

國立臺灣體育大學(桃園)
教練研究所碩士論文

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之影響

The Effects of Different Weekly Training Frequencies and
One Week Detraining on Physical Performances for
Young Track and Field Athletes

共同指導教授：張嘉澤 博士
呂欣善 博士
研 究 生：林嬌娟 撰

中 華 民 國 九 十 七 年 六 月



國立臺灣體育大學(桃園)
National Taiwan Sport University

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之影響

摘要

本研究的目的是探討不同「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之影響。以桃園縣某國中男女田徑選手共十六人為受試對象，以個人最佳 30m 速度能力平均分配為 A 組(一週訓練頻率五天)八名及 B 組(一週訓練頻率三天)八名，每次兩小時，為期四週。訓練前測(T1)、後測(T2)與延後測(T3)分別實施下蹲跳、30m 最大速度跑及個人 2-4mmol/l 閾值能力測試，以相依樣本 *t* 檢定分析 A、B 各組組內前測(T1)、後測(T2)與延後測(T3)之各項體能表現，獨立樣本 *t* 檢定比較 A、B 各組前測(T1)、後測(T2)與延後測(T3)之各項體能表現及訓練期間每週之運動負荷量表(RPE)與疼痛視覺類比量表(VAS)疲勞狀況之間的差異，顯著水準訂為 $\alpha = .05$ 。結果顯示：

- 一、兩種不同週訓練頻率對個人有氧-無氧閾值能力(2-4mmol/l)都有顯著訓練效果，而對 30m 速度能力及下肢力量能力則都沒有顯著訓練效果。
- 二、在 Mader 漸增速度測試中顯示，A 組(五天訓練)在體循環系統能獲得良好改善；B 組(三天訓練)則在新陳代謝系統(血乳酸)上獲得顯著訓練效果。
- 三、停止訓練一週，對兩種不同「週訓練頻率」四週的運動能力並沒有顯著衰退。
- 四、兩組選手四週的運動感覺負荷判斷(RPE)值沒有顯著差異；而肌肉疼痛指數(VAS) B 組表現在第二週有顯著高於 A 組，

但經過生理適應後則未再有差異。

依據上述結果本研究結論為：兩種 A 組(五天訓練)與 B 組(三天訓練)不同週訓練頻率對基礎耐力個人闕值能力都有顯著訓練效果，而 30m 速度能力及下肢力量能力沒有顯著訓練效果，但在停止訓練一週後各項運動能力在兩組之間皆未有衰退情況，因此在相同「週訓練內容」下，建議青少年田徑基層訓練階段以三天做為週訓練頻率為佳。

關鍵詞：週訓練頻率、青少年田徑選手、體能表現、停止訓練



The Effects of Different Weekly Training Frequencies and One Week Detraining on Physical Performances after for Young Track and Field Athletes

Abstract

The purpose of this study was to understand effects of different week training frequencies on physical performances and which after one week detraining of junior high track and field athletes. Sixteen junior high track and field male and female athletes participated in this study. All participants were evenly distributed into group A (8 athletes, training five days a week) and group B (8 athletes, training three days a week) according to best personal 30m-dash record. Training period were two hours a day for totally four weeks. Physical performances of CMJ, 30m-dash and 2-4mmol/l personal threshold tests were commenced at pretest (T1), posttest (T2) and fallowing up with one week detraining period (T3). Statistical analysis paired-test was used to analyze the differences of all parameters between T1, T2 and T3 within each group, as well as dependent t-test was used to analyze the differences of all physical performance parameters, RPE (rating of perceived Exhaustion), muscle soreness VAS (visual analog scale) at T1, T2 and T3 between two groups respectively. All significant value in this study was set at $\alpha = .05$.

Results were showed as below.

- I. Two kinds of different week training frequency were significantly beneficial to the personal aerobic and anaerobic capacity (2-4mmol/l), but those didn't have significantly effects on 30m-dash and lower limb power.
- II. In 2-4mmol/l test (Mader et al, 1976), group A (5 days/week) showed a progressive effect on body circulation, at mean while, group B (3days/week) showed a significantly training effect on blood lactate metabolism.
- III. There were not significant degradations on physical performances after one week detraining of both groups.
- IV. There were not significant differences found on RPE of two groups within 4 weeks, as well as, muscle soreness VAS showed that group B reached significantly higher than group A after two weeks' training, but no differences were found at the rest of training periods.

According above results, the conclusion of this study was two kinds of week training frequencies hade significantly different training effects on personal aerobic and anaerobic threshold capacities, but didn't have any significant training effect on 30m-dash and lower limb power, and also all the physical performances didn't show degradation after one week detraining. So we suggest that three days of week

training frequency is enough for junior high track and field athletes when compare with five days’.

Keywords: week training frequency, junior high track and field athlete, physical performance, detraining



致謝詞

首先感謝我的指導教授張嘉澤博士及呂欣善教授兩年來的悉心指導，在每個環節中給予莫大的支助與關懷，使本論文得以付梓，在此致上由衷的感謝。論文蒙口試委員詹元碩博士的批閱斧正，提供寶貴建議讓我更精熟研究方法，特置卷首，敬申謝意。另外感謝所長黃啟煌教授以及所上的季力康教授和湯文慈教授的教導與協助，還有親切如姐的月娥姐不厭其煩的叮嚀，你們的鼓勵讓我備感溫馨，在此也致上最深的謝意。

感謝生理組所有的夥伴們，有麟棋學長、錠堯學長、嘉吉學長及小佳慧學姊的熱心協助，珍輝、光宇、佐吉、威達、炳宏、宜正、時帆、阿達、紫君、雅陵、月琪、大佳慧、翠娟及學弟妹們在學習路途的患難伴隨，在我實驗及研究的過程中，每一步都有大夥的腳印，論文也得以順遂如期的完成，心中滿是感謝。

在兩年的求學期間，感謝中山國小江榮華校長給予不斷的鞭策及各處室主任在職務上的包容，學校同仁呂姐、玉霜、如惠和皖伉不吝的班務支援，讓我在求學及工作之間得以協調而無後顧之憂，在此致上千萬的敬意與謝意。

最後要感謝的是家人對我的支持，尤其是最愛我的學長老公金水，無論是憂喜悲歡的每個日夜，你總是輕輕的、淡淡的、默默的支持與體諒我，讓我能以開闊豁達的心境順利完成學業。願以此論文獻給我最愛的老公及身邊所有愛護我的師長與親友們，共同分享這份成果與喜悅！

目 錄

第壹章	緒論	1
第一節	問題背景	1
第二節	研究動機	2
第三節	研究目的	4
第四節	名詞解釋	5
第五節	研究範圍與限制	6
第貳章	文獻探討	7
第一節	訓練頻率之相關研究	7
第二節	青少年之生理特質	9
第三節	青少年體能訓練與生理適應	11
第四節	停止訓練相關研究	16
第五節	文獻總結	18
第參章	研究方法與步驟	20
第一節	研究對象	20
第二節	實驗時間與地點	21
第三節	實驗儀器與設備	21
第四節	實驗方法與步驟	25
第五節	實驗流程圖	29
第六節	資料蒐集與統計分析	30
第肆章	結果與分析	31

第一節	各組間前測值的同質性考驗 -----	32
第二節	不同週訓練頻率對基礎耐力 2-4mmol/l 之影響 --	33
第三節	不同週訓練頻率對 CMJ 下肢力量能力之影響 ----	43
第四節	不同週訓練頻率對 30m 速度能力之影響 -----	45
第五節	不同週訓練頻率對疲勞症狀 RPE 與 VAS 之影響	47
第伍章	討論 -----	49
第一節	基礎耐力 2-4mmol/l -----	49
第二節	CMJ 下肢力量能力 -----	50
第三節	30m 速度能力 -----	52
第四節	疲勞症狀之分析 -----	53
第陸章	結論與建議 -----	54
第一節	結論 -----	54
第二節	建議 -----	55
參考文獻 -----		56
中文部分 -----		56
外文部分 -----		57
附錄 -----		62
附錄一	受試者同意書 -----	64
附錄二	受試者須知 -----	65
附錄三	運動能力診斷疾病調查表 -----	67
附錄四	肌肉疼痛指數 (VAS) -----	68

表 目 錄

表 2-1-1	年齡與訓練時間-----	9
表 2-3-1	運動項目專項訓練與一般(基礎)訓練百分比-----	12
表 2-3-2	運動項目所需之一般體能要求-----	12
表 2-3-3	運動項目所需之專項體能要求-----	13
表 2-3-4	青少年快速交換頻率改善方式-----	13
表 3-1-1	各組間受試者人體測量資料(anthropometric data) 同質性考驗-----	20
表 3-4-1	有氧-無氧閾值測試-----	26
表 3-4-2	訓練內容-----	28
表 4-1-1	各組間受試者人體測量資料(anthropometric data) 與各項運動能力測試前測值同質性考驗-----	32
表 4-2-1	A 組基礎耐力 2-4mmol/l(T1)與(T2)平均值與標準差	34
表 4-2-2	A 組基礎耐力 2-4mmol/l(T2)與(T3)平均值與標準差	34
表 4-2-3	B 組基礎耐力 2-4mmol/l(T1)與(T2)平均值與標準差	35
表 4-2-4	B 組基礎耐力 2-4mmol/l(T2)與(T3)平均值與標準差	35
表 4-2-5	A、B 組基礎耐力 2-4mmol/l(T1)、(T2)與(T3)之 平均值與標準差-----	36
表 4-2-6	Mader 階梯式速度漸增測試(T1)A、B 組之差異表--	42
表 4-2-7	Mader 階梯式速度漸增測試(T2)A、B 組之差異表--	42
表 4-2-8	Mader 階梯式速度漸增測試(T3)A、B 組之差異表--	42
表 4-3-1	A、B 組間 CMJ 下之力量能力(T1)與(T2)之平均值 與標準差-----	44
表 4-3-2	A、B 組間 CMJ 下之力量能力(T2)與(T3)之平均值 與標準差-----	44

表 4-4-1	A、B 組間 30m 速度能力 (T1)與 (T2)之平均值與 標準差 -----	46
表 4-4-2	A、B 組間 30m 速度能力 (T2)與 (T3)之平均值與 標準差 -----	46
表 4-5-1	A、B 兩組訓練四週 RPE 之差異表 -----	47
表 4-5-2	A、B 兩組訓練四週 VAS 之差異表 -----	48



圖 目 錄

圖 3-3-1	Newtest Powertimer 檢測儀	22
圖 3-3-2	N 掌上型 PDA	22
圖 3-3-3	紅外線感應器	22
圖 3-3-4	測力板	22
圖 3-3-5	乳酸分析儀	23
圖 3-3-6	S610i 型 Polar 錶	23
圖 3-3-7	速度控制器	24
圖 3-4-1	有氧-無氧閾值測試場地佈置圖	27
圖 3-5-1	實驗流程圖	29
圖 4-2-1	A 組基礎耐力 T1 與 T2 不同速度乳酸值與心跳率 差異圖	38
圖 4-2-2	A 組基礎耐力 T2 與 T3 不同速度乳酸值與心跳率 差異圖	39
圖 4-2-3	B 組基礎耐力 T1 與 T2 不同速度乳酸值與心跳率 差異圖	40
圖 4-2-4	B 組基礎耐力 T1 與 T2 不同速度乳酸值與心跳率 差異圖	41
圖 4-3-1	A、B 二組 30m 速度能力(T1)、(T2)與(T3)比較圖	43
圖 4-4-1	A、B 二組 CMJ 下肢力量能力(T1)、(T2)與(T3) 比較圖	45

第壹章 緒 論

第一節 問題背景

田徑運動長久以來一直是被視為運動之母，而國內參與此運動項目的人口也為數眾多，且廣為各級學校大力推展。因此，在青少年時期的選手已有亮眼的成績表現，但能持續躍上國際舞台前茅者卻寥寥可數。早期除了已故的楊傳廣先生及紀政小姐在奧運賽事中穿銀戴銅，以及近代素有「亞洲風速女王」之稱的王惠珍小姐表現較搶眼之外，如今在國際賽事中似乎難再見到田徑場上的閃亮之星。

在現今大環境的要求及價值觀改變的驅使下，不願輸在起跑點的觀念已根深蒂固，因此教練及選手們為了追求卓越的運動成績表現，耗費心思建立訓練計畫、竭盡所能克服生理極限，間接促使運動員展現最佳成績表現的年齡有趨向年輕化的現象；而這些斐然的運動成績表現，如何持續發展至成人階段進而展現高競技運動水準，將是一個非常重要的課題。

然而培養世界頂尖優秀選手至少需要 6-8 年的時間，以田徑運動項目而言，11-13 歲是開始從事訓練的初學階段，13-17 歲則進入專項訓練，到了 17-18 歲更深入專項訓練階段之後期，最後展露高競技能力之最佳表現(Borms, 1986)。因此，對基層運動教練而言，不能為了促使成績短期收效，而忽略青少年選手訓練與恢復之間的協調，導致不良的生理適應現象，因此教練們更應把握此黃金時期，充分了解青少年獨特的生理特質，並針對青少年所須具備之運動能力依據不同運動型態、不

同年齡階層給予適當的訓練計畫安排，確實掌握訓練時的生理適應情形，以奠定日後從事專項期訓練發展的根基。

第二節 研究動機

一般而言，影響運動訓練效果的因素不外乎「訓練強度」、「訓練持續時間」及「訓練頻率」三項，在相同訓練時間及訓練強度負荷下，訓練頻率的的不同則對訓練效果產生相當大的影響。在有效的訓練頻率中，有多項研究皆指出每週至少要有三次以上的訓練才能獲得訓練效果，若是低於三次則訓練效果不佳且易產生傷害。Howard, Wenger, and Gordon (1986)研究指出，對於訓練前適能水準較差者，每週運動兩次的頻率已足以獲得訓練效果；但是對於從事最大耗氧量 50 毫升/公斤/分鐘以上訓練者，則每週至少需要運動三次才有效。

在青少年訓練的基礎階段，因受限於學校總體課程安排的影响，無法有充裕及固定的訓練時間，造成青少年選手訓練頻率的不確定，往往無法確實完成訓練進度；反之，爲了彌補訓練時間的不足，而不定期利用課餘時間進行未完成的訓練進度，使得青少年選手在生理及心理上，皆無法獲得適度的休息與恢復而產生疲勞；更甚者還會因生理不適應而導致生長發育等問題發生，縮短了青少年選手的運動生涯及未來發展性，這就失去了基層訓練的意義及功能。過去國內基層的訓練型態多爲土法煉鋼，許多基層教練的訓練概念多藉由經驗法則來實施，然而在現今科技發達的時代，凡事都要求科學化的數據驗證，也促使 e 世代的教練們懂得需藉助科學化的訓練儀器及設備，提升整體的訓練效果。爲了避免青少年因訓練計劃安排的

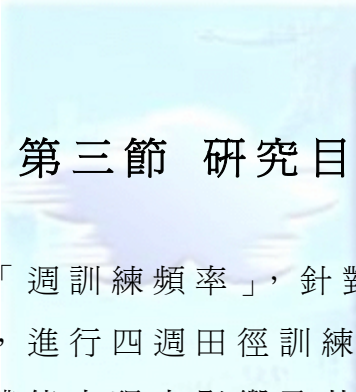
執行不確實而引發生理不佳的適應發生，Martin, Nicolaus, Ostrowski and Rost (1980)曾指出青少年依據其年齡而有不同運動能力發展的敏感時期，運動教練應就其可訓練性與可負荷性的原則擬定訓練內容，且必須嚴密監控整個訓練過程，以期選手能在最佳的身體狀態下，發揮高度的運動表現。

在田徑運動項目中，徑賽選手參加一場比賽的競賽時間，通常短則 2 天長則需要 5 天，而且賽程的安排可能讓選手在一天內需通過預賽、複賽的考驗才能進入決賽，若同時參加接力項目，選手們就必須在一天內要出賽 3-4 個場次，因此選手如果沒有良好的有氧能力，將難以在短時間內排除乳酸，使身體機能獲得完全恢復以提昇運動表現。其次徑賽運動員本身所須具備之專項能力即為無氧非乳酸耐力(Letzelter, 1982)，Weicker and Stroble (1994)的研究中指出，無氧非乳酸的恢復能力是依據選手的有氧耐力而定。Zintl (1994)也指出，選手須具備良好的有氧能力才能在短時間的間歇，快速填滿肌肉的 CrP，使乳酸排除避免發生疲勞情況，藉以應付接踵而來的競賽，使選手能以最佳體能狀況出賽而獲得最佳成績表現，因此青少年運動員在進入專項訓練前應加強一般體能奠定基礎。

對於從事青少年田徑訓練工作的基層教練而言，在訓練中為避免造成過度訓練而引發生理失調等狀況，教練應確實監控選手們訓練狀態，正確安排適當的休息與恢復時間；其次針對選手訓練時產生疲勞情況的部分，則可運用瑞典生理學家 Gunnar Borg (1962,1978,1982)所發展出來的心理、生理負荷感覺判斷量表(RPE)作為指標，以此建立每個人身體活動狀況的知覺感受，並以視覺類比量表(VAS) (Scott & Huskinson, 1976)評估選手的肌肉疼痛指數，藉此了解選手生理及心理的狀況，

以做為訓練內容的調整依據。另外教練依據比賽週期數量及型態安排年度訓練計畫，除了在不同週期各階段安排運動員從事正常的例行性訓練及比賽之外，也會有過渡期的週期安排或因配合學校活動及行事曆而有停止訓練(detaining)的情況，而如何了解並掌控停止訓練的時間長短，以減緩各項體能的流失，也是運動教練必須留意的重要課題之一。綜合上述可知唯有透科學化的訓練安排才能使選手獲得良好的訓練效果。

因此本研究透過不同「週訓練頻率」的訓練方式實驗，探索並建立正確合理的訓練計畫及停止訓練時間的長短作適宜的調配，期能增進青少年田徑徑賽選手之運動能力表現。



第三節 研究目的

本研究以不同「週訓練頻率」，針對 16 位青少年男女田徑運動徑賽項目選手，進行四週田徑訓練，探討四週不同「週訓練頻率」訓練後對體能表現之影響及其停止訓練一週後體能能力變化之分析。本研究目的如下：

- 一、了解不同「週訓練頻率」對青少年下列體能能力表現之影響：
(1)速度能力：30m(m/s)、(2)力量能力：CMJ(cm)下肢力量能力、(3)耐力能力：個人閾值能力。
- 二、了解停止訓練一週後對青少年各項體能表現之影響。
- 三、了解不同「週訓練頻率」對青少年運動負荷量表(RPE)及疼痛視覺類比量表(VAS)之疲勞狀況分析。

第四節 名詞解釋

- 一、四週訓練：依據 4-6 週生理適應週期 (Neumann & Berbalk, 1991)，掌握運動員之生理適應特徵，擬定 4 週訓練計畫，並藉助運動能力診斷與訓練調整系統，避免因錯誤訓練劑量或方式，錯失提升訓練效果之週期時間 (張嘉澤、詹元碩，2005)。
- 二、個人閾值能力 (2-4mmol/l 基礎耐力能力)：
 - (一) 有氧閾值 (Aerobic Threshold)：

指發生在無氧閾值之前，乳酸濃度稍微高於安靜值。本研究以 Marder 在 1976 年提出之理論為依據，當乳酸值在 2mmol/l 時為有氧閾值，其能量代謝以脂肪為主。透過乳酸分析儀軟體可算出每位選手有氧閾值的速度與心跳率，做為有氧耐力訓練負荷設定依據與訓練效果之評價。
 - (二) 無氧閾值 (Anaerobic Threshold)：

指運動中血乳酸濃度開始不成比率的增加，此時的運動強度稱為無氧閾值。本研究以 Marder(1976)理論為依據，當乳酸值在 4mmol/l 時為無氧閾值，其能量代謝主要以碳水化合物為主。透過乳酸分析軟體可得知每位選手無氧閾值速度與心跳率。
- 三、運動自覺量表 (rating of perceived exertion; RPE)：由瑞典生理學家 Borg(1962,1978,1982)所發展出來的心理生理量表，是透過知覺上的努力程度判斷，整合肌肉骨骼系統、呼吸循環系統與中樞神經系統的身體活動訊息，建立每個人身體活動狀況的知覺感受。

四、視覺類比量表(visual-analogue scale; VAS)

早期 VAS 是用來評估疼痛分數(pain score)，而特殊設計長約十公分的垂直或水平刻度尺(Scott & Huskinsson, 1976)。刻度尺線上並無任何數字顯示，僅以口語向病患說明尺的一端代表「無痛（完全不痛）」，另一端代表「無法忍受的痛（痛到想死）」。受試者根據對疼痛、酸痛、不舒服的直覺，自行反射在刻度尺內隨意點作記號，然後計算者再加以測量該點至「無痛」的距離（mm）。每次劃記二次，若差距太大，則再劃記第三次。

第五節 研究範圍與限制

- 一、本研究係以桃園縣青少年徑賽選手男女共十六名，進行四週不同週訓練頻率的體能訓練。收集之生物參數有：一、速度能力：30m 速度。二、力量能力：CMJ 彈跳高度。三、耐力能力：個人閾值能力(2-4mmol/l 有氧無氧閾值能力)。四、訓練負荷：訓練量感覺判斷(RPE)、肌肉疼痛指數(VAS)，為本研究之主要研究範圍。
- 二、實驗期間僅以口頭鼓勵受試者全力配合，並要求休息及停止訓練期間不得操作其他訓練，但在個人自行強化訓練者則無法控制，為本研究的限制。

第貳章 文獻探討

本章共分為四個章節進行探討，其內容分述如下：

- 一、訓練頻率之相關研究。
- 二、青少年之生理特質。
- 三、青少年體能訓練與生理適應。
- 四、停止訓練相關研究。
- 五、文獻總結。

第一節 訓練頻率之相關研究

本研究的運動頻率指的是一週運動的天數，而運動頻率、運動強度及運動持續時間三者之間有相互關係存在。每週實施運動訓練的頻率依照設定的訓練內容、能量消耗目標、運動項目的型態及專項能力的要求決定之。

池上晴夫(1998)表示，平常沒有運動的人，通常在運動後的隔天會覺得全身肌肉痠痛而感到疲勞，要到隔幾天之後疲勞感才可能消失，但再等到下一次運動後，同樣的痠痛疲勞狀態又會再次顯現。因此，一週運動一次不但無法獲得運動效果，反而是在每次運動後引發身體明顯的疲勞與肌肉痠痛，而且從運動的隔天開始，身體就會產生失調的情形，所以這樣的運動頻率除了帶給我們一身的疲勞，甚至還對運動效果無所助益。而每週運動三次的運動模式，在初期時感到的肌肉痠痛與疲勞，也將隨著運動次數的增加而減緩，且漸漸不再感到任何的不舒適。若是每天運動，其效果當然也好，但必須留意的是，

在運動隔天完全沒有疲勞殘留的狀態下，從事運動訓練才是最理想的。

Howarde et al 在 1986 年將有關的研究資料加以彙整指出，當強度為 100 最大攝氧量時，運動頻率從每週二次到五次的體適能訓練，其對心肺適能的提昇皆有顯著的效果。因此，一般建議，體適能訓練，一週至少需三次以上才能達到訓練效果(許秀桃、戴玉林，2003)。

其次，陳仲義(2001)以台北市國小六年級學生為對象，研究運動時數對國小學童健康體適能的影響，結果發現增加運動時數的實驗組男女學童在柔軟度、肌力、肌耐力、心肺耐力等方面優於對照組的男女學童，顯示增加運動時數對於提昇學童的健康體適能有很大的幫助。賴德聲(2004)以台北縣板橋市新埔國民小學五年級學童為研究對象，所得結果顯示：新式健身操教學活動之訓練對國小學童之健康體適能都有明顯進步，其中以每週訓練頻率三次之男、女學童組一分鐘屈膝仰臥起坐、八百公尺跑走有顯著進步。

研究顯示每週三次的訓練能夠維持體能。但是，較少的訓練量則會導致體能顯著的下降。Brynteson and Sinning (1973)曾研究並檢驗此一問題，受試者每週運動五天，持續5 週來發展他們的體能，然後受試者分成4個組群(每週運動一次、二次、三次或四次)，來決定維持體能所需的最少頻率；研究者發現每週至少運動三次的受試者能夠維持心肺適能的水準，但是每週運動一次或二次的受試者卻顯著地降低體能。Martin, Carl and Lehnertz (1991)也指出，依據不同年齡之生理發展而給予適當的訓練頻率，有助於其訓練效果的獲得，如表2-1-1。

表 2-1-1 年齡與訓練時間

年 齡	訓練時間/週 訓練次數/週	訓練要求	訓練內容
9-10	3-5 h/W 3/次	基礎運動能力	多面性身體活動+ 基礎運動能力
11-13	4-6h/W 3/次	專項能力-I	專項技術+ 基礎運動能力
14-16	6-15h/W 3-5/次	專項能力-II	專項體能+ 專項技術
17-18	> 20h/W 5 次以上	專項競技能力	高競技體能+ 比賽能力培養

(Martin et al., 1991)

綜合上述研究得之，運動頻率愈高，似乎相對其體能能力的表現增進也愈好，然而運動效果的呈現還包含其他變數的影響，因此本研究在相同的運動方式、運動強度及運動時間下進行訓練，針對運動頻率的不同做進一步的探究。

第二節 青少年之生理特質

青少年是指青春期的(puberty)在第二性徵成熟及體型成長的階段，是介於兒童期與成年期之間的過渡時期。依據生長發育的規律、形態及生理的特點，將 13-17 歲劃分為青少年期，此時期也是人體生長過程中最為關鍵的時期。如今隨著運動科學的精進，運動訓練年齡有明顯年輕化趨勢(黃任楷，2002)，若為了爭取佳績而對骨骼系統尚未發育完全的青少年實施過度負荷的訓練，反倒造成運動傷害，且抑制其生長機制進而縮短選手的運動生涯，導致揠苗助長的現象。因此在青少年運動員的

訓練上，教練們更應該依其生理特徵在訓練處方的設計上有所調整。以下就青少年生理發展之特性分述如下：

一、骨骼系統方面：

Dalton(1992)指出青少年的軟骨組織非常脆弱，成長中的軟骨組織對於壓力或猛烈的外力及反覆性的微小傷害抵擋能力較差，容易受到外力及過度使用的傷害，會讓生長板提早閉合，影響骨頭的生長與發育，進而導致永久性的生長妨礙(Micheli, 1983)。Daly, Bass, Caine, and Howe (2002)發現骨骼發育遲緩的年輕體操選手(包括男與女)，同時會有晚熟(delay maturation)的現象。通常女性初經較晚者也會有生長遲緩的現象，初經後骨骼的生長板會逐漸關閉，身高增加也會受到限制。

二、肌肉系統方面：

肌肉系統方面，青少年的肌肉中水份多，蛋白質、脂肪、無機鹽含量少，因而富有彈性，但其肌肉重量占體重百分比卻低於成人，因此收縮能力較弱，肌力差容易疲勞(田麥久，2005；黃任楷，2002)。再者青少年的骨骼生長速度較肌肉生長速度要來的快，致使肌肉被拉長而相對造成柔軟度變差，因此影響骨骼排列結構的些微變化，使肌肉力學受力的方向改變，導致肌腱與其他組織摩擦和擠壓，因而產生發炎現象(張曉昀、蔚順華，1998)。但肌肉量會隨著年齡而相對穩定的增加 (Baechle, Earle, & Wathan, 2000)。

三、神經系統方面：

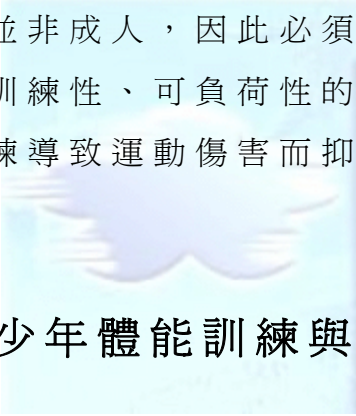
是發育最早最快的器官，隨著腦部的快速發育也迅速發展。常為來與宮麗娜(2001)指出青少年神經活動過程不穩定，興奮與抑制不均衡，且過程在大腦皮層容易擴散，轉換快靈活性高。因此注意力較不集中，雖富模仿性，但學習及掌握新的

動作較不穩定，對動作表現不夠準確、協調；且青少年動作學習系統尚未發育完整，容易忘記所學完整的技術動作(范瑞亭，1992)。

四、內分泌系統方面：

內分泌系統的控制中心—下視丘，其分泌之荷爾蒙會影響腦下腺的分泌。腦下腺又名腦下垂體，會分泌生長激素及性腺激素。性腺就男性而言，是由睪丸分泌雄性素—睪固酮；而在女性方面則是由卵巢分泌雌性素—黃體激素(李俊賢，2005)。

綜觀上述可知，青少年時期之生理發展會出現快速的身高、體重成長；肌肉力量的增加以及性荷爾蒙加速。但事實上，青少年的生理機能並非成人，因此必須針對青少年身體組成、身體機能表現及可訓練性、可負荷性的差異，給予適當的運動訓練，避免過度訓練導致運動傷害而抑制生長。



第三節 青少年體能訓練與生理適應

一、青少年體能訓練

就一般人而言，體能是個人面對生活上各種不同刺激的能力；對運動員而言，則是為了發展專項體能而紮根的基礎。因此運動專項體能，便著重在運動項目個別所需要的特殊能力要求的訓練。田徑運動項目是在 11-13 歲開始從事訓練，13-17 歲開始專項訓練，到了 17-18 深入專項訓練階段後進而展露最佳成績表現(Borms, 1986)。Nabatnikowa(1982)研究指出，循環式運動項目在 12-14 歲偏重於一般訓練，專項訓練要求比例較低，15-17 歲則著重在專項練習(表 2-3-1)。

田徑徑賽項目是屬於循環式運動型態，其體能要求分述如下：(表 2-3-2、2-3-3)

表 2-3-1 運動項目專項訓練與一般(基礎)訓練百分比

	訓練年齡	一般訓練（％）	專項訓練（％）
循環式項目	12-14	70-80	30-20
	15-17	30-40	70-60
速度力量項目	12-14	70-75	30-25
	15-17	45-60	55-40
球類項目	12-14	65-75	35-25
	15-17	30-40	70-60

(Nabatnikowa, 1982)

表 2-3-2 運動項目所需之一般體能要求

	應用對象	體能必要基礎	訓練級別
一般體能	競技運動的基礎訓練。 學校，體適能預防治療，老年運動。	力量 速度 耐力 柔軟度	基礎訓練階段 (每次只做一項訓練)

表 2-3-3 運動項目所需之專項體能要求

循環運動型態	應用對象	專項體能	開始訓練階段
徑賽	短距離	-無氧非乳酸耐力 -反應力量+快速力量	建立專項能力 前期至高競技能力
	中距離	-快速力量+力量耐力	基礎階段後期 至高競技能力
	長距離 5000- 10000m	-有氧耐力 -力量耐力	基礎階段 至高競技能力

(Letzelter, 1982)

然而體能也代表一個運動員競技能力的組合。它主要建立在身體器官的供能程序與肌肉組織，最後顯現在力量、速度、耐力及柔軟度的能力上(Hollmann & Hettinger, 1976)。速度根據其發生的現象和分類，在訓練學上是介於快速反應和快速動作交換頻率之間。Ballreich (1969)、Gundlach (1973)研究指出，速度訓練的範圍是包含加速度和短距離快速訓練的組合練習，其最高速度的顯現是在第一個 30m。因此青少年時期應注重快速交換頻率的改善其訓練方式如表 2-3-4。

表 2-3-4 青少年快速交換頻率改善方式

	10-12 歲	13-15 歲	15-16 歲
訓練距離	10-20m	20-40m	30-60m
重覆訓練	6×10m or 4×20m	6×20m or 5×30m or 4×40m	6×30m or 5×40/50m or 4-5×60m
訓練時間	2-4min		

(Grosser, 1991)

青少年時期力量能力之可訓練性包含快速力量、反應力量及力量耐力。Letzelter(1978)提出快速力量是最大力量+速度，它包含神經-肌肉系統的協調能力。是身體的一部份(手、腳)或(球、鉛球、標槍)以最快的速度在最短時間內($< 250\text{ms}$)行進(Lehnertz, 1988)。快速力量有兩種不同的加速度型態：一是力量形成在高的開始速度，例如起跑、爆發力的表現。其二是在漸進式的加速度表現上。Grosser, Starischka, and Zimmermann(2001)指出反應力量是肌肉在極短的時間($< 200\text{ms}$)動員神經與肌肉組織，做出伸和縮的循環。它表現在不同運動項目的起跳(跳高、跳遠、排球、籃球)。Bührle(1989)研究認為，發展反應的力量能力，有兩個目標：一是在肌肉伸展與縮短循環階段的轉換縮短，最佳的向心收縮速度，二是在伸展與縮短階段改善離心期的高度伸展負荷，以維持肌肉張力。力量耐力是力量+耐力，它是表示肌肉疲勞的抵抗能力。其目的是要改善肌肉的能量流動和維持長時間高力量衝刺的能力。在運動負荷的持續時間內，扮演著快速提供能量與糖質新生，及長時間維持衝刺的力量能力(Letzelter, 1978)。

耐力訓練在訓練上區分耐力的類型為一般耐力與專項耐力(Zintl, 1994)。一般耐力是屬於基礎訓練，其主要目的是提升有氧的能力，做為專項耐力訓練的先決條件。耐力訓練最佳的訓練方式是依據個人的有氧-無氧閾值($2-4\text{mmol/l}$)設定訓練強度。以持續跑速度不變方式進行耐力訓練是最佳方法。在徑賽選手短時間高強度比賽負荷下，主要能量來源為無氧非乳酸系統。無氧非乳酸能量的恢復必須依賴高度的有氧耐力能力，在短時間的間歇，快速填滿肌肉的 CrP。因此在訓練或比賽狀態的速度下降，基礎耐力是具有關鍵性的因素之一。

二、訓練與生理適應

青少年個體在發展過程的關鍵期內，施予適當的刺激與訓練，有助於其日後運動機能發展的正常化。而生理適應與恢復再生是呈現訓練效果，作為擬定訓練計畫內容的重要指標。在訓練過程中時時監控各項體內生物參數，藉此調整訓練負荷強度、時間及方式，以期能有足夠的恢復時間並獲得好的訓練適應與增加肌肉能量儲存。而體內各項元素再生速度是依據訓練強度與運動型態，區分為短時間、中時間及長時間三個階段(Zintl, 1994)。依據生理適應週期為 4~6 週，且競技運動員對訓練強度的適應更快(Neumann & Berbalk, 1991)。對於經過兩年以上專項訓練的運動員，其訓練週期計畫只需 4 週即可達到生理適應，訓練週期之前兩週為強度適應期，後兩週則是適應穩定期。教練若能充分掌握運動員之生理適應特徵，既能縮短訓練週期又能提早進入下階段之訓練(Hollmann & Rost, 1981)。另外 Böhmer et al (1975)研究指出在非最大運動後其心跳率亦會很快的恢復到安靜時的水準，藉由運動時心跳率上升的快慢，及運動結束後恢復至安靜狀態的速率，皆可顯示出心肺適能的優劣。而當身體接受運動訓練的刺激後，體內各個組織器官隨即進入調整階段，此時器官會因訓練負荷的增強而增加其活性，以此應付刺激所需的能量消耗，而在這些組織器官當中，最快達到生理適應的是心跳調節，其次是血液乳酸堆積與排除的能力(Grosse et al, 2001)。

在訓練與恢復之間的監控，可運用由瑞典生理家 Gunnar Borg(1962,1978,1982)所發展出來的運動自覺量表(rating of perceived exertion; RPE)，透過知覺上的努力程度判斷，整合肌肉骨骼系統、呼吸循環系統與中樞神經系統的身體活動訊

息，建立每個人身體活動狀況的知覺感受。另外還可運用視覺類比量表(visual-analogue scale; VAS)(Scott & Huskinsson, 1976)來紀錄分析訓練後疲勞發生的情況。VAS 已是一種國際公認用以評估疼痛的方法，現有許多文獻中都已採用此法，且應用相當廣泛。

第四節 停止訓練相關研究

運動員從事正常的例行性訓練時，在季外期(off-season)經常會有停止訓練的安排。停止訓練(detaining)是指隨著訓練停止的時間而使以前的適應(adaptation)逐漸減少或流失(Houston, Froese, & Valeriote, 1983; Narici, Roi, & Landoni, 1989; Staron, Leonardi, & Karapondo, 1991)的現象。訓練對於速度的改善較肌力、肌耐力和心血管耐力來得少，因此不運動造成速度的喪失相對地較少。當運動員停止訓練時，肌肉糖酵解(glycolytic enzymes)的活性，例如磷酸化酶(phosphorylase)和磷酸果糖激酶(phosphofructokinase, PFK)僅是些微的改變，如果要有所改變至少也要4週以上。Coyle等 (1984)發現，在長達84天的停止訓練，糖酵解的活性並沒有改變，但是各種氧化酶的活性大約減少60%。因此得知肌肉無氧運動能力比有氧運動能力可以維持較長的時間，也能就此研究解釋：為什麼一個月或一個月以上的不運動並不會影響短跑的成績，但短短2週的停止訓練會顯著的降低長時間的耐力表現。

肌肉因停止訓練而產生萎縮的速率，幾乎和肌肉因訓練而產生肥大的速率是相同的慢，大約每週1%(Hather, Bruce, &

Tesh, 1991; Houston等人, 1983; Narici等人, 1989; Staron等人, 1991)。因此, 短時間的停止訓練可能不會對肌肉力量造成太大的影響。Costill, King, Thomas, and Hargreves (1985)以大學游泳選手在5個月的訓練之後再停止訓練四個星期, 停止訓練期間每星期實施一次標準配速, 以90%的最大速度游200碼(183公尺), 結果在一回合標準測驗之後馬上測量乳酸值, 在最初幾週不運動期間改變相當少, 但是在停止訓練的第四週血乳酸顯著地上升, 而重碳酸鹽(bicarbonate)(一種緩衝劑)顯著地下降。這些發現支持了肌肉的有氧和無氧能量系統的改變是緩慢的, 僅幾天的休息可能不受影響, 只有在完全不運動(固定不動)期間的第一週或第二週才會影響成績表現。

針對耐力表現方面Drinkwater and Horvath (1972)在比賽季結束和正式訓練結束後三個月, 研究7位女徑賽選手, 在三個月停止訓練期間, 女徑賽選手僅從事與同年齡一般的身體活動(包括體育課), 在三個月終了時, 女徑賽選手的 $\dot{V}O_2\text{max}$ 平均減少15.5%, 且 $\dot{V}O_2\text{max}$ 水平趨近於同年齡非運動員的女性。

因此, 運動不足會顯著地降低最大耗氧量($\dot{V}O_2\text{max}$), 至於多少的活動量才能防止體能如此大的流失至目前為止則沒有定論。雖然減少訓練頻率和持續時間會降低有氧能力, 但是唯有減少規律訓練時2/3的訓練頻率和持續時間才會顯著的流失。

Hickson, Foster, Pollock, Galassi, and Rich (1985)研究顯示要維持 $\dot{V}O_2\text{max}$ 的訓練強度至少必須70% $\dot{V}O_2\text{max}$ 以上, 受試者在訓練10週後, 其後15週減少1/3的訓練強度, 結果顯著地降低: (一)最大耗氧量($\dot{V}O_2\text{max}$)(二)長時間的耐力表現(以80% $\dot{V}O_2\text{max}$ 運動至衰竭)(三)心臟的大小。但是, 減少1/3訓練強度並不會改變短時間(4-8分鐘)的耐力表現和身體組成。

由於過去研究結果發現：隨著正式耐力訓練的停止，心肺耐力會明顯而快速的下降。因此，運動員在季外期(off-season)必須設法維持他的心肺耐力，因為一旦失去之後，要重新恢復最高水準需耗相當多的時間。

第五節 文獻總結

經由上述文獻得知，可歸納出以下幾點：

- 一、訓練效果的呈現包含運動強度、運動持續時間及運動頻率等因素。但運動頻率之重要性經常不如運動強度及運動持續時間要來的大。因此在訓練計劃安排之強度與時間相同時，訓練頻率將可能是影響訓練效果的重要因素。
- 二、適當的週訓練頻率必須視運動者所需要增進的體能要素而定，對競技運動員而言，為達到最佳運動成績表現，恐有過度訓練之虞，因此，若能在運動訓練後獲得完全休息，使組織器官達到適應，將有效避免此狀況發生。因此青少年基礎階段的訓練頻率以每週三至五天為宜。
- 三、青少年運動員並非成人，教練們在開立訓練計畫內容時應謹慎小心避免過度負荷而造成傷害。因此應依其特殊之生理條件及個別化差異，並針對運動項目的體能需求，就其運動型態及訓練年齡之不同百分比做為教練在執行運動訓練時之依據，並安排適當的訓練計畫，如此才能使選手獲得好的生理適應並展現最佳之訓練效果。
- 四、訓練過程中為確實掌握選手訓練負荷強度及疲勞狀態，運動教練可以藉由運動負荷量表(RPE)及肌肉疼痛指

數(VAS)了解選手訓練時之疲勞狀況。

五、停止訓練會引起生理及運動表現的退化現象。其結果將導致身體活動降低，發生骨骼肌適應退化的情形而影響其功能。因此了解停止訓練對生理層面的影響，不但在身體功能下降的預防上、運動傷害上，以及肌肉不使用後的復健都是非常重要的主題。



第叁章 研究方法與步驟

第一節 研究對象

本研究以青少年男、女田徑徑賽選手為研究對象，人數為 16 名，共分為兩組。測試前先向受試者詳細說明研究目的及實驗流程後，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」，請受試者仔細閱讀後填寫完畢，並確實於測試同意書上簽名。分組方式以個人最佳 30m 速度能力平均分配為 A、B 兩組。A 組以一週訓練頻率五天，B 組以一週訓練頻率三天。採用獨立樣本 *t* 考驗分析 A、B 兩組受試者基本資料(年齡、身高、體重)與 30M 速度表現之同質性。如表 3-1-1。

表 3-1-1 各組間受試者人體測量資料 (anthropometric data)
同質性考驗

項目	組別	平均數	標準差	F 值	P 值
年齡 (age)	A 組 (五天組)	13.43	0.95	0.20	0.66
	B 組 (三天組)	13.83	0.85		
身高 (cm)	A 組 (五天組)	161.18	4.85	0.00	1.00
	B 組 (三天組)	160.76	5.59		
體重 (kg)	A 組 (五天組)	53.20	5.10	1.25	0.28
	B 組 (三天組)	48.45	8.04		
30m(m/s)	A 組 (五天組)	6.58	0.47	0.14	0.71
	B 組 (三天組)	6.61	0.38		

第二節 實驗時間與地點

一、實驗時間：

(一)前測時間：民國 96 年 12 月 31 日

前測地點：國立體育學院田徑場

訓練日期：民國 96 年 12 月 31 日至 97 年 1 月 25 日，
共計四週。

訓練地點：桃園縣立仁和國中操場。

(二)後測時間：民國 97 年 1 月 28 日。

後測地點：國立體育學院田徑場

(三)延後測時間：民國 97 年 2 月 4 日。

後測地點：國立體育學院田徑場

二、實驗訓練地點：桃園縣仁和國民中學

第三節 實驗儀器與設備

一、芬蘭制多功能攜帶式運動數據檢測儀(Newtest Powertimer)：

芬蘭是最早使用此 Newtest Powertimer 攜帶式運動數據檢測儀的國家，該系統設計是由多位教練、訓練員及運動科學家提供的建議而完成的。檢測系統中的方法與公式也是經由許多運動科學研究證實及理論所設定(Matti, 2004)，是標準實用的運動能力檢測儀，內容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。此儀器只要包含操作 PDA、測力板、紅外線感應器組及分析軟體。



圖 3-3-1 Newtest Powertimer 檢測儀



圖 3-3-2 掌上型 PDA



圖 3-3-3 紅外線感應器

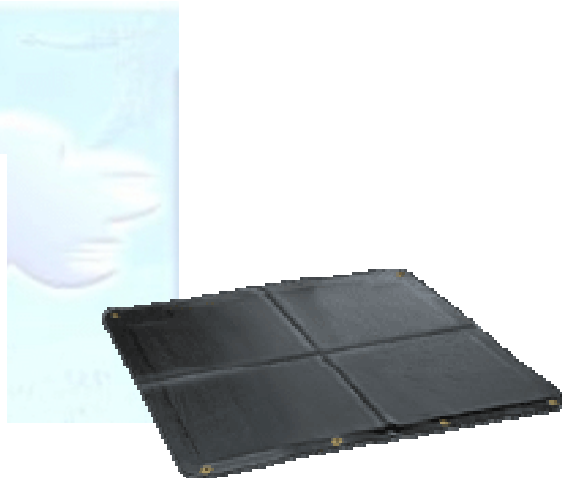


圖 3-3-4 測力板

二、 乳酸分析儀



圖 3-3-5



三、 S610i 型 Polar 錶



圖 3-3-6

四、速度控制器



圖 3-3-7

五、酒精、毛管、採血針、外科用手套

六、圓錐桶、測距輪、400m 操場。

第四節 實驗方法與步驟

本研究分為檢測方式與訓練方式。檢測方式為 30m 最大速度跑、下蹲跳(counter movement jump; CMJ)、個人閾值能力(2-4mmol/l 基礎耐力)。訓練方式為一週訓練頻率五天(A 組)與一週訓練頻率三天(B 組)，兩組訓練皆為期四週。

一、檢測內容與方式

(一)下蹲跳(counter movement jump; CMJ)

首先將每位受試者之身高、體重與出生年、月、日等資料輸入電腦，並與 PDA 同步傳輸，在測試時才不致因個人身高、體重之差異而影響跳躍成績。測試時，當受試者聽聞動作訊號聲後，即站上測力板中央並將雙腳打開約與肩同寬，雙手插腰、身體下蹲至膝蓋彎曲 90° 後，盡最大力量向上跳躍再自然落下。在跳躍中盡量保持身體的平衡且避免雙手離開腰部，受試者共跳 2 次，並取其最佳跳躍高度成績。

(二)30m 最大速度跑

使用 Newtest Powertimer 之速度測試功能及配備。受試者站於起跑線上，採站立式起跑方式，當聞動作訊號聲後，盡最大速度向 30M 終點衝刺。以分段計時方式，在每 10m 處透過紅外線傳輸擷取參數。每位受試者共測 2 次，並取其最佳 30m 速度成績。

(三)個人閾值能力(2-4mmol/l 基礎耐力)

基礎耐力測試之前，受試者戴上 S610i 型 Polar 錶後，隨即於耳垂採集 10 μ l 血液，作為安靜值乳酸檢驗並紀錄安靜時心跳率。待熱身結束後，受試者在 400m 操

場以 2.5m/s 的速度開始進行第一階測試。在階與階之間休息 30-40 秒(採血並紀錄心跳率)，每階測試速度上昇 0.5 m/s，每次測試時間 5 分鐘，測試進行直到受試者所能承受之最大負荷為止。爲了控制測試速度，在 400m 操場中放置速度控制器，並於跑道上每 50m 放置三角錐桶作爲標記，受試者可藉助速度控制器之鳴聲調整每階所必須跑的速度。(表 3-4-1、圖 3-4-1)。

表 3-4-1 有氧-無氧閾值測試

步驟	測試強度
開始速度	2.5m/s
每階上昇負荷	0.5m/s
每階進行時間	5min
每階休息	30-40 秒 (採血、紀錄心跳率)
測試進行時間	運動員最大負荷

(Mader et al., 1976)

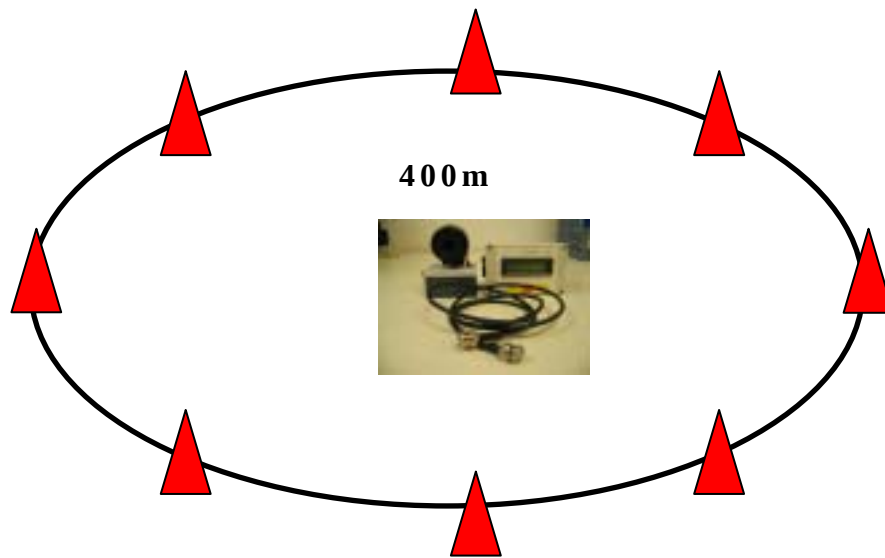


圖 3-4-1 有氧-無氧閾值測試場地佈置圖

(四)運動自覺量表(rating of perceived exertion; RPE)：

每週週一訓練課程結束後，運動員依據當日訓練內容負荷情況，填寫訓練後之感覺判斷。

(五)視覺類比量表(visual-analogue scale; VAS)

運動員在每週週一完成訓練課表後，於隔日(週二)訓練前在疼痛視覺類比量表中畫記，每次畫兩次，若兩次畫記落差太大，則再畫第三次，計算其平均值作紀錄。

二、訓練內容(如表 3-4-2)

A 組：每週訓練五天，為期四週。

B 組：每週訓練三天，為期四週。

表 3-4-2 訓練內容

組別 \ W	一	二	三	四	五
A 組 訓練內容	*協調 *速度 (2×3×30m) *技術 *力量 (快速力量) *耐力 (無氧非乳酸)	*速度 (3×30m) *技術 *力量 (反應力量)	*反應 + 協調 *耐力 (有 氧)	*協調 *速度 (2×3×30m) *技術 *力量耐力	*速度 (3×30m) *耐力 (無氧醣酵解)
B 組 訓練內容	*協調 *速度 (2×3×30m) *技術 *力量 (快速力量) *耐力 (無氧非乳酸)	Rest	*反應 + 協調 *速度 (2×3×30m) *技術 *力量耐力 *耐力 (有 氧)	Rest	*協調 *速度 (2×3×30m) *技術 *力量 (反應力量) *耐力 (無氧醣酵解)

※ 協調訓練：跑的基本：（小步跑）、（半高抬腿跑）、（車輪跑）
（跨步跑）

※ 力量訓練：快速力量（藥球上拋）、反應力量（欄架彈跳）
力量耐力（循環訓練）

※ 耐力訓練：無氧非乳酸（80m 加速跑）
無氧醣酵解（200m 間歇跑）

有 氧（個人有 氧閾值速度 20 分鐘持續跑）

※ 技術訓練：起跑訓練

※ 反應 + 協調訓練：起跑遊戲（正面坐姿起跑）、（背向坐姿起
跑）、（仰臥姿起跑）、（俯臥姿起跑）、（原地 360°轉身起跑）

第五節 實驗流程圖

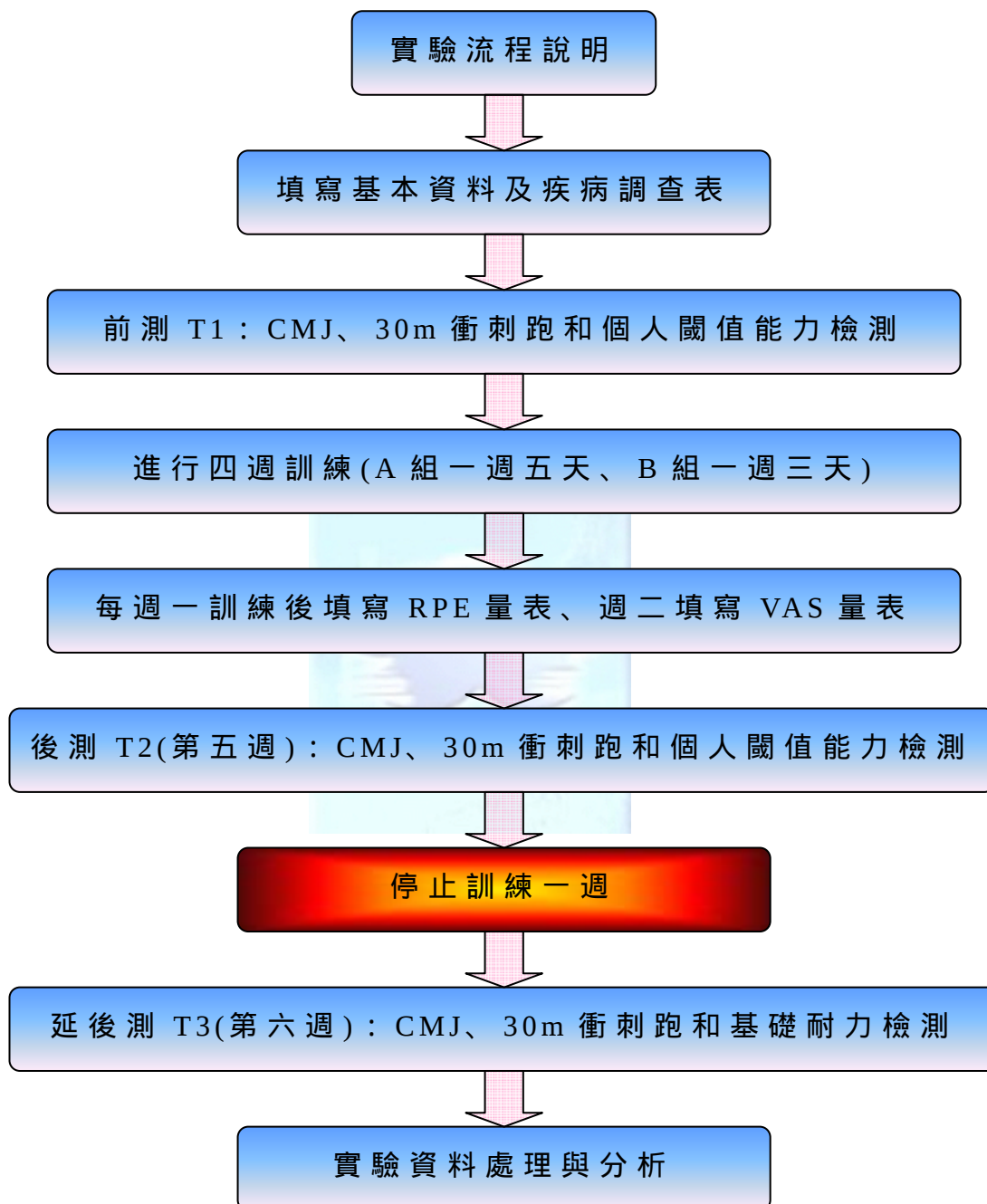


圖 3-5-1 實驗流程圖

第六節 資料蒐集與統計分析

- 一、將測驗之原始資料，進行登錄編碼，並以 SPSS for Windows 12.0 版之套裝軟體進行各項統計分析。
- 二、以獨立樣本 t 檢定分析兩組訓練前的各項資料，考驗兩組之同質性。
- 三、使用 Newtest Powertimer 分析軟體，分析 30 公尺速度與 CMJ 跳躍高度之數據。
- 四、以 Sigma8.0 繪圖軟體進行圖形分析。
- 五、以相依樣本 t 檢定分析 A、B 各組組內前測(T1)、後測(T2)與延後測(T3)之 30M 速度能力、CMJ 下之力量能力與個人 2-4mmol/l 閾值能力。
- 六、以獨立樣本 t 檢定比較 A、B 各組前測(T1)、後測(T2)與延後測(T3)之 30m 速度能力、CMJ 下之力量能力與個人 2-4mmol/l 閾值能力及訓練期間每週之運動負荷量表(RPE)與疼痛視覺類比量表(VAS)疲勞狀況之間的差異。
- 七、本研究之顯著水準訂為 $p < 0.05$ 。

第肆章 結果與分析

本研究以青少年男、女田徑代表隊為研究對象，人數為 16 名，共分為兩組。分組方式以個人最佳 30m 速度能力平均分配為 A、B 兩組。A 組以一週訓練頻率五次，B 組以一週訓練頻率三次。檢測方式為 30m 最大速度跑、下蹲跳(counter movement jump, CMJ)、個人閾值能力（2-4mmol/l 基礎耐力）。經過四週不同「週訓練」頻率訓練後，將結果分為以下五節說明：

- 第一節 各組間前測值的同質性考驗
- 第二節 不同週訓練頻率對基礎耐力 2-4mmol/l 之影響
- 第三節 不同週訓練頻率對 CMJ 下肢力量能力之影響
- 第四節 不同週訓練頻率對 30m 速度能力之影響
- 第五節 不同週訓練頻率對疲勞症狀 RPE 與 VAS 之影響

第一節 各組間前測值的同質性考驗

本研究分為 A 組(五天訓練)及 B 組(三天訓練)兩組。兩組經獨立樣本單因子變異數分析各組基本資料同質性，顯示各組間的前測值均無顯著差異存在($p>0.05$)。

表 4-1-1 各組間受試者人體測量資料 (anthropometric data) 與各項運動能力測試前測值同質性考驗

項目	組別	平均數	標準差	F 值	P 值
年齡 (age)	A 組 (五天組)	13.43	0.95	0.20	0.66
	B 組 (三天組)	13.83	0.85		
身高 (cm)	A 組 (五天組)	161.18	4.85	0.00	1.00
	B 組 (三天組)	160.76	5.59		
體重 (kg)	A 組 (五天組)	53.20	5.10	1.25	0.28
	B 組 (三天組)	48.45	8.04		
CMJ(cm)	A 組 (五天組)	40.01	8.39	1.05	0.32
	B 組 (三天組)	37.75	5.37		
30m(m/s)	A 組 (五天組)	6.58	0.47	0.14	0.71
	B 組 (三天組)	6.61	0.38		
2mmol/l(m/s)	A 組 (五天組)	1.48	0.46	0.03	0.86
	B 組 (三天組)	0.81	0.53		
4mmol/l(m/s)	A 組 (五天組)	2.45	0.42	0.31	0.59
	B 組 (三天組)	2.16	0.32		

第二節 不同週訓練頻率對基礎耐力 2-4mmol/l 之影響

A 組基礎耐力有氧閾值(2mmol/l)速度，於訓練前(T1)平均值為 1.3 ± 0.3 m/s，與訓練後(T2) 1.9 ± 0.6 m/s，兩次測試差異 +0.6m/s，達顯著差異 ($p < 0.05$)；2mmol/l 之心跳率 T1 與 T2 分別為 152 ± 18 min⁻¹、 159 ± 14 min⁻¹，未達差異 ($p > 0.05$)。4mmol/l 無氧閾值速度與心跳率則為 2.2 ± 0.3 m/s (T1)、 2.7 ± 0.5 m/s (T2) 與 176 ± 10 min⁻¹ (T1)、 177 ± 10 min⁻¹ (T2)，其中兩次測試之速度達顯著差異($p < 0.05$)，心跳率則未達差異($p > 0.05$)。如表 4-2-1。訓練後(T2)平均值為 1.9 ± 0.6 m/s，與停止訓練一週後(T3) 2.0 ± 0.5 m/s，兩次測試差異 -0.1m/s，未達差異 ($p > 0.05$)；2mmol/l 之心跳率 T2 與 T3 分別為 159 ± 14 min⁻¹、 153 ± 17 min⁻¹，未達差異 ($p > 0.05$)。4mmol/l 無氧閾值速度與心跳率則為 2.7 ± 0.5 m/s (T2)、 2.7 ± 0.4 m/s (T3) 與 177 ± 10 min⁻¹ (T2)、 172 ± 12 min⁻¹ (T3)，其中兩次測試之速度與心跳率均未達差異($p > 0.05$)。如表 4-2-2 所示。

表 4-2-1 A 組基礎耐力 2-4mmol/l(T1)與(T2)平均值與標準差

	2mmol/l		4 mmol/l	
	Speed(m/s)	HR(min ⁻¹)	Speed(m/s)	HR(min ⁻¹)
	M±SD	M±SD	M±SD	M±SD
T1	1.3±0.3	152±18	2.2±0.3	176±10
T2	1.9±0.6	159±14	2.7±0.5	177±10
diff	0.6	7	0.5	1
p	0.01**	0.35	0.01**	0.87

表 4-2-2 A 組基礎耐力 2-4mmol/l (T2)與(T3)平均值與標準差

	2mmol/l		4 mmol/l	
	Speed(m/s)	HR(min ⁻¹)	Speed(m/s)	HR(min ⁻¹)
	M±SD	M±SD	M±SD	M±SD
T2	1.9±0.6	159±14	2.7±0.5	177±10
T3	2.0±0.5	153±17	2.7±0.4	172±12
diff	0.1	6	0.0	5
p	0.83	0.37	0.93	0.38

B 組基礎耐力有氧閾值(2mmol/l)速度，於訓練前(T1)平均值為 1.1±0.5 m/s，與訓練後(T2)1.9±0.2 m/s，兩次測試差異 0.8m/s，達顯著差異 (p<0.05)；2mmol/l 之心跳率 T1 與 T2 分別為 145±17 min⁻¹、156±22min⁻¹，未達差異 (p>0.05)。4mmol/l 無氧閾值速度與心跳率則為 2.1±0.4 m/s (T1)、2.7±0.2 m/s (T2) 與 168±9 min⁻¹ (T1)、177±12 min⁻¹ (T2)，其中兩次測試之速度表現達顯著差異 (p<0.05)，心跳率則未達差異 (p>.05)。如表

4-2-3 所示。訓練後(T2)平均值為 1.9 ± 0.2 m/s，與停止訓練一週後(T3) 2.0 ± 0.3 m/s，兩次測試差異 0.1 m/s，未達差異 ($p > 0.05$)； 2 mmol/l 之心跳率 T2 與 T3 分別為 $156 \pm 22 \text{ min}^{-1}$ 、 $164 \pm 15 \text{ min}^{-1}$ 兩次測試差 -8 min^{-1} ，未達顯著差異 ($p > 0.05$)。 4 mmol/l 無氧閾值速度與心跳率分別為 2.7 ± 0.2 m/s (T1)、 2.7 ± 0.3 m/s (T3) 與 $177 \pm 12 \text{ min}^{-1}$ (T2)、 $179 \pm 10 \text{ min}^{-1}$ (T3)，兩次測試之速度與心跳率均未達差異 ($p > 0.05$)，如表 4-2-4 所示。

表 4-2-3 B 組基礎耐力 2-4mmol/l(T1)與(T2)平均值與標準差

	2mmol/l		4 mmol/l	
	Speed(m/s)	HR(min^{-1})	Speed(m/s)	HR(min^{-1})
	M $\pm$ SD	M $\pm$ SD	M $\pm$ SD	M $\pm$ SD
T1	1.1 ± 0.5	145 ± 17	2.1 ± 0.4	168 ± 9
T2	1.9 ± 0.2	156 ± 22	2.7 ± 0.2	177 ± 12
diff	0.8	12	0.6	9
p	0.01**	0.20	0.01**	0.06

表 4-2-4 B 組基礎耐力 2-4mmol/l (T2)與(T3)平均值與標準差

	2mmol/l		4 mmol/l	
	Speed(m/s)	HR(min^{-1})	Speed(m/s)	HR(min^{-1})
	M $\pm$ SD	M $\pm$ SD	M $\pm$ SD	M $\pm$ SD
T2	1.9 ± 0.2	156 ± 22	2.7 ± 0.2	177 ± 12
T3	2.0 ± 0.3	164 ± 15	2.7 ± 0.3	179 ± 10
diff	0.1	8	0.0	2
p	0.58	0.31	0.73	0.42

A、B 二組組間於訓練前(T1)、訓練後(T2)與訓練後(T2)、停止訓練一週後(T3)皆未達顯著差異($p>0.05$)，如表 4-2-5 所示。

表 4-2-5 A、B 組間基礎耐力 2-4mmol/l(T1)、(T2)與(T3)平均值與標準差

項 目	test	A 組	B 組	diff	t	p
		M±SD	M±SD			
2mmol/l (m/s)	T1	1.34±0.3	1.22±0.3	0.13	0.82	0.42
	T2	1.94±0.6	1.89±0.2	0.05	0.22	0.83
	T3	1.98±0.5	1.96±0.3	0.02	0.10	0.92
4mmol/l (m/s)	T1	2.24±0.3	2.09±0.4	0.15	0.82	0.43
	T2	2.69±0.5	2.73±0.2	-0.03	-0.18	0.86
	T3	2.71±0.4	2.69±0.3	0.01	0.07	0.95
2mmol/l HR (min ⁻¹)	T1	151.63±18	144.50±17	7.13	0.82	0.42
	T2	158.75±14	156.25±22	2.50	0.27	0.79
	T3	153.13±17	163.50±15	-10.38	-1.30	0.21
4mmol/l HR (min ⁻¹)	T1	175.88±10	168.25±10	7.63	1.57	0.14
	T2	176.50±10	176.75±12	-0.25	-0.05	0.96
	T3	172.13±12	179.38±10	-7.25	-1.34	0.20

Mader 階梯式速度漸增測試，A 組前測(T1)與後測(T2)均達 4 m/s。血液乳酸堆積於 2.5 m/s T1 為 $3.99 \pm 1.08 \text{ mmol/l}$ ，T2 則為 $3.35 \pm 1.39 \text{ mmol/l}$ ，兩次差異為 $0.64 \pm 1.32 \text{ mmol/l}$ ，未達差異($p > 0.05$)。速度上昇至 3m/s，T1 與 T2 乳酸濃度分別為 $6.73 \pm 2.68 \text{ mmol/l}$ 、 $5.19 \pm 1.63 \text{ mmol/l}$ ，兩次差異為 $1.54 \pm 1.72 \text{ mmol/l}$ ，達顯著差異 ($p < 0.05$)。3.5 至 4.0m/s 則未達顯著差異 ($p > 0.05$)。心跳率測試在 2.5 m/s T1 為 $173 \pm 17 \text{ min}^{-1}$ ，T2 則為 $170 \pm 8 \text{ min}^{-1}$ ，兩次差異為 $3 \pm 11 \text{ min}^{-1}$ ，未達差異 ($p > 0.05$)。速度上昇至 3m/s 和 3.5m/s，分別為 $192 \pm 8 \text{ min}^{-1}$ (T1)、 $186 \pm 6 \text{ min}^{-1}$ (T2)，兩次差異為 $5 \pm 5 \text{ min}^{-1}$ ，與 $199 \pm 7 \text{ min}^{-1}$ (T1)、 $199 \pm 7 \text{ min}^{-1}$ (T2)，兩次差異為 $4 \pm 4 \text{ min}^{-1}$ ，二者皆達顯著差異 ($p < 0.05$)，直至 4.0m/s 則未達顯著差異 ($p > 0.05$)，如圖 4-2-1 所示。後測(T2)與停止訓練一週後(T3)也達 4 m/s，血液乳酸堆積於 2.5 m/s T2 為 $3.35 \pm 1.30 \text{ mmol/l}$ ，T3 則為 $3.37 \pm 1.22 \text{ mmol/l}$ ，兩次差異為 $-0.22 \pm 1.35 \text{ mmol/l}$ ，未達差異($p > 0.05$)。速度上昇至 3m/s，T2 與 T3 乳酸濃度分別為 $5.19 \pm 1.63 \text{ mmol/l}$ 、 $5.81 \pm 2.49 \text{ mmol/l}$ ，兩次差異為 $-0.61 \pm 1.86 \text{ mmol/l}$ ，未達差異 ($p > 0.05$)。3.5 至 4.0m/s 均未達顯著差異($p > 0.05$)。心跳率測試在 2.5 m/s T2 為 $170 \pm 8 \text{ min}^{-1}$ ，T3 則為 $166 \pm 16 \text{ min}^{-1}$ ，兩次差異為 $4 \pm 13 \text{ min}^{-1}$ ，未達差異 ($p > 0.05$)。速度持續上昇至 4.0m/s 均未達顯著差異($p > 0.05$)。如圖 4-2-2 所示。

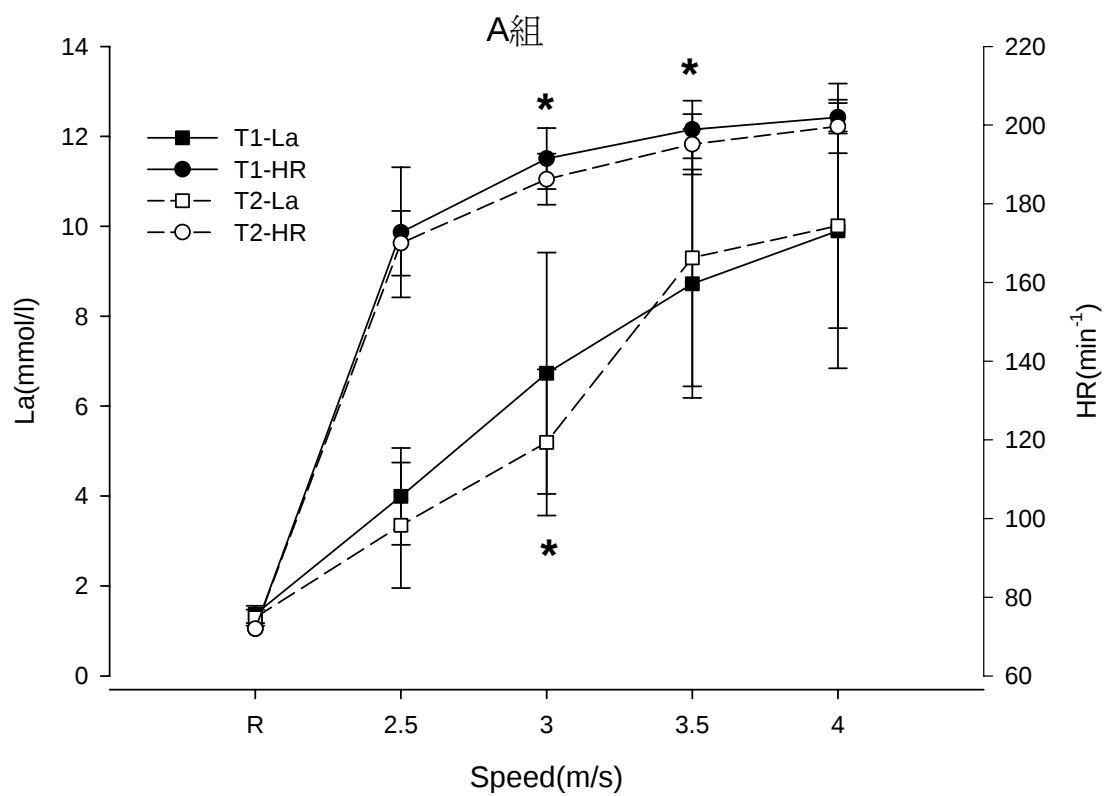


圖 4-2-1 A 組基礎耐力 T1 與 T2 不同速度乳酸值與心跳率差異圖

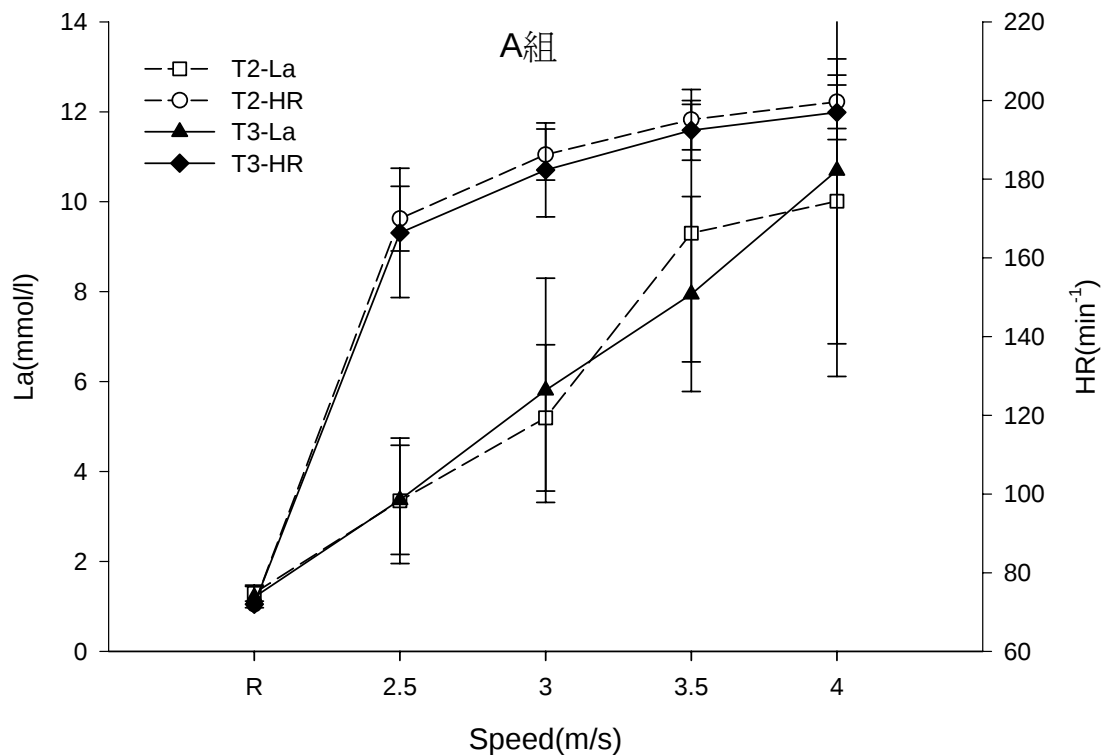


圖 4-2-2 A 組基礎耐力 T2 與 T3 不同速度乳酸值與心跳率差異圖

B 組前測與後測均達 4 m/s。血液乳酸堆積於 2.5 m/s 在第一次測試 (T1) 為 $5.15 \pm 1.57 \text{ mmol/l}$ ，第二次則為 $3.46 \pm 0.67 \text{ mmol/l}$ ，兩次差異為 $1.69 \pm 1.7 \text{ mmol/l}$ ，達顯著差異 ($p < 0.05$)。速度上昇至 3m/s，T1 與 T2 乳酸濃度分別為 $7.49 \pm 2.25 \text{ mmol/l}$ 、 $5.109 \pm 1.07 \text{ mmol/l}$ ，兩次差異為 $2.39 \pm 1.78 \text{ mmol/l}$ ，達顯著差異 ($p < 0.05$)。3.5 至 4.0m/s 則未達顯著差異

($p>0.05$)。心跳率於兩次測試中均未達顯著($p>0.05$)，如圖 4-2-3 所示。後測(T2)與停止訓練一週後(T3)也達 4 m/s。血液乳酸堆積於 2.5 m/s 時，T2 為 $3.46\pm0.67\text{mmol/l}$ ，T3 為 $3.40\pm0.93\text{mmol/l}$ ，兩次差異為 $0.06\pm1.08\text{mmol/l}$ ，未達差異($p>0.05$)。速度持續上昇至 4.0m/s T1 與 T3 乳酸濃度均未達顯著差異($p>.05$)。心跳率於兩次測試均未達顯著差異($p>0.05$)。如圖 4-2-4 所示。

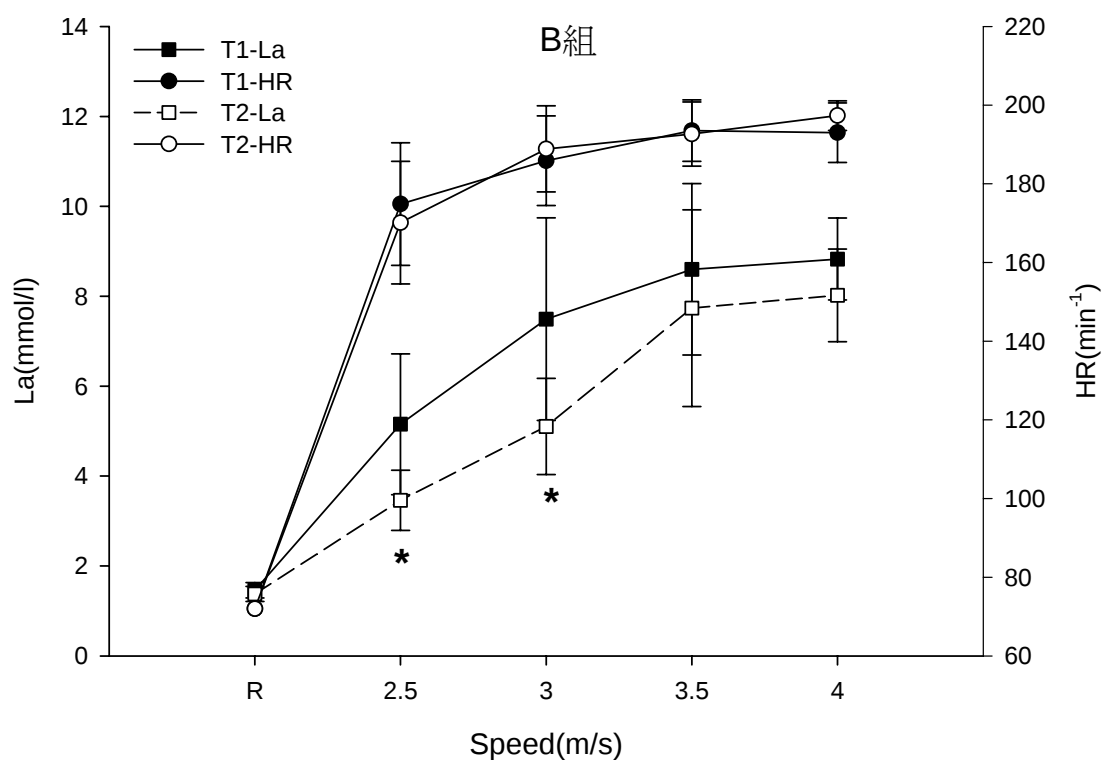


圖 4-2-3 B 組基礎耐力 T1 與 T2 不同速度乳酸值與心跳率差異圖

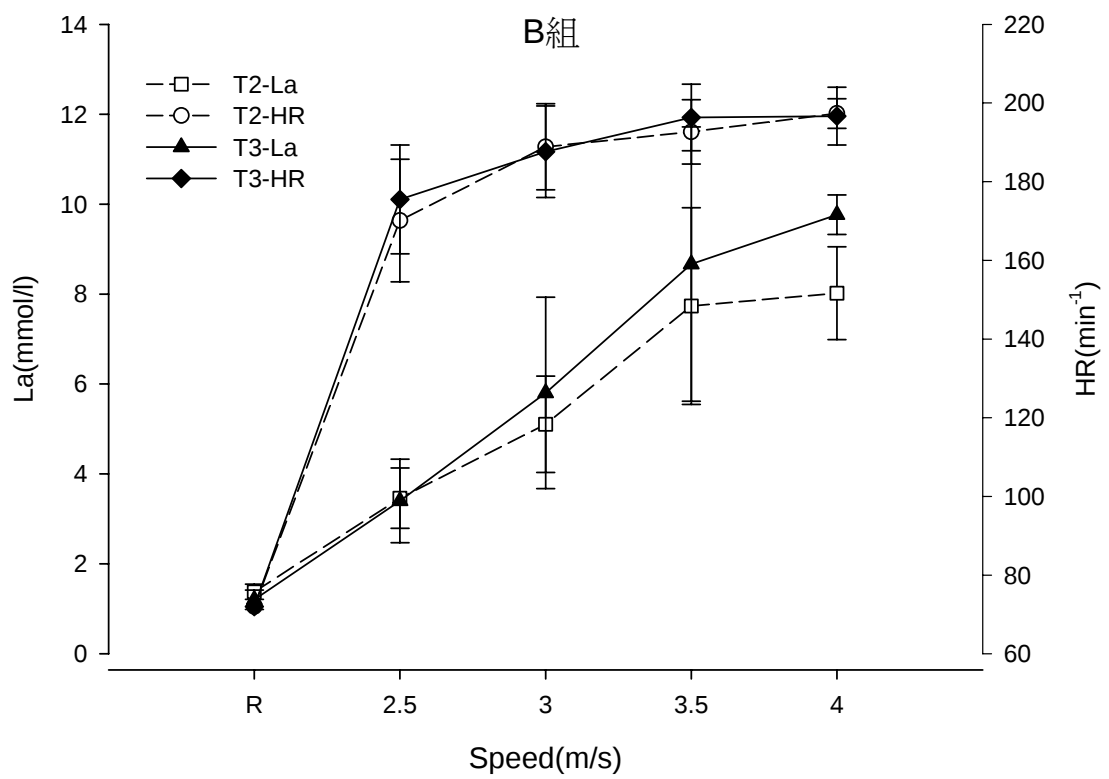


圖 4-2-4 B 組基礎耐力 T2 與 T3 不同速度乳酸值與心跳率差異圖

A、B 二組組間於訓練前(T1)、訓練後(T2) 與停止訓練後(T3)皆未達差異($p>0.05$)。如表 4-2-6、表 4-2-7、表 4-2-8 所示。

表 4-2-6 Mader 階梯式速度漸增測試 (T1)A、B 組之差異表

速度	2.5m/s		3m/s		3.5m/s	
	La	HR	La	HR	La	HR
A 組	3.99±1.08	173±17	6.73±2.68	192±8	9.58±2.34	199±9
B 組	5.15±1.57	175±16	7.49±2.25	186±11	8.60±1.91	194±8
diff	1.16±2.27	2±22	0.76±3.80	6±13	0.98±3.07	6±14
p	0.19	0.8	0.59	0.28	0.47	0.38

表 4-2-7 Mader 階梯式速度漸增測試 (T2) A、B 組之差異表

速度	2.5m/s		3m/s		3.5m/s	
	La	HR	La	HR	La	HR
A 組	3.37±1.22	166±16	5.81±2.49	182±12	7.95±2.17	192±8
B 組	3.40±0.93	176±14	5.80±2.13	188±12	8.67±3.05	197±8
diff	0.03±1.51	9±24	0.00±2.78	5±16	0.72±4.24	5±13
p	0.96	0.31	1	0.39	0.67	0.35

表 4-2-8 Mader 階梯式速度漸增測試 (T3) A、B 組之差異表

速度	2.5m/s		3m/s		3.5m/s	
	La	HR	La	HR	La	HR
A 組	3.35±1.39	170±8	5.19±1.63	186±6	9.35±2.93	195±8
B 組	3.46±0.67	170±16	5.10±1.07	189±11	7.77±1.85	196±9
diff	0.11±1.65	0±16	0.09±2.44	3±13	1.58±4.03	0±12
p	0.85	0.98	0.92	0.59	0.3	0.93

第三節 不同週訓練頻率對 CMJ 下肢力量能力之影響

CMJ 下肢力量能力 A 組於訓練前(T1)平均值為 40.0 ± 8.9 cm，與訓練後(T2) 40.2 ± 6.6 cm，兩次測試差異 $+0.2$ cm，未達差異 ($p > 0.05$)；B 組 T1 與 T2 分別為 37.4 ± 5.4 cm、 38.8 ± 7.2 ，兩次測試差異為 $+1.4$ cm，未達差異 ($p > 0.05$)。A 組於訓練後(T2)平均值為 40.2 ± 6.6 cm，與停止訓練一週後(T3) 41.6 ± 9.1 cm，兩次測試差異 $+1.4$ cm，未達差異 ($p > 0.05$)；B 組 T2 與 T3 分別為 38.8 ± 7.2 cm、 38.9 ± 4.3 兩次測試差異為 $+0.14$ m/s，未達差異 ($p > 0.05$)。如圖 4-3-1 所示。

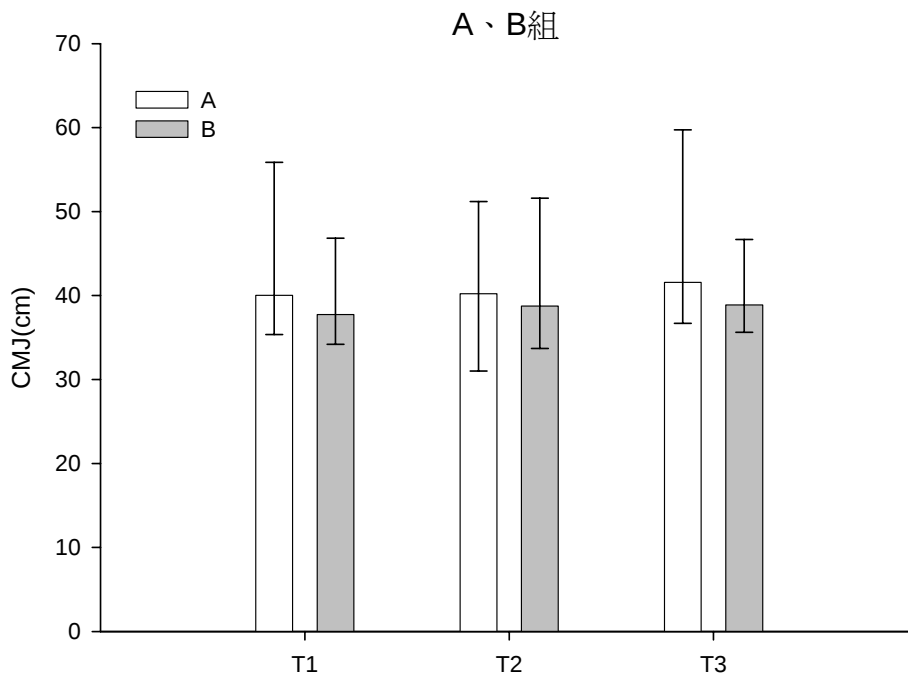


圖 4-3-1 A、B 二組 CMJ 下肢力量能力(T1)、(T2)與(T3)比較圖

A、B 二組組間於訓練前(T1)、訓練後(T2)與訓練後(T2)、停止訓練一週後(T3)皆未達差異($p>0.05$)。如表 4-3-1、表 4-3-2 所示。

表 4-3-1 A、B 組間 CMJ 下肢力量能力(T1)與(T2)
平均值與標準差

項目	test	A 組	B 組	diff	t	p
		M±SD	M±SD			
CMJ	T1	40.0±8.4	37.8±5.4	2.26	0.64	0.53
(cm)	T2	40.2±6.6	38.8±7.2	1.45	0.42	0.68

表 4-3-2 A、B 組間 CMJ 下肢力量能力(T2)與(T3)
平均值與標準差

項目	test	A 組	B 組	diff	t	p
		M±SD	M±SD			
CMJ	T2	40.2±6.6	38.8±7.2	1.45	0.42	0.68
(cm)	T3	41.6±9.1	38.9±4.3	2.68	0.75	0.46

第四節 不同週訓練頻率對 30m 速度能力之影響

30m 速度能力，A 組於訓練前(T1)平均值為 6.58 ± 0.47 m/s，與訓練後(T2) 6.70 ± 0.41 m/s，兩次測試差異 $+0.12$ m/s，未達差異 ($p > 0.05$)；B 組 T1 與 T2 分別為 6.61 ± 0.38 m/s、 6.67 ± 0.38 m/s，兩次測試差異為 $+0.06$ m/s，未達差異 ($p > 0.05$)。A 組於訓練後(T2)平均值為 6.70 ± 0.471 m/s，與停止訓練一週(T3) 6.66 ± 0.38 m/s，兩次測試差異 -0.04 m/s，未達差異 ($p > 0.05$)；B 組 T2 與 T3 分別為 6.67 ± 0.38 m/s、 6.55 ± 0.35 m/s，兩次測試差異為 -0.13 m/s，未達差異 ($p > 0.05$)。如圖 4-4-1 所示。

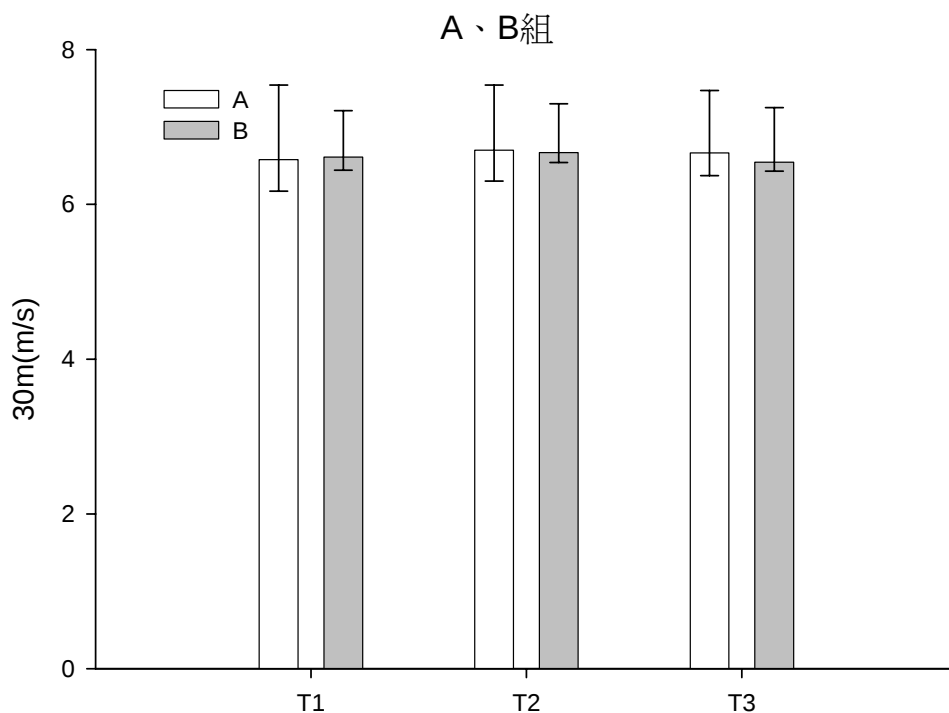


圖 4-4-1 A、B 二組 30m 速度能力(T1)、(T2)與(T3)比較圖

A、B 二組組間於訓練前(T1)、訓練後(T2)與訓練後(T2)、停止訓練一週後(T3)皆未達差異($p>0.05$)。如表 4-4-1、表 4-4-2 所示。

表 4-4-1 A、B 組間 30m 速度能力(T1)與(T2)平均值與標準差

項目	test	A 組	B 組	diff	t	p
		M±SD	M±SD			
30m	T1	6.58±0.47	6.61±0.38	-0.03	-0.15	0.88
(m/s)	T2	6.70±0.41	6.67±0.38	0.03	0.15	0.88

表 4-4-2 A、B 組間 3mM 速度能力 (T2)與(T3)平均值與標準差

項目	test	A 組	B 組	diff	t	p
		M±SD	M±SD			
30m	T2	6.70±0.41	6.67±0.38	0.03	0.15	0.88
(m/s)	T3	6.66±0.38	6.55±0.35	0.12	0.65	0.52

第五節 不同週訓練頻率對疲勞症狀 RPE 與 VAS 之影響

四週訓練過程中，於每週一相同訓練內容後所紀錄之個人運動感覺負荷判斷表(RPE) 平均值與標準差，A 組第一週為 15.13 ± 3.14 ，B 組為 16.75 ± 1.28 ，兩組測試差異為 1.63 ± 3.78 ，未達差異 ($p > 0.05$)。其餘三週均未達差異。如表 4-5-1 所示。

表 4-5-1 A、B 兩組訓練四週 RPE 之差異表

	第一週	第二週	第三週	第四週
A 組	15.13 ± 3.14	10.33 ± 1.75	12.00 ± 2.73	12.63 ± 1.69
B 組	16.75 ± 1.28	11.67 ± 2.58	9.88 ± 1.46	12.13 ± 1.46
diff	1.63 ± 3.78	1.33 ± 4.13	2.13 ± 3.04	0.50 ± 1.41
p	0.26	0.47	0.09	0.35

四週訓練過程中，於每週二訓練前於所紀錄之個人肌肉疼痛指數量表(VAS)平均值與標準差，A、B兩組於第二週分別為 2.86 ± 2.02 、 4.00 ± 1.89 ，兩組測試差異為 1.14 ± 1.22 ，達顯著差異($p<0.05$)。其餘三週均未達差異($p>0.05$)。如表 4-5-2 所示。

表 4-5-2 A、B 兩組訓練四週 VAS 之差異表

	第一週	第二週	第三週	第四週
A 組	4.10 ± 1.37	2.86 ± 2.02	2.71 ± 1.78	2.59 ± 1.42
B 組	4.79 ± 1.27	4.00 ± 1.89	2.75 ± 0.81	1.81 ± 1.05
diff	0.69 ± 1.56	1.14 ± 1.22	0.04 ± 2.06	0.78 ± 1.86
p	0.25	0.04*	0.95	0.27

第伍章 討論

本研究以青少年徑賽選手為研究對象，男生 10 名、女生 6 名，共 16 人。以個人最佳 30m 速度能力平均分配為 A、B 兩組。A 組以一週訓練頻率五次，B 組以一週訓練頻率三次。根據本研究實驗結果與統計分析之後，做出以下討論：

第一節 基礎耐力 2-4mmol/l

在個人有氧-無氧閾值速度(2-4mmol/l)能力方面，經過四週訓練後，A(五天)、B(三天)各組均有顯著進步表現($p < 0.05$)，表示不同週訓練頻率的訓練方式對基礎耐力(2-4mmol/l)有顯著的訓練效果，但 A、B 兩組之間並無差異($p > 0.05$)。陳江圳在 2004 年對國小網球選手進行研究，以每週三天的 20 分鐘耐力訓練進行五週後，對有氧耐力有顯著的訓練效果；葉明春在 2005 年以五週間歇訓練六位高中男子中長跑選手，研究結果顯示對選手有氧閾值(2mmol/l)的訓練達顯著效果；賴峻男在 2006 年研究以間歇訓練方式對青少年田徑選手生理之影響中指出，以 150m 與 200m 的距離做為運動負荷，對有氧-無氧閾值速度(2-4mmol/l)能力的提升為最佳的訓練指標。上述研究與本研究每週以 2mmol/l 強度進行 20 分鐘持續跑訓練及 200m 的間歇訓練各實施一次的訓練內容及訓練結果相同。Howard 等人在 1986 年將有關的研究資料加以彙整指出，運動頻率從每週二次到五次的體適能訓練，對心肺適能的提昇皆有顯著的效果。許秀桃、戴玉林(2003)指出體適能訓練，一週至少需三次以上才能達到

訓練效果。

在 Mader 階梯式速度漸增測試中，A 組在心跳率平均值的曲線明顯向下向右移動，有顯著進步 ($p < 0.05$)，這與每週以超補償原理進行五天訓練的結果有關，也顯示心跳率的適應改善只需一天的訓練就可達到 (Neumann & Hettenrott, 2002)，而乳酸堆積濃度在速度 3m/s 時有進步 (-2.39mmol/l)；B 組則在乳酸平均值的曲線有明顯向下向右移動，顯示在運動過程中乳酸堆積方面有顯著訓練效果 ($p < 0.05$) (如圖 4-2)，應該是訓練後隔天為完全休息一天，能使肌肉組織獲得充分恢復，而且高強度的訓練刺激足夠所致。

在停止訓練一週後的表現，A、B 各組在乳酸平均值雖稍有退步，但均未達顯著；心跳率部份 A、B 各組也未達顯著差異，但 B 組在有氧閾值速度 (2mmol/l) 的部份則增加了 8 min^{-1} ，略高於 A 組，表示一週訓練五天對耐力能力的訓練效果維持較佳，並顯示一週未進行耐力性的練習，耐力能力下降會立即顯現在心跳率上 (Neumann et al, 1991)。

第二節 CMJ 下肢力量能力

下蹲跳 (CMJ) 的力量訓練型態屬於快速力量、反應力量，此訓練方式約可在訓練 3-4 週 (6-9 單元) 就能有效果顯現 (Grosser et al, 1998)。而 A、B 兩組經過四週訓練後，檢測成績均未達顯著進步 ($p > 0.05$)。

本研究實施力量訓練的內容包含了：一週一次快速力量 (藥球上拋)、反應力量 (欄架彈跳) 及力量耐力 (循環訓練)，與上述研究相較雖然週訓練單元較為不足可能影響訓練效果，但受試

者能否在執行訓練動作時正確快速的完成，才可能是導致訓練效果未達顯著的重要原因。另外欄架連續跳躍訓練與高台落下(drop jump)有相同原理，都是由肌肉快速伸展-收縮SSC(Stretch-Shortening-Cycle)的機轉所構成，研究認為以40cm的高度較適合訓練(Bosco, 1982)，高度太低對肌肉刺激不夠，高度太高對伸展負荷強度越大，其收縮強度反而下降(Voigt et al, 1995)。除此之外，青少年的肌肉中水份多，蛋白質、脂肪、無機鹽含量少，因而富有彈性，但其肌肉重量占體重百分比卻低於成人，因此收縮能力較弱，肌力差容易疲勞(田麥久，2005；黃任楷，2002)。Viitasalo and Bosco 於1982的研究指出，若伸展與收縮週期間時間差太長(超過500ms)，儲存的彈性未能將會轉換成熱能而消失，加上青少年在掌握新動作的學習上較不穩定，動作也不夠準確與協調，落地後迅速躍起的時間太長，造成受試者在施測動作的不確實而影響成績表現。

在停止訓練一週後的力量表現，A、B各組間及組內均無顯著差異。研究指出：肌肉因停止訓練而產生萎縮的速率，幾乎和肌肉因訓練而產生肥大的速率是相同的慢，大約每週1%(Hather, Bruce, & Tesh, 1991; Houston 等人，1983; Narici 等人，1989; Staron 等人，1991)。因此，短時間的停止訓練可能不會對肌肉力量造成太大的影響。

第三節 30m 速度能力

經過四週不同「週訓練頻率」訓練後，A、B 各組在 30m 速度能力表現上均未達顯著進步 ($p>0.05$)，顯示四週的訓練週數雖有微幅進步，但不足以達到顯著水準，其原因與上節 CMJ 研究結果有關，其體能訓練之交互作用會對訓練結果產生影響。Hennessy 和 Kilty(2001)學者評估 17 位高中短跑女姓選手，發現彈跳能力與短跑能力有顯著之相關。研究指出：30m(m/s)與 CMJ(cm)之間呈現正相關，亦即 CMJ 彈跳能力好的人，其 30m 成績表現也會好(林嬌娟、陳紫君、張嘉澤，2007)。由此可之本研究在 CMJ 下肢力量訓練未獲顯著訓練效果，進而影響 30m 速度能力的表現。

其次青少年神經活動過程不穩定，興奮與抑制不均衡，過程中在大腦皮層容易擴散(常為來與宮麗娜，2001)，加上青少年時期因型態變化而使速度能力的提升出現輕微平緩的現象(Baur 等人，1994)。Hollmann(1985)也指出速度能力的提升透過訓練只能獲得 15-20%的改善，且須要中樞與末梢神經系統之協調，加上已錯過最佳訓練年齡(7-11 歲)，四週的訓練對於中樞神經的刺激頻率雖然稍嫌不足，但在以不增加訓練頻率的原則下，則必須確實監控受試者在每一趟執行速度訓練時都要以最大努力完成，才能有效獲得訓練效果的提升。從訓練與生理適應的觀點來看，訓練週期為 4-6 週，前兩週為強度適應期，後兩週則是適應穩定期(Hollmann et al.,1981)，因此若延長訓練週數應可顯現訓練效果。而經過四週不同週訓練頻率的訓練後，A、B 兩組之間的訓練效果則無顯著差異。

訓練對於速度的改善較肌力、肌耐力和心血管耐力來得少，因此不運動造成速度的喪失相對地較少。在停止訓練一週後的訓練效果表現，A、B 各組均無顯著退步，兩組之間也未有顯著差異，顯示速度能力在經過一週的停止訓練並未造成影響。當運動員停止訓練時，肌肉糖酵解(glycolytic enzymes)的活性，例如磷酸化酶(phosphorylase)和磷酸果糖激酶(phosphofructokinase, PFK)僅是些微的改變，如果要有所改變至少也要 4 週以上。Coyle 等 (1984)發現，在長達 84 天的停止訓練，糖酵解的活性並沒有改變，但是各種氧化酶的活性大約減少 60%。因此得知肌肉無氧運動能力比有氧運動能力可以維持較長的時間。

第四節 疲勞症狀之分析

在運動感覺負荷判斷(RPE)部分，A、B 兩組之間無顯著差異；而在肌肉疼痛指數(VAS)表現方面，A、B 兩組之間則在第二週有顯著差異，顯示因為 A 組屬於動態恢復，與 B 組完全休息一天的靜態恢復，使得肌肉疲勞的排除有差異，但隨著訓練適應後，第三、四週則無顯著差異。此研究結果與池上晴夫(1998)表示，一週運動一次不但無法獲得運動效果，反而是在每次運動後引發身體明顯的疲勞與肌肉酸痛，而且從運動的隔天開始，身體就會產生失調的情形，所以這樣的運動頻率除了帶給我們一身的疲勞，甚至還對運動效果無所助益。而每週運動三次的運動模式，在初期時會感到肌肉酸痛與疲勞，但隨著運動次數的增加也會慢慢減緩，且漸漸不再感到任何的不舒適。

第陸章 結論與建議

第一節 結論

- 一、A 組(五天訓練)與 B 組(三天訓練)之個人有氧-無氧閾值能力(2-4mmol/l)，在前、後測均達顯著差異($p < 0.05$)，表示兩種不同週訓練頻率對基礎耐力個人閾值能力都有顯著訓練效果。
- 二、在 Mader 漸增速度測試中顯示，A 組(五天訓練)由於每天接受訓練刺激因而在體循環系統能獲得良好改善；B 組(三天訓練)則因訓練強度較大且在訓練隔天完全休息，而在新陳代謝系統上獲得顯著訓練效果。
- 三、實施四週兩種不同「週訓練頻率」之訓練，對 30m 速度能力及下肢力量能力都沒有顯著訓練效果，是因為兩者之間體能交互作用之影響，由於本研究下肢力量能力的訓練效果未達顯著也影響 30m 速度表現。
- 四、停止訓練一週，對兩種不同「週訓練頻率」四週的個人有氧-無氧閾值能力(2-4mmol/l)、30m 速度能力及下肢力量能力訓練效果均未達顯著退化情況($p > 0.05$)，顯示停止訓練一週並不會造成運動能力的衰退，同時表示兩種「週訓練頻率」之各項運動能力均得以維持。
- 五、實施兩種不同週訓練頻率的訓練，兩組選手四週的運動感覺負荷判斷(RPE)值沒有顯著差異；而肌肉疼痛指數(VAS)B 組表現在第二週有顯著高於 A 組，但訓練頻率逐漸增加後則未再有差異。

第二節 建議

- 一、兩種不同週訓練頻率 A 組(五天訓練)與 B 組(三天訓練)對基礎耐力個人閾值能力均有顯著訓練效果，雖然 30m 速度能力及下肢力量能力的訓練效果未達顯著，但在停止訓練一週後各項運動能力在兩組之間皆未有顯著衰退情況，因此在相同「週訓練內容」下，建議青少年田徑基層訓練階段以三天做為週訓練頻率為佳。
- 二、30m 速度能力及下肢力量能力彼此間存在體能訓練之交互作用，建議教練在執行訓練課表時，必須確實監控選手能以最大努力及快速正確的動作完成每一趟訓練，才能在較少的訓練頻率下產生最佳之訓練效果。



參考文獻

中文部分

- 田麥久(2005)。運動員基礎訓練之二~人體科學原理。臺北市：奧力達。
- 池上晴夫(1998)。怎樣運動最健康。台北：書泉。
- 李俊賢(2005)。青少年的生理與發展。中醫兒科醫學雜誌，7(1)，9-23。
- 林嬌娟、陳紫君、張嘉澤(2007)。不同下肢訓練方式對國小田徑選手起跑反應時間之影響。2007年銘傳大學國際體育運動與健康休閒發展學術研討會。
- 范瑞亭(1992)。談青少年選手過早超專超量訓練之影響。國民體育季刊，21(1)，82-86。
- 許秀桃、戴玉林(2003)。淺談體適能教學—以兒童體適能教學課程為例。中山通識教育學報，2，95-102。
- 陳江圳(2004)。五週耐力訓練對國小網球選手專項能力表現的影響。國立體育學院教練研究所碩士論文，桃園縣。
- 陳仲義(2001)。運動時數對國民小學學童健康體適能的影響。未出版碩士論文，台北市立師範學院國民教育研究所，台北市。
- 黃任楷(2002)。青少年運動訓練問題初探。大專體育雙月刊，61，127-132。
- 常為來、宮麗娜(2001)。淺析青少年生理發育特點與體育教育生。淮南職業技術學院學報，1卷，1期，120-122頁。
- 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。

- 張曉昀、蔚順華（1998）。青少年運動員過度使用的傷害。大專體育雙月刊，38，122-127。
- 葉明春（2005）。間歇訓練對乳酸閾值之效應。國立體育學院教練研究所碩士論文，桃園縣。
- 賴峻男（2006）。間歇訓練方式對青少年田徑選手生理之影響。國立體育學院教練研究所碩士論文，桃園縣。
- 賴德聲（2004）。不同頻率之新式健身操對國小學童健康體適能之影響。未出版碩士論文，國立台北師範學院教育政策與管理研究所，台北市。

外文部分

- Baechle, T., Earle, R., & Wathan, D. (2000). Resistance training. In T., Baechle, & R., Earle (Ed.), *Essentials of strength training and conditioning* (2nd ed., 395-425). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Ballreich, R. (1969). Weg- und Zeitmerkmale von Sprintbewegungen. Berlin. Bereich. *Leistungssport* 15 (1), 29-33.
- Böhmer, D., Baron, D., Bausenwein, I., Fischer, H., Groher, W., Hess, M., Jager, D., Martin, L., Muhlfahrt, J., Nocker, P., Nowacki, G., Rompe, A., Thiel, B., & Schmucker, O. (1975). *Das Sportmedizinische Untersuchungssystem*. Leistungssport, Beiheft.
- Borg, G. (1962). *Physical performance and perceived exertion*. Lund: Gleerup, 1962.
- Borg, G. (1978). *Subjective effort in relation to physical*

- performance and working capacity*. In psychology: From research to practice. New York: Plenum Publishing.
- Borg, G. (1982). Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 14, 371-381.
- Borms, J (1986). The child and exercise : an overview *Journal of Sports Sciences*, (4) ,3-20.
- Bosco, C. & Viitasalo, J. (1982). Potentiation of myoelectric activity in human muscle in vertical jumps. *Electromyogram neuro*, 22, 549-562.
- Brynteson, P., & Sinning, W. E. (1973). The effects of training frequencies on the retention of cardiovascular fitness. *Medicine and Science in Sports*, 5 , 29-33.
- Bührle, M. (1989). Maximalkraft – Schnellkraft – Reaktivkraft. *Sportwissenschaft* 19 (3), 311-325.
- Costill, D. L., King, D. S., Thomas, R., & Hargreaves, M. (1985). Effects of reduced training on muscular power in swimmers. *Physician and Sports Medicine*, 13 (2), 94-101.
- Coyle, E. F., Martin, W. H. I., Sinacore, D. R., Joyner, M. J., Hagberg, J. M., & Holloszy, J. O. (1984). Time course of loss of adaptations after stopping prolonged intense endurance training. *Journal of Applied Physiology*, 57, 1857-1864.
- Daly, R. M., Bass, S., Caine, D., & Howe, W. (2002). Does training affect growth? Answers to common questions.

- The Physician and Sportsmedicine*, 30(10), 21-29.
- Dalton, S. E. (1992). Overuse injuries in adolescent athletes. *Sports Medicine*, 13(1), 58-70.
- Drinkwater BL, & Horvath SM. (1972). Detraining effects on young women. *Wed Sci Sports*. 4:91-95.
- Grosser, M. (1991). *Schnelligkeitstraining*. München.
- Grosser, M. (1998). *Schnelligkeitstraining im Tennis*. Sindelfingen.
- Grosser, M., Starischka, S., & Zimmermann, E. (1981). *Konditionstraining*. München-Wien-Zürich.
- Grosser, M., Starischka, S., & Zimmermann, E. (2001). *Das neue Konditionstraining*.
- Gundlach, H. U., & Mitarb. (1973). *Olympische Analysen*. Leipzig.
- Hather, B. M., Bruce, M., & Tesh, P. A. (1991). Influence of eccentric actions on skeletal muscle adaptations to resistance training. *Acta Physiol Scand*, 143, 177.
- Hennessy, L., & Kilty, J. (2001). Relationship of Strength-shortening cycle to sprint performance in trained female athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 15.326-331
- Hickson, R. C., Foster, C., Pollock, M. L., Galassi, T. M., & Rich, S. (1985). Reduced training intensities and loss of aerobic power, endurance, and cardiac growth. *Journal of Applied Physiology*, 58, 492-499.
- Hollmann, W. (1959). *The Relationship Between pH, Lactic*

Acid, Potassium in the Arterial and Venous Blood, the Ventilation,(PoW) and Pulse Frequency During Increasing Spiro-ergometric Work in Endurancetrained and Untrained Persons. Pan-American Congress for Sport medicine, Chicago.

Hollmann, W., & Hettinger, T. (1976). *SPPORTMEDIZIN, Arbeits-und Trainingsgrundlagen.* Stuttgart-New York.

Hollmann, W., Liesen, H., Rost, R., & Kawahate, K. (1978). *Über das Leistungsverhalten und die Trainerbarkeit im Alter.* Z.Geront.11,312.

Hollmann, W. (1985). *Historial Remarks on the Development of the Aerobic Threshold up to 1996.* Int. J. Sports Med. 6.109.

Hollmann, W., & Rost, R. (1981). *Ergometrie zur Hypertoniediagnostik.* Dt. Med. Wschr. 106

Houston, M. E., Froese, E. A., & Valeriote, P. (1983). Muscle performance, morphology and metabolic capacity during strength training and detraining: a one leg model. *European Journal of JAppl Physiol*, 51, 25.

Hultman, E., & Saholm, K. (1980). Acid-base balance during exercise. *Exercise and Sport Science Review*, 8, 41-128.

Howard, A., Wenger, J., & Gordon, J. (1986). The Interaction of Intensity Frequency and Duration of Exercise Training in Altering Cardiorespiratory Fitness *Sport Medicine Vol.* 3, No. 5.

Itoh, H., & Ohkuwa. (1991). Ammonia and lactate in blood

- after short-term sprint exercise. *European Journal of Applied Physiology*, 62, 22-25.
- Karvonen, M., Kentala, E., & Mustala, O. (1957). The effects of training on heart rate. *A longitudinal study. American Medical and Experimental Biology*, 35, 307-315.
- Klinzing, J. E., & Hazelton, I. M. (1982). The effects of exercise and weight change on cardio respiratory endurance. *Journal of Sports Medicine*, 22, 469-476.
- Letzelter, H., & Letzelter, M. (1982). Die Struktur sportlicher Leistungen als Gegenstand der Leistungsdiagnostik in der Trainingswissenschaft. In: *Leistungssport* 12, 351-361.
- Lehnertz, K. (1988a). Kraftempfindungstraining als Mittler zwischen Kraft- und *Trainingslehre*. 120-131.
- Letzelter, M. (1978). *Trainingsgrundlagen*. Reinbek.
- Matti, T. (2004). *Testing Athletic Performance in Team and Power Sport*. (pp.3-7). Newtest Oy.
- Marder, A., Lisen, H., Philippi, H., Rost, R., Schurch, P., & Hollmann, W. (1976). *Zur Beurteilung der sportspezifischen Ausdauerleistungsfähigkeit in Labor. Sportarzt und sportmed.* 27(4), 80-88.
- Martin, D., & Nicolaus, J. (1998). *Leistungsvoraussetzungen und sportliche Leistungsfähigkeit von Kindern*. In: Daugs et al.: *Kinder und Jugendliche im Leistungssport*. 347-363, Schorndorf Hofmann.

- Martin, W., Nicolaus, J., Ostrowski, C., & Rost, K. (1980).
Handbuch Kinder- und Jugendtraining. In: Deutscher
Kanuverband.
- Micheli, L. (1983). Overuse injuries in children's sports: The
growth factor. *Orthopedic Clinics of North America*. 14,
337-360.
- Martin, D., Carl. K., & Lehnertz, K. (1991). Handbuch Kinder
und Jugendtraining. *Schorndorf*. 207-213.
- Nabatnikowa, M. J. (1982). Grundlagen der leistung junger
sportler. In: *Handbuch Kinder- und Jugendtraining*.
2556-258.
- Narici, M.V., Roi, G. S., & Landoni, L. (1989). Changes in force,
cross-sectional area and neural activation during strength
training and detraining of the human quadriceps.
European Journal of Appl Physiol, 59, 310.
- Notcutt, W. G., & Morgan, R. J. (1990). *Introducing
patient-controlled analgesia for postoperative pain
control into a district general hospital*, *Anaesthesia*.,
45(PP. 401-406).
- Neumann, G., & Berbalk, A. (1991). *Umstellung und Anpassung
des Organismus-grundlegende Voraussetzung der
sportlichen Leistungsfähigkeit*.
- Neumann, G., Pfutzner, A., & Berbalk, A. (1998). *Optimiertes
Ausdauertraining*.
- Neumann, G., & Hottenrott, K. (2002). Das grosse Buch vom
Lauffen. 223-226.

- Nikiforov, I. (1974). About The structure of training in boxing. *Scientific Work(Moscow)*6,81-91.
- Rost, R., & Hollmann, W. (1982). *Belastungsuntersuchungen in der Praxis*.86-90.
- Scott, J., & Huskinsson, E. (1976). Graphic representation of pain. *Pain*, 2, 175-184.
- Staron, R. S., Leonardi, M. J., & Karapondo, D. L. (1991). Strength and skeletal muscle adaptations in heavy-resistance-trained women after detraining and retraining. *European Journal of Applied Physiology*, 70, 631.
- Voigt, M., Simonsen, E. B., & Dyhre-poulsen, K. (1995). Mechanical and muscular factors influencing the performance in maximal vertical jumping after different prestretch loads. *Journal of Biomechanics*, 28, 293-307.
- Weicker, H., & Stroble G. (1994). Sportmedizin. *Biochemischphysiologische Grundlagen und ihrer sportartspezifische Bedeutung* , 65-66.
- Wilmore, J. H., & Costill, D. L. (1994). *Physiology of sport and exercise*. Champaign , IL:HumanKinetics,518-522.
- Weltman, A. (1995). *Factor affecting the blood lactate response*. In: The blood Lactate Response to Exercise. IL: Human Kinetics, Publisher, Canada, 29-47.
- Weineck, J. (1996). *Sportbiologie*. 5 Auflage, 26-27.
- Zintl, F. (1994). *Ausdauer Training*. Grundlagen, Methoden, Trainingssteuerung.

附錄

【附錄一】

受試者同意書

研究題目：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之影響

指導教授：張嘉澤博士

研究生：林嬌娟

單位：國立台灣體育大學（桃園）教練研究所

地址：桃園縣龜山鄉文化一路250號

聯絡電話：0935-580207

本研究係屬論文之實驗，所獲得的資料僅供研究之用，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的限制，但請事先聯絡告知研究者。

如您願意參與本實驗，請在同意書下方受試者簽名處簽名，及填寫聯絡資料，表示同意並願意遵守『受試者須知』內所列之各項有關規定。

受試者簽名：

日期：97年 月 日

聯絡地址：

聯絡電話：

【附錄二】

受 試 者 須 知

本研究之目的為探討【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之影響】。受試者須接受速度、下蹲跳動力(CMJ)及個人閾值能力檢測。

一、下蹲跳動力(CMJ)測驗

下蹲跳測驗 2 次，受試者站上測力墊雙手插腰不得擺振，下蹲後迅速盡力跳起，雙膝伸直不得彎曲。跳完第一次穩定站好後，再重複進行第二次動作。

二、速度測驗

站立起跑 30m，受試者以最大努力跑 2 趟。

三、個人閾值能力檢測

受試者在 400m 操場以 2.5m/s 的速度開始進行第一階測試。每階測試時間 5 分鐘，每階測試速度上昇 0.5m/s，測試進行直到受試者所能承受之最大負荷為止。

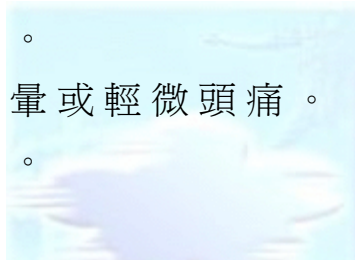
以上 2、3 項測驗之間會要求受試者至少休息 20 分鐘，以使受試者能盡力完成每一項測驗，測驗後你將可能會產生局部肌肉酸痛，這些酸痛可在數天之內消除，請勿擔憂。

爲了獲得正確的實驗結果，請你遵守以下事項：

- 1、檢測期間穿著輕便之運動服及運動鞋。
- 2、檢測前必須熱身及做操二十分鐘以上，避免運動傷害發生。
- 3、檢測時請勿保留實力，以最大努力完成各項測驗。
- 4、檢測期間不得參加其他激烈運動項目訓練。
- 5、檢測前 2 小時之內請勿大量飲食。

當受試者有下列情形應立即表明並停止測驗：

- 1、嚴重呼吸短促
- 2、肌肉拉傷疼痛。
- 3、感覺嘔吐、頭暈或輕微頭痛。
- 4、身體極劇疲勞。



由於你的參與將對探討【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之影響】的研究有所貢獻，並能透過測驗而對自己在各項體能表現有所了解，而本研究也得以完成，再此由衷感謝。

國立台灣體育大學（桃園）教練研究所研究生：林嬌娟
國立台灣體育大學（桃園）教授：張嘉澤博士
國立台灣體育大學（台中）教授：呂欣善博士

【附錄三】

國立台灣體育大學(桃園)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	☐ 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) _____

聯絡電話：_____

家裡：_____

手機：_____

運動員簽名：_____ 日期：_____

家長簽名：_____

【附錄四】

肌肉酸痛指數(視覺類比量表)

編號：_____ 日期：_____

請將自己感受到肌肉酸痛程度，在下列的線上劃一個“×”。最左端表示完全沒有酸痛，線的最右端為表示極端的酸痛。

每次自我檢驗皆劃記兩次，若兩次劃記落差太大，則再劃第三次。

完
全
沒
有
酸
痛



極
端
的
酸
痛