

國立體育大學
競技學院
競技與教練科學研究所碩士論文

不同棒球球種之打擊及視覺訓練
對打擊表現之影響

**The Effects of Baseball Batting Practice and Visual
Training with Different Pitch Types on Batting
Performance**

指導教授：陳尹華 博士

協同指導教授：龔榮堂 教授

研 究 生：羅 傑 撰

中 華 民 國 114 年 7 月



國立體育大學

National Taiwan Sport University

本論文：不同棒球球種之打擊及視覺訓練對打擊表現之影響

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

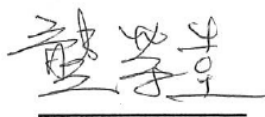
本論文承蒙下列考試委員審查通過

中華民國一百一十四年六月

論文考試委員


黃士魁 博士

中國文化大學副教授


龔榮堂 教授

國立體育大學教授


陳尹華 博士

國立體育大學副教授
(本論文指導教授)

謝誌

走過了一千八百多個日子，終於，我站在了這個曾經無數次夢想過的地方，提筆寫下這篇論文的感謝文。這不僅是一段求學旅程的終點，更是我心裡最深沉的感恩時刻。

或許是因為父親也是運動選手的緣故，從小在耳濡目染中，棒球早已成為我生命中不可或缺的一部分。小學五年級那年，我踏上了這條路，一條我又愛又恨、付出無數汗水與眼淚的路。高中時，父母為我選擇了遠赴日本的路程，那段時光雖孤單艱辛，卻讓我學會了獨立、堅強，學會面對自己，也相信自己。

回頭看這一路，跌跌撞撞，從沒想過自己真的可以撐到這一刻。就像一隻打不死的蟑螂，越挫越勇！哪怕再累再苦，也咬牙走過來了。

謝謝我的指導教授陳尹華博士，這一路來，您既嚴格又溫暖，或許有時對我又愛又恨。但我知道，沒有您的堅持，我無法完成這份論文。也感謝協同指導教授龔榮堂教授，從我大學進國體開始，您就一直在我身邊指引與鼓勵，謝謝您從未放手。

感謝文化大學黃士魁副教授，您的建議讓我對研究有了更深的理解與思考，也讓我更懂得如何用科學的態度看待運動與教育。

謝謝北科附工的林麗玲老師、陳炳男老師、林建男總教練，在那段讀書與熬夜交錯的日子裡，你們的支持和理解，讓我得以繼續前行。重慶國中的李清堂總教練，也謝謝您在我求學與工作的雙重壓力中給我信任與舞台，讓我在教學現場中找到成就感與價值。

研究室的學弟妹們，謝謝你們陪我度過那些加班、抓狂、笑鬧的日子，沒有你們，這段日子不會那麼有溫度。體研所的林彥宇學長，謝謝你總是不厭其煩地教我那些我不懂的事，你的慷慨與耐心，我永遠記得。

最重要的，謝謝我的家人。謝謝你們從來不問我累不累，只問我需不需要你們。一路走來，你們是我最大的力量和避風港。或許我不是最優秀的，但我知道，我很幸運，因為有你們。

今天，我完成了這件曾經覺得遙不可及的事。我拿到了教師證，也完成了碩士學位。這份成就不是只屬於我一個人，而是屬於所有相信我、幫助我、陪伴我的人。

最後，我想對自己說一句話：你真的很棒。謝謝你從來沒有放棄，哪怕是在最低潮、最疲憊的時候。從今天起，你會變得更強大，去迎接更廣闊的世界。

謝謝那些曾經不看好我的人，我做到了。



羅傑 謹致

114年7月

不同棒球球種之打擊及視覺訓練對打擊表現之影響

摘要

研究背景：棒球比賽中，打擊能力是隊伍積極取分之能力，攸關比賽勝負。打擊者必須透過優異的揮棒速度、擊球初速及其穩定性等，方能有優異的打擊表現。透過發球機的打擊訓練，初學者在打擊曾練習過的、或更慢球速的快速球或曲球會有進步；視覺（只看不打）訓練能否增進打擊表現仍不明確。然而，此類訓練應用於專項棒球選手之成效為何，亦值得探討。因此，本研究探討有規律訓練之選手，在進行不同球種於不同球速之打擊或視覺訓練後，對於打擊表現之影響。

方法：招募 15 位高中棒球隊選手，前測為揮擊四縫線快速球（時速 145、135 公里）與滑球（時速 125、115 公里）各 3 顆球，依所有測試平均之擊球初速盡量均分為打擊訓練組及視覺訓練組。兩組均以發球機投出的四縫線快速球（時速 145 公里）與滑球（時速 125 公里）進行每週 2 次共練習各球種各 30 球、為期 8 週之訓練。打擊組須進行揮擊，視覺組則手持球棒站於打擊區，觀察球之軌跡、但不揮棒。後測方法同前測，將各情境 3 顆球平均擊球初速及其穩定性、以及各情境最高擊球初速，以 2（打擊組、視覺組） $\times$ 2（前測、後測）之二因子多變量變異數分析，考驗兩組在面對不同球種時不同球速（快、慢）的擊球初速表現； $\alpha = .05$ 。

結果：不論在平均擊球初速及其穩定性，均沒有任何效果。針對最佳一球表現，兩組都在打擊時速 135 公里四縫線快速球時，擊球初速下降；在打擊時速 125 公里滑球時，視覺組快於打擊組。

結論：與文獻不一致的結果可能是由於本研究參與者都是排名前段球隊的高中球員，平均擁有 6-8 年的比賽經驗。且與球員的日常訓練量（3 小時）相比，每次約 15 分鐘的訓練量偏低，球員的基線能力已經很高，削弱了訓練效果。鼓勵未來的研究在與專項優秀運動員合作時，增加訓練量，球種、投球速度的變化，並更考量賽季與訓練期的安排，以求訓練效果。

關鍵詞：四縫線快速球、滑球、擊球初速、擊球初速穩定性

The Effects of Baseball Batting Practice and Visual Training with Different Pitch Types on Batting Performance

Abstract

Background: In baseball games, batting performance plays a critical role in a team's ability to score and ultimately win. To achieve optimal performance, batters must generate exceptional swing speed and ball exit velocity. Previous research showed that when training with pitching machines, novice players can improve batting performance when facing trained or slower fastballs and curveballs. However, it remains unclear whether visual-only training—observing pitches without swinging—can enhance batting performance in skilled players. This study aims to explore the effects of batting versus visual training, using different pitch types, on the batting performance of well-trained high school players. **Methods:** Fifteen high school baseball players were recruited and underwent a pretest involving three pitches each of four-stream fastballs (145 km/h and 135 km/h) and sliders (125 km/h and 115 km/h). Based on average exit velocity, participants were evenly assigned to either a batting training group or a visual training group. Both groups trained twice weekly for 8 weeks using a pitching machine delivering four-stream fastballs (145 km/h) and sliders (125 km/h), with 30 pitches per pitch type each week. The batting group actively swung at pitches, while the visual group stood in the batter's box holding a bat, observing pitch trajectories without swinging. The posttest was the same as the pretest. Batting performance was assessed using the average and variability of exit velocity for all pitches, as well as the best-hit pitch (with the highest exit velocity) in each condition. Separate 2 (group: batting, visual) $\times$ 2 (time: pretest, posttest) two-way MANOVAs were conducted to examine the effects of training across different speeds for four-stream fastballs and sliders. α was set at .05. **Results:** No significant differences were observed in average and variability of exit velocity for any factor. For the best-hit pitch, both groups showed decreased exit velocity when hitting the four-stream 135 km/h fastball. However, when facing the 125 km/h slider, the visual training group had a higher exit velocity than the batting training group. **Conclusions:** The limited effects from batting training may be due to the fact

that participants were top-performing high school players with an average of 6–8 years of playing experience. Moreover, it could be attributed to the relatively low training volume (approximately 15 minutes per session) compared to their regular 3-hour daily training practice and their already high baseline skill levels. Future research should consider increasing training volume, diversifying pitch types and speeds, and aligning training schedules with in-season and off-season periods to better support highly skilled athletes.

Keywords: **Four-Stream Fastball, Slider, Exit Velocity, Variability of Exit Velocity**



目 錄

中文摘要	III
英文摘要	IV
第壹章 緒論	1
第一節 研究背景與動機	1
第二節 研究目的	4
第三節 研究問題	5
第四節 研究假設	5
第五節 名詞解釋與操作型定義	5
第六節 研究限制	6
第貳章 文獻探討	7
第一節 棒球運動的打擊技術與訓練	7
第二節 運動視覺、眼動行為及視覺訓練對打擊表現之影響	11
第三節 滑球的重要性	17
第四節 本章小結	19
第參章 研究方法	20
第一節 實驗參與者	20
第二節 研究工具	22
第三節 實驗流程	25
第四節 資料處理與分析	29
第肆章 結果	30
第一節 打擊與視覺訓練對不同球種於不同球速之平均擊球初速之影響	30
第二節 打擊與視覺訓練對不同球種於不同球速之打擊擊球初速穩定性之影響	33

第三節 打擊與視覺訓練對不同球種於不同球速之最高擊 球初速之影響	35
第伍章 討論	39
第一節 不同訓練對擊球初速之影響	39
第二節 不同訓練方式對打擊擊球初速穩定性的影響	43
第陸章 結論與建議	44
第一節 結論	44
第二節 建議	44
參考文獻	46
附錄 人體研究倫理委員會通過證明	56



圖目錄

圖 2- 1 打擊動作分解圖示	8
圖 2- 2 Kohmura 等人 (2019)之實驗介入與期程設計	15
圖 3- 1 打擊尋跡系統 Rapsodo 2.0.....	23
圖 3- 2 場地配置圖-發球機距離 (投手板至本壘板).....	24
圖 3- 3 場地配置圖-發球機高度	24
圖 3- 4 研究流程	25
圖 3- 5 四縫線快速球、滑球示意圖	26
圖 3- 6 測驗及訓練分配	27
圖 4- 1 兩組在前後測打擊不同球速四縫線快速球的平均擊球初速.....	31
圖 4- 2 兩組在前後測打擊不同球速滑球的平均擊球初速.....	32
圖 4- 3 兩組在前後測中打快與慢速四縫線快速球的最佳擊球初速穩定性.....	34
圖 4- 4 兩組在前後測中打不同球速滑球的擊球初速變異係數.....	35
圖 4- 5 兩組在前後測打擊四縫線快速球 145 公里與四縫線快速球 135 公里的最佳擊球初速	36
圖 4- 6 兩組在前後測打擊不同球速滑球的最高擊球初速.....	38

表目錄

表 3- 1	實驗參與者基本資料	21
表 3- 2	測驗順序安排表	26
表 3- 3	測驗與訓練之仔細內容及期程表	28
表 4- 1	不同組別在前後測中打擊不同球速四縫線快速球之平均擊球 初速描述性統計	31
表 4- 2	不同組別在前後測中打不同球速滑球之平均擊球初速描述性 統計	32
表 4- 3	不同組別在前後測中打不同球速四縫線快速球之擊球初速穩 定性描述性統計	33
表 4- 4	不同組別在前後測中打不同球速滑球之擊球初速變異係數的 描述性統計	34
表 4- 5	不同組別在前後測中打擊不同球速四縫線快速球之最高擊球 初速描述性統計	36
表 4- 6	不同組別在前後測中打不同球速滑球之最高擊球初速描述性 統計	37

第壹章 緒論

第一節 研究背景與動機

棒球運動在臺灣之正式發展，可源自 1906 年 3 月之日治時期，即成立了第一支正式的棒球隊。而後在 1968 年更有由台東偏遠山區原住民所組成的少棒隊，在同年於亞太區選拔賽擊敗日本調布隊，並前進美國威廉波特而聲名大噪的紅葉少棒隊，此後，棒球運動已發展成為國內最受歡迎的運動項目之一，更有臺灣「國球」之稱 (孟峻瑋、林郁翔，2014)。棒球運動歷年來在國內及國際舞台上均有諸多優異表現，2024 年我國獲得四年舉辦一次的世界棒球經典賽冠軍的殊榮，更是將棒球推升至世界冠軍之最高成就。

在各級學校多有設立棒球團隊來培養基層選手，更有業餘之社會球隊，例如各縣市棒球代表隊，以及中華職棒等之職業球隊，集結各界極為優秀之棒球選手，在棒球場上展現棒球運動之極緻表現。

而在如此優異表現背後，各項基本技術之動作訓練、體能訓練等均至關重要。以技術動作而言，可分為打擊、守備，以及跑壘等三個主要技術動作項目，而且每一個項目均可在比賽中發揮其不同之作用，任何一個技術動作項目的任何一個環節均會影響球員表現，乃至比賽結果的變化。一支好的守備球隊伍能夠幫球隊守下許多的可能失去的分數，固然是非常重要的一件事情，然而棒球是比分數的多寡，視攻下高於對手之分數而獲勝的運動 (葉志仙，1989)。如同學者楊賢銘 (1996) 所提，棒球運動中最主要且最積極的攻擊方式就是打擊，也更是獲得分數最必要的攻擊技術條件。因此，打擊的優劣可視為球賽勝

負之主要關鍵 (陳國華，1980)。

影響打擊表現的原因在打擊技術層面，包含有揮棒速度能力、球員肌力之質量素質、揮棒技巧的純熟度等 (龔榮堂，2003、2006)。在比賽情境中，投手投出球抵達本壘板上空所需的時間極為短暫。打擊者在過程中，必須辨識投手投出之球種，應對不同球速及行進路線，進行揮棒與否以及如何揮棒等決策，將揮棒動作完成，在此過程中可看出「敏銳觀察」投球之重要性 (曾慶裕、林添鴻，2002; Chen et al., 2017, 2020, 2023)，亦即打擊者在進行打擊時之視覺機制具極其重要。

從傳統認知心理學觀點來看，運動員在運動中透過視覺觀察及追蹤快速移動之物體，從而迅速地做出反應的能力統稱為「運動視覺」(Sports vision；Loran and MacEwen, 1997；劉強等人，2000；劉雅甄，2003；綜評請見 Buscemi et al., 2024)，包含了動體視力 (Dynamic visual acuity, DVA)、深度知覺 (Depth perception)、手眼協調 (Hand-eye coordination) 等。其中，學者劉雅甄 (2006) 就棒球選手之動體視力進行研究，發現優秀棒球選手的動體視力優於一般選手和非運動員；中華成棒代表隊的動體視力與其打擊表現 (安打數、二壘打、全壘打、上壘率、打擊率等) 呈正相關 (劉雅甄，2008)；國小棒球隊選手之動體視力亦可透過適當的視覺訓練 (例彩球辨識) 來提升 (王宜民，2021；陳芊汎，2016)。

然而，根據直接知覺 (Direct Perception; Gibson, 1979) 提出的概念，知覺與行動息息相關且相互影響，知覺檢測以及訓練應尋求與實際行動有關的內容，才能真正反映知覺能力、或造成知覺能力進步 (Gray, 2021, 2022)。視覺訊息佔所

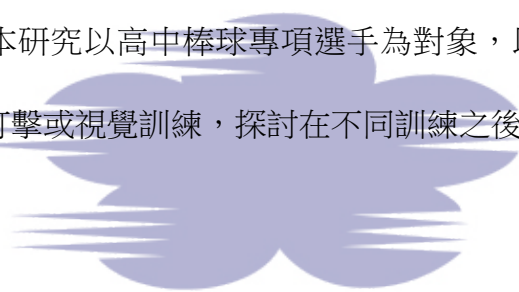
有知覺來源的絕大部分，因此文獻也大多著重於都探討視知覺。然而，動體視力可視為與棒球情境無關之測量 (Gray, 2021, 2022)，可能無法真正反映在場上觀察、追蹤球種的視覺能力。而前述優秀選手較佳 (劉雅甄，2006、2008) 或者經由練習可進步之動體視力 (王宜民，2021；陳芊汎，2016)，其統計考驗未經多重考驗之校正，結果也可能僅是反映優秀運動員或經練習後在執行視覺任務有較佳的策略。若以行動式眼動儀直接紀錄選手執行動作時的眼球運動，或許更能檢視視知覺與動作配連之機制，但受限於儀器易受眨眼、周邊肌肉收縮之雜訊影響，仍有許多技術性問題須克服。

發球機能連續投出特定角度或速度的球，因此是打擊練習常用的輔助器材。日本一研究 (Kohmura et al., 2019) 以沒有棒球經驗或初學者為對象，共分六組，使其練習打擊或者觀察以發球機投出的快速球 (fastball, 時速 115 公里或 100 公里) 或曲球 (curve, 時速 100 公里)，進行所謂的打擊或視覺訓練，並在前、後測檢視打時速 115 和 100 公里的快速球、與時速 100 公里曲球的打擊表現，以及一系列的運動視覺能力，包含動體視力、深度知覺、手眼協調等。結果顯示，練習打時速 100 公里快速球的打擊組在打一樣球速球種及一樣球速的曲球、練習打時速 115 公里快速球的打擊組在打比打擊練習稍慢球速 (時速 100 公里) 的快速球、以及練習打時速 100 公里曲球組在打一樣球速球種時均有進步，尤其練時速 115 公里快速球的那一組在深度知覺有進步。經過視覺訓練 (只看不打)，僅有練習看時速 100 公里之曲球組，在打時速 100 公里快速球進步，而練習看時速 110 和 115 公里快速球組分別在動體視力與手眼協調產生進步 (Kohmura et al., 2019)。上述結果顯示，練習打擊組幾乎都會在練習的情境進步，或許因為時速

115 公里快速球對初學組而言太快，因此練習打時速 115 公里快速球組，僅進步於較慢的時速 110 公里快速球；相較之下，視覺訓練組產生的打擊表現進步較有限，三組中只有練習看曲球的那一組有進步。本人產生的好奇即在於，此類訓練應用於專項棒球選手之成效為何？在動作學習或控制中，穩定性是指動作者在重複執行動作技能時，能夠維持一致的動作結果。因此在打擊或視覺訓練介入後，動作穩定性能否增進，亦是值得探討之議題。

滑球 (slider) 有「變化球的王道」之稱 (臺灣棒球維基館，2023)，是近代投手必備的球種之一。其握法為將食指與中指握於球的外側縫線上，出手時藉由手指向下施力，使球造成旋轉，在重力作用下亦產生有水平方向的分力，使球在進壘時才會往打者外角移動與下墜，藉以引誘打者出手打擊造成揮棒落空。因此，相較於日本研究 (Kohmura et al., 2019) 使用的曲球，訓練滑球應是更適合於搭配快速球的球種。

綜合上述考量，本研究以高中棒球專項選手為對象，以發球機投出的四縫線快速球與滑球進行打擊或視覺訓練，探討在不同訓練之後打擊表現之改變。



第二節 研究目的

探討棒球專項之選手，在進行不同球種之打擊或視覺訓練後，對於打擊表現之影響。

第三節 研究問題

本研究招募高中棒球專項選手，首先依打擊能力盡量將其平均分為打擊訓練組及視覺訓練組。兩組均以發球機投出的四縫線快速球與滑球進行為期 8 週之訓練，打擊組須進行揮擊，視覺組則手持球棒站於打擊區，觀察球之軌跡、但不揮棒。兩組均在訓練介入前、後，進行揮擊與訓練同樣或較低球速之四縫線快速球與滑球。此實驗設計可檢視打擊表現在訓練前後可能產生之改變，打擊表現聚焦於擊中球之擊球初速與其穩定性，具體研究問題為兩組在訓練後，對不同球種、不同球速之擊球初速及其穩定性，是否產生不同之改變？

第四節 研究假設

以日本研究 (Kohmura et al., 2019) 之結果做假設，打擊訓練組在打擊「與練習時同樣情境的球種、以及「比練習時更慢的」四縫線快速球之打擊表現會進步，亦即產生較高擊球初速與擊球初速穩定性；視覺訓練組可能僅在打擊「比練習時更慢的」四縫線快速球進步。

第五節 名詞解釋與操作型定義

本研究之「打擊表現」，乃採用 Rapsodo 棒球打擊尋跡系統進行評估，聚焦於參與者擊中球的揮棒初速 (exit velocity)。在實驗中，每位參與者擊中 3 顆球，取其平均擊球初速及擊球初速穩定性，以及最高擊球初速，作為分析與統計檢定之依據。

第六節 研究限制

- 一、以高中棒球選手對於四縫線快速球及滑球擊中球之擊球初速表現為限，尚無法完全推論至其他變化球、研究設定以外之其他球速、以及其他打擊表現指標 (例如揮擊初速、擊球角度、飛行距離等)。
- 二、本研究之研究對象為規律訓練之球隊選手，兩組參與者平時均須進行打擊訓練，訓練內容非完全與本研究區隔。



第貳章 文獻探討

第一節 棒球運動的打擊技術與訓練

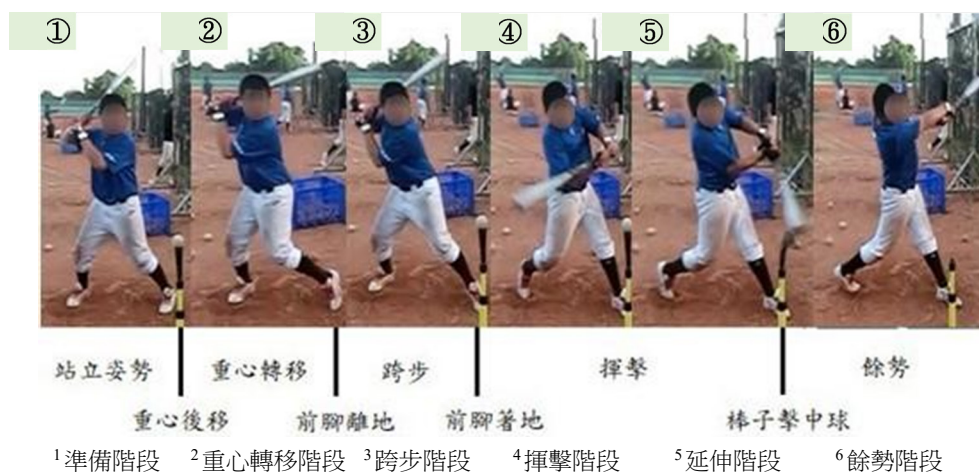
棒球比賽是一項非常注重團體合作的運動，不管比賽場上打擊者的戰術執行、到先發投手配置、中繼投手、甚至是後援投手的分工，在比賽中都是環環相扣的。比賽當中唯一能夠得到分數或是扭轉戰局的卻僅是打擊手，一位好的打擊者必須經過千錘百鍊之後，才能在比賽有致勝一擊的表現。這也說明了一個好的打擊者對一場比賽的重要性，葉益銘、侯建文 (2013) 就曾指出打擊能力為棒球比賽獲勝的主要關鍵因素。但打擊項目卻又是棒球中最困難的環節之一，在過往就有文獻指出「棒球的打擊技術是所有運動項目中最困難執行的技巧之一」(DeRenne et al., 2007, 2008; Race, 1961)。莊林貴 (1991) 指出，一個優秀的打擊者，擁有好的揮棒速度與揮棒軌跡幾乎是必須具備的能力；而揮棒技術、身體重心位移、視覺判斷、擊球策略、擊球專注力，以及選手個人的專項肌力、揮棒技巧的純熟度等，甚而球棒材質重量之選擇等，均是影響打擊成效的因素 (葉益銘、侯建文，2013；龔榮堂，2003)。以下就棒球運動之打擊動作技術、訓練要點，以及打擊表現之評估等項加以說明。

一、打擊動作技術

楊清瓏 (1997) 指出，棒球打擊過程是由一連串的身體動作組成，打擊動作可分為打擊準備階段、重心轉移階段、跨步階段、揮擊階段、延伸階段、餘勢階段等 (如圖 2-1)。學者許樹淵 (1976) 亦在對於棒球打擊動作之力學論述中指出，

棒球打擊動作必須透過六項身體部位的協調而提供力量，分別為身體重心的改變、軸足和臀部的迴旋、軀幹的迴旋、背肩水平屈、前肩膀之水平伸展，以及肘關節伸與腕關節屈等項。林德隆 (1997) 亦指出，棒球打擊動作過程最具代表性的動作要領包含 (一) 揮棒時頭部固定，且眼睛注視來球、(二) 揮棒之前臀部帶動的反轉動作、(三) 兩肩水平旋轉水平揮動球棒，以及 (四) 擊球瞬間兩手腕自然翻轉的時機。

圖 2- 1 打擊動作分解圖示



圖片來源：[HTTPS://GM2451486.HOME.BLOG/2019/03/01/166/](https://gm2451486.home.blog/2019/03/01/166/)

然而，打擊技術的好壞，包含能否快速揮動球棒所需的肌力、爆發力等基本體能，亦含括揮棒動作的正確性、是否在適當的擊球點位置擊球等之揮棒打擊能力，以及打擊時之決策過程 (Takeuchi & Inomata, 2009; Chen et al., 2017, 2020, 2022)。打擊決策是指打擊者在進行揮擊時，必須注視投手投球動作，進而判斷來球之球種、球速、球路等，以決定是否揮擊。

二、打擊技術訓練與評估

在揮擊動作部份，許多研究發現揮棒速度越快，擊球後球的飛行速度越快，其擊球距離也越遠 (Szymanski et al., 2009; 陳幸苹、涂瑞洪，2009; 陳冠任，2006)，可知揮棒速度對打擊表現之影響之大。而揮棒速度可透過體能訓練加強選手基本體能及專項肌力，尤其是選手之肌力與爆發力，加強手臂臂力、握力、軀幹旋轉所需之腹背肌力，以及支撐身體重心移動過程中穩定性之下肢肌力等 (Spaniol, 2007; Reed et al., 2012; Szymanski et al., 2009; 李明憲，2002)。例如學者李明憲 (2002) 針對 14 名高中生及 23 名大一、大二學生進行體能訓練對於打擊表現之影響，其結果顯示透過體能訓練後，右手臂力以及俯臥仰體可有效預測打擊成績，且加強體能訓練後，後測之打擊成績優於前測。過去研究亦發現，不論在大學或高中棒球選手，握力與揮棒速度具有顯著相關，下肢爆發力亦與揮棒表現有關 (Spaniol, 2002; Spaniol et al., 2006; Spaniol, 2007; Reed et al., 2012; Szymanski et al., 2008)，可知體能訓練仍為打擊訓練非常重要之基礎。

評估棒球打擊表現之方法，包含檢視打擊動作之揮棒速度、擊球角度、球擊出之初速、擊球距離、擊球落點、方向、打擊率等。過去研究指出，揮棒的快慢與打擊率有顯著相關，揮棒時間愈短 (揮棒速度愈快)，選球時間就越長，可偵測更多球的資訊，打擊率亦愈高 (龔榮堂，2006)。陳河吉等人 (2011) 則從生物力學角度針對 9 名國中層級棒球隊先發選手進行觀察，發現打擊者擊中球的瞬間，手肘角度越大，擊球後球的初速越快，其擊球距離也越遠。上述結果亦符合陳書瑋等人 (2013) 的觀點，即採用揮棒速度、擊球飛行速度等方式，是為較客觀且易測量打擊能力之方法。透過體能訓練可增進棒球選手在打擊動作中

所需要的各項體能基礎 (李明憲, 2002; 潘安亮、劉雅甄, 2013), 而優秀運動員的優異體能可表現出更高效的神經肌肉控制策略, 使他們能夠在動態運動環境中維持更好的姿勢和核心穩定性, 以展現更為穩定的運動表現 (Zemková & Zapletalová, 2022)。

在評估棒球選手擊球初速的研究中, Carrol 等人 (2023) 針對大學棒球運動員進行打擊測驗的評估, 投手站在距離打擊約 15 英尺 (約 4.5 公尺) 處, 站在安全網後方, 投球保持約 19 mph (約時速 30 公里), 選手可以自行決定是否揮擊, 完成 10 次揮擊的平均擊球初速為 84.69 ± 3.79 mph, 即時速 136.30 ± 6.10 公里。而 Bannister 等人 (2024) 針對 129 名中學棒球選手 (15.5 ± 3.0 歲) 所進行的實驗中, 就打擊結果顯示, 中學生的平均擊球初速為 74.8 ± 11.7 mph (時速 120.38 ± 18.83 公里), 最高初速則為 78.5 ± 9.6 mph (時速 126.33 ± 15.45 公里), 但論文內容看不出是揮擊打擊座上的球或者發球機的球。Felion 與 DeBeliso (2020) 則以 12 名年齡介於 14 至 18 歲的中學棒球選手進行 6 週的核心阻力訓練, 其打擊座的擊球初速由前測的 69.7 ± 6.6 mph (時速 112.17 ± 10.62 公里) 進步為 72.8 ± 5.8 mph (時速 117.16 ± 9.33 公里), 可知中學生的擊球初速大約在每小時 112~126 公里的範圍。

動作學習中的穩定性是指學習者在重複執行動作技能時, 在面對內在或外在干擾因素下, 仍然能夠維持一致的動作結果。根據動力系統理論 (Dynamical Systems Theory), 動作穩定性亦可從吸引子狀態 (attractor states) 的角度來理解, 當學習者達到熟練階段時, 其動作模式會形成穩定的吸引子, 能夠抵抗小幅度的擾動並自動回歸到原有的動作軌跡。Scholz 和 Schöner (1999) 提出的非控制流

形 (uncontrolled manifold, UCM; 亦見 Latash et al., 2002; Latash, 2024) 假說進一步闡釋了動作穩定性的機制，強調神經系統會組織多個自由度來穩定任務相關的表現變數，同時允許任務無關變數的變異。此外，Bernstein (1967) 的動作自由度問題也指出，熟練的動作表現需要在眾多可能的動作解決方案中找到有效的協調模式，以達到穩定的動作結果，是一種殊途同歸的表現。這些理論基礎說明了動作變異性在動作學習與控制過程中扮演著關鍵角色，是造成動作結果穩定的來源。

第二節 運動視覺、眼動行為及視覺訓練對打擊表現之影響

一、運動視覺與眼動行為對打擊表現之影響

在棒球運動中，從投手丘投到本壘板的距離是 18.44 公尺，將一顆時速 140 公里的四縫線快速球由投手投出後到達本壘的時間僅需 0.45 秒的時間 (Kishita et al., 2020)，打擊者必須在如此短的時間內作出判斷並擊球 (與否)，可見視覺能力對於棒球打擊表現有至關重要之影響。傳統認知的訊息處理觀點指出，在運動過程中所使用的視覺技能稱為運動視覺 (Sports vision)，屬於較高層次之視覺能力 (Loran & Macewen, 1997)，包括有靜止視力 (Static visual acuity)、動體視力 (Dynamic visual acuity, DVA)、深度知覺 (Depth perception)、手眼協調 (Hand-eye coordination)、周邊視覺 (peripheral vision)、視覺化能力 (visualization)、聚焦調節能力 (Focus Flexibility)、對比感度 (Contrast Sensitivity) 以及視覺集中力

(Visual Concentration) 等 (林明聲, 1999; 陳俊汕, 2005; 劉強等人, 2000), 對運動表現有很大的影響 (Wilson & Falkel, 2004)。其中動體視力 (DVA) 乃是測量個體之中樞神經系統對於移動中物體的速度進行預測, 並調整視覺系統, 以使物體影像能夠在中央窩有足夠的停留時間, 使得個體能知覺到物體細微部分的能力 (劉雅甄, 2003)。不同的運動視覺在不同的運動項目中有不同的影響, 例如桌球、羽球、網球, 和棒球等持拍或持球棒之運動, 更加注重的是選手的動體視力, 因為必須在短時間內處理視覺訊息, 正確且快速辨識運動中目標物的細微部分 (Tate, 2008), 並予以打擊或回擊。學者劉雅甄 (2006) 比較優秀選手 (中華成棒選手)、一般選手 (甲組成棒選手)、及非運動員之動體視覺, 結果顯示優秀和一般選手向右之動體視力優於非運動員, 而優秀選手更在其他面向的動體視覺 (向左、向上、向下、水平移動、垂直移動) 均優於其他兩組。此外, 中華成棒代表隊的動體視力與其打擊表現 (安打數、二壘打、全壘打、上壘率、打擊率等) 呈正相關、與三振數呈負相關 (劉雅甄, 2008)。國小層級的棒球隊員動體視力亦可透過適當的視覺訓練 (例彩球辨識) 來提升 (王宜民, 2021; 陳芊汎, 2016)。

然而, 根據直接知覺 (direct perception; Gibson, 1979) 提出的概念, 知覺與行動息息相關且相互影響, 知覺訓練及檢測應尋求與實際行動有關的內容, 才能真正反映知覺能力、或造成知覺能力進步 (Gray, 2021, 2022)。傳統訊息理論相關論文所檢測之視覺能力可視為與棒球情境無關之測量, 可能無法真正反映在場上觀察、追蹤球種的視覺能力 (Gray, 2021, 2022)。而前述優秀選手較佳 (劉雅甄, 2006; 劉雅甄, 2008) 或者經由練習可進步之動體視力 (王宜民, 2021; 陳

芋汎，2016)，其統計考驗未經多重考驗之校正，結果也可能僅是反映其優秀運動員或者練習過後在執行視覺任務有較佳的策略。

若以行動式眼動儀直接紀錄選手執行動作時的眼球運動 (eye movement)，或許更能檢視視知覺與動作配連之機制。眼動行為指的是眼球在觀察或注視物體時的運動模式和行為，包括眼球的注視點、眼球的移動速度、停留時間以及注視點之間的距離 (Kredel et al., 2023)。常見之眼動行為包含注視 (Fixation)、跳視 (Saccade)、視線追蹤 (Gaze Tracking)、眨眼 (Blinking)、以及視線偏移 (Gaze shifting) 等 (Vickers, 2007；Vickers et al., 2017)。而眼球的運動機制亦可區分為穩定點凝視點機制 (Gaze stabilizing mechanisms)，以及轉移凝視點機制 (Gaze shifting mechanisms) (Carpenter, 1988)，後者與運動情境中所需的眼動行為更為相關。轉移凝視點的機制亦可再分為兩種，一為跳視 (Saccade)，表示眼睛在不同凝視點之間的迅速移動，屬於最普遍的移動方式，且被認為是最快速的眼球運動，移動速率可達 $800^{\circ}/s$ (Zigmond et al., 1999)。另一種則為平滑追瞄移動 (smooth pursuit movement)，是一種為了追蹤某個正在移動物體的眼球運動，移動速率不超過 $100^{\circ}/s$ (Zaccara et al., 1991)。在運動場上，運動員使用眼動行為來保持穩定的視覺焦點在移動的球上 (注視)，準確追蹤球的軌跡 (眼球移動、視線追蹤、跳視等) 使他們能夠做出精確的判斷和行動。然而，但受限於儀器易受眨眼、周邊肌肉收縮之雜訊影響，仍有許多技術性問題須克服。

二、視覺訓練對打擊的影響

如前文所述，運動視覺與眼動行為對於運動表現有重要的影響，因此亦興

起透過視覺訓練來增進運動表現的探討 (Clark, 2012; Kohmura &Yoshigi, 2004; Kohmura 等人, 2019)。運動情境中的視覺訓練，依運動項目之型態有其不同重視之處，大致上可列出下列訓練之方向：(1) 動體視力訓練：動體視力是指運動員在運動中追蹤和預測運動物體的能力；其訓練方式包括追蹤移動球或對手，以提高反應速度和預測能力 (劉雅甄, 2003)。(2) 眼球運動訓練：這種訓練旨在提高眼球基礎的靈活性和協調性，使運動員可以進行眼球追蹤、焦點轉換和視野擴展的訓練，以應對運動場上不斷變化的情況；(3) 目標視覺訓練：這種訓練側重於提高運動員對特定目標的注意力。例如，在棒球中，打者可以練習專注於投手手中的球，以更好地判斷球的速度和方向；(4) 反應時間訓練：這包括訓練運動員對視覺刺激的快速反應，以在比賽中做出正確的決策。這可以透過反應時間測試和訓練來實現 (Clark, 2012)；(5) 周邊視覺訓練：這種訓練旨在提高周邊視覺的敏感度，它可以幫助運動員更好地感知和反應周圍環境的變化 (卓君晶、吳昇光, 2011)。

在 Kohmura 與 Yoshigi (2004) 的研究中，針對大學男子棒球運動員，實驗組一使用 SPEESION 電腦軟體，針對動體視力、眼球移動 (eye movement)、視覺範圍 (visual field) 等進行練習，而實驗組二則是進行兩種練習，一種為觀察發球機投球時速大約為 140 公里之練習，另一種為觀察並判斷來球球上之貼紙顏色，另有一組控制組沒有任何視覺訓練。研究結果顯示，使用一般測量儀器時，兩個實驗組在動體視覺或者立體動體視覺 (Kinetic visual acuity) 均未產生顯著變化；但透過 SPEESION 系統測試時，兩組在動體視力、眼球移動等項目皆有進步，尤其是實驗組一更在視覺範圍、移動知覺 (motion perception) 也都有進步。上述

實驗結果顯示，儘管是檢視與實際棒球動作無關之視知覺能力，仍有收到對檢測器材熟悉與否的影響，而所測得的視覺能力進步是否能真的反映在場上仍待研究。在 Clark (2012) 為大學棒球選手設計六週之視覺訓練中，包含手眼協調、圖像辨別、布洛格視覺訓練 (Brock String，主要針對視覺內聚能力)、掃視練習 (Saccades)、遠近訓練 (Near far training) 等，訓練後平均打擊率從 2010 年的 0.251，至 2011 年的 0.285，顯著提升了 0.034，長打率也從 0.372 提升至 0.404，進步了 0.033。

Kohmura 等人 (2019) 之研究對象為 46 名視力均在 1.0 (含戴眼鏡校正後) 或以上的無棒球經驗、或有初學棒球經驗者，將其分為 6 組：第一組觀察並打擊時速 100 公里之快速球，第二組僅觀察時速 100 公里之快速球，但不打擊；第三組觀察並打擊時速 115 公里之快速球，第四組僅觀察時速 115 公里之快速球、不打擊；第五組觀察並打擊時速 100 公里之曲球，第六組則為僅觀察時速 100 公里之曲球，但不打擊。在 4 週實驗介入之前、後，均進行打擊能力及視覺能力之測驗 (如圖 2- 2)。其中視覺能力之測驗為測量動體視力、深度知覺，以及手眼協調等。

圖 2- 2 Kohmura 等人 (2019) 之實驗介入與期程設計



Kohmura 等人 (2019) 之研究結果發現，訓練打擊時速 100 公里快速球組，於後測打擊時速 100 公里快速球打擊，以及時速 100 公里曲球之打擊表現上有顯著進步。訓練、打擊時速 115 公里快速球組，在後測中，僅於打擊時速 100 公里快速球之打擊表現有顯著改善，但在深度知覺有顯著進步。訓練打擊時速 100 公里曲球組，在打擊時速 100 公里曲球之打擊表現進步。三組視覺訓練組 (觀察但不打擊) 中，觀察時速 100 或 115 公里快速球組，分別在動體視力以及手眼協調進步；觀察時速 100 公里曲球但不打擊組，在打擊時速 100 公里快速球之打擊表現有顯著進步。

然而，和訊息處理理論相左，從生態心理學觀點來看，知覺與行動息息相關，知覺影響行動、而行動也會影響知覺 (Gibson, 1979)。視覺是知覺的重要來源，有經驗的運動員能夠偵測重要的訊息，協助其產生有效的動作。若將視覺知覺與行動的連結切斷，亦即只看不打的視覺訓練，對行動能產生的效果應當有限 (Gray, 2021, 2022)。

學者 Toole 與 Fogt (2021) 的回顧型綜評指出，打擊者大約追蹤了球離手後到本壘板前 2/3 的來球軌跡，接著再將視線轉離開球體 (跳視，Saccade)，改為注視於球棒觸球位置。這樣的型態是為了在一開始能有效擷取球種、球路等訊息，之後再快速預判、將注意力放到球棒觸球的位置，幫助揮棒。

綜合上述，打擊能力的進步，仍須大部分依賴打擊訓練，透過運動視覺訓練可能零星地不同練習情境下有進步，然而在視覺訓練介入前後，視覺方式除了動體視力有所改變外，其眼動行為之模式或策略是否有所改變，則仍待未來研究。上述研究之結果亦間接說明，或許僅檢視運動視覺並無法全面了解視

覺訓練後，運動員是哪方面的眼動行為有所進步，因而促成打擊能力的進步；因此，若能在檢測打擊能力時，同步追蹤打擊者眼睛追蹤來球的眼動型態，或許能夠幫助理解，但受限於未能取得器材，本研究無法進行此測量。無論如何，此訓練方式應用於專項棒球選手之成效為何，仍值得進一步探討。

而來球的使用上，有使用真實投手投球之方式，亦可使用發球機來投球之方式進行。依研究需求，因應無法有投手人力為每位訓練者投球，使用發球機可兼顧研究及現實的考量，發球機可設定固定的球種以及球速，每一顆球的品質與質量差異性也不大。然而發球機儘管已設定固定球速，仍會因為滾輪、皮帶轉動每次不同，造成球速上些許的差異，也因此能提供小幅度的變異性，是讓選手於訓練中產生適應性的良好方式，既能增加訓練的量，也能節省人力成本。因此，本研究使用發球機作為研究工具。

第三節滑球的重要性

滑球 (slider) 有「變化球的王道」之稱 (臺灣棒球維基館，2019)，是近代投手必備的球種之一。其握法為將食指與中指握於球的外側縫線上，出手時藉由手指向下施力，使球造成旋轉，在重力作用下亦產生有水平方向的分力，使球在進壘時才會往打者外角移動與下墜，藉以引誘打者出手打擊造成揮棒落空。此外，投手在投滑球與四縫線快速球的整體動作變化差異非常低，Fleising 等人 (2006) 在比較四縫線快速球與滑球投球動作之比較中，指出投手在投此兩種球種跨步期的前導腳著地點 (Foot contact)、手臂後拉期 (Arm cocking phase)、手臂

加速期 (Arm acceleration phase) ，以及球離手 (Ball release) 時間點等在運動學參數上並無顯著差異，可知滑球與四縫線快速球的出手動作相似度極高。此外，滑球速度亦是僅次於四縫線快速球的變化球種，讓打擊者不易在投手出手階段即分辨出球路，能增加打擊者無法順利打擊之機率。

根據學者曾慶裕 (1999) 提出，棒球投手、捕手配球模式中，使用橫向 (內、外角) 的變化，例如先投出外角四縫線快速球、接續投出內角滑球，再以外角滑球來引誘打擊者出棒，是主要模式之一；使用球速的變化所發生的時間差，來擾亂打擊者揮擊時間之判斷，亦是主要的模式之一。的確，蔡文星 (2005) 針對國外職棒投手松坂大輔在比賽中使用球種之分析研究指出，松坂大輔在用球數明顯偏多的賽局中，使用四縫線快速球 20 球 (佔 46.5%)，亦使用 20 球之滑球，同樣佔 46.5%。同樣地，蘇茂崧等人 (2007) 亦報告在世界棒球經典大賽中，日本隊投手之配球模式亦是以四縫線快速球與滑球為最常使用之球種。國內職棒投手郭俊麟在 2014 年 21U 棒球錦標賽中之投球中，以四縫線快速球與滑球搶下近七成的第一個好球數，以此兩類球種達到壓制對手打擊者的目的 (劉榮華，2016)。

球速方面，快速球作為投手最常用的球種，在不同競技層級展現出不同的球速範圍：大學層級約為 137-153 公里/時 (Fleisig et al., 2006)，小聯盟層級約為 142-148 公里/時 (Crotin et al., 2013)，而大聯盟層級則達到 145-164 公里/時 (Platt et al., 2021)。日本隊投手群在 2009 年世界棒球經典大賽中之最快球速介於 148 至 156 公里之間。反觀國內，根據湯文慈等人 (2009) 彙整不同層級棒球選手之最快球速，發現自大專棒球選手，乃至成棒、職棒選手投手之最快球速，平均介於

126 至 137 公里之間。相較之下，滑球作為一種重要的變化球，通常比同一投手的快速球慢約 5-12 mph (相當於 8-19.3 公里/時)，在大學層級的球速範圍約為 126-142 公里/時，小聯盟層級約為 129-138 公里/時，大聯盟層級則約為 135-148 公里/時 (Bahill & Baldwin, 2008; Wong et al., 2023)。由上述研究結果可知，投手交替使用四縫線快速球與滑球是在比賽中經常使用之配球方式，打擊者應多加練習針對此二類球種之打擊技術。此外，應就打擊者可能面對投手之最快球速進行練習，較可在實際比賽中應對不同球速之來球，因此本研究四縫線快速球與滑球的打擊訓練球速分別設定在 145 與 125 公里。而受日本研究 (Kohmura 等人，2019) 之啟發，將測驗的球速設定在相同與略低，即針對四縫線快速球包含時速 145 與 135 公里兩種，而滑球則包含 125 及 115 公里兩種。

第四節 本章小結

打擊者必須透過優異的視覺觀察能力，輔以高超純熟的打擊能力，包含揮棒速度能力，產生快速的擊球初速、擊球初速穩定性等，方能有優異且穩定的打擊表現。發球機是棒球打擊訓練中不可或缺的器材，棒球初學者在打擊曾練習過的、或更慢球速的快速球或曲球會有進步；視覺訓練 (只看不打) 能否增進打擊表現仍不明確。本研究希冀進一步了解，打擊或視覺訓練如何影響打擊表現，特別是應用於專項棒球選手之成效為何。四縫線快速球與滑球是投手最常搭配的配球策略，因此本研究針對有規律訓練之專項選手，以發球機進行四縫線快速球與滑球之打擊與視覺訓練。

第參章 研究方法

本研究透過打擊訓練與視覺訓練之介入，以瞭解介入後之打擊表現，本章共分列以下五節說明本研究之方法：一、實驗參與者；二、研究工具；三、實驗流程；四、打擊訓練與視覺訓練設計與實施，以及五、資料處理與分析。

第一節 實驗參與者

本研究以國立臺北科技大學附屬桃園農工高級中等學校棒球校隊之學生，共 15 位選手為實驗參與者。其年齡在 17 到 19 歲之間，棒球資歷含國中階段均達 3 年以上，於球隊中擔任之守備位置包含投手、內野手，以及外野手；每日訓練量平均為 3 小時以上，每週訓練至少 5 天。本研究之訓練地點位於實驗參與者平時訓練之室內球場進行。

在視覺訓練介入開始前，先將實驗參與者依其前測 (於台北大學運動中心地點進行) 所有測試 (包含時速 145、135 公里之四縫線快速球，以及 125、115 公里之滑球，每種情境各 3 顆球，細節見後續於實驗流程之描述) 的平均擊球初速，盡量平均分為「打擊組」、「視覺組」兩組。分組後打擊組 8 人，視覺組 7 人，兩組在平均擊球初速無顯著差異 ($t(13)=0.141, p=.899, d=5.73$)，實驗參與者基本資料如表 3-1。

由於本研究之實驗參與者均小於 20 歲，為符合人體實驗研究法規，須獲得參與實驗者家長之同意。本研究已將人體研究計畫書提送輔仁大學人體研究倫

理委員會審核，並獲得通過 (FJU-IRB F-014/20171109，如附錄)。

表 3-1 實驗參與者基本資料

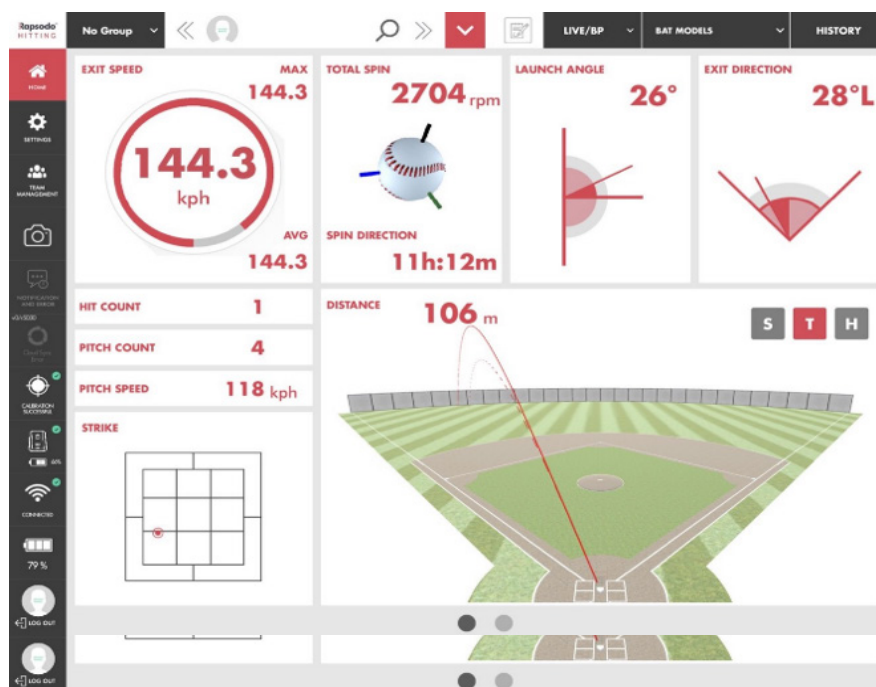
背景變項	打擊組 (n=8)	視覺組 (n=7)
年級		
一年級	2	1
二年級	4	5
三年級	2	1
守備位置		
投手	1	3
內野手	4	3
外野手	3	1
身份		
先發	5	6
替補	3	1
前測之平均擊球初速(公里/時)	120.89 ± 6.18	121.24 ± 5.16

第二節 研究工具

本研究使用工具名稱及型號分列如下：

- 一、三輪式發球機：布雷特 PM-17-3W，可依使用者需求投出不同球種以及不同球速之來球，本研究設定球種為四縫線快速球及滑球兩種，在訓練時球速設定為時速分別為 145 及 125 公里，在測驗時則設定為四縫線快速球分別為時速 145 與 135 公里，滑球為 125 及 115 公里。
- 二、Rapsodo Hitting 打擊尋跡系統：Rapsodo 2.0 可記錄打擊者之揮擊速度、擊球初速、擊球轉速、擊球後球旋轉方向、擊球飛行仰角、擊球方向等 (介面如圖 3-1)。本研究紀錄實驗參與者打擊時擊中三顆球之平均擊球初速、最高擊球初速，並計算其三顆球之擊球初速穩定性做為其打擊能力指標。
- 三、棒球協會規定之球棒：布雷特球棒為經棒球協會認證之球棒，為正式比賽使用球棒。
- 四、棒球協會規定之棒球：布雷特 BR100 BR200 為經棒球協會認證之球棒，為正式比賽使用球。
- 五、筆記型電腦及平板：apple mac、ipad。

圖 3- 1 打擊尋跡系統 Rapsodo 2.0



場地配置部份，正式比賽中投球板至本壘板之距離應為 18.44 公尺 (中華民國棒球協會規則，2024)，然投手投球動作中之跨步期，已然將球出手之位置往本壘板方向推進一定之距離。此外，依據 Fleisig 等人 (1999) 之研究結果，投手投球跨步時的步幅最大約為身高的 85%，而臺灣高中棒球運動員之平均身高約為 174 公分 (陳書瑋等人，2013)，故將發球機置於投球板前，與本壘板之距離訂為 16.96 公尺 ($18.44 - (1.74 \times 0.85)$)，出球口至地面垂直距離則設定為 116 公分，以模擬投手投球的距離及放球點；投球板前緣至 L 網距離則為 200 公分，場地配置如下圖 3-2。

圖 3-2 場地配置圖-發球機距離 (投手板至本壘板)



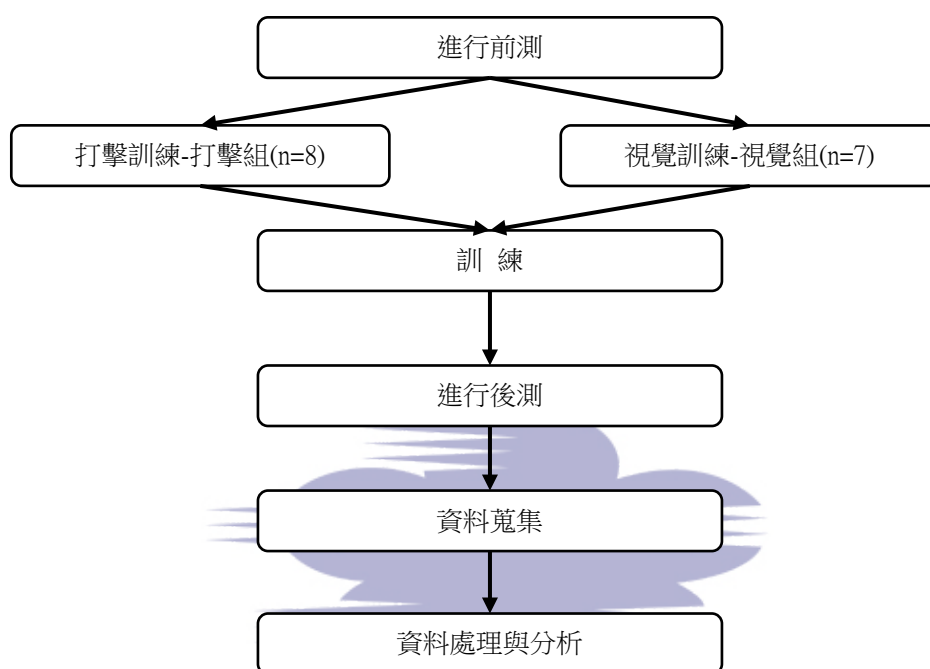
圖 3-3 場地配置圖-發球機高度



第三節 實驗流程

本研究之實驗流程分別為前測階段、訓練介入階段、後測階段，如圖 3-4，各階段說明如後。前、後測均於國立臺北科技大學附屬桃園農工高級中等學校棒球隊室內球場進行。

圖 3-4 研究流程



一、打擊表現：

採用 Rapsodo 打擊尋測系統，測量實驗參與者在不同球種、球速之擊球初速。打擊測驗共有四種，依照文獻 (例如湯文慈等人，2009)、比賽資訊及本人擔任高中棒球教練對投手球速之觀察，設定為時速 145 及

135 公里之四縫線快速球、125 及 115 公里及之滑球。每種球均由發球機發球，每種球資料之收集，以成功接收到 3 顆該種球之打擊資料為標準。此外，為消除打擊次序效果，亦將 15 名實驗參與者分為 4 組，每組 3 至 4 人，每組分別以不同順序進行測驗 (如表 3-2)。

圖 3-5 四縫線快速球、滑球示意圖

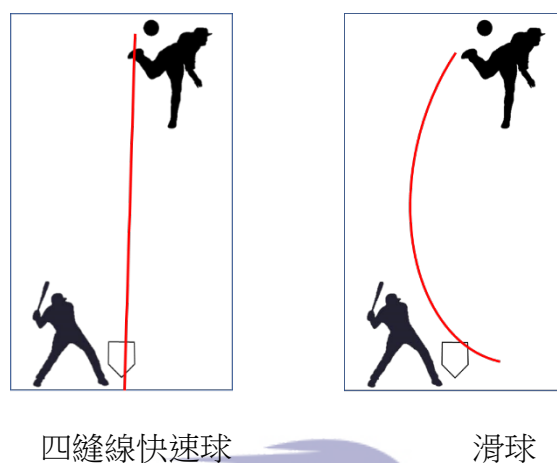


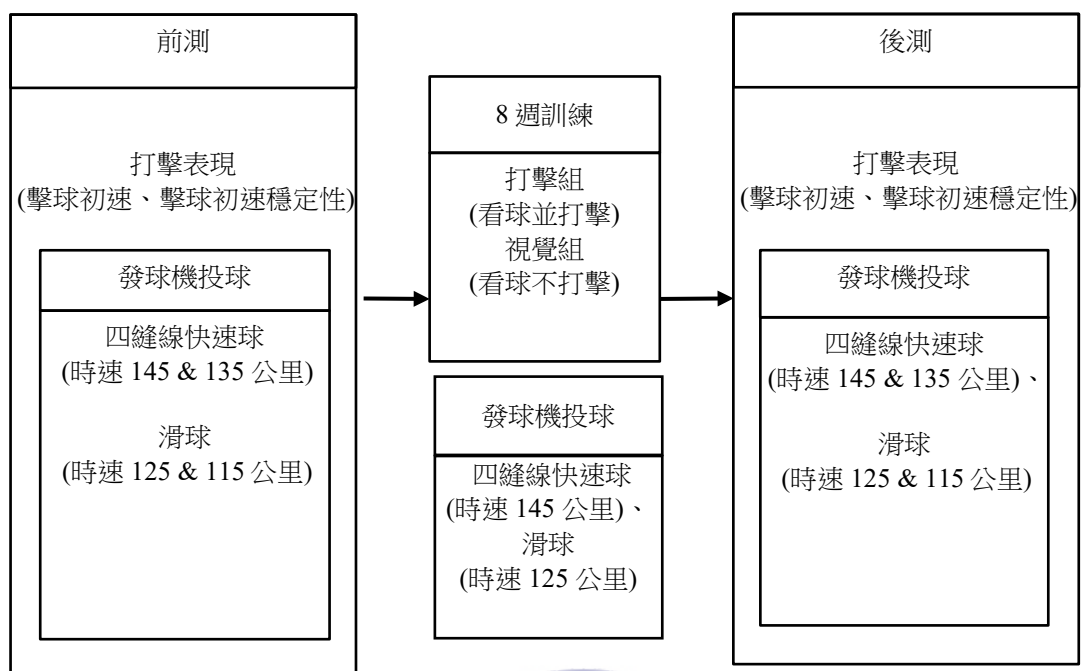
表 3-2 測驗順序安排表

順序	I	II	III	IV
實驗參與者 1~4	時速 145 公里 四縫線快速球	時速 135 公里 四縫線快速球	時速 125 公里 滑球	時速 115 公里 滑球
實驗參與者 5~8	時速 135 公里 四縫線快速球	時速 145 公里 四縫線快速球	時速 115 公里 滑球	時速 125 公里 滑球
實驗參與者 9~12	時速 125 公里 滑球	時速 115 公里 滑球	時速 145 公里 四縫線快速球	時速 135 公里 四縫線快速球
實驗參與者 13~15	時速 115 公里 滑球	時速 125 公里 滑球	時速 135 公里 四縫線快速球	時速 145 公里 四縫線快速球

二、測驗期程及訓練分組

本研究於前測後進行分組以及後續訓練，並在訓練介入後進行後測。

圖 3-6 測驗及訓練分配



(一) 訓練介入階段

本研究之訓練介入為打擊及視覺訓練，兩種訓練均為八週、每週兩次，實驗參與者依所編列組別 (打擊組或視覺組)，進行發球機投出四縫線快速球 (時速 145 公里)、滑球 (時速 125 公里) 之打擊練習或視覺練習，詳細訓練介入內容如下：

每次進行每回合 10 球、共 3 回合，總計 30 球之練習。各回合間休息 1 分鐘，初估每人每次練習約 15 分鐘。打擊訓練組進行觀察發球機之來球、並揮棒打擊之訓練。視覺訓練組則手持球棒站立於打擊區，觀察發球機之來球，但不揮棒打擊。時程安排上，為配合既定的訓練，打擊組於每週一及每週三分別進行時速 145 公里四縫線快速球練習及時速 125 公里之滑球練習；視覺組則於每週二及行週四分別進行觀看時速 145 公里四縫線快速球及 125 公里之滑球練習 (如下表 3-3)。

表 3-3 測驗與訓練之仔細內容及期程表

介入訓練 組別	第 0 週	第 1~8 週				第 8 週
		每週一 (打擊組)	每週二 (視覺組)	每週三 (打擊組)	每週四 (視覺組)	
打擊組 (8 人)	前測	時速 145 公里 四縫線快速球 - 觀察並打擊		時速 125 公里滑球 - 觀察並打擊		後測
視覺組 (7 人)		時速 145 公里 四縫線快速球 - 觀察不打擊		時速 125 公里滑球 - 觀察不打擊		

(二) 後測

於第 8 週結束後進行後測，測驗內容與地點均與前測相同。

第四節 資料處理與分析

本研究所取得的資料與數據儲存於 Excel 表格內，採用 SPSS 26.0 套裝軟體進行各項統計分析，探討 8 週打擊及視覺訓練之介入，是否對高中棒球選手打擊表現有不同影響，並輔以圖表分析方式呈現實驗參與者之各項結果。而原預計以完整收錄資料之每球種、每球速各 3 顆球平均作為前測結果，因有多球結果為滾地球，造成擊球表現變異過大，因此除了分析各情境平均之擊球初速及擊球初速變異性 (Coefficient of Variation, CV) 以外，並分析各情境最高擊球初速。統計方法部份，則以描述性統計及二因子混合設計多變量變異數分析將所測得之數據進行分析。

一、描述性統計

統計實驗參與者之基本資料，以及兩組在前後測打擊表現數據之平均數、標準差等結果。

二、二因子混合設計變異數分析

分析打擊組與視覺組之組間與組內打擊表現前後測之差異情形，含擊球初速平均、擊球初速穩定性，以及最高擊球初速等三項結果。若多變量統計效果顯著，再進行單變量之統計效果檢視，觀察打擊組與視覺組的組別因素與前後測的時間因子，及其之間的交互作用，若交互作用顯著，再進一步進行單純主要效果考驗。

三、本研究之各項統計考驗顯著水準均訂為 $\alpha = .05$ 。

第肆章 結果

本研究目的在於探討經過打擊及視覺訓練之高中棒球選手，對於其打擊不同球速之四縫線快速球以及滑球之打擊表現。經過 8 週之訓練介入，將選手前後測之資料登錄並進行分析，並就研究結果進行討論。本章包含研究結果及討論等節，研究結果包含第一節：打擊與視覺訓練對不同球種於不同球速之平均擊球初速之影響；第二節：打擊與視覺訓練對不同球種於不同球速之擊球初速穩定性之影響，以及第三節：打擊與視覺訓練對不同球種於不同球速之最高擊球初速之影響。

第一節 打擊與視覺訓練對不同球種於不同球速之平均擊球初速之影響

一、四縫線快速球

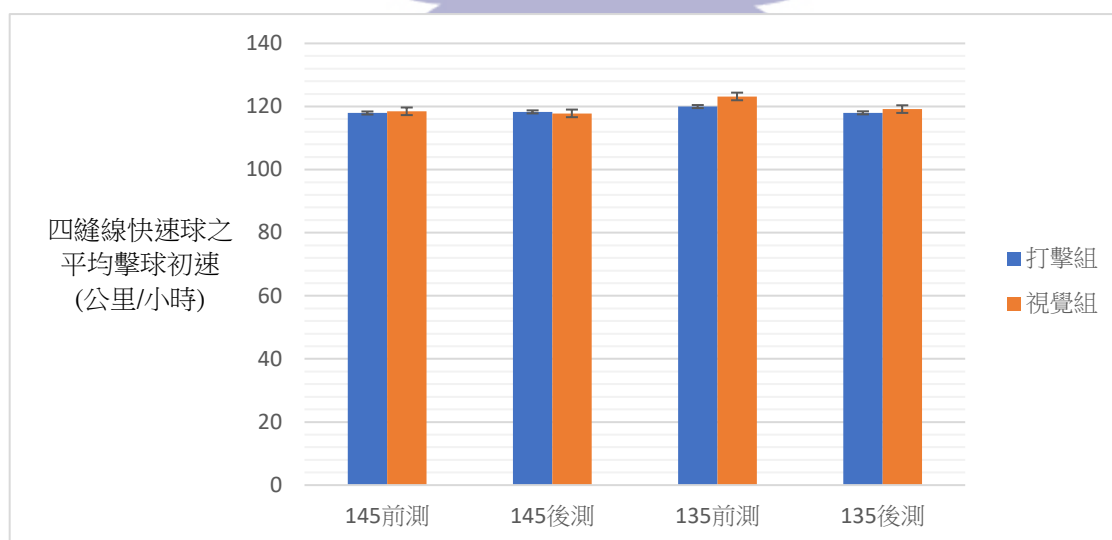
針對不同組別 (打擊組與視覺組) 在前後測中對快速 (時速 145 公里) 與慢速之四縫線快速球 (時速 135 公里) 平均擊球初速之描述性統計，如表 4- 1 所示。

表 4-1 不同組別在前後測中打擊不同球速四縫線快速球之平均擊球初速描述性統計

四縫線快速球之球速	測驗	打擊組 (n=8) 平均數 (標準差)	視覺組 (n=7) 平均數 (標準差)
時速 145 公里	前測	117.95 (10.83)	118.49 (7.92)
	後測	118.30 (8.48)	117.82 (8.95)
時速 135 公里	前測	119.98 (6.94)	123.19 (7.46)
	後測	118.00 (5.27)	119.18 (7.44)

以多變量變異數分析檢驗兩組於前測、後測之平均擊球初速改變程度，結果顯示組別未顯著 ($\lambda=0.950$, $F_{(2, 12)}=.315$, $p=.735$, $\eta_p^2=.050$)，測驗主效果亦未達顯著 ($\lambda = 0.814$, $F_{(2, 12)}=1.371$, $p=.291$, $\eta_p^2=.186$)，顯示前測與後測在平均擊球初速的表現無明顯改變；測驗與組別的交互作用也未達顯著 ($\lambda = 0.966$, $F_{(2, 12)}=.209$, $p=.815$, $\eta_p^2=.034$)，說明訓練前後不同組別的改变趨勢並不顯著 (如圖 4-1 所示)。

圖 4-1 兩組在前後測打擊不同球速四縫線快速球的平均擊球初速



二、滑球

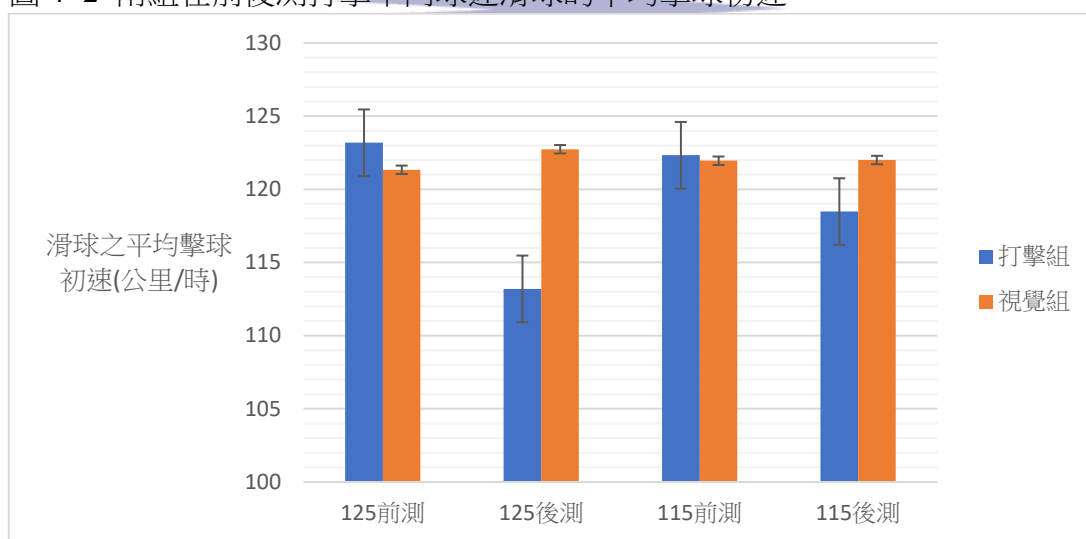
針對不同組別 (打擊組與視覺組) 在前後測中對快速 (時速 125 公里) 與慢速滑球 (時速 115 公里) 平均擊球初速之描述性統計，如表 4-2 所示。

表 4-2 不同組別在前後測中打不同球速滑球之平均擊球初速描述性統計

滑球之球速	測驗	打擊組 (n=8) 平均數 (標準差)	視覺組 (n=7) 平均數 (標準差)
時速 125 公里	前測	123.18 (7.71)	121.33 (4.66)
	後測	113.20 (8.52)	122.74 (3.47)
時速 115 公里	前測	122.33 (6.68)	121.95 (9.81)
	後測	118.48 (4.81)	122.00 (6.36)

以多變量變異數分析檢驗兩組於前測、後測滑球擊球初速穩定性改變程度，結果顯示組別主效果未達顯著 ($\lambda = 0.761$, $F_{(2, 12)} = 1.887$, $p = .194$, $\eta_p^2 = .239$)，測驗主效果亦不顯著 ($\lambda = .821$, $F_{(2, 12)} = 1.307$, $p = .307$, $\eta_p^2 = .179$)，表示整體前後測中無顯著變化；而測驗與組別的交互作用亦未達顯著 ($\lambda = .737$, $F_{(2, 12)} = 2.140$, $p = .160$, $\eta_p^2 = .263$)，顯示兩組在擊球初速穩定性改變趨勢無顯著差異。

圖 4-2 兩組在前後測打擊不同球速滑球的平均擊球初速



第二節 打擊與視覺訓練對不同球種於不同球速之打擊擊球初速穩定性之影響

一、四縫線快速球

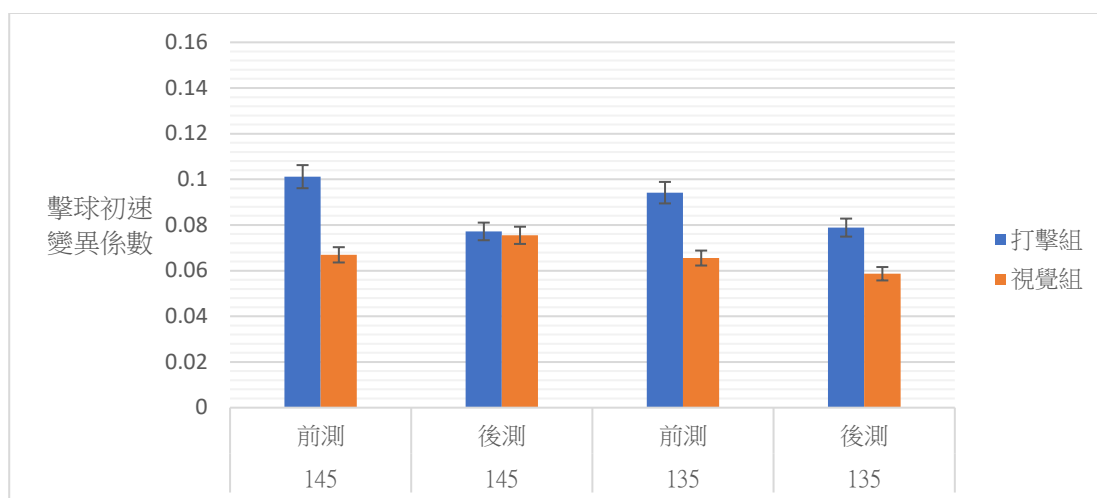
針對不同組別 (打擊組與視覺組) 在前後測中對快速 (時速 145 公里) 與慢速 (時速 135 公里) 四縫線快速球打擊之擊球初速穩定性描述性統計，如表 4- 3 所示。

表 4- 3 不同組別在前後測中打不同球速四縫線快速球之擊球初速穩定性描述性統計

四縫線快速球之球速	測驗	打擊組 (n=8) 平均數 (標準差)	視覺組 (n=7) 平均數 (標準差)
時速 145 公里	前測	.101 (.069)	.669 (.461)
	後測	.077 (.035)	.076 (.043)
時速 135 公里	前測	.094 (.059)	.066 (.030)
	後測	.079 (.021)	.059 (.036)

以多變量變異數分析檢驗兩組於前測、後測之擊球初速穩定性改變程度。分析結果顯示組別未顯著 ($\lambda = 0.736$, $F_{(2, 12)} = .079$, $p = .159$, $\eta^2 = .264$)，測驗主效果亦未達到顯著 ($\lambda = 0.959$, $F_{(2, 12)} = .254$, $p = .780$, $\eta^2 = .041$)，顯示前測與後測在擊球初速穩定性的表現並無明顯改變；測驗與組別的交互作用亦不顯著 ($\lambda = 0.945$, $F_{(2, 12)} = .347$, $p = .714$, $\eta^2 = .055$)，表示訓練前後不同組別的改变趨勢不顯著。

圖 4-3 兩組在前後測中打快與慢速四縫線快速球的最佳擊球初速穩定性



二、滑球

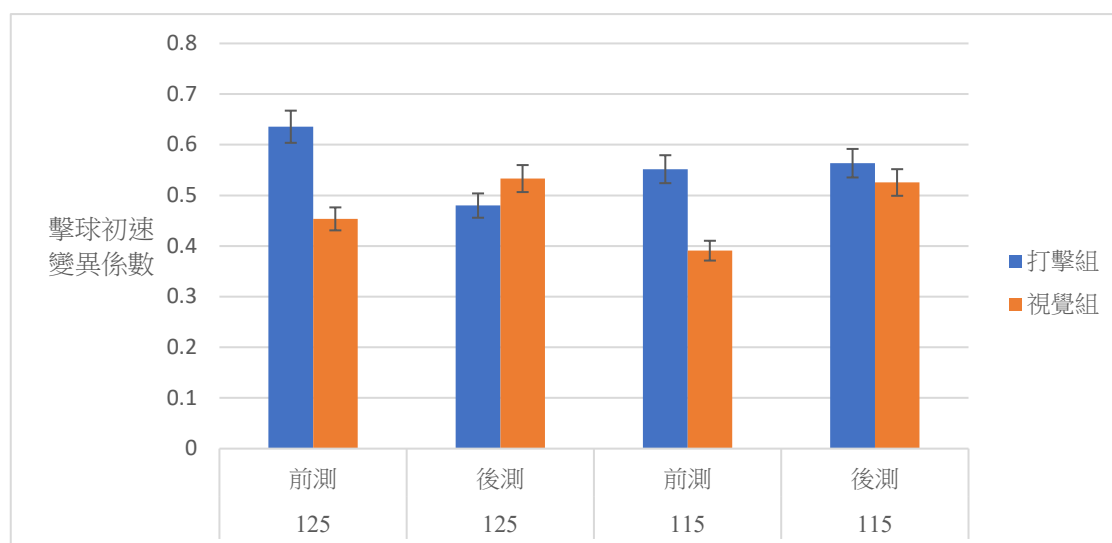
本研究針對不同組別 (打擊組與視覺組) 在前後測中對快速 (時速 125 公里) 與慢速 (時速 115 公里) 滑球打擊擊球初速穩定性比較之描述性統計如表 4-4。

表 4-4 不同組別在前後測中打不同球速滑球之擊球初速變異係數的描述性統計

滑球之球速	測驗	打擊組 (n=8) 平均數 (標準差)	視覺組 (n=7) 平均數 (標準差)
時速 125 公里	前測	.041 (.034)	.043 (.020)
	後測	.049 (.033)	.047 (.033)
時速 115 公里	前測	.059 (.037)	.044 (.033)
	後測	.077 (.075)	.043 (.023)

以多變量變異數分析檢驗兩組於前測、後測滑球擊球初速穩定性改變程度，結果顯示組別主效果未達顯著 ($\lambda = 0.911$, $F_{(2, 12)} = .583$, $p = .573$, $\eta^2 = .089$)，測驗主效果亦不顯著 ($\lambda = .893$, $F_{(2, 12)} = .721$, $p = .506$, $\eta^2 = .107$)，表示整體前後測中無顯著變化；而測驗與組別的交互作用亦未達顯著 ($\lambda = .932$, $F_{(2, 12)} = .438$, $p = .656$, $\eta^2 = .068$)，顯示兩組在擊球初速穩定性改變趨勢無顯著差異。

圖 4-4 兩組在前後測中打不同球速滑球的擊球初速變異係數



第三節 打擊與視覺訓練對不同球種於不同球速之最高擊球初速之影響

一、四縫線快速球

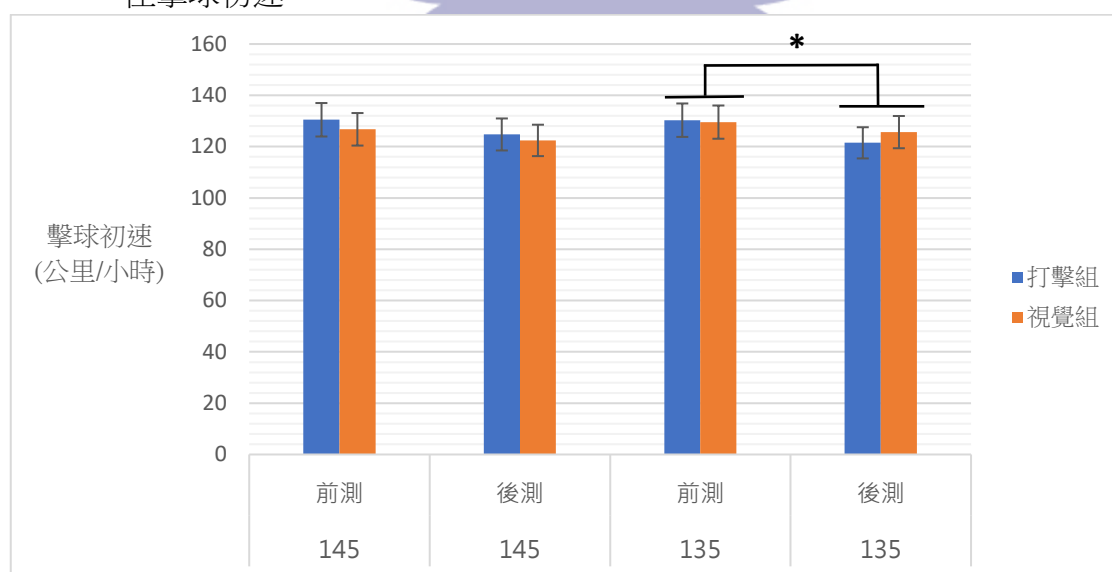
針對不同組別 (打擊組與視覺組) 在前後測中對快速 (時速 145 公里) 與慢速之四縫線快速球 (時速 135 公里) 最高擊球初速之描述性統計，如表 4-5 所示。

表 4- 5 不同組別在前後測中打擊不同球速四縫線快速球之最高擊球初速描述性統計

四縫線快速球之球速	測驗	打擊組 (n=8) 平均數 (標準差)	視覺組 (n=7) 平均數 (標準差)
時速 145 公里	前測	130.48 (16.67)	126.76 (11.85)
	後測	124.75 (8.45)	122.43 (5.82)
時速 135 公里	前測	130.31 (8.76)	129.56 (8.81)
	後測	121.49 (9.42)	125.66 (7.40)

以多變量變異數分析檢驗兩組於前測、後測之最佳擊球初速改變程度，結果顯示測驗主效果顯著 ($\lambda=0.600$, $F_{(2, 12)}=3.998$, $p=.047$, $\eta_p^2=.400$)，進一步以單變量變異數分析檢視快球與慢球之測驗主效果。結果顯示在快球沒有效果 ($F_{(1, 13)}=1.313$, $p=.272$, $\eta_p^2=.092$)，但在慢球反而在後測速度顯著下降 ($F_{(1, 13)}=7.910$, $p=.015$, $\eta_p^2=.378$)。多變量變異數分析結果在組別沒有主效果 ($\lambda=0.889$, $F_{(2, 12)}=0.753$, $p=.492$, $\eta_p^2=.111$)，也沒有測驗與組別的交互作用 ($\lambda=0.916$, $F_{(2, 12)}=0.753$, $p=.592$, $\eta_p^2=.084$)。

圖 4- 5 兩組在前後測打擊四縫線快速球 145 公里與四縫線快速球 135 公里的最佳擊球初速



二、滑球

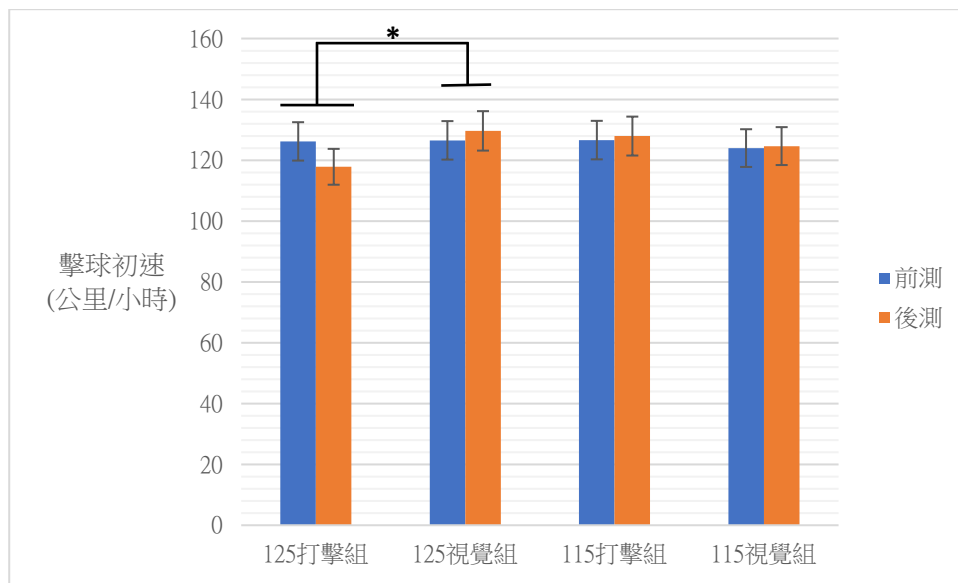
針對不同組別 (打擊組與視覺組) 在前後測中對快速滑球 (時速 125 公里) 與慢速滑球 (時速 115 公里) 最高擊球初速之描述性統計，如表 4-6 所示。

表 4-6 不同組別在前後測中打不同球速滑球之最高擊球初速描述性統計

滑球之球速	測驗	打擊組 (n=8) 平均數 (標準差)	視覺組 (n=7) 平均數 (標準差)
時速 125 公里	前測	126.18 (10.70)	126.52 (7.11)
	後測	117.83 (7.75)	129.64 (6.60)
時速 115 公里	前測	126.61 (9.40)	123.98 (13.27)
	後測	127.93 (17.00)	124.64 (8.52)

以多變量變異數分析檢驗兩組於前測、後測之最高擊球初速改變程度，結果顯示組別主效果顯著 ($\lambda=0.563$, $F_{(2, 12)}=4.650$, $p=.032$, $\eta_p^2=.437$)，進一步以單變量變異數分析檢視快球與慢球之效果，結果顯示在快球有組別效果 ($F_{(1, 13)}=5.292$, $p=.039$, $\eta_p^2=.289$)，視覺組有較大的初速；但在慢球兩組沒有差異 ($F_{(1, 13)}=0.386$, $p=.545$, $\eta_p^2=.029$)。多變量變異數分析結果在測驗沒有主效果 ($\lambda=.954$, $F_{(2, 12)}=0.289$, $p=.754$, $\eta_p^2=.046$)，也沒有測驗與組別的交互作用 ($\lambda=.819$, $F_{(2, 12)}=1.324$, $p=.302$, $\eta_p^2=.181$)。

圖 4- 6 兩組在前後測打擊不同球速滑球的最高擊球初速



第伍章 討論

本研究探討經過 8 週打擊與視覺訓練介入後，對訓練有素的高中棒球選手在打擊不同球速之四縫線快速球及滑球的打擊表現變化。以下分別就不同訓練對平均與最快擊球初速、以及擊球初速穩定性加以討論。

第一節 不同訓練對擊球初速之影響

針對平均擊球初速部分，本研究結果顯示兩組參與者在打擊時速 145 公里四縫線快速球的前後測平均擊球初速，打擊組約為 118 公里左右，組內標準差約介於 8-11 公里；視覺組之平均擊球初速亦約 118 公里，組內標準差約介於 8-9 公里。打擊時速 135 公里四縫線快速球的前後測，打擊組約介於 118 至 120 公里左右，組內標準差約介於 5-7 公里；視覺組之平均擊球初速約介於 119-123 公里左右，組內標準差為 7.4 公里左右。此外，打擊時速 125 公里快速滑球的平均擊球初速打擊組前後測介於 113 至 123 公里，組內標準差約介於 7-9 公里；視覺組前後測則介於 121-123 公里，組內標準差約 4-6 公里。在打擊時速 115 公里滑球的平均擊球初速之結果，打擊組前後測約介於 118 至 122 公里，組內標準差約介於 5-7 公里；視覺組之前後測則約為 122 公里，組內標準差介於 6-10 公里。此擊球初速範圍均符合針對中學生的文獻，例如 Bannister 等人 (2024) 報告 15.5 ± 3.0 歲選手的平均擊球初速為 120.38 ± 18.83 公里、Felion 與 DeBeliso (2020) 報告 14-18 歲選手使用打擊座擊球的擊球初速在核心訓練後進步至約 117.16 ± 9.33 公里。

然而，無論是任何訓練，對兩組在不同速度、前後測均沒有任何顯著效果，推測應該是數據標準差的範圍過大。對比於上述文獻 (Bannister et al., 2024; Felion & DeBeliso, 2020)，本研究數據之標準差仍符合上述文獻報告範圍。Bannister 等人(2024) 並未報告如何給球、Felion 與 DeBeliso (2020) 則是要求選手揮擊打擊座的球，仍是分別有將近 20 及 10 公里的組內標準差，顯示在這個年紀階段的選手，不論是面對本研究設定的投球球速範圍或者打擊座，仍有明顯的個別差異。

在平均擊球初速沒有任何效果的結果亦與先前文獻 (Kohmura 等，2019) 不同，推測也可能是跟實驗設計、評量擊球表現方式有關。相較於 Kohmura 等人 (2019) 的研究，本研究的球速明顯較高 (快速球 145/135 公里相對於 115/110 公里)。Kohmura 等人 (2019) 揮擊表現的測量因針對初學者而訂，參與者每個情境下必須揮擊 20 次，若是揮棒落空得 0 分、擦棒界外球 (球擦到球棒後擊中防護網) 得 1 分、界外球 (球擊出後落在界外區域) 得 2 分、飛球得 3 分、滾地球 4 分，安打或平飛球得 5 分，以總計得分作為打擊能力測驗的總分。而在我們的研究中，選手須成功打到球才收錄其擊球初速，且僅收錄 3 次揮擊。此外，本研究的參與者為高中菁英棒球選手，他們具有較長的訓練時間和較高的基礎水平，其平常訓練量可能因為遠高於本研究的介入訓練量 (平常打擊訓練每日約 200 顆球相對於一週兩次、每次 30 顆球)，時間上亦有明顯差異 (每日 3 小時相對於一週兩次、每次 15 分鐘)，因此可能削弱了訓練介入的效果大小。

針對最快擊球初速部分，本研究結果顯示兩組參與者在打擊時速 145 公里四縫線快速球的前後測最快擊球初速，打擊組約介於 125-130 公里，組內標準差約

介於 8-17 公里；視覺組約介於 122-127 公里，組內標準差介於 6-12 公里。而參與者在打擊時速 135 公里四縫線快速球的最快擊球初速的前後測中，打擊組約介於 121 至 130 公里，組內標準差約介於 7-9 公里；而視覺組之最快擊球初速約介於 126-130 公里，組內標準差約 7-9 公里。此外，打擊時速 125 公里快速滑球的最快擊球初速前後測之結果，打擊組介於 118 至 126 公里，組內標準差約介於 7-11 公里；視覺組約介於 127-130 公里，組內標準差約為 7 公里。打擊時速 115 公里滑球的最快擊球初速之前後測顯示，打擊組約介於 127-128 公里，組內標準差約 124-125 公里；視覺組約介於 124-125 公里，組內標準差介於 9-13 公里。此最快擊球初速以及標準差範圍亦符合 Bannister 等人 (2024) 的報告，其範圍為 126.33 ± 15.45 公里。

然而，此結果亦不符合文獻 (Kohmura 等，2019)，推測原因除了上述實驗設計、測量方式不同以外，還有可能反映其他因素的影響。首先，訓練負荷與疲勞因素可能影響後測表現。根據 Bompa 與 Haff (2009) 的訓練理論，高強度訓練後若未給予充分恢復時間，可能導致暫時性表現下降。本研究的參與者均是高中棒球校隊的選手，每週五天均進行至少三小時的訓練，又加上研究執行期間趨近比賽期間，因此可能選手在後測時處於疲勞狀態，是兩組在打擊相對常遭遇的四縫線快速球球速 (135 公里) 會有最快擊球初速普遍下降的可能原因。Gray (2002) 的研究也指出，棒球打擊是一項對時間控制極為敏感的任務，疲勞狀態下對球路的時間判斷可能受到更大影響。因此，未來研究若針對專項選手進行訓練，需更加考量訓練總量，不宜造成選手額外負荷。

第二，訓練可能改變了選手的注意力分配方式。根據文獻探討檔案中提到

的楊清瓏 (1997) 觀點，棒球打擊過程是由一連串的身體動作組成，包含打擊準備階段、重心轉移階段、跨步階段、揮擊階段、延伸階段和餘勢階段等。訓練過程中，選手有可能更專注於改善這些技術要點，暫時犧牲了打擊力量或速度。Castaneda 與 Gray (2007) 的研究也發現，當打擊者將注意力轉向動作過程而非結果時，可能導致打擊表現暫時下降。

研究結果的解釋還需考慮本研究的方法，因考量若擊出滾地球會造成擊球初速穩定性有極大變異，我們進一步只看最快擊球初速，後測結果呈現無顯著差異 (面對時速 145 公里四縫線快速球) 甚至下降 (面對時速 135 公里四縫線快速球)。而針對滑球，打擊組後測有明顯的下降，擊球初速由時速 126 公里下降至 118 公里；視覺組則是沒有明顯變化 (前測時速 126 公里，後測時速 129 公里)，因此相較之下產生組別差異。此外，根據動作發展理論之論點來看，動作發展過程中可能出現「U 型學習曲線」現象 (Thelen et al, 1991)。是指發展新協調形態、學習新技能或調整既有技能時，表現可能先下降後提升。本研究中 8 週的訓練期可能處於技術調整的過渡期，導致打擊初速暫時下降。而這與 Williams 與 Ward (2003) 的研究一致，他們發現視覺感知訓練在初期可能導致運動表現暫時下降，視覺感知訓練目的是提升打擊者在擊球瞬間、防守與判斷等動作中對視覺資訊的接收、處理與應用能力。這類訓練不僅針對「眼睛的功能」，更強調「眼睛與身體協調」的整體性表現，也利用與學習於打擊練習與守備接球練習，因為選手需要時間整合新獲得的視覺策略與既有的動作模式。

第二節 不同訓練方式對打擊擊球初速穩定性的影響

本研究在擊球初速穩定性的分析中未發現顯著效果，此結果可能反映了動作學習中技能水準與穩定性表現之間的複雜關係。數據顯示，無論面對四縫線快速球或滑球，參與者的平均擊球初速穩定性均呈現較低水準，且標準差數值偏大，顯示組內個體間存在顯著的表現變異。根據 Schmidt 和 Lee (2019) 的動作學習理論，技能穩定性的建立需要經過充分的練習與適應過程，而非僅憑藉既有的基礎能力即可達成。Bernstein (1967) 在其經典的運動控制理論中指出，複雜動作技能的掌握涉及多個自由度的協調與控制，當面對新的任務約束時，即使是熟練的運動員也需要重新組織其動作模式以達到穩定的表現水準。

本研究招募的優秀高中棒球選手雖具備基本擊球能力，但在面對特定球種與球速時，從認知心理學觀點來看，其動作控制可能尚未達到 Fitts 和 Posner (1967) 所描述的自動化階段。視覺組參與者接受切斷知覺與行動的訓練模式後，雖能成功擊中球體，但這種「勉強接觸」的表現狀態反映了 Newell (1991) 限制理論中所描述的現象：當任務限制超出學習者當前能力範圍時，動作表現的變異性會顯著增加。Davids 等人 (2008) 進一步強調，在動態系統中，個體、任務與環境約束的交互作用會影響動作穩定性的表現，這可能解釋了本研究中個體間與情境間變異過大而未產生統計效果的現象，暗示參與者需要更多特定情境下的練習才能建立穩定的動作模式。

第陸章 結論與建議

第一節 結論

本研究以國立臺北科技大學附屬桃園農工高級中等學校棒球校隊之學生為對象，探討打擊與視覺訓練對打擊表現之影響。實驗參與者共 15 人，分為「打擊組」與「視覺組」，進行為期八週的訓練介入，並透過前後測方式評估打擊表現之變化。根據實驗結果顯示，實驗參與者在平均擊球初速及其穩定性，都沒有顯示任何效果。最高擊球初速方面，兩組均在打擊比訓練更慢的球速 (時速 135 公里) 四縫線快速球時下降；打滑球時則是只看不打的視覺組比打擊組有夠好表現。然而上述結果或許亦受到打擊角度影響，例如角度較低之滾地球，或角度較高之內野高飛球，而影響其測驗效果。



第二節 建議

雖然本研究結果不如預期，但仍可就方法提出以下實務應用建議。首先，訓練計劃應採用階段性設計，配合棒球球賽之賽季，以不增加原有訓練總量的前提下增加每次訓練介入之時間、訓練頻率、甚至訓練總量。此乃因考慮到技術調整可能導致短期表現下降，教練應將訓練計劃分階段實施，並在比賽季前給予足夠的適應時間。Bompa 與 Haff (2009) 建議，技術調整應在準備期進行，並給予 4-6 週的適應期，以便技能穩定後再進入比賽期。

其次，本研究無法明確指出訓練或視覺訓練對打擊表現較有益處，亦無法確定視覺組是否有按照指導語確實追蹤發球機發出的球，未來研究或許可以在球上貼不同顏色貼紙、數字或符號，要求參與者口頭報告其觀察到的顏色或數字符號，以確認其視覺訓練的執行品質。

第三，應針對不同球種設計特定訓練方案，例如增加更高球速、滑球品質提高 (例如進壘曲度增加)，以及增加其他球種之視覺訓練介入。Gray (2009) 建議，針對不同球種設計特定的視覺-動作訓練，可提高選手對各類球種的適應能力。

最後，評估打擊表現應採用多種指標，可使用不同精密儀器測量。教練可能也能考量擊球初速之外的其他指標，如擊球角度、擊球點等，以全面評估打擊表現。Adair (2002) 也強調，評估打擊表現需綜合考量多種物理參數，而非單一指標。現代棒球分析工具如 HitTrax 或 Rapsodo 等可提供更全面的打擊數據，有助於更精確評估訓練效果。



參考文獻

中文部份

- 王宜民 (2021)。視覺訓練對桃園大勇國小棒球選手動體視力之影響。臺北市立大學。臺北市。
- 中華民國棒球協會 (2024)。中華民國棒球協會規則
http://www.ctba.org.tw/file/rules_2024.pdf
- 李明憲 (2002)。基本體能對棒球選手打擊成績之影響。體育學報，(33)，251-261。
- 林明聲 (1999)。運動視覺訓練法。臺南市：信宏。
- 林德隆 (1997)。棒球員左右打擊能力之比較研究。未出版之碩士論文，國立臺灣師範大學，臺北市。
- 卓君晶、吳昇光 (2011)。運動視覺在競技運動上的應用。大專體育，(117)，70-76。
<https://doi.org/10.6162/SRR.2011.117.11>
- 孟峻瑋、林郁翔 (2014)。臺灣棒球百年大世紀。學校體育，(144)，55-61。
- 蘇茂崧、張家銘、王金成、陳良乾 (2007)。世界棒球經典大賽日本隊投手對中華隊配球模式之分析及預測。嘉大體育健康休閒期刊，6(1)，99-108。
- 莊林貴 (1991)。棒球打擊揮棒時間相關因素的探討。一品文化事業公司。
<https://books.google.com.tw/books?id=EfjxkQEACAAJ>
- 許樹淵 (1976)。棒球打擊動作之力學論述。體育學報，7，1-10。
- 陳芊汎 (2016)。介入視覺訓練對國小棒壘球選手動體視力之影響。臺北市立大學。臺北市。
<https://hdl.handle.net/11296/usjd6b>
- 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。
- 陳河吉、王宏正、楊文添、張家豪 (2011)。棒球揮擊動作對打擊表現之影響－以國中選手為例。運動教練科學，(21)，57-66。
<https://doi.org/10.6194/scs.2011.21.05>
- 陳俊汕 (2005)。運動視覺與選擇性注意的機轉及其在運動上的應用。大專體育

- (78), 200-209。
- 陳冠任 (2006)。樂在樂樂棒球的打擊。國教新知。
- 陳書瑋、湯文慈、詹智能 (2013)。棒球運動科學選材之探討。中華體育季刊，27(2)，167-173。https://doi.org/10.6223/qcpe.2702.201306.0909
- 陳國華 (1980)。棒球打擊技術與理論之研究。國立台灣師範大學體育學會。
- 曾慶裕 (1999)。棒球投捕手配球戰術探討。大專體育，46，47-49。
- 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
- 湯文慈、龔榮堂、陳建銘、江宜玲 (2009)。台灣優秀成棒投手球速與上肢等速肌力之關係。大專體育學刊，11(1)，83-92。
- 楊清瓏 (1997)。棒球〔攻擊〕，國立體育學院。桃園縣。
https://hdl.handle.net/11296/464et3
- 楊賢銘 (1996)。棒球。國立體育學院運動教練研究所碩士論文，未出版。桃園縣：國立體育學院。
- 葉志仙 (1989)。棒球運動守備戰術之理論與實際。一品文化事業有限公司。
- 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。
- 臺灣棒球維基館 (2023，10 月 25 日)。滑球。
https://twbsball.dils.tku.edu.tw/wiki/index.php?title=%E6%BB%91%E7%90%83
- 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。
- 劉強、鍾宇政、張德照 (2000)。運動視覺之初探。大專體育，47，53-58。
https://doi.org/10.6162/srr.2000.47.18
- 劉雅甄 (2003)。動體視力在運動中的意義與應用。中華體育季刊，17(2)，57-65。
- 劉雅甄 (2006)。不同水準棒球員動體視力之比較。運動教練科學，(6)，95-104。
- 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。
- 劉榮華 (2016)。臺灣投手郭俊麟配球模式之研究：以 2014 年第一屆世界 21U 棒球錦標賽為例。國立臺灣體育運動大學體育學系學刊，15，72-94。

蔡文星 (2005)。日本投手松坂大輔配球模式之研究-以 2003 年第廿二屆亞洲棒球錦標賽為例。國立臺灣體育學院碩士論文，未出版。臺中市，國立臺灣體育學院。

龔榮堂 (2003)。不同重量球棒之揮棒速度研究。大專體育學刊。

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。



英文部份

- Adair, R. K. (2002). *The physics of baseball (3rd ed.)*. Harper Collins.
- Bahill, A. T., & Baldwin, D. G. (2008). *Mechanics of Baseball Pitching and Batting*. In *Applied Biomedical Engineering Mechanics* (pp. 445-488). CRC Press.
- Bannister, B. S., Phillips, J., Jensen, M. R., Bruneau, M. L., Waterman, W., West-Sell, S. A., & Jensen, C. D. (2024). Kinematic Sequencing Of A Baseball Swing: Does Segment Order Influence Exit Velocity?: 2726. *Medicine and science in sports and exercise*, 56(10S), 995-995.
- Bernstein, N. A. (1967). *The Co-ordination and Regulation of Movements*. Pergamon Press.
- Bompa, T. O., & Haff, G. G. (2009). *Periodization: Theory and methodology of training (5th ed.)*. Human Kinetics.
- Buscemi, A., Mondelli, F., Biagini, I., Gueli, S., D'Agostino, A., & Coco, M. (2024). Role of sport vision in performance: systematic review. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, 9(2), 92.
- Carpenter, R. H. (1988). *Movements of the Eyes*, 2nd Rev. Pion Limited.
- Carrol, A., Krupp, T., Tucker, K., Siekirk, N.J., & Kendall, B.J. (2023). The Relationship between Cognition, Preseason Hitting Assessments, and In-Game Batting Performance in Collegiate Baseball and Softball Players. *International journal of exercise science*, 16(6), 23-30.
- Castaneda, B., & Gray, R. (2007). Effects of focus of attention on baseball batting performance in players of differing skill levels. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 29(1), 60-77.

- Clark, J. F., Ellis, J. K., Bench, J., Khoury, J., & Graman, P. (2012). High-Performance Vision Training Improves Batting Statistics for University of Cincinnati Baseball Players. *PLOS ONE*, 7(1), e29109.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0029109>
- Chen, Y. H., Lee, P. H., Lu, Y. W., Huang, S. K., & Yen, N. S. (2017). Contributions of Perceptual and Motor Experience of an observed action to anticipating its result. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 43(2), 307-316.
- Chen, Y. H., Chang, C. Y., Huang, S. K., & Yen, N. S. (2020). Nonlinear engagement of action observation network underlying action anticipation in players with different levels of expertise. *Human Brain Mapping*, 41, 5199-5214.
- Chen, Y. H., Chang, C. Y., & Huang, S. K., (2022). Strike or ball? Batters know it better: An fMRI study of action anticipation in baseball players. *Cerebral Cortex*, bhac271.
- Crotin, R. L., Bhan, S., Karakolis, T., & Ramsey, D. K. (2013). Fastball velocity trends in short-season minor league baseball. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(8), 2206-2212.
- Davids, K., Button, C., & Bennett, S. (2008). *Dynamics of skill acquisition: A constraints-led approach*. Human Kinetics.
- DeRenne, C., Morgan, C. F., Hetzler, R. K., & Taura, B. T. (2007). A state analysis of high school coaching certification requirements for head baseball coaches. *The Sport Journal*, 10(3).
- DeRenne, C., Morgan, C., Hetzler, R. K., & Taura, B. T. (2008). National and state youth baseball coaching requirements: a state case study. *The Sport Journal*,

11(2).

- Felion, C. W., & DeBeliso, M. (2020). The effects of core training on high school baseball performance. *Athens J. Sports*, 7, 173-188.
- Fitts, P. M., & Posner, M. I. (1967). *Human performance*. Brooks/Cole.
- Fleisig, G. S., Kingsley, D. S., Loftice, J. W., Dinnen, K. P., Ranganathan, R., Dun, S., ... & Andrews, J. R. (2006). Kinetic comparison among the fastball, curveball, change-up, and slider in collegiate baseball pitchers. *The American journal of sports medicine*, 34(3), 423-430.
- Gibson, J. J. (1979). *The Ecological Approach to Visual Perception*. Boston, USA. Houghton Mifflin Company.
- Gray, R. (2002). Behavior of college baseball players in a virtual batting task. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 28(5), 1131-1148.
- Gray, R. (2009). A model of motor inhibition for a complex skill: Baseball batting. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 15(2), 91-105.
- Gray, R. (2021). *How we learn to move: A revolution in the way we coach & practice sports skills*. (n.p.): Perception Action Consulting & Education LLC.
- Gray, R (2022). *Learning to Optimize Movement: Harnessing the Power of the Athlete-Environment Relationship* (p. 323). Kindle Edition.
- Kishita, Y., Ueda, H. & Kashino, M. (2020). Eye and Head Movements of Elite Baseball Players in Real Batting. *Front. Sports Act. Living* 2:3. doi: 10.3389/fspor.2020.00003
- Kohmura, Y., Nakata, M., Kubota, A., Aoba, Y., Aoki, K., & Murakami, S. (2019). Effects of batting practice and visual training focused on pitch type and speed

- on batting ability and visual function. *Journal of Human Kinetics*, 70(1), 5-13.
- Kohmura, Y., & Yoshigi, H. (2004). Training effects of visual function on college baseball players. *Human Measurement Performance*, 1, 15-23.
- Kredel, R., Hernandez, J., Hossner, E.-J., & Zahno, S. (2023). Eye-tracking technology and the dynamics of natural gaze behavior in sports: an update 2016–2022. *Front. Psychol.* 14:1130051. doi: 10.3389/fpsyg.2023.1130051
- Latash, M. L. (2024). Brief History of the Uncontrolled Manifold Hypothesis and Its Role in Motor Control. *Brazilian Journal of Motor Behavior*, 18(1), e433-e433.
- Latash, M. L., Scholz, J. P., & Schöner, G. (2002). Motor control strategies revealed in the structure of motor variability. *Exercise and sport sciences reviews*, 30(1), 26-31.
- Loran, D. F. C., & Macewen, C. J. (1997). *Sports Vision*. Butterworth-Heinemann.
- Newell, K. M. (1991). Motor skill acquisition. *Annual Review of Psychology*, 42(1), 213-237.
- Platt, B. N., Zacharias, A. V., Conley, C., Hislop, L., Bedi, A., & Makhni, E. C. (2021). Association between pitch break on the 4-seam fastball and slider and shoulder injury in major league baseball pitchers: a case-control study. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 9(9), 23259671211038961.
- 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.
- Reed, C. A., Ford, K. R., Myer, G. D., & Hewett, T. E. (2012). The effects of isolated and integrated ‘core stability’ training on athletic performance measures: a

- systematic review. *Sports medicine*, 42, 697-706.
- Schmidt, R. A., & Lee, T. D. (2019). *Motor learning and performance: From principles to application* (6th ed.). Human Kinetics.
- Scholz, J. P., & Schöner, G. (1999). The uncontrolled manifold concept: Identifying control variables for a functional task. *Experimental Brain Research*, 126(3), 289-306.
- Spaniol, F. J. (2002). Physiological predictors of bat speed and throwing velocity in adolescent baseball players. *J Strength Cond Res*, 16(4), 6.
- Spaniol, F. J. (2007). Physiological characteristics of NAIA intercollegiate baseball players. *J Strength Cond Res*, 21(4), E25.
- Spaniol, F. J., Bonnette, R., Melrose, D., & Bohling, M. (2006). Physiological predictors of bat speed and batted-ball velocity in NCAA Division I baseball players. *J Strength Cond Res*, 20(4), e25.
- Szymanski, D. J., DeRenne, C., & Spaniol, F. J. (2009). Contributing factors for increased bat swing velocity. *The 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), 971-980E.
- Tate, B., Paul, M., & Jaspal, S. (2008). The impact of visual skills training program on batting performance in cricketers. *Serbian Journal of Sports Sciences*, 2(1), 17-23.
- Tate, B., Paul, M., & Jaspal, S. (2008). The impact of visual skills training program on batting performance in cricketers. *Serbian Journal of Sports Sciences*. *Serbian Journal of Sports Sciences*, 2(1), 17-23.

- Thelen, E., Ulrich, B. D., & Wolff, P. H. (1991). Hidden skills: A dynamic systems analysis of treadmill stepping during the first year. *Monographs of the society for research in child development*, i-103.
- Toole, A. J., & Fogt, N. (2021). Review: Head and Eye Movements and Gaze Tracking in Baseball Batting. *Optometry and Vision Science*, 98(7), 750-758.
<https://doi.org/10.1097/OPX.0000000000001721>
- Vickers, J. N. (2007). *Perception, Cognition, and Decision Training: The Quiet Eye in Action*. Human Kinetics.
<https://books.google.com.tw/books?id=2iVyZNLnVxMC>
- Vickers, J. N., Vandervies, B., Kohut, C., & Ryley, B. (2017). Chapter 1 - Quiet eye training improves accuracy in basketball field goal shooting. In M. R. Wilson, V. Walsh, & B. Parkin (Eds.), *Progress in Brain Research* (Vol. 234, pp. 1-12). Elsevier. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/bs.pbr.2017.06.011>
- Williams, A. M., & Ward, P. (2003). *Perceptual expertise: Development in sport*. In J. L. Starkes & K. A. Ericsson (Eds.), *Expert performance in sports: Advances in research on sport expertise* (pp. 219-249). Human Kinetics.
- Wilson, T. A., & Falkel, J. (2004). What is sports vision. *SportsVision: Training for better performance*, 1-32.
- Wong, R., Laudner, K., Amonette, W., Vazquez, J., Evans, D., & Meister, K. (2023). Relationships between lower extremity power and fastball spin rate and ball velocity in professional baseball pitchers. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 37(4), 823-828.
- Zaccara, G., Baldini, S., Gangemi, P. F., Messori, A., Parigi, A., & Nencioni, C. (1991). A new method for analyzing smooth-pursuit eye movements: Description of a

microcomputer program and evaluation in healthy volunteers. *The Italian Journal of Neurological Sciences*, 12, 537-544.

Zemková, E. & Zapletalová, L. (2022). The Role of Neuromuscular Control of Postural and Core Stability in Functional Movement and Athlete Performance. *Front. Physiol.* 13:796097. doi: 10.3389/fphys.2022.796097

Zigmond, M. J., F. E. Bloom, S. C. Landis, J. L. Roberts, and L. R. Squire (eds.): 1999, *Fundamental Neuroscience*, Academic Press, New York, NY, esp. pp. 855–992.



附錄 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：C110182
- 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：羅傑/國立體育大學 競技與教練科學研究所
- 五、計畫名稱：針對不同球種及球速之打擊及視覺訓練對揮棒表現之影響
- 六、計畫書版本/日期：第三版，2022/05/26
- 七、受試者說明暨同意書版本/日期：第三版，2022/05/26
- 八、計畫執行地點：
 1. 國立台北科技大學附屬桃園農高級中等學校室內打擊場
 2. 國立體育大學心理學實驗室
- 九、研究方式/工具：招募廣告：第二版，2022/05/26
- 十、追蹤審查頻率：1 年 1 次

上述計畫業於 111 年 06 月 13 日經本委員會審查通過，本通過證明有效期限自 111 年 06 月 13 日 至 112 年 06 月 12 日有效，主持人最遲應於本通過證明有效期限前 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。

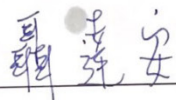
計畫執行期間，若有嚴重不良反應事件或其他無法預期情況，計畫主持人需依相關規定向本委員會通報。

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，本通過證明自本委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



111 年 06 月 13 日

FJU-IRB F-034 /20201110

Fu Jen Catholic University Institutional Review Board

510 Chung Cheng Rd, Hsinchuang District, New Taipei City 242062, Taiwan
TEL : 886-2-2905-6277, FAX : 886-2-2903-3546

Certificate of Approval

- I. FJU-IRB NO : C110182
- II. Study Institution(s): Graduate Institute of Athletics and Coaching Science/
National Taiwan Sport University
- III. Investigator : Assistant professor Yin-Hua Chen
- IV. Research team member(s) : Chieh Lo/Graduate Institute of Athletics and
Coaching Science/ National Taiwan Sport University
- V. Title of protocol : Effects of Batting Practice and Visual Training Focused on
Pitch Type and Speed on Batting Performance
- VI. Protocol Version : 第三版, 2022/05/26
- VII. Informed Consent Form : 第三版, 2022/05/26
- VIII. Place of execution(s) :
 - 1. 國立台北科技大學附屬桃園農高級中等學校室內打擊場
 - 2. 國立體育大學心理學實驗室
- IX. Study Tools : Recruitment Version: 第二版, 2022/05/26
- X. Frequency of Interim Report : one year
- XI. Study Approval Period : 2022/06/13~2023/06/12

The protocol has been approved by the Institutional Review Board of Fu Jen Catholic University. The committee is organized under, and operates in accordance with Regulations of Fu Jen Catholic University and governmental laws and regulations. Continuing Review Application should be submitted to Institutional Review Board no later than 4 weeks before current approval expired. The investigator is required to report protocol amendment and serious adverse events in accordance with the Fu Jen Catholic University and governmental laws and regulations.


Chair's Signature

Institutional Review Board

06/13/2022
Date (mm / dd / yyyy)