

# 不同雙側上肢訓練模式對 中風復健成效之文獻回顧

黃琬倩<sup>1</sup> 楊婕凌<sup>1</sup> 吳菁宜<sup>1</sup> 林克忠<sup>2</sup>

## 摘要

雙側上肢訓練為目前暢行的上肢復健途徑之一，現有之雙側練習文獻以對稱性雙側訓練之研究為主。本文歸納分析所有類型雙側上肢訓練之治療模式及療效，並統整各實證研究之證據力層級，以提供臨床治療師應用或未來研究之指引。

經由 PubMed 等文獻搜尋引擎，檢索中風雙側上肢訓練之實證文獻，根據執行任務是否具對稱性分為對稱與不對稱性兩類，對稱性訓練再依不同治療模式分成機械輔助式、非機械輔助式及結合式三種類型。療效評估之種類係依國際健康功能與身心障礙分類架構分析。

本回顧共收錄 28 篇實證研究，經分析後，總體而言發現雙側上肢訓練較一般復健呈現較佳療效。在對稱性雙側訓練的多種方案中，對於重度動作受損病患，適合用純機器手臂輔助之雙側訓練，中至輕度病患，可用節律性聽覺指引之雙側訓練、非機械輔助式，或合併神經肌肉刺激之雙側訓練。療效大多呈現在身體結構層級，對於活動層級與參與層級的成效較有限，可能因為對稱性雙側任務在日常生活所占比例較低。此回顧所收錄之研究文獻中，不對稱性僅一篇，結果無法突顯該訓練的優勢，未來研究值得透過隨機控制試驗探討不對稱性雙側任務訓練之成效。

此篇文獻回顧透過分析各種模式雙側上肢訓練，提供臨床上針對不同類型的中風病患選擇合適的治療模式的參考依據；雙側訓練療效在日常生活或參與層級的概化程度，建議未來研究上可以選擇與上肢相關的評量項目做進一步的分析。

**關鍵詞：**雙側上肢訓練，中風，神經復健

長庚大學臨床行為科學研究所職能治療組<sup>1</sup>  
國立臺灣大學醫學院職能治療學系（所）暨臺大  
醫院復健部職能治療科<sup>2</sup>

通訊者：吳菁宜 長庚大學職能治療學系  
桃園縣龜山鄉文化一路 259 號

## 前言

日常生活中許多活動的執行需仰賴兩側肢體間的協調動作，中風患者上肢動作功能損傷，儘管有自發性功能恢復，能復原至正常動作功能的病患仍不到 15% (Hendricks, Van Limbeek, Geurts, & Zwarts, 2002)；這些感覺動作的失能會影響個案日常活動的運作，造成其功能獨立性降低；因此，中風患者患側上肢之復健治療一直是臨床及研究關注的焦點。當代提倡之密集性復健治療手法中，雙側上肢訓練在急性至慢性中風患者上得到正面的療效 (Stewart, Cauraugh, & Summers, 2006)，且可應用在動作受損程度較嚴重的患者 (Cauraugh & Summers, 2005; Stewart et al., 2006)，因而成為廣泛被討論的手法之一。

### 治療之理論機制

雙側上肢訓練分為對稱性及不對稱性，兩者根據之原理不同，以下將分別說明：

1. 對稱性雙側訓練：雙側上肢訓練基於其訓練原則，讓雙手執行對稱性動作，其治療機制可由(1)中樞神經對話模式；(2)神經可塑性；(3)感覺回饋貢獻進行解釋。根據中樞神經對話模式，雙手協調動作是由兩套獨立的動作計畫系統控制，而系統間可透過高層（胼胝體）及低層（同側皮質脊髓路徑）的溝通系統傳遞動作參數 (Cardoso de Oliveira, 2002)；基於此概念，雙側動作產生效應為胼胝體間抑制作用正常化和強烈的耦合作用(coupling effect)促進神經路徑的復原：腦傷後，神經網絡產生代償機制導致健側腦過度活化，而患側腦被強烈抑制，造成兩腦間抑制作用 (interhemispheric inhibition)失衡 (Cauraugh & Summers, 2005; Mangano, Acler, Zanette, Smania, & Fiaschi,

2008)，而透過對稱性雙側動作可以將胼胝體間的抑制作用正常化，促進患側腦的動作輸出 (Cauraugh & Summers, 2005; Murase, Duque, Mazzocchio, & Cohen, 2004)。且對稱性雙側動作之動作參數一致，藉由高、低層溝通，使兩側腦空間、時間上的參數達到耦合，能促進損傷後剩餘的神經通道的投射 (projection) (Cauraugh & Summers, 2005)。

神經可塑性指的是在大腦會因為活動而影響突觸及神經迴路改變的趨勢 (Cauraugh & Summers, 2005)。目前已有多份腦部造影研究顯示雙側訓練可以引起神經重組，有的發生於患側腦的活性增加或健側腦的興奮性減少 (Cauraugh & Summers, 2005; Stinear & Byblow, 2004; Summers, et al., 2007)；有的是增加健側腦和小腦活化 (Luft et al., 2004)。

許多雙側訓練會合併感覺訊息的刺激，這是由於在動作功能復原的過程中涉及大腦間感覺動作整合 (interhemispheric sensorimotor integration)，且在肢體協調性中，感覺傳入訊息亦扮演重要的角色，故提倡在治療中加入感覺回饋會使治療更具效應 (Carson & Swinnen, 2002; Cauraugh & Summers, 2005)。

2. 不對稱性雙側訓練：此訓練與動作控制理論中任務導向方法(task-oriented approach)的概念類似，任務導向方法源自於動態系統理論，指出職能表現與動作復原的機制來自於人、環境、與職能活動的動態互動結果。因此，在治療活動的設計上，強調以真實的物件、環境及職能活動做為治療的媒介，使病人獲得較具功能性之動作能力 (Phipps & Roberts, 2006)；功能性神經照影研究指出，透過任務導向訓練，可增加患側腦初級感覺動作皮質區及感覺動作神經網絡中許多區域的活化，這些反應與病人在功能性動作之獲得是有關聯的

(Schaechter, 2004)。日常生活中有許多不對稱的雙手任務，故藉由練習不對稱的功能性雙側任務，來達到改善動作功能之目的。

針對雙側上肢訓練的研究，過去有 Stewart 等學者統整至 2005 年的系統性文獻回顧及後設分析結果，然而其囊括的治療模式並未包含機器輔助式，且未標示證據力層級；近年也有文獻回顧提出雙側訓練的優勢及療效（張雅棻等，2008; McCombe Waller & Whittall, 2008）；然而，在功能性的活動中，許多雙側任務是不對稱的，即兩手個別執行不同時間、空間、力量參數的動作，根據任務導向方法 (task-oriented approach)，以功能性治療活動（包含不對稱之雙側活動）介入可以改善中風患者在日常生活功能的進步。過去少有研究探討不對稱雙側動作訓練的相對貢獻。因此，本篇文獻回顧除了增加近一年的相關研究，並將所有類型之雙側訓練重新分類，包含對稱及不對稱性雙側訓練：歸納分析各類型治療模式及療效，並統整各實證研究之證據力層級，以提供臨床治療師應用或未來研究方向之指引。

## 方 法

本篇搜尋文獻方式使用 PubMed、Medline、Scopus 文獻搜尋引擎，鍵入關鍵字：bilateral/bimanual training/coordination/stroke/hemiplegic/ rehabilitation，蒐集 1996 年至 2009 年 5 月的文獻參考資料，篩選條件包括受試者為中風患者，有接受雙側上肢動作訓練，治療後針對患側手改變情形之結果評量；本篇由兩位作者摘錄各研究之實驗設計、收案標準與人數、介入方案與時間、療效評量內容與結果等資訊，並進行分類及判定證據力層級，當結果不一致時，由第三位作者協助判定。

本篇依據雙側訓練屬性分為對稱及不對稱性：在對稱性雙側訓練中，分為機械輔助式、非機械輔助式、結合式三類；其中，機械輔助式訓練又依其治療模式不同，細分成純機器手臂、節律性聽覺指引之雙側訓練、合併神經肌肉刺激與合併虛擬實境（圖 1）。

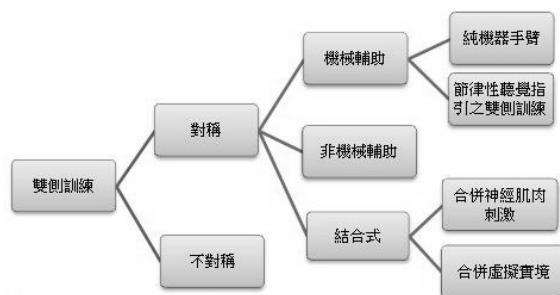


圖 1. 本篇雙側訓練之分類

療效評估內容與結果，則是參考國際健康功能與身心障礙分類 (International Classification of Functioning, Disability and Health framework, ICF) (World Health Organization, 2001) 之架構分析，分為身體結構層級、活動層級及參與層級。

依據美國職能治療學會 (American Occupational Therapy Association, AOTA) 提出實證研究之證據力層級 (Lieberman & Scheer, 2002)（見附錄），將各式雙側訓練之實證研究依其研究設計、樣本數、內在效度、外在效度加以評定：研究設計層級愈高表示愈符合隨機控制型研究；樣本數分級是依據每組情境樣本數是否大於 20；內在效度層級愈高，表示研究結果無其他替代解釋；外在效度之層級愈高，代表所取之樣本可代表母群體且治療順應當代潮流，研究結果之概化性愈強，可做為臨床治療者之介入指引。

## 結 果

28 篇實證研究中含對稱性 27 篇，不對稱性 1 篇；在對稱性雙側訓練中，機械輔助式 13 篇（純機械手臂 7 篇，BATRAC6 篇），非機械式輔助式 8 篇；結合式 6 篇（合併神經肌肉刺激 5 篇、合併虛擬實境 1 篇）。各研究之收案標準、治療方案、療效評估內容與結果以及證據力層級結果收錄於表 1-1 至表 1-4。

### 證據力層級結果

除了個案報告不予評定外，其餘 26 篇結果統整如下：研究設計之證據力層級 I 類之真實實驗設計 15 篇，層級 II 之準實驗設計 3 篇；層級 III 之前實驗設計 4 篇，層級 IV 之單一受試者實驗設計 4 篇。受試者人數介於 2~97 位間，樣本數屬 A 類僅 4 篇，B 類 22 篇。內在效度證據力層級 1 有 10 篇，層級 2 有 13 篇，層級 3 有 3 篇；外在效度證據力層級 a 有 6 篇，b 層級 15 篇，c 層級 5 篇。

### 治療類型與內容

#### 一、對稱性雙側訓練

1. 機械輔助式雙側訓練：此訓練模式之特徵為兩手皆固定在儀器上，利用機器輔助患側手動作，藉由標準化的動作進行高度重複性之動作訓練。其中，純機械手臂輔助的特色是機器手臂可提供特定速度及關節活動度，且有多種模式可以根據病患動作能力選擇，如：被動、主動帶被動、主動、給予阻力 (Chang, Tung, Wu, Huang, & Su, 2007; Hesse, Schulte-Tigges, Konrad, Bardeleben, & Werner, 2003; Hesse et al., 2005; Lum, Burgar, Shor, Majmudar, & Van der Loos, 2002; Lum et al., 2006) 或是不同動作複雜度 (Hesse, et al., 2007)；更簡單的設備，僅由健側手主動動作帶動患側手執行被動、有節奏性之對稱性動作 (Stinear &

Byblow, 2004)。根據機型的不同，針對上肢不同關節進行訓練，包括近端 (Chang et al., 2007; Lum et al., 2002; Lum et al., 2006)、遠端動作 (Hesse et al., 2003; Hesse et al., 2005; Stinear & Byblow, 2004) 或多關節動作 (Hesse et al., 2007)。

BATRAC 的特色是利用節拍器提供聽覺指引，無提供被動模式，病患雙手握住 T 型桿，主動進行節律性之同向與反向之手臂近端伸展/屈曲雙側動作 (Luft et al., 2004; McCombe Waller, Liu, & Whittall, 2008; McCombe Waller & Whittall, 2004, 2005; Richards, Senesac, Davis, Woodbury, & Nadeau, 2008; Whittall, Waller, Silver, & Macko, 2000)。

2. 非機械輔助式雙側訓練：定義為受試者兩手皆主動完成訓練所要求的動作。早期文獻將此類型訓練定義為雙側等運動學型態訓練 (bilateral isokinematic training, BIT)，即雙手同時執行獨立但對稱之動作型式的功能性任務，其治療性活動包含堆疊積木、放置插棒、模擬喝水等，依據病人能力選擇可完成的任務 (Lewis & Byblow, 2004; Mudie & Matyas, 1996, 2000)。近幾年之文獻，雖未在文獻中稱其訓練模式為 BIT，但採取相同的動作型式執行功能性任務 (Lin, Chang, Wu, & Chen, 2008; Morris, et al., 2008; Platz, Bock, & Prass, 2001; Summers et al., 2007; Tijs & Matyas, 2006)。治療活動內容與 BIT 相似 (Morris et al., 2008; Summers et al., 2007)，或是將日常活動或是治療活動會使用的任務以雙側對稱的模式訓練 (Lin et al., 2008)；也有強調動作執行過程之雙手仿畫任務 (Tijs & Matyas, 2006)；若病人能力不足以完成設定之任務，修正性治療改以執行與原先任務所包含動作要素相似的其他活動 (Morris et al., 2008)。

表1-1 治療特性、療效與證據力層級：【對稱性-機械輔助式雙側訓練】

| 第一作者<br>(年代)                                                                                                  | 收案標準 <sup>1</sup>        | 治療介入 <sup>2</sup>                                                                             | 治療期間<br>#(追蹤時間)                    | 療效評量工具 <sup>3</sup> 與結果                                                                                                                                                                |                                 | 證據力<br>層級 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|-----------|
|                                                                                                               |                          |                                                                                               |                                    | 身體結構層級                                                                                                                                                                                 | 活動/參與層級                         |           |
| 純機器手臂 <sup>*</sup> 實驗組較控制組顯著進步； <sup>+</sup> 後測較前測顯著進步； <sup>#</sup> 後測較前測進步(未進行統計分析)； <sup>#</sup> 追蹤結果達顯著差異 |                          |                                                                                               |                                    |                                                                                                                                                                                        |                                 |           |
| Lum<br>(2002)                                                                                                 | 6個月以上，<br>輕~重度(重度<br>居多) | <u>實驗組(13)</u> ： MIMEn近端肩膀、手肘<br>動作<br><u>控制組(14)</u> ： 針對近端功能之傳統<br>治療                       | 50分鐘/天，3天/<br>週，共8週<br>#6個月        | 動作功能： FM(近端 <sup>+</sup> /遠端 <sup>+</sup> )/<br>動作控制： MIMEn(伸臂動作表現) <sup>*</sup><br>肌肉力量： MIMEn (伸臂力量) <sup>*</sup>                                                                    | 日常生活功能：<br>FIM <sup>#</sup> 、BI | IB1b      |
| Stinear<br>(2004)                                                                                             | 2~84個月，<br>輕~重度          | <u>實驗組(9)</u> ： APBT手腕鏡像/類鏡<br>像對稱動作<br><u>控制組</u> ： 無                                        | 10分鐘/次，6次/<br>天，共4週                | 動作功能： FM <sup>+</sup><br>肌肉力量： 抓握、手腕等長收縮<br>腦部活動： TMS-健側腦活化量顯<br>著↓；患側腦活化量↑(未顯著)                                                                                                       |                                 | IIB3c     |
| Hesse<br>(2003)                                                                                               | 6個月以上，重<br>度             | <u>實驗組(12)</u> ： 手腕、前臂動作<br><u>控制組</u> ： 無                                                    | 15分鐘/天，5天/<br>週，共3週<br>#3個月        | 動作功能： RMA些微增加<br>肌肉張力： MAS <sup>*</sup><br>患者主觀印象： VAS=78.6%±9.8%                                                                                                                      |                                 | IIB2b     |
| Hesse<br>(2005)                                                                                               | 4~8週，重度                  | <u>實驗組(21)</u> ： 手腕、前臂動作<br><u>控制組(22)</u> ： 給與患側手電刺激，執<br>行手腕伸展動作                            | 20分鐘/天，5天/<br>週，共6週<br>#3個月        | 動作功能： FM <sup>*,#</sup><br>肌肉力量： MRC <sup>*,#</sup><br>肌肉張力： MAS                                                                                                                       |                                 | IA1b      |
| Lum<br>(2006)                                                                                                 | 1~5個月，<br>中~重度           | <u>實驗組(24)</u> ： MIMEn近端動作-(A)雙<br>側模式(B)單測模式(C)<br>單+雙側模式<br><u>控制組(6)</u> ： 針對近端功能之傳統<br>治療 | 50分鐘/天，4週共<br>15次<br>#6個月          | 動作功能： FM(近端 <sup>C*</sup> /遠端 <sup>C*</sup><br>CNSB <sup>+</sup> )、MSS <sup>C*</sup><br>肌肉力量： MRC(近端)進步但未<br>顯著<br>肌肉張力： MAS                                                           | 日常生活功能：<br>FIM                  | IB2b      |
| Chang<br>(2007)                                                                                               | 6個月以上<br>輕~重度            | <u>實驗組(20)</u> ： BFIA MT近端動作+傳<br>統治療<br><u>控制組</u> ： 無                                       | 40(30+10)分鐘/天，<br>3天/週，共8週<br>#2個月 | 動作功能： FM <sup>+,#</sup> 、MAS<br>肌肉力量： 力量計§(握力 <sup>+,#</sup> 、推-<br>拉力 <sup>+,#</sup> )<br>動作控制： 伸臂動作之運動學分<br>析— MT <sup>+</sup> 、PV <sup>+</sup> 、PTPV <sup>+</sup> 、NJS <sup>+</sup> | 日常生活功能：<br>FIM                  | IIIA2b    |
| Hesse<br>(2007)                                                                                               | 4~8週<br>重度               | <u>實驗組(2)</u> ： RHLIDE，3個自由度<br>動作<br><u>控制組</u> ： 無                                          | 30分鐘/天，5天/<br>週，共6週                | 動作功能： FM <sup>a</sup><br>肌肉力量： MRC <sup>a</sup> ；肌肉張力：<br>MAS                                                                                                                          |                                 | NA        |

表1-1 治療特性、療效與證據力層級：【對稱性-機械輔助式雙側訓練】(續)

| 第一作者<br>(年代)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 收案標準 <sup>1</sup>     | 治療介入 <sup>2</sup>                                   | 治療期間<br>#追蹤時間)             | 療效評量工具 <sup>3</sup> 與結果                                                                                                          |                                  | 證據力<br>層級 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------------------------------------|----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                       |                                                     |                            | 身體結構層級                                                                                                                           | 活動/參與層級                          |           |
| 節律性聽覺指引[雙側訓練(BATRAC)] *實驗組較控制組顯著進步； *後測較前測顯著進步； *追蹤結果達顯著差異                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                       |                                                     |                            |                                                                                                                                  |                                  |           |
| Whitall<br>(2000)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 1年以上<br>輕~中度          | 實驗組(14)：同向/反向伸臂動作<br>控制組：無                          | 1小時/天，3天/週，<br>共6週<br>#2個月 | 動作功能：FM <sup>+</sup> 、WMFT(時間) <sup>++</sup> /<br>力量/品質)、A/PROM <sup>+</sup><br>肌肉力量：力量計\$\$\$((肘 <sup>+</sup> 、腕 <sup>+</sup> ) | 日常生活功能：<br>UMAQS <sup>++</sup> # | IIIB2b    |
| Luft<br>(2004)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 1年以上<br>輕~中度          | 實驗組(9)：同向/反向伸臂動作<br>控制組(12)：DMTE之 NDT 患側訓練          | 1小時/天，3天/週，<br>共6週         | 動作功能：FM <sup>*</sup> 、WMFT<br>肌肉力量：力量計(肩、肘)<br>腦部生理：fMRI--小腦、前中央<br>腦回興奮性 <sup>+</sup> ；健側腦及患側<br>小腦興奮性 <sup>*</sup>             | 日常生活功能：<br>UMAQS                 | IB1b      |
| McCombe<br>Waller<br>(2004)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 1年以上<br>輕~中度(僅1<br>重) | 實驗組(10)：同向/反向伸臂動作<br>控制組(10)：健康人(與病患健側手<br>比較)      | 1小時/天，3天/週，<br>共6週         | 動作功能：FM <sup>+</sup> 、WMFT <sup>+</sup><br>精細動作(食指敲擊動作：單側<br>速率 <sup>+</sup> 、雙側協調性 <sup>+</sup> )                               | 日常生活功能：<br>UMAQS <sup>+</sup>    | IIIB2c    |
| McCombe<br>Waller<br>(2005)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 23個月以上<br>輕~中度        | 實驗組(22)：同向/反向伸臂動作<br>-(A)左腦傷個案(B)右<br>腦傷個案<br>控制組：無 | 1小時/天，3天/週，<br>共6週         | 動作功能：FM <sup>+</sup> 、WMFT <sup>++</sup> 、AROM<br>肌肉力量：力量計\$\$\$((肩、腕) <sup>++</sup>                                             | 日常生活功能：<br>UMAQS <sup>++</sup>   | IIIB2b    |
| McCombe<br>Waller<br>(2008)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 1年以上<br>輕~中度          | 實驗組(9)：同向/反向伸臂動作<br>控制組(9)：DMTE之 NDT 患側訓練           | 1小時/天，3天/週，<br>共6週         | 動作功能：FM、WMFT<br>動作控制：雙單側伸臂動作之運動學分析--(雙)患側MU <sup>*</sup> 及雙手路徑準確度 <sup>*</sup>                                                   |                                  | IB2b      |
| Richards<br>(2008)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 6個月以上<br>輕~中度         | 實驗組(14)：同向/反向伸臂動作<br>控制組：無                          | 2.25小時/天，4天/<br>週，共2週      | 動作功能：FM、WMFT                                                                                                                     | 日常生活功能：<br>MAL                   | IIIB2c    |
| 註1：動作受損程度-重度：患側上肢嚴重偏癱，或僅有些微動作；輕~中度：患側肩膀至少可做抗重力的動作。<br>註2：APBT = active-passive bimanual movement therapy；BATRAC =repetitive bilateral arm training with rhythmic cueing；BFI/AMT =bilateral force-induced isokinetic arm movement trainer；DMTE =Dose-matched therapeutic exercises；MIME=mirror image motion enabler；NDT =Neurodevelopment treatment。<br>註3：(臨床量表縮寫)BI=the Barthel Index；FAT=Frenchay Arm Test；FM=Fugl-Meyer motor score；FIM= Functional Independence Measure；MAL= Motor Activity Log；MAS= modified Ashworth Scale；MRC= Medical Research Council；MSS=Motor State Scale；RMA=Rivermead Motor Assessment；UMAQS = University of Maryland Arm Questionnaire for Stroke；VAS= Visual Analog Scale；WMFT = Wolf Motor Function Test。(力量計)§Jamar dynamometer& BFI/AMT；§(CFD & HHHD=the Chatillon Force Dynamometer & the Baseline Hydraulic Hand Dynamometer。(運動學參數縮寫)MT=movement time；PV=peak velocity；PTPV=the peak in the velocity profile；NJS=normalized jerk score；MU=movement unit。(腦部生理評估技術)fMRI=functional magnetic resonance imaging功能性磁共振造影；TMS=transcranial magnetic stimulation顱穿刺激術。 |                       |                                                     |                            |                                                                                                                                  |                                  |           |

註1：動作受損程度-重度：患側上肢嚴重偏癱，或僅有些微動作；輕~中度：患側肩膀至少可做抗重力動作。

註2：APBT = active-passive bimanual movement therapy；BATRAC =repetitive bilateral arm training with rhythmic cueing；BFIA MT =bilateral force-induced isokinetic arm movement trainer；DMTE =Dose-matched therapeutic exercises；MIME=mirror image motion enabler；NDT =Neurodevelopment treatment。

註3：(臨床量表縮寫)BI=the Barthel Index；FAT= Frenchay Arm Test；FM= Fugl-Meyer motor score；FIM= Functional Independence Measure；MAL= Motor Activity Log；MAS= modified Ashworth Scale；MRC= Medical Research Council；MSS=Motor State Scale；RMA=Rivermead Motor Assessment；UMAQS = University of Maryland Arm Questionnaire for Stroke；VAS= Visual Analog Scale；WMFT = Wolf Motor Function Test。(力量計)§Jamar dynamometer& BFIA MT；§ (CFD & HHD=the Chatillon Force Dynamometer & the Baseline Hydraulic Hand Dynamometer。(運動學參數縮寫) MT=movement time；PV=peak velocity；PTPV=the peak in the velocity profile；NJS=normalized jerk score；MU=movement unit。(腦部生理評估技術)fMRI=functional magnetic resonance imaging/功能性磁共振造影；TMS=transcranial magnetic stimulation/顱穿刺激術。

表1-2 治療特性、療效與證據力層級：【對稱性-非機械輔助式雙側訓練】

| 第一作者<br>(年代)                                                 | 收案標準 <sup>1</sup> | 治療介入 <sup>2</sup>                                              | 治療期間<br>#(追蹤時間)             | 療效評量工具 <sup>3</sup> 與結果                                                                      |                                                        | 證據力<br>層級 |
|--------------------------------------------------------------|-------------------|----------------------------------------------------------------|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-----------|
|                                                              |                   |                                                                |                             | 身體結構層級                                                                                       | 活動參與層級                                                 |           |
| *實驗組較控制組顯著進步； <sup>+</sup> 後測較前測顯著進步； <sup>#</sup> 追蹤結果達顯著差異 |                   |                                                                |                             |                                                                                              |                                                        |           |
| Mudie<br>(1996)                                              | 4~72週<br>輕~中度     | 基準期：單側/健側帶患側手做功能性<br>任務；介入期(8)--BIT                            | 5天/週，共8週<br>#6個月            | 動作控制：視覺運動學分析--患側<br>功能恢復，且可增進單側活動<br>表現 <sup>#</sup>                                         |                                                        | IVB2b     |
| Mudie<br>(2000)                                              | 4~78週<br>輕~中度     | 基準期：單側/健側手帶患側手/兩手<br>同時做不同任務；介入期<br>(12)：BIT                   | 5天/週，共8週<br>#6個月            | 動作控制：視覺運動學分析--單側<br>活動表現 <sup>++、#</sup>                                                     |                                                        | IVB2b     |
| Platz<br>(2001)                                              | 亞急性性<br>輕度        | 實驗組(14)：(A)雙側訓練-快速食指<br>瞄準/拍擊任務、堆疊木<br>棒(B)單側訓練<br>控制組(14)：健康人 | 30分鐘/天，5天/<br>週，共1週         | 動作控制：單/雙側瞄準任務之運<br>動學分析--準確度；MT(單vs<br>雙側任務) <sup>+</sup> (兩組未顯著)                            |                                                        | IIB2a     |
| Lewis<br>(2004)                                              | 1~47個月<br>輕~重度    | 基準期：單側訓練(1週)；介入期(6)：<br>BIT(2~4週)                              | 11次/天，5天/<br>週，<br>共4週      | 動作功能：FM<br>動作控制：視覺運動學分析<br>腦部生理：TMS--無一致結果                                                   |                                                        | IVB 3c    |
| Tijs<br>(2006)                                               | 3週~20個月<br>輕~重度   | 基準期：單側訓練(1-2週)；介入期<br>(5)：雙側仿畫任務訓練(3-8<br>週)                   | 30分鐘/次，5次/<br>天，共5~8週       | 動作控制：2D運動學分析                                                                                 |                                                        | IVB3c     |
| Summers<br>(2007)                                            | 3個月以上<br>輕~中度     | 實驗組(6)：雙側放置插棒<br>控制組(6)：單側放置插棒                                 | 50次/天，共6天                   | 動作功能：MAS <sup>*</sup><br>動作控制：運動學分析<br>腦部生理：TMS--健側腦興奮性↓                                     |                                                        | IB1a      |
| Morris<br>(2008)                                             | 2~4週<br>輕~重度      | 實驗組(51)：4種雙側功能性任務<br>控制組(46)：4種單側功能性任務                         | 20分鐘/天，5天/<br>週，共6週<br>#18週 | 動作功能：ARAT <sup>+</sup> --追蹤結果<br>pinch-項實驗組較差、RMA <sup>+</sup><br>精細動作：9HPT--追蹤結果實驗<br>組復原較差 | 日常生活功能：<br>mod. BI <sup>+</sup><br>生活品質：NHP<br>情緒：HADS | IA2a      |
| Lin<br>(2008)                                                | 6個月以上<br>輕~中度     | 實驗組(20)：雙側功能性任務<br>控制組(20/20)：(A)局限誘發療法<br>(B)DMTE之傳統治療        | 2小時/天，5天/<br>週，共3週          | 動作功能：FM(近端 <sup>*</sup> /遠端)                                                                 | 日常生活功能：<br>MAL、FIM<br>生活品質：SIS <sup>A</sup>            | IA1a      |

註1：動作受損程度：MAS第6、7項≤2；輕~中度；具大部分上肢動作，但無功能性使用能力。  
註2：BIT (bilateral isokinematic training)為雙側等運動型態訓練；DMTE (Dose-matched therapeutic exercises)為與實驗組等治療量之運動訓練  
註3：(臨床量表縮寫) 9HPT= Nine-Hole Peg Test；ARAT= Action Research Arm Test；HADS= Hospital Anxiety and Depression Scale；MAS= modified Motor Assessment Scale；NHP= Nottingham Health Profile；RMA= Rivermead Motor Assessment；SIS= Stroke Impact Scale。(重複之縮寫請參照表1-1)

表1-3 治療特性、療效與證據力層級：【對稱性-結合式雙側訓練】

| 第一作者<br>(年代)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 收案標準 <sup>1</sup> | 治療介入 <sup>2</sup>                                                  | 治療期間<br>#(追蹤時間)                        | 療效評量工具 <sup>3</sup> 與結果                                                                                                      |            | 證據力<br>層級 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|--------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-----------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                   |                                                                    |                                        | 身體結構層級                                                                                                                       | 活動參與層級     |           |
| 神經肌肉刺激    *實驗組較控制組顯著進步；“後測較前測顯著進步                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                   |                                                                    |                                        |                                                                                                                              |            |           |
| Cauraugh<br>(2002)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 1年以上<br>輕~中度      | 實驗組(10)：雙側(手腕/手指)動作訓練+電刺激5秒<br>控制組(10/5)：(A)患側動作+電刺激5秒(B)單側動作訓練    | 90分鐘/天，4天/週，共2週                        | 動作功能：精細動作：BBT*<br>肌肉力量：(1) 簡單反應時間任務--RT ↓*(2) 肌肉持續收縮任務*                                                                      |            | IB1b      |
| Cauraugh<br>(2003)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 1年以上<br>輕~中度      | 實驗組(20)：(A)雙側(手腕/手指)動作+電刺激10秒(B)雙側動作+電刺激5秒<br>控制組(5)：單側動作訓練        | 90分鐘/天，4天/週，共2週                        | 動作功能：精細動作：BBT* <sup>(A&gt;B)</sup><br>肌肉力量：(1)簡單反應時間任務-- premotor RT*、motor RT*(2) 肌肉持續收縮任務*                                 |            | IB1b      |
| Cauraugh<br>(2005)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 1年以上<br>輕~中度      | 實驗組(11/10)：(A)雙側(手腕/手指)動作+電刺激5秒(B)患側手動作+電刺激<br>控制組(5)：健康人          | 90分鐘/天，4天/週，共2週                        | 動作控制：瞄準任務之運動學分析--MT <sup>A*</sup> 、PV <sup>A*</sup> 、減速度期 <sup>A*</sup>                                                      |            | IB1b      |
| Cauraugh<br>(2009)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 1年以上<br>輕~中度      | 實驗組(10/10)：(A)雙側(手腕/手指)動作+電刺激5秒+健側手承重(B)雙側動作+電刺激<br>控制組(9)：單側動作訓練  | 90分鐘/天，4天/週，共2週                        | 動作功能：精細動作：BBT*<br>肌肉力量：(1)簡單反應時間任務-- premotor RT <sup>A、B*</sup> 、motor RT <sup>A*</sup> (2)肌肉持續收縮任務--力量↑、力量控制 <sup>A*</sup> |            | IB1a      |
| Chan<br>(2009)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 6個月以上<br>輕~中度     | 實驗組(10)：雙側功能性任務+FES & 傳統職能治療<br>控制組(10)：同上，但為placebo ES            | 90分鐘(含BT+FES 20分鐘)/session，共15個session | 動作功能：FM*、FTHUE*、伸臂距離*、手腕伸展之AROM*<br>肌肉張力：MAS<br>肌肉力量：力量計§ <sup>+</sup>                                                       | 日常生活功能：FIM | IB1a      |
| 虛擬實境    *後測較前測進步(未進行統計分析)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                   |                                                                    |                                        |                                                                                                                              |            |           |
| Merians<br>(2007)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 4年以上<br>輕度        | 虛擬實境：piano trainer：手指個別動作(雙手同時/單側手)；Robot：患側手模擬拿杯子，雙側手模擬接球(擊中移動物體) | 90分鐘/天，3天/週，共3週                        | 動作功能：WMFT <sup>a</sup><br>動作控制：運動學分析--手指個別動作的範圍與準確度 <sup>a</sup> 、伸臂力量 <sup>a</sup>                                          |            | NA        |
| 註1：動作受損程度輕~中度：手腕屈曲90°時，手腕/手指至少能伸直10°；輕度：Chedoke-McMaster Stroke Assessment --arm stage 4&6；hand stage 3&4<br>註2：神經肌肉刺激之標準化設置1.(Cauraugh et al, 2009; Cauraugh & Kim, 2002, 2003; Cauraugh et al, 2005)：initial threshold level of 50 μV, 1-second ramp up, 5~10 seconds of biphasic stimulation at 50 Hz, pulse width of 200 μs, 1-second ramp down, and mA range of 15~29。2.FES(functional electric stimulation)(Chan, et al, 2009)：3-second ramp up, 3 seconds of stimulation at 40 Hz, pulse width of 200 μs, 2-second ramp down<br>註3：(臨床量表縮寫)BBT= Box and Block Test；FTHUE=Functional Test for the Hemiplegic Upper Extremity |                   |                                                                    |                                        |                                                                                                                              |            |           |

註1：動作受損程度輕~中度：手腕屈曲90°時，手腕/手指至少能伸直10°；輕度：Chedoke-McMaster Stroke Assessment --arm stage 4&6；hand stage 3&4  
註2：神經肌肉刺激之標準化設置1.(Cauraugh et al, 2009; Cauraugh & Kim, 2002, 2003; Cauraugh et al, 2005)：initial threshold level of 50  $\mu$  V, 1-second ramp up, 5~10 seconds of biphasic stimulation at 50 Hz, pulse width of 200  $\mu$  s, 1-second ramp down, and mA range of 15~29。2.FES(functional electric stimulation)(Chan, et al, 2009)：3-second ramp up, 3 seconds of stimulation at 40 Hz, pulse width of 200  $\mu$  s, 2-second ramp down  
註3：(臨床量表縮寫)BBT= Box and Block Test；FTHUE=Functional Test for the Hemiplegic Upper Extremity

表1-4 治療特性、療效與證據力層級：【不對稱性雙側訓練】

| 第一作者<br>(年代)                                                                                                                                                                                                                                              | 收案標準 <sup>1</sup> | 治療介入                                                                                               | 治療期間<br>#(追蹤時間)       | 療效評量工具 <sup>2</sup> 與結果                                                                                                                                         |                                            | 證據力<br>層級 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|-----------|
|                                                                                                                                                                                                                                                           |                   |                                                                                                    |                       | 身體結構層級                                                                                                                                                          | 活動/參與層級                                    |           |
| *實驗組相較控制組顯著進步； <sup>+</sup> 實驗組後測較前測顯著進步                                                                                                                                                                                                                  |                   |                                                                                                    |                       |                                                                                                                                                                 |                                            |           |
| Desrosiers<br>(2005)                                                                                                                                                                                                                                      | 10天~2個月<br>輕~中度   | 實驗組(17)：對稱性&非對稱性雙側<br>功能性任務+單側任務；健<br>患側-粗大/精細任務，健<br>側-精細、協調度活動<br>控制組(16)：傳統NDT+單側任務+對<br>稱性雙側任務 | 45分鐘/天，3~4<br>天/週，共5週 | 動作功能：FM <sup>+</sup> 、TEMPA <sup>+</sup><br>精細動作：BBT <sup>+</sup> 、the Purdue<br>Pedboard Test <sup>+</sup><br>協調度：Finger-to-Nose Test <sup>+</sup><br>肌肉力量：力量計 | 日常生活功能：FIM <sup>+</sup> 、AMPS <sup>+</sup> | IB2b      |
| 註1：動作受損程度：Chedoke-McMaster Stroke Assessment：arm stage 3；hand stage 2<br>註2：(臨床量表縮寫) AMPS—the Assessment of Motor and Process Skills；TEMPA(Test d'Evaluation de la performance des Membres Supérieurs des Personnes<br>Agées)：(力量計)the Martin vigorimeter |                   |                                                                                                    |                       |                                                                                                                                                                 |                                            |           |

3.結合式雙側訓練：合併神經肌肉刺激模式，是在訓練時於受試者患側手臂貼上電極，當受試者主動收縮達到設定之閾值，便提供表面電刺激協助手部做出完全的伸展動作；訓練內容為手腕/手指伸展之純動作訓練 (Cauraugh, Coombes, Lodha, Naik, & Summers, 2009; Cauraugh & Kim, 2002; Cauraugh & Kim, 2003; Cauraugh, Kim, & Duley, 2005)或執行功能性任務 (Chan, Tong, & Chung, 2009)；Cauraugh 等學者 (2009)認為增加健側手的慣量更能與雙側動作在神經學上的證據一致，便在結合是雙側訓練中，於健側手加上重量。

合併虛擬實境之模式僅 Merians 等學者 (2007)一篇個案研究報告，該訓練是在虛擬實境中，執行雙側動作任務，分為兩個訓練系統：一為訓練手部動作以改善手指個別動作之鋼琴訓練；另一系統則是針對近端動作的雙手接球任務。

二、不對稱性雙側訓練

針對不對稱性雙側訓練，僅 Desrosiers 等學者 (2005)的研究中，在一般對稱性雙側任務外，加入了不對稱性雙側任務：兩手使用的強度不同，一手操作，一手輔助；主要是針對受損程度較嚴重之個案，患側手可執行輔助手的角色。

治療時間

治療時間依各類型治療有所不同，在對稱性雙側訓練中：機械輔助式中的純機器手臂治療之時間介於3~8週，每次15~60分鐘 (Chang et al., 2007; Hesse et al., 2007; Hesse et al., 2003; Hesse et al., 2005; Lum et al., 2002; Lum et al., 2006; Stinear & Byblow, 2004)；BATRAC之訓練時間為6週，每週訓練3次，每次1小時(訓練5分鐘休息10分鐘) (Luft et al., 2004;

McCombe Waller et al., 2008; McCombe Waller & Whitall, 2004, 2005; Whitall et al., 2000), 另有修正式之療程, 將介入濃縮至 2 週, 每週 4 天, 每次訓練時間增加至 2.25 小時 (Richards et al., 2008)。非機械輔助式雙側訓練, 較短的為期 1 週 (Platz et al., 2001; Summers et al., 2007), 其餘介於 3~8 週, 每次 20 分鐘至 2 小時 (Lewis & Byblow, 2004; Lin et al., 2008; Morris et al., 2008; Mudie & Matyas, 1996, 2000; Tijs & Matyas, 2006)。合併神經肌肉刺激模式之治療時間均為 2 週, 每次 90 分鐘 (Chan et al., 2009; Cauraugh et al., 2009; Cauraugh & Kim, 2002, 2003; Cauraugh et al., 2005); 合併虛擬實境模式為每天 90 分鐘之訓練, 每週 3 天, 共 3 週 (Merians et al., 2007)。

不對稱性雙側訓練, 在每天 45 分鐘的雙側訓練治療中, 有 15 分鐘是執行非對稱性雙側任務, 每週進行 3~4 天之治療, 持續 5 週 (Desrosiers, Bourbonnais, Corriveau, Gosselin, & Bravo, 2005)。

### 療效評量內容

在身體結構層級評量上, 包括上肢動作功能、力量、動作控制的能力及腦部生理活動。動作功能多用 Fugl-Mayer Assessment 與 Wolf Motor Function Test 評估, 遠端動作的改善, 則使用 Box and Block Test 或 Nine-Hole Peg Test 反應; 以靈敏度較高的運動學分析方法評估動作控制能力; 在肌肉力量和 ROM 上, 使用臨床方法或儀器量測其改變量; 腦部生理活動的改變則以顱穿刺磁刺激術 (transcranial magnetic stimulation, TMS) 或功能性磁振造影 (functional magnetic resonance imaging, fMRI) 的方式分析。

部分研究會評估活動層級的表現, 主要

反應受試者的日常生活功能, 使用的工具有針對整體表現的 Barthel index、Functional Independence Measure; 也有僅針對日常生活中牽涉上肢任務表現如: University of Maryland Arm Questionnaire for Stroke (UMAQS)、Motor Activity Log (MAL)。參與層級方面, 使用 Nottingham Health Profile (Morris et al., 2008) 及 Stroke Impact Scale (Lin et al., 2008) 反映生活品質的改變。

### 療效評量結果

#### 一、對稱性雙側訓練

1. 機械輔助式雙側訓練之療效主要在身體結構層級方面, 包括動作功能、動作控制及肌肉力量; 以下依治療特性不同, 分別說明其結果。純機械手臂輔助訓練可改善重度動作受損中風病患之動作受損情形、肌力與張力, 且具留存作用 (Chang et al., 2007; Hesse et al., 2003; Hesse, et al., 2005; Lum et al., 2002, 2006); 在動作控制方面, 動作速度、動作策略、動作平順度在治療後有顯著的改善, 然而這些效果無法留存 (Chang et al., 2007); 腦部生理活動結果上, 無論是急性或慢性病患均可促進其患側腦動作皮質之興奮性 (Stinear & Byblow, 2004)。活動層級方面, 日常生活功能無明顯的改善 (Lum et al., 2002, 2006)。

BATRAC 可改善輕至中度動作受損患者動作受損情形、動作控制與肌力 (Luft et al., 2004; McCombe Waller et al., 2008; McCombe Waller & Whitall, 2004); 改善患側手在動作策略、動作平順度與健側手的空間特質表現 (McCombe Waller et al., 2008)。活動層級的表現上無一致的結果, 但仍有研究顯示病患在接受訓練後, 可改善日常生活功能表現 (McCombe Waller & Whitall, 2004; Waller &

Whitall, 2005)。修正式 BATRAC，僅增加患側手的使用頻率，並未改善動作表現 (Richards, et al., 2008)。

2.非機械輔助式雙側訓練的療效亦反映在身體結構層級。對於輕至中度之中風病患可改善其動作控制表現 (Mudie & Matyas, 1996, 2000)，特別是近端關節 (Lin et al., 2008)及動作執行的時間特質 (Summers et al., 2007)；但是針對精細動作或是提昇動作品質，與單側訓練結果相比，無法突顯雙側訓練效果 (Morris et al., 2008; Platz et al., 2001; Tijs & Matyas, 2006)。腦部生理結果呈现在健側腦皮質區興奮性的減少 (Summers et al., 2007)。活動層級上，日常生活功能的表現均未達顯著的改善 (Lin et al., 2008; Morris et al., 2008)。參與層級的表現結果也不明顯，與單側訓練或侷限誘發療法相比，均無法顯示雙側訓練之優勢 (Lin et al., 2008; Morris et al., 2008)。

3.合併神經肌肉電刺激模式，在身體結構層級上，可改善動作損傷、執行功能性任務之表現及關節活動度，且具中至大之效應值 (Chan et al., 2009)；在精細動作、肌肉力量、動作控制表現上也顯著改善 (Cauraugh et al., 2005, 2009; Cauraugh & Kim, 2002, 2003)；此外，當給予健側手荷重時，肌肉持續收縮的表現上較佳 (Cauraugh et al., 2009)。然而在活動層級上，日常生活功能表現未達顯著改善 (Chan et al., 2009)。合併虛擬實境之模式，亦觀察身體結構層級方面的改變，從 Merians 之個案報告中，在力學表現及訓練任務執行表現均有進步。

## 二、不對稱性雙側訓練

無論在身體結構層級或是活動層級雖然在治療後皆達改善，但與一般復健治療合併雙

側、單側訓練組相比，無法達顯著差異，且無法突顯不對稱雙側訓練的療效差異 (Desrosiers et al., 2005)。

## 討 論

### 一、證據力層級

#### (一) 對稱性雙側訓練

1.機械輔助式雙側訓練：純機器手臂輔助治療中，證據力層級雖不一，但大多以隨機分派之真實實驗設計為主，可提供較強的證據力。樣本數有兩篇屬 A 類，其餘 B 類，人數每組介於 5~12 人，尚具樣本代表性；內在效度方面，由於實驗組的治療強度均比控制組強，因此難以排除因為治療強度不同而造成療效差異之替代解釋；研究以中重度中風患者為探討對象，概化結果侷限於受損程度嚴重者，給予中度外在效度。

BATRAC 類的研究設計種類多，涵蓋 I~III；樣本數上雖均屬 B 類，但受試者異質性低，且結果一致性高，故仍具代表性；內在效度上，無法釐清療效是否來自於額外感覺回饋而非雙側訓練本身。

2.非機械輔助式雙側訓練：具有正面療效研究 (Lin et al., 2008; Mudie & Matyas, 1996, 2000; Summers et al., 2007)之研究設計涵蓋 I、III、IV，早期多為單一受試者研究設計，樣本數少，證據力層級較低。近年有隨機分派、雙盲之真實實驗設計，樣本數足，內在及外在效度均佳的實證研究 (Lin et al., 2008)，提昇了此類型治療的證據力層級；研究以中輕度中風患者為探討對象。此類型雙側訓練，外在效度普遍較佳，臨床又易執行，若未來隨機控制試驗可持續累積，並具正面療效，則可廣泛應用在臨床上。

3.結合式雙側訓練：合併神經肌肉刺激模式證據力層級尚佳，採隨機分派之真實實驗設計，以中輕度中風患者為探討對象，雖然樣本不多，但同質性高，可具代表性；內在效度上，受限於難以釐清療效是否為神經肌肉刺激提供之回饋；不過此治療模式多有正面結果，且易於臨床複製。合併虛擬實境模式之訓練目前僅有 1 份個案報告結果，無法提供有效之證據力，未來可持續發展隨機控制試驗或是增加樣本數之研究，提供臨床或研究更進一步的展望。

### （二）不對稱性雙側訓練

不對稱雙側訓練僅一篇，證據力層級 IB2b，主要限制在於治療模式包含多種治療，難以釐清療效，又原本之復健治療可能造成療效的飽和；不過此類型治療活動以功能性任務為主，臨床應用普遍，值得未來透過隨機控制試驗探討其訓練成效。

整體而言，隨著治療模式的發展，近年證據力層級高之實證研究有逐漸增加的趨勢，使得雙側訓練推廣至臨床使用更具說服力。以下就雙側訓練之適用對象、整體療效、治療時間、以及在各層級之效應做進一步分析。

## 二、雙側上肢訓練治療療效

適用對象與療效：對於重度動作受損之病患，以機械輔助式中的純機器手臂輔助之雙側訓練最具效果。因為治療難度較低：以純動作訓練為主，又有機器手臂的輔助。輕至中度損傷患者，適合使用機械輔助式之 BATRAC、非機械輔助式或合併神經肌肉刺激模式之雙側訓練；這是由於這類型治療，患側手需具備主動動作之能力。對於輕度中風之病患，由於已具備大部分動作能力，需要進一步要求動作品質或是精細操作的能力；合併神經肌肉刺激模

式之雙側訓練可改善抓握任務的表現，仍在適用範圍。

由於慢性病患狀況穩定，為大多實驗採取的對象，在對稱性雙側訓練均可獲得療效 (Hesse et al., 2003; Lin et al., 2008; Summers et al., 2007; Chan et al., 2009; Cauraugh et al., 2009; Cauraugh & Kim, 2002, 2003)。針對急性~亞急性中風病患，純機器手臂輔助治療可以加速復原的速度 (Lum et al., 2006)並得到療效 (Hesse et al., 2005; Lum et al., 2006)，而非機械輔助式之效用則不明顯 (Morris et al., 2008; Platz et al., 2001)。

治療時間：治療強度可能會影響療效結果，若為簡單的動作訓練，練習的次數多或治療的時間夠長，可以有良好的成效，如：合併神經肌肉刺激式訓練中，在單次 90 分鐘的治療時間內執行 90 次以上的練習，持續兩週。機械手臂治療一次治療時間為 60 至 90 分鐘，共約 2-6 個星期，雖依不同機型而有不同的治療時間，但單就單一動作練習的練習次數都有 60 次以上甚至到 200 次以上；BATRAC 則是在 1 小時的療程中，每重複相同動作 10 分鐘後休息 5 分鐘，共 6 週。非機械輔助式訓練，治療總週數不一致，介於 1~8 週，但以可達正面療效的單次治療時間來看，除了 Lin 等學者 (2008)單次治療時間較長為 2 小時外，部分研究以執行任務的次數呈現，如每個任務重複練習 30~50 次。其餘未能突顯雙側訓練療效的研究單次治療時間約 20~30 分鐘，執行 3~4 項任務，而其療效的限制或許就是因為治療時間太短，練習次數不足有關 (Morris et al., 2008)；因為在此類型訓練中，個案需主動動作而無其他輔助，功能性治療活動又涉及較複雜的多關節活動，因此建議此類型的治療劑量可以再提高可能更能反映療效。

在療效追蹤結果上，機械輔助訓練的療效可持續 2-6 個月 (Chang et al., 2007; Hesse et al., 2005; Lum et al., 2006; Whitall et al., 2000)；非機械輔助式訓練，其療效可持續半年 (McCombe Mudie & Matyas, 1996, 2000)；結合式訓練目前無療效追蹤的研究，是未來可以探討的領域。

治療時間也可解釋不對稱性雙側訓練無法突顯療效的可能原因，因過去研究僅有 15 分鐘的不對稱訓練，強度不大，故建議未來若要以此類型治療模式介入，應將治療強度增加至與對稱性治療相當的強度，較可能獲致不對稱雙側訓練之療效。

概化程度：各式雙側訓練對於身體結構層級的改善多有顯著的效果，但較難將療效概化至活動層級與參與層級的表現。

身體結構層級：即改善動作損傷程度 (Waller & Whitall, 2008)。部分文獻指出訓練遠端動作，其療效可轉移至近端的動作表現 (Cauraugh et al., 2009; Cauraugh & Kim, 2002, 2003; Hesse et al., 2005)，但若訓練近端動作，效果無法轉至遠端 (McCombe Waller & Whitall, 2004, 2005)。此外，治療活動的特質是純動作訓練或是具功能性的任務訓練，也會影響療效的概化程度，大體而言，純動作訓練可有效改善動作損傷情形，而功能性任務訓練對於患側手功能性的恢復有較佳的效益。雙側訓練的成效也可以反映在雙側任務的表現上，只是較少文獻探討 (McCombe Waller & Whitall, 2008)，也是未來研究可進一步探討。

活動層級：由於雙側訓練主要著重在改善患者上肢動作，對於日常生活功能方面的改善仍有落差；以牽涉上肢任務而言，若為單側任務，患者可能傾向使用健側手代償，因此在評估結果上較不易看出差異；而雙側任務中，由於日常生活中較少任務是兩手同步動作，而以

不對稱性任務居多，以動作學習的觀點，可能使類化效果有限。另一方面，在回顧的研究中，所使用的日常生活功能量表，有些量表涉及行動力、認知、溝通能力或者肛門控制能力等，由於上肢動作訓練較無涉及上述類別的訓練，該部分項目較不適合作為上肢動作訓練之評估工具。

參與層級：在所回顧的實證研究中，極少研究評估生活品質的改變，而其研究結果亦無顯著改善，其原因可能是要改善中風患者生活品質，移行能力扮演重要角色 (Morris et al., 2008)，且並未強調患側手之使用 (Lin et al., 2008)，未來可以生活品質量表中，與動作較相關的向度，作為評估動作訓練可能對生活品質之動作領域的效應。

綜合上述，雖雙側訓練整體而言呈現令人印象深刻的療效，但未來研究中，可進一步探討結合機器輔助與功能性任務的訓練，是否可提昇在日常生活上的改善，或者可續列性結合機器輔助與非機器輔助之雙側訓練，或者結合單雙側訓練，以期強化療效；在活動與參與層級的療效評量工具，應以上肢功能或動作功能為主的評估工具，較能反映真正的治療成效。

## 結 論

綜合以上結果得知，目前以對稱性雙側治療為大宗，且各類型訓練大多有正向療效；純機器手臂輔助之雙側訓練適合重度動作受損病患，中至輕度動作受損的病患，可用節律性聽覺指引之雙側訓練、非機械輔助式，或合併神經肌肉刺激之雙側訓練。未來研究宜在活動與參與層級的評量上，選用以上肢粗動作、精細動作為主的功能活動為日常生活功能量表，以及以生活品質動作領域的項目為探究生

活品質動作次領域的變化。

## 參考文獻

- 張雅棻、黃琬倩、林娜翎、黃昱、紀皇如、吳菁宜 (2008)。中風病患雙側動作訓練療效之文獻回顧。《台灣職能治療研究與實務雜誌》，4，頁 1-16。
- Cardoso de Oliveira, S. (2002). The neuronal basis of bimanual coordination: recent neurophysiological evidence and functional models. *Acta psychological*, 110, 139-159.
- Carson, R. G., & Swinnen, S. P. (2002). Coordination and movement pathology: models of structure and function. *Acta psychological*, 110, 357-364.
- Cauraugh, J. H., Coombes, S. A., Lodha, N., Naik, S. K., & Summers, J. J. (2009). Upper extremity improvements in chronic stroke: Coupled bilateral load training. *Restorative Neurology and Neuroscience*, 27, 17-25.
- Cauraugh, J. H., & Kim, S. (2002). Two coupled motor recovery protocols are better than one: Electromyogram-triggered neuromuscular stimulation and bilateral movements. *Stroke*, 33(6), 1589-1594.
- Cauraugh, J. H., & Kim, S. B. (2003). Chronic stroke motor recovery: Duration of active neuromuscular stimulation. *Journal of the Neurological Sciences*, 215(1-2), 13-19.
- Cauraugh, J. H., Kim, S. B., & Duley, A. (2005). Coupled bilateral movements and active neuromuscular stimulation: Intralimb transfer evidence during bimanual aiming. *Neuroscience Letters*, 382(1-2), 39-44.
- Cauraugh, J. H., & Summers, J. J. (2005). Neural plasticity and bilateral movements: A rehabilitation approach for chronic stroke. *Progress in Neurobiology*, 75(5), 309-320.
- Chang, J. J., Tung, W. L., Wu, W. L., Huang, M. H., & Su, F. C. (2007). Effects of Robot-Aided Bilateral Force-Induced Isokinetic Arm Training Combined With Conventional Rehabilitation on Arm Motor Function in Patients With Chronic Stroke. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 88(10), 1332-1338.
- Chan, M. K. L., Tong, R. K. Y., & Chung, K. Y. K. (2009). Bilateral upper limb training with functional electric stimulation in patients with chronic stroke. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 23(4), 357-365.
- Desrosiers, J., Bourbonnais, D., Coriveau, H., Gosselin, S., & Bravo, G. (2005). Effectiveness of unilateral and symmetrical bilateral task training for arm during the subacute phase after stroke: A randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation*, 19(6), 581-593.
- Hendricks, H. T., Van Limbeek, J., Geurts, A. C., & Zwarts, M. J. (2002). Motor recovery after stroke: A systematic review of the literature. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 83(11), 1629-1637.
- Hesse, S., Schmidt, H., Werner, C., Rybski, C., Puzich, U., & Bardeleben, A. (2007). A new mechanical arm trainer to intensify the upper limb rehabilitation of severely affected patients after stroke: Design, concept and first case series. *Europa*

- Medicophysica*, 43(4), 463-468.
- Hesse, S., Schulte-Tiggles, G., Konrad, M., Bardeleben, A., & Werner, C. (2003). Robot-assisted arm trainer for the passive and active practice of bilateral forearm and wrist movements in hemiparetic subjects. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 84(6), 915-920.
- Hesse, S., Werner, C., Pohl, M., Rueckriem, S., Mehrholz, J., & Lingnau, M. L. (2005). Computerized arm training improves the motor control of the severely affected arm after stroke: A single-blinded randomized trial in two centers. *Stroke*, 36(9), 1960-1966.
- Lewis, G. N., & Byblow, W. D. (2004). Neurophysiological and behavioral adaptations to a bilateral training intervention in individuals following stroke. *Clinical Rehabilitation*, 18(1), 48-59.
- Lieberman, D., & Scheer, J. (2002). AOTA's evidence-based literature review project: An overview. *American Journal of Occupational Therapy*, 56(3), 344-349.
- Lin, K. C., Chang, Y. F., Wu, C. Y., & Chen, Y. A. (2008). Effects of constraint-induced therapy versus bilateral arm training on motor performance, daily functions, and quality of life in stroke survivors. *Neurorehabil Neural Repair*. , Epub ahead of print.
- Luft, A. R., McCombe-Waller, S., Whittall, J., Forrester, L. W., Macko, R., Sorkin, J. D., et al. (2004). Repetitive bilateral arm training and motor cortex activation in chronic stroke: A randomized controlled trial. *Journal of the American Medical Association*, 292(15), 1853-1861.
- Lum, P. S., Burgar, C. G., Shor, P. C., Majmundar, M., & Van der Loos, M. (2002). Robot-assisted movement training compared with conventional therapy techniques for the rehabilitation of upper-limb motor function after stroke. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 83(7), 952-959.
- Lum, P. S., Burgar, C. G., Van Der Loos, M., Shor, P. C., Majmundar, M., & Yap, R. (2006). MIME robotic device for upper-limb neurorehabilitation in subacute stroke subjects: A follow-up study. *Journal of Rehabilitation Research and Development*, 43(5), 631-642.
- Manganotti, P., Acler, M., Zanette, G. P., Smania, N., & Fiaschi, A. (2008). Motor cortical disinhibition during early and late recovery after stroke. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 22(4), 396-403.
- McCombe Waller, S., Liu, W., & Whittall, J. (2008). Temporal and spatial control following bilateral versus unilateral training. *Human Movement Science*, 27(5), 749-758.
- McCombe Waller, S., & Whittall, J. (2004). Fine motor control in adults with and without chronic hemiparesis: Baseline comparison to nondisabled adults and effects of bilateral arm training. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 85(7), 1076-1083.
- McCombe Waller, S., & Whittall, J. (2005). Hand dominance and side of stroke affect

- rehabilitation in chronic stroke. *Clinical Rehabilitation*, 19(5), 544-551.
- McCombe Waller, S., & Whittall, J. (2008). Bilateral arm training: Why and who benefits? *NeuroRehabilitation*, 23(1), 29-41.
- Merians, A., Lewis, J., Qiu, Q., Fluett, G., Talati, B., & Adamovich, S. (2007). *Strategies for incorporating bilateral training into a virtual environment*. Paper presented at the 2007 IEEE/ICME International Conference on Complex Medical Engineering, CME 2007, Beijing.
- Morris, J. H., van Wijck, F., Joice, S., Ogston, S. A., Cole, I., & MacWalter, R. S. (2008). A Comparison of Bilateral and Unilateral Upper-Limb Task Training in Early Poststroke Rehabilitation: A Randomized Controlled Trial. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 89(7), 1237-1245.
- Mudie, M. H., & Matyas, T. A. (1996). Upper limb retraining following stroke: Effects of bilateral practice. *Journal of Neurologic Rehabilitation*, 10, 167-184.
- Mudie, M. H., & Matyas, T. A. (2000). Can simultaneous bilateral movement involve the undamaged hemisphere in reconstruction of neural networks damaged by stroke? *Disability and Rehabilitation*, 22(1-2), 23-37.
- Murase, N., Duque, J., Mazzocchio, R., & Cohen, L. G. (2004). Influence of Interhemispheric Interactions on Motor Function in Chronic Stroke. *Annals of Neurology*, 55(3), 400-409.
- Phipps, S. C., & Roberts, P. S. (2006). Motor learning. In H. M. Pendleton & W. Schultz-Krohn (Eds.), *Pedretti's occupational therapy: practice skills for physical dysfunction* (pp. 791-800). United states: Mosby.
- Platz, T., Bock, S., & Prass, K. (2001). Reduced skilfulness of arm motor behaviour among motor stroke patients with good clinical recovery: Does it indicate reduced automaticity? Can it be improved by unilateral or bilateral training? A kinematic motion analysis study. *Neuropsychologia*, 39(7), 687-698.
- Richards, L. G., Senesac, C. R., Davis, S. B., Woodbury, M. L., & Nadeau, S. E. (2008). Bilateral arm training with rhythmic auditory cueing in chronic stroke: Not always efficacious. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 22(2), 180-184.
- Schaechter, J. D. (2004). Motor rehabilitation and brain plasticity after hemiparetic stroke. *Progress in Neurobiology*, 73(1), 61-72.
- Stewart, K. C., Cauraugh, J. H., & Summers, J. J. (2006). Bilateral movement training and stroke rehabilitation: A systematic review and meta-analysis. *Journal of the Neurological Sciences*, 244(1-2), 89-95.
- Stinear, J. W., & Byblow, W. D. (2004). Rhythmic bilateral movement training modulates corticomotor excitability and enhances upper limb motricity poststroke: A pilot study. *Journal of Clinical Neurophysiology*, 21(2), 124-131.
- Summers, J. J., Kagerer, F. A., Garry, M. I.,

- Hiraga, C. Y., Loftus, A., & Cauraugh, J. H. (2007). Bilateral and unilateral movement training on upper limb function in chronic stroke patients: A TMS study. *Journal of the Neurological Sciences*, 252(1), 76-82.
- Tijs, E., & Matyas, T. A. (2006). Bilateral training does not facilitate performance of copying tasks in poststroke hemiplegia. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 20(4), 473-483.
- Wenderoth, N., Debaere, F., & Swinnen, S. P. (2004). Neural networks involved in cyclical interlimb coordination as revealed by medical imaging techniques. In S. P. Swinnen & J. Duysens (Eds.) *Neuro-Behavioral Determinants of Interlimb Coordination: A Multidisciplinary Approach*, (pp.187-222). Boston: Kluwer.
- Whitall, J., Waller, S. M., Silver, K. H. C., & Macko, R. F. (2000). Repetitive bilateral arm training with rhythmic auditory cueing improves motor function in chronic hemiparetic stroke. *Stroke*, 31(10), 2390-2395.
- World Health Organization. (2001). *International classification of functioning, disability and health*. Geneva, Switzerland: World Health Organization.

## 附錄. 職能治療研究之證據力層級 (Lieberman &amp; Scheer, 2002)

|         | 層級  | 定義                                           |
|---------|-----|----------------------------------------------|
| 研 究 設 計 | I   | 隨機控制型研究設計                                    |
|         | II  | 非隨機控制型研究設計—兩組                                |
|         | III | 非隨機控制型研究設計—一組（治療組）前後測                        |
|         | IV  | 單一受測者研究設計                                    |
|         | NA  | 敘述性研究；個案報告                                   |
| 樣本數     | A   | 每組樣本數 $\geq 20$                              |
|         | B   | 每組樣本數 $< 20$                                 |
| 內 在 效 度 | 1   | 高內在效度：研究結果無替代解釋                              |
|         | 2   | 中內在效度：缺乏隨機取樣/分配而有試圖控制                        |
|         | 3   | 低內在效度：研究結果有兩個以上之替代解釋                         |
| 外 在 效 度 | a   | 高外在效度：受試者可代表母群體，且治療順應當代潮流                    |
|         | b   | 中外在效度：介於高與低外在效度間                             |
|         | c   | 低外在效度：樣本異質性高，無法瞭解治療效應是否用於其診斷之所有樣本，或治療不符合當代潮流 |

# Effects of Different Bilateral Arm Training in Stroke Rehabilitation: A Literature Review

Wan-Chien Huang<sup>1</sup>, Chieh-Ling Yang<sup>1</sup>,  
Ching-Yi Wu<sup>1</sup>, Keh-Chung Lin<sup>2</sup>

## Abstract

Bilateral arm training (BAT) is one of the contemporary treatment approaches to upper-limb rehabilitation. Previous research on BAT has focused on symmetrical BAT. The purpose of this review was to synthesize the empirical studies of BAT including symmetrical or asymmetrical movement patterns, together with analysis of level of evidence for each study.

PubMed databases were used to identify relevant studies involving controlled trials of BAT for stroke patients. Twenty-eight eligible studies were located. We classified BAT, according to the protocols, into training that involved symmetrical or asymmetrical patterns of movements. Three types of symmetrical BAT including mechanical, non-mechanical and coupled protocols were identified. Most studies presented positive outcome in favor of BAT. However, effects of training were demonstrated primarily in the level of body structure. Limited evidence was reported for outcomes in the level of activities and participation. One possible reason is that bilateral symmetrical tasks are less commonly encountered in daily life than asymmetrical tasks. One article involving asymmetrical BAT was identified. Future research may further study the effects of asymmetrical BAT using randomized controlled trials.

This review analyzing diverse types of bilateral training programs provided clinicians guidelines for clinical practice for different levels of severity of stroke patients. Future research may employ clinical measures evaluating the movement domains of ADL and QOL to further understand the efficacy of BAT

at the activity and QOL levels.

Key words: Bilateral arm training, Stroke, Neurorehabilitation

---

Graduate Institute of Clinical Behavioral Science,  
Chang Gung University<sup>1</sup>  
School of Occupational Therapy, College of  
Medicine, National Taiwan University and Division  
of Occupational Therapy, Department of Physical  
Medicine and Rehabilitation, National Taiwan  
University Hospital<sup>2</sup>

Correspondence: Ching-Yi Wu, 259 Wen-Hwa 1st  
Road, Kwei-Shan, Taoyuan, Taiwan