

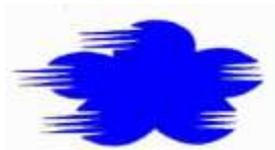
國立體育大學
教練研究所碩士論文

最大力量、快速力量組合與速度訓練對大專
甲組棒球投手球速之影響

**The Effects of Maximum and Speed Strength
Training Problems with Sprint Training on Ball
Velocity of Excellent University Baseball Pitchers**

指導教授：詹元碩 博士
共同指導教授：張嘉澤 博士
研 究 生：熊育彬 撰

中 華 民 國 100 年 6 月



國立體育大學
National Taiwan Sport University

最大力量、快速力量組合與速度訓練對大專甲組 棒球投手球速之影響

摘要

本研究主要在於探討最大力量、快速力量組合與速度訓練對棒球投手球速之影響。受試者為 12 名大專甲組棒球選手，以下肢跳躍(CMJ)能力分為實驗與控制組。實驗組(A 組)：平均年齡 19.7 ± 0.8 歲、身高 175.2 ± 3.1 cm、體重 72.3 ± 3.4 kg，訓練年數 9.2 ± 1.9 年。實驗數據以 SPSS 15.0 統計軟體進行分析，顯著水準訂於 $\alpha = .05$ 。結果：(一)肌力(1RM)：A 組上肢與下肢最大肌力均顯著提升。(二)球速：A 組球速顯著提升。(三)血液乳酸：T-1A 組經過投球專項測試所得到的乳酸值為 2.15 ± 0.51 mmol/l，T-3 為 2.25 ± 0.47 mmol/l ($p>.05$)。(四)下蹲跳(CMJ)：A 組 T-1 與 T-3 分別為 45.4 ± 3.9 cm 與 49.9 ± 3.8 cm($p>.05$)。(五)30m 速度：A 組 T-1 為 7.08 ± 0.15 m/s，T-3 較 T-1 進步 $+0.1$ m/s ($p>.05$)。(六)肌肉量：在兩週的訓練肌肉量並無明顯之改變。球速與 30m 速度未達顯著相關($r=0.136$)。上肢肌力與球速達顯著相關($r=0.602$)。下肢肌力與球速則未達相關($r=0.18$)。乳酸代謝率與好球率亦未達相關($r=0.371$)。透過兩週最大與快速力量訓練組合與速度訓練，可以改善運動員無氧非乳酸系統之能力，在短時間訓練週期提升最大肌力，使得下肢動力增加，進而提升投手之球速。

關鍵詞：乳酸、球速、最大肌力、下肢動力、快速力量

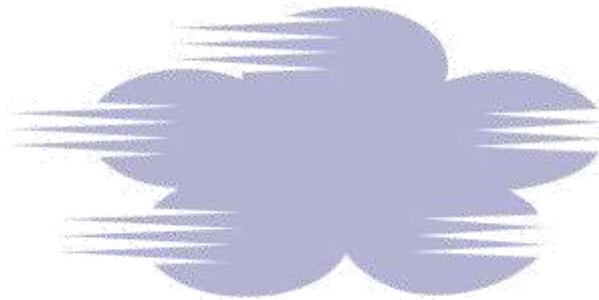
The Effects of Maximum and Speed Strength Training Problems with Sprint Training on Ball Velocity of Excellent University Baseball Pitchers

Abstract

The purpose of this study were to investigate the effects of two weeks maximum and speed strength training with speed training on ball velocity of excellent university baseball pitchers. The subjects were twelve excellent university baseball pitchers, groups assigned was depend on CMJ. The players' information (average years, body height, body weight, training years) of the group A were 19.7 ± 0.81 years, 175.2 ± 3.1 cm, 72.3 ± 3.4 kg, 9.2 ± 1.9 years. The data were analyzed by SPSS 15.0, the significant level was $\alpha = .05$. Result shows 1. 1RM: after two weeks training group A's maximum strength of upper and lower body was significant improved ($p < .05$) form 80.8 ± 3.8 kg · 126.7 ± 8.2 kg (T1) to 84.2 ± 2 kg · 135 ± 8.4 kg (T2), respectively. 2. speed: group A had significant improved ($p < .05$) form 126.1 ± 4.5 km/h to 127.7 ± 5.5 km/h . 3. blood lactate: group A's latate of specific pitching test was 2.15 ± 0.51 mmol/l, middle test was significant reduced ($p < .05$), the volume, 2.25 ± 0.47 mmol/l of post test had significant different with middle test. 4. CMJ: group A's pretest (45.4 ± 3.9 cm) and posttest (49.9 ± 3.8 cm) had significant different with middle test (48.1 ± 3.8 cm) ($p < .05$). 5. 30m speed: group A's pretest (7.08 ± 0.15 m/s) had no significant difference with posttest(7.18 ± 0.22 m/s) ($p > .05$). 6. strength volume: after two weeks training strength volume had no significant improved. The part of relationship: group A had lower relationship between ball velocity and 30m speed ($r = 0.136$). group A 's upper body maximum

strength had high relationship with ball velocity ($r=0.602$). group A 's lower body maximum strength had low relationship with ball velocity ($r=0.18$). group A's lactate metabolism rate had low relationship with accuracy ($r=0.371$). Using two weeks maximum and speed strength training with speed training could improve ATP-CP system and maximum strength and then improve the pitchers' ball velocity.

Key words: lactate, ball velocity, maximum strength, lower body power, speed strength.



致謝詞

四年了，終於結束了。從碩四真的要轉變成爲碩士了。在這四年內獲益良多，認識很多人，也必須要感謝很多人。本論文得以完成，首先我要感謝指導教授張嘉澤博士與詹元碩博士，在兩位老師的指導下，協助解決我在學習的過程中所遇到的疑惑，也感謝呂欣善博士對於畢業論文細心的指導以及良好的建議，還有共患難的訓練生組上的夥伴：金龍學長、碧燕老師、玉麟學長、Kenny學長、胖俠學長、巨典學長、月琪學姊、嘉吉、佳慧、阿達、耿賢、紹文、吉堯、亞涵、綿綿、詩淳學姊、進明學長、德勝、展明等，謝謝你們大家的指導與協助。學校的各位老師、學長姐、同學、學弟妹：季力康老師、湯文慈老師、詹貴惠老師、張育愷老師、鄭世忠老師、月娥姐、茵婷、昭輝學長、盛安學長、書瑋、康豪、麗蕙、曉玉、姿穎、GINA、立威、孟霖、虔倖、依祈、千芸等，謝謝你們大家的支持與鼓勵。

感謝在日本鹿屋體育大學交換學生的期間，指導教授荻田太博士的教導以及運動生理實驗室的黃忠學長、黑部、西脇、源太郎等等的指教與幫助，在這一年間讓我學到日本截然不同的實驗態度與方式。以及吉重老師、川崎老師、等對我日語上的教導與生活上的協助，使得我在短短的一年間日文突飛猛進。

承蒙本實驗協助的萬能科技大學體育室李詩賓主任、李育忠教練、陳丕欣教練等鼎力協助使得本論文實驗能順利完成。在論文撰寫的過程中，自強國小各位同事的體恤使得我能在工作無後顧之憂下進行，感謝光明國中廖高儀老師、鄭唯彤老師、莊偉庭老師的鼓勵與支持。

本文獻給最支持我的家人：爸爸、媽媽、姊姊、弟弟，謝謝您們對我默默的支持，還有身邊好朋友的協助與鼓勵以及感謝蛋妹與我分享在研究所學習過程中的酸甜苦辣，最後還是感謝大家，因爲有您們，我才有機會在人生的旅途中，留下精彩的一頁。

目 錄

中文摘要-----	I
英文摘要-----	II
致謝詞-----	IV
目錄-----	V
表目錄-----	VII
圖目錄-----	VIII
縮寫代號-----	IX

第壹章 緒論

第一節 研究背景-----	1
第二節 研究動機-----	1
第三節 研究目的-----	5
第四節 名詞解釋-----	6

第貳章 文獻探討

第一節 棒球運動之運動型態與能量系統-----	7
第二節 乳酸與速度訓練之相關研究-----	8
第三節 肌力與棒球投手之相關研究-----	9
第四節 重量訓練理論與相關研究-----	10
第五節 文獻總結-----	11

第參章 研究方法與步驟

第一節 研究對象-----	13
第二節 實驗時間與地點-----	14
第三節 實驗儀器與設備-----	15
第四節 實驗步驟與設計-----	17
第五節 實驗流程圖-----	21

第六節	資料處理與統計方法-----	24
-----	----------------	----

第肆章 結果與分析

第一節	最大肌力(1RM)-----	26
第二節	球速-----	27
第三節	乳酸-----	28
第四節	血糖-----	29
第五節	下蹲跳(CMJ)-----	30
第六節	30m 速度-----	31
第七節	肌肉量-----	33
第八節	好球率-----	34
第九節	基礎能力與投球專項測試相關分析-----	35
	球速與 30m 速度-----	35
	上肢與球速-----	37
	下肢與球速-----	41
	乳酸代謝率與好球率-----	45

第伍章 討論

第一節	最大、快速力量組合與速度訓練對於血液中乳酸、血糖之影響-----	48
第二節	最大、快速力量組合與速度訓練對於下蹲跳(CMJ)、30m 速度之影響--	49
第三節	最大、快速力量組合與速度訓練對於最大肌力、肌肉量、球速之影響-	50
第四節	最大、快速力量組合與速度訓練各項參數之相關-----	52

第陸章 結論

第一節	結論-----	54
-----	---------	----

參考文獻-----	56
-----------	----

附錄【一】

附錄【二】

表 目 錄

表 1-1	不同類型投手比賽及訓練特點區分表-----	3
表 3-1	實驗組受試者基本資料-----	13
表 3-2	控制組受試者基本資料-----	13
表 3-3	投球專項測試-----	18
表 3-4	最大力量測試方法與步驟-----	19
表 3-5	不同力量訓練內容-----	20
表 3-6	速度訓練內容-----	20
表 4-1	A、B 兩組最大肌力(1RM)平均值與標準差-----	26
表 4-2	A、B 兩組投球專項測試血糖平均值與標準差-----	29
表 4-3	A、B 兩組 30m 速度(m/s)平均值與標準差-----	31

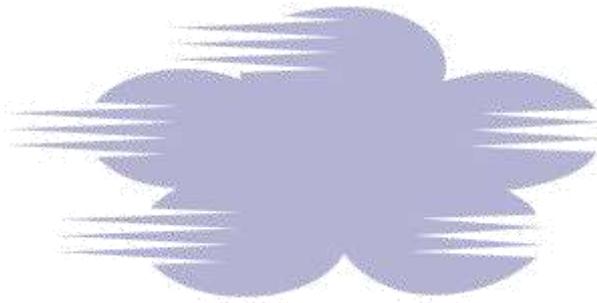


圖 目 錄

圖 1-1	投球動作分期-----	2
圖 2-1	能量提供在最大負荷是依據運動時間-----	7
圖 3-1	訓練週期與檢測時間點-----	21
圖 3-2	實驗測試流程-----	22
圖 3-3	實驗訓練流程-----	23
圖 4-1	實驗組與控制組投球專項測試之球速-----	27
圖 4-2	實驗組與控制組投球專項測試 T-1、T-2、T-3 之乳酸-----	28
圖 4-3	實驗組與控制組下蹲跳(CMJ)-----	30
圖 4-4	實驗組與控制組 T-1、T-3 30m 速度(m/s)比較-----	32
圖 4-5	實驗組與控制組肌肉量-----	33
圖 4-6	實驗組與控制組投球專項測試之好球率-----	34
圖 4-7	實驗組與控制組 T-3 球速與 30m 速度之相關-----	36
圖 4-8	實驗組 T-1、T-3 球速與上肢最大肌力(1RM)之相關-----	38
圖 4-9	控制組 T-1、T-3 球速與上肢最大肌力(1RM)之相關-----	40
圖 4-10	實驗組 T-1、T-3 球速與下肢最大肌力(1RM)之相關-----	42
圖 4-11	控制組 T-1、T-3 球速與下肢最大肌力(1RM)之相關-----	44
圖 4-12	實驗組與控制組 T-3 乳酸代謝率與好球率之相關-----	46

縮寫代號

1x、2x、3x...	第一次、第二次、第三次專項測試、
ATP	adenosine triphosphates 腺嘌呤核苷三磷酸
ATP-CP	無氧非乳酸系統
cm	centimeter 公分
Diff	differ 差異
E1	結束後第 1 分鐘
E3	結束後第 3 分鐘
E5	結束後第 5 分鐘
E7	結束後第 7 分鐘
E10	結束後第 10 分鐘
HR	heart rate 心跳率
kg	Kilogram 公斤
km/h	kilometer per houer 每小時移動的距離(公里)
La	Lactate 乳酸
m	meter 公尺
m/s	meter per second 每秒移動距離(公尺)
mmol/l	millimol per liter 容積莫耳濃度，每公升所含有 之毫莫耳數
R	rest 安靜時
Rep	Repetition 重複
Set	組數
T1、T2、T3	前測、中測、後測

第壹章 緒論

第一節 研究背景

棒球運動是一種集體性、對抗性很強的球類運動項目。它在國際上發展較為廣泛，影響較大，被譽為『競技與智慧的結合』。在台灣從以前的金龍少棒獲得威廉波特少棒錦標賽冠軍到 2009 年的龜山少棒隊的威廉波特第二名，棒球一直被稱為是台灣『國球』。由於美洲國家棒球運動風氣盛行且發展較早，加上美洲國家選手占有先天體型上的優勢，因此在國際上許多棒球的錦標賽優勝幾乎都由古巴、美國等國家包辦。近年來亞洲棒球蓬勃發展，尤其是日本最為迅速，2006 第一屆世界棒球經典賽 2009 第二屆世界棒球經典賽(WBC)都拿下冠軍。不僅讓全世界刮目相看，也證明亞洲人就算先天條件處於劣勢，但是經由良好的訓練安排與有系統有規劃的訓練的計畫，也可以在世界各國有相互抗衡的能力。在現今各項運動蓬勃發展的時代，國外的競技運動團隊講求訓練科學化，為了有效的訓練競技運動員使其運動表現能夠提升，許多新的訓練原理與方式接二連三的被提出，而且被實際運用於訓練上，使得訓練的型態與計畫的實施更加的有效率。

第二節 研究動機

能夠投出快速球，在壘包間與守備防守區域內能夠快速的移位，以及具有力量、爆發性的打擊，「投、跑、打」的技術、速度、力量，可以說是棒球的三大要素，以及結合戰術應用需要高度技術的全面性運動，在棒球這一個競技的項目中，除了打擊、守備，投手可以說是佔了很大的重要性，投手的表現影響著球隊的勝敗。Kindall (1993)在一場棒球比賽中，棒球投手就操縱了60~75 %

的勝利因素。一個優秀的棒球投手必定擁有屬於自己的一些特質條件。Pat Jacobs (1987)認為一位出色的投手，必須具備掌握之技巧包括三項要素：投球的速度(Speed)、控球的能力(Accuracy)、投球的策略(Deception)。廖文男等人 (2003)有良好的球速對一個棒球投手而言，就如同有好的作戰武器一樣。因此，優秀的投手必須具有良好的球速，球速也是評價投手的重要指標之一。投手在比賽中從出手投球至本壘上空所需的時間，打擊者僅約有0.5 s的反應擊球時間（王敏男，1982），當投手的球速越快，打擊者能反應的時間相對的就縮短。在球速極快的情況下，打擊者就難以判斷、反應揮棒的時間與時機，而且快速球進好球帶時，打擊者難以掌握擊球點，快速球也能壓迫打擊者，所擊出的球也不容易形成安打，在投手投出的球中，球速的落差也是造成打擊者擊球時間的混亂，讓打擊者在快與慢的球速落差中難以掌控揮擊的時間點與擊球點。棒球運動中，從運動學分析的相關研究中指出，整個棒球投擲動作的過程可分為 6 個重要分期(Dillman, 1993)：準備期(wind-up)由腳開始抬起至最高點；跨步(Stride)：由腳抬至最高點開始到腳著地為止；手臂高舉(Arm cocking)：由準備期到最大外旋為止；手臂加速(Arm acceleration)：由最大外旋到放球點為止；手臂減速(Arm deceleration)：由放球點到最大內旋為止；跟隨動作(follow-through)：由最大內旋到投球結束(圖1-1)。

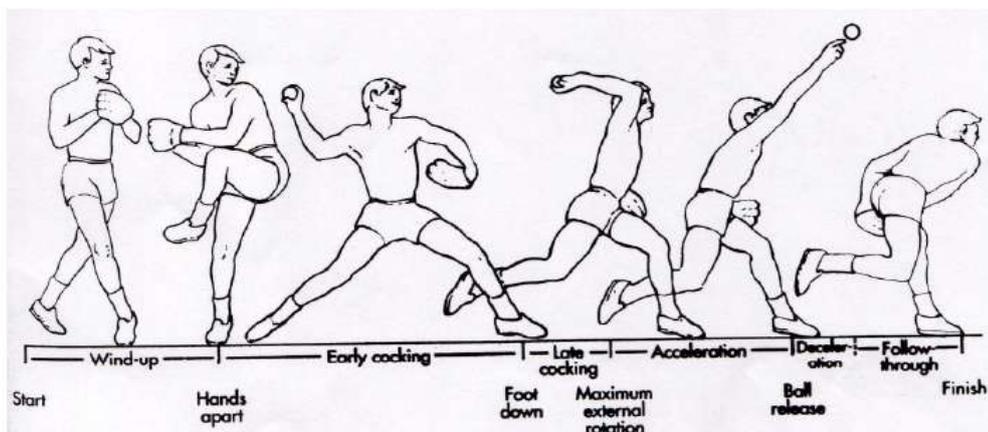


圖 1-1 投球動作分期 (Dillman, 1993)

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，在動力鏈的每一個環節裡，包含了力量的產生(force generation)、力量的傳遞(force transfer)和力量的吸收(force absorption)三部分，促使棒球選手以最有效率的方式，產生連續性的動作表現(Kibler,1995)。

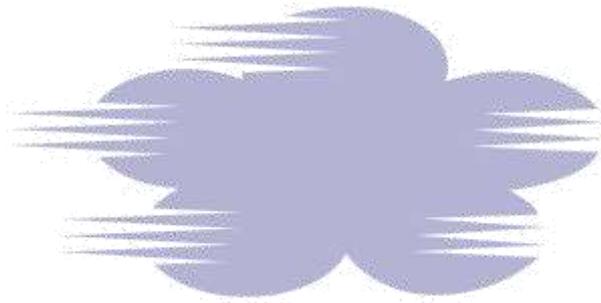
Kibler (1995)透過動力鏈(Kinetic Chain)，簡稱 KC 的協助，可使運動員更有效率地產生連續性的動作(sequential movement)，藉由肢段間動力鏈的力量產生及傳遞(force generation and transfer)，將力量逐漸地由下肢末端累積至上半身，最後促使上肢關節部位產生最大的力量輸出(force output)。力量的輸出型態是依據運動負荷與運動強度顯現(Komi,1984)。依據運動型態動作的不同，專項運動項目具備其特殊的肌肉收縮型態，從棒球投手快速、爆發性且短時間盡最大能力的專項動作型態，而這些因素都與速度與力量有極大的相關，所以我們可以得知最大力量與快速力量是棒球投手不可或缺的專項力量。Buhle (1985)指出快速力量是最大力量加上速度，包含神經-肌肉系統的協調能力，以最快的速度在最短的時間(<250ms)作出動作，或是在最短時間內盡最大能力做出動作。而提供棒球投手專項力量的能量系統對於棒球投手也是一個重要的因素，由棒球比賽中的戰略因素，又可以將投手區分為：先發投手(Starting)、中繼投手(Long-Relief)以及救援投手(Short-Relief)。

表 1-1 不同類型投手比賽及訓練特點區分表

投手類型	平均每場投球數(球)	無氧訓練%	有氧訓練%
先發投手	約 75-135	70	30
中繼投手	約 45-75	85	15
救援投手	約 15-45	100	0

(Jor,1990)

每一種類型的投手所因為投球量的多寡，用到的能量系統也有所差異，依據不同類型的投手，訓練也有所劃分。如上表 1-1。由上表可以得知，先發投手在比賽中投球數最多，雖然投手的動作型態為短時間高強度，隨著投球數的增加，相對運動時間也就拉長，所以對於有氧能力的需求也就增加，不過綜合三種不同類型的投手來說，無氧系統為主要投手的供給來源。因此適時的提昇最大力量以及刺激神經傳導速度，促進肌肉的快速收縮以及無氧系統的能力，對於棒球投手所需投球動力的增進必有所助益。現今的訓練注重的是高質量、高效率，因此，本研究希望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。



第三節 研究目的

本研究是針對大專甲組棒球投手進行為期2週的不同力量與速度訓練，探討在2週訓練後對於棒球投手專項能力之影響，了解連續2天重量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。因此本研究訓練週期訂為2週並觀察訓練週期中生理適應情況及重量訓練前、中、後，對於棒球投手的專項能力之差異。

- 一、探討重量訓練與30m速度訓練是否可以提升棒球投手專項能力。
- 二、探討兩週不同類型重量訓練對於棒球投手上半身與下半身最大力量之影響。
- 三、探討棒球投手球速與下肢動力之影響。

第四節 名詞解釋

一、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。

二、快速力量(Power Strength)：

是指肌肉神經系統在一定時間內產生最大衝動的能力，即最大力量+速度，它包含了神經肌肉系統的協調能力(<250ms)。

三、CMJ 下肢動力(Counter movement Jump)：

直膝垂直跳，受試者從身體直膝站立姿勢，下蹲屈膝到重心最低點，然後盡最大努力向上垂直跳，起跳離地身體重心到達最高點後著地。

四、循環式訓練(Circuit Training)：

在訓練課程中，完成一個動作後即換到下一個動作，所以動作結束為一個循環，一個循環結束後，再從第一個動作開始。

五、重複式訓練(Repetition Training)：

在訓練課程中，重複完成一個動作設定的組數，再到第二個動作完成設定的組數，直到動作結束。

第貳章 文獻探討

重量訓練對於力量的提升有著廣泛的應用，本研究之文獻探討分為下列幾個方面：一、棒球運動之運動型態與能量系統；二、乳酸與速度訓練之相關研究；三、肌力與棒球投手的相關研究；四、重量訓練的原理與相關研究；五、文獻總結。

第一節 棒球運動之運動型態與能量系統

提供身體活動之能量有三大系統分別為：無氧非乳酸系統(ATP-CP system)、乳酸系統(lactic acid system)及有氧系統(aerobic system)。而這些能量提供在最大負荷是依據運動的時間(Badtke et al.,1987)。

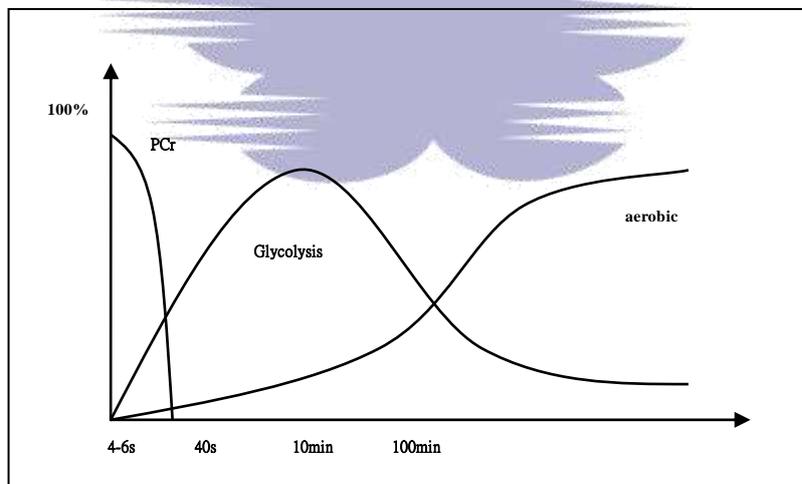


圖2-1 能量提供在最大負荷是依據運動時間(Badtke et al.,1987)

在棒球運動中，有三個主要動作的型態：打擊、跑壘以及投球，就打擊方面來說，投手板到本壘距離為18.44 m，松井秀治（1981）指出，以投手球離手之瞬間起至打擊者打到球的時間約為0.54s，在這瞬間的0.54 s，打擊者必須判

斷球飛行的軌跡，以及揮擊所需的時間，王敏男（1982）指出在比賽中打擊時，當投手準備投出球之姿勢時間有3.5 s，決定擊球時間有0.5 s，揮棒時間有0.2 s。揮棒時間依據Badtke et al. (1987)的理論，屬於無氧非乳酸系統。跑壘方面：壘包與壘包之間的距離為27.432 m，打擊者擊出球後，跑至一壘約需3.5~4.2 s，至二壘約7.32~8.7 s而到三壘或是本壘約需13~15 s（林基豐，2007），依據運動的時間我們可以得知在跑壘方面的能量提供是介於無氧非乳酸系統與無氧乳酸系統之間。投球，在投手的投球動作運動型態：抬腳、跨步、著地後，身體順勢扭轉，肩膀、手臂到最後的出手，由揮臂準備期開始，整個投球動作的結束，整個過程所需時間不超過 2 s (Pappas, 1985；Werner, 1993；Meister, 2000)。就能量代謝來說，屬於無氧非乳酸系統。上述的棒球動作型態，都是短時間高強度的運動負荷。因此，棒球是屬於短時間高強度的無氧性運動(Neumann,1991)。曾慶裕（1999）也提到投球動作需要強大的爆發力，供應短短數秒鐘的投球活動，能力必須透過快速直接的無氧ATP-CP系統來供應。

第二節 乳酸與速度訓練之相關研究

運動中乳酸產生的主要因素有運動強度、參與的肌肉量、持續時間(Hultman & Sahlom , 1980；Itoch & Ohkuwo, 1991)。

Hollmann et al.(1981)藉助運動中或運動結束，所產生之乳酸堆積濃度，作出訓練判斷，是最簡單與容易之措施。速度訓練本身也是發展ATP-CP系統的最佳方式(Abernethy, Thayer, & Taylor, 1990)。藉由高速度30 m重複跑，間隔休息3到5分鐘，重複次數5到6次左右，為增加磷酸肌酸儲存量的主要方式(Grosser,1991)。速度訓練，可提高肌肉收縮速率和力量(Bompa,1999)。速度訓練可以使肌肉與組織間增加神經傳導速度，能使更多肌肉能夠精準的參與動作的進行(Neumamm & Hottenrott,2002)。

第三節 肌力與棒球投手之相關研究

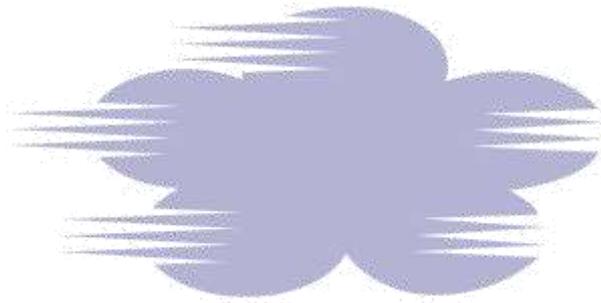
Pedegana (1982) and Pugh (2001)提到棒球選手在場上執行投球動作的時候，上肢所蓄積產生的力量越大，能締造的球速也越快，而投球過程中除了強調上肢肌力的發揮之外，還需搭配下肢肌力的協助，才能夠完成這樣一個如此巨大且具爆發性強的投擲動作。此外，投球動作不僅要依靠上肢肢段的力量來增加球速，更需要仰賴軀幹和下肢肢段作為提供肌力的產生來源，以維持身體各個肢段在整個投球動作過程中的平衡及流暢度（史馨霖，2005）。Pedegana et al. (1982)提出肘關節的伸展與手關節屈曲力量、以及Bartlett et al. (1989)肩的旋轉肌力量都與棒球投手的球速有著相關的關係，還有一篇研究進行100球的投球之後，上肢肌力明顯的下降(Mullaney et al., 2005)，所以我們可以得知上肢力量對於投球是有相當的貢獻。在另一方面，Toyoshima et al. (1974)提到在動作被限制的情況下進行投球動作，結果顯示下肢對於投球的貢獻度高達50%。肌肉量與去脂體重較多者對於需要使用較大力量的動作時有著相當重要的關係(Wilmore and Haskell, 1972)。例如田徑短距離選手去脂體重較多者100 m速度也較快(杉田等, 1994)，相同的，棒球投手投球時，為了發揮較大的力量，去脂體重以及肌肉量多者，對於快速球的投擲也是相當重要的因素。Bartlett, Storey, & Simmons (1989)指出球速與肩部、手肘和手腕的肌肉群伸展肌力有明顯的關係。不過Lachowetz, Evon & Pastiglione (1998)提出只單單增加投手整體的肌肉力量並不是主要增加球速的關鍵，因為棒球投手投出速球時需要肌肉組織在最短時間內產生力量的能力，當投球的手臂、軀幹、腹部有很好的加速度時，投手能投出很快的球速。

第四節 重量訓練的理論與相關研究

重量訓練是給予肌群重量的負荷，利用作用肌群對於重量所產生的拮抗作用，經過訓練能使肌肉橫斷面積大，肌肉量增加，進而使力量上升。Kraemer, Adams, Cafarelli and Dudley (2002)重量訓練能刺激肌肉的蛋白質生成率，以增進肌力和肌肉量，而重量訓練必須有系統的給予身體各個部份的肌群適當的刺激，這些刺激是依據訓練效果（最大力量、快速力量、力量耐力、反應力量）以次數、強度、組數、組間休息作為負荷的要素。就力量訓練的生理目的來說，力量訓練能改善肌肉組織對於刺激接收的速度以及擴展提高肌肉組織的能量儲存(Martin et al., 1993)。Dietmar and Schmidtbleicher (1985)指出最大力量影響快速力量的基礎發展；最大力量和快速力量的關係是密切的，研究指出這兩者的關係係數達到0.72。Lehnertz (1988)指出先改善肌肉力量的基礎能力，才能發展快速力量，最大力量是發展快速力量的重要因子（吳佳慧，2008）。Harre (1970)快速力量訓練可以促使肌肉組織產生生理反應：肌肉橫斷面積增加、反應力量提升、促進肌肉伸縮循環速度(SSC)、改善肌肉能量代謝(ATP-CrP)。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(chestpress)、滑輪下拉(pull down)、二頭肌捲曲(bicepscurl)、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)。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。

第五節 文獻總結

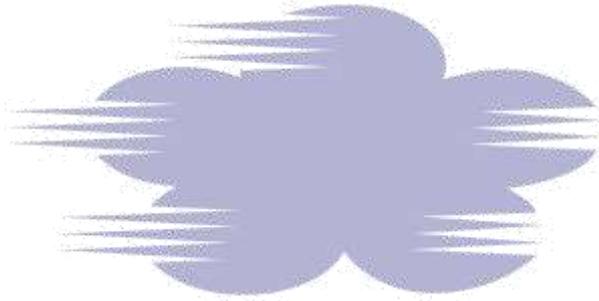
- 一、棒球投手投球之能量提供為ATP-CP無氧非乳酸能力，根據文獻，速度與快速力量訓練均能提升無氧非乳酸能力。
- 二、肌肉力量有利於棒球投手快速球的投擲。
- 三、最大力量訓練可以提升棒球投手專項動作所需之肌力，而快速力量訓練與速度訓練可以刺激神經激發來促進肌肉收縮，肌肉的彈性與反應的特性來產生最大力量輸出，加強肌肉組織快速的力量和高收縮速度。
- 四、結合兩種不同型態的力量與速度訓練，能有效提升神經肌肉刺激、肌肉適應能力、肌肉協調能力、動力輸出能力，進而改善運動能力表現。



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縣大專甲組棒球校隊投手共12人，依CMJ分為實驗組6人、控制組6人且近期無任何受傷情況。基本資料如表3-1、3-2所示。

表 3-1 實驗組受試者資料(M±SD)

受試者	年齡(age)	身高(cm)	體重(kg)	訓練年數(years)
N=6	19.7±0.8	175.2±3.1	72.3±3.4	9.2±1.9

表3-2 控制組受試者資料(M±SD)

受試者	年齡(age)	身高(cm)	體重(kg)	訓練年數(years)
N=5	19.5±0.5	174.8±4.8	72.5±4.1	9.2±2

第二節 實驗時間與地點

一、前測 (T-1)

時間：中華民國 九十九 年 六 月 十 七 日

二、訓練

時間：中華民國 九十九 年 六 月 二十 一 日 至 七 月 六 日

三、中測 (T-2)

時間：中華民國 九十九 年 六 月 二十 八 日

四、後測 (T-3)

時間：中華民國 九十九 年 七 月 九 日

五、實驗場地：萬能科技大學體適能中心、棒球場

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：

筆記型電腦、紅外線感應器組、測力板和其專屬Newtest powertimer分析軟體。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，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筆記型電腦、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，由筆記型電腦操作並記錄儲存數據，利用分析軟體進行資料統計。

以下為主要配件之介紹：

(一)筆記型電腦操作系統

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筆記型電腦控制，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啓動或停止來測量感應通過物體之速度。

(四)Newtest Powertimer Analyzer 分析軟體

檢測完畢後記錄的測試結果，藉由電腦的專屬分析軟體進行數據統計和圖表的分析。

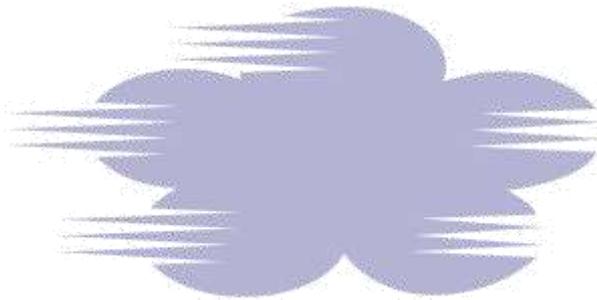
二、測速槍。

三、德國製乳酸血糖分析儀 Diagnostic Biosen C-line。

四、大揚公司製硬式棒球

五、消毒用酒精、採血針、紅血球破壞劑、採血毛管(10 μ l)、
手套（外科用）。

六、重量訓練器材（支撐架、槓鈴、槓片）



第四節 實驗步驟與設計

一、實驗步驟

實驗前的準備

1. 填寫同意書及運動專項能力診斷疾病調查表

讓參與者填寫年齡、身高、體重、性別、訓練年數等個人基本資料，並填寫運動專項能力診斷疾病調查表。

2. 說明訓練、測試目的與注意事項

集合所有參與者後，將本訓練及測試目的逐一與參與者說明，讓參與者清楚明白將進行的訓練與測試，為求測試嚴謹，必須提醒在訓練、測試中所需注意的事項，讓參與者以認真且盡最大能力來完成訓練、測試項目。

二、實驗測試方法

(一)、投球專項測試方法與步驟

(二)、30 m速度測試方法與步驟

(三)、下蹲跳(CMJ)測試方法與步驟

(四)、最大力量(1RM)測試方法與步驟

(五)、身體組成測量方法與步驟

(一) 投球專項測試：

表 3-3

測試項目	投球專項測試
	無氧非乳酸能力
負荷	盡個人最大努力投球 (100%)
測試內容	4 × 5 球
La	R、1×、2×、3×、4×、E3、E5
球速	測量每次投球，使用測速槍，於捕手後方測量球速。
好球準確率	球進入好球區域記好球一顆
休息	Rep：1min，球與球間隔 20s

(二) 30 m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) 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，測試參與者之下半身動力輸出能力，下蹲跳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，聽 Newtest 主機發出聲響後、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。

(四) 最大力量測試方法與步驟

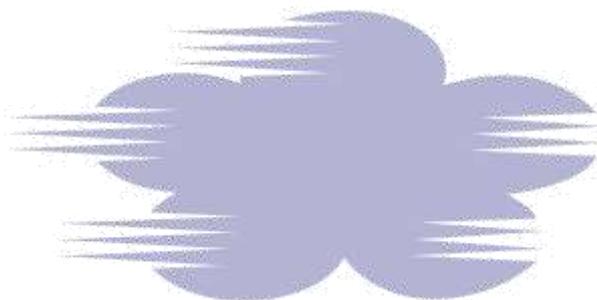
表3-4

運動項目	運動負荷要求特徵	公式：1RM=(身高 cm-100)×指數
		指數
技擊、球類項目	上肢負荷、下肢負荷	1.3~1.5

(Haber ,2001)

(五) 身體組成測試方法與步驟

站立於身體組成分析儀上，雙手握住分析儀把手，自然垂下，輸入身高、年齡、性別，藉由八點式觸感電極系統進行分析。



三、實驗設計

表 3-5 不同力量訓練內容

訓練週期	第一週	第二週
訓練型態	最大力量	快速力量
訓練內容	5 × 2	3 × 7
訓練強度	個人最大肌力 (1RM) 100 %	個人最大肌力 (1RM) 35 %
休息時間	Set : 3min	Set : 3min
訓練方式	重複方式	循環方式
訓練頻率	1 週 4 次	1 週 4 次
訓練週期	1 週	1 週
訓練項目	滑輪下拉 坐姿腿伸展 仰臥腿推登 坐姿推舉	坐姿前推 半蹲 坐姿拉索 舉踵

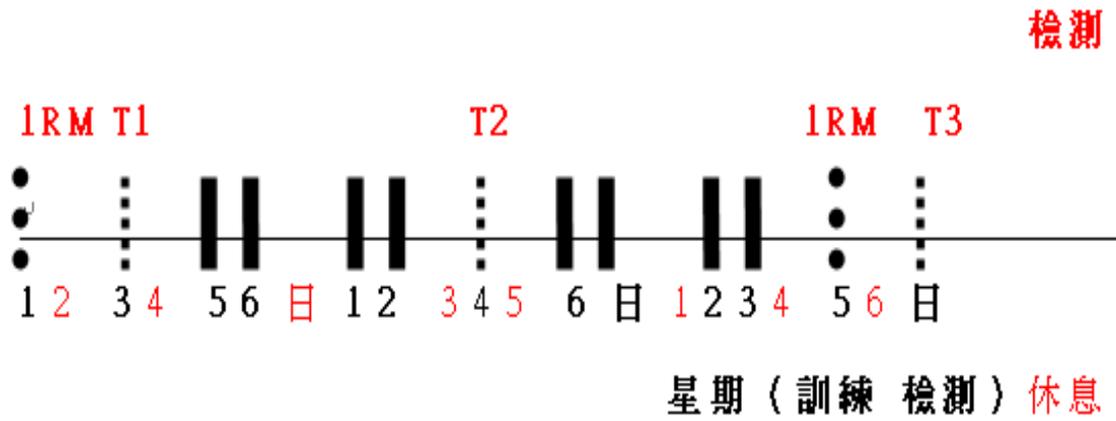
表 3-6 速度訓練內容

訓練內容	5 × 30 m
訓練強度	100%
休息時間	2min
訓練頻率	1 週 4 次
訓練週期	2 週

第五節 實驗流程

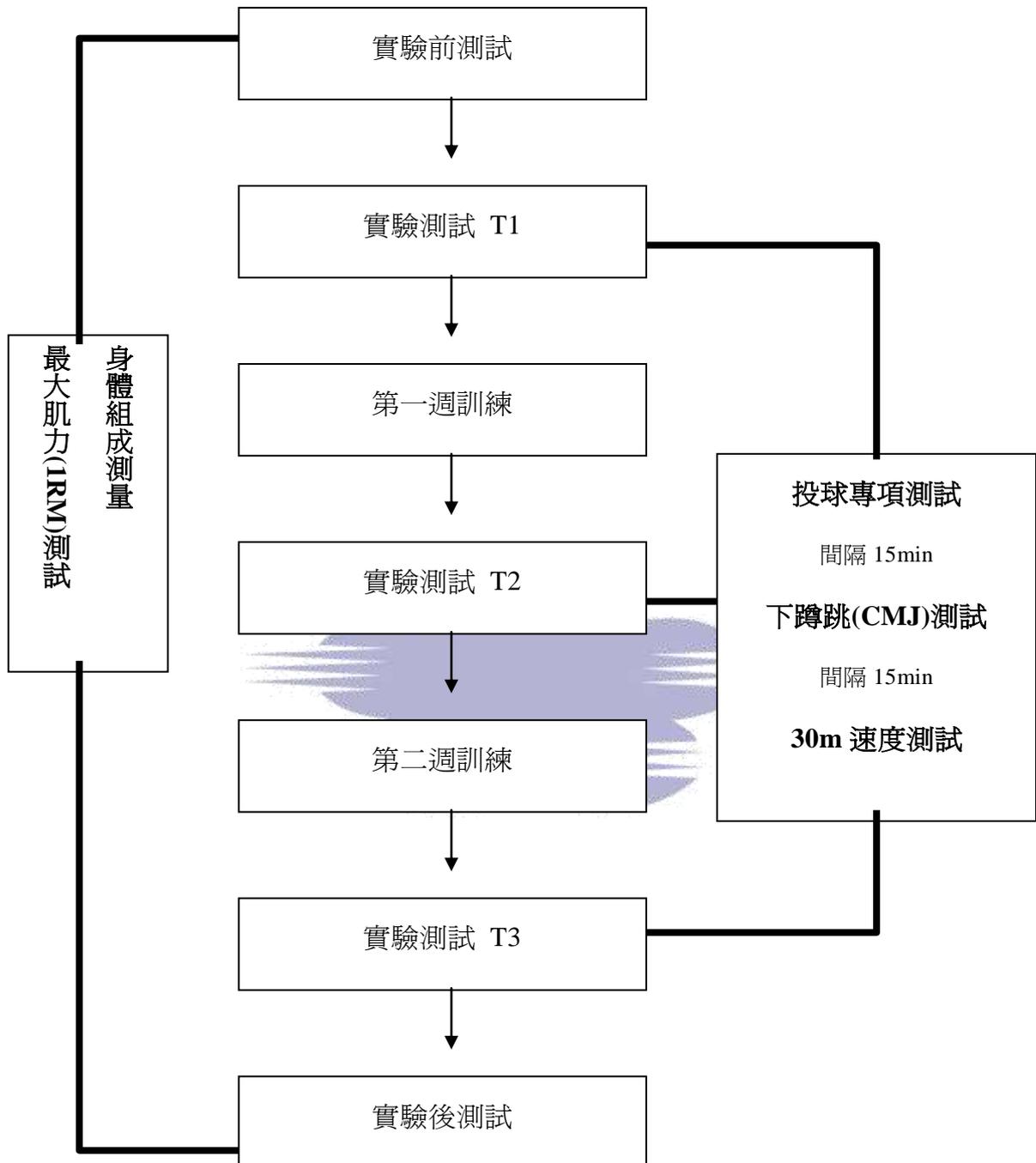
一、訓練週期與檢測時間點

圖 3-1



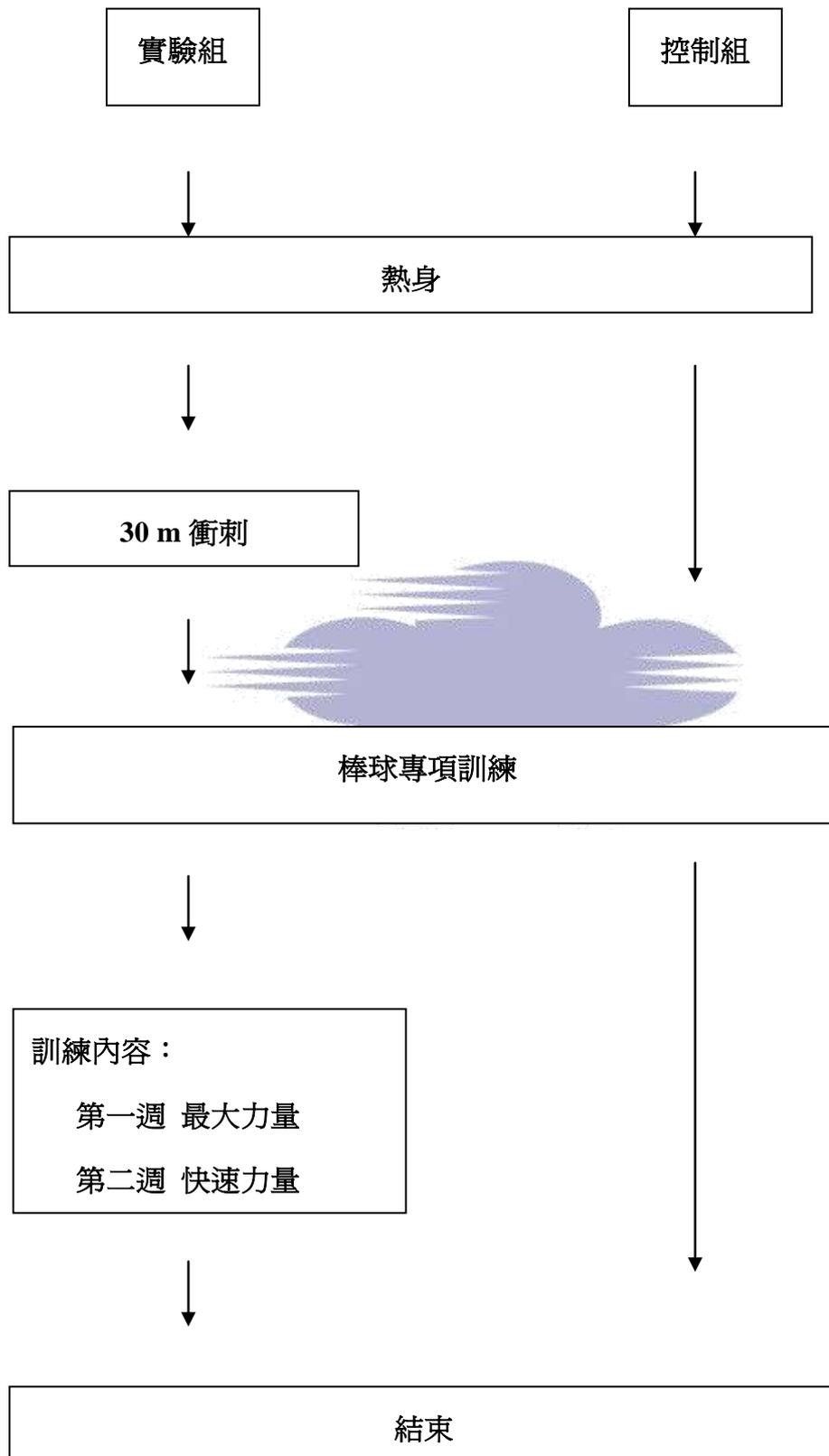
二、實驗測試流程

圖 3-2



三、實驗訓練流程

圖 3-3



第六節 資料處理與統計方法

- 一、以SPSS15.0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。應用混合設計變異數分析，探討2週3次測試之投球專項能力、上肢、下肢最大肌力、球速、30m速度、下蹲跳之適應變化。
- 二、以皮爾森積差相關(Person product-moment correlation coefficient)分析下列參數之間之相關：
 - (一)球速與30 m速度之相關係數
 - (二)上肢肌力與球速之相關係數
 - (三)下肢肌力與球速之相關係數
 - (四)乳酸代謝率與好球率之相關係數
- 三、使用Newtest power timer分析軟體，分析換算30m速率與下蹲跳(CMJ)跳躍高度之數據。
- 四、所有圖形皆以SigmaPlot8.0軟體製作。
- 五、本研究之顯著考驗定為* 表示 $p < .05$ 。

第肆章 結果與分析

本研究分爲 A、B 兩組，A組以兩週爲週期，進行最大、快速力量組合與速度訓練的實驗組。B組則爲控制組；兩組受試者各6人。本研究探討接受兩週訓練後對於棒球投手專項測試之乳酸、血糖、投球速度，下肢動力之下蹲跳、30m速度，以及選手之肌肉量、最大肌力所收集之參數。將所得之結果經過統計分析後，繪製成圖表並說明，本章節分爲以下部分呈現：

- 第一節 最大肌力(1RM)
- 第二節 球速
- 第三節 乳酸
- 第四節 血糖
- 第五節 CMJ
- 第六節 30 m速度
- 第七節 肌肉量
- 第八節 好球率
- 第九節 基礎能力與投球專項測試相關分析

第一節 最大肌力(1RM)

T-1A 組上肢與下肢的最大肌力分別為 $80.8\pm 3.8\text{kg}$ 、 $126.7\pm 8.2\text{kg}$ ，B 組為 $80\pm 3.5\text{kg}$ 、 $110\pm 20\text{kg}$ ，兩組差異為 0.8kg (上肢)，未達顯著差異($p>.05$)，下肢為 16.7kg ，未達顯著差異($p>.05$)，A 組在第二次與第三次的最大肌力測試中均為 $84.2\pm 2\text{kg}$ (上肢)、下肢 $135\pm 8.4\text{kg}$ ，B 組同樣的在第二次與第三次的最大肌力測試也是沒有改變，上肢為 $77\pm 4.5\text{kg}$ ，下肢為 $114\pm 15.2\text{kg}$ ，差異為 7.2kg (上肢)，達顯著差異($p<.05$)，下肢為 21kg ，達顯著差異($p<.05$)。如表 4-1 所示

表 4-1 A、B 兩組最大肌力(1RM)平均值與標準差

	1RM(kg)					
	Test-1		Test-2		Test-3	
	上肢	下肢	上肢	下肢	上肢	下肢
A	80.8 ± 3.8	126.7 ± 8.2	$84.2\pm 2^*$	$135\pm 8.4^*$	84.2 ± 2	135 ± 8.4
B	80 ± 3.5	110 ± 20	77 ± 4.5	114 ± 15.2	77 ± 4.5	114 ± 15.2
Diff.	-0.8	-16.7	-7.2^*	-21^*	-7.2^*	-21^*

(* $p<.05$)

A 組 n=6、B 組 n=5

第二節 球速

圖 4-1 為 A、B 兩組投球專項測試之投球速度，A 組 T-1 為 $126.1 \pm 4.5 \text{ km/h}$ ，B 組為 $122.6 \pm 3.9 \text{ km/h}$ 。A 組 T-2 球速較 T-1 提升 0.3 km/h 為 $126.4 \pm 5.9 \text{ km/h}$ ，未達顯著差異($p > .05$)，B 組 T-2 球速為 $117.8 \pm 6.9 \text{ km/h}$ ，與 A 組差異為 8.6 km/h ，達顯著差異($p < .05$)，在 T-3A、B 兩組球速分別為 $127.7 \pm 5.5 \text{ km/h}$ 、 $118.7 \pm 4.1 \text{ km/h}$ ，A 組前、後兩者差異為 1.6 km/h ，達顯著差異($p < .05$)，而 A 組與 B 組 T-3 之差異為 9 km/h ，達顯著差異($p < .05$)。

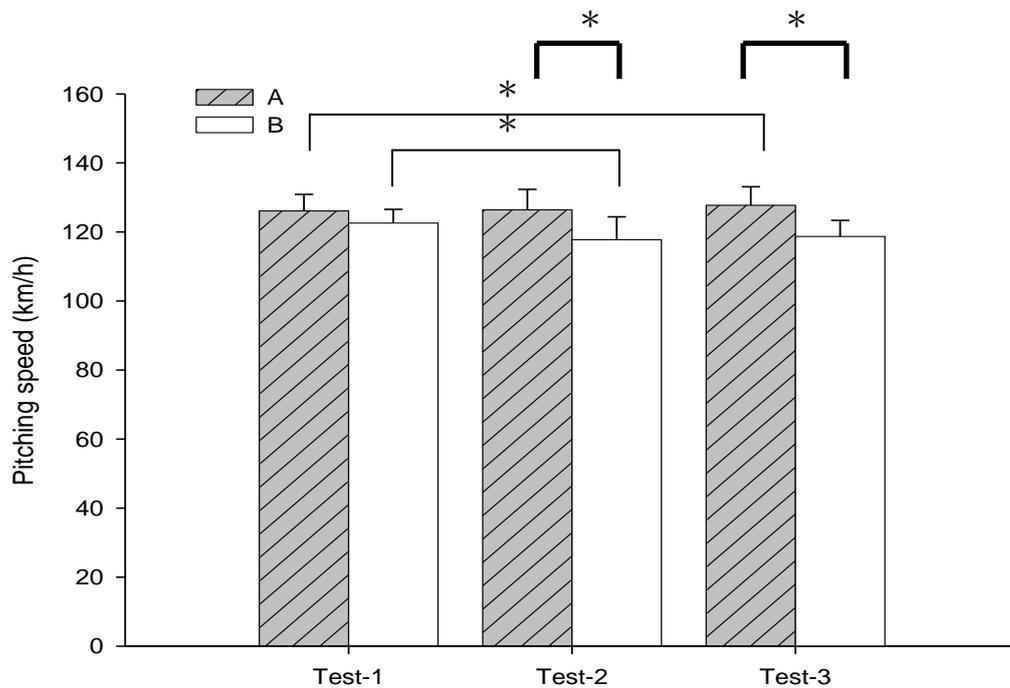


圖 4-1 實驗組(A)與控制組(B)投球專項測試之球速(* $p < .05$)

第三節 乳酸

圖4-2 為實驗組(A組)與控制組(B組)投球專項測試T-1、T-2、T-3之乳酸值，在T-1A組經過投球專項測試所得到的乳酸值為 $2.15\pm 0.51\text{mmol/l}$ ，在T-2與T-3分別為 $1.63\pm 0.36\text{mmol/l}$ 、 $2.25\pm 0.47\text{mmol/l}$ ，其中T-1與T-2差異為 -0.52mmol/l ，($p<.05$)，而T-2與T-3的差異為 0.62mmol/l ，($p<.05$)。B組T-1與T-2之乳酸值為 $2.09\pm 0.86\text{mmol/l}$ 、 $1.82\pm 0.57\text{mmol/l}$ ，T-3則為 $1.91\pm 0.67\text{mmol/l}$ ，在T-1、T-2、T-3之間的差異，分別為T-1與T-2的 -0.27mmol/l ，($p>.05$)、T-2與T-3的 0.09mmol/l ，($p>.05$)。

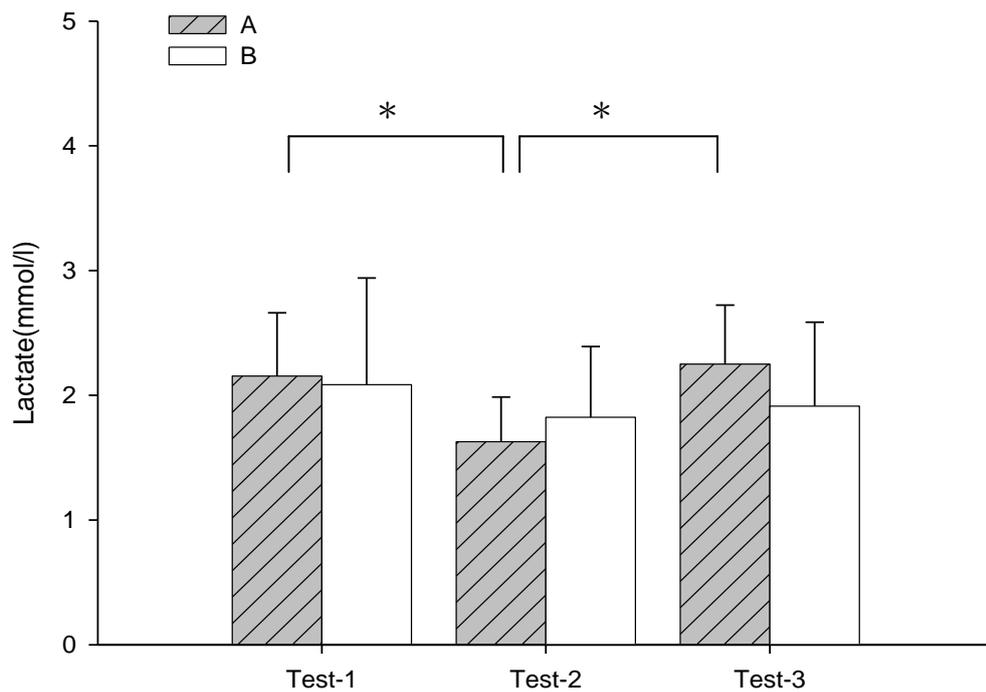


圖4-2 實驗組(A)與控制組(B)T-1、T-2、T-3之乳酸值。(* $p<.05$)

第四節 血糖

表4-2為A、B兩組T-1、T-2、T-3的專項投球測試之血糖濃度之分析，在T-1的投球專項測試中A、B兩組的血糖分別為 $4.59\pm 0.35\text{mmol/l}$ 、 $4.5\pm 0.57\text{mmol/l}$ ，兩者差異為 0.9mmol/l ($p<.05$)，T-2中A組血糖為 $3.87\pm 0.45\text{mmol/l}$ ，B組為 $4.03\pm 0.64\text{mmol/l}$ ，差異為 0.16mmol/l ，未達顯著差異($p>.05$)，第三次的專項測試A組為 $4.46\pm 0.86\text{mmol/l}$ ，B組為 $4.79\pm 0.93\text{mmol/l}$ ，兩者之間的差異為 0.33mmol/l ，未達顯著差異($p>.05$)。

表4-2 A、B兩組投球專項測試血糖(mmol/l)平均值與標準差

Glu(mmol/l)			
	Test-1	Test-2	Test-3
A	4.59 ± 0.35	$3.87\pm 0.45^*$	$4.46\pm 0.86^*$
B	4.5 ± 0.57	$4.03\pm 0.64^*$	$4.79\pm 0.93^*$
Diff.	-0.9	0.16	0.33

(* $p<.05$)

A組 $n=6$ 、B組 $n=5$

第五節 下蹲跳(CMJ)

在下肢動力方面，如圖4-3，A組的T-1測試結果為 $45.4\pm 3.9\text{cm}$ ，B組則為 $43.5\pm 3.2\text{cm}$ ，兩組的差異為 1.9cm ，未達顯著差異($p>.05$)，在第二次的下肢動力測試A組為 $48.1\pm 3.8\text{cm}$ ，B組則下降至 $42.5\pm 2.3\text{cm}$ ，兩者之間差異為 5.6cm ，達顯著差異($p<.05$)，第三次的測試A組平均為 $49.9\pm 3.8\text{cm}$ ，B組平均為 $43.5\pm 1.9\text{cm}$ ，差異為 6.4cm ($p<.05$)。在A組T-1與T-2、T-2與T-3之下蹲跳結果，均有所提升並達顯著差異($p<.05$)。

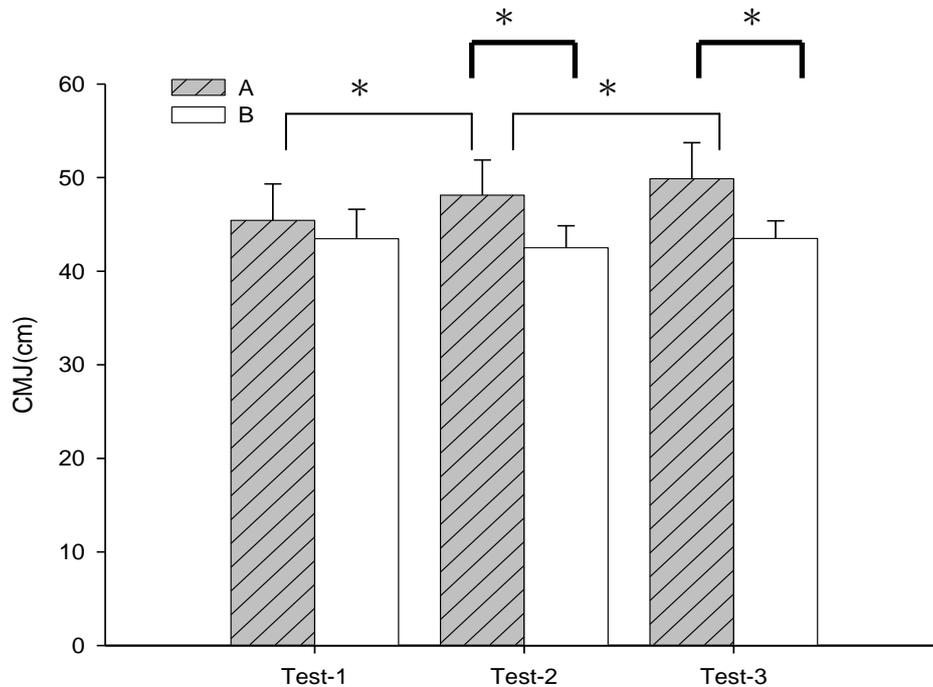


圖4-3 實驗組(A)與控制組(B)下蹲跳(CMJ)。(* $p<.05$)

第六節 30m速度

表 4-3 為 A、B 兩組 30m 速度(m/s)平均值與標準差，在 A 組 T-1 的結果為 $7.08\pm 0.15\text{m/s}$ ，B 組為 $7.04\pm 0.24\text{m/s}$ ，差異為 0.04m/s ，未達顯著差異($p>.05$)，在第二次的測試中 A、B 兩組 30m 速度(m/s)分別為 $7.07\pm 0.18\text{m/s}$ 、 $6.98\pm 0.3\text{m/s}$ ，A、B 組之間差異為 0.09m/s ，未達顯著差異($p>.05$)，在 T-3A 組 30m 速度為 $7.18\pm 0.22\text{m/s}$ ，B 組的速度為 $6.99\pm 0.32\text{m/s}$ ，兩組之間的差異為 0.19m/s ($p>.05$)。

在圖 4-4，A 組 30m 的速度由原先 T-1 的 $7.08\pm 0.15\text{m/s}$ 經過兩週的訓練後明顯上升至 T-3 的 $7.18\pm 0.22\text{m/s}$ ，差異為 0.1m/s ，但並未達顯著差異($p>.05$)。

表 4-3 A、B 兩組 30m 速度(m/s)平均值與標準差

	30m(m/s)		
	Test-1	Test-2	Test-3
A	7.08 ± 0.15	7.07 ± 0.18	7.18 ± 0.22
B	7.04 ± 0.24	6.98 ± 0.3	6.99 ± 0.32
Diff.	-0.04	-0.09	-0.19

A 組 n=6、B 組 n=5

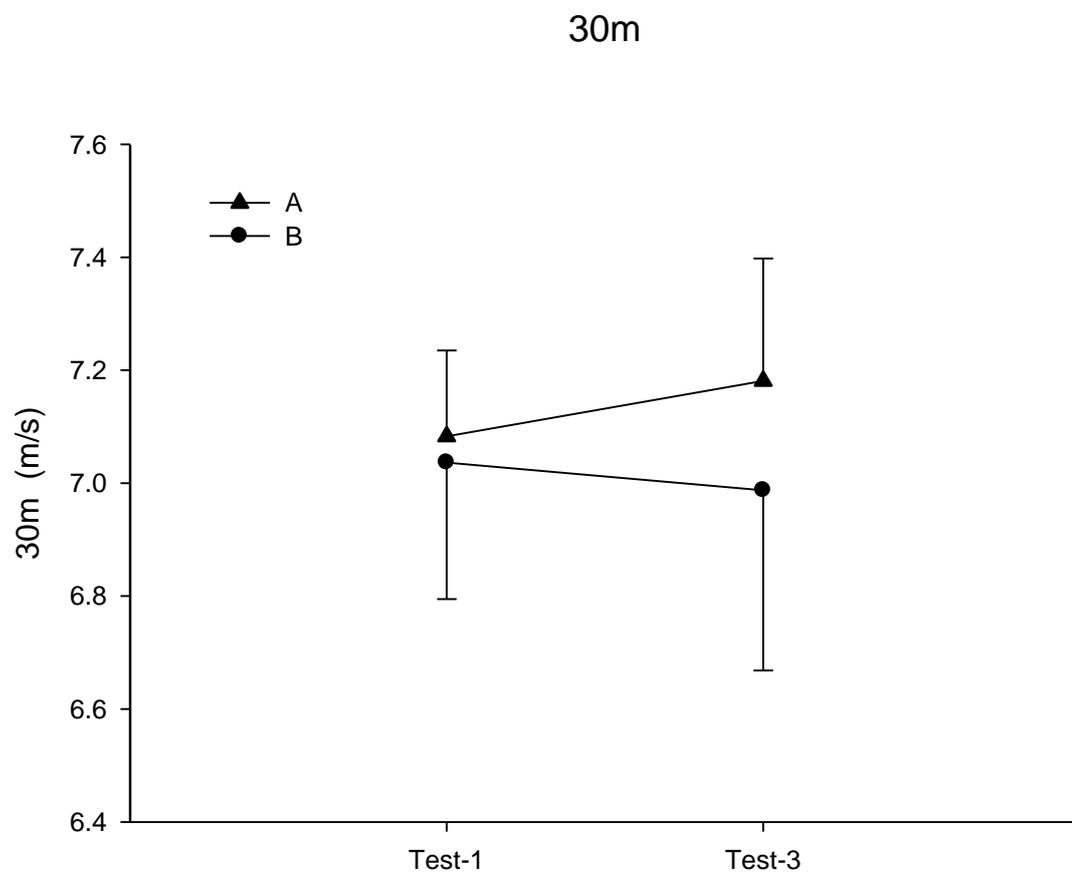


圖 4-4 實驗組(A)與控制組(B)T-1、T-3 30m 速度(m/s)比較

第七節 肌肉量

圖4-5 A組為進行兩週最大、快速力量組合與速度訓練的實驗組，A組T-1測量的肌肉量為59.73kg，經過一周的最大力量及速度訓練，在T-2測量的肌肉量些微上升為60.28kg，但無顯著差異($p>.05$)，在T-3的結果為進行一周快速力量與速度訓練所測得為59.68kg與T-2差異為0.6kg ($p>.05$)，在控制組B組方面T-1、T-2、T-3分別為57.04kg、56.36kg、57.74kg，皆無顯著差異($p>.05$)，在A、B組間也都無顯著差異($p>.05$)。

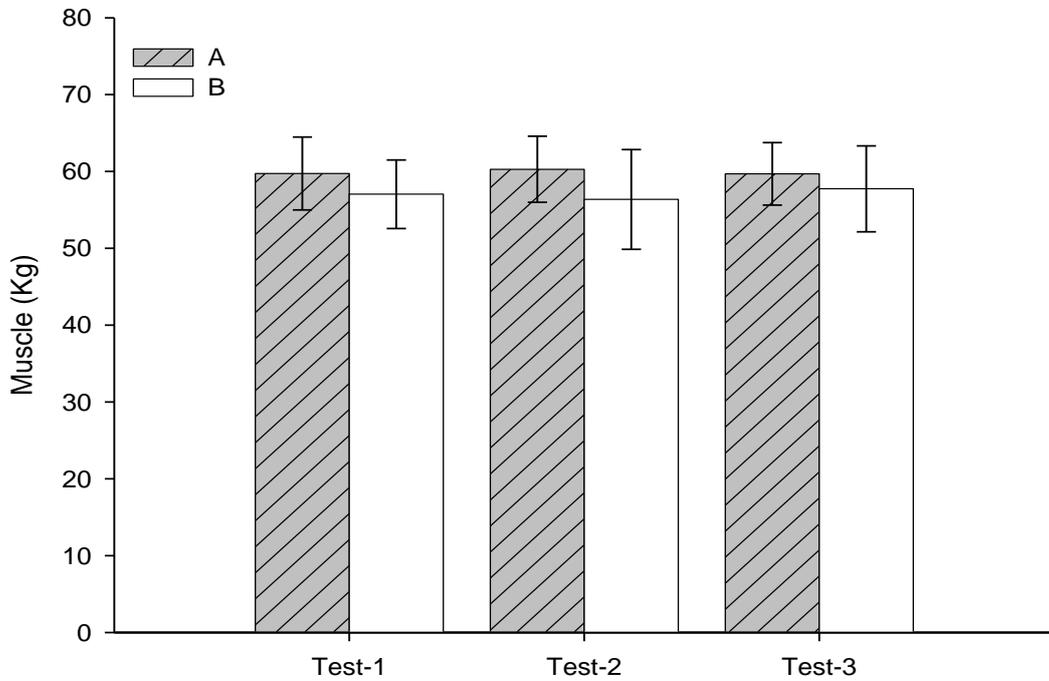


圖4-5 實驗組(A)與控制組(B)肌肉量

第八節 好球率

圖 4-6 為 A、B 兩組投球專項測試之好球率結果，T-1A、B 兩組的好球率分別為 $46.7\pm 9.8\%$ 、 $31\pm 10.8\%$ 兩者差異為 15.7% ，達顯著差異($p<.05$)，在 T-2A 組為 $45.8\pm 12.4\%$ ，B 組為 $33\pm 16\%$ 差異為 12.8% ，未達顯著差異($p>.05$)，T-3 方面 A、B 兩組均下降為 $36.7\pm 14.7\%$ 與 $22\pm 9.7\%$ 差異為 14.7% ($p>.05$)，在 A、B 兩組組內均無顯著差異($p>.05$)。

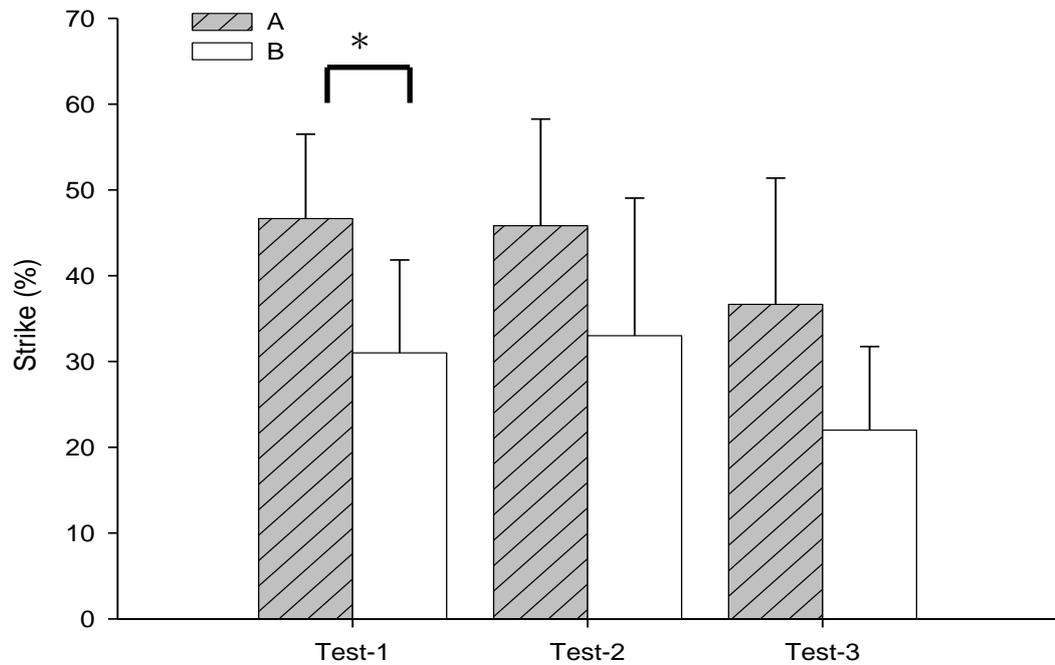


圖 4-6 實驗組(A)與控制組(B)之好球率(* $p<.05$)

第九節 基礎能力與投球專項測試相關分析

一、球速與 30m 速度

(1)A 組 30m 速度與球速之相關

圖 4-7 A 組在 T-3 投球之球速介於 121 ± 2.4 至 $136.7\pm 1.8\text{km/h}$ 之間，30m 速度則為 7.05m/s 與 7.33m/s ，兩者未達顯著相關($r=0.136$ ， $p>.05$)。投球速度最快者為 $136.7\pm 1.8\text{km/h}$ ，其 30m 速度高達 7.33m/s ，其次最快球速者球速為 $130.6\pm 2.4\text{km/h}$ 其 30m 速度為 7.18m/s 。

(2)B 組 30m 速度與球速之相關

B 組在 T-3 投球之球速介於 114.5 ± 1.9 至 $124.3\pm 3.9\text{km/h}$ 之間，30m 速度則為 6.85m/s 與 6.63m/s ，結果顯示兩者未達顯著相關($r=-0.291$ ， $p>.05$)如圖 4-7 所示。

Test-3

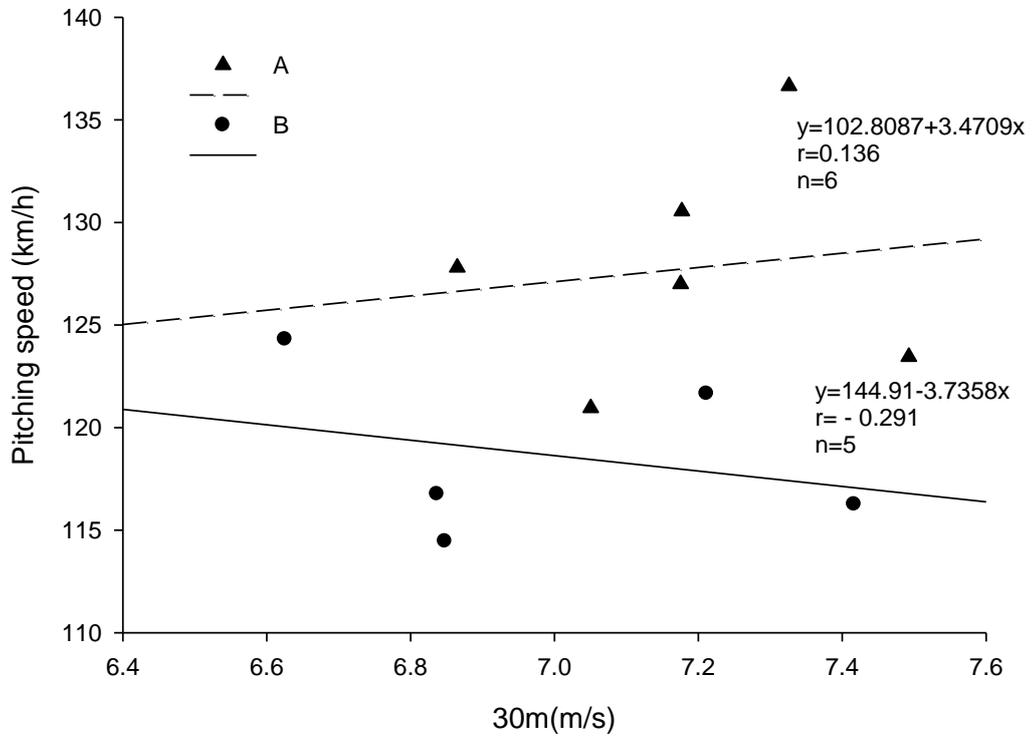


圖 4-7 實驗組(A)與控制組(B)T-3 投球專項測試之球速與 30m 速度之相關

二、實驗組(A 組)上肢最大肌力與球速

(1)A 組 T-1 上肢最大肌力與球速之相關

圖 4-8 A 組在 T-1 投球之球速介於 119.4 ± 2.1 至 $131.3\pm 2.8\text{km/h}$ 之間，上肢最大肌力則為 75kg 與 85kg，兩者相關未顯著($r=0.919$ ， $p>.05$)。投球速度最快者為 $131.3\pm 2.8\text{km/h}$ ，其上肢最大肌力高 85kg，其次最快球速者球速為 $129.7\pm 3.5\text{km/h}$ 其上肢最大肌力為 85kg。

(2)A 組 T-3 上肢最大肌力與球速之相關

A 組在 T-3 投球之球速介於 121 ± 2.4 至 $136.7\pm 1.8\text{km/h}$ 之間，前者球速由原先的 $119.4\pm 2.1\text{km/h}$ 進步為 $121\pm 2.4\text{km/h}$ 差異為 1.6km/h ，上肢最大肌力也由 75kg 上昇為 80kg。後者球速 $136.7\pm 1.8\text{km/h}$ 為 A 組最快之球速較 T-1 進步 5.4km/h ，達顯著差異($p<.05$)，T-3 上肢最大肌力與投球之球速兩者達顯著相關($r=-0.602$ ， $p<.05$)，且均呈現向右與向上運動，如圖 4-8 所示。

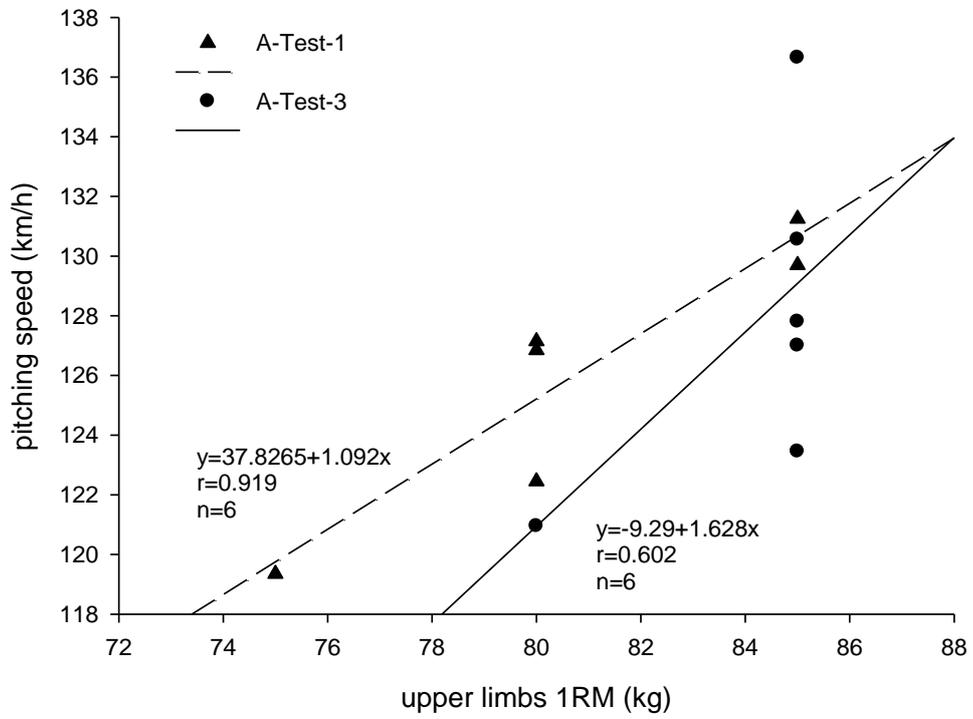


圖 4-8 實驗組(A)T-1、T-3 球速與上肢最大肌力(1RM)之相關

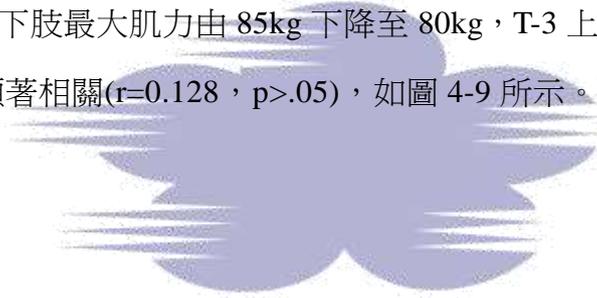
三、控制組(B 組)上肢最大肌力與球速

(1)B 組 T-1 上肢最大肌力與球速之相關

圖 4-9 B 組在 T-1 投球之球速介於 118.4 ± 1.6 至 $127.2\pm 1.2\text{km/h}$ 之間，上肢最大肌力則皆為 80kg，兩者未達顯著相關($r=0.018$ ， $p>.05$)。投球速度最快者為 $127.2\pm 1.2\text{km/h}$ ，其上肢最大肌力高達 80kg，其次最快球速者球速為 $124.5\pm 1.9\text{km/h}$ 其上肢最大肌力為 85kg。

(2)B 組 T-3 上肢最大肌力與球速之相關

B 組在 T-3 投球之球速介於 $114.5\pm 1.9\text{km/h}$ 至 $124.3\pm 3.9\text{km/h}$ 之間，前者球速為 $114.5\pm 1.9\text{km/h}$ ，上肢最大肌力為 80kg。後者球速 $124.3\pm 3.9\text{km/h}$ 為 B 組最快之球速，在 T-3 的下肢最大肌力由 85kg 下降至 80kg，T-3 上肢最大肌力與投球之球速兩者未達顯著相關($r=0.128$ ， $p>.05$)，如圖 4-9 所示。



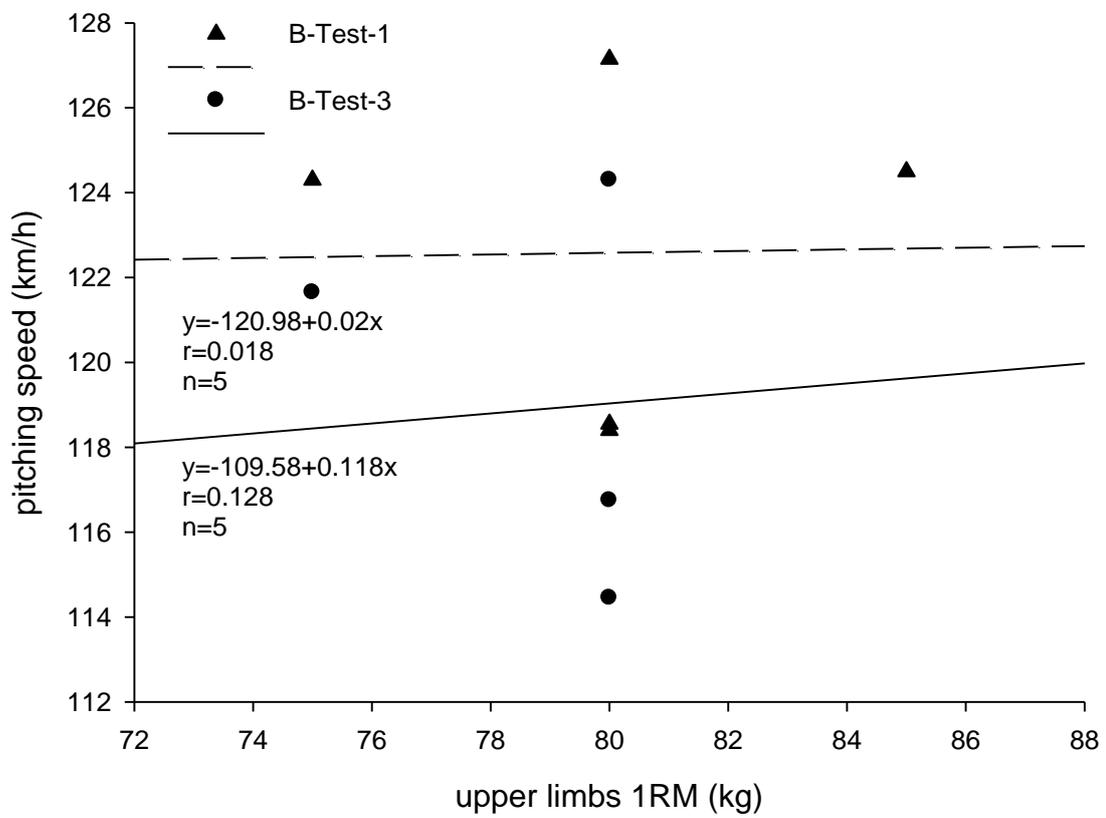


圖 4-9 控制組(B)T-1、T-3 球速與上肢最大肌力(1RM)之相關

實驗組(A 組)下肢最大肌力與球速

(1)A 組 T-1 下肢最大肌力與球速之相關

圖 4-10 A 組在 T-1 投球之球速介於 119.4 ± 2.1 至 131.3 ± 2.8 km/h 之間，兩者下肢最大肌力皆為 130kg，兩者未達顯著相關($r = -0.079$ ， $p > .05$)。

(2)A 組 T-3 下肢最大肌力與球速之相關

A 組在 T-3 投球之球速介於 121 ± 2.4 至 136.7 ± 1.8 km/h 之間，前者球速由 119.4 ± 2.1 km/h 提升為 121 ± 2.4 km/h 差異為 1.6 km/h，下肢最大肌力也由 130kg 上昇為 140kg。後者球速進步 5.4 km/h 為 136.7 ± 1.8 km/h，達顯著差異($p < .05$)，球速的進步在 T-3 的下肢最大肌力也明顯的提升為 140kg，T-3 下肢最大肌力與投球之球速成正相關 r 值為 0.18 未達顯著相關($p > .05$)，如圖 4-10 所示。



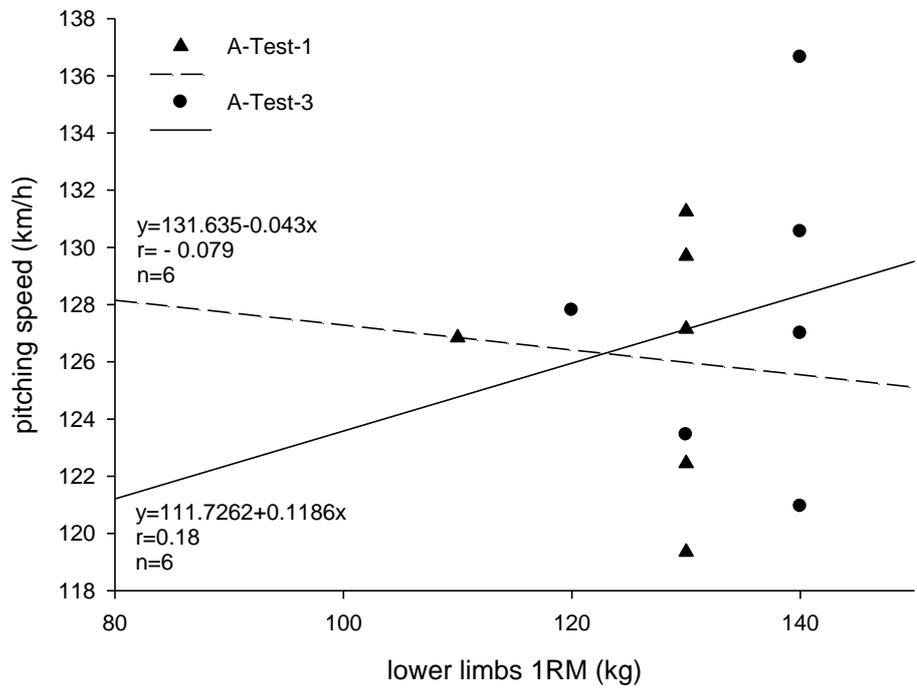


圖 4-10 實驗組(A)T-1、T-3 投球專項測試之球速與下肢最大肌力(1RM)之相關

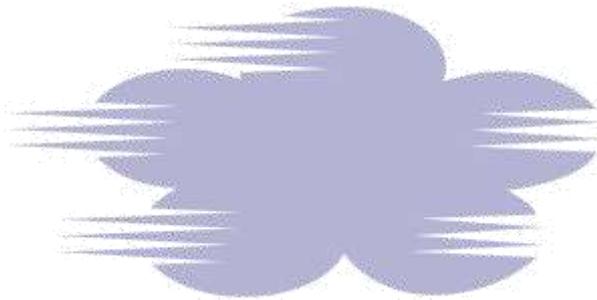
五、控制組(B 組)下肢最大肌力與球速

(1)B 組 T-1 下肢最大肌力與球速之相關

圖 4-11 B 組在 T-1 投球之球速介於 118.4 ± 1.6 至 127.2 ± 1.2 km/h 之間，兩者下肢最大肌力分別為 130kg、90kg，兩者未達顯著相關($r = -0.191$ ， $p > .05$)。

(2)B 組 T-3 下肢最大肌力與球速之相關

B 組在 T-3 投球之球速介於 114.5 ± 1.9 km/h 至 124.3 ± 3.9 km/h 之間，前者球速為 114.5 ± 1.9 km/h，下肢肌力為 100kg。後者球速為 124.3 ± 3.9 km/h，下肢肌力為 110kg，在 B 組下肢最大肌力與球速之相關， r 值為 0.349 達相關未顯著 ($p > .05$)，如圖 4-11 所示。



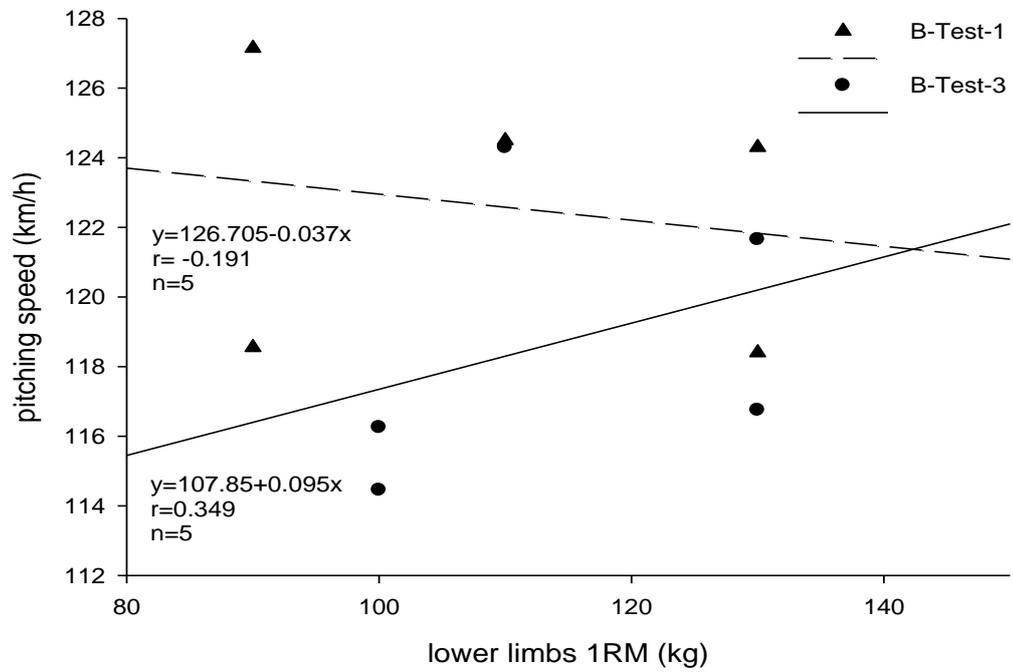


圖 4-11 控制組(B)T-1、T-3 投球專項測試之球速與下肢最大肌力(1RM)之相關

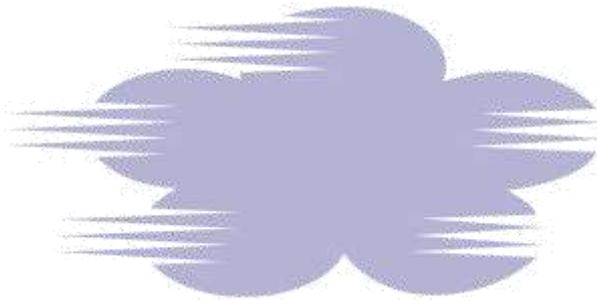
六、乳酸代謝率與好球率

(1)A 組 T-3 乳酸代謝率與好球率之相關

圖 4-12 A 組在 T-3 投球之率介於 10 至 50%之間，前者乳酸代謝率為 0.06mmol/l·s，後者為 0.24mmol/l·s，兩者未達顯著相關($r=0.371$ ， $p>.05$)。投球之好球率最高者為 50%，其乳酸代謝率達 0.24mmol/l·s，亞於好球率最高者的受試者為 40%其乳酸代謝率也高於最低者 0.06 mmol/l·s 為 0.07 mmol/l·s。

(2)B 組 T-3 乳酸代謝率與好球率之相關

B 組在 T-3 投球之好球率介於 10 至 35%之間，其乳酸代謝率分別為 0.01 mmol/l·s、0.07 mmol/l·s，結果顯示兩者達相關未顯著 ($r=-0.685$ ， $p>.05$)如圖 4-12 所示。



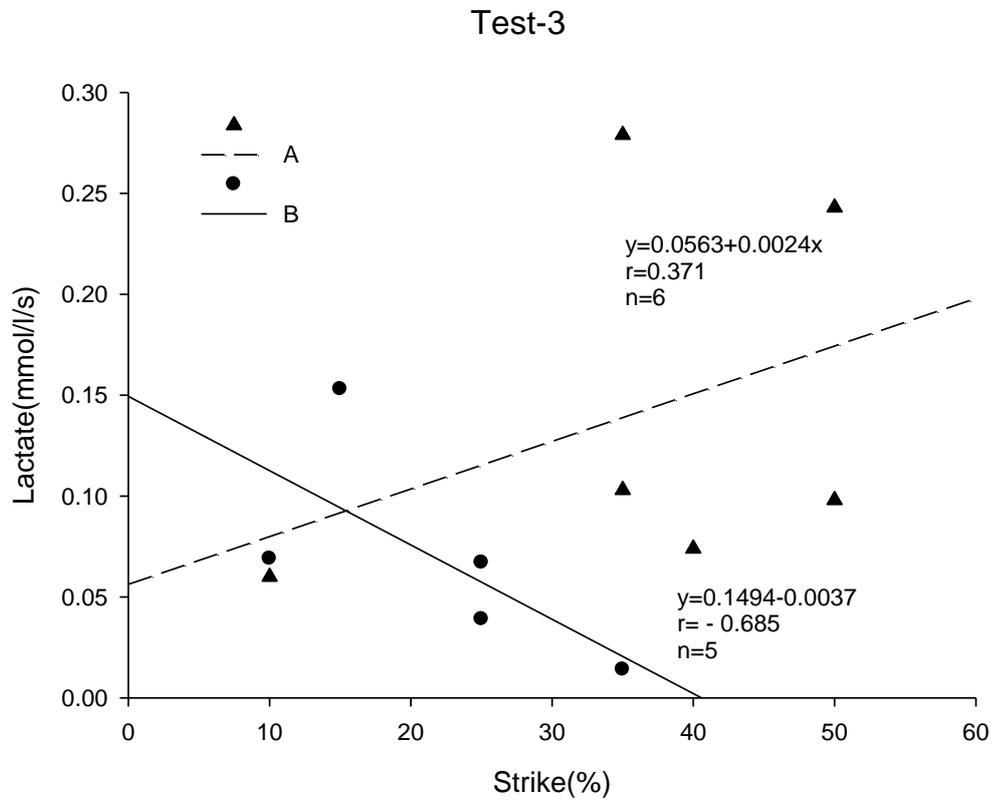


圖 4-12 實驗組(A)與控制組(B)T-3 投球專項測試之乳酸代謝率與好球率之相關

第五章 討論

本研究主要目的是想了解進行最大、快速力量組合與30m速度訓練是否對於大專甲組棒球投手之球速有提昇的效果？並且探討結合這兩種不同方式的力量及30m速度訓練對於棒球球手之新陳代謝、下肢動力、肌肉量與球速之影響，研究結果經過資料統計及分析後，將分為五部份進行綜合討論：

- 一、最大、快速力量組合與速度訓練對於血液中乳酸、血糖之影響。
- 二、最大、快速力量組合與速度訓練對於下蹲跳、30m速度之影響。
- 三、最大、快速力量組合與速度訓練對於最大肌力、肌肉量之影響。
- 四、最大、快速力量組合與速度訓練對於球速、好球率之影響。
- 五、最大、快速力量組合與速度訓練各項參數之相關：
 - (一) 球速與30m速度之相關。
 - (二) 球速與最大肌力之相關。
 - (三) 乳酸代謝率與好球率之相關。

第一節 最大、快速力量組合與速度訓練對於血液中乳酸、 血糖之影響

人體在接受運動負荷，首先會動用到無氧非乳酸系統(ATP-CP system)，由於運動時間的增加，ATP與CP的使用殆盡，能量的提供由乳酸系統取而代之，乳酸系統也稱之為無氧糖酵解系統，肌肉在收縮期間，主要的能量來源，首先由肌肉肝糖提供。而儲存在肝臟的肝糖是維持安靜時血液葡萄糖的反應和運動負荷之下的能量來源，葡萄糖分解路徑的最後產物就是乳酸。而乳酸濃度是用來判斷能量代謝最好的方式。

乳酸值在實驗組(A組)T-1測得 $2.15\pm 0.51\text{mmol/l}$ ，就投手的投球動作運動型態分析：抬腳、跨步、著地後，身體順勢扭轉，肩膀、手臂到最後的出手，由揮臂準備期開始，整個投球動作的結束，整個過程所需時間不超過2 s (Pappas, 1985；Werner, 1993；Meister, 2000)。使用到的能量代謝屬於無氧非乳酸系統，曾慶裕（1999）也提到投球動作需要強大的爆發力，供應短短數秒鐘的投球活動，能力必須透過快速直接的無氧ATP-CP系統來供應。此結果乳酸濃度很低，可證明投球所需之能量系統屬於無氧非乳酸系統。實驗組(A組)在經過第一週最大力量與速度訓練，投球專項測試所測量之乳酸值有著顯著的下降為 $1.63\pm 0.36\text{mmol/l}$ (圖4-2)，ATP-CP的提升是最大力量與速度訓練產生之現象，力量訓練能改善肌肉組織對於刺激接收的速度以及擴展提高肌肉組織的能量儲存(Martin et al., 1993)。而速度訓練是發展ATP-CP系統的最佳方式(Abernethy, Thayer, & Taylor, 1990)，且速度訓練，可提高肌肉收縮速率和力量(Bompa,1999)。在實驗組(A組)T-3所測量乳酸值之結果為 $2.25\pm 0.47\text{mmol/l}$ (圖4-2)，力量訓練與速度訓練可以改善肌肉組織的能量儲存，但T-3乳酸值較T-2有著顯著上升，此症狀的原因，根據投球專項測試球速與乳酸值的比較，T-1球速為 $126.1\pm 4.5\text{km/h}$ (圖4-1)，所測量之乳酸值為 $2.15\pm 0.51\text{mmol/l}$ (圖4-2)，而T-3

投球專項測試球速與乳酸值為 $127.7\pm 5.5\text{km/h}$ (圖4-1)、 $2.25\pm 0.47\text{mmol/l}$ (圖4-2)，影響運動中乳酸產生的主要因素有：運動強度、參與的肌肉量、持續時間(Hhltman & Sahlom, 1980)，而肌肉量與球速的關係，勝亦陽一，長谷川伸，川上泰雄與福永哲夫(2006)以25名大學棒球投手為受試者的研究比較肌肉量與球速的關係，結果顯示球速與肌肉量呈顯著相關。因此當球速越快相對的肌肉量也越多，而乳酸值也有所升高。血糖方面，Busse et al,(1986)的研究結果指出在運動員肌肉肝糖虧空下進行運動測試，結果顯示擁有標準血糖值運動員，在相同之運動時間與負荷，所產生之乳酸堆積高於低血糖值運動員，所以血糖含量將影響乳酸濃度，因此血糖能夠作為乳酸堆積反應的判斷標準。本研究投球專項測試中實驗組(A組) T-1、T-2、T-3血糖值分別為 $4.59\pm 0.35\text{ mmol/l}$ 、 $3.87\pm 0.45\text{ mmol/l}$ 、 $4.46\pm 0.86\text{ mmol/l}$ (表 4-2)，乳酸值也分別為 $2.15\pm 0.51\text{mmol/l}$ 、 $1.63\pm 0.36\text{mmol/l}$ 、 $2.25\pm 0.47\text{mmol/l}$ (圖4-2)，血糖值高相對於血液中的乳酸值也愈高，與本研究結果相符。

第二節 最大、快速力量組合與速度訓練對於下蹲跳(CMJ)、30m速度之影響

下肢動力主要是藉由CMJ的跳躍高度來判斷，是一種預測下肢動力的標準測試(Driss, Vandewalle & Monod,1998)，下肢動力(CMJ)在實驗組(A組)T-1測量結果為 $45.43\pm 3.89\text{cm}$ (圖4-3)，經過第一週的最大力量訓練與速度訓練，A組由 $45.43\pm 3.89\text{cm}$ 進步至 $48.1\pm 3.8\text{cm}$ (圖4-3)，與T-1差異 $+2.7\text{cm}$ ，達顯著差異($p<.05$)，此現象與(吳佳慧，2008)以最大力量重複的訓練方式，CMJ達到顯著進步的結果相同。第二週，實驗組(A組)在經過一週的快速力量訓練與速度訓練，CMJ結果由 $48.1\pm 3.8\text{cm}$ 提升為 $49.9\pm 3.8\text{cm}$ ($p<.05$) (圖4-3)，重量訓練主要是藉由增加肌肉橫斷面積，提升肌肉力量，以達到改善CMJ表現的效能(Widrick et al.,2002)。

在30m速度所測量的結果，A組在T-1 30m速度測試結果為 $7.08\pm 0.15\text{m/s}$ (表4-3)，經過兩週訓練後，進行T-3測量結果些微上升為 $7.18\pm 0.22\text{m/s}$ (表4-3)，差異為 $+0.1\text{m/s}$ ($p>.05$)，藉由圖4-3可以清楚得知T-1與T-3上升的趨勢，這表示選手在經過兩週最大、快速力量組合與速度訓練能夠提升下半身動力輸出之能力，而此研究結果也與Potteiger, Williford, Blessing and Smidt(1992)的研究中一般的阻力訓練與衝刺訓練增進其下半身垂直跳的高度相似，此外Ross, Leceritt and Riek(2001)的研究也指出下半身動力與速度是有著正相關之關係，而能使得速度的提升，下肢動力的改善是很重要的因素之一(Klinzing,1984)。

第三節 最大、快速力量組合與速度訓練對於最大肌力、肌肉量、球速之影響

經過兩週最大、快速力量組合與速度訓練，第一週最大力量與30m速度訓練結束後，在實驗組(A組)肌肉量有著明顯的提升，但未達顯著差異，肌肉量由 59.73kg 上升至 60.28kg (圖4-5)。重量訓練可以增加肌肉的橫斷面積使得肌肉量的提升，根據實驗組所測得的數據肌肉量在一週的訓練中提升了 0.55kg ，相較於控制組(B組)肌肉量從原先的 57.04kg 下降至 56.36kg (圖4-5)。最大肌力(1RM)，實驗組(A組)經過兩週最大、快速力量組合與速度訓練，上肢最大肌力從 $80.8\pm 3.8\text{kg}$ 明顯上升至 $84.2\pm 2\text{kg}$ (表4-1)且達顯著差異($p<.05$)，在下肢最大肌力方面，也從 $126.7\pm 8.2\text{kg}$ 顯著上升至 $135\pm 8.4\text{kg}$ (表4-1)。控制組(B組)組內則無明顯差異，在實驗組與控制組組間，T-1中兩組的上肢與下肢最大肌力無顯著差異($p>.05$)，不過在實驗組經過兩週最大、快速力量組合與速度訓練後，兩組的上肢與下肢最大肌力達顯著差異($p<.05$)。實驗組(A組)肌肉量無顯著的增加，但上、下肢最大肌力卻有顯著的提昇，力量的產生是由於肌凝蛋白與肌動蛋白的結合與旋轉所致，橫橋與肌動蛋白結合的數量愈多，相對力量也越大。根據(福

永哲夫, 1978)所提到肌肉力量在重量訓練開始後, 會隨著肌肉橫斷面積增加而增加, 但是肌肉力量的提升會較肌肉橫斷面積的增加快, 是因為肌肉神經受到重量訓練的刺激, 使得運動單位的增加, 首先產生肌肉神經的傳導與機能的變化, 在刺激的頻率增加時, 使得肌纖維的肌凝蛋白與肌動蛋白也隨之增加以致於肌肉橫斷面積的增加。Hakkinen等人(1984)所指出每一平方公分肌肉橫斷面積最大可以產生50牛頓的力量, 因此增加肌肉橫斷面積可以提升肌肉力量。雖然肌肉的增大意味著擁有更多的肌凝蛋白與肌動蛋白, 以進行更多的橫橋作用, 產生較大的力量, 但是先前的研究也提到力量的產生, 神經的傳導速度也是一個重要的因素, 神經傳導速度的提升可以徵召更多的運動單位, 產生更大的力量(Fukunaga, 1976; Komi, 1986; Komi & Hakkinen, 1988)。而促使神經傳導速度的增加最好的方式就是速度訓練。Neumamm & Hottenrott (2002)的研究中指出速度訓練可以使肌肉與組織間增加神經傳導速度, 能使更多肌肉能夠精準的參與動作的進行。因此在經過兩週的最大、快速力量組合與速度訓練, 實驗組更有效率的提升最大肌力, 本研究也以上文獻相符。

在球速方面, 經過兩週最大與快速力量訓練組合及速度訓練實驗組(A組)的球速由 $126.1 \pm 4.5 \text{ km/h}$ 進步到 $127.7 \pm 5.5 \text{ km/h}$ (圖4-1), A組T-1、T-3兩者差異為 1.6 km/h , 達顯著差異($p < .05$), Pedegana (1982) and Pugh (2001)提到棒球選手在場上執行投球動作的時候, 上肢所蓄積產生的力量越大, 能締造的球速也越快, 然而投球動作不僅僅是靠著上肢在做投球之動作, Toyoshima et al. (1974)提到下肢對於投球的貢獻度達到50%。實驗組在接受兩週的訓練後, 上肢的最大肌力有所提升, 也由原先的 $80.8 \pm 3.8 \text{ kg}$ 明顯上升至 $84.2 \pm 2 \text{ kg}$ (表4-1)且達顯著差異($p < .05$), 在下肢從 $126.7 \pm 8.2 \text{ kg}$ 上升至 $135 \pm 8.4 \text{ kg}$ (表4-1), 達顯著差異($p < .05$)。這一項的實驗結果證明了提昇上肢、下肢的肌力是能有效的提昇球速, 本研究與Pedegana (1982) and Pugh (2001) 研究結果相符。

第四節 最大、快速力量組合與速度訓練各項參數之相關

一、球速與30m速度之相關

本研究結果發現在實驗組(A組)與控制組(B組)投球速度與30m最大速度跑相關未達顯著相關(圖4-7), Matsuo, Escamilla, Fleising, Barrentine, & Andrews(2001)提到一位成功的投手除須具備投球速度、投球策略及控球能力外, 下肢動力表現在投球過程中, 能穩定支撐軀幹, 並更有效率向前旋轉, 提昇投球球速。本研究發現, 兩週最大、快速力量組合與速度訓練可以改善參與者的下肢動力, 因而可以同時促進球速與30m最大速度跑的表現; 就實驗組(A組)雖然30m速度與球速的關係上未達統計之顯著, 但就實驗組(A組)T-1、T-3之數據, 達到明顯的改善與進步, 如同Matsuo等人(2001)認為投手投球過程中, 擁有較佳的下肢動力表現, 能穩定支撐軀幹, 並更有效率向前旋轉, 傳輸力量至手臂, 提昇投球球速。

二、球速與最大肌力之相關

身體上肢與下肢的最大肌力對於投手的球速均有一定的影響, 在上肢方面: 陳九州、蘇雄飛、林敏政與高英傑(1993)的研究提到以國內12名青棒棒球投手為研究對象, 探討上肢等速肌力與球速的相關性以及陳建銘(2005)針對國內10位成棒投手的研究均顯示上肢的等速肌力與球速間均有顯著的相關。在下肢方面: 岡本悌二、武村政德、辻田純三與堀清記(1998)針對日本青棒選手的研究, 顯示膝關節屈曲與伸展的等速肌力與受試者的投球速度達顯著相關。莊林貴、陳九州、陳志中、鄭鴻文與官文炎(2000)的研究也指出下肢的等速肌力與球速間呈現顯著相關。本研究結果顯示實驗組(A組)上肢最大肌力與球速間的關係, 在T-1 r 值為0.919, 但未達到顯著相關($p>.05$), 經過兩週訓練後, T-3結果顯示上肢最大肌力與球速間的關係達顯著正相關。關於實驗組(A組)下肢最大

肌力與球速間的關係，T-1兩者未達顯著相關，而經過兩週訓練後，T-3由原先的負相關($r=-0.079$)轉變呈正相關($r=0.18$)，雖然未達顯著相關，但球速與下肢肌力均呈現向右向上之趨勢。

三、 乳酸代謝率與好球率之相關

激烈的運動時，爲了提供所需之能量，能量代謝加速運行，大量代謝中的副產物，如乳酸也隨之而來，這些副產物的堆積都會直接或間接的影響肌肉收縮力量、收縮速度及放鬆程度，而導致疲勞，疲勞會減少運動的協調，對於短時間高強度的無氧肌力和爆發力的棒球運動員，其投擲準確率也會造成很大負面影響（林基豐，2007），以導致運動表現的下降。在實驗組(A組)在T-3投球之好球率介於10至50%(圖4-6)之間，前者乳酸代謝率爲0.06 mmol/l·s，後者爲0.24 mmol/l·s(圖4-12)，兩者未達顯著相關，在控制組B組在T-3投球之好球率介於10至35%(圖4-6)之間，其乳酸代謝率分別爲0.01 mmol/l·s、0.07 mmol/l·s(圖4-12)，結果顯示兩者未達顯著相關控制組(B組)也未達顯著相關。在實驗組(A組)T-3乳酸代謝率爲 0.14 ± 0.09 mmol/l·s(圖4-12)，好球率爲 36.7 ± 2.9 %，控制組(B組)方面乳酸代謝率爲 0.07 ± 0.05 mmol/l·s(圖4-12)，好球率爲 22 ± 1.9 % (圖4-6)，在實驗組(A組)雖然乳酸代謝率較控制組(B組)高，但是好球率仍較控制組(B組)高，此症狀可能是因爲棒球投球之動作型態爲短時間高強度動作型態，主要運用到無氧非乳酸系統，而未產生較高的乳酸導致肌肉疲勞之關係。

第陸章 結論

第一節 結論

本研究是以12位大專甲組棒球投手為受試之對象，將研究對象以球速分為實驗組與控制組兩組，探討結合這兩種不同方式的力量及30m速度訓練對於棒球球手之新陳代謝、下肢動力、肌肉量與球速之影響，並探討球速與30m速度、球速與最大肌力、乳酸代謝率與好球率之相互關係，所得之結論如下：

(一) 投球專項測試之乳酸

經過兩週最大、快速力量組合與速度訓練後，T-1 乳酸值為 $2.15 \pm 0.51 \text{mmol/l}$ ，T-2 乳酸值顯著下降至 $1.63 \pm 0.36 \text{mmol/l}$ ，由於球速的提昇實驗組T-3 乳酸值上升至 $2.25 \pm 0.47 \text{mmol/l}$ 。

(二) 下肢動力(CMJ)

經過兩週最大、快速力量組合與速度訓練後，實驗組受試者對於CMJ的表現均有所提升，由T-1的 $45.4 \pm 3.9 \text{cm}$ 顯著進步至 $49.9 \pm 3.8 \text{cm}$ ，差異為 4.5cm ，組間與組內均呈現顯著差異，顯示其訓練之成效。

(三) 30m最大速度跑

經過兩週最大、快速力量組合與速度訓練後，實驗組受試者在30m最大速度跑並無顯著之改變，但有進步之趨勢由 $7.08 \pm 0.15 \text{m/s}$ 上升至 $7.18 \pm 0.22 \text{m/s}$ ，差異為 0.1m/s ，未達統計上之顯著意義。

(四) 最大肌力(1RM)、肌肉量

經過兩週最大、快速力量組合與速度訓練後，實驗組受試者在上肢最大肌力顯著進步3.4kg，在下肢最大肌力方面也顯著進步8.3kg。肌肉量方面經過兩週最大、快速力量組合與速度訓練後，肌肉量並無顯著之改變。

(五) 球速

經過兩週最大、快速力量組合與速度訓練後，實驗組受試者在球速方面顯著提升，由 $126.1 \pm 4.5 \text{ km/h}$ 上升至 $127.7 \pm 5.5 \text{ km/h}$ ，T-1、T-3兩者差異為 1.6 km/h ，組間與組內均有顯著差異。

(六) 30m速度與投球之球速之相關分析

實驗組與控制組之30m速度與投球之球速依皮爾森積差相關分析，相關均未達顯著。

(七) 上、下肢最大肌力與投球之球速之相關分析

實驗組受試者之上肢最大肌力與投球球速之相關，達顯著差異。在下肢方面下肢最大肌力與投球球速之相關，也達顯著之差異。

(八) 乳酸代謝率與投球之好球率之相關分析

在實驗組與控制組之乳酸代謝率與投球好球率之相關未達顯著之差異。

參考文獻

一、中文部份

王敏男(1982)。棒球攻擊技術--擊球訓練。台北：健行文化出版事業有限公司發行。

曾慶裕(1999)。棒球投手訓練法。台北：科正股份有限公司。

廖文男、林啓川、高英傑、彭國平(2003)。棒球投手球路與速度之分析-以2001 年世界盃成棒賽為例。 *北體學報*，(11)87-98。

莊林貴、陳九州、陳志中、鄭鴻文、官文炎(2000)。青棒投手不同投法之投球速度與下肢等速肌力的相關性之究。 *北體學報*，(7)159-166。

史馨霖(2005)。肌力是否與棒球投擲傷害之間具有關聯性。未出版碩士論文，國立台灣體育大學，桃園縣。

陳建銘(2005)。優秀成棒投手之上肢動力學分析與等速肌力特徵比較。未出版碩士論文，國立體育學院，桃園縣。

陳九州、蘇雄飛、林敏政、高英傑(1993)。棒球投手上肢等速肌力與投球速度之相關性探討。 *北體學報*，(2)197-225。

林基豐(2007)。大專甲組棒球隊專項期與比賽期運動能力之探討。未出版碩士論文，國立台灣體育大學(桃園)，桃園縣。

吳佳慧(2008)。循環與重複方式重量訓練對青少年籃球選手動力與傳球之影響。未出版碩士論文，國立台灣體育大學(桃園)，桃園縣。

郭亞涵(2009)。有氧耐力訓練對於籃球專項運動負荷後罰球命中率之影響。未出版碩士論文，國立台灣體育大學 (桃園)，桃園縣。

二、外文部份

福永哲夫(1978)。ヒトの絶対筋力—超音波による体肢組成、筋力分析。日本：杏林書院。

岡本悌二、武村政徳、辻田純三、堀清記 (1998)。野球選手におけるパフォーマンスと体力の関係。 *体力科学*47 (6) , 784。

松井秀治(1981)。野球の科学。講談社,105-176頁。

杉田正明、阿部孝、八田秀雄、井上泰雄、小林寛道(1994)。一流女子選手の体力特性とパフォーマンス。 *東京大学教養学部体育学紀要* ,28:37-44。

勝亦陽一、長谷川伸、川上泰雄、福永哲夫(2006)。投球速度と筋力および筋量の関係。 *スポーツ科学研究* , 3 , 1-7。

Abernethy, P. J., Thayer, R., & Taylor, A. W. (1990). Acute and chronic responses of skeletal muscle to endurance and sprint exercise: A review. *Sports Medicine*, 10(6), 365-389.

Badkte, G.U.A. (1987). *Sportmedizinische Grundlagen der Körpererziehung und des sportlichen Trainings*. Leipzig.

Bartlett L. R., Storey M. D., Simons B. D. (1989). Measurement of upper extremity torque production and its relationship to throwing speed in the competitive athlete. *American Journal of Sport Medicine*, 17(1),89-91.

Bompa, T.O.(1999). *Periodization : theory and methodology of training (4th ed)*.Champaign, IL : Human Kinetics.

Brooks, G.A., and T.D. Fahey. *Exercise Physiology: Human Bioenergetics and Its Applications*. New York: Wiley. 1984.

Buhrle, M. (1985). Dimensionen des Kraftverhaltens und ihre spezifischen Trainingsmethoden (S. 82-111). In Buhrle, M.(Hrsg.Grundlagen des

Maximal und Schnellkrafttrainings, Schorndorf).

- Dillman, C. J., Fliesig, G. S., & Andrews, J. R. (1993). Biomechanics of pitching with emphasis upon shoulder kinematics. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 18(2), 402-408.
- 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*. 33, 286-293.
- Fukunaka, T. (1976). Die absolute Muskelkraft und das Muskelkrafttraining. *Sportarzt-Sportmedizin*, 27, 255-8.
- 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.
- Grosser, M. (1991). *Schnelligkeitstraining*. München.
- Haare, D. (1970). *Trainingslehre*. Berlin (DDR)
- Haber, P., Lercher, P. (2001). *Über den Zusammenhang von Bewegung und Körpergewicht*. Collegium Publicum 6:2-3
- Hakkinen, K., Alen, M., & Komi, P. V. (1984) Neuromuscular, anaerobic and aerobic performance characteristics of elite power athletes. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 53, 97-105.
- Hollmann, W.; Rost, R. (1981). Ergometrie zur Hypertoniediagnostik. Dt. med. Wschr. 106. In: 張嘉澤、詹元碩(2005)：運動能力之診斷與訓練調整。國民體育季刊，146期。
- Hultman, E., & Saholm, K. (1980). Acid-base balance during exercise. *Exercise and Sport Science Review*, 8, 41-128.
- Itoh, H. O. (1991). Ammonia and lactate in the Blood after short-term print

- exercise. *European Journal of Applied Physiology* , 62, 22-25.
- Joe, M. (1990). Coaching pitching. Champaign, IL:A Division of human kinetics publishers, Inc.
- Kindall, J .(1993). Baseball : Play the winningway. *Lanham,MD :*
Sports Illustrated Books.
- Kibler W.B., Chandler J.,(1995). Baseball and tennis. In Rehabilitation of the injured knee. Edited by Griffin L.Y. New York: Mosby (St Louis), pp. 219-226.
- Komi P.V. (1986). Training of muscle strength and power: Interaction of neuromotoric, hypertrophic, and mechanical factors. *International Journal of Sport Medicine*,7(suppl.),10-15
- Komi P.V. & Hakkinen, K. (1988). Strength and power training. In A. Dirix, H. Knuttgen & K. Tittel (eds) *The Olympic Book of Sports Medicine*, pp. 181-93 Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Klinzing, J. (1984). Improving sprint speed for all athletes. *National Strength Conditioning Association Journal*.32-33.
- Kraemer WJ, AdamsK, Cafarelli E,Dudley (2002). American College of Sports Medicine Position Stand on Progression Models in Resistance Training for Healthy Adults. *MedSci SportsExerc* 34:364-380.
- 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.
- Lehnertz,K.(1988).Blutlaktat und trainingssteuerung im schnellkoordinativen.
- Lehninger, A.L. (1973). *Bioenergetics*. Menlo Park, CA: Benjamin.

- Martin, D.; Carl, K.; Lehnertz, K. (1993). Handbuch Trainingslehre, 2. Auflage.
- Matsuo, T., Escamilla, R. F., Fleising, G. S., Barrentine, S. W., & Andrews, J. R. (2001). Comparison of Kinematic and Temporal Parameters Between Different Pitch Velocity Groups. *Journal of Applied Biomechanics*, 17, 1-13.
- Meister K. (2000). Injuries to the shoulder in the throwing athlete : Part one : Biomechanics/ Pathophysiology/ Classification of injury. *American Journal of Sport Medicine*, 265-275.
- Mullaney, M. J., McHugh, M. P., Donofrio, T. M., Nicholas, S. J. (2005). Upper and lower extremity muscle fatigue after baseball pitching performance. *American Journal of Sport Medicine*, 33(1), 108-113.
- Neumann, G., & Berball, A. (1991). Umstellung und Anpassung des Organismus-grundlegende Voraussetzung der sportlichen Leistungsfähigkeit.
- Neumann, G.; Hottenrott, K. (2002). Das grosse Buch vom Laufen. 117-119.
- Neumann, G.; Hottenrott, K. (2002). Das grosse Buch vom Laufen. 222-223.
- Pappas A.M., Zawacki R.M., Sullivan T.J. (1985). Biomechanics of baseball pitching : A preliminary report. *American Journal of Sport Medicine*, 14 : 216-222.
- Pat Jacobs, C. S. C. S. (1987). The overhand baseball pitch: A Kinesiological analysis and related strength-conditioning programming. *NSCA Journal*, 9, 5-13.
- Pedegana L.R., Elsner R.C., Roberts D., et al (1982). The relationship of upper extremity strength to throwing speed. *American Journal of Sport Medicine*, 352-354.

- 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.
- Pugh S.F., Kovalski J.E., Heiman R.J., et al (2001). Upper and lower body strength in relation to underhand pitching speed by experienced and inexperienced Perceptual and Motor Skills 93 : 813-818.
- Ross, A., Leceritt, M., & Riek, S.(2001). Neural influences on sprint running. *Sports Medicine*.31(6):409-425.
- Schmidtbleicher, D. (1985). Klassifizierung der Trainingsmethoden im Krafttraining Lehre der Leichtatathletik 24 (1) und (2), 25-30.
- Toyoshima S., Hoshikawa T., Miyashita M., et al.(1974). Contribution of the body parts to throwing performance. In Nelson R.C.,Morehouse C.A. (Eds) : Biomechanics IV. Baltimore, University Park Press, pp.169-173.
- Werner S.L., Fleisig G.S., Dillman C. J., et al .(1993). Biomechanics of the elbow during baseball pitching. *JOSPT* 17 : 274-278.
- Widrick, J. J., Stelzer, J. E., Shoepe, T. C.,& Garner, D. P. (2002). Functional properties of human muscle fibers after short-term resistance exercise training. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*, 283, R408-R416.
- Wilmore J. H., Haskell, W. L. (1972). Body composition and endurance capacity of professional football players. *Journal of applied physiology*.33(5):564-7.
- Stone, M.H., and H.S. O`Bryant. (1987). *Weight Training: A Scientific Approach*. Minneapolis: Burgess International..

【附錄一】

受試者同意書

研究題目：最大力量、快速力量組合與速度訓練對大專甲組棒球投手
球速之影響

指導教授：詹元碩 博士

協同指導教授：張嘉澤 博士

研究生：熊育彬

單位：國立體育大學教練研究所

住址：桃園縣龜山鄉文化一路250號

連絡電話：0912-554071

本研究係屬論文之實驗，所獲得資料僅供研究之用，絕對保密。爲了保護受試者的健康與權利，研究者有責任將研究過程向受試者說明清楚，隨時回答受試者所提出的問題，並且盡可能的保護受試者的健康與權益。受試者如果改變意願時，可以隨時退出實驗而不受任何限制，但請先聯絡告知研究者。

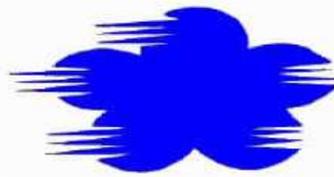
如您願意參與本實驗，請在同意書下方受試者簽名處簽名，及填寫連絡資料，表示同意並願意遵守實驗相關規定。

受試者簽名：

日期：

連絡地址：

連絡電話：



【附錄二】

國立體育大學教練研究所

訓練生理與健康實驗室 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 <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否				
2. 是否有血液疾病 <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否				
3. 是否有糖尿病 <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否				
4. 是否有高血壓 <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否				
5. 是否有氣喘疾病 <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否				
6. 是否有癲癇症 <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否				
7. 是否有肌肉疼痛 <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否				
8. 是否有感冒症狀 <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否				
9. 最近六個月是否有開刀手術 <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否				
10. 其他：				
1) _____				
2) _____				
3) _____				
4) _____				
運動員簽名：_____			日期：_____	
教練簽名：_____				