

科技部補助專題研究計畫成果報告 期末報告

以核磁造影分析視覺皮質損傷學生之優勢學習能力在數學
科圖形辨識之學習成效

計畫類別：個別型計畫
計畫編號：MOST 102-2511-S-040-001-
執行期間：102年08月01日至103年12月31日
執行單位：中山醫學大學視光學系

計畫主持人：鄭靜瑩
共同主持人：莊素貞、莊濬超

報告附件：出席國際會議研究心得報告及發表論文

處理方式：

1. 公開資訊：本計畫涉及專利或其他智慧財產權，1年後可公開查詢
2. 「本研究」是否已有嚴重損及公共利益之發現：否
3. 「本報告」是否建議提供政府單位施政參考：否

中華民國 104 年 04 月 01 日

中文摘要：本研究採用單一受試研究法 (single subject research) 跨受試多探試之實驗設計 (multiple probe design across subjects) 進行，企圖瞭解視覺皮質損傷學生在數學科圖形辨識的能力，研究以課程本位教學及評量的方法進行，並以單一受試研究方法記錄分析其學習的成效。研究結果顯示，在基線階段，三名個案的「三角形辨識」、「四邊形辨識」、「圓形辨識」正確率均偏低，而在介入教學後，三名個案的評量正確率皆明顯提升，呈現穩定進步的狀態，且基線期和處理期的非重疊百分比達 100%，顯示課程本位教學結合策略教學對受試者「圖形辨識」具有立即效果。

而立即效果觀察也同時在數學圖形辨識能力評估量表與成效訪談問卷中得到相同的回饋。家長或教師在十個題項的評分，由基線期的平均數 11.50，進步到處理期的 33.83，t 考驗顯示，三位個案在教學介入後，家長與教師均認為其在整體的數學科圖形辨識上有顯著的成效 ($t=-11.807$, $p=.000$)。而在保留成效方面，進入保留期後，雖然三名個案的「三角形辨識」、「四邊形辨識」、「圓形辨識」正確率平均皆在 70% 以上，然由處理期與保留期的重疊百分比看來，三名個案在圖形辨識保留效果並不佳，尤其對個案乙而言。而保留效果的觀察也同時在數學圖形辨識能力評估量表與成效訪談問卷中得到類似的回饋。家長或教師在十個題項的評分，由處理期的平均數 33.83，回退到保留期的 20.67，t 考驗顯示，三位個案在教學策略移除後，家長與教師均認為其在整體的數學科圖形辨識上顯著的比教學介入的成效來得差。

中文關鍵詞：核磁造影分析、視覺皮質損傷學生、數學科圖形辨識、課程本位學習

英文摘要：

英文關鍵詞：fMRI, Geometric Figures recognition, Students with Cortical Visual Impairment

以核磁造影分析視覺皮質損傷學生之 優勢學習能力在數學科圖形辨識之學習成效

壹、研究背景與研究目的

視覺皮質 (visual cortex) 位於大腦枕葉皮質，左右側視覺皮質與雙眼同半側的視網膜有很大的關聯，例如左側的視皮質接收並對應左眼顳側和右眼鼻側視網膜所傳遞出來的訊息 (曾廣文、許淑芬、關宇翔、沈秉衡，2009)。視覺訊息包含形狀、顏色、大小、方向、空間對等關係、動態速度(Dubner & Zeki, 1971)等；上述各類不同的訊息各由不同的視覺皮質層所負責，且各項訊息又以平行處理的方式進行解讀(Self & Zeki, 2005)；目前的假說認為，人類的視覺皮質用以分析視覺訊息的路徑至少有三條，分別處理運動與空間的影像訊息、物體的形狀或材質、以及物體的顏色等。此外，視覺訊息同時回饋 (feedback) 部份的訊號傳回外側膝狀體 (LGN) 或是初級視覺皮質 (primary visual cortex)，影響人類的視覺注意力，眼球移動，以及對其他情境改變時的詮釋，最後得到一個訊息統整後的視覺辨識與視覺反應(Self & Zeki, 2005)。

而視覺皮質損傷 (Cortical Visual Impairment, CVI) 的學生或患者，在上述各項視覺訊息傳遞與回饋的歷程中發生部份或全部之障礙，而導致有「視而不見」、「注意力缺乏」、「視覺忽視」、或「辨識困難」等現象 (王方伶、孟令夫、杜婉茹，2008)；在教學與復健上極俱難度與挑戰。幸運的是，拜現代科技之賜，人類的認知活動已從影像科技如fMRI (functional Magnetic Resonance Imaging) 和 PET (positron emission tomography) 等技術，探索人腦與注意力、知覺、記憶等認知歷程的定位與關聯，當然亦可用於分析大腦結構的相關功能(Grill-Spector, & Malach, 2004)。

然而，視覺皮質損傷的學生往往伴隨著許多其他功能上的障礙，例如認知、語言、與肢體等方面的問題，因此花費在觀察評估學生優弱勢能力的時間與精力往往與其教學效果不成比例；教師與家長的疑問是，如何能透過跨領域的合作，以最有效又最正確的方式發掘學生的優勢能力所在，並針對其優勢能力對症下藥得到最好的教學成效？這也正是研究者籌劃本研究的主要目的。根據上述，本研究乃企圖以核磁造影的技術，分析並尋找視覺皮質損傷學生之優勢學習歷程，並透過課程本位設計與學習，提昇其數學科圖形辨識之學習成效。

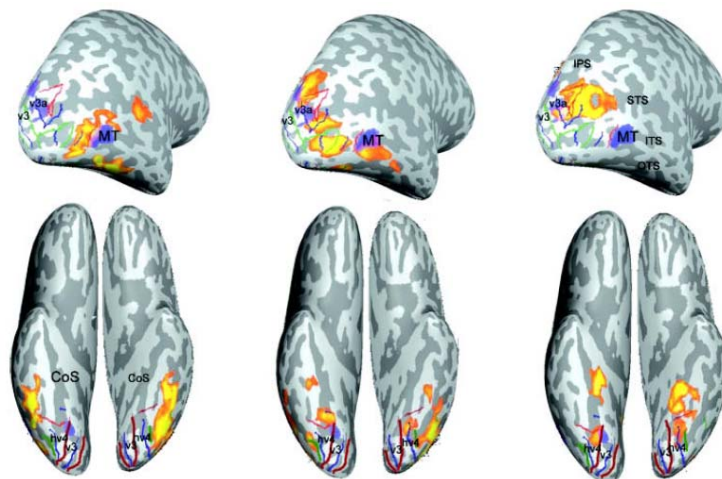
貳、文獻探討

一、視覺皮質損傷

視覺皮質 (visual cortex) 位於大腦枕葉皮質，是大腦皮質中最薄的區域。負責

視網膜所傳遞出來的視覺訊息；視覺訊息包含形狀、顏色、大小、方向、空間對等關係、與動態速度(Dubner and Zeki, 1971)，各項訊息由不同的視覺皮質層所負責，同時以以平行處理(Self & Zeki, 2005)的方式進行解讀，在傳遞與回饋的整合之下，最後得到一個訊息統整後的視覺辨識(Self & Zeki, 2005)。

基本上，人類為了適當處理輸入的視覺訊息，在枕葉的初級視覺區接收刺激之後，會將訊息依特性傳送到兩條獨立的功能性皮質處理路徑，也就是視覺雙路徑：一條傳往下顳葉(腹側枕—顳路徑)，負責處理物體知覺和辨認等物體視覺(Object Vision)，一般稱為腹側流(Ventral stream)；腹側流起始於V1，依次通過V2與V4區，進入下顳葉(Inferior temporal lobe)，此一通路常被稱為「內容通路」(What pathway)，參與物體識別，例如顏色與人臉識別；且該通路亦與人類的長期記憶有關，如形狀恆常、視覺完形、背景形狀辨識等要素(曾廣文等，2009)。而視覺訊息傳導的另一條路徑則傳往後頂葉上部(背側枕—頂路徑)，負責處理空間位置、深度知覺、地理空間定向等空間視覺(Spatial Vision)，一般稱為背側流(Dorsal stream)，背側流起始於V1，通過V2後，進入背內側區和中顳區(MT，亦稱V5)，然後抵達頂下小葉。背側流常被稱為「空間通路」(Where pathway)，參與處理物體的空間位置訊息以及相關的運動控制等，例如眼跳(saccade)和伸取(Reaching)(Mahon, Milleville, Negri, Rumiati, Caramazza, & Martin, 2007)。相關的視知覺運作機制及相關要素如下表一所示：



圖例 Kalanit Grill-Spector and Rafael Malach, 2004

表一

視知覺運作機制及相關要素

資訊類型	視覺路徑	相關腦區	相關視知覺要素
物體視覺	腹側流	枕葉視覺皮質區中的V1、V2、V4 下顳葉後測及下顳葉前側	視覺區辨、形狀恆常、 視覺完形、背景形狀、 顏色及人、物體區辨
空間視覺	背側流	枕葉視覺皮質區中的V1、V2、V3 後頂葉、及中顳葉區 (MT、MST)	空間位置、深度知覺、 地理空間定向

資料來源：(王方伶、孟令夫、杜婉茹，2008)

視覺皮質損傷 (Cortical Visual Impairment, CVI) 又稱皮質盲 (cortical blindness); 視覺中樞在大腦枕葉，物體的光線刺激，經眼球視網膜傳遞到大腦枕葉，兩側枕葉因病變、受傷或發育不全等因素，可能在導病患在眼球構造完好的情況下，還是看不到物體的存在，這就稱為「皮質性視盲」(蔡子同，2011)。醫學報告指出(Mahon, et al., 2009)，有些大腦枕葉受傷的病患，無法正確唸出動物的名稱；另外有些腦傷病人雖然可以正確區辨不同的動物，但是對於回答扳手、鐵鎚或鑰匙這一類沒有生命的物體名稱卻有困難。近年來利用功能性磁共振造影 (fMRI) 的研究發現：大腦枕葉外側 (lateral occipital cortex) 對於有生命的物體有較大的血氧濃度變化 (blood oxygen-level dependent, BOLD); 而大腦枕葉梭狀回內側 (medial fusiform gyrus) 則對於無生命的物體則有較大的訊號改變。認知神經科學的研究指出：大腦對於有生命 (比如：臉孔和動物) 和無生命 (比如：工具和房屋) 這兩種不同類別物體概念的訊息處理似乎並不相同 (University of Rochester, 2009, August 14)。但也有學者反對上述的論點，許多科學家質疑，大腦其實並沒有對「有生命」和「無生命」的物體特別分化出兩種不同的神經迴路，這兩種類別之所以有不同處理模式，可能是因為有生命的物體之間有共同的視覺相似度 (動物有腳、狀似圓形的身軀)，而無生命則多和物體的可操作性有關 (如何使用特定工具)。因此，科學家推測，視覺經驗的有無，以及在成長過程中利用圖畫或照片這些視覺訊息作為學習材料的多寡，會影響到我們如何習得有生命和無生命的物體概念。

此外，部份大腦枕葉受傷的病患，其臨床的症狀尚有：在行動上無法辨識車子的來速、樓梯的深度、手眼協調或視動協調差、甚至無法閃避前方障礙物等現象 (van Der Velde, & de Kamps, 2001; Shabbott, & Sainburg, 2010)。背流則被視為提供空間位

置、大小、形狀等重要資訊、以做出適當動作反應的視覺處理過程；部分研究並發現，當個體處理單純物體視覺任務時，除了腹流外，與背流有關的頂葉區亦有所活化(Rao, Zhou, Zhuo, et al., 2003)。由此可知，視覺皮質背側流與腹側流所負責的視覺辨識與視覺行為並不能完全的被分離。

整體而言，視覺皮質損傷的學生或病患會有視覺反應差或沒有反應，部份有正常的瞳孔反應和正常的眼部檢查(Jackel, et al., 2010)、視力不穩定 (variable vision)，尤其在疲勞或生理狀態不佳的時候視力更差(Whiting, et al., 1985; Morse, 1990)、深度知覺 (depth perception) 或判斷遠近距離的能力差甚至是零或無、眼動不協調、比較容易發現動態的東西或無法追視快速移動的物體(Jan, Groenvel, Sykanda & Hoyt, 1987)、視野 (field of view) 限制(Alexander, 1990)、眩光困難、畏光 (photophobia)、顏色 (尤其是黃色與紅色) 對比色是很重要的，且辨別物體顏色比辨別物體形狀容易(Jan, Groenvel, Sykanda & Hoyt, 1987; Groenvel, Jan, & Leader, 1990)、注意力不集中(Alexander, 1990; 林鈺宇、張文典、洪福源，2011)、對新的事務辨識困難、放大字體與簡單或間隔大的文字較容易閱讀、對於複雜背景的環境有辨識上的困難、注視 (fixation or eye contact) 困難、手眼協調困難(Children's Hospital Boston, 2011; Newcomb, Sandra, 2010)等特徵；僅有極少數的視覺皮質損傷患者有所謂盲視 (Blindsight) 的存在 (聯合報，2008)。

整合上述文獻，CVI的學生或病患，依其視覺辨識的特質，可以簡單的分為下列三類 (McKeefry and Zeki, 1997; Peuskens et al., 2004)：

(一) 腹側流傳導障礙：

此一類障礙乃是大腦將視覺資訊從枕葉繼續送往顳葉分析時，才能進一步解碼，讓我們知道物體的形狀及顏色等重要特性。如果枕葉正常，但顳葉有病變，病人雖然仍然看得到東西，卻有可能無法分辨物體是圓是扁；或者無法知道樹上芒果成熟了沒，(許雅雯、蔡佳良，2009)。

(二) 背側流傳導障礙

枕葉將視覺訊息送往大腦頂葉，讓腦部知道物體與我們的相對空間關係，稱為「視覺空間」功能。這項功能，與我們的肢體運動密切關聯，常在潛意識下運作。頂葉有病變，病人雖然看得到東西，但當須要作肢體動作反應，往往無法完美配合，就如本病例所呈現的症狀。如「視覺空間功能異常」或對物體的形狀、顏色、動靜狀態等(Shabbott, & Sainburg, 2010)。

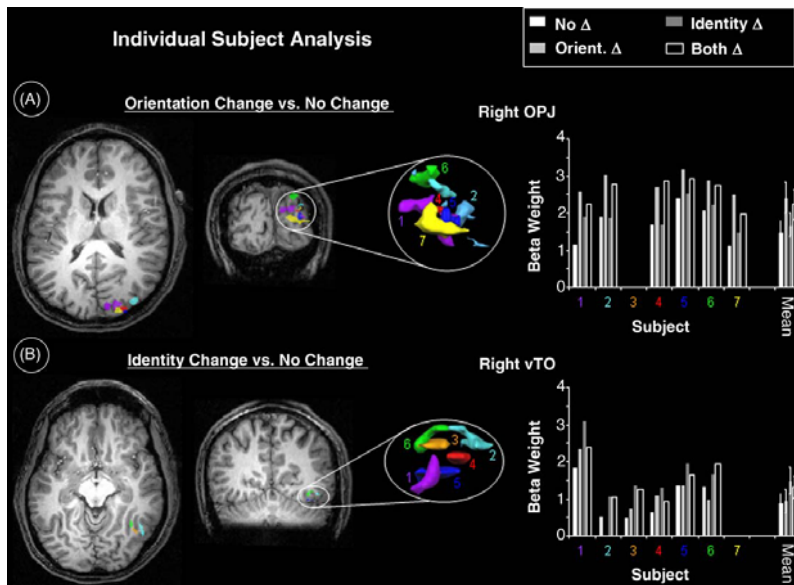
(三) 綜合型障礙

綜合型障礙也就是上述前兩類障礙的病徵同時出現，此一類的患者合併腹側流傳導障礙與背側流傳導障礙的病徵，在教學與復健的過程中，較前兩類的學生更為困難 (王方伶、孟令夫、杜婉茹，2008)。

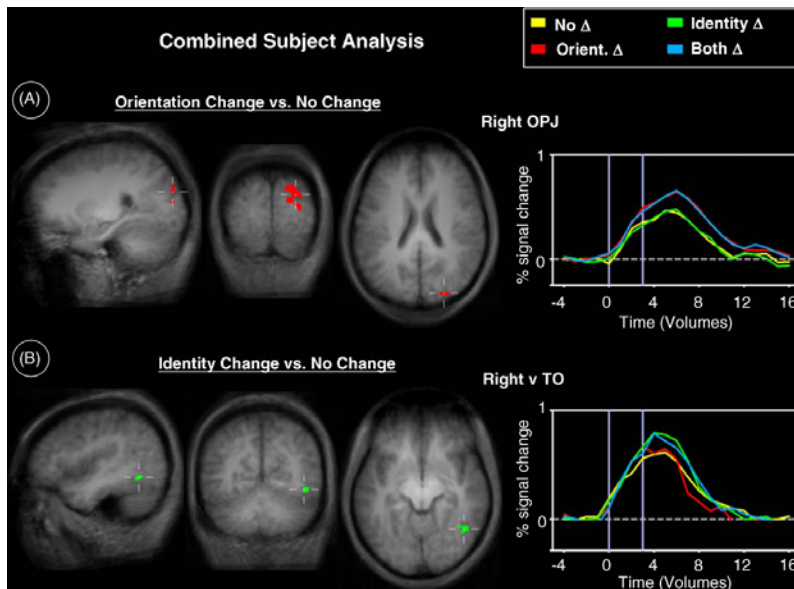
二、核磁造影在視覺皮質的分析

功能性核磁共振造影(functional magnetic resonance imaging)，簡稱fMRI，是以腦部神經活動產生的局部血流量變化為基礎的造影技術，藉此觀察進行認知作業時活化的腦部區域。活化區域的血流量增加，超過了氧的消耗量，使得血液中去氧血紅素(deoxyhemoglobin, dHb)的比例降低，由於去氧血紅素是順磁性(paramagnetic)物質，會干擾局部磁場，去氧血紅素比例的減少，可使影像強度增強，因此去氧血紅素有時被稱為內生性的對比增強劑(endogenous contrast enhancing agent)，且是fMRI訊號的來源，是為fMRI 技術的生理基礎。

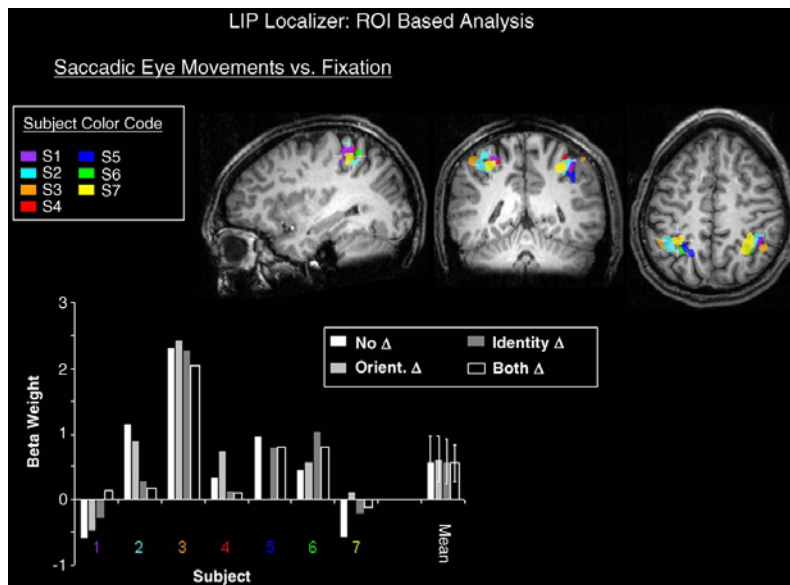
功能性核磁共振造影可提供較佳的解剖解析度，利用外在磁場來對皮質進行非侵入性的電刺激。用此技術就能決定執行某心智任務時，究竟是腦皮質的哪一部位在參與活動。而使用 fMRI 來測量人類初級視覺皮質的反應在近幾年來已被廣泛應用 (Engel Stephen, Rumelhart David, Wandell Brian et al., 1994)。而本研究計畫中要鑑別的腹側流傳導與背側流傳導路徑的差異已在過往的研究中被明確的辨認 (Jody C. Culham, Stacey L. Danckert et al., 2003; Kenneth F. Valyear, Jody C. Culham, Nadder Sharif et al., 2006)。如圖一至圖三；也就是透過核磁造影的結果，用以判別視覺皮質損傷學生的皮質層與路徑反應，藉此判斷其優勢學習能力所在，同時利用其優勢能力進行學習。



圖一 單一個案視覺皮質辨識
 (A) 方向改變辨識之 fMRI 造影
 (B) 物體辨識之 fMRI 造影
 資料來源：Valyear, et al., 2006



圖二 視覺皮質辨識
 (A) 方向改變辨識之 fMRI 造影
 (B) 物體辨識之 fMRI 造影
 資料來源：Valyear, et al., 2006



圖三 掃視眼動與注視之 fMRI 造影
資料來源：Valyear, et al., 2006

三、優勢學習能力之課程本位評量 (視覺皮質損傷學生之教學策略)

(一) 優勢學習能力

依特殊教育法 (2009) 的立法目的：「為使身心障礙及資賦優異之國民，均有接受適性教育之權利，充分發展身心潛能，培養健全人格，增進服務社會能力，特制定本法」中的充分發展身心潛能一項，對應在身心障礙學生個別化教育計畫 (IEP) 中的設計原則 (特殊教育法施行細則，2012)，學生之教學目標應以其能力現況進行設計，其中評量學生的優勢能力衍然成為教學目標訂定時的重要依據。視覺皮質損傷的學生在其學習上因為皮質層受損或發育不全的部位不同或者是程度不一，每位學生的優弱勢能力也有很大的差異，因此分析視覺皮質損傷學生的學習特質並找出其優勢學習能力乃本研究的重點工作之一。何世芸 (2012) 認為 CVI 學生在學習方面具有下列幾項特質：

1. 視覺記憶與視覺辨識能力差
2. 無法同時使用聽覺和視覺
3. 在文字的學習方面異質性高，有的學生可用大字書學習，有的學生甚至需要點字書、盲用電腦、或自動閱讀機等全盲的輔具的協助、
4. 語言能力差異頗大
5. 過度刺激反造成行為退怯或是視覺注意力過短
6. 因眼動問題而導致的閱讀困難。

根據其學習的特質，莊素貞 (2000) 認為簡化認知物的背景或降低視覺刺激量可避免“視覺超載” (Croenveld, Jan, & Leader,1990; Morse, 1990)的教學環境是比較恰當的；而Jackel, et al. (2010)彙整CVI學生的教學策略有下列幾點：

1. 需對新的事物反覆不斷練習，並簡化學習新事物的步驟
2. 注意CVI學生最理想的視覺反應狀態，如視野、光線、顏色及形狀、背景與對比
3. 東西呈現及環境都要簡單、固定，顏色要鮮豔
4. 配合其他感官系統協助CVI學生學習，如聽覺與觸覺的線索、口頭的提示等
5. 專業團隊介入和合作的重要(Newcomb, Sandra, 2010)
6. 早期療育的重要性(Lueck et al., 1999)

(二) 課程本位測量

課程本位評量 (Curriculum based assessment, 簡稱CBA) 是一種整合課程、教學與測驗的非標準化評量，由教師在教學過程中，以實際課程內容為基礎編擬而成之評量，主要是藉由高內容效度 (content validity) 簡單易行的經常性測驗，作為教師及時評估學生學習困難及補救教學方向的評量模式 (Jones, 1998 ; Gickling & Thompson, 1985)。CBA的定義為任何一種用直接觀察和直接紀錄學生在課程表現的過程，可做為教師教學決定的依據。

而課程本位測量 (Curriculum-based Measurement , CBM) 是課程本位評量的一種方法 (Curriculum-based assessment , CBA)。CBM著重於評量的熟練度，且是一種標準化的系統，用來督導學生的學業成長，並改善教師的教學方案。課程本位測量是一個學科基本能力的動態偵測者(Deno, 1985)，其鎖定學生某些特定能力的瞭解，並以高頻率、經常性的評量來隨時掌握學生的學習狀況。其具有 為一形成性評量，可用來瞭解學生的學習發展狀況； 為一非診斷性測驗； 提出區域性常模(local norms)的理念和作法； 只計算正確度； 強調熟練度或流暢性；評量結果皆有數據資料，可據以建立學生的學習目標和評估教學成效等。CBM的過程包括三個步驟：1. 決定學生的學期課程目標。2. 先使用一種診療性的測量系統，採集課程課本，製成測驗，再定期實施能代表學期課程的短測驗。3. 使用此評量結果來督導學生進步的成果。其特色有可以直接觀察學生、施測時間短、經常且重複性的評量、將學生的進步情形做成圖表，使之視覺化、適合輕、中度特殊兒童使用。CBM的設計結構，含基準線 (base line) 與教學介入方案 (intervention)，可用於單一受試實驗中A-B的設計。本研究採用CBM的設計結構進行。

在本研究中，研究者擬以研究對象年級與其圖形辨識的程度為其課程本位學習主要依據，採集適合研究對象的年級與其數學程度之數學課本與習作為教材，再依其優

勢能力與功能性視覺的評估結果，設計十次的教學介入與教材，並訂定整個研究教學的目標；在每次教學過程中，隨時記錄並觀察其數學科圖形的辨識狀況，並依其狀況調整其課程內容、教學方法與教材教具設計，同時於每次教學中評量研究對象的進步情形並做成圖表。

參、研究方法

本研究採用單一受試研究法 (single subject research) 跨受試多探試之實驗設計 (multiple probe design across subjects) 進行，企圖瞭解視覺皮質損傷學生在數學科圖形辨識的能力，研究以課程本位教學及評量的方法進行，並以單一受試研究方法記錄分析其學習的成效。以下擬就研究設計、研究對象、研究工具、研究之時程及資料處理與分析等項目分別說明。

一、研究設計

本研究採用單一受試跨受試多探試之實驗設計進行，本研究擬採用單一受試研究法的原因為：

(一) 本研究的研究對象是視覺皮質損傷之學生，學生雖然出現率低但卻具有非常高的異質性(Parker, Grimmett, Summers, & Sharon, 2008)，不易取得適合的大樣本。

(二) 由於視覺皮質損傷學生的學習特質各有不同，教學策略亦會隨著其優勢能力的不同而有所差異，因此研究必須採個別化之教學實驗設計，不適用於大班教學或同一類教學法進行。

(三) 視覺皮質損傷學生的個別差異大，採取大樣本的研究設計方法，無法適當敘述學生個別獨特的表現，同時也無法呈現出個體在教學實驗過程中的變化。單一受試研究法則可將個體表現的變化過程逐一呈現。

(四) 研究採多探試設計及基於教學倫理的考量，可避免學生在冗長的基線期評量中，一再評量受試者無法達到的行為，以減低學生學習的挫折感。

(五) 因為單一受試跨受試多探試設計的特點在於，此研究法適用於教師評量教學行為方案實施的結果，每一次的教學設計具有相當的彈性，除可展現良好的實驗控制外，亦可系統性的操弄變項，與一般教學活動相容。且單一受試多探試設計可對未開始介入之行為的基線資料進行間斷的探試(與基線相同的試驗)，這些探試可能分散於教學時段中或跨觀察時段中進行，以提供研究者有用的資料，作為評量學生是否比教學前呈現進步狀態的依據 (杜正治，2004)。

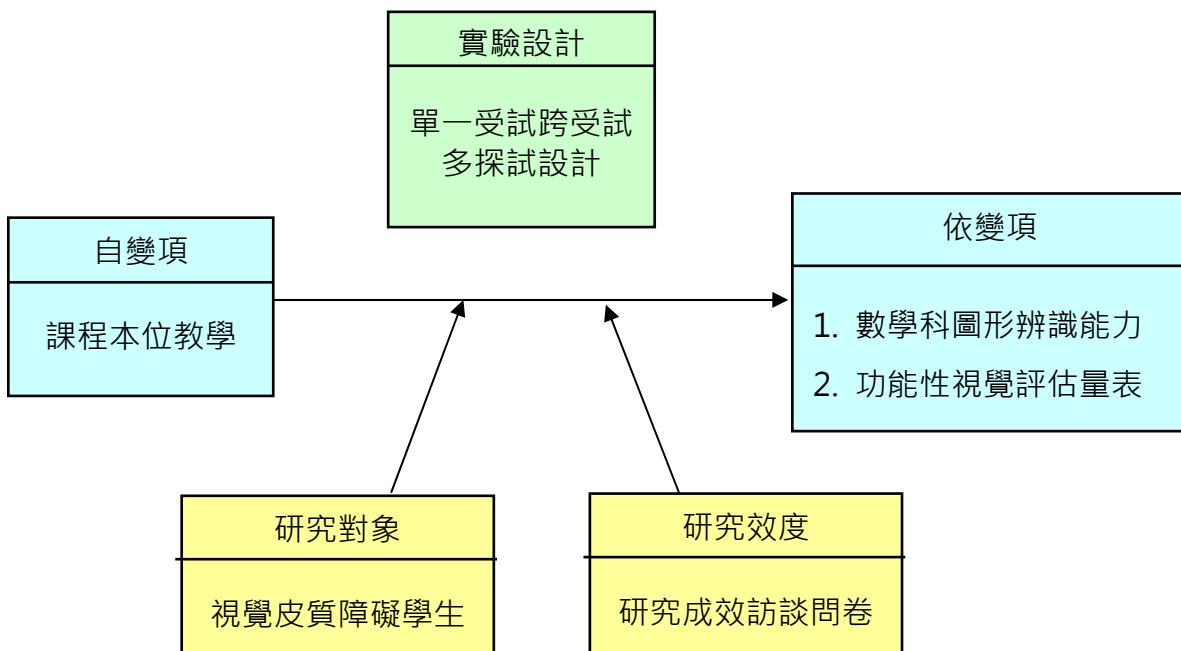
本研究以核磁造影數據分析，對視覺皮質損傷學生優勢能力進行判定，用以評定其教學介入的方法。而研究設計以課程本位教學為自變項，而以學生的「數學科圖形辨識能力」與「視覺皮質損傷學生功能性視覺評估量表」的測量結果為依變項，同時在整個教學及評量後，以「研究成效訪談問卷」訪談家長及教師對整個研究意見，以做為本研究之研究效度分析。實際的研究設計內容如下圖四，研究流程如下圖五所示。

自變項：課程本位教學

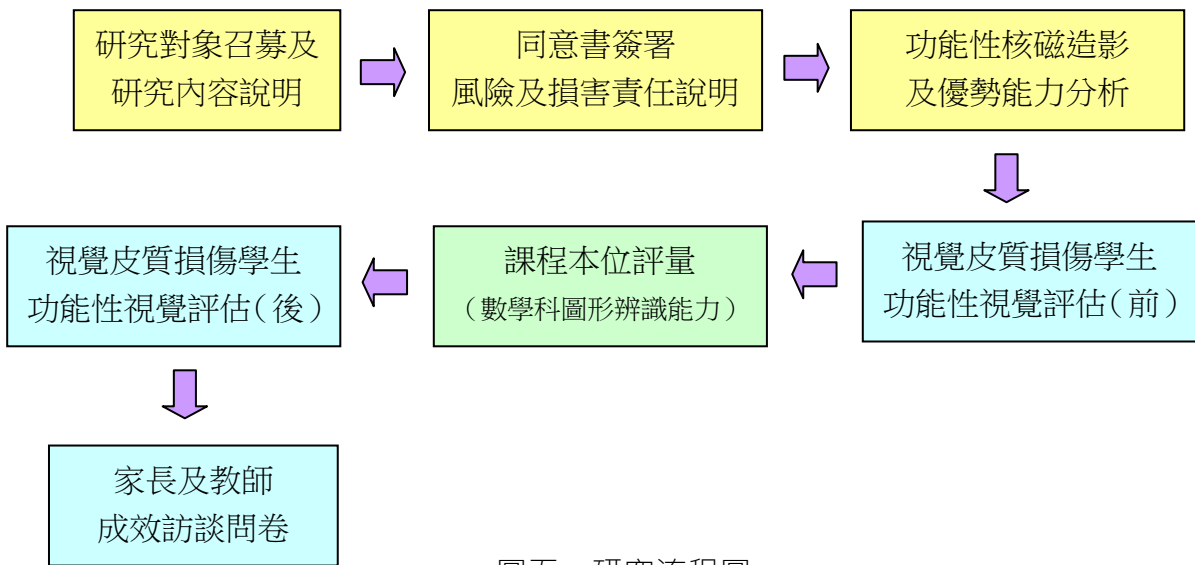
依變項：(1) 數學科圖形辨識能力

(2) 視覺皮質損傷學生功能性視覺評估量表

研究效度：研究成效訪談問卷



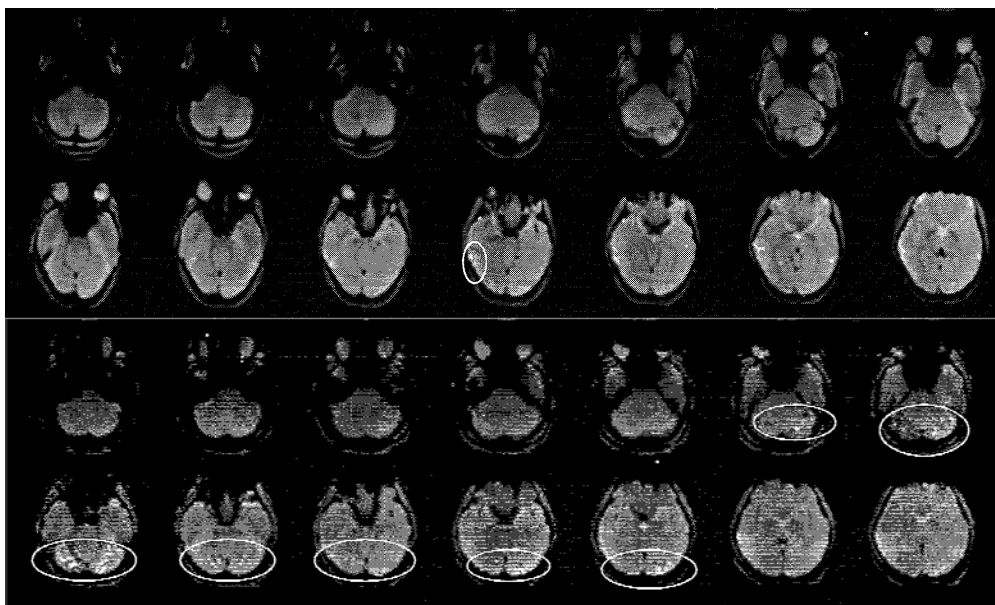
圖四 研究設計圖



圖五 研究流程圖

二、研究對象

本研究預計以三位視覺皮質損傷的學生為研究對象，研究已通過中山醫學大學人體試驗委員會審查（計畫編號 CS12254）。學生來源乃由縣市特殊教育中心或特殊教育學校招募，願意對本研究有進一步了解的家長或學生，可由特殊教育中心與特殊教育學校的對口聯絡人員轉知，並由本研究之研究人員主動聯絡並說明研究目的、過程與方法、可預期的風險、賠償責任、與獎勵參與的措施等。收案後，研究對象的視覺皮質損傷狀況，以前述的分類有一位為綜合型 CVI，一位背側流 CVI，一位則為腹側流 CVI（核磁造影如下圖六所示）。



圖六 個案核磁造影分析圖

因研究涉及數學科圖形之教學，因此研究對象尚有下列幾點限制（排除條件）：

- （一）未有其他顯著障礙者，如一般視覺障礙、重度聽覺障礙、嚴重認知功能障礙、或學習障礙者；
- （二）具備數學科課程學習的能力；
- （三）能配合核磁造影的過程與研究教學、記錄者；
- （四）核磁造影之數據分析結果顯著可明確判讀其優弱勢能力者；
- （五）除家長與本人同意參與外，須校內教師同意本研究進行教學介入者。

此外，依鄭靜瑩等人在 2012 年的研究顯示，部份視覺皮質損傷的學生可以進行一般屈光矯正，並提昇其最佳矯正視力。以該研究中其中一位視覺皮質損傷的學生為例，在同一天同一視覺環境下，該名學生的裸視視力值為 0.04，當時的配鏡視力是 0.06，而其最佳矯正視力可達 0.1。因此在研究進行前，基本的驗光與屈光矯正是必須進行的。

三、研究工具

（一）核磁造影數據獲取

本研究將使用中山醫學大學附設醫院之 SIEMENS Magnetom Sonata 1.5T 掃描儀，以 8 通道陣列頭部線圈（8-channel phase-array head coil）進行影像資訊收集。為降低受試者頭部動作對造影結果的干擾，將利用海綿墊與貼布限制個案頭部動作，同時，採用一後續動作校正軟體：統計參數圖譜分析法（Statistical Parametric Mapping, SPM5 [Wellcome Department of Cognitive Neurology]），使受測者頭部的動作對造影結果的判讀誤差降到最低。

核磁造影掃描程序乃先進行 T2 權重型自旋解剖之影像掃描，這些影像具有二種功能：（1）確認功能性造影前的位置選擇是否合適；（2）判斷功能性活化與解剖構造的關聯。在進行功能性造影後的資料分析時，需將功能性影像與解剖影像進行對位，以確認活化的立體像素（voxel）位置所代表之解剖構造。此外，將採用 T1 加權三維磁化強度預備回波序列（T1WI-3D-MP RAGE）獲得高解析度 T1 權重型磁振造影，以標準化大腦影像。如當參數設定在 TR 為 500 毫秒及最小 TE 值時，功能性掃描在某些結構的造影有重疊的話，則可明顯發現有被活化的映像點（pixels）。接著以 T2 敏感之梯度回波平面造影技術（Echo Planar Imaging, EPI）進行功能性造影。脈衝序列（pulse sequence）的建立，可隨著從實驗的長度到取樣的間隔計算，使造影

過程中獲得滿意的連序影像。本研究採用回波平面造影脈衝序列的參數為單次全平面採集 (one-interleave, single shot) 最短的平面重複時間 (TR = 2000ms/slice), 視窗大小 (field of view) 為 240×240mm, 可獲得 25 張造影資料, 涵蓋全腦皮質及小腦。

(二) 研究說明書及家長 / 監護人及本人同意書

說明書與家長同意書之內容除說明本研究之動機與目的外, 更強調本所進行的檢查不具危險與傷害, 同時承諾傷害之賠償與責任歸屬。同意書中亦明確強調家長及學生本人具有選擇不參加或中途放棄的權利。

(三) 視覺皮質損傷學生功能性視覺評估量表

本量表乃參考國內外文獻與 Roman-Lantzy(2007)所設計的視覺皮質損傷學童評估指標所設計, 內容包括四大向度, 分別為視力值、視野、視覺認知能力、與其他功能性視覺觀察。其中視力值與視野兩個向度不予計分, 僅提供臨床人員與教師、家長在教學時的參考; 而在視覺認知能力方面, 本量表以四點量表計算, 依學生在視覺認知的表現分為「正確 4 分」、「遲疑但正確 3 分」、「遲疑, 偶爾正確 2 分」、「困難或無法達成 1 分」, 分數愈高代表該項能力愈佳; 此外, 其他功能性視覺觀察一向度中, 量表內容亦以三點量表計分, 最高分為 3 分, 最低分為 1 分。研究除計算學生在各個題項的進步情形外, 亦同時分析兩個不同向度的進步情形。本研究之研究對象在課程介入前, 研究人員先以「視覺皮質損傷學生功能視覺評估量表」評估學生之功能性視覺能力, 一方面可與核磁造影的數據分析結果做一對照, 另一方面則可做為課程設計的參考。量表內容如附件一所示。視覺皮質損傷學生之功能性視覺評估量表與核磁造影的結果對應, 有不錯的敏感性.871 及特異性.824。

(四) 數學圖形辨識能力評估量表

數學圖形辨識能力評估量表乃以課程本位測量的方式進行, 每一位學生的依其能力、年級及程度的不同, 其評估的指標項目亦有所不同, 但評估計分的方式均為達到指標能力的次數或達成的百分比。依此計算學生在不同階段、不同時間點圖形辨識之學習成效。量表內容範例如附件二所示。

(五) 成效訪談問卷 (家長及教師填寫)

本問卷以量化與訪談的方式同時進行, 除以四點量表的方式, 請教家長及班級導師在教學與評量過程的意見外, 為使研究獲得更多資訊並使研究獲得改善的空間, 研

究者同時以半開放性的問題訪談學生的家長及班級教師，以做為未來進一步研究及教學的參考。量表內容範例如附件三所示。

四、研究時程與干特圖

本研究預計以二年的時間完成，因視覺皮質損傷學生出現率極低，且研究涉及核磁造影等醫療器材的使用，在個案的招募上需花費較長的時間，同時必須排除無法進行核磁造影或核磁造影分析結果不顯著之個案。此外，不同學生的課程設計討論，以及課程本位教學與評量亦需要長時間的介入、記錄、與觀察方可完成。因此設計以二年的時間完成本研究。相關的研究干特圖如下：

	102 8-9	102 10-12	103 1-2	103 3-4	103 5-6	103 7-8	103 9-10	103 11-12	104 1-2	104 3-4
個案招募與研究說明	■	■	■							
核磁造影數據分析及收案確定		■	■	■						
優勢學習能力課程設計			■	■	■	■	■			
課程介入、教學、記錄與觀察					■	■	■	■		
數據分析與報告撰寫								■	■	■

五、資料的處理與分析

(一) 資料蒐集方式

本研究透過研究工具所蒐集的資料，包括(1)核磁共振分析圖及數據；(2) 視覺皮質損傷學生功能性視覺評估量表；(3)數學科圖形辨識能力量表；以及(3)成效訪談問卷（家長與教師）等四項。其中在學生課程本位學習的結果，研究者以「數學科圖形辨識能力量表」以紀錄次數的方式進行，學生在進行圖形辨識時，由研究者與觀察者依圖形辨識之步驟一一評量，並根據評估過程中的提示程度與辨識時間記錄受試者每一步驟之得分，最後將評量結果中各步驟之得分相加，再除以評量總分（所有步驟數×最高得分），再乘上100%，所得分數即是該次評量得分百分比，而評量標準為80%。

完成評量後，再於「觀察記錄」欄以文字記錄受試者之特殊行為表現。

(二) 觀察者間一致性

本研究以研究者為主要觀察者，而為避免主觀因素影響評量結果，邀請另一位觀察者共同進行觀察記錄，因此需考驗觀察者間之一致性。本研究邀請特殊教育教學經驗十年左右的老師擔任另一位觀察者，且該名教師亦曾有教室觀察與記錄之經驗。進行觀察者間一致性信度考驗時，分別抽取學生於基線期、介入期、保留期及類化情境之總資料點數的25%評量結果，作為信度之考驗。而觀察者間一致性信度之平均數基線期為____%，介入期為____%，保留期為____%，類化情境為____%，總平均數則為____%。

(三) 資料分析

本研究依蒐集到的資料可簡單的分為量化資料分析與質性資料分析兩大部份。量化資料分析除核磁造影、視覺皮質損傷學生功能視覺評估量表的前後得分數據、以及成效訪談量表的四點量表外，比較重要的即是學生課程本位教學的數學科圖形辨識力量表得分；該量表以圖表之目視分析 (Tawney, & Gast, 1984) 法，此為本研究學生學習成果之主要分析方法。其次則為質性資料分析，包含觀察之文字記錄分析以及研究效度分析等。以下就量化資料及質性資料的分析方法分別說明如下：

1. 量化資料分析

(1) 核磁造影數據分析

本研究先進行 T2 權重型自旋解剖之影像掃描。這些影像具有二種功能：(1) 確認功能性造影前的位置選擇是否合適。(2) 判斷功能性活化與解剖構造的關聯，在進行功能性造影後的資料分析時，需將功能性影像與解剖影像進行對位，以確認活化的立體像素 (voxel) 位置所代表之解剖構造。此外，將採用 T1 加權三維磁化強度預備回波序列 (T1WI-3D-MP RAGE) 獲得高解析度 T1 權重型磁振造影，以標準化大腦影像。如當參數設定在 TR 為 500 毫秒及最小 TE 值時，功能性掃描在某些結構的造影有重疊的話，則可明顯發現有被活化的映像點 (pixels)。接著以 T2 敏感之梯度回波平面造影技術 (Echo Planar Imaging, EPI) 進行功能性造影。脈衝序列 (pulse sequence) 的建立，可隨著從實驗的長度到取樣的間隔計算，使造影過程中獲得滿意的連序影像。本研究採用回波平面造影脈衝序列的參數為單次全平面採集

(one-interleave, single shot) 最短的平面重複時間 (TR = 2000ms/slice)，視窗大小 (field of view) 為 240×240mm，可獲得 25 張造影資料，涵蓋全腦皮質及小腦。

(2) 視覺皮質損傷學生功能視覺評估量表的前後得分數據分析

本研究之研究對象在課程介入前，研究人員先以「視覺皮質損傷學生功能視覺評估量表」評估學生之功能性視覺能力，一方面可與核磁造影的數據分析結果做一對照，另一方面則可做為課程設計的參考。本量表在整個實驗教學結束後將再進行一次評估，學生的前後測得分將以SPSS-18 package (IBM, Armount, NY)進行分析。因考量實驗組與控制組的樣本人數太少，研究選擇以「無參數 (或無母數)」(nonparametric tests) Wilcoxon test (2 related samples) 針對兩次功能視覺評估的結果進行改變的顯著性考驗，並將考驗時的顯著水準值設為 .001，檢視研究對象在研究前後功能性視覺能力的改變。

(3) 視覺分析法 (visual analysis)

本研究資料是以圖表資料的視覺分析法和簡化時間系列分析的C統計來分析實驗結果。視覺分析是根據各曲線圖整理出各階段 (基線期階段、處理期階段及保留期階段) 內及階段間變化摘要表，圖表資料的視覺分析是應用行為分析家常用的資料分析策略，它可以決定資料點間是否有趨勢存在，有助於對研究結果做獨立的分析與解釋。研究者將受試者每一次評量後的表現資料，以百分比的方式，分別描點，再繪成曲線圖。資料分析包含階段內與階段間的資料趨向、穩定水準、重疊百分比等分析 (杜正治譯，2004)。本研究使用中分法 (split middle method) 得到各個階段的趨勢 (trend)，並計算出階段內趨勢穩定性、趨勢內資料路徑、水準穩定性與範圍、水準的變化以及階段平均值。運用視覺分析並依據上述點繪而成的曲線圖，可看出每位研究對在接受教學後，其數學科圖形辨識量表的得分是否呈現上升趨勢；此外，研究同時觀察進入最後保留階段後受試者數學科圖形辨識量表的得分是否仍呈穩定趨勢，以證明此介入策略的穩定程度。

而簡化時間系列分析法C統計乃用以輔助說明視覺分析結果，以考驗各階段內及相鄰階段間資料點的變化趨勢是否達顯著水準。經C統計分析處理，若階段內的Z值未達 $p < .05$ 的顯著水準，則表示受試者在階段內的閱讀理解能力表現呈穩定的趨勢；基線期和介入期合併後的Z值若達 $p < .05$ 的顯著水準，可以得知實驗處理效果達統計顯著性；介入期與保留期合併後的Z值，則可以看出處理效果是否具維持效果 (Tryon, 1982)。

2. 質性資料分析

本研究的質性資料分為研究過程中的觀察文字記錄與教學實驗結果後的成效訪談兩部份。以下分別說明：

(1) 觀察文字記錄

觀察之文字記錄乃在分析研究者與觀察者於教學及評量過程中，研究對象的特殊行為表現，並以文字記載於「數學科圖形辨識量表」之觀察記錄欄，以作為觀察之文字記錄分析資料之用。

(2) 成效訪談問卷

為瞭解整個研究的介入成效，研究於結束教學後訪談研究對象之班級導師及家長，瞭解本研究對研究對象圖形辨識學習之成效，同時並藉以了解家長與班級導師對本研究歷程的意見，此一訪談結果將用以作為本研究之研究效度分析資料。

相關的質性資料在教學當下或是訪談結束後，研究者趁印象尚深刻時，立即將訪談錄音檔親自轉寫為逐字稿，並於逐字稿完成後，一邊聽錄音檔一邊核對逐字稿，以增補疏漏之處，並寫下有疑問或待進一步了解的問題。待觀察記錄與訪談文字稿校正確定，研究者則進行編碼與資料驗證的工作。

肆、研究結果

本研究採用單一受試研究法 (single subject research) 跨受試多探試之實驗設計 (multiple probe design across subjects) 進行，企圖瞭解視覺皮質損傷學生在數學科圖形辨識的能力，研究以課程本位教學及評量的方法進行，並以單一受試研究方法記錄分析其學習的成效，以下茲依據實驗結果進行分析與討論如下：

一、教學立即成效之單一受試曲線分析

(一) 三角形辨識

由圖 7、表 2、表 3 可看出，個案甲在進入處理期階段後，三角形辨識之正確率由 11 % 提升為 88 %，且基線與處理期的重疊百分比為 0%，可見教學處理的立即效果。表 4 之 *C* 統計考驗結果顯示，*Z* 值為 3.33，達 .01 的顯著水準，由此可知教學介入對其三角形辨識能力具有正向顯著的效果。

個案乙進入處理期後，三角形辨識正確率提高為 89 %，且基線、處理兩階段的重疊百分比為 0%，*C* 統計考驗 *Z* 值為 3.46，達 .01 的顯著水準，由此可見教學介入是對於三角形辨識具正向的效果。

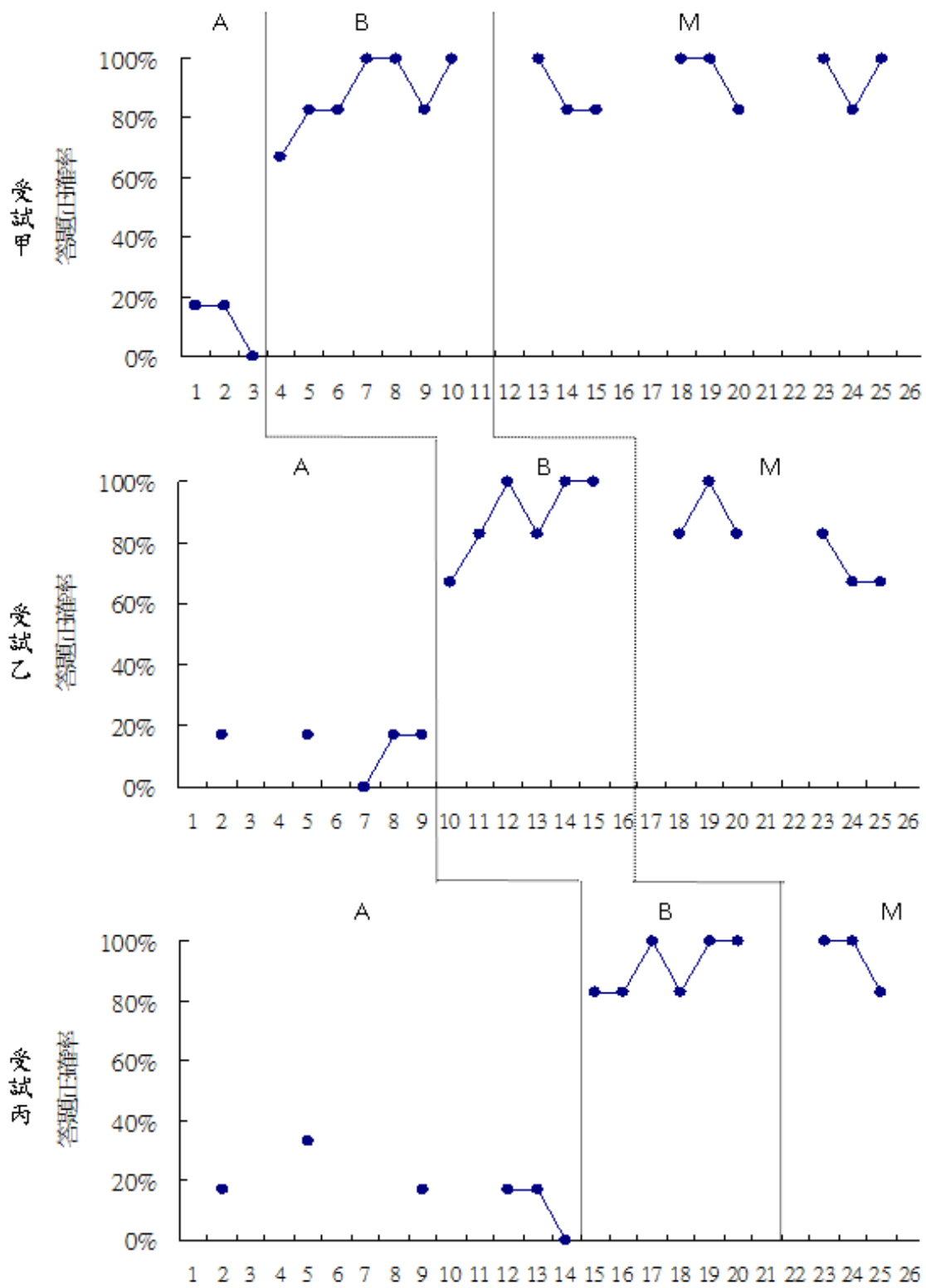
個案丙進入處理期後，三角形辨識正確率達 92 %，顯示其受到教學處理的效果所影響；基線期與處理期的重疊百分比為 0 %，*C* 統計考驗結果兩階段的 *Z* 值為 3.60，達 .01 的顯著水準，表示教學介入確實讓其三角形辨識能力有明顯的進步。

(二) 四邊形辨識

由圖 8、表 5、表 6 可得知，個案甲在進入處理期階段後，四邊形辨識正確率有明顯上升的趨勢，且水準穩定度為 100%，加上基線與處理期的重疊百分比為 0%，可見教學處理的立即效果。表 7 之基線期與處理期 *C* 統計考驗結果顯示，*Z* 值為 3.33，達 .01 的顯著水準，由此可知教學介入對其四邊形辨識能力具有正向顯著的效果。

個案乙進入處理期後，四邊形辨識正確率提高為 80 %，且基線、處理兩階段的重疊百分比為 0%，*C* 統計考驗 *Z* 值為 3.41，達 .01 的顯著水準，由此可見教學介入是非常有效的。

個案丙進入處理期後，四邊形辨識正確率達 94 %，顯示其受到教學處理的效果所影響；基線期與處理期的重疊百分比為 0 %，*C* 統計考驗結果兩階段的 *Z* 值為 3.42，達 .01 的顯著水準，表示教學介入確實讓其四邊形辨識能力有明顯的進步。



圖七 受試者「三角形辨識」學習成效曲線

表 2 受試者「三角形辨識」學習成效之階段內目視分析結果摘要表

階段順序	基線期(A)			處理期(B)			保留期(M)		
	受試者	甲	乙	丙	甲	乙	丙	甲	乙
評量點數	3	5	6	7	6	6	9	6	3
趨勢走向	\ (-)	— (-)	\ (-)	/ (+)	/ (+)	/ (+)	— (+)	\ (-)	\ (-)
趨勢穩定度	100%	100%	83%	86%	80%	100%	100%	83%	100%
	穩定	穩定	穩定	穩定	穩定	穩定	穩定	穩定	穩定
平均水準	11	14	17	88	89	92	92	79	94
水準範圍	0-17	0-17	0-33	67-100	0.67-1	83-100	83-100	67-100	83-100
水準穩定度	67%	80%	67%	43%	33%	100%	100%	50%	67%
水準變化	17-0	17-17	17-0	83-100	67-100	83-100	100-94	83-67	100-83
	(- 17)	(+ 0)	(- 17)	(+ 17)	(+ 33)	(+ 17)	(- 6)	(- 16)	(- 17)

表 3 受試者「三角形辨識」之階段間目視分析結果摘要表

項目	受試甲		受試乙		受試丙	
	B/A	M/B	B/A	M/B	B/A	M/B
階段比較	B/A	M/B	B/A	M/B	B/A	M/B
趨勢走向	\ (-)	/ (+)	— (-)	/ (+)	\ (-)	/ (+)
與	?	?	?	?	?	?
效果變化	/ (+)	— (+)	/ (+)	\ (-)	/ (+)	\ (-)
	正向	正向	正向	負向	正向	負向
趨勢穩定度	穩定	穩定	穩定	穩定	穩定	穩定
	到	到	到	到	到	到
	穩定	穩定	穩定	穩定	穩定	穩定
水準變化	(0-67)	(100-100)	(17-67)	(100-83)	(0-83)	(100-100)
	+ 67	+ 0	+ 50	- 17	+ 83	+ 0
重疊百分比	0%	100%	0%	100%	0%	100%

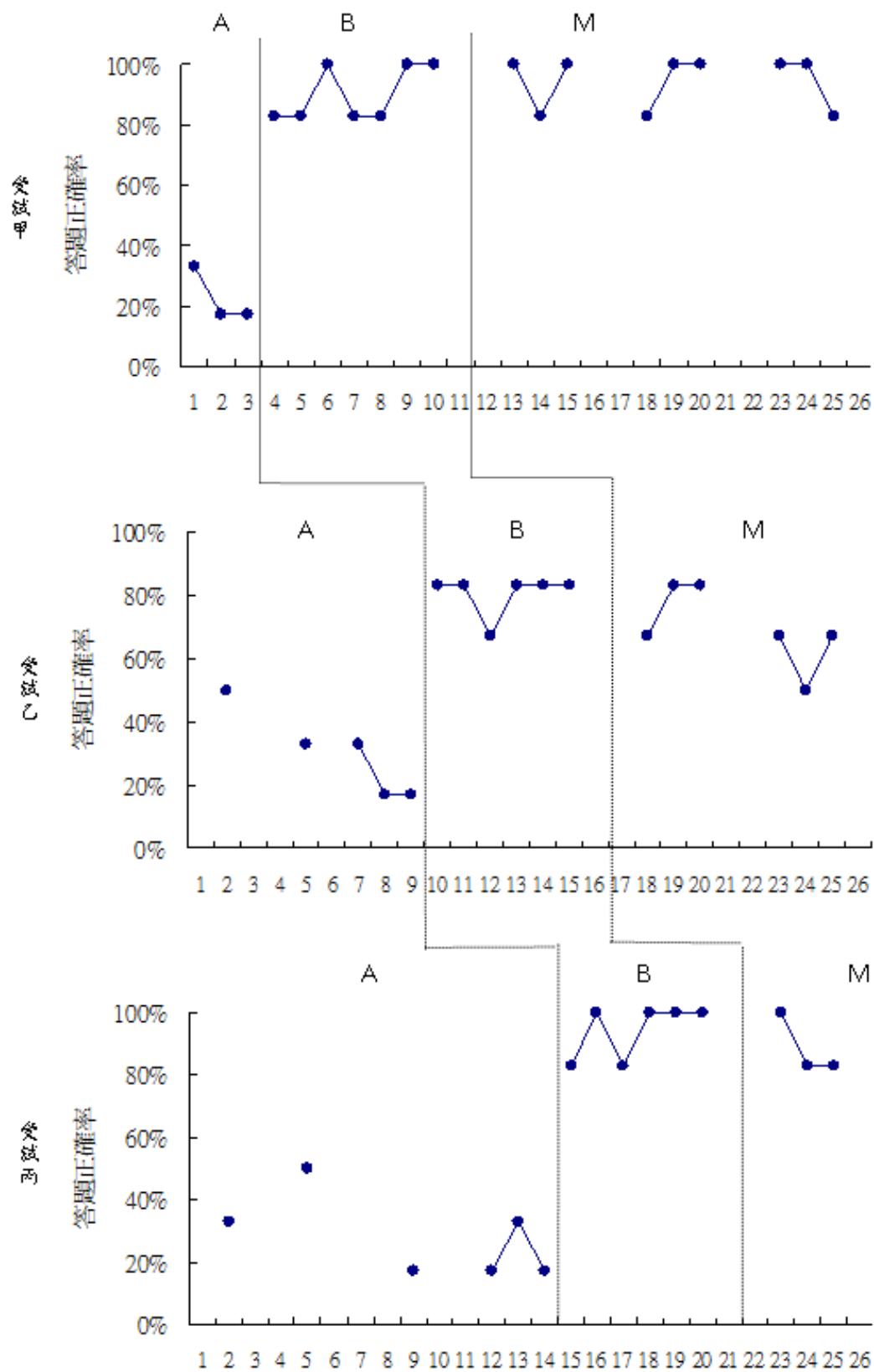
註：1.階段順序中，A 代表基線期，B 代表處理期，M 代表保留期。

2.趨勢走向中，「/」表示上升，「\」表示下降。

表 4 受試者「三角形辨識」C 統計分析摘要表

受試者	階段	M	C	SC	Z
甲	基線期 + 處理期	65	0.95	0.28	3.33**
	處理期 + 保留期	91	0.14	0.23	0.61
乙	基線期 + 處理期	55	0.95	0.27	3.46**
	處理期 + 保留期	85	0.49	0.30	1.64
丙	基線期 + 處理期	54	0.95	0.26	3.60**
	處理期 + 保留期	92	0.10	0.30	0.34

* $p < .05$ ** $p < .01$



圖八 受試者「四邊形辨識」學習成效曲線

表 5 受試者「四邊形辨識」學習成效之階段內目視分析結果摘要表

階段順序	基線期(A)			處理期(B)			保留期(M)			
	受試者	甲	乙	丙	甲	乙	丙	甲	乙	丙
評量點數	3	5	6	7	6	6	9	6	3	
趨勢走向	\ (-)	\ (-)	\ (-)	/ (+)	/ (+)	/ (+)	/ (+)	\ (-)	\ (-)	
趨勢穩定度	100%	100%	67%	100%	83%	83%	89%	67%	100%	
	穩定	穩定	不穩定	穩定	穩定	穩定	穩定	不穩定	穩定	
平均水準	22	30	28	90	80	94	94	70	89	
水準範圍	17-33	17-50	17-50	83-100	67-83	83-100	83-100	50-83	83-100	
水準穩定度	89%	40%	33%	100%	83%	67%	67%	50%	100%	
水準變化	33-17	50-17	33-17	83-100	83-83	83-100	100-83	67-67	100-83	
	(- 16)	(- 33)	(- 16)	(+ 17)	(+ 0)	(+ 17)	(- 17)	(+ 0)	(- 17)	

表 6 受試者「四邊形辨識」之階段間目視分析結果摘要表

項目	受試甲		受試乙		受試丙	
	B/A	M/B	B/A	M/B	B/A	M/B
階段比較	B/A	M/B	B/A	M/B	B/A	M/B
趨勢走向	\ (-)	/ (+)	\ (-)	/ (+)	\ (-)	/ (+)
與	?	?	?	?	?	?
效果變化	/ (+)	/ (+)	/ (+)	\ (-)	/ (+)	\ (-)
	正向	正向	正向	負向	正向	負向
趨勢穩定度	穩定	穩定	穩定	穩定	不穩定	穩定
	到	到	到	到	到	到
	穩定	穩定	穩定	不穩定	穩定	穩定
水準變化	(17-83)	(100-100)	(17-83)	(83-67)	(17-83)	(100-100)
	+66	+0	+66	-16	+66	+0
重疊百分比	0%	100%	0%	83%	0%	100%

註：1.階段順序中，A 代表基線期，B 代表處理期，M 代表保留期。

2.趨勢走向中，「/」表示上升，「\」表示下降。

表 7 受試者「四邊形辨識」C 統計分析摘要表

受試者	階段	M	C	S _C	Z
甲	基線期 + 處理期	70	0.95	0.28	3.33**
	處理期 + 保留期	93	-0.16	0.23	-0.07
乙	基線期 + 處理期	57	0.93	0.27	3.41**
	處理期 + 保留期	75	0.40	0.26	1.50
丙	基線期 + 處理期	61	0.91	0.26	3.42**
	處理期 + 保留期	92	0.10	0.30	0.34

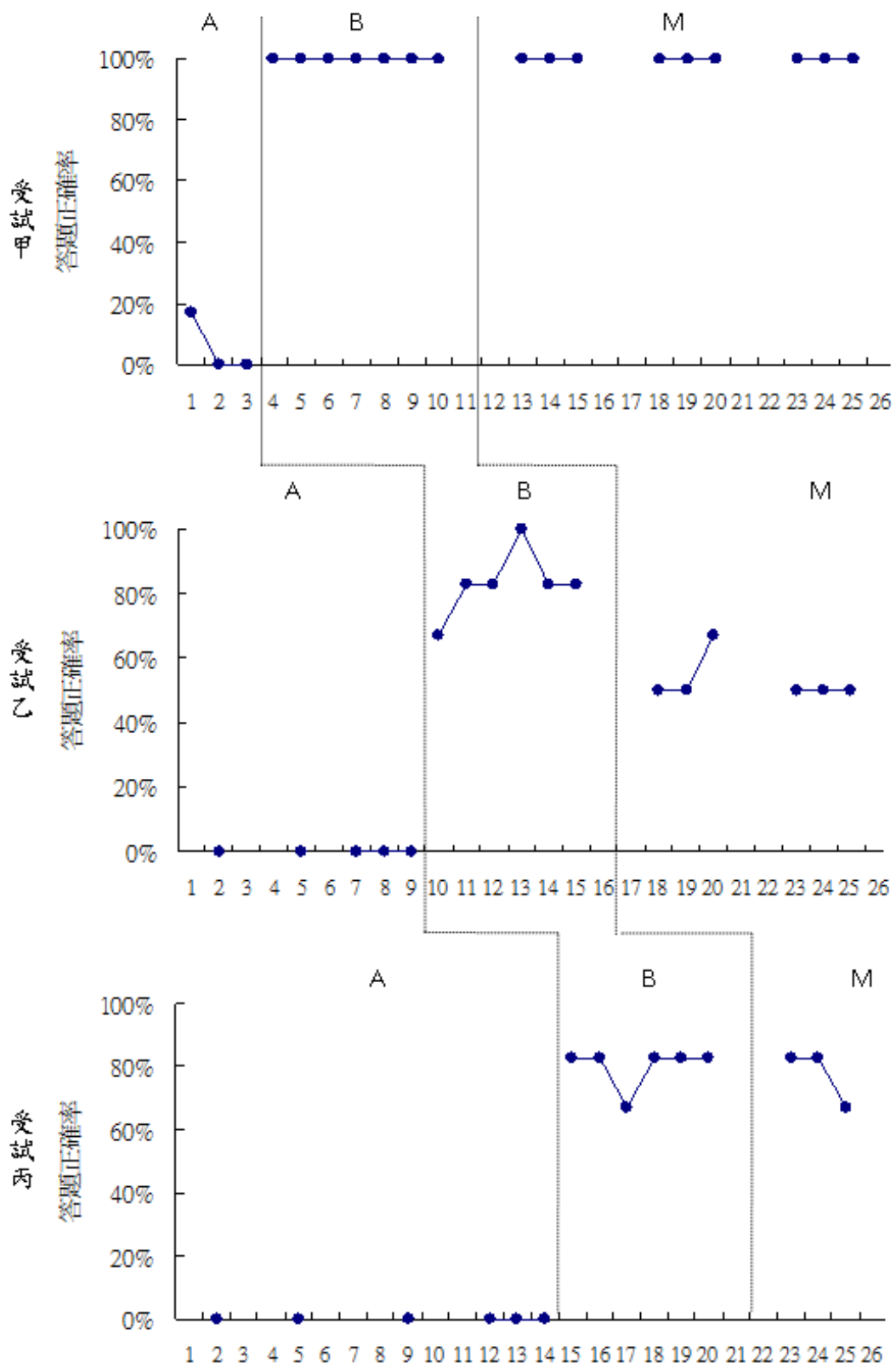
* $p < .05$ ** $p < .01$

(三) 圓形辨識

由圖 9、表 8、表 9 可看出，個案甲自基線期進入處理期後，圓形辨識正確率有明顯上升的趨勢，水準穩定度為 100%，且基線與處理期的重疊百分比為 0%，顯示教學介入對其圓形辨識具有正向的立即效果。表 10 之基線期與處理期 C 統計考驗 Z 值為 3.49 ($p < .01$)，顯示階段間達顯著差異，由此可知教學介入對其圓形辨識能力具有正向顯著的效果。

個案乙進入處理期後，圓形辨識正確率自 0% 提高為 83%，且基線、處理兩階段的重疊百分比是 0%，表 10 之 C 統計考驗 Z 值為 3.15，達 .01 的顯著水準，由此可見教學介入是具立即成效的。

個案丙自基線期進入處理期後，圓形辨識正確率提高為 80%，可見教學處理的效果，而從基線期與處理期的重疊百分比(0%)與 C 統計考驗兩階段的 Z 值($p < .01$)顯示，表示教學介入確實對受試丙的圓形辨識能力有立即的成效。



圖九 受試者「圓形辨識」學習成效曲線

表 8 受試者「圓形辨識」學習成效之階段內目視分析結果摘要表

階段順序	基線期(A)			處理期(B)			保留期(M)		
	受試者	甲	乙	丙	甲	乙	丙	甲	乙
評量點數	3	5	6	7	6	6	9	6	3
趨勢走向	\ (-)	— (-)	— (-)	— (+)	/ (+)	/ (+)	— (+)	\ (-)	\ (-)
趨勢穩定度	100%	100%	100%	100%	83%	83%	100%	100%	100%
	穩定	穩定	穩定	穩定	穩定	穩定	穩定	穩定	穩定
平均水準	6	0	0	100	83	80	100	53	78
水準範圍	0-17	0-0	0-0	100-100	67-100	67-83	100-100	50-67	67-83
水準穩定度	67%	100%	100%	100%	67%	83%	100%	83%	67%
水準變化	17-0	0-0	0-0	100-100	67-83	83-83	100-100	50-50	83-67
	(- 17)	(+ 0)	(+ 0)	(+ 0)	(+ 16)	(+ 0)	(+ 0)	(+ 0)	(- 16)

表 9 受試者「圓形辨識」之階段間目視分析結果摘要表

項目	受試甲		受試乙		受試丙	
	B/A	M/B	B/A	M/B	B/A	M/B
階段比較	B/A	M/B	B/A	M/B	B/A	M/B
趨勢走向	\ (-)	— (+)	— (-)	/ (+)	— (-)	/ (+)
與	?	?	?	?	?	?
效果變化	— (+)	— (+)	/ (+)	\ (-)	/ (+)	\ (-)
	正向	正向	正向	負向	正向	負向
趨勢穩定度	穩定	穩定	穩定	穩定	穩定	穩定
	到	到	到	到	到	到
	穩定	穩定	穩定	穩定	穩定	穩定
水準變化	(0-100)	(100-100)	(0-67)	(83-50)	(0-83)	(83-83)
	+ 100	+ 0	+ 67	- 33	+ 83	+ 0
重疊百分比	0%	100%	0%	83%	0%	100%

註：1.階段順序中，A 代表基線期，B 代表處理期，M 代表保留期。

2.趨勢走向中，「/」表示上升，「\」表示下降。

表 10 受試者「圓形辨識」C 統計分析摘要表

受試者	階段	M	C	SC	Z
甲	基線期 + 處理期	72	0.99	0.28	3.49**
	處理期 + 保留期	100	---	0.23	---
乙	基線期 + 處理期	45	0.86	0.27	3.15**
	處理期 + 保留期	68	0.80	0.26	3.03**
丙	基線期 + 處理期	40	0.99	0.26	3.73**
	處理期 + 保留期	79	0.04	0.30	0.12

* $p < .05$ ** $p < .01$ ---無法計算

二、教學保留成效之單一受試分析

(一)「三角形辨識」之保留成效

由表 2、表 3 可知，三位個案在保留階段的趨向穩定度分別為 67 %、50 % 及 100 %，其中個案甲的三角形辨識正確仍持續上升為 94 %，個案乙、丙則略為下降為 70 %、89%，然而三位個案的處理期與保留期重疊百分比皆在 80% 以上，而表 4 中合併處理期、保留期的 C 統計 Z 值各為 -0.07、1.50、0.34，皆未達 .05 統計水準。由此推測教學介入對個案者的三角形辨識能力的保留效果較不一致，僅有對個案甲具有較顯著的保留效果。

(二)「四邊形辨識」之保留成效

由表 5、表 6 可見，進入保留期時，三名個案的四邊形辨識正確率平均分別為 100 %、53 %、78 %，個案甲仍維持穩定水平趨勢，個案乙、丙則是變更為穩定下降趨勢，但處理期與保留期的重疊百分比都在 80% 以上，而合併處理期、保留期的 C 統計分析結果，除了個案乙的 Z 值達 .05 統計水準外，個案甲、丙的 Z 值皆未達 .05 統計水準。可知教學介入對三位個案四邊形辨識的保留效果不一致，對個案甲、丙較具保留效果。

(三)「圓形辨識」之保留成效

由表 8、表 9 顯示，個案甲在保留期的趨勢走向呈現穩定的水平趨勢，個案乙、丙則是穩定的下降趨勢，圓形辨識正確率平均分別為 92 %、79 %、94 %，且個案甲、丙的表現仍持續進步；三位個案在處理期與保留期的重疊百分比都是 100%，而此兩階段的 C 統計 Z 值分別為 0.61、1.64、0.34，皆未達 .05 統計水準。因此，可知教學對個案的圓形辨識能力具有保留效果，但保留效果不一致。

綜合上述，在基線階段，三名個案的「三角形辨識」、「四邊形辨識」、「圓形辨識」正確率均偏低，而在介入教學後，三名個案的評量正確率皆明顯提升，呈現穩定進步的狀態，且基線期和處理期的非重疊百分比達 100%，顯示課程本位教學結合策略教學對受試者「圖形辨識」具有立即效果。

而立即效果觀察也同時在數學圖形辨識能力評估量表與成效訪談問卷中得到相同的回饋。家長或教師在十個題項的評分，由基線期的平均數 11.50，進步到處理期的 33.83，t 考驗顯示，三位個案在教學介入後，家長與教師均認為其在整體的數學科圖形辨識上有顯著的成效 ($t = -11.807, p = .000$)。

而在保留成效方面，進入保留期後，雖然三名個案的「三角形辨識」、「四邊形

辨識」、「圓形辨識」正確率平均皆在 70% 以上，然由處理期與保留期的重疊百分比看來，三名個案在圖形辨識保留效果並不佳，尤其對個案乙而言。而保留效果的觀察也同時在數學圖形辨識能力評估量表與成效訪談問卷中得到類似的回饋。家長或教師在十個題項的評分，由處理期的平均數 33.83，回退到保留期的 20.67，t 考驗顯示，三位個案在教學策略移除後，家長與教師均認為其在整體的數學科圖形辨識上顯著的比教學介入的成效來得差($t=4.077, p=.010$)。

表 11 成效問卷描述統計表

	平均數	個數	標準差	平均數的標準誤
基線期	11.50	6	1.87	.76
處理期	33.83	6	2.99	1.22
基線期	11.50	6	1.87	.76
保留期	20.67	6	6.38	2.60
處理期	33.83	6	2.99	1.22
保留期	20.67	6	6.38	2.60

表 12 成效問卷 t 考驗統計表

	成對變數差異					t	自由度	顯著性 (雙尾)	
			平均數		差異的 95% 信賴區間				
	平均數	標準差	標準誤	下界	上界				
基線期 - 處理期	-22.33	4.63	1.89	-27.20	-17.47	-11.807	5	.000	
基線期 - 保留期	-9.17	5.74	2.34	-15.19	-3.14	-3.911	5	.011	
處理期 - 保留期	13.17	7.91	3.23	4.87	21.47	4.077	5	.010	

參考文獻

- 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。
台灣復健醫誌 2009 , 37(3) , 149-160。
- 何世芸 (2012) 。探討視覺皮質損傷的成因特徵與教學上的策略。**國小特殊教育** , 53 , 24-31。
- 杜正治譯 (J. W. Tawney, D. L. Gast 著) (2004) 。**單一受試研究法**。臺北：心理。
- 林鈺宇、張文典、洪福源(2011)。注意力的神經生理機制。**身心障礙研究** , 9 , 123-134。
- 教育部 (2009) 。**特殊教育法**。臺北：教育部。
- 教育部 (2011) 。**特殊教育法施行細則**。臺北：教育部。
- 莊素貞 (2000)。視覺皮質損傷及其在教育上的因應。**特殊教育季刊** , 74 , 15-18。
- 許雅雯、蔡佳良 (2009)。發展協調障礙孩童視知覺與視覺動作統合特性之探討。**中華心理衛生學刊**。22 (2) , 111-138。
- 曾廣文、許淑芬、關宇翔、沈秉衡 (2009)。 **眼解剖生理學**。臺中市：華格那。
- 聯合報(2008)。盲人潛意識能靠盲視繞路障。2012年11月28日取自Only Perception
http://only-perception.blogspot.com/2008/12/blog-post_4064.html
- 蔡子同 (2011.06.01)。看得到卻抓不到--談腦部病變症狀。2012年9月27日取自
http://history.n.yam.com/cht_health/healthy/201106/20110601605190.html
- 維基百科 (2011)。 **視覺皮層**。2012年9月27日取自
<http://zh.wikipedia.org/zh-hant/%E8%A7%86%E8%A7%89%E7%9A%AE%E5%B1%82>
- Alexander, P.K.(1990).The effects on brain damage visual functioning in children.
Journal of Visual Impairment and Blindness, 84, 372-376.
- Bernadette, J., Michelle, W., & Elizabeth, H. (2010). A survey of parents of children with cortical or cerebral visual impairment. *Journal of Visual Impairment & Blindness*, 104, 613-623.
- Cohen-Maitre, S., & Haerich, P. (2005). Visual attention to movement and color

- in children with cortical visual impairment. *Journal of Visual Impairment & Blindness*, *99*, 389-402.
- Children's Hospital Boston (2011). *Cortical visual impairment*. Retrieved December 13, 2012, from <http://www.childrenshospital.org/az/Site2100/mainpageS2100P0.html>
- Culham, J. C., Danckert, S. L., Souza, J. F., Gati, J. S., Menon, R. S., & Goodale, M. A. (2003). Visually guided grasping produces fMRI activation in dorsal but not ventral stream brain areas. *Experimental Brain Research*, *153*, 180-189.
- Deno, S. L. (1985). Curriculum-based measurement: The emerging alternatives. *Exceptional Children*, *52*, 219-23
- Engel, S. A., Rumelhart, D. E., Wandell, B. A., Lee, A.T., & Glover, G. H., Chichilnisky, E. J., & Shadlen, M. N. (1994). fMRI of human visual cortex. *Nature*, *369*, 525.
- Gickling, E. E., & Thompson, V. P. (1985). A personal view of curriculum-based assessment. *Exception Children*, *52*(3), 205-218.
- Grill-Spector, K., Malach, R. (2004). The Human Visual Cortex. *Annu Rev Neurosci*, *27*, 649-677.
- Groenvelde, M., Jan, J. E. & Leader, P. (1990). Observations on the habilitation of children with cortical visual impairment. *Journal of Visual Impairment and Blindness*, *84*, 11-15.
- Jan, J. E., Groenvelde, M., Sykanda, A. M., & Hoyt, C. S. (1987). Behavioral characteristics of children with permanent cortical visual impairment. *Developmental Medicine and Child Neurology*, *29*, 571-576.
- Jones, C. J. (1998). *Curriculum-based assessment: The easy way*. Charles C. Thomas Publisher
- Lueck, A. H., Hart, J., & Dornbusch, H. (1999). The effects of training on a young child with CVI: An exploratory study. *Journal of Visual Impairment & Blindness*, *93*, 778-793.
- Mahon, B. Z., Milleville, S. C., Negri, G. A., Rumiati, R. I., Caramazza, A., & Martin, A. (2007). Action-related properties shape object representations in the ventral stream. *Neuron*, *55*, 507-520.
- Mahon, B. Z., Anzellotti, S., Schwarzbach, J., Zampini, M., & Caramazza, A. (2009).

- Category-Specific Organization in the Human Brain Does Not Require Visual Experience. *Neuron*, 63(3), 397-405.
- Mckeeffry, D. J., & Zeki, S. (1997). The position and topography of the human colour centre as revealed by functional magnetic resonance imaging. *Brain*, 120, 2229-2242.
- Morse, M.T. (1990). Cortical visual impairment in young children with multiple disabilities. *Journal of Visual Impairment & Blindness*.84, 200-203.
- Parker, A. T., Grimmett, E. S., & Summers, S. (2008). Evidence-based communication practices for children with visual impairments and additional disabilities: an examination of single-subject design studies. *Journal of Visual Impairment & Blindness*, 102, 540-552 .
- Rao, H., Zhou, T., Zhuo, Y., Fan, S., & Chen, L. (2003). Spatiotemporal activation of the two visual pathways in form discrimination and spatial location: a brain mapping study. *Hum Brain Mapp*, 18(2), 79-89.
- Roman-Lantzy, C. (2007). *Cortical Visual Impairment:An Approach to Assessment and Intervention*. New York: AFB Press
- Sandra, N. (2010). The reliability of the CVI range: a functional vision assessment for children with cortical visual impairment. *Journal of Visual Impairment & Blindness*, 104, 637-647 .
- Self, M. W. & Zeki, S. 2005. The integration of colour and motion by the human visual brain. *Cereb Cortex*, 15, 1270-1279.
- Shabbott, B. A., & Sainburg, R. L. (2010). Learning a visuomotor rotation: Simultaneous visual and proprioceptive information is crucial for visuomotor remapping. *Experimental Brain Research*. Retrieved from <http://www.columbiapl.org/meetings/shabbott2010.pdf>
- Tawney, J. W., & Gast, D. L. (1984). *Single subject research in special education*. N. J.: Macmillan.
- Tryon, W. W. (1982). A simplified time-series analysis for evaluating treatment interventions. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 15(3), 423-429.

University of Rochester (2009, August 13). Brain Innately Separates Living And Non-living Objects For Processing. ScienceDaily. Retrieved December 13, 2012, from <http://www.sciencedaily.com/releases/2009/08/090813142430.Htm>

University of Rochester (2009, August 14). Brain innately separates objects for processing. Scientist Life. Retrieved December 13, 2012, http://www.scientistlive.com/European-Science-News/Medical/Brain_innately_separates_objects_for_processing/23159/

Valyear, K. F., Culham, J. C., Sharif, N., Westwood, D., & Goodale, M. A. (2006). A double dissociation between sensitivity to changes in object identity and object orientation in the ventral and dorsal visual streams: A human fMRI study. *Neuropsychologia*, *44*, 218-228.

van Der Velde F, de Kamps M. (2001). From knowing what to knowing where: modeling object-based attention with feedback disinhibition of activation. *Journal of Cognitive Neuroscience* *13*, 479-491.

Whiting, S., Jan, J. E., Wong, P. K. H., Flodmark, O., Farrell, K., & McCormick, A. Q. (1985). Permanent cortical visual impairment in children. *Developmental Medicine & Child Neurology*, *27*, 730-739.

科技部補助專題研究計畫出席國際學術會議心得報告

日期：__年__月__日

計畫編號	MOST102-2511-S-040-001-		
計畫名稱	以核磁造影分析視覺皮質損傷學生之優勢學習能力在數學科圖形辨識之學習成效		
出國人員姓名	鄭靜瑩	服務機構及職稱	視光系副教授
會議時間	102年10月2-3日 103年10月9-12日	會議地點	韓國（19th Asia Pacific Council of Optometry） 日本（13th Congress of the International Society of Ocular Toxicology）
會議名稱	(中文)第19屆亞太年會／第13屆國際眼科毒物年會 (英文)19th Asia Pacific Council of Optometry／13th Congress of the International Society of Ocular Toxicology		
發表題目	The Role of Ocular Movement in Reading A Study on the Relative Peripheral Refractive Error in Elementary School Students in Taiwan Visual Complications Associated with Topical Cycloplegic in Elementary School Students in Taiwan		

一、參加會議經過

海報發表與口頭發表

二、與會心得

少數族群的論文偏少，與會論文多與近視、隱形眼鏡、手術或眼睛疾病相關。

三、發表論文全文或摘要

如附件

四、建議

五、攜回資料名稱及內容

會議手冊、與會證明、發表證書

六、其他



The Role of Ocular Movement in Reading

James, I-Chih, Chan Kuo-Chen, Su Ching-Chung, Chen Shu-Chen, Hsu
Shun-Chan, Chang Chun-Yen, Wang Yeh-Wei, Tsai* Hui-Ying, Kuo
Hong-Ming, Cheng Ching-Ying, Cheng

School of Optometry, Chung Shun Medical University, Taichung, Taiwan, R.O.C.

School of Biomedical Sciences, Chung Shan Medical University, Taichung, Taiwan, R.O.C.

* Tamsui District Office, New Taipei City, Taiwan, R.O.C.

Abstract

Purpose: To analyze ocular movement involved in reading and investigate the correlation between this movement and binocular visual function in elementary school students.

Methods: 622 healthy 3rd to 6th Grade elementary school students participated in the study. Data of the reading eye movement including the number of fixation and regression per 100 words, the fixation duration (in secs), and the reading rates (in words/min) were recorded with the Readalyzer (Compevo AB, Stockholm, Sweden) and further analyzed. Binocular functions such as saccade, NPC and NPA were also conducted within the same examination session.

Results: Only 75 students (12.06% of total) had passed the screening criteria that included reading comprehension. With the increasing age, the number of fixation/100 words decreased from 3rd to 6th Grades at 112.64, 116.68, 90.47, and 76.68, respectively. The number of regression/100 words also decreased from 3rd to 6th Grades at 28.79, 25.26, 20, and 15.32, respectively. So did the fixation duration changing from 3rd to 6th Grades at 0.4114, 0.3047, 0.2906, and 0.3060 sec, respectively. At the same time, the reading rate increased from 3rd to 6th Grades at 181.86, 223.84, 271.53, and 291.52, respectively. In addition, these reading eye movement parameters were significantly correlated with binocular horizontal movements, such as saccade ($r=0.376\sim0.446$, $p=0.013\sim0.037$), NPC break and recovery ($r=0.496\sim0.648$, $p=0.006\sim0.036$), and NPA ($r=-0.345\sim-0.436$, $p=0.031\sim0.045$). The data were also compared with English reading, and significant difference was noted in fixation ($t=-2.761\sim-7.265$, $p=0.000\sim0.016$), regression ($t=-2.962\sim-4.988$, $p=0.000\sim0.009$), fixation duration ($t=3.49\sim3.565$, $p=0.002\sim0.003$), and the reading rate ($t=3.537\sim5.131$, $p=0.000\sim0.003$).

Conclusions: Our study represents the first using the Readalyzer to investigate the role of ocular movement in reading and also the first to report the correlation between reading ocular movement and binocular visual function. Our results further indicate that reading the pictogrammatic Mandarin Chinese is significantly different from reading the alphabet-based English.

Reading eye movement parameters

Grade	Fixations/100oword				Regression/100oword				Fixation duration(sec)				Reading rate/min			
	Eng	Chi	t	p	Eng	Chi	t	p	Eng	Chi	t	p	Eng	Chi	t	p
3	155	112.6	-2.76	0.016	35	28.79	-1.18	0.259	0.28	0.411	1.851	0.087	138	181.9	2.079	0.058
4	139	116.7	-1.77	0.093	31	25.26	-1.63	0.12	0.27	0.305	3.49	0.003	158	223.8	2.051	0.055
5	129	90.47	-3.73	0.002	28	20	-2.96	0.009	0.27	0.291	2.033	0.059	173	271.5	3.537	0.003
6	120	76.68	-7.27	0.000	25	15.32	-4.99	0.000	0.27	0.306	3.565	0.002	185	291.5	5.131	0.000

Eng: English, Chi: Chinese

Keywords: Reading, ocular movement, binocular vision, elementary school students, Readalyzer.



A Study on the Relative Peripheral Refractive Error in Elementary School Students in Taiwan

Shu-Chen, Hsu Kuo-Chen, Su Ching-Chung, Chen James, I-Chih, Chan, Shun-Chan, Chang Chun-Yen, Wang Yeh-Wei, Tsai* Ching-Ying, Cheng Hong-Ming, Cheng

School of Optometry, Chung Shun Medical University, Taichung, Taiwan, R.O.C.

School of Biomedical Sciences, Chung Shan Medical University, Taichung, Taiwan, R.O.C.

* Tamsui District Office, New Taipei City, Taiwan, R.O.C.

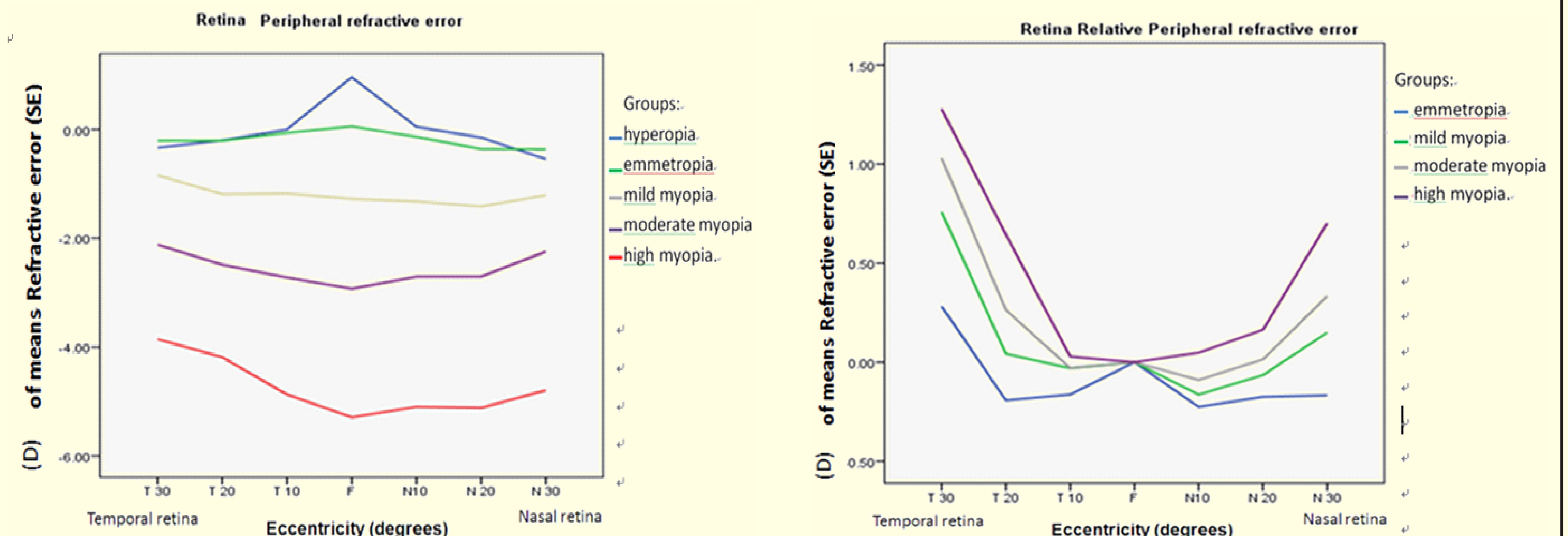
ABSTRACT

Purpose: To determine and analyze the relative peripheral refractive error (RPRE) in the myopization of elementary school students in Taiwan.

Methods: 395 healthy Grades 1 to 6 (from 7-12 years of age) students with no ocular diseases participated in the study. The refractive error ranged from +2.00 to -9.00 D with an astigmatism of ≤ 4.00 D and the best corrected visual acuity, $\leq 20/20$. Open-field auto-refraction was conducted with the visual target located at 6m in the central/foveal position and also horizontally relative to the fovea, at 10°, 20°, and 30°, both nasally and temporally. Statistical analysis was performed between the Grades and also among the refractive groups - the latter divided into hyperopia, emmetropia, mild myopia (up to -0.50D), moderate myopia (-2.01 to -4.00D), and high myopia (worse than -4.01D).

Results: The spherical equivalent (SE) of the RPRE showed significant difference between the Grades ($F=78.833$, $p<0.001$), most notably that between the 5th and the 6th Grades, but no difference was noted between the two genders or the extent of astigmatism (either J_0 or J_{45}). The SE of the RPRE was also significantly different between each refractive group, and between different retinal positions. The latter indicated, temporally: T10°: $F=18.814$, $p<0.001$; T20°: $F=24.048$, $p<0.001$; and T30°: $F=26.994$, $p<0.001$; and nasally: N10°: $F=10.769$, $p<0.001$; N20°: $F=8.351$, $p<0.001$; and N30°: $F=17.597$, $p<0.001$, and the most pronounce change was from T20° to T30°. In addition, the RPRE of the hyperopic group exhibited myopic refractive patterns, while the myopic groups, hyperopic refractive patterns.

Conclusions: Our study has demonstrated that the RPRE on the temporal side had more variability than the nasal side. This result is opposite to previous findings by others. In terms of myopization, the interaction of both developmental and peripheral variables would appear to decide the outcome of the RPR error. This information can form the basis for the future design of optimal myopic correction.



Keywords: relative peripheral refractive error, spherical equivalent, cylinder power



Correlation between after-school learning and myopic progression of elementary school students in Taiwan.

Shun-Chan, Chang Shan-Tang, Chen Shu-Chen, Hsu Ching-Chung, Chen James, I-Chih, Chan Chun-Yen, Wang Yeh-Wei, Tsai* Han-Ying, Sun Hong-Ming, Cheng Ching-Ying, Cheng

School of Optometry, Chung Shan Medical University, Taichung, Taiwan, R.O.C.

School of Biomedical Sciences, Chung Shan Medical University, Taichung, Taiwan, R.O.C.

* Tamsui District Office, New Taipei City, Taiwan, R.O.C.

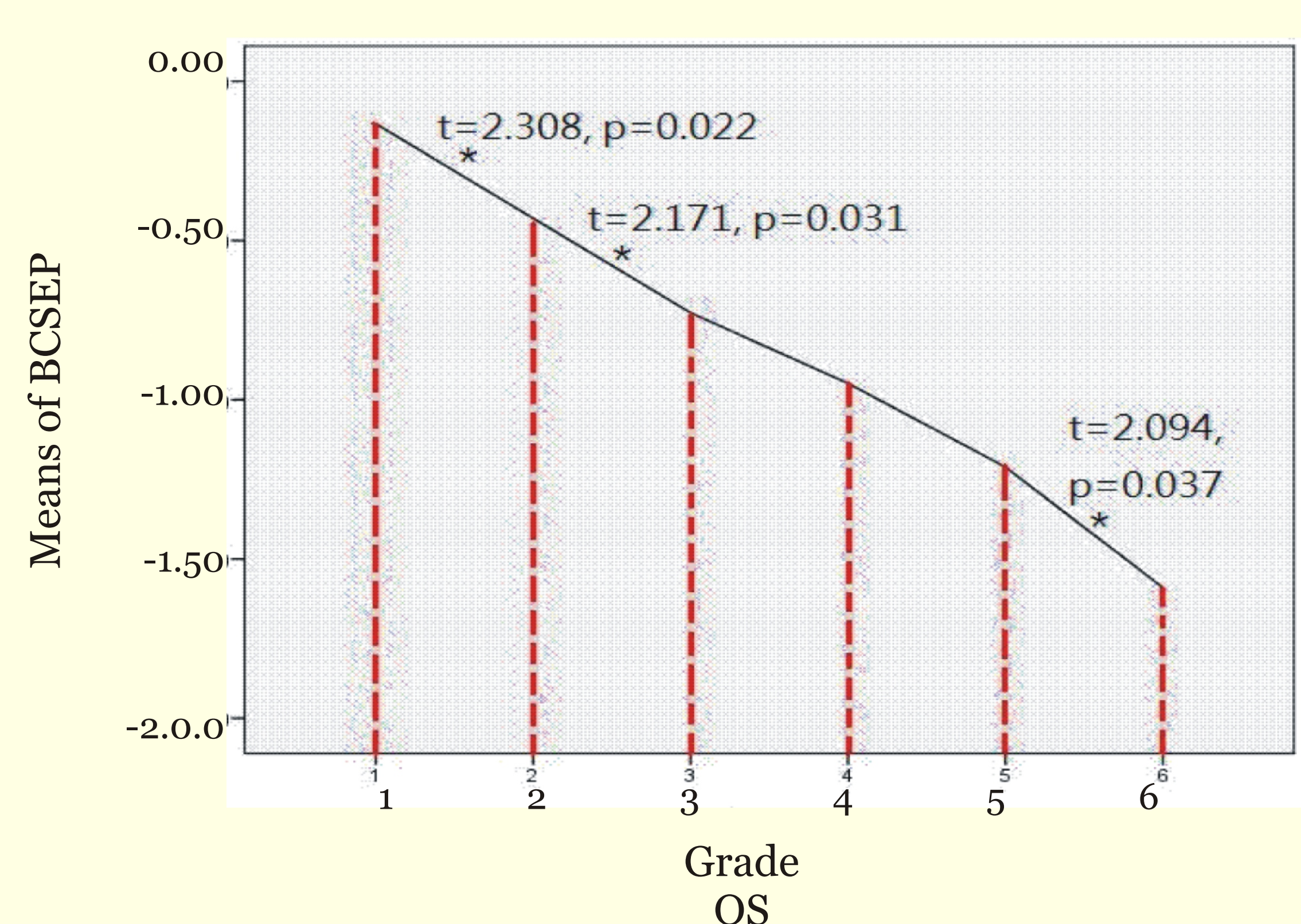
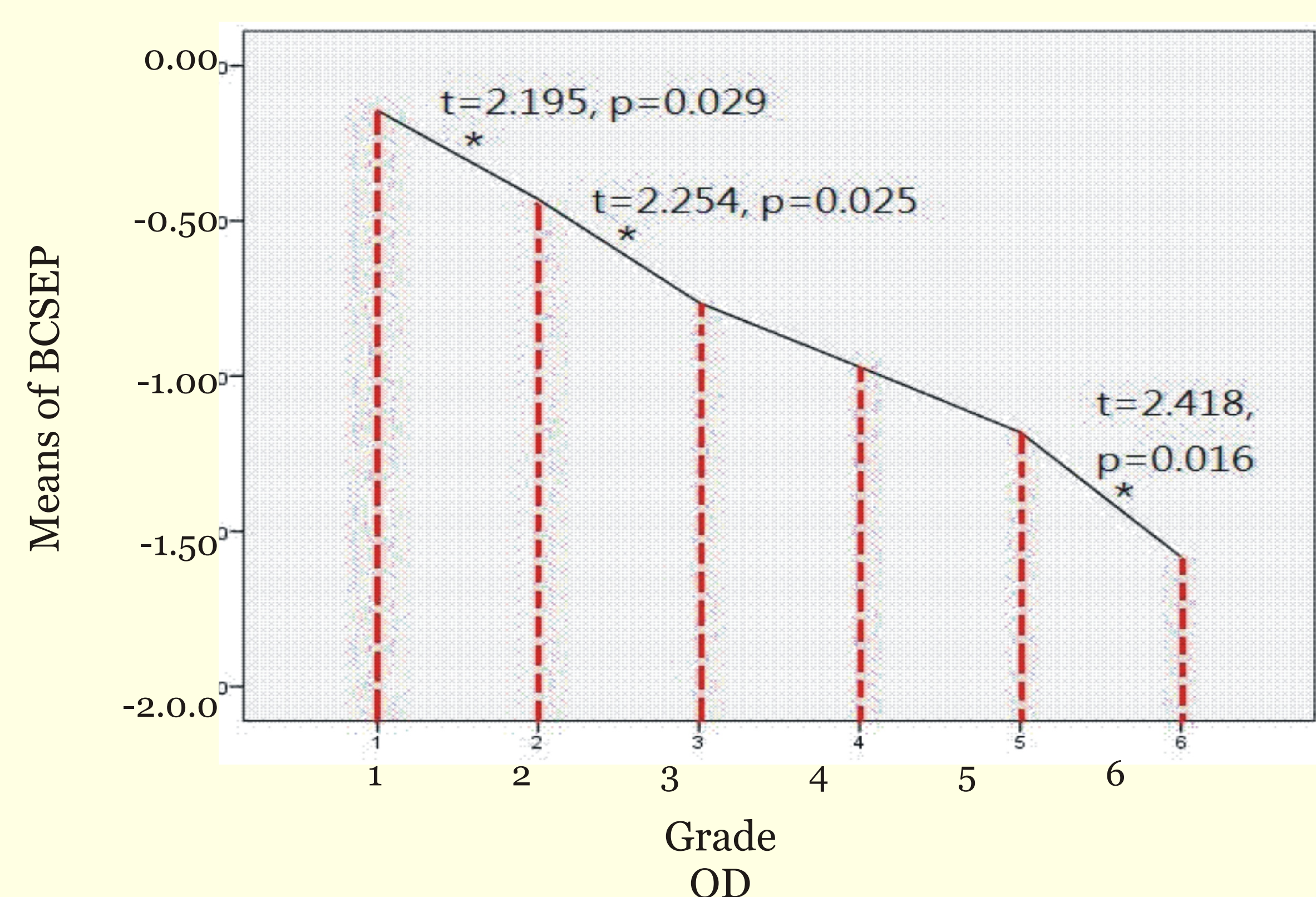
ABSTRACT

Purpose: To investigate correlation between after-school learning and myopic progression in the elementary school students in Taiwan.

Methods: 1,067 students aged from 7 to 12 years with no ocular or systemic diseases participated in the study. Ocular examination included uncorrected visual acuity measurement, autorefraction, and subjective refraction to obtain the best corrected vision. In addition, students and their parents were asked to fill out a questionnaire on the students' learning environment, study subjects, and habitual visual use during after-school hours.

Results: A change of refractive errors was noted, from OD: -0.1447D, OS: -0.1332 in the first grade to OD: -1.5832D, OS: -1.5899 in the 6th grade. Plus a sudden increase in myopia between Grades 1 and 2 (OD: $t = 2.195$, $p = 0.029$; OS: $t = 2.308$, $p = 0.022$), Grades 2 and 3 (OD: $t = 2.254$, $p = 0.025$; OS: $t = 2.171$, $p = 0.031$), and also between Grades 5 and 6 (OD: $t = 2.418$, $p = 0.016$; OS: $t = 2.094$, $p = 0.037$). Myopic progression was significantly correlated with the students' after-school environment, placement, and the time of the parents' accompanying the students. In addition, myopic progression was significantly correlated with the learning of English as a foreign language, abacus operation, and mental arithmetic, and also outdoor activities.

Discussion: Our results indicate that myopic progression is significantly correlated with after-school learning environment, after-school learning subjects, and outdoor activities. Given that these activities are often chosen by the parents, they have played a main role in the developmental stage of the students, and unwittingly, also when the latter are most susceptible to myopization.



Key words: Myopic progression, after-school learning, outdoor activities



Association of Visual Function and Academic Learning

Ching-Chung, Chen Kuo-Chen, Su Shu-Chen, Hsu Yi-Chih, Chan, Shun-Chan, Chang
Chun-Yen, Wang Yeh-Wei, Tsai* Hong-Ming, Cheng Ching-Ying, Cheng

School of Optometry, Chung Shun Medical University, Taichung, Taiwan, R.O.C.

School of Biomedical Sciences, Chung Shan Medical University, Taichung, Taiwan, R.O.C.

* Tamsui District Office, New Taipei City, Taiwan, R.O.C.

ABSTRACT

Purpose: To investigate the correlation between vision, especially binocular function, and academic learning in the elementary school children in Taiwan.

Methods: 222 healthy 6th Grade students participated in the study. Ocular examination included visual acuity determination, cover test, maximal plus subjective refraction for best vision, modified Thorington test, and assessment of saccade, ocular motility, NPC, NPA, stereopsis, and accommodative facility. Additionally, students and their parents were asked to complete a questionnaire on ocular and physical responses when performing distance and near visual tasks. This was supplemented by the students' scholastic achievement and IQ scores, both of which transcribed from school records with parental consent.

Results: First, uncorrected and under-corrected students complained of wry neck, squinting to see, sleepiness, ocular pain and tearing ($r = -.172 \sim -.393$, $p = .000 \sim .048$) while performing distance visual tasks. Students who had abnormal visual functions, such as refractive error, ocular posture, saccade, NPC, NPA, and accommodative facility, experienced easy fatigue ($r = -.250 \sim -.168$, $p = .003 \sim .045$), squinting ($r = -.212 \sim -.089$, $p = .011 \sim .046$), and needing more time to finish homework assignment ($r = -.223 \sim -.168$, $p = .008 \sim .047$). Further, statistically significant correlation was noted between the degree of difficulty in learning Mandarin Chinese and the results from both cover test ($r = -.346$, $p = .002$) and NPC recovery point measurement ($r = -.241$, $p = .036$), and also that between learning of English language and NPC recovery point ($r = -.248$, $p = .031$). In contrast, binocular visual functions did not correlate with the learning of mathematics.

Discussion: Our study showed a close correlation between visual function and academic learning. Parents, educators, and medical personnel should realize the importance of this correlation, so that when the students exhibit learning-interfering visual symptoms, early remedial intervention can be readily instituted.

Keywords: Binocular visual function. visual symptoms. academic learning



Ocular Complaints Associated with Cycloplegic Myopia Control Among Elementary School Students in Taiwan

Chun-Yen, Wang Kuo-Chen, Su Shu-Chen, Hsu Ching-Chung, Chen James, I-Chih, Chan Shun-Chan, Chang Yeh-Wei, Tsai* Hong-Ming, Cheng Ching-Ying, Cheng

School of Optometry, Chung Shun Medical University, Taichung, Taiwan, R.O.C.

School of Biomedical Sciences, Chung Shan Medical University, Taichung, Taiwan, R.O.C.

* Tamsui District Office, New Taipei City, Taiwan, R.O.C.

ABSTRACT

Purpose: To investigate both objective and subjective responses associated with cycloplegia from the use of cycloplegics for the control of myopia among the elementary school children in Taiwan.

Methods: 1,067 students from 7 to 12 years old, with no eye diseases and also otherwise healthy, participated in the study. The ocular examination included pupillary response to light, habitual near visual acuity, manifest refraction, and best corrected visual acuity. In addition, students and their parents were asked to fill out a questionnaire on the use of cycloplegics and the associated visual complaints.

Results: No significant gender difference in the use of cycloplegics was noted ($\chi^2=1.888$, $p=0.389$). The percentage of the cycloplegics users were: Never, 63.8%; long-term past use, 21.4%; and present use, 14.7%. The highest usage was seen in Grades 5 (20.5%), 6 (17.8%), and 2 (17.1%). Cycloplegic users showed a decrease of myopia in the low myopia group (-0.50 to -3.00D), 31.9%; mild myopia group (-3.00D to -6.00D), 29.1%, and high myopia group (worse than -6.00D), 14.3%. A lag of optical correction was also observed in that only 33.3% of the current user group wore prescription spectacles, whereas 57.7% had no optical correction. A comparison between cycloplegic users and non-users showed that the former group had more photophobia complaints during outdoor activities than the latter group (OR=6.575, CI=3.699~11.687). Reasonably, the percentage of the user group who wore sunglasses or photochromic lenses during outdoor activities was significantly higher than the non-user group (11.7% vs 4.0%, OR=3.209, CI=1.272~8.096). In addition, the user group had worse habitual near visual acuity (OD: OR=2.239, CI=1.309~3.830; and OS: OR=2.251, CI=1.310~3.867), and worse best corrected visual acuity (OD: OR=2.955, CI=1.174~7.435; and OS: OR=2.618, CI=1.162~5.899).

Discussion: Age-related increase in the prevalence of myopia appears to continue despite the common practice of topical cycloplegic therapy in Taiwan in recent decades. There was also no implementation of timely correction or protection against solar irradiation. We recommend that following vision screening, the students and their parents be supplemented with ocular health education or even the direct provision of optical prescription to the students.

	Group (cycloplegic users/ non-users)	
	OR	95% CI
Photophobia complaints during outdoor activities	6.575	3.699~11.687
Wore sunglasses or photochromic lenses during outdoor activities	3.209	1.272~8.096
Worse (≤ 0.7) habitual near visual acuity (OD)	2.239	1.309~3.830
Worse (≤ 0.7) habitual near visual acuity (OS)	2.251	1.310~3.867
Worse (≤ 0.7) best corrected visual acuity (OD)	2.955	1.174~7.435
Worse (≤ 0.7) best corrected visual acuity (OS)	2.618	1.162~5.899

Keywords: Visual complaints, cycloplegics, photophobia, habitual near visual acuity, best corrected VA

Visual Complaints from Cycloplegic Control of Myopia in Elementary School Students in Taiwan



Ching-Chung Chen^{3*} Chun-Yen Wang^{1,2} Kuo-Chen Su^{1,2} Shu-Chen Hsu⁴ I-Chih Chan⁵
Shun-Chan Chang^{1,2} Yeh-Wei Tsai⁶ Hong-Ming Cheng^{1,2} Ching-Ying Cheng^{1,2}

1. School of Optometry, Chung Shun Medical University, Taichung, Taiwan, R.O.C.
2. Department of Ophthalmology, Chung Shan Medical University Hospital, Taichung, R.O.C.
3. School of Optometry, Kang-Ning Junior College of Medical Care and Management, Taipei, Taiwan, R.O.C.
4. School of Optometry, Jen-Teh Junior College of Medicine, Nursing & Mangement, Miaoli County, Taiwan, R.O.C.
5. Department of Optometry, Central Taiwan University of Science and Tachnology, R.O.C.
6. Office of the District of Tamsui, New Taipei City, Taiwan, R.O.C.

Abstract

Purpose: Using topical cycloplegics for the control of school myopia has a long history in Taiwan. While the side-effects of cycloplegia, i.e., Poor near vision and photophobia, are well-recognized, the impact on visual complaints and binocular functions is much less understood. Since the subjective complaints can interfere directly with academic learning, they are addressed in the present study.

Methods: 1,067 students of ages from 7 to 12 years with no eye diseases and otherwise healthy participated in the study. Ocular examination included testing of visual acuity, pupillary response to light, objective and subjective refractrion, and binocular functions. For the purpose of the present study, participating students and their parents completed a questionnaire on visual complaints, adopted from CISS and COVD-QOL. Data were then analyzed for Odds Ratio (OR) as well as with χ^2 Pearson by using the SPSS 18 package.

Result: Cycloplegic users were at higher risk than non-users in: (1) When viewing distance, cycloplegic users reported blurred vision (OR=11.599, CI=5.560~24.198), sore eye or eye fatigue (OR=3.658, CI=1.576~8.492), and head tilting (OR=7.482, CI=3.444~16.256). (2) In using digital devices, blurred vision (OR=4.711, CI=1.647~13.476) and head tilting (OR=6.485, CI=1.915~21.956) were also noted. (3) In addition to blurred vision (OR=14.052, CI=4.903~40.274), sore eye or eye fatigue (OR=2.928, CI=1.236~6.934), and head tilting (OR=4.205, Ci=1.496~11.821), cycloplegic users also complained of double vision (OR=7.448, CI=1.029~53.894) and difficulty in completing assignment on time that required near work (OR=1.929, CI=1.031~3.610). Furthermore, cycloplegic therapy was accompanied by a lack of timely optical correction (Fig. 1, Chi-Square Pearson $r=0.096\sim0.266$, $p=.000\sim.035$).

Discussion: Early detectiion and remedial action of cyclolegia-related visual complaints are both important because functional disturbances can otherwise interfere with academic learning and reduce the quality of life. Government-mandated public education of parents and teachers is imperative if cycloplegic therapy for controlling myopia in elementary school students is to be instituted.

Key words: visual complaints, cycloplegic, myopia control, optical correction

Table *Odds ratio of visual responses*

	User/un-User		significant
	OR	95% CI	
outdoor activities			
Photophobia	6.575	3.699~11.687	✓
Wear sunglasses or changeable lens	0.312	0.124~0.786	✓
Indoor--View distance			
A1 blurred vision	11.599	5.560~24.198	✓
A2 Sore eye or eye fatigue	3.658	1.576~8.492	✓
A3 eye/head pain or watering eye	2.395	0.748~7.671	
A4 double vision	3.541	0.635~19.743	
A5 head tilting when viewing	4.455	1.952~10.166	✓
A6 eyes tilting when viewing	7.482	3.444~16.256	✓
Indoor--Reading			
B1 blurred vision	14.052	4.903~40.274	✓
B2 Sore eye or eye fatigue	2.928	1.236~6.934	✓
B3 eye/head pain or watering eye	2.407	0.634~9.143	
B4 double vision	7.448	1.029~53.894	✓
B5 missing words when reading	2.283	0.720~7.242	
B6 diffuculty complething assignment	1.929	1.031~3.610	✓
B7 head tilting when reading	2.531	1.174~5.458	✓
B8 eyes tilting when reading	4.205	1.496~11.821	✓
Indoor--when using digital devices			
C1 blurred vision	4.711	1.647~13.476	✓
C2 Sore eye or eye fatigue	1.704	0.471~6.164	
C3 eye/head pain or watering eye	2.099	0.426~10.345	
C4 double vision	3.661	0.327~41.000	
C5 head tilting when viewing	3.256	1.105~9.598	✓
C6 eyes tilting when viewing	6.485	1.915~21.956	✓

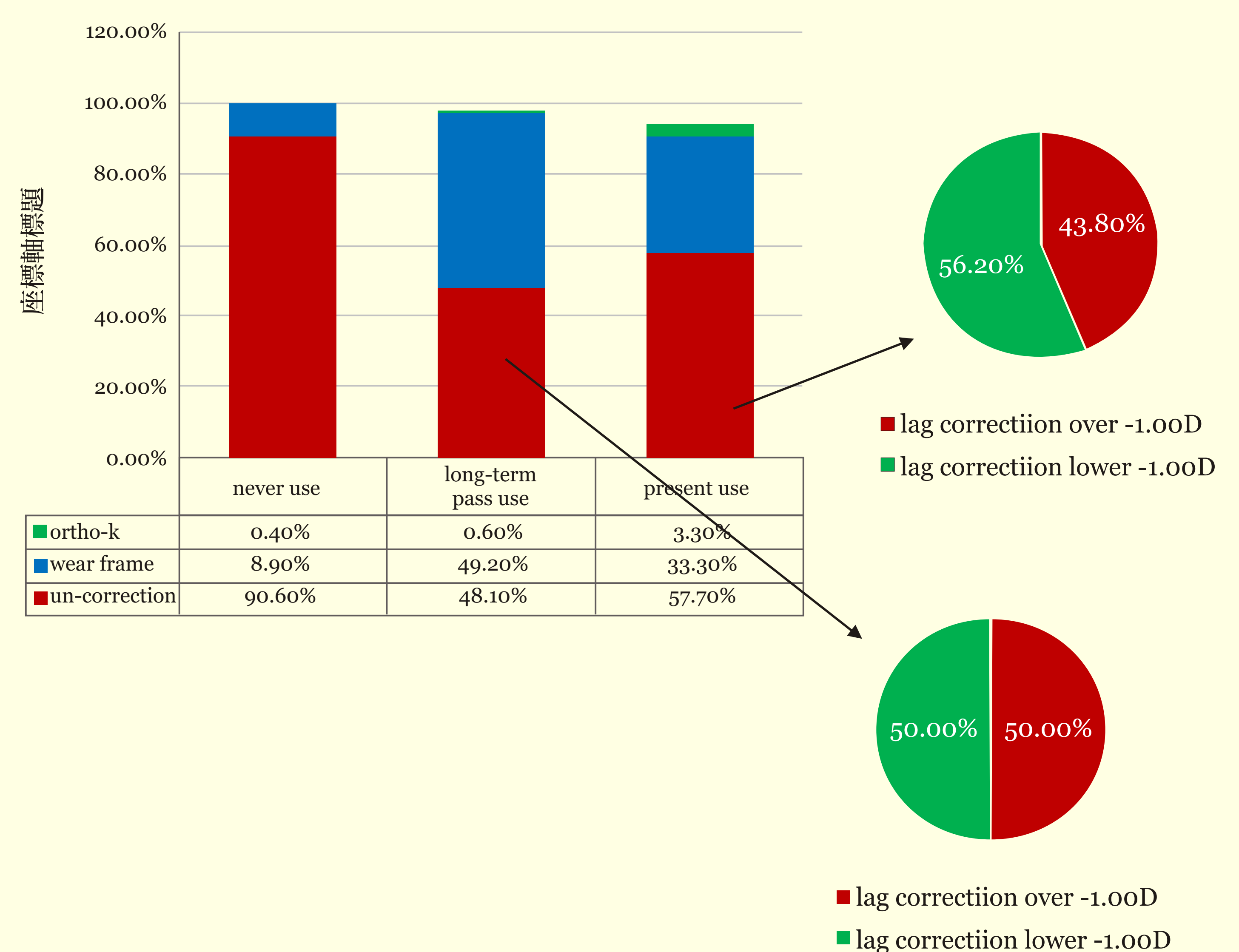


Fig.1 correction distribution by atropine use

Side-effects Associated with Cycloplegic Myopia Control in Taiwan

Ching-Ying Cheng Kuo-Chen Su Shu-Chen Hsu Ching-Chung Chen I-Chih Chan,
Shun-Chan Chang Yeh-Wei Tsai Hong-Ming Cheng Chun-Yen Wang*

School of Optometry, Chung Shan Medical University, Taichung, Taiwan, R.O.C.
School of Biomedical Sciences, Chung Shan Medical University, Taichung, Taiwan, R.O.C.

Abstract

Purpose: Using topical cycloplegics for the control of school myopia has a long history in Taiwan. While the physiological side-effects of cycloplegia are well-known, its impact on visual functions is much less understood. The latter is addressed in the present study.

Methods: 1,067 students of ages ranging from 7 to 12 years old with no eye diseases and also otherwise healthy participated in the study. In addition to examination on pupillary responses to light, habitual near visual acuity, manifest refraction, and best corrected visual acuity, a questionnaire on visual complaints was also completed by students and their parents.

Results: Since high percentage and common atropine use in Taiwan, past studies indicated a gradual change of myopia progression presented $-0.75D$ per year, students' spherical equivalent power worse than $-0.75D$ in grade 1st was defined as high myopia, worse than $-1.50D$ in grade 2nd was also defined as high myopia, and so on. Among the cycloplegic users, results showed an increase of 34.3% in the high myopia group and 22.4% in the low myopia group. Only 25.4% students with high myopia and 48.3% with low myopia had never used cycloplegia therapy before. A lag in optical correction was also noted: while 40.2% of the current cycloplegic users wore prescription spectacles, 43.8% had no optical correction at all.

Comparing to the non-users, cycloplegic users had more photophobia complaints during outdoor activities (OR=6.575, CI=3.699~11.687), worse habitual near visual acuity and worse best corrected visual acuity (OR=2.618~2.955), and higher risks in declining visual functions such as near point of accommodation (OR=7.379, CI=4.218~12.971), accommodation facility (OR=11.000, CI=2.996~40.386), cover test (OR=2.335, CI=1.122~4.857), near phoria (OR=1.838, CI=1.075~3.143), AC/A ratio (OR=2.698, CI=1.308~5.565), near point of convergence recovery (OR=1.958, CI=1.096~3.498), saccades (OR=2.710, CI=1.561~4.707), and stereopsis (OR=5.715, CI=3.118~10.473).

Discussion: Our results showed that while cycloplegic therapy appears somewhat effective, the visual functions were clearly altered which was accompanied by a lack of timely optical correction, little or no active protection against photophobia, and inadequate near vision care.

Key words: Side-effects, Cycloplegic, Myopia Control, vision functions

Table *Odds ratio of binocular visual function*

	User/un-User		significant
	OR	95% CI	
Right eye Near/Habitual VA <0.8	2.239	1.309~3.830	✓
Left eye Near/Habitual VA <0.8	2.251	1.310~3.867	✓
Right eye Best corrective VA <0.8	2.955	1.174~7.435	✓
Left eye Best corrective VA <0.8	2.618	1.162~5.588	✓
NPA >8cm	7.397	4.218~12.971	✓
Accommodation Facility <5CPM	11.000	2.996~40.386	✓
Cover-Uncover Test	2.335	1.122~4.857	✓
Near Phoria	1.838	1.075~3.143	✓
AC/A ratio ≥ 4	2.698	1.308~5.565	✓
NPC breakup $\geq 7cm$	1.196	0.608~2.351	✓
NPC recovery $\geq 10cm$	1.958	1.096~3.498	✓
Saccades	2.710	1.561~4.070	✓
Stereopsis	5.715	3.118~10.473	✓

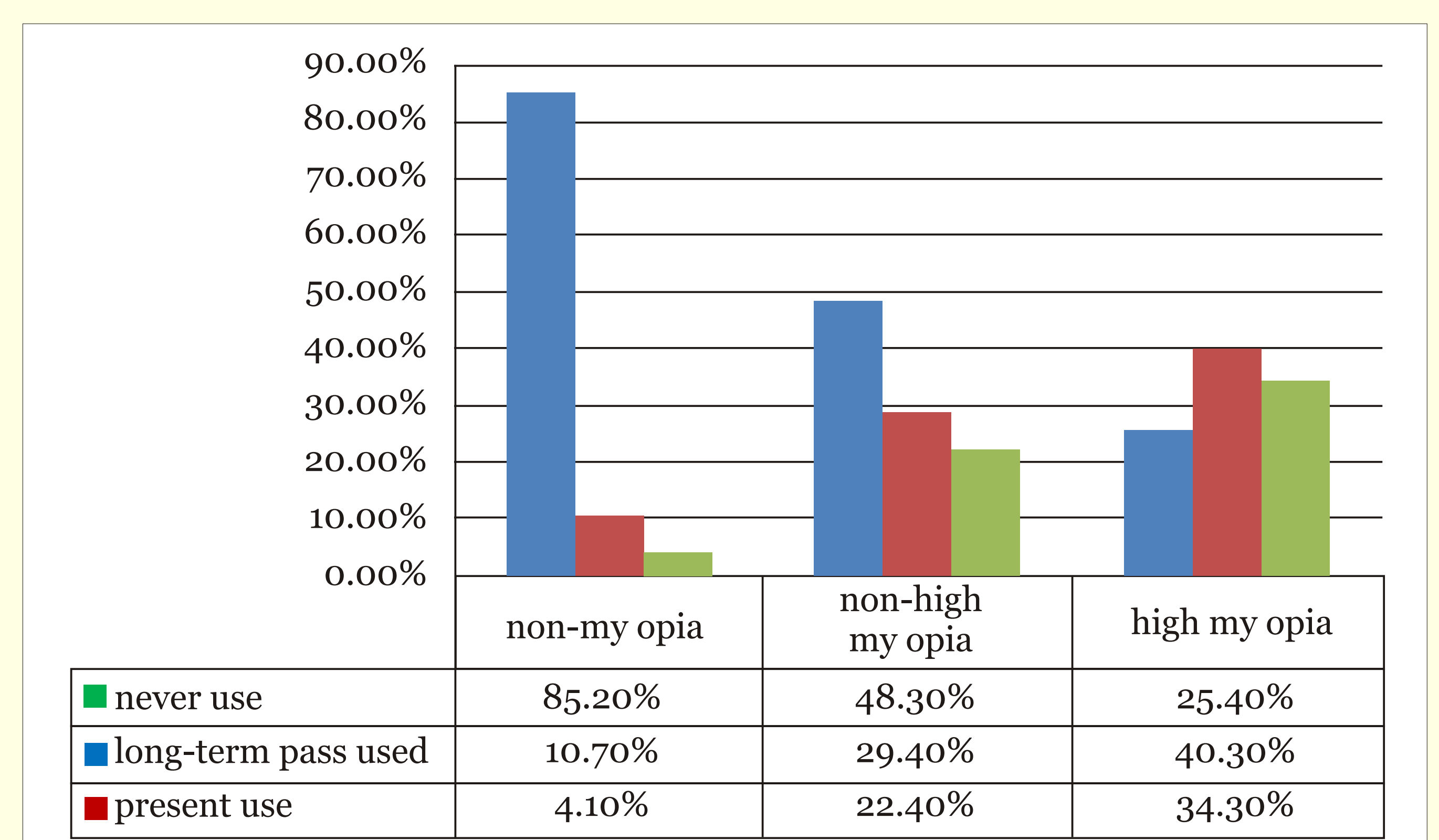


Fig. 1 distribution of atropine use by refractive errors

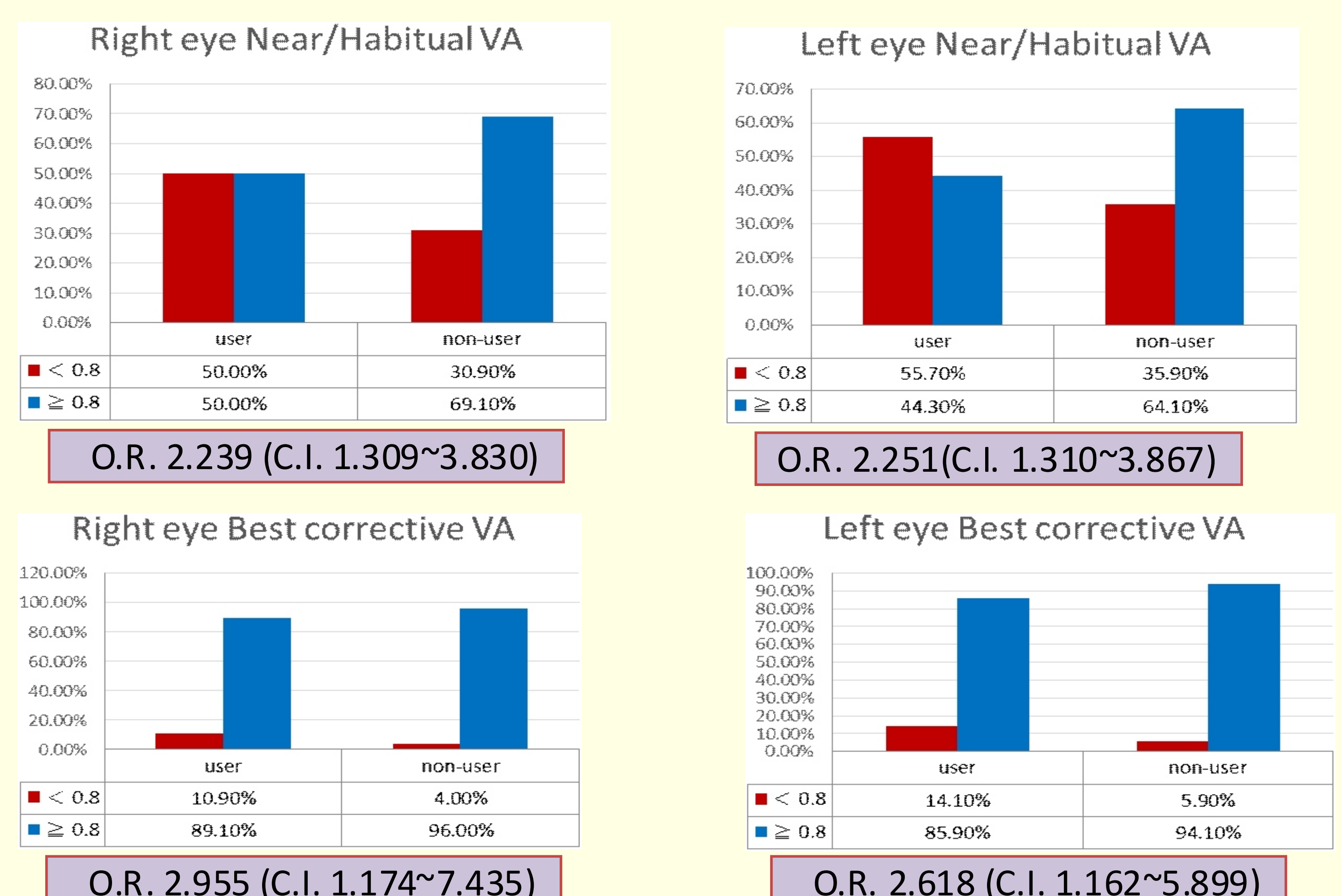


Fig. 2 distribution of near/habitual VA and BCVA by atropine use

科技部補助計畫衍生研發成果推廣資料表

日期:2015/03/29

科技部補助計畫	計畫名稱: 以核磁造影分析視覺皮質損傷學生之優勢學習能力在數學科圖形辨識之學習成效
	計畫主持人: 鄭靜瑩
	計畫編號: 102-2511-S-040-001- 學門領域: 多元族群的科學教育
無研發成果推廣資料	

102 年度專題研究計畫研究成果彙整表

計畫主持人：鄭靜瑩		計畫編號：102-2511-S-040-001-				計畫名稱：以核磁造影分析視覺皮質損傷學生之優勢學習能力在數學科圖形辨識之學習成效	
成果項目		量化			單位	備註（質化說明：如數個計畫共同成果、成果列為該期刊之封面故事...等）	
		實際已達成數（被接受或已發表）	預期總達成數（含實際已達成數）	本計畫實際貢獻百分比			
國內	論文著作	期刊論文	0	0	100%	篇	
		研究報告/技術報告	0	0	100%		
		研討會論文	0	0	100%		
		專書	0	0	100%		
	專利	申請中件數	0	0	100%	件	
		已獲得件數	0	0	100%		
	技術移轉	件數	0	0	100%	件	
		權利金	0	0	100%	千元	
	參與計畫人力 （本國籍）	碩士生	0	0	100%	人次	
		博士生	0	0	100%		
		博士後研究員	0	0	100%		
		專任助理	0	0	100%		
國外	論文著作	期刊論文	0	1	100%	篇	
		研究報告/技術報告	0	1	100%		
		研討會論文	0	1	100%		
		專書	0	0	100%	章/本	
	專利	申請中件數	0	0	100%	件	
		已獲得件數	0	0	100%		
	技術移轉	件數	0	0	100%	件	
		權利金	0	0	100%	千元	
	參與計畫人力 （外國籍）	碩士生	0	0	100%	人次	
		博士生	0	0	100%		
		博士後研究員	0	0	100%		
		專任助理	0	0	100%		

<p>其他成果 (無法以量化表達之成果如辦理學術活動、獲得獎項、重要國際合作、研究成果國際影響力及其他協助產業技術發展之具體效益事項等，請以文字敘述填列。)</p>	特殊教育教師課程及教材教法設計
--	-----------------

	成果項目	量化	名稱或內容性質簡述
科 教 處 計 畫 加 填 項 目	測驗工具(含質性與量性)	0	
	課程/模組	0	
	電腦及網路系統或工具	0	
	教材	1	
	舉辦之活動/競賽	0	
	研討會/工作坊	0	
	電子報、網站	0	
	計畫成果推廣之參與(閱聽)人數	0	

科技部補助專題研究計畫成果報告自評表

請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況、研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）、是否適合在學術期刊發表或申請專利、主要發現或其他有關價值等，作一綜合評估。

1. 請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況作一綜合評估

達成目標

未達成目標（請說明，以 100 字為限）

實驗失敗

因故實驗中斷

其他原因

說明：

2. 研究成果在學術期刊發表或申請專利等情形：

論文： 已發表 未發表之文稿 撰寫中 無

專利： 已獲得 申請中 無

技轉： 已技轉 洽談中 無

其他：（以 100 字為限）

3. 請依學術成就、技術創新、社會影響等方面，評估研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）（以 500 字為限）

1.核磁造影分析與視覺皮質損傷學生功能性視覺評估表的內容達顯著相關，顯示兩者在評估時併存的重要性。核磁造影分析具時效性，而評估表的內容則較具功能生活之應用。此外，對於許多視覺皮質損傷的學生而言，認知與語言的能力是評估時最大的考驗，此時核磁造影分析的方式即可評估介入的可能。

2.視覺皮質損傷學生之圖形辨識在生活上可延伸至生活物品與重要他人的辨認，利用學生之優勢能力進行學習，相較於彌補其弱勢能力的學習更為有效。

3. 在研究教學階段，利用現在科技產品及相關的動畫程式設計，即可對學生產生不錯的學習成效，相較於自製的教材教具，明顯有輔助甚至替代的價值。

4. 研究中，學生對各種圖形的辨識，保留期時的表現均不佳，可能是(1)教學的時程不夠亦或是(2)辨識時的提示與訊息的必要性，均有待未來實務教學時的印證。

5. 研究個案不易取得的原因有三：(1)個案的狀況應被研究條件排除；(2)家長不同意；(3)個案無法完成或排斥核磁造影的分析流程。