

壓力感測技術應用於高齡住院病患之 照護管理

Development of Pressure Sensing Technology for Caring Senior Inpatients

黃采薇、陳雅琴、謝懷棣、張漢釗

Tsai-Wei Huang, Ya-Chin Chen, Huai-Ti Hsieh, Han-Chao Chang

本文說明我國中老年病患住院治療的現況，並介紹各國開發的壓力感測規格與技術如何應用於高齡病患住院時的照護管理。最後簡介執行中的科技部產學計畫「住院病患照護之即時防摔壓力感測系統」的開發目的與使用方法，以減少高齡病患在病房內摔倒的情形並減輕護理人員的工作負荷。

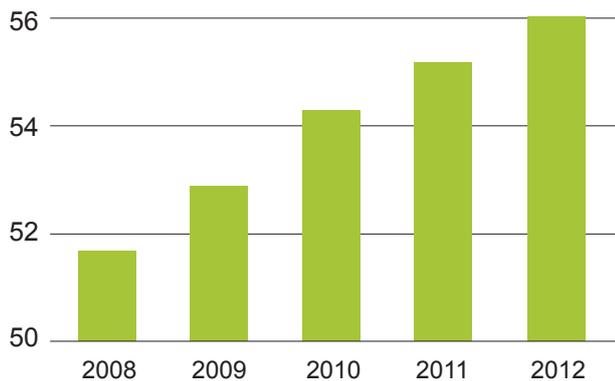
This article describes the current status of hospitalized treatment of middle-aged and elderly people in our country and introduces how the pressure sensing specifications and technologies developed in various countries are applied to the care management of elderly patients when they are hospitalized. Finally, an introduction to the ongoing MOST project “Development of Immediate Anti-drop Pressure Sensing System for Caring Senior Inpatients”, which was developed to reduce the incidence of falls among wards in the wards and to reduce the workload of nurses.

一、前言

根據 2016-2017 全民健康保險年報指出⁽¹⁾，健保署自 2010 年 1 月起實施的全民健康保險住院診斷關聯群 (Taiwan Diagnosis Related Groups, Tw-DRGs) 支付制度，其用意在於提升醫療服務效率、使民眾獲得更完整的全人照護。依健保署監測情形，實施 Tw-DRGs 制度，確實能提升住院醫療服務效率。2015 年 DRGs 案件平均住院天數下降 0.27 天，提高病床週轉率；平均每件實際醫療費用下降，減少不必要手術、用藥及檢查等，並減少醫療成本。根據該年報指出，我國平均一年門診申

報量約 3.56 億件，平均每日約 97 萬件，一年住院約 328 萬件，平均每日約 9 千件。其中 2016 年天下雜誌 589 期進一步指出，我國六十五歲以上的老人家，平均一年看的門診次數及就醫科別逐年增加，也有愈來愈多老人需要住院治療服務 (圖 1)，其醫療花費逼近總醫療費用的四成。美國的智庫蘭德公司 (Research and Development, RAND) 在 2004 年⁽²⁾，即提出老年人該得到的健康照護品質報告。文中明指，老年人通常有多重疾病，因此特別容易受到不好的照護後果所影響。而鄰近的日本也體認到，現有醫療體系不足以因應超高齡趨勢的危機，從 2010 年起，要以十五年的時間，調整全日本的

每年老人住院人數 (萬人)



資料來源：健保署副署長蔡淑鈴「高齡社會健保發展之挑戰與策略」報告
註：老人指 65 歲 (含) 以上的台灣人口

圖 1. 我國老年病患住院人數統計圖，資料來源：<http://www.cw.com.tw/article/article.action?id=5073679>。

病床數，縮減二十八萬張原本比例偏高的急性病床，建構出二十六萬張中期照護病床，另外亦積極發展在宅醫療。因此中老年病患的病房照護，已成各國健康照護政策優先及重要議題，也是全球人口老化排名第一的台灣目前急需因應的課題。

二、感測器應用於病房的現況

隨著科技的進步，各類測量壓力、溼度、距離、動作及其他參數的感測器皆已開發成熟，因此如何讓這些感測器發揮其完整的應用價值，例如將傳統的病房升級為智慧病房，或是將病房內既有設施結合感測元件，以照護中老年病患同時減輕病房醫護人員照護的負擔，成為近幾年醫學電子工程領域的主流研究方向。目前採用感測器的系統，大都是透過有線線路連結到病床旁的電腦。運用感測器來偵測病患的狀況，再利用一個微控制器來收集與傳送資料。這些感測器可依照起始點設定、記錄有用的資料與/或觸發警報，以監測病患的狀況，並透過網路連線及儲存在醫院資料庫，所記錄的資料還能協助醫生對特定病情進行案例研究。目前在我國教學醫院常使用的整合護理站及智慧傳遞功能的項目，包括：1. 智慧輸液系統－利用全自動的點滴

監測系統，可以判別點滴規格，計算剩餘時間，提供終了提醒和異常警示功能，病患可在無家屬陪同下安心休息並提升注射過程的安全性；2. 中央生理定位監視系統－可自動定位病患位置，提升住院安全，並將病患的生命徵象自動上傳至醫院資料庫，不但可縮短護理人員行政作業時間，還可減少資料抄錄錯誤的可能性；3. 行動護理車－除配備行動電子病歷 (electronic medical record, EMR)／醫療影像儲傳系統 (picture archiving and communication system, PACS) 裝置外，還可隨時隨地與病床和護理站保持聯繫，提升住院效率。

三、感測系統架構與醫院環境要求

在技術架構方面，Baker⁽³⁾ 團隊認為當微控制器結合各類感測器，運用一個低功耗 RFID 射頻系統並採用直接序列展頻技術，或無線 IEEE 802.15.4-based ZigBee 模組，即能打造出一張具有無線感測功能的醫院病床。在傳輸端，感測器連結一個微控制器，再透過第二個微控制器連結到無線的子系統，以透過無線傳輸器處理和傳送資料。在接收站方面，無線接收器 (裝在電腦上的介面模組) 連結到電腦，由該電腦收集資料，然後透過圖形化使用者介面在監視站上顯示資料。將感測器與無線子系統分散設計在多個機板，即可在無線網路中測試不同的感測器介面。在最終系統中，這兩個子系統可能會整合成單一元件。每個傳送器都有一個不同的 ID，一個接收器則可整合綁到多個不同的傳送器。利用這樣的方式，同一個醫護站就能同時觀察多位病患的狀況。這種無線系統的傳輸範圍，無視線障礙物時可達 400 公尺，在典型的醫院環境則可達到 200 公尺。這樣的容量還足以涵蓋一個樓層的所有病患，把資料傳送到負責該區的醫護站。在接收器綁到一個特定的傳送器時，每位病患的資料都可以明確辨識。

在醫院環境的各項需求中，最重要的考量因素就是安全。以往在醫院使用無線技術時，均面臨電磁干擾 (electromagnetic interference, EMI) 方面的問題。當經過電性安全評估後，若結果顯示若與其他醫療設備保持適當的距離，無線技術即適合在醫院



圖 2. 家庭無線監控系統，資料來源: Nag及Mukhopadhyay⁽⁶⁾。

環境中使用，其中包括加護病房和手術室。當病患裝有心臟節律器或其他生命維持醫療設備時，必須特別注意維持這些距離。Ajami 與 Khaleghi⁽⁴⁾ 提出，感測器必須與微控制器 (microcontroller, MCU) 連結，以組成一個完整系統。新一代的感測系統開始採用無線技術來建構相關應用，而新一代感測器也可以透過無線技術來傳送它們記錄的資料。微控制器能連結感測器，並搭載無線通訊的功能，讓系統能持續監控接收到的資料。他們以醫院的病床為例，探討醫療應用相關的感測器介面技術。大家都體認到醫院對舒適度有更高的需求，可透過病床／床墊科技的改良，利用感測器與微控制器增添舒適度。讓病患更加舒適，不僅能幫助病患與醫生，更能協助醫療照護機構。

在感測器的選用部分，在病床／床墊中加入溫度感測器⁽⁵⁾ 夠持續監控病患體溫的變化。排成陣列的溫差電偶，可用來量測身體不同部位的溫度。採用溫差電偶，每個溫差電偶只有一個接點會靠近病患的身體表面，而介面電路則隱藏在床墊內。溼度感測器可整合到醫院床墊內，檢查出包括出汗或尿失禁等狀況。量測病患出汗的變化，能協助記錄與某些醫療狀況有關的資訊。它也能為醫療照護者

提供一項指標，在病患有需要時前往探視。溼度感測器亦可排成陣列，如同溫度感測器一樣，以配合病患與照護者的需求。電容感測器則可用來偵測病患是否躺在床上。若病患出現無意識的移動，量測到的電容就會隨著身體位置的改變而出現波動。若病患不安地躁動，或病患在不應該的時刻離開病床，系統就會觸發警報提醒醫療者。近距感測和電容感測運用相同的技術，可置於病床或床墊的特定位置，如靠近床頭處。當病患有特殊需求時，將手靠近感測器，就能予以啟動。如此病患就不必靠按鈕和其他動作就能輕易求援。當病患移動障礙的情況時，壓力感測器就相當重要。這些感測器能偵測並避免病患身上任何沒有緩解的壓力，例如監控褥瘡的生成。

四、各國在病房內壓力感測開發成果

在近兩年，各國產學界對於壓力感測器應用在病患照護上有許多嶄新的研究成果。例如梅西大學工程學院 Mukhopadhyay 教授團隊⁽⁶⁾ 最近利用 Teksan 開發的 FlexiForce[®] 壓力感測器研究在家庭無線監控系統中 (圖 2)，納入老人與獨自生活的殘

疾人士用床監測系統的可能性。該系統是以客製化的數據庫為中心，記錄一個人在家的日常生活的活動模式。如果活動偏離到一定程度的既定模式，照顧者可以得到通知。例如，如果一個人總是在早上 7:00 起床，但到早上 8:00 他還沒離開床，這可能意味著那個人的健康狀態可能是有問題，可以透過短信提醒親人，他們可以前來房間確認是否有緊急狀況。

Honeywell 則開發出壓阻矽壓力感測器，提供用於在指定的全尺度壓力跨度與溫度範圍內讀取壓力的比率類比／數位輸出。壓阻式矽晶壓力感測器採用內建特定應用積體電路，以針對感測器偏移、靈敏度、溫度效應及準確度錯誤 (包括非線性、重複性及遲滯) 進行完全校準及溫度補償。已校準的壓力輸出值的更新頻率，類比為 1 kHz，數位為 2 kHz，校準的溫度範圍為 0 °C 至 50 °C (32 °F 至 122 °F)。在國內部分則有天群醫療企業發展非醫療器材等級 CareWatch 離床警報器防水感應墊 (圖 3)，當中老年人離開床面時，感應墊會發出警報並可調整音量、警報拍子及音調。另外以防止臥床病人褥瘡的過程為例，以往護士必須記住每隔幾小時更換並記錄患者的位置，以防止壓瘡。因此德州儀器 (Texas Instruments, TI) 則在 2017 年底為了能夠連接在病床或穿戴於病患身上的感測器組件，包含記錄病患位置及自動提醒護理人員等功能，開發能對組件電池進行電源管理並延長電池使用壽命的充電晶片模組 (bq25100 for 10–250 mA 及 bq25120A for 300mA)。開發者可配置充電電壓、充電電流、終

止門限、輸入電流限制、安全定時器限制等技術參數，以滿足產品規格要求且不必犧牲性能或規格。

五、簡介執行中的科技部產學計畫

然而，許多中老年病患由於住院時心理恐慌且不熟悉病床高度；或者忘記醫師給予不能任意下床的指示，使得許多中老年病患在住院期間在下病床時跌倒，並造成扭傷甚至脊椎骨折等二次傷害。往往需要等到病患家屬按緊急鈴請醫護人員到場，或是醫護人員巡房時發現，才能救護已經跌倒在地的中老年病患，這樣延長住院診治的時間，卻在無形中增加護理人員的工作壓力。

因此本中心與員林基督教醫院護理部及台北醫學大學護理系共同執行科技部 106 年度產學計畫『住院病患照護之即時防摔壓力感測系統開發』，標的為開發即時防摔壓力感測系統。利用病患自行提供的棉襪，在棉襪襪口及腳跟處結合壓力感測組件；在病患離床數秒後，即會傳送藍芽訊息至護理站，以提醒照護人員前往緊急處置或查看，以預防中老年病患跌倒 (圖 4)。護理站監測系統則結合跌倒評估，從病患住院一開始，即作高危險跌倒患者評估、標示、提醒，結合監測功能與衛教資訊，減少醫護人員工作負荷，進而提升照護品質。

當病患平躺或側躺時，緊靠在床那一側的壓力感應元件會感測到壓力，且壓力波動幅度很小；但是當患者雙腳騰空，準備坐起時，壓力會突然消失，照護端監控系統隨即發出警告，提醒照護人員



圖 3. CareWatch 離床警報器防水感應墊。

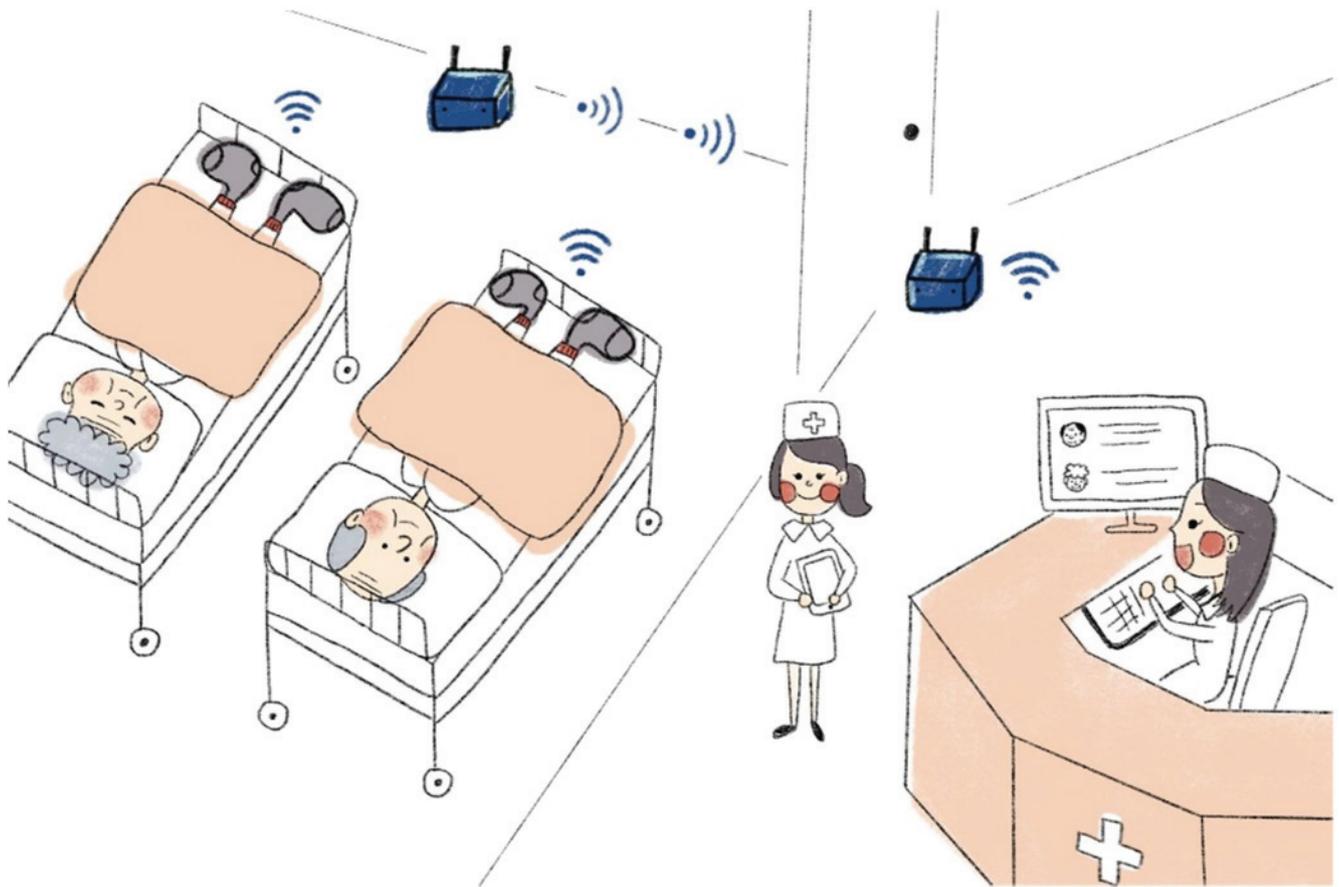


圖 4. 住院病患照護即時防摔壓力感測系統。

前往協助或查看。藉由此襪子裝置使照顧病患的人員，能從其智慧手機、平板等行動裝置，隨時掌握數位不同病房病患的病情變化，在需要時予以緊急處置，當病患移動身體時也能隨時發現，預防虛弱病患跌倒造成嚴重傷害。對於剛手術後的病患，加護病房，安寧病房，或年老失智及行動不便獨居老人的家屬，能提供即時訊息，做適當的處置與照顧。

六、結論

根據某醫學中心的統計，過去一年在單一個醫院內，病房區跌倒過的長者共 142 人 (35.5%)，其比例佔所有病人安全通報事件的四分之一，跌倒後有將近一半的病人發生輕度到中重度不等的傷害。

衛生福利部更將預防跌倒等意外事件列為醫院評鑑中病人安全的重要指標，也因此，幾乎每家醫院都列有病人跌倒事件危險評估表，但，病人跌倒事件仍層出不窮，非常需要被重視與解決。而防止病患跌倒的重任，大多數仍在第一線護理人員的責任上。而衛生福利部資料顯示，事故傷害為老年人的主要死因之一，其中意外跌倒佔事故傷害的第三位。統計資料顯示臺灣社區長者的年跌倒發生率為 13.7—34%，有近三分之一至一半的長者曾有跌倒之經驗。跌倒會造成外傷、失能、害怕再跌倒，行動能力減少，依賴性增加，甚至死亡，對其生理及心理產生的後果嚴重，因此如何利用壓力感測技術及智慧化科技提升服務與降低高齡照護負擔是未來我國老年照護議題需要關注的研究議題。

誌謝

此篇文章之圖四係由政治大學生數位內容與科技學士學位學程劉于瑄同學所繪製，特此說明。

參考文獻

1. 李伯璋, 2016-2017 年全民健康保險年報, 初版, 台北: 衛生福利部中央健康保險署 (2016).
2. T. Higashi et al, Rand Corporation, (2004).
3. S.B. Baker, W.Xiang, I. Atkin son, *IEEE Access.*, **5**, 26521 (2017).
4. S. Ajami, L. Khaleghi. *J Reg Med Sci.*, **20**, 1007 (2015).
5. A.Seba, D.Istrate, T. Guettari et al, *Informatics.*, **4**, 37 (2017).
6. A.Nag, S.C. Mukhopadhyay, *IEEE Sensors J.*, **15**, 4457 (2015).



黃采薇女士為台北醫學大學醫學科學研究所博士，現為台北醫學大學護理學系副教授。

Tsai-Wei Huang received her Ph.D. in Graduate Institute of Medical Sciences, College of Medicine from Taipei Medical University. She is currently an associate professor in the School of Nursing, College of Nursing at Taipei Medical University.



陳雅琴女士為弘光科技大學護理研究所碩士，現為員林基督教醫院護理部護理長。

Ya-Chin Chen received her M.S. in nursing from Hungkuang University of Science and Technology. She is currently a nurse chief in the Nursing Department of Yuanlin Christian Hospital.



謝懷棣女士為弘光科技大學護理系學士，現為員林基督教醫院護理部督導長。

Huai-Ti Hsieh received her B.A. in nursing from Hungkuang University of Science and Technology. She is currently a superintendent in the Nursing Department of Yuanlin Christian Hospital.



張漢釗先生為英國諾丁漢杭特大學管理學博士，現為國家實驗研究院儀器科技研究中心生醫與曝光機系統組研究員。

Han-Chao Chang received his Ph.D. degree from Nottingham Business School, Nottingham Trent University. He is currently a researcher in Biomedical and Lithography System Division at the Instrument Technology Research Center, National Applied Research Laboratories.