

行政院國家科學委員會補助
大專學生參與專題研究計畫研究成果報告

* ***** *
* 計 畫 : 雙手與單手平移目標物的距離對中風病人重心轉移的 *
* 名 稱 : 影響 *
* ***** *

執行計畫學生： 詹晨平
學生計畫編號： NSC 98-2815-C-040-002-E
研究期間： 98年07月01日至99年02月28日止，計8個月
指導教授： 羅世忠

處理方式： 本計畫可公開查詢

執行單位： 中山醫學大學職能治療學系

中華民國 99年03月31日

行政院國家科學委員會補助
大專學生參與專題研究計畫研究成果報告

計畫

：不同彩虹橋寬度對正常人和中風病人肌肉骨骼影響之比較

名稱

執行計畫學生：詹晨平

學生計畫編號：NS 98-2815-C-040-002-E

研究期間 98 年 7 月 1 日至 99 年 2 月底止，計 8 個月

指導教授：羅世忠

處理方式(請勾選)：立即公開查詢

涉及專利或其他智慧財產權，一年二年後可
公開查詢

執行單位：中山醫學大學職能治療系

中華民國 99 年 3 月 31 日

摘要

中風不僅影響到個人的健康，也增加了家人和社會成本的負擔。職能治療最大的目標就是幫助個案達到生活功能的獨立，提昇病患及家屬的生活品質。因此，如何提升病人的軀幹控制能力以恢復出院後日常生活功能，往往是職能治療中所關注的議題。

本研究目的在於研究中風偏癱患者在執行彩虹橋活動時，藉由上肢在不同高度和角度擺動的變化，測量健側肢到患側肢重心轉移的過程，受測者包括 10 位中部某復健醫院之中風或腦傷引起之單側偏癱患者為對象，以職能治療訓練用的彩虹橋為研究工具，三種不同的彩虹橋寬度設計包括 3 倍肩寬、4 倍肩寬與 5 倍肩寬，不同手部移動位置與使用健側手與患側手對正常人與中風病人重心轉移的影響，使用動作分析系統與測力板收集實驗資料，並計算重心轉移、關節力關節力矩等生物力學參數，比較不同擺位時，重心對健側和患側肢的影響。

(一) 研究動機與研究問題

據統計，腦中風為台灣第三大死因。多數的患者會留下不等程度的神經功能障礙，大約有百分之四十中風患者會有比較明顯的後遺症，發病後經常伴隨著半側偏癱、肌力不足、協調性不佳、運動失調、姿勢控制不佳等問題[1, 2]。

中風不僅影響到個人的健康，也增加了家人和社會成本的負擔。職能治療最大的目標就是幫助個案達到生活功能的獨立，提昇病患及家屬的生活品質。因此，如何提升病人的軀幹控制能力以恢復出院後日常生活功能，往往是職能治療中所關注的議題[3-5]。

職能治療臨床上，治療師常常設計不同的活動及情境例如變換站立姿勢或是伸手及物的活動，來誘發中風患者將重心轉移到患側，訓練患側肌耐力以增進雙側協調性。在職能治療室裡，上升爬肢架、手臂划車、丟沙包、水平塔、彩虹橋等等器具相當普使用來訓練個案的肌肉耐力、手眼協調、兩肢上肢協調性等[6-8]。

在中風恢復後早期的復健，治療師應加強身體雙側肢關節運動並將注意力

集中在患側以便達到身體雙側的整合，以免肢體萎縮及變形。然而，因為患者對於患側的痙攣和無力而感到害怕，在從事各項職能活動時，活動的開始往往從健側開始而不是從患側，這種對患側的忽視容易形成健側補償性的過度活動，反而造成病人做不出任何動作，例如從坐姿到站姿、正面到側面翻身等[9, 10]。

本研究背後有四大目的和動機，一、藉由患者肩關節附近肌肉如肱二肌、肱三肌、三角肌等和骨骼自發性的活動，讓病人自然而然而熟悉的將重心轉移到患側以達到治療性。二、具有痙攣和無力等症狀的患者常常忽視患側而導致軀幹能力控制的下降，利用彩虹橋活動做整合身體的雙側並讓患者意識到眼前患肢的存在。三、將上肢抬高擺動到不同高度和角度使肘關節和腕關節能獨立執行是日常生活功能基本的動作，如穿脫衣服、拾碗吃飯等。假設此研究預期成果正確將能給予職能治療師一個參考，希望藉由這些普便且在治療室裡唾手可得器具，增進中風患者雙側協調性和控制軀幹的能力，讓個案能以簡單的職能治療活動達到最大的生活功能獨立，而不用耗費大量社會成本資源購買昂貴的復健器具。四、以往有關臨床上職能治療活動不像物理治療那麼講求實證，大部分都沒有精確的數據化，所以希望藉由此研究，證明職能治療的輔具和器具不僅只有目的性也有治療性。

(三)文獻回顧與探討

近年來，與重心轉移相關的研究越來越多，Van Peppen 等人在 2006 年發表關於利用視覺回饋影響重心轉移來訓練半偏癱中風患者的研究，結果顯示實驗中的中風患者跌倒的機會減少，利用視覺回饋影響重心轉移的方法可以增進患者動態平衡的功能[11]。Mudie 等人 2002 年發表在中風之後訓練分配身體雙侧重心的研究，研究結果建議如果在復健治療在早期時能把重心放在創造個案身體擺位的覺醒，中風患者有可能恢復坐姿的對稱[12]。

有關上肢活動對於中風患者的影響相關研究也是日聚益多，在 2005 年的職能治療學會雜誌中，林婷瑩等人研究關於雙手與單手伸手及物對中風患者軀幹動作影響，研究結果支持雙手同時及物的操作情境會比單手及物產生較大的活動需求，同時也會誘發較大的軀幹往前移動動作[6]。2007 年的職能治療學

會雜誌中，魏慈慧等人研究目標物距離與軀幹侷限對中風病患伸手及物動作表現的影響，研究結果指出左腦傷者及神經學嚴重度高者在手臂動作軌跡的控制出現明顯的失能，而軀幹控制能力也對伸手及物動作之時間參數產生影響[8]。兩側動作及工作平面高低對中風患者患側上肢之動作控制分析之文中，如果適當限制軀幹活動，可以增加患側關節活動度。其研究建議在職能治療臨床上，如果改變活動需求、訓練雙側上肢並適度限制軀幹活動，將有助誘發患側上肢關節活動度。劉秀之等人在雙上肢協調性訓練對偏癱瘓者上肢功能的影響文章中，利用訓練雙側和訓練單側當治療組和對照組，證明了兩組訓練組皆能改善上肢偏癱功能及日常生活功能，但其中治療組療效更優於對照組，結論是訓練雙側上肢較訓練單側上肢更能提高中風患者整體能力水平[7]。

綜合這些文獻，我們可以知道重心轉移對於中風偏癱患者的雙側協調的確有治療性，不只是利用坐姿到站姿、步行等下肢運動，訓練上肢所造成的重心轉移也能讓偏癱患者對患側重新再定位並改善平衡和對稱性。但是，目前還沒有很多的研究，將職能治療室裡的器具對於偏癱患者的影響予以數據化，所以，希望能透過本研究將職能治療更實證化而能進一步為臨床的職能治療提供參考。

(四)研究方法及步驟

I.主要實驗設備包括：

硬體方面：

本研究計畫主要以三維動作分析系統 (MAC, Eagle)、測力板(Bertec)、肌電訊號儀器為主要量測儀器。

(1)三維動作分析系統： 6 支高解析度數位式擷取攝影機 Eagle(Motion Analysis Corp, USA)，速度達 500Hz。

(2)測力板： 2 塊 Bertec (型號 BP 4550-08，45 cm *50 cm, USA)。

軟體方面

(1) EVA: version 5.04，動作分析系統軟體，可以整合同步攝影機、測力板，肌電訊號。

(2) Matlab 7: 撰寫資料程式，處理資料。

(3) SPSS 12: 統計分析。

II 本研究計畫之研究方法:

本研究計畫之研究方法包括，牛頓力學之逆向動力學計算、肌電訊號資料處理、質量中心計算等，茲分別敘述如下。

牛頓力學之逆向動力學計算

利用動作分析擷取系統，所用的定理主要為牛頓運動學及尤拉角方程式 (Euler angles)[13-15]，以計算各肢段座標系間的夾角，再求得其各關節角速度、角加速度與肢段質心，其流程如下：

I、反光球標記黏貼位置

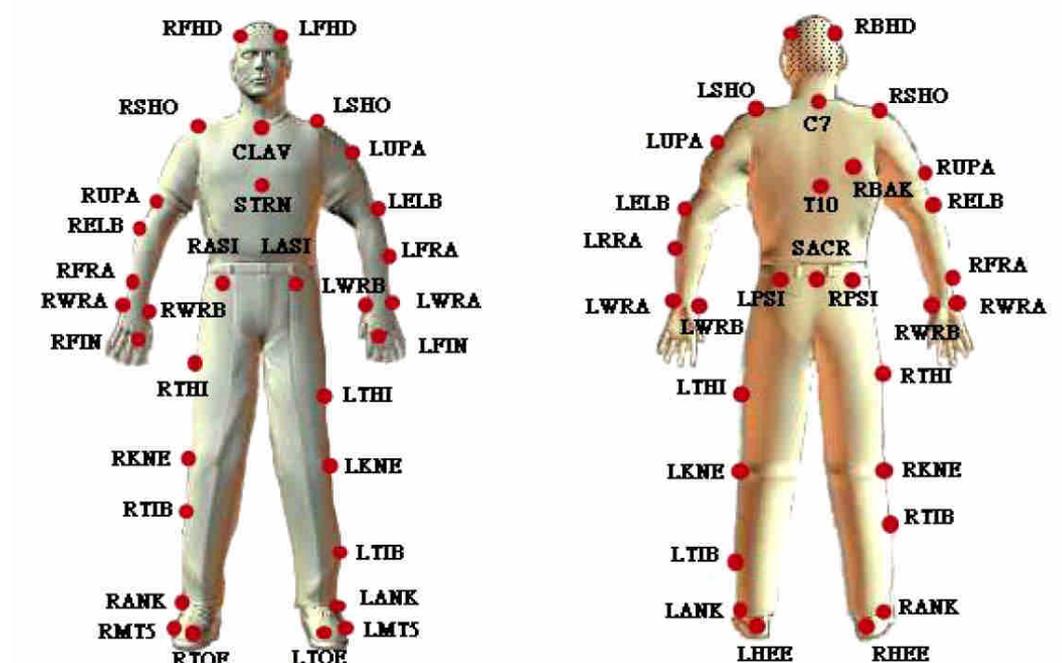
本實驗採用的 42 顆反光球標記黏貼在人體全身，其黏貼的位置如圖一。

II、人體計測資料

各肢段質心位置、肢段質量與肢段轉動慣量係採用 Dempster(1995)[16]所發表之人體計測資料進行運動學及動力學計算。

III、關節中心的計算

由貼於人體表面的反光球標記之空間位置以及參考人體計測資料分別計算出各主要關節的關節中心位置。



圖一、全身模型之反光球黏貼位置

IV、座標系定義

先以實驗室座標系(global coordinate system)之建立及定義反光球標記點在空間中的位置；藉此以建立人體各肢段立座標系(local coordinate system)。

V、運動學分析

從尤拉角公式以繞浮動軸轉動的方式，計算近端與遠端座標系的夾角，此即為下肢各關節之角度變化。

運動學旋轉矩陣：旋轉軸順序為 Y-X-Z

$$\begin{aligned} R &= \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} \end{bmatrix} \\ &= \begin{bmatrix} c\phi & -s\phi & 0 \\ s\phi & c\phi & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & c\theta & -s\theta \\ 0 & s\theta & c\theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} c\varphi & -s\varphi & 0 \\ s\varphi & c\varphi & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \\ &= \begin{bmatrix} c\phi c\varphi - s\phi c\theta s\varphi & -c\phi s\varphi - s\phi c\theta c\varphi & s\phi s\theta \\ s\phi c\varphi + c\phi c\theta s\varphi & -s\phi s\varphi + c\phi c\theta c\varphi & -c\phi s\theta \\ s\theta s\varphi & s\theta c\varphi & c\theta \end{bmatrix} \end{aligned}$$

s 為 sin，c 為 cos

VI、動力學分析

使用牛頓第二定律(如下列式子)，可以計算出關節力與力矩。

$$F_p = ma - F_d - F_w$$

$$M_p = I\dot{\omega}' + \omega' \times (I\omega') - [M_d + r_d \times F_d + r_p \times F_p]$$

F_p 為肢段近端關節所受的作用力、 F_d 為肢段遠端關節所受的作用力、 F_w 肢段重量、 M_p 為肢段近端關節所受的作用力矩、 M_d 為肢段遠端關節所受的作用力矩、 I 肢段相對於質心之慣性矩、 ω 為肢段瞬間的角速度、 $\dot{\omega}$ 肢段瞬間的角加速度、 r_d 為質心到肢段遠端的位置向量、 r_p 為質心到肢段近端的位置向量、 m 為肢段的質量、 a 肢段質心的加速度[15, 17]。

實驗流程

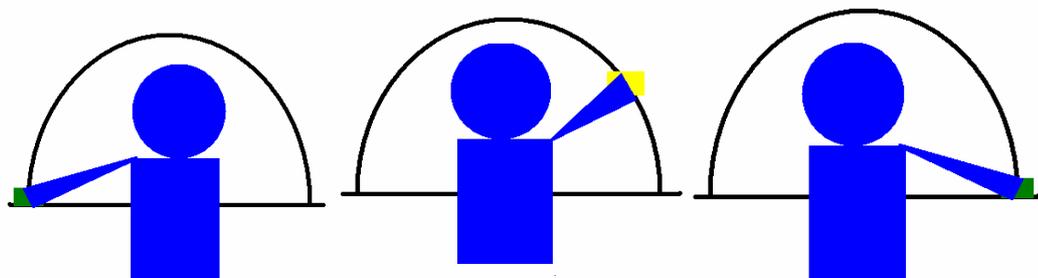
受測者包括 12 位正常年輕人與 5 位中部某復健醫院之中風或腦傷引起之單側偏癱患者為對象。偏癱患者之選擇標準為：(1) 四十至六十五歲，能擺動上肢且能久站十至十五分鐘的中風偏癱患者，(2) 可以聽從簡單之口令及指

示，(3)下肢沒有其他肌肉骨骼問題(如攣縮、變形或關節炎等影響屈膝及重心轉移)，(4)沒有嚴重視知覺障礙，個案在無協助下，可以正確辨認所拾物品的位置，(5)健側手沒有功能障礙，具有足夠手眼協調能力，可以在無協助下準確拾物。

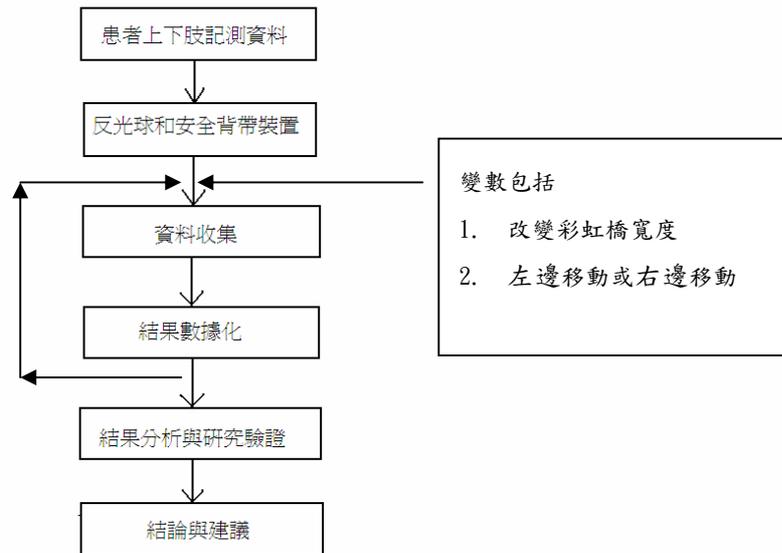
在實驗前簽署實驗同意書，並檢查受測者肌肉骨骼，並完成上肢肢段的記測資料包括長度、寬度、圓周大小、關節最大活動範圍與體重身高等。實驗時，受測者貼上反光球，並完成裝戴安全背帶，雙腳站立各站立於一塊測力板上(圖二)，正常人使用三種不同的彩虹橋寬度包括3倍肩寬、4倍肩寬與5倍肩寬，而中風病人由於再實驗時無法執行5倍肩寬之彩虹橋實驗，所以只使用3倍肩寬、4倍肩寬之彩虹橋實驗。將掛環由彩虹橋的左邊移到彩虹橋的右邊(如圖三)，或將掛環由彩虹橋的右邊移到彩虹橋的左邊，再利用 MOTION ANALYSIS 系統和測力板，紀錄健側手與患側手隨著上肢擺動所改變的姿勢和重心，實驗的流程如圖四。



圖二、進行之彩虹橋之動作分析實驗



圖三、將掛環由彩虹橋的左邊移到彩虹橋的右邊



圖四、研究實驗流程圖

資料收集

實驗開始，MAC 動作資料擷取系統分別以 120Hz 的頻率擷取人體上所黏貼的反光球三維空間座標，以及 1080Hz 的頻率擷取力板資料與肌電訊號，並由動作分析系統控制軟體(EVA)同步收集到個人電腦中，每次資料收集時間為 5 秒。

在實驗期間如果發生漸進性心絞痛 (Progressive angina)、收縮壓明顯降低的反應、頭重腳輕、意識模糊、蒼白、發紺、噁心或周邊循環不足、血壓過度升高與受試者希望停止時則終止測試。

資料處理

將收集到的人體上所黏貼的反光球三維空間座標與力板資料，藉由人體計測資料，可以計算質量中心，由力板資料可得到壓力中心，再經由逆向動力學法計算得到下肢各關節之關節角度、關節力、關節力矩與重量轉移。

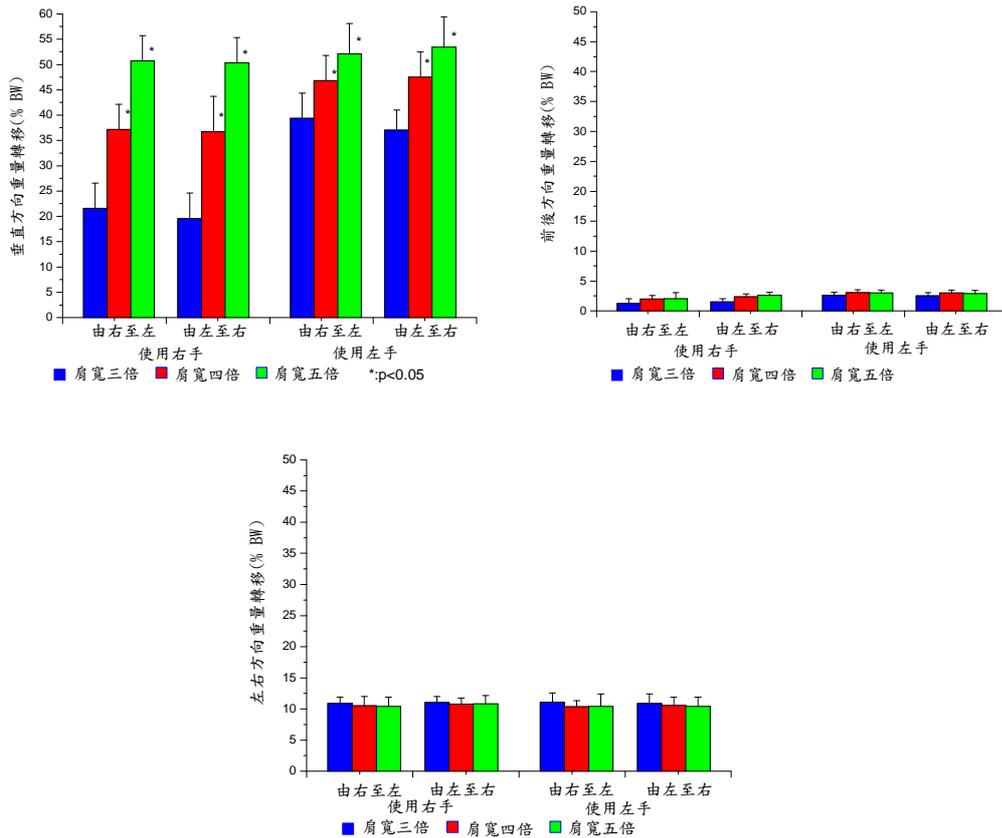
資料統計

以單因子重複變異數分析(one-way repeated ANOVA)，12 位正常人與 5 位中風病患在不同彩虹橋寬度，使用單手時之運動學、動力學之差異，以了解不同彩虹橋寬度對中風病人重心轉移、姿勢控制與骨骼肌肉負荷之影響，統計結果所得 $P < 0.05$ 視為有明顯意義。

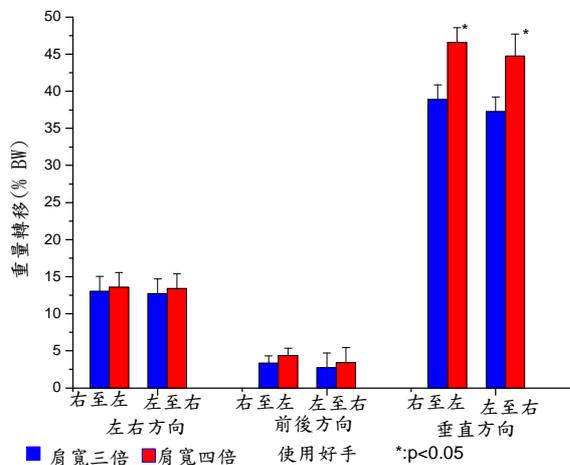
(五) 結果

1. 重量轉移

不同寬度的彩虹橋對正常人使用右手完成彩虹橋實驗而言，垂直方向的重量轉移有明顯的差異($p < 0.05$, 圖五)，使用左手與使用右手也有明顯的差異($p < 0.05$, 圖五)，但是在前後與左右方向的重量轉移則沒有明顯差異；對於中風病人而言，使用健側手時，對垂直方向的重量轉移也有明顯的差異($p < 0.05$, 圖六)。



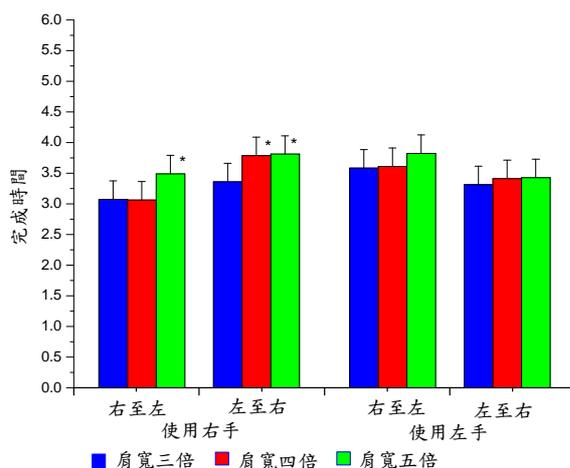
圖五、正常人完成一次彩虹橋實驗之最大重量轉移比



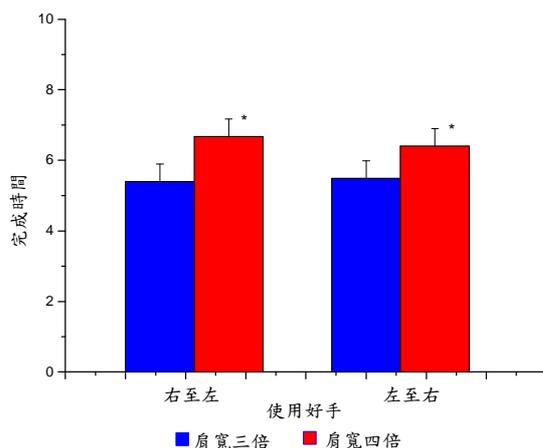
圖六、中風病人完成一次彩虹橋實驗之最大重量轉移比

2. 完成時間

不同寬度的彩虹橋對正常人使用右手完成彩虹橋實驗而言，完成彩虹橋實驗時間有明顯的差異($p < 0.05$, 圖七)，但是使用左手則沒有明顯的差異；對於中風病人而言，使用健側手時，對完成彩虹橋實驗時間也有明顯的差異($p < 0.05$, 圖八)。



圖七、正常人完成一次彩虹橋實驗之時間

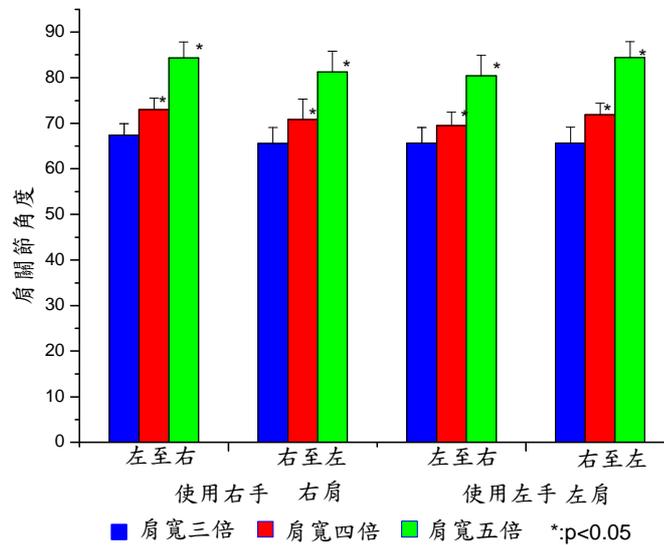


圖八、中風病人完成一次彩虹橋實驗之時間

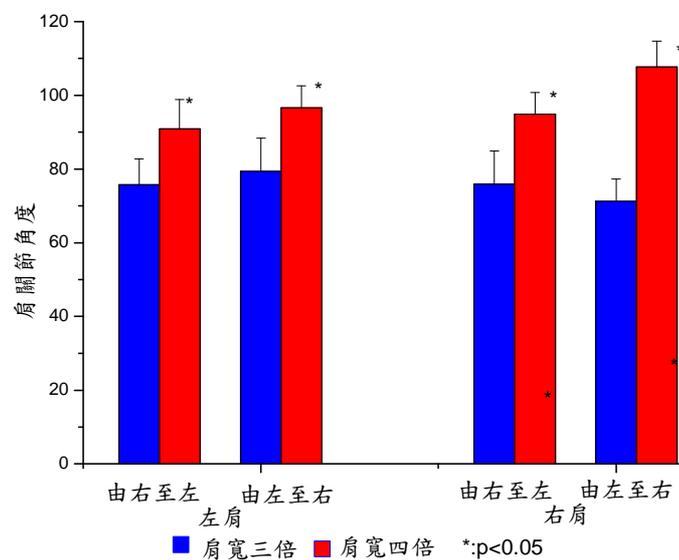
3. 肩關節角度

不同寬度的彩虹橋對正常人使用右手完成彩虹橋實驗而言，肩關節最大角度有明顯的差異($p < 0.05$, 圖九)，但是使用左手則沒有明顯的差異；對於中風病人

而言，使用健側手時，對完成彩虹橋實驗時肩關節最大角度有明顯的差異 ($p < 0.05$, 圖十)。



圖九、正常人完成一次彩虹橋實驗之最大肩關節角度

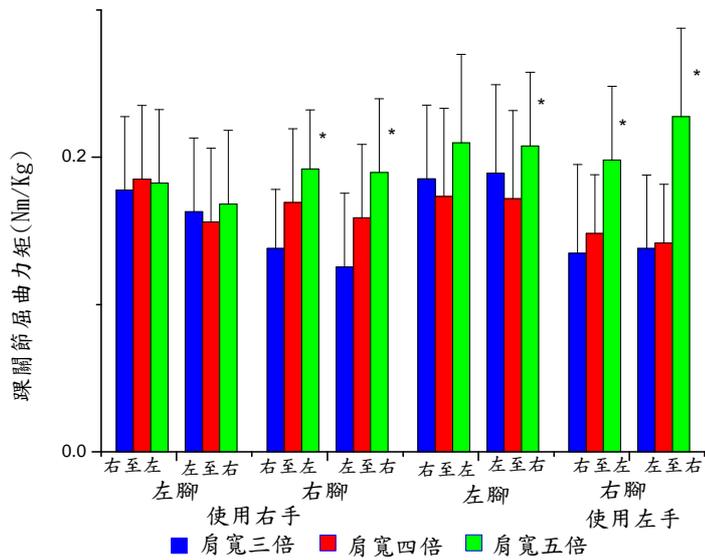


圖十、中風病人完成一次彩虹橋實驗之最大肩關節角度

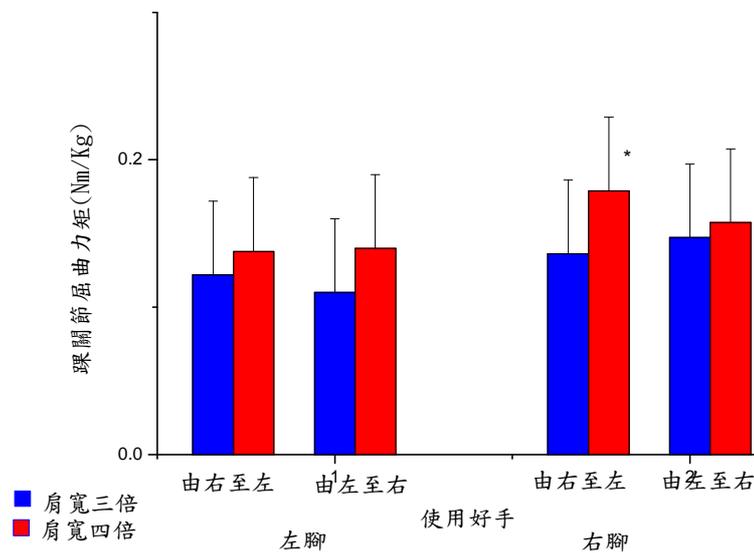
4. 踝關節力矩

不同寬度的彩虹橋對正常人使用右手與左手完成彩虹橋實驗而言，踝關節力矩有明顯的差異 ($p < 0.05$, 圖十一)，使用左手右而左彩虹橋實驗而言則也有明顯的差異；對於中風病人而言，使用健側手時，對完成彩虹橋實驗時踝關節力矩

有明顯的差異($p < 0.05$, 圖十二)。



圖十一、正常人完成一次彩虹橋實驗之最大踝關節屈曲力矩



圖十二、中風病人完成一次彩虹橋實驗之最大踝關節屈曲力矩

(六) 討論與結論

本研究使用職能治療師在臨床上治療中風偏癱患者的輔助器材-彩虹橋，作為研究儀器，以正常人與中風病人為對象，使用動作分析系統與測力板擷取反光球與地面反作用力資料、分析重量轉移、完成時間、肩關節角度與踝關節力矩間的差異。

不同寬度的彩虹橋確實會影響受測者的重量轉移，本研究結果發現彩虹橋的訓練確實可以使中風病人使用重量轉移至患側，但是重量轉移效果對中風病人特別明顯，明顯大於正常人。當正常人在 5 倍肩寬的彩虹橋時，重量轉移達約 50%BW，而中風病人在 3 倍肩寬的彩虹橋時，重量轉移達 40%BW，而在 4 倍肩寬的彩虹橋時，重量轉移達 50%BW，可見中風病人比正常人更容易晃動重量，也就是可能造成不穩定的情況，因此對於中風病人的訓練需要特別注意。而隨著彩虹橋寬度增加，完成時間也隨之增加，而完成動作時所採行的肩關節姿勢也隨彩虹橋寬度增加而增加。另外踝關節力矩隨著彩虹橋寬度增加有平均的增加，但是並沒有明顯的統計意義，這可能與中風病人的人數少有關。

因此，在提供中風病人的訓練方式時應特別中風病人的反應與能力，才不會採行高於中風病人能力之訓練方式或者採用太過保守的訓練方式而達不到訓練效果，本研究結果可以提供給職能治療師在臨床上治療中風偏癱患者一個重要參考數據，也可以作為未來量化臨床使用訓練輔具之參考模式。

(七) 參考文獻

1. Liston, R. and B. Brouwer, *Reliability and validity of measures obtained from stroke patients using the Balance Master*. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 1996. 77(5): p. 425-430.
2. Lennon, S. and A. Ashburn, *The Bobath concept in stroke rehabilitation: a focus group study of the experienced physiotherapists' perspective*. Disability and rehabilitation, 2000. 22(15): p. 665-674.
3. 張志仲, *半身不遂與職能治療*. 1992, 臺北市: 合記出版社出版.
4. Goldie, P., T. Matyas, K. Spencer, and R. McGinley, *Postural control in standing following stroke: test-retest reliability of some quantitative clinical tests*. Physical Therapy, 1990. 70(4): p. 234.
5. Nichols, D., *Balance retraining after stroke using force platform biofeedback*. Physical Therapy, 1997. 77(5): p. 553.
6. 林婷瑩, 董玟伶, 郭藍遠, 張增瑩, and 張志仲, *雙手與單手伸手及物對中風患者軀幹動作影響之運動學分析*. 職能治療學會雜誌, 2005. 23: p. 38-48.
7. 劉秀之, 陳瓊玲, 楊國德, 王珩生, 郭雪娥, and 游志煌, *站立姿勢與伸手及物對中風患者患側載重之影響*. 職能治療學會雜誌, 2000. 18: p. 10-18.
8. 魏慈慧, 許瑋丹, 吳菁宜, and 林克忠, *目標物距離與軀幹侷限對中風病患伸手*

- 及物動作表現的影響: 運動學分析. 職能治療學會雜誌, 2007. 25(1): p. 45-58.
9. Geurts, A., M. de Haart, I. van Nes, and J. Duysens, *A review of standing balance recovery from stroke*. *Gait and Posture*, 2005. 22(3): p. 267-281.
 10. Dault, M., M. de Haart, A. Geurts, I. Arts, and B. Nienhuis, *Effects of visual center of pressure feedback on postural control in young and elderly healthy adults and in stroke patients*. *Human Movement Science*, 2003. 22(3): p. 221-236.
 11. Van Peppen, R., M. Kortsmit, E. Lindeman, and G. Kwakkel, *Effects of visual feedback therapy on postural control in bilateral standing after stroke: a systematic review*. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 2006. 38(1): p. 3-9.
 12. Mudie, M., U. Winzeler-Mercay, S. Radwan, and L. Lee, *Training symmetry of weight distribution after stroke: a randomized controlled pilot study comparing task-related reach, Bo bath and feedback training approaches*. *Clinical Rehabilitation*, 2002. 16(6): p. 582.
 13. Haug, E.J., *Computer Aided Kinematics and Dynamics of Mechanical Systems Volume I: Basic Methods*. 1989, Massachusetts: Allyn and Bacon.
 14. Winter, D.A., *Biomechanics and motor control of human movement*. 1990, New York: John Wiley and Sons. 75-102.
 15. 蘇芳慶, 人體運動生物力學. 機械工程, 1991. 180: p. 19-24.
 16. Dempster, W.T., *Space requirements of the seated operator*. 1955, Wright-Patterson Air Force Base, Dayton: OH. p. 55-159.
 17. 羅世忠, 向前跌倒時上肢的生物力學分析與模擬. 國科會報告 93-2213-E-324-009, 93.