



技術開發

靜脈輸液監測設計構想：愛心小眼睛

周芮仔¹ 簡宛亭² 林軒儀³ 張乃樺⁴ *蔡碧藍⁵

¹ 中國醫藥大學附設醫院東區分院 呼吸照護病房

² 基隆長庚醫院情人湖院區 復健科

³ 新北仁康醫院附設護理之家

⁴ 壠新醫院 急慢性傷口照護中心

⁵ 長庚科技大學 老人照顧管理系

摘要

靜脈輸液治療是許多住院病人常見的醫療處置，但治療過程，病人和家屬常會因為需要關注輸液流動情形，干擾作息或睡眠，而護理人員則有因控制輸液流速、滴畢或阻塞不滴引發副作用，增加照護時數及工作量之困擾。經分析輸液套管物品及探討靜脈輸液幫浦、血氧監測器等原理後，設計出「靜脈輸液監測設計構想：愛心小眼睛」，是在靜脈輸液套管的滴定室處，夾上具有紅外線感應夾組，達到監測輸液流速，降低合併症之器具，有輕巧、方便攜帶、操作簡單及可重複使用等特性之創新產品。未來若能有廠商合作及通過人體試驗，必能平穩價格，進而增進靜脈輸液照護品質，降低護理人員工作負荷。

關鍵詞：靜脈輸液治療、監測、紅外線

1. 前言

靜脈注射是臨床主要及常見的侵入性治療，具補充體液、熱量、給藥、血液、監測血液動力變化等功能（鄭淑珍等人，2000）。根據美國統計資料顯示，每天約有 80% 住院病人接受靜脈輸液（陳雲絹、黃美智，2006），因此靜脈輸液的照護，對病人來說極為重要。但根據病人或家屬按鈴呼叫護理人員的原因，發現以處理靜脈輸液問題最多，約佔 80.92%，其中的原因以輸液滴畢佔 59.70%，不滴有 17.88%（鄭淑珍等人，2000），進而增加非計畫性靜脈注射拔除及重注機率，不僅干擾病患休息，也增加護理人員作業時間與醫療成本（張瓊方等人，2012），因此發展監測靜脈輸液流速與通暢性之創新產品實為迫切。

2. 文獻探討

2.1 靜脈輸液目的與設備

靜脈輸液可快速及有效補充體液、熱量、電解質、血液等物質，改善體液循環，供給營養、能量及藥物，增加血容量，維持正常生理功能等功效（高翔，2008），所以靜脈輸液是搶救生命的重要治療方式（姚兵紅，2005）。靜脈留置失敗或非計劃性靜脈重注（指靜脈注射後未滿3天，即須重新注射），會造成病人延誤治療及影響醫療成效（于普華等人，2005）。注射靜脈輸液的相關設備，包括：輸液與輸液瓶、輸液套管、穿刺針、消毒與固定膠布等用物、點滴架與止血帶等，而輸液套管種類包括：(1)普通輸液套管：是一般情況或輸液量大時選用；(2)微輸液套管：是用於小量輸液或保持靜脈通暢時選用；(3)輸血套管：輸血時使用；(4)精密輸液套管：用於需要小量或精密控制藥物劑量時使用（王月琴等人，2013），一般會根據病人不同情況，選擇使用不同輸液瓶與輸液套管。

2.2 靜脈輸液無法通暢的影響

靜脈輸液流量的控制，常藉由手動輸液套管上的滴數管夾(clamp)來調整，造成輸液流速改變的因素，包括：輸液套管高度差、輸液濃度、輸液管路通暢情形、病患靜脈壓力及人為錯誤等（鄭淑珍等人，2000）。臨床上無法維持輸液通暢，靜脈留滯針須重新注射的常見原因，包括：(1)浸潤：是因輸液滲出至周圍組織引發的腫脹，會有注射部位腫脹、皮膚變白冰冷、疼痛及輸液速度緩慢等情形；(2)輸液導管阻塞：人為因素造成，常因血塊或藥物沉澱造成，需要維持正確輸液流速與避免滴畢、避免輸液回血等；(3)靜脈炎：是靜脈輸液滲出而刺激組織引起的炎症反應，注射部位會紅腫熱痛；(4)血腫：是指穿刺針刺穿血管導致血液滲入周圍組織內，造成腫脹現象（張瓊方等人，2012），因此護理人員在執行靜脈輸液過程，需密切監控輸液通暢。

2.3 維持靜脈輸液通暢的常見處置

臨床上會使用靜脈輸液幫浦(infusion pump)維持靜脈輸液通暢，此種儀器是利用微電腦裝置來控制輸液流速和流量，穩定供給體液及藥物，並可記錄、追蹤與警報(Dulak, 2005)，但僅適用於重症患者、危急情況，或需長時間微量或快速精密給藥使用（如：全靜脈營養、化療藥物及特殊作用藥），但儀器常因體積龐大、微電腦設備故障、傷害病人等缺點（吳美雯等人，2009），有層出不窮的醫療糾紛(Rosenthal, 2004)，但目前臨床缺乏體積小、重量輕、方便攜帶之靜脈輸液監測產品。所以，一般在病房的靜脈輸液過程，護理人員需每小時監測靜脈輸注的功能，包括：滴數與流速通暢、注射部位有無腫脹與疼痛、有無輸液外漏情形，並做護理紀錄（陳雲娟、黃美智，2006），因此靜脈輸液照護中，護理人員是需耗時耗力地避免輸液滴畢或不滴，及維持流速準確。

3. 發展概念

透過實際測量與分析輸液套管、靜脈輸液監測器相關物品，及探討靜脈輸液幫浦、血氧偵測器裝置等原理後，產出創新產品「靜脈輸液監測設計構想：愛心小眼睛」，依序說明如下：

3.1 測量與分析輸液套管結構

以常見的「普通輸液套管」為例，分析各部位特性與功能，如圖 1：

- (1) 引流端針頭(A)：為醫療無毒的 PVC 材質，含有堅固、周緣平順的特性，此處為銜接輸液瓶處。
- (2) 馬菲氏滴定室(B)：為醫療無毒 PVC 材質，總長約 6 公分，呈透明彈性弧狀，可測量觀察滴數及擠壓調整容量大小，每毫升為 15 滴。
- (3) 調整滴速管夾(C)：為醫療無毒 PVC 材質，軌道內有一個可推動的輪軸，以利手動調整與控制滴數。
- (4) 輸液管路(D)：為橡皮材質，呈柔軟、富彈性的條狀透明管，可扭曲後不變形或斷裂地擠壓套管內少量的空氣或氣泡，並附有一個 Y 型加藥橡皮塞，利於排出空氣及可直接靜脈注射藥物。



圖 1. 普通輸液套管結構圖

3.2 比較各類靜脈輸液套管之差異

比較各類靜脈輸液套管之差異（表 1），發現僅在「滴定室」不同，因此本產品設計以「點滴室」處為重點，測量各式導管滴室的圓周，範圍為 5.3cm 至 5.9cm，故本創新產品的紅外線感應夾組，長與寬各訂為 3cm 公分。

名稱	普通輸液套管	輸血套管	小兒輸液套管	小兒精密輸液套管
圖片				
點滴室圓周 (cm)	5.9cm 的弧狀	上為圓筒（附濾網）及 5.4-5.5cm 的弧狀	5.3cm 弧狀（內含一個插入針）	上為大圓筒（附活塞），及 5.5cm 弧狀（內含一個插入針）

表 1. 各類靜脈輸液套管之滴定室比較

3.3 比較相關靜脈輸液監測器之特性

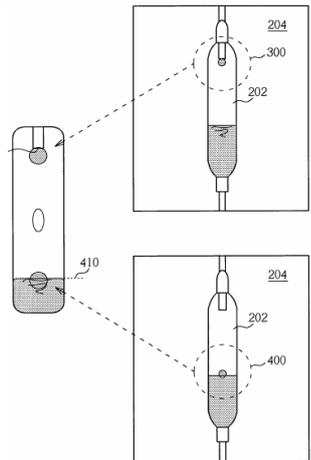
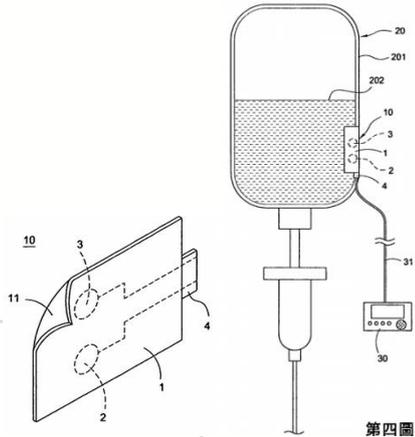
比較與創新產品類似的靜脈輸液監測器之特性（表 2），分析如下：(1)點滴監測方法及相關監測系統：是利用動態滴液方式，顯示滴落情形，即可從滴室處動態滴液產生的亮度，顯示滴落頻率，用亮光提醒醫護人員滴落的情形；(2)點滴液量的偵測裝置：是利用加熱儀器來感應點滴瓶內溫度，即先對點滴瓶進行加熱，讓感應單元將感應訊號傳至控制系統，當達到設定溫度時，表示輸液瓶內無液體或滴畢，則會通知醫護人員進行更換或移除，也具有亮光及聲效提醒醫護人員滴落情形。從上分析中發現，監測輸液滴速或滴畢等情形之產品，應著重「操作簡單、成本低、體積小及重量輕、易攜帶」等優點，避免「耗損人力與成本、攜帶不便、建置複雜」等缺點，因此本設計宜適用於任何點滴瓶之體積小、重量輕、方便攜帶、重複使用、操作簡單之產品。

3.4 分析靜脈輸液幫浦之原理

分析適用於重症患者與危急情況之靜脈輸液幫浦(infusion pump)，發現是利用蠕動、旋轉擠壓、雙活塞擠壓等多種方式運作，而泵裝置是動力來源，利用微電腦系統對整個輸液系統進行智能控制，而檢測裝置是利用各種傳感器，如：紅外滴數傳感器（是負責液體流速和流量檢測）、壓力傳感器（是負責堵塞和漏液檢測）、超聲波傳感器（是負責氣泡的檢測）等，而這些傳感器的信號經過處理後，送至微電腦系統進行相對應控制與處理。另外，警報裝置是傳送傳感器的信號，靠光電警報（發光二極體）和聲音警報（蜂鳴器），來提供斷電、管路阻塞和出現氣泡等功能。輸入顯示

器，可設定輸液參數，並採用發光二極體(LED, light emitting diode)和液晶顯示器(LCE, liquid crystal display)顯示。因此，本創新產品應具備動力來源、檢測裝置(檢測流速、流量及氣泡)、警報裝置、輸入顯示器等設備，並利用紅外滴數傳感器來負責液體流速和流量檢測。

表 2. 各類靜脈輸液監測器之特性分析

	點滴監測方法及相關監測系統	點滴液量的偵測裝置
網址	http://twpat1.tipo.gov.tw/tipotwoc/tipotwkm?!!FR^I420084	http://twpat1.tipo.gov.tw/tipotwoc/tipotwkm?!!FR^M445445
警示器構圖		 <p style="text-align: right;">第四圖</p>
優點	<ul style="list-style-type: none"> (1)適用於任何點滴瓶 (2)有亮光的提醒裝置。 (3)容易觀察、判斷滴數。 (4)成本較低。 (5)體積小、重量輕、設備簡便。 (6)操作簡單，容易攜帶。 	<ul style="list-style-type: none"> (1)有偵測裝置，誤差少。 (2)有亮光及聲音的提醒裝置。 (3)有精準溫度的測量標準。
缺點	<ul style="list-style-type: none"> (1)須於滴室放置亮點，製作成本高。 (2)點滴內容物，易影響亮點。 (3)擠壓點滴室，易影響亮點功能。 (4)困難監控亮點品質。 (5)無法重覆使用。 	<ul style="list-style-type: none"> (1)點滴溫度值，易受環境影響，不易控制，判讀易誤解。 (2)加熱，易引起點滴溶液變質或病患不適。 (3)耗損人力，因監控感應訊號需傳至控制系統。 (4)耗損成本，需建置及維修外部控制系統。 (5)操作複雜，無法攜帶。

3.5 分析血氧偵測器裝置之特性

考量紅外線監測原理以及體積小、重量輕、方便攜帶、重複使用、操作簡單等特性，故以血氧偵測器裝置外型構造為設計藍圖(圖 2)。血氧監測器是用來測量血液中氧濃度含量的儀器，其原理是採用非侵入式紅外線，穿透手指、腳指等部位皮膚組織，使用 650~660nm 紅光、930~940nm 紅外線的兩種波長光源，測驗血液中含氧血紅素與非含氧血紅素對光吸收程度不同之特性，再經由光接收器將差異轉換成電訊，送至模組電路運算而得到數值。本產品則藉由紅外線感應器探測元件，以波長為 0.2~20um 主動式紅外線持續發射紅外線光速，偵測輸液套管滴室處液體波長 1~10um，

進行掃描成為電訊，送至模組電路運算而獲得數值，而當掃描到無液體通過，就可發出電警報（發光二極體），得知輸液滴畢或阻塞的情形。

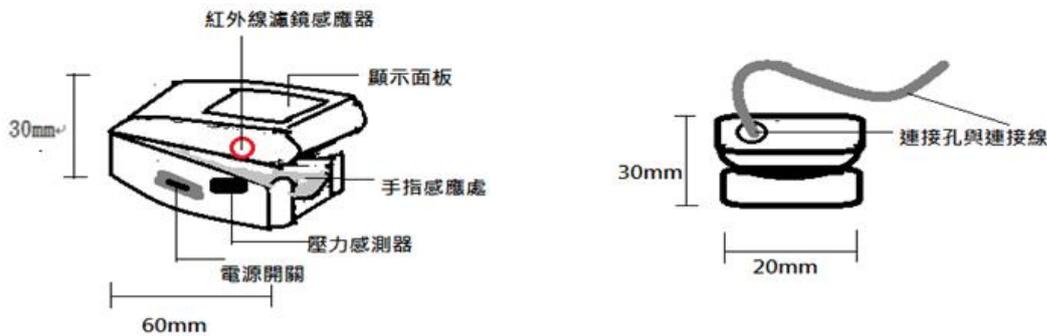


圖 2. 血氧偵測器裝置結構圖

4. 創新產品介紹

本創新產品「靜脈輸液監測設計構想：愛心小眼睛」的設計，是為減少家屬及病患對靜脈輸液流速的擔心，並改善護理人員作業時間為主，及考量改進輸液監測器的體積龐大、價格昂貴、攜帶不便、限定輸液等缺點，產出輕巧、攜帶方便，適用於各種輸液與套管滴室處之感應式監測器。

4.1 愛心小眼睛之結構介紹

「靜脈輸液監測設計構想：愛心小眼睛」，含千里眼錶帶組、紅外線感應夾組等二部份，依序介紹，如下：

千里眼錶帶組總長為 10 公分，整體可綁於點滴架上（圖 3、圖 4），含千里眼主體、錶帶與充電器組等三部分（圖 5）。

(1)千里眼主體：整體為 3 cm *3 cm *3cm 圓狀物，材質為質地輕巧、便宜、易塑形、絕緣性佳之壓克力(acrylic)與聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)的平板材料，內部有單晶片的中央處理器，可將接收到訊息經轉換後，控制 LED 螢幕顯示器的滴數數字，及蜂鳴器發出鳴響聲。主體的正面部分，有 LED 螢幕顯示器、愛心型調整鍵兩個部分，LED 螢幕顯示器可出現數字，調整鍵則由操作者先設定紅外線需探測的輸液秒數；反面部分有控制鍵、蜂鳴器、連接孔等三部分，可按壓控制鍵來控制開關，而紅外線探測的輸液，超出設定秒數或無輸液通過，蜂鳴器會發出警鳴音，側邊的連接孔（約 3.5mm），則可外接紅外線感應偵測夾（圖 5）。

(2)錶帶：棉織布，具質地輕巧、防止潑水、彈性等特性，總長 7 公分，末端正、反面各有一片長 2 公分魔鬼氈，可防止主體滑脫及貼緊效果，亦利於主體環繞固定於點滴架上。

(3)充電器組：含連接線、充電線及充電器主體，採用醫療器材及家電用品的 AC100~240V/200mA/50~60Hz 交流電。充電器主體為 50 mm *35 mm *23mm 大小，插座採臺灣標準規格插頭，使用前可充電或蓄電，充電線為 PVC 包覆之不易打結扁線，長度 60cm。

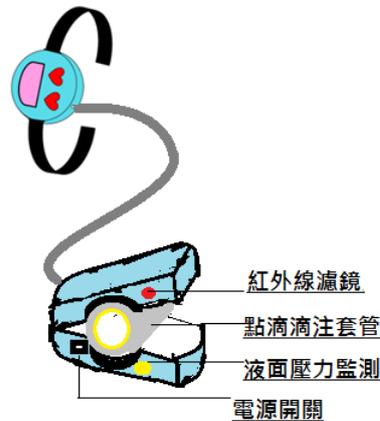


圖 3. 「靜脈輸液監測設計構想：愛心小眼睛」之整體結構圖

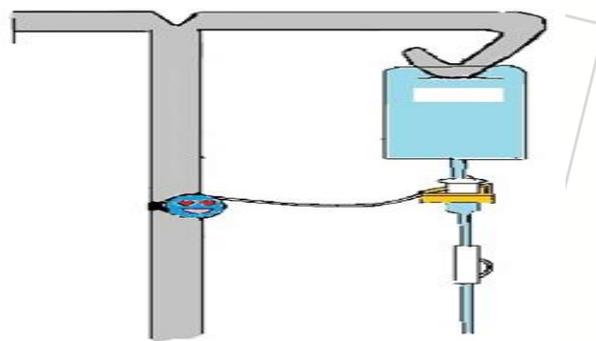


圖 4. 愛心小眼睛放置於點滴架之示意圖

整體紅外線感應夾，材質為聚氧化二甲苯樹脂，具防滑、防潮、耐熱等功能，為 60 mm *30 mm *20mm 大小。在上方部分，有紅外線感應器、濾鏡片兩個部分，紅外線感應器可探測元件的波長為 0.2~20um，故可監測水波 1~10um 波長的靜脈輸液滴數或流速，當探測出輸液滴數或流速，會傳送訊息至中央處理器，讓螢幕顯示器顯現滴數數字，或異常流速時蜂鳴器發出警鳴音。濾鏡片的波長為 1~10um，可隔絕光線干擾及確認液體通過的情形，故更能提高液體監測的準確率。下方部分，為壓力感測器部分，可感應到感應夾對滴室的壓力，可預防夾子施力過大而造成滴室變形。每次使用「靜脈輸液監測設計構想：愛心小眼睛」前，應先將紅外線感應夾組的夾子，夾於輸液滴室處，以達到點滴監測之功能，並利用側邊連接線孔（約 3.5mm）來連接千里眼鏡帶組的主體（圖 6）。

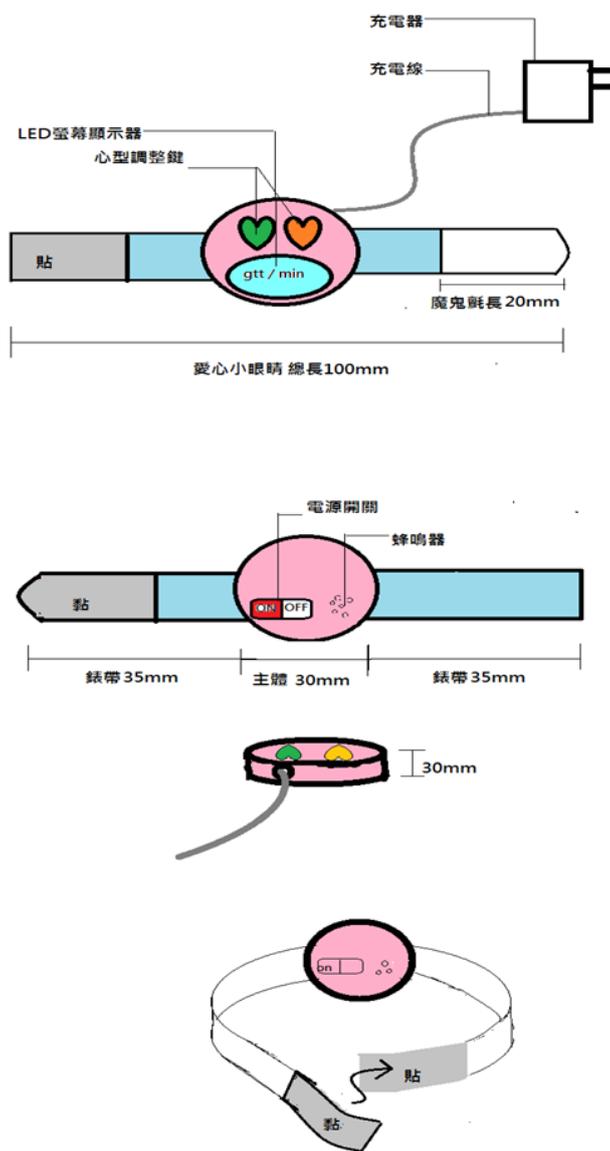


圖 5. 千里眼錶帶組之正面與背面結構圖示

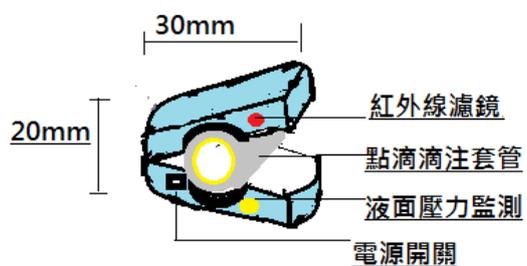


圖 6. 紅外線感應夾組之結構圖示

4.2 愛心小眼睛與其它產品之比較分析

將本創新產品「靜脈輸液監測設計構想：愛心小眼睛」，與其他相近產品的比較分析後，發現本產品具備攜帶方便、體積小巧、製作成本低、可重複使用、容易操作等優點，且適用於任何點滴輸液套管，有不受環境影響滴數準確性之優勢（表 3）。

表 3. 「靜脈輸液監測設計構想：愛心小眼睛」與其他產品之特性分析

	愛心小眼睛	點滴監測方法及相關監測系統	點滴液量的偵測裝置
重量輕	✓	✓	✓
方便攜帶	✓	✓	✓
重複使用	✓		
操作簡單	✓		
適用任何輸液瓶	✓	✓	
體積小	✓	✓	✓
易維護或維修	✓		

5. 結論

靜脈輸液的滴畢或不滴，是臨床上常見靜脈輸液治療的困擾，未來期望透過愛心小眼睛，發現及處理滴畢或不滴的情況。而本創新產品的優勢雖具有體積輕巧，適用於各種輸液套管之優勢，但千里眼錶帶組須與紅外線感應夾組互相連接，易有分開、遺失的缺點，這是未來須更進一步改進之處。另外，礙於經費和時間限制，以及缺乏臨床實際測試，日後若能找到廠商願意配合開發及通過人體試驗後，相信能適用於任何病患，達到減輕護理工作負荷及減少家屬與病患對靜脈輸液的擔心。

參考文獻

1. Rosenthal, K. (2004). Smart pumps help crack the safety code. *Nursing management*, 35(5), 49-51.
2. 于普華、柯素綾、葉書儀(2005)。周邊靜脈留置護理改善專案。《澄清醫護管理雜誌》，1(2)，83-93。
3. 中華民國專利資訊檢索系統(2013)。點滴液量的偵測裝置(一) M445445。2017年12月17日取自 <http://twpat1.tipo.gov.tw/tipowoc/tipotwkm?!!FR^M445445>
4. 中華民國專利資訊檢索系統(2009)。點滴監測方法以及相關的點滴監測系統 I420084。2017年12月17日取自 <http://twpat1.tipo.gov.tw/tipowoc/tipotwkm?!!FR^I420084>
5. 王月琴等編著(2013)。《基本護理學》。台北：永大。

6. 吳美雯、林玲雅、簡慧足、蔡慈娟、宋麗貞、賴淑媚、…&許朝淵(2009)。改善靜脈輸液幫浦使用安全專案。醫療品質雜誌，3(6)，80-85。
7. 姚兵紅(2005)。老年患者臨床靜脈輸液的體會。廣東醫學院學報，23(4)，479-480。
8. 高翔(2008)。靜脈輸液引起的思考。中國醫學理論與實踐，18(6)，665-665。
9. 張瓊方、林美利、陳品樺(2012)。降低內科住院病人非計劃性周邊靜脈重注率。榮總護理，29(1)，40-50。
10. 陳雲絹、黃美智(2006)。靜脈輸液與護理之相關議題。護理雜誌，53(2)，69-72。
11. 鄭淑珍、陳都美、王雪容、黃秀蓉(2000)。建立靜脈輸液護理技術標準以降低按鈴次數之專案。榮總護理，17(4)，327-338。

A Design Thinking for Supervising Intravenous Infusion:

Caring Little-Eye

Chou, R.-Y.¹, Jian, W.-T.², Lin, X.-Y.³, Chang, N.-H.⁴, *Tsai, P.-L.⁵

¹ Respiratory care word, China Medical University Hospital East District Branch

² Rehabilitation Department, Keelung Chang Gung Memorial Hospital & Lover Lake Branch

³Nurding Home for New Taipei Jen-Kang Hospital

⁴Landseed Hospital Acute & Chronic Wound Care Center

⁵Department of Elderly Care and Management, Chang Gung University of Science and Technology

Abstract

Intravenous (IV) infusion therapy is a common medical management modality for many inpatients. During IV infusion, close attention needs to be paid to the infusion flow rate, and therefore patients' rest and sleep can be subjected to disturbance. If the nursing staff needs to control the infusion flow rate, concerns about side effects due to the completion or obstruction of the infusion flow will increase caregiving time and the workload of the nursing staff. After analyzing the working principles of IV sets, infusion pumps, and oximeters, we designed a device called "A design thinking for supervising intravenous infusion: Caring little-eye" in which the titration chamber of an IV set is clamped with a group of infrared sensors that monitor the infusion flow rate and reduce the occurrence of complications. This device is portable, easy to operate, and suitable for repeated use. With the collaboration of manufacturers and provided this device is approved by human experimentation, in future, the price of this device would be stable, thereby further improving the quality of care during IV infusion and reducing the workload of nursing staff.

Keywords: intravenous infusion therapy, monitor, infrared