

國立臺灣體育運動大學競技運動學系  
碩士學位論文

動作協調與感覺整合：  
運動員之視聽時間知覺敏感度之研究  
MOTOR COORDINATION AND MULTISENSORY  
INTEGRATION: EXAMINING THE SENSITIVITY OF  
AUDIOVISUAL TIME PERCEPTION IN ATHLETES



研究生：周秋嬋 撰

指導教授：石佑翎 博士

中華民國 101 年 7 月

## 中文摘要

本研究目的探討在接受長期強調時間判斷的運動訓練之後，運動員與非運動員之視聽時間知覺如何受到調控。受試者分別為排球、舞蹈與非運動員 3 組各 20 位。他們在實驗中被要求於兩個先後出現的灰色圓圈之後，針對圓圈出現時間長短作判斷。實驗作業分為兩種：(一)第一與第二個圓圈僅出現視覺刺激。(二)第一個圓圈為出現視覺與聽覺刺激之後第二個圓圈僅出現視覺刺激。結果發現，在沒有聲音的情況之下，排球運動員比非運動員有較短的反應時間 ( $F(2,59)=3.89, p=.03$ )。除此之外，舞蹈運動員與非運動員在反應時間上則無顯著差異。在有聲音的情況下，主要效果在排球運動員的錯誤率比非運動員與舞蹈運動員低 ( $F(2,59)=6.00, p=.04$ )。較快的視覺時間知覺反應僅發現在排球運動員，這表示他們接受特殊的運動訓練時，有助於視覺訊息處理階段的過程。我們也發現，在有聲音的情況下，能幫助排球運動員在觀察視覺時間知覺的時候，進而提高他們的精準度。因此推論，排球運動員在擊球同時所出現的擊球聲，而這個聲音的出現，有可能協助對方球員判斷排球的位置與方向或計算排球飛行的時間，進而對擊球的時間點更加為準確。因此，未來排球運動技能的訓練可考慮加強視聽知覺整合以期提高排球運動中時間知覺判斷的準確性。

關鍵字：視聽時間知覺，感覺整合，舞蹈，排球

## **Abstract**

Successful sport performance relies greatly on efficient sensory integration and accurate time perception. However, time perception is modulated by different strategies of sensory integration. The experience of sports training could be one of the main factors modulating the strategy of sensory integration for time perception. In the present study, subjects with various experience of time perception training were asked to perform a task of visual duration judgment accompanied by auditory stimuli. Three groups of participants, namely volleyball, dance and novice, were recruited. There were 20 participants in each group and they were instructed to compare the duration of two visual circles in either no tone or tone condition. The reaction time of volleyball athletes was significantly shorter than that of novices in no tone condition. The error rate of volleyball athletes was significantly lower than both novices and dance athletes in tone condition. Faster response for visual time perception observed only in volleyball athletes suggests that they benefit more by sport-specific training in perceptual stage of visual information processing. The sound facilitation effect, i.e. volleyball athletes perceive visual time more accurately by the presence of a tone, may result from the perceptual strategies developed from volleyball skill training.

Keywords: audiovisual time perception, sensory integration, dance, volleyball

## 謝 誌

兩年的研究所生活在我的人生階段中已告一段落，時間是如此快速飛逝，在這期間我所遇到的人事物，將是我在這個求學階段中最難忘的回憶。首先，感謝我的指導教授石佑翎老師，在我考上研究所的這一年恰巧遇上您到本學校任職，也開啓了我對認知神經科學的認識。在您的細心指導之下，讓我對學術研究知識更加增長，也因為您的協助讓我有機會到美國芝加哥參加研討會以及海報發表。在這兩年真的很感謝您的無私與寬容，對您的感謝真的無法一一細數。另外，感謝黃人珍及陳裕鏞老師擔任我的論文計畫以及學位論文口試，給予建議讓我的論文能更加完整。還有感謝最辛苦的佩欣學姐，與您在競技係辦相處將近一年，您總是為學生著想，是學生們的最後一道防線及希望。

感謝從大學到研究所一直陪伴我的瑋珊，不管心情好壞或者遇到任何無法解決的問題，與妳一起討論後，問題總是能迎刃而解，甚至一起分享我們彼此對未來的規劃。感謝慶軒、志鋼、榮斌、佳翰、俊杰、志勳、子誠、銘軒、偉達、義峰、雅如、雅瑁、芸蔓、麗文、旻汶，我們一起渡過了這難熬又睡眠品質不佳的兩年。

感謝家人一路以來的支持，讓我無後顧之憂繼續往我的理想前進。除了有時候，親姐姐們總是讓我身兼保母一職，或許是因為學生的關係，所以在時間的調配上是最彈性，因此，免不了被喚來呼去。此外，感謝外婆在我小時候帶給我快樂又純樸的鄉村童年生活，雖然在我將完成論文之際，您的驟然離世，讓我感到非常錯愕與不捨，我會永遠想念您。

字裡行間代表著我，即將結束這兩年漫長的研究所生活。最後，感謝在這期間我所認識的同學，有了你們的陪伴，兩年生活確實多了幾分活力。

周秋嬋 謹致

2012年7月於

國立台灣體育運動大學

# 目錄

中文摘要 .....	I
英文摘要 .....	II
謝誌 .....	III
目錄 .....	IV
表目錄 .....	V
圖目錄 .....	VI
<b>第一章 緒論</b>	
第一節 研究背景 .....	1
第二節 研究目的 .....	4
第三節 研究假設 .....	5
第四節 研究限制 .....	6
<b>第二章 文獻探討</b>	
第一節 不同感覺整合機制對於時間知覺的影響 .....	7
第二節 運動訓練對於感覺整合機制之影響 .....	9
第三節 排球與舞蹈運動之感覺整合特性比較 .....	12
<b>第三章 研究方法</b>	
第一節 研究架構 .....	14
第二節 研究對象 .....	15
第三節 實驗設計 .....	16
第四節 資料處理與分析 .....	21

## 第四章 研究結果

第一節	排球、舞蹈以及非運動員之受試者基本資料結果分析。 .....	22
第二節	運動員與非運動員之視覺時間知覺反應與錯誤率結果分析 .....	25
第三節	運動員與非運動員之視聽時間知覺反應與錯誤率結果分析 .....	28

## 第五章 討論

第一節	運動員與非運動員之視覺時間知覺反應結果探討 .....	31
第二節	運動員與非運動員之聽覺時間知覺反應結果探討 .....	34
第三節	排球運動員之視聽時間知覺反應探討 .....	36

## 第六章 結論與建議 .....

38

## 參考文獻

一、中文部分 .....	40
二、英文部分 .....	41

## 附錄

附錄一、受試者同意書 .....	45
附錄二、受試者基本資料表 .....	47
附錄三、實驗指導語 .....	49

## 表目錄

表 4-1	受試者組別的年齡與訓練經驗 .....	23
表 4-2	在沒有聲音的情況下，各組反應時間與錯誤率之平均數與標準誤分析表 .....	26
表 4-3	在聲音的情況下，各組反應時間與錯誤率之平均數與標準誤分析表 .....	29

## 圖目錄

圖 1-1	研究結構圖 .....	14
圖 2-1	實驗圖像出現的順序與時間 .....	18
圖 2-2	實驗聲音出現的時間點 .....	19
圖 2-3	七個視覺條件出現的順序 .....	20
圖 4-1	受試者年齡 .....	24
圖 4-2	在沒有聲音的情況下，排球、舞蹈及非運動員之反應時間 .....	27
圖 4-2	在有聲音的情況下，排球、舞蹈、非運動員之錯誤率 .....	30

# 第一章 緒論

## 第一節 研究背景

在日常生活中，我們幾乎無時無刻都在接受來自外界的刺激，這些包括味覺、觸覺、嗅覺、視覺、聽覺與本體感覺等等的感覺刺激。我們必須根據接收到各種感覺進行整合，判斷到底發生了什麼事，決定應該如何反應，然後才能正確地被執行出來。同樣地，在運動中，我們產生出的協調動作往往需要高度的感覺整合(sensory integration)能力，促使動作成為一種有意義、目的及功能性的行為。運動員的最高水準表現取決於高效率且精準的感覺整合能力，這在競技運動中佔有非常重要的地位。因此，擁有高敏銳度的技能，對於運動員的比賽預測以及決策時，是極為重要的關鍵 (Zwierko, 2007)。例如，動作的協調賴於有效率的感覺整合與精準的時間控制，同時經由感覺整合機制可協助運動員在較短的時間作出適當的反應及決策。且感覺整合的輸入可以提高運動員察覺與訊息辨識的能力 (Calvent, Spence, & Stenin, 2004)，這有助於運動員展現出更好的表現以及作出更快的反應。

在運動項目的特性可依據運動技能的分為兩大類，一、開放性技能(open skills)與二、閉鎖性技能(close skills)。閉鎖性技能處於可預測且較為穩定的環境，例如田徑、游泳、射箭、舞蹈與體操等等運動項目。開放性技能的环境是處於不可預測、較不穩定而且必須依據週遭情境的改變，隨時做

策略的變換，例如排球、桌球、羽球、網球、跆拳道以及拳擊等等運動項目，因此掌握精準時間的反應是比賽結果的重要因素之一。所以精準的時間知覺是開放性且快節奏運動項目中不可或缺的重要能力，例如排球運動是一項強調動作靈活及快速移動的運動（李誠治、馮煒權、過家興、駱勤方，1994），運動員面對對方變化多端的球路，需要在極短的時間，做出正確的反應，而具有快速反應時間能力的排球運動員，將在移動、攻擊或是防守等方面都能有優秀的表現（張意德，1998）。除此之外，運動員的視覺空間注意力（visuospatial attention）在開放性運動技能也是成功的重要因素（Auliffe,2004）。運動員往往需要根據環境的不斷變化，使得運動員在這樣的環境之下被迫不斷對環境做出適應（Singer,1980）。然而，在比賽中造成環境連續性不斷變化主要來自對手的行為，不同的戰術交錯意味著混淆或欺騙競爭對手。相較之下，在閉鎖性的運動技能運動項目，因為運動員面對的環境大致上是不變動，因此視覺空間注意力在閉鎖性技能運動可能分配就比較少。

運動員經反覆的練習接發球與攔網技術後，將實際情境與過去經驗和相關的知識結合，作為處理訊息的基礎，選擇做出特定技能，以便產生精準的動作，在接發球與攔網整體反應時間上獲得較大的效果。在排球運動項目中，經持續且適當的訓練後，不但有助於縮短此動作的反應時間，提高對此動作的穩定能力，也可縮短運動員的反應時間，提升其運動表現（吳忠政、陳克舟，2005；Maeda & Tsuruhara,1998）。根據上述，若能了解運動訓練如何改變時間知覺的敏感度，

進而探討或建議如何訓練運動員的時間知覺敏感度，將會對運動表現的提升有所助益。

## 第二節 研究目的

- (一) 本研究試圖探討長期接受需要掌握精準時間運動項目的訓練後，排球及舞蹈運動員，其在視覺時間知覺反應是否有差異。
- (二) 本研究試圖探討不同運動訓練經驗，也就是排球、舞蹈及非運動員，是否對於時間知覺有著不同的視聽感覺整合調控機制。

### 第三節 研究假設

- (一) 在接受長期強調時間判斷的運動訓練後，運動員的視覺時間知覺反應會較沒有接受運動訓練經驗的人快且準確。
- (二) 不同運動訓練經驗對於視覺時間知覺之感覺整合機制有著不同的調控機制，也就是強調視覺時間判斷的排球訓練經驗對於視聽感覺整合在視覺時間知覺的調控會異於強調聽覺時間判斷的舞蹈訓練經驗。

#### 第四節 研究限制

- (一) 本研究將測試排球、舞蹈與非運動員之反應時間，我們不能確定在運動情境狀況下與本實驗測試是否達到相等的結果。
- (二) 本研究在非真實運動情境狀況下測驗，因此，研究結果運用在排球與舞蹈運動員時間知覺訓練上的效果，以及促進時間知覺敏感度對於運動表現的提升程度則需要進一步的研究。
- (三) 本研究所徵招之受試者，三組教育程度皆為大學教育，而年齡平均範圍在 20-21 歲。因此，每個階段的年齡發展在認知功能或是神經系統上均有不同的程度發展，想要了解在非本研究範圍內的運動員之視聽時間知覺敏感度，則需要進一步的研究。

## 第二章 文獻探討

### 第一節 不同感覺整合機制對於時間知覺的影響

感覺統合是一種大腦功能，在一個時間點大腦同時接收、分析、整合、應用身體各種感覺，以便形成認知思考反應或動作系統反應的關鍵性能力。它的處理過程必須快、精、準才能讓生活事件處理通暢而有效率，否則動作慢吞吞、常跌倒或撞到東西、接或打不到球等動作協調問題。因此，不同感覺整合機制對於人們在接受外在的刺激時是相當重要的議題，尤其在動作控制上更是需要良好的時間知覺敏銳度。在一些球類運動項目中，比賽的節奏以及球速進行是非常快速的，如果只是一成不變的等待接受刺激出現後，經刺激確認、反應選擇和反應計畫三階段，然後再執行動作，此時早已錯失良機。

精準的時間知覺受到許多不同的因素所影響，目前已有研究顯示，視覺時間知覺可以被聽覺調控 (Shimojo & Shams, 2001)，如時間頻率知覺 (Recanzone, 2003; Shams, Kamitani, & Shimojo, 2002; Shipley, 1964; Welch, DuttonHurt, & Warren, 1986)和時間知覺 (Walker & Scott, 1981)。除此之外，聽覺可能幫助視覺的注意力 (Andersen, Tiippana, & Sams, 2004) 或加強原本較模糊的視覺事件顯著性 (Wada, Kitagawa, & Noguchi, 2003)。然而，聽覺優勢仍受到許多環境因素影響，例如在測試視覺時間的困難度為簡單的時候

(Donovan, Lindsay, & Kingstone, 2004) 或判斷生活中真實的視覺事件時，(Boltz, 2005; Vatakis & Spence, 2008) 視時間知覺受到聽覺優勢的影響較小。

不同的感覺整合機制可能對時間知覺的判斷有一定程度的影響，像是極需要在短時間作出判斷與決策的運動項目而言，時間知覺反應能力對他們來說是相當重要的訓練課程之一。然而，精準的時間知覺是否受到不同的運動訓練經驗與難易度有關，下一節將會探討經由長期的運動訓練是否能提升時間知覺的能力。

## 第二節 運動訓練對於感覺整合機制之影響

動作與認知，雖然在研究中經常被忽略，但這些關係都是在我們日常生活中密不可分的。動作控制可能受到在認知因素影響，例如：協調的運動取決於感覺整合以及精準的時間知覺，因為每一秒的動作都來自良好的感覺整合訊息。此外，感覺整合可以提高偵測訊息以及辨識能力 (Calvent, Spence, & Stenin, 2004)，因此，有助於運動員展現更好的反應能力。

方黃裕與羅仲仁 (1996) 指出在排球接發球訓練的研究中，在發球方 3M 攻擊線之位置，實施發球動作來從事接發球訓練，並以我國國家青年男子排球代表隊 10 名球員作為主要研究對象，經由 12 天的訓練之後，結果發現接發球能力有顯著的提升。此訓練方式是藉由縮短接發球距離，讓運動員以較短的接發球因應時間來從事訓練。因此，不斷的給予短時間的知覺訓練，將有助於運動員的視覺注意力與神經生理機制的水準，以達到排球運動項目的訓練目的。

劉妍秀 (2004) 為了提升技擊運動員之表現，自行研發了一套對於技擊反應動作之訓練器，以訊號燈給予選手刺激，經過訓練後明顯改善選手之成績。在類似排球接發球型態的訓練中，以超快速球的方式來訓練棒球選手打擊的能力，此方式對於各個層級的棒球運動員，皆能有效提升打擊或是選球之反應能力 (Maeda & Tsuruhara, 1998a; 1998b)。

吳忠政與陳克舟（2005）利用阻斷式接發球訓練對 6 位優秀排球運動員進行接發球訓練，將以全身反應測定器，測量運動員於接發球時之反應時間，實驗中的測驗與訓練皆於正式場地中進行，經六週的阻斷式接發球訓練後，實驗結果顯著縮短排球運動員的反應時間能力。張意德（1998）也指出，具有快速反應能力的排球運動員，在移動、攻擊或是防守等方面都能有較優秀的表現。

Schmidt（1975）的基模理論指出，動作經驗的學習必須經由各類情境的練習才能將訊息抽象化，概念化，以形成長期記憶的運動基模，當想要運動時，對於相關的運動訊息刺激中樞神經系統，並且經由已經建立的基模當中，配對此動作適當類似的基模，而產生相對應的動作。根據學習經驗概念化將可以推論，運動技能較高的運動員因為有較高的豐富學習經驗，而有較優的視覺預測能力。

Pesce, Tessitore, Casella, Pirritano 與 Capranica（2007）在研究中探討開放性技能的足球運動項目之足球員的視覺注意力搜索策略結果發現，足球運動員比非運動員有較快的視覺縮放能力，注意力可從全場至所關注的重點位置。

上述所探討的經由長期的運動訓練經驗之後，不同的運動種類，有著不同的感覺整合機制。排球運動項目因為需要較高的專注力以及敏銳的視覺知覺能力，他們必須適應排球的方向與位置是不太能完全預測，因此，排球運動員在長期接觸這樣的知覺運動訓練後，有可能他們的視覺時間知覺反

應之能力比未經過運動訓練的人有較短的反應能力。而排球與舞蹈運動員的訓練經驗，也皆於時間知覺能力有重要的關係，以下將探討排球與舞蹈運動，他們之間感覺整合特性的比較。

### 第三節 排球與舞蹈運動之感覺整合特性比較

依據第二節針對運動訓練可能對於感覺整合有相對的影響，因此，在排球與舞蹈運動員可能經由訓練而改變運動員本身之感覺整合。在排球運動中，接發球是組織進攻戰術的主要技術，也是比賽得分的首要手段，是每個球隊不敗的基礎。尤其是兩隊比分相近，分數接近局末或賽末的時候，如果接發球失誤，對方即得一分，如未失分，但球沒有接傳到舉球員所站之位置，也無法組織有效進攻，使將陷入不利的地步。馬建平（1997）指出，在排球的首要進攻裡，接球為第一優先，並指出接發球在進攻流程中是一個重要的關鍵，將會直接影響球體變化的路徑。因此，在訓練過程中，注重手眼協調能力的訓練，將會影響到最後接球動作（林明聲，1999），它同時關係到接發球的好壞，因為在最後接球動作有賴於視覺判斷球來的方向與手臂正確擊球時間與位置。

舞蹈是一種人體運動藝術，也是結合心理技能與動作技能而成的表演藝術，想要藉由動作剛柔動靜交替變換，形成精彩的舞蹈演出，則需要鮮明的節奏、熟練的技巧以及敏銳的協調，將能達到舞蹈的最佳表現。時間和空間是舞蹈運動員最重要的兩個參數的表現。雖然時間的準確性在舞蹈的動作表現與控制是非常重要的資產，但是舞蹈運動員往往會適應他們的音樂節奏與運動時間，或是和他們舞伴之間的動作舞步有關。所以，舞蹈運動員的訓練其實是沒有一定的時間知覺，這意味著不同的舞蹈種類有著不同的時間知覺（Minvielle, Audiffren, Vallet & Macar, 2008）。

排球與舞蹈運動的感覺整合特性比較有所不同，排球運動需要在很短時間且快速的運動決策中，進行視覺知覺反應能力，他們常常需要依賴視覺知覺能力，快速以視覺偵測對球的位置，進而在短時間快速的選擇反應。舞蹈的運動表現必須依賴音樂進行舞蹈表演，所以舞蹈運動員的視聽覺時間知覺能力是否佔舞蹈運動訓練的主要效果，將在本實驗的結果獲得更多的訊息。

### 第三章 研究方法

本研究目的在於探討運動訓練經驗對於視聽時間知覺表現的差異，依據研究目的，本研究方法分為研究架構、研究對象、實驗設計與研究設備及資料處理與分析等項，將依序分節敘述。

#### 第一節 研究架構

為探討運動訓練經驗對於視覺時間知覺以及其視聽感覺整合機制的調控，本研究擬定的研究架構如下：

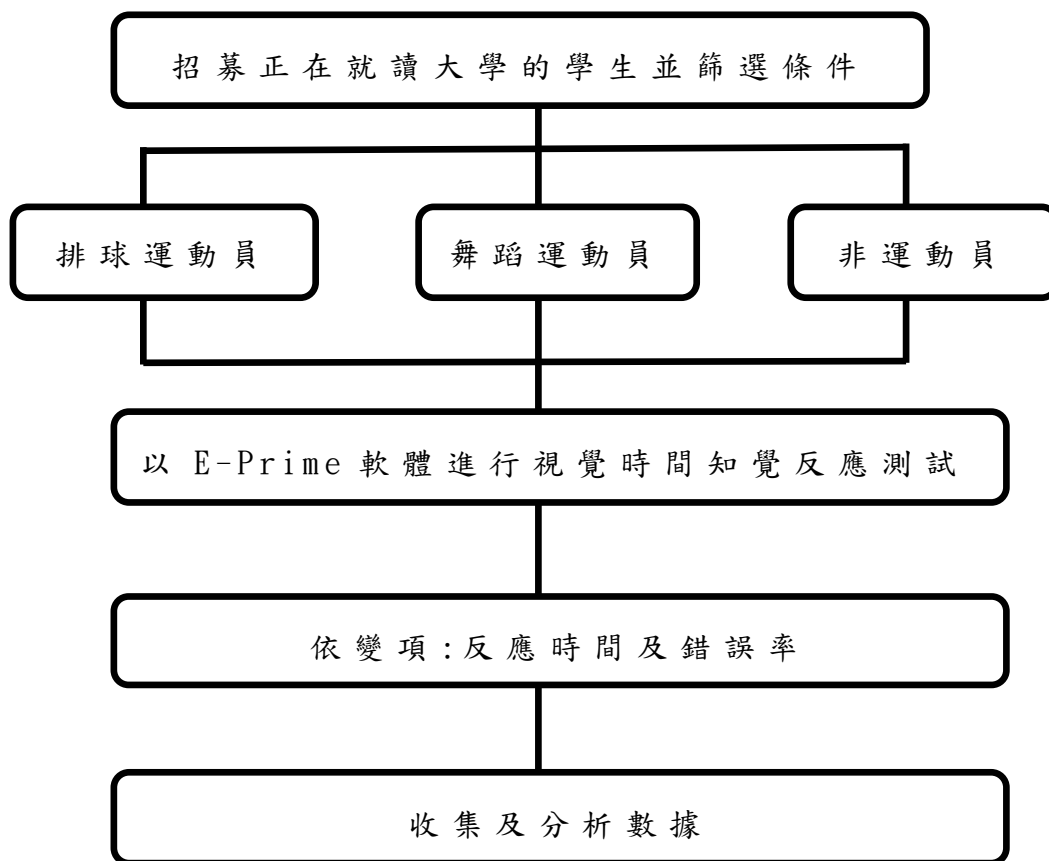


圖 1-1 研究結構圖

## 第二節 研究對象

本研究對象為目前接受專業排球與舞蹈運動訓練的選手，以及沒有接受專業運動訓練經驗者。排球和舞蹈參與者都是來自國立台灣體育運動大學的運動員，他們每週訓練 5 至 6 天(排球運動員：5 天/週；舞蹈運動員：6 天/週)，且都有受過 8 年以上的專業運動訓練(排球運動員：8 年；舞蹈運動員：10 年)。在非運動員的部分，我們透過網路公告以徵招自願參與本實驗者，他們都沒有受過運動專長訓練。

每組參與者各二十人，其中男女生各佔十人，三組共六十名參與者，所有參與者皆具有正常的聽力與視覺能力。

### 第三節 實驗設計

在正式實驗開始之前，所有參與者皆被告知實驗流程及目的，並且給予他們嘗試及練習的機會。在練習部分，參與者必須達到連續兩次 80% 以上的正確率，以確定他們完全瞭解實驗判斷，之後即可被允許進入實驗的主要部分。此外，在沒有聲音干擾的原始視覺判斷作業中，JND (Just Noticeable Difference) 大於 100 ms [於受試者中比較 7 個視覺持續時間計算出最佳的直線 (best-fitting straight line)，從直線上可以得到斜率 (slopes) 與截距 (intercepts)，因此可以計算出 JND ( $JND = 0.675 / \text{slope}$ )] 將會被排除在實驗之外，代表這些參與者的區辨敏感度低於實驗中之測試範圍。所有參與者皆填寫了受試者同意書，整個實驗的過程中大約需要五十分鐘的時間。

參與者將在一個無干擾且黑暗的空間裡進行本實驗，實驗的儀器包含 HP 電腦、HP19 吋螢幕、電腦週邊設備 (鍵盤與滑鼠) 以及 Kinyo 桌上型喇叭 (型號：PS-200)。實驗之前我們先請參與者填寫受試者同意書以及基本資料表，(以便我們確認受試者的身分是否確實符合實驗條件)。在正式實驗之前受試者會先練習實驗的操作，練習部分必須正確率達到 80% 以上，即可進入正式的實驗。

實驗設計中 19 吋的液晶螢幕出現的視覺刺激畫面為黑色背景，在背景中間會出現一個灰色圓圈 ( $6.5^\circ$  的視角)。實驗中會有兩個灰色圓圈並且前後各出現一次，受試者必須去

判斷它們停留在螢幕上的時間長短(圖：2-1)。如果第一個圓圈停留時間比第二個長，按滑鼠的左鍵；第一個圓圈停留時間比第二個短，按滑鼠的右鍵。兩個灰色的圓圈出現之後，在電腦螢幕正中央會出現「Response」字樣的視覺刺激，這個刺激停留時間為 2000ms，此段時間為讓受試者做按鍵反應的時間，之後立即進入下一個嘗試。

實驗中第二個灰色圓圈會有 7 種不同的出現時間，且伴隨著聲音出現的狀況。第一個圓圈皆停留 400 ms，為時間判斷的標準刺激，而第二個灰色圓圈出現的時間分別為 300、350、375、400、425、450 以及 500 ms(圖：2-3)。而有聲音與無聲音出現的狀況，分別如下：(一)第一與第二個圓圈僅出現視覺刺激。(二)第一個圓圈為出現視覺與聽覺刺激之後第二個圓圈僅出現視覺刺激。而在聲音刺激出現的部分，聲音與圓圈同時出現，但聲音刺激僅出現 50ms(圖：2-2)。整個實驗中共有 560 個嘗試，做完 56 次之後給予參與者一次的休息時間，所以共有 10 次休息次數。參與者在休息時間時，我們沒有限定受試者休息時間的長短，直到受試者準備好開始下階段嘗試為止。

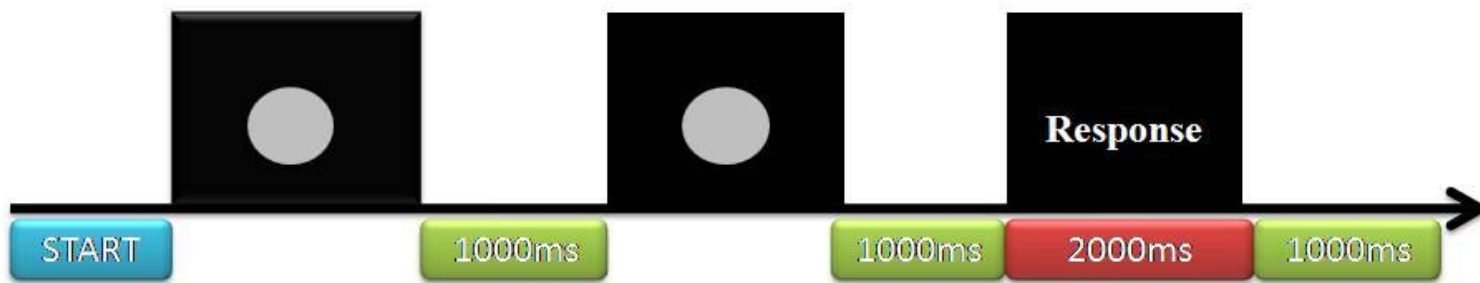


圖 2-1：實驗圖像出現的順序與時間。

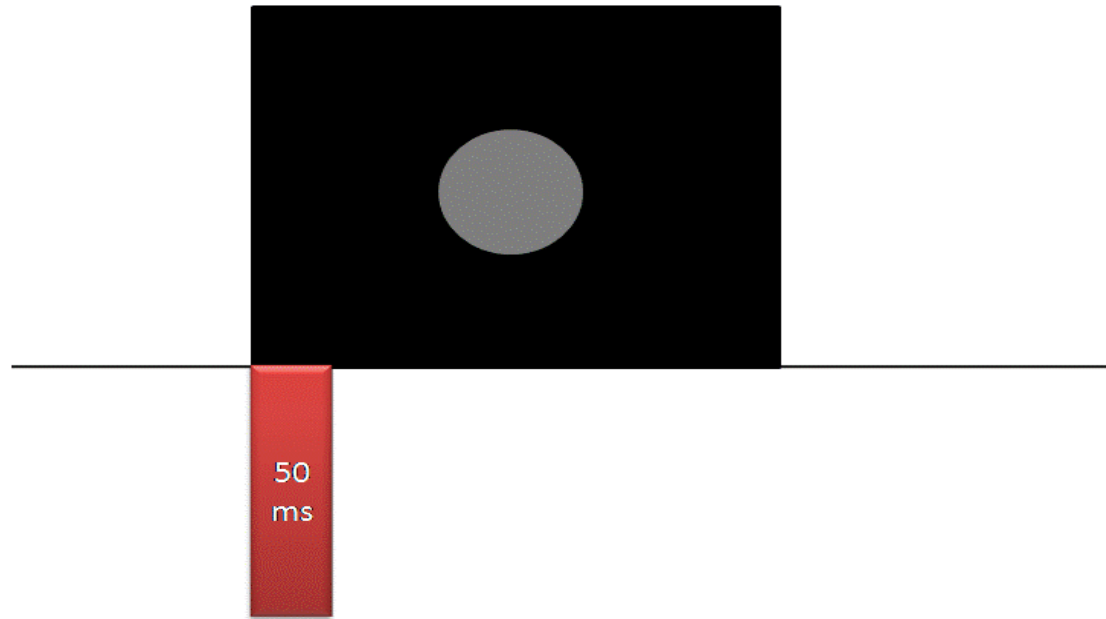


圖 2-2：實驗聲音出現的時間點。

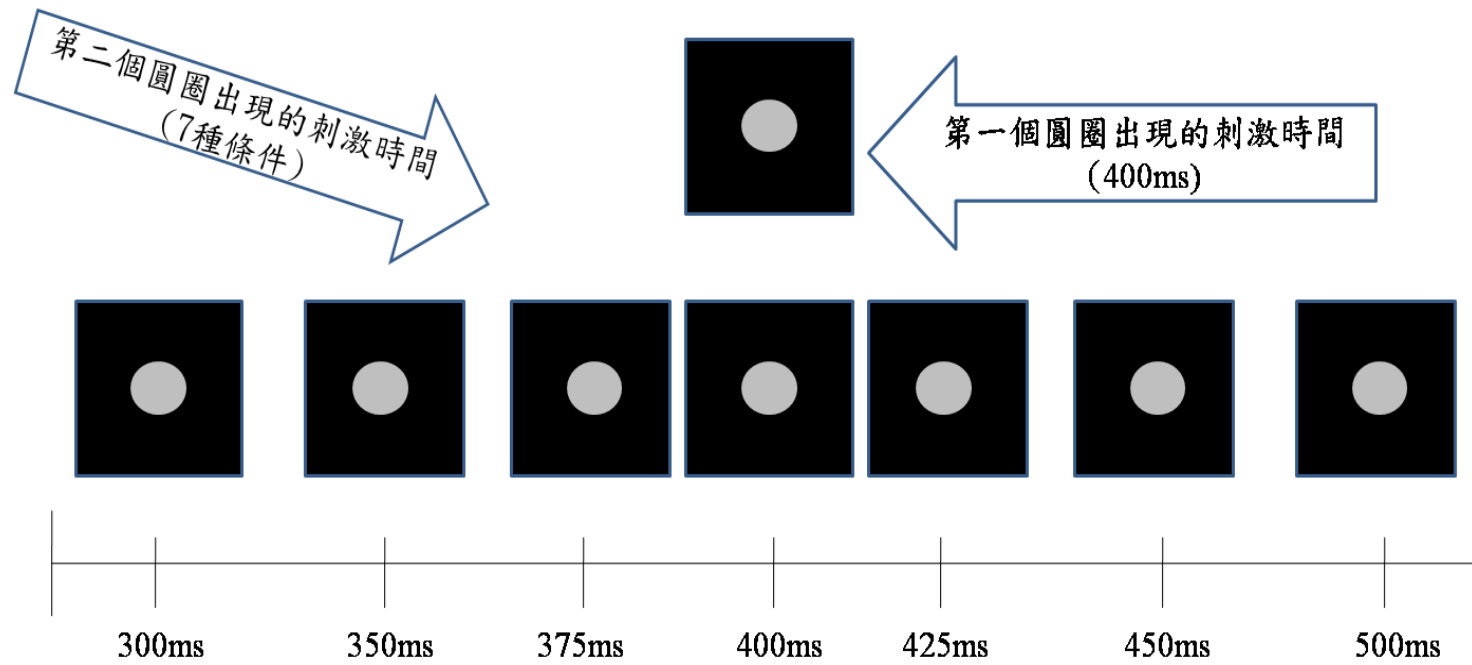


圖 2-3：7 個視覺條件出現的情況。

#### 第四節 資料處理與分析

在受試者基本資料的部份，我們利用單因子變數分析，各分析他們的年齡、訓練經驗之天數以及年數，進行分析組間的有無差異的存在。本研究所記錄之實驗數據利用 E-Prime 程式所得之資料，再將所得資料利用 SPSS 12.0 for Windows 版電腦統計軟體進行統計資料分析，進行單因子變異數分析 (ANOVA)，在視覺與視聽測試中的每 7 個條件中排除 400ms 這一個條件，將反應時間 (RT) 與錯誤率 (ERROR) 分別以一個因子 (運動訓練) 跟三個層次 (排球，舞蹈與非運動員) 的統計模式進行分析，用以計算分析運動員與非運動員組間差異。

## 第四章 研究結果

### 第一節 排球、舞蹈以及非運動員之受試者基本資料 結果分析。

本研究主要研究對象分為非運動員、排球以及舞蹈運動員三組共 60 名。受試者基本資料分析結果如(表 4-1)，三組受試者年齡比較，結果發現非運動員與排球運動員年齡達顯著差異 ( $F(2,59)=4.0, P=.002$ )；舞蹈運動員與非運動員、排球運動員未達顯著差異。長期接受運動訓練的運動員訓練年數，結果發現排球與舞蹈運動員未達顯著差異 ( $F=2.04, P=.2$ )。在一周接受運動訓練天數，結果發現舞蹈訓練比排球訓練天數多 ( $F=8.01, P=.01$ )，且達顯著水準。

表4-1. 受試者組別的年齡、訓練年數與天數

	非運動員		排球		舞蹈		F 值	P 值
	Mean	SE	Mean	SE	Mean	SE		
年齡	21	1.0	20	1.1	21	1.0	4.33	0.02*
訓練(年)	—	—	8.3	2.2	10	4	2.04	0.2
訓練(天/週)	—	—	5.0	1.66	6.0	1.19	8.01	0.01*

\*P<.05

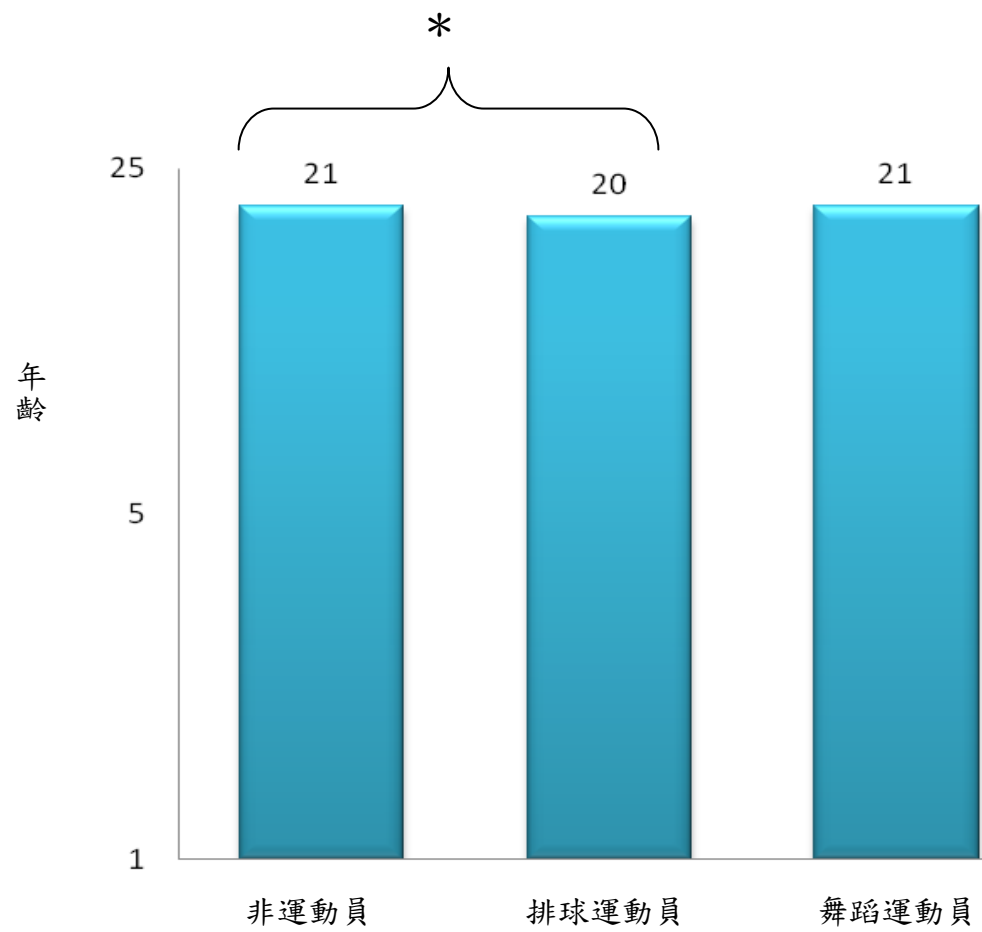


圖 4-1 受試者年齡。

## 第二節 運動員與非運動員之視覺時間知覺反應結果分析

在接受長期強調時間判斷的運動訓練後，運動員的視覺時間知覺反應與沒有接受運動訓練的結果分析如(表 4-2)。在沒有任何聲音僅視覺的情況下，結果發現反應時間有組間的差異( $F(2,59)=3.89, p=.03$ )。經由 Post-hoc 事後比較(LSD)，我們發現排球運動員的視覺反應時間較非運動員短( $p=.007$ )，但舞蹈與排球、非運動員兩組間沒有顯著差異。在錯誤率結果分析發現，排球、舞蹈及非運動員組間無顯著差異( $F(2,59)=1.67, p=.20$ )，不過，由組平均數顯示發現，排球( $28\pm 1.3, \text{Mean}\pm\text{SE}$ )與舞蹈運動員( $30\pm 1.1, \text{Mean}\pm\text{SE}$ )的正確率都高於非運動員( $31\pm 2, \text{Mean}\pm\text{SE}$ )。

表 4-2. 在沒有聲音的情況下，各組反應時間與錯誤率之平均數與標準誤分析表。

	非運動員		排球		舞蹈		F 值	P 值
	Mean	SE	Mean	SE	Mean	SE		
反應時間(ms)	546	30	436	23	487	30	3.89	0.03*
錯誤率(%)	31	1.6	28	1.3	30	1.1	1.67	0.20

\*P<.05

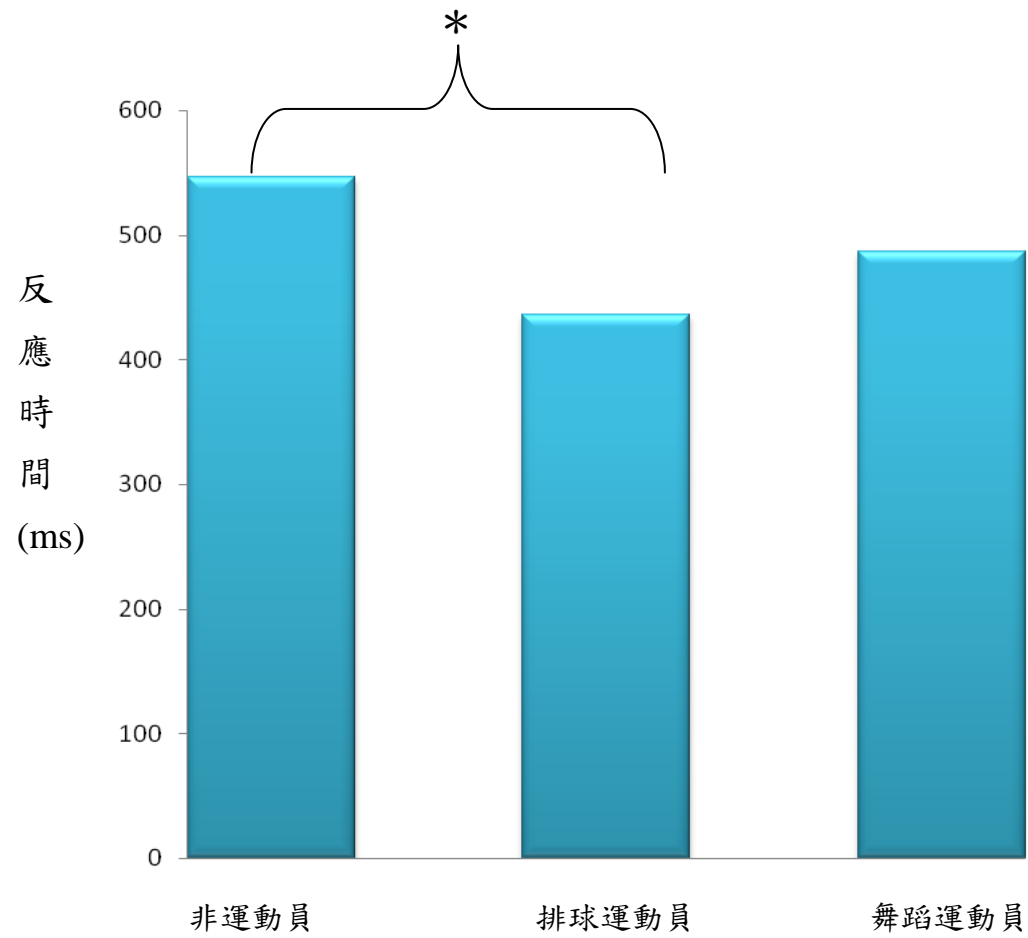


圖 4-2 在沒有聲音的情況下，排球、舞蹈、非運動員的反應時間。

### 第三節 運動員與非運動員之視聽時間知覺反應結果分析

由下表(表三)可得知，在第一圓圈為出現視覺與聽覺刺激之後第二個圓圈僅出現視覺刺激的條件下，結果分析表示，三組間的視聽時間知覺反應時間沒有差異( $F(2,59)=2.31, p=.11$ )。在同一個條件下錯誤率的結果分析顯示，運動員與非運動員的錯誤比率均達到顯著的差異( $F(2,59)=6.00, p=.04$ )。經由 Post-hoc 事後比較(LSD)，結果發現，排球運動員的錯誤比率都比其他兩組舞蹈( $p=.004$ )與非運動員( $p=.004$ )還要低(圖：4-2)。

表 4-3. 在有聲音的情況下，各組反應時間與錯誤率之平均數與標準誤

	非運動員		排球		舞蹈		F 值	P 值
	Mean	SE	Mean	SE	Mean	SE		
反應時間(ms)	531	27	455	24	482	26	2.31	0.11
錯誤率(%)	31	1.3	26	1.1	32	1.7	6.00	0.004*

\*P<.05

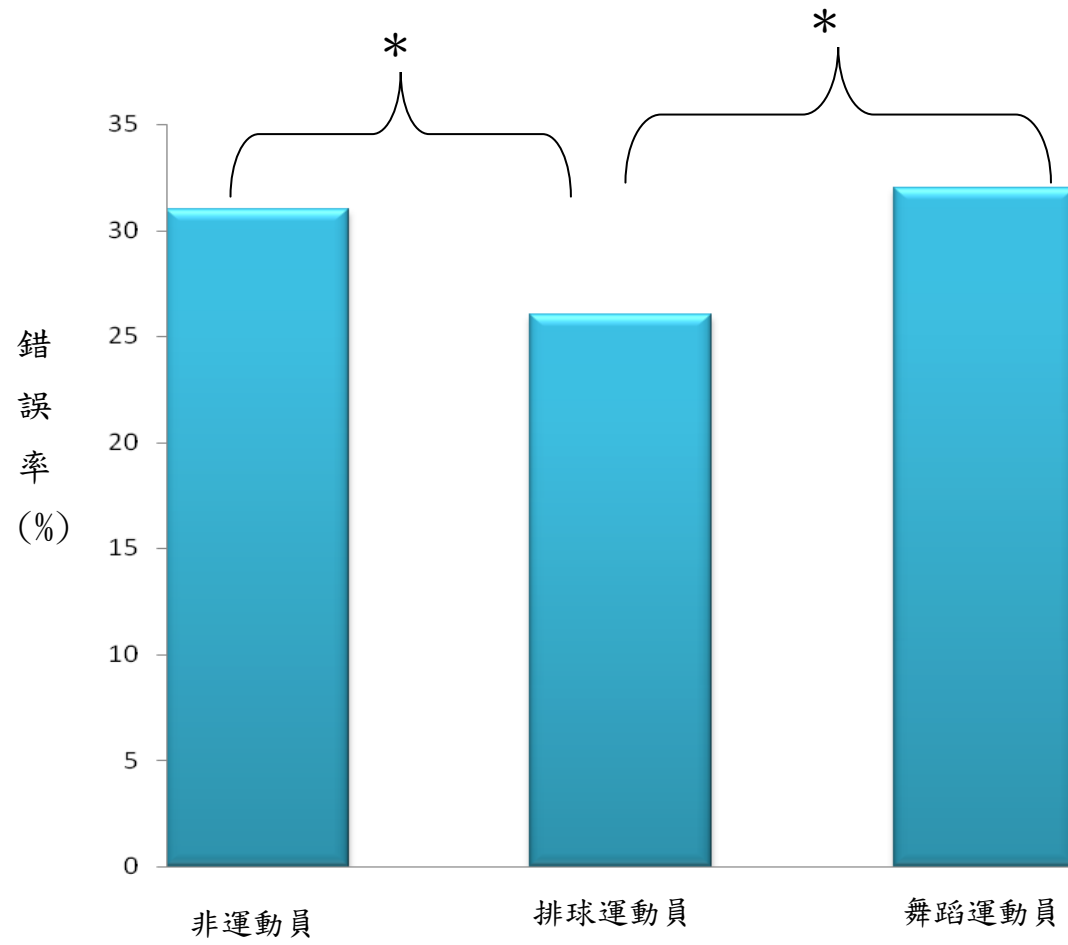


圖 4-2 在有聲音的情況下，排球、舞蹈、非運動員之錯誤率。

## 第五章 討論

### 第一節 運動員與非運動員之視覺時間知覺反應 結果探討

在實驗中僅視覺出現的測驗情況下，本研究結果分析發現，在接受長期強調時間判斷的運動訓練後，排球運動員的視覺時間知覺反應較舞蹈以及沒有接受運動訓練經驗的人短。Kerr, Hughes, Blais, 與 Toward (1992) 他們認為運動員與非運動員在追蹤目標任務的情況下，運動員有較快的反應速度。在 Pesce 與 Bosel (2001) 所研究的排球運動員於簡單反應時間測試和事件相關腦電位 (event-related brain potentials, ERPs) 的記錄中發現，排球運動員對於視覺空間焦點注意力 (focusing of visuospatial attention) 有較高的專注力，他們認為排球運動員在從事這項運動技能時，為了排除對於比賽無關緊要的注意力訊息，他們會自動化且直接地處理對任務有無相關的訊息，因此能更有效率且快速的達成重要任務。Adolphe, Vickers, & La Plante (1997) 研究排球運動員在六週的視覺訓練之後，是否可以提高他們的視覺搜索能力 (visual search behaviors) 以及運動表現的精準度 (performance accuracy)。他們針對與排球視覺有關的運動技能，像是傳球、球的方向以及球的軌跡等等來做為時間判斷的研究測試，經過六週後結果明確顯示，排球運動員確實能縮短了他們對球的視覺追蹤時間以及精準的能力。因此，排運動員在僅視覺實驗過程中，能保持較高的視覺專注力以及

排除與事件無相關的任務。

雖然舞蹈運動有很多的不同舞蹈種類，例如現代、中國、芭蕾舞以及古典舞，但他們都有擁有共同的主要因素，那就是時間和空間兩個表現的注意力 (Mincielle,2008)。另外，許多研究學者對於在時間注意力模式 (attentional model of timing) 的研究表示，舞蹈訓練或與舞蹈運動相似的體操及太極拳，他們較擅長利用本體感覺線索 (proprioceptive cues) 來控制動作的表現 (Golomer, Cremieux, Dupui, Isableu, & Ohlmann, 1999; Vuillerme, Teasdale, & Nougier, 2001; Wong, Lin, Chou, & Tang, 2001)。而在我們的實驗結果中，舞蹈的視覺知覺反應時間也較排球運動員長，這也許跟他們的運動訓練經驗時比較不依賴視覺時間知覺有著重要的關係。

神經系統的連續改變，一開始由不穩定逐漸朝向穩定且快速的神經傳導過程中，所以經長期需要對極短時間運動表現的訓練。Abernethy (1988), Borgeaud 與 Abernethy (1987) 指出，經驗豐富的運動員因年齡的增加，較能利用經驗來增加預測的能力，而在保留記憶中，經驗豐富的運動員對動作相關的情境有較佳的保留記憶。吳高讚 (1960) 的研究指出，不同年齡之排球運動員在排球攻擊動作上的視覺偵測之準確率結果表示，20歲以上的準確率高於18-19歲的排球運動員 ( $z=2.46$ )。Borysiuk 與 Waskiewicz (2008) 的研究指出，長期運動訓練的運動員之神經傳導速度 (nerve conduction velocity) 都比未經過訓練的非運動員有較快與穩定的神經傳導速度，因此，衝動或刺激之下啟動的運動神經

元 (motoneuron) 傳遞快慢與運動員反應速度表現有著極大的關係 (Ross, Leveritt, & Riek, 2001)。而 Davranche 等人 (2006) 利用肌電圖分析 (electromyographic, EMG)，測量經長期運動訓練之後的肌肉收縮情形，也同樣的發現，運動訓練能縮短選擇反應的時間。

這些研究皆符合了本研究的結果，在長期接受運動訓練的運動員比未接受運動訓練的非運動員有較佳的視覺時間知覺反應能力，而不同的特殊性專業訓練所影響的專業能力會有所不同。像是在短時間需做出決策的運動項目而言，他們所發展的專業能力比沒有時間限制的運動項目應有不一樣的能力。並且，由一些研究學者也指出，經由具體特殊的視覺運動訓練過程中，將能提高視覺能力 (Hitzeman & Beckerman, 1993; Stine, Arterburn & Stern, 2003)，與排球屬性 (開放性運動) 相似的棒球運動員在經過四週的的知覺訓練之後，的確改善了他們的視覺知覺能力 (Kohmura & Yoshigi, 2004)。根據以上的探討結果都經過充份的研究證實，長期接受視覺刺激將提高視覺時間知覺敏感度的能力。

## 第二節 運動員與非運動員之聽覺時間知覺反應 結果探討

我們利用視覺聽覺都出現的情況下(即,第一圓圈為出現視覺與聽覺刺激之後第二個圓圈僅出現視覺刺激),來測試受試者間的視聽時間知覺的差異。結果發現運動員與非運動員的視聽知覺反應時間沒有明顯的差異,但是在有聲音之後排球運動員的正確率變得比較準確。

這個結果跟我們先前的假設一致,強調視覺時間判斷的排球訓練經驗會異於強調聽覺時間判斷的舞蹈訓練經驗。我們的研究發現了排球運動員在有了聽覺的條件之後,準確率較其他兩組佳。我們推測這可能跟排球的實際運動比賽有較相符合的運動情況,因為他們在接球的同時與球接觸的雙手也會伴隨著擊球聲音的出現。在跟聲音有關的節奏任務之研究中,排球運動員被要求聽取 30 秒節拍器的節奏之後再重複同樣的節奏測試研究結果表示,排球運動員的節奏動作表現較非運動員準確 (Kioumourtzoglou, Michalopoulou, Tzetzis & Kourtessis, 2000)。

Hascelik, Basgoze, Turker, Naeman 與 Ozker (1989) 的研究指出排球運動員的視聽時間知覺反應,在訓練之前分別為 214.55 毫秒和 200.0 毫秒,但在訓練之後分別為 199.3 毫秒以及 175.05 毫秒。這個研究結果表明了,排球運動員不僅單單只依賴視覺時間知覺去偵測球的軌跡、方向與落點,而是他們也必須依賴聽覺時間知覺來幫助他們在擊球的一瞬

間所發出之聲音，來協助他們擊球時的時機點，進而提升排球運動員的運動表現。因此，在上述的推論可以發現，在有聲音的任務情況下確實能幫助排球運動員來提升他們的準確度。

### 第三節 排球運動員之視聽時間知覺反應探討

研究結果發現在沒有聲音的時候排球運動員主要的效果在反應時間，而有聲音的時候主要的效果卻在正確率。在實際比賽情況下，排球運動需要在非常短的持續時間中針對無法預測的比賽來保持高專注力在排球行進的方向。因此沒有任何聲音干擾實驗情況下，可能變得更能專注於對任務有關的實驗操作上而排除非必要訊息，所以進而提高排球運動員在反應時間的能力。也因為排球運動的環境較屬於不可預期的運動項目，所以他們長期接觸這樣的訓練時，他們在動作開始(per-motor)訊息的處理階段，訊息傳輸的路徑視覺刺激的反應時間較短於非運動員，我們發現排球運動員與非運動員有不同的訊息傳到速度視覺傳導路徑，因為受到中樞神經系統動態感覺運動(dynamic sensory-moto-demanding)的影響。然而，排球運動員對視覺時間知覺的敏感度，在比賽或訓練時是一項非常重要的因素，因此，給予特殊的視覺感知訓練將能夠改善視覺的敏銳度 (Kohmura & Yoshigi,2004;Maeda & Tsuyuhara,1999)。然而，在有聲音協助的時候降低排球運動員的錯誤率。這可能因為排球在練習或比賽情境中，擊球與托球動作的同時所發出的擊球聲音有著重大的關係，所以排球運動員將可能藉由聲音而提高他們擊球時，判斷正確位置的準確度。

排球運動員的視覺以及視聽作時間判斷主要差異在於，單純的視覺作為主要判斷的時候，他們較能控制或掌控視覺的策略(context control visual strategy)，將大區域的範

圍，快速轉換成較小的區域範圍 (Cave & Bichot,1999)。所以他們的視覺時間知覺能有較快的反應時間。而視聽作為主要的判斷的時候，加進來的聽覺因素時，確實幫助了排球運動員在評估時間長短時的正確率。

## 第六章 結論與建議

本研究主要在探討的目的為運動員與非運動員他們之間對於視聽時間知覺反應時間，結果分別為兩個發現：(一)排球運動員在視覺做為主要判斷時，反應時間較為其他兩組舞蹈與非運動員短；(二)以視聽作為主判斷的時候，排球運動員主要的效果在正確率。這是因為排球運動員在長期的訓練經驗中，他們往往需要依賴視覺知覺去判斷排球的方向、位置以及對整個運動情境範圍在視覺注意焦點的能力，進而提升了排球運動員的視覺知覺的反應能力。且也因為排球在擊球的同時，伴隨的擊球聲音，有助於排球運動員對擊球的準確度。所以在視聽的情況下，排球運動員比舞蹈、非運動員來得準確。

雖然舞蹈運動是藉由音樂呈現他們的運動表現，但是在我們的研究中，沒有發現舞蹈運動員他們在視聽時間知覺任務上的效果。然而，這有可能是因為他們是比較屬於閉鎖性的運動項目，因為在他們表演之前，就已經將舞蹈動作排列順序及音樂節奏先前練熟而後再進行表演成果。相較於開放性的排球運動項目而言，他們需要在較高的非預期環境情況下對突來的信息執行決策，因此，舞蹈運動員對視聽時間知覺並沒有來得比排球運動員佳。

本研究在排球運動員經過長時間訓練後，他們的視聽時

間知覺反應時間與精準度皆有提升的效果，因此，我們更建議運動教練對運動員在執行長期運動訓練時，可以針對排球運動或與排球運動相似之開放性運動，如羽球、桌球、足球以及籃球等等運動項目，在視聽時間知覺的感覺整合作為訓練的依據，進而提升運動表現。

## 參考文獻

### 一、中文部分

- 方黃裕、羅仲仁(1996)。排球運動之接發球訓練對接球能力的影響。臺灣體育，88，27-32。
- 林明聲編譯(1999)。運動視覺訓練法。台南市：信宏
- 劉妍秀(2004)。技擊反應動作時間訓練器之研發與應用。大專體育學刊，2(6)，213-225。
- 吳忠政、陳克舟(2005)。排球阻斷式接發球訓練對排球選手反應時間影響之研究。大專體育學刊，4(7)，105-112。
- 吳高讚(2009)。不同技術層次排球選手在攻擊動作上之視覺偵察分析。排球教練科學。13，86-99。
- 馬建平(1997)。淺談一傳後進攻的可能性。中國排球，3，45-46
- 張意德(1998)。反應速度對排球時間因素掌控之探討。大專排球研究論集，4，71-79。
- 蔡崇濱(1999)。贏球得分制對排球比賽的影響和對策。中華體育季刊，13(3)，29-36。

## 二、英文部分

- Abernethy, B., & Russell, D. G. (1987). Exper-novice difference in an applied selective attention task. *Journal of Sport Psychology, 9*, 326-345.
- Abernethy, B. (1988). The effects of age and expertise upon perceptual skill development in a racquet sport. *Journal of Sport Psychology, 59*, 210-221.
- Adolphe R.M. Vickers J.N., & La Plante G. (1997) The effects of training visual attention on gaze behavior and accuracy. *International Journal of Sports Vision, 4*, 28-33.
- Andersen, T. S., Tiippana, K., & Sams, M. (2004). Factors influencing audiovisual fission and fusion illusions. *Cognitive Brain Research, 21*, 301-308.
- Auliffe, J. (2004). Difference in attentional set between athletes and nonathletes. *The Journal of General Psychology, 131*, 426-437.
- Borgeaud, P., & Abernethy, B. (1987). Skilled perception in volleyball defense. *Journal of Sport Psychology, 9*, 400-406.
- Borysiuk, Z., Waskiewicz, Z. (2008). Information processes: stimulation and perceptual training in fencing. *Journal of Human Kinetics, 19*, 63-82

- Calvert, G. A., Spence, C., & Stein, B. E. (2004). *The handbook of multisensory processes* (Eds.). Cambridge, MA: MIT Press.
- Cave, K. R., & Bichot, N. P. (1999). Visuospatial attention: Beyond and spotlight scheme. *Psychonomic Bulletin and Review*, 6, 204-223.
- Donovan, C. L., Lindsay, D. S., & Kingstone, A. (2004). Flexible and abstract resolutions to crossmodal conflicts. *Brain Cognitive*, 56, 1-4.
- Golomer, E., Cremieux, J., Dupui, P., Isableu, B., & Ohlmann, T. (1999). Visual contribution to self-induced body sway frequencies and visual perception of male professional dancers. *Neuroscience Letters*, 267, 189-192.
- Hascelik, Z., Basgoze, O., Turker, K., Narman, S., & Ozker, R. (1989). The effects of physical training on physical fitness tests and auditory and visual reaction times of volleyball players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 29, 324-329.
- Hitzeman, S. A., & Beckerman, S. A. (1993). What the literature says about sports vision. *Optometric Clinics*. 3(1), 145-169.
- Kerr, R., Hughes, Blais, C., & Toward, J. (1992). Knowledge and motor performance. *Journal of Human Movement Studies*, 22, 85-100.

- Kioumourtzoglou, E., Michalopoulou, M., Tzetzis, G., & Kourtessis, T. (2000). Ability profile of the elite volleyball player. *Perceptual and Motor Skills, 90*, 757-770.
- Kohmura, Y., & Yoshigi, H. (2004). Training effects of visual function on college baseball plays. *Performance Measurement, 1*, 15-23.
- Maeda, A., & Tsuruhara, T. (1999). Effect of batting practice by using super high speed pitched balls on kibetic visual acuity of baseball players. *Training Science, 10(1)*, 35-40.
- Minvielle-Moncla, J., Audiffren, M., Vallet, C., & Macar, F. (2008). Overproduction timing errors in expert dancers. *Journal of Motor Behavior, 40(4)*, 291-300.
- Pesce, C., & Bosel, R. (2001). Focusing of visuospatial attention: Electrophysiological evidence from subjects with and without attentional expertise. *Journal of Psychophysiology, 15*, 256-274.
- Ross, A., Leveritt, M., & Riek, S. (2001). Neural influences on sprint running: training adaptations and acute responses. *Sports Medicine, 31(6)*, 409-425.
- Schmidt, R. A. (1975). A schema theory of discrete motor skill learning. *Psychological Review, 82*, 225-260.
- Shimojo, S., & Shams, L. (2001). Sensory modalities are not separate modalities: Plasticity and interactions. *Current Opinion in Neurobiology, 11*, 505-509.

- Singer, R. N. (1980). Cognitive processes, learner strategies, and skilled motor behaviors. *Canadian Journal of Applied Sport Sciences, 1*, 25-32.
- Stine, C. D., Arterburn, M. R., & Stern, N. S. (1982). Vision and sport: a review of the literature. *Journal of the American Optometric Association, 53*(8), 627-633.
- Vuillerme, N., Teasdale, N., & Nougier, V. (2001). The effect of expertise in gymnastics on proprioceptive sensory integration in human subjects. *Neuroscience Letters, 311*, 73-76.
- Wada, Y., Kitagawa, N., & Noguchi, K. (2003). Audio-visual integration in temporal perception. *International Journal of Psychophysiology, 50*, 117-124.
- Wong, A. M., Lin, Y.-C., Chou, S. W., & Tang, F. T. (2001). Coordination exercise and postural stability in elderly people: Effect of tai chi chuan. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 82*, 608-612.

## 附錄一

### 受試者同意書

計畫名稱：動作協調與感覺整合--運動員之視聽時間知覺敏感度之研究 (100DG00112)

計畫主持人：石佑翎

計畫執行單位：國立臺灣體育學院

聯絡電話：04-22213108 轉 2229

我瞭解這個研究的目的是在於瞭解運動員之感覺整合機制，以及不同種類運動員間及運動員與非運動員間是否存在著不同的感覺整合策略，而這對於了解運動行為之認知基礎及有效率地規劃運動訓練計畫非常重要。

我瞭解在研究開始之前，研究人員會向我清楚解釋整個研究流程及可能的狀況，及我了解研究的過程並願意簽署同意書之後才開始進行研究。

研究人員已經向我充分說明，我瞭解計畫執行機構將維護受試者在試驗過程中應得之權益，我在試驗過程中無須提出任何理由可隨時撤回同意，退出試驗，且不會引起任何不愉快，不會遭受處罰或損失應得之利益，或影響我在本校的任何成績與權益，而且我的檢查結果將絕對保密，一個研究的號碼會取代我的姓名，試驗所得資料可能發表於學術性雜

誌，但我的姓名將不會公佈，我的隱私將絕對保密，除了有關機構依法調查外，研究人員將會盡力維護我的隱私。我參加本試驗皆不須繳交任何額外費用。

我已經詳細閱讀以上資料，研究人員已經對我詳細解釋內容，相關研究人員也已經回答我所有的疑問，我已了解且同意參與此項研究計畫，自願擔任受試者，並同意本計畫研究人員使用我的檢測結果進行分析。如果我以後有問題，我可與計畫主持人聯絡，日後如果受試者同意書內容有任何更新，或有新資訊可能影響受試者繼續參與試驗之意願，我將隨時收到更新後的內容。

自願受試者(及法定代理人)簽名：\_\_\_\_\_

日期：\_\_\_\_\_

-----  
**個人領款收據**

費款名稱：動作協調與感覺整合--運動員之視聽時間知覺敏感度之研究 (100DG00112)

茲領到新臺幣                    佰                    拾                    元整

此致

國立臺灣體育學院

領款人姓名：

領款人簽章：

身分證號碼：

戶籍地址：

中華民國                    年                    月                    日

## 附錄二

### 受試者基本資料表 NO. \_\_\_\_\_

同學您好，感謝您的參與！

- 本資料表主要目的在於了解受試者目前現況以幫助實驗的進行。
- 您填答的資料僅供學術研究,絕不對外公開，請安心回答。  
感謝您的協助與合作!!

1.姓名：

2.聯絡電話：

3..性別：

4.出生年月日： 年 月 日。

5.年齡：\_\_\_\_\_ 歲。

6.您的慣用手：\_\_\_\_\_ 手。

7.您現在是否從事運動專長？(1)是 (2)否。如果是請填答 7.8.9.10 題，如果否請填答 9.10.11 題。

8.您幾歲開始接觸現在所從事的運動專長？\_\_\_\_\_ 歲。

9.您的運動專長是 \_\_\_\_\_ ，經驗 \_\_\_\_\_ 年，每週運動 \_\_\_\_\_ 次，每次練習幾分鐘 \_\_\_\_\_ 小時。

10.除在學校體育課外，請問您平常是否有運動的習慣？(1)  
是 (2)否。如果是，您的休閒運動是 \_\_\_\_\_ ，經驗 \_\_\_\_\_ 年，每週運動 \_\_\_\_\_ 次，每次練習幾分鐘 \_\_\_\_\_ 小時。

11. 您是否學習過音樂或樂器？(1)  是 (2)  否。如果是，幾歲開始學習樂器 \_\_\_\_\_ 歲，樂器種類是 \_\_\_\_\_ 樂器，經驗 \_\_\_\_\_ 年，每週練習樂器 \_\_\_\_\_ 次，每次練習幾分鐘 \_\_\_\_\_ 小時。
12. 您是否學習過舞蹈？(1)  是 (2)  否。如果是，幾歲開始學習舞蹈 \_\_\_\_\_ 歲，舞蹈種類是 \_\_\_\_\_ 舞，經驗 \_\_\_\_\_ 年，每週練習 \_\_\_\_\_ 次，每次練習幾分鐘 \_\_\_\_\_ 小時。

感謝您的填答!!

## 附錄三

### 實驗指導語

#### 歡迎您參與本實驗！

- 本實驗目的是在了解您對時間判斷的能力。
- 以下的實驗過程將分為 10 個區段，每一段包含 56 個嘗試。  
兩段之間休息時間依個人狀況休息，如您準備好了再進行下一段嘗試。
- 在每次的嘗試中您將做三件事情。  
**第一件事**是做好準備：當您坐在電腦螢幕前方準備開始實驗時，請您按下空白鍵，實驗即將開始。  
**第二件事**是估計時間：實驗開始時，電腦螢幕會出現前後各一次的灰色圓圈，請你估計灰色圓圈所出現的時間長短。  
**第三件事**是將您所估計的時間在滑鼠上做確認動作：電腦螢幕出現兩次灰色圓圈之後，如果你覺得第一個圓圈的時間比第二個圓圈長，請您按一下滑鼠左鍵；如果你覺得第二個圓圈的時間比第一個圓圈長，請您按一下滑鼠右鍵。

- 在正式實驗開始之前，您將有一次的練習，以便您熟悉實驗過程與滑鼠操作。
- 部分的嘗試會出現聲音，請勿理會此聲音，請您專注於電腦上圓圈停留的時間長短。
- 請您盡量保持身體姿態的穩定，並且減少肢體動作，專注於電腦螢幕上，勿受到其它的干擾，並以正確為原則儘快按鍵反應。

**謝謝您的熱情參與!!**