

# 科技部補助專題研究計畫成果報告 期末報告

## 分析優秀球類運動員的動作協調能力與視覺動態注意力及其相關性(第2年)

計畫類別：個別型計畫  
計畫編號：MOST 102-2410-H-028-006-MY2  
執行期間：103年08月01日至104年10月31日  
執行單位：國立臺灣體育運動大學競技運動系

計畫主持人：吳昇光

計畫參與人員：碩士班研究生-兼任助理人員：江慶修  
碩士班研究生-兼任助理人員：楊欣樺  
碩士班研究生-兼任助理人員：彭婉華  
博士班研究生-兼任助理人員：朱怡菁

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：是，教育部體育署

中華民國 105 年 01 月 28 日

中文摘要：背景與目的：球類運動經常需要追蹤動態的物體，其中棒球及壘球選手需要在比賽中追蹤移動中的球、看著跑步中的隊友及對手以執行最佳的防守，桌球選手在動態視覺與反應需要有較家的能力；因此特別傑出的棒壘球及桌球選手在多物體追蹤能力應較非運動員有如此更佳的能力。本篇研究目的在於分析此假設並且探討在不同運動時期的棒壘球選手其多物體追蹤能力是否有所差異。方法：49名男性棒球選手、25名女性壘球選手、7位男性桌球選手、39名非運動員（20名女性及19名男性）參與本研究，所有參與者接受典型多物體追蹤測驗(Pylyshyn & Storm, 1988)。在此測驗中參與者被要求專注追蹤特定目標，並有數顆使其分心的移動球體移動數秒，之後參與者選擇出需要追蹤的球體。其中實驗一強調在物體移動速度的追蹤，實驗二強調在追蹤球體的數目以此了解參與者的追蹤及注意力限制能力。其中棒球及壘球選手並在訓練期與比賽期各被測驗一次。結果：無論實驗一或實驗二，棒球選手皆顯著優於一般非運動員，壘球選手非顯著的較棒球選手差但優於一般非運動員，桌球選手在追蹤球體速度上也顯著優於一般非運動員。在專注追蹤的限制能力分析上，棒球選手無論在追蹤球體速度或是球體數目上皆顯著優於非運動員。至於在不同運動時期之多物體追蹤能力上，則發現棒壘球運動員在比賽期及訓練期皆無顯著差異。結論：本研究發現棒球選手確實在多物體追蹤能力優於一般非運動員，但棒壘球運動員在不同運動時期此能力並無明顯的差異。

中文關鍵詞：多物體追蹤能力，能力限制，棒球，壘球，桌球，注意力容量

英文摘要：Background and Purpose: Playing a ball sport always involves tracking multiple moving targets. Baseball and softball players have to track the moving balls, the running teammates and opponents at the same time in order to have a best defense. Table tennis players need to tracking fast balls and react quickly. An exceptional baseball, softball or table tennis player might have a better performance of attentively tracking multiple moving targets than non-athletes. The purpose of the study is to examine this hypothesis and also examine the difference of MOT between training and competition periods in baseball and softball players. Methods: Forty-nine male baseball, 25 female softball players, 7 table tennis players, and 39 non-athletes (20 females and 19 males) were recruited in this study. The tracking performance for all participants were measured with the typical Multiple Object Tracking (MOT) Task (Pylyshyn & Storm, 1988). In this task, participants were asked to attentively track specific targets wandering around the computer monitor among some distractors for a few seconds, and they reported those targets in the end of trial. The study manipulated the object moving speeds for the Experiment 1 and manipulated the number of tracked targets for the Experiment 2 to measure the capacity limits of attentive tracking for

athletes and non-athletes. Baseball and softball players were tested in training and competition periods. Results: No matter how fast the targets moves in the Experiment 1 or how many targets are tracked in the Experiment 2, baseball players significantly performed better than non-athletes, and the tracking performance of softball players are non-significantly worse than baseball players and better than non-athletes. Table tennis players were significantly better than the non-athletes in tracking speed limits. The capacity limits of attentive tracking were calculated with the speed limit for Experiment 1 and the number limits for Experiment 2. Baseball players performed significantly higher speed limits and larger number limits than non-athletes. In addition, no significant differences between training and competition periods in baseball and softball players regarding MOT performances. Conclusion: This study suggested baseball players having significantly larger capacity limits of attentively tracking than non-athletes. However, MOT of baseball and softball players in different training periods was not significant difference.

英文關鍵詞：Multiple Object Tracking, capacity limit, baseball, softball, table tennis, attentional capacity

## 研究背景

過去在運動科學領域上針對優秀競技選手的日常訓練，主要以強化肌力、肌耐力、柔軟度和心肺功能等生理能力及運動技術為主軸，但實際上決定運動選手訓練成效的關鍵因素是多元且複雜的。在近年來國際先進國家甚至逐漸將關鍵因素的研究重心轉向對於選手選才、心理特質、知覺及認知能力上的探討(Williams, Davids, & Williams, 1999; Smeeton, Ward, & Williams, 2004)。過去文獻指出優秀運動員其平均反應時間大約在150 至 300 毫秒(ms)之間，明顯地比一般民眾快 (Ando, Kida, & Oda, 2001; Williams, Davids, & Williams, 1999)。在許多需要快速反應及判斷的運動項目中，優秀選手其比賽決勝關鍵經常在於那短短一秒鐘內作出適當的動作反應與技術表現，其中Thomson等人研究發現運動員在比賽中，決定如何執行動作反應的時間明顯地比非運動員短 (Thomson, Watt, & Liukkonen, 2008)。而這快速的動作反應是需要迅速且完善的知覺訊息處理過程 (perceptual information processing) 加以配合，由此可見知覺及認知能力對於優秀選手養成及成績的重要影響。

手眼協調(eye-hand coordination)在人類的文化和演化上扮演著相當重要的角色(Henriques et al., 2003)，是人類所具有的高等生物行為能力之一，其可定義為利用視覺訊息引導手部進行特定動作而達到動作的準確控制性，其建構於正常的視覺訊息接收與功能性動作的整體發展，是人類最基本的視覺動作整合能力，故又可稱為『視覺動作協調』(Beek, Peper, & Stegeman, 1995; Chen, Wilson, & Wu, 2012)。根據持拍及持棒運動的特性，此類型的運動員必須依據來球的種類變化、速度快慢、旋轉變化、落點不同以及對手的特殊動作等視覺上所接收到的訊息，來引導運動員的單手或雙手做出迅速且正確的擊球動作，而這種以視覺呈現目標為導向的手部快速反應動作，極需要利用與身體四肢有關的目標位置來做出準確的計算與判斷(Lavrysen, et al., 2007; Ripoll, 1989)。另外，若想獲得此方面的訊息，視覺動作系統也必須在時間及空間上緊密地與眼睛和雙手的動作相結合 (卓君晶、吳昇光, 2011)；因此，良好的手眼協調能力似乎是優秀的持拍、持棒及多種開放性球類運動項目優秀選手所必須要具備的重要條件(吳昇光, 2009; Williams & Reilly, 2000)。而臺灣在幾項持拍性或持棒性的球類運動 (例如：桌球、羽球、棒球、壘球等項目) 的國際表現上有不錯的成績，長期下來這些有競爭性的球類運動也深受國人的支持，但我國是否能夠建立出優秀球類選手的客觀性科學選材指標，以持續性的能夠有國際競爭性，便是一個非常重要的研究課題。

關於訊息處理理論，其中以 Schmidt(1988) 的運動控制觀點最為許多運動科學或動作科學研究者所採用，其解釋個體如何在接受刺激與動作反應之間，執行訊息處理與動作控制的過程。他認為在刺激輸入與動作輸出之間的訊息處理過程，包含三個重要的階段：一、定義刺激(stimulus identification)：即人類透過視覺、聽覺、觸覺、嗅覺和運動覺等感官系統接收環境中各種不同知覺來源的刺激訊息，以分析刺激訊息及分辨其重要性，故此階段又可視為知覺(perception)階段。二、反應選擇(response selection)：亦即中樞系統依據知覺階段所提供的外在環境刺激訊息和長期記憶所儲存的過往經驗，來作為決定發起何種反應的參考值，進而選擇最合適且有效的反應。換句話說，就是決定合適的反應並選擇其中一個可利用的動作，故此階段又稱為決策(decision)階段。三、反應執行(response programming)：亦即中樞系統從長期記憶中提取並組織一個運動程式，而該程式會產生序列式的動作控制，將動作的意念轉換為實際執行的動作神經命令，引導肌肉需做出有順序的適當收縮，進而在最佳的時機完成動作技能表現。簡單來說，就是組織動作系統來產生所想完成的動作，故此階段又可稱動作執行(action)階段 (Schmidt & Wrisberg, 2004)。這樣的動作控制模式對於優秀運動選手必須在比賽當中定位與接收所有環境情勢，並在眾多資訊與線索當中搜尋和辨認重要訊息(知覺階段)，隨即選擇合適的反應方式(決策階

段)，以建立適當之戰術計畫與實際執行動作(動作執行階段)，甚至在比賽過程中進行適當的變化(Tenenbaum et al., 1993)。因此透過感覺系統接受訊息、中樞整合、進而到執行動作反應之間的過程，現今已是動作科學界極為重要的研究議題之一。

研究優秀球類運動選手在上下肢動作協調能力與知覺訊息處理能力之間的相關性，在本研究被假設有其重要性、價值性與應用性。舉例來說：在棒球運動中，打擊者利用視知覺訊息處理能力來快速判斷投手所投出的球速以及球的移動及旋轉方向，手握球棒且在極短的時間內，能成功揮擊迎面而來的球，且嘗試讓這顆揮出的球能夠打到對手無法防守的位置。這整個過程需要選手有良好的手眼協調與視知覺反應能力(Lees, 2003)。在現今的國際競技賽會中，對手來球的變化有不同落點、速度快慢、旋轉強弱改變、來球位置高低的不同以及其詭異的動作和特殊打法皆是持拍或持棒運動項目中重要的特性，但如何回擊對方各種性質的來球並揮出足夠質量的回球，這正是比賽得分甚至於獲勝的重要關鍵。其中Lees(2003)指出在持拍運動項目中(例如：桌球、羽球、網球)的殺球是一種特殊截擊的任務，而在執行這一類型的任務中，成功的表現取決於來球的視覺訊息處理能力以及預測其飛行路徑與落點時間的準確性；因此，持拍運動選手在不確定的情境中，若能完善地且快速地處理從對手那所獲得的些許提示線索，便可能有足夠的時間來準備回擊，進而提高回擊動作的流暢性及協調性(Ripoll, 1989)。

可惜的是，國內多數運動科學研究主要仍為探討運動員之生理表現或運動技術分析，但從認知神經科學探討運動員感覺運動控制與相關研究之文獻依然相當匱乏。近幾年來，本研究群致力於發展視覺訊息處理能力與動作協調或手眼協調方面之應用研究，且對於動作協調能力與視覺空間注意力上的探討已有初步的研究成果(吳聰義等, 2009; 宋岱芬、陳薇宇、黃明祥、吳昇光, 2008; 陳威穎, 2005; Chen, Wilson, & Wu, 2012; Tsai, Wilson, Wu, 2008; Tsai & Wu, 2008)。這些研究成果顯示動作協調能力與視覺空間注意力(visuospatial attention)之間具有中高度相關性，視覺空間注意力越佳的人，其動作協調能力越好。

注意力在整個訊息處理過程中扮演著相當重要的角色，當注意力出現不足或受到干擾時，便無法將心智資源作有效的分配，使得訊息處理容易出現錯誤，導致動作表現下降。在上述訊息處理過程中的第二階段(反應選擇階段)，中樞系統在比對外刺激以及長期記憶所儲存的過往經驗所靠的就是注意力。近幾年來，本研究群主要利用Posner(1980)所提出之視覺空間注意力任務(covert orienting of visuospatial attention task; COVAT)來探討動作協調能力與視覺空間注意力之間的關係。此任務主要是利用在視覺刺激前加入一個方向提示訊號，來指引接下來視覺刺激可能出現的位置，以吸引受試者的注意力。若視覺刺激出現位置(右)與方向提示訊號所指的位置(右)相同時，此視覺空間注意力可幫助受試者縮短其反應時間；但若視覺刺激出現位置(右)與方向提示訊號所指的位置(左)相反時，受試者必須將其視覺空間注意力從錯誤指引的位置轉移到刺激呈現的正確位置，因此延長了反應時間。許多學者將此兩實驗情境的反應時間相減所得的數值作為判斷視覺空間注意力的好壞，若數值越大代表受試者脫離以及轉移注意力的能力越差。過去研究結果發現動作協調能力越佳的受試者，此數值越小，代表其脫離以及轉移注意力的能力越好(陳威穎, 2005; 宋岱芬、陳薇宇、黃明祥、吳昇光, 2008; Chen, Wilson, & Wu, 2012; Tsai, Wilson, Wu, 2008)。然而，Posner(1980)所提出之視覺空間注意力任務僅用來測量"靜態"性的注意力，受試者在整個試驗過程中，只將注意力依照提示訊號導向特定的一個方向位置(左或右)，再根據目標刺激出現的位置來執行按鍵反應。但在實際比賽過程中，選手所接受的視覺訊息瞬息萬變。因此，採用COVAT模式的研究成果在應用於優秀選手的選才及養成中，似乎有其不足之處。

當持拍、持棒等專項球類運動員處在充滿複雜訊息且動態變化的環境中時，優秀選手必須要同時去定位與接收環境中許多有意義的提示線索，進而做出正確且快速的反應與技術動作。因此，

利用動態注意力來達到同時追蹤許多物體的能力便顯得十分重要。在執行球類運動時，如果選手擁有較佳的多物體追蹤能力，可同時追蹤球體運動的移動與旋轉方向、移動速度、對手的執拍姿勢變化、以及對手與隊友的移動位置，可合理推論其競賽成績應該會比其他對手更為優異，然而這樣的推測需要科學性且客觀性的測量與分析。因此，本研究計畫的首要目的在於探討運動員的動作協調能力與多物體追蹤能力之間的關聯性，且比較不同球類的優秀選手與非選手之間在多物體追蹤能力上的差異。

目前在國際心理學術領域上，用來測量多物體追蹤能力最廣為使用的工具是由 Pyllyshyn 與 Storm 在 1988 年所提出的多物體追蹤任務 (Multiple Object Tracking Task, 簡稱 MOT)。任務一開始會在 8 個相同的物體中選出 4 個指派為受試者要追蹤的物體，接著受試者必須利用注意力來追蹤這 4 個目標物體任意在電腦螢幕中移動，其餘 4 個相同形狀顏色大小的干擾物體也隨意地在電腦螢幕中移動。在追蹤一段時間後，所有移動物體停止移動，施測者會要求受試者在 8 個相同物體中找出哪 4 個為一開始所指派的目標物體。在整個過程中，若受試者的注意力資源不足以支配來追蹤這 4 個移動物體，受試者可能會漏掉幾個正在追蹤的物體，在所有物體停止移動後，受試者便無法正確找出試驗一開始所指派的所有目標物體 (Pyllyshyn & Storm, 1988)。

在近百篇多物體追蹤任務的相關文獻中，大多著重在注意力理論的建構，對於此多物體追蹤任務在臨床應用或運動實務上的琢磨不多，僅有少數幾篇在於探討年齡 (Trick et al., 2003; 2005; Sekuler & McLaughlin, 2008)、特殊疾病 (自閉症, Koldewyn et al., 2012)、特別休閒活動 (電玩遊戲高手, Green & Bavelier, 2006) 以及排球運動 (Zhang et al., 2009) 對於多物體追蹤能力的影響。由於本研究計畫主要目的著重在比較不同球類運動在多物體追蹤能力上的差異，且迄今國際上探討此應用於運動上的研究甚少，因此在此特針對 Zhang 等人在 2009 年發表的文章進行討論。

Zhang et al. (2009) 的研究主要操弄三個研究變項來比較排球選手與一般大學生在多物體追蹤任務上的表現，此三個變項為：1. 除三個目標物體 (英文字母 B) 外，其餘畫面中移動物體的數目；2. 三個目標物體是否改變顏色；3. 三個目標物體的移動方向是否一致。研究過程中，請受試者同時追蹤三個目標物體的移動，並在追蹤期間操弄此三個變項，在所有物體停止移動的同時，其中一個目標物體會從原來的字母 B 改變為字母 p 或 q，並請受試者立即做字母相對應的按鍵反應，並紀錄受試者的反應時間。結果顯示排球選手的反應時間明顯地比一般大學生快很多，Zhang 等人因此推論排球選手的多物體追蹤能力較佳，但此研究在結果與實驗設計上有許多地方有待商榷。第一、在大多數的多物體追蹤任務的文獻中幾乎沒有人單單使用反應時間來代表多物體追蹤能力，此任務表現的好壞應該以追蹤正確率或追蹤物體數目來衡量。第二、以此研究設計來說，受試者針對字母變化所做的反應只會發生在三個目標物體的其中之一，因此就算受試者不追蹤物體移動或是追蹤其間漏掉任何一個目標物體，受試者仍然可以在物體停止運動時做出反應，此時只需要視覺快速搜尋 (visual search) 的能力，過去研究也指出球類運動選手在視覺搜尋與空間注意力的表現明顯地比一般民眾較佳且反應時間較短 (Lenzen, Brouwers, & Dejardin, 2004; Martell & Vickers, 2004; Mark & Ericsson, 2005)。因此，此實驗設計並未能真正的測量出受試者的多物體追蹤能力。而本研究將進一步改進 Zhang 等人的研究設計，利用比較正確率來真正測量受試者的多物體追蹤能力。

過去研究指出由於人類的注意力容量有限，一般大眾大概只能同時追蹤 4~5 個移動中的物體 (Pyllyshyn & Storm, 1988; Culham, Cavanagh, & Kanwisher, 2001; Yantis, 1992; Scholl, Pyllyshyn & Feldman, 2001)。但至目前為止，國內外尚未有任何文獻指出優秀球類選手是否比非選手有較高的注意力容量？是否可以同時追蹤較多的移動物體？或者不同球類運動優秀選手之間，依照不同球類之間的特性差異，在注意力容量上會有不同的表現？因此，本研究計畫的第一

個研究目的在探討此一假設。近年來，利用多物體追蹤任務來測量注意力容量最有效的方法有兩種：1. 增加同時追蹤的目標數目，2. 增加同時追蹤目標物體的移動速度 (Alvarez & Franconeri, 2007; Bettencourt & Somers, 2009; Liu et al., 2005)。本研究計畫中也將針對此兩種方式（實驗一與實驗二）來探討不同優秀球類選手與非選手之間在注意力容量的差異。

除了注意力容量可能影響選手的表現外，選手對於速度的認知敏感度以及利用比賽場上的預測能力亦是奪得比賽勝利的關鍵因素。在過去少數的實證研究指出優秀球類選手（諸如：網球、棒球等球速甚快的運動項目）有較好的預測能力，且可以有效利用比賽場上所接受的訊息來預測接下來球的運動方向，且預測球體運動方向的能力較一般選手快速且精確 (Abernethy & Russell, 1987; Singer et al., 1996; Williams et al., 1993)。Hagemann 等人也發現有經驗的羽球選手較能精準判斷及預測對手擊球落點，以及根據對手姿勢與下肢動作來預測對手接下來可能發生的行為，進而提升比賽成績 (Hagemann, Strauss, & Canal-Bruland, 2006)。因此本計畫的另一個研究目的，即為探討優秀選手是否有較佳的預測能力以及較好的速度認知敏感度。在多物體追蹤任務測試的實驗三中，本研究觀察選手在同時追蹤三個不同速度的物體時，是否可以察覺到三個物體間的速度差異，利用操弄速度差異的程度，來探討選手在哪一個差異程度下可以判斷出三個物體中哪一個速度最快，這樣便可測量出選手對物體速度認知的敏感度。在實驗四中，再進一步觀察是否選手可以利用對於物體移動速度認知的敏感度來預測物體移動。

另外，國外文獻指出經過訓練的曲棍球 (Starkes, 1987)、撞球 (Abernethy, Neal, & Koning, 1994)、以及足球 (Abernethy & Russell, 1987) 選手，在知覺及認知功能上都有明顯地改善，且此改善效果會維持很長一段時間。在Moreno等人的研究中也提到，利用眼睛追蹤器來觀察豐富經驗與沒經驗的選手們在預測由發球機發射出的網球之落點位置，其結果顯示豐富經驗的選手比沒經驗選手有較長時間眼睛專著於球發射後的起始位置，這可能代表豐富經驗的選手有較專注且持久的注意力 (Moreno et al., 2005)。由此可知，運動選手在經過長期訓練之後，其注意力可能會有所提升。因此，本研究計畫亦探討選手在訓練期以及比賽期間，是否選手的注意力容量，對於速度認知的敏感度以及利用對速度的認知來預測球體移動能力是否會有所影響。

## 研究目的

本研究為比較優秀持拍運動選手(桌球選手)、優秀持棒運動選手(棒球與壘球選手)及一般成年受試者在多物體追蹤能力以及手眼協調能力測試之差異，以建立三種球類運動選手之測試結果與相關基礎理論的關連性。以更進一步從多物體追蹤能力與手眼協調能力的相關觀點進而建立我國菁英運動項目之優秀選手選才模式與資料庫結果。

第二年研究將針對優秀持棒選手(棒球及壘球選手)之多物體追蹤能力以及手眼協調能力測試進行半年之追蹤，以更進一步了解這兩類特性選手在不同運動時期(訓練期及比賽期)，其多物體追蹤能力與手眼協調能力之變化。並配合前一年所分析運動項目選手在多物體追蹤能力與手眼協調能力結果，以建立多種屬性運動項目之橫斷面及縱斷面的完整資訊與建構相關理論。

## 研究方法與步驟

### 一、研究參與者

本研究以現役國內甲組專長優秀男女運動選手作為多物體追蹤能力及手眼協調能力檢測之對象，本研究優秀棒壘球及桌球選手皆為參加全國大運會及全運會的現役選手，從各運動專項隨機

選取符合條件的選手，並經由各運動專項選手填寫同意書後才接受多物體追蹤能力之檢測，所收集選手共計73位(見表一)，以及一般成年受試者39位。所有被測試之選手實足年齡至少達18歲以上，身體健康且無嚴重的運動傷害，每週至少接受超過12小時以上的專項運動訓練，以及已有規律參與訓練超過六年與參加全國最高等級運動賽事之選手。本研究參與者皆需填寫實驗同意書；且本研究經過中國醫藥大學人體試驗委員會的審查通過。

本研究在第二年追蹤收集棒球與壘球兩種項目之優秀運動選手(見表二)，在訓練期及比賽期時之多物體追蹤能力及手眼協調能力，以比較選手在訓練期及比賽期時之多物體追蹤能力及手眼協調能力的變化與差異，預計這兩個時期之相差時間約為六個月。在訓練期與比賽期間各選擇一個時段進行選手的測試，本研究在訓練期及比賽期的三次測驗，第一次測驗包括實驗一及實驗二，第二次測驗包括實驗三及實驗四，第三次測驗則為手眼協調測試。

表二、棒球及壘球運動項目進行測試時間

運動專長項目		訓練期	比賽期	測試選手人數
1	壘球	十月	隔年四月	18
2	棒球	九月	隔年三月	40

## 二、實驗流程與設計

### 1. 多物體追蹤能力的測驗部分

本研究使用由Pyllyshyn與Storm在1988年所提出的多物體追蹤任務(multiple object tracking task, 簡稱MOT)，此測試任務發展至今，已有超過百篇文獻使用此實驗方法來探討人類動態且持續注意力。因此，本研究將以此任務來作為測量優秀選手與一般選手的多物體追蹤能力，進而利用操弄追蹤目標物體速度(實驗一)，目標物體數目(實驗二)來比較兩族群間的注意力容量差異，以及探討受試者在同時追蹤多個不同速度的目標物體時，對於物體速度的認知(實驗三)。

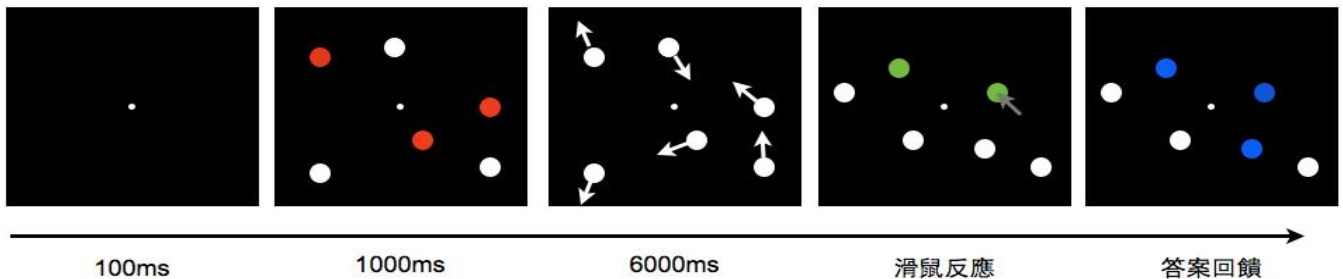
#### 實驗器材的設置：

安排受試者進入一個全黑的測試房間內，請受試者坐在適當高度的椅子上，將其下巴舒服置放在下巴固定架上，此下巴架距離電腦螢幕約57cm，調整下巴架使受試者眼睛與螢幕正中央白點等高。請受試者將雙手舒服平放在桌面，慣用手放在操控電腦滑鼠。在實驗過程中，實驗刺激將呈現在21吋的CRT電腦螢幕上，電腦螢幕解析度為1024 x 768且更新頻率為120 Hz。多物體追蹤任務(MOT)的呈現將以psychopy免費軟體平台撰寫程式，並以蘋果筆記型電腦MacBook Pro來執行程式。

#### 實驗流程：

當受試者就定位準備好後，施測者將以口頭方式指導受試者如何操作此實驗，在受試者完全瞭解測試方法後，給與受試者10次的練習試驗。每一次試驗開始於一個白點(直徑為0.1視覺角度(deg))呈現在螢幕中央，請受試者在接下來的整個試驗中眼睛緊盯此白點。經過100ms後，螢幕上隨機出現6個白色圓點，其直徑大小為1deg，其中3個白點會變成紅色來告知受試者這3個圓點為追蹤目標，此過程費時1000ms。接著所有紅色圓點變成原來的白色，此時目標物體將與其他圓點完全相同且開始移動，受試者在接下來的過程中必須利用注意力來追蹤這3個移動的目標物體，此過程費時6000ms。所有圓點將以隨機的方式在螢幕中直線移動，每一個圓點的移動方向皆

不同，當圓點在直線移動過程中碰到螢幕的四個邊線（上下左右），將會以相同入射角與反射角之角度反彈，反彈後繼續以直線方式移動。另外，當每個圓點在接近其他圓點於2.5 deg 距離時，會以相反方向的方式反彈，避免兩圓點碰在一起，干擾受試者因為無法區別彼此而喪失追蹤物體的能力。經過6000ms的追蹤後，所有圓點會停止移動留在原地，此時請受試者利用滑鼠找出那3個目標圓點。並在受試者點選完3個圓點後提供回饋告知正確的3個追蹤目標物。在經過1000ms後，進入下一個試驗。整個過程如圖一所示。



圖一：多物體追蹤任務(MOT)流程示意圖。試驗開始前100 ms，提醒受試者整個流程中眼睛緊盯中央白點，接下來1000ms以紅色標示追蹤目標物，再來的6000ms為受試者注意力追蹤期，追蹤目標物在螢幕中的移動。最後，所有物體停止移動請受試者以滑鼠選擇追蹤目標物，並再選擇後提供答案回饋。

#### A. 實驗一（操控追蹤目標物體的速度）

實驗器材設置與流程如上述，實驗一操控所有移動物體的速度。本實驗一有4個實驗速度情境，分別為3、6、9或12 deg/s。在每一個速度情境中，受試者被要求同時追蹤3個目標物，並紀錄受試者分別在每一個情境中的表現（追蹤正確率）。每一個情境執行30個試驗，因此每位受試者在實驗一中總共執行120個試驗。此120個試驗以隨機亂數來呈現4種實驗速度情境。本實驗將分別紀錄受試者在每一個實驗速度情境的表現正確率。舉例來說，在3deg/s速度情境下，受試者在30個試驗中有28個試驗成功同時追蹤3個目標物，則正確率為93.33%；在9deg/s速度情境下，受試者在30個試驗中只有20個試驗成功同時追蹤3個目標物，則正確率為66.67%。

#### B. 實驗二（操控追蹤目標物體的數目）

實驗器材設置與流程如上述，實驗二操控追蹤物體的數目。本實驗二有4個實驗數目情境，分別為3、4、5或6個目標物。螢幕中圓點總數也隨著目標物的增加而增加：3個目標物情境中總共含有6個圓點、4個目標物情境中總共含有8個圓點、5個目標物情境中總共含有10個圓點、6個目標物情境中總共含有12個圓點。在每一個數目情境中，所有移動物體的速度皆為6 deg/s。受試者被要求同時追蹤3、4、5或6個目標物，並紀錄受試者分別在每一個情境中的表現（追蹤正確率）。每一個情境執行30個試驗，因此每位受試者在實驗二中總共執行120個試驗。此120個試驗以隨機亂數來呈現4種實驗數目情境。本實驗將分別紀錄受試者在每一個實驗數目情境的表現正確率。舉例來說，在3個目標物情境下，受試者在30個試驗中有28個試驗成功同時追蹤3個目標物，則正確率為93.33%；在5個目標物情境下，受試者在30個試驗中只有20個試驗成功同時追蹤5個目標物，則正確率為66.67%。

#### C. 實驗三（操控目標物體之間的速度差異）

實驗器材設置與流程如上述，實驗三操控目標物體之間的速度差異。本實驗三有4個實驗速度

差異情境，分別為相差速度1、2、3或4 deg/s。受試者被要求同時追蹤3個不同速度的目標物體，螢幕上的圓點總數為6個，每個速度包含2個圓點(1個目標物，1個非目標物)，6個圓點平均速度為6 deg/s。以相差速度為3 deg/s 的例子來說，其中2個圓點速度為3deg/s、2個圓點速度為6deg/s、另外2個圓點速度為9deg/s。每一個情境執行30個試驗，因此每位受試者在實驗三中總共執行120個試驗。此120個試驗以隨機亂數來呈現4種實驗速度差異情境。本實驗將分別紀錄受試者在每一個實驗速度差異情境的表現正確率。舉例來說，在速度差異1deg/s情境下，受試者在30個試驗中有29個試驗成功同時追蹤3個不同速度目標物，則正確率為96.67%；在速度差異3deg/s情境下，受試者在30個試驗中只有18個試驗成功同時追蹤3個不同速度目標物，則正確率為60%。

## 2. 手眼協調動作能力測驗

本研究使用標準化之手眼協調工具(Finger-nose-finger test; 縮寫FNF test)來檢測兒童及運動專項男女選手，此工具為吳昇光教授於2004年國科會計劃中所建構之動作協調力評估工具之一，是一套由國人所建立的本土化測驗工具，並已有標準化常模(吳昇光、李采娟、陳威穎、陳福成、許雅怡、李曜全, 2009)，此量化測量方式也於近年內應用於運動選手手眼協調動作能力之評估(吳昇光, 2009)。此測驗工具經本研究群研發及整合，現已可同步配合Stim2 (El Paso, USA)系統測量記錄及分析每次觸碰的時間。

## 三、資料收集

本研究在資料收集方面，包括三種運動專項男女選手及一般健全大學生的基本資料及選手在手眼協調能力測驗之次數與平均速度，以及多物體追蹤任務中四項實驗的表現。而在運動專項選手基本資料收集的部份，包含選手之姓名、年齡、性別、身高、體重、運動專項、訓練年限、最佳運動成績等資料。本研究在第二年之資料收集方面，包括壘球與棒球兩種運動專項選手在訓練期與比賽期中之多物體追蹤任務中的表現變化，同時也分析手眼協調能力之變化。

## 四、資料分析與統計方法

本研究使用 SPSS for Windows 16.0 版本統計分析軟體，將桌球、棒球、壘球這三種運動專項之男女選手族群及一般控制組的各項基本資料、手眼協調能力、以及多物體追蹤能力之多種檢測結果進行統計分析，且在本研究中所有推論統計顯著差異值皆設在  $\alpha$  level 小於 .05。

利用描述性統計來描述各運動專項選手的基本資料；以 two-way ANOVA 來分析比較各種運動專項選手在多物體追蹤能力的三項實驗中的表現差異，來探討各運動專項之間在注意力容量，移動物體速度的敏感度以及預測物體移動能力上的差異性。

其中在第二年計畫中針對棒球與壘球兩種項目選手之手眼協調能力以及多物體追蹤任務表現在六個月訓練期及比賽期之前後差異，使用混合設計 two-way ANOVA 來分析比較兩種運動項目在訓練期與比賽期之變化差異。

## 結果

本研究計畫成果將分為兩研究主題來呈現報告。研究主題一主要比較棒球、壘球、桌球以及一般成年受試者在多物體追蹤能力之差異。本研究利用實驗一操弄追蹤目標物體的移動速度差異來探討不同優秀球類選手與非選手之間的注意力容量的差異；利用實驗二操控同時追蹤目標物體的數目多寡亦探討不同優秀球類選手與非選手之間的注意力容量的差異；利用實驗三來觀察選手在同時追蹤三個不

同速度的物體時，操控不同物體之間的速度差異程度來測量出選手對於物體速度認知的敏感度。研究主題二主要是進一步了解棒球與壘球選手在不同運動時期（訓練期與比賽期），是否選手的注意力容量以及對於速度認知的敏感度是否會有所影響。

研究主題一：

兩年內共完成41位棒球選手、25位壘球選手、7位桌球選手與39位控制組的實驗一、二、以及實驗三的資料收集。表一顯示各實驗的受試者的身高、體重、球齡與年齡等基本資料。

表一、實驗一、二與三選手之基本資料

實驗一與二	棒球(N=41)	壘球(N=25)	桌球(N=7)	控制組(N=39)
年齡(y/o)	19.98±1.06	20.00±1.23	20.57±2.07	23.13±2.70
身高(cm)	177.66±5.63	162.64±5.82	166.43±6.60	166.64±7.07
體重(kg)	81.39±10.35	62.92±9.43	61.43±7.87	59.97±9.59
球齡(y/o)	10.44±1.43	8.08±1.08	13.00±1.53	
實驗三	棒球(N=39)	壘球(N=25)	桌球(N=7)	控制組(N=39)
年齡(y/o)	19.97±1.06	20.5±1.07	20.11±1.17	19.75±1.26
身高(cm)	177.72±5.76	179.38±5.42	174.33±5.59	172.25±2.5
體重(kg)	81.74±10.50	84.13±9.96	73.44±5.77	83.25±12.26
球齡(y/o)	10.36±1.42	8.08±1.08	13.00±1.53	

實驗一：

實驗一利用操弄四個速度情境（0.3、0.6、0.9或1.2 deg/s）來測量受試者是否可以利用動態注意力來同時追蹤三個相同速度目標移動物體，來探討棒球、壘球、桌球與控制組之間是否呈現不同的表現差異。本實驗利用混合型設計重複量測變異數分析（Mixed-Model Repeated-Measure ANOVA，以不同組別為between-subjects因子，以四種速度情境為within-subjects因子）來比較棒球、壘球、桌球與控制組於實驗一的全對比例，全對比例的計算方式為受試者同時正確地追蹤三個目標移動物體的成功測驗數除以總測驗數。結果顯示四組的整體表現並沒有顯著差異（ $F(3, 106) = 1.764, p = 0.159$ ），但LSD事後考驗結果顯示棒球選手整體表現明顯地比控制組較優秀（ $p = 0.029$ ）。變異數分析結果亦顯示四組受試者於速度慢的表現明顯地比速度快的表現較佳（ $F(3, 318) = 734.876, p < 0.001$ ）。如圖1.1顯示，四組受試者於追蹤0.3 deg/s 速度移動的三個物體之全對比例明顯地比於0.6 deg/s速度情境的表現較佳（LSD Post-hoc:  $p < 0.001$ ）；速度情境為0.6 deg/s 全對比例明顯地比速度情境為0.9 deg/s的表現較佳（LSD Post-hoc:  $p < 0.001$ ）；速度情境為0.9 deg/s 全對比例同樣明顯地比速度情境為1.2 deg/s的表現較佳（LSD Post-hoc:  $p < 0.001$ ）。整體而言，當速度逐漸增加時，四組受試者同時追蹤三個目標物體的正确率（全對比例）顯著地逐漸下降。另外，變異數分析結果顯示組別與速度因子間並沒有存在著交互關係作用（ $F(9, 318) = 0.56, p = 0.83$ ）。

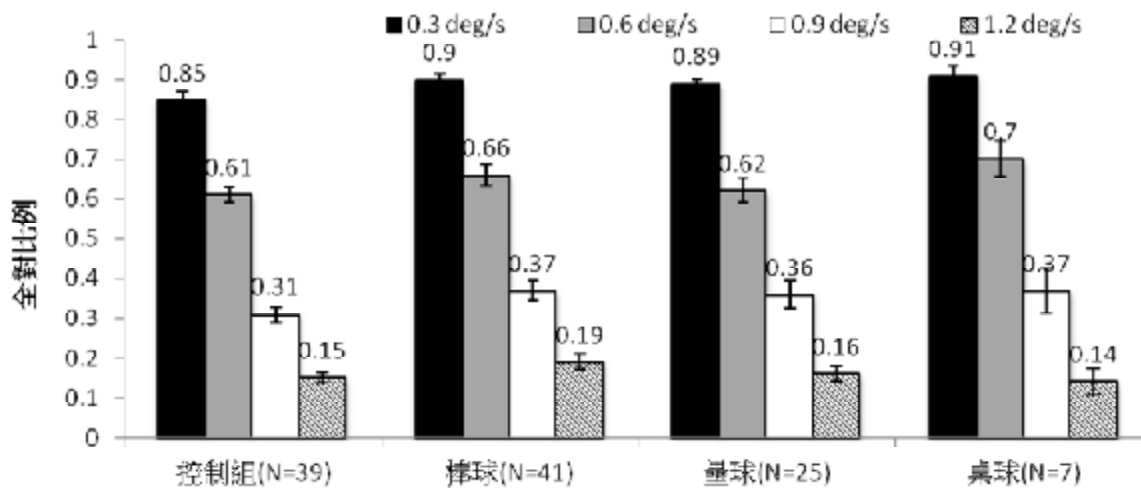


圖1.1、實驗一之

棒球、壘球、桌球與控制組於不同速度情境下的動態追蹤能力表現比較

過去文獻常用追蹤速度域值 (speed limit) 來評估人類的注意力容量大小 (Chen, Howe, & Holcombe, 2013; Holcombe & Chen, 2012; Holcombe, Chen, & Howe, 2014)，此追蹤速度域值的取得經由兩個步驟：第一、利用不同速度情境的全對比例來建立心理測量函數 (psychometric function)，如圖1.2 中所呈現的曲線。此函數圖形繪製的猜測率為0.053 ( $3/8 \times 3/8 \times 3/8$ )，也就是說當受試者在實驗中不追蹤物體的情況下，他實驗後三個物體全被猜中的比例為0.053，如圖1.2 中最下方的水平虛線所指示。第二、本實驗設定0.53全對比例 ( $(1+0.053)/2$ ) 代表注意力容量換算的基準 (圖1.2 中央水平虛線)，再利用繪製好的心理測量函數計算出追蹤速度域值，如圖1.2中顯示的垂直虛線。

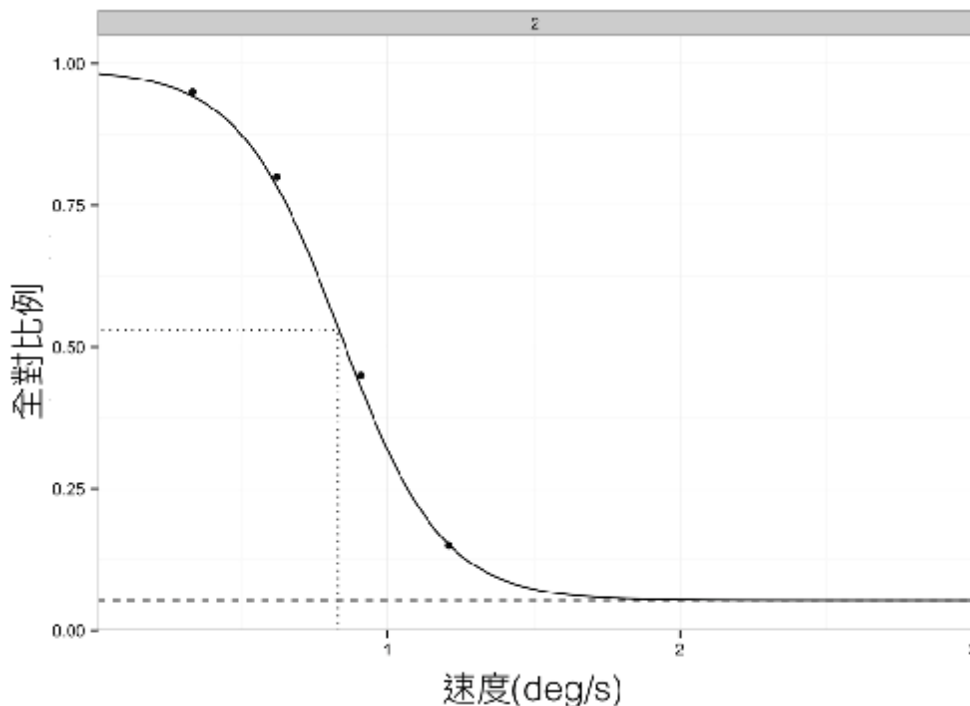


圖1.2、不同速度情境與全對比例所建立的心理測量函數圖

本實驗一進一步利用此追蹤速度預值來探討是否棒球、壘球、桌球與控制組之間是否存在著注意力容量的差異。單因子變異數分析 (One-Way ANOVA) 針對四組間的追蹤速度域值進行比較，結果發現四

組之間的追蹤速度域值並沒有顯著差異 ( $F(3, 109) = 1.895, p = 0.135$ )，但LSD事後考驗結果顯示棒球選手的追蹤速度域值明顯地比控制組較大 ( $p = 0.026$ )，這顯示棒球選手的注意力容量明顯地比控制組要大 (如圖1.3 所示)。

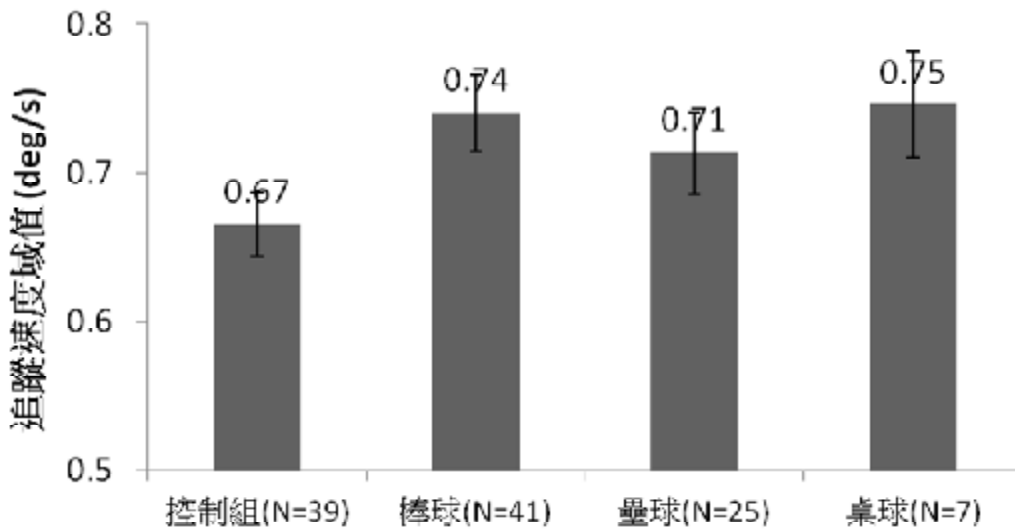


圖1.3、實驗一之棒球、壘球、桌球與控制組的追蹤速度域值比較

## 實驗二：

實驗二利用操弄四個數目情境 (2、3、4或5個目標移動物體) 來測量受試者是否可以利用動態注意力來同時追蹤多個目標移動物體，其在0.6 deg/s的移動速度下的表現；本實驗利用混合型設計重複量測變異數分析 (Mixed-Model Repeated-Measure ANOVA，以不同組別為between-subjects因子，以四種目標移動數目為within-subjects因子) 來比較棒球、壘球、桌球與控制組於實驗二的全對比例，全對比例的計算方式為受試者同時正確地追蹤該數目情境所需追蹤的所有目標物的完成測驗數除以總測驗數。結果顯示四組的整體表現有顯著差異 ( $F(3, 108) = 2.986, p = 0.034$ )，進一步利用LSD事後考驗發現棒球選手整體表現明顯地比控制組較優秀 ( $p = 0.004$ )。變異數分析結果亦顯示追蹤目標物體數目少的表現明顯地比目標物體數目多的表現較佳 ( $F(3, 324) = 436.983, p < 0.001$ )，如圖2.1顯示，四組受試者於同時追蹤二個移動目標物之全對比例明顯地比於同時追蹤三個目標物的表現較佳 (LSD Post-hoc:  $p < 0.001$ )；數目情境為三的全對比例明顯地比數目情境為四的表現較佳 (LSD Post-hoc:  $p < 0.001$ )；數目情境為四的全對比例同樣明顯地比數目情境為五的表現較佳 (LSD Post-hoc:  $p < 0.001$ )。整體而言，當同時追蹤的目標物體數目逐漸增加時，四組受試者同時追蹤多個目標物的正確率 (全對比例) 顯著地逐漸下降。另外，變異數分析結果顯示組別與數目因子間並沒有存在著交互關係作用 ( $F(9, 324) = 0.744, p = 0.668$ )。

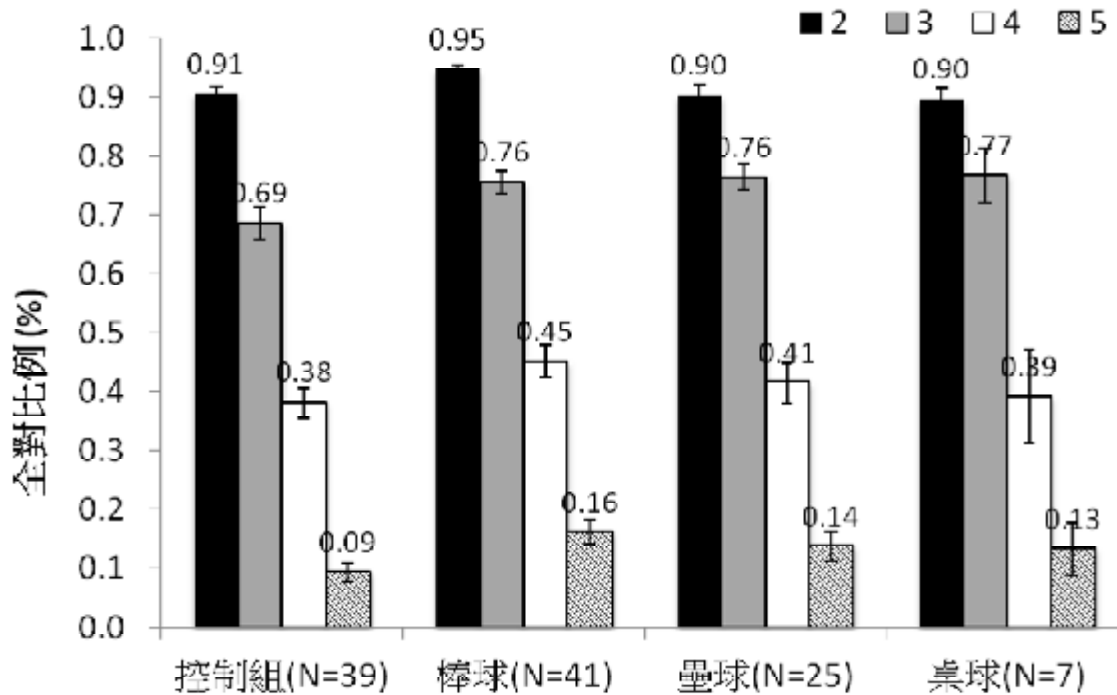


圖2.1、實驗二之四組受試者於不同數目情境下的動態追蹤能力表現比較

本實驗二模仿實驗一計算追蹤速度域值的方式，先繪製心理測量函數圖形再換算特定域值來代表受試者的注意力容量大小。此實驗的心理測量函數圖形的X軸改為追蹤物體數目，利用不同追蹤物體數目情境的全對比例來建立心理測量函數，如圖2.2中所呈現的曲線。此函數圖形繪製的猜測率為0.03125 ( $0.5 \times 0.5 \times 0.5 \times 0.5 \times 0.5$ )，也就是說當受試者在實驗中不追蹤物體的情況下，他實驗後五個物體全被猜中的比例為0.03125，如圖2.2中最下方的水平虛線所指示。另外，本實驗設定0.51全對比例  $((1+0.03125)/2)$  代表注意力容量換算的基準(圖2.2中央水平虛線)，再利用繪製好的心理測量函數計算出追蹤數目域值(number threshold)，如圖2.2中顯示的垂直虛線。

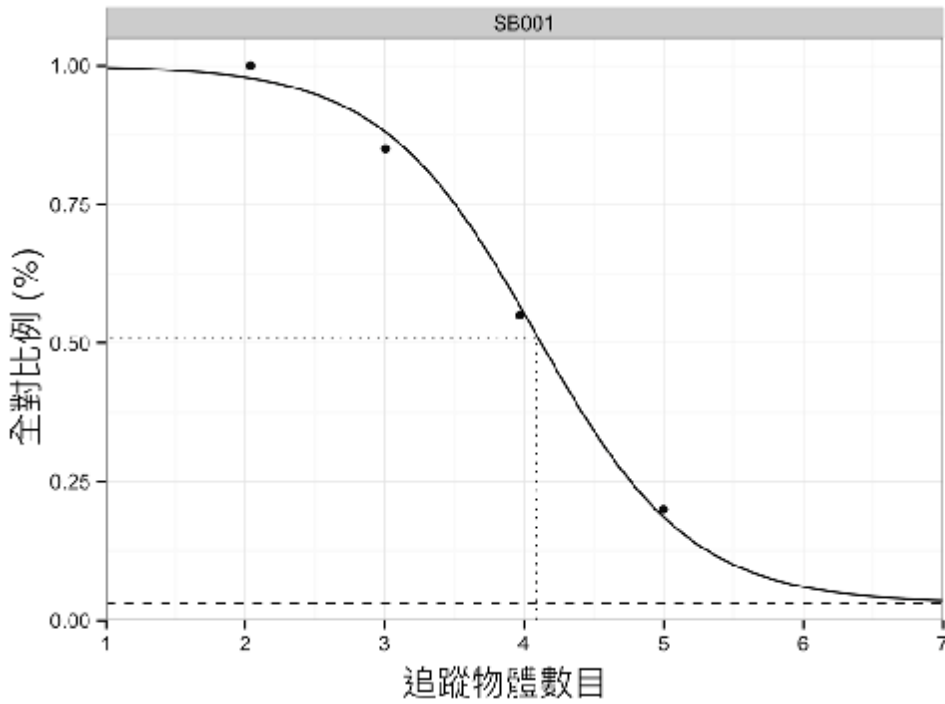


圖2.2、不同追蹤物體數目情境與全對比例所建立的心理測量函數圖

本實驗二亦進一步利用此追蹤數目域值來探討是否棒球、壘球、桌球與控制組之間是否存在著注意力容量的差異。單因子變異數分析(One-Way ANOVA)針對四組間的追蹤數目域值進行比較，結果發現四組之間的追蹤數目域值並沒有顯著差異 ( $F(3, 108) = 2.3, p = 0.077$ )，但LSD事後考驗結果顯示棒球選手的追蹤數目域值明顯地比控制組較大 ( $p = 0.01$ )，這顯示棒球選手的注意力容量明顯地比控制組要大 (如圖 2.3 所示)。

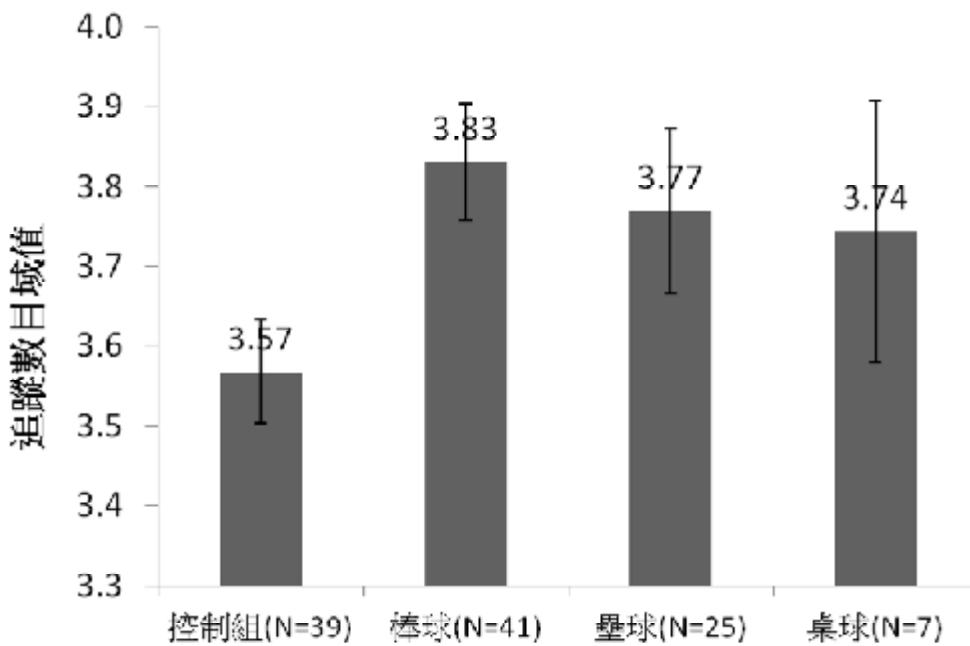


圖 2.3、實驗二之棒球、壘球、桌球與控制組的追蹤數目域值比較

### 實驗三：

實驗三利用操弄四種速度差異情境 (0.2、0.4、0.6或0.8 deg/s) 來測量受試者是否可以利用動態注意力來同時追蹤三個不同速度的目標移動物體，並比較三個目標物體之間，是否速度差異越大造成受試者在追蹤能力表現上的差異越大。本實驗亦利用混合型設計重複量測變異數分析 (Mixed-Model Repeated-Measure ANOVA，以不同組別為between-subjects 因子，以四種物體移動速度差異為within-subjects 因子) 來比較棒球、壘球、桌球與控制組於實驗三的全對比例，全對比例的計算方式為受試者同時正確地追蹤三個不同速度目標移動物體的成功測驗數除以總測驗數。結果顯示四組的追蹤能力有顯著差異 ( $F(3, 106) = 3.718, p = 0.014$ )，進一步利用LSD事後考驗發現棒球選手追蹤能力明顯地比控制組較優秀 ( $p = 0.001$ )。變異數分析結果亦顯示四種物體移動速度差異情境之間也存在著顯著差異 ( $F(3, 318) = 5.007, p = 0.002$ )，LSD事後考驗僅發現四組受試者於同時追蹤三個速度差異為0.2 deg/s (三個物體速度分別為0.8、1、1.2 deg/s) 情境下之追蹤能力明顯地比同時追蹤三個速度差異為0.6 deg/s (三個物體速度分別為0.4、1、1.6 deg/s) 情境下 ( $p = 0.041$ ) 與0.8 deg/s (三個物體速度分別為0.2、1、1.8 deg/s) 情境下 ( $p < 0.001$ ) 的追蹤能力較差；受試者於同時追蹤三個速度差異為0.4 deg/s 情境下之追蹤能力明顯地比同時追蹤三個速度差異為0.8 deg/s 情境下 ( $p = 0.033$ ) 的追蹤能力較差 (圖3.1)。這顯示當選手同時追蹤三個移動速度不相同時，三個物體之間速度差異較大的測驗情境比速度差異較小的表現較佳。另外，變異數分析結果顯示組別與速度差異因子間並沒有存在著交互關係作用 ( $F(9, 318) = 0.741, p < 0.671$ )。

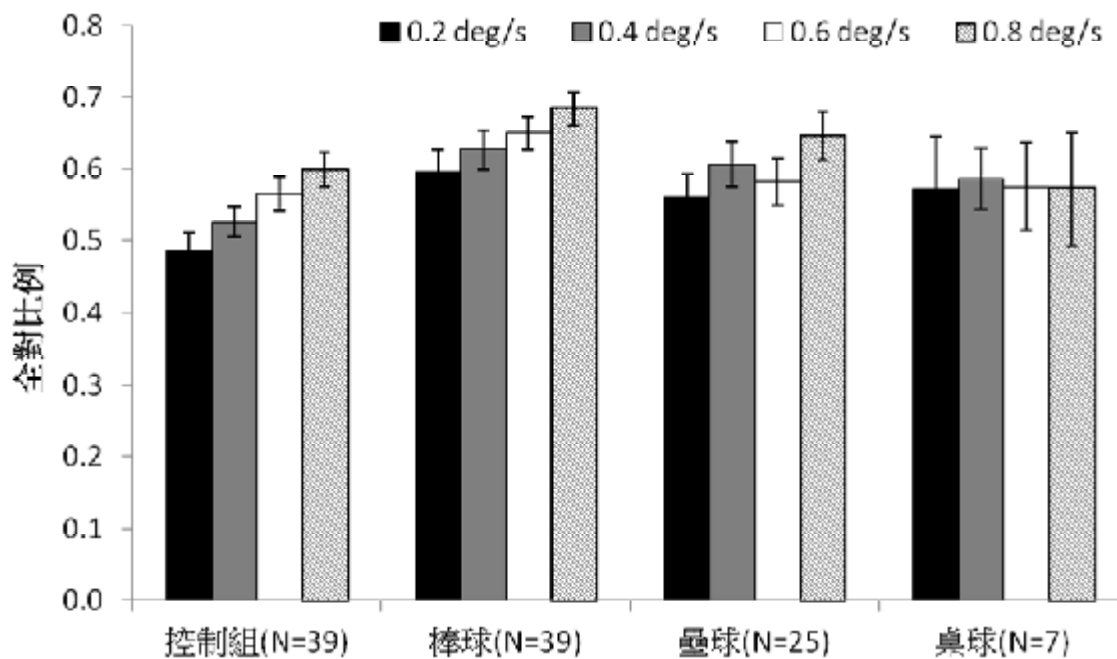


圖3.1、實驗三之四組受試者於不同速度差異情境下的動態追蹤能力表現比較

由於上述意外的發現，本實驗更深入探討選手在失敗試驗中，分別針對三種不同速度目標物體 (慢速、中速、快速)，進行個別正確率的比較；並且比較在不同速度差異情境下，選手在三種不同速度的目標物體的正確率是否有所差異。本實驗三所定義的失敗試驗為選手沒有正確地同時追蹤三個不同速度的目標物體。換句話說，三個目標物體中只要答錯一個就算是失敗試驗。本實驗三利用二因子重複量測變異數分析 (Three-Way Repeated-Measure ANOVA；以四種物體移動速度差異以及三種速度物體為兩個within-subjects 因子，以四組組別為between-subjects 因子) 來比較棒球、壘球、桌球與控制組於實驗三內所有失敗試驗中，慢速、中速與快速目標物體的正確率。結果顯示四組之間的正確率並沒有顯著差異 ( $F(3, 106) = 1.393, p = 0.249$ )，且四種物體移動速度差異情境之間的正確率也沒有顯著差異 ( $F(3, 318) = 1.881, p = 0.133$ )，但結果顯示四組於追蹤三種不同速度物體時的正確率

有明顯地差異 ( $F(2, 212) = 250.047, p < 0.001$ )。LSD事後分析顯示慢速物體 (平均正確率: 0.84) 的正確率明顯地比中速物體 (平均正確率: 0.60) 較佳 ( $p < 0.001$ )，中速物體的正確率也顯著地比快速物體 (平均正確率: 0.43) 較佳 ( $p < 0.001$ )。

從圖3.2中，本實驗三發現一個有趣的現象，隨著三個物體之間的速度差異越大，追蹤慢速物體的正確率有逐漸上升的趨勢，但追蹤高速物體的正確率卻有逐漸下降的趨勢，而追蹤中速物體的正確率呈現持平的狀態。慢速物體的正確率從相差0.2deg/s的0.71，逐漸上升到相差0.8deg/s的0.92；中速物體的正確率皆維持在0.6左右；而高速物體的正確率從相差0.2deg/s的0.51，逐漸下降到相差0.8deg/s的0.39正確率。此現象也在變異數分析中顯示四種速度差異情境與三種速度物體之間的顯著二因子交互作用 ( $F(6, 636) = 6.906, p < 0.001$ )。此可能的解釋為當受試者被要求同時追蹤三個不同移動速度的目標物體時，我們人類採取的追蹤策略是傾向於努力同時追蹤三個移動目標物體而不放棄高速目標物體，因為高速物體的正確率皆低於0.5，如果採取放棄高速目標物體追蹤策略，高速物體的正確率會接近0.5且不會有隨速度差異越大，正確率有下降越多的趨勢。

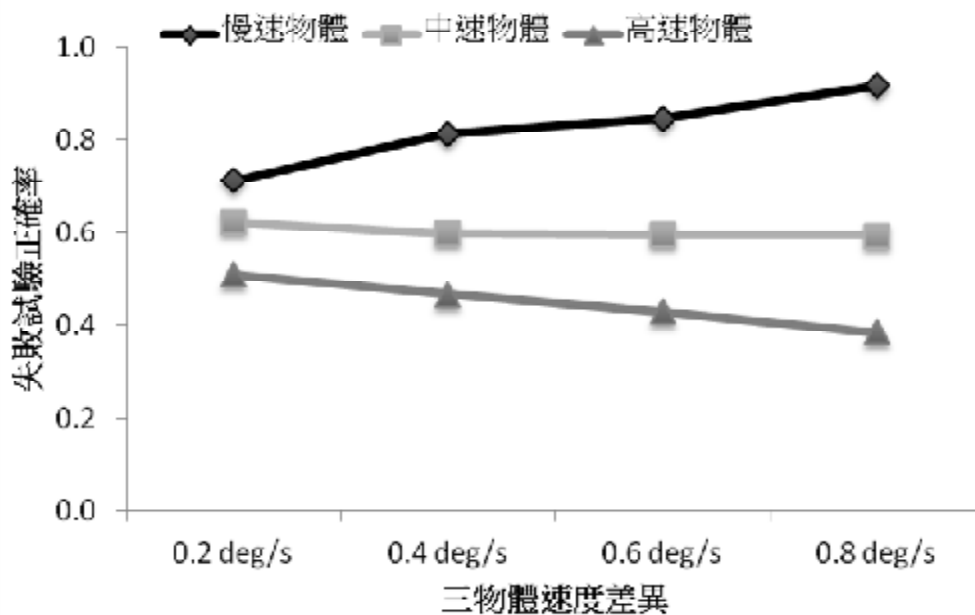


圖3.2、實驗三之全部受試者(N=110)於不同速度差異情境下，其失敗試驗中各種速度目標物體的正確率趨勢圖

研究主題二：

研究主題二主要目的在於了解優秀選手在訓練期與比賽期，是否會影響選手的注意力容量以及對於速度認知的敏感度，本研究針對同一批棒球與壘球選手在訓練期與比賽期進行兩次一樣的注意力動態追蹤實驗 (實驗一、二與實驗三)。由於兩次實驗時間間隔超過半年，各實驗分別有一些選手無法配合第二次實驗，表二顯示各實驗的受試者的身高、體重、球齡與年齡等基本資料。

表二、實驗一、二與三選手之基本資料

	實驗一		實驗二		實驗三	
	棒球 (N=40)	壘球 (N=18)	棒球 (N=38)	壘球 (N=17)	棒球 (N=38)	壘球 (N=18)
年齡(y/o)	19.93±1.02	19.44±0.86	19.92±1.03	19.35±0.79	19.92±1.03	19.44±0.86
身高(cm)	177.58±5.67	161.44±4.99	177.63±5.81	161.59±5.10	177.63±5.81	161.44±4.99
體重(kg)	81.18±10.39	61.83±8.57	81.55±10.53	62.06±8.78	81.55±10.53	61.83±8.57

### 實驗一：

實驗一利用操弄四個速度情境 (0.3、0.6、0.9或1.2 deg/s) 測量受試者，來探討棒球與壘球選手之間是否於訓練期與比賽期中，利用動態注意力來同時追蹤三個速度相同的目標移動物體，呈現不同的追蹤能力表現。本實驗利用混合型設計重複量測變異數分析 (Mixed-Model Repeated-Measure ANOVA, 以不同組別為between-subjects因子，以四種速度情境以及不同時期為within-subjects 因子) 來比較棒球與壘球於實驗一的全對比例。結果顯示在棒球與壘球選手之間 ( $F(1, 53) = 0.31, p = 0.58$ )、訓練期與比賽期之間 ( $F(1, 53) = 0.146, p = 0.70$ ) 的追蹤能力表現皆沒有顯著差異，但於四種速度情境之間有顯著差異 ( $F(3, 159) = 728.769, p < 0.001$ )。如圖4.1 顯示，棒球與壘球選手於追蹤0.3 deg/s 速度移動的三個物體之全對比例明顯地比於0.6 deg/s速度情境的表現較佳 (LSD Post-hoc:  $p < 0.001$ )；速度情境為0.6 deg/s 全對比例明顯地比速度情境為0.9 deg/s的表現較佳 (LSD Post-hoc:  $p < 0.001$ )；速度情境為0.9 deg/s 全對比例同樣明顯地比速度情境為1.2 deg/s的表現較佳 (LSD Post-hoc:  $p < 0.001$ )。整體而言，當速度逐漸增加時，棒球與壘球選手們同時追蹤三個目標物體的正確率 (全對比例) 顯著地逐漸下降。另外，變異數分析結果顯示組別與速度因子之間 ( $F(3, 159) = 0.258, p = 0.86$ )、組別與不同時期因子之間 ( $F(1, 53) = 2.199, p = 0.14$ )、不同時期與速度因子之間 ( $F(3, 159) = 0.136, p = 0.94$ )、以及組別、不同時期與速度三因子之間 ( $F(3, 159) = 0.716, p = 0.54$ ) 皆沒有存在著交互關係作用。

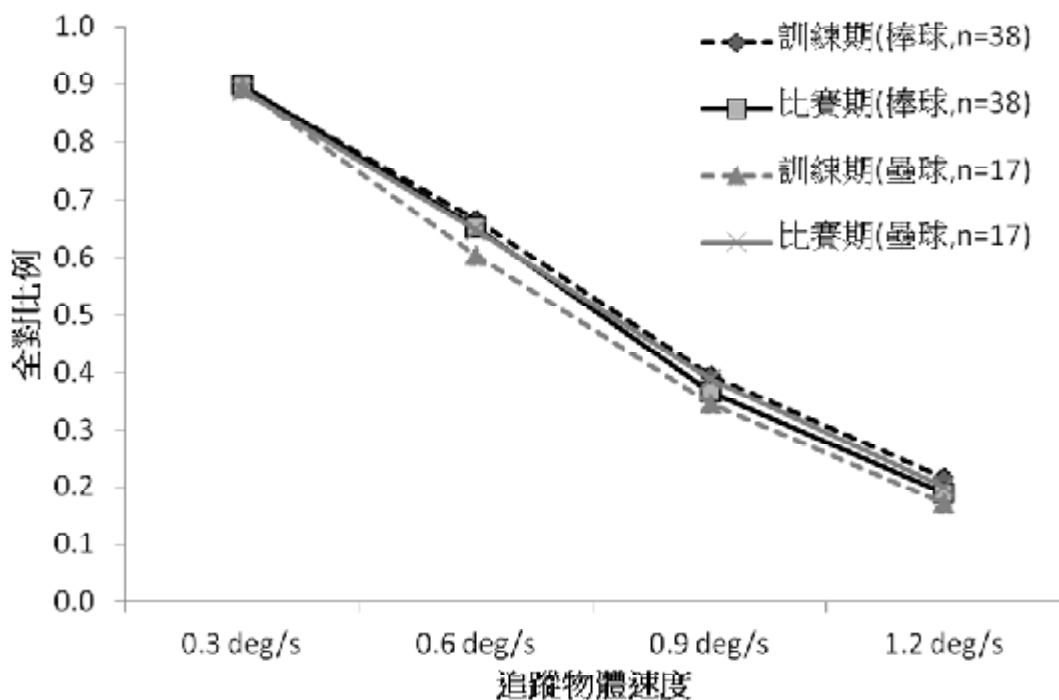


圖4.1、棒球與壘球選手於實驗一中，在訓練期與比賽期不同速度情境下的動態追蹤能力表現比較。

本實驗一亦利用研究主題一之實驗一的追蹤速度域值來探討棒球與壘球選手於訓練期與比賽期之間，是否存在著注意力容量的差異。兩因子重複量測變異數分析 (Two-Way Repeated-Measure ANOVA, 以不同組別為between-subjects因子，以不同時期為within-subjects 因子) 針對棒球與壘球選手之間的追蹤速度域值進行比較，結果發現棒球與壘球之間 ( $F(1, 53) = 0.322, p = 0.57$ ) 與訓練期與比賽期之間 ( $F(1, 53) = 0.026, p = 0.87$ ) 的追蹤速度域值並沒有顯著差異，而且組別與不同時期兩因

子之間並沒有存在著顯著差異 ( $F(1, 53) = 1.38, p = 0.25$ )。(如圖 4.2 所示)。

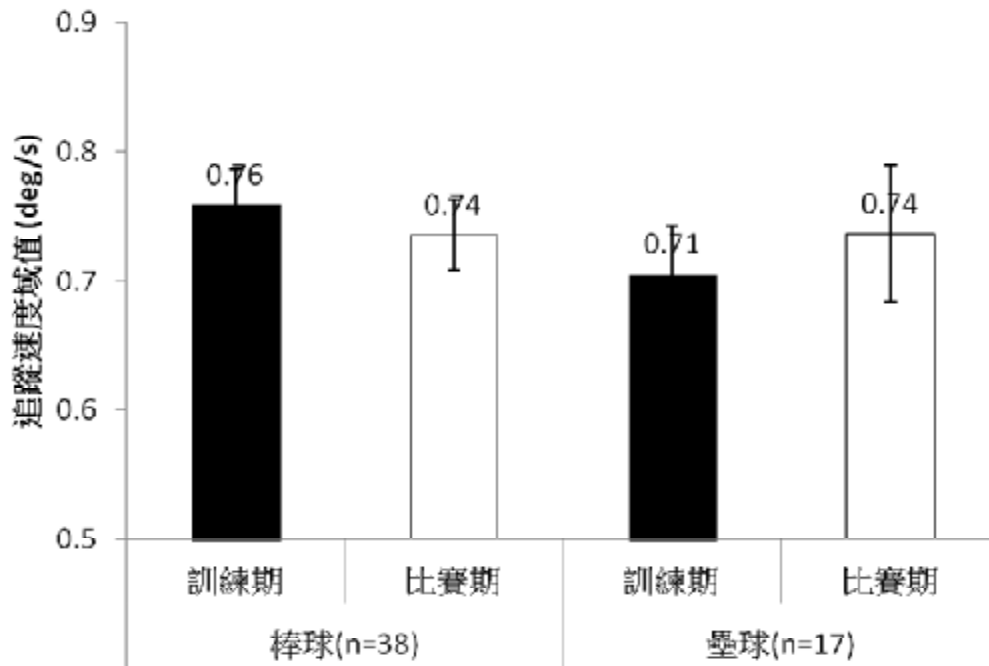


圖4.2、棒球與壘球選手於實驗一中，在訓練期與比賽期的追蹤速度域值之比較。

## 實驗二

實驗二利用操弄四個數目情境 (2、3、4或5個目標移動物體) 測量受試者，來探討棒球與壘球選手之間是否於訓練期與比賽期中，利用動態注意力來同時追蹤多個0.6 deg/s的目標移動物體，呈現不同的追蹤能力表現。本實驗利用混合型設計重複量測變異數分析 (Mixed-Model Repeated-Measure ANOVA, 以不同組別為between-subjects因子, 以四種數目情境以及不同時期為within-subjects因子) 來比較棒球與壘球於實驗二的全對比例。結果顯示在棒球與壘球選手之間 ( $F(1, 56) = 1.623, p = 0.21$ )、訓練期與比賽期之間 ( $F(1, 56) = 0.053, p = 0.82$ ) 的追蹤能力表現皆沒有顯著差異，但於四種數目情境之間有顯著差異 ( $F(3, 168) = 698.941, p < 0.001$ )。

如圖5.1 顯示，棒球與壘球選手於同時追蹤二個移動目標物之全對比例明顯地比於同時追蹤三個目標物的表現較佳 (LSD Post-hoc:  $p < 0.001$ )；數目情境為三的全對比例明顯地比數目情境為四的表現較佳 (LSD Post-hoc:  $p < 0.001$ )；數目情境為四的全對比例同樣明顯地比數目情境為五的表現較佳 (LSD Post-hoc:  $p < 0.001$ )。整體而言，當同時追蹤的目標物體數目逐漸增加時，棒球與壘球選手同時追蹤多個目標物的正確率 (全對比例) 顯著地逐漸下降。另外，變異數分析結果顯示組別與數目因子之間 ( $F(3, 168) = 0.189, p = 0.90$ )、組別與不同時期因子之間 ( $F(1, 56) = 3.582, p = 0.064$ )、不同時期與數目因子之間 ( $F(3, 168) = 1.096, p = 0.35$ )、以及組別、不同時期與數目三因子之間 ( $F(3, 168) = 1.637, p = 0.18$ ) 皆沒有存在著交互關係作用。

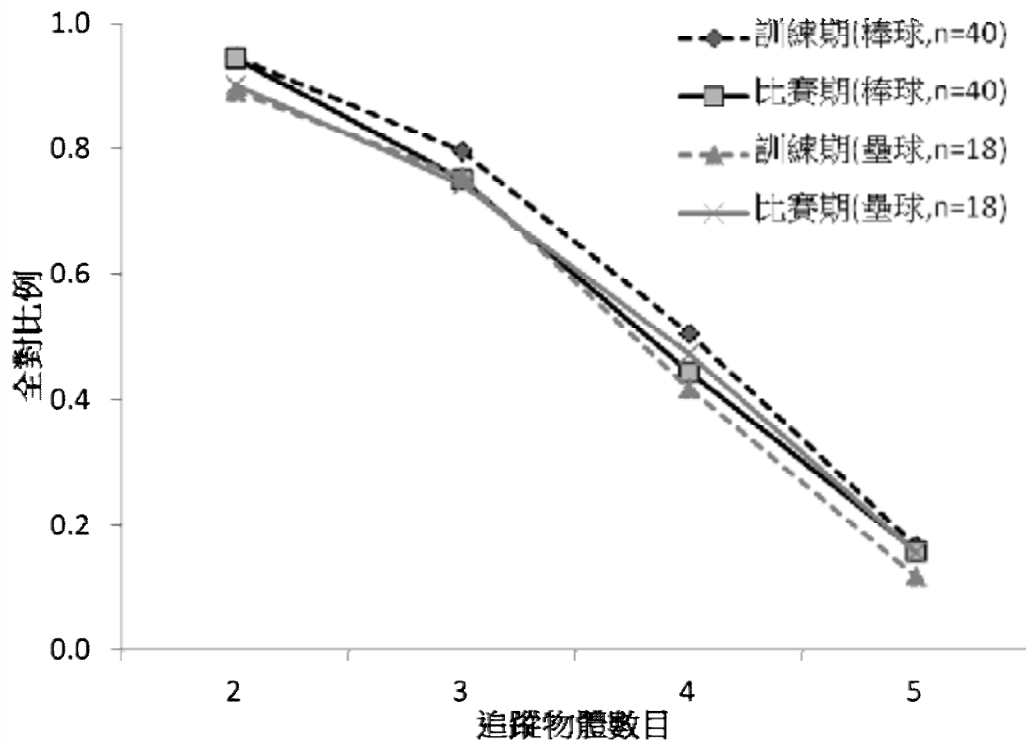


圖5.1、棒球與壘球選手於實驗二中，在訓練期與比賽期不同追蹤物體數目情境下的動態追蹤能力表現比較

本實驗二亦利用研究主題一之實驗二的追蹤數目域值來探討棒球與壘球選手於訓練期與比賽期之間，是否存在著注意力容量的差異。兩因子重複量測變異數分析(Two-Way Repeated-Measure ANOVA，以不同組別為between-subjects因子，以不同時期為within-subjects 因子) 針對棒球與壘球選手之間的追蹤數目域值進行比較，結果發現棒球與壘球之間 ( $F(1, 56) = 0.471$ ， $p = 0.49$ ) 與訓練期與比賽期之間 ( $F(1, 56) = 0.183$ ， $p = 0.67$ ) 的追蹤數目域值並沒有顯著差異，而且組別與不同時期兩因子之間並沒有存在著顯著差異 ( $F(1, 56) = 2.673$ ， $p = 0.11$ )。(如圖 5.2 所示)。

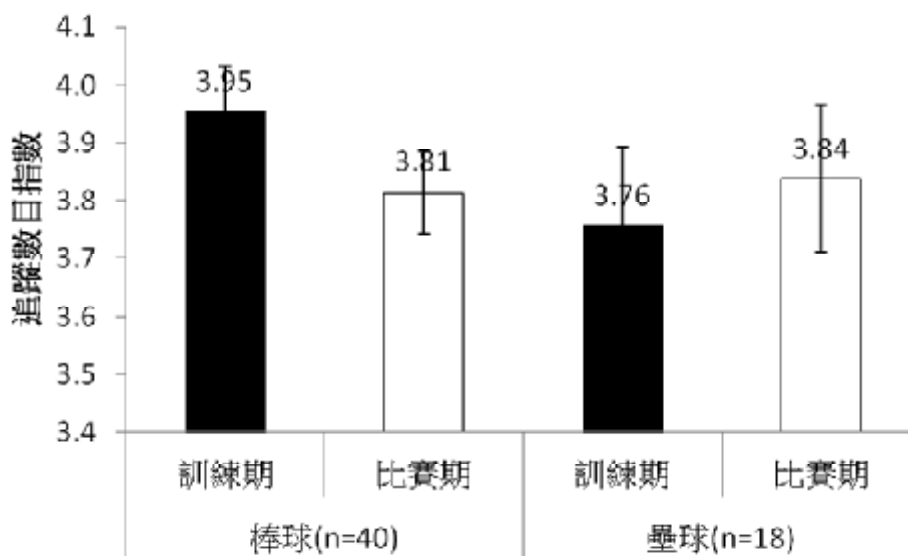


圖5.2、棒球與壘球選手於實驗二中，在訓練期與比賽期的追蹤數目域值比較

### 實驗三

實驗三利用操弄四種速度差異情境 (0.2、0.4、0.6或 0.8 deg/s) 測量受試者，來探討棒球

與壘球選手之間是否於訓練期與比賽期中，利用動態注意力來同時追蹤三個不同速度的目標移動物體，呈現不同的追蹤能力表現。本實驗利用混合型設計重複量測變異數分析 (Mixed-Model Repeated-Measure ANOVA，以不同組別為between-subjects因子，以四種物體移動速度差異以及不同時期為within-subjects 因子) 來比較棒球與壘球於實驗三的全對比例。結果顯示在棒球與壘球選手之間 ( $F(1, 54) = 2.38, p = 0.13$ )、訓練期與比賽期之間 ( $F(1, 54) = 1.001, p = 0.32$ ) 的追蹤能力表現皆沒有顯著差異，但於四種移動速度差異情境之間有顯著差異 ( $F(3, 162) = 17.437, p < 0.001$ )。如圖6.1 顯示，棒球與壘球選手於同時追蹤三個速度差異為0.2 deg/s 情境下之追蹤能力明顯地比同時追蹤三個速度差異為0.4 deg/s 情境下 (LSD Post-hoc:  $p = 0.004$ )、0.6 deg/s 情境下 (LSD Post-hoc:  $p < 0.001$ ) 與0.8deg/s 情境下(LSD Post-hoc:  $p < 0.001$ ) 的追蹤能力較差；受試者於同時追蹤三個速度差異為0.4 deg/s情境下之追蹤能力明顯地比同時追蹤三個速度差異為0.8 deg/s情境下 (LSD Post-hoc:  $p = 0.001$ ) 的追蹤能力較差 (圖3.1)；受試者於同時追蹤三個速度差異為0.6 deg/s 情境下之追蹤能力明顯地比同時追蹤三個速度差異為0.8 deg/s情境下 (LSD Post-hoc:  $p = 0.011$ ) 的追蹤能力較差。這顯示當選手同時追蹤三個移動速度不相同時，三個物體之間速度差異較大的測驗情境比速度差異較小的表現較佳。

另外，變異數分析結果顯示組別與速度差異因子之間 ( $F(3, 162) = 0.316, p = 0.81$ )、組別與不同時期因子之間 ( $F(1, 54) = 0.799, p = 0.38$ )、不同時期與速度差異因子之間 ( $F(3, 162) = 1.712, p = 0.17$ )、以及組別、不同時期與速度差異三因子之間 ( $F(3, 162) = 2.446, p = 0.066$ ) 皆沒有存在著交互關係作用。

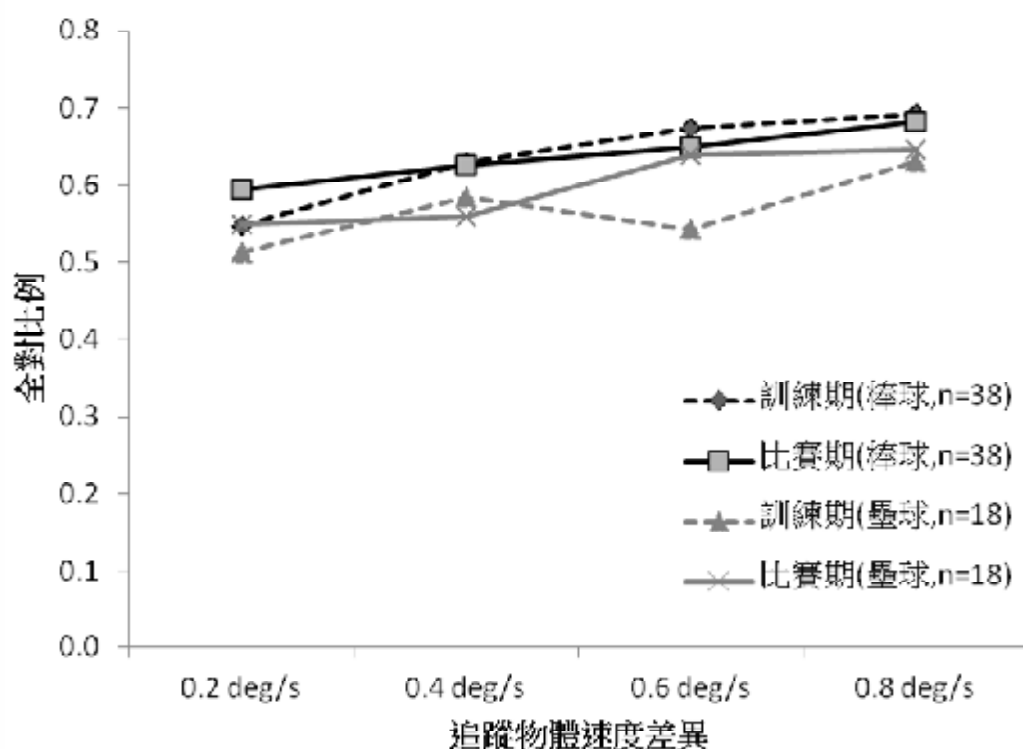


圖6.1、棒球與壘球選手於實驗三中，在訓練期與比賽期不同速度差異情境下的動態追蹤能力表現比較

如研究主題一的實驗三，本實驗亦深入探討選手在失敗試驗中，分別針對三種不同速度目標物體 (慢速、中速、快速)，進行個別正確率的比較；並且比較在不同速度差異情境下，選手在三種不同速度的目標物體的正確率是否有所差異。本實驗三利用二因子重複量測變異數分析 (Four-Way Repeated-Measure ANOVA; 以不同時期、四種物體移動速度差異以及三種速度物體為三個

within-subjects 因子，以兩組組別為Between-subjects因子) 來比較棒球與壘球選手於實驗三內所有失敗試驗中，慢速、中速與快速目標物體的正確率。結果顯示棒球與壘球選手之間的正確率並沒有顯著差異 ( $F(1, 54) = 0.252, p = 0.62$ )，四種物體移動速度差異情境之間的正確率也沒有顯著差異 ( $F(3, 162) = 1.408, p = 0.24$ )，訓練期與比賽期之間的正確率也沒有顯著差異 ( $F(1, 54) = 1.588, p = 0.21$ )，但結果顯示四組於追蹤三種不同速度物體時的正確率有明顯地差異 ( $F(2, 108) = 197.918, p < 0.001$ )。LSD事後分析顯示慢速物體(平均正確率: 0.81)的正確率明顯地比中速物體(平均正確率: 0.60)較佳 ( $p < 0.001$ )，中速物體的正確率也顯著地比快速物體(平均正確率: 0.47)較佳 ( $p < 0.001$ )。

從圖6.2中，如同研究主題一的實驗三，本實驗此得到相似的現象，不論比賽期或訓練期，隨著三個物體之間的速度差異越大，追蹤慢速物體的正確率有逐漸上升的趨勢，但追蹤高速物體的正確率卻有逐漸下降的趨勢，而追蹤中速物體的正確率呈現持平的狀態。此現象也在變異數分析中顯示四種速度差異情境與三種速度物體之間的顯著二因子交互作用 ( $F(6, 330) = 13.078, p < 0.001$ )。

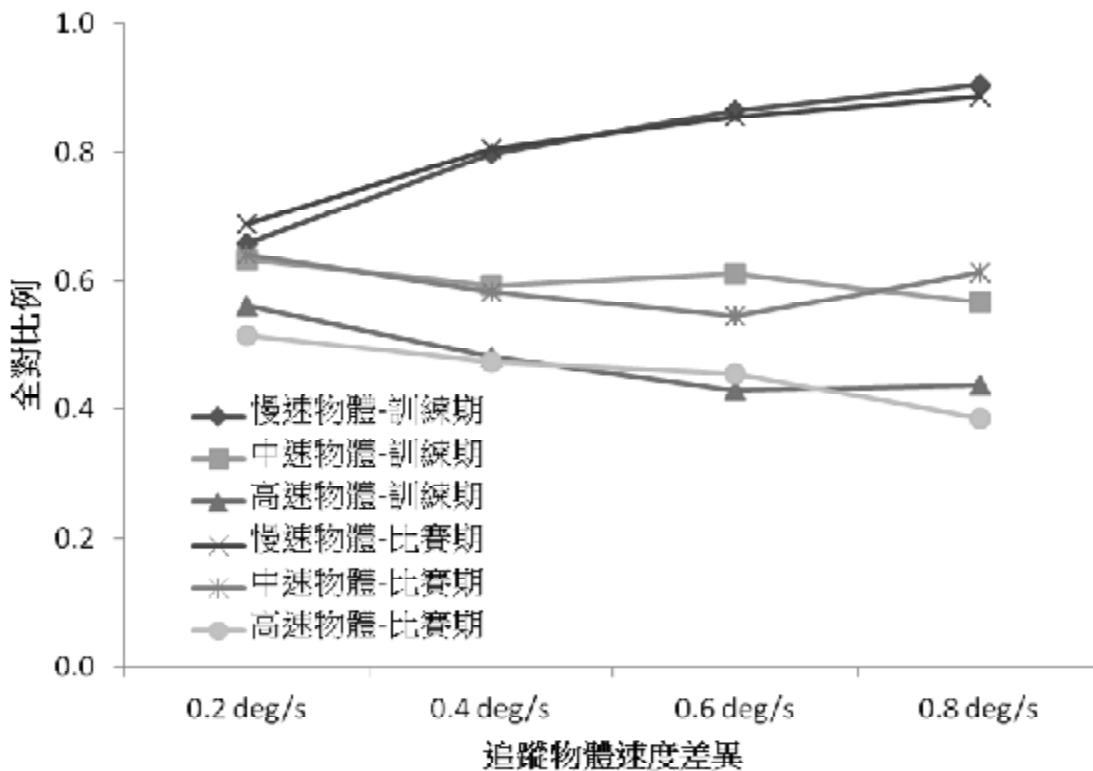


圖6.2、實驗三之棒球與壘球選手(N=58)在訓練期與比賽期，於不同速度差異情境下，其失敗試驗中各種速度目標物體的正確率趨勢圖

### 討論

本研究之研究主題一，利用多物體追蹤任務(MOT) 來評量棒球、壘球與桌球菁英選手之多物體追蹤能力，並與非運動員進行比較。結果發現不論是操弄追蹤目標物體移動速度的實驗一、操弄追蹤目標物體數目多寡的實驗二、或是操弄追蹤目標物體們之間速度差異的實驗三，棒球選手在多物體追蹤能力上的整體表現顯著地比非運動員較優秀，壘球與桌球選手的多物體追蹤能力介於棒球與非運動員之間。

## 注意力容量之探討

過去研究僅發現棒球選手比非運動員擁有較傑出的動態視覺敏銳度，棒球選手能辨識一個移動物體較細微（如：速度、方向與顏色）的部分(Ishigaki & Miyao, 1993; Rouse, DeLand, Christian, & Hawley, 1988; Uchi da, Kudoh, Higuchi, Honda, & Kanosue, 2013)。Ishigaki and Miyao (1993) 請受試者去區別在不同極快速移動速度下，Landolt C 目標物體的缺口方向。結果發現棒球、網球與羽球選手比非運動員擁有較優秀的動態視覺敏銳度，在追蹤較小目標的移動Landolt C 的任務中，選手們能在較高速度下區別Landolt C 缺口的方向；在追蹤較大目標的情況下，選手們與非運動員能區別Landolt C 缺口方向的最高速度並沒有明顯差異，這顯示選手們能在快速的移動速度下較清楚地辨識移動中物體的細微特性。Uchi da et al. (2013) 利用不一樣的測量方式亦發現棒球選手比非運動員擁有較傑出的動態視覺敏銳度；Millsagle (2000) 則發現女性壘球選手也比非運動員擁有較傑出的動態視覺敏銳度。

然而，上述這些動態視覺敏銳度研究皆顯示選手們在追蹤一個移動物體的情境下的表現比非運動員優秀。但在僅追蹤一個移動物體的情境下，選手們可以利用移動眼球來追蹤目標物體或是利用注意力來追蹤此單一物體，這兩者之間的差異在於眼球是否移動。因此，動態視覺敏銳度之測量方式並無法區別出選手們的優秀追蹤能力究竟是來自於傑出的眼球移動能力或是優秀的注意力動態追蹤能力。

而本研究所利用的多物體追蹤任務，要求受試者將眼球緊盯著中央的固定圓點，並利用旁視野同時追蹤兩個以上在空間中移動的目標物體，此測試任務所測量到的動態追蹤能力僅表示受試者們的注意力能力表現，而非眼球移動能力，因為人類無法同時將眼球移動到兩個以上的空間位置。因此，本研究顯示棒球選手優秀的動態追蹤能力代表棒球選手們擁有優秀的注意力分配能力，而非快速的眼球移動能力。

在認知心理學領域中，過去20年許多研究皆證明了人類的注意力容量是有限的，我們大腦可以同時處理訊息量是有限制的，當越多與任務相關訊息加入，大腦處理訊息的品質與速度將明顯地下降(Duncan, 1980; Norman & Bobrow, 1975; Pashler, 1994; Pashler & Johnston, 1998)。舉例來說，Pothier, Benguigui, Kulpa, and Chavoix (2015) 請受試者一邊走路一邊執行多物體追蹤任務，結果發現受試者們為了維持多物體追蹤任務的好表現，他們必須減慢行走的速度；當追蹤物體的速度增加，行走的速度將會減慢；若行走的速度增加，追蹤物體的表現就會隨之下降，這些結果驗證了我們大腦的注意力容量是有限的。

由於注意力容量是有限的，因此有效率地分配此有限的注意力容量對於受試者在執行多物體追蹤任務便顯得特別重要。本研究實驗一與二中呈現，當追蹤物體速度增加或是追蹤物體數目增加，受試者的追蹤正確率便明顯地下降，這說明在有限的注意力容量中，當分配的追蹤數目越多，每一個追蹤物體所得到的注意力量便減少，造成追蹤表現變差。因此，綜合實驗一與二的結果，本研究推論棒球選手的注意力分配能力明顯地比非運動員較優秀。

於實驗一中，利用認知心理學領域的心理測量函數推算出追蹤速度域值(speed threshold)，從追蹤速度快慢角度來代表受試者的注意力容量大小(Chen et al., 2013; Holcombe & Chen, 2012; Holcombe et al., 2014)，若追蹤速度域值越大，代表注意力容量大小越大。結果棒球選手的追蹤速度域值(0.74 deg/s) 顯著地比非運動員(0.67 deg/s) 較大，這說明從速度角度衡量棒球選手的注意力容量大約比非運動員大上 10%左右；從圖1.3中，意外地發現桌球選手的追蹤速度域值為0.75 deg/s，甚至還比棒球選手高出0.01 deg/s，但與非運動員之間的統計差異並沒達到顯著差異，這可能是因為桌球選手的受試者數目過少，未來若再增加桌球選手的受試者數目，或許就可能發現桌球選手的注意力容量與棒球選手相似，都比運動員較大。

於實驗二中，利用心理測量函數推算出追蹤數目域值(number threshold)，從追蹤數目多寡角度

來代表受試者的注意力容量大小，若追蹤數目域值越大，代表注意力容量大小越大。結果顯示棒球選手的追蹤數目域值 (3.83 個) 顯著地比非運動員(3.57 個) 較大，這說明從追蹤數目多寡角度衡量棒球選手的注意力容量大約比非運動員大上 7.3%左右。綜合實驗一與二的結果，顯示棒球選手的注意力容量明顯地非運動員較大。

### 追蹤速度之探討

關於多物體追蹤任務的追蹤速度域值在運動領域上之運用，過去也有許多文獻提及到。Faubert (2013)利用追蹤速度域值來評估足球、冰上曲棍球與橄欖球的職業選手在複雜且不可預期的動態環境中快速學習的能力，其發現在學習初期的進步明顯地比業餘選手快，顯示職業選手在適應動態環境的學習能力明顯地較快速，也顯示追蹤速度域值是個有辨別性的評估指標來評估選手的追蹤能力，而本研究提供了除了足球、冰上曲棍球與橄欖球等職業選手之外，藉由較大的追蹤速度域值的發現，證明棒球選手的物體追蹤能力也比非運動員優秀。

### 注意力彈性分配之探討

本研究發現不論是利用追蹤速度域值或是追蹤數目域值的評量，棒球選手的注意力容量都比非運動員較大，亦發現於實驗三中，棒球選手在同時追蹤三個不同速度的目標移動物體的表現也比非運動員較好。Chen et al. (2013) 比較受試者同時追蹤一快一慢不同速度的兩個目標物體與受試者同時追蹤兩個一樣快的目標物體，結果發現受試者在一快一慢情境下，那個移動較快的目標物體之追蹤速度域值顯著地比受試者在兩個一樣快情境下的目標物體之追蹤速度域值較大。這說明我們人類擁有彈性分配注意力容量給不同速度的目標物體的能力，分配較多的注意力給速度較快的目標物體，分配較少的注意力給速度較慢的目標物體，因此造成了在一快一慢的情境下，那個快的目標物體分配到的注意力容量比在兩個一樣快的情境下，其中一個目標物體所分配到的注意力容量較多(Chen et al., 2013)。本研究的實驗三為國內外文獻中，首篇比較棒球、壘球、桌球與非運動員之間的注意力容量彈性分配能力，結果發現棒球選手的彈性分配注意力能力明顯地比非運動員較佳。

另外，實驗三特別發現一個有趣的現象，我們人類在同時追蹤三個不同速度的移動物體時，當隨著速度差異越大時，追蹤高速物體的正確率卻有逐漸下降的趨勢，而追蹤中速物體的正確率呈現持平的狀態，追蹤慢速物體的正確率有逐漸上升的趨勢。實驗三中高速物體的正確率皆低於0.5，因此本研究推論我們人類採取的追蹤策略是傾向於努力同時追蹤三個移動目標物體而不放棄高速目標物體，因為如果採取放棄高速目標物體追蹤策略，高速物體的正確率會接近0.5且不會有隨速度差異越大，正確率有下降越多的趨勢。

### 比賽期與訓練期之注意力差異探討

依據研究主題二之研究目的在於了解優秀選手在訓練期與比賽期，是否會影響選手的多物體追蹤能力的整體表現，結果顯示不論是操弄追蹤目標物體移動速度的實驗一、操弄追蹤目標物體數目多寡的實驗二、或是操弄追蹤目標物體們之間速度差異的實驗三，棒球與壘球在訓練期與比賽期之間的追蹤能力並沒有明顯的差異。這顯示不同時期並不會影響棒球與壘球選手的注意力容量大小以及注意力容量彈性分配的機制。綜合研究主題一的結果，本研究推論優秀選手的動態追蹤能力的改善以及注意力容量的增長皆屬於長時間的專項運動訓練養成的成果，而不會因為短暫幾個月的專項訓練期而對其追蹤能力有顯著地改善。

### 參考文獻

吳昇光(2004)。發展協調障礙兒童動作評量工具之建立(1)。國科會專題研究計畫。

- 吳昇光(2009)。優秀持拍運動員之手眼協調能力與視知覺能力分析。國立臺灣體育學院校內補助學術研究計畫。
- 吳昇光、李采娟、陳威穎、陳福成、許雅怡、李曜全(2009)。台灣動作評估測驗之建立與效度分析。健康促進科學, 4(1), 9-24。
- 吳聰義、陳薇宇、吳思嚴、宋岱芬、李曜全、吳昇光(2009)。射箭選手視知覺能力之分析。健康促進科學, 4(2), 117-126。
- 宋岱芬、陳薇宇、黃明祥、吳昇光(2008)。運動員之視覺訊息處理能力。健康促進科學, 3(2), 113-122。
- 卓君晶、吳昇光(2011)。運動視覺概念應用於競技運動。大專體育, 117, 70-76。
- Abernethy, B., Neal, R. J., & Knoing, P. (1994). Visual-perceptual and cognitive differences between expert, intermediate and novice snooker players. *Applied Cognitive Psychology*, 8, 185-211.
- Abernethy, B., & Russell, D. G. (1987). Expert-novice differences in an applied selective attention task. *Journal of Sport Psychology*, 9, 326-345.
- Alvarez, G. A., & Franconeri, S. L. (2007). How many objects can you track? Evidence for a resource-limited attentive tracking mechanism. *Journal of Vision*, 7(13), 14 11-10.
- Chen, W. Y., Howe, P. D., & Holcombe, A. O. (2013). Resource demands of object tracking and differential allocation of the resource. *Attention Perception & Psychophysics*, 75(4), 710-725. doi: 10.3758/s13414-013-0425-1
- Draganski, B., Gaser, C., Kempermann, G., Kuhn, H. G., Winkler, J., Buchel, C., & May, A. (2006). Temporal and spatial dynamics of brain structure changes during extensive learning. *Journal of Neuroscience*, 26(23), 6314-6317. doi: 10.1523/JNEUROSCI.4628-05.2006
- Duncan, J. (1980). The demonstration of capacity limitation. *Cognitive Psychology*, 12, 75-96. doi: 10.1016/0010-0285(80)90004-3
- Ekstrom, A. D., Kahana, M. J., Caplan, J. B., Fields, T. A., Isham, E. A., Newman, E. L., & Fried, I. (2003). Cellular networks underlying human spatial navigation. *Nature*, 425(6954), 184-188. doi: 10.1038/nature01964
- Faubert, J. (2013). Professional athletes have extraordinary skills for rapidly learning complex and neutral dynamic visual scenes. *Scientific Reports*, 3, 1154-1156. doi: 10.1038/srep01154
- Gaser, C., & Schlaug, G. (2003). Brain structures differ between musicians and non-musicians. *Journal of Neuroscience*, 23(27), 9240-9245.
- Gomez, M. A., Lorenzo, A., Ortega, E., Sampaio, J., & Ibanez, S. J. (2009). Game related statistics discriminating between starters and nonstarters players in Women'S National Basketball Association League (WNBA). *Journal of Sports Science and Medicine*, 8(2), 278-283.
- Gron, G., Wunderlich, A. P., Spitzer, M., Tomczak, R., & Riepe, M. W. (2000). Brain activation during human navigation: gender-different neural networks as substrate of performance. *Nature Neuroscience*, 3(4), 404-408. doi: 10.1038/73980
- Holcombe, A. O., & Chen, W. Y. (2012). Exhausting attentional tracking resources with a single fast-moving object. *Cognition*, 123(2), 218-228. doi: 10.1016/j.cognition.2011.10.003
- Holcombe, A. O., Chen, W. Y., & Howe, P. D. (2014). Object tracking: absence of long-range spatial interference supports resource theories. *Journal of Vision*, 14(6), 1. doi: 10.1167/14.6.1
- Ishigaki, H., & Miyao, M. (1993). Differences in dynamic visual acuity between athletes and nonathletes. *Perceptual and Motor Skills*, 77(3 Pt 1), 835-839. doi: 10.2466/pms.1993.77.3.835
- Lorenzo, A., Gomez, M. A., Ortega, E., Ibanez, S. J., & Sampaio, J. (2010). Game related statistics which

- discriminate between winning and losing under-16 male basketball games. *Journal of Sports Science and Medicine*, 9(4), 664-668.
- Maguire, E. A., Gadian, D. G., Johnsrude, I. S., Good, C. D., Ashburner, J., Frackowiak, R. S., & Frith, C. D. (2000). Navigation-related structural change in the hippocampi of taxi drivers. *Proceeding of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 97(8), 4398-4403. doi: 10.1073/pnas.070039597
- Mangine, G. T., Hoffman, J. R., Wells, A. J., Gonzalez, A. M., Rogowski, J. P., Townsend, J. R., . . . Stout, J. R. (2014). Visual tracking speed is related to basketball-specific measures of performance in NBA players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(9), 2406-2414. doi: 10.1519/JSC.0000000000000550
- Millslagle, D. G. (2000). Dynamic visual acuity and coincidence-anticipation timing by experienced and inexperienced women players of fast pitch softball. *Perceptual and Motor Skills*, 90(2), 498-504. doi: 10.2466/pms.2000.90.2.498
- Norman, D. A., & Bobrow, D. G. (1975). On data-limited and resource-limited processes. *Cognitive Psychology*, 7, 44-64. doi: 10.1016/0010-0285(75)90004-3
- Pashler, H. (1994). Dual-task interference in simple tasks: Data and theory. *Psychological Bulletin*, 116(2), 220-244.
- Pashler, H., & Johnston, J.C. (1998). Attentional limitations in dual-task performance. In H. Pashler (Ed.), *Attention* (pp. 155-189). East Essex, UK: Psychology Press.
- Pothier, K., Benguigui, N., Kulpa, R., & Chavoix, C. (2015). Multiple Object Tracking While Walking: Similarities and Differences Between Young, Young-Old, and Old-Old Adults. *Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, 70(6), 840-849. doi: 10.1093/geronb/gbu047
- Rouse, M. W., DeLand, P., Christian, R., & Hawley, J. (1988). A comparison study of dynamic visual acuity between athletes and nonathletes. *Journal of American Optometric Association*, 59(12), 946-950.
- Sampaio, J., Ibanez, S., Lorenzo, A., & Gomez, M. (2006). Discriminative game-related statistics between basketball starters and nonstarters when related to team quality and game outcome. *Perceptual and Motor Skills*, 103(2), 486-494. doi: 10.2466/pms.103.2.486-494
- Uchida, Y., Kudoh, D., Higuchi, T., Honda, M., & Kanosue, K. (2013). Dynamic visual acuity in baseball players is due to superior tracking abilities. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 45(2), 319-325. doi: 10.1249/MSS.0b013e31826fec97
- Wei, G., Zhang, Y., Jiang, T., & Luo, J. (2011). Increased cortical thickness in sports experts: a comparison of diving players with the controls. *PLoS One*, 6(2), e17112. doi: 10.1371/journal.pone.0017112
- Zhang, J., & Watanabe, K. (2005). Differences in saccadic latency and express saccades between skilled and novice ball players in tracking predictable and unpredictable targets at two visual angles. *Perceptual and Motor Skills*, 100(3 Pt 2), 1127-1136. doi: 10.2466/pms.100.3c.1127-1136

# 科技部補助專題研究計畫項下出席國際學術會議心得報告

日期：104 年 7 月 25 日

計畫編號	MOST 102-2410-H-028-006-MY2		
計畫名稱	分析優秀球類運動員的動作協調能力與視覺動態注意力及其相關性		
出國人員姓名	吳昇光	服務機構及職稱	國立臺灣體育運動大學教授
會議時間	104 年 6 月 24 日至 104 年 6 月 27 日	會議地點	瑞典莫爾摩 (Malmo, Sweden)
會議名稱	(中文)第 20 屆歐洲運動科學會年會 (英文)20 <sup>th</sup> Annual Congress of European College of Sports Science		
發表論文題目	(中文)棒球選手在不同物體移動速度下之多物體追蹤能力優於一般人 (英文) THE PERFORMANCE OF MULTIPLE OBJECTS TRACKING OF BASEBALL ATHLETES IS BETTER THAN PEERS IN DIFFERENT OBJECT MOVING SPEEDS		

## 一、參加會議經過

筆者參加 104 年 6 月 24 日至 6 月 27 日的第二十屆歐洲運動科學 (European College of Sport Science, 縮寫 ECSS) 年會, 此次盛大舉行的會議在瑞典莫爾摩城市舉行, 此次學習之行是本人連續兩年參與 ECSS 組織所舉辦之學術會議活動, 並有機會見證這個世界上規模第二大的國際運動科學相關領域的學術會議。在四天全程參加會議的過程中聆聽多場專題演講、專項主題討論與兩分鐘短程學術論文口頭發表及電子海報發表, 參與此次會議收穫甚大, 以下僅將此次行程的內容進行整理, 以供參考。

第二十屆 ECSS 學術會議於 104 年 6 月 24 日至 6 月 27 日在瑞典第四大城市莫爾摩的會議中心盛大舉行，共吸引來自世界 70 個國家、超過二千三百名學者、研究生與實務專家參與此每年一次之國際知名學術盛會，此會議恰巧為二十周年的盛大紀念。在四天的會議議程中共計五場次的大型專題演講、124 場邀請發表、589 場口頭發表、473 場的短程專題口頭發表、400 個電子海報發表。其中在本次會議參與審查後接受發表共計有 1587 篇摘要，參與學者中主要以歐洲國家為主，特別是德國、英國、丹麥、瑞典等國的發表者為最多，美國、加拿大、澳洲、荷蘭、義大利等國也有不少高水準的發表，在會場中有機會見到許多國際知名的運動醫學及運動科學學者，在亞洲地區則以日本學者參加為最多，台灣學者參加人數超過二十人應為亞洲國家中參加的第二名，但是整體上亞洲學者發表的水準離歐美先進國家仍有一大段的差距。

在此次大會由莫爾摩大學(Malmö University)、林敦大學(Lund University)、哥本哈根大學(Copenhagen University)共同聯合舉辦，恰逢為此年會 20 周年慶祝。整體而言，筆者此次的學術之行並帶著研究生江慶修共發表兩篇論文，收穫甚大、成果充實，同時聆聽許多大師級的學術發表；研究生江慶修也是第一次在國際會議進行口頭發表，對他而言是個很好的挑戰；另外我們在閒暇時也體會這個具特色的北歐城市之美與至臨近丹麥第一大城哥本哈根參觀。藉由參與此次會議讓我國學者及年輕碩博士班學生有最直接的刺激與學習，同時也能了解自己的研究成果與國際間的差距。

## 二、與會心得

此次由於在北歐瑞典舉辦，地點較遠，但台灣仍有二十餘名學者或研究生參與此次會議，在會場中也見到多位國內運動科學界經常發表的多位學者，其中國立體育大學、師範大學、台北市立大學、高雄醫學大學、長庚大學、陽明大學等校有多位師生參加，本校則僅有一位教授及一位研究生參加，對參加發表的學者及研究生而言這是很好的學習機會，可以增進英文能力，更為難得的是有機會在會場中聆聽許多知名學者的專業發表與學術成果。

在電子發表海報論文時筆者主題是『棒球選手在不同物體移動速度下之多物體追蹤能力優於一般人』之研究，在此次會議中算是較為冷門的題目（放在運動心理學領域中）。筆者需要在電子看板前先找出個人的電子海報再進行分享討論，並與共同發表的研究生江慶修一起在海報旁留下紀念。整體而言，筆者在三天半的會議中有機會聆聽到多場精彩的專題演講及口頭發表，由於各場次之間的休息連接時間不長，經常需要在不同會場間做立即的移動。其中在大會精心的內容安排下，同時段通常有近十個不同場次的主題在進行，讓研究者選擇較有興趣的場次，會議場次從早上八點半到晚上七點半，中午午餐僅有一個小時，這麼緊湊的行程讓筆者體會到 ECSS 學術會議雖像大拜拜的會議規模，但發表的質與量卻受到參加此次國際會議世界各國專家的極大肯定，也十分認同本次主辦單位涵蓋瑞典及丹麥三個大學的用心舉辦，以及北歐人做事的嚴謹規劃與態度。

筆者在近四天的時段忙碌聆聽不同的場次，主要與身體活動與老人健康行為研究、運動戰術與成績分析、運動與認知功能、認知功能訓練、運動社會心理學與運動天分確認、動作品質分析、運動與優秀政府等專題演講場次較有興趣。在會議之中最吸引筆者的發表為美國北卡大學 Steven Blair 教授談到老人運動與健康行為的

專題，他用公共衛生的觀點提到老人運動的價值與影響，其中他個人更是每天健走維持至少一萬三千步的運動量，讓七十六歲的他演講起來精力及風趣十足，值得讓後輩多加學習；另外倫敦大學 Harridge 教授談到老化肌肉是由於年齡或是少用的概念，以科學務實的態度來釐清此問題，讓筆者甚為感佩其紮實嚴謹的研究，丹麥哥本哈根大學 Nielsen 教授的首場開幕專題演講談到運動、學習與記憶的價值，特別提到聰明的人會多運動，以讓學習更具效率。這三個場次皆讓筆者收穫甚大，了解近十年來在此運動與老化主題的重要研究，並將基礎研究成果與實際終身運動的概念做進一步的結合應用，以了解現今在世界上所遭遇的老化問題，嘗試以多元的觀點來增進老人運動及健康促進的全人生活品質。

### 三、考察參觀活動

筆者在會議期間也到會場內展覽室進行參觀與了解，其中一併收集呼吸肌運動訓練的公司 Powerbreath 系統、及老人運動訓練系統 HUR 與見到今年五月才受邀到台灣的芬蘭籍 Mats Manderbacks 總裁，在了解這些廠牌功能與應用後，會場並提供 DM 以利未來購買與詢問，更能上網進一步查詢這兩家知名品牌的產品訊息及研究成果。除此之外，筆者也在會場展示的 Human Kinetics 與 Routledge 這兩家知名出版商中，了解最新的專業運動科學書籍，除了現場直接看書及拿書外，單價也比原來定價至少便宜了 20%-30%，非常值得。

另外，筆者有位瑞典朋友(Lisa Lundell)就住在莫爾摩，她利用閒暇時間帶筆者至該城市參觀當地的大型公園、戶外休閒運動場所及了解當地的身心障礙運動俱樂部，知道瑞典有多數人口參加一般運動俱樂部外，也有良好的體制讓弱勢族群能

夠規律參與運動的組織，並得知瑞典人運動健康行為及社會主義的價值，藉此了解為何位於溫帶及寒帶的北歐溫度低但人民參與運動的比例卻甚高，以及政府如何照顧中低收入戶，讓人民除維持基本生活外並能有不錯的生活品質，北歐社會主義國家的人民通常具有高度的生活滿意度，其中丹麥人更連續多年獲選為世界最快樂的民族。

#### 四、建議

筆者首次踏上北歐國家參與第二十屆 ECSS 會議，除參與發表學術論文外，也學習到最新的老人運動健康行為與介入策略等相關研究議題與概念，同時也見到北歐人的生活型態，許多人的日常交通工具就是騎腳踏車；在路上也甚少見到肥胖的成人與小孩，不過北歐人的身高明顯高於亞洲人，基本上以細長或高大壯碩體型為主，這可能與他們的生活型態、運動、飲食、遺傳等因素有所相關。北歐雖處溫帶與寒帶，冬季下雪時間甚長，北歐採社會主義重視人民平等與社會正義，在人民健康行為與運動參與值得世界各國學習。

筆者也期望科技部未來仍應注意我國在運動科學上的國際競爭力與主要發展的主軸，特別是有關老人運動與健康議題、競技運動科學議題，將有限資源投入在有競爭能力的研究主題上，以期在國際上有所突破與貢獻，並能達到科學研究與實務應用的結合。

最後再次感謝科技部予以經費上之補助，以及本校的行政協助，方能有此難得機會至瑞典莫爾摩進行電子海報發表學術論文成果及學習相關的運動科學知識與方向，並能造訪北歐瑞典及丹麥，也希望能在明年七月初至奧地利維也納參與 ECSS 第

21 屆的年會並進行學術成果的發表，期待對世界繼續有更多具體的學術貢獻及增進更多國際交流合作的機會。

## 五、攜回資料名稱及內容

本次大會議程手冊、大會會議摘要電子檔，兩份相關運動科學儀器設備的目錄。

## 六、其他

附上大會接受之海報發表摘要，以及參加會議照片。



圖一、筆者於會場的電子海報發表

發表論文之摘要

THE PERFORMANCE OF MULTIPLE OBJECTS TRACKING OF BASEBALL ATHLETES IS BETTER THAN PEERS IN DIFFERENT OBJECT MOVING SPEEDS

**Sheng K Wu, Wei-Ying Chen, Hsin-Hwa Yang, Su-Yan Wu, Ching-Hsiu Chiang**

National Taiwan University of Sport, 404 Taichung, Taiwan

**Introduction:** Attentively tracking multiple targets plays an important role for baseball athletes. Taking the outfielder as an example to avoid missing a flying ball, the experienced outfielder has to attentively track the ball, teammates and the base runner at the same time with the higher tracking accuracy. The present study was to investigate whether the baseball athletes have better performances of simultaneously tracking multiple objects than the peers.

**Method:** Thirty-nine elite collegiate baseball athletes ( $23.13 \pm 2.7$  y/o) and 39 undergraduate students ( $19.97 \pm 1.06$  y/o) were recruited. The multiple object tracking (MOT) task (Pylyshyn & Storm, 1988) was used to measure their ability of tracking multiple objects. In this task, participants were asked to simultaneously track three of eight objects, which independently and randomly wander about the screen for 4-5 seconds. In the end of each trial, participants reported which three objects were targets and the proportion of correct (%) was collected. If missing any target, the trial was marked as an error trial. Four different object-moving speeds (0.3, 0.6, 0.9, 1.2 deg/s) were manipulated in the study, and each speed conditions have 20 trials. To investigate the tracking performances between the baseball athletes and peers, a mixed designed repeated-measures ANOVA was conducted with speed as the within-subject independent variables and group as the between-subject independent variables.

**Result:** The proportion of correct for baseball athletes was significantly higher than their peers,  $F(1,76) = 4.69$ ,  $p = 0.033$ , and the main effect of speed was significant in proportion of correct,  $F(3,228) = 804.631$ ,  $p < 0.001$ . However, the interaction between groups and speeds was not significantly difference,  $F(3,228) = 0.036$ ,  $p = 0.991$ .

**Conclusion:** The result revealed that baseball athletes have a better performance of tracking multiple objects in most speed conditions than peers. This finding might provide the coach a useful information to improve the performance of baseball athletes or to select the potential elite baseball athletes.

References:

Pylyshyn Z, Storm R. (1988). *Spatial Vision*, 3(3), 179-197.

Contact:

Sheng K Wu, PhD. e-mail: [skwu@ntupes.edu.tw](mailto:skwu@ntupes.edu.tw)

# 科技部補助計畫衍生研發成果推廣資料表

日期:2016/01/28

科技部補助計畫	計畫名稱: 分析優秀球類運動員的動作協調能力與視覺動態注意力及其相關性
	計畫主持人: 吳昇光
	計畫編號: 102-2410-H-028-006-MY2      學門領域: 運動心理學
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：吳昇光		計畫編號：102-2410-H-028-006-MY2				計畫名稱：分析優秀球類運動員的動作協調能力與視覺動態注意力及其相關性	
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	1	1	100%		
		研討會論文	1	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（本國籍）	碩士生	1	1	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	0	100%	篇	
		研究報告/技術報告	0	0	100%		
		研討會論文	2	2	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	1	1	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%		
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。）		無					

	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	0	
	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）

本研究以設定之動態視覺MOT模式及COVAT模式進行三種不同球類運動優秀選手（桌球、棒球、壘球）及一般人之評估。並已進行優秀棒球、壘球選手在訓練期與比賽期之能力評估，所發展之評估測試方式對於選手的上下肢混合反應時間能力、選擇性動作能力、動態視覺追蹤能力具有科學性判斷，對於優秀選手之選才評估及建立基本數據上具有實質性的應用價值。經由本研究之完成將可更全面建立優秀球類運動選手在視覺訊息處理能力、動態視覺追蹤能力之基本資料，將有助於我國奪牌項目優秀選手選才之參考及建立專項運動能力評估之價值。