



12-31-2016

Effects of Virtual Reality-Based on Constraint-Induced Therapy on Upper-Extremity Function in Children with Cerebral Palsy: A pilot study

YunJu Lin

ChunWen Chen

ChiaYing Chung

HsiehChing Chen

ChiShiun Wu

See next page for additional authors

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



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

Recommended Citation

Lin, YunJu; Chen, ChunWen; Chung, ChiaYing; Chen, HsiehChing; Wu, ChiShiun; Chang, TzuLing; and Chen, ChiaLing (2016) "Effects of Virtual Reality-Based on Constraint-Induced Therapy on Upper-Extremity Function in Children with Cerebral Palsy: A pilot study," *Rehabilitation Practice and Science*: Vol. 44: Iss. 2, Article 4.

DOI: [https://doi.org/10.6315/2016.44\(2\)04](https://doi.org/10.6315/2016.44(2)04)

Available at: <https://rps.researchcommons.org/journal/vol44/iss2/4>

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

Effects of Virtual Reality-Based on Constraint-Induced Therapy on Upper-Extremity Function in Children with Cerebral Palsy: A pilot study

Authors

YunJu Lin, ChunWen Chen, ChiaYing Chung, HsiehChing Chen, ChiShiun Wu, TzuLing Chang, and ChiaLing Chen

原著

以虛擬實境建構侷限誘發療法治療腦性麻痺兒童之上肢之療效：前驅性研究

林芸如^{1*} 陳俊文^{2*} 鍾佳英³ 陳協慶⁴ 吳奇勳⁵ 張子玲³ 陳嘉玲^{1,3}

長庚大學早期療育研究所¹ 國立臺北藝術大學藝術與人文教育研究所²
財團法人林口長庚紀念醫院復健科³ 國立台北科技大學工業工程與管理系⁴
長庚大學管理學院工業設計學系⁵
(*共同第一作者)

單側偏癱的腦性麻痺(Cerebral palsy, CP)孩童，通常使用健側手執行日常生活活動，最後導致患側手形成習得廢用症(learned non-use)。近年來，修正式侷限誘發療法(Modified Constraint-Induced Movement Therapy, mCIMT)已有大量的臨床研究證實其療效，隨著科技的進步，虛擬實境(Virtual reality, VR)已逐漸成為新型復健治療的輔助工具之一。然而，孩童在執行 mCIMT 時，常因上肢不便而產生挫折，因此本研究使用 VR 建構下執行 mCIMT，提出新型的療法－虛擬實境建構侷限誘發療法(Virtual reality-Based on Constraint-Induced Movement Therapy, VRCIT)，探討 VRCIT 對於單側偏癱腦性麻痺兒童的上肢治療成效。

本研究為單盲研究設計，共選取十一位痙攣型單側偏癱腦性麻痺兒童(平均年齡 7 歲 6 個月)，隨機分成實驗組與控制組，實驗組接受 VRCIT 介入 12 週(一週兩次，一次 1.5 小時)及居家復健活動，而控制組只接受既有的復健治療及居家復健活動。評估項目包括上肢動作技巧品質測驗(Quality of Upper Extremity Skills Test, QUEST)，積木與盒子測驗(Box and Block Test of Manual Dexterity, BBT)與九孔插棒測驗(Nine Hole Peg Test, NHPT)。以改變分數(change score，改變分數＝後測分數－前測分數)、改變量作為統計分析。

經由治療後，結果顯示，兩組在治療後皆有進步，但是實驗組在改變幅度大於控制組，並達到統計學上差異($p < 0.05$)。

本研究發現，虛擬實境建構侷限誘發療法比傳統復健更能改善單側偏癱腦性麻痺兒童的上肢動作品質與靈巧度。但是本篇研究收案量太少，未來欲收取更多的個案來驗證本篇研究的結果。(台灣復健醫誌 2016；44(2)：93 - 101)

關鍵詞：腦性麻痺(cerebral palsy)、修正式侷限誘發療法(modified constraint-induced movement therapy)、虛擬實境(virtual reality)、動作功能(motor function)

前言

腦性麻痺(cerebral palsy)定義為大腦在發育成熟之前受到損傷或發生非進行性的病變，是一種常見且

會長期造成運動功能障礙的小兒疾病。腦性麻痺可根據神經肌肉受損形式、肢體影響的部位及嚴重度分類。依據神經肌肉受損種類如下：痙攣型(spastic)、運動失調型(ataxic)、肌張力不全(dystonia)、徐動型(athetosis)，^[1]在半側偏癱腦性麻痺兒童為單側肢體受

投稿日期：105 年 12 月 27 日 修改日期：106 年 3 月 15 日 接受日期：106 年 4 月 6 日

通訊作者：陳嘉玲教授，林口長庚紀念醫院復健科，桃園市 33305 龜山區復興街 5 號

電話：(03) 3281200 轉 8148 E-mail：clingchen@gmail.com

doi: 10.6315/2016.44(2)04

到影響，如上肢基本功能受損(伸手及物、抓、放、提等)，造成手部技巧缺失，進而影響日常生活功能，而患側肢體執行動作失敗的經驗，會使這類兒童傾向於使用健側，而較少使用患側，此現象產生，就稱之為「習得廢用症(learned non-use)」。^[2]

為克服習得廢用症，因此學者提出侷限誘發療法(Constraint-Induced Movement Therapy，以下簡稱 CIMT)，於 1993 年由 Taub 等學者所提出，治療三大要素為：1.侷限健側上肢，反覆練習患側手以增加患側手的使用機會；2.提供患側肢體大量的練習訓練；3.訓練時配合行為塑造技巧 (shaping techniques)。^[3]經由研究證據表示：大量的練習(mass practice)為促進腦性麻痺兒童上肢手部功能重要的治療因子，在治療時間上設定為：一天侷限六小時，一週侷限五天，維持兩週。在訂定訓練目標後，強調重複性的訓練患側手(repetitive practice)，以增加患側手的使用頻率及動作品質。^[2-4]但長時間的訓練，反而降低孩童的活動參與度及注意力，後來有學者為此修正，而出現了改良式侷限誘發動作治療(modified constraint-induced movement therapy，以下簡稱為 mCIMT)，Page 等學者將治療定義為：在治療 10 週內 1.使用患側手執行任務訓練(task-specific practice)，1 天 30 分鐘，1 週 3 天；2.以患側手練習日常生活活動，一天 5 小時，每天執行。所謂任務型活動意指，設定功能性的任務及目標後，強調個案與環境互動而產生功能性的表現，最後在不同情境中嘗試解決問題。^[2,5]

在成效上，2014 年系統性文獻回顧(systematic review and meta-analysis)分析隨機控制文獻共 27 篇，受測者年齡介於 2 歲至 10 歲 7 個月之間，比較修正式侷限誘發治療、控制組及雙手治療組(Bimanual training)三組之治療成效，結果顯示前 2 項治療能改善手部功能及動作表現也達統計上的顯著差異，在 mCIMT 組中顯示，手部抓握技巧提升後，兒童自主性的使用患側肢體意願度也相對提高；雖然改善了手部評估，但在運動學分析(三維度運動學分析)上未達顯著差異。^[6]

腦性麻痺兒童的動作異質性較大，動作表現也會依年齡發展有所不同。上肢動作技巧品質測驗適用於 18 個月至 8 歲，評估分測驗包括分離運動(Dissociated Movement)、抓(Grasp)、保護延伸(Weight Bearing)和承重(Protective Extension)，目的為反應上肢動作的功能表現。而墨爾本單側上肢功能評估適用年齡為 2.5 歲至 15 歲，評估內容為了解單側上肢關節活動度、準確度、及靈巧度流暢度等，目的為反應動作的品質程度，兩者評估工具有 0.84 的高度相關性，為了解手

部動作的基本能力，而選用上肢動作技巧品質品質測驗；在手部操作及靈敏度部分，積木與盒子測驗及九孔插棒測驗能針對手部抓握小物品的速度及靈敏度，使用適當年齡的評估工具，能提供施測人員客觀且量化的參考依據，最後本研究選定施測工具為：上肢動作技巧品質測驗、積木與盒子測驗與九孔插棒測驗。^[3,7]

過去文獻證實侷限誘發療法比傳統復健更為有效，以實務面來看，長時間的治療會降低兒童參與意願，也較不能接受健側手被侷限著，因此，我們將以虛擬實境為輔，來提昇孩童執行治療活動時的參與度和動機。而新穎的虛擬遊戲，能提供遊戲的趣味性來提升兒童注意力，但過去文獻採用的虛擬實境遊戲皆以市售軟體為主，腦性麻痺兒童的動作異質性高，遊戲內容並非適用於大多數患者。有鑑於此，本研究希望藉由兩者優點，互補不足，達到最大治療成效。本篇為國內第一篇結合虛擬實境與侷限誘發治療的研究，以這類兒童動作為主軸，探討治療腦性麻痺兒童上肢之治療療效。

本研究假設：接受「虛擬實境建構侷限誘發療法」服務介入後，個案 1.在上肢動作技巧品質之表現改變幅度大於控制組；2.在精細動作靈巧度部分，改變幅度大於控制組。

材料與方法

受試者

主要收案來源為台灣北部一家醫學中心及一家區域醫院。受試者要具備以下條件收案標準：1.經醫師診斷為單側腦性麻痺患者(粗大動作功能分類系統：I~III)；2.年齡介於 2-12 歲的腦性麻痺兒童；3.能理解與溝通所給予的活動；排案標準：1.使用改良 Ashworth 量表(Modified Ashworth Scale, MAS)張力程度為 3 分以上(肌肉張力高，被動運動顯得困難)；2.生理狀況不穩定：包括感染、重大疾病等；3.進行性或退化性症狀或疾病(如退化性之癲癇)；4. 3 個月內進行手術、注射肉毒桿菌毒素者。本先驅研究已通過人體試驗倫理委員會審查核准。

研究設計與流程

本先驅研究採用單盲(single-blind study)之試驗設計。符合條件之個案，於介入前後一週內完成評估，分別由兩位不知組別之治療師所執行評估，收案以及聯絡事宜則是由助理執行。在收案過程中，原選

取 13 位單側痙攣型腦性麻痺(unilateral spastic CP)，經受試者條件篩選後，符合本先研究的受試者共 11 位(5 位男性、6 位女性；年齡範圍 3 歲至 11 歲)。

當個案轉介後，依納入挑選標準篩檢，經分配後，將個案分派至虛擬實境建構侷限誘發療法(n=6)與控制組(n=5)；本研究使用腦性麻痺兒童及青少年的徒手能力分類系統(Manual Ability Classification System for Children with Cerebral Palsy, MACS)做雙手操縱物件能力的分類，能呈現出孩童在家中、學校或社區環境中的表現。MACS 共分為五個等級，而等級是基於兒童每天操縱物件的能力及是否需要協助或調整下才可執行徒手活動。一分表示在大多數情況下能徒手操作物品，但在操作物品的速度和準確性上會受到限制，能獨立執行任何日常活動。兩分表示能操縱多數的物品，但動作品質和/或速度較差；使用替代方法來執行活動，而徒手能力不會影響日常活動執行。三分表示操縱物件時會有困難，需要他人幫忙/或調整活動；執行速度緩慢及完成活動的品質會較差，而且執行次數也會減少，但有預先準備或經過調適整後，可以獨立完成活動。四分表示在預先設計的情況下能操縱特定的且簡易的物件；需要他人持續的協助和/或改造設備，甚至需要預先完成部份的活動。五分表示不能操縱物件及無法執行簡單的活動，需要他人持續協助。本研究使用此工具來確認兩組背景程度。^[8]

確認後在進行前測評估，內容包含：上肢動作技巧品質測驗、積木與盒子測驗和九孔插棒測驗，於接受 12 週介入後，再進行後測評估，內容與前測評估相同。

介入方法

實驗組接受 VRCIT 介入 12 週(一週兩次，一次 1.5 小時)及居家活動，而控制組只接受既有的復健治療及居家復健活動。虛擬實境建構侷限誘發療法(VRCIT)介入內容為：介入中皆使用副木侷限健側手，先執行 45 分鐘 VRCIT，再進行 45 分鐘沒有合併虛擬實境的修正式侷限誘發治療治療。介入時間為：每次接受 1.5 小時、每週 2 天的患側手訓練，為期 12 週。

實驗組及控制組都接受居家活動，依據個案能力、年齡作為活動的考量，並教導家屬運動內容，以利居家運動治療之執行，活動內容依上肢功能、關節活動度、手指靈巧度做分類，並於每月回覆居家練習時間及執行成果，適時調整難易度。而實驗組在家中

使用無手指的手套固定健側手，使用患側手練習居家活動；而控制組在無侷限下練習活動。在治療過程中，受試者仍持續接受原有的治療，包括：物理、職能或語言等相關治療。最後，在治療結束後一週內進行評估。

儀器設備

本遊戲設計是由跨專業團隊所組成，成員有復健科醫師、職能治療師、工業設計實驗室。使用設備為：Kinect 感應裝置(採用 Kinect for Windows 感應器，偵測人體的骨架，並傳送到電腦)、筆記型電腦(執行遊戲程式，將 Kinect 感應裝置的值作判讀，提供遊戲即時的回饋)、液晶螢幕(同步筆記型電腦的螢幕)、電腦主機。

而遊戲內容是由跨專業團隊共同制定 7 款遊戲，根據不同的動作型態做分級，每一種遊戲都擁有三種難度，難易度差別在於活動總秒數及動作的速度，活動目標分為幾個三部分設計：近端穩定度、遠端精細動作、遠端精細活動，而遊戲活動有射飛鏢、投壘球、翻牌、切蛋糕、打鼓、定點射擊、換衣服。

本研究根據訓練肢體動作的目標來設計遊戲，由於粗大動作與精細動作技巧有緊密的關聯，包含近端穩定度及遠端精細動作(軀幹及手臂的肌肉張力與上肢協調性狀態)與遠端精細技巧(伸手取物、抓握、手掌內操弄物品以及操作工具)；在遊戲的調整及分級上，以關節活動度、動作協調度與靈巧度、肌肉力量、動作控制作為設計主軸，在操作遊戲時受試者需要的動作表現要素包含：姿勢(穩定度)、協調(操作、動作流暢性)、肌力(移動上肢手臂、抓握)、力量(耐力、速度)等。^[9]最後是在難易度部分，主要以時間長短、操作的次數而定。依據不同動作表現要素所制定的遊戲如下：

1. 近端穩定度：翻牌、定點射擊、換衣服
2. 遠端精細動作：翻牌、定點射擊、換衣服、投壘球、射飛鏢
3. 遠端精細活動技巧：投壘球、射飛鏢、切蛋糕、打鼓

經過團隊討論後，最後擬訂出訓練單側患肢的動作任務(task)，遊戲活動也以訓練的動作相對應，團隊考量不同年齡及喜好做設計，所以會看到有些遊戲的動作型態相似，治療師給予孩童的個別化訓練計畫，依照孩童的動作能力及喜好做搭配。

評估工具

依文獻得知，我們選定適合且具有良好信效度的

評估工具來進行施測，如下：

1. 上肢動作技巧品質測驗(Quality of Upper Extremity Skills Test, QUEST)，目的為評估上肢功能，分為四個領域 36 小項：分離運動(Dissociated Movement)、抓(Grasp)、保護延伸(Protective Extension)和承重(Weight Bearing)，適用對象為腦性麻痺兒童，年齡 18 個月至 8 歲。它與 Peabody Developmental Motor Scales (PDMS) 同時效度-精細動作為 0.84，比較實際年齡兒童所得到的相關性為 0.33。^[10]本研究另外收取個案做施測者間信度為 0.869，再測信度為 0.834。
2. 積木與盒子測驗(Box and Block Test of Manual Dexterity, BBT)，測驗上肢動作的移動度及手部操作速度，請個案個別使用左右手將同邊盒子中的木塊，跨過中間隔板後放置於對側的盒中，一次只能拿取一個，並記錄下 1 分鐘內完成的積木數量。^[11]本研究另外收取個案做施測者間信度為 0.978，再測信度為 0.980。
3. 九孔插棒測驗(Nine Hole Peg Test, NHPT)，瞭解手部靈巧度、速度表現，請個案使用健側手/患側手將盤子裡的插棒，一根一根的放進洞內，過程中無需依照順序。施測者記錄個案總共所花費的時間。若病人在 2 分鐘內，無法將 9 個插棒放進洞內，則停止施測。^[12]本研究另外收取個案做施測者間信度與再測信度皆為 1.00。在本研究中，結果以速度為標準來衡量。公式：速度(次/分鐘)=(插+拔總數量)/所需要時間(最多 2 分鐘)。

本研究以 SPSS 12.0 版(SPSS Inc., Chicago, IL)進行資料分析。以獨立 t 檢定(Independent t Test)檢測年齡；以卡方考驗(chi-square test)檢測性別、患側肢體及臨床動作分類。採用無母數統計檢定 Mann Whitney U test(曼-惠特尼 U)檢定，比較 1.兩組前測平均值 2.前後測改變分數(改變分數=後測-前測分數)；再使用 Wilcoxon Signed Ranks test 比較各組的改變量，並採雙尾檢定(two tailed test)，顯著水準訂 $p < 0.05$ 。

表 1 受試者人口學特徵

	VRCIT group (n=6)	Control group (n=5)	p
年齡(歲)	7.2±2.7	8.0±2.8	0.859
性別			0.608
男生	3 (50.0%)	2 (40.0%)	
女生	3 (50.0%)	3 (60.0%)	
患側肢體			0.392
左手	2 (33.3%)	3 (60.0%)	
右手	4 (66.7%)	2 (40.0%)	
MACS (level)			0.567
2	4(66.7%)	3(60.0%)	
3	2(33.3%)	2(40.0%)	

註：VRCIT 為合併侷限誘發療法與虛擬實境組；Control 為控制組；運用於腦性麻痺兒童及青少年的徒手能力分類系統(Manual Ability Classification System for Children with Cerebral Palsy, MACS)。數值以平均值±標準差呈現。* $p < 0.05$

資料分析

表 2 前、後測之平均數標準差

	VRCIT			Control		
	治療前	治療後	p	治療前	治療後	p
QUEST	88.333±4.033	91.166±3.763	0.026*	85.200±7.694	85.400±6.308	0.705
BBT(個)	10.666±6.186	16.333±5.750	0.027*	10.200±2.683	10.800±3.033	0.414
NHPT(個/分鐘)	4.300±7.449	7.399±7.718	0.028*	5.520±5.776	5.640±5.171	0.705

註：VRCIT 為合併侷限誘發療法與虛擬實境組；Control 為控制組。上肢動作技巧品質測驗(Quality of Upper Extremity Skills Test, QUEST)；積木與盒子測驗 (Box and Block Test of Manual Dexterity, BBT)；九孔插棒測驗(Nine-Hole Peg Test, NHPT)/公式：速度(次/分鐘)=(插+拔總數量)/所需要時間(最多 2 分鐘)。數值以平均值±標準差呈現。* $p < 0.05$

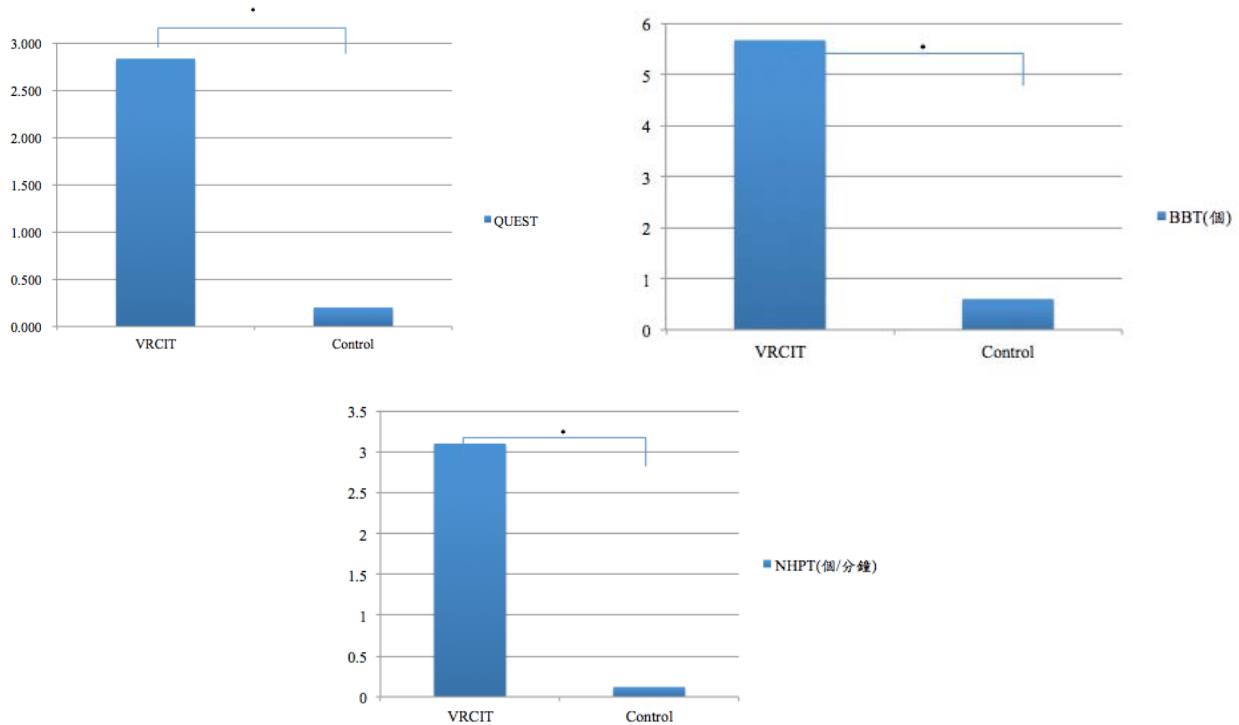


圖 1 各評估工具之改變分數。* $p < 0.05$

結果

受試者之人口學資料及臨床動作分類

在兩組受試者之人口學特徵(表 1)，扣除各階段受試者流失 2 位後，本研究共取得虛擬實境建構侷限誘發治療組 6 位、控制組 5 位，共有 11 位痙攣型腦性麻痺兒童；男女性別個數與人數百分比為，男生 5 位(45.4%)、女生 6 位(54.5%)，平均年齡為 7.6 ± 2.7 (歲)。依據運用於腦性麻痺兒童及青少年的徒手能力分類系統，VRCIT 組第 II 級為 4 人(66.7%)，第 III 級為 2 人(33.3%)，控制組第 II 級為 3 人(60%)，第 III 級為 2 人(40%)。

治療成效

經過治療後，在上肢動作技巧品質測驗中，兩組後測分數皆較前測高，比較上 VRCIT 有顯著差異($p=0.026$)，控制組的前測與後測分數沒有明顯的差異($p=0.705$)，兩組改變分數相比達到邊緣程度(borderline)的差異($p=0.060$)。進一步觀察上肢動作的移動度及精細動作，在積木與盒子測驗中，兩組後測分數皆較前

測高，比較上 VRCIT 有顯著差異($p=0.027$)，控制組沒有($p=0.414$)，兩組改變分數相比達到顯著差異($p=0.006$)。最後在九孔插棒測驗結果中，兩組改變分數相比一樣有顯著差異($p=0.043$)，在各組前後測相比實驗組($p=0.028$)，控制組($p=0.705$)，實驗組的前後測分數達統計學上差異，控制組未達統計學上差異(表 2，圖 1)。這些結果表示：VRCIT 可作為腦性麻痺的創新的治療策略，來改善腦性麻痺兒童的上肢動作功能、精細動作及手部靈巧度。

討論

本篇為國內第一篇以單側偏癱腦性麻痺兒童為主，自行研發虛擬實境軟體，以虛擬實境建構侷限誘發治療，針對不同動作能力、年齡層及性別做設計，最後使用臨床評估探究。雖然兩組在上肢動作品質中沒有達到統計學上差別，但是 VRCIT 組較控制組在 BBT 與 NHPT 上有統計學上進步。此外，由家長口頭回饋說到，因為搭配了虛擬實境遊戲，孩童更願意來參加此項實驗，藉此，我們可以推論，透過修正式侷限誘發治療的策略，搭配虛擬實境的聲光刺激與遊戲中的得分機制，來提升孩童遊戲參與及玩性的練習

(playfulness of practices)後，進一步改善功能性動作、動作表現及精細動作。

這兩者結合之所以有進步，是因為 1.參與動機被提升；2.虛擬實境建構侷限誘發療法可以落實密集式的訓練；3.根據動作學習理論可以反覆的練習動作；4.落實“transfer package”類化至日常生活，^[13]並藉由家庭活動訓練紀錄，落實家中的活動執行度，本研究中孩童平均練習時間為 0.5-1 小時，也可以讓受試者嘗試練習使用患側手解決日常生活問題。在 2012 年有類似的研究，研究中使用市售軟體外，受試者年齡層為 6-12 歲並且肌肉張力於 MAS 3 分以下兒童分為四組探討(虛擬實境組，修正式侷限誘發治療組，虛擬實境+修正式侷限誘發治療組，控制組)，結果顯示前 3 種介入達到統計學上進步，而虛擬實境+修正式侷限誘發治療組結果優其他組，並達到顯著差異。^[15]總結來說，這項研究與本實驗差別在於：第一、本篇為自行研發虛擬實境軟體，得以根據不同個案的能力，來調整個別化的治療難易度。第二、介入時間較長。第三、落實居家復健。

我們所研發的虛擬實境軟體，針對肢體障礙兒童所設計，因為目前市售軟體皆是以成人及其他類型兒童所設計的(過動症、自閉症)，例如 Wii fit，像是中重度肢體障礙孩童就不適合難度這麼高的遊戲。^[8,14,15]本研究為國內第一篇自行研發設計的遊戲軟體，以肢體障礙兒童為主，訓練目標為近端穩定度、遠端精細動作及遠端精細動作活動技巧；遊戲中的難易度是由時間長短、操作的次數而定，治療者能依照孩童當天的身體狀態做調整。而市售軟體則是偏向某幾類型使用者做設計，卻較少遊戲是以肢體障礙兒童為出發點，而我們的遊戲跟以往市售軟體最大不同的地方在於，肢體障礙兒童除了可以多一項治療選擇外，治療者的選擇度增加了，可以依據孩童的動作表現、遊戲難易度、年齡與性別做調整，在治療者與孩童之間更能達到治療所需的強度與效果。

結果顯示在上肢動作技巧品質測驗，在虛擬實境建構侷限誘發組有顯著進步，這表示虛擬實境建構侷限誘發療法可以改善了上肢動作技巧品質，依遊戲軟體設計來看，遊戲活動是依據上肢功能所設計的遊戲，舉例來說：「翻牌」遊戲，此款遊戲牽涉到近端穩定度、前臂旋前/旋後(pronation/supination)及手部抓握等。以職能治療的觀點，可視為活動導向(task-orientated)的介入結果之一，孩童在介入後，學習使用患側肢體的運用，進而獲得動作相關的技巧。本研究使用虛擬實境建構侷限誘發療法做介入，可以依照個案的動作功能逐漸地調整難度，加上治療師可以依照孩童的進

步表現降低引導(口語及肢體提醒)，逐漸的孩童的動作表現越好獨立程度也高。

在積木與盒子測驗裡兩組皆有進步，在虛擬實境建構侷限誘發組則有顯著進步，這表示虛擬實境建構侷限誘發療法可改善上肢動作的移動度表現。以遊戲活動中的投壘球、射飛鏢來看，這兩款遊戲牽涉近端穩定度、遠端精細活動技巧及手部抓握等。這款遊戲進行時會涉及到近端穩定度與精細動作，特別是在進行抓放飛鏢的時候，對腦性麻痺兒童會感到很困難，這時孩童會傾向使用揮動手臂來代償。此時就需要治療師在旁引導孩童，鼓勵做出正確的動作。最後，不但在抓握型態上進步外，在上肢肢體控制與穩定性也增加許多。

在九孔插棒測驗裡兩組皆有進步，在虛擬實境建構侷限誘發組則有顯著進步，這表示虛擬實境建構侷限誘發療法可改善手部靈巧度、手部操作等表現。以遊戲活動切蛋糕為例，遊戲牽涉到的動作為近端穩定度、遠端精細活動技巧。本研究結果與 Reid 學者一致，這是因為訓練後改善了上肢動作的近端穩定度及手眼協調能力，因此在九孔插棒測驗中有很好的表現。^[16]

此外，治療的成效取決於介入方式與介入劑量，兩者間有相當重要的關係。修正式侷限誘發治療已有大量的研究，但應用於腦性麻痺兒童的研究會隨研究者不同而有所差異，侷限時間從一天侷限 6 小時，一週侷限五天，維持兩週，^[3]也有研究者使用夏令營的方式。在系統性回顧(systematic review and meta-analysis)得知，平均一天介入 2-6 小時，總治療次數平均落在 2~10 周不等，以總時間計算，總劑量介入範圍介於 18-210 小時皆能達到改善。^[17,18]

在過去的虛擬實境文獻中，目前用肢體障礙兒童的研究較少，研究等級皆為 4，而等級 1a 的隨機控制研究僅有 2 篇(Oxford Centre for Evidence-based Medicine-Levels of Evidence)，平均介入總劑量需 1 週至少 1 小時，平均 1 週會進行 2 次活動，總治療次數平均落在 6~8 週不等，以總時間計算，總劑量介入範圍介於 8-32 小時，皆能達到治療效果。修正式侷限誘發治療至少介入 18 小時以上為有效，虛擬實境則至少需介入 8 小時以上才能提升動機、玩性(playfulness)。本研究為虛擬實境建構侷限誘發療法治療，考量實務面如孩童的接受意願及學校作息時間(上學、回家功課)。因此我們選擇一週兩次，一次 1.5 小時，為期 12 週，總介入時間為 36 小時^[10,18]

本研究限制有三項，收集樣本數較少、評估中只著重於上肢功能評估，未觀察到日常生活品質及參與度部分，未來除了增加樣本數外，並以國際健康功能與身心障礙分類 (International Classification of Functioning, Disability, and Health, ICF) 架構來觀察其他評估工具，來驗證虛擬實境建構侷限誘發療法的效果。

結 論

本研究發現，雖然兩組在臨床評估上皆有進步，相較下實驗組可有效提升上肢動作品質與靈巧度，結合虛擬實境與侷限誘發治療兩者治療後，除了能維持治療的強度外，也增加了活動的趣味性，讓孩童在活動中改善動作表現。但未來欲收取更多的個案來驗證本篇研究的結果。

致 謝

本研究部分由林口長庚醫院、國科會所補助，院內編號：NMRPD1C0641/科技部計畫編號：NSC 102-2410-H-182-018；院內編號：CMRPG3D1271-3/科技部計畫編號：NSC 101-2314-B-182-004-MY3，研究經費補助，僅此致謝。

參考文獻

1. Rosenbaum P, Paneth N, Leviton A, et al. A report: the definition and classification of cerebral palsy April 2006. *Dev Med Child Neurol* 2007;49:8-14.
2. Taub E, Ramey SL, DeLuca S, et al. Efficacy of constraint-induced movement therapy for children with cerebral palsy with asymmetric motor impairment. *Pediatrics* 2004;113:305-12.
3. Taub E, Miller NE, Novack TA, et al. Technique to improve chronic motor deficit after stroke. *1993*;74:347-54.
4. Taub E, Griffin A, Nick J, et al. Pediatric CI therapy for stroke-induced hemiparesis in young children. *Dev Neurorehabil* 2007;10:3-18.
5. Eliasson AC, Krumlinde sundholm L, Shaw K, et al. Effects of constraint-induced movement therapy in young children with hemiplegic cerebral palsy: an adapted model. *Dev Med Child Neurol* 2005;47:266-75.
6. Chen YP, Pope S, Tyler D, et al. Effectiveness of constraint-induced movement therapy on upperextremity function in children with cerebral palsy: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Clinical Rehabilitation* 2014;28:939-53.
7. Eliasson AC and Holmefur M. The influence of early modified constraint-induced movement therapy training on the longitudinal development of hand function in children with unilateral cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol* 2014;57:89-94.
8. Eliasson AC, Krumlinde Sundholm L, Rösblad B, et al. The Manual Ability Classification System (MACS) for children with cerebral palsy: scale development and evidence of validity and reliability *Developmental Medicine and Child Neurology* 2006;48:549-54.
9. Deluca SC, Echols K, Law CR, et al. Intensive pediatric constraint-induced therapy for children with cerebral palsy: randomized, controlled, crossover trial. *J Child Neurol* 2006;21:931-8.
10. Laurie S, Annette M, and Vasiliki D. Virtual reality as a therapeutic modality for children with cerebral palsy. *Developmental Neurorehabilitation* 2010;13:120-8.
11. Virgil M, Gloria V, Nancy K, et al. Adult norms for the box and block test of manual dexterity. *The American Journal of Occupational Therapy* 1985;39:386-91.
12. Oxford Grice K, Vogel KA, Le V, et al. Adult norms for a commercially available nine hole peg test for finger dexterity. *American Journal of Occupational Therapy* 2003;57:570-3.
13. Taub E, Uswatte G, Mark VW, et al. Method for enhancing real-world use of a more affected arm in chronic stroke: transfer package of constraint-induced movement therapy. *Stroke* 2013;44:1383-8.
14. Rostami HR, Arastoo AA, Nejad SJ, et al. Effects of modified constraint-induced movement therapy in virtual environment on upper-limb function in children with spastic hemiparetic cerebral palsy: A randomised controlled trial. *NeuroRehabilitation* 2012;31:357-65.
15. Reid D, Campbell., and Kent. The use virtual reality with children with cerebral palsy: a pilot randomized trial. *Therapeutic Recreation Journal* 2006;40:255-68.
16. Denise R and Kent C. The use of virtual reality to improve upper- extremity efficiency skills in children with cerebral palsy: A pilot study. *Technology &*

Disability 2002;14:53-61.

17. Page SJ, Levine P, and Khoury JC. Modified constraint-induced therapy combined with mental practice: thinking through better motor outcomes. Stroke 2009;40:551-4.

18. Deluca SC, Echols K, Law CR, et al. Intensive pediatric constraint-induced therapy for children with cerebral palsy: randomized, controlled, crossover trial. J Child Neurol 2006;21:931-8.

Effects of Virtual Reality-Based on Constraint-Induced Therapy on Upper-Extremity Function in Children with Cerebral Palsy: A pilot study

Yun-Ju Lin,^{1*} Chun-Wen Chen,^{2*} Chia-Ying Chung,³ Hsieh-Ching Chen,⁴ Chi-Shiun Wu,⁵
Tzu-Ling Chang,³ Chia-Ling Chen^{1,3}

¹Graduate Institute of Early Intervention, Chang Gung University, Taoyuan; ²Graduate Institute of Arts and Humanities Education, Taipei National University of the art, Taipei; ³Department of Physical Medicine and Rehabilitation, Chang Gung Memorial Hospital-Linkou, Taoyuan; ⁴Department of Industrial Engineering and Management, National Taipei University of Technology; ⁵Department of Industrial Design, Chang Gung University, Taoyuan.

(*Co-first authors)

Children with unilateral spastic cerebral palsy (CP) often use their sound limb to perform daily activities, which results in the learned non-use of the affected limb. Recently, many clinical researches have demonstrated the effectiveness of modified constraint-induced movement therapy (mCIMT). With the development of technology, virtual reality (VR) has gradually become one of auxiliary tools in novel rehabilitation therapy. However, mCIMT often causes frustrations in using the affected upper limb. This study uses VR as auxiliary rehabilitation equipment to form a new treatment approach—virtual reality-based constraint-induced movement therapy (VRCIT)—to investigate the effects VRCIT has on the function of the upper extremity of children with unilateral spastic CP.

This single-blind study involving 11 children with unilateral plastic CP (mean age: 7y6m) assigned the children to experimental and control groups in random. The experimental group received VRCIT intervention for 12 weeks (1.5 hrs/day, 2 days/wk) and home programs, while the control group was treated with existing rehabilitation programs and home programs. Outcome measures included the Quality of Upper Extremity Skills Test (QUEST), the Box and Block Test of Manual Dexterity (BBT) and the Nine Hole Peg Test (NHPT). The change score of clinical measures was calculated as follows: subtract pre score from post score (post score - pre score).

After the treatment, both groups showed improvement in all tests. However, the VRCIT group demonstrated greater improvement in QUEST, BBT and NHPT than the control group ($p < 0.05$).

The study findings suggest that VRCIT intervention enhances upper limb functions and hand manipulation and dexterity of unilateral spastic CP. However, a definite conclusion cannot be drawn based on such study findings due to the limited sample size. Future studies shall increase the sample size to validate the treatment effects of VRCIT. (Tw J Phys Med Rehabil 2016; 44(2): 93 - 101)

Key Words: cerebral palsy, modified constraint-induced movement therapy, virtual reality, motor function

