特殊教育季刊　民 108 年 6 月　第 151 期　第 11-22 頁
Doi: 10.6217/SEQ.201906_(151).11-22

視覺追視裝置在腦性麻痺兒童之視知覺與手眼協調能力運用成效

謝協君
國立清華大學特殊教育學系
教授

摘　要

腦性麻痺兒童通常有視知覺和視動統整問題，使得他們難以參與活動，然而手眼動作的協調性是可透過重複練習來培養出精細動作的協調。透過教具或訓練裝置活動設計，將反覆練習的動作融入實物操作中，為提供幼兒發展良好手眼協調性的重要方法。本研究以研究者自製的視覺追視裝置來訓練腦性麻痺兒童，並藉此檢視其視知覺及手眼協調能力的促進情形。本評估工具是以眼動儀、視知覺能力測驗 (TVPS-3) 及拜瑞視覺動作統整發展測驗 (VMI) 來測 44 位腦性麻痺兒童（實驗組和對照組）的視知覺和視動統整功能，只有實驗組 (n = 22) 兒童接受 30 週，共 90 次的燈光追視遊戲訓練，對照組維持原本學校課程活動。在共變數分析 (ANCOVA) 中，實驗組在眼動儀中注視時間百分比 (PTF) 和 TVPS-3 測驗顯著優於對照組且達顯著進步。在視動統整測驗結果分析中，也發現不只上述注視時間百分比和 TVPS-3 有進步，在視覺動作統整 (VMI) 測驗上也達顯著成效。綜合上述，自製視覺追視裝置可做為腦性麻痺學童訓練視知覺和視動統整能力的有效輔助工具。

關鍵詞：視知覺、視動統整、訓練裝置、腦性麻痺

Effect of Eye Tracking Modality for Children with Cerebral Palsy to Improve Visual Perception and Visual Motor Functions

Hsieh-Chun Hsieh
Professor,
Department of Special Education,
National Tsing Hua University

謝協君（hchsieh@mx.nthu.edu.tw）。

Abstract

Children with cerebral palsy (CP) usually have difficulty in participating in activities due to visual motor problems. This work applies a novel eye tracking modality to make training visual perception and motor abilities accessible by using a light eye tracker. This work examines the visual perception and visual motor abilities in children with CP as an outcome of the light eye tracking modality.

The Eyelink eye tracker, Visual-Perceptual Skills 3rd Edition (TVPS-3) and Peabody Developmental Motor Scales Second Edition (VMI) measured visual perception and visual motor functioning for 22 children with CP and 22 children with CP in the control group. Only the experimental group of children received of light eye tracking activities 90 times in thirty weeks. In the ANCOVA analysis, the experimental group showed significant improvements in visual attention on percent time fixated (PTF), and better scores on TVPS-3 as compared to the control group. In the analysis, there are significant differences in PTF, TVPS-3, and total scale of VMI. The proposed eye tracking modality might provide an opportunity to train visual perception and visual motor abilities.

Keywords: visual perception, visual motor integration, assistive technology, cerebral palsy

壹、前言

腦性麻痺兒童在視知覺和動作發展上，通常會因腦部運動區域受到損傷而出現動作發展問題，其中約有七成的比率會結合出現上肢手眼協調障礙（康琳茹等人，2005）。腦性麻痺兒童上肢手眼協調障礙的主要原因是來自眼球動作缺陷 (Kozeis et al., 2007)、操作性動作控制障礙 (Ronnqvist & Rosblad, 2007)、或姿勢控制不佳導致伸取動作障礙 (van der Heide, Otten, Stremmelaar, & Hadders-Algra, 2005)。舉例來說：孩童從事上肢動作時，需要視覺的運作，加上協調的手部動作技巧來配合，像是組合積木、彩繪圖案、剪紙……等，均牽涉到視覺功能的使用與手部精細動作整合的能力；當孩子的視知覺和動作整合能力不理想，會出現動作效率與品質的落差，像是易碰撞、打翻東西以及運動速度較慢，運筆、寫字、摺紙、剪貼等精巧動作亦顯吃力。上述視動統整的研究已提到眼球動作和動作協調的相關性。Kephart (1960) 主張小孩的「學習」是藉由知覺動作與環境互動，並從互動的過程中收集訊息的「粗大動作期」，接著進入「動作知覺期」，由知覺訊息控制動作，進而到掌握知覺與知覺相互關係的「知覺期」，及從知覺意象中形成概念的「知覺概念期」，從中了解概念性的思考能力。

Warren (1993) 提出視知覺技巧的階層金字塔，將視知覺主要分為視覺接收要素及視覺認知要素，此兩大要素整合才能形成有用的功能性視覺。視覺接收要素包括基礎視覺（如視覺敏銳度）及眼球動作（如追視），為選取、整合外在環境視覺資訊的歷程；視覺認知要素則包含視覺注意力、視覺記憶力、視覺區辨，視覺區辨的內容又包括負責辨識物體細節特徵的視覺型態再認 (pattern recognition)，及負責將此類資訊加以運用的視覺認知 (visual cognition)，即為將視覺資訊在心智進行操弄整合的能力。視知覺 (visual perception) 是接收視覺訊息後正確操弄整合視覺訊息的能力，有良

好的視知覺能力做基礎，個體才能根據分析過的資訊做出適當的動作行為（王方伶、孟令夫、杜婉茹，2008）。視覺動作整合 (visual-motor integration) 是一種協調視知覺與動作技巧的能力 (Beery & Buktenica, 1997)，係為視覺與手部動作之間協調良好的程度，也常被稱為手眼協調能力，或是視動統整能力，是透過視覺技巧、視知覺技巧，以及動作技巧之間複雜的互動而形成（周映君、汪宜霈、張志仲，2010）。例如：功能性的手部伸取需要一個複雜感覺動作轉換過程，包含視覺關注到目標物（例如：定位、大小、形狀等）、起始注視方向、手部起始姿勢和軀幹的準備姿勢的協調 (Saavedra, Joshi, Woollacott, & van Donkelaar, 2009)。綜合上述，腦性麻痺兒童由於視知覺和動作能力的缺陷，需要一些訓練，以增加視知覺和動作統合的發展。有鑑於追視與視知覺關係的相關性，以及此相關性與腦性麻痺兒童後續動作表現的影響上，尚有需探究的部分。本研究以 Warren (1993) 所提出的視知覺技巧的階層金字塔之理論和 Kephart (1960) 所提出的知覺動作理論來闡述，主張在認知過程中，視知覺乃是不可或缺的學習因素，並以此來設計追視裝置和介入活動。擬定本研究目的：

（一）比較二組（實驗組和控制組）在使用自製視覺追視裝置後，對提升腦性麻痺兒童注視時間百分比 (PTF)、視動統整 (VMI) 以及視知覺 (TVPS-3) 之成效。

（二）探討各組（實驗組和控制組）在注視時間百分比、視知覺和動作發展表現的前後測表現之差異。

貳、文獻探討

知覺作用需具備「感覺輸入」、「感覺整合」、「動作輸出」以及「回饋」等要素 (Winnick, 2005)。在知覺動作的歷程中，個體的各種感覺訊息經由中樞神經系統整合成知覺。動作輸出之後也必須透過新的感官訊息來整合成知覺以提供回饋，進而產生新的動作 (Winnick, 2005)。腦性麻痺兒童常因神經動作控制異常，如神經反射異常、姿勢異常、肌肉張力異常、感覺系統缺損、動作學習等問題，影響其動作模式，進而造成視覺動作協調異常，部分腦性麻痺兒童的視知覺動作會出現發展停滯現象 (Deramore, Froude, Rosenbaum, Wilkes-Gillan, & Jmms, 2016; Ego et al., 2015)。腦性麻痺兒童同時併發視覺相關問題的比率為 75 至 90%，常見之視覺障礙包括：眼球震顫、視知覺障礙、視野缺損……等，且許多研究及臨床經驗指出：腦性麻痺兒童有相當高的比例患有視知覺缺損（王方伶、孟令夫、杜婉茹，2009；Koeda & Takeshita, 1992）。研究指出腦性麻痺兒童在做上肢伸取動作時，需要比一般人還多的視覺注意，其原因為腦性麻痺兒童是以此代償機制來調節自身感覺動作的缺陷 (Steenbergen & van der Kamp, 2004)，除此之外，腦性麻痺兒童在手部操作需要視覺準確性較高的活動上會明顯需要更多的動作操作時間來完成任務 (van Roon, Steenbergen, & Meulenbroek, 2005)。和一般兒童相較之下，腦性麻痺兒童的眼球動作幅度是較小的，但是反而較容易出現視線跳躍的現象 (Saavedra et al., 2009)。精細動作是各科學習所需要的，主要為手與眼的控制能力，假若視覺追視欠佳時，又伴隨手指動作僵硬或無力的兒童當然更無法達到需要視知覺和動作控制的學習任務（林寶貴、吳純純，1998）。

在評估視知覺時，部分文獻探討了眼球追蹤技術，在於視線軌跡可以反映內在注意力的轉移歷程 (Brown, 2012; Schneck, 2010)，而吸引注意的因素除了突顯的外在刺激因素之外，好奇及喜歡也是很重要的內在因素之一，當進行螢幕瀏覽時，視線軌跡並不是平滑的移動，而是不斷反覆地停頓、跳躍、停頓、跳躍 (Chen & Tsai, 2015)。視線停頓的時候，視覺系統處於登錄、處理影像訊息的狀態，反之，視線跳躍的時候，視覺系統則是暫時處於關閉的狀態 (Koeda & Takeshita, 1992)。因此有一些視覺研究者多以注視次數、平均注視時間，

來反映視覺系統處理訊息的深度 (Chakrabarti, Haffey, Canzano, Taylor, & McSorley, 2017; Schneck, 2010)，之前在評估腦部受傷個案時，評估結果也顯示個案在視知覺和動作表現上的損傷，造成視覺回饋系統無法快速統整，像是在從事動態的視知覺和動作任務時會出現眼球追視失誤和視覺追蹤時跟不上目標物的移動 (Caeyenberghs et al., 2010; Goyen, Lui, & Woods, 1998)。

在有關知動能力的學習中，感官刺激（如聽覺刺激）及重複的練習，可協助障礙兒童習得簡單的視知覺和動作，例如可藉砂紙整合觸覺、視覺空間技能練習，和安排字間距等知覺動作的訓練，以增進書寫技能（陳英三，2009）。在知覺動作訓練課程中，挑豆子訓練課程而提升個案視知覺並藉此增進學童對視知覺的形象背景區分能力；模仿遊戲可提升個案視知覺動作空間形象的處理能力；球類傳接遊戲之傳接球距離、方向的改變，可使個案對視知覺的辨識能力有所提升。目前研究視知覺和動作整合能 所發展的訓 活動包含一般協調、平衡、手眼協調、眼球運動、形狀概念、視覺記憶等練習活動；練習方式如板書練習、運用鐵鎚鐵釘、投球、畫線等活動（洪清一，2001；陳英三，2009）。文獻中提到目前調查個人視覺應用於日常生活中所遭遇到的問題，研究指出：發現、搜尋、掃瞄與追蹤等四項能力應列為評估功能性視覺能力的主要項目，而且在視覺掃瞄與搜尋能力的部分是可以訓練的（鄭靜瑩、張千惠、陳明聰、趙敏泓，2008）。因此，本研究希望採用視覺追視裝置，訓練學生其視覺發現、搜尋、掃瞄與追蹤的能力。

在訓練裝置方面，強調手部關節動作訓練之視動訓練裝置，例如錐形杯、圓柱插板、積木等，個案需反覆嘗試將受控物準確地置入定點位置，這類訓練裝置著重個案動作的穩定度及流暢性（吳錫修、吳信義、劉冠佑，2007）。操作性的聲光玩具為提供視、聽、觸、本體覺與前庭覺等感官訓練的媒介，亦可幫助中樞神經及肢體動作的協調，因此在知動教室中常以感官玩具為治療媒介，來提供視動協調的機會（謝協君、何東墀，2008）。在探討親子玩具活動對腦性麻痺幼兒影響的文獻，也証實十週研究適性玩具介入後，在前後測分數中平衡、移位、物體操作、手部抓握和視知覺和動作整合分數都具有顯著差異（謝協君，2010）。市面販售許多訓練感官知覺或精細與粗大動作等操作商品，像插棒、燈光回饋系統、迷宮、串珠組等，皆可訓練孩童視覺追視、手眼協調、及視知覺和動作統整之動作能力。在促進感官知覺和動作的訓練裝置項目，大致可以分析包含視覺敏銳、視覺辨識的配對、空間關係、視動協調、這些知覺動作訓練目標及範例教具大致整理如下表 1。在運用電腦訓練裝置系統訓練手眼協調活動時，會使用滑鼠點選或拖曳螢幕游標，或是以手指觸控平板，或是使用軌跡球、鍵盤、搖桿來點擊目標物，此目標物大小為 3mm×6mm (Shimizu, Yoon, & McDonough, 2010)。這個電腦輔具系統中的滑鼠點選任務分析包含移動滑鼠至正確位置、注視目標物、點擊移動目標物，並結合電腦軟體的選用來提供良好的眼球追視的訓練 (Shimizu et al., 2010)。綜上所論，本研究所自製視覺追視裝置與上述過去研究最大的差異為此裝置可提供互動遊戲或不特定眼球追視角度的眼球動作訓練可使教師在課程設計上更具更多樣化的視覺功能訓練用。

參、研究方法

一、研究對象

透過網路和腦性麻痺兒童家長社群召募 6 至 10 歲腦性麻痺學童，共 44 位腦性麻痺兒童，之後隨機分為實驗組 (n = 22) 和對照組 (n = 22)，選取標準為：居住於桃竹苗地區並經醫師診斷為腦性麻痺；在視知覺能力測驗 (TVPS) 和視動統整測驗 (VMI) 測驗分數低於一個標準差；接受訓練的兒童生理年齡介於 6 至 10 歲，且家長願意其子女在園所確實配合執行實驗課程。

表 1
感官知覺及動作能力訓練教具

訓練目標	訓練次項	訓練活動項目	範例教具與活動
感官知覺	視覺知覺	視覺追視	旋轉燈光床欄組
動作能力	手眼協調	視覺辨識 - 配對	形狀配對組、形狀木拼圖、樁木幾何拼圖、身體人偶拼圖組
		視覺辨識 - 空間關係	手足燈光互動組、手電筒遊戲
		空間形式的處理－重組	圖形拼圖組、幾何積木組
	精細動作	視動協調	迷宮、著色單、插棒積木組、串球組

二、研究工具

本研究提供自製視覺追視裝置給實驗組腦性麻痺兒童以訓練追視能力，實際操作如圖 1 所示。此裝置包含兩大部分，分別為按鈕與視覺追視介面，追視介面上裝有閃燈裝置與目標物，目標物有不同顏色、數字、形狀、與常見生活物品並會在背後會貼上軟磁鐵，依兒童能力作目標物難易程度的調整，目標物不是做認知學習，只為促進追視使用。當腦性麻痺兒童按下按鈕後，閃燈便會開始跑動，隨著閃燈停止在某一目標物，受試兒童眼球必須要追蹤到該目標說出亮燈的物品名稱，或用手比出正確的位置所在，如圖 2 所示。

三、實驗步驟和控制變項

本研究之 44 位受試者皆在實驗介入（自製視覺追視裝置訓練 vs. 原班課程），前一週進行前測，之後便進行 30 週共 90 次的實驗介入。在實驗介入結束後分別以相同的評估工具實施後測。在正式訓練課程部分，研究者以自製的視覺追視裝置，針對 22 位腦性麻痺兒童進行視覺追視能力的訓練。上課採一對一的方式，讓受試者坐在訓練者前方，由訓練者在後方協助擺位以及身體的控制。教材為在自製的視覺追視裝置上貼上不同的目標物，包含：形狀、顏色、數字以及生活照片等。訓練者會提醒受試者要注意看自製視覺追視裝置上的亮

圖 1 個案操作（按到單鍵亮燈處，這時圖 2 的燈號會隨機轉動，可提供孩子眼球追視燈光，訓練到眼球追蹤動作能力）

圖 2 視覺追視操作訓練裝置（依個案需求可決定是否需放目標物，其有不同顏色、數字、形狀、與常見生活物品並會在背後會貼上軟磁鐵，如果一開始訓練可不放目標物）

光，並在停止閃燈後根據受試者的能力，以口語或手勢來回答貼於閃燈裝置旁的目標物名稱。實驗組操作此訓練裝置之時間為每週三次，每次 30 分鐘，為期 30 週共 90 次的視覺追視的訓練課程，為考量受試學生的年齡、身心狀況與注意力維持的時間，每節課訓練的總時間為 30 分鐘，中間給予學生休息的時間以避免學生疲累或感到厭煩。教學流程的固定模式為：上課 10 分鐘－休息 5 分鐘－上課 10 分鐘－休息 5 分鐘。上課的方式是採一對一教學，教學內容係以研究者針對腦性麻痺兒童自製的遊戲式視覺追視裝置，讓孩子追視隨機轉動的燈號，之後並結合生活化的實用數字或物品讓孩子來辨識，訓練腦性麻痺兒童的視覺追視能力。這 90 次的訓練課程大致相同，只是追視面板上的物品每二次訓練後會調整更新，以提高學生參與的興趣，訓練目標主要為眼球的控制能力及注意力的維持訓練。其訓練步驟為：(1) 按下按鈕；(2) 讓學生視覺注意力會依閃燈裝置而移動；(3) 視覺注意力停在最後一個亮燈的閃燈裝置上；(4) 依口語或手勢作答其位置或說出閃燈裝置上所代表的物件。本研究的自變項為：是否有操作視覺追視裝置，因此對照組在此訓練時段則是在原班級上課，不做任何抽離式的訓練課程，且課程以原班為主不做任何調整。本研究由研究者訓練的研究助理擔任教學和施測的工作，先對研究助理進行測驗訓練，並共同進行模擬測驗的評分練習，以確保評分者一致性，由於本研究是採一對一的進行教學，研究者教導研究助理如何操作自製視覺追視裝置，以達教學一致性，不會因教學者不同而影響到實驗的結果。

四、評估工具

本研究利用下列評估工具作為前後測之測驗使用，分別介紹如下：

（一）眼動儀

眼動儀設備為 SR Research Eyelink 2000 Desktop Romote 眼動追蹤系統，眼動測量的實驗程式以 E-Prim 3.0 撰寫之動眼刺激，螢幕解析度固定為 10248x768，固定椅腳之兒童椅，下巴架（螢幕到下巴架距離為 65 公分，相機到下巴架距離為 55 公分）。本次眼動取樣標準為一度視角，右眼取樣（取樣率為 1000Hz）。量測的眼動興趣區域（Area of Interest，簡稱 AOI）之動眼指標，包括注視目標物時間和注視非目標物時間為視覺追視指標 (Jacob, 1991)。再依文獻建議計算個案注視時間百分比 (PTF) (Chakrabarti et al., 2017)。

$$\text{注視時間百分比} = \frac{\text{注視目標物時間}}{\text{注視目標物時間}+\text{注視非目標物時間}}$$

研究中所使用之圖樣（150pixels 的正方形畫面如下圖）為本實驗之刺激材料，所有影像均以 1 行、1 列的版面編排方式，並採用對抗平衡設計來處理眼動刺激的呈現順序（如下）共 12 圖（不含固定注視點圖）。注視點停留位置 (shortest fixation) 為 32 毫秒，再依續配合 12 個連續時間戳記 (consecutive time stamps)，如下圖 3 動眼儀器螢幕刺激圖片所示。

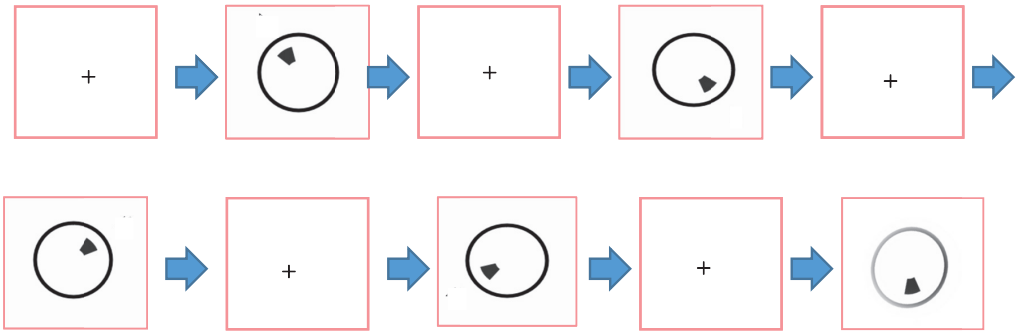

圖 3 動眼儀器螢幕刺激圖片範例

（二）視知覺能力測驗 (Test of Visual Perceptual Skills (non-motor) -3rd edition，簡稱 TVPS-3)

TVPS-3 適用於 4 歲至 18 歲的兒童，施測時間約 30 分鐘。TVPS-3 包含了七個分測驗，分別為視覺區辨力、視覺記憶力、視覺空間關係、視覺形狀一致性、視覺序列記憶、視覺圖形背景區辨力，以及視覺封閉力。TVPS-3 適用於不同族群的學童，測驗目的是為了瞭解兒童在接受視覺訊息後，對訊息分類與解釋的能力。TVPS-3 整體信度為 .96，三週後的重測信度為 .97，與拜瑞視覺動作統整發展測驗第五 版（The Developmental Test of Visual-Motor Integration，簡稱 VMI）中的視覺分測驗的效標關聯效度為 .67 (Martin, 2006)。

（三）拜瑞視覺動作統整發展測驗（The Developmental Test of Visual-Motor Integration，簡稱 VMI 測驗）

本測驗由劉鴻香（1991）修訂自 1982 年 Beery 的 The Beery Development Test of Visual Motor Integration，測驗內容共分為三個向度：視－動整合、視知覺、動作協調等部分。測驗題目由二十七個幾何圖形組成，由易而難依序排列。適用於三歲至成人，尤其著重在學前及低年級兒童的年齡範圍，更有研究認為 VMI 適合使用在心智障礙者的視覺動作能力評量 (Wuang & Su, 2009)。測驗功能主要為評估視知覺與動作能力統整或協調有明顯困難的評量工具。本測驗之信效度包含視覺動作測驗的折半信度為 .88、評分者間信度為 .88 及重測信度 .90。

肆、研究結果

以共變數分析來檢定自變項的各效果項之顯著性之前，先將前測（即共變項）對後測（即依變項）的影響力（即共變量）剔除。本分析旨在排除前測因素的干擾後，評估訓練裝置對腦性麻痺學童視知覺和動作表現的影響是否存有顯著差異。其中自變項是由二組不同學生分別接受，屬於獨立樣本，因此以下採用單因子獨立樣本共變數分析進行統計檢定。受試者基本資料請見表 2。本研究中二組個案在前後測結果的描述性統計，以及單因子獨立樣本共變數分析結果的呈現，請見表 3。由表 3 的共變

表 2
受試者基本資料

	實　驗　組 *N* = 22	控　制　組 *N* = 22
年齡 (*SD*)	5.32 (.71)	5.37 (.82)
性別		
男	14 (63.6 %)	16 (72.7 %)
女	8 (36.4 %)	6 (27.3 %)
腦性麻痺類別		
Spastic quadriplegia	14 (63.6 %)	12 (54.5%)
Spastic diplegic	6 (27.3 %)	8 (36.4%)
Athetoid	2 (9.1 %)	2 (9.1%)
動作分級 (GMFCS)*		
Level II	14 (63.6 %)	14 (63.6%)
Level III	6 (27.3 %)	6 (27.3%)
Level IV	2 (9.1 %)	2 (9.1%)

*註：動作能力分級 GMFCS level II：指步行受到限制；level III：使用手持式移位輔具步行；Level IV：自我移動的能力受限制，可能會採用輪椅或他人協助 (Palisano et al., 1997; 2008)

表 3
測驗結果描述性統計和共變數分析

	實驗組 (N = 22) (M±SD)		控制組 (N = 22) (M±SD)		ANCOVA			
	前測	後測	前測	後測	F	p	η^2	Power
PTF	26.5±10.9	31.0±8.3	24.4±8.2	25.1±8.5	7.94*	.007	.130	.786
TVPS-3	44.4±2.9	50.7±8.8	48.2±4.5	48.9±4.3	5.55*	.023	.119	.634
VMI (raw score)								
視知覺分測驗	17.0±3.7	21.5±6.4	17.6±4.4	18.5±4.7	10.72*	.002	.207	.892
動作協調分測驗	10.9±2.2	12.0±2.8	11.3±1.7	11.4±2.6	5.06*	.030	.110	.594
視動統整測驗	16.1±2.1	17.9±2.4	16.3±1.7	16.4±2.6	7.78*	.008	.160	.778

註：PTF 眼動儀中的注視時間，TVPS-3 視知覺測驗、VMI 統動統整三項分測驗效果量 (η^2)，效果量小為 η^2 < 0.01-0.05；效果量中為 η^2 = 0.06-0.13；效果量大為 η^2 ≧ 0.14

數分析結果中，可知在有視覺追視裝置介入後，對腦性麻痺學童在眼動儀中對目標物的注視時間百分比 (F = 7.63, p < .05) 以及視知覺能力 (TVPS-3) 測驗 (F = 4.72, p < .05) 的表現是有統計上顯著的促進效用。雖然 ANCOVA 結果顯示，VMI 達顯著差異，可看出實驗組在介入後的各項測驗分析皆優於對照組，其二組統計方式說明在表 3，比較各組在各測驗前後測表現之差異，由表中可見實驗組在視知覺和動作表現的進步，顯示實驗組在 VMI (F = 10.96, p < .05)，以及視知覺功能測驗 (F = 9.32, p < .05) 等測驗的表現上有顯著進步。此結果顯示，實驗組在視覺追視裝置訓練後，在視覺追視控制以及視知覺的表現上，有顯著進步。

伍、研究結論與建議

相較於控制組，實驗組在使用自製視覺追視裝置後，確實可提升腦性麻痺兒童注視時間百分比、VMI 以及 TVPS-3 的測驗表現。本研究視覺追視裝置可增加腦性麻痺兒童視覺注視時間百分比的結果，此與 Koeda 先前研究結果類似，Koeda 研究中也提到當個案注視時間增加，即表示個案的視覺系統有較長時間處於訊息登錄、處理影像的狀態，因此眼神比較專注，反之，個案注視時間的下降，此時視覺系統則是暫時處於關閉的狀態，即表示個案視線是跳躍的 (Koeda & Takeshita, 1992)。本研究的訓練裝置設計上加入個案喜歡的物品、圖卡和燈光。因此增加腦性麻痺兒童視覺注意時間。訓練結果也與過去文獻探討視線軌跡可以反映內在注意力的轉移歷程 (Brown, 2012; Schneck, 2010) 的結果類似，個案的好奇和喜歡是吸引個案注意的因素之一，所以此次個案對燈光追視的興趣也表現在注視時間的增加。視覺追視裝置較需視覺配合的精細動作評估項目可能需要更多的活動分析和活動設計來達到促進效用。後續研究也許可參考親子玩具活動的設計，來增加精細動作的訓練內容，以提高本訓練裝置更多的視動統整的功能性成效。尤其在分析該文獻時，發現親子玩具活動的訓練重點雖然也訓練視動整合能力，但是主要強調精細動作的操作為主，然而本研究在訓練視動整合能力上，是以視覺追視為主，配合簡單的手指按壓活動，也許二者在介入活動的差異是造成此次研究成效不同的原因。

因為本研究此次採用的 VMI 測驗是以視動統動為主，有針對視知覺能力或視覺動作統

整的能力來評量，未來可針對視覺追視裝置的課程設計和內容加以功能性分析，增加其它功能性的視動評量工具，以測量分析本次研究沒有評估到的功能性視動統整成效，因為 VMI 其中包含視知覺、動作協調和視動統整三個分測驗，較看不出個案在日常生活中視覺追視的功能性表現。另外在未來研究的建議上，也可考慮加入一些操作性手部功能測驗 App。因為手機與平板的盛行，個案操作 App 能力是目前實用的手部操作技能。本次研究是使用單一按鍵，在替學生選擇按鍵時，除了有針對學生的障礙程度與類別做適當選擇外，按鍵的靈敏度、準確度、觸感與按鍵外殼的堅固性都是本研究考慮的重點。但是有部分個案的手指能力稍差，按鍵設計的視動訓練限制動作學習的效果，未來研究如果能針對這類的腦性麻痺學生設計搖桿，可讓多重障礙的腦性麻痺學生以手指、手心、手腕或手肘等部位方便操作（吳亭芳、陳明聰、邱崇懿、王華沛，2007）。此研究能否應用到其它障別，例如自閉症等有視覺注視問題的個案，也是未來研究能深入探討的部分，以了解有視覺追視問題的不同障礙類別兒童，在使用視覺追視裝置的介入成效。

研究也發現在個案生活中有很多訓練例如，整合非書寫的方式來提高視覺運動技能，如用剪刀裁剪、製作形狀或玩黏土、練鈕扣、拉拉鏈、綁鞋帶，和澆花等。像部分的腦性麻痺學生在視覺掃描的測驗中，常常發生錯誤，此時可藉由一些輔助圖片與描圖紙來設計玩迷宮或拼圖，建立手眼協調能力。（王方伶等人，2009；Kozeis, Anogeianaki, & Mitova, 2007）。在本次實驗組參與訓練活動的過程中，可發現以遊戲方式進行訓練裝置訓練，提高了個案參與動機，訓練成效，這和上述研究結果的發現一致。本次研究是使用物品為追視目標，在未來教學上，可依過去研究所使用的搭配閃光或是指示符號等效果，在內容上可以凸顯個案課程中所使用的教學素材，例如圖卡、字卡等等。或是依之前研究建議的，結合目前市面上許多視覺追視或是多媒體電腦軟體來進行視覺追視的訓練 (Chen & Tsai, 2015)，未來研究有必要考慮結合上述日常操作活動讓學生不單只是坐著進行學習，而是能結合活動任務變換將視覺與日常動作活動加以統整運用，使其更能將視動學習效果類化到腦性麻痺兒童的日常活動。未來研究可加入維持期的部分，觀察撤除訓練後，受試對象的能力是否會退步，以了解這個自製裝置的維持效果。

在研究限制上，受限於研究時間、地點以及人力因素，僅以 22 位實驗組腦性麻痺兒童及 22 位對照組（原班上課）兒童為研究對象，建議未來研究可針對這部分加以探討，提高參與受試的人數，並且未來研究應多加一組對照組（傳統視覺訓練），探討實驗結果與傳統訓練結果的差異。由於此自製視覺追視裝置使用上的限制，此次只能讓一位受試者操作訓練裝置，未來可以設計遊戲搶答的方式，或結合電子白板或平板多點觸控的介面來達到多人互動式的效果。另外，由於此次受試個案的情況不一，有些個案可能在接受本研究訓練裝置和眼動儀測驗的過程，如果採用擺位輔具較合適，但是由於考量本次研究在實驗變項的環境控制，故一致皆未採用擺位輔具，可能也會影響成效，如能同時採用擺位輔具和視覺追視裝置來一起訓練，或許會更有成效。

參考文獻

吳亭芳、陳明聰、邱崇懿、王華沛（2007）。國小腦性麻痺學生電腦使用現況及相關訓練裝置需求調查。**特殊教育季刊，105**，42-48。

王方伶、孟令夫、杜婉茹（2008）。以視覺雙路徑模式探究一般兒童視知覺之大腦運作機制：事件相關電位之研究。「第三屆職能治療師全國聯合會學術研討會」發表之論文。桃園：長庚大學。

王方伶、孟令夫、杜婉茹（2009）。雙癱型腦性麻痺兒童之腦傷型態與視知覺缺損。**臺灣復健醫學雜誌，37**，149-160。 doi: 10.6315/2009.37(3)01

吳錫修、吳信義、劉冠佑（2007）。手眼協調輔助訓練系統之研製。「第二屆智慧生活科技研討會」發表之論文，臺中。

周映君、汪宜霈、張志仲（2010）。電腦化視知覺動作整合評估工具之預試。**臺灣職能治療研究與實務雜誌，6**(1)，13-24。 doi: 10.6534/jtotrp.2010.6(1).13

林寶貴、吳純純（1998）。**特殊兒童知覺動作發展教材教具**。臺北：臺北市立師範學院特殊教育中心。

洪清一（2001）。**知覺－動作訓練**。臺北：五南。

康琳茹、陳祐蘋、宋文旭、莊天佑、李淑貞、蔡美文（2005）。虛擬實境對腦性麻痺兒童伸取行為之訓練療效：個案報告。**物理治療，30**(6)，339-347。

陳英三（2009）。**知覺動作理論與實際**。臺南：國立臺南大學。

鄭靜瑩、張千惠、陳明聰、趙敏泓（2008）。科技輔具與視多障學生學習成效研究。**師大學報，53**，107-130。 doi: 10.29882/JTNUE.200804.0005

謝協君（2010）。親子玩具活動對腦性麻痺幼兒動作發展的影響。**特殊教育研究學刊，35**(2)，81-101。 doi: 10.6172/BSE201007.3502004

謝協君、何東墀（2008）。玩具檢核表在學齡前發展障礙兒之運用成效。**特殊教育學報，27**，157-176。 doi: 10.6768/JSE.200806.0157

Beery, K, & Buktenica, N (1997). *Developmental test for visual motor integration*. New Jersey, NJ: Modern Curriculum.

Beery, K. E., & Beery, N. A. (2010). *The Beery-Buktenica developmental test of visual-motor integration (Beery VMI) with supplemental developmental tests of visual perception and motor coordination and stepping stones age norms: Administration, scoring and teaching manual.* Minneapolis, MN: NCS Pearson.

Brown, T. (2012). Are motor-free visual perception skill constructs predictive of visual-motor integration skill constructs? *Hong Kong Journal of Occupational Therapy, 22*, 48-59. doi: 10.1016/j.hkjot.2012.06.003

Caeyenberghs, K., Leemans, A., Geurts, M., Taymans,T., Vander Linden, C., Smits-Engelsman, B.C.M., Sunaert, S., & Swinnen, S. P. (2010). Brain-behavior relationships in young traumatic brain injury patients: Fractional anisotropy measures are highly correlated with dynamic visuomotor tracking performance. *Neuropsychologia, 48*, 1472-1482. doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2010.01.017

Chakrabarti, B., Haffey, A., Canzano, L., Taylor, C. P., & McSorley, E. (2017). Individual differences in responsivity to social rewards: Insights from two eye-tracking tasks. *PLoS ONE, 12*(10), e0185146. Retrieved from https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0185146 doi: 10.1371/journal.pone.0185146

Chen, Y., & Tsai, M. J. (2015). Eye-hand coordination strategies during active video game playing: An eye-tracking study. *Computers in Human Behavior, 51*, 8-14. doi: 10.1016/j.chb.2015.04.045

Deramore, D. B., Froude, E., Rosenbaum, P., Wilkes-Gillan, S., & Imms, C. (2016). Measurement of visual ability in children with cerebral palsy: A systematic review. *Developmental Medicine and Child Neurology, 58*(10), 16-29. doi: 10.1111/dmcn.13139

Ego, A., Lidzba, K., Brovedani, P.,Belmonti, V., Gonzalez-Monge, S., Boudia, B., Ritz, A., & Cans, C. (2015). Visual-perceptual impairment in children with cerebral palsy: A systematic review. *Developmenal Medicine and Child Neurology, 57*(2), 46-51. doi: 10.1111/dmcn.12687

Goyen, T.A., Lui, K., & Woods, R. (1998). Visual-motor, visual-perceptual, and fine motor outcomes in very-low-birth weight children at 5 years. *Developmental Medicine and Child Neurology, 40*(2), 76-81. doi: 10.1111/j.1469-8749.1998.tb15365.x

Jacob, R. J. K. (1991). The use of eye movements in human-computer interaction techniques: What you look at is what you get. *ACM Transactions on Information Systems, 9*(3), 152-169. doi: 10.1145/123078.128728

Kephart, N. C. (1960). *Slow learning in the classroom*. Columbus, OH: Charles Merrill.

Koeda, T., & Takeshita, K. (1992). Visuo-perceptual impairment and cerebral lesions in spastic diplegia with preterm birth. *Brain and Development, 14*, 239-244. doi: 10.1016/S0387-7604(12)80237-3

Kozeis, N., Anogeianaki, A., & Mitova, D. T. (2007). Visual function and visual perception in cerebral palsied children. *Ophthalmic & Phsiological Optics, 27*, 44-53. doi: 10.1111/j.1475-1313.2006.00413.x

Kozeis, N., Anogeianaki, A., Mitova, D. T. Angianakis, G., Mitov, T., & Klisarova, A. (2007). Visual function and visual perception in cerebral palsied children. *Ophthalmic & Phsiological Optics, 27*, 44-53. doi: 10.1111/j.1475-1313.2006.00413.x

Martin, N. A. (2006). Test of visual perceptual skills (3rd

ed.). Novato, CA: American Therapy Publications.

Palisano, R., Rosenbaum, P., Walter, S., Russell, D., Wood, E., Galuppi, B. (1997). Development and reliability of a system to classify gross motor function in children with cerebral palsy. *Developmental Medicine and Child Neurology, 39(4)*, 214-223.

Palisano, R. J., Rosenbaum, P., Bartlett, D., & Livingston, M. H. (2008). Content validity of the expanded and revised Gross Motor Function Classification System. *Developmental Medicine and Child Neurology, 50(10),* 744-750.

Ronnqvist, L., & Rosblad, B. (2007). Kinematic analysis of unimanual reaching and grasping movements in children with hemiplegic cerebral palsy. *Clinical Biomechanics, 22*, 165-175. doi: 10.1016/j.clinbiomech.2006.09.004

Saavedra, S., Joshi, A., Woollacott, M., & van Donkelaar, P. (2009). Eye hand coordination in children with cerebral palsy. *Experimental Brain Research, 192*, 155-165. doi: 10.1007/s00221-008-1549-8

Schneck, C. M. (2010). A frame of reference for visual perception. In P. Kramer & J. Hinojosa (Eds.), *Frames of reference for pediatric occupational therapy* (3rd ed.). (pp. 349-389). Baltimore, MD: Lippincott Williams & Wilkins.

Shimizu, H., Yoon, S., & McDonough, C. S. (2010). Teaching skills to use a computer mouse in preschoolers with developmental disabilities: Shaping moving a mouse and eye-hand coordination. *Research in Developmental Disabilities, 31*, 1448-1461. doi: 10.1016/j.ridd.2010.06.013

Steenbergen, B., & van der Kamp, J. (2004). Control of prehension in hemiparetic cerebral palsy: Similarities and differences between the ipsi-and contra-lesional sides of the body. *Developmental Medicine and Child Neurology, 46*, 325-332. doi: 10.1111/j.1469-8749.2004.tb00493.x

van der Heide, J. C., Otten, B., Stremmelaar, E., & Hadders-Algra, M. (2005). Kinematic characteristics of reaching movements in preterm children with cerebral palsy. *Pediatric Resarch, 57*, 883-889. doi: 10.1203/01.PDR.0000157771.20683.14

van Roon, D., Steenbergen, B., & Meulenbroek, R. G. J. (2005). Movement accuracy control in tetraparetic cerebral palsy: Effects of removing visual information of the moving limb. *Motor Control, 9*, 372-394. doi: 10.1123/mcj.9.4.372

Warren, M. (1993). Hierarchical model for evaluation and treatment of visual perceptual dysfunction in adult acquired brain injury, part I. *The American Journal of Occupational Therapy, 47*(1), 42-54. doi: 10.5014/ajot.47.1.42

Winnick, J. P. (2005). *Adapted physical education and sport.* Champaign, IL: Human kinetics.

Wuang, Y. P., & Su, C. Y. (2009). Rasch analysis of the developmental test of visual-motor integration in children with intellectual disabilities. *Research in Developmental Disabilities, 30*, 1044-1053. doi: 10.1016/j.ridd.2009.02.007