



實務應用

木釘插板遊戲式上肢動作協調訓練系統功能評估

*劉冠佑 吳錫修
南開科技大學 電子工程系

摘要

木釘插板(peg board)是復健機構非常普遍的上肢復健輔具，具有訓練患者患側上肢的動作協調能力、手指的精細動作、手眼協調能力、知覺認知功能等功能，適用的對象有腦中風、脊髓損傷、帕金森氏症等病患。本研究針對一個木釘插板遊戲式上肢動作協調訓練系統進行功能與發展性評估，經由中山醫學大學附設醫院 20 位治療師提供其在臨床使用上的實務經驗，彙整其對系統的主要建議如下：(1)可訓練項目除原先設計的上肢動作協調訓練功能外，也可用於視知覺與認知等方面的臨床訓練；(2)透過加入相關活動的設計，可以讓此系統更符合治療師臨床使用之需求；(3)透過加入不同難易度的活動設計調整機制，可以讓復健者更專注於訓練活動而不中輟；(4)透過加入相關活動及其難易度調整機制的設計，可以讓此系統適用更多不同復健需求對象；(5)為搭配上功能之實現，系統軟硬體設計應考量更具彈性與臨床使用方便性。上述對系統在臨床使用上與系統硬軟體改善所提出的具體建議，可以作為本系統後續研究及發展之參考，以提升本系統的臨床實用性。

關鍵詞：木釘插板、手眼協調、視知覺功能、認知功能、復健輔具

1. 緒論

上肢的動作復健對於臨床中風病人的生活獨立性而言非常重要，臨床職能治療在訓練上肢動作復健常用許多不同的設備與儀器，如錐形杯與圓柱插板等。協調是指許多肌肉依序或同時活動產生精確、控制、平順的動作模式，並且透過本體感覺回饋自動監控反應。協調的動作特性有平順、節律、適當速度、精煉(所需的肌肉群最小)，以及適當的肌肉張力、姿勢張力及平衡(Preston, 2006)。臨床上，職能治療師設計活動讓患者在不斷的練習過程中動作再學習，除此之外，在上肢動作復健過程，常會結合相關認知、記憶、注意力與問題解決能力的訓練，並透過增加作業(task activity)難度或分級活動(activity grading)的方式，循序漸進增加個案動作的控制技巧並強化其動作精確度以改善不協調。

協調訓練必須基於動作學習理論(motor learning theory)，在學習理論中強調影響學習的主要因子是練習及回饋，(Maulucci & Eckhouse, 2001)指出改善表現需要回饋而非僅是練習，其他研究也證實回饋能增加訓練成效(Cheng et al., 2004; Yoo & Chung, 2006)。Vliet 與 Wulf (2006)提及治療師以口語回饋最為常見，而 Betker 等人(2007)的研究提及治療師缺乏提供一致、詳細的回饋。研究也指出傳統復健的限制包括耗時、費人力與資源及受個案順從度影響(Saposnik & Levin, 2011)，而且重複練習難以維持個案動機，以致降低治療成效。近年來科技的發展使得復健設備能提供一致、具體以及個別化的回饋個案(Parker et al., 2011)，例如提供視覺、聽覺回饋來增加個案動機(Banz et al., 2008)，進而增加治療成效以及降低治療人力，並且讓個案也能在家裡復健。

對於上肢復健產品評估之相關研究中，(黃嵐鈴，2014)探究上肢復健者的使用需求，以發展出一套符合治療需求之上肢復健產品，其研究內容包含三部分：(1)以問卷調查全國職能治療師對現有臨床上肢復健產品的使用現況與需求進行調查；(2)以前後測隨機控制臨床試驗對市售數位遊戲產品應用於上肢復健的治療成效及使用性評估；(3)依前二部分研究結果，設計一套符合治療需求的數位上肢復健產品，並以問卷調查中風個案使用此數位上肢復健產品的可行性。在(黃嵐鈴，2014)研究的第一部分採用觀察法及專家訪談法，透過實地訪談台灣 10 所醫療機構復健部門的 10 名資深專業職能治療師，調查台灣目前醫院中使用的上肢復健產品，並觀察患者使用復健產品進行治療活動的現況，從上述研究結果，治療師指出現有的上肢復健產品確實需要被改進，主要需求包括有：產品穩定性佳、增加使用樂趣、功能可調整、操作物件可更換，及記錄患者的動作數據。

因木釘插板(圖 1)是復健機構常見的復健輔具，有訓練患側上肢的動作協調能力、手指的精細動作、手眼協調能力、知覺認知功能等功能，適用的對象有腦中風、脊髓損傷、帕金森氏症等病患。本研究團隊之前為改善傳統式木釘插板復健設備的缺失，曾建構一套具有電子化、網路化、語音化、資料庫系統等監測功能的手眼協調復健系統(吳信義等人，2008)，藉由該系統的使用可以讓醫生、治療師及復健師確實掌握復健者之復健療程、復健療效及復健時間、復健者是否有定期進行復健等，因而建立彼此雙方之信賴感，藉以督促復健者盡力於復健活動，進而早日恢復上肢正常的功用，以達到復健的目的。本研究團隊後續研發在復健系統中加入互動式遊戲的新元素，利用電腦遊戲本身之目的性，來誘導使用者更持續且投入地參與活動，以克服復健過程的單調枯燥，並搭配程式軟體監測記錄復健個案的活動訓練過程，以讓治療師與復健個案了解治療訓練的成效與待加強之缺失，以達到較佳的治療效果，開發出一套有效率且實用的遊戲式上肢動作協調訓練系統，提供給病患作為上肢動作控制訓練與評估的訓練輔具(吳信義等人，2014)，該研究成果頗能呼應(黃嵐鈴，2014)在職能治療師臨床上肢復健產品使用需求的研究結果。

本論文主要目的是藉由中山醫學大學附設醫院 20 位職能治療師的專業臨床實務能力，在看過本團隊所設計的遊戲式上肢動作協調訓練系統功能展示與實際操作後，進行系統功能與發展性評估，以作為本系統後續研究及發展之參考。本論文部份內容曾以「上肢動作協調訓練系統動作功能評估」發表於第十二屆智慧生活科技研討會(吳錫修等人，2017)，之前因為發表時間較為倉促，僅彙整治療師對系統在復健者的「動作功能與手眼協調功能」方面所提出的評估意見加以發表。本次論文加入治療師們對本系統在「視知覺」與「認知功能」方面的評估意見，並針對系統可能訓練

到的功能、訓練活動的設計、訓練活動的分級與調整、所設計之訓練功能（或活動設計）可適用於哪些類型患者以及系統硬體改善等方面的具體建議加以整理，以提供本系統改善之參考。



圖 1. 木釘插板

2. 研究方法

本節首先對遊戲式上肢動作協調訓練系統進行介紹，然後對研究方法與程序進行說明。

2.1 系統介紹

遊戲式上肢動作協調訓練系統是以動作學習理論(motor learning theory) (胡名霞, 2013) 中的基模理論為設計理念，基模理論強調動作練習過程中的運動基模有兩個層次：一為回憶基模(recall schema)負責動作的實行；二為再認基模(recognition schema)負責動作的控制。回憶基模主要的功能是引導個體如何產生動作，再認基模則主要評價反應是否正確。影響動作學習(motor learning)的兩個重要變項，就是練習(practice)與回饋(feedback)；唯有大量的練習次數配合練習過程中有效的回饋，才能使其動作表現與學習的目標更為貼近。復健者要能恢復原有的肢體功能，就必須透過學習來達成，當復健者在練習與回饋中建立基模後就可以利用運動程式(motor program)來完成動作以達成動作目標。尤其是手部抓取的細膩動作，更是需要借助長久練習與有效的回饋來恢復機能。而影響動作學習的要素有使用者本身的認知能力、訓練的模式、回饋的使用等。

系統架構

整個遊戲式上肢動作協調訓練系統的架構與使用外觀設計如圖 2 所示，病患坐於復健機台前面，治療師依據病患目前現況設計適當的訓練模式讓病患進行復健運動。復健平台架構設計如圖 3 所示，包括木釘插板系統、單晶片系統、感測控制電路與病患端 PC 等部分，整個系統成品如圖 4 所示。

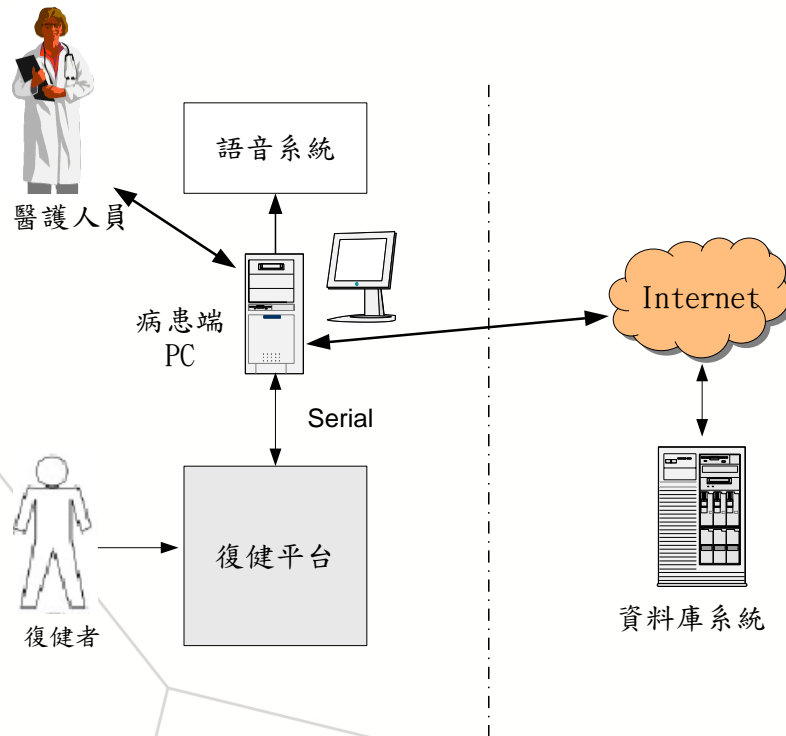


圖 2. 遊戲式上肢動作協調訓練系統架構

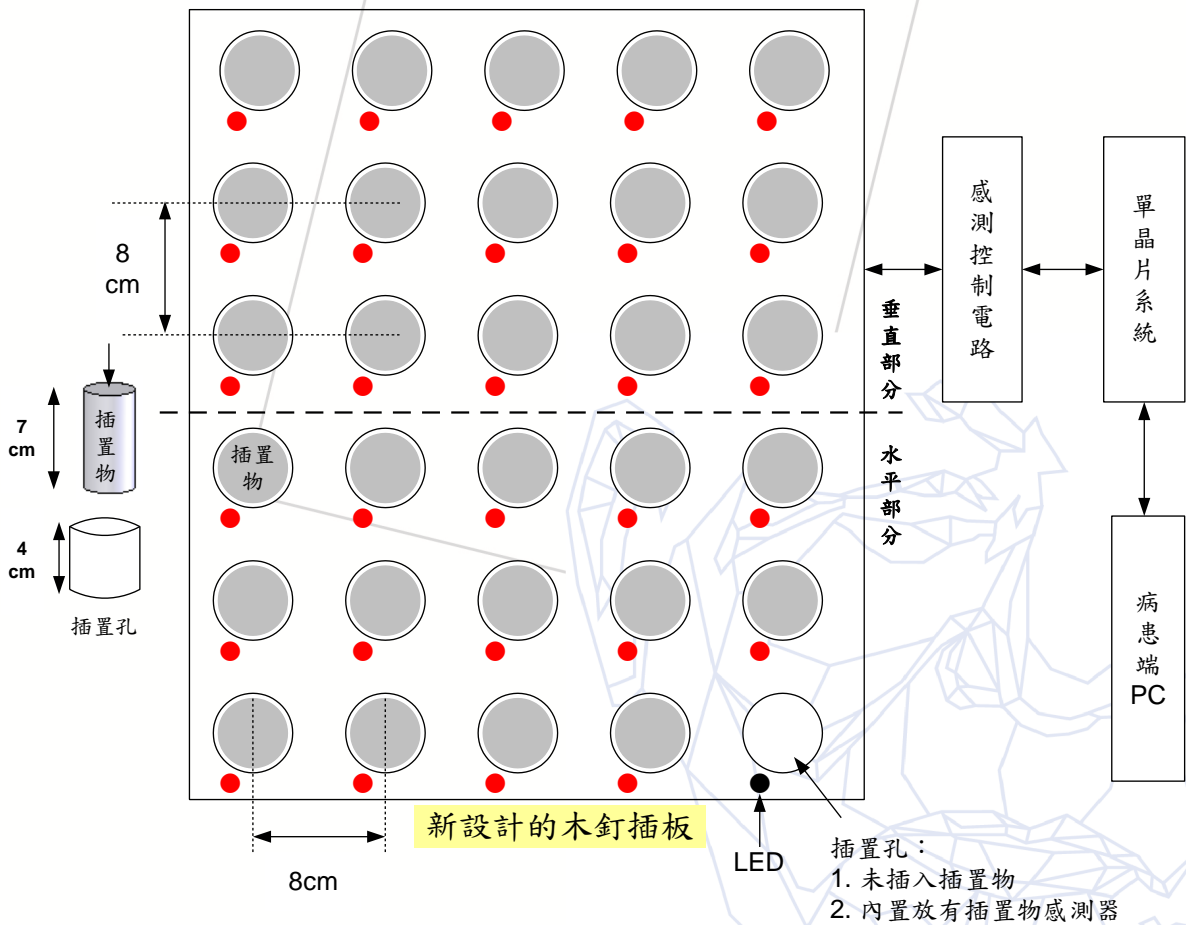


圖 3. 復健平台架構



圖 4. 系統成品

系統功能

依據動作學習理論設計的遊戲式上肢動作協調訓練系統計有插置、注意力與記憶力等三種訓練模式，而每一訓練模式可分為練習與評估程序。執行練習程序時系統有立即性回饋效果，而在執行評估程序時系統會給予結果回饋(Knowledge of Results)。評估資料會儲存於伺服器資料庫系統，治療師可以從評估資料中評估手部動作的穩定度與精細度等功能，藉以了解使用者的復健療效。

遊戲式上肢動作協調訓練系統所設計功能如下：

- (1) 附加電子、資訊、網路等現代化組件，讓習知木釘插板與電腦相結合，具有電子監測、記錄資料等功能，如在手眼協調訓練上，可以監測病患是否可以正確地將插置物插入正確的插置孔；
- (2) 插置動作可以多向度，如垂直、水平等空間向度；
- (3) 依據動作學習理論(Motor learning theory)設計復健運動，練習時有立即性回饋效果。
- (4) 具有評估功能，病患在經過一段長時間練習後，治療師或復健師可以利用此功能進行評估，以了解病患的復健療效，該結果會登錄於資料庫系統；
- (5) 復健系統與電腦遊戲相結合，藉由電腦遊戲的趣味性提高使用者進行訓練活動的興趣。

使用程序

遊戲式上肢動作協調訓練系統計有插置、注意力與記憶力等三種訓練模式，而每一訓練模式可分為練習與評估程序，詳細說明如下：

練習程序：(1)插置練習模式：使用者隨意將插置物插入插置孔；(2)注意力練習模式：系統隨機亮起 LED 燈，使用者必須將插置物插入 LED 燈對應的插置孔；(3)記憶力練習模式：打地鼠遊戲，系統隨機在螢幕上顯示地鼠，使用者必須將插置物插入地鼠對應的插置孔。

評估程序：每一訓練模式在經過長時間重覆練習後，治療師就可以進行評估，評估方法採用 Purdue Pegboard 測驗方式，治療師可以依據先前儲存於資料庫的評估資料，指定評估參數如評估時間等。(1)插置評估模式：治療師先指定評估時間（預設為 3 分鐘），使用者在指定時間內儘可能插入插置物，如果評估結果已達水準以上，使用者就可以進入下一階段的復健運動（注意力練習模式）；(2)注意力評估模式：治療師先指定評估時間（預設為 3 分鐘），系統隨機亮起 LED 燈，使用者必須將插置物插入 LED 燈對應的插置孔，系統會記錄對/錯個數，系統亦會記錄使用者的插置歷程，治療師可以再次觀察插置歷程；(3)記憶力評估模式：治療師先指定評估時間（預設為 3 分鐘）與老鼠出現的時間間隔，使用者必須在老鼠出現時間間隔內插入插置物，逾時視為錯誤。系統會記錄對/錯個數，系統亦會記錄使用者的插置歷程，治療師可以再次觀察插置歷程。

2.2 研究進行的方法與程序

本論文以問卷調查方式蒐集治療師對「遊戲式上肢動作協調訓練系統」的功能評估及建議，受調查對象以開放型回答方式填寫問卷。因開放型回答資料較難整理，所以本研究採小組討論達成共識方式填答問卷。

研究對象：以中山醫學大學附設醫院 20 位職能治療師為受調查對象，其中，男性 11 名，女性 9 名。平均年齡 40.0 (± 5.5) 歲，平均工作年資 14.6 (± 5.6) 年。

研究工具：以自填式問卷蒐集資料，此問卷包含五個開放式問題：

- (1) 此系統可能訓練到的功能為何？
- (2) 每一項訓練的功能應如何設計活動？
- (3) 每一項活動的分級與調整為何？
- (4) 這些功能訓練（或活動設計）可以針對哪一些個案？
- (5) 此系統（硬體）是否有需要改良的？

研究步驟：本研究分為幾個步驟：

- (1) 由研究者先向受調查對象說明研究目的與意義；
- (2) 由「遊戲式上肢動作協調訓練系統」之設計者介紹此系統之功能，並示範操作方式；
- (3) 由受調查對象實際操作並提出詢問；
- (4) 受調查對象對系統進行功能與發展性評估；
- (5) 受調查對象分為五小組，每一組負責一個題目；
- (6) 每小組進行約 1 小時討論並形成共識；
- (7) 每組一位治療師負責填寫問卷上該組負責回應之題目，提供臨床使用上的經驗與改良建議。

3. 結果

根據前述研究步驟，在可能訓練到的功能、訓練活動的設計、訓練活動的分級與調整、所設計之訓練功能（或活動設計）可適用於哪些類型患者以及系統硬體改善等問題得到以下的結果。

3.1 系統可訓練之功能

針對系統使用在動作功能與手眼協調功能、視知覺功能與認知功能等方面可進行訓練的功能評估結果如下所述。動作功能與手眼協調功能方面：

- (1) 上肢近端（肩部）之粗動作(gross motor)功能：包括局部彎曲(shoulder flexion)功能、手肘彎曲(elbow flexion)功能、手肘伸直(elbow extension)功能與前臂旋前(forearm pronation)功能。
- (2) 上肢遠端（手部）之精細動作(fine motor)功能：包括抓取(grasp)功能、放開 (release)功能、側捏(lateral pinch)功能、掌握(palmar pinch)功能、指間抓握(tip pinch)功能、個別手指之動作(individual finger movement)功能與、拇指對掌(thumb opposition)功能。

視知覺功能方面：可訓練功能包括插棒顏色辨識、大小辨識與形狀辨識等。認知功能方面：可訓練功能包括記憶(memory)功能、注意力(attention)功能以及定向(orientation)功能。

3.2 訓練活動設計

針對系統使用在動作功能與手眼協調功能、視知覺功能與認知功能等方面可設計的訓練活動評估結果如下所述。

動作功能與手眼協調功能方面

- (1) 將插棒設計成不同形狀及大小，使個案可使用不同的抓握模式，個案的動作困難度及抓握動作模式可以被分級及分類；
- (2) 將插棒板由上下兩片轉換成左右兩片，個案的動作將由伸長及彎曲的動作增加內收及外展的動作；
- (3) 設計不同的動作執行過程，要求個案依照設計執行動作。

視知覺功能方面

- (1) 辨識能力：包括顏色配對與區辨、大小配對與區辨以及形狀配對與區辨；
- (2) 空間關係：包括相對位置、形狀與深度覺及距離感；
- (3) 綜合：利用不同顏色、不同大小、不同形狀來讓操作者進行配對。

認知功能方面

記憶功能：以對應插洞板要訓練記憶相關能力類型，一般會考慮視覺記憶及聽覺記憶兩類。(1)視覺記憶可設計為：基本記憶型（由練習者靠記憶能力回憶插棒位置，並計量完成時間）、顏色記憶型與圖形記憶型；(2)聽覺記憶可設計為將插洞板進行編號，以語音呈現插洞順序記憶之方式由練習者靠記憶能力回憶插棒完成並計量時間。

注意力功能：(1)大家來找碴：找出上板與下板有不一致的地方（或電腦與實體板），可能是長短，可能是顏色，或是兩者都錯，可以是從一個到多個，提高難度；(2)閃示插棒排列（也可歸類為記憶型）：利用電腦的插棒排列讓受測者迅速的過目後，在要他在實體板排出同樣的插棒排列，這不但可以訓練視覺的記憶，更可訓練集中注意力；(3)變換位置活動：利用電腦畫面先由一個插棒做不同位置的變換，最後螢幕不顯示插棒的影像，讓受測者用插棒插入影像最後消失的位置，之後可以用多個插棒或換顏色或增加位置變換來增加難度。

3.3 活動分級與調整

針對系統使用在動作功能與手眼協調功能、視知覺功能與認知功能等方面所設計的訓練活動，可進行分級與調整方式評估結果如下所述。

動作功能與手眼協調功能方面

- (1) 形狀的分級：基本圖形與複雜圖形。
- (2) 大小的分級：同形狀但有分大小與不同形狀且不同大小。
- (3) 抓握的分級：在插棒的握柄做變化，如棒狀、片狀、球型、方塊型、不規則型。
- (4) 插棒可改成轉入方式為，可以有更多的精細動作。

視知覺功能方面

- (1) 顏色配對與區辨活動分級：插棒與訊息的顏色可由少變多，單色逐漸增加為多色；插棒與訊息的顏色可由對比色逐漸轉成相近色；可操作訊息出現的時間與數量，配合注意力與專注力的訓練。
- (2) 大小配對與區辨活動分級：插棒與訊息的尺寸可由少變多，單一尺寸逐漸增加為多種尺寸；插棒與訊息的尺寸可由差異較大逐漸轉成相近尺寸；可綜合顏色與形狀增加活動難度；可操作訊息出現的時間與數量，配合注意力與專注力的訓練。
- (3) 形狀配對與區辨活動分級：插棒與訊息的形狀可由少變多，單一形狀逐漸增加為多種形狀；可綜合顏色與尺寸增加活動難度；可操作訊息出現的時間與數量，配合注意力與專注力的訓練。

- (4) 空間關係活動分級：有單一訊息，之後可增加為多重訊息；訊息以圖形的方式呈現增加活動難度；可操作訊息出現的時間與數量，配合注意力與專注力的訓練；可搭配口語指示增加聽覺專注力的表現。

認知功能方面

- (1) 記憶功能：視覺記憶活動的分級和調整：圖形、顏色、數量與反應時間。聽覺記憶活動的分級和調整：可設計為以語音呈現插洞順序之方式，由練習者靠記憶能力回憶插棒位置並計量完成時間，如第二排第三個或是一個紅色兩個黃色等，數量越多以及顏色越多所需記憶力則需較多。
- (2) 注意力活動分級與調整：大家來找碴活動分級：實體上板與下板的不一致（先從一個到多個）；電腦對照實體板的比較（一個至多個）。閃示插棒排列活動分級：實體之間閃示插棒排列（上排指導者做完後插棒抽掉，要受測者排下排，插棒可由一個至多個，最後可排簡單幾何圓形）。電腦閃示，受測者看著電腦閃示圖案來排列插棒，電腦一次只閃示一種變化，先閃示要插哪一個洞（由1個變多個），後閃示時間長短的調整（一次可以從10秒閃示再慢慢下降至1秒）。變換位置活動活動分級：利用電腦畫面，一次只做一個洞的變化，熟悉後可以做到一次多個洞要受測者將洞洞變化軌跡表示出來，利用電腦畫面加入顏色跟洞的位置兩種變化。

3.4 功能訓練適用對象

針對使用系統依前述所設計的訓練活動可適用的使用對象評估結果如下所述：

- (1) 中風病人(Stroke)：上肢布氏動作恢復階段四(upper extremity-Brunnstrom stage IV)以上的患者，例如上肢協調性較差者、短期記憶性較差者。
- (2) 創傷性腦損傷病人(Traumatic Brain Injury)：上肢布氏動作恢復階段四(upper extremity-Brunnstrom stage IV)以上的患者，例如視野缺損者、注意力較差者。
- (3) 不完全脊髓損傷病人(Incomplete Spinal Cord Injury)：手可拿插棒但手臂控制能力較差的患者，例如：上肢肌力較差者。
- (4) 骨科患者(Orthopaedic condition)：例如上肢骨折者、上肢移植重建者、上肢整形外科術後功能較差的患者。
- (5) 截肢者(Amputee)：截肢患者的義肢裝具操作的練習，例如義手操作較差者。
- (6) 退化性疾病(Degenerative disease)：例如肌肉萎縮症者、帕金森氏症者。

3.5 系統需要改良之處

治療師針對遊戲式上肢動作協調訓練系統之軟硬體改善建議如下：

- (1) 不應使用透明板，因底部線路及其相關設備會造成視覺干擾。
- (2) 插棒形狀除圓柱狀分大中小外，也可有三角柱、四方柱等不同形狀。
- (3) 因目前插棒的形狀皆為圓柱狀，口徑較小的插棒仍可插入口徑較大的插置孔，如果插棒與插棒板上的插置孔可以有不同形狀組合，使用時可以獲得較大的錯誤鑑別度。
- (4) 系統設計上記憶力部分只計算正確度，也可以增加計算錯誤率。
- (5) 系統設計上記憶力部分應同時給予幾個亮燈後再由受測者重複。另外，可以設計不同困難度，例如：亮燈速度、重複亮燈位置、重複亮燈順序。
- (6) 可將插板設計成可上下或左右變化，讓治療師可依個案需求調整。
- (7) 材質設計可再輕量化。
- (8) 可設計不同難度的可換式插板。
- (9) 插板可以不同顏色紙板製作，以抽換變化之，設計時可搭配不同情境故事帶入，以誘發個案參與動機。
- (10) 可結合手提箱及螢幕為一體以方便攜帶，建議以 AIO (all in one) 電腦取代筆記型電腦，直接裝入手提箱內。
- (11) 建議能以遊戲方式帶入活動，目前的活動太單調，變化太少；聲音的回饋也太單調，可錄製各種回饋語句使活動更有趣。

4. 結論

本研究透過中山醫學大學附設醫院 20 位治療師依其臨床實務經驗，針對遊戲式上肢動作協調訓練系統進行系統功能與發展性評估，在其評估意見彙整後可得到以下重要結論：

- (1) 本系統除提供原先設計在動作與手眼協調功能方面的上肢近端粗動作與上肢遠端精細動作協調訓練功能外，也可用於視知覺功能方面的顏色辨識、大小辨識與形狀辨識等訓練，以及認知功能方面的記憶、注意力與定向等功能訓練。
- (2) 透過加入相關活動的設計，可以讓此系統更符合治療師臨床使用之需求，如在動作與手眼協調功能方面可改變插棒形狀及大小、改變插棒板組合方式、設計不同的動作執行過程與提供協助的給予方式等不同訓練方式；在視知覺功能方面包含對插棒的顏色、形狀與大小配對與區辨能力訓練，相對位置、形狀與深度覺及距離感空間關係訓練；在認知功能方面包含視覺與聽覺的記憶訓練，以及注意力訓練。

- (3) 在前述相關活動設計時應加入不同難易度的調整機制，猶如各類多媒體遊戲都設計有不同難易度關卡讓玩家挑戰，透過分級設計可讓復健者更專注於訓練活動而不中輟。
- (4) 透過相關活動及其難易度調整機制的設計，此系統可用於中風病人、創傷性腦損傷病人、不完全脊髓損傷病人、骨科患者、截肢者以及退化性疾病患者等不同復健需求對象。
- (5) 為搭配上上述功能之實現，系統軟硬體設計應更具彈性與考量臨床使用方便性，包含材質輕量化、系統高度整合畫、插棒與插置孔形狀多樣化、置換式插板設計、加入有趣的聲音回饋與評估功軟體能設計最佳化等。

上述對遊戲式上肢動作協調訓練系統在臨床使用與系統硬軟體改善所提出具體建議，可以為本系統後續研究及發展之重要參考，以提升本系統的臨床實用性，使產品能夠真正具備動作學習所需的練習與回饋兩要素，唯有提供練習過程中有效的回饋讓患者願意持續性練習，才能使其動作表現與學習的目標更為貼近，使研發成果更具商品化的潛力。

誌謝

本研究感謝中山醫學大學職能治療系陳瓊玲教授與羅世忠助理教授以及中山醫學大學附設醫院多位職能治療師之協助，提供寶貴的臨床實務經驗，終促成本研究順利完成，特此致謝。

參考文獻

1. Banz, R., Bolliger, M., Colombo, G., Dietz, V., & Lünenburger, L. (2008). Computerized visual feedback: an adjunct to robotic-assisted gait training. *Physical therapy*, 88(10), 1135-1145.
2. Betker, A. L., Desai, A., Nett, C., Kapadia, N., & Szturm, T. (2007). Game-based exercises for dynamic short-sitting balance rehabilitation of people with chronic spinal cord and traumatic brain injuries. *Physical therapy*, 87(10), 1389-1398.
3. Cheng, P. T., Wang, C. M., Chung, C. Y., & Chen, C. L. (2004). Effects of visual feedback rhythmic weight-shift training on hemiplegic stroke patients. *Clinical rehabilitation*, 18(7), 747-753.
4. Maulucci, R. A., & Eckhouse, R. H. (2001). Retraining reaching in chronic stroke with real-time auditory feedback. *NeuroRehabilitation*, 16(3), 171-182.
5. Parker, J., Mountain, G., & Hammerton, J. (2011). A review of the evidence underpinning the use of visual and auditory feedback for computer technology in post-stroke upper-limb rehabilitation. *Disability and rehabilitation: Assistive technology*, 6(6), 465-472.
6. Preston, L. A. (2006). Evaluation of motor control. *Pedretti's occupational therapy practice skills for physical dysfunction*, 418-421.
7. Saposnik, G., Teasell, R., Mamdani, M., Hall, J., McIlroy, W., Cheung, D. (2010). Effectiveness of virtual reality using Wii gaming technology in stroke rehabilitation: a pilot randomized clinical trial and proof of principle. *Stroke*, 41(7), 1477-1484.
8. Van Vliet, P. M., & Wulf, G. (2006). Extrinsic feedback for motor learning after stroke: what is the evidence?. *Disability and rehabilitation*, 28(13-14), 831-840.

9. Yoo, E. Y., & Chung, B. I. (2006). The effect of visual feedback plus mental practice on symmetrical weight-bearing training in people with hemiparesis. *Clinical rehabilitation*, 20(5), 388-397.
10. 吳信義、吳錫修、劉冠佑 (2014, 6 月)。遊戲式上肢動作協調訓練系統。第九屆智慧生活科技研討會, 1042-1049, 台中市。
11. 吳信義、劉冠佑、吳錫修、陳培文 (2008, 6 月)。木釘插板復健系統研製。第三屆智慧生活科技。347-353, 台中市。
12. 吳錫修、劉冠佑、吳信義 (2017, 6 月)。上肢動作協調訓練系統動作功能評估。第十二屆智慧生活科技研討會, 225-232, 台中市。
13. 胡名霞(2013)。動作控制與動作學習(第四版)。新北市：金名圖書。
14. 黃嵐鈴(2014)。上肢復健產品的設計研究。雲林科技大學設計學研究所博士論文，雲林縣。



Functional Evaluation of Peg Board Game-Based Upper Limb Movement Coordination Training System

*Liu, G.-Y., Wu, S.-S.

Department of Electronic Engineering, Nan Kai University of Technology

Abstract

Peg board is a very common upper limb rehabilitation aid in rehabilitation institutions. and is mainly used to train the upper limbs' motion coordination ability, finger movement, hand-eye coordination ability, and perceptual cognitive function. The peg board is suitable for patients with stroke, spinal cord injury, and Parkinson's disease. In this study, the functional and developmental evaluation of game-based upper limb movement coordination training system is provided. Twenty clinical therapists of the hospital attached to the Chung-Shan Medical University shared their practical experience in clinical use, and their main recommendations of the system are: (1) In addition to the originally designed upper limb movement coordination training program, the system can also be used for clinical training in visual perception and cognition. (2) The design of the activities allows the system to better meet the needs of the therapist in clinical use. (3) The addition of different ease-of-activity design adjustment mechanisms allows patients to focus more on using this system for training activities without limping. (4) The addition of rehabilitation-related activities and the design of their difficulty adjustment mechanism can make the system meet more varied rehabilitation needs. (5) To meet the above functionalities, the system software and hardware design should be more flexible and clinically convenient. These recommendations for clinical use and hardware and software improvement of the system can be used as a reference to subsequently research and develop it to enhance its clinical applicability.

Keywords: peg board, hand-eye coordination, visual perception function, cognitive function, rehabilitation aid