

結合使用性評估與承擔性分析於血糖試片之研究

駱信昌

銘傳大學商品設計學系

lohc@mail.mcu.edu.tw

摘要

血糖試片是糖尿病患者使用居家血糖量測設備進行自我健康管理重要的部件之一，然而市售的試片仍然有許多設計不良之處，尤其容易因操作簡單不經思考，以直覺方式進行操作而導致錯誤。因此本研究提出先發掘試片的使用性問題再以承擔性探討其原因的方法。第一階段邀請 10 位高齡者針對市佔率較高之 12 款試片進行使用性評估，第二階段邀請 3 位設計專家針對使用性不佳的試片進行承擔性分析。使用性評估的結果發現高齡者無法順利辨識並操作試片主要受限於生理機能退化的影響，此外個人英文程度也影響對試片資訊的解讀。承擔性分析發現，物理承擔性與慣例承擔性均有助於受試者操作試片完成任務，其中物理承擔性對插入試片功能較具影響力。受限於過小的試片尺寸，讓慣例承擔性無法發揮指引採血位置的功用。本研究認為結合使用性評估與承擔性分析除了可有效挖掘高齡者操作試片時所發生的使用性問題，同時更能運用物理（造形）與慣例承擔性（符號或文字）分析問題的原因，可提供設計者進行後續修正之依據。

關鍵詞：使用性評估、承擔性、血糖試片

論文引用：駱信昌（2018）。結合使用性評估與承擔性分析於血糖試片之研究。《設計學報》，23（1），1-18。

一、前言

根據國際糖尿病聯合會（international diabetes federation, IDF）的估計，2015 年時全世界有 8.3% 的成年人約 3.82 億人患有糖尿病（IDF, 2015）。國內相關研究也指出國人糖尿病的盛行率已由 2000 年的 4.31% 上升至 2010 年的 10.1%（Chan et al., 2009; Chang et al., 2012），值得注意的是，65 歲以上男性的糖尿病盛行率最為嚴重，盛行率高達 28.5%。新陳代謝科醫師多會建議糖尿病患者使用居家血糖量測設備（以下簡稱血糖儀）進行自我健康管理，以延緩糖尿病及併發症發生的時程（Welschen et al., 2005）。目前研究多關注於能以更少的採血量及更快的速度檢驗血糖值，這些新發展的技术可協助糖尿病患者增進自我健康照護的能力（Dickinson & Hill, 2007; Francescato, Geat, Stel, & Cauci, 2012; Krouwer, & Cembrowski, 2010; Thomas et al., 2008; Tonyushkina & Nichols, 2009）。然而許多的醫療疏失源自於人為操作錯誤，錯誤的原因多來自於器材設計不良而非器材功能失效所致（Henriksen, Battles, Marks, & Lewin, 2005; McConnell, Cattonar, & Manning, 1996）。如美國食品藥品管理局（food and drug administration, FDA）

曾於 2005 年時發佈某款血糖儀不良反應通報 (adverse event reporting)，警告此血糖儀提供 mg/dL 與 mmol/L 兩種不同的計測單位，但糖尿病患者可能因錯誤操作而切換成另一種計測單位，且在不注意的情況下讀取錯誤的血糖值，導致胰島素用量錯誤或飲食失控，進而造成多起嚴重的高血糖病況或危及生命的血糖過高病症 (FDA, 2011)。況且糖尿病患者多為中高齡族群，面臨生理機能與認知能力降低等現象，如感覺機能退化，不容易看清楚產品的操作介面、不容易聽清楚產品所發出的聲音訊息；或認知機能退化、記憶力的衰退，不易操作複雜功能的產品 (李傳房, 2006)。因此，便有研究針對血糖儀的使用性進行探討 (Lo, Tsai, Lin, Chuang, & Chang, 2014; Rogers, Mykityshyn, Campbell, & Fisk, 2001; 吳惠雯, 2012)，由血糖儀、採血設備等方向探討如何提升糖尿病患者在操作自我血糖監測時的安全性。研究指出血糖儀本身的量測時間與精確度已非造成錯誤的主因，使用者在操作血糖儀時發生錯誤的原因主要來自介面設計不良或回饋訊息不佳所致 (Rogers et al., 2001; 吳惠雯, 2012)；同時，在量測血糖的過程中，導致操作錯誤的關鍵因素在採血筆與血糖試片 (以下簡稱試片) 而非血糖儀本身 (Lo et al., 2014; 邱書悅, 2013)。雖然現今許多公司設計部門已採使用者導向的評估方式，找出使用性問題並將結果回饋至產品再設計的過程，然而檢視過去 Rogers 等人 (2001) 與近年來的研究成果 (李俊賢, 2015; 邱書悅, 2013) 發現，在自我血糖監測設備仍然有許多設計不良之處，使用性問題依然存在，因此而設計者是否能針對已發現的使用性問題提出較佳的修正方式是值得探討的議題。

在人機互動過程中，使用者透過與產品的互動來理解產品的預設 (intended) 功能，當產品所呈現出的功能與訊息無法正確傳達出設計者的意圖時，使用者就很可能作出錯誤的判斷，進而誤解產品的操作方式 (Norman, 1990)。若設計者未充分考慮高齡者不斷退化的認知能力，可能造成高齡使用者難以預設的途徑理解產品使用方式 (Abdusselam & Cifter, 2010; van Horen, Jansen, Maes, & Noordma, 2001)。因此，可提升使用者與產品間直覺互動的承擔性 (affordance)¹，或許是對減少高齡者操作自我血糖監測設備錯誤的可行方式。根據相關研究，承擔性在設計應用方面包含物理的對應關係 (Gero & Kannengiesser, 2012; You & Chen, 2007) 與牽涉經驗文化 (Gaver, 1991; Krippendorff, 2006; McGrenere & Ho, 2000) 等不同面向。許多研究已將此法落實於數位相機、電子睡眠日誌、咖啡機、吸塵器等產品設計上 (Chen & Lee, 2008; 王思佳, 2008; 雷凱俞, 2009)。也有研究以承擔性方法探討高齡者操作使用血糖儀的問題，發現採血過程中的各項部件的設計特徵可能無法有效提供正確的訊息給使用者，如試片插入方向、採血筆筆蓋打開方式等，讓高齡者在自行操作時無法順利完成任務。同時指出血糖儀的部件及操作步驟對高齡者來說過於繁瑣，進行採血流程時主要在採血筆及試片這兩者的問題最多 (Lo, Wei, & Chuang, 2016; 邱書悅, 2013)。也就是說採血筆及試片介面特徵所呈現的承擔性超出使用者判讀能力，使用者無法感知產品預設功能，而發生操作錯誤。

理想的產品操作介面應是讓產品適合使用者，而非使用者適應產品。為了提升產品的被正確使用的機會，設計者必須了解使用者如何操作產品以達到使用者中心的目標 (Courage & Baxter, 2005; Galvao & Sato, 2005)。然而多數設計者並非真正的目標使用者，因此在產品設計的過程中，設計者無法清楚得知產品與使用者間互動過程中所建構的形態對使用者行為的影響 (游曉貞、陳國祥、邱上嘉, 2006)，造成面對使用性問題卻往往不確定該用何種策略修正產品以改善使用性問題。使用性 (usability) 具有讓使用者以最少的努力完成工作任務，達到互動滿意經驗的特性，是一種以使用者的角度進行思考的設計概念 (Nielsen, 1993)。使用性評估則可透過有效性、效率、滿意度等屬性協助設計者探討使用者操作產品時可能發生的使用性問題 (ISO9241-11, 1998)。承擔性概念則強調產品提供使用者執行特定任務的可能性，同時有助於設計師執行設計工作時確認產品特徵屬性 (Kannengiesser & Gero, 2012)。因此，結合使用者導向之使用性評估與設計專家導向之承擔性方法於產品分析與設計過程，應能找出產品使用性問題與產品承擔性間之因果關係、確認影響使用性的關鍵設計特徵，有助於減少設計變更改次數並縮短產品開

發週期。本研究之目的以試片為研究對象，探討 1.高齡者操作試片時面臨的使用性問題；2.設計專家以承擔性分析釐清造成使用性問題的原因；提出 3.結合使用性評估與承擔性分析方法於產品分析與設計之可行性。

二、文獻探討

2-1 血糖試片

目前對於糖尿病的分類，主要是依據美國糖尿病學會（American Diabetes Association, ADA, 2014）的分類標準，將糖尿病區分為四大類：

1. 第一型（type I diabetes）糖尿病：常好發於兒童或青少年。致病主因為胰臟的 β 細胞受到破壞，導致胰臟無法分泌胰島素，因而無法將血液內葡萄糖帶進器官細胞內代謝，造成血液內葡萄糖濃度過高，也被稱為「胰島素依賴型」糖尿病。
2. 第二型（type II diabetes）糖尿病：第二型糖尿病通常在四十歲之後診斷出來。主要因為胰島素阻抗或胰島素分泌量過低所造成，血液內胰島素無法有效地與細胞表面接受體結合，將血液內葡萄糖帶進細胞內，也被稱為「非胰島素依賴型」糖尿病。
3. 妊娠性糖尿病：此類患者主要是婦女懷孕前無糖尿病病史，但懷孕時體內對碳水化合物產生了耐受性不良，而發生高血糖現象。
4. 其他特有疾病引起之糖尿病：包括先天性 β 細胞基因缺陷、胰臟炎或藥品等都可能引起。

除了 10% 為第一型糖尿病與妊娠期糖尿病外，其餘 90% 左右為第二型糖尿病，其中 65 歲以上人口糖尿病的盛行率約為 20%（Welschen et al., 2005）。一般而言，患者仍以侵入式的方法進行自我血糖監測，大部分的血糖儀均設有簡單的按鍵，並以插入試片的方式開機（吳惠雯，2012；邱書悅，2013）。雖然國際上有許多研發中的非侵入式血糖監測技術但仍處於發展階段，美國食品及藥物管理局（FDA）尚未核准任何非侵入式血糖監測產品於美國上市（Makaram, Owens, & Aceros, 2014），因此侵入式的血糖儀仍是目前市場使用上的主流。在自我血糖監測過程中與試片相關的任務包括：校正試片號碼是否符合正確、打開試片罐取出試片、將試片插入血糖儀開機、利用試片在扎針部位採血（Rogers et al., 2001）。試片除了採集血液外，尚具備啟動血糖儀的功能。

在採集血液的過程中，若試片未正確插入血糖機會造成開機失敗而影響到後續的採血流程；也可能使試片無法繼續使用造成浪費。根據過去的研究發現，多數高齡者使用試片時面臨了無法正確插入血糖儀及無法正確採集血液等問題。大多沒有觀察到或是無法清楚辨識試片上的指引而直接插入血糖儀中。在採血時則發生誤認採血位置或弄壞、髒污試片感應面導致機器偵測不到血糖值等問題（吳惠雯，2012；邱書悅，2013）。這可能是因為高齡者視力退化，或是試片在表面設計上的符號、或文字無法明確表達操作指引所致。由此可知，試片在設計上應符合其經驗知識，以方便執行操作動作。藉由合理的對應性得知功能與操作提示，讓高齡者能夠輕易做出直覺反應並正確操作才是降低錯誤的正確方法。

2-2 使用性評估

使用性概念源自於人機互動領域的使用者中心設計（user centered design, UCD），是一種以使用者的角度進行思考的設計概念，可經由量測使用者與某樣產品互動經驗的品質得知，讓使用者以最少的努力

完成工作任務，避免在操作過程中遭遇錯誤或感到挫折，達到互動滿意經驗 (Nielsen, 1993)。Nielsen (1993) 認為使用性並非單一面向的使用者介面特性，而是由許多要素所構成，彼此互相關聯，應具有學習性 (learnability)、效率 (efficiency)、有效性 (effectiveness)、可記憶性 (memorability)、減低錯誤率 (low error)、滿意度 (satisfaction) 等六項特性。ISO9241-11 (1998) 將使用性定義為在使用者感到有效率且滿意的情況下，完成某項特定工作的一種特性，應具備有效性：使用者達成指定目標的正確度與完整度；效率：使用者在一定的正確度和完整度下達到指定目標所消耗的資源；滿意度：使用該項產品的舒適度及正面觀感程度等三屬性。在專業的醫療器材方面，為確保器材能夠安全使用降低人為操作錯誤，美國與歐盟將使用性評估與測試列為醫療器材上市前必要遵循的法規。如美國 FDA 所公布之應用於人因工程與可用性於醫療器材 (applying human factors and usability engineering to medical devices) 或是歐盟國家所遵循醫材可用性工程評估標準 IEC 62366 可用性工程應用於醫療器材 (application of usability engineering to medical devices) (Martin, Norris, Murphy, & Crowe, 2010) 皆遵循 ISO 9241-11 (1998) 使用性指引文件，因此本研究以 ISO 9241-11 之精神規劃後續研究方法之使用性評估內容。

使用性評估是一種觀察個人實際使用一個產品或服務並記錄使用者經驗的方法，透過調查來決定使用系統的成功與否 (Walbridge, 2000)。一般而言使用性評估可分為專家導向 (expert-oriented) 與使用者導向 (user-oriented) (Genuis, 2004)。專家導向的評估方法有使用紀錄 (logging) 分析、觀察法 (observation)、與啟發式評估 (heuristic evaluation) 等，但此法在其評估過程中缺乏使用者參與，容易造成最終評估結果與使用者實際使用情況不相符的情形。使用者導向的評估方法有放聲思考法 (thinking aloud)、問卷調查法 (questionnaires)、訪談法 (interviews)、焦點族群 (focus groups) 及績效量測 (performance measures) 等，此法則因在評估過程中有實際使用者參與，評估結果較貼近使用者實際感受，然而設計者無從得知使用性問題與產品特徵之間的關聯性。過去曾有許多研究針對血糖儀進行使用性的分析，如 Rogers 等人 (2001) 的研究透過任務分析、指引分析、使用性分析、與使用者自我報告等方法進行探討，結果指出血糖儀的介面設計普遍會引起使用者的操作錯誤，這些都是因為沒有考慮到產品使用性的結果。另外，吳惠雯 (2012) 從產品的使用性角度探討中高齡糖尿病患者對於產品操作的問題，研究發現使用操作流程中缺乏回饋性的訊息，應加強按鍵按壓力量與資訊回饋訊息。採血筆容易造成中高齡者使用時心理上的負擔，應讓使用者能夠不需要經過學習或思考便能使用。建議血糖儀的操作流程應更簡化，整合硬體設計可減少操作過程中反覆確認的動作。Lo 等人 (2014) 曾邀請高齡使用者對血糖儀進行採血任務，紀錄操作時間和操作錯誤次數，同時評估主觀滿意度。結果顯示導致操作錯誤的關鍵因素主要是在採血筆和試片而非血糖儀。根據過去相關研究可以發現，與自我血量測設備相關的使用性評估多採用問卷調查法、訪談法、焦點族群及績效量測等方法，本研究選擇以績效量測法配合問卷調查法及訪談法了解使用者的滿意度，以完整分析試片之使用性。

2-3 承擔性

承擔性 (affordance) 的概念最早由生態心理學家 Gibson (1979) 提出，描述生物與其所處環境自然直接的對應關係。在 Gibson 的觀點中，環境中的承擔性對行為者而言是一種對應關係，與行為者的生理特徵、行為能力有關，但是這些行為與本身的經驗及文化無關，不因為它是否被察覺，或是否被執行而有改變 (游曉貞等人, 2006)。許多研究從設計領域提出相關的看法，Gaver (1991) 提出的承擔性概念著重於物體所提供的有效知覺訊息以及使用者本身與物體屬性、狀態之間的關聯。當一個物件顯露出的承擔性與它設計的使用意圖相符，這個物件就會易於使用，但物件表現出來的承擔性與物件的設計不同，錯誤就會顯現出來。Norman (1990; 1988) 則以認知心理學為出發點提出可察覺的 (perceived) 承擔性：設計者應於設計過程中應特意突顯與預期的行為相關的產品屬性，讓使用者能易於察覺，甚至藉由設計

的手法導引使用者接受實際上並不存在的承擔性來達到特定的設計目的。使用者產生的操作行為一部分來自於物體本身給予的承擔性，另一部分來自於物體的自然侷限，也就是使用者觀察到的物件狀態自然的侷限了使用上可能的範圍。Krippendorff (1995) 歸納出四個對產品意義影響較大脈絡，包括：使用脈絡、社會語言學脈絡、創生脈絡，與生態脈絡，其中承擔性是影響物品在使用脈絡中的構面之一。同時建議設計者在概念發想時應從使用者的認知模式出發，考量動機與情境因素，探討在明確的期望下人們眼中與產品功能相關之操作行為。Hartson (2003) 指出承擔性提供使用者某些訊息，幫助使用者達成某些行為。藉由滿足不同產品需求的設計手法提出四種類型：功能的 (functional) 承擔性、物理的 (physical) 承擔性、認知的 (cognitive) 承擔性、感官的 (sensory) 承擔性，分別處理：提供產品功能所需的構造與機能、協助使用行為的產生、協助使用者推論出使用行為、協助使用者覺察訊息等設計議題。陳力豪、李傳房、何明泉 (2007) 則整合前述研究提出當使用者產生使用需求時則會產生使用意圖，根據使用意圖而去判斷產品的功能承擔性是否能夠承擔使用目的；若判斷可以滿足其需求則進而使用產品。過程中，使用者藉由產品部件的物理承擔性與慣例承擔性與產品互動，完成操作達到使用目的，如圖 1 所示。並將 Hartson (2003) 提出的四種承擔性分為直接知覺與認知取向兩個面向。其中，物理的與機能的承擔性屬於直接知覺，與使用者的行為能力、生理尺寸相關；而認知的與感官的承擔性則偏向認知取向，與使用者的知識經驗與生活背景相關。為了不與認知設計 (cognitive design) 有所混淆，因此將認知的 (cognitive) 承擔性改以慣例 (conventional) 承擔性表示。由此可知物理承擔性指的是產品的外觀特徵，如形狀、尺寸、色彩是否能提示使用者如何操作。慣例承擔性指的是產品功能的提示說明，使用者必須認知產品上的符號或文字資訊後才能了解操作方式與功能。

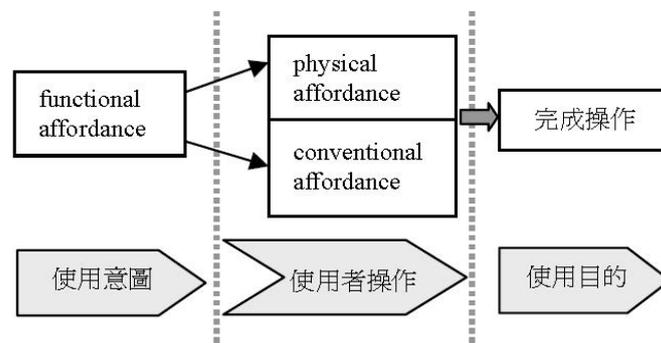


圖 1. 使用者操作的承擔性關聯架構 (陳力豪等人, 2007)

已有許多研究採用承擔性的觀念探討產品介面的設計。其中陳力豪等人 (2007) 以咖啡機為例探討不同承擔性面向在產品設計的應用，結果顯示在使用者實際操作的部件設計多考量物理承擔性，並且運用慣例承擔性指引其操作功能。以咖啡機的設計而言物理承擔性比慣例承擔性較為重要。王思佳 (2008) 探討數位相機所呈現的承擔性，結果發現物理承擔性所呈現產品造形、尺寸相關知覺訊息，較認知承擔性所呈現與文字、符號相關的知覺訊息來得多。並指出設計者在進行設計時，較關注的是產品的操作提示，對於產品功能呈現的設計較少。雷凱俞 (2009) 以電子睡眠日誌為例，認為產品功能的承擔性會隨著認知的承擔性、物理的承擔性與知覺的承擔性而傳達功能意涵；實體介面配置中，認知的承擔性可用來輔助使用者了解功能的意涵。最近邱書悅 (2013) 探討高齡者操作血糖儀的研究中提到：使用者採血流程所接觸到各部件的知覺訊息可能無法完全有效的提供正確訊息給使用者，如試片插入方向、採血筆筆蓋打開方式等任務，讓高齡者在初次使用及自行操作部件時無法順利進行。同時也指出現有血糖儀部件及操作步驟對高齡使用者來說過於繁瑣，操作血糖儀時主要以辨識採血筆及試片兩項部件的問題最多。Lo 等人 (2016) 則利用承擔性分析血糖儀各部件是否能提供有效的資訊給高齡者以進行操作，結果發現

這個族群的使用者由於認知能力降低，導致他們無法迅速、正確地操作各項採血過程需用到的部件。尤其發生在需要進行組裝任務的採血針、採血筆、試片等部件。但由於缺乏較好的訊息提示或無法理解訊息內容，以致高齡使用者常發生組裝失敗的情況。因此本研究參考過去曾針對血糖儀進行承擔性分析的研究後，認為陳力豪等人（2007）所提出之使用者操作的承擔性關聯架構，如圖 1 所示，較能涵蓋產品設計應用上大部份面向，也較適合做為本研究承擔性分析之依據，因此以此架構為基礎進行試片分析。

三、研究方法

本研究分兩階段進行，首先第一階段是試片使用性評估，邀請 10 位高齡者針對市佔率較高之 12 款試片進行使用性評估，以績效量測法、問卷調查法、與個別訪談法獲得相關結果；接著第二階段是承擔性分析，邀請三位具設計經驗的專家分析使用性較差之幾款試片，由物理與慣例承擔性探討其造成原因。

3-1 使用性評估

3-1-1 受試者

本階段邀請 10 位年齡在 65 歲以上（67~88 歲，平均 79.2 歲）高齡者參加使用性評估。教育程度方面，國中（含）以下 6 位、高中 3 位、大專以上 1 位。其中三位受試者曾進行白內障手術改善視力狀況，其中三位受試者必須配戴老花眼鏡或放大鏡才能執行本測試，其中有三位受試者曾使用過血糖儀。

3-1-2 血糖試片

一般而言，依血液偵測原理試片可分為比色法、光學式及電化學式。因為分析原理不同，採樣處的設計也不同，電化學式的試片透過電極條及其化學物質傳遞，採血處相對較小且多為尾端或側邊的虹吸設計，大部分的採樣處同時為血液觀測窗，可目測血液吸收程度，以是否填滿觀測窗判斷血液量是否足夠。試片設有檢核處（設有電極條）為插入血糖儀之處，另外必需設有採樣處（為採集使用者血液之用）。不同品牌所設計之試片採樣處略有差異，可分為尾端（檢核處的對向）、側邊及表面採血，如圖 2 所示。

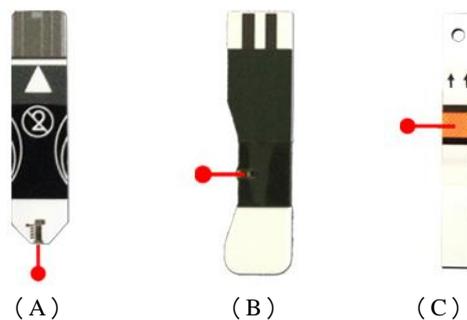


圖 2. 紅色圓點代表試片的採樣處：(A) 尾端、(B) 側邊、(C) 表面採樣（本研究整理）

就外形而言，試片多為長條狀，並以其短邊插入血糖儀，各品牌尺寸略有差異。某些品牌為了方便拿取強調尺寸加大的設計，在採血處亦有弧或不同切割邊的方式，如下頁圖 3 所示。各品牌設計的圖示與指引也不相同，檢核處在視覺上多為線條圖示。部分試片上印有公司標識或品牌名稱，其它具有指引的設計以不同形式箭頭及血液圖示做檢核處和採血處的輔助提示，如圖 4 所示。

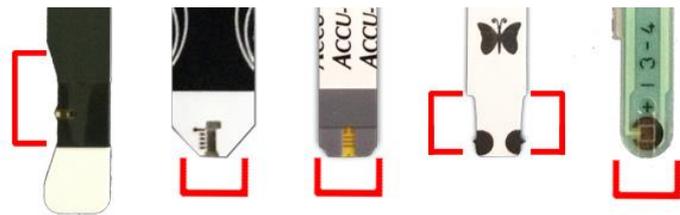


圖 3. 試片採樣處造形略有差異 (本研究整理)

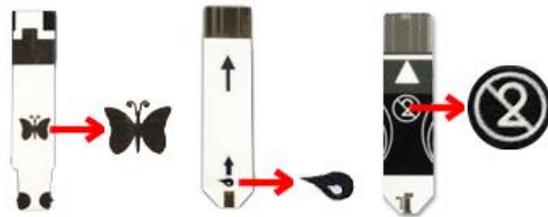


圖 4. 試片上符號或文字設計各不相同 (本研究整理)

本研究挑選市佔率較高之 12 款試片 (Espicom, 2012) 並分類於表 3 呈現，其中 A 類為尾端採血型、B 類為側邊採血型、C 類為表面採血型，如表 1 所示。

表 1. 本研究所採用之 12 款試片：(A) 尾端、(B) 側邊、(C) 表面採血 (底圖為 3cm x5cm 方格紙)

A01	A02	A03	A04	A05
B01	B02	B03	B04	B05
C01	C02			

3-1-3 使用性評估步驟

受試者在進行測試前有約 20 分鐘熟悉 12 款採血試片的使用方式，接著依本研究規劃之典型操作任務進行使用性評估。首先請受試者隨機抽出試片，辨識外形後再將試片插入模擬血糖儀，接著以指尖觸碰試片上的採血位置。使用性評估採用 ISO 9241-11 (1998) 使用性指引的三項指標，有效性方面以錯誤次數為主，定義為受試者以不正確位置插入血糖儀、或觸碰試片上不正確的採血位置即判定為錯誤。效率方面以操作時間為主，定義為自受試者開始執行任務至任務完成為止。滿意度則以問卷調查與個別訪談為主，請受測者對每款試片進行主觀評價，如圖 5 所示，項目包含：1. 插入血糖儀方向提示明確？2. 採血位置提示明確？3. 試片尺寸適合我使用？評量方式以李克特量表 (Likert scale) 7 尺度為評分尺度。主觀評價結束後進行個別訪談，請受測者依試片外形特徵、採血位置等作深入討論，如圖 6 所示。此外本研究認為學習性也就是可被迅速且有效學習的程度也是相當重要的參數 (Nielsen, 1993)，因此請同一批受試者於一周後再次進行相同的使用性評估，如發生的錯誤次數愈高則代表其學習性愈差。

3-2 承擔性分析

本階段本研究邀請三位具產品設計經驗專家參與承擔性分析。首先研究者向專家詳細說明功能性、物理性及慣例承擔性之意義。其中，功能承擔性是關於試片所能夠提供的主要功能，如：插入血糖儀功能、採血位置功能承擔性；物理承擔性是有關使用者直接操作的部分，以試片的外形特徵，包括造形、尺寸、材質為考量的重點；慣例承擔性是關於試片上的符號或文字資訊等所傳達出的操作提示 (陳力豪等人, 2007)。專家除了分析每款採血試片之承擔性外，特別針對第一階使用性不佳的幾款試片去追溯探討造成使用性問題跟設計相關的承擔性原因。

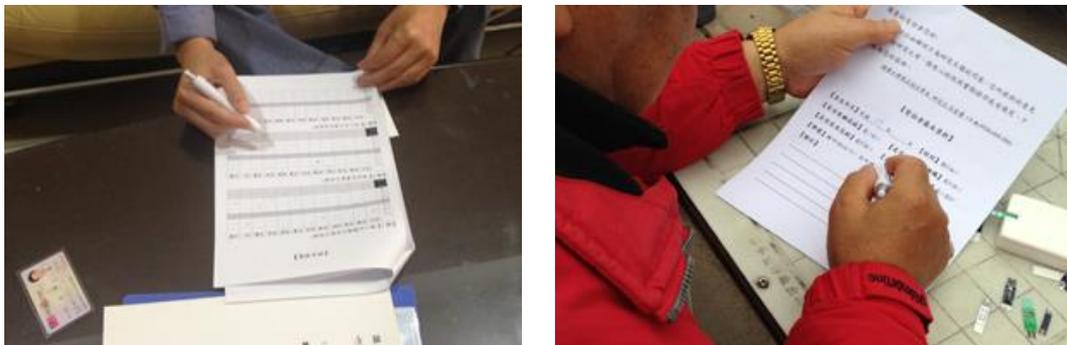


圖 5. 受試者填寫問卷



圖 6. 受試者訪談

四、結果

4-1 試片使用性評估結果

由於操作任務相當簡單，因此受試者皆可於 6 秒內完成各試片的操作任務。各試片操作錯誤次數與主觀評價分數分別如表 2 及 3 所示。以插入血糖儀錯誤次數最高的是 B03，接著是 A02、B02 號試片，錯誤次數均超過 4 次，顯示這幾款試片的以插入血糖儀有效性不佳。除了 B03 號試片一週後再測仍有 6 次錯誤，顯示其插入血糖儀學習性不佳，其餘試片皆降至 50% 以下。在指引採血位置方面有效性及學習性最佳的是 C01 試片，其餘試片皆不佳。錯誤次數最高的是 A01、A03、B02、C02 號試片，分別都有 9 位受試者操作錯誤，A02、A05、B01、B03、B05 號試片也有 8 位受試者操作錯誤，顯示多數試片的指引採血位置有效性不佳。一周後再測，除 C01 號試片外，其餘試片仍有 7 次以上錯誤次數，試片 A04、A05、B01、B03、B04 等甚至出現較前次測試更高的錯誤次數，顯示這幾款試片的指引採血位置學習性不佳。

主觀評價方面（以一周後再測為主），問項 1：插入血糖儀方向提示明確？以 B05 號試片的分數最高、C02 號試片最低，其中 A02、B02、B03、C02 號試片低於 4 分（表示不滿意）。問項 2：採血位置提示明確？以 C01 號試片的分數最高、A03 號試片最低，其中除了 B05、C01 號試片外，其他均低於 4 分。問題 3. 試片尺寸適合我使用？以 B01、B03 號試片的分數最高、C02 號試片最低，其中 A03、A04、A05、B04、C02 號試片低於 4 分。

表 2. 試片使用性評估之操作錯誤（/一周後再測）結果

	A01	A02	A03	A04	A05	B01	B02	B03	B04	B05	C01	C02
插入方向錯誤	0/0	4/3	0/0	1/0	0/0	1/0	4/3	8/6	1/0	1/0	0/0	3/3
採血位置錯誤	9/8	8/8	9/8	7/9	8/9	8/9	9/8	8/9	5/8	8/7	0/0	9/7

（單位：次）

表 3. 試片使用性評估之主觀評價（/一周後再測）結果

	A01	A02	A03	A04	A05	B01	B02	B03	B04	B05	C01	C02
插入血糖儀方向提示明確	5.9/6.0	2.9/2.9	4.4/4.3	4.0/4.1	3.9/4.0	5.2/5.5	4.0/3.9	2.0/2.3	3.7/4.0	6.4/6.7a	4.6/4.4	2.2/2.2b
採血位置提示明確	2.7/2.9	2.2/2.3	2.8/3.5	2.2/2.2	2.1/2.1	2.2/2.3	2.2/2.9	2.0/1.8b	2.1/2.5	5.7/5.6	6.3/5.8a	1.8/2.0
試片尺寸適合我使用	6.5/5.3	4.0/4.0	3.9/3.9	3.8/3.9	2.4/2.5	6.5/6.2a	6.5/6.0	6.5/6.2a	3.8/3.8	4.9/5.0	5.1/5.2	1.8/2.1b

（單位：分。 ^a表最高分，^b表最低分，底線表分數低於 4 分）

深度訪談方面，本研究發現受試者一開始拿出試片時常不經思索地隨手插入血糖儀，發生錯誤後經研究人員提醒才會認真觀察與思考。在操作的過程中，受試者表示會以明顯的箭頭或電極條為判斷試片插入方向的依據，同時會先將注意力放在試片中間而非尾端，若試片上有其它多餘資訊，如 A01 和 A02 號，會讓受試者無法留意尾端預設採血處，並將試片上的資訊誤認為採血處。在 A02 與 B04 號試片的操作過程中，分別有 5 與 3 位受試者認為此款試片電極條指引不夠明確，B04 號試片是以蝴蝶飛行方向來確定插入方向。再者本研究受試者視力皆不佳，表示看不清楚試片上細小又複雜的符號，尤其在辨別透明材質的試片，如 B01 和 C02 號時會發生正背面混淆的狀況。受試者均表示試片的尺寸太小，有少數受試者發生掉落不易拾起的情形。

4-2 承擔性分析結果

設計專家以承擔性針對試片進行分析，如下頁表 4 所示，以插入血糖儀的功能而言，與此功能相關的物理承擔性為利用外觀上的差異指引使用者正確的試片插入方向，其中除了 A04、A05、C01 號試片外，其餘試片的檢核端與採樣端外形明顯不同。除了 B03 號以試片長邊插入血糖儀外，其餘皆是以短邊插入。與此功能相關的慣例承擔性包含指引插入方向符號與檢核端電極條，除了 A04、B01、B02、B04、C02 號試片外，其餘試片皆有箭頭或三角形指引插入血糖儀的正確方向。除了 B03、B04、C01 號試片外，其餘試片皆有電極條可指引使用者插入血糖儀。以指引採血位置的功能而言，A01、A02、A03、A04、A05 號是在採樣端採血，B01、B02、B03、B04 號是在試片中間單側採血，B05 號是在試片中間兩側採血，僅有 03 號試片在檢核端對側（非採樣端）採血。與這項功能相關的物理承擔性為採血處外觀，所有試片的採血處與試片外形均有造形或色彩上的不同。與這項功能有關的慣例承擔性為提示符號，除了 A03、B02 試片上分別有血滴與箭頭符號提示外，其餘試片均無慣例承擔性方面的提示。值得一提的是 A01、A02、A04、B02、B04、C02 號試片上有與此功能無關的，如限單次使用，或品牌英文字或標示等符號。

接著針對使用性表現較差的試片進行承擔性分析。首先分析有效性與學習性皆不佳的 B03 號試片，此試片以長邊插入血糖儀，從物理承擔性來看違反了方向性原則，因此造成相當高比例（8/10）的受試者操作錯誤。A02、B02 從慣例承擔性來看，A02 號試片雖有提供箭頭及電極條指引插入方向，但因 V 形箭頭與品牌英文字太靠近，使用者無法發現箭頭指引，加上電極條色彩採金屬顏色較不易與背景分離、及特殊的造形提供了不良的慣例承擔性而讓受試者產生懷疑，可能是造成使用者的操作錯誤的主因。B02 號試片雖有提供電極條指引插入方向，但採血處箭頭提供了不良的慣例承擔性而影響受試者誤以試片長邊插入血糖儀。在指引採血位置功能方面，A05、B01、B05 等試片的試片與採血處色彩對比不夠強烈造成物理承擔性不足；A03 的血滴符號太小、B02 的箭頭符號太小造成慣例承擔性不足；A01、A02、A04、B02、B04、C02 提供慣例承擔性，如符號或文字，卻因面積太小導致受試者看不清楚而發生採血錯誤。

表 4. 試片之不良物理與慣例承擔性分析

		A01	A02	A03	A04	A05	B01	B02	B03	B04	B05	C01	C02
插入血糖儀	使用性	有效性	差				差		差				差
		學習性	差				差		差				差
		滿意度	差				差		差				差
	承擔性	PA不足							有				
		CA不足	有										有
		符號誤導							採血處 箭頭				
採血位置	使用性	有效性	差	差	差	差	差	差	差	差	差	差	差
		學習性	差	差	差	差	差	差	差	差	差	差	差
		滿意度	差	差	差	差	差	差	差	差	差	差	差
	承擔性	PA不足					有		有		有		有
		CA不足			有				有				有
		符號誤導	限單次 使用	品牌英 文字	品牌英 文字				太極圖 示		蝴蝶圖 示		+號與 數字

(PA：物理承擔性；CA 慣例承擔性)

五、討論

本研究發現大多數受試者並不會仔細觀察試片就直接放入血糖機中，且若經研究者未提示多數人不會察覺血糖試紙放入方向錯誤，此項結果與過去研究一致（李俊賢，2015；邱書悅，2013），顯示一般使用者對愈簡單的操作步驟愈不留意產品操作說明，多憑個人直覺與產品互動，可能會因此造成較高操作錯誤的機會，因此本研究認為愈簡單的操作行為，除了分析產品使用性之外，更應探討造成問題背後的承擔性問題。

5-1 使用性評估

過去研究曾針對血糖儀的使用性進行探討（FDA, 2011；Lo et al., 2014；Rogers et al., 2001；吳惠雯，2012），僅少關注於試片方面的研究（李俊賢，2015；邱書悅，2013）。本研究請高齡受試者操作試片插入血糖儀及採血任務，獲得以下幾項主要的使用性問題：1. 看不清楚試片上的圖示或文字、2. 無法正確將試片插入血糖儀、3. 無法找到正確採血位置。其中，看不清楚試片上的圖示或英文字的原因主要來自於受試者因視覺退化導致看不清面積較小的指引圖示，如 A03 號試片的血滴符號雖提供採血處的指引，但所有受試者皆表示此圖示為一黑點並導致誤判此黑點為採血位置（正確位置應是在此點下方）。經研究者提示後，受試者仍表示無法將其聯想成血滴圖案。除了因為符號過小看不清楚外，與箭頭太接近無法

區分也是造成錯誤的原因之一。從提高產品使用性的觀點，本研究建議試片應加大尺寸，讓高齡者能看清楚試片上的圖示或文字。

5-2 承擔性分析

無法正確插入血糖儀的使用性問題以 B03 試片最為嚴重，有高達 80% 的錯誤率，接著是 A02、B02 號試片。透過物理承擔性分析可知，本研究所測試的試片均為長條形，這個外形特徵本身即具有方向性，可有效指引使用者以短邊插入血糖儀。過去研究也指出使用者過去經驗知識為使用者與產品介面直覺互動重要的因素，使用者藉由熟悉的經驗知識得以下意識、快速操作產品 (Blackler & Hurtienne, 2007; Blackler, Popovic, & Mahar, 2010)。但 B03 號試片設計以長邊插入血糖儀，明顯不符合使用者經驗，可能是導致此試片使用性最差的主要原因。再者由慣例承擔性進行分析，B03 試片左側雖有一白色三角形，但因面積太小且與右側符號位置過於接近而融合在一起，導致受試者不易知覺。A02 與 B02 試片分別提供兩個 V 形符號與兩個黑色箭頭指引插入血糖儀方向，但 A02 上的 V 形符號不夠明顯受試者不易知覺；B02 試片上的黑色箭頭實為指示採血位置而非插入血糖儀方向。慣例承擔性不足以讓使用者知覺，可能也是造成無法正確將試片插入血糖儀使用性問題的原因之一。此外本研究發現電極具有慣例承擔性的功能，可用於指引試片插入血糖儀，理由是電極條具線性走向且有可傳輸資料的意像，因此可與受試者個人生活經驗的做聯想 (陳力豪等人, 2007) 進而判斷電極條代表檢核端。如 B01 號試片以清楚的電極條得到僅次於具有方向符號提示 B05 和 A01 號試片的滿意度，可見得在沒有箭頭符號的指示情況下，受試者也能因了解電極條的意思而成功達成插入血糖儀的任務。雖然邱書悅 (2013) 的研究指出試片上的電極線多以數條平行黑色直線條的方式呈現，這樣的圖示表現並不具方向指引性，會讓受試者產生疑惑。本研究推測原因可能是前述研究僅針對三款試片進行研究，結果較不具代表性。以插入血糖儀使用性較差之 B03、A02、B02、C02 號試片而言，除了 B03 號試片外其餘試片皆有電極條設計，然而 A02、C02 的電極條呈金屬顏色不易辨識，C02 試片尺寸偏小又將電極條印刷在透明材質上，受試者更難以知覺。

無法指引採血位置的使用性問題中，除了 C01 號試片外其餘試片的使用性皆不佳。從物理承擔性分析，C01 號試片中的採血位置採高彩度的橘色，對高齡受試者有較佳的視覺指引效果。其餘試片則將採血處設在試片側邊或尾端，試片側面裁切 (如 B01 號試片的不對稱裁切) 及尾端突出 (A01 與 A03 號試片) 特徵無法充分有助於確認採血位置。B05 號試片的採血處內凹不明顯、B04 號試片的採血處外形較狹窄具插入方向指引性但無指引採血效果，需配合黑點提示才能意識到是採血處。從慣例承擔性角度分析，A03、B02、C02 皆設提供慣例承擔性指引採血位置。而 A03 號試片的血滴符號雖具有指引採血處的慣例承擔性，但所有受試者皆表示無法知覺到。除了因為符號過小看不清楚外，與箭頭太接近無法區分也是造成錯誤的原因之一。B02 號試片雖以箭頭指引採血位置，但受試者無法清楚了解箭頭所指引的位置具有採血功能，反而將其認為是插入血糖儀的方向指示，太極符號更混淆受試者。C02 則在採血處設有內含方形的向左開口 C 形符號，受試者完全無法了解其意涵。本研究認為指引採血位置為設計者指派的產品預設功能，通常需要藉由符號或文字傳達給使用者，不容易以產品外形特徵呈現出來，必需考量在約定俗成的規範下，使用者是否能夠對於產品上的符號或文字等設計元素，做出快速且接近直覺的判讀 (Krippendorff, 2006)。部份試片上出現英文，如 A02 及 A04 號試片，在本研究的受試者中有六位的教育程度在國中 (含) 以下，可能因英文程度不佳無法辨識英文的意義而誤以為是採血位置。另外，A01 號試片限單次使用的圖示及 09 號試片上出現的蝴蝶圖示可能傳達錯誤或混淆的資訊給高齡的受試者，因而誤導採血位置。

5-3 結合使用性評估與承擔性分析之優點

現今許多公司設計部門採用使用性評估獲取使用者經驗，並將結果回饋到設計流程。此法已經是相當成熟的使用者導向的評估方式，因此找對正確的目標使用者進行評估是以使用者為中心設計相當重要的第一步，當成功找出使用性問題後，設計者面臨的是如何進行後續修正。因產業差異，許多設計者並非就是真正的目標使用者，如本研究所探討之血糖儀，設計者不一定是高齡者，可能沒有生理方面，如視覺與觸覺退化及認知方面，如記憶、抽象思維或判斷能力退化的現象，可能無法體會高齡者操作試片時所面臨的使用性問題。若僅由設計者針對試片發掘承擔性問題時，可能僅能發現部份問題而難挖掘真正的使用性問題，因此本研究必需先透過高齡者進行使用性評估後方可進行後續承擔性分析。

若設計者未具備有承擔性分析與設計能力，面對使用性評估結果無法清楚得知產品的造形元素對使用者行為的影響（游曉貞等人，2006），後續進行產品再設計時，可能無法由現有產品分析使用性問題提出正確的解決方式，只能從不斷的測試與修改過程中找到解決方案；或是可能會不經意地忽略產品的物理承擔性，傾向以慣例承擔性提示使用者（陳力豪等人，2007），如此可能會造成使用者無法直覺操作產品的困擾。舉例來說，針對使用性問題不佳的 B03 號試片，缺乏經驗或未考量承擔性的設計者可能仍保留違反方向性原則的長邊插入血糖儀的設計，選擇採取加大箭頭圖示的策略來指引使用者插入血糖儀的任務，卻不知造成此試片使用性較差的原因可能來自於物理而非慣例承擔性。因而修正設計後仍然無法提高使用者滿意度。

不同於過去研究僅針對產品的承擔性作全面性的分析（Chen & Lee, 2008；王思佳，2008；陳力豪等人，2007），本研究的設計專家除了對產品本身作承擔性分析外，更針對所發現使用性問題以承擔性進行探討。本研究聚焦在操作血糖儀最常發生問題的試片，提出先請目標使用者發掘使用性問題，再由設計專家以承擔性探討問題的原因，並可提供設計者進行後續修正之依據。藉由此法，面對無法正確插入血糖儀的使用性問題，由物理承擔性可採注重於使用者身體部位接觸產品，同時遵循短邊插入、加大檢核端與採樣端尺寸差異的修正策略；由慣例承擔性提出使用具確定性，不易產生懷疑且明顯清晰的箭頭指引方向，可用於指引試片插入方向。此外電極條為試片必要之設計，設計者若能善加利用受試者群體共同約定俗成下所產生的共識，亦可充分作為呈現承擔性的元素。關於無法正確指引採血位置，本研究認為應著重於傳達產品預設功能給使用者，通常需要符號文字傳達給使用者，因此以慣例承擔性較為重要。除了避免使用無關的符號或文字外，應加大試片尺寸，讓本研究視覺退化的受試者更容易知覺試片所提供的慣例承擔性，如此或許可改善試片使用性問題。

5-4 研究限制

本研究僅以血糖儀中相對簡單的試片為探討對象，目的在驗證結合使用性評估與承擔性分析設計方法的可行性，強調先請使用者找出使用性問題，再由設計專家探討使用性問題所連結的承擔性問題，最後以承擔性設計的角度提出可行的修正方向。因研究資源有限，本研究之使用性評估僅以十位六十五歲以上高齡者做為受試對象，且未針對經常使用血糖儀之高齡者進行探討，若可增加受試者人數並加入經常性使用者，應能更了解產品使用性問題。此外，在發現使用性問題後，設計者用來改善產品使用性以提升滿意度的方法很多，如產品語意法、感性工學法、通用設計法...等，本研究提出承擔性分析可協助設計者進行後續修正的設計方法雖然可行，然並無對照組來驗證本法較其他方法有效，此乃本研究之限制。最後，雖然本研究所提出之方法初步獲得正面的結果，但是否能推論至較為複雜的產品或系統，或應用於不同產業別的產品設計是一個值得後續探討的議題。

六、結論

血糖試片是糖尿病患者自我血糖量測流程必須要用到的重要醫療器材之一，若量測時發生錯誤容易造成誤判血糖值的風險。本研究以糖尿病患者例行血糖量測時所必需使用的試片為探討對象，提出先請目標使用者操作找出使用性問題，再由設計專家探討問題所連結的承擔性問題，找出問題發生的脈絡，最後提出承擔性設計修正策略。結論如下：

1. 高齡者操作血糖試片時主要受視覺機能退化的影響，無法清楚辨識試片上的符號，加上個人英文程度的差異影響英文字的解讀，是造成試片使用性不佳的主要原因。此外，四款試片在插入血糖儀；及大部分試片在找到採血位置方面有使用性的問題。
2. 設計專家進行分析後認為物理承擔性與慣例承擔性均有助於受試者操作試片完成任務，其中物理承擔性對插入試片功能較具影響力。雖然市售試片設計者企圖以慣例承擔性的方式指引使用者完成找到正確採血位置，但受限於過小的試片尺寸，讓相關符號無法發揮功用。再者，多餘或不符合使用者經驗知識的符號與文字反而成為混淆使用者的主因。
3. 本研究所提出先請目標使用者找出使用性問題，再請設計專家探討使用性問題所連結的承擔性問題的兩階段方法於血糖試片上確實可行。除了能有效挖掘產品使用性方面的問題外，同時也能提供後續設計者正確運用物理承擔性（造形）與慣例承擔性（符號或文字）指引產品操作功能。

產品設計的發展朝向以人為中心的設計，除了賦予產品一個富有美感的造形外，更重要是減少人與產品之間使用上的隔閡，讓使用者可以更直覺迅速地達成目標。本研究提出結合使用性評估與承擔性分析的方法可幫助設計者更清楚了解造成使用性問題的原因，進而提出更為人性化產品設計。惟現階段僅以高齡者與居家醫療器材為研究主題，建議未來可延續本研究之成果設計具承擔性概念之試片同時驗證其是否具較佳之使用性。

誌謝

本研究承科技部專題研究計畫經費補助（MOST 103-2410-H-130-050），呂若農小姐以及參與研究之高齡者的協助，特此致謝。

註釋

¹Affordance 一詞並無統一的中文翻譯，現有「預設用途」、「情境支持」、「指示特性」、「承擔性」、「符擔性」、「提示」、「供給」等不同之譯法（游曉貞、陳國祥、邱上嘉，2006）。本研究採用承擔性一詞為中文翻譯。

參考文獻

1. Abdusselam, S., & Cifter, H. D. (2010). A Comparison of younger people, older people and people with cognitive disabilities. *Lecture Notes in Computer Science*, 6105, 410-425.
2. American Diabetes Association. (ADA). (2014). Standards of medical care in diabetes-2014. *Diabetes Care*,

- 37(1), 14-62.
3. Blacker, A., & Hurtienne, J. (2007). Towards a unified view of intuitive interaction: Definitions, models and tools across the world. *MMI Interaktiv*, 1(13), 37-55.
 4. Blackler, A., Popovic, V., & Mahar, D. (2010). Investigating users' intuitive interaction with complex artefacts. *Applied Ergonomics*, 41(1), 72-92.
 5. Chan, J. C., Malik, V., Jia, W., Kadowaki, T., Yajnik, C. S., Yoon, K. H., & Hu, F. B. (2009). Diabetes in Asia: Epidemiology, risk factors, and pathophysiology. *The Journal of the American Medical Association*, 301(20), 2129-2140.
 6. Chang, T. J., Jiang, Y. D., Chang, C. H., Chung, C. H., Yu, N. C., & Chuang, L. M. (2012). Accountability, utilization and providers for diabetes management in Taiwan, 2000-2009: An analysis of the National Health Insurance database. *Journal of the Formosan Medical Association*, 111(11), 605-616.
 7. Chen, L. H., & Lee, C. F. (2008). Perceptual information for user-product interaction: Using vacuum cleaner as example. *International Journal of Design*, 2(1), 45-53.
 8. Courage, C., & Baxter, K. (2005). *Understanding your users: A practical guide to user requirements methods, tools, and techniques*. Boston, MA: Morgan Kaufmann.
 9. Dickinson, A., & Hill, R. L. (2007). Keeping in touch: Talking to older people about computers and communication. *Educational Gerontology*, 33(8), 613-630.
 10. Espicom. (2012). Diabetes landscape market, technology and intellectual property. Retrieved from <http://www.techinsights.com/Default.aspx>.
 11. Food and Drug Administration. (FDA). (2011). Abbott glucose test strips: Recall - false low blood glucose results, Retrieved from <http://www.fda.gov/Safety/MedWatch/SafetyInformation/SafetyAlertsforHumanMedi>
 12. Francescato, M. P., Geat, M., Stel, G., & Cauci, S. (2012). Accuracy of a portable glucose meter and of a Continuous Glucose Monitoring device used at home by patients with type 1 diabetes. *Clin Chim Acta*, 413(1-2), 312-318.
 13. Galvao, A. B., & Sato, K. (2005, September). Affordance in product architecture: Linking technical functions and users' tasks. In *Proceedings of the ASME 2005 International Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference* (pp. 143-153), Long Beach, USA.
 14. Gaver, W. (1991, April). Technology affordances. In *Proceedings of the ACM-SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 79-84). New York, NY: ACM.
 15. Genuis, S. K. (2004). Web site usability testing: A critical tool for libraries. *Feliciter*, 50(4), 161-164.
 16. Gero, J. S., & Kannengiesser, U. (2012). Representational affordances in design, with examples from analogy making and optimization. *Research in Engineering Design*, 23(3), 235-249.
 17. Gibson, J. J. (1979). *The ecological approach to visual perception*. Boston, MA: Houghton Mifflin.
 18. Hartson, H. R. (2003). Cognitive, physical, and perceptual affordances in interaction design. *Behaviour and Information Technology*, 22(5), 315-338.
 19. Henriksen, K., Battles, J. B., Marks, E. S., & Lewin, D. I. (2005). *Advances in patient safety: From research to implementation. Vol. 2, Concepts and methodology*. AHRQ Publication, MD: Agency for Healthcare Research and Quality.
 20. International Diabetes Federation. (IDF). (2011). *IDF diabetes atlas (7th ed)*. Retrieved from

- <http://www.diabetesatlas.org/>.
21. International Organization for Standardization (ISO) 9241-11. (1998). *Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDT) s-Part II Guidance on Usability*.
 22. Kannengiesser, U., & Gero, J. S. (2012). A process framework of affordance in design. *Design Issues*, 28(1), 50-62.
 23. Krippendorff, K. (1995). On the essential contexts of artifacts or on the propositions that “Design is making sense (of Things)”. *Design Issues*, 4(2), 9-39.
 24. Krippendorff, K. (2006). *The semantic turn-a new foundation for design*. New York, NY: Taylor & Francis.
 25. Krouwer, J. S., & Cembrowski, G. S. (2010). A review of standards and statistics used to describe blood glucose monitor performance. *Journal of Diabetes Science and Technology*, 4(1), 75-83.
 26. Lo, H. C., Tsai, C. L., Lin, K. P., Chuang, C. C., & Chang, W. T. (2014). Usability evaluation of home-use glucose meters for senior users. *Communications in Computer and Information Science*, 435, 424-429.
 27. Lo, H. C., Wei, W. L., & Chuang, C. C. (2016). Perceptual information of home-use glucose meters for the elderly. *Lecture Notes in Computer Science*, 9739, 395-402.
 28. Makaram, P., Owens D., & Aceros, J. (2014). Trends in nanomaterial-based non-invasive diabetes sensing technologies. *Diagnostics*, 4(2), 27-46.
 29. Martin, J., Norris, B., Murphy, E., & Crowe, J. (2010). *Design for patient safety: User testing in the development of medical devices*. London: National Patient Safety Agency.
 30. McConnell, E. A., Cattonar, M., & Manning, J. (1996). Australian registered nurse medical device education: A comparison of simple vs. complex devices. *Journal of Advanced Nursing*, 23(2), 322-328.
 31. McGrenere, J., & Ho, W. (2000). Affordance: Clarifying and evolving a concept. In *Proceedings of the Graphics Interface 2000* (pp. 179-186). Montreal: Lawrence Erlbaum Association Press.
 32. Nielsen, J. (1993). *Usability engineering*. San Francisco, CA: Morgan Kaufmann.
 33. Norman, D. A. (1988). *The design of everyday things*. New York, NY: Basic Books.
 34. Norman, D. A. (1990). *The design of everyday things*. New York, NY: Basic Books.
 35. Rogers, W. A., Mykityshyn, A. L., Campbell, R. H., & Fisk, A. D. (2001). Only 3 easy steps? User-centered analysis of a “simple” medical device. *Ergonomics in Design*, 9, 6-14.
 36. Thomas, L. E., Kane, M. P., Bakst, G., Busch, R. S., Hamilton, R. A., & Abelseth, J. M. (2008). A glucose meter accuracy and precision comparison: The freestyle flash versus the accu-chek advantage, accu-chek compact plus, ascensia contour, and the BD logic. *Diabetes Technology & Therapeutics*, 10(2), 102-110.
 37. Tonyushkina, K., Nichols, J. H. (2009). Glucose meters: A review of technical challenges to obtaining accurate results. *Journal of Diabetes Science and Technology*, 3(4), 971-980.
 38. van Horen, F. M., Jansen, C., Maes, A., & Noordma, L. G. M. (2001). Manuals for the elderly: Which information cannot be missed? *Journal of Technical Writing and Communication*, 31(4), 415-431.
 39. Walbridge, S. (2000). Usability testing and libraries: The WSU experience. *The Washington Library Association Journal*, 16(3), 23-24.
 40. Welschen, L. M., Bloemendal, E., Nijpels, G., Dekker, J. M., Heine, R. J., Stalman, W. A., & Bouter, L. M. (2005). Self-monitoring of blood glucose in patients with type 2 diabetes who are not using insulin: A systematic review. *Diabetes Care*, 28(6), 1510-1517.
 41. You, H., & Chen, K. (2007). Application of affordance and semantics in product design. *Design Studies*,

- 28(3), 22-38.
42. 王思佳 (2008)。探討產品的 Affordances-以數位相機為例 (未出版之碩士論文)。國立雲林科技大學，雲林縣。
- Kiong, S. G. (2008). *Affordances of product: Using digital cameras as example* (Unpublished master's thesis). National Yunlin University of Science and Technology, Yunlin, Taiwan. [in Chinese, semantic translation]
43. 吳惠雯 (2012)。中高齡者血糖機使用性評估 (未出版之碩士論文)。國立台北科技大學，台北市。
- Wu, H. W. (2012). *An usability evaluation of glucose meter on the middle age users* (Unpublished master's thesis). National Taipei University of Technology, Taipei, Taiwan. [in Chinese, semantic translation]
44. 李俊賢 (2015)。醫療器材可用性評估模式之研究 (未出版之碩士論文)。國立清華大學，新竹市。
- Lee, J. (2015). *A study on usability evaluation model for medical devices* (Unpublished master's thesis). National Tsing Hua University, Hsinchu, Taiwan. [in Chinese, semantic translation]
45. 李傳房 (2006)。高齡使用者產品設計之探討。設計學報，11 (3)，65-79。
- Lee, C. F. (2006). Approaches to product design for the elderly. *Journal of Design*, 11(3), 65-79. [in Chinese, semantic translation]
46. 邱書悅 (2013)。高齡者操作居家血糖機之可用性評估 (未出版之碩士論文)。銘傳大學，桃園市。
- Chiu, S. Y. (2013). *The usability evaluation of home use blood glucose meter for the elderly* (Unpublished master's thesis). Ming Chuan University, Taoyuan City, Taiwan. [in Chinese, semantic translation]
47. 陳力豪、李傳房、何明泉 (2007)。探討 affordance 概念在產品設計之應用。科技學刊，16 (2)，143-151。
- Chen, L. H., Lee, C. F., & Ho, M. C. (2007). Application of affordance concept on product design. *Journal of Science and Technology*, 16(2), 143-151. [in Chinese, semantic translation]
48. 游曉貞、陳國祥、邱上嘉 (2006)。直接知覺論在產品設計應用之審視。設計學報，11 (3)，13-27。
- You, H. C., Chen K. H., & Chiou, S. C. (2006). Ecological approach to product design: A literature review on affordance in design. *Journal of Design*, 11(3), 13-27. [in Chinese, semantic translation]
49. 雷凱俞 (2009)。運用預示性於電子睡眠日誌之設計與使用性測試 (未出版之碩士論文)。國立臺灣科技大學，台北市。
- Lei, K. Y. (2009). *Design and usability test of electronic sleep diary using an affordance approach* (Unpublished master's thesis). National Taiwan University of Technology, Taipei, Taiwan. [in Chinese, semantic translation]

Combining Usability Evaluation and Affordance Analysis on the Blood Glucose Test Strip

Hsin-Chang Lo

Department of Product Design, Ming Chuan University
lohc@mail.mcu.edu.tw

Abstract

Blood glucose test strips are one of the most important components of self-health management for diabetes patients. However, the commercial blood glucose meters still have many design deficiencies in that it is easy to operate the test strips in an intuitive way without thinking and may cause operational errors. Therefore, this study proposed a sequential method to investigate the design of its interface: exploring the usability problems of portable blood glucose meters first, followed by affordance analysis to identify the reason of errors. In part 1, we invited 10 elders to evaluate the usability of 12 portable blood glucose meters which are listed on the top of current market share. Then, in part 2, 3 design experts conducted affordance analysis on the inadequate usability items which had been found in phase 1. Usability evaluation showed that the leading causes of poor usability in elders are the subjects' physiological degradation and individual English reading ability related to the interpretation of information of test strips. Affordance analysis disclosed that both physical affordance (product form) and conventional affordance (text and icon) would be helpful for subjects to complete the task, but the former is more effective on the action of insertion strips. Limited by the small size of strips, it was difficult to apply conventional affordance on guiding user the precise site to sample blood. In conclusion, combined usability evaluation and affordance analysis is an effective method to find out the elders' potential problems in using portable blood glucose meters. Furthermore, by applying physical and conventional affordance analysis, researchers could provide designers the basis for subsequent improvement.

Keywords: Usability Test, Affordance, Blood Glucose Test Strip.