 間 radio waves 感應，透過近距感測效果可紀錄醫護人員與病患接觸史。

3. 經濟可行性：建置主動式 RFID 設備，可有效追蹤醫護人員接觸史，不需要另外花費其他費用購買設備，花費成本比起發生院內感染引起的醫療成本相對來說減少很多。

6、效益分析及討論

導入主動式 RFID 於 ICU，確認醫護人員移動以及病患接觸史，以 qualitative benefit analysis，主動式 RFID 導入前、後分析。如 table 1：

導入前	導入後
無法得知醫護人員與病患接觸史。	分析 RFID 資料庫，可針對任一時間，利用資料時間序列分析，可得到特定病人與醫護人員完整接觸史。
醫護人員必須自行量病患體溫。	醫護人員在 ICU 工作繁忙，此主動式 RFID 溫度感應整合系統中，具備感應病患溫度功能，醫護人員藉由 RFID 系統即可觀看病患溫度變化。
醫護人員無法在第一時間內掌握病患體溫異常。	主動式 RFID 溫度感應整合系統，有效掌握病患溫度異常情形，系統立即發出警訊告知醫護人員，並立即處理。
探討醫護人員是否接觸下一位病人前，確實洗手。	透過此系統可追蹤探勘下一位病人前，確實洗手，探討醫護人員移動史，探討醫護人員是否接觸下一位病人前洗手，是否改進目前 ICU 流程。

Table 1 導入主動式 RFID qualitative benefit analysis

目前主動式 RFID 設備，感應距離較遠，導入在 ICU 中，對於每張病床的距離感應的範圍過大，因此將採用 Shielding 方式，降低接收器感應範圍，實驗各種距離及角度，期望找出適合擺設於每張病床的位置。但遇到醫護人員的 Tag 同時被兩張病床的感應器捕捉到的時候，可以使用人工方式，依照時間紀錄判斷該醫護人員當時的正確照護病床並清除錯誤紀錄。

7、結論

ICU 的院內感染，一直是醫療機構最重視的問題，利用主動式 RFID 的資訊收集，確認醫療人員與病人之間的移動以及接觸史，分析目前現有流程是否需要改進，擬定工作流程改造與提供感染管制團隊接觸史資料追蹤，重新設計建立健康感染控制最佳工作流程。

8、REFERENCE

- [1] 唐高駿(1998)，「加護病房之使用及成本效益」，臨床醫學，第四十一卷，第六期，第 434-437 頁。

- [2] 林芝安，2008.2，新加坡連線探勘乾淨醫院在哪裡？，康健雜誌，第111期
- [3] 感染控制雜誌編輯部，照護病人時洗手指引，感染控制雜誌，第十五卷 第三期
- [4] 郭景桓，2005，醫療照護產業導入RFID 之探索性研究，國立中正大學醫療資訊管理研究所碩士論文
- [5] Eggimann P, Pittet D: Infection control in the ICU. Chest 2001; 120:2059-93.
- [6] Vincent LJ, Bihari DJ, Suter PM, et. al. The prevalence of nosocomial infection in intensive care units in Europe: result of the EPIC study. JAMA 274:639-644, 1995
- [7] WHO, World Health Organization, <http://www.who.int/emc>
- [8] The Joint Commission, 2008 National Patient Safety Goals, http://www.jointcommission.org/NR/rdonlyres/82B717D8-B16A-4442-AD00-CE3188C2F00A/0/08_HAP_NPSGs_Master.pdf
- [9] Malhotra S, Jordan D, Shortliffe E, Patel VL Workflow modeling in critical care: Piecing together your own puzzle Biomedical Informatics 2006