

以安全憑證及快速回應模式建構 糖尿病人之網路健康服務系統

簡銘男^{1,2,3} 劉立^{3,5} 江琇琴^{3,4,5} 吳啓誠⁵ 李燕晉² 黃千玲⁵
梁清香^{1,2} 李淳權^{1,2} 王朝弘^{1,2}

馬偕紀念醫院¹ 內分泌暨新陳代謝科² 糖尿病人保健教育推廣中心
臺北醫學大學³ 醫學資訊研究所⁴ 醫務管理學系
⁵ 臺北醫學大學附設醫院

摘要

當今，網路資訊科技發達，並且已廣泛運用在各式健康照護上，為了改善糖尿病患的血糖控制品質並同時維護病人隱私和確保資料在網路傳輸過程中的安全性，我們便以安全憑證及快速回應為模式建構一套糖尿病人網路健康服務系統。病患可以藉此系統透過憑證，與醫事人員進行網路互動或取得衛生教育之相關資訊內容，並隨時可以上傳自我血糖監測值或其他相關資料至資料倉儲進行存取、整合及分析。由智慧型健康代理人系統或醫師得以進行網路健康快速回應的諮詢服務，並建立警示機制，如有偵測到異常之生理訊號，則健康代理人系統會將相關之警訊，迅速傳送到醫事人員及該病患端，以做必要之處置。

為評估此系統效益如何，我們乃收集在馬偕紀念醫院及台北醫學大學附設醫院門診就醫的糖尿病患，隨機分組為實驗組（導入此套系統）及對照組（未導入此套系統）各67名，做為期六個月的觀察，我們對其空腹血糖及糖化血色素（HbA1c）的影響評估發現，六個月後，實驗組的空腹血糖平均值（179 ± 61 mg/dl）與初次登記平均值（241 ± 77 mg/dl）之間呈統計學上有意義的下降（ $p < 0.001$ ）。至於對照組，其空腹血糖初次登記之平均值為252 ± 57 mg/dl，六個月後再追蹤，對照組的空腹血糖平均值（221 ± 64 mg/dl）與初次登記平均值之間相較，亦呈統計學上有意義的下降（ $p = 0.008$ ）。再者，實驗組的空腹血糖平均值（179 ± 61 mg/dl）又明顯比對照組（221 ± 64 mg/dl）低（ $p = 0.038$ ）。而就血糖值下降的改變幅度來看，實驗組（-63 ± 86 mg/dl）的改變幅度比對照組（-32 ± 85 mg/dl）來得大。而六個月後，實驗組的糖化血色素平均值（8.4 ± 1.8%）與初次登記平均值（11.3 ± 1.9%）之間，呈統計學上有意義的下降（ $p < 0.001$ ）。至於對照組，其糖化血色素初次登記之平均值為10.9 ± 2.0%，六個月後再追蹤，對照組的糖化血色素平均值（10.8 ± 2.2%）與初次登記平均值之間相較，則無統計學上的差異（ $p = 0.807$ ）。又實驗組的糖化血色素（8.4 ± 1.8%）亦比對照組（10.8 ± 2.2%）低。

由研究結果可以獲致結論：透過網路健康服務系統的糖尿病患似乎比傳統照護模式有較佳的血糖表現，這將有助於併發症的防治。因此，我們建議以病人為中心來整合醫療資源，以網路安全為基礎，病患安全及隱私為前提，提供糖尿病患健康的網路快速回應服務，期能促進糖尿病人良好醫病關係的建立、健康自我管理教育 (diabetes self-management education, DSME) 的推廣及養成，進而提昇生活品質。

關鍵詞：糖尿病 (Diabetes mellitus)
 公開金鑰基礎建設 (Public key infrastructure)
 快速回應 (Quick response)
 網路健康服務 (Telemedical health-care)
 糖化血色素 (HbA1c, hemoglobin A1c)
 空腹血糖 (Fasting plasma glucose)

引言

近年來，以網際網路為基礎的慢性病管理制度儼然已成為全球性的流行趨勢。特別是需要多元化醫療服務方式的糖尿病照護，早在1992年，Shultz便提出針對糖尿病人所做的研究報告¹，運用intelligent modem讓病人每週傳輸一次居家自我監測的血糖值至醫院終端，醫院並做遠距的照護回應，一年之後，獲致良好的血糖控制。Gomez則運用DIABTel系統²，做為糖尿病遠距照護網的架構，增加醫病間的互動及教育病人健康自我管理的能力。最近，Shea等人指出³，研究1,665位住在紐約州醫療資源較為貧乏地區的55歲以上糖尿病人，作遠距醫療個案管理 (case management) 方式與一般照護管理方式的影響比較。經過一年的實驗觀察發現，做遠距醫療個案管理的實驗組，不論在糖化血色素，血壓或低密度脂蛋白膽固醇的檢測上，皆獲致統計學上有意義的改善。Nigrin則建構了一套Glucoweb雛型網站⁴，並以安全憑證為基礎，允許授權的會員上傳自我監測的血糖值，而不需另外安裝任何其他要付費的商業軟體，予病人更安全的網路環境。

韓國首爾江南聖瑪麗醫院曾提出其研究結果指出⁵，利用網路作為血糖控制管理應用的治療組經過十二週以後，其糖化血色素明顯下降，而未介入網路的對照組，則不降反升。推究其原因，主要可能是治療組跟醫療人員有比較頻繁的

線上聯繫；並且，治療組可以即時存取自身血糖最新狀況和即時的醫療建議，這會激勵他們更積極控制血糖。所以該文獻的結論是以網路為基礎的血糖監測系統，不但可以維持血糖既存的良好控制現狀，而且也可以改善血糖控制的品質。英國牛津大學Farmer等人則綜觀九篇有關糖尿病遠距醫療與糖化血色素改善評估方面的文獻提出報告⁶，肯定糖尿病遠距醫療運用的可行性及可接受度。然而在是否真的有效改善糖化血色素或其他相關檢驗以及提供經濟效益上的好處，則抱持質疑的態度，認為需有更多的臨床隨機對照實驗來佐證。

睽諸近年來，全球主要對糖尿病的大型研究報告，皆在顯示積極控制血糖，併發症的發生機會就得以相對降低。例如，美國的糖尿病控制與合併症試驗 (DCCT)⁷，積極的血糖控制可降低視網膜病變發生的機會達76%，並遏止54%既存輕度視網膜病變繼續惡化⁸。而日本熊本大學的研究 (Kumamoto study) 也有類似的發現⁹。而由英國的糖尿病前瞻性研究 (UKPDS)^{10,11,12}，也顯示積極的血糖控制，在降低微小血管發生病變的效益上可達25%。咸認為各種糖尿病之併發症，可經由良好的血糖控制與適切的衛教來預防其發生或延緩其進行。甚至HbA1c值每降一單位，可減少微小血管病變發生危險的機會達35%¹³。美國國家膽固醇教育計畫 (NCEP) 在2001年，發表了成人治療指引第三版 (ATP III)

¹⁴，建議將糖尿病患視為已發生過一次心臟梗塞的患者來積極地治療。此乃因糖尿病患者得到冠狀動脈心臟病或腦中風的機會比一般人高^{15,16}。

積極的血糖控制固然可以得到諸多好處，然而相對地，卻也增加了低血糖反應及體重增加的機會。那有沒有一套機制可以隨時有效地管理糖尿病患的血糖控制呢？當糖尿病控制不穩時，血糖值可能一日數變，倘若僅僅遵照醫囑，拿慢性病連續處方箋，隔數月才返診追蹤，顯然難救燃眉之急。因此，我們乃構思導入一套促進醫病之間更密切互動的健康服務系統。運用現代網路科技的即時性和普遍性，來填補因門診就醫間隔拉長而產生可能延宕診治及血糖控制不良的漏洞。然而，資訊引進，也造成病患就醫資料的隱私及安全也所受到威脅，本系統乃以確保病人相關資料的隱密及安全傳輸為前提，運用國內最具有公信力的安全憑證機制，即由衛生署「醫療憑證管理中心」（HCA）發給的醫事人員憑證IC卡（healthcare personnel card, HPC）和由內政部「自然人憑證管理中心」（MOICA）所發給的自然人憑證（nature person certificate, NPC）來進行，以公開金鑰基礎建設（public key infrastructure, PKI）為基石，提供可信且有效的認證管理，以確保資料來源的可確認性，數據加密的私密性，以及利用電子簽章所產生的不可否認性，和資料數據的一致性。病患可透過網路和<http://hsm.lioninfo.com.tw/>的健康自主管理系統網站連線，獲得授權及認證之後，隨時得以上傳自己的血糖監測值或其他相關的個人資料，例如血壓、體重的變化，或是藥物使用、或有關飲食及運動的糖尿病日記等，只要有電腦網路可以使用的地方，都可以做連線。病患不需另外安裝須付費的商業軟體，只需一般的網路瀏覽器及介面，透過授權、加密、解密等程序的數據安全憑證系統，提供病患與智慧型健康代理人或醫事人員互動的平台，並教育病患養成正確健康自主管理的能力，進而提昇醫療服務品質。

智慧型健康代理人系統，是一種人工智慧（Intelligent Agent; IA）系統。當眾多糖尿病患透過網路，產生大量生理資訊之後，便需要建構一套健康資料倉儲系統來管理，倉儲能快速與知識

庫的健康照護決策資訊整合。做支援健康照護的決策分析，並透過擷取大量的歷史資料，進行進階的分析。運用智慧型健康代理人可以代司其職。除此之外，還可即時將觀測所得之數據，經過基準值之比對產生異常值之判斷，以推論引擎建立警示機制，如屬於異常範圍則將生理訊號傳送到醫事人員及該病患。而針對每個病人的生理訊號變化，智慧型健康代理人可以根據知識庫內的知識規則，快速回應地過濾與篩選，將焦點對準該病人可能發病的情形，即時給予必要的警示與建議。例如，上傳血糖值偏低時，回應給病人的低血糖反應之危險警訊。其平日除蒐集病患生理資訊之外，亦可經由讓病患自我了解平日健康狀況，進一步針對不足之處自我改善，預防重於治療。同時提供跟病患間的互動記錄予醫師，醫師可根據病人實際情況再給予補充建議或提醒，病人便可以使用安全憑證及驗簽章機制由健康自主管理系統得到個人化之專業訊息。

同時，醫師所參與的角色，除了讓病人在電腦螢幕上，就能夠看到自己的歷次上傳記錄，以及透過智慧型健康代理人，所給予的快速回應之評語或警訊，和醫師整理判讀後的結語及建議事項，並且可以讓病人下載或查詢糖尿病相關的健康資訊，以奠立健康自主管理的基礎之外。醫師則可以看到每一筆病人所上傳的資料，及智慧型健康代理人所即時回應的記錄，然後透過系統整理分析，及整合病人的過去病史、家族史和抽菸、喝酒習慣史以及過去的生化檢驗記錄等，給與病人最迅速且正確的行為建議。醫師亦可從健康資料倉儲分析，動態地即時查詢或彙整分析病人的健康趨勢量值與時間量值的關係。亦可從健康趨勢量值來界定某一門檻，以篩選某些特定病人，作為特別輔導的對象。並且，醫師對於病患的相關症狀，可以建立一套對應的處置導引及套餐式的建議對策。

本文即針對此系統，與傳統的血糖監測及照護方式相比較，期能建立一套更能幫助糖尿病患有效降低併發症發生機率的新思維及新方法，若以經濟觀點來看，我們希望能尋得一套既能掌握即時有效治療，又能為政府節省醫療開銷，消弭健保赤字，進而提昇糖尿病患生活品質的好方法。

材料及方法

本研究為前瞻性之臨床試驗。由台北醫學大學附設醫院及馬偕紀念醫院糖尿病人保健教育推廣中心聯合研究。收集自2004年九月至2005年五月間在門診就醫達一年以上的第2型糖尿病患者，年齡介於二十歲至七十五歲，糖尿病史至少一年以上且接受過生活型態調整之相關衛教課程，並且正使用口服降血糖藥治療之高回診率（一年內大於九成之回診率）之定期回診追蹤之糖尿病門診病患。每個病患家中具有血糖機、血壓計及電腦網路和相關之週邊設備，而且自行會操作或家人具操作電腦能力及收發e-mail之個案者。在這期間，病患必須在進入此研究前及進入研究三個月後及六個月後在醫院門診追蹤空腹血糖及糖化血色素等生化數據。若病患屬第1型糖尿病或正使用胰島素注射之第2型糖尿病，慢性腎衰竭（creatinine 超過1.5 mg/dl 或 CCr < 60 ml/min）或肝機能異常（肝硬化、急性肝炎或 GOT，GPT 指數超過正常值上限的2.5倍）或懷孕或準備懷孕或產後授母乳之婦女以及過去六個月內有發生嚴重之合併症如腦中風、心肌梗塞、嚴重外傷或手術等，則不被納入研究對象。在他們完成受試者同意書之後，始得進入研究觀察。在第一次的訪談中，他們都作了糖尿病相關的生化檢查及登記，包括：體重、身高、血壓、糖化血色素、空腹血糖、膽固醇、高密度及低密度膽固醇、三酸甘油酯、肝功能及腎功能指數。我們將納入之糖尿病患者隨機分組為實驗組（導入此套系統，上網登錄血糖者）及對照組（未導入此套系統），作為期六個月的網路健康服務對實驗組患者的空腹血糖及糖化血色素控制的影響評估。對於實驗組的成員，我們指導他們如何進行網際網路的連線作業，及至戶政機關辦妥自然人憑證和如何上傳自我血糖監測的資料，並且在這六個月的研究觀察期間，實驗組及對照組的病人除了持三個月慢性病連續處方簽按月至醫院藥局領藥及每三個月後回診抽血例行檢查生化數據及記錄之外，都不再到門診就醫。實驗組的成員乃由兩家醫院的醫師，引導參與網路健康服務系統 <http://hsm.lioninfo.com.tw/>，與醫師進行網路互

動或取得糖尿病自我照護基本常識及衛生教育相關資訊。而對照組的病人則另依一般傳統方式，在每次回診時接受例行性的糖尿病健康衛教。若有個別日常生活飲食或照護問題，得由醫師會同糖尿病中心衛教營養師或護理師，作必要的生活輔導及基本保健常識之教導。

我們利用電腦 Microsoft Office Excel 2003 中文視窗版，作資料統計分析，來比較檢定實驗前後的空腹血糖及糖化血色素等生化數據的差異，並以標準差 means \pm SD 表示。這當中，我們採用 one-way analysis of variance (ANOVA)，分別比較實驗組與對照組自行個別對於同組初次登記時，三個月後及六個月後的空腹血糖及糖化血色素數據，利用變異數分析來檢定其間的差異。而比較檢定實驗組與對照組間之差異，則採用 parallel student's t-test；我們視 p value < 0.05 為具有統計學上的意義。

結果

一、研究對象初次登記時之一般性資料及臨床生化數據

研究期間共有 134 位合於條件的糖尿病患者，同意進入研究。就一般性資料來看（表一），在年齡方面，實驗組為 43.9 ± 8.8 歲，對照組為 44.6 ± 7.5 歲。兩組無統計學上的差異（p=0.52）。於性別分布方面，在實驗組中男性有 24 位，女性有 43 位；在對照組中男性則有 27 位，女性有 40 位，兩組亦無統計學上之差別（p=0.69）。

在身體質量指數（ kg/m^2 ）方面，實驗組為 26.7 ± 2.8 ，對照組為 26.1 ± 3.3 。兩組無統計學上的差異（p=0.76）。在糖尿病罹病時間方面，實驗組為 7.8 ± 1.3 年，對照組為 8.2 ± 1.7 年。兩組亦無統計學上的差異（p=0.65）。

在血糖控制方面，其空腹血糖值在實驗組為 241 ± 77 mg/dl，對照組為 252 ± 57 mg/dl，並無統計學上的差異（p=0.35）；糖化血色素則為實驗組 $11.3 \pm 1.9\%$ ，對照組為 $10.9 \pm 2.0\%$ ，亦無統計學上的差異（p=0.21）。

在血壓控制方面，其收縮壓值在實驗組為 135.4 ± 11.7 mmHg，對照組為 136.2 ± 9.2

表一：研究對象初次登記時之一般性資料及臨床生化數據

一般性資料及臨床生化數據	實驗組 (n=67)	對照組 (n=67)	p
年齡 (歲)	43.9 ± 8.8	44.6 ± 7.5	0.52
性別 (男/女)	24 / 43	27 / 40	0.69
身體質量指數 (kg/m ²)	26.7 ± 2.8	26.1 ± 3.3	0.76
糖尿病罹病時間 (年)	7.8 ± 1.3	8.2 ± 1.7	0.65
空腹血糖 (mg/dl)	241 ± 77	252 ± 57	0.35
糖化血色素 (%)	11.3 ± 1.9	10.9 ± 2.0	0.21
收縮壓 (mmHg)	135.4 ± 11.7	136.2 ± 9.2	0.31
舒張壓 (mmHg)	84.7 ± 6.9	85.3 ± 4.1	0.48
總膽固醇 (mg/dl)	225.3 ± 28.7	230.5 ± 19.8	0.33
高密度脂蛋白膽固醇 (mg/dl)	43.8 ± 11.6	44.5 ± 17.8	0.65
低密度脂蛋白膽固醇 (mg/dl)	163.5 ± 14.8	171 ± 19.6	0.87
三酸甘油酯 (mg/dl)	192 ± 31.7	188 ± 43.2	0.76
GOT (U/L)	45.7 ± 6.4	49.1 ± 7.2	0.23
GPT (U/L)	31.8 ± 5.5	32.9 ± 6.9	0.58
肌酸酐 (mg/dl)	0.8 ± 0.5	1.0 ± 0.3	0.27
尿素氮 (mg/dl)	18.7 ± 2.8	16.5 ± 4.5	0.33
平均使用口服降血糖藥品項數	1.82 ± 0.67	1.76 ± 0.68	0.61
一種% (人)	32.84% (22)	37.31% (25)	
二種% (人)	52.23% (35)	49.25% (33)	
三種% (人)	14.93% (10)	13.43% (9)	

All data showed in Average ± SD mg/dl

mmHg，並無統計學上的差異 (p=0.31)；而舒張壓值在實驗組為84.7 ± 6.9 mmHg，對照組為85.3 ± 4.1 mmHg，亦無統計學上的差異 (p=0.48)。

在血脂代謝方面，總膽固醇於實驗組為225.3 ± 28.7 mg/dl，對照組為230.5 ± 19.8 mg/dl，無統計學上的差異 (p=0.33)；而高密度脂蛋白膽固醇在實驗組為43.8 ± 11.6 mg/dl，對照組為44.5 ± 17.8 mg/dl，亦無統計學上的差異 (p=0.65)；低密度脂蛋白膽固醇則在實驗組為163.5 ± 14.8 mg/dl，對照組為171 ± 19.6 mg/dl，亦無統計學上的差異 (p=0.87)。至於三酸甘油酯則在實驗組為192 ± 31.7 mg/dl，對照組為188 ± 43.2 mg/dl，亦無統計學上的差異 (p=0.76)。

在肝臟功能方面，GOT於實驗組為45.7 ±

6.4 U/L，對照組為49.1 ± 7.2 U/L，無統計學上的差異 (p=0.23)；而GPT在實驗組為31.8 ± 5.5 U/L，對照組為32.9 ± 6.9 U/L，亦無統計學上的差異 (p=0.58)。

在腎臟功能方面，肌酸酐於實驗組為0.8 ± 0.5 mg/dl，對照組為1.0 ± 0.3 mg/dl，無統計學上的差異 (p=0.27)；而尿素氮在實驗組為18.7 ± 2.8 mg/dl，對照組為16.5 ± 4.5 mg/dl，亦無統計學上的差異 (p=0.33)。

在口服降血糖用藥方面，使用一種口服降血糖藥物者，於實驗組佔32.84%，對照組佔37.31%，同時使用二種口服降血糖藥物者，於實驗組佔52.23%，對照組佔49.25%，同時使用三種口服降血糖藥物者，於實驗組佔14.93%，對照組佔13.43%，兩組亦無統計學上的差異 (p=0.61)。

二、實驗組之最終HbA1c值與年齡及性別跟上網登錄次數的關係

我們在研究期間的實驗組中觀察發現，平均每人上網登錄血糖值約為 51 ± 15 次左右。而就其最終HbA1c值與年齡及性別跟上網登錄次數的關係作分析時發現(表二)：依總人數來看，最終HbA1c < 7%的這一組，其上網登錄次數較多(51 ± 14.6 vs 35.0 ± 14.6 , $p=0.003$)，而從年齡是否會影響去探討時，則年齡 < 45歲者，其最終HbA1c < 7%的組別上網次數較多(59.8 ± 10.4 vs 40.8 ± 14.3 , $p=0.001$)；而年齡 ≥ 45 歲者，其HbA1c之數值大小與上網次數並無統計學上之差別(39.7 ± 11.3 vs 29.5 ± 12.7 , $p=0.063$)。而就探討性別因素是否會影響時，則不論男性或女性，屬最終HbA1c < 7%之組別者，其平均上網之次數皆比屬最終HbA1c $\geq 7\%$ 之組別者多，男性(60.2 ± 9.9 vs 41.6 ± 15.1 , $p=0.017$)，女性(46.8 ± 14.9 vs 31.2 ± 13.0 , $p=0.002$)。

表二：實驗組之最終HbA1c值與年齡及性別跟上網登錄次數的關係

Patients	人數	平均上網登錄次數	p
HbA1c < 7% at endpoint			
總人數	16	51.0 ± 14.6	
年齡 < 45歲	9	59.8 ± 10.4	
年齡 ≥ 45 歲	7	39.7 ± 11.3	
男	5	60.2 ± 9.9	
女	11	46.8 ± 14.9	
Patients			
HbA1c $\geq 7\%$ at endpoint			
總人數	51	35.0 ± 14.6	0.003
年齡 < 45歲	25	40.8 ± 14.3	0.001
年齡 ≥ 45 歲	26	29.5 ± 12.7	0.063
男	19	41.6 ± 15.1	0.017
女	32	31.2 ± 13.0	0.002

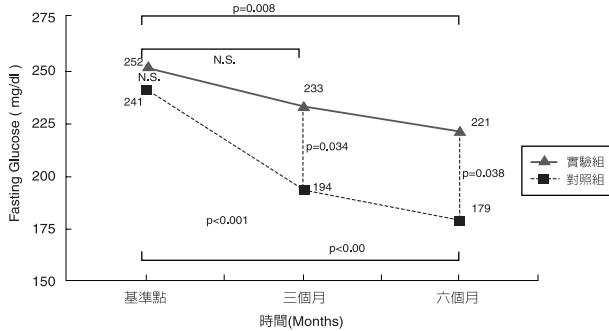
表三：實驗組及對照組在初次登記、三及六個月後的空腹血糖值改變之比較

空腹血糖值(mg/dl \pm SD)	實驗組(n=67)	對照組(n=67)	p(兩組比較)	
初次登記平均值	241 ± 77	252 ± 57	0.346	
三個月後平均值	194 ± 57	233 ± 54	0.034	
六個月後平均值	179 ± 61	221 ± 64	0.038	
p值(前後變化量)		p(同組比較)	p(同組比較)	
三個月後	-47 ± 82	$p < 0.001$	-19 ± 70	0.058
六個月後	-62 ± 86	$p < 0.001$	-32 ± 85	0.008

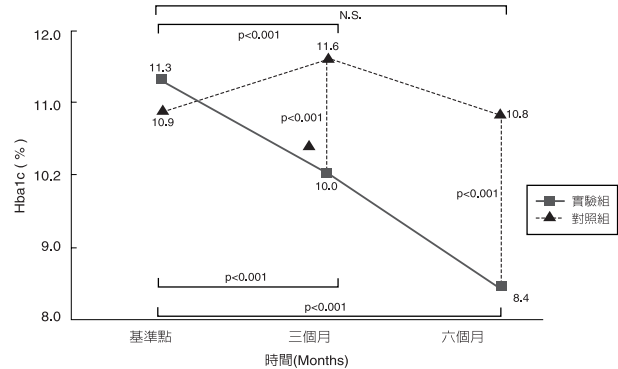
三、實驗組及對照組在初次登記、三及六個月後的空腹血糖值改變之比較

我們採用one-way ANOVA分別比較檢定同組前後之空腹血糖fasting plasma glucose level (mg/dl \pm SD)數據差異發現(表三)，實驗組的初次登記平均值為 241 ± 77 mg/dl，而三個月後追蹤，實驗組的空腹血糖平均值(194 ± 57 mg/dl)與初次登記平均值之間，呈統計學上有意義的下降($p < 0.001$)；而六個月後再追蹤，實驗組的空腹血糖平均值(179 ± 61 mg/dl)與初次登記平均值之間，亦呈統計學上有意義的下降($p < 0.001$)。至於對照組，其空腹血糖初次登記之平均值為 252 ± 57 mg/dl，三個月後追蹤，其空腹血糖平均值(233 ± 54 mg/dl)與初次登記平均值之間，並無統計學上的差異($p=0.242$)；而六個月後再追蹤，對照組的空腹血糖平均值(221 ± 64 mg/dl)與初次登記平均值之間相較，則呈統計學上有意義的下降($p=0.008$)。

我們也採用parallel student's t-test比較檢定實驗組與對照組之間在初次登記時的空腹血糖平均值差異上發現，實驗組(241 ± 77 mg/dl)與對照組(252 ± 57 mg/dl)，並無統計學上的差異($p=0.346$)；三個月後追蹤，實驗組之空腹血糖平均值(194 ± 57 mg/dl)則與對照組(233 ± 54 mg/dl)，具有統計學上的差異($p=0.034$)。再看六個月後追蹤空腹血糖平均值時，實驗組(179 ± 61 mg/dl)與對照組(221 ± 64 mg/dl)兩組仍有統計學上的差異($p=0.038$)。而就六個月後血糖值下降的改變幅度來看，皆各有血糖值下降的統計學上意義(圖一)。實驗組的改變幅度(-63 ± 86 mg/dl)似乎要比對照組(-32 ± 85 mg/dl)的改變幅度來得大。



圖一：實驗組及對照組在初次、三及六個月後的空腹血糖改變之比較



圖二：實驗組及對照組在初次、三及六個月後的HbA1c改變之比較

四、實驗組及對照組在初次登記、三及六個月後的糖化血色素值改變之比較

就分別比較實驗組及對照組在其初次登記時與三個月後及六個月後之最終登記時之糖化血色素值HbA1c (% ± SD) 變化，我們採用 one-way ANOVA 比較檢定發現 (表四)，實驗組的糖化血色素初次登記平均值為 $11.3 \pm 1.9\%$ ，而三個月後追蹤，實驗組的糖化血色素平均值 ($10.0 \pm 1.7\%$) 與初次登記平均值之間，呈統計學上有意義的下降 ($p < 0.001$)；而六個月後再追蹤，實驗組的糖化血色素平均值 ($8.4 \pm 1.8\%$) 與初次登記平均值之間，亦呈統計學上有意義的下降 ($p < 0.001$)。至於對照組，其糖化血色素初次登記之平均值為 $10.9 \pm 2.0\%$ ，三個月後追蹤，其糖化血色素平均值 ($11.6 \pm 1.9\%$) 與初次登記平均值之間，卻呈統計學上有意義的上升 ($p < 0.001$)；而六個月後再追蹤，對照組的糖化血色素平均值 ($10.8 \pm 2.2\%$) 與初次登記平均值之間相較，則無統計學上的差異 ($p=0.807$)。

而就比較實驗組及對照組在初次登記時、三個月後及六個月後的糖化血色素值改變而言，我們採用 parallel student's t-test 分析檢定實驗組與

對照組之間的差異發現 (表四)，在初次登記時，實驗組 ($11.3 \pm 1.9\%$) 與對照組 ($10.9 \pm 2.0\%$) 比較，並無統計學上的差異。而三個月後追蹤糖化血色素值，實驗組 ($10.0 \pm 1.7\%$) 與對照組 ($11.6 \pm 1.9\%$) 比較，則有統計學上的差異 ($p < 0.001$)。但就三個月後糖化血色素值的改變幅度來看，實驗組 ($-1.3 \pm 1.5\%$) 呈統計學上有意義的下降 ($p < 0.001$)，而對照組 ($0.7 \pm 1.6\%$) 則呈統計學上有意義的上升 ($p < 0.001$)。再看六個月後最後一次追蹤糖化血色素值時，實驗組 ($8.4 \pm 1.8\%$) 與對照組 ($10.8 \pm 2.2\%$) 兩組之間仍有統計學上的差異 ($p < 0.001$)。而就六個月後糖化血色素值改變的幅度來看 (圖二)，只有實驗組 ($-2.9 \pm 1.7\%$) 與初次登記時相較，呈統計學上有意義的下降 ($p < 0.001$)。但對照組 ($-0.1 \pm 2.1\%$) 則與初次登記時相較，並無統計學上的差異。

討論

一、增加醫病關係的互動與激發積極控制血糖的意圖心

由研究結果可以看出，觀察這六個月期間，

表四：實驗組及對照組在初次登記、三及六個月後的糖化血色素值改變之比較

HbA1c(%SD)	實驗組(n=67)	對照組(n=67)	p(兩組比較)	
初次登記平均值	11.3 ± 1.9	10.9 ± 2.0	0.214	
三個月後平均值	10.0 ± 1.7	11.6 ± 1.9	p<0.001	
六個月後平均值	8.4 ± 1.8	10.8 ± 2.2	p<0.001	
p(前後變化量)		p(同組比較)	p(同組比較)	
三個月後	-1.3 ± 1.5	p < 0.001	0.7 ± 1.6	p<0.001
六個月後	-2.9 ± 1.7	p < 0.001	-0.1 ± 2.1	0.807

實驗組之最終HbA1c < 7% 的這一小組，其上網登錄次數，不管是就總人數平均次數來看，或是從年齡分布 < 45 歲者或男女性別分組來看，都顯示出其平均上網登錄次數比最終HbA1c ≥ 7% 的另一小組患者群要來得多。從這項訊息我們推測，上網登錄次數較多者，似乎可藉由醫病關係的互動頻率增加而激發積極控制血糖的意圖心及高遵囑性，因此，最終有較低的血糖值及HbA1c 值達到美國糖尿病學會 (American Diabetes Association, ADA) 所建議的控制目標在 < 7% 的表現。而年齡分布 ≥ 45 歲者，其最終影響HbA1c 值的變數可能較多元，非單單上網登錄次數可以左右，值得將來更進一步探討。

挪威的Andersson有鑑於糖尿病人有逐漸年輕化的趨勢¹⁷，而血糖控制良好與否，關係到未來是否會衍生嚴重的併發症，因此，積極嚴謹的自我血糖控制已成為刻不容緩，責無旁貸的要務。然而，年輕人這個族群往往是社會的中堅份子，常常無法隨時機動地離開工作崗位，來作健康維護，例如到門診看病拿藥，可能都需要請假。Andersson有鑑於此，又發現年輕人大多會上網或使用手機，於是他在2003年提出利用無線手機 (GSM long-range communication) 及藍芽 (bluetooth short-range communication) 的簡訊技術系統，來彌補不能常和醫事人員面對面溝通的缺憾，並且能夠在兼顧自己的工作崗位之餘，同時也能進行健康的自我管理。這套簡訊技術系統具有自動無線傳輸自我血糖監測值，迅速與挪威的遠距醫療中心連線。此與我們的網路健康服務系統相較，我們的系統由於必須透過安全憑證的程序，尚無法利用手機無線傳輸，這是我們將來要克服的地方。相對地，Andersson的系統則因沒有安全憑證的過濾，難保資料不外洩，病人隱私及網路安全無法受到保障。

挪威大學遠距醫療首席顧問Arsand也建議¹⁸，希望能透過遠距醫療來提供病患另類的健康自我管理學習管道。在執行初期，可以有一個人工鍵入及自動上傳的機制，來彙整病患自我血糖監測的資料及其相關的生理資訊，並即時作快速回應及相關衛教資料的提供。這樣的互動機能，期許能讓病患無論在何時何地都能透過他身邊的

通訊工具，不管是有線或無線，都能夠自由自在地進行。甚且，Arsan跟Andersson更提出以血糖數據作為流行病爆發的警示器¹⁹，他們的理由是有鑑於糖尿病患一旦受到感染，往往血糖就會高起來，甚至於在潛伏期的階段，就已經開始升高；所以，當發生某傳染病疫情，像是流行性感、霍亂、鼠疫、炭疽熱或SARS時，如果某一地區糖尿病患所傳輸到遠距醫療中心的血糖值普遍異常升高時，相關檢疫醫療人員便可以儘早對該區做好因應措施，防範疫情擴散。

美國MediCompass的營運模式便以遠距居家照護服務為基礎²⁰，以第1型及第2型糖尿病患者及其照顧者為服務對象，並與Yahoo合作建立web-based健康管理加值服務網站。提供糖尿病患遠距居家自我照護所需的一切必要資訊，並且由於是web-based的服務，所以遠距的全家人可以隨時隨地瞭解病患的狀況。MediCompass與我們的系統一樣是會員制，然而MediCompass與我們的健康服務系統很大差別就在於我們提供免費的服務，而MediCompass則是採收費制的。

二、安全憑證與網路健康快速回應服務系統的結合

美國波士頓兒童醫院Dr.Nigrin認為，網路不應該只是扮演單向提供衛教資訊給病人的角色，而應該做為醫病之間雙向互動的橋樑，甚至於做為跨醫療院所的醫療記錄連線網絡。於是他在2000年建構了一套Glucoweb雛型網站⁴，並以VeriSign作為安全憑證的授權機構，被允許授權的糖尿病會員可以上傳自我血糖機監測的數值，與所屬醫療人員互動，而不需另外安裝任何其他要付費的商業軟體，所有病人以及醫療人員在線上所傳輸的資料都透過secure socket layer (SSL) 加密，以提供給病人更安全的網路環境。

美國匹茲堡大學Zgibor表示²¹，固然網際網路提供給了糖尿病患另類的控制環境，但不容諱言，仍有許多障礙橫阻在治療的道路上，例如病人使用電腦的能力，健保是否給付相關的電腦周邊配備以減輕低收入戶的經濟負擔，偏遠地區的維護工程，以及病人對糖尿病控制態度的積極與

否，在在都會影響到照護的成果。而芝加哥大學 Chin 醫師更強調病人正確的行爲改變才是釜底抽薪之法²²。再者，英國格拉斯哥 Robertson 還提出無所不在的網際網路它所提供的訊息並不見得完全正確²³，甚或有一些陷阱或似是而非的論點，尤其如果沒有網路安全機制來過濾的話，甚至於連醫護人員也會被誤導，值得共同來警覺及導正。

從以上經驗似乎可以預期，運用本模式所建構的糖尿病人網路健康快速回應服務系統，可以更有效地控制血糖。然而醫療資訊多涉及個人隱私，如何確保資料在網路傳輸過程中的安全、確認網路雙方的身分，以 PKI 認證的網路安全憑證作業就扮演推動此項醫療資訊電子化應用的重要角色了。PKI 代表著公開金鑰的基礎架構，是一種非對稱式的加解密技術，其特性有助於在網路上建立身分識別，以增加資訊的安全性。而運用此公開金鑰及電子憑證，可以比較能夠確保網路交易的安全性及確認交易對方身分的機制，並且以網路認證之信任機制為基礎，交易雙方相互地信任其認證機構，搭配金鑰對之產製及數位簽章等功能，即可經由其認證機構核發之電子憑證確認彼此的身分，並提供資料的可確認性（資料來源辨識）、不可否認性、完整性、資料隱密性等四種重要的安全保障，在隱密或公開的環境中，提供可信且有效的認證管理，以資建立糖尿病人的安全憑證架構。

三、糖尿病人健康自主管理能力的教育養成

糖尿病人的健康自主管理能力可藉由網路健康服務系統來潛移默化地養成，例如平常醫師可以不定期上網檢視其照護病人之健康狀況及自我血糖偵測的成績，時時給予提醒，對於接近警示而未發生警示之個案就必須特別叮嚀，接受醫院醫師醫療照護之病人，可於診療完成後，在家中使用自然人憑證卡片讀取醫師用 HCA 卡片以數位簽章認證過的健康照護建議。惟國內在推動自我血糖偵測時，往往遇到諸多障礙，例如病友的病識感、自主管理的意識不足，醫事及衛教人員的保守苟且心態、昧於技術專業、放任病友自行摸索，與醫療資源分配者吝於提供誘因及補助，皆脫離不了關係。而以往在國內的醫病雙方多對

自我血糖偵測不夠熱衷，究其因，乃在於模式管理（pattern management）的能力和信心的不足。因此，縱然病友有按表操課，採血檢驗，甚至記錄整理如儀，如果不能修得據以自行評估及採取即時因應的自主管理能力，則恐怕要前功盡棄，殊屬可惜。Harris 在美國全國營養及健康調查研究 National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES III) 上曾指出²⁴，第 2 型糖尿病患如果光每天做一次自我血糖監測，其對糖化血色素值的改善不一定有幫忙。該項調查研究也顯示，二十歲以上的第 2 型糖尿病患中，有 37% 血糖控制達到目標（HbA1c < 7%），而控制不好者（HbA1c ≥ 8%）也有 37.2%。另外，血糖、血壓和血脂控制都達到目標值的大約只有 7%。至於台灣的糖尿病人，根據中華民國糖尿病衛教學會的調查²⁵，三者都達到目標值的更不到 3%，誠令人憂心。而 Franciosi 等人研究報告也顯示²⁶，若單只教第 2 型糖尿病人每天做自我血糖監測，就要得到良好的血糖控制，簡直是緣木求魚，事實上，必須是搭配優質的醫療團隊給與持續不斷的必要衛教和生活指導及協助，這在當今使用慢性病處方簽的制度下，若沒有相關的配套措施，很可能不盡其全功。

四、傳統的糖尿病健康照護模式仍有其存在的必要

就比較實驗組及對照組在初次登錄時、三個月後及六個月後的空腹血糖值改變而言，實驗組（241 ± 77 mg/dl）與對照組（252 ± 57 mg/dl）比較，並無明顯統計學上的差異。再看研究最終空腹血糖平均值時，實驗組（179 ± 61 mg/dl）與對照組（221 ± 64 mg/dl）兩組固然有明顯統計學上的差異（p=0.038）。而就六個月後血糖值下降的改變幅度來看，兩組皆各有明顯血糖值下降的統計學改變意義。實驗組的改變幅度（-63 ± 86 mg/dl）要比對照組（-32 ± 85 mg/dl）的改變幅度來得大（p<0.001 vs p=0.008）。足見，透過網路的健康服務系統架構或傳統的糖尿病健康照護模式，皆得以有效地控制血糖。因此，不能全盤否定傳統既有的糖尿病照護模式所扮演的角色。顯然，若為長久計，我們應當就傳統的糖尿病照護模式，除繼續延用其優良方式及精神外，應當結

合目前的資訊科技及團隊合作共同照護網的模式，發展出更符合病人需求的健康服務系統，所謂科技始終來自於人性，倘若能橫向地跨越各領域的現代高階科技，加以整合，必然是造就民眾之福。

展望未來建構方向，我們擬將研發資訊探勘工具，以便對健康資料倉儲作資料探勘 (data mining)，其結果將回饋到智慧型健康代理人系統的知識庫中，把生理資訊的即時收集機制與倉儲系統進行整合，透過推論引擎從資料倉儲裡篩選出糖尿病人過去生理訊號異常出現頻率高，屬於具潛在危險因子者，提供由RFID (Radio Frequency Identification) 無線射頻辨識技術之生理訊號收集系統所製作之RFID標籤 (Tag) 供病人配戴。使其由不定期測量演變成即時監測，迅速傳送到生理訊號資料倉儲。亦可透過MOICA機制簽章傳送到相關醫療單位如急診室，值勤醫師收到異常訊號通知後，經由網路透過HCA驗章與身分認證機制，得以進行視訊醫療，依診療結果判定是居家繼續觀察休養或需進一步送醫。甚至結合電信業者，利用手機簡訊傳輸自我血糖監測值，或是利用具有數位相機功能或3G的手機將病人的資料如視網膜影像或糖尿病足潰爛的畫面²⁷，傳輸至網路醫護端，俾能更正確診斷病情及做為健康資訊探勘系統之建置基礎。

透過RFID之導入使生理訊號蒐集之實質效益明顯呈現，例如生理訊號蒐集由不定時演變成隨時使居家糖尿病患安全大幅提昇、由自行被動性測量變成無論居家個案是否身體出現不適均隨時主動監測、並將所蒐集之生理訊號經過判讀系統使資料由靜態變成動態，針對判讀結果提供進一步之醫療處置。

未來，當以動員及結合各地糖尿病共同照護網成員，加強教育、訓練、研究及扮演諮商、轉介服務的角色，以縮小可能的城鄉或地域醫療品質的差距。並以病人為中心來整合醫療資源，教育病人如何做好健康自主管理。進而以現代網路資訊及PKI為基礎，病患安全及隱私為前提，建構糖尿病遠距醫療監測快速回應系統，以如光速般地快速回應服務病患來自期許，建立一個優質的健康社區。

結論

本系統的網路健康服務模式，得以即時提供醫病互動、診療建議及解決病患身心問題的平台。對慢性病患者而言，不但省去了交通往返及排隊掛號就醫所可能耽擱的冗長時間，更因為醫病之間即時互動的頻率增加，增進其對醫囑遵從的可能性。因此提昇了診治效率及正確性，並得以有效控制突發狀況，讓民眾在家中住得安心，吃得放心。從我們的研究可以發現，納入網路健康服務系統的糖尿病患比單單接受傳統照護模式者，有較佳的空腹血糖及糖化血色素的表現，而就DCCT或UKPDS的大型研究文獻回顧皆在在顯示，這將有助於併發症的防治。因此，我們建議以病人為中心來整合醫療資源，以網路安全為基礎，病患安全及隱私為前提，提供糖尿病患健康的網路快速回應服務，期能促進糖尿病人良好醫病關係的建立、健康自主管理教育的推廣及養成，進而提昇生活品質。

參考文獻

1. Shultz EK, Bauman A, Hayward M, Holzman R. Improved care of patients with diabetes through telecommunications. *Ann N Y Acad Sci* 1992; 670: 141-5.
2. Gomez EJ, del Pozo F, Hernando ME. Telemedicine for diabetes care: the DIABTel approach towards diabetes telecare. *Med Inform (Lond)* 1996; 21: 283-95.
3. Shea S, Weinstock RS, Starren J, et al. A randomized trial comparing telemedicine case management with usual care in older, ethnically diverse, medically underserved patients with diabetes mellitus. *J Am Med Inform Assoc* 2006; 13: 40-51.
4. Nigrin DJ, Kohane IS. Glucoweb: a case study of secure, remote biomonitoring and communication. *Proc AMIA Symp* 2000: 610-4.
5. Kwon HS, Cho JH, Kim HS, et al. Establishment of blood glucose monitoring system using the internet. *Diabetes Care* 2004; 27: 478-83.
6. Farmer A, Gibson OJ, Tarassenko L, Neil A. A systematic review of telemedicine interventions to support blood glucose self-monitoring in diabetes. *Diabet Med* 2005; 22: 1372-8.
7. The Diabetes Control and Complications Trial Research Group: The effect of intensive treatment of diabetes on the development and progression of long-term complications in insulin-dependent diabetes mellitus. *N Engl J Med* 1993; 329: 977-86.
8. The Diabetes Control and Complications Trial Research Group: The relationship of glycemic exposure (HbA1c) to the risk of development and progression of retinopathy in the Diabetes

- Control and Complications Trial. *Diabetes* 1995; 44: 968-83.
9. Ohkubo Y, Kishikawa H, Araki E, et al. Intensive insulin therapy prevents the progression of diabetic microvascular complications in Japanese patients with non-insulin-dependent diabetes mellitus: a randomized prospective 6-year study. *Diabetes Res Clin Pract* 1995; 28: 103-17.
10. The UK Prospective Diabetes Study Group: Intensive blood-glucose control with sulphonylureas or insulin compared with conventional treatment and risk of complications in patients with type 2 diabetes (UKPDS 33). *Lancet* 1998; 352: 837-53.
11. The UK Prospective Diabetes Study Group: Effect of intensive blood-glucose control with metformin on complications in overweight patients with type 2 diabetes (UKPDS 34). *Lancet* 1998; 352: 854-65.
12. U.K. Prospective Diabetes Study Group: Tight blood pressure control and risk of macrovascular and microvascular complications in type 2 diabetes (UKPDS 38). *BMJ* 1998; 317: 703-13.
13. Manley S. Haemoglobin A1c--a marker for complications of type 2 diabetes: the experience from the UK Prospective Diabetes Study (UKPDS). *Clin Chem Lab Med* 2003; 41: 1182-90.
14. Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults. Executive Summary of The Third Report of The National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, And Treatment of High Blood Cholesterol In Adults (Adult Treatment Panel III). *JAMA* 2001; 285: 2486-97.
15. Malmberg K. for the DIGAMI Study Group: Prospective randomized study of intensive insulin treatment on long term survival after myocardial infarction in patients with diabetes. *BMJ* 1997; 314: 512-5.
16. Gaede P, Vedel P, Larsen N. Multifactorial intervention and cardiovascular disease in patients with type 2 diabetes. *N Engl J Med* 2003; 348: 383-93.
17. Andersson N Prototype for Transmission of Glucometer Data by Wireless Technology: A Master Thesis in Computer Science 2003 <http://user.it.uu.se/~nian2981/exjobb/report/report.pdf> Accessed June 1, 2005.
18. rsand E, Manankova SB. Project telemedicine in North-West Russia, subsidiary project, distance learning, Final report NST-report 2001 Oct. <http://www2.telemed.no/english/publications/reports.html> Accessed June 1, 2005.
19. rsand E, Walseth OA, Andersson N, et al. Using blood glucose data as an indicator for epidemic disease outbreaks. *Stud Health Technol Inform* 2005; 116: 217-22.
20. <http://health.yahoo.com/health/centers/diabetes/medicompass/> Accessed June 1, 2005.
21. Zgibor JC, Songer TJ: External barriers to diabetes care: addressing personal and health systems issues. *Diabetes Spectrum* 2001; 14:23-8.
22. Chin MH, Cook S, Jin L, et al. Barriers to providing diabetes care in community health centers. *Diabetes Care* 2001; 24: 268-74.
23. Robertson KJ: Diabetes and the Internet. *Horm Res* 2002; 57: S110-2.
24. Maureen I. Harris National Health and Nutrition Examination Survey(NHANES III) Frequency of Blood Glucose Monitoring in Relation to Glycemic Control in Patients With Type 2 Diabetes *Diabetes Care* 2001; 24: 979-82.
25. 蔡世澤。國人糖尿病照護概況。於中華民國糖尿病衛教學會年會暨學術研討會。台北：台北國醫中心，民93.7。
26. Franciosi M, Pellegrini F, Berardis GD, et al. The Impact of Blood Glucose Self-Monitoring on Metabolic Control and Quality of Life in Type 2 Diabetic Patients: An urgent need for better educational strategies. *Diabetes Care* 2001; 24: 1870-7.
27. Banitsas KA, Perakis K, Tachakra S, Koutsouris D. Use of 3G mobile phone links for teleconsultation between a moving ambulance and a hospital base station. *J Telemed Telecare* 2006; 12: 23-6.

Building a Certificate-Based Secure and Quick Response Telemedical Health-care System for Diabetic Patients

Ming-Nan Chien^{1,2,3}, Li Liu^{3,5}, Hsiu-Ching Chiang^{3,4,5},
Chi-Chen Wu⁵, Yann-Jinn Lee², Chen-Ling Huang⁵,
Chun-Chuan Lee^{1,2}, Ching-Hsiang Leung^{1,2}, and Chao-Hung Wang^{1,2}

¹*Division of Endocrinology and Metabolism,*

²*Diabetes Care and Education Center, Mackay Memorial Hospital*

³*Graduate Institute of Medical Informatics,*

⁴*Department of Medical Affairs, Taipei Medical University*

⁵*Taipei Medical University Hospital*

The internet has begun to play a greater role in many health-care processes. To improve the quality of diabetes control while safeguarding and keeping the patient's information confidential, a certificate-based and quick response telemedical health-care system can be used to devise a program which allows patients with diabetes to transmit their self-monitored blood glucose data directly from their personal glucometer device to their diabetes care provider over the internet. The system can integrate the remotely transmitted glycemic data to a secure database for retrieval by physician to analyze at a later time. If unusual or alarming trends are detected by an intelligent agent (IA) system, both the physician and patient are notified of the occurrence. Patients are also allowed to access clinical data through web-based interface. We hope that this initiative can improve the quality of diabetic care. The aim of this study was to evaluate the effectiveness of a quick response telemedical health-care model to biomonitor type 2 diabetic patients attending the diabetic OPD of Mackay Memorial Hospital and Taipei Medical University Hospital. A total of 134 unrelated type 2 diabetic patients were included in a 6-month prospective study. They were categorized into either the experimental or the control group. The experimental group was monitored using our telemedical health-care system for 6 months. The control group received the usual outpatient management over the same period. We compared the differences in HbA1c and fasting plasma glucose levels before and at the end of the study, both in each group as well as between the experimental group and the control group. Initially, there is no significant difference in either fasting glucose levels or HbA1c between the experimental group and control group. At the end of the study (6 months later), there were significant changes in fasting plasma glucose when compared with the initial data, both in the experimental group (179 ± 61 mg/dl vs. 241 ± 77 mg/dl, $p < 0.001$), as well as in the control group (221 ± 64 mg/dl vs. 252 ± 57 mg/dl, $p = 0.008$). Additionally, fasting plasma glucose levels showed significant difference ($p = 0.038$) between the experimental group (179 ± 61 mg/dl) and control group (221 ± 64 mg/dl) at the end of the study. In the experimental group, mean HbA1c level reduced significantly ($p < 0.001$) from the initial $11.3 \pm 1.9\%$ to $8.4 \pm 1.8\%$, while in the control group, there was no significant change in mean HbA1c level ($p = 0.807$), which was initially $10.9 \pm 2.0\%$ and $10.8 \pm 2.2\%$ at the end of the study. HbA1c levels showed significant reduction ($p < 0.001$) when the experimental group ($8.4 \pm 1.8\%$) was compared with the control group ($10.8 \pm 2.2\%$) at the end of the study. Our study demonstrated that the quick response telemedical healthcare system seems to be feasible and highly effective. It integrates not only the monitoring of blood glucose control but also allows a quick response model, assisting in the delivery of diabetes self-management education (DSME), an evolving process which helps to meet the needs and expectations of individuals with diabetes. These results suggest that our system could improve the quality of, and hence possibly help to reduce the complications of diabetes. (J Intern Med Taiwan 2006; 17: 61-72)