

# 智能引流監測與傷口預警系統

## 1. 摘要

引流管是外科病人術後重要的管路之一，精密測量引流液能確保術後病患的安全性，但臨床發現病人引流管傷口雖依規範換藥，仍產生皮膚受損，因此本提案基於護理人員的實際需求，預計整合人工智慧(AI)以及物聯網(IoT)的應用開發技術，設計智能引流監測與傷口預警系統。智能引流監測與傷口預警系統將採用量測液體重量，分析術後病人的引流液變化趨勢，使用色彩傳感器分析液體顏色以及使用氣體感測器偵測傷口氣味，並結合以上感測數據訓練AI模型來檢測傷口恢復情況。期望最終透過LED或警告聲等方式，即時告知病人異常情形，並通過無線傳輸的方式，將資料回傳至伺服器進行資料儲存與分析，回饋給主治醫師。

綜上所述，本提案預計透過即時的精密監測，使醫師能更準確評估病患術後的恢復程度並於正確時機移除引流管，期望應用於臨床上各種術後有引流管的病患身上，減少多餘的程序與時間進行術後引流液與傷口監測。

## 2. 研究動機與研究問題

**背景及目的：**隨著醫療資訊的發展，病患可以任意取得相關的醫療訊息，醫療也不再是以醫師為主導的行為，加上近年來國際間出現了多起的重大醫療事故，以病人為中心的醫療模式開始受到重視，美國評鑑機構聯合會（Joint Commission on Accreditation of Healthcare Organization，JCAHO）為了在促進病人安全方面能有具體改進，於每年七月提出年度國家病人安全目標。我國也強調醫界應透過學習及監測機制來減少錯誤發生，建構以學習和改善為目的之醫療錯誤通報系統，以提供全國民眾安全的就醫環境。在外科病房術後病人多數存有傷口引流管，目的是為了移除傷口內的空氣、血液或滲出液，以促進癒合，避免感染。引流物的顏色、形狀、流量、流速等資訊，能夠提供醫療人員判斷手術傷口是否有感染、滲漏或出血。Coupensand Yates<sup>[1]</sup>表示膝關節鏡手術後置放引流管可以減少關節內出血的發生率，也可以讓病患很快恢復膝關節以往的活動範圍。SamrajandGurusamy<sup>[2]</sup>指出甲狀腺手術後的病患可能有呼吸窘迫、傷口感染與多餘體液堆積的狀況，為避免併發症發生以及住院時間延長，醫師往往會留置傷口引

流管。Sabova et al.<sup>[3]</sup>表示引流是簡單或複雜的裝置或整個系統，用於從胸膜腔排出不需要的分泌物或空氣。胸腔引流術（CD）經常用於肺病學，因為體腔中液體/空氣的積聚會阻止細胞的氧合作用，減緩膠原蛋白的動員，阻止淋巴引流並產生有界的空間，從而延遲癒合過程。

**引流量與引流管的相關性：**Rowe et al.<sup>[4]</sup>指出，就各項手術後引流管置放後的引流量來看，以股骨頭置換術而言，手術的平均引流量為303cc，單純的全髖關節置換術的引流量為498cc，複雜的全髖關節置換術引流量為663cc。使用引流管的病患99%在24小時內皆可達到引流的總量，其中有51%的病患在18時內拔除引流管，一般來說術後病人通常在24~72小時即可拔除引流管。早期拔除引流管可降低逆行性感染的機會，促進手術後的復健過程能更舒適。吳蕙菱<sup>[5]</sup>指出傷口引流管留置的主要目的是要引流傷口的血水或分泌物。除了引流膽汁的T型導管之外，一般的引流管放置時間約24~48小時，依手術後傷口的恢復狀況及引流液的量，醫師會判斷適當的拔管時機。因此，精準的量測引流量與流速，可以改善改善醫療照護品質，減少併發症數量，住院和重新入院亦減少，並能降低醫療成本和術後併發症風險。



圖1. 量測引流液的容器

目前院內常見的記錄與追蹤病人傷口引流液的流速或流量有兩種方法：(1)由現場護理人員將引流液倒至量杯後(如圖1所示)，以肉眼目視刻度取得大約數值，此方

法所量測的數值容易有誤差，導致記錄的資料不準確。(2)由現場護理人員將引流液倒至透明的袋中(如圖1所示)，包裝後再使用電子秤量測。此方法在操作上造成現場護理人員的不便。另外，上述的兩種量測方法都需要護理人員事後再將記錄操作電腦後上傳到院內的系統，也會發生輸入錯誤等問題。此外，護理人員需要於夜間紀錄術後住於院內觀察的病人的傷口引流情形，此時由於病人已經入睡，病房內無法提供足夠亮度的照明協助醫療人員進行紀錄，因此也容易造成紀錄不精確的問題發生。

**護理人員在照護引流管病患的角色與功能：**促進病人舒適是護理照護的中心目標

，手術本身即造成病患莫大的不確定性及焦慮，如果術後又有引流管的留置一定會讓病患更焦慮及不舒適<sup>[6, 7]</sup>。當照護術後併用引流管的病患時，護理人員應注意下列四項： 1. 維持引流管引流液通暢，使體內積聚液排出體外； 2. 預防感染； 3. 預防引流液刺激傷口周圍皮膚以保持皮膚完整性； 4. 注意引流管有沒有扭折、脫落，保持管路通暢<sup>[8, 9]</sup>。Gibson<sup>[10]</sup>指出引流監測是患者護理中經常被低估的一個方面，並且提供的引流護理通常不一致且不充分。對於患者、護士、團隊和醫療機構來說，次優的引流護理有許多潛在的影響。引流管的位置、順暢度、引流液的性狀及有無感染徵象等，皆會影響病患的舒適性、疾病進展及住院日數，因此引流管的護理在護理人員的臨床實務中是一項很重要的護理活動<sup>[11, 12]</sup>。綜上所述，不當的引流管護理會導致引流管移位或脫落、成本的浪費、護理時數的增加等。所以熟悉引流管的裝置目的、護理原則以及正確的監測功能和各種功能異常的處理，是身為護理人員應具備的知識與技能，也是應盡的職責之一。

**傷口辨識：**目前對於處理病患的傷口癒合不良的做法存在幾個問題。首先，患者必須去傷口定期到診所檢查他們的傷口臨床醫生，頻繁的臨床評估不僅給患者和臨床醫生帶來不便和耗時，也代表著巨大的醫療保健費用。其次，傷口評估的過程通常是基於視覺檢查，由臨床醫師通過觀察傷口大小的變化及其組織的顏色，提供重要的指示傷口類型和癒合階段<sup>[13]</sup>。然而，視覺評估傷口的方式目前並沒有

傷口的癒合狀態的客觀測量和量化參數<sup>[14]</sup>。對於臨床醫師與患者而言，連續且持續的追蹤傷口變化過程是一項艱鉅的任務。

**小結：**錯誤或不準確的引流液流量與流速記錄，將造成醫師臨床判讀錯誤，導致醫療疏失。醫師須藉由精準的引流液數值才能正確判斷移除管路的時機，因此精準測量及記錄引流液的流量與流速是評估術後病人體液平衡重要依據，也是醫師診療的重要指標。此外，由護理人員定時追蹤與記錄術後病人的引流情形，無法及時反映術後病人的突發性情形，例如傷口異常大量出血。為解決上述問題，故提出智能引流監測與傷口預警系統，期望藉由這此設備強化引流液數值的精準及記錄，實時與精準的引流液測量數值，同時實現自動資料回報功能，以縮短護理人員工時，提升病人安全，提供醫護人員即時正確判讀，並有助臨床治療參考依據。

### 3. 文獻回顧與探討

現有的流量計依量測原理可以分為力學原理(如利用伯努利定理的差壓式流量計、轉子式流量計)、聲學原理(如利用聲學原理進行流量測量的超聲波式流量計)、電學原理(如電磁式流量計根據導電流體通過外加磁場時產生的電動勢來測量導電流體之流量)、熱學原理(如熱質式流量計透過量測兩側通過兩根管子流體溫度的變化來測定流量)、光學原理(如光學式流量計透過光束偵測葉輪的轉動情形量測流量或流速)、原子物理原理(如核磁共振式流量計)等。常見流量計偵測方法比較如表1. 所示，大多使用於金屬或硬質PVC管路、流量較大、流速較高的應用環境。然而，目前術後病人的引流管為軟管，且引流袋為軟性袋子，由於引流管具有管壁薄、管徑短、流量低、黏度較高等性質，且術後病人有隨身攜帶的需求，因此現有的解決方案並無法有效地應用在術後病人的引流量測。此外，現有的相關量測術後病人引流等產品，並沒有提供無線傳輸服務，無法達到實時監測與預警要求。

	電磁型	卡門渦流型	葉輪型	浮子型	熱質型	膜片型	超音波型	科式力型
液體	可	可	可	可	不可	可	可	可
氣態	不可	可	不可	可	可	可	可	視條件
蒸氣	不可	可	不可	可	不可	可	視條件	不可
小流量	視條件	不可	可	不可	可	視條件	不可	可
中等流量	可	可	視條件	可	可	可	視條件	可
大流量	可	可	視條件	可	可	可	可	視條件
黏度	可	不可	不可	視條件	不可	不可	可	視條件
精確	可	可	視條件	視條件	可	不可	可	可
可維護性	可	可	不可	不可	不可	不可	可	可
壓力損失	可	視條件	不可	視條件	不可	不可	可	不可
氣泡	視條件	視條件	視條件	視條件	不可	不可	不可	可

表1. 流量計偵測方法的比較

#### 4. 研究方法及步驟

##### 1. 本研究預計採用之方法與原因：

首先，現有的倒出引流液後量測的方式，具有判讀困難或誤輸入等問題，且裝引流液的容器種類繁多，其次，由於引流管的管壁薄、管徑短、病人的引流流量低且流速慢，且引流管為軟管，無法良好的將超音波的量測儀器固定在引流管上。綜上所述，現有之引流液量測方式以及定時傷口檢查，具有判斷不易等問題，且裝載引流液的容器種類繁多，不同護理人員對傷口有主觀上的評斷。因此打算採用質量感測技術來進一步即時推算引流液流量與流速以完成量測工作，並結合色彩傳感器分析引流液體顏色以及使用氣體感測器偵測傷口氣味。本提案預期整合各類氣體感測元件，建立感測陣列(sensor array)，進行氣體相關的資料收集。在資料分析方面，則採用圖神經網絡(GNN)模型提取傷口變化對於周圍空氣的分子特徵。將上述之感測資料進行訓練，進而預測空氣分子本身的變化並預判傷口情形，同時以藍牙、Wi-Fi介面以及MQTT協定，實現即時的回報系統，即時的量測數據記錄、分析與預警。

##### 2. 本提案預期進行步驟：

	預定工作	預期產出
7-8月	1. 系統導入數據格式確認 2. 移動裝置的系統設計與開發	1. 雲端伺服器架設
9-10月	1. 各感測元件之設計與開發測試 2. 資料流初步串接	1. 各感測元件設計雛形暨測試進度
10-12月	1. 智能引流監測與傷口預警系統開發與測試 2. AI模型初步訓練	1. 智能引流監測與傷口預警系統 2. AI模型初步訓練結果

1-2月	1. 智能引流監測與傷口預警系統機構設計與開發  3. 技術報告撰寫	1. 智能引流監測與傷口預警系統  2. 技術報告
------	--	---------------------------------

## 5. 預期結果

本提案預期完成之設備系統雛形，具體內容如下：

配置壓力秤荷重量測裝置、色彩感測元件、氣味感測元件等，偵測引流液與傷口變化情況，經由研發裝置之無線通訊傳輸介面傳送至院內後台資料庫，同時進行數據資料分析與AI模型訓練，並將結果回饋給主治醫生。當術後病人有異常流速或流量以及傷口氣味異常時，將透過LED閃爍或警示聲提醒病人與護理人員，進行相關處理。

## 6. 需要指導教授指導內容

基於林政寬教授多年研究的經驗，在許多可行性以及實務應用上能給予我寶貴的指導與建議，並定期與教授討論研究方向，希望藉由教授的指導，對整個研究的走向更有概念，並逐步完成系統雛形。需要教授指導的內容總共有以下3個關鍵技術：(a)網路與資料傳輸，(b)感測元件韌體測試，(c)資料分析與AI模型訓練。

## 7. 參考文獻

- [1] S. D. Coupens, C. K. Yates. The effect of tourniquet use and hemovac drainage on postoperative hemarthrosis. Arthroscopy, 7(3) (1991) 278-282.
- [2] K. Samraj, K. S. Gurusamy. Wound drains following thyroid surgery. Cochrane Database of Systematic Reviews (4) (2007). PMID: 17943885. DOI: 10.1002/14651858.CD006099.pub2
- [3] R. Sabova, Z. Taligova, J. Plutinsky, D. Magula, D. Petras, Nurse care for patients with chest drainage and creation of local procedural standards, European Respiratory Journal 2011 38: p1325.
- [4] P. J. Rowe, F. H. Comhaire, T. B. Hargreave, H. J. Mellows. WHO manual for the standardized investigation and diagnosis of the infertile couple, 1993.

- [5] 于博芮、侯宜菁、蔡新中、蔡新民、張美娟、黃靜君、林秋玉、蕭晴文、吳蕙菱、許美玉、戴浩志、鄭乃禎、方素璿、陳興漢、徐新政、胡名霞、楊柏毅. 最新傷口護理學, 華杏2017.
- [6] 林碧珠, 張菁鏹, 許秀珠, 林梅絹, 羅悅禎, 蘇淑娟. 在職教育提升外科護理人員術後疼痛評估能力之成效. 榮總護理, 26卷2期 (2009), 136-144.
- [7] 黃秀梨, 廖玫君, 王憲華. 疼痛教育訓練對護理人員處置術後疼痛之知識、態度、行為的影響與對減輕病人疼痛之成效, 國立臺灣大學醫學院護理學系暨研究所研究計畫, 1999.
- [8] 謝維真, 李青濤, 邱綉玲, 謝素英, 盧朱滿, 傅昱甯. 提升安寧病房護理人員徒手淋巴引流執行正確率之改善專案. 長庚護理 31卷2期 (2020), 217-229.
- [9] 洪世欣, 莊琴英. 經皮穿肝膽道引流之品質改善方案. 榮總護理, 15(3) (1998) 304-313.
- [10] S. L. Gibson, Effective drain care and management in community settings, Nursing Standard. 35, 8, 60-66. doi: 10.7748/ns.2020.e11389
- [11] 韓慧美. 一般外科傷口紀錄標準之設計及評值. 長庚護理, 9(3) (1998) 22-37.
- [12] 翁麗雀. 一般外科病患置放傷口引流管的護理. 長庚護理, 五(1) (1994) 57-60.
- [13] H. Wannous, Y. Lucas, and S. Treuillet, Combined machine learning with multi-view modeling for robust wound tissue assessment, in Proc. 5th Int. Conf. Comp. Vis. Theory Appl., May 2010, pp. 98 - 104.
- [14] H. Wannous et al., A complete 3D wound assessment tool for accurate tissue classification and measurement, in Proc. IEEE 15th Conf. Image Process., Oct. 2008, pp. 2928 - 2931.



