

國立體育大學
競技學院
競技與教練科學研究所碩士論文

工作限制導向訓練
對棒球初學者知覺與打擊表現之影響

**The Effects of Constraints-Led Approach (CLA)
Training on Perceptual and Batting Performance in
Baseball Beginners**

指導教授：陳尹華 博士

研究生：黃晉其 撰

中華民國 114 年 6 月



National Taiwan Sport University

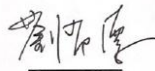
本論文：工作限制導向訓練對棒球初學者知覺與打擊表現之影響

係國立體育大學競技與教練科學研究所研究生黃晉其所提，
作為審查授予體育學碩士學位之一部分。

本論文承蒙下列考試委員審查通過

中華民國一百一十三年五月

論文考試委員



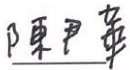
國立臺灣師範大學教授

劉有德博士



國立體育大學教授

龔榮堂博士



國立體育大學副教授

陳尹華博士

(本論文指導教授)

工作限制導向訓練 對棒球初學者知覺與打擊表現之影響

摘要

生態心理學主張個體面對環境中相同訊息，可能會因經驗或能力不同，產生不同知覺與動作，而動作的協調型態由個體、環境及工作限制交互作用產生。限制導向方法（Constraints-Led Approach, CLA）訓練操弄工作限制，透過降低或微調工作難度、增加訓練變異性，協助學習者產生適應能力。不同運動的文獻顯示在訓練中操弄球的尺寸，能提升學習者的表現，然而在棒球中針對年紀較小學習者的相關研究仍十分有限，亦未檢視其知覺改變的程度。**目的：**探討使用大球之揮擊訓練，對國小學童在打擊表現和其知覺棒球尺寸之影響。**方法：**招募 12 名國小棒球初學者，將其分為常規練習組與變異練習組，進行六週之揮擊訓練。前者揮擊正常軟式棒球（6.9 公分），後者穿插揮擊較大（7.5 公分）的訂做沙球。測驗包含前、中、後測，及揮擊小球（6.5 公分）的遷移測，測驗中量測兩組的打擊表現（擊球率、落點分數、揮棒速度、動作協調）及知覺（球體尺寸）。動作協調以皮爾森積差相關、線性迴歸檢驗兩組在拋球至揮棒、和揮棒時間之間協調之變化，其餘數據以無母數分析進行考驗，顯著水準定為 $\alpha=.05$ 。**結果：**兩組在訓練後，擊球率、落點分數、揮棒速度、知覺球的尺寸無顯著改變，且皆無組別差異。將所有人合併為一組，針對中、後測比較，可看到在揮棒速度、落點分數之提升。此外，變異練習組在中測、後測、遷移測，動作協調之調整與穩定性皆優於常規練習組。**結論：**以大球訓練可提升國小棒球初學者打擊動作調整能力，隱含其知覺亦產生改變。未來研究可延伸針對不同技能

水準之族群，訂做不同尺寸棒球、以更多球種進行訓練，增進對此類訓練應用之了解。

關鍵詞：直接知覺、個體化知覺、棒球尺寸、打擊訓練、動作協調



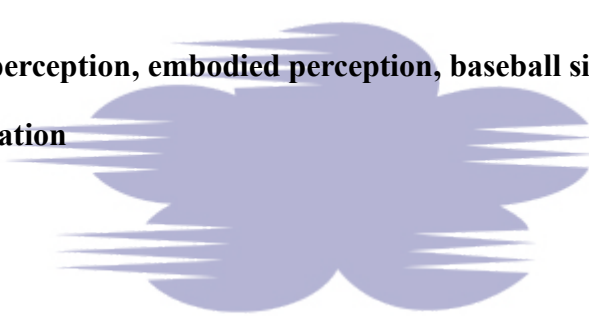
The Effects of Constraints-Led Approach (CLA) Training on Perceptual and Batting Performance in Baseball Beginners

Abstract

Ecological psychology advocates that individuals facing the same sources of information in the environment may generate different movement solutions due to different experiences or abilities, and the movement coordination is induced by the interaction of individual, environmental, and task constraints. The Constraints-Led Approach (CLA) training primarily manipulates task constraints, aiming to assist learners in developing adaptability by reducing or adjusting task difficulty and increasing training variability. While various sports studies show that manipulating ball size during training can enhance learners' performance, research on younger learners in baseball remains limited and the possible emergent changes in their perception were not examined. **Purpose:** This study investigated the effects of batting training using a larger ball on the batting performance and perceived ball size in baseball beginners. **Methods:** Twelve baseball beginners were recruited and divided into two groups: one group utilized standard ball size (6.9 cm) exclusively (regular practice group), while the other incorporated the use of a larger ball (7.5-cm customized plyoball) (variable practice group). Both groups underwent six weeks of batting training. The tests included pre-, mid-, and post-tests, as well as a transfer test involving hitting a smaller plyoball (6.5 cm). Performance in batting (batting rate, hit location score, swing velocity, and movement coordination) and perceived ball size were measured. The movement

coordination for both groups in all tests was examined by analyzing the relationship between the time from ball release to swing and the time from swing initiation to ball-bat impact, using Pearson product-moment correlation and linear regression analyses. All other data were analyzed using nonparametric tests. The significant level was set at $\alpha=.05$. **Results:** No significant changes were found between the two groups across the three tests in batting success rate, hit location score, swing velocity, and perceived ball size. Nevertheless, when data from both groups were combined, significant improvements were observed in hit location score and swing velocity from mid- to post-tests. Importantly, the variable practice group outperformed the regular practice group in adjusting their movement coordination with lower variability in the mid-, post- and transfer tests. **Conclusion:** Training with larger balls could enhance the adjustability of batting movement coordination in baseball beginners, implying the changes in their perception of the ball as well. To further explore the applicability of this training approach, future research is encouraged to tailor different ball sizes and incorporate various pitch types in learners with different skill levels.

Keywords: direct perception, embodied perception, baseball size, batting training, movement coordination



致謝

碩班這兩年的時間，轉眼間也來到了尾聲，從什麼都不會到順利完成碩士論文，這一路走來經歷了許多酸甜苦辣。很感謝自己沒有放棄自己，每當覺得很累想放棄的時候，心裡總是有一個聲音告訴自己，一定還有人比我更辛苦，不能就這樣放棄。其實在剛進來國體時，常覺得很迷惘，一度找不到來讀研究所的目標和方向，後來不斷向老師和學長姐學習後，才慢慢找到了方向。雖然有時候會懷疑自己做的研究能貢獻什麼，覺得自己的研究不夠好，但老師也還是鼓勵我，不要因為一些質疑就否定自己的努力，沒有最好的研究，想不想做，從中有所收穫才是最重要的。

這兩年認識了很多，每次跟不同的人聊天都會有新的收穫。這段時間我也嘗試了許多從未接觸過的事，第一次去國外研討會發表，英文介紹實驗室，並申請了交換學生。對我來說，這些事情都是我從來沒有想過會做的事，我也沒想過自己能在兩年中成長那麼多。很謝謝尹華老師用心地指導與照顧，總是鼓勵我們做自己想做的研究、多出去外面的世界看看，不厭其煩地教我資料的處理和分析，讓我從一張白紙到現在可以有勇氣表達自己的想法，做自己想做的事，教同學與學弟妹在課業上的問題。

謝謝這段時間曾經幫助過我的人，麗林國小柯教練、王教練，台體也是未來國體的學弟小陸，也謝謝在研究所教過我的老師、學長姐、同學，謝謝實驗室的夥伴們在這段時間的幫助。特別想感謝壯項和子鈞，在做實驗的這段時間你們總是願意幫忙我，如果沒有你們，我應該會很辛苦。也謝謝崇瑋，從我進來實驗室就一直照顧我，每次問你問題都會很認真地教我，也啟發我論文實驗的想法。最後要謝謝我的爸媽，支持我來讀研究所、出國交換，謝謝媽媽總是聽我訴苦，在我很無助的時候給我鼓勵，讓我有信心接受不同的挑戰。

以後回想起碩班這兩年的時光，一定是刻骨銘心的回憶。

目錄

中文摘要	VI
英文摘要	VI
致謝	V
目錄	VI
表目錄	VIII
圖目錄	IX
第壹章 緒論.....	1
第一節 研究背景.....	1
第二節 研究目的.....	3
第三節 研究問題.....	3
第四節 研究假設.....	3
第五節 名詞解釋與操作型定義.....	4
第六節 研究範圍與限制	6
第貳章 文獻探討.....	7
第一節 棒球打擊技術與訓練.....	7
第二節 直接知覺理論	11
第三節 限制導向觀點與動作技能學習	13
第四節 工作限制針對棒球與不同大小球體尺寸相關研究.....	16
第五節 總結.....	18
第參章 研究方法.....	19

第一節 研究對象.....	19
第二節 研究工具.....	21
第三節 實驗程序.....	25
第四節 資料處理與統計分析.....	34
第肆章 結果.....	35
第一節 打擊表現測驗數據.....	35
第二節 知覺測驗數據	47
第伍章 討論	50
第一節 打擊表現相關參數.....	51
第二節 動作技能學習與工作限制	53
第三節 個體化知覺變化	55
第陸章 結論與建議.....	56
第一節 結論.....	56
第二節 建議.....	56
中文參考文獻.....	58
英文參考文獻.....	61
附錄 每位參與者測驗間協調差異	68
附錄 各測驗間參與者動作協調時間之相關	70
附錄 人體研究倫理委員會通過證明	71

表目錄

表 3-1 參與者基本資料.....	20
表 3-2 擊球落點分數分配	26
表 3-3 實驗分組與訓練安排.....	31
表 3-4 變異練習組訓練課表	32
表 4-1 實驗參與者四次測驗各項數據描述性統計.....	36
表 4-2 各測驗擊球率描述性統計.....	38
表 4-3 各測驗落點分數描述性統計	40
表 4-4 各測驗揮棒速度描述性統計.....	43
表 4-5 各測驗間兩組別動作協調時間之相關	46
表 4-6 兩組別各測驗動作協調時間之斜率	47
表 4-7 變異練習組各測驗知覺不同棒球大小之個數.....	48
表 4-8 常規練習組各測驗知覺不同棒球大小之個數.....	48



圖目錄

圖 1-1 擊球落點分數示意圖	4
圖 2-1 打擊動作分期示意圖	9
圖 3-1 J ball	21
圖 3-2 SSK STAROKY PRO 少年軟式球棒	21
圖 3-3 SONY 攝影機	22
圖 3-4 Blast Motion 動作感測器	22
圖 3-5 訂製用沙球	23
圖 3-6 ASUS VivoBook 15	23
圖 3-7 Kinovea 運動學分析軟體	24
圖 3-8 E-Prime 3.0 心理學實驗軟體	24
圖 3-9 實驗場地配置圖	25
圖 3-10 打擊測驗	27
圖 3-11 打擊揮動球棒瞬間	27
圖 3-12 打擊動作擊球瞬間	27
圖 3-13 知覺測驗圖片	28
圖 3-14 知覺測驗圖片	28
圖 3-15 實驗流程圖	29
圖 4-1 擊球率測驗結果	37
圖 4-2 落點分數（總分/總顆數）測驗結果	39
圖 4-3 落點分數（總分/擊中顆數）測驗結果	41
圖 4-4 揮棒速度測驗結果	42

圖 4-5 各測驗間兩組動作協調相關差異比較	45
圖 4-6 兩組別各測驗間動作協調差異比較	46
圖 4-7 知覺棒球尺寸結果	49



第壹章 緒論

第一節 研究背景

棒球在我國被稱為國球，為臺灣體育運動最重要的指標性項目之一（孟峻璋、林郁翔，2014）。國內從少棒到成棒有完整的體系與制度，世界排名一直都保持在前五名的好成績。也因為棒球的盛行，棒球相關的研究不斷出現，並朝向科學化棒球發展。

棒球運動主要是由投、打、跑、守四項專項能力所構成，一支球隊不管防守再怎麼固若金湯，或投手完全主宰整場比賽，若沒有獲得分數也無法贏得比賽，因此打擊被視為贏得勝利的關鍵要素（楊清瓏，1997），也是所有運動項目中最難執行的技巧之一（DeRenne, 2007; Race, 1961）。打擊是由一連串的動作所組成，依序為打擊準備階段、重心轉移、跨步、揮擊、餘勢（楊清瓏，1997）。身體各部位的相互協調和力量轉移會影響打擊動作。過去研究指出，影響打擊表現的因素包括視覺觀察判斷、手眼協調能力、身體重心轉移、球棒材質、重量、專項肌力與擊球策略等（葉益銘、侯建文，2013；龔榮堂，2006）。傳統的打擊訓練方法包含了空揮棒練習、揮擊打擊座、正面拋打、發球機打擊和實戰模擬打擊練習等（葉志仙等，2003）。除了傳統的訓練外，改變球棒重量對於打擊表現之影響在近年來逐漸被探討（龔榮堂，2006；Szymanski et al., 2009），不同重量球棒的控制和訓練，對於揮棒速度會有顯著提升。例如，龔榮堂（2006）測量國內甲組成棒選手進行不同重量球棒擊球之揮棒速度，發現球棒重量與揮棒速度呈現負相關，意即球棒越輕、揮棒速度越快。簡岑如等（2002）測量大專甲組壘球選手揮加重棒熱身五次後、以正常球棒揮棒之揮棒速度；結果顯示揮棒速度有立即性的增加，由平均時速 92.66 公里增加至 99.65 公里。另外 Szymanski et al.（2009）整理了過去關於揮加重棒與輕重球棒交替的訓練，經過

至少六週訓練，揮棒速度都有顯著提升。從上述研究得知，改變球棒重量對於動作控制會有立即性的影響，進而增進運動表現。透過訓練能使揮棒速度有所提升。若改變球的尺寸大小進行訓練，是否也能使打擊能力進步呢？

Newell (1986) 的三角限制理論指出，動作的協調型態會因為個體 (individual constraints)、環境 (environment constraints)、及工作 (task constraints) 限制的交互作用而形成。近年來限制導向方法 (Constraints-Led Approach, CLA) 逐漸受到重視，主要是操弄工作限制訓練中的目標、規則、或器材，協助學習者產生適切動作方案 (Renshaw et al., 2010; Renshaw & Chow, 2019)。除了上述提到使用不同重量球棒改變動作控制外，在足球與排球運動中，分別有文獻指出使用與較常規尺寸大或小的球進行訓練，會使挑球重複次數和接球能力有所進步 (Raastad, 2016; Wu, 2021)。上述文獻是屬於恆常練習，過去有關動作技能學習，基模理論提到訓練分成了恆常與變異練習。不同於基模理論，以改變工作限制的觀點出發，針對棒球隊學童，本研究探討利用比常規尺寸較大的沙球（重量維持相同）進行打擊訓練，是否對於其打擊表現與動作協調改變有幫助。

另外，個體面對相同訊息來源時，可能因個體化知覺 (embodied perception)，產生不同動作方案 (movement solution) (Gibson, 1979)。個體化知覺反映了個體能力與主觀知覺的關係，許多研究皆提出了對於相同物體，專家或能力較佳者知覺到訊息（如球的尺寸）是放大的，而新手或能力較差者知覺到訊息是縮小的 (Beilock & Gray, 2012; Witt & Proffitt, 2005)。而透過給予特定方向的擊球任務時，球的進壘位置為最佳擊球位置時，個體化知覺亦會產生改變 (Gray, 2013)。從上述得知動作控制可以造成知覺的改變，訓練前後對球尺寸的知覺變化會如何，為本研究欲探討的議題。

第二節 研究目的

綜合上述，本研究探討使用比標準棒球尺寸大的球、及常規軟式棒球進行打擊訓練，對棒球初學者在打擊表現和個體化知覺之影響。變異練習組使用比標準棒球尺寸大的球搭配軟式棒球訓練，常規練習組則皆使用軟式棒球進行訓練。兩組別均在八週內完成六週之練習。觀察訓練前、訓練中（第四週後）、及訓練後（第八週後）擊球率、擊球落點、揮棒速度、動作協調、知覺球體大小的變化。另外會進行遷移測觀察學童是否能透過學習，學會自我調整的能力，給予沒有練習過的任務，也能產生相對應的動作來完成任務。

第三節 研究問題

1. 兩組在前、中、後測，以及遷移測中，打擊表現會如何改變？以擊球率、擊球落點、揮棒速度、動作協調作為觀察之變項。
2. 兩組在前、中、後測，以及遷移測中，知覺到的棒球尺寸會如何改變？



第四節 研究假設

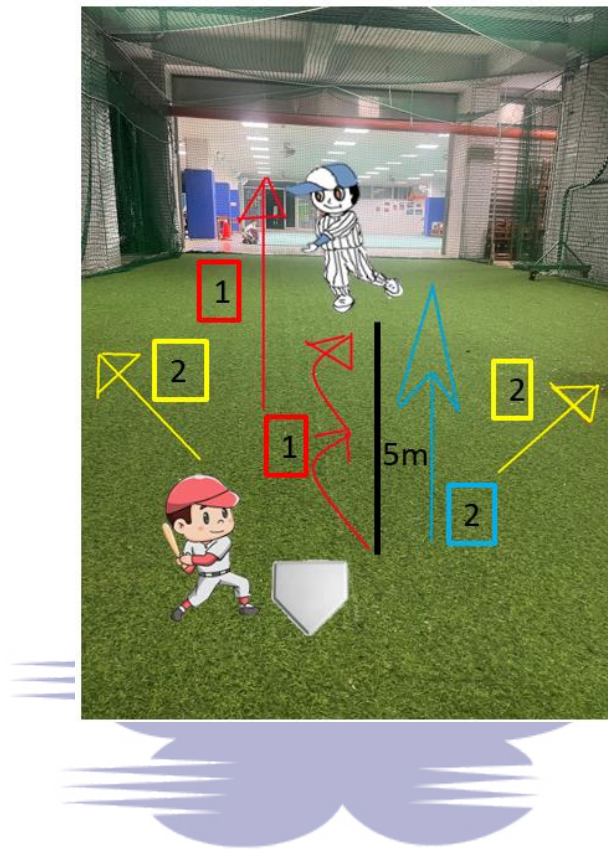
1. 兩組在各測驗之擊球率、擊球落點、揮棒速度、動作協調會有所提升，變異練習組有更明顯之進步。
2. 兩組知覺到的棒球尺寸可能在訓練後變大，變異練習組可能有更明顯的改變。

第五節 名詞解釋與操作型定義

1. 打擊表現測驗（Batting performance test）

參考並修改徐肇徽（2023）以擊球落點評估球員打擊表現：在揮擊過程中，若揮棒落空以 0 分計算，往上打或打出滾地球以 1 分計算，往左右兩邊平飛球、中間方向平飛球以 2 分計算（圖 1-1）。另，擊球率以打十顆球擊中幾顆來計算（ $= N/10$ ）。

圖 1-1 擊球落點分數示意圖



2. 打擊動作分期 (Phase of batting)

本研究觀察實驗者拋球至研究參與者打擊動作的五個關鍵瞬間，詳細描述如下：

- 球拋出瞬間 (Release)：球從拋球者離手瞬間。
- 踏步 (Stepping)：前腳離開地面並要向前跨出的瞬間。
- 踩地 (Landing)：前腳接觸到地面瞬間。
- 揮棒 (Swing)：球棒開始往前移動的瞬間。
- 擊球碰撞瞬間 (Impact)：球棒與球碰撞、擊中球的瞬間。

並依據上述時間點，將打擊動作分為準備期（球拋出瞬間至踏步）、跨步期（踏步至踩地）、重心轉移（踩地至揮棒）、揮擊期（揮棒至擊球碰撞瞬間）。

3. 工作限制 (Task constraints)

在本研究指不同尺寸之沙球，分別為大球（7.5 cm）、軟式棒球（6.9 cm）、小球（6.5 cm）。

4. 個體化知覺 (Embodied perception)

在本研究要求實驗參與者選擇知覺到的棒球尺寸，分別為直徑 7.5 cm、6.9 cm、6.5 cm。



第六節 研究範圍與限制

本研究在訓練時用的大球、遷移測用小球，為訂做沙球，分別為水藍色與深藍色，和一般白色棒球不同。此外，前測和其他測驗（中、後、遷移測，均由研究者拋球）之拋球者不一致，亦可能造成影響。在測驗中拍攝參與者揮擊動作時，前測以每秒 60 影格數 (frame per second)，中測至遷移測改為每秒 120 格，攝影機取樣頻率不同可能影響數據。而此研究僅針對棒球隊學童進行探討，結果無法推論至其他層級之棒球選手。



第貳章 文獻探討

第一節 棒球打擊技術與訓練

一場棒球比賽最重要的兩個要素為投手和打者，投手會因應比賽場上的狀況、打者的打擊習性，運用不同球種及投球位置來面對打者；打者根據投手的動作、場上狀況，面對來球，向投手回擊，投打之間會形成互動的關係，進而使比賽更精彩。在比賽中若兩隊投手表現出色、皆未失分，便必須依靠打者上壘、並跑回本壘得分，才能分出比賽勝負，因此打擊為獲得分數、贏得比賽勝利之關鍵因素（楊清瓏，1997）。以數據上定義，當三次打席中有一支安打，打擊率三成就算是一位不錯的打者。而一位優秀的打者需要具備的條件很多，包含了良好的揮棒機制、擊球準確率、精準的選球能力、揮棒速度等。以下將就打擊動作協調、揮棒速度與擊球準確率之相關研究進行探討。

一、 棒球打擊動作協調

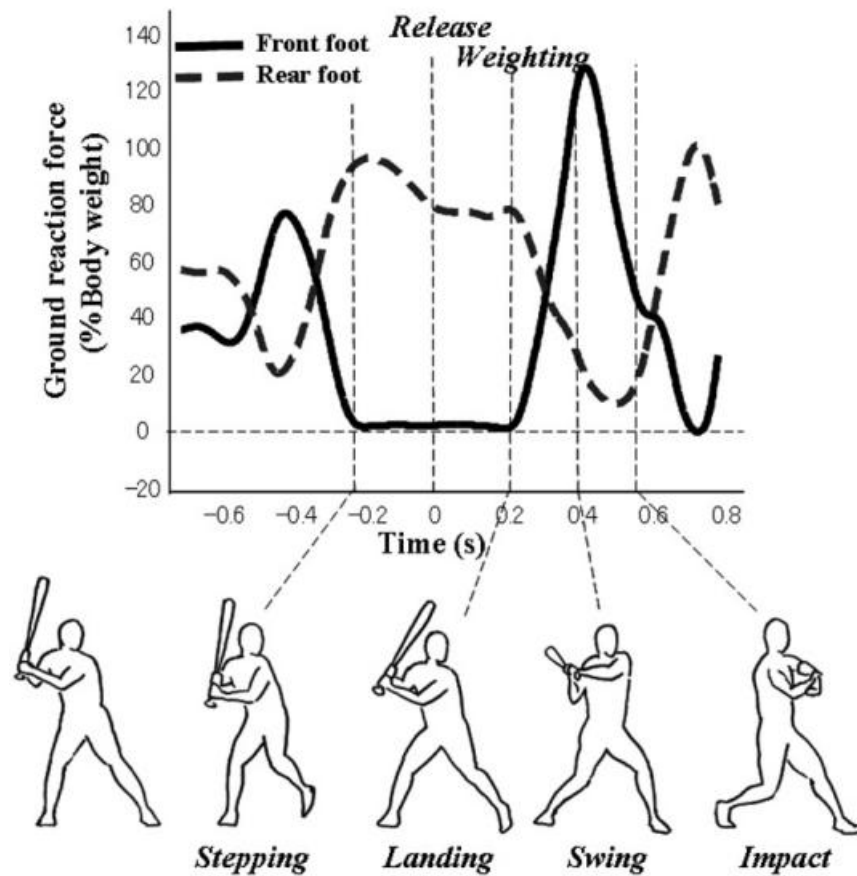
棒球打擊是一件非常精細且困難的動作，傳統訊息處理（Information processing）理論的觀點認為打擊動作可劃分為決策和揮擊兩部份（Martenink, 1976; Nielson & McGown, 1985），並強調需要不斷重複地練習、使動作自動化（Jackson & Lupica, 1984）。然而從直接知覺（direct perception）理論（Gibson, 1979）的觀點來看，個體在環境中知覺到的訊息，會提供動作可能性。尤其在有時間壓力的運動情境中，要在極短時間內做出相對應的動作，動作者是否知覺到關鍵訊息，會明顯影響其動作。揮擊動作本身就反映了其決策，因此觀察訊息、動作，才能找出關鍵影響動作的來源。

過去在棒壘球研究中，針對打擊動作要點，有許多不同的描述。例如，楊清瓏（1997）指出打擊動作可以分為準備階段、重心轉移、跨步、揮擊、延伸、餘勢階段，打者通過地面反作用力把力量從下肢傳遞至上肢，進而在揮棒瞬間產生最大的力量（Fortenbaugh et al., 2011）。林德隆與林清和（1997）指出棒球揮擊動作的要領為：揮棒時頭部要保持固定、眼睛注視來球，揮棒前下肢帶動腰部進行軀幹與上半身旋轉，擊球瞬間兩手腕自然翻轉。由上述研究可得知揮棒為一全身性協調配合的動作，透過身體旋轉及地面反作用力將球擊出去（張曉菁，2011）。

有關打擊動作協調的研究，Katsumata（2007）針對六位具有十一年訓練經驗的大專棒球選手進行研究，要求選手站在測力板上對發球機所發出的球進行打擊。觀察打者在打擊各階段中的地面反作用力及動作時間的變異性（如圖 2-1）。測驗共分成三階段，每階段以擊打五顆球到球場有效區域內（界內）為計算。結果得知球發出瞬間到前腳踩地（Landing after Release）與前腳踩地到揮動球棒的瞬間（Landing-Swing）的時間呈負相關，為一個良好的揮棒協調動作。以打擊動作分期來看，為準備與跨步期會和重心轉移階段的時間呈負相關。另外在打擊動作時間上，球發出瞬間到揮動球棒（Swing after Release）的時間越長，揮動球棒到擊中球（Swing-Impact）的動作時間會越短。準備期至重心轉移的時間會與揮擊期的時間呈負相關，亦為良好的揮棒協調動作。

從上述動作分期階段得知，球出手到前腳踩地的時間越短，能有越充裕的時間準備擊球，也就是打擊前腳動作的啟動越早，有越多時間對後續揮棒動作進行微調。

圖 2-1 打擊動作分期示意圖 (Katsumata, 2007)



二、揮棒速度與擊球時機相關

經前述所知，打擊動作為影響打擊表現重要的因素之一，除了打擊動作外，影響棒球打擊表現的因素包含了視覺觀察判斷、手眼協調能力、瞬間反應能力、揮棒速度與擊球時機等（曾慶裕、林添鴻，2002）。其中揮棒速度在打擊過程中扮演重要角色，潘亮安與劉雅甄（2013）指出投手球出手後，打者僅有 0.3-0.5 秒的時間要做決策與揮擊，因此有許多研究針對如何增加揮棒速度，縮短揮棒時間進行探討（洪得明，1981；Breen, 1967; Hay, 1978; Williams & Underwood, 1986）。揮棒速度越快，擊球後球的飛行速度越快，其飛行距離也越遠

(Szymanski et al., 2009; 陳幸苹、涂瑞洪, 2008; 陳冠任, 2006)。唐昭鈞 (2003) 的研究中, 針對 15 名職棒選手從前腳跨步著地瞬間、到球棒揮擊到球的過程進行拍攝, 結果發現打擊率與揮棒時間有顯著負相關, 因此有較快的揮棒速度, 能有更充裕產生揮棒動作的時間, 越能知覺投手球路的變化, 產生相對應的動作, 以提升安打的機率。

而擊球的時機也為判斷打擊能力的依據之一, 打擊的過程包含了擊球的過程和球棒接觸球的瞬間 (Welch et al., 1995)。過去有研究使用不同重量球棒進行空揮棒訓練, 不論是使用加重棒或是較輕的球棒進行訓練, 都使揮棒速度有所提升 (Yano et al., 2019)。然而空揮棒訓練不足以顯現出真正球棒接觸球的瞬間, 想要提高打擊表現, 就需要在練習時真正體會球與球棒接觸的感覺。球與球棒間的震動可以幫助打擊者調整揮棒動作, 使擊球位置更靠近甜蜜點。在 Gray (2009) 虛擬實境設計的研究中指出, 觸覺反饋可以幫助打者了解擊球的位置, 更好地控制球棒在揮擊時擊球點的位置和力道。

曾慶裕、林添鴻 (2002) 指出當棒球與球棒碰撞是否在最佳擊球點為影響打擊表現的重要因素之一, 擊球時機越準確, 擊出球的速度、距離通常會越好。Adair (2002) 提到球與球棒碰撞取決於四個因素, 包含了球體質量、投球球速、球棒質量、揮棒速度等, 其中球體質量與球棒質量在比賽中為固定因素, 而投球球速與揮棒速度, 選手則會透過肌力訓練與其他技術訓練提升。另外打者的動體視力 (劉雅甄, 2008)、不同投手球速與球種, 也是影響擊球準確率的因素。在眾多影響打者擊球時機的因素中, 能有效擊球的方式, 最基礎也最重要的就為打擊練習, 傳統訓練強調重複執行動作以達到熟練, 並可以透過不同的訓練方式產生變異性, 來調整自己的打擊動作與擊球位置。從上述可得知, 影響棒球打擊表現的因素眾多, 研究者們已透過不同的方式去探討各項因素之間的關聯與提升打擊表現的方法。

第二節 直接知覺理論

一、 知覺與行動連結（Perception and action coupling）

個體從一出生便會開始接收環境中的訊息，學習如何與環境互動。Gibson（1961）認為人類視知覺的產生是從環境中直接獲取訊息而來的，而環境中的訊息有兩種性質，包含訊息恆定性（invariants）與環境賦使（Affordances）。恆定的訊息在動作過程中保持不變，不會受動作者的不同而改變。嚴雅婷、劉有德（2008）用動態光點的方式讓參與者針對幼兒、兒童與成年動作者的步態進行性別辨認，來探究人類透過步態辨識性別的訊息來源，結果得知不同觀察面向可依動作者的肩髖比、步頻、身體角度等辨識出性別，為訊息的恆定性。而環境賦使的概念則是環境中的事物提供個體產生動作的可能性（Gibson, 1979）。以棒球為例，投手投出的球提供了打者產生揮棒動作的訊息，打者擊出的球提供了守備球員接捕的訊息。而面對相同訊息來源，人們會因為經驗、能力、個體條件不同，環境賦使會有所不同，產生不同的動作方案。像是一顆棒球提供有經驗的人產生投擲動作的環境賦使，但對於一個正在發育的嬰幼兒提供的僅是拋或滾的環境賦使。Gibson（1986）認為「我們為了行動需要知覺，同時為了知覺也需要行動。」知覺與行動是密不可分的，並且是雙向並行的關係。個體在知覺外在環境訊息時，可能引發產生行動的可能性，個體會因應自己需要的目的不同，擷取環境中不同的訊息，進而調整行動以達到目的，形成「知覺行動配連」（Perception and action coupling; Gibson, 1979, 1986）。

過去許多研究針對知覺行動配連進行探討，Oudejans et al.（1996）以發球機發棒球，讓動作精熟者與新手進行接球的動作，實驗中參與者以口語及實際接

球的動作進行判斷。結果指出，無論是精熟者或是新手，皆無法在單純以口語認知的情境中正確判斷飛球的訊息，而在實際跑動的情境中則可以較準確判斷飛球的訊息。郭丁良、楊梓楣（2010）的研究中以 12 名大專棒球選手與 12 名具有棒球知識非持拍運動專長之新手，在未配連情境（口語）、配連情境（按鈕、揮擊）進行測驗，在知覺行動配連情境的結果發現揮擊的表現明顯優於按鈕情境。

從上述文獻可以發現，判斷的方式不同會影響結果，越接近實際動作的情境，越能測量出動作者的判斷，進而反映了知覺與行動配連的重要性。

二、 個體化知覺與行動（Embodied perception and action）

在體育運動中，知覺與行動也反映了個體的經驗或技能程度。運動員常會討論他們對於執行一項運動技能時知覺過程的主觀印象（Gray, 2014）。美國職棒名人堂球員 Mickey Mantle 曾經在他打了一支 565 英尺遠的超大號全壘打後說「我剛剛看到的球像柚子一樣大!」（Will, 1990）。前 NBA 球員 Dennis Scott 曾說過，「這種現象顯示我們所知覺的並不是外在事物真實的樣子，而是反映我們對環境中物體的控制能力」。有許多研究已經證實了個體化知覺在運動中是存在的，並指出三類與行動有關的變量影響個體的知覺，包含個人目前的表現與技能程度，工作難度、工作目標。Witt & Proffitt（2005）的研究中發現，相較於打擊率較低的壘球選手，在比賽中打擊率較高的選手知覺到球的尺寸較大，顯示不同技能程度的人對於相同的訊息，有不同的知覺。而對於表現較好是否會知覺到球比較大顆，還有待進行探討。而給予不同的工作難度與目標，也會使知覺有所不同，在 Gray（2013）的研究中，給予大專棒球選手在擊球模擬中執行不同方向的擊球任務，其結果發現當球進壘的位置為執行特定方向時擊球的最佳位置時，選手知覺球的尺寸會最大（要把球往右外野打，球投到外角的位置）。也

會因為容易打的位置，知覺到球速比較慢。經上述研究得知，動作學習者會因為個體經驗、工作難度、工作目標產生不同個體化知覺，對於物體有不同的知覺能力，知覺的程度也反映行動的能力。而透過訓練是否也會造成知覺改變，反映行動的改變亦值得探討。

第三節 限制導向觀點與動作技能學習

一、 三角限制與限制導向觀點（**Constraints model & Constraints-Led Approach, CLA**）

動作協調型態需要透過練習和經驗來達到最佳化的狀態（Newell, 1985），影響行為改變的限制並非是永久不變的，而運動行為的產生主要受到三角限制的影響，包含了個體（individual constraints）、工作（task constraints）及環境限制（environmental constraints）三者交互作用的影響（Newell, 1986），其中操弄工作限制的研究在近年來逐漸受到重視，工作限制包含了場地、器材、規則等，研究者透過不同的因素探討個體受外在工作限制的影響。而工作限制訓練有別於傳統訓練模式的固定不變，可以透過不同的器材尺寸、重量，讓學習者在動作學習與執行上有更多的變異性。

過去已有許多研究在體育運動中針對三角限制的觀點下進行動作技能的學習，改變運動器材（尺寸、重量）的訓練為能有效提高兒童技能學習表現的方法。許多研究指出當少年使用適合的工具進行動作技能學習，會有更好的技術與更高的準確度，Arias（2012）的研究使用不同重量的籃球讓 9-11 歲少年籃球員進行比賽，使用輕球投籃的準確率高於正常球與加重球。Buszard et al.（2016）

讓六至七歲的國小學童使用不同大小網球拍進行訓練，觀察器材大小改變對於孩童技能獲得的影響，結果使用較小球拍進行練習，在正反拍的技術上有較顯著的進步，這種進步可能是由於使用較小的球拍使得學童在握拍、揮拍和擊球時更容易掌握技巧。

過往在傳統體育運動教學，認為學習者學習一項新技能時，需要在教練或老師的規定下產生理想或正確的技術動作，指導者往往從基本動作的講解與操作開始，接著讓學習者重複練習後，進行學習效果的評斷，並再進行動作上的回饋（Hopper et al., 2009; Moy et al., 2014, 2016）。這種教學方式被認為有太多限制框架，學習一項動作技能需要經過不斷地練習來熟悉動作的執行，但動作的產生不該只有一種最理想的動作，應該要給予學習者不同的變異性與考慮個體間的差異，並透過適當的限制，形塑自我組織的框架，讓學習者探索與利用環境，進而達到學習目標（徐偉庭、謝宗諭，2021；Chow & Atencio, 2012; Renshaw & Chow, 2019）。

而在三角限制的架構下，近年來有許多學者對於動作技能學習上除了傳統的教学模式外，發展出了限制導向觀點（Constraints-Led Approach, CLA）與差異學習（Differential learning）的理論（Barker et al., 2017; Chow, 2013; Correia et al., 2019; Renshaw et al., 2010）。其中限制導向觀點，透過不同限制的交互作用，學習者以自我組織（self-organization）的方式產生有效的動作方案（Renshaw et al., 2010），此方法被認為是技能學習的框架，並已應用在許多研究中。Gray（2021）提出了要改善投手投球手臂過早開掉的問題，使用連結球限制投球手的出手來改善此問題，透過外在限制來避免產生原本不好的動作，不用透過指導語或提示，投手就能因為限制，自我組織而改善原本的問題。Gray（2020）的研究中將 40 位男性棒球運動員分成四個組別，包含控制組（無訓練組）、口語指導組、限制導向組與差異練習組。學習者被要求把球往反方向打（對於右打者為往右

外野打)，並計算分數，限制導向組透過揮棒軌跡、連結球與前腳踩地位置的限制進行訓練，而差異練習組讓學習者隨機選擇不同姿勢上的動作組合進行揮棒。結果得知限制導向和差異學習組對於要把球往反方向打的動作協調有很大的改善，相對於控制組和口語指導組往反方向打的次數有顯著增加。從此研究可以知道自我組織與探索對於動作技能獲取的重要性，也提到了限制導向方法比差異學習更有效，在於既能促進動作協調的發展，也能促進對任務相關的知覺能力。

另外有關於棒球打擊練習在限制導向的操弄，Gray（2023）列出了關於打擊練習的限制操弄，圍繞著個體、環境、工作三角限制，其中工作限制影響棒球打擊練習的操弄最多，包含視覺訊息、投球特徵（轉速、位置、球種等）、球的重量、球棒材質、重量等等。透過改變限制的方法，並依據學習者的經驗或能力進行難度的調整，使學習者在技能獲取上達到最大的效果，而目前尚未針對球的尺寸進行操弄。

二、動作技能學習

過去有關動作技能學習，Wooden與Jamison（1997）強調重複對於動作學習的重要性，提到了學習的八大法則包含了解釋、證明、模仿及不斷的重複。以打擊練習為例，使用打擊座固定擊球位置進行練習，透過反覆擊打靜止不動的球來熟悉打擊動作及位置，那對於動作學習者而言，這是最好的學習方法嗎？

練習在傳統基模理論（Schema theory; Schmidt, 1975）分成恆常練習（Constant practice）與變異練習（Variable practice），均是在教學現場常被使用的兩種練習方式。恆常練習為動作學習者在技能學習過程中，透過不斷重複練習使動作達到熟練，為了產生理想的動作必須減少變異性。但每個人的生理構

造與能力都不同，我們是否應該透過適當的變異性、讓學習者能應對環境中產生的變化，以自我組織的方式達到動作技能的獲取？

變異練習可以協助學習者調整基模中可調控的參數，以投擲動作為例，投擲不同的物體、目標的位置、距離改變會使學習者根據基模中的記憶來產生適合的動作。學習過的技能越多，越能應用在實際的狀況下。

不同於基模理論，就三角限制的觀點來看，學習者透過變異練習可學會自我調整的能力。不論之前有多少學習經驗，經過多種不同的變異練習後，讓學習者在執行遷移測時，給予沒有練習過的任務，也能產生相對應的動作來完成任務。基於三角限制的觀點來進行恆常與變異練習，對於學習者在技能學習過程中是否能造成協調型態的改變，增加學習效果，尤其在少年學習上，更為值得探討之議題。

第四節 工作限制針對棒球與不同大小球體尺寸相關研究

一、棒球工作限制相關研究

過去已有許多研究在棒球運動中針對操弄工作限制裡器材重量進行探討，但目前文獻並未有一致發現，例如，棒球選手使用不同重量球棒直接進行揮棒或是進行熱身後再揮棒，發現球棒越重、揮棒速度越慢，呈現負相關（龔榮堂，2006; Montoya et al., 2009; Scott & Gray, 2010）。但 Szymanski et al.（2009）整合了使用不同重量球棒進行訓練的研究，得知至少經過六週訓練，不管是揮加重棒或輕重球棒交替，揮棒速度皆有顯著提升。除了當下的控制及熱身外，有許多棒球研究針對改變工作限制進行訓練，Caldwell et al.（2019）針對過去五十

年有關使用不同重量棒球進行投球訓練的研究進行綜合性探討，發現在高中及大學層級的選手至少進行四週以上的訓練，對於球速的提升並不一致。

從上述有關投球及打擊的系統性文獻回顧中可以得知，過去研究僅針對球棒或棒球重量改變作研究，目前尚無相關文獻對於改變棒球大小做訓練，僅有其他運動項目針對改變球體大小訓練作研究。

二、不同大小球訓練相關研究

在過去已經有研究使用不同大小球在不同運動中訓練進行探討，Raastad（2016）透過六週大小球訓練，讓青少年足球選手挑球重複次數皆有提升。Wu（2021）的研究針對大專男子排球選手進行六週接發球訓練，結果發現在小球組接球得分的能力明顯高於正常球組，這些研究皆是透過不同大小球訓練，改變工作限制，而提升運動表現。綜合上述，不論是青少年或大專優秀的選手皆能透過大小球訓練使表現有所進步，動作技能學習中不同的練習方法會影響學習成效，學習者會因為工作限制的改變，協助探索適合自己的動作方案。承上，本研究針對初學者，探討改變球體大小是否增進其打擊表現，並反映在知覺球體大小上。



第五節 總結

綜合上述相關文獻，我們已對增進打擊表現的方法有所了解，除了肌力訓練、技術訓練等，改變球棒重量的工作限制訓練也能增進打擊表現。而工作限制的改變應用在球體大小上的效果，是否也能使打擊表現進步？知覺反映行動的能力，球體大小訓練對於知覺的影響，亦為值得探討之議題。



第參章 研究方法

第一節 研究對象

本研究對象為國小棒球校隊之學生，共 12 名實驗參與者（二至五年級球員），平均年齡在 8.83 ± 0.80 歲之間。每週訓練五天，每天三小時，慣用手無限制。實驗前請參與者填寫基本資料，了解參與者身高、體重、年齡，需在六個月內無上肢、軀幹、下肢等重大傷害，視力正常或經矯正後正常。參與研究前須簽署參與者同意書。因本實驗參與者皆未滿 18 歲，需家長簽署同意書後得進行實驗。本實驗已由輔仁大學人體試驗委員會審核同意進行（編號 C112034）。前測後，依據其打擊表現盡量將參與者平均分配成兩組，兩組參與者於各項基本資料、棒球經驗以 Mann-Whitney U test（曼惠特尼 U 檢定）考驗均沒有顯著差異，分組之描述性統計見表 3-1。



表 3-1 參與者基本資料

	變異練習組			常規練習組			z	p
	(N=5)			(N=6)				
	中位數	最大值	最小值	中位數	最大值	最小值		
年齡 (歲)	9	10	8	9	9	7	-.954	.340
身高 (公分)	139	143	130	136.5	145	125	-.092	.927
體重 (公斤)	27	35	25	31.5	38	25	-.649	.516
接觸棒球年紀 (歲)	7	10	4	7.5	9	6	-.466	.641
訓練經驗 (年)	1	1.5	0.5	0.75	2	0.5	-.097	.923
訓練頻率 (小時／週)	14.5	18	10	8.75	19.5	5	-1.379	.168



第二節 研究工具

一、軟式棒球：國小專用軟式棒球（J ball，直徑 6.9cm），為練習及測驗使用。

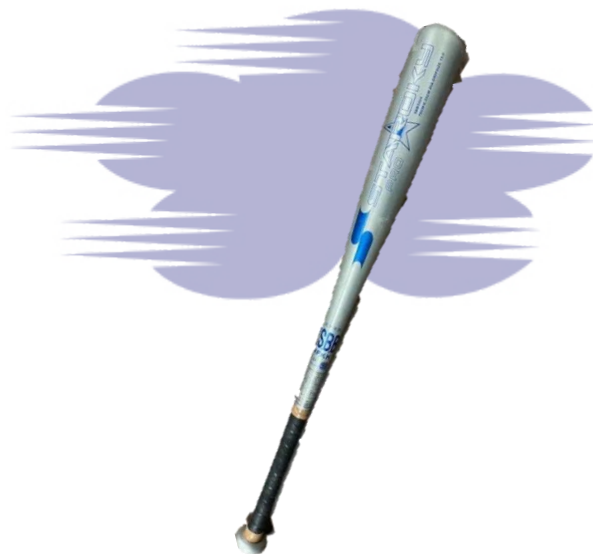
圖 3-1 J ball



二、SSK STAROKY PRO 少年軟式球棒 SBB5035-9095 JSBB

少年軟式球棒為練習及測驗使用

圖 3-2 SSK STAROKY PRO 少年軟式球棒



三、 攝影機（SONY FDR-AX700）：拍攝測驗的動作及落點

圖 3-3 SONY 攝影機



四、 Blast Motion (San Marcos, CA, United States)：測量揮棒速度

圖 3-4 Blast Motion 動作感測器



五、 訂製用沙球：大球為練習時使用，小球為遷移測驗時使用。

圖 3-5 訂製用沙球（大球直徑 7.5 公分，小球直徑 6.5 公分）



六、筆記型電腦：ASUS VivoBook 15，分析實驗收取之數據。

圖 3-6 ASUS VivoBook 15



七、Kinovea (0.9.5-x64)：分析打擊動作之運動學

圖 3-7 Kinovea 運動學分析軟體



八、實驗軟體：E-Prime 3.0：知覺測驗時使用

圖 3-8 E-Prime 3.0 心理學實驗軟體

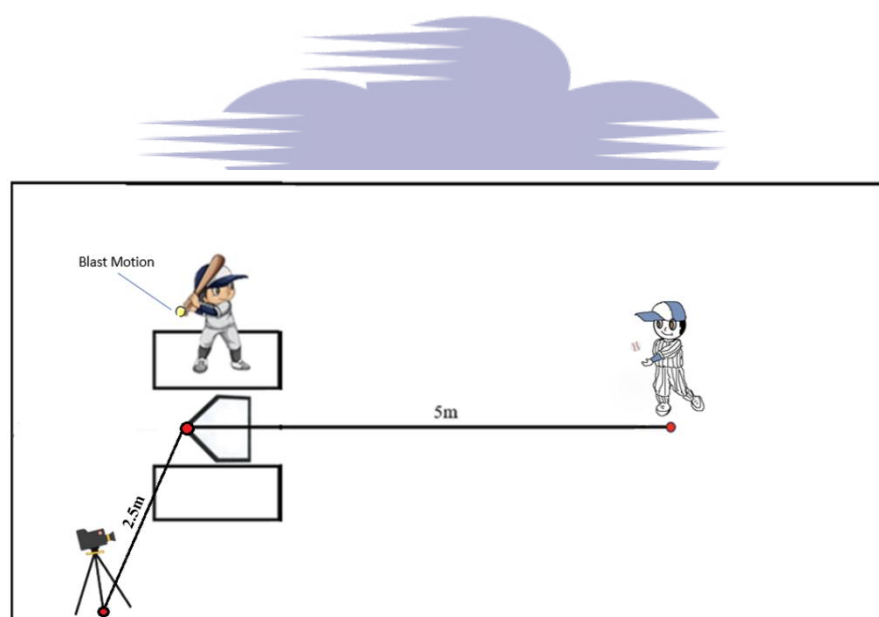


第三節 實驗程序

在實驗開始前進行個人基本資料調查，並依前測評估球員打擊能力，盡量平均分成兩組，為變異練習組與常規棒球練習組，一組 6 人。實驗共進行八週，扣除中測一次、期末考及後測兩週，實際訓練為六週（中測結束後原本是安排四週訓練，後來因逢期末考與避免有參與者無法進行後測，將最後一週訓練調整為後測，因此後四週僅進行兩週訓練）。一週進行三次，每次進行三組十顆（每人約 15-20 分鐘），共 17 次打擊練習。變異練習組前四週每次按照排定之課表進行，後四週順序則由 excel 進行隨機分配（大球、軟式棒球各五顆）。常規練習組在實驗期間皆進行軟式棒球打擊練習。兩組均於麗林國小室內打擊場進行練習，實際訓練課表請參考表 3-3。

實際訓練操作方式由研究者拋球給球員，進行正面拋打練習，分為兩球道進行訓練，每次訓練兩組別皆為兩人一組進行交替訓練（一人打完一組十顆換另一人打，輪流進行三組）。在練習前、第四週結束及第八週結束時進行前、中、後，以及一遷移測，以檢視訓練效果，檢測內容包含了打擊表現及知覺測驗。實驗場地配置圖如圖 3-9。

圖 3-9 實驗場地配置圖



打擊測驗以研究者拋球，讓球員進行測驗，分擊球率、擊球落點、揮棒速度及動作協調等四項評斷方式，拋球者盡量將每球的位置與球速固定，避免影響測驗之結果。測驗當下研究者依不同擊球落點計算平均分數（表 3-2），在測驗結束後搭配拍攝的影片進行檢查。另外透過信度檢驗，檢視研究者的判斷是否具有信度，隨機將後測的影片再進行一次標記。針對擊球落點分數，統計檢驗的 kappa 值均大於.80，為有效信度。

在打擊動作協調上，參考 Katsumata（2007）的研究，利用攝影機拍攝選手打擊動作，觀察球拋出到揮棒啟動時間（Swing After Release）、與揮棒啟動到擊中球瞬間（Swing-Impact）的相關性（圖 3-11、圖 3-12）。

表 3-2 擊球落點分數分配

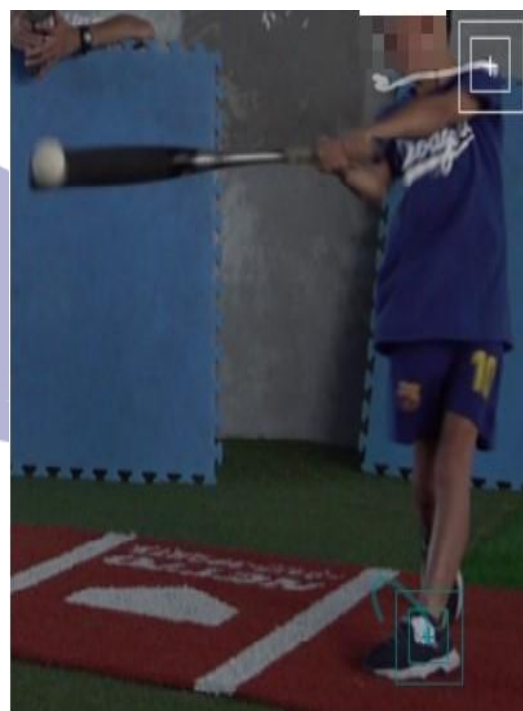
揮擊落點	揮棒落空	高飛球或滾地球	左右兩邊平飛球	中間方向平飛球
分數	0	1	2	2



圖 3-10 打擊測驗

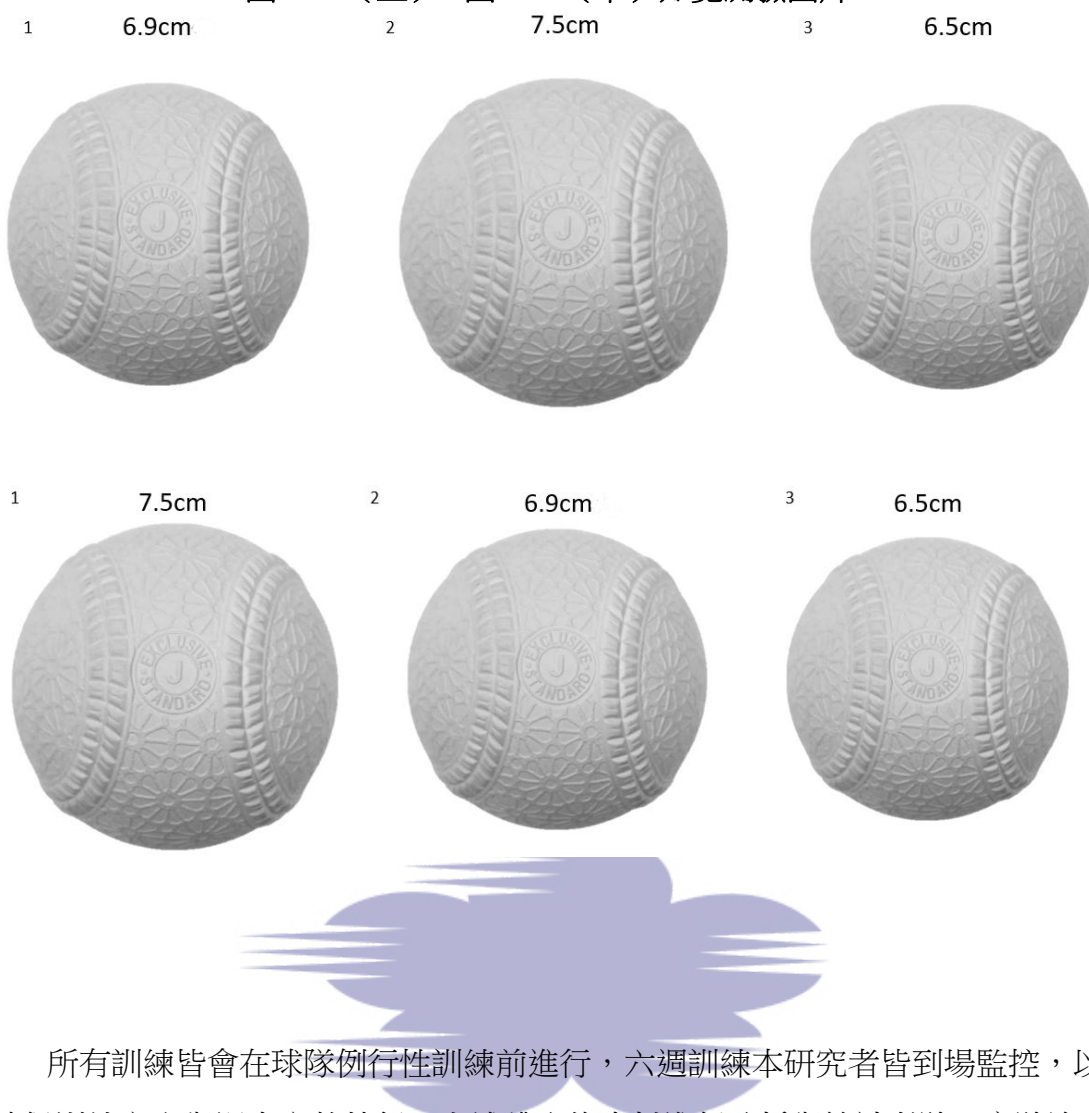


圖 3-11（左）打擊揮動球棒瞬間、圖 3-12（右）打擊動作擊球瞬間



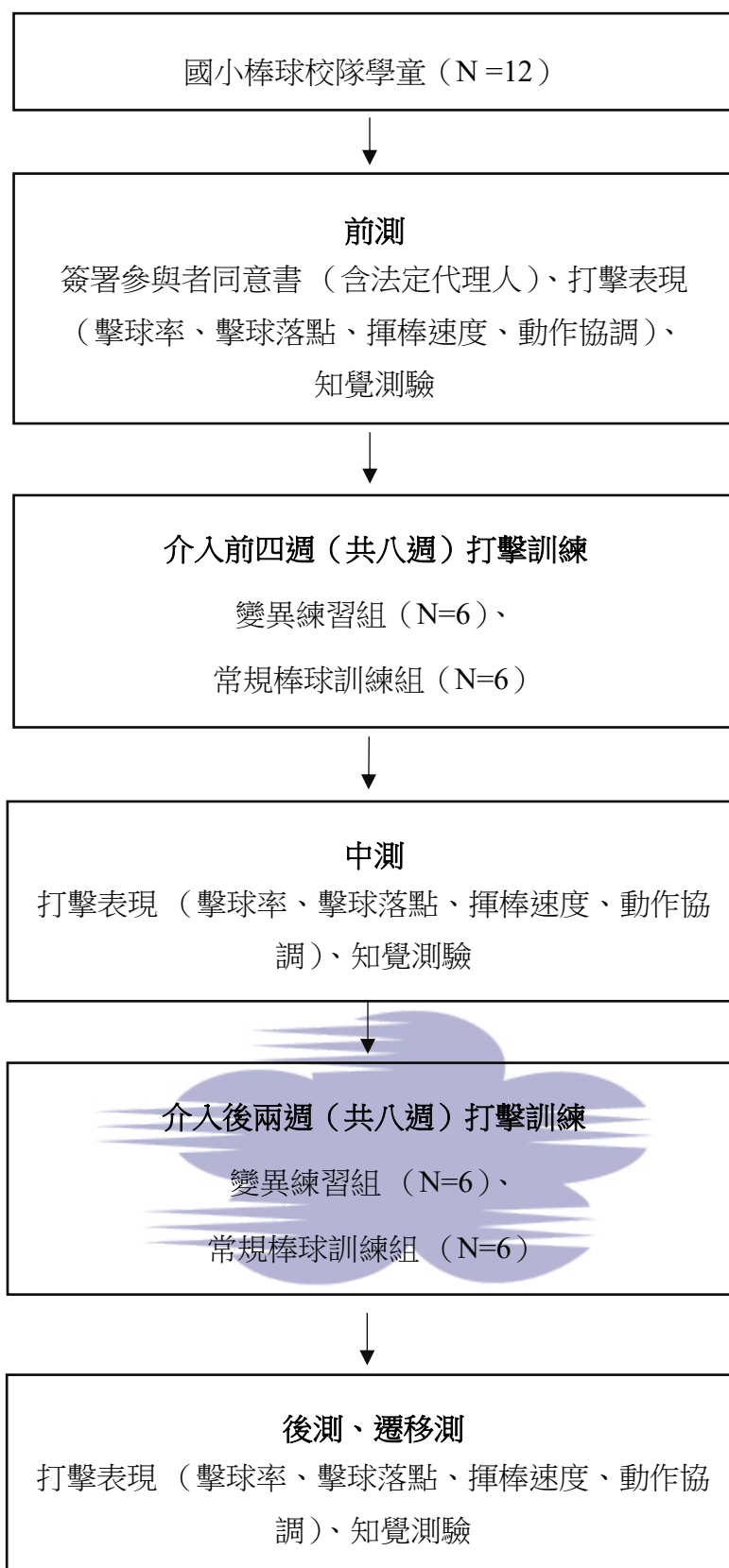
知覺測驗則以圖片方式讓選手知覺球的大小，球的尺寸分為7.5cm、6.9cm、6.5cm 三種大小，圖片會以電腦隨機出現，共六張圖片，每位選手測驗時看到的圖片，球排列的順序不同（圖 3-13、圖 3-14）。

圖 3-13（上）、圖 3-14（下）知覺測驗圖片



所有訓練皆會在球隊例行性訓練前進行，六週訓練本研究者皆到場監控，以確保訓練安全與課表完整執行。上述獲取的資料進行分析與統計考驗。實驗流程如圖 3-15。

圖 3-15 實驗流程圖



一、前測

(一)、參與者抵達場地後進行受試者同意書簽名(含家長同意書)，並進行熱身。

(二)、打擊表現測驗與動作評估：

實驗用球及球棒分別為國小專用軟式棒球(J ball)與軟式球棒(SSK STAROKY PRO 少年軟式球棒)，參與者在測驗前會進行動態熱身操，結束後每人會打五顆球進行熱身，熱身後實驗者拋球讓球員進行打擊表現測驗。正式測驗為十顆球，進行擊球率、擊球落點、揮棒速度的測量。揮棒速度是使用 Blast Motion 測量整段揮棒過程中之最大速度。而在動作協調上使用攝影機拍攝選手的打擊動作，將選手動作分為兩階段觀察，並使用 kinovea 分析軟體進行分析。透過將以上收集之各數據進行平均計算，按照數據之高低進行 S 型分組。

(三)、知覺測驗

在選手進行完打擊測驗後，給予觀看圖片，並詢問選手在此次測驗中知覺球的大小為何，以數字編號進行編排。圖片會以 Eprime3.0 進行編輯。每張圖中會有三顆不同大小的棒球(尺寸分別為直徑 7.5cm、6.9cm 及 6.5cm)，共六張不同順序的圖片，圖片會以電腦隨機出現，每次測驗完讓選手回答一次。本測驗的目的想了解是否經過訓練，能力提升，知覺到球變大，反映出訓練的成效。

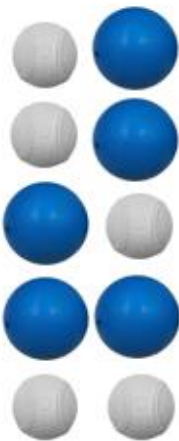
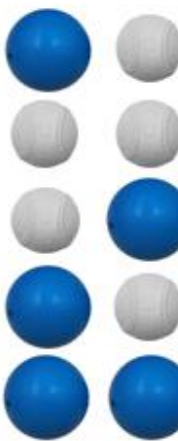
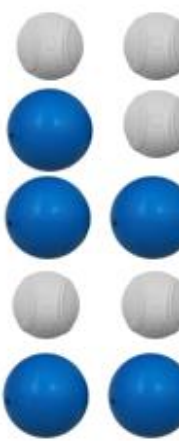
二、打擊訓練階段

本研究共進行八週（最後兩週因逢期末考與後測暫停練習，實際介入六週訓練），扣除中測一次，共計 17 次打擊訓練，依照前測分為變異練習組及常規練習組，每次進行三組十顆，實際訓練操作方式由研究者拋球給球員打，進行正面拋打練習。變異練習組訓練以表 3-3 課表進行訓練，其中後兩週順序由 excel 進行隨機分配（每組大球、軟式棒球各五顆），常規練習組在實驗期間皆進行，軟式棒球打擊練習。實驗分組與訓練安排請參考表 3-3，變異練習組訓練課表請參考表 3-4。

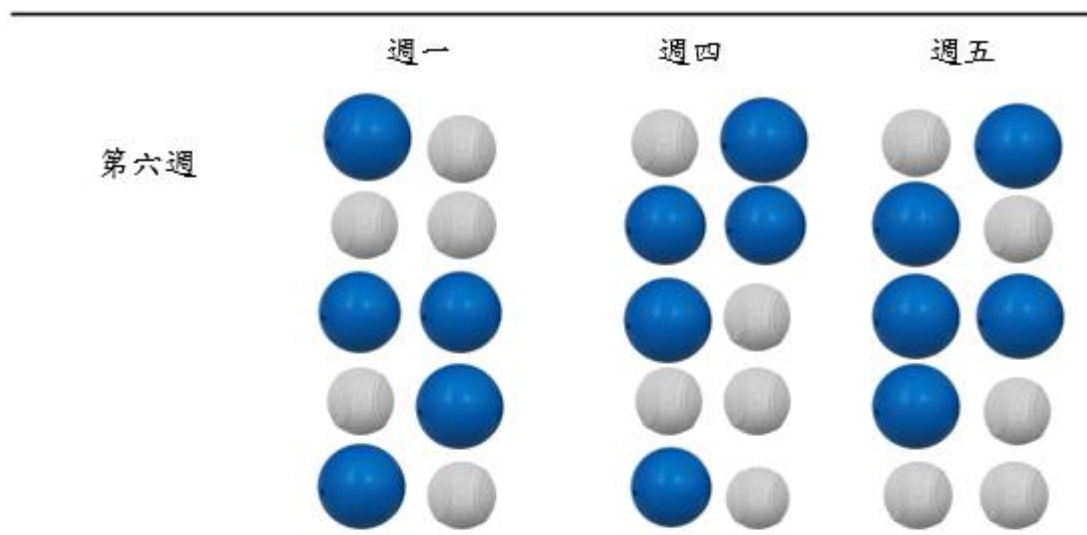
表 3-3 實驗分組與訓練安排

	變異練習組	常規練習組
使用球種	沙球（7.5cm）、 軟式棒球（6.9cm）	軟式棒球 （6.9cm）
訓練週數	六週	
訓練方法	10 顆 / 組 x3 組	
訓練頻率	3 次/週	

表 3-4 變異練習組訓練課表

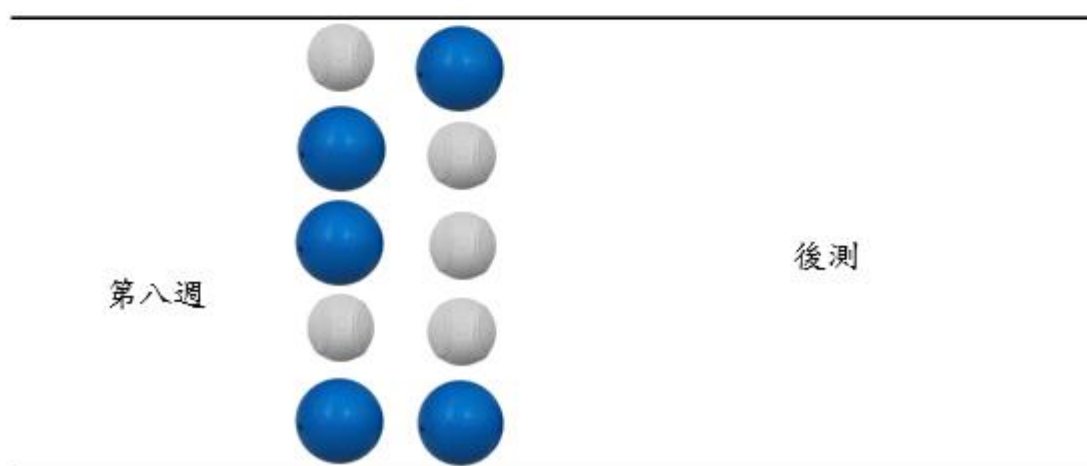
	週一	週四	週五
第一到二週			
第三週			
第四週			中測
第五週			





第七週

期末考週暫停練球



後測



三、中測

第四週打擊訓練結束後，進行中測。測驗內容同前測，包含打擊表現測驗、知覺測驗。

四、打擊訓練階段

同前四週打擊訓練內容，持續進行兩週打擊訓練（因最後兩週遇期末考及後測，中測後僅進行兩週訓練）。

五、後測與遷移測

第八週進行後測與遷移測。測驗內容同前測，包含打擊表現測驗、知覺測驗。遷移測驗之球體大小為比棒球標準尺寸小（直徑 6.5 公分）的訂做沙球。

第四節 資料處理與統計分析

本研究使用統計軟體 SPSS for Windows 20.0 版進行分析，使用描述性統計中位數、平均數、標準差，分析實驗中獲得之所有數據，以圖表方式呈現所有獲得之結果。數據先以 Shapiro-Wilk 檢定是否為常態分佈，若否，則使用無母數考驗。故後續統計方法使用 Mann-Whitney U test（曼惠特尼 U 檢定）與 Friedman test（弗里德曼檢定），分別檢驗兩組別在四種測驗（前、中、後、遷移），以及各組分別在三種測驗（前、中、後）之打擊表現（擊球率、擊球落點分數、揮棒速度）差異，並使用 Wilcoxon Signed Ranks test（魏克生符號檢定）檢驗各組在中後測間打擊表現之差異。此外，使用 Pearson Product-moment correlation analysis（皮爾森積差相關）、Regression analysis（簡單線性迴歸分析）兩組在各測驗間揮棒動作協調之差異。顯著水準訂為 $\alpha = .05$ 。

第肆章 結果

第一節 打擊表現測驗數據

本節針對打擊表現之各項數據結果作為指標，其中一位參與者在後測時因手部不適，因此將此位參與者資料排除。後以曼惠特尼 U 檢定檢驗兩組在前、中、後及遷移測各項打擊測驗數據之差異，並使用弗里德曼檢定檢驗各組在三測驗間於各項打擊表現參數之差異。而因前測和中後測拋球者不同，故另外進行魏克生符號檢定，檢驗各組在中後測間於各項打擊表現之差異。實驗參與者四次測驗各項數據描述性統計如下表 4-1 顯示。

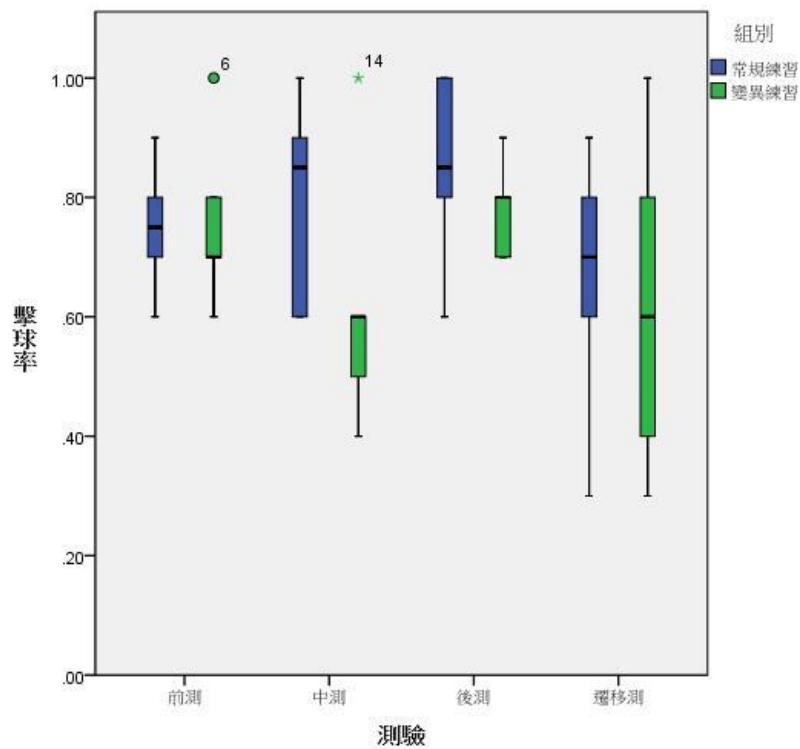


表 4-1 實驗參與者四次測驗各項數據描述性統計

		擊球率 (%)		落點分數 (分)		揮棒速度 (km/hr)	
		變異 練習組 (N=5)	常規 練習組 (N=6)	變異 練習組 (N=5)	常規 練習組 (N=6)	變異 練習組 (N=5)	常規 練習組 (N=6)
前測	中位數	0.7	0.75	1.0	1.0	71.26	71.61
	最大值	1.0	0.9	1.3	1.7	92.18	78.02
	最小值	0.6	0.6	0.7	0.6	53.26	53.80
中測	中位數	0.6	0.85	0.7	1.05	59.40	60.67
	最大值	1.0	1.0	1.3	1.3	73.04	68.26
	最小值	0.4	0.6	0.5	0.6	43.06	55.50
後測	中位數	0.8	0.85	1.1	1.1	63.68	63.02
	最大值	0.9	1.0	1.2	1.7	74.94	72.10
	最小值	0.7	0.6	0.7	0.6	57.19	54.80
遷移測	中位數	0.6	0.7	0.6	0.75	61.33	62.28
	最大值	1.0	0.9	1.2	1.3	75.02	70.84
	最小值	0.3	0.3	0.3	0.3	56.32	54.17

如圖 4-1，在擊球率部分，曼惠特尼 U 檢定顯示，兩組在四次測驗皆無顯著差異，仔細描述如下：前測 ($z=-.095, p=.925$)、中測 ($z=-1.408, p=.159$)、後測 ($z=-1.035, p=.301$)、遷移測 ($z=-.276, p=.782$)。弗里德曼檢定顯示，變異練習組 ($\chi^2=2.800, p=.247$) 與常規練習組 ($\chi^2=1.778, p=.411$) 在三測驗間無顯著差異。僅看後面的中後測時，兩組看似都有進步趨勢，但魏克生符號檢定顯示，變異練習組 ($z=-1.382, p=.167$) 與常規練習組 ($z=-.816, p=.414$) 在中後測測驗間無顯著差異。

圖 4-1 擊球率測驗結果



此外，考慮本研究實驗參與者較少，進一步合併兩組，檢視是否在較多樣本數情況下，可以觀察到學習者進步的趨勢。弗里德曼檢定顯示把所有人當成一組，還是在三測驗間無顯著差異 ($\chi^2_2=2.737, p=.255$)。同樣地，魏克生符號檢定顯示，所有人當成一組時，中後測測驗間有進步趨勢，仍無統計上的顯著差異 ($z=-1.852, p=.064$)。各測驗擊球率描述性統計如下表 4-2 所示。

表 4-2 各測驗擊球率描述性統計

擊球率		
N=11		
前測	中位數	0.7
	最大值	1.0
	最小值	0.6
中測	中位數	0.6
	最大值	1.0
	最小值	0.4
後測	中位數	0.8
	最大值	1.0
	最小值	0.6



在落點分數部分，分成兩種方式計算，分別為總分/總顆數（10）和總分/擊中顆數。

總分/總顆數（10）的部分，如圖 4-2，曼惠特尼 U 檢定顯示，兩組別在四次測驗皆無顯著差異，仔細描述如下：前測（ $z=-.185$, $p=.853$ ）、中測（ $z=-1.011$, $p=.312$ ）、後測（ $z=-.184$, $p=.854$ ）、遷移測（ $z=-.092$, $p=.927$ ）。弗里德曼檢定顯示，變異練習組（ $\chi^2=2.000$, $p=.368$ ）與常規練習組（ $\chi^2=1.778$, $p=.411$ ）在三測驗無顯著差異。僅看中後測差異，魏克生符號檢定顯示，變異練習組（ $z=-.1473$, $p=.141$ ）與常規練習組（ $z=-1.732$, $p=.083$ ）在中後測測驗間仍無統計上顯著差異。

圖 4-2 落點分數（總分/總顆數）測驗結果

同前述，進一步合併兩組，檢視是否在較多樣本數情況下，可以觀察到學習者進步的趨勢。弗里德曼檢定顯示（ $\chi^2=3.622$, $p=.164$ ），把所有人當成一組，在三測驗仍無顯著差異。但僅看中後測差異時，魏克生符號檢定顯示，測驗間有顯著提升（ $z=-2.217$, $p=.027$ ）。各測驗落點分數描述性統計如表 4-3 顯示。

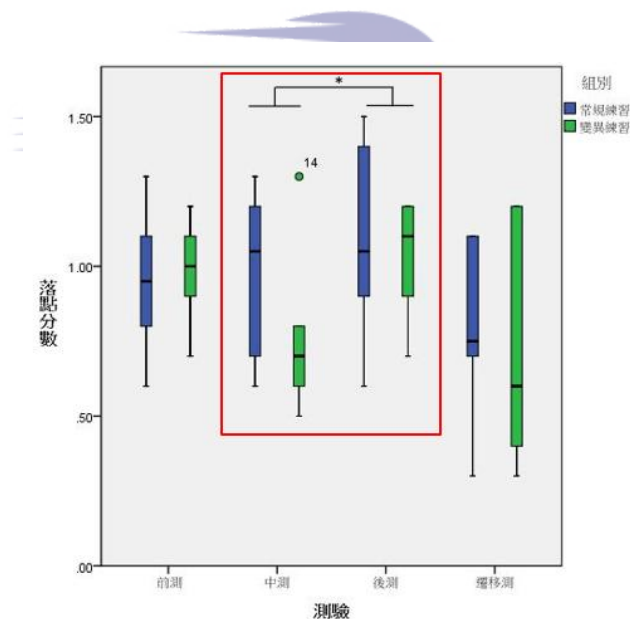
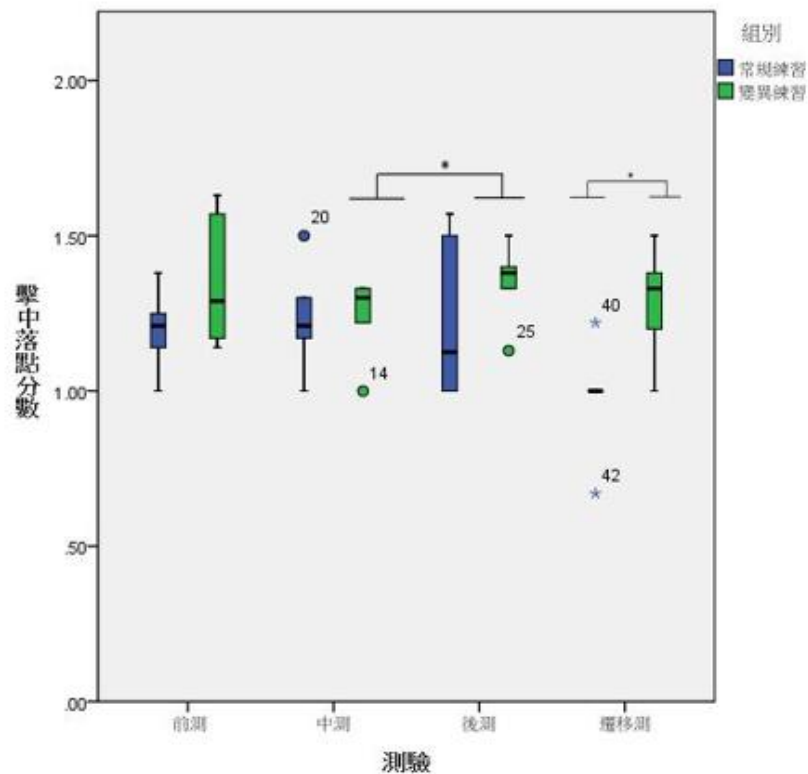


表 4-3 各測驗落點分數描述性統計

		總分/總顆數	總分/擊中顆數
		N=11	
前測	中位數	1.0	1.2
	最大值	1.3	1.6
	最小值	0.6	1.0
中測	中位數	0.8	1.3
	最大值	1.3	1.5
	最小值	0.5	1.0
後測	中位數	1.1	1.3
	最大值	1.5	1.6
	最小值	0.6	1.0

另外針對總分/擊中顆數部分，代表僅觀察擊中球的落點，如圖 4-3，曼惠特尼 U 檢定顯示，兩組別在三測驗皆無顯著差異，遷移側有顯著差異，仔細描述如下：前測（ $z=-1.006$, $p=.314$ ）、中測（ $z=-.553$, $p=.580$ ）、後測（ $z=-.831$, $p=.406$ ）、遷移測（ $z=-2.106$, $p=.035$ ）。弗里德曼檢定顯示，變異練習組（ $\chi^2_2=2.800$, $p=.247$ ）與常規練習組（ $\chi^2_2=.316$, $p=.854$ ）在三測驗無顯著差異。而魏克生符號檢定顯示，變異練習組（ $z=-2.023$, $p=.043$ ）在中後測測驗間有顯著差異，常規練習組（ $z=.000$, $p=1.000$ ）無顯著差異。

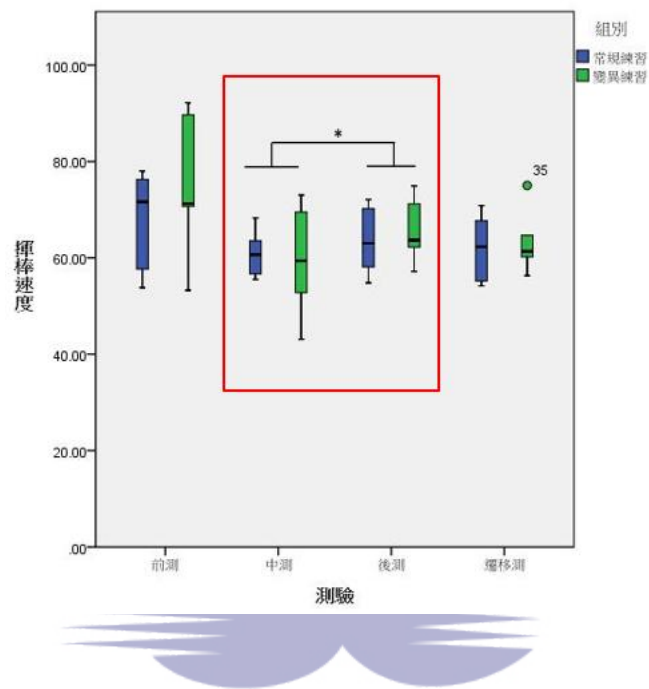
圖 4-3 落點分數（總分/擊中顆數）測驗結果



同前述，進一步合併兩組，檢視是否在較多樣本數情況下，可以觀察到學習者進步的趨勢。弗里德曼檢定顯示 ($\chi^2=1.282, p=.527$)，把所有人當成一組，還是在三測驗無顯著差異。同樣地，魏克生符號檢定顯示，所有人當成一組時，中後測測驗間無顯著差異 ($z=-1.011, p=.312$)。各測驗落點分數描述性統計亦如表 4-3 顯示。

如圖 4-4，在揮棒速度部分，曼惠特尼 U 檢定顯示，兩組別在四次測驗皆無顯著差異，仔細描述如下：前測（ $z=-.548, p=.584$ ）、中測（ $z=.000, p=1.000$ ）、後測（ $z=-.548, p=.584$ ）、遷移測（ $z=-.365, p=.715$ ）。弗里德曼檢定顯示，變異練習組（ $\chi^2_2=6.400, p=.041$ ）在三測驗有顯著差異，以魏克生符號檢定做後續事後比較分析，顯示差異來源在前測與中測間（ $z=-2.023, p=.043^*$ ）。相反地，常規練習組（ $\chi^2_2=4.333, p=.115$ ）則無顯著差異。進一步看中後測差異，魏克生符號檢定顯示，變異練習組（ $z=-.943, p=.345$ ）與常規練習組（ $z=-.943, p=.345$ ）在中後測測驗間無顯著差異。

圖 4-4 揮棒速度測驗結果



同前述，進一步合併兩組，檢視是否在較多樣本數情況下，可以觀察到學習者進步的趨勢。弗里德曼檢定顯示（ $\chi^2_2=10.364$, $p=.006$ ），把所有人當成一組，在各測驗有顯著差異，以魏克生符號檢定做後續事後比較分析，顯示差異來源在前中（ $z=-2.713$, $p=.007$ ）及前後測間（ $z=-2.401$, $p=.016$ ）。而魏克生符號檢定顯示，中後測測驗間統計上有顯著的進步（ $z=-1.956$, $p=.050$ ）。各測驗揮棒速度描述性統計如下表 4-4 所示。

表 4-4 各測驗揮棒速度描述性統計

揮棒速度		
N=11		
前測	中位數	71.26
	最大值	92.18
	最小值	53.26
中測	中位數	59.40
	最大值	73.04
	最小值	43.06
後測	中位數	63.68
	最大值	74.94
	最小值	54.80

在動作協調部分，使用皮爾森積差相關檢驗測驗間動作協調相關性（表 4-5），結果顯示兩組之相關均為負值，意即顯示拋球的時間越長、揮棒的時間越短之趨勢。進一步比較兩組相關在各測驗有無差異（Eid et al., 2011），結果顯示除前測外，其他三次測驗兩組別相關皆有顯著差異，仔細描述如下：在前測，變異練習組（ $r_{(37)}=-.879$ ）和常規練習組（ $r_{(44)}=-.819$ ）無顯著差異（ $z=-.951, p=.171$ ）。在中測，變異練習組（ $r_{(30)}=-.918$ ）顯著低於常規練習組（ $r_{(47)}=-.825$ ）（ $z=-1.678, p=.047$ ）。在後測，變異練習組（ $r_{(38)}=-.887$ ）亦顯著低於常規練習組（ $r_{(49)}=-.770$ ）（ $z=-1.749, p=.04$ ）。在遷移測，變異練習組（ $r_{(29)}=-.870$ ）亦顯著低於常規練習組（ $r_{(39)}=-.717$ ）（ $z=-1.705, p=.044$ ）。這些結果顯示變異練習組的資料較集中（圖 4-5）。

另一方面，分別比較兩組在各測驗間動作協調相關之差異，均無顯著差異，仔細描述如下：變異練習組在中測相關和後測無顯著（ $z=-.669, p=.252$ ），中測相關和遷移測無顯著（ $z=-.901, p=.184$ ），而後測和遷移測無顯著差異（ $z=-.293, p=.385$ ）。常規練習組中測和後測無顯著差異（ $z=-.729, p=.233$ ），中測和遷移測無顯著（ $z=-1.22, p=.111$ ），而後測和遷移測無顯著差異（ $z=-.541, p=.294$ ）。

此外，進一步使用簡單線性迴歸分析，得出兩組在各測驗的斜率（表 4-6），並將兩組在各測驗的斜率進行比較，觀察動作協調之調整（Cohen et al., 2003）。結果顯示兩組在四次測驗斜率比較皆無顯著差異，仔細描述如下：在前測，兩組斜率相比 $t(79)=.999$ ，在中測，兩組斜率相比 $t(75)=.992$ ，在後測，兩組斜率相比 $t(85)=.990$ ，在遷移測，兩組斜率相比 $t(66)=.991$ 。

圖 4-5 各測驗間兩組動作協調相關差異比較

變異練習組 $r_{(37)} = -.879$

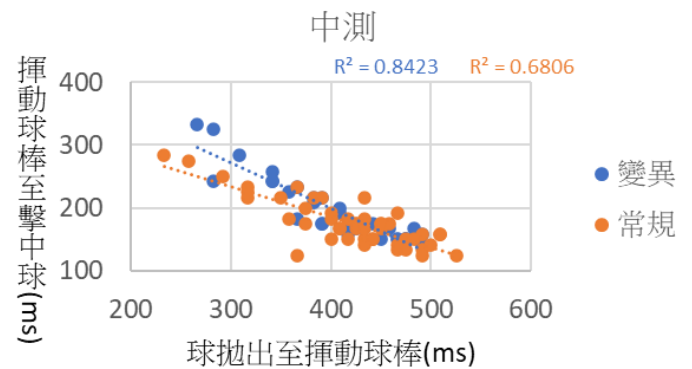
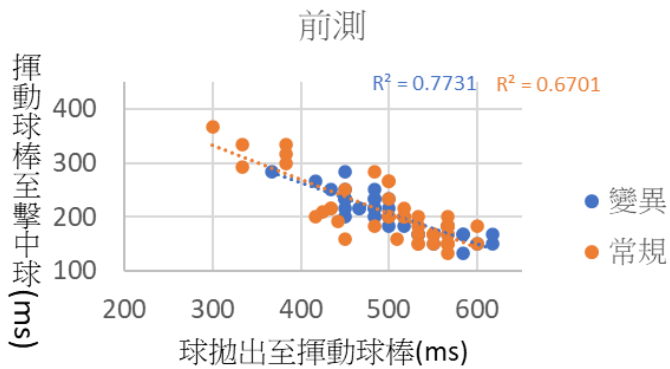
變異練習組 $r_{(30)} = -.918$,

常規練習組 $r_{(44)} = -.819$

常規練習組 $r_{(47)} = -.825$

兩組相關差異 ($z = -.951, p = .171$)

兩組相關差異 ($z = -1.678, p = .047^*$)



變異練習組 $r_{(38)} = -.887$

變異練習組 $r_{(29)} = -.870$

常規練習組 $r_{(49)} = -.770$

常規練習組 $r_{(39)} = -.717$

兩組相關差異 ($z = -1.749, p = .04^*$)

兩組相關差異 ($z = -1.705, p = .044^*$)

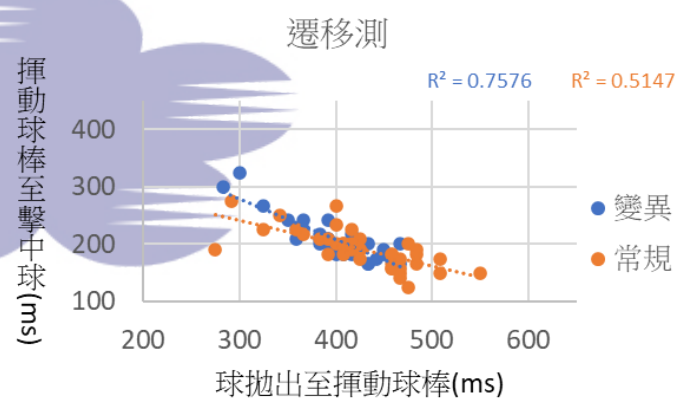
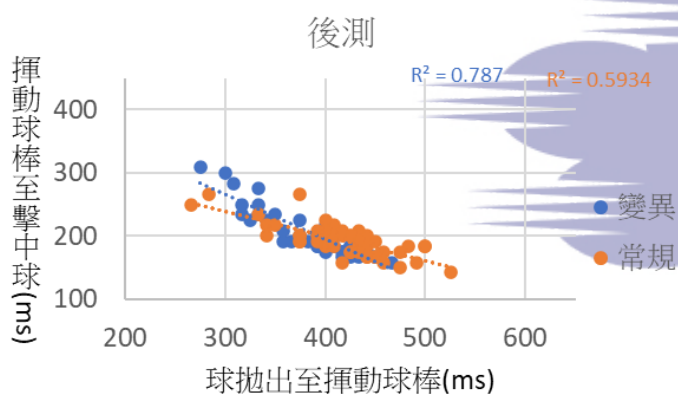
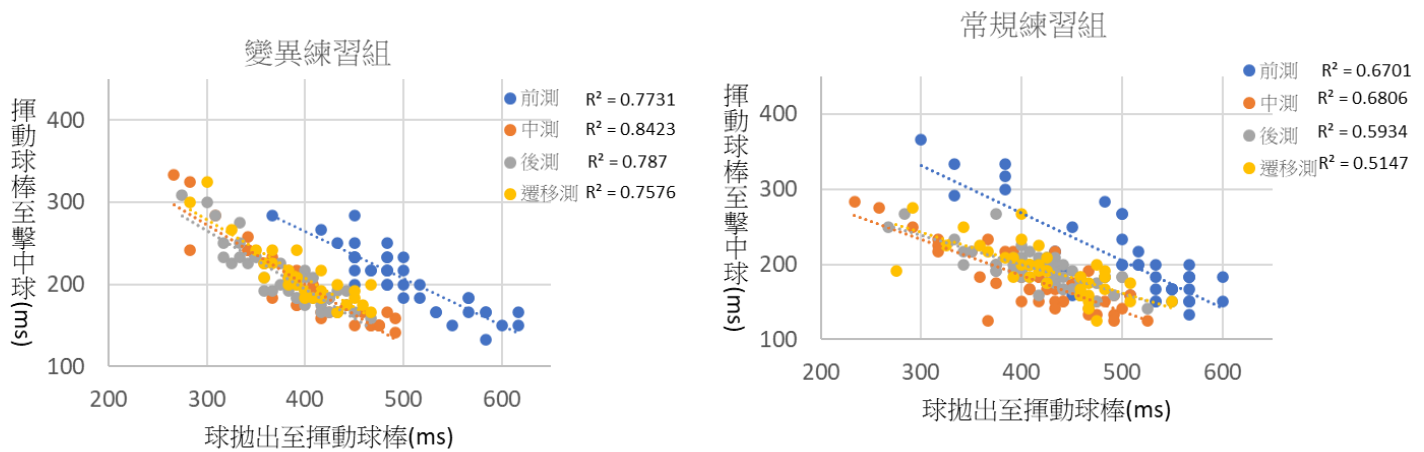


圖 4-6 兩組別各測驗間動作協調差異比較



中後測相關差異

($z = -.669, p = .252$)

中和遷移測相關差異

($z = -.901, p = .184$)

後和遷移測相關差異

($z = -.293, p = .385$)

中後測相關差異

($z = -.729, p = .233$)

中和遷移測相關差異

($z = -1.22, p = .111$)

後和遷移測相關差異

($z = -.541, p = .294$)

表 4-5 各測驗間兩組別動作協調時間之相關

組別	前測	中測	後測	遷移測
變異練習組	$r = -.879$ $p < .001^{***}$	$r = -.918$ $p < .001^{***}$	$r = -.887$ $p < .001^{***}$	$r = -.870$ $p < .001^{***}$
常規練習組	$r = -.819$ $p < .001^{***}$	$r = -.825$ $p < .001^{***}$	$r = -.770$ $p < .001^{***}$	$r = -.887$ $p < .001^{***}$
兩組相關係數	$z = -.951$	$z = -1.678,$	$z = -1.749$	$z = -1.705$
差異	$p = .171$	$p = .047^*$	$p = .04^*$	$p = .044^*$

* $p < .05$; ** $p < .01$; *** $p < .001$

表 4-6 兩組別各測驗動作協調時間之斜率

組別	前測	中測	後測	遷移測
變異練習組	-.566	-.728	-.709	-.705
常規練習組	-.635	-.479	-.392	-.403
兩組回歸係數 差異	.999	.992	.990	.991

第二節 知覺測驗數據

本節針對兩組別在不同測驗間知覺到的棒球大小進行比較，以描述性統計觀察兩組別知覺到不同棒球大小之個數，如表 4-7、4-8 顯示。並進一步將知覺到之實際尺寸數值（7.5、6.9、6.5 公分）以曼惠特尼 U 檢定，檢驗前、中、後及遷移測知覺大小之差異，並使用弗里德曼檢定檢驗各組在三測驗間於各項打擊表現參數之差異。而因前測和中後測拋球者不同，故另外進行魏克生符號檢定，檢驗各組知覺大小在中後測間之差異。

如圖 4-7，曼惠特尼 U 檢定顯示，兩組在四次測驗皆無顯著差異，仔細描述如下：前測（ $z=-.788, p=.431$ ）、中測（ $z=-.843, p=.399$ ）、後測（ $z=-.591, p=.555$ ）、遷移測（ $z=-.591, p=.555$ ）。弗里德曼檢定顯示變異練習組（ $\chi^2=.286, p=.867$ ）與常規練習組（ $\chi^2=1.077, p=.584$ ）在三測驗均無顯著差異。而魏克生符號檢定顯示，變異練習組（ $z=-.447, p=.655$ ）與常規練習組（ $z=-.447, p=.655$ ）在中後測測驗間無顯著差異。

表 4-7 變異練習組各測驗知覺不同棒球大小之個數

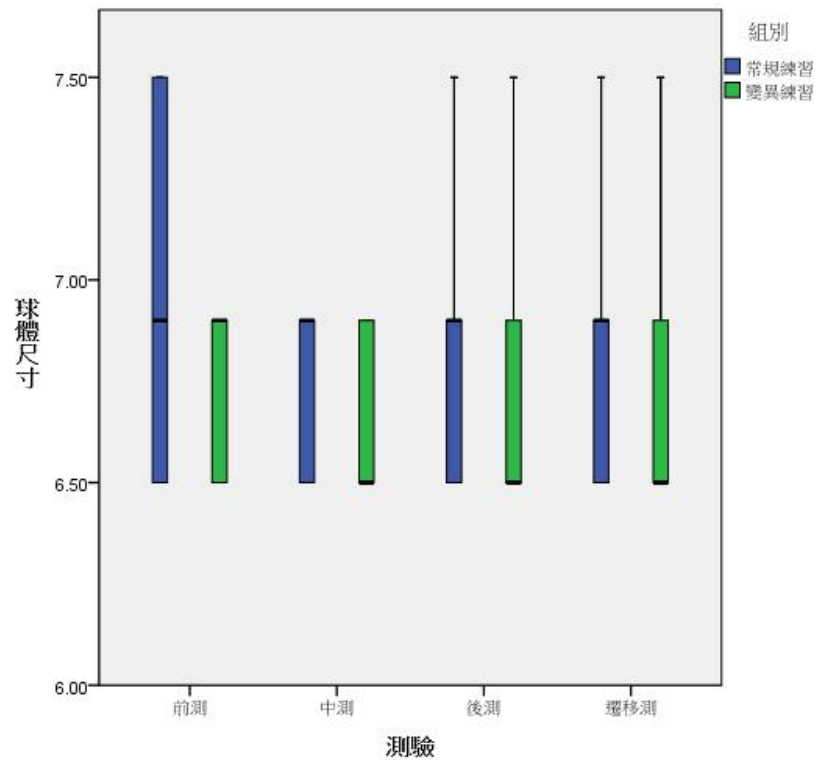
	前測	中測	後測	遷移測
大球（7.5 公分）	0	0	1	0
軟式棒球（6.9 公分）	3	2	2	1
小球（6.5 公分）	2	3	2	4

表 4-8 常規練習組各測驗知覺不同棒球大小之個數

	前測	中測	後測	遷移測
大球（7.5 公分）	1	0	1	2
軟式棒球（6.9 公分）	3	4	2	4
小球（6.5 公分）	2	2	3	0



圖 4-7 知覺棒球尺寸結果



此外，考慮本研究實驗參與者較少，進一步合併兩組，檢視是否在較多樣本數情況下，可以觀察到學習者進步的趨勢。不論是弗里德曼檢定顯示 ($\chi^2_2=1.300, p=.522$)，或者魏克生符號檢定 ($z=-.743, p=.458$)，均無顯示測驗間之差異。



第伍章 討論

本研究在探討六週以大球進行打擊訓練，對於國小棒球初學者的打擊表現（擊球率、落點分數、揮棒速度、動作協調）與知覺之影響。在六週打擊訓練後，在擊球率、落點分數、揮棒速度，兩組別無顯著差異。變異練習組在三個測驗時間點相比，揮棒速度有顯著差異，但考慮前測與中、後測拋球者不同，若聚焦在中、後測的比較，揮棒速度則無明顯改變，顯示拋球的人不同的確會影響數據之結果。而落點分數在總分/擊中顆數部分，變異練習組的分數，後測優於中測。前測拋球者為具有五年以上棒球經驗，是一般組球員及該國小球隊教練；而中、後測拋球者為研究者本人，具有十年棒球經驗之一般組球員。此外，若考量兩組樣本數太少，將兩組合併，始能觀察到所有學習者 (N=11) 的擊球落點、揮棒速度，均在後測優於中測。

而在動作協調指標方面，變異練習組在中測至遷移測的相關係數低於常規練習組（值更負）。相關係數越低（值更負）代表資料點越集中的趨勢，亦反映較好的迴歸線適配程度，代表變異練習組之動作協調有隨著練習更集中，屬於好的變異性（Gray, 2020）。因此可以顯示變異練習對於少年棒球初學者在學習上有較好的動作調整。

另外在知覺棒球尺寸上，兩組別不論在三次測驗、遷移測及中、後測間比較皆無顯著差異。可以推論或許因為學童的經驗、技能水平較不足，或由於此測驗方式為二維平面，較無法反映實際立體尺寸，而難以產生知覺上的改變。以下針對該些指標分別進行說明。

第一節 打擊表現相關參數

研究結果發現，變異練習組在三次測驗間揮棒速度有顯著差異，但中後測間無差異，推論會產生此結果最大原因為前測和中後測拋球者不同，造成實驗上不固定之因素。此外，若考量兩組樣本數太少，將兩組合併，可以觀察到所有學習者 (N=11) 在擊球落點、揮棒速度從中測至後測的進步。

一、擊球率

過往的研究指出當棒球與球棒碰撞是否在最佳擊球點為影響打擊表現的重要因素之一，擊球準確率越高，擊出球的速度、距離通常會越好（曾慶裕、林添鴻，2002）。本研究在擊球率的測驗判定上，因為實驗參與者皆為國小棒球隊低年級，技術水平相對較低。因此在考量與詢問教練後，決定使用此參數評斷打擊表現之依據。從圖 4-1 雖然能看出中至後測擊球率提高，但本研究對於擊球率的評估僅觀察有無擊中。大多數參與者已可擊中球，因此比較無法看出擊球率有所進步，建議未來進一步檢視擊出球的強度，作為判定擊球率的標準。

二、擊球落點分數

根據過去徐肇徽（2023）的研究，參考並修改，將落點分數分成兩種方式計算，分別為總分/10 和總分/擊中顆數。一顆球最高為兩分，擊出的球須為強勁之平飛球。因為擊球時機會影響落點分數，透過此評估方式想了解學童經過訓練後，是否更能掌握擊球時機，面對不同來球調整動作，以將球確實地擊出。從結果來看，兩組的參與者大多是擊出滾地球，兩種計算方式在兩組的平均分數

皆未超過 1.5 分，因此獲得的分數較低，使得落點分數在組別間看不出差異。另外，因為每顆球拋球的方向和速度不一致，為可能影響落點分數結果的因素。

然而，雖然拋球的測驗有許多變因，但根據現場的觀察，仍可看出學員們的進步，因此嘗試將兩組資料合併為一群體，始能觀察到落點從中測到後測的進步。這樣的結果顯示樣本數太少是影響研究結果的因素之一，但以現今學童參與多樣課後活動、或家庭活動之安排，能夠完成 11 人之收案，學員皆完成長達六週、加上測驗共八週之參與，實屬不易。未來研究建議須與教練、家長，學員三方達成共堅定之共識，以達成較多樣本數之收案。

三、揮棒速度

過往針對揮棒速度的研究皆是使用改變球棒重量進行訓練或熱身，使參與者揮棒速度有所提升（簡岑如等，2002；龔榮堂，2006）。個體在產生揮棒動作上會因為球棒重量改變，肌肉會產生不同的刺激與徵召。另外在揮棒動作的機制上也是影響揮棒速度的因素之一，重心轉移的能力、下半身髖關節與軀幹旋轉的能力等，皆是影響揮棒速度的重要因素（張茂三，2002）。而本研究是針對球體大小改變進行訓練，觀察到變異練習組之測驗間有顯著差異，但來源是拋球者不一；將所有學員一起看，始能看到中測到後測的進步，但兩組分開看則無法觀察到顯著進步，推測是只要有規律訓練都可以增進揮棒速度。

四、動作協調

本研究在動作協調結果與 Katsumata（2007）、Gray（2020）的研究相符，參與者在測驗間球出手至揮棒、揮棒至擊中球兩階段時間呈現負相關，符合在揮棒過程中，球出手至揮棒時間越長，揮棒至擊中球時間越短，反之亦然。而在

每次測驗間兩組互相比較的結果可以得知，變異練習組在相關係數是較低的。相關係數越低（值更負）代表球拋出至揮動球棒、揮動球棒至擊球時間的資料點分布越集中，顯示在經過六週變異練習的打擊訓練後，協調變異性是有隨經驗與練習次數的累積而有所調整的。因此本研究結果延伸了舊有文獻針對技能水準較成熟的族群（Katsumata, 2007），發現在較初級的學習者亦可觀察到因練習而降低協調型態變異性的現象。此結果也呼應了過去文獻提及的知覺與行動佩連（郭丁良、楊梓楣，2010；Gibson, 1979, 1986; Oudejans et al., 1996）。透過變異練習，學習者可以針對球的大小不同，根據知覺到的訊息來自我調整動作。隨著練習不斷調整，形成好的變異性（Gray, 2020）。

而揮動球棒至擊中球時間的改變相較於球拋出至揮棒時間較不明顯可能的原因，可能和揮棒速度沒有明顯增加有關。過去在 Scoot & Gray（2010）的研究指出，揮棒速度對於擊球調整能力有很大的影響，揮棒動作的協調能力除了受訓練經驗影響外，揮棒速度也為影響動作協調其中因素之一。揮棒速度越快，揮擊時間越短，有較充裕的時間知覺來球之球路（洪得明，1981；唐昭鈞 2003；Breen, 1967; Hay, 1978; Williams & Underwood, 1986）。



第二節 動作技能學習與工作限制

過往有關於動作技能學習的文獻皆強調了適當的變異性有助於學習效果的提升，尤其在使用器具上的改變。關於兒童與青少年的研究，使用了不同大小球與球拍進行訓練，而使學習表現有所進步（彭國威等，2003；Buszard et al., 2016；Miller, 2012; Raastad, 2016; Wu, 2021）。本研究針對棒球初學者進行改變工

作限制的變異練習，使用比標準尺寸大（7.5 公分）的訂做沙球及軟式棒球交替進行打擊訓練，除了動作協調，訓練並無造成明顯進步。在 Raastad（2016）的研究中是讓青少年足球選手分成一組大球、分成一組小球進行每週四次，共六週固定尺寸的挑球訓練。不論使用大或小的球訓練，都使挑球重複次數提升。而本研究雖也為六週的介入訓練，但因為在中測前後的訓練週數不同，在後測僅進行兩週的訓練，訓練時間過短、樣本數太少，或許都可能是無法觀察到有效提升打擊表現之原因。另外因為本研究與 Raastad（2016）的固定練習不同，是採用交錯尺寸練習，或許工作的難度更高、更要求及時的調整能力。但真正打球時並不需要面對改變尺寸大小的球，而是面對不同球種、球速。

而本研究為了排除球的重量不同而影響實驗的結果，將訂做之沙球和軟式棒球重量設定相同。廠商僅能提供 7.5 及 6.5 公分之大小訂做，無法將沙球訂做為軟式棒球之大小，因此練習時兩組會使用不同材質、顏色的球，也為本研究限制之一。



第三節 個體化知覺變化

過去在體育運動中有關個體化知覺的研究大多針對經驗較豐富的選手或成人進行 (Lee et al., 2012; Witt et al., 2008; Witt & Dorsch, 2009; Witt & Proffitt, 2005)，較少有針對少年的研究。文獻中採類似的測量方式可觀察到成人知覺壘球尺寸的改變 (Witt & Proffitt, 2005)，但本研究針對國小學童初學者並沒有類似的結果，推測可能是這樣的測量方式對於年紀較小的學習者是較困難的。儘管沒有直接在學習者知覺棒球尺寸觀察到變化，但仍從可從變異練習組揮棒協調型態的相關變小 (變更負) 推論其動作改變的來源是因為知覺到的訊息 (球的尺寸、速度、位置等) 不同，動作不斷隨著知覺而調整，進而產生好的動作變異性 (Gray, 2020)。



第陸章 結論與建議

第一節 結論

本研究目的在探討國小棒球初學者在穿插使用大球與標準尺寸球、變異練習的工作限制下進行打擊訓練，對於打擊表現與個體化知覺的影響。研究中比較中、後測間打擊表現與各測驗間個體化知覺之差異，均無明顯改變，但在動作協調上擊中球分佈的離散程度和動作時間範圍有所改變，顯示動作相對穩定與調整能力的進步。也顯示了知覺與行動的配連，說明棒球初學者也能經由訓練，透過變異練習讓學童在學習過程中產生協調型態的改變。以上結果對於未來教練在追求訓練的多元性上，是可以參考的訓練方式之一。

第二節 建議

關於過去工作限制器材改變進行訓練的研究，較少針對改變球體大小進行訓練，並針對國小棒球初學者的專項能力與知覺進行研究。因此，透過本次研究的結果與討論後，歸納出以下的建議，可以提供日後的研究者做參考。

一、測驗內容:

(一) 打擊測驗：

本研究在打擊表現的評估是以擊球率、擊球落點分數和揮棒速度之數據進行打擊表現判定，其中擊球率僅以實際集中顆數進行計算，對於已經有基本打擊能力的學童較看不出進步的效果。而擊球落點分數部分，雖然擊出球的落點位置，可以反映是否確實擊中球，但拋球的位置與球速皆是影響擊球落點的原因，較難透過落點位置反映打擊表現是否有進步。建議未來可以將擊出球之強度納入評估，可以請教練或具有一定棒球經驗的人對於擊出球的強度進行判斷，結合擊球率與落點分數，將不同強度進行分數的計算。建議未來可以用距離較近的正面拋打練習，來調整擊球位置，訓練擊球的穩定性，進而提升擊出球的強度。

(二) 知覺測驗：

本研究知覺測驗是以每次測驗完詢問當次測驗球的大小，做為知覺的判斷。而這樣觀察知覺的方式看不出差異，可能因為二維平面圖片，較無法反映實際立體尺寸。因為知覺是很細膩且相對主觀的，可能對於國小學童來說較難辨識出知覺的變化。因為知覺與行動是相互連結的，若未來想再探討孩童在知覺上的改變，或許直接透過協調型態來觀察知覺的變化，又或許可以針對具有一定經驗的選手進行研究，而產生不同的結果。

此外，未來可針對不同技能水準之族群，訂做不同尺寸棒球、設計不同球種進行訓練，增加更多變異，增進對此類訓練應用之了解。

中文參考文獻

- 孟峻瑋、林郁翔（2014）。臺灣棒球百年大世紀。學校體育（144），55-61。
- 林德隆, & 林清和.（1997）。編製棒、壘球揮棒擊球評分標準之研究. 體育學報,（22）, 319-328.
- 唐昭鈞（2003）。棒球打擊表現與揮棒時間之相關因素探討。未出版碩士論文，中國文化大學，台北市。
- 洪得明（1981）。棒球打擊技術和全壘打之力學分析與研究.。華岡理科學報，1，217-238.
- 徐偉庭, & 謝宗諭. (2021). 限制導向觀點在運動教育學之發展、測量與應用. 體育學報, 54(3), 197-214.
- 徐肇徽（2023）。輕阻力訓練對國小樂樂棒球選手專項運動能力之影響。國立臺中教育大學體育學系碩士班碩士論文，臺中市。取自 <https://hdl.handle.net/11296/pdq58k>
- 郭丁良, & 楊梓楣.（2010）。棒球揮擊時宜與球種判斷準確性之知覺-行動配連. 體育學報, 43（3）, 79-90.
- 陳幸苹、涂瑞洪（2009）。影響棒球打擊表現因素之探討。屏東教大體育（12），340-347。
- 陳冠任（2006）。樂在樂樂棒球的打擊。國教新知。
- 彭國威, 卓俊伶, & 楊梓楣.（2003）。兒童踢球動作型式之轉移: 工作限制與年齡效應. 臺灣運動心理學報,（2）, 93-110.

- 曾慶裕、林添鴻（2002）。影響棒球打擊瞬間的因素分析。大專體育（59），41-44。 <https://doi.org/10.6162/srr.2002.59.08>
- 張茂三（2002）。少棒打擊動作動學分析。國立台灣師範大學碩士論文，台北市。 <https://hdl.handle.net/11296/357jyt>
- 張曉菁（2011）。工作限制下對不同層級之女子壘球選手揮棒速度與準確性影響之研究，國立屏東教育大學體育學系碩士論文，屏東縣。 取自 <https://hdl.handle.net/11296/h2q4kb>
- 楊清瓏（1997）。棒球〔攻擊〕，國立體育學院。桃園縣。 <https://hdl.handle.net/11296/464et3>
- 葉志仙、李明憲、朱峰亮(2003)。棒球聖經-棒球技術圖解剖析。臺北市：商周出版。
- 葉益銘、侯建文（2013）。影響棒球打擊成績之關鍵因素。大專體育，（127），38-46。
- 臺灣棒球協會（2006）。少棒訓練。臺北市：臺灣棒球協會出版。
- 劉志華.（2011）。中華職棒各球隊打擊順序之攻擊指數比較. *大專體育學術專刊*, 196-201.
- 劉雅甄（2008）。棒球選手動體視力與投打表現之相關研究。大專體育學刊，10，1，89-98。
- 潘亮安, & 劉雅甄（2013）。甲組優秀棒球選手打擊狀況優劣之個案追蹤分析. *華人運動生物力學期刊*,（9），1-10.
- 簡岑如, 劉錦璋, & 林德隆.（2002）。使用重棒後對正常棒揮擊速度之立即性影響. *體育學報*,（33），137-146.
- 嚴雅婷, & 劉有德.（2008）。從步態的性別辨識探討訊息來源. *體育學報*, 41（3），29-42.

龔榮堂（2006）。球棒重量與揮棒速度及握力相關之研究。體育學報，39（1），55-63。



英文參考文獻

- Adair, R. K. (1995) . The physics of baseball. *Physics Today*, 48 (5) , 26-31.
- Adair, R. K. (2002) . The physics of baseball (3rd) . Harper Collins Publishers Inc.
- Arias, J. L. (2012) . Influence of ball weight on shot accuracy and efficacy among 9-11-year-old male basketball players. *Kinesiology*, 44 (1.) , 52-59.
- Barker, D., Bergentoft, H., & Nyberg, G. (2017) . What would physical educators know about movement education? A review of literature, 2006-2016. *QUEST*, 69, 419-435. doi: 10.1080/00336297.2016.1268180
- Beilock, S. L., & Gray, R. (2012) . From attentional control to attentional spillover: A skill-level investigation of attention, movement, and performance outcome relations. *Human Movement Science*, 31, 1473–1499. doi:10.1016/j.humov.2012.02.014
- Bernstein, L. A. (1967) . The concept of materiality. *The Accounting Review*, 42 (1) , 86-95.
- Breen, J. L. (1967) . What makes a good hitter?. *Journal of Health, Physical Education, Recreation*, 38 (4) , 36-39.
- Buszard, T., Reid, M., Masters, R. S., & Farrow, D. (2016) . Scaling tennis racquets during PE in primary school to enhance motor skill acquisition. *Research quarterly for exercise and sport*, 87 (4) , 414-420.
- Buszard, T., Reid, M., Masters, R., & Farrow, D. (2016) . Scaling the equipment and play area in children's sport to improve motor skill acquisition: A systematic review. *Sports medicine*, 46, 829-843.

- Caldwell, J. M. E., Alexander, F. J., & Ahmad, C. S. (2019). Weighted-ball velocity enhancement programs for baseball pitchers: a systematic review. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 7 (2), 2325967118825469.
- Chow, J. Y. (2013). Nonlinear learning underpinning pedagogy: evidence, challenges, and implications. *Quest*, 65 (4), 469-484.
- Chow, J. Y., & Atencio, M. (2012). Complex and nonlinear pedagogy and the implications for physical education. *Sport, Education and Society*, 19, 1-21. doi: 10.1080/13573322.2012.728528
- Cohen, J., Cohen, P., West, S.G., and Aiken, L.S. (2003). *Applied Multiple Regression/Correlation Analysis for the Behavioral Sciences* (3rd edition). Mahwah, NJ: Lawrence Earlbaum Associates.
- Correia, V., Carvalho, J., Araújo, D., Pereira, E., & Davids, K. (2019). Principles of nonlinear pedagogy in sport practice. *Physical Education and Sport Pedagogy*, 24, 117-132. doi: 10.1080/17408989.2018.1552673
- DeRenne, C. (2007). *The Scientific Approach to Hitting: Research Explores the Most Difficult Skill in Sport*. San Diego, CA: University Readers.
- DeRenne, C., & Szymanski, D. J. (2009). Effects of baseball weighted implement training: a brief review. *Strength & Conditioning Journal*, 31 (2), 30-37.
- Eid, M., Gollwitzer, M., & Schmitt, M. (2011). *Statistik und Forschungsmethoden Lehrbuch*. Weinheim: Beltz.
- Fortenbaugh, D., Fleisig, G., Onar-Thomas, A., & Asfour, S. (2011). The effect of pitch type on ground reaction forces in the baseball swing. *Sports biomechanics*, 10 (4), 270-279.

- Gibson, J. J. (1986) . The ecological approach to visual perception. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Gibson, J. J. (1966) . The senses considered as perceptual systems.
- Gibson, J. J. (1979) . The theory of affordances. The ecological approach to visual perception. *The people, place and, space reader*, 56-60.
- Gray, R. (2013) . Being selective at the plate: Processing dependence between perceptual variables relates to hitting goals and performance. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 39, 1124–1142. doi:10.1037/a0030729
- Gray, R. (2020). Changes in movement coordination associated with skill acquisition in baseball batting: freezing/freeing degrees of freedom and functional variability. *Frontiers in Psychology*, 11, 1295.
- Gray, R. (2020) . Comparing the constraints led approach, differential learning and prescriptive instruction for training opposite-field hitting in baseball. *Psychology of Sport and Exercise*, 51, 101797.
- Gray, R. (2014) . Embodied perception in sport. *International review of sport and exercise psychology*, 7 (1) , 72-86.
- Gray, R. (2009) . How do batters use visual, auditory, and tactile information about the success of a baseball swing?. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 80 (3) , 491-501.
- Gray, R. (2021) . How we learn to move: a revolution in the way we coach & practice sports skills.
- Hay, J. (1978) . *The biomechanics of sports techniques*. Prentice-Hall.
- Hopper, T., Butler, J., & Storey, B. (2009) . TGfU-Simply good pedagogy: Understanding a complex challenge. Ottawa, Ontario: PHE-Canada.

- Katsumata, H. (2007). A functional modulation for timing a movement: A coordinative structure in baseball hitting. *Human movement science*, 26 (1), 27-47.
- Lee, Y., Lee, S., Carello, C., & Turvey, M. T. (2012). An archer's perceived from scales the "hitableness" of archery targets. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 38, 1125–1131. doi:10.1037/a0029036
- Martenink, R.G., (1976). Information processing in motor skill. New York: Holt, Rinehart & Winston.
- Miller, K. S. (2012). *The effects on soccer dribbling skills when training with two different sized soccer balls* (Doctoral dissertation, University of Kansas).
- Montoya, B. S., Brown, L. E., Coburn, J. W., & Zinder, S. M. (2009). Effect of warm-up with different weighted bats on normal baseball bat velocity. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23 (5), 1566-1569.
- Moy, B., Renshaw, I., & Davids, K. (2014). Variations in acculturation and Australian physical education teacher education students' receptiveness to an alternative pedagogical approach to games teaching. *Physical Education and Sport Pedagogy*, 19 (4), 349-369. doi: 10.1080/17408989.2013.780591
- Moy, B., Renshaw, I., & Davids, K. (2016). The impact of nonlinear pedagogy on physical education teacher education students' intrinsic motivation. *Physical Education and Sport Pedagogy*, 21, 517-538. doi: 10.1080/17408989.2015.1072506
- Newell, K. M. (1986). Constraints on the development of coordination. In M. G. Wade & H. T. A. Whiting (Eds.), *Motor development in children: Aspects of coordination and control* (pp. 341-360). Boston, MA: M. Nihjoff.

- Newell, K. M. (1985) . Coordination, control and skill. In D. Goodman, I. Franks & R. B. Wilberg (Eds.) , Differing perspectives in motor learning, memory, and control. (pp. 295-317) . Amsterdam: North-Holland.
- Nielson, D. & McGown, C., (1985) . Information processing as a predictor of offensive ability in baseball, *Perceptual and motor skills*, 60 (3) , 775-781.
- Oudejans, R. R., Michaels, C. F., Bakker, F. C., & Dolne, M. A. (1996) . The relevance of action in perceiving affordances: perception of catchableness of fly balls. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 22 (4) , 879.
- Raastad, O., Aune, T. K., & Van Den Tillaar, R. (2016) . Effect of practicing soccer juggling with different sized balls upon performance, retention, and transfer to ball reception. *Motor control*, 20 (4) , 337-349.
- Race, D. E. (1961) . A Cinematographic and Mechanical Analysis of the External Movements Involved in Hitting a Baseball Effectively. *Research Quarterly. American Association for Health, Physical Education and Recreation*, 32 (3) , 394-404.
- Renshaw, I., & Chow, J. Y. (2019) . A constraint-led approach to sport and physical education pedagogy. *Physical Education and Sport Pedagogy*, 24, 103-116. doi: 10.1080/17408989.2018.1552676
- Renshaw, I., Chow, J. Y., Davids, K., & Hammond, J. (2010) . A constraints-led perspective to understanding skill acquisition and game play: A basis for integration of motor learning theory and physical education praxis? *Physical Education & Sport Pedagogy*, 15, 117-137. doi: 10.1080/17408980902791586
- Scott, S., & Gray, R. (2010) . Switching tools: Perceptual-motor recalibration to weight changes. *Experimental brain research*, 201, 177-189.

- Schmidt, R. A. (1975). A schema theory of discrete motor skill learning. *Psychological review*, 82 (4), 225.
- Schmidt, R. A., Lee, T. D., Winstein, C., Wulf, G., & Zelaznik, H. N. (2018). *Motor control and learning: A behavioral emphasis*. Human kinetics.
- Szymanski, D. J., DeRenne, C. & Spaniol, F. J. (2009). Contributing factors for increased bat swing velocity. *Journal of Strength Conditioning Research*, 23 (4), 1338-1352.
- Takeuchi, T. & Inomata, K. (2009). Visual search strategies and decision making in baseball batting. *Perceptual and Motor Skills*, 108 (3), 971-980.
- Welch, C. M., Banks, S. A., Cook, F. F., & Draovitch, P. (1995). Hitting a baseball: A biomechanical description. *Journal of orthopaedic & sports physical therapy*, 22 (5), 193-201.
- Will, G. F. (1990). *Men at work*. New York, NY: Macmillan.
- Williams, T., & Underwood, J. (1986). *Science of hitting*. Simon and Schuster.
- Witt, J. K., & Dorsch, T. E. (2009). Kicking to bigger uprights: Field goal performance influences perceived size. *Perception*, 38, 1328–1340. doi:10.1068/p6325
- Witt, J. K., Linkenauger, S. A., Bakdash, J. Z., & Proffitt, D. R. (2008). Putting to a bigger hole: Golf performance relates to perceived size. *Psychonomic Bulletin & Review*, 15, 581–585. doi:10.3758/PBR.15.3.581
- Witt, J. K., & Proffitt, D. R. (2005). See the ball, hit the ball: Apparent ball size is correlated with batting average. *Psychological Science*, 16, 937- 938. doi:10.1111/j.1467-9280.2005.01640.x
- Wu, C. C. (2021). Influence of small ball training on the serve reception performance of male university volleyball players. *Age (yrs)*, 21, 2-50.

Wulf, G., & Shea, C. H. (2002). Principles derived from the study of simple skills do not generalize to complex skill learning. *Psychonomic bulletin & review*, 9 (2), 185-211.

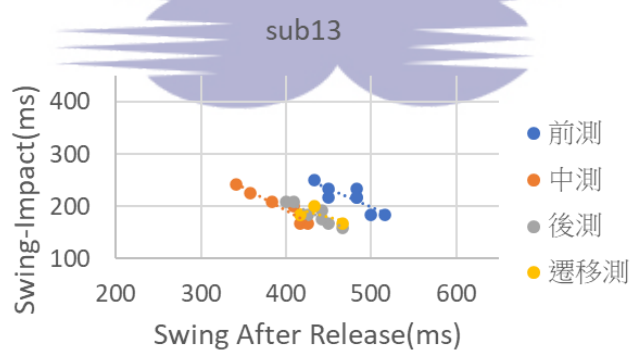
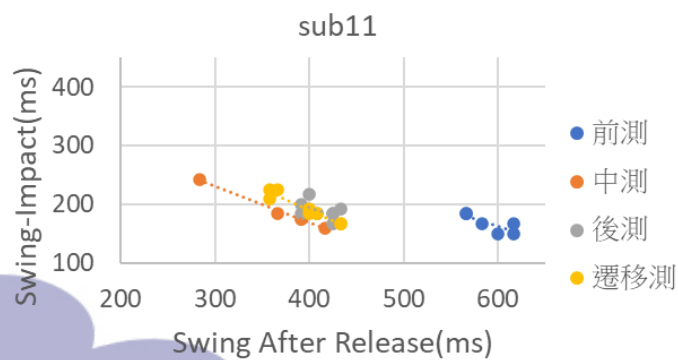
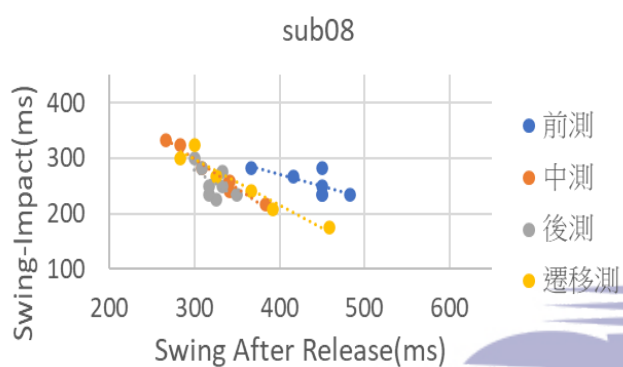
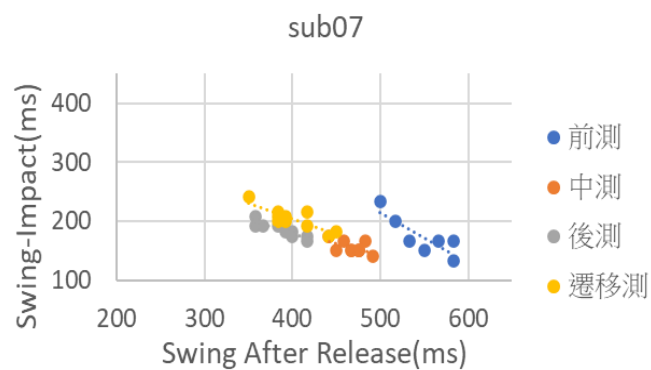
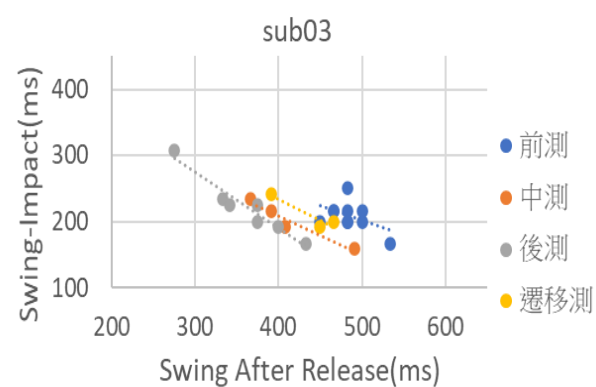
Yano, Y., Yabe, K., Okuno, S., Nagao, R., Naka, K., Honma, K., ... & Iwata, A. (2019). Dry swing training with a light bat increases bat speed. *Journal of Human Sport and Exercise*, 14(4), 918-924.



附錄

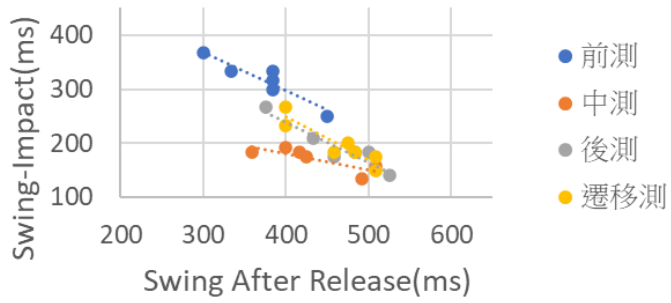
附錄一 每位參與者測驗間協調差異

變異練習組

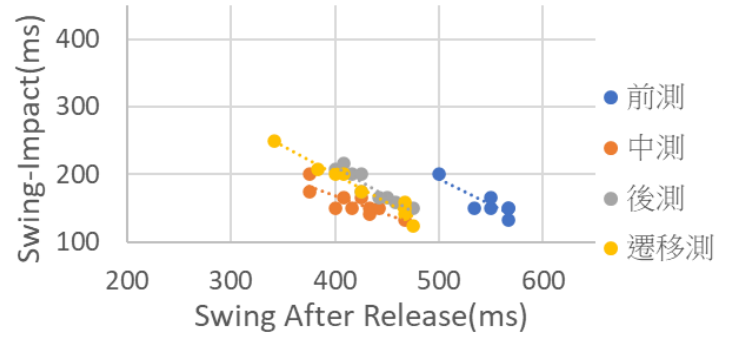


常規練習組

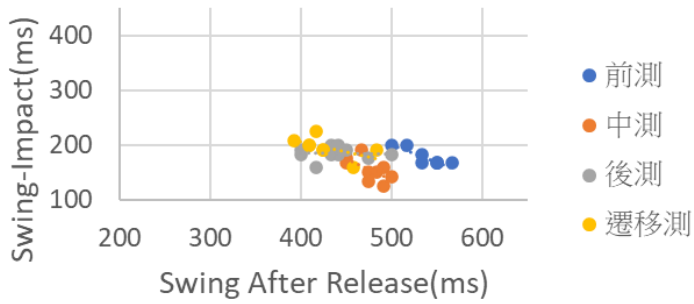
sub02



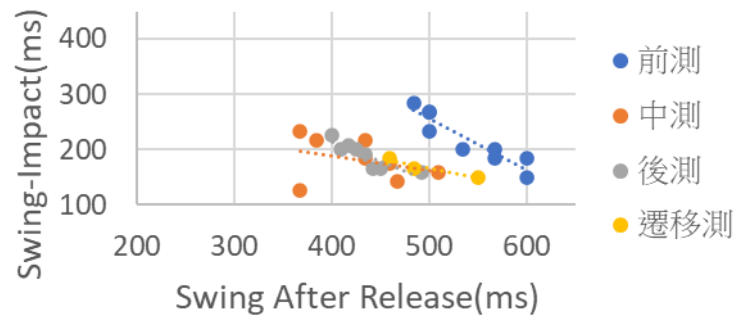
sub05



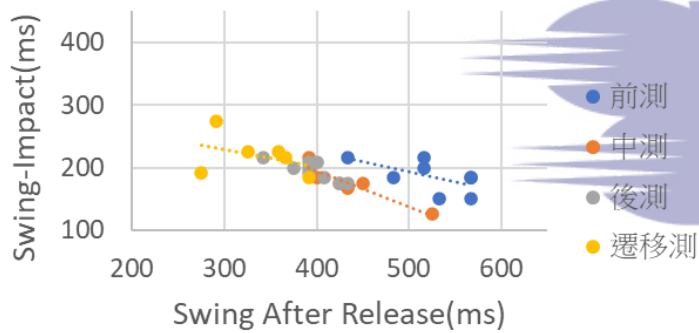
sub09



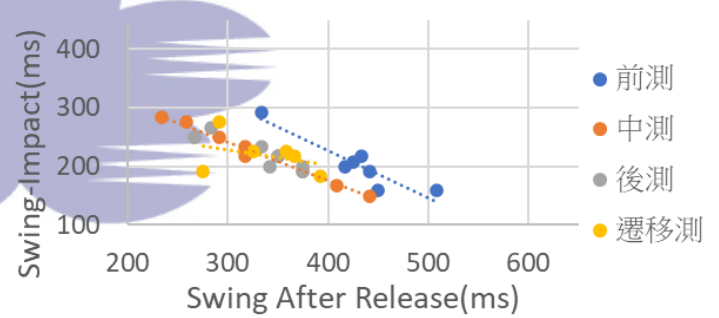
sub10



sub12



sub14



附錄二 各測驗間參與者動作協調時間之相關

組別	編號	前測	中測	後測	遷移測
變異	3	$r=-.479$	$r=-.969$	$r=-.963$	$r=-.933$
練習組		$p=.161$	$p=.031^*$	$p<.001^{***}$	$p=.235$
變異	7	$r=-.841$	$r=-.542$	$r=-.895$	$r=-.841$
練習組		$p=.018^*$	$p=.105$	$p=.001^{**}$	$p=.002^{**}$
變異	8	$r=-.685$	$r=-.984$	$r=-.589$	$r=-.960$
練習組		$p=.089$	$p<.001^{***}$	$p=.124$	$p=.002^{**}$
變異	11	$r=-.811$	$r=-.995$	$r=-.465$	$r=-.956$
練習組		$p=.050$	$p<.001^{***}$	$p=.246$	$p<.001^{***}$
變異	13	$r=-.837$	$r=-.959$	$r=-.932$	$r=-.655$
練習組		$p=.010^*$	$p=.003^{**}$	$p=.002^{**}$	$p=.546$
組別	編號	前測	中測	後測	遷移測
常規	2	$r=-.934$	$r=-.817$	$r=-.945$	$r=-.924$
練習組		$p=.006^{**}$	$p=.047^*$	$p=.005^{**}$	$p=.003^{**}$
常規	5	$r=-.856$	$r=-.830$	$r=-.885$	$r=-.980$
練習組		$p=.014$	$p=.003^*$	$p=.001^{**}$	$p<.001^{***}$
常規	9	$r=-.882$	$r=-.640$	$r=-.008$	$r=-.581$
練習組		$p=.004^{**}$	$p=.063$	$p=.982$	$p=.131$
常規	10	$r=-.932$	$r=-.337$	$r=-.893$	$r=-.967$
練習組		$p<.001^{***}$	$p=.415$	$p=.003^{**}$	$p=.163$
常規	12	$r=-.598$	$r=-.927$	$r=-.846$	$r=-.738$
練習組		$p=.117$	$p=.008^{**}$	$p=.004^{**}$	$p=.058$
常規	14	$r=-.926$	$r=-.989$	$r=-.922$	$r=-.381$
練習組		$p=.003^{**}$	$p<.001^{***}$	$p=.001^{**}$	$p=.456$

* $p < .05$ ** $p < .01$ *** $p < .001$

附錄三 人體研究倫理委員會通過證明

FJU-IRB F-034 /20201110

輔仁大學人體研究倫理委員會 通過證明

- 一、計畫編號：C112034
- 二、執行單位：國立體育大學 競技與教練科學研究所
- 三、主持人：陳尹華助理教授
- 四、研究團隊成員：黃晉其/國立體育大學 競技與教練科學研究所
- 五、計畫名稱：工作限制導向訓練對棒球隊學童知覺與打擊表現之影響
- 六、計畫書版本/日期：第五版，2023/11/30
- 七、受試者說明暨同意書版本/日期：第四版，2023/11/24
- 八、計畫執行地點：
 - 1. 國立體育大學運動心理與神經科學實驗室
 - 2. 新北市麗林國小室內打擊場
- 九、研究方式/工具：招募廣告：第五版，2023/12/04
- 十、追蹤審查頻率：1 年 1 次

上述計畫業於 112 年 12 月 04 日 經本委員會審查通過，本通過證明有效期限自 112 年 12 月 04 日 至 113 年 12 月 03 日 有效，主持人最遲應於本通過證明有效期前 4 周，提交期中報告至本委員會進行審查，並經審查通過後，方可繼續執行。研究計畫執行結束，應於結束後 90 個日曆日內依規定向本委員會辦理結案，繳交結案報告。

計畫執行期間，若有變更或修正，計畫主持人需依相關規定提出修正(變更)申請，經本委員會審查通過後方可繼續執行。計畫執行中如有偏差或違規情事，應依規定及請求，向本委員會提出報告。

計畫執行期間，若有嚴重不良反應事件或其他無法預期情況，計畫主持人需依相關規定向本委員會通報。

本計畫如有修正(變更)、展延，請依本委員會核發之最新通過證明執行。

計畫如申請終止或經本委員會會議決議終止研究時，本通過證明自本會員會同意終止日起自動失效。

輔仁大學人體研究倫理委員會

主任委員 陳富莉

112 年 12 月 6 日