

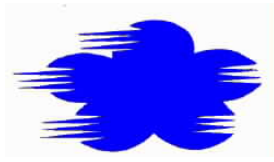
國立體育學院教練研究所碩士論文

複合式訓練對高中棒球投手 動力與球速之影響

**The Effect of Complex Training on Power and Ball Velocity of Senior
High School Baseball Pitchers**

國立體育學院
N.C.P.E.S.
指導教授：張嘉澤 博士
研 究 生：王嘉吉 撰

中 華 民 國 九 十 六 年 六 月



國立體育學院
NATIONAL COLLEGE OF PHYSICAL EDUCATION
AND SPORTS, TAIWAN, REPUBLIC OF CHINA

複合式訓練對高中棒球投手 動力與球速之影響

摘要

棒球投手的專項動作是非常短暫、快速且具爆發性的，故需加強動力(爆發力)的訓練，而動力=力量×速度，可藉由加強這兩項要素，已提升動力表現，進而改善球速，而複合式訓練主要就是結合一般阻力訓練和伸展縮短理論 SSC 的訓練方式，以同時加強力量和速度，故本研究目的在於探討高中棒球投手接受複合式訓練後對其上、下半身的最大力量、動力、球速和 30m 速度之影響。本研究以 9 名高中棒球投手為對象，其平均年齡 17 ± 0.8 、身高 177.88 ± 3.44 、體重 74.38 ± 9.99 、訓練年數 5 ± 2.62 ，訓練時間為一週三次共五週的複合式訓練。應用重複量數單因子變異數分析探討 5 週上、下半身動力、球速、30m 速度之適應變化。應用相依樣本 t 檢定探討上、下半身最大力量之前測和後測差異，顯著水準 $\alpha=0.05$ 。

主要研究結果顯示：一、五週訓練後上、下半身的最大力量與訓練前達顯著之進步 ($p<0.05$)。二、五週訓練後上、下半身的動力與訓練前達顯著之進步 ($p<0.05$)。三、五週訓練後投球球速與訓練前達顯著之進步 ($p<0.05$)。四、五週訓練後 30m 速度與訓練前達顯著之進步 ($p<0.05$)。從以上結果可以得知在準備期時，可應用複合式訓練來提升高中棒球投手的力量、動力、速度、和球速表現。

關鍵詞：棒球、動力、伸展縮短循環、複合式訓練、增強式訓練。

The Effect of Complex Training on Power and Ball Velocity of Senior High School Baseball Pitchers

Abstract

Baseball pitcher's specific movements are very short, quick and explosive. Therefore, it has to strengthen power (explosive) training. Power is strength $\times$ speed which could be enhanced by strengthening two element, and then improving throwing ball velocity. Complex training was combined general resistance and stretch-shortening cycle training that strengthened strength and speed simultaneously, thus the purposes of this study was to evaluate the effects of complex training on maximum strength, power of upper and lower body, ball velocity and 30m sprint velocity of senior high school baseball pitchers. Nine excellent senior high school baseball pitchers were recruited for this study that were 17 ± 0.8 years old, 177.88 ± 3.44 cm in height, 74.38 ± 9.99 kg in weight, and trained for 5 ± 2.62 years. The complex training program was set up three times a week for 5 week. The data were analyzed by paired t-test, one-way ANOVA with repeated measures by SPSS 12.0 and significant level was $\alpha = 0.05$.

The major results of this study were summarized as followed: 1. The maximum strength of upper and lower body had significant progress after 5-weeks training ($p < 0.05$). 2. The power had significant progress after 5-weeks training ($p < 0.05$). 3.

Throwing ball velocity had significant progress after 5-week training ($p<0.05$). 4. 30m sprint velocity had significant progress after 5-week training ($p<0.05$). In conclusion, we can imply complex training to enhance strength, power, speed and throwing ball velocity in the preparation period.

Key words: baseball, power, stretch-shortening cycle, complex training, plyometric training.



致 謝

在碩士求學的這兩年時光，每一階段都有不同的學習經驗、感想和不同的心情，而陪伴支持我一路走來的朋友、老師和家人，先在此真誠表達對他們萬分的謝意。此篇論文之所以能順利如期完成，首先要感謝指導教授張嘉澤博士對於研究過程中的殷切指導、鞭策與鼓勵，並提供良好的建議以及相關文獻和資訊，也同時訓練學生能有獨立思考的能力，且於研究過程中，不時關切協助研究進度，促使本研究能如期完成，心中充滿感激。本論文並承呂欣善教授、龔榮堂副教授、詹元碩助理教授撥空指教斧正，使其更臻完善。

在兩年的求學期間感謝教練研究所的季力康所長、湯文慈老師等師長和月娥姐助教的教導和協助，實驗室的學長姐麟棋、純玉、麗敏、復興、蕙真、易軒、金榮、銘正、世文等；學弟妹建達的實驗協助、月琪的論文校正、雅陵、翠娟、嬌娟、炳宏、紫君、光宇、佐吉、威達及同班的實驗室好伙伴基豐、煥清、廷玉、佳慧和夫妻檔金龍、碧燕老師的指點和幫忙，使我裨益良多，及好友錦祥、良偉、威君、任賢和銘峰的關心與鼓勵，讓我倍感溫馨。另外，特別感謝桃園農工棒球隊的林明輝教練和陳炳男教練鼎力相助，謝謝你們。

最後，本論文謹獻給我最愛的家人爸爸、媽媽、姐姐與哥哥，由於你們默默地在背後鼓勵與支持給予我在遇到挫折時，產生動力的來源，讓嘉吉在研究所的努力求學期間，無後顧之憂，能夠全心全意順利完成研究所的學業，特將此榮耀與你們一同分享！

目 錄

中文摘要	I
英文摘要	II
致謝	IV
目錄	V
表目錄	VII
圖目錄	VIII
第壹章 緒論	1
第一節 研究背景	1
第二節 研究動機	2
第三節 研究目的	5
第四節 研究範圍	6
第五節 名詞解釋	6
第貳章 文獻探討	9
第一節 一般阻力訓練對棒球投手球速、最大力量 與動力影響之研究	9
第二節 伸展縮短循環(SSC)訓練對棒球投手球速 最大力量與動力影響之研究	13
第三節 複合式訓練對最大力量與動力影響之研究	22
第四節 文獻總結	26
第參章 研究方法與步驟	27
第一節 研究對象	27
第二節 實驗時間及地點	28
第三節 實驗儀器與設備	29

第四節	實驗步驟與設計-----	30
第五節	實驗流程-----	36
第六節	資料處理與統計分析-----	37
第肆章	結果與討論-----	38
第一節	複合式訓練對最大力量之影響-----	39
第二節	複合式訓練對動力之影響-----	42
第三節	複合式訓練對球速之影響-----	50
第四節	複合式訓練對 30m 速度之影響-----	54
第伍章	結論與建議-----	56
第一節	結論-----	56
第二節	建議-----	58
參考文獻	-----	60
一	中文部分-----	60
二	外文部分-----	60
附錄		
一	運動專項能力診斷疾病調查表-----	71
二	受試者同意書-----	72

表 目 錄

表 3-1	受試者基本資料-----	27
表 3-2	實驗時間與內容-----	28
表 3-3	複合式阻力訓練方式、內容和流程-----	35
表 4-1	上半身最大力量之統計資料表-----	39
表 4-2	下半身最大力量之統計資料表-----	41
表 4-3	4 種不同重量藥球投擲測試之平均數與標準 差-----	43
表 4-4	下半身動力測試之統計資料表-----	47
表 4-5	投球球速測試之統計資料表-----	50
表 4-6	30 公尺速度之統計資料表-----	54



圖 目 錄

圖 3-1	實 驗 流 程 圖 -----	36
圖 4-1	五週複合式訓練不同藥球重量速度平均值之變化--	44
圖 4-2	負 荷 - 速 度 曲 線 -----	45
圖 4-3	前測與第五週(後測)之 CMJ 高度 -----	48
圖 4-4	前測與五週訓練之球速平均值變化 -----	51
圖 4-5	生 物 適 應 程 序 -----	52
圖 4-6	前測與第五週(後測)之球速 -----	53
圖 4-7	前測與第五週(後測)之 30 公尺速率 -----	55



第壹章 緒論

第一節 研究背景

在一場棒球比賽中，投手就操縱了 60～75% 的勝利因素 (Kindall, 1993)，這不僅僅在四級棒球，甚至是最高水準的職業棒球也是如此，可見投手在隊伍中的角色是多麼重要。出色的投手須具備投球速度、控球和策略能力，而投手具備速球之能力，往往是各國職業隊所要發掘的主要因素之一，尤其我國三位旅美投手王建民、郭泓志、曹錦輝在美國職棒大聯盟能有優異表現，其因素除了具備應有的控球能力外，就是擁有 150 公里以上的直球速度，可以在關鍵時刻與打者對決，因如果投手球速的增加，可讓打擊者減少判斷打擊與否的時間，增加威脅性，所以投球速度是我國投手必須要注重及加強的專項能力。我國基層棒球投手具備優異的潛力及發展性，但是常發生許多年輕選手在訓練中因不適當的訓練或過度使用導致受傷而影響未來之發展的情況，龔榮堂、林華韋 (2003) 也提到許多基層教練不了解人體成長發育及週期性的原則，引起少年及青少年因過度訓練所造成身體傷害，及變型的臨床病例比例增多。故期盼基層的棒球教練在訓練應用實務上、訂定訓練處方時能夠訓練科學化，讓選手們可以在成長的階段都有最佳的發展和接受完善的訓練計畫，使我國基層棒球運動發展及國際比賽成績能夠更加進步。

第二節 研究動機

在現今各種運動蓬勃發展的時代，國外的競技運動團隊講究的是訓練科學化，爲了有效訓練運動員使其表現能夠提升，許多新的訓練方式和原理接二連三地被提出，且被實際運用在訓練上，再加上運動科學的進步，使得訓練的型態和計劃的實施更有效率，所以在棒球選手的阻力訓練週期計劃安排上，教練和訓練者需針對每個訓練階段之目的、所需之力量型態、動作特性，來設計阻力訓練的方式，在訓練方式制定時，主要先了解運動時所產生的一些生理機制和肌肉收縮基礎原理後，在發展出新的訓練模式來提升運動員的基礎、專項能力，進而提高運動表現。

在棒球運動中，投手的專項動作是非常短暫、快速且具爆發性的，其投球動作原理中，是運用開放式動力鏈的過程中，肢體部位逐漸的將動力傳遞到連接的肢體，以便讓末端的肢體能發揮先前傳遞的動力，以右投手爲例：投球動作的開始，是藉由左腿的抬起後，向前跨步產生地面反作用力後產生動力，在藉由臀、腰部的旋轉，將動力傳遞到上半身，而最後加速期主要是上半身肌肉離心收縮後，在整合先前所傳遞的動力，進行快速的向心收縮將球投出，Jobe, Moyne, Tibone and Perry(1984)提到手臂的加速度階段，在於三頭肌向心收縮延展手肘，Dillman, Fleisig and Andrews(1993)指出要正確和有效的投球，肩膀的內旋轉(離心)到手肘開始延展(向心)之間的時間必須短暫快速，避免動力流失，所

以若要提昇投手的專項表現，必須要求肌肉組織在離心至向心收縮階段具備在最短時間內產生最大力量輸出的能力，在眾多的體能要素中又以速度(Speed)、力量(Force)和耐力(Endurance)三者為達到高水準表現為重要因素，Bompa (1994)指出棒球是屬於加速度及投擲力量(acceleration power)的運動項目。所以訓練時應注意力量與速度的加強和之間的配合，產生最佳的爆發力，故爆發力是影響棒球投手球速表現的關鍵因素之一，而爆發力=力量(strength)×速度(speed)，也稱動力(power)，可藉由增加力量或速度這兩方面要素來加強，但在動力訓練上之重點常放在力量提升、肌肉增大和肌肉適應能力上，卻忽略了速度的部份，造成不能有效加強神經肌肉系統的適應及改善肌肉收縮速度，而無法滿足具快速、爆發性動力特性的棒球投手之專項動作需求，因身體只能於神經系統所控制的速度範圍內動作，動作的速度受到神經肌肉協調影響，故根據動力產生原理，須先加強投手的最大力量後，再加強其肌肉神經傳導能力，增加動作速度以達到最佳的訓練效果，在一般棒球運動的加強動力訓練概念上，都是先在準備訓練週期時以高強度一般性阻力訓練加強選手之最大力量能力後，在專項期藉由一些增強式訓練(plyometric training)、藥球訓練等來加強改善神經肌肉功能，這兩種理論是最常應用在發展動力輸出能力的訓練方式，故許多學者針對其高強度阻力訓練後，可增加運動單位的招募等的生理功能，改善最大肌力，再以SSC為原則的訓練方式加強肌肉離心收縮時彈性能的儲存，適當的肌

梭反射和降低高爾肌腱器的抑制，故提出先進行一組高強度的一般阻力訓練如：仰臥推舉、腿部推舉後，在接著執行與該阻力訓練相似的生物力學動作與特性之應用 SSC 原理之訓練如：藥球訓練、下半身增強式訓練，可兼顧訓練最大力量和速度，加強動力輸出之能力，進而改善運動員之動力表現，Chu(1996)提到這種在實施阻力訓練時，將重量訓練和增強式訓練結合在一起的訓練型態，就稱之為複合式訓練(complex training)。

現今的訓練注重的是高質量、高效率，故許多的學者應用複合式訓練，來同時加強構成動力中的兩項要素：力量和速度的能力，以提升訓練動力輸出之效率，Ebben and Blackard(1998)曾調查 26 位美國職業足球的教練有關肌力訓練課程安排，有 7 位教練應用複合式訓練，而棒球在球類運動中技術、體能層面也屬於較為複雜的其中之一，球速是成為一個優秀投手的關鍵要素，球速受最大力量與動作速度乃至動力輸出能力之影響甚大，所以在訓練時需針對加強投手的動力輸出能力，可是國內棒球運動長期以來只重視訓練，一直缺乏投手動力輸出訓練訓練科學理論依據和相關研究，故因此藉由複合式訓練來加強投手之最大力量、動力和專項能力為本研究之動機，也希望透過本研究能提供棒球教練和選手相關研究之參考應用，且不止只侷限在投手訓練應用上，也能應用在野手訓練計畫中，因為動力、球速及速度對棒球野手的守備、打擊能力表現提昇上也是相等重要。

第三節 研究目的

本研究是以複合式訓練 (complex training) 為訓練方法，針對高中棒球投手進行 5 週的複合式訓練，探討在 5 週的複合式訓練後對於投手球速、動力、最大力量、速度之影響，了解複合式訓練其適用性與有效性。依據 Neumann (1991) 生理適應原理，適應週期為 4-6 週。因此本研究之訓練時間訂為 5 週，並觀察訓練週期中生理適應情況及複合式訓練前、後，對於棒球投手的專項能力、動力輸出、最大力量及 30m 速度之差異。根據研究背景及動機，故本研究目的如下：

- 一、探討高中棒球投手在接受 5 週複合式訓練時，每週生理適應和專項能力 (球速) 表現之情況。
- 二、探討高中棒球投手在接受 5 週複合式訓練後，對其投球球速之影響。
- 三、探討高中棒球投手在接受 5 週複合式訓練後，對其上半身與下半身的動力之影響。
- 四、探討高中棒球投手在接受 5 週複合式訓練後，對其上半身與下半身最大力量之影響。
- 五、探討高中棒球投手在接受 5 週複合式訓練後，對其 30m 速度之影響。

第四節 研究範圍

本研究以 9 位高中棒球投手為對象進行五週複合式訓練，探討其對動力、最大力量、球速和 30m 速度之影響，訓練期間除了接受實驗安排的訓練外將不會接受其他有關的訓練方式，但仍接受平常之正規訓練，包括棒球技術、戰術、基礎體能(耐力)之訓練。收集之生物參數包含：上下半身之最大力量，上下半身之動力輸出能力、投球球速和 30m 的衝刺速度能力，為本研究之主要研究範圍。

第五節 名詞解釋

一、動力(power)

動力=力量(strength)×速度(speed)，又稱爆發力或瞬發力，其定義為單位時間內肌肉所增加力量的比例。其計算單位可為瓦特(watt)、kg·m/s、cal/s、cm 等。動力為體能的基本要素之一，對短時間高強度的運動影響最大。

二、最大力量(maximum strength)

最大力量是指人體或人體某一部份肌肉作用時克服最大內外阻力的能力，亦指參與工作的肌群在克服最大內外阻力時，所能動員的全部肌纖維中最多數量的肌纖維其所發揮的最大能力。最大力量表現

一般是指各種姿勢，如站立、坐、臥、仰、蹲等身體姿勢時，肌肉所克服之最大阻力，可用槓鈴、啞鈴、拉力器等測定。

三、伸展縮短循環 (stretch-shorten cycle, SSC)

伸展縮短循環是指一種先離心收縮後，再立即的向心收縮的肌肉作用方式，主要藉由動作執行時產生的彈性能和伸展反射，這兩種生理機制使肌肉產生更大的動力。

四、一般阻力訓練 (general resistance training)

一般性阻力訓練是最常應用來提升運動員能力表現的阻力訓練模式，主要可分為等張、等長和等速等三種訓練方式。等張訓練和等長訓練主要都是藉由槓鈴、啞鈴做為訓練負荷，而等速訓練則必須利用等速訓練的儀器才可進行訓練。一般性阻力訓練可根據訓練目的加強運動員的力量耐力或最大力量等。

五、增強式訓練 (plyometric training)

增強式訓練是一種加強動力的訓練方式，主要藉由肌肉伸展縮短循環 (SSC) 的機制，產生更大的動力。主要訓練應用在下半身的動力訓練方式，其增強式訓練型態為以自身重量為負荷，進行有側跳、單腳跳、彈跳及包括利用各種高度的木箱，配合深跳 (depth jump) 的動作來延伸出不同的訓練型態。

六、複合式訓練 (complex training)

複合式訓練是一種結合高強度一般性的阻力訓練與伸展縮短理論為基礎之訓練方式，主要特點為先執行一組高負荷一般阻力訓練後，於適當間隔休息時間後再執行一組與一般阻力訓練動作相似生物力學特性的伸展縮短理論為基礎之訓練如增強式訓練和藥球訓練，以加強選手之最大力量與動力輸出能力。

第貳章 文獻探討

本研究之文獻方面先探討一般阻力訓練對於棒球投手球速、最大力量和動力之影響及 SSC 理論的訓練方式對於棒球投手球速、最大力量和動力之影響，在接者探討其增進球速的原理機制，及本研究主要訓練型態即一般阻力訓練與 SSC 理論結合的複合式訓練之效益進行探討，故本章分為四節來進行探討：

- 一、一般阻力訓練對棒球投手球速、最大力量與動力影響之研究。
- 二、伸展縮短循環 (SSC) 訓練對棒球投手球速、最大力量與動力影響之研究。
- 三、複合式訓練對最大力量與動力影響之研究。
- 四、文獻總結。

第一節 一般阻力訓練對棒球投手球速、最大力量與動力影響之研究

阻力訓練是提升運動員體能能力的最佳訓練方式之一，在競技運動項目的訓練中已廣泛使用，已經由許多研究證實能有效改善運動員的肌肉力量，進而提升運動表現。Baker(1996)提出阻力訓練可以藉由符合該運動項目的神經肌肉系統的生物力學特徵和訓練效果，區分

爲一般 (general)、特殊 (special)和專項 (specific)阻力訓練。在棒球訓練中，一般阻力訓練主要是建立選手整體的基礎肌力和提昇最大肌力、力量耐力，如：仰臥推舉 (chest press)、腿部推舉 (leg press)等。選手首先必需具備基礎肌肉力量能力，再進行專項力量能力的培養。而 Derenne and Murphy(2001)提到在 1980 年代開始有應用一般性等張阻力訓練來加強棒球投手球速的相關研究，但受到 Toyoshima 等(1973)指出球速大概有 53.1% 是依賴上半身加速度動作而產生，而 46.9%是依靠整個下半身跨步與身體的旋轉動作的理論所影響，這理論也確信及支持上半身主要的肌肉群可以帶動強壯的軀幹和肩膀的旋轉進而增加球速，故早期幾乎所有的訓練方式都是針對加強上半身的研究，關於下半身的研究就相較少了許多。但其研究中的參與者包括高中和大學階段的投手或選手都藉由這些上半身的一般性等張阻力訓練改善球速與力量的表現。

Potteiger, Williford, Blessing and Smidt(1992)的研究中應用上半身和下半身一般性等張阻力訓練課程，顯著改善大學選手的球速(2.3mph)。其主要應用漸增的訓練計畫，其訓練方式包含：上半身的部份有仰臥推舉 (chest press)、滑輪下拉 (pull down)、二頭肌捲曲 (biceps curl)、三頭肌伸展 (triceps extension)，下半身的部份有半蹲舉 (squat)、腿部捲曲 (leg curl)、腿部伸展 (leg extension)。

Newton and McEvoy(1998)在研究中應用上半身的一般性等張阻力訓練課程，顯著改善大學選手的球速，

訓練方式為仰臥推舉與槓鈴過肩拉(barbell pullover)，1個禮拜訓練2次共8週，前4週負荷為個人8-10RM，3組，後4週為負荷增加為個人6-8RM，3組，其結果顯示球速增加4.1%，最大力量增加22.8%，研究中建議選手之前若無接受過傳統阻力訓練，則可先藉由一般性等張阻力訓練來加強最大肌力，在球速增進方面會有較好的效果。Edwards(1991)的研究中也藉由上半身的一般性等張阻力訓練課程來改善大學投手的球速，應用7種肩部的阻力訓練方式1週3次，共6週，訓練負荷為10RM，但沒有顯著效果。

Jackson(1994)研究中針對高中投手在8週比賽週期中應用一般性等張阻力訓練課程對球速影響之效果。訓練方式主要針對肩部肌肉群應用5種包括：外旋轉(external rotation)、內旋轉(internal rotation)、肩外展(shoulder abduction)、肩內展(shoulder adduction)、肩部推舉(shoulder press)的啞鈴訓練方式。雖然結果顯示球速只增進0.62mph，但由於是在比賽的訓練週期中，訓練重點為技術與專項體能，故研究中建議可在比賽週期中加入此相關訓練方式增進投手之球速，增進表現。

Lachowetz, Evon and Pastiglione(1998)的研究探討上半身阻力訓練課程是否能增進棒球選手的球速和力量。研究中以22名大學投手和野手隨機分派至實驗組與控制組，實驗組接受1週4天，共8週的上半身阻力訓練課程，包括主要針對影響球速的主要肌群的訓練方式，如：三頭肌伸展、二頭肌彎曲和肩部的相關肌群的

訓練方式，控制組則未接受阻力訓練。其結果顯示實驗組力量增進了 37.1%，球速也達顯著進步。

DeRenne, Hetzler, Buxton and Ho(1996)探討 21 位平均年齡 13.25 ± 1.26 歲的青少年棒球選手在專項期和比賽期接受阻力訓練後對力量表現的影響。研究中選手分成 3 組：專項期時 A 組接受 1 週 3 次、比賽期時則為 1 週 2 次；B 組專項期和比賽期都接受 1 週 1 次的阻力訓練共 12 週；C 組未接受訓練，其結果顯示在專項期後三組的上半身(仰臥推舉)和下半身(腿部推舉)的最大力量及力量耐力(伏地挺身)都有顯著進步，在比賽期時兩組阻力訓練組只有上半身的最大力量與控制組有顯著差異。

Potteiger, Williford, Blessing and Smidt(1992)的研究中利用一般性阻力訓練與衝刺訓練結合來增進棒球選手的柔軟度、垂直跳、球速和無氧動力能力。研究中以 10 名大學棒球選手接受 1 週 4 天，共 10 週，每天 1 小時的阻力和速度訓練，其結果顯示選手柔軟度、下半身動力、無氧動力及球速都達顯著進步，而研究中提到其表現參數都是具有相關連性，無氧動力的增加是由於腿部力量與下半身動力進步，而球速的增進則是無氧動力的改善。Wooden 等(1992)的研究中也比較等速肌力訓練和一般性阻力訓練的效果。研究中以 27 名青少年棒球選手分成等速訓練組、一般阻力訓練組和控制組，共接受 5 週的訓練，結果顯示一般阻力訓練組在球速表現和外旋轉力距的產生都顯著高於等速訓練組。

第二節 伸展縮短循環(SSC)訓練對棒球投手球速、最大力量與動力影響之探討

肌肉有三種基本收縮型態，離心、向心和等長收縮。肌肉在離心收縮時，長度拉長；向心收縮時，長度縮短；等長收縮時，長度不變。可是這樣的區分並不能表示運動時肌肉的自然收縮型態(Komi, 1984)，在許多運動中，身體各部位的肌肉群不斷受到外在力量與衝力的作用，此時肌肉纖維先離心收縮，接著隨即快速的向心收縮，Norman and Komi(1979)提到這種先離心再快速結合向心的收縮方式稱為伸展縮短循環(stretch-shortening cycle)，簡稱 SSC。

Kevin 等(1993)指出 SSC 的適應原則，可運用在需要短時間內最大力量輸出的競技運動項目中。故應用 SSC 為基礎的訓練方式則是改善神經肌肉系統適應的訓練方法，其主要應用刺激神經激發來促進肌肉收縮，肌肉的彈性和反應的特性來產生最大的動力輸出，加強肌肉組織快速的力量發展和高收縮速度，所以要有效增進專項能力表現，必須瞭解訓練過程中肌肉的收縮型態，再選擇最適當的訓練方法。

一、伸展縮短循環(SSC)理論之概念

在 1969 年開始，許多學者和教練即開始試著去建立最佳的 SSC 訓練方式和相關的訓練課程，這顯示學者們肯定 SSC 理論的應用對於促進運動員表現上有正面的效果。在 SSC 的訓練過程中，是藉由刺激身體肌肉內的

本體感覺受納器(proprioceptors)來促進在最短時間內肌肉的招募能力。本體感覺受納器包含了肌梭(muscle spindle)、高爾基腱器(golgitendon organ)，關節囊狀組織(joint capsule)及韌帶受器(ligamentous receptors)(Scott, 2001)，這些感覺受器的刺激能促進作用肌與拮抗肌之間的調整和協調。而肌梭和高爾基腱器，這兩個感覺受器在SSC應用上是主要的兩部份，功能在於感受肌肉長度和張力的變化率，是避免肌肉伸展長度與產生張力時過度而導致受傷的保護機轉。

SSC的動作過程可分為，離心、償還(amortization)和向心三個階段。離心階段開始於當運動員準備動作至伸展刺激開始。這階段之作用在於增加肌梭活動和彈性能，並為 α 運動神經激發最佳肌肉收縮狀態作準備(Lundin,1985)。這階段主要依靠神經衝動來促進收縮，Komi(1978)指出離心階段會因不適當的負荷和速率，阻礙最佳的SSC反射的利用。償還階段是指離心收縮結束至向心收縮開始之間的時間。它是離心收縮至向心收縮的期間，克服外力，轉變至加速度動作的階段(Voight & Drovitch,1991)。向心階段為運動員專注在前兩階段所產生的效果和準備下一個重複動作的開始，也是前兩階段的總和，Thomas and Roger(2000)提到此階段提高了向心收縮的力量，所以也可稱作結果和收益(payload)階段。

SSC的訓練方式主要是應用肌肉在離心收縮時，產生的伸展反射(stretch reflex)和彈性能(elastic energy)兩種機制，來促進更快速、強力的向心收縮，進而提升運動員的動力。

(一)、伸展反射

伸展反射主要目的是監控肌肉並預防過度伸展而導致傷害，所以當肌肉離心收縮肌肉組織被快速拉長時，肌肉內的感覺受器肌梭受到刺激，感應到肌肉長度的改變，則藉由 $I\alpha$ 神經纖維通過脊椎弧(spinal arc)通知中央的運動神經系統，對該肌纖維群進行收縮以避免肌肉過度伸展而受傷，所以在進行訓練時，藉由肌肉自主性收縮力量在結合此種反射機制，則可產生更大的動力輸出。

(二)、彈性能

肌肉收縮的元素是肌纖維，而肌肉是由許多不同彈性係數之彈性串聯(series elastic)和並聯(parallel elastic)所構成，與可收縮之肌纖維串聯的組織有肌腱等，並聯的組織有肌膜等結締組織，當肌肉離心收縮時，伸展了這些彈性成分而產生、儲存彈性能，這與彈簧伸展產生的彈性能一樣，如果能有效利用，在向心收縮釋放此能量則可提升力量，而肌肉彈性能的儲存受到離心收縮時的時間、肌肉伸展的長度和速率所影響。

二、伸展縮短循環(SSC)應用在棒球運動上之訓練方式及效益

棒球投手的專項能力表現是快速和充滿力量的動作型態，所以訓練目的在於改善肌肉組織在短時間產生最大動力輸出的能力，故於訓練時，要求肌肉在伸展縮短循環的運動型態中必須快速立即的收縮，以刺激神經啟動反應機制，以達到訓練之目的。在棒球投手訓練上

以伸展縮短循環理論為基礎，所發展的訓練方式包含運用肌動特性和肌肉生理學的增強式訓練 (plyometric training)、藥球訓練 (medicine ball training)、彈力管訓練 (tube training) 和與實際運動動作具有相同運動型態的彈震式阻力訓練 (ballistic resistance training)，其主要訓練目的在於加強選手的肌力及動力輸出能力，增進棒球投手的投球球速的專項能力表現

許多學者已經藉由研究建立下半身部位伸展縮短循環理論的訓練方式和課程，而有關上半身伸展縮短循環訓練仍缺乏更多研究及探討 (Kevin et al., 1993)。在棒球上半身的訓練中常運用藥球訓練，而藥球訓練是以伸展縮短循環為基礎所發展出來的訓練方式，加強選手的基礎與專項體能，許多學者把它們歸納為上半身的增強式訓練，但是其訓練負荷和方式與下半身增強式訓練仍有些許差異，且增強式訓練最先主要是俄國教練 Yuri Veroshanski 應用深跳 (depth jump) 與衝擊方式 (shock method) 加強田徑選手下半身肌肉神經系統的協調，以增加動力之訓練方法稱之，而目前國內外有關增強式的文獻仍是以下半身為主，大部分的研究指出下半身的增強式訓練可以提高爆發力、肌力、跳躍能力及降低肌肉、韌帶的損傷，關於上半身的部分還值得探討及研究來證實其適用性。

(一)、增強式訓練 (plyometric training)

增強式訓練是一種快速、充滿動力的動作型態，是以伸展縮短循環的動作型態為主，所發展出的訓練方

法，其訓練目的是使肌肉被迫伸展而後再迅速的收縮，這種結合離心和向心兩種收縮的訓練方式，來增加神經感覺受納器的激發率，提高神經肌肉系統的反應能力，且在伸展反射和彈性能的機制下，來增進肌肉向心收縮的力量，產生更大的動力，符合棒球運動專項表現需求的訓練方式。

增強式訓練主要應用在下半身動力訓練上，主要是利用選手本身之重量作為訓練負荷，配合各種跳躍之方式來改善選手的垂直與水平的加速度與動力輸出能力。目前為止尚無有相關運用下半身增強式訓練對棒球選手專項體能和表現上的效益研究，但是許多學者及教練仍肯定其訓練效益，納入在訓練計畫中，William(2005)查詢 21 位美國大聯盟教練的訓練方式，有 17 位運用下半身增強式訓練來加強選手下半身的動力，15 位運用在選手的速度發展上。綜合 Murphy(1997)、Coleman(2000)、James(1999)和 Bompa(1999)的相關訓練課程的研究，整理出在棒球訓練上常應用的下半身增強式訓練型態有側跳、單腳跳、彈跳及包括利用各種高度的木箱，配合深跳(depth jump)的動作來延伸出不同的訓練型態：快速左右側向木箱跳、快速上下木箱跳、深跳後向前快速短距離衝刺、深跳後向左或右的方向快速短距離衝刺。負荷方面：木箱高度範圍為 12~42 英吋(inch)(30~107cm)，3~5 組、每組 6~8 次，主要安排在專項期與比賽期的訓練計畫中。

(二)、藥球訓練(medicine ball training)

藥球訓練在棒球訓練應用上相當的廣泛，原因在於訓練時的多關節動作、角度與型態和棒球的專項動作相似，可訓練選手執行專項動作時所需要的肌肉群，且安全、容易操作，對於訓練選手上半身肌力和動力有很好的效果。Cordasco, Wolfe, Wootten and Bigliani(1996)利用肌電圖與影像系統探討雙手過肩投擲藥球時肩關節肌肉的活化型態(firing patten)與運動學特徵，顯示對過肩投擲性的運動員是一種接近實際投擲動作的訓練方法。Murphy and Forney(1997)指出棒球選手訓練時常用的藥球重量範圍在 2 至 15 磅，依據訓練目的、訓練方式選擇合適的重量和尺寸。在應用上主要用於輔助上肢、軀幹的肌力與動力訓練和作為評估上半身動力輸出能力的方式。

Newton and Mecvov(1994)的研究中應用藥球訓練與傳統阻力訓練兩種方式，來探討增進棒球選手投球速度和肌肉力量的效果。以 24 名青少年棒球選手參加 8 週的訓練，分成藥球訓練組、阻力訓練組和控制組。藥球訓練組使用 3kg 藥球，以快速伸展縮短循環型態的雙手胸前傳球(chest pass)和過肩投擲(overhead throwing)兩種方式訓練，每週 3 次共 8 週，阻力訓練組則是與藥球訓練組相同動作形式的仰臥推舉(bench press)和過肩拉(pullover)兩種訓練動作。其結果顯示藥球訓練組與阻力訓練組在肌力方面皆各顯著增加 8.9%與 22.8%，球速方面阻力訓練組顯著增加 4.1%，而藥球訓練組則只增加 1.6%。研究提出阻力訓練在增進力量和球速的訓練效果

比藥球訓練較佳的原因在於選手之前未接受過規律的阻力訓練，故肌力成長幅度大對動力影響較佳及以 3kg 重量的藥球做為訓練負荷，不足以引起神經肌肉的適應、改善動作的發力率(rate of force development)。及在藥球重量的選擇上，必須考慮選手的肌力和運用漸增負荷的原則。

(三)、彈力管訓練(tube training)

彈力管訓練是應用一種橡膠製、充滿彈性的細長管子，當延展時即產生彈性阻力，來加強選手手臂的肌肉力量和動力輸出能力的訓練方式，在棒球訓練上常運用在熱身、加強手臂力量和復健上，Myers 等(2005)曾針對 12 種常用的彈力管訓練的方式中背部和肩部肌肉組織的活化情形進行探討，結果顯示彈力管運動能有效的增加投球動作時肌肉組織的肌肉活化性，也建議可於投球熱身時運用及平時訓練中使用。

其主要訓練方式是運用彈力管本身經拉伸後產生彈性阻力之特性，配合 SSC 為基礎之訓練方式，當手臂離心收縮拉長彈力管時，彈力管即產生彈性阻力，配合肌肉 SSC 時所產生的生理機制，可增加手臂肌肉群向心收縮之力量，提供快速的離心至向心收縮的動作，加強其動力輸出。在應用上的缺點在於負荷無法量化，只能透過將彈力管調整逐漸緊繃或增加彈力管數量，來增加彈性阻力。

Shenk(1990)的研究探討了彈力管訓練在增進球速上之效果，研究中以 34 名有正式棒壘球訓練經驗的大

學選手，分成彈力管訓練組和一般阻力訓練組。彈力管訓練組在 1 週 3 次共 8 週的訓練中，利用阻力漸進的原則，當每循環的重複次數可增加時，則藉由將彈力管調整更加緊繃來增加阻力負荷。在 8 週訓練結束後，結果顯示一般阻力訓練組球速未改變，而彈力管訓練組顯著增加 1.9 英里 (mph)。研究也建議彈力管的相關訓練仍需要更多研究來證實應用在不同層級的棒球選手中，增進球速的效果和不同訓練週期的效益。

Grant and Ritch(1988)的研究中探討棒球選手在接受彈力管訓練之後對最大力量及肌耐力的效果，研究中以 19 名大學棒球選手參與每週 3 次共 8 週的彈力管訓練課程，在訓練課程中以選手的投擲慣用手參與訓練、非慣用手則無參與訓練，在 8 週訓練後以等速收縮機設定在 30、60 和 180 的角度，測試選手的最大力量與肌耐力，其結果顯示參與訓練的慣用手與未接受訓練的非慣用手相比，參與訓練的慣用手達顯著的進步。

(四)、彈震式阻力訓練(ballistic resistance training)

Zehr and Sale(1994)指出棒球運動的專項動作如投球、打擊是一種快速、彈震和爆發性的動作，所以彈震式訓練也符合了其專項動作特性。彈震式阻力訓練是以 SSC 機制為基礎，結合傳統阻力訓練，如腿部推舉(leg press)和仰臥推舉(bench press)的方式，以個人 1RM 30 ~ 50%的阻力負荷在訓練動作範圍內，盡最大速度克服阻力，最後將阻力負荷釋放，避免作用肌在向心收縮階段時有減速的情況發生，與傳統阻力訓練不同在於傳統

阻力訓練的向心收縮階段結束時，必須停止動力輸出，而產生減速期的情況，造成肌肉不能持續高速率的收縮。所以彈震式訓練在向心收縮階段全程加速不減速的阻力訓練方式，能有效刺激神經肌肉功能的發展，譬如運動單位招募及神經傳導性加強等，對動力輸出能力提升有很大的效果。在應用上如仰臥推舉投擲(bench press throwing)的訓練方式，由於在最後向心收縮加速期必須將器材釋放，所以建議在固定式的訓練器材上訓練，以避免受傷的情況發生。

McEvoy and Newton(1998)的研究指出彈震式阻力訓練可增加棒球選手的球速及跑壘速度。研究中以 18 名的職業球員分成兩組，實驗組在球季前的 10 週訓練週期中，增加仰臥推舉投擲(bench press throwing)與蹲踞跳(squat jump)兩種彈震式動作型態組成的阻力訓練，每兩週做 3 次共 10 週，負荷是個人 1RM 的 30-50%，而控制組僅接受正常的訓練。訓練後實驗組的選手，球速和速度各顯著提升 2%與 9%，控制組僅在速度增加 6%，而結果顯示在同樣的訓練週期中，實驗組得到較好的訓練效果，這研究提出受試者明顯增加球速和跑壘速度的生理機制主要是在於肌肉組織整個動作範圍中發力率提高、神經肌肉適應和肌肉收縮時 SSC 的改善。

第三節 複合式訓練對最大力量與動力影響之研究

複合式阻力訓練之主要的訓練目的是藉由一般之阻力訓練與增強式訓練之理論基礎來加強運動員之神經肌肉刺激、肌肉適應能力、肌肉協調能力、動力輸出能力，進而改善運動能力表現。一般性阻力訓練與增強式訓練已透過許多應用研究，證實其對於改善運動員之最大力量及動力輸出能力具有正面的效益，而複合式訓練方式的應用與有效性目前仍受到質疑，許多學者認為仍須更多研究來探討及證實其效益，但還是不影響到許多教練及運動員在訓練時的應用。

一、複合式訓練效益之探討

Ebben和Watts(1998)指出複合式訓練主要建立在神經肌肉系統上，藉由高強度的阻力訓練，刺激肌肉高強度的收縮促進運動神經的喚起，以增加肌肉的運動單位的招募，進而提升運動神經元的興奮性，以增加隨後的增強式訓練之SSC的速度和神經肌肉之刺激效果，同時強化力量與速度，加強最大動力輸出和發力率(rate of force development)。許多研究針對在複合式訓練當中，在一般阻力訓練強度設定上及休息時間需多久等，才可對接下來的SSC為理論之訓練產生效益及對力量、動力、專項表現有訓練效益，故整理過去研究針對其立即效益和訓練效益做探討。

(一)複合式訓練之立即效益探討

Ebben, Jensen and Blackard(2000)針對複合式訓練中進行高強度一般性阻力訓練後，是否能增進接下來SSC動作的神經肌肉刺激和力量輸出表現。研究中利用肌電圖(Electromyography)和動力參數，如地面反作用力(ground reactive forces)來探討在執行3-5RM的仰臥推舉後，是否增進執行藥球落下接(medicine ball drop)SSC動作時，其快速往上的最大、平均地面反作用力和胸肌(pectoralis)和三頭肌(triceps)肌肉活動，其結果顯示跟執行藥球落下接訓練動作前，未訓練高強度一般性阻力訓練的結果，無顯著差異性。而Young, Jenner和Griffiths(1998)的研究則是針對在執行5RM的半蹲舉後對跳躍表現之影響，在研究中進行兩組負重的下蹲跳(loaded counter movement jumps, LCMJ)中間加入5RM的半蹲舉，每回休息4分，結果顯示第二組的LCMJ的高度 $40\pm.05\text{cm}$ 比第一組LCMJ的 $39\pm3.3\text{cm}$ 進步2.8%。

Jones and Lees(2003)研究中也探討了複合式訓練對下半身肌肉活動和反作用力之影響。研究中以8名受過肌力訓練的運動員分派至實驗組和控制組，實驗組接受1組6次(3次CMJ、3次DJ)，共4組的跳躍訓練，在第一組訓練完成後，立即執行5RM的阻力訓練，完成後分別於3、10、20min執行第2、3、4組的跳躍訓練，控制組訓練過程與實驗組相同，但未接受5RM的阻力訓練，其結果顯示實驗組在DJ與股二頭肌的肌電圖訊號與控制組達顯著差異，可是其餘肌肉群與CMJ未達顯著差異。

Evans等(2000)的研究則指出複合式訓練能改善SSC

動作表現。研究中以10名大學男性為對象探討高強度仰臥推舉後是否增進藥球坐姿投擲(medicine ball put)的距離，參與者先執行個人5RM負荷的仰臥推舉方式後，中間休息4min，在執行坐姿的藥球坐姿投擲，結果顯示與控制組相比明顯的增加了藥球投擲距離31.4cm，研究中也提到藥球投擲距離與5RM的仰臥推舉的肌力有正面相關性。

Baker(2003)利用高低強度阻力變換的複合式訓練來探討對上半身動力輸出之效果。研究中以16名橄欖球選手分成實驗組與控制組，其兩組之最大力量平均無顯著差異。測試時兩組都先進行強度為50kg負荷5下的爆發性仰臥推舉投擲(bench press throws)後，休息3min，實驗組則進行個人1RM的65%、6下的仰臥推舉，控制組則進行第2次相同的爆發性的仰臥推舉投擲，實驗組則休息3min後再進行第2次的爆發性仰臥推舉投擲，其結果顯示實驗組與控制組在第一次爆發性的仰臥推舉投擲的動力輸出無差異性，而實驗組在阻力訓練加入後，其第二次爆發性的仰臥推舉投擲的動力輸出則與控制組達顯著差異，實驗組動力輸出增加4.5%。在這研究中的阻力訓練強度比之前的複合式訓練中阻力訓練的強度較低，但卻增進動力輸出的表現，研究中認為神經肌肉系統在執行高強度阻力訓練時，會導致動作速度會變慢，降低了接下來肌肉快速收縮的能力和神經適應，故研究建議在進行阻力訓練時可用低於5RM的負荷訓練動作盡可能快速收縮，促進下一組瞬發性訓練的動力輸出能力，研究也建議在未來複合式訓練中的阻力訓練可應

用 1RM 的 60-70%，在動力訓練上可應用 1RM 的 25-40%，以產生最佳的訓練結果。

(二)複合式訓練之訓練效益相關研究

Kotzamanidis等(2005)探討複合式訓練對高中足球選手下半身的力量、速度、動力之影響。研究中以23名高中足球選手分成接受1週2次共9週的複合式訓練、只接受一般阻力訓練，共兩組實驗組和11名只有日常活動的控制組。其9週的訓練期每3週漸增負荷強度，一般阻力訓練強度分別為8RM、6RM、3RM，速度訓練強度為4、5、6次，每循環休息3min，其結果顯示複合式訓練組其最大力量方面的半蹲舉(half squat)、跨步起身(step up)、腿部彎曲(leg curl)，動力方面的落下跳(drop)、半蹲跳(squat jump)，30m速度方面皆達顯著進步，其餘兩組則都無顯著進步。

Ingle, Sleaf and Tolfrey(2006)的研究中以33名青少年為對象(平均12歲)接受複合式阻力訓練，來評估此訓練方式對青少年的力量、速度及動力之訓練效果。研究中參與者分為實驗組與控制組，接受1週3次共12週的訓練，包含上半身與下半身之複合式阻力訓練，而其結果指出複合式訓練對於青少年是一種安全的訓練方式，也能改善其動力輸出能力與跳躍、跑步、投擲等運動表現。

第四節 文獻總結

一般性阻力訓練對棒球投手的力量及專項能力表現，已有須多相關性研究證實了其具有正面效益，能建立選手之基本體能，進而增加動力和專項能力表現，研究中也提到未曾受過阻力訓練的選手其力量、球速進步效果會更加顯著，是由於力量進步幅度大對於動力影響較佳。而SSC相關的訓練方式能提升棒球選手，尤其投手的動力輸出能力，許多相關研究也肯定了SSC理論在訓練中的應用效益性，依棒球運動專項特性，應該妥善運用SSC型態的訓練方式在訓練計畫上，促進運動專項表現的提升。而目前為止有關複合式訓練立即效益和訓練效益的相關研究，還需更多的科學研究支持其理論基礎，包含其進行高負荷強度時，需設定在多大的負荷才能對神經肌肉達到最大的刺激效果且與下一組進行SSC的訓練方式中間需休息多久才可獲得最大的效益。

雖然在複合式訓練中立即性效益的相關研究大多數都指出無顯著之效益，但是大多數的研究認為即使5RM的高強度的阻力訓練對隨後休息3-5min的SSC的動作表現沒有顯著效果和運動單位的招募沒有顯著的差異，但是也沒有負面的影響，而在訓練效益的相關研究卻肯定複合式訓練對力量、動力和短時間高強度表現的效益，因此許多研究也建議可在週期訓練計劃安排時，可採用複合式的訓練方式，以增進或維持肌力和動力的能力。

第參章 研究方法與步驟

本章之目的在於說明研究過程與測試方法與步驟及如何處理分析數據，故將上述分成以下幾個部份來加以分別說明：

- 一、研究對象。
- 二、實驗時間與地點。
- 三、實驗儀器與設備。
- 四、實驗方法與實驗設計。
- 五、實驗流程圖。
- 六、資料處理與分析。

第一節 研究對象

本研究之參與者為桃園市國立桃園高級農工職業學校的高中棒球校隊投手共 9 人，其中 7 名右投手和 2 名左投手，且近期無任何受傷情況，基本資料如表 3-1 所示。實驗開始前向每一位參與者清楚的告知本研究之目的、方法和程序，並在詳細閱讀受試者須知後，簽署受試者同意書和疾病調查表。

表 3-1 受試者基本資料(平均數±標準差)

人 數	年 齡 (a g e)	身 高 (c m)	體 重 (k g)	訓 練 年 數 (y e a r s)
9	17±0.8	177.88±3.44	74.38±9.99	5±2.62

第二節 實驗時間及地點

一、檢測和訓練時間：96 年 1 月 2 號至 2 月 12 號，共六週，實驗時間與內容，如表 3-2。

表 3-2 實驗時間與內容

時間 週次	檢測時間及內容			
	星期一	星期二	星期四	星期五
前測週	檢測方式 練習	檢測方式 練習	檢測方式 練習	前測
第一週		複合式 訓練	複合式 訓練	複合式 訓練
第二週	檢測	複合式 訓練	複合式 訓練	複合式 訓練
第三週	檢測	複合式 訓練	複合式 訓練	複合式 訓練
第四週	檢測	複合式 訓練	複合式 訓練	複合式 訓練
第五週	檢測	複合式 訓練	複合式 訓練	複合式 訓練
後測週	後測			

二、檢測地點：國立桃園農工棒球場、田徑場、重量訓練室

第三節 實驗儀器與設備

在本研究中所主要使用之儀器與設備包括：

一、芬蘭製 Newtest 攜式運動數據檢測儀和其配備：攜帶式 PDA、紅外線感應器組、測力板和其專屬 Newtest powertimer 分析軟體。

芬蘭是研究發明及最早使用這部 Newtest 攜式運動數據檢測儀的國家，它的系統設計是由許多教練、訓練員、運動科學家提供的建議所完成，檢測系統中的方法和公式，是經過許多運動科學研究證實和理論所設定 (Matti Tassavainen, 2004)，是標準實用的運動能力檢測儀器，包含多種類的垂直跳測試、速度測試、敏捷測試、無氧能力測試和心肺功能的評估。Newtest 攜式運動數據檢測儀主要包含操作 PDA、測力板、紅外線感應器組、分析軟體。一種可以簡單操作、方便攜帶，於室內、室外皆可使用，用以測量速度、力量、反應等運動能力，以有線傳輸的方式，由 PDA 操作並記錄數據，再由 PDA 與電腦同步將數據傳輸，利用分析軟體進行資料統計。以下為主要配件之介紹：

(一)、PDA 操作系統

包含 20 種可調整應用檢測運動員能力的系統，所有功能設定及操作介面以 PDA 控制，操作前先將受試者年齡、身高、體重等基本資料輸入，設定群組、檢測模式項目、內容就可開始使用，並可記錄測試結果、測試完畢可使用傳輸線連線至電腦進行數據分析。

(二)、測力板

是一種黑色的電子感應墊，長 95cm 寬 84cm 高 0.4cm，橡膠材質可摺疊收納方便，與主機連結配合測試項目用來感應、測量力量。

(三)、紅外線感應器組

包含紅外線感應器、傳輸線及腳架，用以測量速度，以紅外線感應 5m 之內通過物體，物體通過後做出反應啟動或停止來測量感應通過物體之速度。

(四)、專屬 Newtest powertimer analyzer 分析軟體

先將軟體下載至電腦中，檢測完畢後將 PDA 記錄的測試結果連線至電腦進行同步傳輸，在藉由電腦的專屬分析軟體進行數據統計和圖表的分析。

二、測速槍。

三、藥球四顆 (1.0、2.0、3.0、4.0)kg。

四、量測距離用皮尺

五、阻力訓練器材(支撐架、槓鈴、槓片)

第四節 實驗步驟與設計

一、實驗準備

實驗流程說明及填寫實驗同意書和基本資料：在實驗開始進行之前向受試者詳細說明本實驗之目的、流程、訓練時所要注意的事項和每週需測量的時間、順序、項目等。再請受試者填寫健康情況調查表、受試者

同意書、受試者基本資料。在進行訓練前，先進行一個禮拜測試項目與訓練動作的練習，以避免因不熟悉測試項目的動作而產生潛力效益及訓練時因不正確的訓練姿勢導致訓練效益降低及造成受傷的情況發生。

二、實驗測試方法

以下將以實驗測試分為六部份介紹：

- (一)、球速測試方法與步驟
- (二)、30m 速度測試方法與步驟
- (三)、上半身動力測試方法與步驟
- (四)、下半身動力測試方法與步驟
- (五)、上半身最大力量測試方法與步驟
- (六)、下半身最大力量測試方法與步驟

(一)、球速測試方法與步驟

受試者身著標準配備，充足熱身後於標準投手丘場地及距離(18.44m)進行測試，球速取受試者盡最大能力投出在好球帶範圍內的前五球之平均值，球與球間隔按照比賽規則不得超過二十秒，手持測速槍的測試者與本壘板距離 2m，持槍高度位於胸前，對向投手板，測試前按照此測速槍之校正程序，確定其校正值於誤差範圍內，以避免測試中的信效度降低。

(二)、30m 速度測試方法與步驟

使用 Newtest 運動數據檢測儀的速度測試功能、方法及配備，藉由每 10m 放置一組紅外線感應器組，來擷

取 30m 中每 10m 分段之時間、速率來了解受試者之啟動動力和加速度之能力。受測者位於起跑點第一組紅外線感應器組垂直感應後方約 10cm 與垂直感應範圍 5m 內，待操作啟動後，盡最大速度向前衝刺。

(三)、上半身動力測試方法與步驟

利用 Newtest 運動數據運動檢測系統的投擲測試 (throwing gate test) 功能、方法及配備，利用 12 個紅外線感應器分別裝在 2 個三腳架上，2 個三腳架紅外線感應器間距 2m，測量藥球通過第 1 個三腳架紅外線感應器時即反應，開始啟動測量通過時間，通過第二個紅外線感應器及停止測量得知藥球的速率。受試者位置設定在距離第 1 個三腳架 1m 處，參與者雙手拿藥球，舉起過肩，保持雙腳膝蓋不彎曲，身體伸展到可產生最快速度投擲的動作後，盡最大能力向前投擲，於充足熱身及試投 2 次後，共投擲四種重量為 1、2、3、4kg 的藥球，每種重量連續投 2 次，總計 12 次，每球間隔時間 10 秒，取不同重量之速率最高值。

(四)、下半身動力測試方法與步驟

使用 Newtest 運動數據檢測儀的功能中，下蹲跳 (counter movement jump) 項目及測力板，來測試參與者之下半身動力輸出能力，而下蹲跳則是廣泛被採用在測量下半身動力的一種方法。測試時受試者站在測力板中央，雙腳寬度約與肩同寬，雙手交叉放於腰部、身體往下蹲至膝蓋彎曲約 90 度後立即盡最大努力往上跳，在

跳躍過程中身體保持平衡，雙手必須全程避免離開腰部，共跳兩次，取跳躍高度之最高值。

(五)、上半身最大力量測試方式與步驟

由於受試者為青少年選手考慮到其訓練經驗及安全性，故利用 10RM 預估方式，預估上半身之最大力量 1RM 的方式。上半身的測試是利用仰握推舉(chest press)的方式，按照此訓練方式之標準動作程序作測試。10RM 測試步驟：受測者先利用較輕負荷練習約 5-10 次熱身與熟悉作用肌群後，接著先以受測者體重 50% 為訓練負荷，進行第一次測試，若反覆次數大於或小於 10RM 則增加或減少 4-9kg 或 5-10% 及休息 5min 後進行下一次測試，而為避免受試者因測試組數多，使受試者產生疲勞，影響預估準確度，故須在 3 組數之內完成，若無法在 3 組內完成，則擇日再進行測試。上半身最大力量測試只在訓練前與 5 週訓練週期後測試，了解其複合式訓練結果之影響。

(六)、下半身最大力量測試方式與步驟

由於受試者為青少年選手考慮到其訓練經驗及安全性，故利用 10RM 預估方式，預估下半身之最大力量 1RM 的方式。下半身的測試是利用半蹲舉(squat)的方式，按照此訓練方式之標準動作程序作測試。10RM 測試步驟：受試者先利用較輕負荷練習約 5-10 次熱身與熟悉作用肌群後，先以受試者體重作為訓練負荷，進行第一次測試，若反覆次數大於或小於 10RM 則增加或減少

14-18kg 或 10-20%及休息 5min 後進行下一次測試，而為避免受測者因測試組數多，使受試者產生疲勞，影響預估準確度，故須在 3 組數之內完成，若無法在 3 組內完成，則擇日在進行測試。下半身最大力量測試只在訓練前與 5 週訓練週期後測試，了解其複合式訓練結果之影響。

三、實驗設計

本實驗訓練方式為複合式訓練，故包含了一般阻力訓練和以 SSC 理論為基礎之訓練方式，其訓練順序、負荷及休息時間，主要是參考相關文獻後制定。上半身與下半身為一循環進行訓練，各包含 3 種訓練方式，先訓練一組高強度一般阻力訓練後，給予適當休息再接著訓練兩組以 SSC 理論為基礎之訓練方式，共訓練 3 循環，每週 3 天，其訓練順序如表 3-2，並將一般阻力訓練與 SSC 理論為基礎之訓練的訓練方式與安排加以介紹。

1、一般阻力訓練方式與內容

一般阻力訓練是藉由仰臥推舉和半蹲舉兩種訓練方式，來分別訓練上半身與下半身肌肉群的最大力量，訓練負荷參考過去之相關研究，故負荷定為個人最大力量的 87% (5RM)，以刺激運動單位的招募，其訓練內容、負荷、組數、次數、順序，間隔休息時間，如表 3-3 所述。

2、SSC 理論為基礎之訓練方式

本實驗之 SSC 理論為基礎之訓練方式分為上半身包括：快速伏地挺身、藥球過肩投擲，下半身包括：落下深蹲跳(depth jump)的木箱高度 40cm 與 30m 衝刺，而主要訓練目的在加強動力輸出能力及 SSC 的改善，其訓練內容、順序、負荷、組數、次數、間隔休息時間，如表 3-3 所述。

表 3-3 複合式阻力訓練方式、內容和流程

上半身						
訓練 順序	訓練 方式	訓練負荷	組 數	次 數 秒 數	R M 休 息	S e t 休 息
1	仰臥 推舉	最大力量 87%(個人)	1	5 r e p s	無	4 m i n
2	快速伏 地挺身	最大速度 (個人)	1	10 s	無	4 m i n
3	藥球過 肩投擲	最大速度 重量 2k g	1	8 r e p s	10 s	4 m i n
下半身						
4	半蹲舉	最大力量 87%(個人)	1	5 r e p s	無	4 m i n
5	落下 深蹲跳	最大速度 高度 40 c m	1	8 r e p s	15 s	4 m i n
6	30 m 衝 刺跑	最大速度 (個人)	1	3 r e p s	90 s	4 m i n
共 3 循環						

第五節 實驗流程

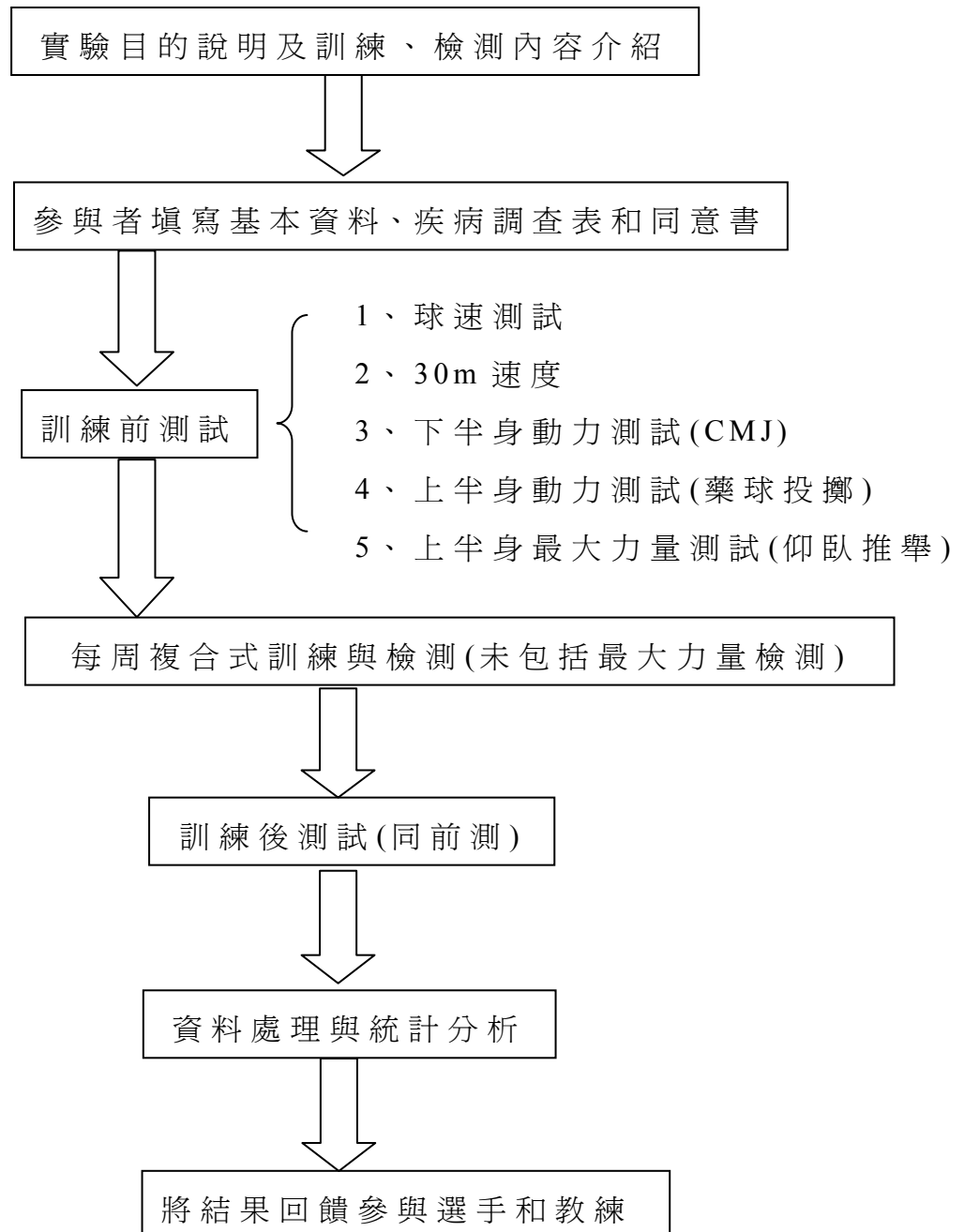


圖 3-1 實驗流程圖

第六節 資料處理與統計分析

- 一、以 SPSS 10.0 統計軟體的描述性統計方法中平均數、標準差方法表示參與者基本資料及測試成績。應用重複量數單因子變異數分析(one-way ANOVA, repeated measures)探討 5 週上、下半身動力、球速、30m 速度之適應變化，應用相依樣本 t 檢定(t-test)探討上、下半身最大力量之前測和後測差異。
- 二、使用 Newtest powertimer 分析軟體，分析換算 30 m 速率、藥球投擲速率與跳躍高度之數據。
- 三、所有圖形皆以 SigmaPlot 8.0 軟體製作。
- 四、本研究之顯著考驗定為 * 表示 $p < 0.05$ 、**表示 $p < 0.01$ 、***表示 $p < 0.001$ 。

第肆章 結果與討論

本研究探討 9 名高中棒球投手在接受每週 3 次，共 5 週的複合式訓練後對於球速之專項能力；上、下半身的動力；上、下半身的最大力量和 30m 速度之影響進行探討，並針對經過每週所收集一次的球速，如：上半身、下半身的動力和 30m 速度，包括前測在內共 6 週數據之變化情形及只有在前、後測收集的上半身、下半身最大力量之測試數據資料進行結果分析，彙整及統計處理所得的結果敘述如下，在進行綜合討論。

內容主要共分為四個部分呈現：

- 一、複合式訓練對最大力量之影響。
- 二、複合式訓練對動力之影響。
- 三、複合式訓練對球速之影響。
- 四、複合式訓練對 30m 速度之影響。

第一節 複合式訓練對最大力量之影響

本節共分為兩部份：複合式訓練對上半身及下半身最大力量之影響進行分析與探討。

一、複合式訓練對上半身最大力量之影響

上半身的最大力量只探討前測與後測的平均值的差異，如表 4-1，結果顯示經過五週的複合式訓練後上半身最大力量進步了 21.12kg，達顯著之差異 ($p < 0.05$)，而最大值和最小值也分別進步了 15kg 和 10kg。

表 4-1 上半身最大力量之統計資料表

上半身最大力量 (kg)			
	平均數 ± 標準差	最大值	最小值
前測	59.44 ± 11.84	80	45
後測	80.56 ± 10.74*	95	65

* $p < 0.05$

目前國內外已有許多相關研究已證實一般性高負荷阻力訓練能有效提高肌肉的上半身肌群最大力量 (Baker, 1996; Lachowetz et al., 1998)，而楊明達和詹貴惠 (2005) 則是運用 SSC 理論為基礎的藥球訓練來探討對上半身肌群的最大力量能力之影響。研究中以 13 位棒球選手接受每週 3 次共 8 週的 6 種藥球訓練方式，分為實驗組 7 人；控制組 6 人，結果顯示藥球訓練能顯著提升上半身肌群的最大力量，尤其對腹部的肌群效果最佳，Newton and Meevov (1994) 研究中也應用藥球訓練增進

了 8 名青少年棒球選手的上半身肌群 8.9%，而 Vossen, Kramer, Burke and Vossen (2000)也利用 SSC 的伏地挺身方式訓練 8 週後，對於上半身最大力量也有顯著增進，而本研究中也應用 SSC 理論為基礎之相似藥球及伏地挺身訓練方式，故上述結果也支持本研究之論點。

Faigenbaum 等 (2001)研究中則指出一般性的阻力訓練和複合式訓練都能顯著提高上半身肌肉的最大力量，研究中主要是以未受過訓練的兒童接受八週的訓練，分為四種訓練方式：高負荷仰臥推舉、中負荷仰臥推舉、高負荷仰臥推舉配合胸前藥球傳球和中負荷胸前藥球傳球，進行每週 2 次共 8 週訓練，結果顯示中負荷胸前推舉和複合式的訓練有效提升 16.8%和 16.3%上半身胸前推舉的最大力量。此結果與本研究中所應用的複合式訓練相似，都應用到仰臥推舉和藥球兩種訓練方式，但本研究的結果則進步了 35%，其原因可能在於本研究訓練組數、次數及頻率較多和受試者之前未接受過規律之阻力訓練，故因此達到更好的上半身最大力量增進效果。

二、複合式訓練對下半身最大力量之影響

下半身的最大力量只探討前測與後測的平均值的差異，從表 4-2 的研究結果中可以發現在下半身的最大力量進步幅度大，前測與後測的平均數差異為 71.66kg，達顯著之進步 ($p < 0.05$)，其中最大值與最小值也分別進步了 100kg 和 65kg。

表 4-2 下半身最大力量之統計資料表

下半身最大力量 (kg)			
	平均數 ± 標準差	最大值	最小值
前測	86.67±5	90	80
後測	158.33±14.14*	195	145

* $p < 0.05$

高阻力負荷，低收縮速度是能有效發展肌肉組織收縮時產生的最大力量的訓練方式 (Bompa, 1983; Mangus et al., 2006)，而本研究中的複合式訓練結合了高負荷低速度和低負荷高速度的下半身訓練型態，其結果顯示對下半身最大力量也產生正面的效益，而此訓練結果與 Kotzamanidis 等 (2005) 的研究中經過 9 週複合式訓練後和 Blakey and Southard (1987) 研究中經過 8 週複合式訓練後，顯著增進下半身的半蹲舉最大力量的結果一致。Warren and Glenn (1993) 在其研究中也探討了低阻力負荷 (40-60% 1RM) 和高阻力負荷 (70-90%) 兩種訓練方式配合快速向心收縮形態 (intended maximum concentric acceleration, IMCA) 的訓練方式，結果顯示低阻力負荷和高阻力負荷都能增加大學棒球選手的下半身最大力量 (+22.7kg, +16.1kg)，但只有高阻力負荷的訓練型態達顯著之差異，故也與本研究之結果相似。而本研究包含了 SSC 理論這種強調動作速度的訓練方式 (落下跳)，是否也是增進下半身最大力量的因素之一，Maffiuletti, Dugnani, Floz, Di Pierno and Mauro (2002) 的研究即顯示

在經過 2 週的增強式訓練後，膝伸展肌和足底屈肌的最大自主性收縮(maximal voluntary contraction, MVC)的肌肉力量即分別達 20%和 13%顯著進步，而 Matavulj, Kukolj, Ugarkovic, Tihanyi and Jaric(2001)的研究也探討了兩種落下跳高度(50cm,100cm)都能有效增進下半身的最大自主性收縮力量，故此上述結果也支持了本研究中的 SSC 理論也可能是下半身最大力量所產生的訓練效益的因素之一。

第二節 複合式訓練對動力之影響

本節共分為兩部份：複合式訓練對上半身及下半身動力之影響進行分析與探討。

一、複合式訓練對上半身動力之影響

上半身的動力主要是藉由在 2m 範圍內藥球投擲速率來判斷其能力優劣，且透過觀察 4 種重量藥球速率所呈現的負荷-速度曲線來瞭解其力量與速度能力的變化情形及觀察每週之變化。從表 4-3 的研究結果顯示在複合式訓練後第三週藥球重量 1 kg、3 kg、4kg 的平均值即與前測之平均值差異分別為 1.79m/s、1.94m/s 和 1.62m/s 達到顯著進步($p<0.05$)，而在第五週 1 kg、2kg、3 kg、4kg 的平均值與前測之平均值也都達顯著之差異($p<0.05$)其分別達到 2.15、2.46、2.59 和 2.23 m/s 的進步。

表 4-3 4 種不同重量藥球投擲測試之平均數與標準差

週次	藥球投擲速度 (m/s)			
	1 kg	2 kg	3 kg	4 kg
前測	9.70±0.77	8.79±0.65	7.86±0.49	6.85±0.63
1	10.02±1.08	9.29±1.12	8.42±0.90	7.41±0.91
2	11.04±1.15	9.78±0.79	9.06±0.99	8.17±0.85
3	11.49±1.37*	10.65±1.26	9.80±1.30*	8.47±1.21*
4	11.57±1.01*	10.82±1.29*	10.07±1.13*	8.96±1.05*
5	11.85±1.06*	11.25±1.09*	10.45±1.19*	9.08±1.00*

*p<0.05

由於動力=力量×速度，是指肌肉在產生力量的動作過程中，肌肉產生力量和肢體移動速度的乘積，所以若要加強動力輸出能力就必須加強這兩項要素。過去已有相關研究支持高負荷低速度(>80%,1RM)是發展動力的訓練方法(Hakkinen, 1994)，但是低負荷高速度的動作是發展動力最佳的訓練方法(Atha,1981;Wenzel & Perfetto,1991; Young, & Bilby, 1993; Schmidtbleicher & Haralambie, 1981.)，而本研究應用複合式訓練主要就是結合一般性高強度阻力訓練加強最大力量和以SSC理論為基礎之訓練方式來加強動作速度，以期得到更好的增進動力輸出效果，從本研究的第一節數據中可以得知上半身的最大力量是呈現顯著進步的情況，故表示上半身肌肉收縮力量的增加，所以也是增進上半身動力能力的因素之一，而Evans等(2000)的研究中更指出胸前藥球傳球的距離與5RM的仰臥推舉的肌力有正面相關性的

結果。除了最大力量進步外，也可能是複合式訓練中 SSC 為理論之訓練方式而加強上半身動力的輸出能力，Vossen, Kramer, Burke and Vossen (2000)的研究中比較傳統動力式(dynamic)與 SSC 為理論的兩種伏地挺身方式對坐姿藥球投擲距離的效益，結果顯示 SSC 的訓練方式在藥球投擲的距離方面顯著優於傳統動力式的訓練方式，故也支持了本研究結果。

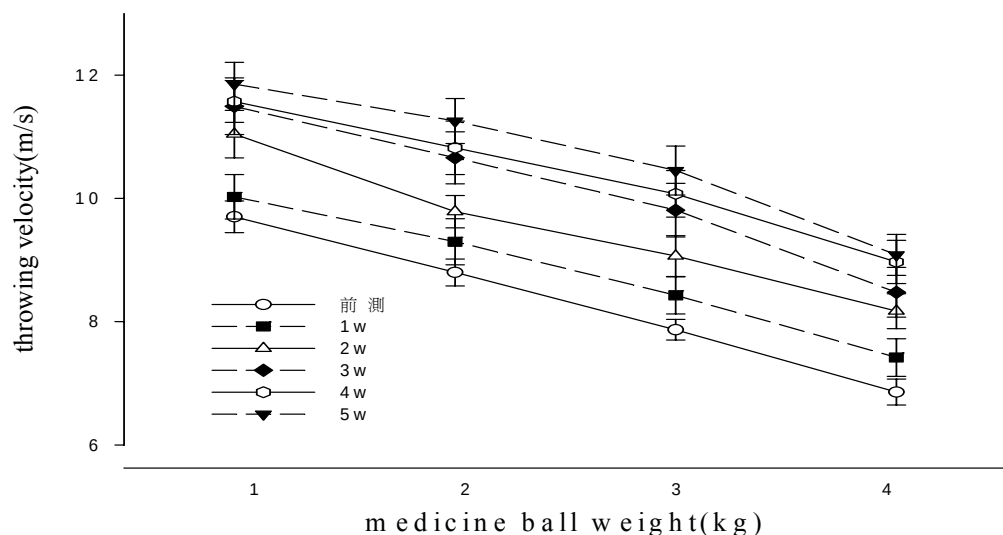


圖 4-1 五週複合式訓練不同藥球重量速度平均值之變化

觀察經過每週複合式訓練後，不同重量藥球投擲速度之變化也是本研究目的之一，從圖 4-1 中可以發現 4 種重量的藥球速度都呈現每週進步的趨勢，從第一週到第三週 4 種藥球重量投擲速度的平均值都很穩定的成長達 0.6 m/s，到第四、五週進步幅度則開始逐漸平緩，其平均值只有 0.28 m/s，這變化也與 Neumann(1991)提出的 4-6 週生理適應週期相符合，由於人體的組織系統已

開始適應刺激負荷，所以造成進步趨緩的原因，但從表 4-3 的研究結果中 4 種藥球重量投擲速度都達顯著之進步，這也表示經過五週複合式訓練對於力量和速度方面能力都能有效的同時提升。

參考 Komi and Hakkinen(1988)所提出的負荷-速度曲線理論，其提到在進行阻力訓練時所應用的負荷將會影響到專項動作神經肌肉組織適應，如圖 4-2 所示，若訓練負荷是偏向於高負荷的曲線的末端，表示為高負荷低速度訓練方式，訓練效果則也將會偏向最初曲線的區域；而如果訓練負荷是接近於低負荷的曲線的區域，表示為低負荷高速度訓練方式，訓練的效果也則將會偏向其最初曲線的區域。故在其它因素相同的情況下要得到較快的收縮速度，就必須降低負荷量，如果要克服較大的負荷阻力，肌肉的收縮速度就會相對減慢，所以需透過不同負荷量的訓練，以得到較佳的訓練效果。

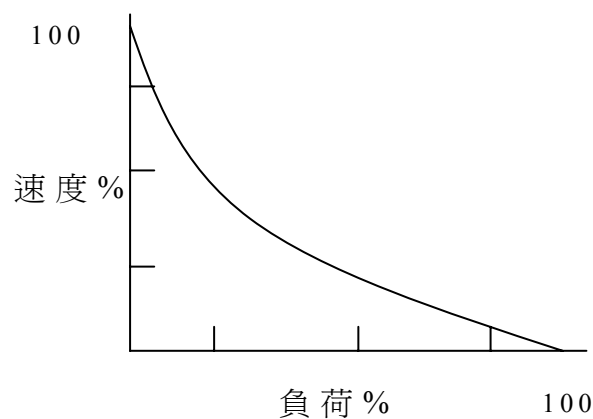


圖 4-2 負荷-速度曲線 (Komi & Hakkinen1998)

許多相關研究也支持刺激肌肉和神經系統進而增進動力輸出的理想適合訓練方式必須包含高負荷/低速度、低負荷/高速度和高負荷/高速度的動作型態(Baker,1996 ; Harris, Stone, O'Bryant, Proulx & Johnson,2000 ; Stone, Byrd, Tew, Cater, & Johnson,1990)。而本研究所應用的複合式訓練就是結合最大力量訓練(高負荷/低速度)和 SSC 理論為基礎之動力(低負荷/高速度)訓練方式，以期能同時加強力量與速度，避免單一訓練所造成的缺點，從圖 4-1 可以得知不論是在偏向於高負荷/低速度或低負荷/高速度的曲線區域，都是呈現相同成長的狀態，所以本研究之訓練方式對於上半身動力輸出能力的兩要素：力量和速度具備同時提昇的效益。

二、複合式訓練對下半身動力之影響

下半身動力主要是藉由 CMJ 的跳躍高度來判斷，這已是一種預測下半身動力的標準測驗(Driss, Vandewalle & Monod,1998)，而表 4-4 的研究結果中顯示，第一週與訓練前的平均值比較退步了 1.23cm，但未達顯著之差異($p>0.05$)，而從第二週開始至第五週都是呈現逐漸進步的情況，第二、三週分別進步 1.38cm 和 3.14cm，但未達顯著之差異($p>0.05$)，但在第四週平均值差異則為 4.5cm 達顯著差異($p<0.05$)和第五週也與前測達 6.47cm 顯著進步($p<0.05$)。

表 4-4 下半身動力測試之統計資料表

週次	CMJ(cm)		
	平均數±標準差	最大值	最小值
前測	37.33±6.36	47.14	30.29
1	36.10±4.50	43.56	31.77
2	38.71±6.13	48.98	30.41
3	40.47±6.81	53.58	32.90
4	41.83±6.64*	51.97	34.45
5	43.80±6.77*	54.88	36.16

*p<0.05

而下半身動力在五週之變化情形，從表 4-4 中分析在訓練後第一週的高度與前測比較退步了 1.23cm 這可能是由於受試者在準備期剛開始接受負荷刺激，身體肌肉組織產生疲勞和除了接受複合式訓練外也有進行其他跑步耐力性的下半身運動額外的負荷而未能及時恢復，但在第二週開始則呈現逐漸進步的趨勢，到第四週即達顯著進步，此變化也符合 4-6 週生理適應週期 (Neumann,1991)，而從後三週的差異比較發現，第五週的成長比第四週佳，呈現繼續進步的情況，但因本研究未繼續探討訓練後第六週的情況，所以無法得知進步是否會趨緩會持續進步。

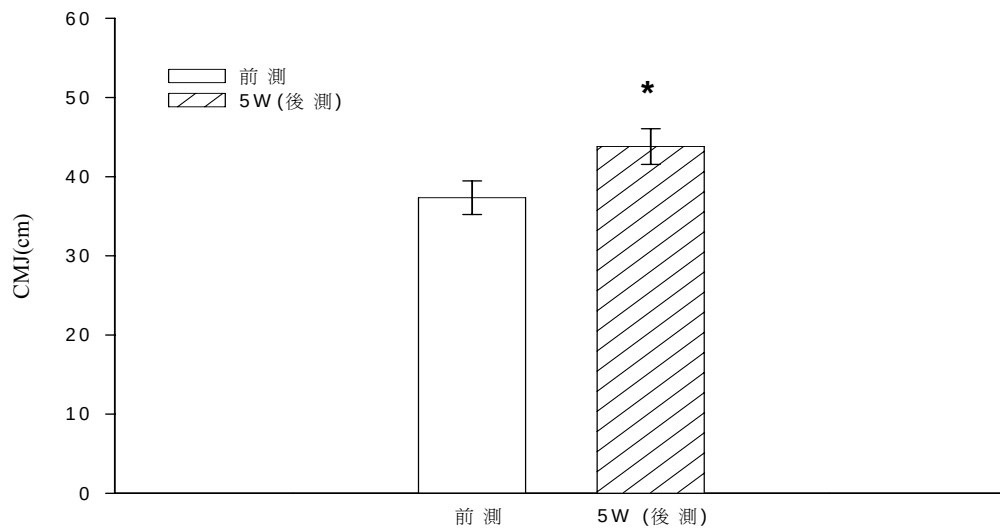


圖 4-3 前測與第五週(後測)之 CMJ 高度

藉由圖 4-3 中可以清楚得知前測與經過五週複合式訓練後的平均值達顯著之差異，這表示選手在經過五週的複合式訓練：5RM 半蹲舉、落下深蹲跳和 30m 衝刺後能有效提升下半身的動力輸出能力，而此結果也與 Potteiger, Williford, Blessing and Smidt(1992)的研究中利用一般性阻力訓練與衝刺訓練增進其下半身垂直跳的高度相似。本研究下半身最大力量的進步也是增進下半身動力的因素之一，Baker and Steven (1999)的研究指出 3RM 的半蹲舉最大力量與下半身的動力測試如：負重半蹲跳 (jump squat) 和動力舉 (3RM power clean) 有顯著的正相關。

Blakey and Southard(1987)也曾將阻力訓練(腿部推舉、彎曲等)與增強式訓練(落下跳)結合探討一週三次共

八週的訓練對力量與下半身無氧動力(Margaria anaerobic power)之影響，而此訓練方式也與本研究的訓練方式相似，結果顯示對於下半身力量和無氧動力表現有顯著效益。而過去已有許多的研究指出下半身的增強式訓練對下半身動力的提升是有顯著的影響(Allerheligan,1994; Bompa,1999; Maffiuletti,2002; Coleman,2000)，主要是改善離心收縮時伸展反射和彈性能的應用而增加向心收縮時能產生更多的動力輸出，而影響垂直跳表現的因素相當多，Schmidtbleicher and Buehrle (1987)指出最主要的除了具備良好的下半身肌肉力量外，肌肉內協調性的順暢也是一項重要的因素，故許多研究也都藉由SSC理論為基礎的增強式訓練來改善肌肉內的伸展縮短，增加肌間、肌內與神經組織的協調，是否進而對跳躍能力產生影響進行相關的探討，如Luebbers等(2003)探討4週和7週增強式訓練對於垂直跳高度、動力和無氧動力(Margaria staircase test)之效益，結果顯示在第4週表現即能有效改善，另外Gegri, Ricard, Kleiner and Kirkendall(1998)的研究則是以深蹲跳和反向動作跳兩種增強式訓練分組，進行12週的訓練後對垂直跳高度，結果顯示兩種訓練方式都能顯著改善垂直跳的高度，但深蹲跳的訓練效果最佳。而本研究中的複合式訓練包含了下半身增強式的落下深蹲跳及30m的速度訓練方式，故也符合使本研究結果產生效益的因素之一。

第三節 複合式訓練對球速之影響

本研究球速測試時所應用的球速測速槍單位為 mph，故藉由單位換算成國內的常用單位 kph 來呈現數據。從表 4-5 發現最大值與最小值之差異範圍 (131.2 kph - 96.96kph) 頗大，主要是由於受試者中具有低肩側投的投球型態所造成。從第一週、第二週與訓練前的平均值比較發現其差異分別為 -2.52kph 和 -0.18kph，球速呈現退步趨勢，其中第一週達顯著之差異 ($p < 0.05$)，而第二週未達顯著差異 ($p > 0.05$)，在第三週的球速為 +.74kph，未達顯著差異 ($p > 0.05$)，而在第四週和第五週的平均值與訓練前分別達到 +2.66kph 和 +2.76kph 的顯著差異 ($p < 0.05$)。

表 4-5 投球球速測試之統計資料表

球速 (kph)			
週次	平均數 ± 標準差	最大值	最小值
前測	113.14 ± 9.23	129.28	100.16
1	110.47 ± 9.72 *	126.72	96.96
2	112.96 ± 9.41	128.32	100.16
3	113.88 ± 9.37	128.96	100.80
4	115.66 ± 9.74 *	131.20	101.12
5	115.77 ± 8.85 *	129.60	101.12

* $p < 0.05$

藉由圖 4-4 可以更清楚的瞭解在訓練前與接受五週

複合式訓練期間之球速變化情形。訓練後第一週其球速明顯下降，且與訓練前、第二、三、四、五週的平均值比較分別為 -2.52、-2.48、-3.41、-5.19、-5.29 kph，皆達顯著之差異 ($p < 0.05$)。

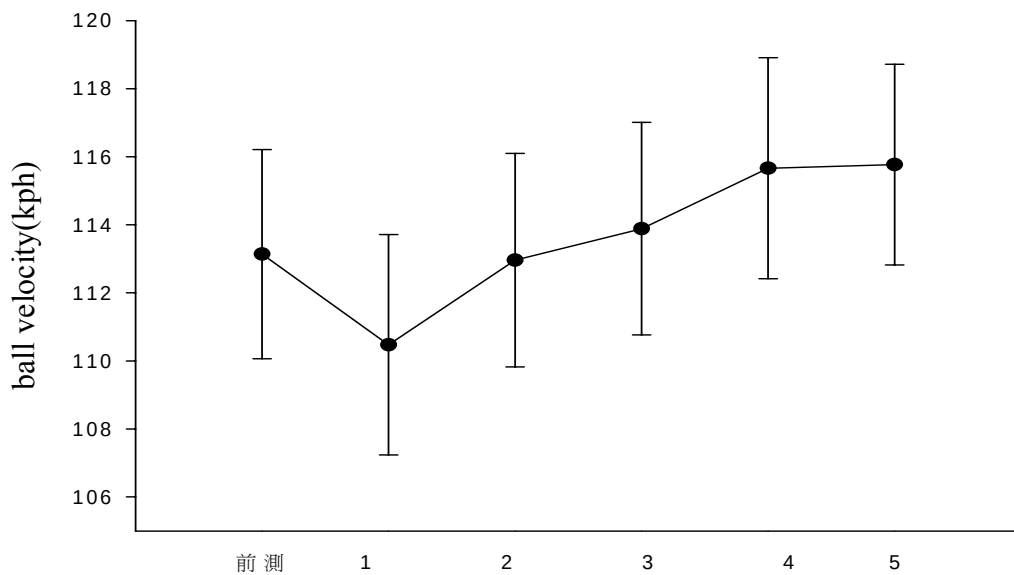


圖 4-4 前測與五週訓練之球速平均值變化

上述變化其主要原因可能由於是在訓練週期中準備期的初期，身體組織開始接受一個禮拜訓練負荷的刺激下，生理開始產生反應及調整，但在身體還未能適應和恢復的狀況下，而使生理系統產生疲勞的症狀，Murray(2001)指出疲勞會造成投球動作力學的變化，進而影響投球表現和增加受傷機率的主要因素。故可能導致訓練後第一週球速顯著退步的情況發生，但從第二週開始則呈現逐漸回升至訓練前的表現，到第三週則開始呈現進步的趨勢，到第四週和第五週則達顯著進步，但

觀察第五週和第二、三、四週差異分別為 2.70、1.78、0.11 kph 的進步幅度下，發現呈現逐漸下降的趨勢，則可能是在於受試者身體組織開始適應訓練強度產生生理適應效果，故在相同的刺激之下就不容易在進步，而上述之變化與 Jakowlew(1972)提出的超補償理論(supercompensation)和 Neumann(1991)生理適應原理相似，其提到人體生理是由負荷、疲勞與恢復所構成(圖 4-5)，人體的訓練生理反應是有其規律性，人體組織系統在完善的訓練下，其適應週期在 4-6 週，故當選手開始適應先前的訓練負荷後就不易繼續產生超補償的作用。超補償的產生主要受到訓練負荷的影響，(Findeisen,1980)提到若要繼續產生負荷效果，就必須在增加適當的訓練負荷，Chu(1996)也指出複合式的訓練可以使運動員在短期的超補償中得到更好的效果。

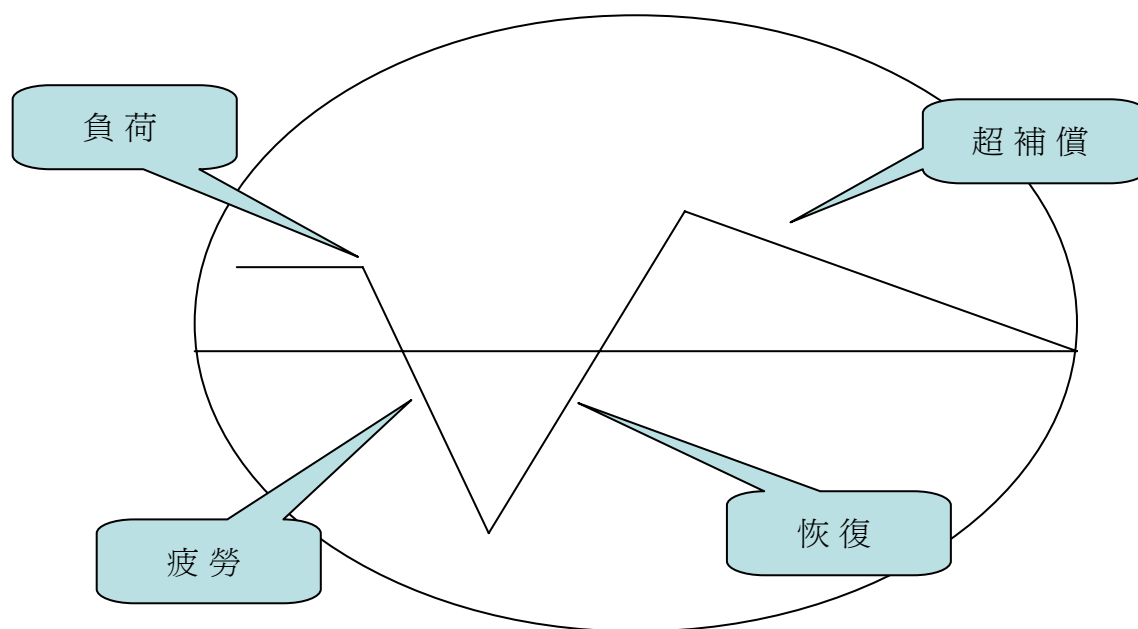


圖 4-5 生物適應程序 (Jakowlew,1972)

本研究之最主要目的在於五週複合式訓練後對球速之影響，從圖 4-6 中可以更清楚得知在五週的複合式訓練後，其球速 115.77 與訓練前 113.14kph 比較達顯著之進步 2.63kph，而從本研究結果發現影響球速的關鍵要素最大力量和動力都有顯著進步，故也符合了之前相關研究藉由改善力量和動力的能力後，球速增進的結果。而目前尚無應用複合式訓練後，增進棒球投手球速的研究，大部分都是單獨的應用一般性阻力訓練或者是增強式訓練、藥球訓練、彈力繩訓練和彈震式訓練等以發展力量、動力的研究，僅與 Newton and Meevoo(1994) 和 Potteiger 等 (1992) 的研究同時探討兩種訓練方式對於力量、球速增進的效果相似，但從本研究結果與過去之相關研究相比較，仍然可以肯定經過複合式訓練後，對於提升力量與動力對球速表現產生之效益。

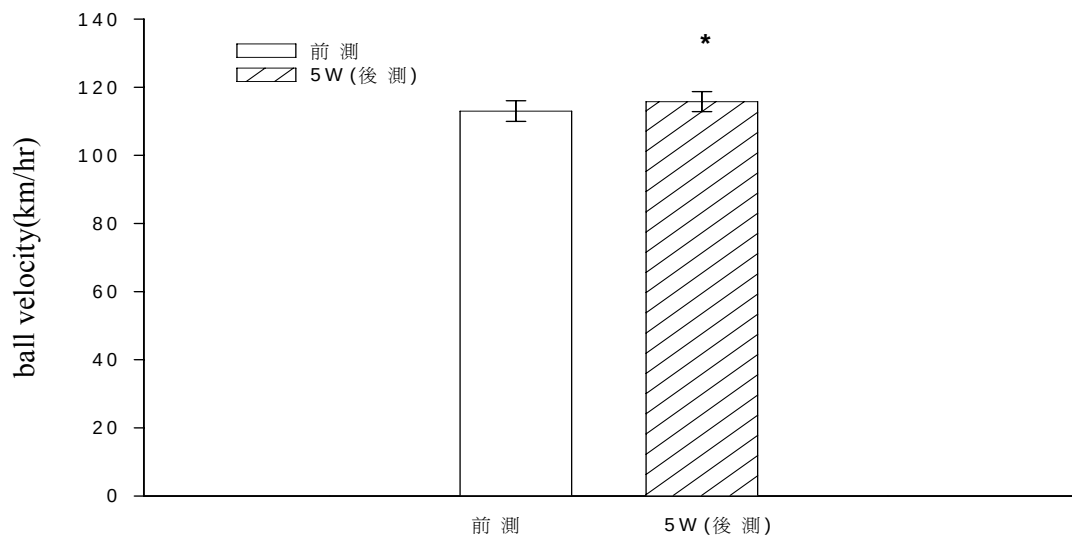


圖 4-6 前測與第五週(後測)之球速

第四節 複合式訓練對 30m 速度之影響

30m 速度測試結果呈現，是將時間換算成速率表示，從表 4-6 中發現前兩週平均速度與前測比較分別退步了 0.13m/s、0.09m/s 且達顯著之差異 ($p<0.05$)，第三週也退步 0.02m/s 但未達顯著之差異，而第四週則開始呈現進步的趨勢增加了 0.03m/s，但未達顯著之進步 ($p>0.05$) 而到第五週則顯著增加了 0.11m/s ($p<0.05$)。

表 4-6 30m 速度之統計資料表

30m 速度 (m/s)			
週次	平均數 ± 標準差	最大值	最小值
前測	6.63 ± 0.42	7.33	6.15
1	6.50 ± 0.45 *	7.27	5.96
2	6.54 ± 0.42 *	7.19	6.06
3	6.61 ± 0.40	7.26	6.15
4	6.66 ± 0.38	7.30	6.25
5	6.74 ± 0.41 *	7.39	6.22

* $p<0.05$

觀察五週複合式訓練期間 30m 速度測試數據，發現其變化情形跟下半身動力的五週變化情形相似，訓練後第一週呈現都退步的情形，但是速度在前三週都呈現退步的情形，前兩週甚至達顯著之退步，但是退步的差異有逐漸回復至前測水準的情形，而這與導致下半身動力在訓練一開始呈現退步的情形相似，主要在於身體適應

和其他下半身耐力訓練方及下半身動力能力衰退，進而造成 30m 速度表現退步的情形發生。但在第四、五週則開始呈現進步的狀態，並在第五週達顯著之差異，此變化也符合 Neumann(1991)提出的 4-6 週生理適應週期，而在訓練後三週進步的情況也與下半身動力結果相似，都是呈現持續進步的趨勢，但由於本研究未繼續觀察，故無法了解此情況後續情形。

最後在前測與訓練後第五週之比較，從圖 4-7 可以清楚得知經過五週的複合式訓練後，對於 30m 速度的提升是有顯著效益的，從本研究下半身動力的進步的結果，也可能是促進速度進步的原因之一，因過去研究皆指出下半身動力與速度具有正相關的關係(Ross, Leceritt & Riek,2001)，下半身力量的改善也是促進速度提升的要素之一(Klinzing,1984)。而本研究結果也與 Kotzamanidis 等(2005)指出複合式訓練能改善 30m 速度等表現的結果相符合。

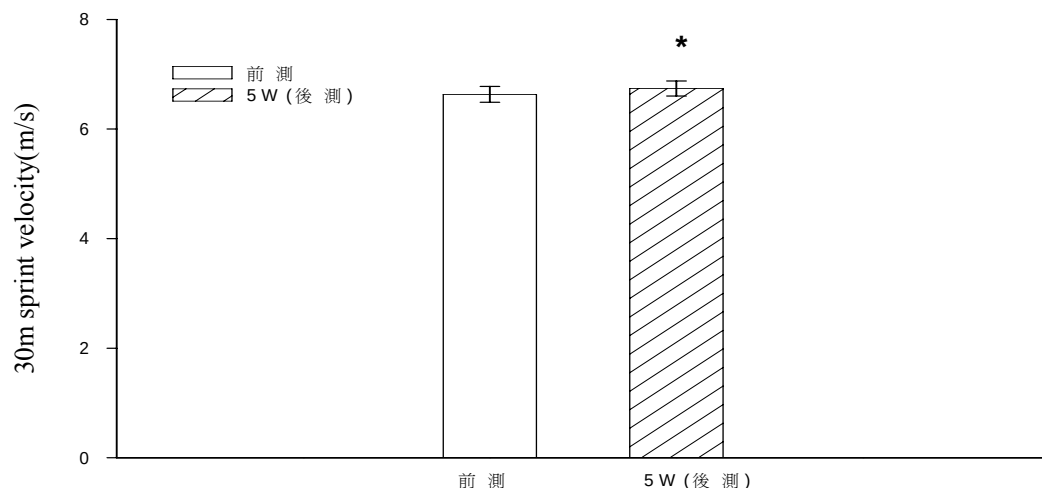


圖 4-7 前測與第五週(後測)之 30m 速率

第伍章 結論與建議

本研究主要探討經過複合式訓練後對於高中棒球投手上、下半身的最大力量和動力、球速及 30m 速度之影響及每週生理適應情形。訓練方式包含了一般性阻力訓練和 SSC 理論的訓練方式。收集上、下半身的動力、球速及 30m 速度每週的數據和上、下半身的最大力量的數據後，經過分析與討論，可以獲得以下結論和建議。

第一節 結論

由於現在競技運動競爭越來越激烈，也越來越講究訓練的效率與效益，所以如何在有限的訓練週期中提升運動能力，一直是教練與選手努力的目標。而棒球運動是一種需要動力與速度的競技運動，本研究的結果對於高中棒球投手在準備訓練期階段接受複合式訓練後，對動力、力量、速度和專項表現都有正面的助益，在過去的準備期訓練內容注重的是基本體能的加強，而透過複合式訓練可同時加強動力的專項體能，進而縮短準備期的時間，雖然在前幾週產生因未能即時恢復而導致疲勞造成能力表現下降的現象，但是仍符合相關研究提出的理論機制，且最主要的是在訓練過程中，沒有任何選手在接受複合式訓練期間而受傷的情況，而就本研究的結果可以發現高中棒球投手在準備訓練週期中，經

過一週三次，共五週的複合式訓練下包含：上半身訓練方式：個人 5RM 的仰臥推舉、10s 快速伏地挺身、和 2kg 的過肩雙手藥球投擲；下半身訓練方式：個人 5RM 的半蹲舉、40cm 落下深蹲跳和 30m 最大速度衝刺，上述的複合式訓練後對上、下半身的力量、動力表現、速度和球速之影響具有顯著之效益。本研究結論如下：

一、最大力量

(一)上半身最大力量

上半身最大力量的前、後測平均值比較，進步了 21.12kg，達顯著之差異。

(二)下半身最大力量

下半身最大力量的前、後測平均值比較，進步幅度大達 71.66kg，達顯著之差異。

二、動力

(一)上半身動力

上半身的動力方面，在訓練後第三週 1 kg、3 kg、4kg 的藥球投擲速度即與前測達顯著之進步，而到第五週 1 kg、2 kg、3 kg、4kg 的平均值與前測比較也分別進步了 2.15 m/s、2.46 m/s、2.59 m/s 和 2.23 m/s，且都達顯著之差異。

(二)下半身動力

訓練後第一週雖有退步，可是在訓練後第四週 CMJ 的高度平均值與前測達 4.5cm 的顯著進步，到第五週也

與前測達 6.47cm 顯著進步。

三、球速

訓練後第一週呈現退步的情形，但在訓練後第四週和第五週的球速平均值與前測分別達到 2.66kph 和 2.76kph 的顯著進步。

四、30m 速度

在訓練後兩週速度平均值即與前測達顯著之退步，但到第五週則顯著進步了 0.11m/s。

第二節 建議

根據上述結果分析討論後，統整出幾點可在未來的安排複合式訓練計畫時作為參考：

- 一、在進行複合式訓練時，其間歇休息時間必須考量到過去研究理論所建議的時間及選手的恢復情形而設定，以避免影響在 SSC 的訓練時運動單位的招募，降低訓練效益。
- 二、本研究所設計的複合式訓練是以一組高負荷低速度的訓練方式搭配兩組低負荷高速度的訓練方式，且根據研究理論，其訓練的肌肉組織都是相似性，故是否在實際的訓練中可以增加多組的訓練項目或者變換訓練肌肉組織仍待進一步的研究。

- 三、在安排短暫的訓練週期時，可以應用複合式訓練來同時加強刺激神經肌肉的運動單位，改善最大肌力和增加彈性能的應用、加強肌梭的反射和降低高爾肌腱器的抑制的機制，增進動力輸出能力，達到訓練力量和動力的效益。
- 四、本研究結果呈現的生理適應曲線可作為未來在安排年度訓練計畫時參考，如何在比賽期之前調整出最佳的生理狀況，以增進運動表現。
- 五、本研究主要是針對在高中層級的投手，對於其他階層的投手或野手，是否具有相同的訓練效益，還需要在未來針對其他層級的選手進行相關研究探討。

參考文獻

一、中文部分

- 龔榮堂、林華韋(2003)。國民小學棒球運動推展現況分析與建議。大專體育雙月刊，75期，169-172頁。
- 楊明達、詹貴惠(2005)。藥球訓練對上半身肌力的影響。大專體育學刊，8卷2期，187-193頁。

二、外文部分

- Atha, J.(1981). Strengthening muscle. *Exercise and Sports Science Research*.9:1-74.
- Allerheligan, W. B.(1994). *Speed development and plyometric training*. In T.R. Baechele(ED.), *Essentials of strength training and conditioning*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Bompa, T. O. (1983). *Theory and Methodology of Training*. Dubuque, IA: Kendall/ Hunt.
- Blakey, J. B., & Southard, D.(1987). The combined effects of weight training and plyometrics on dynamic leg strength and leg power. *Journal of Applied Sports Sciences Research*.1; 14-16.
- Bompa, T.O. (1994). *Periodization of strength: the new wave in strength training*. Toronto, ON: Voritas Publishing INC.
- Baker, D. (1996). Important vertical jump performance through general, special, and specific strength training: A brief

- review. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 10:131-136.
- Baker, D., & Nance, S. (1999). The relation between strength and power in professional rugby league players. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 13(3): 224-229.
- Bompa, T. O. (1999). *Periodization: Theory and Methodology of Training/4th*. Human Kinetic Publishers INC.
- Baker, D. (2003). Acute effect of alternating heavy and light resistances on power output during upper-body complex power training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17 (3), 493-497.
- Chu, D.A.(1996).*Explosive power and strength: Complex for maximum results*. Human Kinetics Publishers.
- Coleman, G. (2000). *52-week baseball training*. Human Kinetic Publishers INC. 233-248.
- Cordasco, F. A., Wolfe, I. N., Wootten, M. E., & Bigliani, L. U.(1996). An electromyography analysis of the shoulder during a medicine ball rehabilitation program. *American Journal of Sports Medicine*. 24(3), 386-392.
- Dillman, C., Fleisig, G., & Andrews, J. (1993). Biomechanics of pitching with emphasis upon shoulder kinematics. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* 18(2):402-408.
- DeRenne, C., Hetzler, R. K., Buxton, B. P., & Ho, K. W.(1996). Effect of training frequency on strength maintenance in pubescent baseball players. *Journal of Strength and*

Conditioning Research.10 (1): 8-14.

Driss, T., Vandewalle, H., & Monod, H.(1998). Maximal power and force-velocity relationships during cycling and cranking exercise volleyball players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. 38, 286-293.

Findeisen, D., Linke, P., & Pickenhain, L. (1980): *Grundlagen der sportmedizin*. Leipzig.

Edwards, D.E.(1991). *Comparing proprioceptive neuromuscular facilitation and isotonic weight exercises to the pitching velocity of college baseball pitchers*. Master's thesis, University of Nevada at Reno.

Ebben, W. P., & Blackard, D. O.(1998).Survey of strength and conditioning practices of national football league strength and conditioning coaches. *Journal of Strength and Conditioning Research*.3; 55-63.

Ebben, W. P., & Watts, P.B.(1998). A review of combined weight training and plyometric training modes: complex training. *Strength and Conditioning*. 20(5),18-27.

Ebben, W. P., Watts, P.B., Jensen, R.L., & Blackard, D. O.(2000). EMG and kinetic analysis of complex training exercise variables. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 14(4), 451-456.

Evans, A.K., Hodgkins, T.D. Durham, M.P., Berning, J.M., & Adams, K.J.(2000). The acute effects of a 5RM bench press on power output. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 32(5), S311.

- Faigenbaum, D. A., Loud, L. R., O'connell, J., Glover, S., O'connell, J., & Westcott, L.W.(2001). Effects of different Resistance training protocols on upper-body strength and endurance development in children. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 15(4), 459-465.
- Grant, L. W., & Ritch, J. M. (1988). Rubber tubing. *Manage physiology therapy*. (8): 10-15.
- Gehri, D. J., Ricard, M.D., Kleiner, D. M., & Kirkendall, D. T.(1998). A comparision of plyometric training techique for improving vertical jump ability and energy production. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 12(2):85-89.
- Hakkinen, K. (1994). Neuromuscular adaptation during strength training, aging, detraining and immobilization. *Critical Reviews in Physical and Rehabilitation Medicine*. 6: 161-198.
- Harris, G. H., Sotone, M. H., O'Bryant, H. S., Proulx, C. M., & Johnson R. L. (2000). Short-term performance effects of high speed, high force, or combined weight training methods. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 14(1): 14-20.
- Ingle, L., Sleaf, M., & Tolfrey, K. (2006). The effect of a complex training and detraining programme on selected strength and power variable in early pubertal boys. *Journal of sports sciences*. 24(9)

: 987-997.

Jakowlew, N. (1972): Die Bedeutung der Homöostasestörung für die Effektivität des Trainingsprozesse. *Medizin und sport* 13, 367-370.

Jobe, F. D., Moyne, J., Tibone., & Perry, J. (1984). An Emg analysis of the shoulder in throwing and pitching a second report. *American Journal of Sports Medicine*. 12(3), 218-220

Jackson, J.B.(1994). The effects of weight training on the velocity of a thrown baseball. Master's thesis, central Michigan University.

James, C. R., & Robert, C. F., (1999). *High-powered plyometrics*. Human Kinetic Publishers INC. 47-88.

Jones, P., & Lees, A. (2003). A biomechanical analysis of the acute effects of complex training using lower limb exercises. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17 (4), 694-700.

Komi, P., & Bosco, C. (1978). Utilization of store elastic energy in leg extensor muscle by men and women. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 10(4), 261-265.

Komi, P. V. (1984). Physiological and biomechanical correlates of muscle function: effects of muscle structure and stretch-shortening cycle on force and speed. *Exercise of Sport Sciences Review*. 12: 81-121.

Klinzing, J. (1984). Improving sprint speed for all athletes.

- National Strength Conditioning Association Journal.*
32-33.
- Komi, P. V., & Hakkinen, K.(1988). *Strength and power.*
In: The Olympic Book of Sports Medicine. Boston:
Blackwell Press.
- Kindall, J. (1993). Baseball: Play the winning way. *Lanham,*
MD: Sports Illustrated Books.
- Kevin, E. W., Michael, L. V., Michael, A. K., Vern, G., James,
R, A., & Charles, J, D.(1993). Stretch-shortening Drills
for the upper extremities: Theory and clinical
application. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical*
Therapy .225-239.
- Kotzamanidis, C., Chatzopoulos, D., Charalambos, M.,
Paraiakovou, G., & Patikas, D.(2005). The effect of a
combined high-intensity strength and speed training
program on the running and jumping ability of soccer
players. *Journal of Strength and Conditioning Research.*
19(2), 369-375.
- Lundin, P. E. (1985). A review of plyometric training.
National Strength Conditioning Association Journal.
7(3), 65-70.
- Lachowetz, T., Evon, J., & Pastiglione, J.(1998). The
effects of an upper-body strength program on
intercollegiate baseball throwing velocity.
Journal of Strength and Conditioning Research.
12:64-65.

- Luebbers, P. E., Potteiger, J. A., Hulver, M. W., Thyfault, M. J., Carper., & Lockwood, R.H.(2003). Effects of plyometric training and recovery on vertical jump performance and anaerobic power. *Journal of strength and Conditioning Reresearch*.17(4) ;704-709.
- Murphy, P., & Forney, J. (1997). *Complete conditioning for baseball*. Human Kinetic Publishers INC. 137-151.
- McEvoy , K. P., & Newton, R. U. (1998). Baseball throwing speed and base running speed: The effect of ballistic resistance training. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 12(4): 216-221.
- Matavulj, D., Kukolj, M., Ugarkovic, D., Tihanyi, J., & Jaric, S.(2001). Effects of plyometric training on jumping performance in junior basketball players. *Journal of Sports Medicine and physical Fitness*, 41.159-164.
- Murray, T. A., Cook, T. D Werner, S. L., Schlegel, T. F., & Hawkins, R. J.(2001). The effects of extended play on professional baseball pitchers. *American Journal of Sports Medicine*. 29: 137-142.
- Maffiuletti, N. A., Dugnani, S., Folz, M., Di Pierno, E., & Mauro, F.(2002). Effect of combined electrostimulation & Plymetric training on vertical jump height. *Medicine and Science in Sport and Exercise*. 34(10), 1638-1644.
- Myers, J. B., Pasquale, M. R., Laudner, K. G., Sell, T. C.,

- Bradley, J. P., & Lephart, S. M.(2005). On-the-field resistance-tubing exercises for throwers: an electromyographic analysis. *Journal of Athletic Training*. 40(1): 15-22.
- Mangus, B. C., Takahashi, M., Mercer, J. A., Holcomb, W. R., McWhorter, J. W., & Sanchez, R.(2006). Investigation of vertical jump performance after completing heavy squat exercises. *Journal of strength and conditioning research*. 20(3):597-600.
- Norman, R. U., & Komi, P. V.(1979). Electrographic delay in skeletal muscle under normal movement conditions. *Acta Physiological Scandinavica*,106, 241-248.
- Neumann, G., & Berbalk, A. (1991): Umstellung und Anpassung des Organismus- grundlegende Voraussetzung der sportlichen Leistungsfähigkeit.
- Potteiger, J. A., Williford, H. N., Blessing, D.L., & Smidt, J. (1992).Effect of two training methods on improving baseball performance variables.*Journal of Applied Sport Science Research*.2-6.
- Ross, A., Leceritt, M., & Riek, S.(2001). Neural influences on sprint running. *Sports Medicine*.31(6):409-425.
- Rerenne,C., HO, K.W., & Murphy, J. C.(2001). Effect of general,special and specific resistance training on throwing velocity in baseball: A brief review. *Journal of*

- strength and conditioning research*.15(1) 148-156.
- Stone, M. H., Byrd, R., Tew, J., Carter, R., & Johnson, R.(1980). Relationship between anaerobic power and Olympic weightlifting performance. *Journal Sports Medicine Physiology*. 20: 99-102.
- Schmidtbleicher, D., & Haralambie, G. (1981). Changes in contractile properties of muscle after strength training in man. *European Journal of Applied Physiology*. 46: 221-228.
- Schmidtbleicher, D., & Buehrle, M.(1987). *Neuronal adaptations and increase of cross-sectional area studying different strength training methods*. In: Biomechanics.Champaign ,IL: Human Kinetics.
- Shenk, B. S. (1990). *Effect of two strength training programs on throwing velocity*. Doctoral dissertation , University of Virginia.
- Scott, K. P., & Edward, T. H . (2001). *Exercise Physiology: theory and application to fitness and performance ,4/e*. McGraw-Hill, Inc. 22-43.
- Toyoshima, S., Hoshikawa, T., & Miyashita, M. (1974). Contribution of the body parts to throwing performance .*Biomechanics IV*. Baltimore ., University Park Press, 169-174.
- Thomas, R. B., & Roger, W. E.(2000). *Essentials of strength training and conditioning*. Human Kinetics. 428-429.
- Voight, M., & Draovitch, P.(1991). *Eccentric Muscle training*

- in sports and orthopedics*. Churchill Living stone.45-73.
- Vossen, J. F., Kramer, J. F., Burke, D. G., & Vossen, D. P.(2000). Comparison of dynamic push-up training and plyometric push-up training on upper-body power and strength. *Journal of Strength and Conditioning Research*.14(3):248-253.
- Wenzel, R., & Perfetto, E. (1992). The effect of speed versus non-speed training in power development. *Journal Applied of Sport Science Research*. 62: 82-87.
- Wooden, M. J., Greenfield, B., Johanson, M., Litzelman, L., Mundrane, M., & Donatelli, R. A.(1992). Effects of strength training on throwing velocity and shoulder muscle performance in teenage baseball players. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 5; 223-227.
- William, P, E., Marilyn, J, H., & Christopher, J, S. (2005). Strength and conditioning practices of major league baseball strength and conditioning coaches. *Journal of Strength and Conditioning Research*.19(3). 538-546.
- Young, W. B., & Bilby, G. E. (1993). The effect of voluntary effort to influence speed of contraction on strength, muscular, power and hypertrophy development. *Journal of Strength and Conditioning Research*.7: 172-178.
- Young, W.B., Jenner, A., & Griffiths, K.(1998).Acute enhancement of power performance from heavy load squats. *Journal of Strength and Conditioning Research*.12(2), 82-84.

Zehr, E. P., & Sale, D. G., (1994). Ballistic movement: Muscle activation and neuromuscular adaptation. *Canada journal of apply physiology*. 19(4): 363-378.

【附錄一】



國立體育學院 教練研究所

訓練生理與健康實驗室 運動專項能力診斷疾病調查

姓名：	出生年 月：	身高 (cm)：	體重 (kg)：	性別：
項目：		最佳成績：		訓練年數：
請據實回答以下問題：				
1. 是否有心臟疾病 ☐ 是 ☐ 否				
2. 是否有血液疾病 ☐ 是 ☐ 否				
3. 是否有糖尿病 ☐ 是 ☐ 否				
4. 是否有高血壓 ☐ 是 ☐ 否				
5. 最近六個月是否有開刀手術 ☐ 是 ☐ 否				
6. 其他：				
1) _____				
2) _____				
3) _____				
4) _____				
運動員簽名： _____			日期： _____	
教練簽名： _____				

【附錄二】

國立體育學院教練研究所

訓練生理與健康實驗室

受試者同意書

測試單位：國立桃園職業農工職業學校棒球隊
執行單位：國立體育學院教練研究所 主持人：王嘉吉
研究目的：本研究是以複合式訓練為訓練方法，針對高中棒球投手進行 5 週的複合式訓練，探討在 5 週的複合式訓練後對於投手球速、動力、最大力量、速度之影響，了解複合式訓練其適用性與有效性。
本人已詳細了解經研究主持人詳細的說明本研究有關之資料 本人同意自願參與本研究測試。
受試者簽名： _____ 日期： _____
參加本研究之受試者個人權益將受以下保護： 1. 測試所得資料可能會發表於學術性雜誌，但受試者姓名將不會公佈，受試者之隱私將予以保密。 2. 受試者於測試過程中可以因個人意願退出測試。