



12-31-2009

### Effects of Modified Constraint-Induced Therapy versus Bilateral Movement Training on Upper Extremity Performance in Patients with Chronic Stroke: A Kinematic Analysis

Ya-Fen Chang

Wen-Chung Tsai

Chia-Ying Chung

Yin-Chou Lin

Yueh-Tsen Chen

*See next page for additional authors*

Follow this and additional works at: <https://rps.researchcommons.org/journal>



Part of the [Rehabilitation and Therapy Commons](#)

#### Recommended Citation

Chang, Ya-Fen; Tsai, Wen-Chung; Chung, Chia-Ying; Lin, Yin-Chou; Chen, Yueh-Tsen; Wu, Ching-Yi; and Lin, Ken-Chung (2009) "Effects of Modified Constraint-Induced Therapy versus Bilateral Movement Training on Upper Extremity Performance in Patients with Chronic Stroke: A Kinematic Analysis," *Rehabilitation Practice and Science*: Vol. 37: Iss. 1, Article 2.

DOI: [https://doi.org/10.6315/2009.37\(1\)02](https://doi.org/10.6315/2009.37(1)02)

Available at: <https://rps.researchcommons.org/journal/vol37/iss1/2>

This Original Article is brought to you for free and open access by Rehabilitation Practice and Science. It has been accepted for inclusion in Rehabilitation Practice and Science by an authorized editor of Rehabilitation Practice and Science. For more information, please contact [twpmrscore@gmail.com](mailto:twpmrscore@gmail.com).

---

# Effects of Modified Constraint-Induced Therapy versus Bilateral Movement Training on Upper Extremity Performance in Patients with Chronic Stroke: A Kinematic Analysis

## Authors

Ya-Fen Chang, Wen-Chung Tsai, Chia-Ying Chung, Yin-Chou Lin, Yueh-Tsen Chen, Ching-Yi Wu, and Ken-Chung Lin

原著

# 改良式制動療法與雙側動作訓練對慢性中風病患之相對效應：運動學分析

張雅棻<sup>1</sup> 蔡文鐘<sup>1</sup> 鍾佳英<sup>1</sup> 林瀛洲<sup>1</sup> 陳玥岑<sup>2</sup> 吳菁宜<sup>3</sup> 林克忠<sup>4</sup>

新光吳火獅紀念醫院復健科職能治療<sup>1</sup> 林口長庚醫院復健科<sup>1</sup>  
 新樓醫院復健科職能治療<sup>2</sup> 長庚大學職能治療學系暨臨床行為科學研究所<sup>3</sup>  
 國立台灣大學醫學院職能治療學系暨台大醫院復健部職能治療技術科<sup>4</sup>

近來針對上肢復健已發展出多項具實證研究支持之密集性治療方案，如改良式制動療法及雙側動作訓練。改良式制動療法指侷限健側手並密集訓練患側手；雙側動作訓練乃藉由雙手同時密集性練習對稱功能性動作。本研究利用運動學分析與臨床評估，進一步探討兩者對高功能慢性中風病患之相對效應。

本研究採前後測之隨機控制型研究設計，共延攬 23 位慢性中風病患，隨機分成兩組：改良式制動療法組(12 位)與雙側動作訓練組(11 位)，前一組每天接受 2 小時之患側手訓練、6 小時之健側手侷限；後一組每天接受 2 小時雙手對稱性之動作訓練。兩組均接受每週 5 天，為期三週之治療介入。治療前後，以運動學分析評估單手與雙手情境之伸手取物表現，並以臨床評估量測動作恢復。

運動學分析結果顯示，雙側動作訓練組表現顯著優於改良式制動療法組：於單手情境中拿起水杯有較佳之動作效率；雙手情境之拉抽屜取物，可誘發患側手較大的肌肉衝量、較快的運動速度、且動作較流暢，具較佳之雙手時間同步性( $p = .005 \sim .014$ )。臨床評估則顯示治療後，兩組皆有進步，但組間差異未達顯著。

兩種治療手法在治療量與治療頻率相同下，運動學分析結果顯示雙側動作訓練相較於改良式制動療法，可改善輕度至中度動作受損之慢性中風病患，其患側手之動作控制與協調，可能的原因是藉由肢體間之耦合效應，讓患側手更易呈現健側手之動作模式，進而改善患側手在單手與雙手非對稱情境之動作表現。(台灣復健醫誌 2009；37(1)：19-30)

**關鍵詞：**制動療法(constraint-induced therapy)，雙側動作訓練(bilateral training)，中風復健(stroke rehabilitation)，運動學分析(kinematics)

## 前 言

日常生活中無論是單手或雙手之功能性活動，大部分需要伸臂及抓握兩種基本動作要素之協調才得以完成，<sup>[1]</sup>然而，中風引起之動作失能，不僅存在於單側肢體，雙側肢體間之協調也會受到影響。<sup>[2]</sup>目前已有許多實證研究支持密集性的復健治療可促進慢性中風病

患之動作恢復，<sup>[3]</sup>如：侷限健側手、強迫患側手使用之制動療法(constraint-induced therapy)，以及雙手同時執行對稱性活動之雙側動作訓練(bilateral movement training)。

制動療法，<sup>[4]</sup>或限制—誘發動作治療、<sup>[5]</sup>侷限誘發動作治療、<sup>[6,7]</sup>制約誘發運動治療；<sup>[8]</sup>以及改良式制動療法(modified constraint-induced therapy)，又稱修正之侷限—誘發運動治療，<sup>[9]</sup>是指侷限健側手(每天 6-20 小

投稿日期：96 年 12 月 13 日 修改日期：97 年 9 月 23 日 接受日期：97 年 10 月 3 日

抽印本索取地址：吳菁宜教授，長庚大學職能治療學系，桃園縣 333 龜山鄉文化一路 259 號

電話：(03) 2118800 轉 5761 e-mail：cywu@mail.cgu.edu.tw

時,持續 10-15 天)、密集訓練患側手(每天 6 小時或 1/2-2 小時,持續 10-15 天)來預防健側手代償性地使用。在治療過程中,配合行為塑造技巧(shaping),依據個別化目標將活動分級練習,並給予正向回饋來達成活動目標。因而改良式制動療法可用來克服患側手因動作笨拙之失敗經驗,導致不願意使用患側邊之「習得廢用現象」(learned nonuse phenomenon)。研究結果顯示,制動療法或改良式制動療法皆有益於急性至慢性中風病患之動作恢復(如傅格梅爾動作評估量表[Fugl-Meyer Assessment]分數的增加)。<sup>[4,5,7,9-12]</sup>

雙側動作訓練是利用與健側手動作模式一致之雙側對稱性的動作練習,該訓練經由兩側大腦間之神經連結(interhemispheric crosstalk)促進兩側肢體間之耦合效應(interlimb coupling),<sup>[2]</sup>進而達到患側邊的上肢動作改善,例如傅格梅爾動作評估量表分數的改善。<sup>[13]</sup>雙側動作訓練涵蓋多種介入模式,其中一種為雙側等運動型態訓練(bilateral isokinematic training),此方式為藉由雙手同時執行主動、各自獨立之相同性動作,透過抓放積木、拿取插棒、模擬喝水之手部活動,並以治療活動作為運動學評估項目,結果顯示可促進輕中度動作受損病患之動作能力。<sup>[13-15]</sup>

運動學分析,是以等距尺度,用電腦化方式量化動作之空間與時間特性,此種分析方式可量測微幅的動作變化。<sup>[16-21]</sup>運動學分析是以時間與空間特性作為控制參數,將執行該動作之中樞指令作量化描述,以進一步推論該動作之整合模式,<sup>[22]</sup>因而運動學分析所衍生的動作參數可暗示中樞神經系統所計畫之動作模式。在時間特性方面,常以運動時間(movement time)、動作速度作為時間效能之指標;而空間特性方面,運動單位數(movement unit)可代表運動軌跡之流暢度。目前已有研究利用運動學分析的方式檢測改良式制動療法對動作能力之改善,<sup>[16,23-27]</sup>顯示改良式制動療法相較於傳統復健,以自然速度從事單側伸臂按水平鈴、拿飲料罐之速度較快,<sup>[6,8,16,23]</sup>且動作較流暢,<sup>[6,8,23,24]</sup>暗示介入後可讓伸臂動作有較佳之事前動作計畫(即仰賴前饋機制),使動作執行之時間減少,且動作較流暢(意即較不需仰賴回饋修正動作);而以自然速度從事雙側不對稱性活動(患側手伸臂拉抽屜一健側手拿眼鏡盒),<sup>[25]</sup>同樣在介入後,改良式制動療法組之患側手,於上述之時空參數有顯著進步。

雙側等運動型態訓練利用與治療相同之活動內容進行分析,以愈準愈好之速度從事抓放積木、拿取插棒、模擬喝水之三項活動,<sup>[14,15,26,27]</sup>作為治療前後運動學評估之項目。結果顯示相較於兩手同時作不同動作、健側手帶患側手執行動作或單手練習之介入方

式,兩手同時執行相同動作可立即且持續改善患側手單側之運動學特性,如運動時間、速度控制、運動軌跡平順性。<sup>[15]</sup>但上述研究均未檢測介入後,患側手在雙側不對稱性活動之動作表現,因而無法得知雙側對稱性訓練是否可類化至非對稱性活動,且這些研究所採用之評估活動與治療活動相同,故動作表現之改善可能只來自於學習效應,進一步融合多項功能性活動於雙側動作訓練或雙側等運動型態訓練,探究其療效是必須的。

由於改良式制動療法與雙側動作訓練皆為(1)臨床有效之密集性復健治療;(2)均基於動作控制之學習原則;(3)強調重複練習與目標訂定。<sup>[28]</sup>但兩種治療手法之相對效應至今未被深入探討,因此本研究欲探討改良式制動療法與雙側動作訓練之相對療效。本研究採用改良式制動療法而非制動療法,主要是考量改良式制動療法的治療時間較短,病患體力較能負荷且病患接受度較高。療效評估包括運動學分析與臨床動作評估,其中運動學評估涵蓋單側與雙側之功能性活動分析。本研究假設兩種治療方案會在不同的運動學情境呈現改善,改良式制動療法與雙側動作訓練,分別在單側活動與雙側活動會有較佳之運動學表現。

## 材料與方法

### 一、參與者

本研究於民國 95 年 8 月至 96 年 6 月間,自北部一家醫學中心與兩家地區醫院之 295 位參與者中,選取 23 位發病超過半年之慢性中風病患,男性 17 位,女性 6 位,年齡分佈從 34-74 歲(54.9±9.9 歲),發病時間為 6-88 個月(19.0±19.2 月)。收案標準為:(1)單側大腦梗塞性或出血性中風;(2)患側上肢之動作能力為輕度至中度動作受損,近遠端之布朗司壯層級(Brunnstrom stage)皆在 IV 以上;(3)「動作活動日誌」(Motor Activity Log)之患側手使用量(amount of use)小於 2.5 分,視為有「習得廢用現象」;(4)具有足夠認知能力(簡短智能測驗分數[Mini-Mental State Exam]大於 24 分);(5)中風前慣用右手;(6)無其它神經或精神疾病,如帕金森氏症、憂鬱症;(7)無平衡問題。在充分告知評估流程及簽署臨床試驗同意書後,於知情同意之情況下,根據腦傷側及動作受損程度分層,以確保兩組於介入前有相似的狀態,將參與者以抽籤方式隨機分派至改良式制動療法組(n=12)與雙側動作訓練組(n=11),並由兩位受過臨床訓練之職能治療師予以評估及治療(圖 1)。

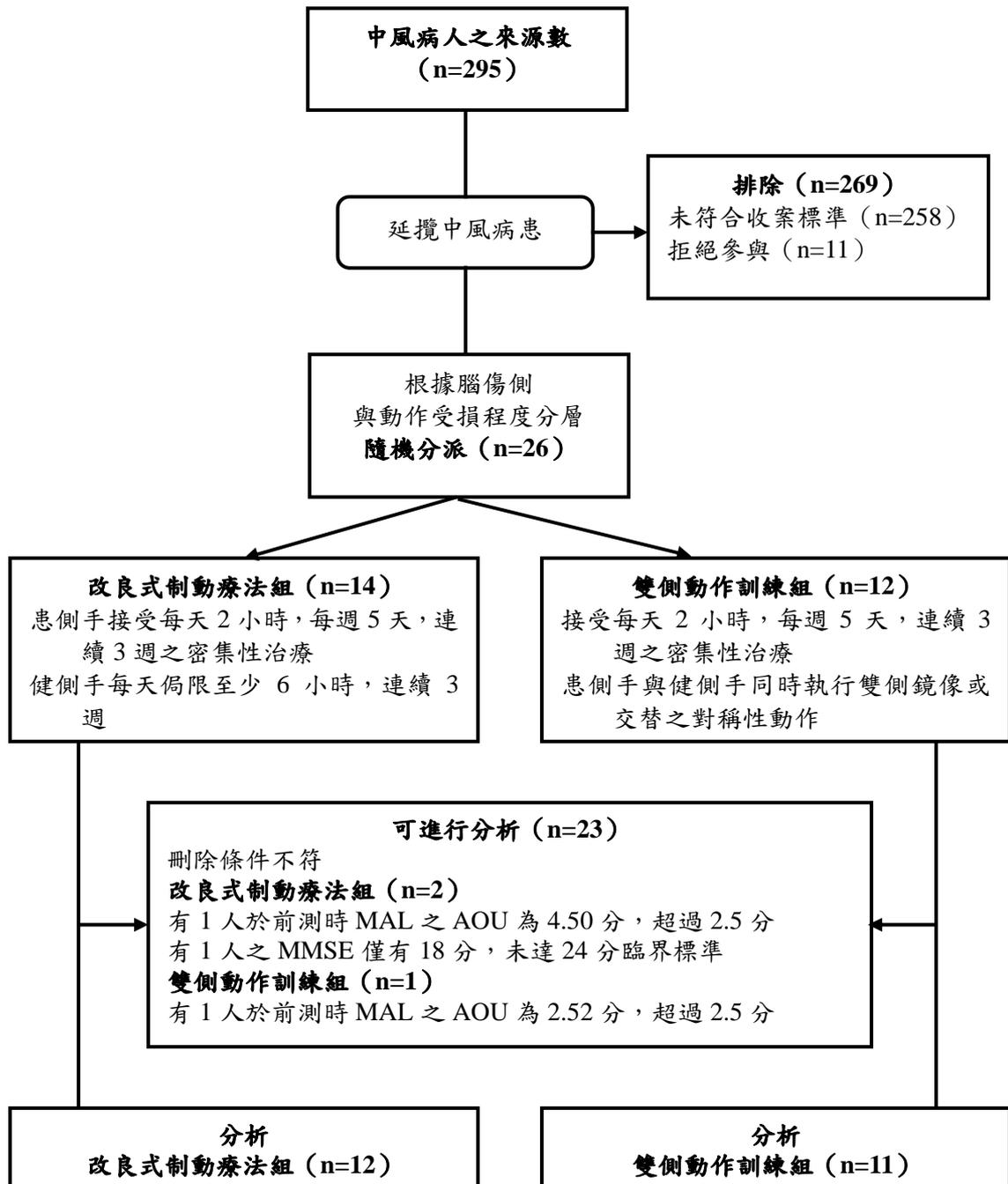


圖 1. 收案流程圖

## 二、研究設計

研究設計採前後測之隨機控制型實驗設計 (pretest-posttest design; randomized controlled trial)。兩組參與者於三週治療前後，接受運動學分析及臨床評估之量測。兩組治療之療程均為期三週、每週五天、每天 2 小時。治療過程中，參與者仍持續接受物理治

療或語言治療等相關治療。

## 三、治療介入

### 1. 改良式制動療法組

參與者之患側手每天接受 2 小時之功能性活動訓練，每週五天，為期三週，依據個別化目標，選擇有適度挑戰之上肢日常活動，如穿脫侷限手套、

開關瓶罐/家具(門把、櫃子、抽屜)、繪圖抄寫、翻書、操弄硬幣等,重複且密集性練習患側手,配合行為塑造技巧,以提升參與者使用患側手之動機。

健側手則以手套侷限手部,在三週之治療期間內,每天限制 6 小時,避免參與者使用健側手代償。另外,也會請參與者或家屬記錄每天穿戴手套之期間,以及穿戴下所進行之活動。

## 2. 雙側動作訓練組

參與者每天接受 2 小時之雙側動作訓練,每週五天,為期三週,由兩手執行同步或交替之對稱性動作,並根據參與者之動作能力,將活動依困難度分級,強調伸臂、抓握、抬舉與放置(placement)等動作,如雙手同時進行堆疊積木、套錐形杯、伸臂放置插棒、翻棋子、用抹布擦桌子、推拉木箱、拔黏土等。

## 四、儀器設備

### 1. 運動學分析

以三度空間之動作分析系統(Vicon MX system, 3-D, Oxford Metrics Ltd, Oxford, UK),利用 8 架紅外線攝影機,擷取動作過程中之運動資料。此動作分析系統可準確量測靜態反光球(直徑 10 公釐)介於 25 至 500 公釐之間的距離,亦可準確量測動態反光球之移動速度至 15m/sec,此範圍已足以測量伸臂或步態之動作資料。<sup>[24]</sup>此動作分析系統與桌上型個人電腦連接。根據過去探討單手或雙手伸臂動作之療效研究,都設定以 60 赫茲(Hz)之頻率,<sup>[8,23]</sup>接收單手伸手取物及雙手協調動作中反光球之訊號。低通濾波器(low-pass, second-order Butterworth filter)設為 5 赫茲(Hz),以對影像擷取頻率進行濾波,並以 8255 輸入/輸出晶片介面(I/O interface, Intel 8255 Programmable Peripheral Interface chip)接收來自觸壓式開關(on/off status of a pressure-sensitive switch)之類比訊號(analog signals),當目標物(水杯、眼鏡盒)離開觸壓式開關,即為單手情境之患側手與雙手情境之健側手的動作結束時間點。於資料收集前,先校正動作分析儀,讓每台攝影機校正後的平均殘差值(residual errors)小於 1 公釐。

單手情境採用伸臂拿水杯之任務(圖 2),讓患側手伸臂拿起前方水杯,水盡量不要灑出;而雙手情境則採用患側手伸臂拉抽屜一健側手拿眼鏡盒之任務(圖 3),由患側手拉開抽屜,健側手拿取抽屜內之眼鏡盒,並未刻意強調兩手需一起啟動。兩種情境均要求參與者以自然的進行,由於改良式制動療法與雙側動作訓練之相關研究多採用自然速度執

行,<sup>[8,14-16,22-25,27]</sup>且伸臂拿水杯與伸臂拉抽屜皆為日常活動中常見之手部功能性任務,而在雙側等運動型態訓練之相關研究中,<sup>[14,15]</sup>採用雙手同時執行對稱性或健側手帶患側手之活動,在日常生活中較少見,也較不具目標導向,因而本研究選取雙手同時執行非對稱性之活動作為運動學任務。

在拉抽屜取物之相關研究中,<sup>[29,30]</sup>正常人以自然速度執行非慣用手拉抽屜一慣用手取物之活動,結果顯示雙手幾乎會同時啟動與同時結束動作。即當雙手執行非對稱性活動時,不論是在動作起始或目標達成之時間架構上,均具有強烈之雙手同步性。且拉抽屜之非慣用手在運動軌跡及速度之運動學特性上呈現較穩定之狀態;而取物手反而呈現高度變異性。又伸臂動作可敏感偵測高功能中風病患之動作能力,<sup>[25]</sup>因而本研究遂採用患側手伸臂拿水杯及伸臂拉抽屜之活動,分析介入後的動作表現。

每位參與者採坐姿面向實驗桌,桌椅之中線相互對齊,依身高調整桌椅高度,讓肘關節、髖關節、膝關節及踝關節皆彎曲呈 90°。目標物均對齊參與者之身體中線,以患側上肢肩峰(acromion)至尺骨莖突(ulnar styroid process)之長度作為伸臂及拉抽屜拿取物品之距離。反光球每手各 8 顆,分別貼於雙手之拇指指甲、食指指甲、第三與第四掌指關節間、拇指掌骨基部、橈骨莖突、尺骨莖突、前臂中央及肱骨外上髁;另於抽屜側方貼上 1 顆反光球。當手部與抽屜之反光球開始離開原點,移動速度上升超過 5mm/sec 時,視為動作開始;反光球不再移動,速度下降小於 5mm/sec 時,則視為動作結束。因本研究參與者之尖峰速度(peak velocity)介於 500mm/sec 至 600mm/sec 之間,根據 Reisman 與 Scholz<sup>[31]</sup>將動作起始與動作結束以反光球移動速度之 1% PV 定為時間點,因此訂定 5mm/sec 為動作開始與動作結束之時間點。本研究於單手情境中患側手之動作結束時間點,採用水杯被拿起(離開觸壓式開關)作為結束點;雙手情境中患側手之動作結束時間點,採用抽屜不再移動(速度下降小於 5mm/sec)作為結束點,健側手之動作結束時間點採用眼鏡盒被拿起(離開觸壓式開關)作為結束點。單側情境中健側手置於健側大腿,單側情境之患側手與雙側情境中雙手之起始位置均對齊兩側肩峰處之桌緣。施測前參與者先練習二次,以確保參與者瞭解施測動作。每種情境各施測三次,每次間隔 30 秒。若施測時參與者無法完成、發生失誤、或因分心、疲累等狀況以致無法成功擷取資料,則放棄此次結果並重新施測,最後採用成功之三筆資料求得平均值。

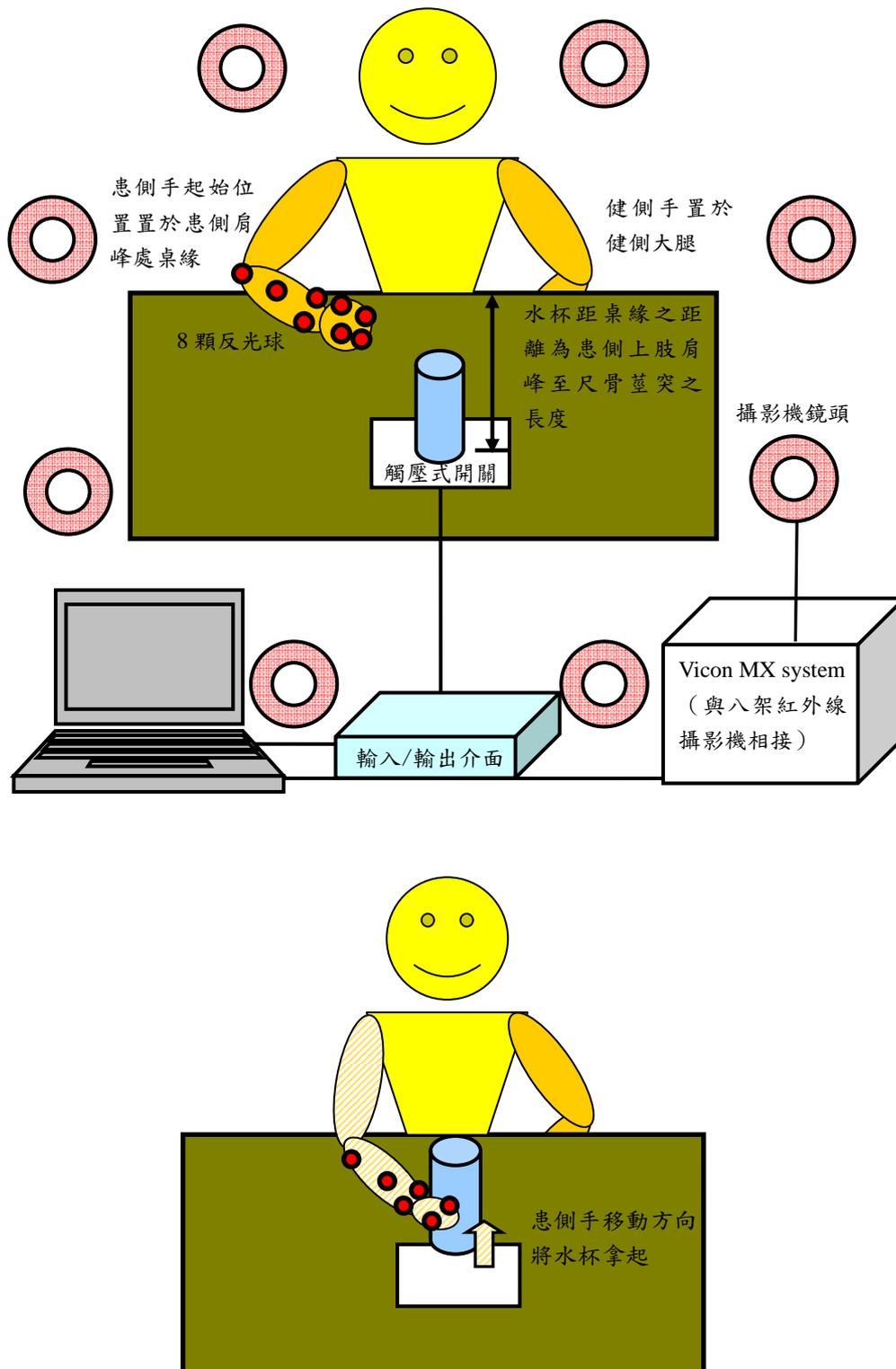


圖 2. 單手情境—患側手伸臂拿水杯：圖 2 上為患側手之起始位置與實驗設備配置。圖 2 下為患側手伸臂拿起水杯之目標動作

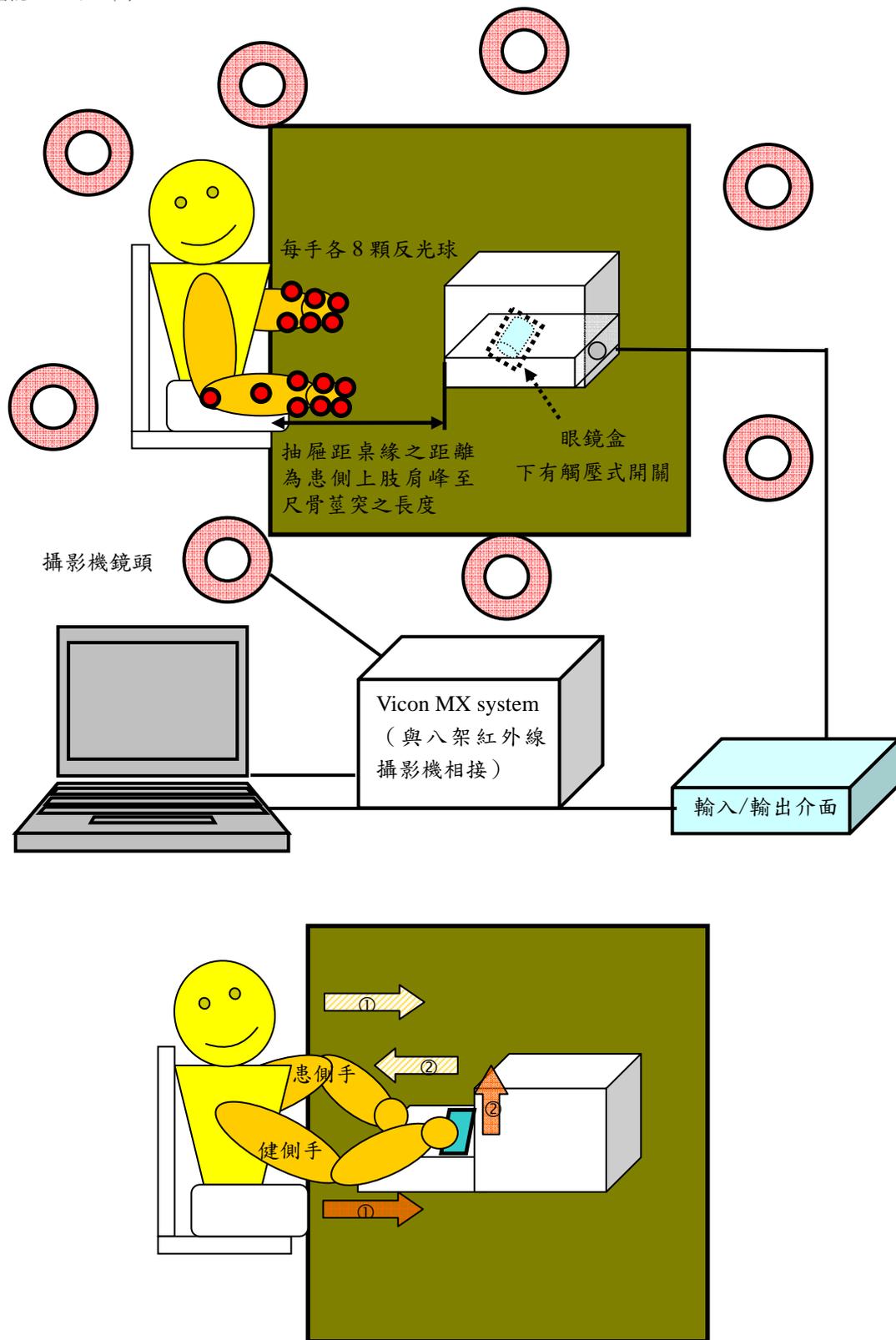


圖 3. 雙手情境—患側手伸臂拉抽屜—健側手拿眼鏡盒：圖 3 上為雙手之起始位置與實驗設備配置。圖 3 下為目標動作。箭頭代表患側手與健側手移動方向，①②代表運動順序，患側手為①伸臂後②拉出抽屜；健側手為①伸臂後②拿起眼鏡盒。

## 2. 臨床評估

使用「傅格梅爾動作評估量表」作為動作復原之評估，每個項目為 0 至 2 分，分數愈高代表動作功能愈好。本研究僅採用上肢之評估項目，總分介於 0 至 66 分。此量表已有良好之施測者間信度、再測信度及建構效度。<sup>[32]</sup>

## 五、資料分析

運動學資料以 LabVIEW 8.2 軟體 (National Instruments, Inc. Austin, Tx) 進行資料處理，所分析的運動學參數包括：尖峰速度、運動時間及運動單位數，由於目標物之距離會依據每位參與者之患側上肢長度作調整，因而運動時間與運動單位數皆會根據每位參與者之伸臂距離修正，得到標準化運動時間 (normalized movement time) 與標準化運動單位數 (normalized motor unit)。<sup>[6,8,23-25]</sup>

1. 尖峰速度：為加速期轉為減速期時，瞬間之速度值，即運動過程中最大之瞬時速度值，其強度與執行活動所能誘發之力量呈正相關，若尖峰速度數值愈高代表動作時可誘發之力量愈大。
2. 標準化運動時間：為動作開始執行至動作結束之時間間距，反映實際動作執行所需時間，若運動速度愈快，則執行運動所需之時間愈短，愈具效率，可視為時效之指標。
3. 標準化運動單位數：運動單位為一個加速期及一個減速期所構成，愈平順之動作僅會改變一次力量之方向，因此僅會有一個運動單位，若運動軌跡修正次數愈多，代表減速期愈長，愈需仰賴感覺回饋來修正動作，導致運動單位數愈多，因而運動單位數可代表動作流暢度。

另外，於雙手情境中，再增加雙手時間同步性之分析，包括動作起始時間差與目標達成時間差。動作起始時間差，即為兩手啟動之時間差，當兩手之移動速度分別上升至超過 5mm/sec 時視為動作起始；目標達成時間差，即為兩手結束動作之時間差。當患側手拉開抽屜，抽屜移動減速至小於 5mm/sec 時，作為患側手動作結束點；當健側手拿起眼鏡盒，眼鏡盒離開觸壓開關時，作為健側手動作結束點。動作起始時間差與目標達成時間差，分別代表動作起始或動作結束時之雙手同步性，其值愈接近 0，代表動作起始時或動作結束時，雙手同步化的程度愈佳。<sup>[31]</sup>

本研究使用 SPSS 10.0 版進行資料分析，以共變數分析 (analyses of covariance) 檢定兩組在治療介入後之兩組表現。將介入前之運動學參數與臨床評估分數作為共變數，組別作為類別因子。另外，計算效應值  $r$ ，

效應值愈大，代表組別差異愈大，0.1-0.25 為小的效應值，0.25-0.4 為中等效應，0.4 以上為強烈效應。<sup>[33]</sup>

## 結 果

表 1 為兩組參與者之基本資料，結果顯示兩組參與者在性別、年齡、偏癱側、腦傷型式、發病時間、簡短智能測驗、修訂之美國國家衛生研究院腦中風量表、及上肢近遠端之布朗司壯動作恢復層級皆無顯著差異。

表 2 為單手情境下患側手伸臂拿水杯、雙手情境下患側手伸臂拉抽屜之運動學分析及臨床評估之結果。由於伸臂拿水杯需將手指張開至水杯大小，且需在手腕幾乎完全伸直之情況下，將盛有半杯水之水杯拿起，此任務對於布朗司壯層級上肢遠端僅有 IV 之中風病患不易執行，因而僅有改良式制動療法組 6 位、雙側動作訓練組 8 位可順利進行此項評估。經由共變數分析兩組於單手情境下之後測比較結果，顯示雙側動作訓練組於標準化運動時間優於改良式制動療法組，呈顯著差異 ( $F(1, 11) = 11.936, p = .005, r = .721$ )，且具強烈效應，但在尖峰速度與標準化運動單位數則未達顯著差異 ( $F(1, 11) = 3.906, p = .074, r = .512$ ;  $F(1, 11) = 4.025, p = .070, r = .518$ )。

經由共變數分析兩組於雙手情境下患側手伸臂拉抽屜之後測比較結果，顯示雙側動作訓練組之患側手在尖峰速度、標準化運動時間與標準化運動單位數皆優於改良式制動療法組，呈顯著差異 ( $F(1, 20) = 5.819, p = .026, r = .474$ ;  $F(1, 20) = 7.058, p = .015, r = .511$ ;  $F(1, 20) = 7.373, p = .013, r = .519$ )，且均具強烈效應。另外，於雙手之時間同步性之後測比較結果，顯示雙側動作訓練組有較佳之雙手動作起始時間差與雙手目標達成時間差，呈顯著差異 ( $F(1, 20) = 7.253, p = .014, r = .516$ ;  $F(1, 20) = 4.763, p = .041, r = .438$ )，也均具強烈效應。而兩組於傅格梅爾動作評估量表之後測比較結果則未達顯著差異 ( $F(1, 20) = 2.16, p = .16, r = .31$ )。

## 討 論

本研究採用運動學分析與臨床評估，檢測兩種治療方案之相對效應，其結果部分支持研究假設。運動學分析指出雙側動作訓練組同時訓練患側手與健側手，患側手之伸手取物表現無論在單手或雙手情境，皆較改良式制動療法組更具效率 (標準化運動時間減少)；且在雙手非對稱性活動中，患側手之伸臂動作，也較改良式制動療法組可誘發較大之肌肉力量 (尖峰

表 1. 人口學特徵

	mCIT 組(n=12)	BMT 組(n=11)	t/ $\chi^2$	p
性別(男/女)	8/4	9/2	.683	.640
年齡(歲)	58.1±9.5	51.4±9.5	1.684	.107
偏癱側(左/右)	4/8	5/6	.354	.680
腦傷型式(出血/柱塞)	6/6	1/10	4.537	.069
發病時間(月)	21.8±23.0	16.1±14.7	.696	.494
MMSE	27.4±1.9	28.9±1.6	2.051	.053
mNIHSS	4.2±1.8	3.4±2.7	.864	.398
右慣用手側化程度(%)	97.9±4.0	85.2±24.2	1.726	.114
布朗司壯動作恢復層級(上肢近端)	III-IV 0 IV 3 V 9 III-IV 1 <sup>A</sup>	III-IV 2 <sup>A</sup> IV 4 V 5 III-IV 2 <sup>A</sup>	3.248	.197
布朗司壯動作恢復層級(上肢遠端)	IV 8 V 3 VI 0	IV 5 V 2 VI 2	3.188	.364

註：mCIT 組表接受改良式制動療法組(modified constraint-induced therapy)；BMT 組表接受雙側動作訓練組(bilateral movement training)；n 表人數；t 值表對連續變項進行成對樣本 t 檢定(paired t-test)； $\chi^2$  表對類別變項進行卡方檢定(Chi-square test)；MMSE 為簡短智能測驗(Mini-Mental State Exam)；mNIHSS 為修訂之美國國家衛生研究院腦中風量表(Modified National Institute of Health Stroke Scale)。

\*表 p<0.05

<sup>A</sup> 本研究收案標準所訂定之布朗司壯動作恢復層級其近遠端需於IV以上，雖 mCIT 組有 1 人、BMT 組有 2 人之布朗司壯動作恢復層級僅有 III-IV，但此 3 人之動作均接近 IV，故收案。

表 2. 患側手於運動學參數與臨床評估之比較\*

	mCIT (n=12)		BMT (n=11)		ANCOVA for mCIT vs. BMT		
	前測	後測	前測	後測	F(1, 20)	p	r
單側活動 (伸臂拿水杯)							
PV (cm/sec)	51.78± 9.78	55.36±11.93	52.78±11.27	65.95± 8.85	3.906	.074	.512
nMT	0.06± 0.03	0.06± 0.02	0.07± 0.05	0.05± 0.02	11.936	.005 <sup>B</sup>	.721
nMU	0.25± 0.21	0.20± 0.09	0.28± 0.22	0.16± 0.12	4.025	.070	.518
雙側活動 (伸臂拉抽屜)							
PV (cm/sec)	60.80±11.24	61.79± 8.62	66.48±10.58	72.37± 9.27	5.819	.026 <sup>B</sup>	.474
nMT	0.06± 0.01	0.05± 0.01	0.04± 0.01	0.04± 0.01	7.058	.015 <sup>B</sup>	.511
nMU	0.18± 0.07	0.16± 0.09	0.11± 0.06	0.07± 0.03	7.373	.013 <sup>B</sup>	.519
動作起始時間差	1.78± 1.08	1.49± 0.88	1.67± 1.41	0.70± 0.47	7.253	.014 <sup>B</sup>	.516
目標達成時間差	0.52± 0.28	0.44± 0.25	1.15± 1.88	0.22± 0.19	4.763	.041 <sup>B</sup>	.438
FMA	46.08± 8.23	52.67± 6.81	44.82±12.73	54.00±11.68	2.16	.16	.31

註：mCIT 組表接受改良式制動療法組；BMT 組表接受雙側動作訓練組；n 表人數；PV 表尖峰速度(peak velocity)；nMT 表標準化運動時間(normalized movement time)；nMU 表標準化運動單位數(normalized number of motor units)；FMA 為傅格梅爾動作評估量表(Fugl-Meyer Assessment)。於單側活動之伸臂拿水杯活動中，僅有 mCIT 組 6 位、BMT 組 8 位可進行分析。

\*兩組之前後測運動學參數值與臨床評估分數皆以平均值±標準差的方式呈現；<sup>B</sup> p<0.05 (共變數分析)

速度增加)、帶動運動速度變快(標準化運動時間減少)、運動軌跡也較為平順(標準化運動單位數減少),且於動作起始與動作結束皆具較佳之雙手時間同步性,指出雙側動作訓練組經由雙側對稱性動作之密集訓練,其進步可類化至非對稱性活動,但須進一步探討是否在其他不同非對稱性活動仍保有其療效。臨床評估之結果則指出在動作復原層面,兩種治療之改善程度相近。

雙側動作訓練之運動學分析結果與過去研究一致,<sup>[15,28,29]</sup>且可延伸其動作效益。過去研究僅利用與治療活動相同之單手或雙手對稱性運動學情境作為評估項目,本研究採用不同於治療活動之單手與雙手非對稱性活動作為運動學施測情境,其正面效益可能與雙側動作訓練強調兩手同時進行對稱性之動作,讓患側手盡量跟上健側手之速度表現,使患側手更易呈現健側手之動作模式特質(movement characteristics)有關。雙側動作訓練主要經由兩腦間之去抑制(inter-hemispheric disinhibition)降低健側腦對患側腦之抑制,並藉由兩側大腦間之神經連結活化兩側大腦之功能同質區,以促進兩側肢體間之耦合效應。<sup>[34]</sup>另外,使用雙側對稱性之動作可讓健側腦產生共同單一之指令,進而重組患側腦之神經網絡。<sup>[14,15,34]</sup>因此,無論治療內容為單純之伸臂動作或活動形式(如雙側等運動型態訓練),由於兩者皆為雙手同時密集性練習對稱性之動作,利用神經動作系統將兩手之動作傾向對稱且同步化,結果顯示兩者均可改善患側手之運動時間、尖峰速度、以及動作流暢度。而標準化運動單位數(可代表動作流暢度)是過去研究未呈現之參數;另外,在雙手情境中,雙側動作訓練也可進一步改善動作起始與動作結束時的雙手同步性,即使治療前病患之上肢動作能力屬高功能(傅格梅爾動作評估量表於上肢部分的總分為 66 分,雙側動作訓練組之前測為 44.8±12.7 分),仍受益於雙側動作訓練,顯示並非僅有上肢動作受損嚴重者才適合雙側動作訓練。<sup>[26]</sup>

改良式制動療法之運動學分析結果則與過去研究不太一致,<sup>[6,8,16,23-25]</sup>可能原因在於對應比較之治療內容不同。過去研究多為改良式制動療法組與傳統復健治療相比,另外,過去研究採用之參與者其動作能力較差,僅需上肢近遠端之布朗司壯動作恢復層級為 III-IV 即可,<sup>[6,8,23-25]</sup>讓改良式制動療法可誘發較多的動作改善。除此之外,改良式制動療法強調以日常活動為基礎進行介入,讓患側手能在日常生活中自然地使用,進而增進解決問題能力與動作品質,因此在本研究的單手情境中,伸臂拿水杯之任務並無法完整呈現介入後解決問題能力與動作品質之向度;而在雙手情

境中,也未有任何明顯改善。整體而言,單手訓練為主之改良式制動療法,在執行兩項上肢日常生活活動一伸臂拿水杯、拉開抽屜拿眼鏡盒,進步幅度並無法優於雙側動作訓練。

臨床評估的結果,兩組在進步幅度上雖未達顯著差異,但若看各組組內前後測之進步量,兩組在後測之表現均有改善,顯示改良式制動療法與雙側動作訓練皆能促進動作復原,意即兩種介入方案引發的進步程度相當。相對於臨床評估結果,運動學分析仍能顯著地區分該兩種治療的功能性活動表現,暗示臨床評估工具的敏感度可能不及於電腦化的運動學分析方式,然而,運動學分析對於治療的敏感度、效度仍需進一步深入的研究才能有較確切的定論。另外,未來研究可再擴大樣本數,以進一步偵測兩組於傅格梅爾動作評估量表之差異。

針對未來研究,在運動學的施測情境方面,除了日常活動之基本構成要素一伸臂動作外,更可採用一連串功能性之真實日常活動,如伸臂拿水壺倒水後再喝水之雙側不對稱任務,以貼近實際日常生活之雙側協調情境,進一步探究不同治療方案對日常活動表現之動作效應。另外,亦可分別檢視近端肢體活動與遠端精細活動上,兩種治療方案的療效差異;亦可在評估活動過程中,要求受試者以最快速度執行,以分析兩種治療方案於最佳表現上的差異。在臨床評估方面,則可同時考量日常功能及生活品質向度,以對中風病患之整體健康做完整描述。由於左腦主要在組織對稱性之雙側動作,而右腦主要組織非對稱性之雙側動作,<sup>[34]</sup>因此也可分別探討左右大腦腦傷之中風病患對於不同治療方案之效應,甚至合併功能性腦影像學之檢查,進一步探討不同治療方案在腦與動作重組間之機制。且若能針對不同治療之療效進行追蹤,可更進一步確認治療之長期效應,釐清動作進步是來自於立即之表現獲得,或是永久之表現改變,以作為臨床介入之方向。

## 結 論

兩種治療方案在治療量與治療頻率相同下,改良式制動療法並未在單側情境中,較雙側動作訓練有較佳之動作表現;但雙側動作訓練,卻在單側與雙側非對稱性活動均有較佳之運動學表現,顯示雙側動作訓練較改良式制動療法可立即改善輕度至中度慢性中風病患之動作效能。雙側動作訓練對於患側手動作控制層面之顯著改善,包括可誘發之肌肉力量、動作速度與執行動作之流暢度,特別是在雙側協調活動中,雙

手動作起始與動作結束之時間同步性相較於改良式制動療法有明顯進步，顯示藉由雙手同時執行對稱性之動作，可經由神經動作系統將兩手之動作傾向對稱且同步化，若配合速度愈快愈好之動作要求，可讓肢體間的耦合效應更為強烈，使患側手更易呈現健側手之動作模式。未來可再進一步探究影響兩種治療效應之可能因子，如腦傷側、動作受損情形、慢性化程度等。

## 誌 謝

本研究獲國家衛生研究院經費補助(NHRI-EX97-9742PI)，長庚紀念醫院桃園分院、衛生署立台北醫院、及慈濟綜合醫院台北分院相關人員之協助，謹此致謝。

## 參考文獻

1. Rameckers EA, Speth LA, Duysens J, et al. Kinematic aiming task. *Am J Phys Med Rehabil* 2007;86:538-47.
2. Cauraugh JH, Kim SB, Duley A. Coupled bilateral movements and active neuromuscular stimulation: Intralimb transfer evidence during bimanual aiming. *Neurosci Lett* 2005;382:39-44.
3. Schaechter JD. Motor rehabilitation and brain plasticity after hemiparetic stroke. *Prog Neurobiol* 2004;73:61-72.
4. 陳玥岑、吳菁宜、林克忠：制動療法對中風病人療效之系統性回顧。台灣職能治療研究與實務雜誌 2006；2：1-12。
5. 莊國璋、王榮俊、黃亭韶等：限制—誘發動作治療於中風病人復健之療效。北市醫學雜誌 2008；5：1-14。
6. 李佳宜、林克忠、吳菁宜等：改良式侷限誘發動作治療於輕中度腦中風患者之成效：運動學分析之研究。職能治療學會雜誌 2006；24：25-35。
7. 李佳宜、吳菁宜、連倚南等：改良式侷限誘發動作治療於腦中風病人之復健成效。台灣醫學 2006；10：429-37。
8. 黃雅瑛、吳菁宜、洪維憲等：改良式制約誘發運動治療對中風患者療效之運動學分析。台灣醫學 2006；10：319-27。
9. 黃雅瑛、吳菁宜、林克忠等：修正之侷限—誘發運動治療對中風患者的臨床表現分析。台灣職能治療研究與實務雜誌 2005；1：44-53。
10. Sterr A, Elbert T, Berthold I, et al. Longer versus shorter daily constraint-induced movement therapy of chronic hemiparesis: An exploratory study. *Arch Phys Med Rehabil* 2002;83:1374-7.
11. Page SJ, Sisto S, Levine P, et al. Modified constraint induced therapy: A randomized feasibility and efficacy study. *J Rehabil Res Dev* 2001;38:583-90.
12. Page SJ, Sisto S, Levine P, et al. Efficacy of modified constraint constrain-induced movement therapy in chronic stroke: A single-blinded randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil* 2004;85:14-8.
13. Lewis GN, Byblow WD. Neurophysiological and behavioral adaptations to a bilateral training intervention in individuals following stroke. *Clin Rehabil* 2004;18:48-59.
14. Mudie MH. Upper extremity retraining following stroke: effects of bilateral practice. *Neurorehabil Neural Repair* 1996;10:167-84.
15. Mudie MH, Matyas TA. Can simultaneous bilateral movement involve the undamaged hemisphere in reconstruction of neural networks damaged by stroke? *Disabil Rehabil* 2000;22:23-37.
16. Caimmi M, Carda S, Giovanzana C, et al. Using kinematic analysis to evaluate constraint-induced movement therapy in chronic stroke patients. *Neurorehabil Neural Repair* 2008;22:31-9.
17. Mccrea PH, Eng JJ, Hodgson AJ. Biomechanics of reaching: Clinical implications for individuals with acquired brain injury. *Disabil Rehabil* 2002;24:534-41.
18. Shepherd RB. Exercise and training to optimize functional motor performance in stroke: Driving neural reorganization? *Neural Plast* 2001;8:121-9.
19. Chang J, Wu T, Wu F, et al. Kinematical measure for spastic reaching in children with cerebral palsy. *Clin Biomech* 2003;20:381-8.
20. Majsak MJ, Kaminski T, Gentile AM, et al. The reaching movements of patients with Parkinson's disease under self-determined maximal speed and visually cued conditions. *Brain* 1998;121:4755-66.
21. Stins JF, Kadar EE, Costal A. A kinematic analysis of hand selection in a reaching task. *Laterality* 2001;6:347-67.
22. Wu CY, Trombly CA, Lin KC, et al. A kinematic study of contextual effects on reaching performance in persons with and without stroke: Influenced of object availability. *Arch Phys Med Rehabil* 2000;81:95-101.
23. Wu CY, Chen CL, Tang SF, et al. Kinematic and clinical analyses of upper-extremity movements after constraint-induced movement therapy in patients with

- stroke: A randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil* 2007;88:964-70.
24. Lin KC, Wu CY, Wei TH, et al. Effects of modified constraint-induced movement therapy on reach-to-grasp movements and functional performance after chronic stroke: A randomized controlled study. *Clin Rehabil* 2007;21:1075-86.
  25. Wu CY, Lin KC, Chen HS, et al. Effects of modified constraint-induced movement therapy on movement kinematics and daily function in patients with stroke: A kinematic study of motor control mechanisms. *Neuro-rehabil Neural Repair* 2007;21:460-6.
  26. Harris-Love ML, Waller SM, Whitall J. Exploiting interlimb coupling to improve paretic arm reaching performance in people with chronic stroke. *Arch Phys Med Rehabil* 2005;86:2131-7.
  27. Summers JJ, Kagerer FA, Garry MI et al. Bilateral and unilateral movement training on upper limb function in chronic stroke patients: A TMS study. *J Neurol Sci* 2007;252:76-82.
  28. Whitall J. Stroke rehabilitation research: Time to answer more specific questions? *Neurorehabil Neural Repair* 2004;18:3-8.
  29. Kazennikov O, Perrig S, Wiesendanger M. Kinematics of a coordinated goal-directed bimanual task. *Behav Brain Res* 2002;134:83-91.
  30. Perrig S, Kazennikov O, Wiesendanger M. Time structure of a goal-directed bimanual skill and its dependence on task constraints. *Behav Brain Res* 1999;103:95-104.
  31. Reisman DS, Scholz JP. Aspects of joint coordination are preserved during pointing in persons with post-stroke hemiparesis. *Brain* 2003;126:2510-27.
  32. Duncan PW, Propst M, Nelson SG. Reliability of the Fugl-Meyer assessment of sensorimotor recovery following cerebrovascular accident. *Phys Ther* 1983;63:1606-10.
  33. Portney LG, Watkins MP. Power and sample size. In: Portney LG, Watkins MP, editors: *Foundations of clinical research: Application to practice*. 2nd ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall Health; 2000. p.705-19.
  34. Cauraugh JH, Summers JJ. Neural plasticity and bilateral movements: A rehabilitation approach for chronic stroke. *Prog Neurobiol* 2005;75:309-20.

# Effects of Modified Constraint-Induced Therapy versus Bilateral Movement Training on Upper Extremity Performance in Patients with Chronic Stroke: A Kinematic Analysis

Ya-Fen Chang, Wen-Chung Tsai,<sup>1</sup> Chia-Ying Chung,<sup>1</sup> Yin-Chou Lin,<sup>1</sup>  
Yueh-Tsen Chen,<sup>2</sup> Ching-Yi Wu,<sup>3</sup> Ken-Chung Lin<sup>4</sup>

Division of Occupational Therapy, Department of Rehabilitation,  
Shin Kong Wu Ho-Su Memorial Hospital, Taipei;

<sup>1</sup>Department of Physical Medicine and Rehabilitation, Chang Gung Memorial Hospital, Taoyuan;

<sup>2</sup>Department of Rehabilitation, Sin Lau Hospital, Tainan;

<sup>3</sup>Department of Occupational Therapy and Graduate Institute of Clinical Behavioral Science,  
Chang Gung University, Taoyuan;

<sup>4</sup>School of Occupational Therapy, National Taiwan University College of Medicine, and  
Division of Occupational Therapy, Department of Physical Medicine and Rehabilitation,  
National Taiwan University Hospital, Taipei.

**Background and Objective:** Several evidence-based treatment programs for improving upper extremity functions such as constraint-induced therapy (CIT) / modified CIT (mCIT) and bilateral movement training (BMT) have been developed recently. The mCIT program combines restraint of the unaffected hand with intensive training of the affected hand, and BMT involves intensive bilateral training with symmetrical functional training. In this study, the relative efficacy of mCIT vs. BMT was compared by a kinematic analysis that quantitatively assessed motor control in high functioning stroke patients when performing unilateral and bilateral functional tasks.

**Methods:** In a pretest-posttest, randomized controlled trial, twenty-three stroke patients were randomly allocated to either the mCIT group (6 hours restraint of the unaffected hand and 2 hours intensive training of the affected hand daily) or the BMT group (2 hours intensive bilateral training daily) for 5 days weekly over 3 weeks. Outcome measures included (1) kinematic analysis of reaching movement in unilateral and bilateral asymmetrical tasks and (2) the Fugl-Meyer Assessment (FMA) of motor impairment severity.

**Results:** In comparison with the mCIT group, the BMT group revealed the following: better movement efficiency in the unilateral reach-to-grasp task; faster and smoother movement with greater force in the bilateral box-opening task; better temporal synchronization in the bilateral condition ( $p = .005-.014$ ). The two groups did not significantly differ in FMA.

**Discussion:** When controlling for duration and intensity, BMT was more effective than mCIT for improving motor control during both the unilateral and the bilateral asymmetrical tasks in chronic stroke patients with mild-to-moderate motor impairment. The BMT may facilitate coupling between the upper extremities and may cause the affected upper limb to assume the same movement characteristics of the unaffected upper limb, which would improve motor control of the affected upper limb during unilateral and bilateral asymmetric functional activities. ( *Tw J Phys Med Rehabil* 2009; 37(1): 19 - 30 )

**Key Words:** constraint-induced therapy, bilateral training, stroke rehabilitation, kinematics

Correspondence to: Prof. Ching-Yi Wu, Department of Occupational Therapy, Chang Gung University, No. 259, Wen-Hwa 1 Road, Kwei-Shan, Taoyuan 333, Taiwan.

Tel : (03) 2118800 ext 5761 e-mail : cywu@mail.cgu.edu.tw