

國立體育大學  
競技學院  
運動技術研究所碩士論文

兩週高強度訓練對三級跳遠能力之影響

**The Influence of Two-Week High Intensity  
Training on the Ability for Triple Jump**

指導教授：張嘉澤 博士

研究生：林宗翰 撰

中華民國 100 年 6 月



國立體育大學  
National Taiwan Sport University

# 兩週高強度訓練對三級跳遠能力之影響

指導教授：張嘉澤 博士

研究生：林宗翰

日期：2011年6月20日

## 摘要

本研究目的在：本研究主要是探討以兩週高強度訓練對於大專三級跳遠選手基礎能力之影響。方法：本研究應用混合設計二因子變異數分析，以受試者為6名大專選手（男3、女3，平均年齡男 $23.6\pm 1.2$ 、女 $21\pm 0.0$ 歲，身高男 $180.6\pm 2.6$ 、女 $162.2\pm 2.0$ cm，體重男 $73\pm 3.7$ 、女 $54.3\pm 0.7$ kg，訓練年數男 $7.3\pm 2.0$ 、女 $8.3\pm 1.6$ 年）於同研究日程下參與訓練，一天為速度與重量訓練、一天為專項與有氧訓練，以兩種訓練計畫為期兩週高強度訓練，並於訓練前與後進行基礎能力檢測。皮爾森積差相關專項乳酸即有氧乳酸形成率。

結論如下：

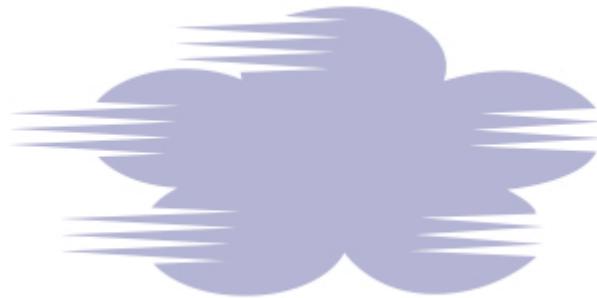
- 一、兩週高強度訓練對穩定三級跳遠助跑速度方面並無顯著差異，但在兩週高強度的訓練負荷下，對於專項跳躍過程中的水平速度的維持有改善。
- 二、兩週高強度訓練對快速提升下肢動力無顯著差異，但在對短距離衝刺(30m)與CMJ的基礎有改善趨勢。

三、兩週高強度訓練下肢動力對三級跳遠助跑速度方面並無顯著差異，但在下肢動力與專項助跑速度有改善趨勢。

四、兩週高強度訓練對最大力量(1RM)結果下之均達顯著水準，但上肢只有改善趨勢。

五、有氧閾值能力對專項之乳酸形成率的關係，在兩週高強度訓練下有氧與專項在後測有達顯著相關。

**關鍵詞：**最大力量、CMJ 下肢動力、重覆式訓練、三級跳遠、高跳型、平跳型



# **The Influence of Two-Week High Intensity Training on the Ability for Triple Jump**

Adviser: Jia-Tzer Jang

Author: Chung-Han Lin

Date of Defense: June 20, 2011

## **Abstract**

The purpose of this study is to investigate the influence of two-week high intensity training on the ability of the athletes in colleges for triple jump. This study adopted the analysis of mix-designed two variables. 6 athletes (three male athletes and three female athletes) in colleges were recruited whose average age is  $23.6 \pm 1.2$  and  $21 \pm 0.0$ , height is  $180.6 \pm 2.6$  cm and  $162.2 \pm 2.0$  cm, body weight is  $73 \pm 3.7$  kg and  $54.3 \pm 0.7$  kg and regular training years is  $7.3 \pm 2.0$  and  $8.3 \pm 1.6$  for male and female athletes respectively. They joined the two-week high intensity training schedule which is combined one-day speed and resistance training, and one-day special and aerobic training. This study implemented the evaluation for the basic ability before and after the training. The

relationship lactate was estimated by Pearson's correlation coefficients. The statistical significance was set as  $p < .05$ .

The results are as follows:

1. There was no difference on velocity of triple jump run-up. After the two weeks intensity training, it can improve velocity of plane on triple jump special ability.
2. There was no difference on lower-limbs, after the two weeks intensity training, it can improve 30meter and counter movement jump.
3. There were no difference between lower-limbs and triple jump run-up. It can improve lower-limbs and velocity of triple jump run-up.
4. It was a significant increase on lower-limbs 1RM, after the two weeks intensity training.
5. The relationships aerobic ability was significant increase between pre-test and post-test.

**Keywords:** maximum strength , CMJ leg power , repetition training , triple jump , high-type jump, flat-type jump.

## 謝 誌

本論文得以完成，首先要感謝指導教授張嘉澤博士的細心指導與鞭策，提供良好的建議以及相關文獻和資訊，並且不時關切研究進度，促使本論文能如期完成，在此致上由衷感謝。本論文並承呂欣善教授、詹元碩教授指教斧正，使其更臻完善，特此敬申謝意。

在學期間非常感謝葉憲清教授、張思敏教授、姚漢禱教授、侯致遠教授等多位老師幫助指導，及大學至研究所指導我競技訓練廖學松教練，運動生理組德盛、佳慧、月琪、韋如、亦棠、有祥的協助與指點，使我受益良多。施測期間衷心的感謝參與本研究受試者辛苦配合，使本論文實驗得以順利完成，謝謝你們。

最後，要感謝我的父母、家人及女友沂欣，在我就讀研究所期間，無微不至的關懷、鼓勵與照顧，使我得以心無旁騖完成學業及訓練。

願將此研究結果，獻給我身邊所有的師長與親友，與你們共同分享這份成果。

林宗翰 謹識

# 目 次

<b>第一章 緒論</b>	1
第一節 研究背景	1
第二節 研究動機	2
第三節 研究目的	3
第四節 名詞解釋	4
<b>第二章 文獻探討</b>	6
第一節 助跑速度	6
第二節 下肢動力	7
第三節 有氧閾值與乳酸關係	8
第四節 重量訓練	10
第五節 肌肉損傷指標	11
第六節 總結	12
<b>第三章 研究方法與步驟</b>	14
第一節 研究對象	14
第二節 實驗時間與實驗場地	15
第三節 實驗儀器與實驗設備	15
第四節 實驗步驟與設計	18
第五節 實驗流程	24
第六節 資料處理與統計方法	26
<b>第四章 結果分析與討論</b>	27
第一節 階梯式負荷上昇乳酸與心跳率	27

第二節	基礎耐力有氧與無氧	30
第三節	肌力與助跑速度	32
第四節	有氧閾值速度與專項乳酸形成率之關係	40
第五節	訓練對肌肉損傷指標之變化	41
<b>第五章</b>	<b>結論與建議</b>	<b>44</b>
第一節	結論	44
第二節	建議	44
<b>參考文獻</b>		<b>46</b>
一、	中文部分	46
二、	英文部分	49
<b>附錄</b>		<b>59</b>
附錄一	中英文對照與縮寫表	59
附錄二	運動能力診對與訓練調整	60

## 表 次

表 3-1	受試者資料 ( $M \pm SD$ )	14
表 3-2	基礎耐力測試內容	20
表 3-3	實驗執行情序	22
表 3-4	訓練計畫	23
表 3-5	生物參數	23
表 4-1	男性受試者階梯式負荷增加心跳率平均值與標準差	28
表 4-2	男性受試者階梯式負荷增加血液乳酸堆積平均值與標準差	28
表 4-3	女生受試者階梯式負荷增加心跳率平均值與標準差	29
表 4-4	女生受試者階梯式負荷增加血液乳酸堆積平均值與標準差	29
表 4-5	2mmol/l 有氧閾值速度與心跳率平均值標準差	31
表 4-6	4mmol/l 無氧閾值速度與心跳率平均值標準差	31
表 4-7	男性 30m 分段速度與 CMJ 平均值標準差	33
表 4-8	女性 30m 分段速度與 CMJ 平均值標準差	34
表 4-9	三級跳遠專項助跑速度平均標準差	39
表 4-10	兩週高強度訓練肌肉損傷指標之變化	42

## 圖 次

圖 3-1	乳酸血醣分析儀 -----	14
圖 3-2	Newtest 數據檢測儀 -----	17
圖 3-3	30m 分段測試圖 -----	19
圖 3-4	CMJ 下肢動力測試圖 -----	19
圖 3-5	2-4mmol/l 測試圖 -----	20
圖 3-6	專項測試圖 -----	21
圖 3-7	實驗執行程序 -----	24
圖 3-8	實驗流程圖 -----	25
圖 4-1	男生上肢與下肢 1RM 前後測 -----	35
圖 4-2	女生上肢與下肢 1RM 前後測 -----	36
圖 4-3	三級跳遠專項成績平均值與標準差 -----	37
圖 4-4	專項乳酸形成率與有氧閾值之關係 -----	40

# 第壹章 緒論

## 第一節 研究背景

田徑運動的起源與人類的生存和自衛有著有密切的關係。田徑項目包含著跑、跳、擲等能力組成綜合的競技運動。自古希臘時起，奧林匹克運動會田徑是運動競技比賽中最重要、也最吸引人的項目。直至目前，奧運會也是各國選手最主要的運動賽會之一。1896 年第一屆奧運會三級跳遠列為正式比賽後，隨著科技與個人能力以及訓練方式的改善，世界紀錄也一直不斷地被更新，而目前世界紀錄 1995 年 Jonahan Edwards 所創下的 18.29m，至於亞洲，則是由中國選手李延熙在 2009 年所創下的 17.59m，也因此帶動著亞洲水準不斷的提高，不過，台灣在三級跳遠這一項則在乃慧芳第八屆亞洲錦標賽創下紀錄後(16.65m)，一直處於停滯的狀態。三級跳遠項目是一項必須兼具技術與體能才能有好的表現、高技術的田賽項目，該技術主要由助跑、起跳(單腳跳、跨步跳、跳躍)、落地動作所組成。三級跳遠所需技巧跟每種項目一樣必須具備全面性的基礎能力，透過良好的基礎能力來促使專項能力的提升進而改善專項運動表現。1995 年 Jonahan Edwards 18.29m 世界紀錄產生後，很多運動科學家探討該紀錄可能造成的因素為助跑期能保持高速且穩定的助跑速度，藉此將跳躍水平速

度損失減少到最低，由此可知速度對三級跳遠的成績是很重要的影響因素。

## 第二節 研究動機

力量、速度、有氧能力是運動的基礎，也是跳部運動員成績提高穩定的關鍵。針對陸上運動員下肢爆發力或垂直跳躍能力表現，對於基礎專項能力表現而言，是影響運動成績的重要因素(Potteiger et al.,1999)。所以在三級跳遠的專項訓練之中，速度與下肢基礎力量是不可或缺的條件；肌力是神經系統產生力量能力，而肌力有助於爆發力的提昇，但並非肌力的進步即代表爆發力亦有相同程度的進步。短距離衝刺表現與立定連續三次跳受下肢影響，因此短距離與立定三次為正相關  $r=.738$  (陳樹屏，1992)。三級跳遠過去至今由高跳型走向平跳型趨勢(游正中、邱于展，1997)，過去助跑以可控的速度(90%)來作起跳，至今助跑呈現越來越快(100%)，而速度算是勝負關鍵(游正忠、陳建勳，2004)，Hay(1994)研究顯示於1988年漢城奧運進入三級跳遠前八名選手平均上板速度  $10.29\text{m/s}$ ；跳遠進入決賽速度達  $10.83\text{m/s}$ ，而在國內優秀跳遠選手上板速度  $9.72\text{m/s}\sim 10.04\text{m/s}$  成績在  $7.38\text{m}\sim 7.59\text{m}$  (王淑華、陳九州、陳志忠，2000)；國外成績在  $8.55\text{m}$  助跑速度  $10.96\text{m/s}$ 。世界紀錄 Edwards 創下世界紀錄  $18.29\text{m}$  時上板速度

10.9m/s，大陸優秀三級跳(成績平均為 16.15m)為 9.78m/s (束景丹等，2003)。98 年全國運動會國內三級跳遠平均 15.58m，上板速度 8.68m/s (林宗翰等人，2010)。

Hollmann(1987)指出，肌肉快速收縮與維持能力：取決於肌肉組織之快收肌型態與有氧能量提供系統(減緩疲勞)，幫助磷酸肌酸儲存速度。一般訓練週期大約介於 4 到 6 週之間，目的是為了讓訓練者達到適應，不過 Burgomaster et al.(2006)兩週六次溫蓋特測功儀高強度間歇，一回六次 30s 最大努力間歇 4min，能提升肝醣量與肌肉含氧量，增加耐力能力。Talanian, Galloway, Heigenhauser, Bonen, & Spriet(2007)以女性運動員為對象，同樣以兩週七次高強度間歇腳踏車訓練方式，一回十次強度最大攝氧量 90% 4min 間歇 2min，受測者提昇最大攝氧量，增加脂肪代謝以及肌肉內粒線體活性。上述的研究表示兩週的高強度訓練能夠使人體達到所謂的適應表現。

### 第三節 研究目的

本研究是針對大專三級跳遠選手進行為期 2 週的高強度訓練，探討在 2 週訓練後對於三級跳遠選手專項基礎能力之影響。依據 Neumann, (1991)生理適應原理，4~6 週適應週期。因此本研究訓練週期訂為 2 週高強度訓練進行前後測試基礎能力差異性。

- 一、階梯式負荷是否影響男女生三級遠乳酸與心跳率？
- 二、兩週高強度訓練是否影響男女生三級跳遠選手有氧無氧閾值？
- 三、兩週高強度訓練是否影響男女生三級跳遠選手肌力與助跑速度？
- 四、有氧閾值能力是否可以改善男女三級跳遠之乳酸形成率？
- 五、兩週高強度訓練是否影響男女生肌肉損傷指標變化？

## 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，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，測試可由重量器材測試。

### 二、CMJ直膝垂直跳下肢動力(Counter movement Jump)

受試者從雙手插腰身體像下蹲至膝彎曲 90°後盡最大力量用力向上跳在自然落下。在跳躍過程保持身體平衡且雙手避免離開腰部。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。

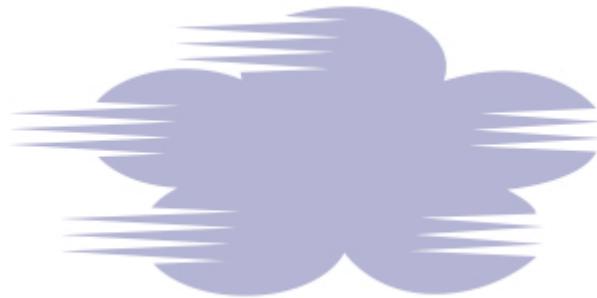
### 三、重覆式訓練(Repetition Training)

高強度的負荷完全息（HR90~100之下），生理調整與恢

復的程序必須達到有效體循環功能。

#### 四、三級跳遠高跳型與平跳型

依照三步所跳之距離比例，高跳型以單腳(hop)比例較高，稱為第一步；高跳型為了求第一步較遠距離，必須向上跳導致雖平速度流失。平跳型以跳躍(jump)比例較高，稱為第三步；平跳型為了保持較好的水平速度來取得最後一步的距離。



## 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、助跑速度相關研究；二、下肢動力；三、有氧閾值與乳酸關係；四、重量訓練；五、肌肉損傷指標；六、文獻總結。

### 第一節 助跑速度

何謂速度為三級跳遠重要因素之一，但有好的速度是優秀三級跳遠的必要條件，助跑為三級跳遠的第一階段，助跑對三級跳遠成績的影響佔了 60%~90% (Murakic,1978)，與成績為正相關  $r=0.90$  (Perttunen et al.,2000)，因此沒有好的助跑速度，將無法創造好成績。但每位選手都有速度閾值，超過速度閾值雖然有好的速度但導致沒辦法完成起跳 (Doherty,1985)。而助跑過程如果使用衝刺的方式雖然有較好的水平速度，但可能使選手無法控制自己身體導致無法完成三步跳躍過程，目前助跑速度已不是為了起跳的可控速度，在國際助跑速度已呈現越來越快，由高跳型走向平跳型趨勢 (郭元奇，2001)。因此在跳躍過程才能減少跳躍水平速度並且能降低運動傷害。Hay(1994)研究顯示優秀男女三級跳遠選手上板速度分別達 10.29-11.0m/s 及 8.86-9.14m/s，男生世界紀錄保持者

Edwards 的 18.29m 速度為 10.9m/s，女生世界紀錄保持者 Kravets (最佳成績 15.50m) 跳出 14.95m 速度為 9.14m/s。

## 第二節 下肢動力

隨著三級跳助跑速度不斷發展，必須盡快提高選手起跳腳收縮能力，利用彈性能在肌肉中儲存與在釋放，以神經反射性調節爆發出來的力量。透過重量訓練與增強式訓練法 (plyometric Training)，競技運動用來增強肌力、爆發力及速度的訓練方法之一。利用瞬間的離心被動伸展與隨後發生的向心收縮相互配合訓練，來提升肌力、爆發力，瞬間的離心被動伸展與隨後發生的向心收縮相互配合訓練，收縮方式稱為伸展縮短循環 (Stretch-Shortening Cycle) 簡稱 SSC，刺激肌肉、肌腱、韌帶來帶動關節的本體感受器，利用感覺神經快速傳達訊息至中樞神經刺激肌肉收縮 (Komi et al., 1978)。此種訓練方式能改善肌肉收速度反應時間，降低跳躍過程中速度流失。Perttunen et al.(2000) 研究七位三級跳選手 (4 男、3 女)，指出三個階段跨跳中，垂直力量是身體所承受的重量最大，男生為 14.32 倍，女子 11.9 倍身體重量。Rermet&Willians(1985) 研究 (1 男、1 女) 在跨跳時間的地板反作用力，結果男子是體重 11.53 倍，女子為 8.19 倍。在這些研究中的得知三級跳遠在支撐階段所承受的垂直力量非常大，下肢的力量對於三級跳遠

的技術銜接的重要基礎能力。陳佳慧（2007）研究跳躍訓練加上 30m 衝刺訓練，對下肢動力獲得顯著相關。Hennessy & Kilty(2001)研究發現，短距離訓練 CMJ 與 30m 時間達顯著相關。Diallo,Dore,Duche, 與 Van Praagh(2001)研究少年足球選手透過增強式訓練後，20m-40m 衝刺速度有明顯提升。

### 第三節 有氧閾值與乳酸關係

正常狀況下，人體在安靜時即會產生 1-2mmol/l 的乳酸 (Jan Karlsson, 1970)，有氧閾值出現的時間在於無氧閾值之前，乳酸濃度稍高於安靜值。人在不缺氧的情況下仍有乳酸，葡萄糖或肝醣在無氧代謝最終產物是「乳酸」。有氧運動在體重控制與降低體脂肪有顯著效果，已有許多文獻支持 (Wilmore et al., 1970；Leon et al, 1979；Després et al, 1985；Nindl et al., 1996；Kraemer et al.,1999)。Brooks et al. (1985) 提出，運動員在安靜時血乳酸水平和正常人無差異。不過運動時乳酸轉換效率會比一般人佳 (Keskinen et al., 1989)。因此，運動員對於血乳酸的清除能力較強。然而，運動負荷的刺激，將造成肌肉產生乳酸。肌肉堆積之乳酸，會透過擴散作用進入血管。運動中乳酸的堆積與排除，是依據個人之有氧能力。有氧能力高者，乳酸排除之速度亦快。Gollnick et al., (1973)研究指出，乳酸由骨骼肌中的產生，肌肉和血液中的乳酸值需花 5 分鐘以上能恢復平衡。Hollmann et al., (1986)

指出耐力效果能改善心臟循環系統、細胞組織與荷爾蒙反應使高強度肌肉能量動員提昇、提昇抗壓能力及穩定比賽情緒。三級跳遠從助跑至完成動作乳酸為運動中能量代謝的一個中間產物，運動時乳酸在肌肉中，當乳酸量無法即時被排除時，該物質即乳酸將會干擾肌肉的收縮、神經傳導的速度及能源的利用，就會開始堆積在肌肉和血液中，造成肌肉暫時性疲勞，此時人體安全機制啟動，使肌肉無法維持一定的肌肉收縮能力下降，運動員想提昇速度也無法達到 (Stamfor, Weltman, Moffatt & Sady, 1981; Kirkendall, 1990)，乳酸為評定運動訓練強度及監控，經由不同運動強度、參與的肌肉量即持續時間，影響乳酸濃度 (Hultman & Sholm, 1980)。研究指出訓練負荷強度會產生不同乳酸值，乳酸濃度在訓練上為訓練強度指標 (Weltman, 1995)。Hollmann et al. (1987) 指出競技運動員之有氧能力 ( $2\text{mmol/l}$ )，不得小於  $2.8\text{m/s}$ ，心跳  $140\text{min}^{-1}$ 。無氧閾值 ( $4\text{mmol/l}$ ) 最低標準為  $3.5\text{m/s}$ ，心跳  $156\text{min}^{-1}$ 。無氧耐力分析，以  $4\text{mmol/l}$  速度最為判斷標準， $3.0\pm 0.5$  為運動員基本能力。無氧醣酵解的能力可以訓練的 (Zintel, 1994)，經專項速度耐力訓練，可以減少乳酸的堆積與加速排除，提昇無氧能量獲得，先決條件是要增加醣酵解酶的活性。白肌纖維的活動可以造成體內 pH 值與乳酸變化，而乳酸亦可作為運動強度評估、肝醣儲存情況、疲勞甚至調控運動負荷 (Weinecker, 1993; Hottenrott, 1993)。

## 第四節 重量訓練

爆發力對於競技運動員重要的能力，利用重量器材高強度訓練，使肌纖維橫斷面積大，使力量上升。在重量訓練對於體脂肪影響上，成年身上減少體脂有部分在研究中有效果 (Kraemer et al, 1999 ; Treuth et al, 1994) 。

Kraemer, Adams, Cafarelli, & Dudley (2002)的研究指出重量訓練能刺激蛋白質生成率，增進肌肉量，而重量訓練必須全面性肌群適當的刺激，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。透過重量訓練能改善生理對肌肉組織刺激接受速度以及肌肉組織能量儲存

(Martin et al., 1993)。Lehnertz (1988)指出先改善肌肉力量的基礎能力，才能幫助快速力量、最大力量。Bührle (1985)最大力量訓練方式改善肌內與肌間組織協調訓練以高強度低重覆次數的方式。比賽期實施金字塔不能改善訓練效果而是維持比賽需要之力量，生理反應裡，在反應力量上的提昇能改善肌肉能量代謝 (ATP-CrP)、收縮速度（肌間與肌內協調）與新陳代謝，形成快速力量 (Haare, 1970)。

Bührle(1989)指出反應力量的發展有兩個目標(1)肌肉伸展縮短循環階段的轉換縮短，最佳收縮速度(2)伸展縮短循環階段改善離心其的高度負荷，以維持肌肉張力。Young(1995)研究指出三種不同落下跳，其中跳最高與跳躍時間最短的

兩組，結果發現短時間給以最大刺激、快速收縮，而不是跳躍的高度或遠度最為訓練，使肌肉反應收縮速度有達到效果。提昇力量能力，必須具備生物力學動力原理外，除此能改善肌肉內部變化、肌肉神經組織高頻率收縮 (Czington, 1998)。

## 第五節 肌肉損傷指標

肌酸激酶(CK)機體 ATP-CP 系統代謝的關鍵酶之一，人體骨骼肌、心肌和腦中都含有肌酸激酶，其中以骨骼肌中最为豐富，約佔全身總量的 96%，骨骼肌收縮時為重要的生理作用，它是短時間劇烈運動時能量的供應和運動後 ATP 恢復反應的主要催化酶，與運動時及運動後能量的平衡及轉移有密切的關係(侯莉娟、劉曉莉、喬德才，2005)。高強度組與低強度組運動負荷分別為 1 小時和 3 小時 CK 值也達到顯著升高(林俊宏、甘能賦，2008)。由結果顯示兩週高強度訓練均會使 CK 活性增高，並且達到反應疲勞 200U/L 的參考值，且升高的幅度會受到運動強度的影響。一般進行運動負荷強度評估時，CK 活性高於 200U/L 即反應疲勞可能產生(沈子斐，2002)。正常情況下，男性 CK 安靜值介於 55-170U/L，女性大約 30-135U/L 上下 (Pagana & Pagana, 1995)。骨骼肌肉內組織的損傷主要是因為代謝性(metabolic)與機械性(mechanical)兩種壓力造

成(Pyne, 1994)。CK 只有少部份存在血液中，但激烈運動將使身體產生自由基，會使細胞氧化受損(Davies, Quintaniha, Brooks, & Packer, 1982)，肌肉組織缺氧、離子濃度改變、體溫的升高及兒茶酚胺釋放等因素影響，會使肌纖維膜滲透性也會增加(Pyne, 1994; Hanel, Law, & Mortensen, 2003; Urhansen & Kindenmann, 1992)，就運動型態而言，高強度離心與向心收縮會使 CK 值提高。肌肉損傷會使肌肉中大量釋放 CK，進入到血液中，影響運動表現 (Ebbeling & Clarkson, 1989; Miles & Clarkson, 1994)。CK 在血液中的活性決定於運動負荷(Urhansen & Kindermann, 1992)。有研究指出舉重運動員與未訓練過者比較，一般人 CK 值低於運動員，但在肌力訓練後其 CK 值高於運動員。上述文獻可得知一項原則，運動強度、時間與 CK 值活性為正相關，激烈運動後 CK 峰值通常在隔天出現，但可能因強度的不同也可能會上升至第 2~3 天 (Brancaccio, Limongelli, & Maffulli, 2006)，CK 值延長出現至數天後，因為超長時間的運動負荷。這現象會抑制疲勞及能量合成(Harries, Williams, Stanish, & Micheli, 1994)。

## 第六節 總結

一、國際上三級跳遠助跑速度不斷提升，而助跑速度快慢對三級跳遠有很大的影響。

- 二、 有氧能力利於無氧運動乳酸恢復速度，提升抗壓能力及穩定比賽情緒。
- 三、 力量為三級跳遠專項基礎力量，下肢的力量有利於比賽，過程技術銜接能降低速度流失。因此透過伸展縮短循環的機轉做為下肢訓練理論來改變身體機能，有效的改善反應力量、速度和爆發力，進而幫助專項基礎。
- 四、 重量訓練可以刺激蛋白質生成率、增進肌肉量，專項動作所需之肌力，並且訓練肌肉與肌肉間組織協調訓練。肌肉的彈性與反應的特性來產生力量輸出，加強肌肉組織快速的力量和高收縮速度。
- 五、 三級跳遠是無氧非乳酸的運動項目，在訓練上為了提高無氧功能效率，以速度、速度耐力及重量訓練的訓練方式，高強度訓練可能會導致肌肉損傷，影響訓練效果，本研究針對兩週高強度訓練，對受試者運動結束後觀察身體肌肉疲勞發炎指標以及基礎能力參數觀察訓練效。

## 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

本研究以大專甲組三級跳選手為研究對象，人數為 6 名。測試前先向受試者詳細說明研究目的及實驗流程，隨即給予每位受試者一份「受試者須知」、「運動能力診斷疾病調查表」與「受試者同意書」，請受試者詳細閱讀後填寫完畢，並確實於測試同意書上簽名。

表 3- 1 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=3(男)	23.6±1.2	180.6±2.6	73.0±3.7	7.3±2.0
N=3(女)	21±0.0	162.2±2.0	54.3±0.7	8.3±1.6

## 第二節 實驗時間與實驗場地

一、實驗時間：

(一)前測(T-1)

時間：中華民國 100 年 2 月 4 日、7 日。

(二)訓練

時間：中華民國 100 年 2 月 8、9、10、11 日。

中華民國 100 年 2 月 14、15、16、17 日。

(三)後測(T-2)

時間：中華民國 100 年 2 月 18、21 日。

二、實驗地點：田徑場標準三級跳場。

## 第三節 實驗儀器與實驗設備

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。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，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紀錄儲存數據，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，並可紀錄測試結果、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 5 m 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)Newtest Powertimer Analyzer 分析軟體

檢測完畢後紀錄的測試結果，藉由電腦的專屬分析軟體進行數據統計和圖表的分析。

二、乳酸血醣分析儀 (Diagnostic Biosen C-line ;  
EKF-diagnostic)

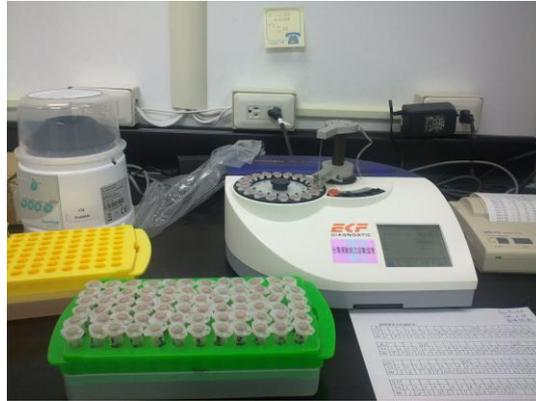


圖 3- 1 乳酸血醣分析儀



圖 3- 2 Newtest 數據檢測儀

三、採血工具(採血針、酒精、手術用手套、紅血球破壞劑、  
衛生紙、採血毛管、冰桶等)。

四、重量訓練器材。

五、心率偵測器(polar 610i)。

六、SEIKO 碼錶。

七、Catellani Lentrifu'g 離心機、DR LANGE LT500 加熱器、

肌酸激酶分析儀 Photometer DP600(made in Germany)。

## 第四節 實驗步驟與設計

### 一、實驗步驟

#### (一) 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測試與訓練，為求測試嚴謹，必須提醒在測試、訓練中所需注意的事項，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

##### 1. 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。

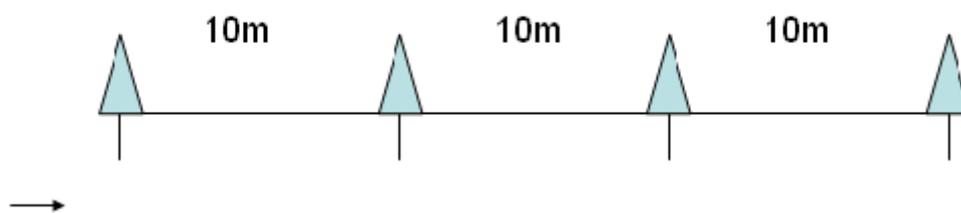


圖 3-3 30m 分段測試圖

## 2. 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 mov emen tjump)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。

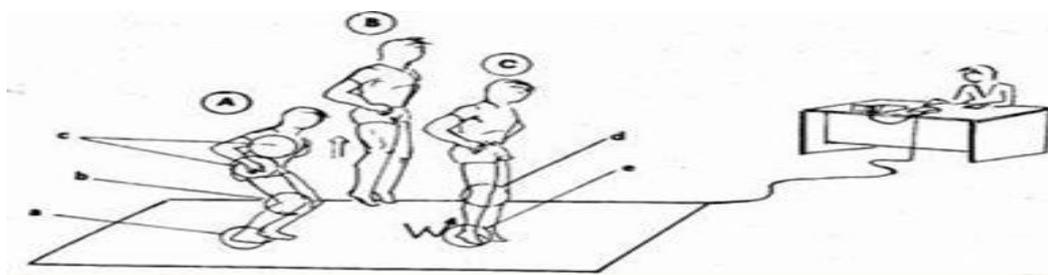


圖 3- 4 CMJ 下肢動力測試圖

### 3 . 2-4mmol/l測試方法與步驟

2-4mmol/l 有氧-無氧閾值測試方式 (Mader et al.1976) , 基礎測試前受試者在耳垂採 10 $\mu$ l 血液, 並帶上 Polar 心跳錶, 做為安靜乳酸檢驗及記錄安靜心跳。受試者以階梯式測試第一階以 2.5m/s 的速度, 階之間進行採血及收及心跳率間歇為 30s, 速度上升 0.5m/s。持續時間為 5 分鐘, 測試為受試者所能承受最高負荷。

表 3- 2 基礎耐力測試內容

步驟	測試強度
開始速度	2.5m/s
每階上升速度	0.5m/s
每階持續時間	5min
每階間歇	約30s(收集生物參數)
結束時間	個人最大負荷

(Mader et al., 1976)

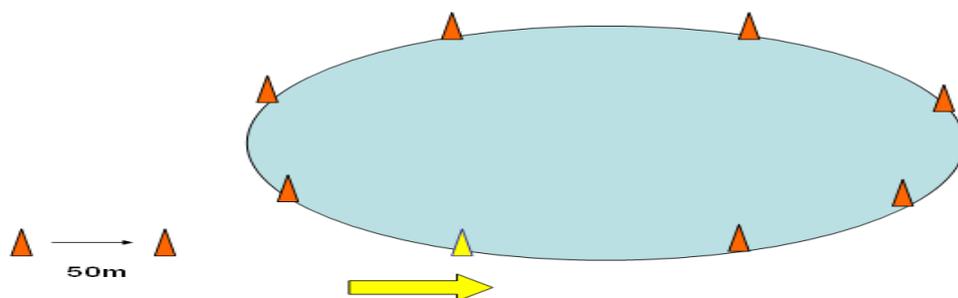


圖 3-5 2-4mmol/l 測試圖

#### 4. 最大力量(1RM)測試方法與步驟

1RM 上肢（仰臥推舉）、下肢（仰臥腿推舉）。

公式：1RM=(身高 cm-100)×指數 1.3~1.5 (Haber, 2001)

#### 5. 專項測試方法與步驟

專項測試依正式比賽方式進行預賽 3 跳決賽 3 跳共 6 跳，分別收集第一段（助跑至起跳板）與第二段（起跳板至 11m 處；女生為 9m）兩段速度，並以耳垂採血的方式採集 10 $\mu$ l 生物參數，La 採取點 R、1X、2X、3X、4X、5X、6X、及運動結束 E3、E5。

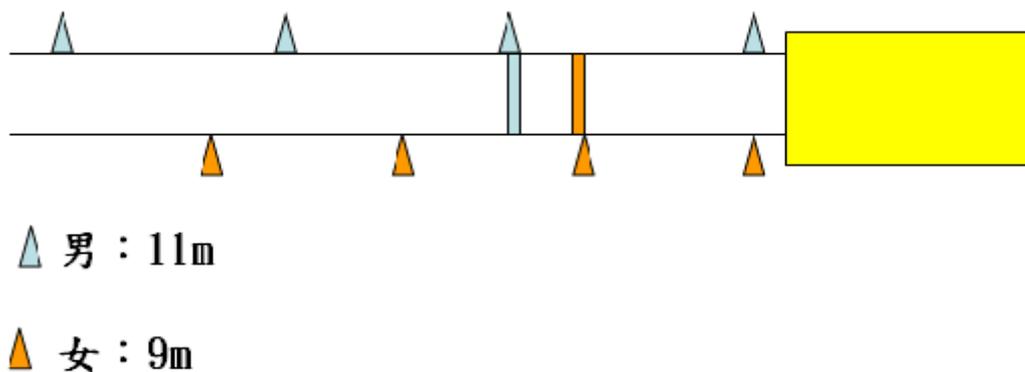


圖 3- 6 專項測試圖

## 二、實驗設計

表 3-3 實驗執行程序

	CMJ	30m	Triple jump speed	1RM	基礎耐力
T-1 五	●	●		●	●
六、日	休息				
T-1 一			●		
二	高強度訓練				
三					
四					
五					
六	休息				
日					
一	高強度訓練				
二					
三					
四					
T-2 五	●	●		●	●
六、日	休息				
T-2 一			●		

表 3- 4 訓練計畫

星期	目的	速度	重量訓練
(二) (四)	方式	重覆方式	重覆方式
	負荷	100%	1RM
	範圍	3x30m 3x60m	6x1(抓舉、上擡)100% 6x2(半蹲)95% 4x8負重垂直跳 男20kg、女10kg
	休息	Set-10min Rep-2、3min	Set-5min Rep-3min
	目的	技術	有氧
(三) (五)	方式	重覆方式	持續方式
	負荷	100%	2mmol/l
	範圍	2x3x 專項	30min
	休息	Set-10min Rep-5min	

表 3- 5 生物參數

CK	肌肉受損指標
CMJ	高度
30m	分段數度
1RM	最大肌力
基礎耐力	La、HR
三級跳遠	分段速度、La

## 第五節 實驗流程

### 一、訓練週期與檢測時間點

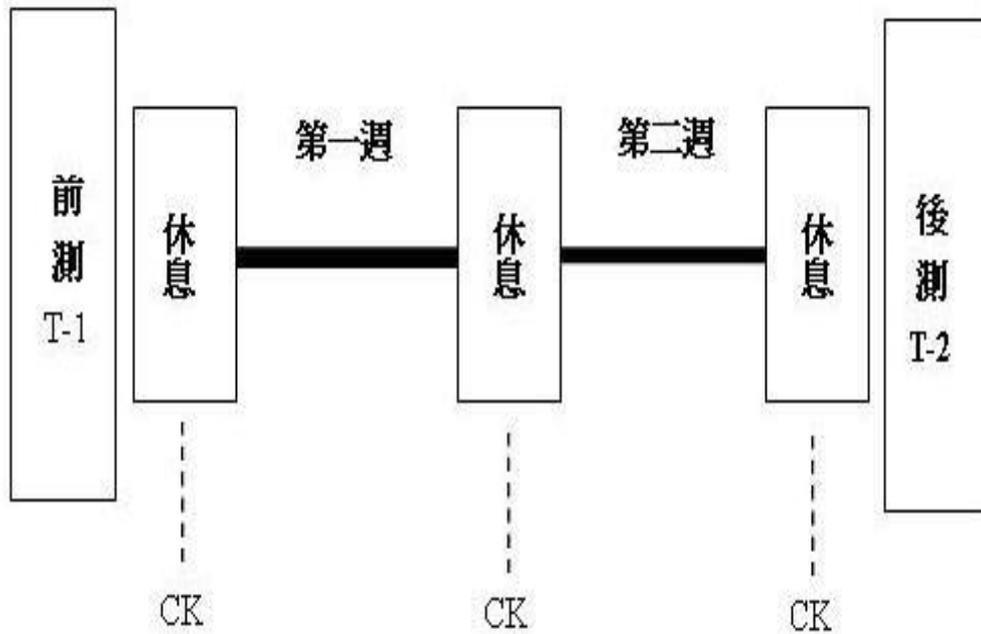


圖 3- 7 實驗執行程序

## 二、實驗測試流程

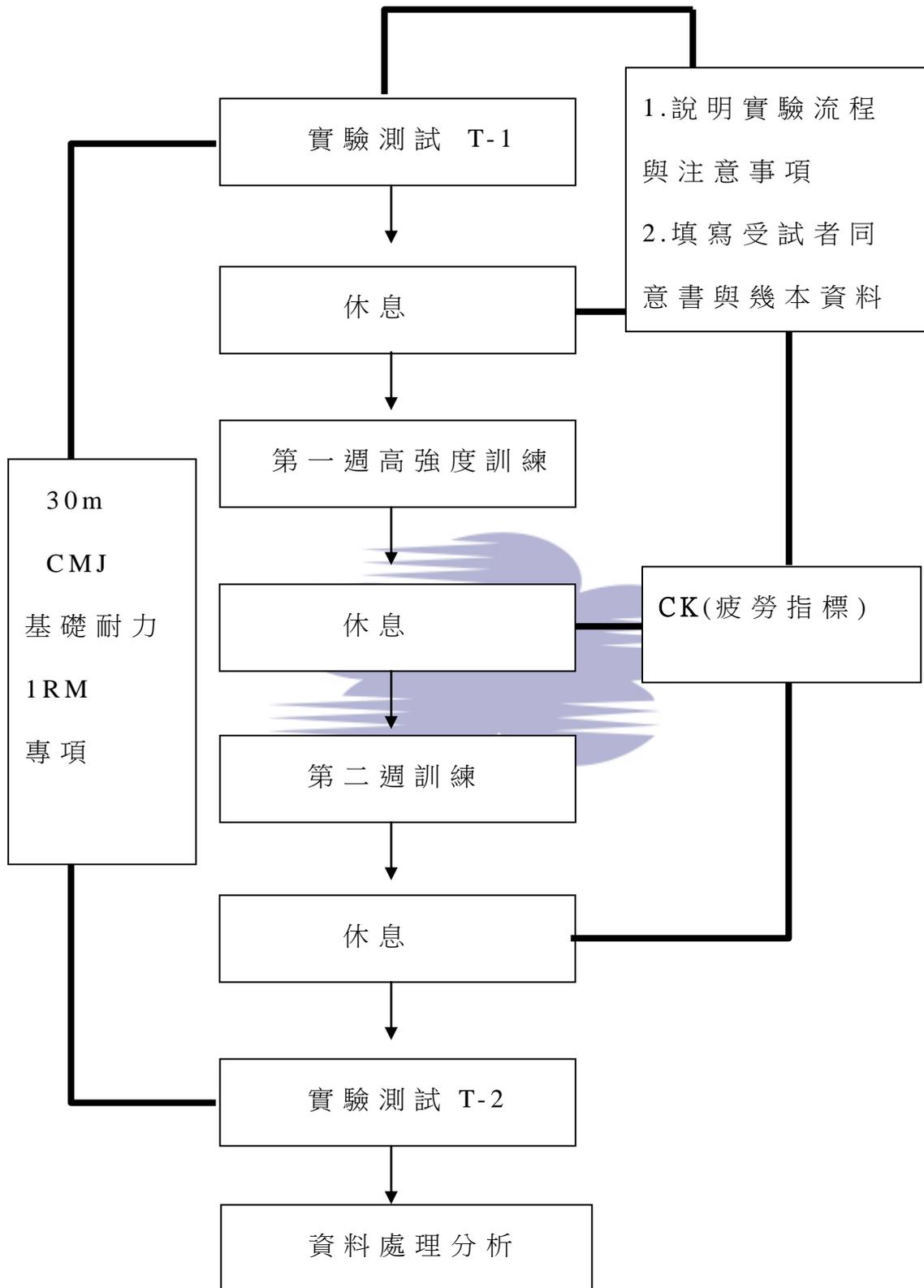


圖 3- 8 實驗流程圖

## 第六節 資料處理與統計方法

本研究以 Newtest Power timer Analyzer 分析軟體進行訊號處理及分析，所有測試之原始資料經整理後，依前、後測將考驗資料分別輸入電腦，以 SPSS for Windows 17.0 中文視窗版套裝軟體及 SigmaPlot 8.0 統計軟體進行統計分析及製作圖形。

- 一、描述性統計方法以平均數、標準差方法表示參與者基本資料及測試成績。應用混合設計二因子變異數分析對三級跳遠（基礎耐力、乳酸形成率、30m 速度、CMJ、CK）之適應變化，以相依樣本 t 考驗檢驗前測和後測差異。
- 二、皮爾森積差相關專項乳酸即有氧乳酸形成率。
- 三、本研究之顯著考驗定為  $p < .05$ 。

## 第肆章 結果分析與討論

本研究以六名（三男、三女）大專選手為受試者，受試者分別接受基礎能力診斷及三級跳遠。依本研究結果資料進行統計與分析後，分為五節加以說明討論：

第一節 梯式負荷上昇乳酸與心跳率。

第二節 基礎耐力有氧與無氧。

第三節 肌力與助跑速度。

第四節 有氧閾值速度與專項乳酸形成率之關係。

第五節 訓練對肌肉損傷指標之變化。

### 第一節 階梯式負荷上昇乳酸與心跳率

表 4-1 為階梯式負荷上昇測試。男性開始速度於 2.5m/s，心跳率達  $153 \pm 9.97 \text{ min}^{-1}$  (T1)，T2 則達  $155 \pm 14.30 \text{ min}^{-1}$ ，兩次差異  $+2 \text{ min}^{-1}$  ( $p > .05$ )。測試最高速度 4.5m/s，T1 與 T2 差異  $-2 \text{ min}^{-1}$  ( $p > .05$ )。表 4-2 血液乳酸堆積於速度 2.5m/s 達  $3.24 \pm 1.21 \text{ mmol/l}$  (T1)，後測 (T2) 平均值則達  $3.90 \pm 2.00 \text{ mmol/l}$ ，兩次差異  $+0.66 \text{ mmol/l}$  ( $p > .05$ )。測試速度上昇至 3.5m/s 乳酸堆積濃度平均值，T1 與 T2 分別為  $6.05 \pm 2.89$  與  $6.84 \pm 3.74 \text{ mmol/l}$ ，差異  $+0.79 \text{ mmol/l}$  ( $p > .05$ ) 如表 4-2 所示。

表 4- 1 男性受試者階梯式負荷增加心跳率平均值與標準差

Speed(m/s)	T-1(HR) min <sup>-1</sup>	T-2(HR) min <sup>-1</sup>	Diff	p
n=3 2.5	153±9.97	155±14.30	+2	p>.05
3.0	168±9.80	165±13.57	-3	p>.05
3.5	178±6.12	178±9.80	0	p>.05
n=2 4.0	184±4.18	182±5.90	-2	p>.05
4.5	187±5.50	185±6.00	-2	p>.05

表 4- 2 男性受試者階梯式負荷增加血液乳酸堆積平均值與標準差

Speed(m/s)	T-1(La)mmol/l	T-2(La)mmol/l	Diff	p
n= 3 2.5	3.24±1.21	3.90±2.00	+0.66	p>.05
3.0	3.88±1.95	3.89±2.20	+0.01	p>.05
3.5	6.05±2.89	6.84±3.74	+0.79	p>.05
n=2 4.0	6.64±0.85	6.86±0.32	+0.22	p>.05
4.5	9.78±0.47	9.44±0.26	-0.34	p>.05

表4-4為女性受試者於階梯式負荷上昇血液乳酸堆積濃度與心跳率分析，在負荷速度上昇至3.5m/s，乳酸濃度平均值7.84±3.03mmol/l (T1)，後測(T2)則達8.31±1.46 mmol/l，兩次測試差異+0.47 mmol/l (p>.05)。測試速度增加至4.0m/s，T1與T2乳酸堆積平均值則分別為8.51±0與8.14±0 mmol/l (表4-4)。心跳率負荷於速度2.5m/s，前測(T1)與後測(T2)平均值分別達166±4.54與167±4.64min<sup>-1</sup>，兩次差

異  $+1 \text{ min}^{-1}$  ( $p>.05$ )。心跳率在速度上昇至  $3.0\text{m/s}$ ，T1與T2差異  $+4 \text{ min}^{-1}$ ，兩次測試未達顯著差異，如表4-3所示。

表 4- 3 女生受試者階梯式負荷增加心跳率平均值與標準差

Speed(m/s)	T-1(HR) $\text{min}^{-1}$	T-2(HR) $\text{min}^{-1}$	Diff	p
n=3 2.5	$166\pm 4.54$	$166\pm 4.64$	+0.6	$p>.05$
3.0	$182\pm 6.37$	$178\pm 6.37$	-4	$p>.05$
3.5	$191\pm 8.52$	$190\pm 8.52$	-1	$p>.05$
n=1 4.0	195	188	-7	$p>.05$

表 4- 4 女生受試者階梯式負荷增加血液乳酸堆積平均值與標準差

Speed(m/s)	T-1(La)mmol/l	T-2(La)mmol/l	Diff	p
n= 3 2.5	$2.89\pm 0.93$	$2.51\pm 2.00$	-0.38	$p>.05$
3.0	$3.78\pm 1.22$	$3.93\pm 2.20$	+0.15	$p>.05$
3.5	$7.84\pm 3.03$	$8.31\pm 3.74$	+0.47	$p>.05$
n=1 4.0	8.51	8.14	+0.37	$p>.05$

過去研究發現，有氧訓練效果症狀，在相同強度負荷下乳酸會出現下降趨勢。Jones & Carter (2000) 有氧訓練可以增強克勞伯循環接受丙酮酸的能力，提高碳水化合物的利用率，減少運動中乳酸的堆積。Yoshida et al., (1982) 研究中以低強度持續訓練，可降低最大運動(Submaximal)負荷能改善乳酸堆積。不過本研究兩週訓練，並未讓選手乳酸及最大心

跳率達到顯著效果，本研究兩週高強度訓練未讓選手生理適應上的穩定，與林嬌娟（2009）不同「週訓練頻率」對青少年田徑選手體能表現在有氧與無氧閾值在心跳率有改善趨勢，但未達顯著差異相似。Neumann 與 Berbalk(1991)指出 4 週的訓練週期，週期前兩週為生理適應，後兩週為穩定生理效果。若延長訓練的天數可能可以達到訓練效果 (Neumann, 1991)。Rodas, Ventura, Cadefau, Cussó, and Parra (2000) 表示兩週共 14 次溫蓋特測功儀間歇訓練重覆數次 15s 的運動搭配 30s 休息，結果發現可促進有氧與無氧代謝酶的活性。不過本研究訓練為兩週八天（一週四天），速度搭配重量及技術搭配有氧型態進行。本研究透過兩週高強度訓練在階梯測試並無有顯著效果 ( $p>.05$ )。Neumann (1990) 提出身體與其他組織功能上的適應，有些是需要比較長的時間。

## 第二節 基礎耐力有氧與無氧

有氧閾值基礎耐力，男性受試者第一次測試 (T-1) 之速度平均值為  $1.2\pm 0.69\text{m/s}$ ，心跳率則為  $113\pm 21.64\text{min}^{-1}$ 。第二次測試 (T2) 之速度與心跳率則分別為  $1.0\pm 0.62\text{m/s}$  與  $100\pm 23.15\text{min}^{-1}$ 。兩次速度差異  $-0.2\text{ m/s}(p>.05)$ ，有氧閾值心跳率差異則為  $-13\text{min}^{-1}$ 。女性受試者兩次測試，T-1 與 T-2 有氧耐力速度與心跳率差異分別為  $-0.1\text{m/s}(p>.05)$  與  $-2\text{ min}^{-1}$  ( $p>.05$ )，如表 4-5 所示。

表 4-5 2mmol/l 有氧閾值速度與心跳率平均值標準差

	T-1		T-2		Diff.	
	Speed (m/s)	HR (min <sup>-1</sup> )	Speed (m/s)	HR (min <sup>-1</sup> )	Speed (m/s)	HR (min <sup>-1</sup> )
M	1.2±0.69	113±21.64	1.0±0.62	100±23.15	-0.2	-13
F	1.3±0.49	127±16.87	1.1±0.25	125±12.02	-0.2	-2

無氧閾值基礎耐力，男性受試者第一次測試 (T-1) 之速度平均值為  $2.8\pm 1.21\text{m/s}$ ，心跳率則為  $164\pm 17.1\text{min}^{-1}$ 。第二次測試 (T-2) 之速度與心跳率則分別為  $2.62\pm 1.21\text{m/s}$  與  $152\pm 26.73\text{min}^{-1}$ 。兩次速度差異  $-0.2\text{ m/s}$ ，無氧閾值心跳率差異則為  $-11\text{min}^{-1}$ 。女性受試者兩次測試，T-1與T-2無氧耐力與心跳率差異分別為  $0.2\text{m/s}$ 與  $0\text{min}^{-1}$ 。如表 4-6 所示。

表 4- 6 4mmol/l 無氧閾值速度與心跳率平均值標準差

	T-1		T-2		Diff.	
	Speed (m/s)	HR (min <sup>-1</sup> )	Speed (m/s)	HR (min <sup>-1</sup> )	Speed (m/s)	HR (min <sup>-1</sup> )
M	2.8±1.21	164±17.1	2.6±1.21	152±26.73	-0.2	-11
F	2.8±0.51	177±9.89	3.0±0.20	177±3.29	0.2	0

本研究結果發現，受試者之個人有氧-無氧閾值(2-4mmol/l) 基礎耐力能力，在兩次測試(T-1、T-2) 未達顯著差異(表 4-5、表 4-6)。過去研究(Hollmann et al., 1987) 指出競技運動員之無氧閾值速度必須達 $\geq 3.5\text{m/s}$ ，有氧閾值則必須達到 $\geq 2.8\text{m/s}$ 。本研究中之結果分析，男女受試者之基礎耐力能力，與文獻標準還有一段差距。從體循環心跳率結果分析，男性受試者在有氧-無氧閾值中均達顯著改善( $p < .05$ )。女性受試者則未達明顯差異。此現象可能是男性運動員在專項訓練中之負荷劑量所致，在過去研究中(Neumann, 1990) 亦提出在訓練適應生理中，心跳率是所有器官組織最快者。亦改善肌肉能量代謝，特別是有氧路徑，必須透過長時間低負荷劑量刺激，才能有效改變。Zintl (1994) 提出有氧耐力訓練方式，指出最佳之訓練負荷劑量設定為個人閾值。在本研究中女性受試者之無氧閾值(4mmol/l) 速度呈現改善趨勢(表 4-6)，此結果與男性運動員相反。此現象顯示女性運動員之訓練負荷劑量是符合個人閾值強度。在本研究中女性運動員透過 2 週高強度負荷訓練模式，對於基礎耐力改善優於男性受試者。

### 第三節 肌力與助跑速度

#### 一、30m 速度與下肢動力 CMJ

30m 分段速度男性受試者第一次測試(T1)10m (1)速度平

均值  $6.04 \pm 0.09 \text{ m/s}$ ，T2 則為  $6.15 \text{ m/s}$ ，兩次差異為  $0.11 \text{ m/s}$  ( $p > .05$ )。T1 第一段 10m(1)與第三段 10m(3)速度差異為  $+3.09 \text{ m/s}$  ( $p < .001$ )。T2 第一段至第三段 10m 速度分別為  $6.16 \text{ m/s}$ 、 $8.38 \text{ m/s}$  與  $9.26 \text{ m/s}$ ，在 CMJ 的部份前測與後測分別為  $55 \text{ cm}$  與  $56 \text{ cm}$  如表 4-7 所示。

表 4-7 男性 30m 分段速度與 CMJ 平均值標準差

	30m( m/s)			CMJ( cm)
	10m (1)	10m(2)	10m(3)	
T-1	$6.04 \pm 0.11$	$8.63 \pm 0.24$	$9.13 \pm 0.13$	$55 \pm 4.99$
T-2	$6.16 \pm 0.11$	$8.38 \pm 0.32$	$9.26 \pm 0.21$	$56 \pm 3.87$
Diff	$+0.12$	$-0.25$	$+0.13$	$+1$

30m分段速度女性受試者第一次測試 (T1) 10m (1)速度平均值  $5.69 \pm 0.08 \text{ m/s}$  T2則為  $5.48 \pm 0.12 \text{ m/s}$ ，兩次速度差異  $-0.21 \text{ m/s}$  ( $p > .05$ )。T1 第一段 10m(1)與第三段 10m(3)速度差異為  $+2.48 \text{ m/s}$  ( $p < .001$ )。T2 第一段至第三段 10m 速度分別為  $5.48 \pm 0.12 \text{ m/s}$ 、 $8.23 \pm 0.12$  與  $8.23 \pm 0.12 \text{ m/s}$ ，在 CMJ 的部份前測與後測為  $43 \text{ cm}$  與  $47 \text{ cm}$  如表 4-8 所示。

表 4-8 女性 30m 分段速度與 CMJ 平均值標準差

	30m( m/s)			CMJ (cm)
	10m (1)	10m(2)	10m(3)	
T-1	5.69±0.10	7.81±.05	8.17±0.09	43±0.61
T-2	5.48±0.14	7.70±0.15	8.23±0.15	47±1.15
Diff	-0.21	-0.11	+0.06	+4

表 4-7 與 4-8 為 30m 分段測試與 CMJ 測試，依據研究指出，Bompa(1999)指出速度在許多競技運動中具有決定性的影響力。刺激肌肉、肌腱、韌帶來帶動關節的本體感受器，利用感覺神經快速傳達訊息至中樞神經刺激肌肉收縮 (Komi et al., 1978)。林佐吉 (2009) 以國中田徑選手為對象，評估速度對下肢動力與起跑速度呈現正相關，馬怡鴻 (2009) 研究中透過兩周重量訓練與跳繩訓練後，對 20m 最大速度跑無顯著改變。本研究透過兩週高強度訓練後測對受測者的最高速度與下肢動力為正相改善。男生 CMJ(T-1) 為 55±4.99cm 後測 (T-2) 56±3.87 差異 +1(p>.05)，女性 CMJ (T-1) 為 43±0.61cm 後測 (T-2) 47±1.15 差異 +4(p<.05)，而下肢動力 CMJ 表現越高者，其起動速度 (0-10m) 和直線衝刺速度 (30m) 成績相對的快。陳佳慧 (2007) 研究跳躍訓練加上 30m 衝刺訓練，對下肢動力獲得顯著相關。Hennessy & Kilty(2001) 研究發現，短距離訓練 CMJ 與 30m 時間達顯著相關。肌力、爆發力、速度是密不可分的，以方程式將其表現出來：爆發力=肌力（力

量) x 速度 (速率) (Bauer,1986 ; Westcott,1987 ; Poprawski, 1987)。

## 二、上下肢肌力(1RM)

圖 4-1 與 4-2 為上肢與下肢 1RM 前後測測試，男生受測者測驗結果前測上肢(T-1)為  $101 \pm 2.8\text{kg}$ ，後測(T-2)為  $103 \pm 5.7\text{kg}$ ，差異為  $2\text{kg}$ ，下肢(T-1)為  $370 \pm 0\text{kg}$ ，下肢後測(T-2)為  $410 \pm 34.6\text{kg}$ ，前後差異為  $40\text{kg}$ 。女生受測者測驗結果前測上肢(T-1)為  $46 \pm 5.0\text{kg}$ ，後測(T-2)為  $50 \pm 5.7\text{kg}$ ，差異為  $4\text{kg}$ ，下肢(T-1)為  $186 \pm 7.6\text{kg}$ ，下肢後測(T-2)為  $233 \pm 11.5\text{kg}$ ，前後差異為  $47\text{kg}$ 。

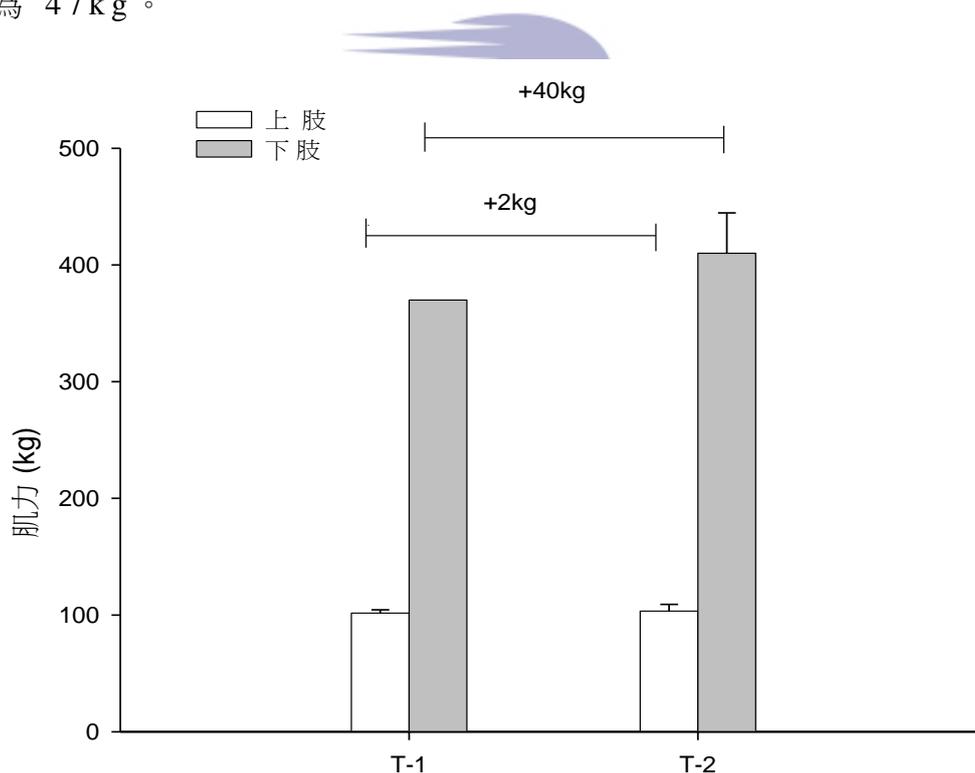


圖 4-1 男生上肢與下肢 1RM 前後測

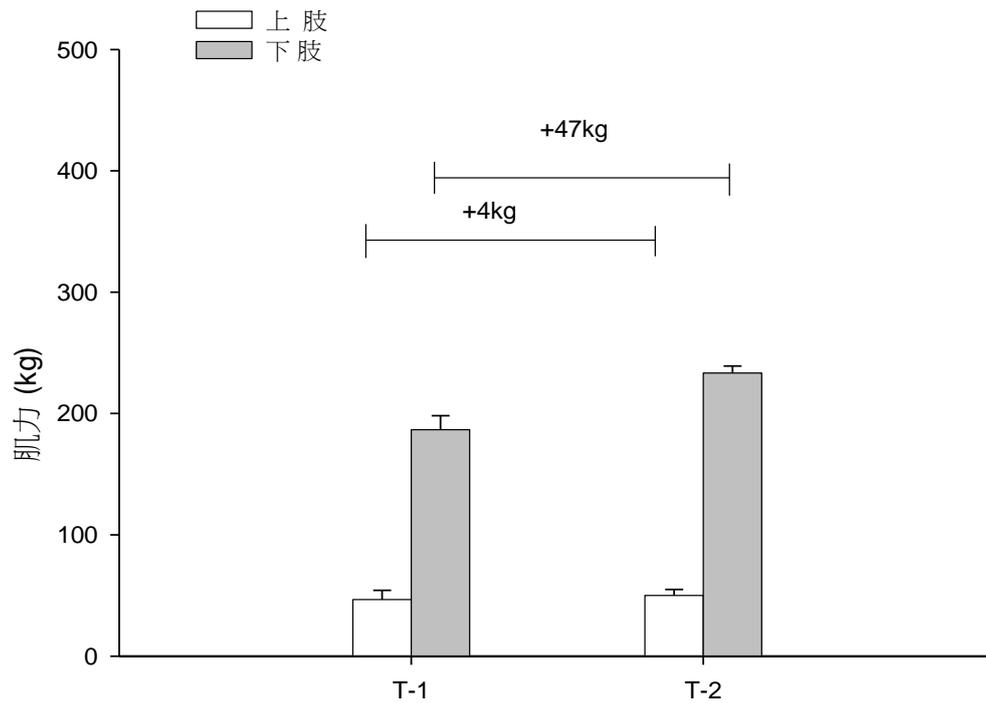


圖 4-2 女生上肢與下之 1RM 前後側

肌肉收縮所產生的肌肉量力量成正比，肌肉橫斷面積越大力量也會跟著越大。在運動中，身體受到外在刺激，肌肉會先產生產升離心收縮，再快速的向心收縮，這種自然反應現象的結合稱 SSC(Stretch-shortening Cycle)。

研究結果顯示男生與女生前測 (T-1) 與後測 (T-2) 最大力量上肢、下肢皆有改善趨勢。男生與女生在上肢前測 (T-1) 與後測 (T-2) 分別差異為：+2kg 與 +4kg 有改善但未達顯著 ( $p > .05$ )。在下肢部份男生與女生前後差次為：+40kg 與 +47kg 有達顯著差異如圖 4-6-1 與 4-6-2 顯示。黃崑明、王勇勝與李健美 (2009) 研究中，兩週下肢重量訓練均達顯著水準

( $p < .05$ )。Bührle(1985)與Schmidtbleicher(1985)研究中指出增加肌肉橫斷面肌最佳訓練方式為重覆訓練，本研究透過兩週高強度訓練，重量訓練方式與上研究相同方式。在研究中推論在重量訓練中在上肢部份沒有針對上肢的訓練，導致在上肢最大肌力尚未有明顯改善趨勢，而在下肢有針對半蹲與負重垂直跳，再後測讓下肢有顯著改善( $p < .05$ )。

### 三、三級跳遠專項與助跑速度

三級跳遠專項測試，男性受測者測驗結果前測(T-1)為 $13.48 \pm 1.5\text{m}$ ，後測(T-2)為 $13.53 \pm 1.64\text{m}$ ，差異為 $.05\text{m}$ ，女性受測者測驗結果前測(T-1)為 $11.23 \pm 0.20\text{m}$ ，後測(T-2)為 $11.45 \pm 0.24\text{m}$ 前後差異為 $0.22\text{m}$ 。如圖 4-3 所表示。

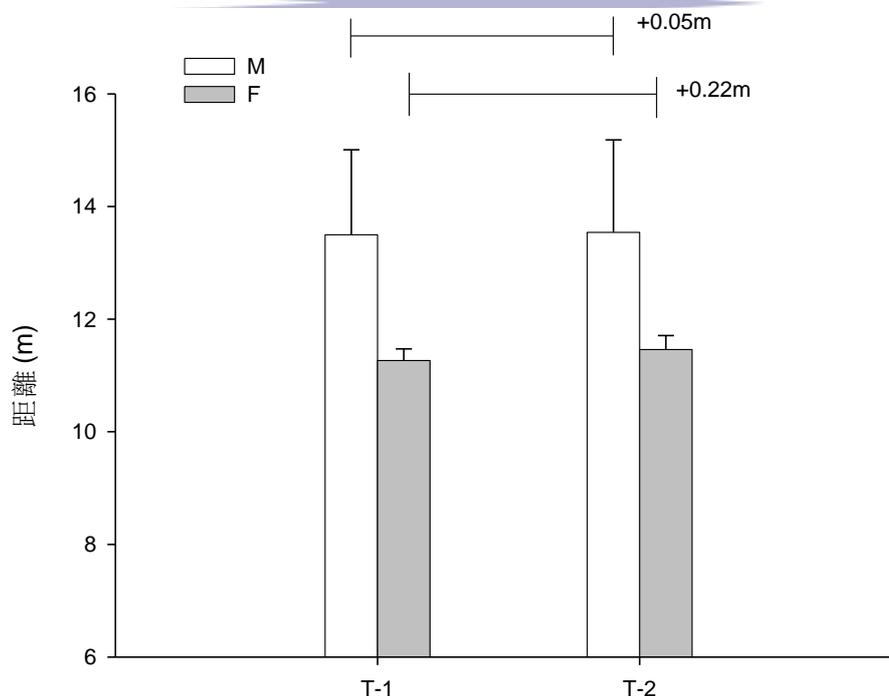


圖 4-3 三級跳遠專項成績平均值與標準差

本研究結果顯示男性受試者 T-1 與 T-2 成績，並未顯著差異。與吳劭文（2009）的研究結果相同，其針對青少年跳繩選手進行兩週不同負荷頻率跳繩專項訓練，對於專項成績表現未能達到有效提升。由此可推論兩週高強度訓練只著重於基礎訓練，故在專項未有改善之效果。

表 4-9 為專項測試助跑速度（1）、（2）段為助跑速度（3）為三步水平速度，測驗結果男性受測者前測（T-1）第一段（1）速度為  $7.88 \pm 1.23 \text{m/s}$ ，後測 T-2(1)  $7.94 \pm 1.37 \text{m/s}$ ，但在前測（T-1）與後測（T-2）第二段在速度放下降  $0.02 \text{m/s}$ ，而在跳躍過程三步中（3）前（T-1）後（T-2）測水平速度上有較好的維持。第二段（2）速度與第一段（1）差異接近  $1 \text{m/s}$ ，而在前測（T-1）第三段（3）速度與第一段（1）差異為  $0.31 \text{m/s}$ ，後測差異為  $0.15 \text{m/s}$ 。

女性受測者專項測試助跑速度上 T-2 後測（1）比前測 T-1 下降  $0.24 \text{m/s}$ ，但在前後測第二段（2）與第三段（3）速度則在後測 T-2 提升  $0.14 \text{m/s}$  與  $0.24 \text{m/s}$ ，T-1 在助跑最高速（2）與跳躍過程中（3）水平速度下降  $0.96 \text{m/s}$ ，T-2 助跑最高速（2）與跳躍過程中（3） $0.86 \text{m/s}$ ，在前後測當中第二段（2）速度與第三段（3）速度分別提升  $0.14 \text{m/s}$  與  $0.24 \text{m/s}$ 。

表 4-9 三級跳遠專項助跑速度平均標準差

助跑分段速度						
男			女			
m/s	1	2	3	1	2	3
T-1	7.88±1.23	8.82±0.94	7.57±0.53	7.26±0.13	7.70±0.44	6.74±0.32
T-2	7.94±1.37	8.80±1.03	7.79±0.55	7.02±0.56	7.84±0.31	6.98±0.20
Diff	+0.09	-0.02	+0.22	-0.24	+0.14	+0.28

Bompa(1999)研究指出速度在許多競技運動中具有決定性的影響力，三級跳遠在速度上也扮演著不可忽視的角色，尤其在起跳前最後3-6步助跑速度快慢決定比賽成績的優劣。曾立火（1999）指出提高跳板前10m助跑速度，是提高三級跳遠成績的重要關鍵。男女一流選手助跑速度分別達10.89-11.10m/s、8.86-9.14m/s（Harald & Helmar, 1997；田兆鐘、侯福臨，1994），本研究結果發現男性受測中有受測者助跑最高速度為9.58m/s、女性受這者助跑速度最高速達8.20m/s與過去研究男女皆有一段差距。Popov(1983)研究指出，大多數優秀跳遠選手，在起跳前兩步，可達到助跑的最高速度，超過10m/s。本研究在受測者男女和過去研究在水平速度上還有一段差距，Muraki(1984)亦指出，助跑速度曲線(Velocity Curve)應為：開始助跑後，穩定地加速，當助跑至第6步時，速度應達到最高速度的70-75%；至第10步時，應達到85-90%；至第14步時，應達到96-98%；至第17步時，應達到100%，本研就在助跑第一段速度96%（30m最高速

度)、第二段達速度100%(30m最高速度)跳躍過程中速度也達到94%(30m最高速度),與過去研究中的助跑方式相似。

#### 第四節 有氧閾值速度與專項乳酸形成率之關係

有氧閾值速度與專項乳酸形成率(T-1),分別介於0.64-0.93mmol/l與0.27-1.97m/s,兩者結果呈現無顯著相關( $r=0.01$ ),直線回歸方程式為 $y=0.748+0.002x$ ,T-2 有氧與專項測試進行線性分析,結果顯示呈現負相關( $r=-0.5$ )。如圖4-4所示。

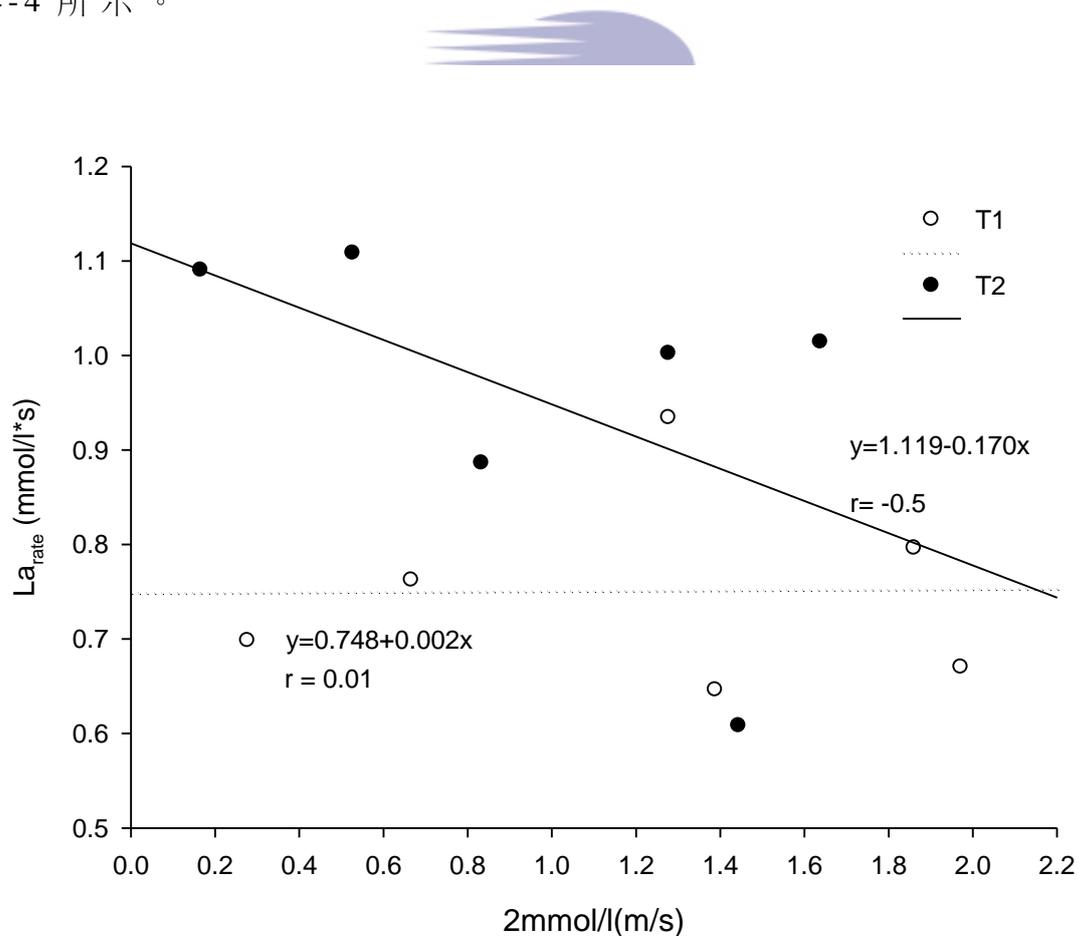


圖 4-4 專項乳酸形成率與有氧閾值之關係

經回歸分析雖前後測未達顯著相關，但此結果代表有氧閾值速度越高者，其專項乳酸排除速度有越好的趨勢。乳酸形成率有氧 2mmol/l 能力在訓練前、後的情況向下右移動。前測的無氧糖酵解情形比前測高，前測的乳酸代謝率高於後測，此症狀反應前測運動負荷刺激，造成肌肉產生堆積乳酸大於後測。而依據 Neumann(1991)指出在運動中肌肉堆積之乳酸，透過擴散作用進入血管。乳酸的堆積排除，依據個人之有氧能力差異會有所不同。有氧能力越佳者，其排除乳酸速度越快，排除能力越好。而依據理論在相同的運動強度負荷，2mmol/l 速度能力的提昇能產生較小的乳酸率。Hill, Long & Lupton (1924)運動缺氧時，肌肉內會產生大量乳酸，乳酸形成使得氧化過程為非氧性及氧債堆積，因此測定乳酸值可做為無氧代謝指標。因為乳酸系統是由醣類在無氧的情況下產生成乳酸，同時產生 ATP 能量提供系統，此系統最終產物為乳酸。

## 第五節 訓練對肌肉損傷指標之變化

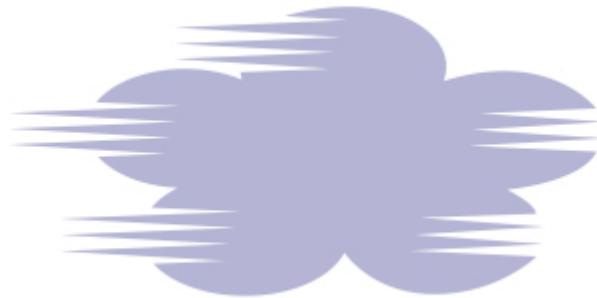
表 4-10 為肌酸激酶採集時間可分為訓練前為：前測 (T-1)、第一週高強度訓練後為：中測 (T-2)、兩週高強度訓練後為：後測 (T-3)，在男性受試者前測 (T-1)為：74.26 U/l、中測 (T-2)為：103.33 U/l、後測 (T-3)為：131 U/l。女性受試者前 (T-1)中 (T-2)後測 (T-3)，分別為：38.90 U/l、30.10 U/l、34.03 U/l。

表 4-10 兩週高強度訓練肌肉損傷指標之變化

	M(U/L)	F(U/L)
-1	74.26±19.16	38.90±10.64
-2	103.33±50.89	30.10±1.82
-3	131.93±80.93	34.03±1.70

正常男性 CK 值大約在 200U/L; 女性 120 U/L 的範圍內，而高於 200U/L 則可能造成疲勞與損傷的現象。Urhausen and Kindermann (1992)亦表示，日常接受規律訓練之運動員，其 CK 值大約介於 200U/L 之內。就本研究結果所示，前、中、後結果相同。Hortobagyi and Denahan (1989)指出，無論是等長或等張性的肌肉收縮能造成 CK 值變化，引發肌肉的疲勞，過高的強度會造成 Z-disks 的損害，導致 CK 值的升高。從過去研究顯示，下坡跑(downhill running)、舉重(weightlifting)與增強式運動(plyometric exercise)後，CK 值得最高峰發生在第 48 小時(Horita et al., 1999 ; Byrne and Eston, 2002)。由上述得知，高強度負荷即可能造成 CK 值的提高，而運動持續的時間、型態以及強度亦對 CK 值造成影響(Urhausen and Kindermann, 1992)。另外，高強度運動負荷後，立即實施低強度運動有助於加速 CK 的清除速度，因為低強度運動能提高血液流動，使體內血流重新分配並增加血管擴張的程度(Gill, Beaven, & Cook, 2006)。在肌肉在損傷的情況下，低強度運動緩和使肌肉局部血流量增加，幫助受損

肌內氧的輸送量，舒緩腫脹，恢復肌肉收縮效率，進而減緩肌肉損傷 (Mohr, Akers, & Wessman, 1987 ; Clemente, Matulions, Barron, & Currier, 1991)。本研究透過兩週高強度訓練 (速度訓練與重量訓練、專項訓練與有氧) 男性前後差異雖然達到 57U/L，並未讓受試者 CK 值高於 200U/L，表示運動強度不會造成選手肌肉損傷。



## 第五章 結論與建議

### 第一節 結論

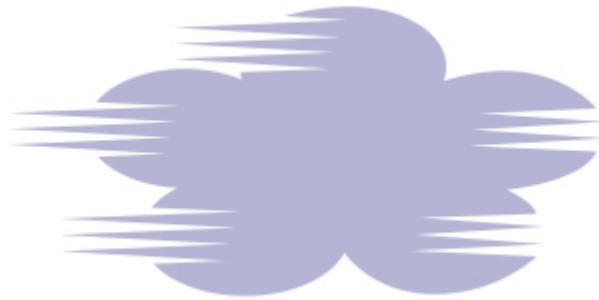
本研究主要觀察三級跳遠選手透過高強度的訓練型態，對於身體的負荷產生變化，並以探討運動後對基礎能力指標差異，研究結論如下：

- 一、兩週高強度訓練對穩定三級跳遠助跑速度方面並無顯著差異，但在兩週高強度的訓練負荷下，對於專項跳躍過程中的水平速度的維持有改善趨勢。
- 二、兩週高強度訓練對快速提升下肢動力無顯著差異，但在對短距離衝刺(30m)與 CMJ 的基礎有改善趨勢。
- 三、兩週高強度訓練下肢動力對三級跳遠助跑速度方面並無顯著差異，但在下肢動力與專項助跑速度有改善趨勢。
- 四、兩週高強度訓練對最大力量(1RM)結果下肢均達顯著水準，但上肢只有改善趨勢。
- 五、有氧閾值能力對專項之乳酸形成率的關係，在兩週高強度訓練下有氧與專項在後側有達顯著相關。

### 第二節 建議

依據研究結果呈現之結論，未來於訓練上之建議：

- 一、兩週高強度訓練可對於基礎能力提升，在訓練負荷須增強速度訓練與上肢肌力訓練，已達到顯著效果。
- 二、未來訓練後可以安排有氧訓練，能改善專項之乳酸形成率。



## 參考文獻

### 一、中文部分

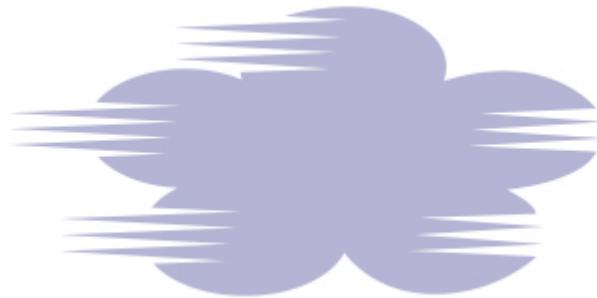
- 王淑華、陳九州、陳志忠（2000）。我國優秀跳遠選手助跑速度與速度利用率分析。北體學報，7，193-206。
- 田兆鐘、侯福臨（1994）。教練訓練指南（502-521頁）。台北市：文史哲出版社。
- 束景丹、馮傳、王三林（2003）。對我國部分優秀南子三級跳遠運動員三跳速度變化的研究。北京體育大學學報，26(3)，408-414。
- 沈子斐（2002）。探討血紅素、血漿肌酸激酶及血尿素氮在三週武術訓練之應用。大專體育學刊，2，141-148。
- 吳劭文（2009）。兩周不同負荷訓練對青少年跳繩選手 3min 耐力賽專項表現之影響。未出版碩士論文，國立臺灣體育大學（桃園），桃園縣。
- 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，國立臺灣體育大學（桃園），桃園縣。
- 侯莉娟、劉曉莉、喬德才（2005）。大鼠游泳運動疲勞模型建立研究。實驗動物科學與管理，1，1-3。
- 林俊宏、甘能賦（2008）。不同強度單次網球「米」字型步法間歇訓練對大專生代謝性指標影響。大專體育學刊，10(2)，137-147。

- 林佐吉 (2009) 青少年徑賽選手速度訓練對下肢動力影響之探討。國際體育運動與健康休閒學術研討會論文專刊，457-463。
- 林宗翰、陳佳慧、張嘉澤 (2010)。三級跳遠之助跑速度、水平速度與運動表現之關係。中華民國大專院校99年度體育學術研討會張貼之論文，國立體育大學。
- 林嬌娟 (2008)。不同「週訓練頻率」對青少年田徑選手體能表現及其停止訓練一週後隻影響。未出版碩士論文，國立臺灣體育大學 (桃園)，桃園縣。
- 馬怡鴻 (2009)。重量訓練與跳繩對籃球選手夏之動力之影響。未出版碩士論文，國立臺灣體育大學 (桃園)，桃園縣。
- 黃崑明、王勇勝與李健美 (2009)。充血法與臨界肌力重量訓練對羽球運動員下肢肌力及步法移位之影響。運動健康與休閒學刊，11，26-33。
- 陳佳慧 (2007)。不同高度跳躍訓練對女子足球選手快速改變方向能力之探討。未出版碩士論文，國立體育學院，桃園縣。
- 陳樹屏 (1992)。百十公尺高欄教學及訓練。中華體育季刊，6(2)，6-12。
- 郭元奇 (2001)。現代三級跳遠運動員的速度訓練。體育學刊，8(2)，57-59。

曾立火(1999)。國內外優秀女子三級跳遠運動員速度指標比較。上海體育學院學報，24，20-22。

游正忠、邱于展(1997)。三級跳遠最理想階段比率之探討。大專體育，29，136-139。

游正忠、陳建勳(2004)。速度與順發力對三級跳遠之影響。教練科學，4，113-122。



## 二、英文部分

- Bauer, T. (1986). Power training for rugby. *National Strength and Conditioning Association Journal*, 9, 28-32.
- Billaut, F., Giacomoni, M., & Falgairette, G. (2003). Maximal intermittent cycling exercise: effects of recovery duration and gender. *Journal of Applied Physiology*, 195, 1632-1637.
- Bührle, M.(1989). *Maximalkraft – Schnellkraft – Reaktivkraft. Sportwissenschaft*,19(3), 311-325. In: 張嘉澤運動訓練學。(未出版)
- Bompa, T. O. (1999). *Periodization: Theory and methodology of training*(4th ed.).USA:Human Kinetic Publishers.
- Brancaccio, P., Limongelli, F. M., & Maffulli, N. (2006). Monitoring of serum enzymes in sport. *British Journal of Sports Medicine*, 40, 96-97.
- Brooks (1985). L-myc, a new myc-related gene amplified and expressed in human small cell lung cancer.*Nature*,318, 69-73.
- Burgomaster, K.A., Heigenhauser GJF & Gibala MJ (2006). Effect of short-term sprint interval training on human skeletal muscle carbohydrate metabolism during exercise and time trial performance. *Journal of Applied Physiology*,100,2041-2047.

- Byrne, C., & Eston, R. (2002). Maximal intensity isometric and dynamic exercise performance following eccentric muscle actions. *Journal of Sports Sciences*, 20, 951-959.
- Clemente, R. F., Matulions, D. H., Barron, K. W., & Currier, D.P. (1991). Effect of motor neuromuscular electrical stimulation on micro vascular perfusion of stimulated rat skeletal muscle. *Physical Therapy*, 71, 397-406.
- Davies, K.J. A., Quintaniha, A. T., Brooks, G. A., & Packer, L.(1982). Free radicals and tissue damage produced by exercise. *Biochemical Biophysical Research Communications*, 107(4), 1198-1205.
- Despre, J. P., Bouchard, C., Tremblay, A., Savard, R., & Marcotte, M.(1985). Effects of aerobic training on fat distribution in male subjects. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 17(1), 113-118.
- Diallo, O., Dore, E., Duché, P., & Van Praagh, E.(2001). Effects of plyometric training followed by a reduced training programme on physical performance in prepubescent soccer players. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 41(3), 342-348.
- Duffied, R., Dawson, B., & Goodman, C. (2004). Energy system contribution to 100-m and 200-m track running events. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 7 (3),

302-313.

Ebbeling, C. B., & Clarkson, P. M. (1989). Exercise-induced muscle damage and adaptation. *Sports Medicine*, 7(4), 207-234.

Gill, N. D., Beaven, C. M., & Cook, C. (2006). Effectiveness of post-match recovery strategies in rugby players. *British Journal of Sports Medicine*, 40, 260-263.

Gollnick, P. D., & Hermansen, L. (1973). Bio-chemical adaptations to exercise: anaerobic metabolism. *Exercise Sports Science Review*, 1, 1-43.

Hargreaves, M. (1995). Exercise metabolism. IL: Human.

Hanel, B., Law, I., & Mortensen, J. (2003). Maximal rowing has an acute effect on the blood-gas barrier in elite athletes. *Journal of Applied Physiology*, 95(3), 1076-1082.

Harre, D. (1986). *Trainingslehre*. Berlin. In: Grosser et al.: Das neue Konditionstraining. 12-14.

Hay, J. G. (1994). Effort distribution in the triple jump. *Track Coach*, 4042-4048.

Hennessy, L., & Kilty, J. (2001). Relationship of the stretch-shortening cycle to sprint performance in trained female athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15(1), 326-331.

- Horita, T., Komi, P. V., Nicol, C., Kyröläinen, H. (1999). Effect of exhausting stretch-shortening cycle exercise on the time course of mechanical behaviour in the drop jump: possible role of muscle damage. *European Journal of Applied Physiology*, 79, 160-167.
- Hortobagyi, T. & Denahan, T. (1989). Variability in creatine kinase : methodological, exercise and clinically related factors. *International Journal of Sports Medicine*, 10 ,69-80.
- Hollmann, H., Schurch, P., Tail, H., Mader, A., Rust, R., Hollmann, W. (1987). Kardiopulmonale reaction and aerob anaerobic threshold with different load forms. *Sports Medicine*,38(4), 144-156.
- Hottenrott, K., & Neumann, G. (2010). *Trainingswissenschaft: Ein Lehrbuch in 14 Lektionen*: Meyer & Meyer Verlag.
- Hultman, E., & Saholm, K. (1980). Acid – base balance during Exercise. *Exercise and Sport Science Review*, 8, 41-128.
- Jan Karlsson (1970). Lactate, ATP, and CP in working muscles during exhaustive exercise in man . *Journal of Applied Physiology*, 29, 598-602.
- Jones, A. M., & Carter, H. (2000). The effect of endurance training on parameters of aerobic fitness. *Sports*

*Medicine*, 29(6), 373-386.

Keskinen(1989) Benefits of caffeine ingestion on sprint performance in trained and untrained swimmers.*European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 64(4), 377-388.

Kraemer, W.J., Volek, J.S.,Clark,K. L., et al.(1999). Influence of exercise training on physiologise and performance changes with weight loss in men. *Medicine and Science in Sports and Exercise*,31(9), 1320-1329.

Kraemer WJ, AdamsK, Cafarelli E,DudleyGA,et al.(2002) American College ofSports Medicine Position Stand on ProgressionModels in Resistance Training for HealthyAdults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34,364-380.

Kirkendall, D. T. (1990). Mechanisms of peripheral fatigue. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 22(4), 444-449.

Bosco, C., Komi, P., Tihanyi, J., Fekete, G., & Apor, P. (1978). Mechanical power test and fiber composition of human leg extensor muscles.*European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*,40(1), 7-15. DOI: 10.1007/BF00420984.

Larkins,C.(1990).In search of the optimal triple jump

- rations:trial anderror.*Track and Field Quarterly Review*,90(4),18-23.
- Lehnertz,K.(1988).Blutlaktat und trainingssteuerung im schnellkoordinativen.
- Leon, A. S., Conrad, J.,Hunninghake, D. B.,& Serfass, R. (1979).Effects of a vigorous walking program on body composition, and carbohydrate and lipid metabolism of obese young men. *American Journal of Clinical Nutrition*, 33, 1776-1787.
- Mader, A.,sen, H.,Philippi, H.,Rost,R.,Schuerch,P., Hollamn, W.(1976). Zur Beurteilung derport rtspezifischen Ausdauerlistungsfaehigkeit im labor. *Sports Medicine* , 27, 0-88.
- Martin, D., Carl, K., & Lehnertz, K. (1993). Handbuch Trainingslehre. 2., unverand. Auflage. *Schorndorf: Hofmann*.
- Miller,J.A. &Hay,J.G.(1986). Kinematics of a world record and other word-class performances In the triple jump. *Intemational Journal Of Sport Biomechanics*, 2,272-288.
- Miles, M. P. & Clarkson, P. M. (1994) . Exercise-induced muscle pain, soreness, and cramps. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 34 (3), 203-216.
- Mohr, T., Akers, T. K., & Wessman, H. C. (1987). Effect of

- high voltage stimulation on blood flow in the rat hindlimb. *Physical Therapy*, 67, 526-533.
- Muraki, Y. (1978). Technique analysis of the triple jump. *Track & Field Quarterly Review*, 82(4), 22-24.
- Neumann, G.(1990). *Umstellung und Anpassung der Funktionssysteme(222-223)*.Dasgross Buch vom Laufen: Meyer&Meyer Verlag.
- Neumann, G.(1991). Zur Leistungsstruktur der Kurz-und Mittelzeitauer-Sportarten aus sport medizinischer Sicht. *Leistungssport*, 21(1),29-31.
- Nindl, B. C., Friedl, K. E., Marchitelli, L. J.,ET AL.(1996). Regional fat placement in physically fit males and changes with weight loss. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 28(7),786-793.
- Norman,R.U.,&Komi,P.V.(1979).Electrographic delay in skeletal muscle under normal movement conditions.*Acta Physiological Scandinavica*,106,241-248.
- Pagana,K.D.,&Pagana,T.J.(1995).*Mosby's Diagnostic and Laboratory Test Reference*. 2nded.St Louis,MO:Mosby-Year Book.
- Perttunen J. Kyrolainen,H. Komi, P.V. & Heinonen, A. (2000). Biomechanical loading in the triple jump. *Journal of Sports*,18, 363-370.

- Popov, V. (1983). The Long Jump Run-up. *Track Technique*, 85, 2708-2709.
- Poprawski, B. (1987). Surface EMG and muscle force at low force levels. *American Journal of physiology and Medicine*, 3, 126-141.
- Potteiger, J. A., Lockwood, R. H., Haub, M. D., Dolezal, B. A., Almuzaini, K., Webster, M. J., et al. (1999). Muscle power and fiber characteristics following 8 weeks of plyometrics training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 13, 275-279.
- Pyne, D. B. (1994). Exercise-induced damage and inflammation. *Australian Journal of Science and Medicine in Sport*, 26, 49-58.
- Ramet, M. and Willians, K.R. (1985). Ground reaction forces in the triple jump. *International Journal of Sport Biomechanics*, 1, 233-239.
- Ramey, M. and Willians, K.R. (1985). Ground reaction forces in the triple jump. *International Journal of sport Biomechanics*, 1, 233-239.
- Rodas, G., Ventura, J. L., Cadefau, J. A., Cussó, R. & Parra, P. (2000). A short training programme for the rapid improvement of both aerobic and anaerobic metabolism. *European Journal of Applied Physiology*,

82(5-6), 480-486.

Signorile, J.F., Ingalls, C., & Tremblay, L.M. (1993). The effects of active and passive recovery on short-term, high intensity power output. *Canadian Journal of Applied Physiology*, 18(1), 31-42.

Stamford, B. A., Moffatt, R., & Sady, S. (1981). Exercise recovery above and below the anaerobic threshold following maximal work. *Journal of Applied Physiology*, 51(4), 840-844.

Talanian JL, Galloway SD, Heigenhauser GJ, Bonen A & Spriet. L.L (2007). Two weeks of high-intensity aerobic interval Training increases the capacity for fat oxidation during exercise in women. *Journal of Applied Physiology*, 102, 1439-1447.

Treuth, M. S., Ryan, A. S., Pratley, R. E., et al. (1994). Effects of strength training on total and regional body composition in older men. *Journal of Applied Physiology*, 77, 624-620.

Urhausen, A. & Kindermann, W. (1992). Biochemical monitoring of training. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 2, 52-61.

Weltman, A. (1995). *Factor affecting the blood lactate response. In: The blood Lactate Response to Exercise.*

Canada : Human Kinetics.

Weicker, H., & Strobel, G. (1994). *Sportmedizin: Biochemisch-physiologische Grundlagen und ihre sportartspezifische Bedeutung.*

Wescott, W. L. (1987). *Strength fitness: Physiological principles and training techniques.* Boston: Allyn and Bacon.

Wilmore, J. H., Royce, J., Girandola, R. N., Katch, F. I., & Katch, V. L. (1970). Body composition changes with a 10-week program of jogging. *Medicine and Science in Sports*, 2, 113-117.

Yoshida, T., Suda, Y., & Takeuchi, N. (1982). Endurance training regimen based upon arterial blood lactate: effects on anaerobic threshold. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 49(2), 223-230.

Young, W. B. (1995). Laboratory strength assessment of athletes. *New Studies in Athletics*, 10(1), 88-96.

Yukio Muraki. (1984). Fundamentals of approach running and takeoff. *Track Technique*, 89, 28-45.

Zintl, F., & Eisenhut, A. (1994). *Ausdauertraining*: BLV.

## 附錄一 中英文對照與縮寫表

英文	縮寫	中文
aerobic threshold	2 mmol/l	有氧閾值
anaerobic threshold	4 mmol/l	無氧閾值
beat per minute	min <sup>-1</sup>	每分鐘
centimeter	cm	公分
creatine kinase	CK	肌酸激酶
difference	Diff	差異
female	F	女性
heart rate	HR	心跳率
kilogram	Kg	公斤
Lactic acid	La	乳酸
male	M	男性
meter	m	公尺
meter per second	m/s	公尺/秒
minute	min	分鐘
repetition	rep	重覆
second	s	秒
Test-1	T-1	基礎專項
Test-2	T-2	基礎專項

## 附錄二 運動能力診斷與訓練調整



### 運動能力整段中心疾病調查表

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) _____		
運動員簽名：_____			日期：_____	
教練簽名：_____				