

改良式制約誘發運動治療對中風患者療效之 運動學分析

黃雅瑛 吳菁宜¹ 洪維憲² 陳嘉玲³ 林克忠⁴

制約-誘發運動治療(constraint-induced movement therapy, CIMT)是一種針對單側腦中風患者，以侷限健側手，並重複、密集地訓練患側上肢約兩至三週，以改善患側上肢動作功能的療法。本研究以運動學分析探討「改良式制約-誘發運動治療」(modified constraint-induced movement therapy, mCIMT)，對亞急性及慢性中風患者患側上肢動作功能的影響。本研究自兩家醫學中心復健病房的住院中風病患選取同意參與此研究且簽署受試者同意書之 26 位半側偏癱的中風患者，十八位男性，八位女性(平均年齡為 51.58 歲)隨機分為兩組，其中 13 位為 mCIMT 組，每天接受 2 小時患側手訓練及 6 小時健側手侷限，持續 3 週，另外 13 位為傳統治療組，每天接受 1.5 小時為期三週的傳統治療療程，且不特別侷限健側手。在治療前後，利用運動學分析評估伸臂及物與伸手取物動作，使用共變量分析來檢測治療後兩組的差異。結果顯示，治療後 mCIMT 組在伸臂動作(按鈴情境)下比傳統治療組有較快的動作反應($F(1, 23) = 4.42, p = 0.024$)、較佳的動作流暢度($F(1, 23) = 3.03, p = 0.048$)及較短的動作路徑($F(1, 23) = 5.13, p = 0.017$)；在伸手取物(拿飲料罐情境)下，mCIMT 組能誘發較多力量($F(1, 16) = 4.65, p = 0.024$)。此結果顯示每日治療時間縮短但治療期延長的 mCIMT 仍具改善某些動作表現的療效。同時也建議運動學分析是一種可偵測動作過程改變的工具，未來的研究可結合運動學分析與腦部顯影技術來探討中風復健後腦功能重組與動作恢復之間的關聯。

關鍵詞：中風，復健，動作控制，運動學分析，伸臂動作
(台灣醫學 Formosan J Med 2006;10:319-27)

前 言

影響中風復健療效的因素甚多，除了患者中風嚴重程度與本身恢復潛能等個別因素外，治療方法與療程安排更是影響中風復健療效的要因。傳統復健為了在短時間內使患者學會獨立完成活動，著重於代償性技巧的學習，允許使用健側手協助患側手，甚至只使用健側手，以讓患者能迅速參與功能活動。由於患者在日常生活中只著重使用較有效率的健側手，而對患側手的注意力降低，使得患側手

的真實使用率低於患側手潛在的可使用機率，造成患側手的「習得廢用症」(learned nonuse)，而妨礙患側手功能恢復的機會[1]。一般認為，中風後的復健形式與強度、患者是否被鼓勵使用患側手，皆是影響「習得廢用症」形成的關鍵因素[2]。

Taub 等人(1993)發展制約-誘發運動治療(constraint-induced movement therapy, CIMT)[3]，來避免或克服「習得廢用症」，此療法之機制源自於神經科學與行為心理學[4]，其作法是在一段時期內，每天長時間限制健側肢體活動，並誘發患側肢

署立嘉南療養院職能治療科，¹長庚大學職能治療學暨臨床行為科學研究所，²中國醫藥大學運動醫學系，³長庚紀念醫院復健科，⁴國立台灣大學醫學院職能治療學系暨台大醫院復健部

受文日期 民國 94 年 8 月 26 日

接受刊載 民國 94 年 12 月 6 日

通訊作者聯絡處：林克忠，國立台灣大學醫學院職能治療學系，台北市徐州路 17 號 4 樓

體的使用動機，利用神經網路的功能性重塑來產生治療成效[5,6]。此外，也運用心理學中操作制約(operant conditioning)原則來增強患側的功能練習(即在過程中逐漸增加活動的困難度)，逐步趨近預定目標。許多研究也證實 CIMT 能增加患側手的使用與功能，且具有良好的成效[4-8]。

採取原始 CIMT 療程的研究中，收案標準限定患側手腕需能伸直 20 度以上、手指伸直 10 度以上、且要中風半年以上、沒有明顯的平衡問題[3,7,9]，整個療程約進行 10-14 天的治療，在健側手方面，通常要求除了需要接觸水的活動，其餘 90% 醒著的時間都需侷限健側手，侷限的方式大多採用手套、或副木加上肩膀懸吊帶，目的是侷限健側手，以提供患側手更多從事活動的機會，誘發使用患側手；而患側手的部分，約每天 6-8 小時，每週 5 天在監督下重覆練習功能性活動或利用行為塑造法趨近預定目標。以臨床量表評估其療效，證實 CIMT 可明顯增加慢性腦中風患者患側手在實驗室與真實生活中的使用量、動作品質、功能性能力、日常生活功能、降低完成活動所需時間；但文獻報導約只有 20-25% 的慢性中風患者符合此一嚴格標準[4,8]，此外，CIMT 的侷限與訓練時間長，降低患者持續參與的動機，也限制了此療法的臨床適用性[5,10]。有鑑於此，若干學者將原始的 CIMT 療程與時間加以修正，稱為「改良式制約-誘發運動治療」(modified constraint-induced movement therapy, mCIMT)，以適用於亞急性(發病二週以上)、急性患者(發病二週內)或動作功能較低的患者，並探討縮短侷限與訓練時間的療效[10-13]。針對亞急性、急性患者或動作功能較低者進行改良式制約-誘發運動治療的研究中，縮短健側手的侷限時間為 5-6 小時/天，患側手的訓練時間為 1/2-2 小時/天且持續兩週，或是每週訓練五天持續三週，其結果亦支持該療法的成效。

過去有關 CIMT 的研究著重使用臨床量表來評估患側手的動作改善情況，結果雖可顯示執行活動成果與動作總時間的改善狀況，但對於動作過程與品質，如反應時間，動作速度與動作幅度等的改變情況則未所知[2,13]。若能以三度空間的運動學分析(kinematic analysis)方式量化 CIMT 治療除了改善動作功能外，對於動作之時間、空間特性之影

響，則可藉以推測中風患者如何整合、調整動作行為[14,15]。至本研究結束前，尚未察知有關 CIMT 後，患側手動作功能改善的運動學研究。因此，本研究目的在利用運動學分析檢測 mCIMT 治療前後對亞急性及慢性中風患者的患側上肢動作功能的影響效果。本研究假設治療後，mCIMT 組的動作表現改善幅度大於傳統治療組，即動作反應時間較少、動作路徑較直、動作效率及流暢度較高等。

材料與方法

一. 受試者

受試者取樣自北部兩家醫學中心復健病房的住院中風病患，本研究的收案標準包括：1. 診斷：出血性中風(hemorrhagic stroke)、缺血性中風(ischemic stroke)或動靜脈畸形(arteriovenous malformation)，為單側偏癱但不限第一次中風。2. 發病時間：2 週以上，醫療狀況穩定者。3. 認知：能理解指導語。4. 布朗斯壯動作恢復層級(Brunnstrom stage of motor recovery)：上肢近端、遠端皆在 3 層級以上，且手肘可稍微伸直。5. 平衡能力：坐在無靠背之椅子上，執行上肢運動時，可維持坐姿平衡，不跌倒。於二 0 0 三年十月至二 0 0 四年四月期間連續七十三位個案中選取符合標準且簽署受試者同意書的 26 位個案，年齡分布從 14-79 歲(平均=51.58 歲，標準差=15.88 歲)，共 18 位男性，8 位女性。發病時間 0.5-101 個月(平均=18.01 個月，標準差=21.27 個月)。本受試樣本被隨機分配至 mCIMT 組或傳統治療組，每組各 13 名受試。

二. 治療介入流程

1. mCIMT 組

mCIMT 組的訓練以功能性活動為主，療程設計為：(1) 限制健側手：考量安全並避免受試使用健側手代償，故採用無法使手指獨立活動的手套來侷限。在住院期間內，受試者每天戴手套的總時間為 6 小時(含患側手治療時的 2 小時)，持續 3 週。(2) 患側手密集訓練：個案的患側手每天接受 2 小時行為塑造訓練，訓練內容為功能性上肢活動，選擇適合患者生活角色且對患者有適度挑戰之訓練方案來進行(如伸手碰觸、抓握、操弄、挪移日常

生活物件)，隨著患者動作功能的進步，治療活動的難度亦隨著提高，但未特別練習本研究所使用之測試活動(伸手按鈕與拿罐子)每週 5 天，持續 3 週。此外，除原本職能治療部分改為侷限誘發療法外，其他各專業的復健療程，如物理治療、語言治療等，仍繼續進行。

2. 傳統治療組

傳統治療組接受原本的職能治療，不加以改變，內容包括神經發展治療(neurodevelopmental treatment)、日常生活活動的代償性技巧學習、上肢肌力、關節活動度訓練及擺位等。此外，不限制健側手的使用，允許健側手輔助患側手完成活動，或只使用健側手完成活動。平均職能治療時數為每天 1.5 小時，如同 mCIMT 組，未針對研究所使用之測試活動作練習，每週 5 天，持續 3 週。其他的復健療程如物理治療、語言治療等，仍繼續進行。

三. 儀器設備

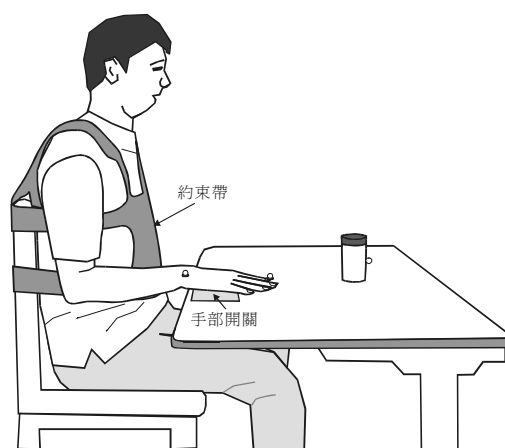
以 3 度空間動作分析系統(Vicon 370, Oxford Metrics Ltd, Oxford, UK)(包含 6 架紅外線攝影機)來擷取動作過程中的運動學資料，藉由置於手部的 3 顆反光球(直徑為 10 mm)，其分別置於拇指之遠端指節、食指之遠端指節、及尺骨莖突，並在目標物上另貼 1 顆反光球，作為定義動作終點的參考。此攝影系統和 2 頻道的類比訊號(手部開關及電鈴開關)以 60 Hz 頻率同步收集資料。

四. 實驗流程

針對伸臂動作(按鈴)和伸手取物(拿飲料罐)的功能性活動，進行手部動作的運動學評估，採用此兩種活動是因為該活動皆為日常生活常使用的活動。在治療前 1 至 2 天內進行前測，治療完成後 1 至 2 天內進行後測。

前後測實驗時，首先將椅子對齊桌子正中，椅高依受試者身高調整至受試者雙腳可平放於地面，受試的兩側髖關節、膝關節與踝關節均彎曲約 90 度。桌面高度與桌椅距離以受試背部能緊靠椅背，並以約束帶限制背部動作，以避免受試者執行伸臂活動時，使用軀幹來代償協助上肢動作。上臂平行靠著軀幹側邊，手肘彎曲 90 度，手腕靠在桌緣，患側手置放在起始開關上(圖一)。

患側手之起始位置位於桌緣並對齊患側邊肩峰，目標物則對齊受試者正中矢狀面 (midsagittal



圖一：實驗配置圖

plane)，目標物與參與者的距離為患側上肢長，即肩峰(acromion)到手腕(wrist crest)之長度。若此距離受試者無法伸達，則將距離拉近至可執行活動任務的最長距離，約患側上肢長度之 70 - 90%。患側手按鈴的指導語為：「請將患側手放在起始位置，聽到嗶聲後，伸手按鈴一次，必須按出聲音」。測試伸手拿飲料罐動作時，實驗者出示三種等大的圓柱形飲料罐(如咖啡、可樂、檸檬紅茶)，請受試從中選擇出最喜歡的一種，作為伸臂抓握測試之用，並告訴受試：「請將患側手放在起始位置，聽到嗶聲後，請伸手拿起飲料罐，執行三次後，此飲料將給你」。受測者了解指導語後，沒有進行練習，直接開始測試。每位受測者均先執行患側手按鈴，再執行患側手拿飲料罐的測試各三次，若測試時受試者無法完成或發生失誤以致無法成功擷取資料，則放棄此次測驗結果，重新再測試，最後取成功的三筆資料求得平均值。

五. 資料分析與統計分析

實驗所擷取的資料以 LabView software (National Instruments, TX, US) 做後續資料處理，動作週期(movement cycle)以手部一離開桌面開關(由類比訊號判定)為動作起點，目標物(飲料罐)上的反光球開始移動或目標鈴發出聲音(由類比訊號判定)時定為動作終點。主要運動學參數包括：

反應時間(reaction time, RT)：從「起始鈴聲響起」到手離開「起始開關」之時間，代表動作計劃所需時間，RT 越短代表反應越快，即事前動作計

表一：mCIMT 組與傳統治療組的基本資料

項目	mCIMT 組 (n=13)	傳統治療組 (n=13)	p
年齡 (歲)	48.8 ± 15.6 (14-78)	54.3 ± 16.3 (22-79)	0.39
身高 (公分)	165.3±6.8 (175-151)	161.5±8.3 (173-150)	0.42
體重 (公斤)	64.5±7.2 (78-52)	66.4±7.5 (79-51)	0.41
性別(男/女)	8/5	9/4	0.42
肢體偏癱側(右/左)	8/5	7/6	0.71
慣用手(右/左)	12/1	13/0	0.34
診斷類型(出血性中風/缺血性中風/動靜脈畸型)	5/6/2	9/3/1	
發病時間 (月)	11.9 ± 9.1 (0.75-26)	16.6 ± 15.4 (0.5-49)	0.16
布朗斯壯動作恢復層級〈上肢近端〉	4.31 ± 0.78 (3-5)	4.69 ± 0.85 (3-6)	0.24
布朗斯壯動作恢復層級〈上肢遠端〉	4.27 ± 1.03 (3-5)	4.42 ± 1.02 (3-6)	0.50

註：mCIMT 組=接受「改良式制約-誘發運動治療」(modified constraint-induced movement therapy)之組；n=人數。

劃(preprogram)所需時間越短。

標準化路徑(normalized total displacement, NTD)：以手在三度空間中移動的總路徑，除以起始點到目標物的直線距離，所得之比例值。此比例代表運動軌跡的流暢度(trajjectory smoothness)，比例越大，流暢度越差；比例越接近 1，代表運動軌跡越趨於直線，越為流暢。

最大瞬時速度(peak velocity, PV)：運動過程中由加速期轉換成減速期的時間點的速度，代表肌肉衝量(muscle impulse)的大小，與執行活動所能誘發的力量呈正相關，較不受與速度相關的指令影響。PV 越高，代表執行活動時可誘發的力量越大，或運動速度越快。

最大瞬時速度的時間百分比(percentage of movement time where PV occurs, PPV)：達最大瞬時速度所花時間佔整個運動時間的比例，代表的是運動策略(movement strategy)。減速期是接受移行過程中的即時感覺回饋，藉以修正運動路徑，以觸及目標物的階段。PPV 越大，減速期比例越小，代表路徑修正的時間越短，運動策略越佳。

運動單位數(number of movement units, MU)：

一個加速期加上一個減速期為一個運動單位，代表運動軌跡的流暢度。運動表現中，軌跡的調整次數越多，減速期越長，運動單位數就越多；相對的，單位數越少，代表動作越流暢[15]。

手指張開最大距離(maximum grip aperture, MGA)：拿飲料罐時，加測這個參數，以了解取物過程中，手指抓握的動作策略，而按鈴活動未有抓握動作，因此不考慮此參數。此參數指大拇指與食指指腹距離，受目標物規格影響，手指張開以大於但最接近目標物規格，為最理想的動作。以中風患者為例，通常都是張力過高，手指較張不開，若手指可張的較開，代表較佳動作。

手指張開至最大距離的時間百分比(percentage of reaching time where maximal grip aperture occurs, PMGA)：拿飲料罐時，才加測這個參數，此參數為手指張至最大距離發生的時間點除以運動時間。此值愈大代表手指是在運動較後期才張到最大，此表示動作是熟悉與事先計畫的。

本研究以 Fisher's exact test 及 t-test 檢定兩組受試者人口學(例如：年齡、身高)及臨床(偏癱側及發病時間)特徵是否配對，並以共變數分析

表二：兩組受試者在伸臂按鈴活動的原始運動學參數值

參數	組別			
	mCIMT 組 (n=13)		傳統治療組 (n=13)	
	前測	後測	前測	後測
RT (sec)*	0.68 ± 0.31	0.47 ± 0.15	0.60 ± 0.35	0.53 ± 0.18
NTD (%)*	1.67 ± 0.32	1.47 ± 0.25	1.44 ± 0.39	1.57 ± 0.71
PV (cm/sec)	61.8 ± 26.4	74.4 ± 17.1	53.9 ± 13.6	64.9 ± 18.6
PPV (%)	35.2 ± 20.1	38.3 ± 14.3	41.0 ± 16.5	38.6 ± 18.1
MU*	7.9 ± 6.7	4.4 ± 4.5	6.4 ± 6.2	5.0 ± 3.8

註：*表示統計檢定達顯著差異 ($p < .05$)；mCIMT 組=接受「改良式制約-誘發運動治療」(modified constraint-induced movement therapy)之組；n=人數；RT=反應時間(reaction time)；NTD=標準化路徑(normalized total displacement)；PV=最大瞬時速度(peak velocity)；PPV=達最大瞬時速度值所佔的時間百分比(percentage of movement time where peak velocity occurs)；MU=運動單位數(number of movement units)。

(analysis of covariance, ANCOVA)來檢驗研究假說。每一種活動之每一個運動學參數執行一次共變數分析，在共變數分析中，將治療前運動學參數當作共變項，檢定治療後二組受試者患側手在上述運動學參數上之表現差異，顯著水平定為 0.05(單尾檢定)。此外，並計算效應值

$$\eta(\text{Eta}) = \sqrt{\frac{F(df_{\text{between}})}{F(df_{\text{between}}) + df_{\text{within}}}}; \text{效應值代表依變}$$

項的變異量中，可由自變項解釋的百分比，即在調整後的後測平均數的變異量中，可由組別(治療)解釋的百分比[16]，效應值愈大代表組別差異愈大。一般在行為科學領域的效應值較小，通常在 0 到 0.40 之間。以 η 而言，0.1 為小的效應值，0.25 為中等效應值，0.4 為大的效應值[17]。

結果

表一為 mCIMT 組與傳統治療組受試者的基本資料，結果顯示年齡、身高、體重、性別、偏癱側及發病時間兩組間沒有顯著差異。mCIMT 組每日侷限時間平均為 5.7 小時，範圍在 5.1 - 6 小時。兩組受測者中有 11 人在住院期間完成治療方案，15 人在治療期間出院，出院後依據原預定時程回院做改良式制約誘發運動治療或職能治療。mCIMT 和傳統治療組在其他各專業的復健療程，如物理治療、語言治療等每週五次，每次平均各為 1.8 及

1.9 小時，並無顯著差異。

表二為伸臂按鈴活動上兩組運動學參數前後測的平均值與標準差。由共變數分析，兩組後測結果顯示 mCIMT 組的 RT 明顯比傳統治療組快且有強烈效應($F(1, 23) = 4.42, p = 0.024, \eta = 0.40$)；而 NTD 和 MU 則顯著比傳統治療組小有強烈效應(NTD: $F(1, 23) = 5.13, p = 0.017, \eta = 0.43$ ；MU: $F(1, 23) = 3.03, p = 0.048, \eta = 0.34$)。PV 與 PPV 二參數，兩組的後測皆未達顯著差異(PV: $F(1, 23) = 0.86, p = 0.18, \eta = 0.19$ ；PPV: $F(1, 23) = 0.47, p = 0.25, \eta = 0.14$)。

表三為伸手拿飲料罐活動上兩組運動學參數前後測的平均值與標準差。由共變數分析，對比兩組後測結果，mCIMT 組的 PV 明顯比傳統治療組高($F(1, 16) = 4.65, p = 0.024, \eta = 0.47$)。在 RT、NTD、PPV、MU、MGA、PMGA 方面，兩組的後測皆未達顯著差異。

討論

本研究採用運動學分析來檢測 mCIMT 之療效，其結果部分支持研究假說，顯示 mCIMT 對於亞急性及慢性中風病患的動作表現具有療效，但改善的層面依上肢活動型態不同而有別，茲分述如下：



表三：兩組受試在伸手拿飲料罐活動的原始運動學參數值

參數	組別			
	mCIMT 組 (n=13)		傳統治療組 (n=13)	
	前測	後測	前測	後測
RT (sec)	0.59 ± 0.25	0.51 ± 0.17	0.55 ± 0.24	0.53 ± 0.19
NTD (%)	1.97 ± 0.49	1.70 ± 0.39	1.70 ± 0.78	1.57 ± 0.65
PV (cm/sec)*	65.3 ± 13.4	82.6 ± 20.4	52.9 ± 19.9	58.3 ± 16.9
PPV (%)	20.1 ± 8.5	28.0 ± 15.4	35.5 ± 16.9	30.7 ± 10.5
MU	12.4 ± 6.3	7.6 ± 4.5	19.5 ± 20.4	12.0 ± 10.8
MGA (cm)	10.2 ± 1.4	10.2 ± 1.6	9.2 ± 2.3	10.3 ± 1.9
PMGA (%)	50.4 ± 29.4	66.2 ± 24.9	49.9 ± 35.7	53.0 ± 25.4

註：*表示統計檢定達顯著差異 ($p < .05$)；mCIMT 組=接受「改良式制約-誘發運動治療」(modified constraint-induced movement therapy)之組；n=人數；RT=反應時間 (reaction time)；NTD=標準化路徑(normalized total displacement)；PV=最大瞬時速度(peak velocity)；PPV=達最大瞬時速度值所佔的時間百分比(percentage of movement time where peak velocity occurs)；MGA=手指張開最大距離(maximum grip aperture)；PMGA=手指張開最大距離的時間百分比(percentage of reaching time where maximal grip aperture occurs)。

一. mCIMT 對按鈴動作的效應

在伸臂按鈴活動上，接受 mCIMT 後患側動作的反應時間較短、標準化路徑較直、動作的流暢度也較高。mCIMT 組的反應時間明顯比傳統治療組快，此結果與過去的研究所見相符合[3,5,7]，這可能是因為接受 mCIMT 後，執行動作前在腦中的事前計劃時間縮短，或肌肉關節的準備度增加。同時在接受 mCIMT 後其運動路徑和動作的流暢度也明顯比傳統治療組好，此治療能使患側的運動路徑較直，朝向目標物的偏差較小，減少速度的修正或速度的控制能力變好，而較有效率[14,15]，這可能是因為治療後動作計劃變得更精確、更有效率。然而在按鈴活動上最大瞬時速度及最大瞬時速度的時間百分比兩個變項，兩組皆無顯著差異，此結果顯示雖然執行動作的前置作業有顯著改善(動作計劃更精確、肌肉關節準備度增加)，但動作起動後的後續過程中，受試仍需依賴立即的感覺回饋，以作出動作修正，因此達最大瞬時速度值所佔時間比沒有顯著增加。此外，本研究中的按鈴活動與精準觸壓有關，所牽涉的施力要求相對有限，可能未足以引發高衝量動作，因而不易呈現組間顯著差異。因此較不能檢測出最大瞬時速度的顯著增加。

二. mCIMT 對抓握飲料罐動作的效應

伸手拿飲料罐活動上，只有在最大瞬時速度這個變項上，mCIMT 組顯著比傳統治療組高，且有大的效應值($\eta = 0.47$)。由於拿起飲料罐的動作牽涉到力量，後測時 mCIMT 組最大瞬時速度的增加表示治療後，執行抓握飲料罐的動作時肌肉衝量較大，可誘發的力量增加[18, 19, 20]，而使速度變快，動作效率增加。抓握動作除了牽涉到力量，還需調整手指張開動作來配合飲料罐大小，飲料罐的直徑較大，對於肌肉張力強的中風患者較難調整好適度的手指動作，因此在其餘變項上，可能因為拿飲料罐的活動較難，兩組進步幅度均不大，無法呈現兩組治療後的差異。然而在反應時間、標準化路徑、達最大瞬時速度值所佔時間百分比、運動單位數、手指張開最大距離等變項上，均有 mCIMT 組優於傳統治療組的趨勢。

三. 運動學分析於臨床之應用

本研究採用運動學分析來檢測 mCIMT 之療效，支持 mCIMT 對於亞急性及慢性中風患者在某些動作功能的改善優於傳統治療。比較伸臂按鈴與伸手取罐的情境，接受 mCIMT 後，兩種活動所改善的動作不同。執行伸臂按鈴時，較不考驗遠端肢

體的操弄性動作，因此較不需協調近端、遠端肢體，而是近端和遠端肢體整體運動。而執行伸手取物動作時，受試者不只要做出伸臂動作，且還要同時考慮遠端的抓握動作與力量，因此伸手取物動作可能較需協調近端和遠端肢體。這些研究結果可能暗示臨床治療活動中可運用多種屬性的活動，讓病患練習不同運動考驗的活動，藉以形成有效策略，並能運用於真實生活上；以適當重量與體積大小的物品來誘導目的性動作，也可誘發更有效率、流暢的動作；在療程設計方面，應嘗試更適合的侷限方式及時間、治療內容應考量個案興趣及活動的功能意義，使個案更能主動參與治療活動。

結 論

本研究顯示接受 mCIMT 的個案在治療後，上肢及物動作表現得比傳統治療組更具效率及流暢度。採用改良式 CIMT，除增加了臨床的適用性與病患的接受度外，在某些動作參數上仍有治療後的立即效應，代表縮短每天侷限與訓練時間、延長治療週數的療程設計具可行性。本研究也支持運動學分析用來偵測運動過程的時空特性與變化，未來的研究尚可結合運動學分析與腦部顯影技術來了解 mCIMT 治療後的腦功能重組型態與動作復原之間的關聯，並透過追蹤性研究來了解 mCIMT 對慢性個案的長期療效。

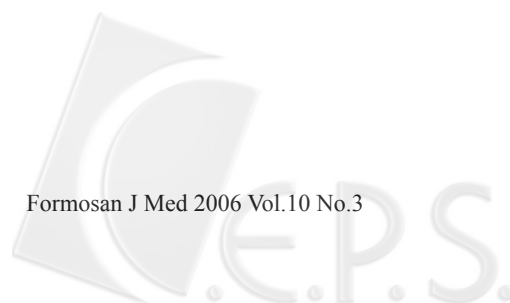
致 謝

本研究部分承國家衛生研究院(計畫編號：NHRI-EX94-9103EC)及長庚紀念醫院醫學研究中心補助研究經費(計畫編號：CMRPD32022)，謹此致謝。

參考文獻

- Ostendorf CG, Wolf SL: Effect of forced use of the upper extremity of a hemiplegic patient on changes in function. *Phys Ther* 1981;61:1022-8.
- van der Lee JH: Constraint-induced movement therapy: Some thoughts about theories and evidence. *J Rehabil Med* 2003;35(Suppl 41):41-5.
- Taub E, Miller NE, Novack TA, et al: Technique to improve chronic motor deficit after stroke. *Arch Phys Med Rehabil* 1993;74:347-54.
- Taub E, Crago JE, Uswatte G: Constraint-induced movement therapy: A new approach to treatment in physical rehabilitation. *Rehabil Psychol* 1998;43:152-70.
- Yen JG, Wang RY, Chen HH, Hong CT: Effectiveness of modified constraint-induced movement therapy on upper limb function stroke subjects. *Acta Neurol Taiwanica* 2005;14:16-20.
- Taub E, Uswatte G, Morris DM: Improved motor recovery after stroke and massive cortical reorganization following constraint-induced movement therapy. *Phys Med Rehabil Clin N Am* 2003;14:S77-S91.
- Miltner WH, Bauder H, Sommer M, et al: Effects of constraint-induced movement therapy on patients with chronic motor deficits after stroke: A replication. *Stroke* 1999;30:586-92.
- Taub E, Uswatte G: Constraint-induced movement therapy based on behavioral neuroscience. In *Handbook of rehabilitation psychology*. Washington, DC: American Psychological Association, 2000:475-96.
- Wittenberg GF, Chen R, Ishii K, et al: Constraint-induced therapy in stroke: Magnetic-stimulation motor maps and cerebral activation. *Neurorehab Neural Rep* 2003; 17:48-57.
- Page SJ, Levine P, Sisto SA, et al: Stroke patients' and therapists' opinions of constraint-induced movement therapy. *Clin Rehabil* 2002;16:55-60.
- Page SJ, Sisto SA, Levine P, et al: Modified constraint-induced therapy: A randomized feasibility and efficacy study. *J Rehabil Res Dev* 2001;38:583-90.
- Page SJ, Levine P, Leonard AC: Modified constraint-induced therapy in acute stroke: A

- randomized controlled pilot study. *Neurorehabil Neural Repair* 2005;19:29-32.
13. Dromerick AW, Edwards DF, Hahn M: Does the application of constraint-induced movement therapy during acute rehabilitation reduce arm impairment after ischemic stroke? *Stroke* 2000;31:2984-8.
 14. Wu CY, Trombly CA, Lin KC, et al: A kinematic study of contextual effects on reaching performance in persons with and without stroke: Influences of object availability. *Arch Phys Med Rehabil* 2000;81:95-101.
 15. Wu CY, Wong MK, Lin KC, et al: Effects of task goal and personal preference on seated reaching kinematics after stroke. *Stroke* 2001;32:70-6.
 16. Rosenthal R, Rosnow RL: *Essentials of behavioral research: Methods and data analysis.* 2nd ed. New York: McGraw-Hill Inc, 1991:323,619.
 17. Cohen J: *Statistical power analysis for the behavioral sciences.* 2nd ed. NJ, Hillsdale: Lawrence Erlbaum 1988:9-10, 273-88.
 18. Wu CY, Trombly CA, Lin KC, et al: The effects of object affordances on functional reach in adults with and without cerebral vascular accident. *Am J Occup Ther* 1998;52:447-56.
 19. Fasoli SE, Trombly CA, Tickle-Degnen L, et al: Effect of instructions on functional reach in persons with and without cerebrovascular accident. *Am J Occup Ther* 2002;56:380-90.
 20. Lin KC, Wu CY, Trombly CA: Effects of task goal on movement kinematics and line bisection performance in adults without disabilities. *Am J Occup Ther* 1998;52:179-87.



A Kinematic Study of Modified Constraint-Induced Movement Therapy in Patients with Stroke

Ya-Ying Huang, Ching-Yi Wu¹, Wei-Hsien Hong², Chia-Ling Chen³,
Keh-Chung Lin⁴

Abstract: Constraint-induced movement therapy (CIMT) refers to repetitive and intensive training of the affected arm and restraint of the unaffected arm for two to three weeks. This study employed a modified CIMT (mCIMT) program and examined the effectiveness of this program in stroke patients at subacute and chronic stages. Twenty-six patients with unilateral stroke (18 males and 8 females, 0.5 to 101 months, mean age 51.58 years), recruited from the rehabilitation wards at two medical centers, signed informed consent forms approved by the Institutional Review Board and participated in this study. These patients were randomly assigned to one of two groups. Thirteen of the patients served as the mCIMT group, received 2 hours training for the affected limb and 6 hours restraint for the unaffected hand per day for three weeks, and the others as the conventional rehabilitation group received one and a half hour traditional occupational training without any restraint for three weeks. Kinematic performance of the reach and reach-to-grasp movements was measured before and immediately after treatments. Analyses of covariance were employed to test the treatment effects. During the desk bell task involving reaching with the affected arm to ring the bell, the mCIMT group showed that initiation of reaching motor acts was earlier ($F = 4.42$, $df = 1, 23$, $p = 0.024$), and the path of the movement was smoother ($F = 3.03$, $df = 1, 23$, $p = 0.048$) and more direct ($F = 5.13$, $df = 1, 23$, $p = 0.017$) after treatment than the conventional group. During the task involving reaching to grasp a can of coke, the movements made by the patients in the mCIMT group were more forceful than those by the traditional rehabilitation group ($F = 4.65$, $df = 1, 16$, $p = .024$). These findings suggested that the mCIMT with shorter intervention and restraint periods per day still improved some aspects of the reach and the reach-to-grasp movements, in comparison with the conventional treatment approach. The findings also suggested that kinematic analysis may help to detect changes in movement process. Further study combining kinematic analysis and brain image technique to identify the relation of movement reorganization patterns and motor recovery after stroke rehabilitation is warranted.

Key Words: stroke, rehabilitation, motor control, kinematic analysis, reaching movements

(Full text in Chinese: J Formosan J Med 2006;10:319-27)

Department of Occupational Therapy, Jianan Mental Hospital, Department of Health; ¹Graduate Institute of Clinical Behavioral Science and Department of Occupational Therapy, Chang Gung University; ²Department of Physical Medicine and Rehabilitation, School of Sports Medicine, China Medical University; ³Department of Physical Medicine and Rehabilitation, Chang Gung Memorial Hospital; ⁴School of Occupation Therapy, College of Medicine, National Taiwan University, Taiwan

Address correspondence to: Keh-Chung Lin, 4F, 17, Xu Zhou Rd., School of Occupational Therapy, College of Medicine, National Taiwan University, Taipei, Taiwan