國立臺灣體育大學(桃園)
教練研究所碩士論文

固定架間歇訓練對自由車選手專項能力之影響

The effect of Fixed Bracket Interval Training on Specific Ability of Cycling Athletes.

指導教授：張嘉澤　博士
研 究 生：陳耿賢　　撰

中 華 民 國 九 十 八 年 六 月

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

誌 謝

每一階段都有不同的學習經驗，在碩士求學短暫的這兩年時光中，陪伴支持我一路走來的朋友、老師和家人，先在此真誠表達對大家萬分的謝意。此篇論文之所以能順利完成，首先要感謝指導教授張嘉澤博士對於研究過程中的殷切指導與鞭策，並提供極好的建議及相關文獻和方向，同時訓練我能有獨立思考的能力，且於研究過程中，不時關切研究進度，促使本研究能如期完成，心中充滿感激。本論文並承李文志教授、詹元碩助理教授撥空指教斧正，使其更臻完善。

求學期間感謝教練研究所的湯文慈所長、詹貴惠老師等師長和月娥助教的教導和協助，實驗室的學長姐麟棋、錠堯、嘉吉、佳慧、建達、月琪等及實驗室夥伴吉堯、劭文、育彬、亞涵、綿綿的指點和幫忙，及教練所同學們的關心與鼓勵，像大家庭一樣讓我倍感溫馨。

在施測期間，衷心感謝參與本研究的全體受試者揮汗相挺，特別感謝杜屏芳老師、楊英棋教練與方芬芳的鼎力相助與支持，楊東蓁教練及翁瑞宏、謝國芳的幫忙，讓耿賢感到相當窩心，得以本論文實驗能夠順利完成。

爾後，望我能朝著自己的未來展翅高飛，回饋幫助過我的人。最後，僅以這本論文向我父母表達感謝之意，在這而立之年尊重我的理想與志願，無怨無悔。

固定架間歇訓練對

自由車選手專項能力之影響

摘 要

本研究主要目的在於探討固定訓練架施以間歇訓練對青少年自由車選手專項能力之影響。方法：受試對象為 8 名青少年自由車選手，平均年齡 16.4±0.5 years、身高 174.9 ± 5.3 cm、體重 62.2 ± 4.6 kg。方式：分為基礎、專項前後測，一開始於熱身前，以耳垂採血方式，採集 10μl 血液，做為安靜時乳酸與血糖值。在室外自由車 400 m 場地讓受試者以齒輪比負荷 53x15，起始速度從 8.3 m/s 開始，階段測試持續時間為 5 min 速度每階上升 0.83 m/s，測試進行至選手所能承受之最大負荷(all-out)為止。專項檢測於前、後測以 200 m 成積，做為速度之分析與比較。訓練則在固定架上，實施間歇訓練，一週訓練四次共訓練兩週。收集之參數有：乳酸、血糖、心跳率及專項成績與階段速度。以相依樣本 t 考驗分析訓練前後測各參數之差異，顯著水準訂為 $p<.05$*。結果:在經過訓練後之個人有氧-無氧閾值能力，前後測、平均未達顯著差異，但醣質新生在兩週訓練後則呈現穩定。而專項速度在後測時，亦呈現穩定及進步 0.38m/s 。依據本研究所呈現之結論，未來安排訓練計劃，可在平時訓練運用與加入固定架訓練之形態。

關鍵詞：自由車、固定訓練架、間歇訓練

The effect of Fixed Bracket Interval Training on Specific Ability of Cycling Athletes.

Abstract

The purpose of the study was to discuss the effect of bracket fixing interval training on specific training of young cycling athletes. Methods: subjects were 8 young cycling athletes, the average years, height, weight were 16.4±0.5 years, 174.9 ± 5.3 cm, 62.2 ± 4.6 kg, separately. Diagnosis ways: it had based test and specific tests(before and after training), which adopted 10 μ l blood from earlobe before warming up to get values of lactate and blood glucose of static condition. Before test, athletes have to wear polor and take speed control machine on bike. Test speed was form 8.3 m/s to athlete's maximum speed, every step was 5 min and then increased 0.83 m/s, load was 53x15 in the outdoor cycling field (400m). Specific tests were 200m performances (before and after training), and used Newtest machine to analyze performances of every step and recorded heart rate for 5min after test. Conducting of interval training was on bracket fixing on two weeks(4 times a weeks). Collecting parameters were lactate, blood glucose, heart rate, specific performances and speed. All personal information were analyzed by Descriptive Analysis and collecting database were analyzed by t-test(repeated measures), $p<.05$*. Result: after training, personal aerobic and anaerobic threshold wasn't significant difference. But Gluconeogenesis appeared stable after two training, and has effect on stability of specific speed. According to the results, bracket fixing interval training can use to normal training plan in the future.

Key words: Cycling, Bracket fixing, Interval training

目 錄

表目錄

圖 目 錄

縮寫對照表

ATP-CrP	無氧非乳酸系統
ATP_{ase}	三磷酸腺嘌呤核苷酸酶
cm	centimeter，距離單位，公分
CrP	Creatine Phosphate，磷酸肌酸
Diff.	differ，相異值
E1、3、5....	結束後第一分鐘、第三分鐘、第五分鐘....
HR	heart rate，心跳率
HR_{max}	心跳最大值
La	lactate，乳酸
La_{max}	maximal lactate in test，測試過程中乳酸最大值
m	meter，距離單位，公尺
min	minute，時間單位，分鐘
min^{-1}	beat per minute，每分鐘心跳數
mmol/l	millimol per liter，容積莫耳濃度，每公升所含有之毫莫耳數
m/s	meter per second，速度單位，每秒移動公尺數
Rep.	repetition，重複次數
Set	組
Speed	速度
Tr-HR_{max}	訓練心跳最大值
Tr-La_{max}	訓練乳酸最大值
T1、T2	前測、後測
$\dot{V}O_{2max}$	maximal oxygen consumption，最大攝氧量

$\dot{V}O_{2peak}$	peak oxygen consumption，最大攝氧峰值
s	second，時間單位，秒
h	horal，時間單位，每小時
HIIT	high intensity interval training，訓練方式，高強度間歇訓練
SIT	sprint interval training，訓練方式，間歇衝刺訓練
40km t t	40km time trial，自由車個人計時 40 公里
PPO	peak sustained power output，持續力量輸出值

第壹章　緒論

第一節　研究背景

根據記載，最初自由車的比賽是 1868 年在法國聖克勞德公園所舉行。這項競技運動在 1896 年第一屆奧運會裡，就開始被列為正式項目。除了奧運之外，每年在世界各地都有不同的賽事持續舉行著，當中大家比較熟悉的比賽、有每年一屆環法公路賽、世界錦標賽、環台公路賽等。

自由車比賽的距離從最短 200 m 至最長 200 km 以上，比賽時間從 10 s 至 6 h 不等，不同距離之項目對運動員的能量代謝與生理需求也都各有不同。在這些項目中，選手是否具備了良好的基礎耐力、速度耐力及快速乳酸排除的能力，是取得優異的成績因素之一。而 Joe Friel (2003) 也指出長距離公路賽選手，所需具備的主要能力有：長時間維持高速度能力、執行戰術時加速與恢復能力，及終點前的衝刺能力。

當人體從事不同時間的最大運動時，所動用能量供應的系統就會有所不同。肌肉三大能量系統中，10 s 以內之短時間高強度運動，主要來源為 ATP-CrP 系統或磷化物系統；1-2 min 時間左右之最大運動，其主要能量來源為 ATP-CrP 系統與乳酸系統(醣酵解)之搭配；至於 3 min 以上的最大運動或低強度長時間運動則為有氧系統(Neumann, 1990)。在激烈的運動中肌肉會開始產生大量的乳酸，間歇訓練時所產生的乳酸值又高於反覆訓練，許多人常以間歇訓練來作為提升無氧耐力的訓練方式(Keuletal, 1972)，所以間歇訓練對於乳酸系統是一項不錯的訓

練方法。除此之外乳酸的生成與排除也和有氧代謝能力有關(Hollmanntal, 1976)。而 Madere et al. (1977)也指出運動負荷在無氧閾值範圍，持續運動將造成乳酸堆積。

訓練的三個要素訓練頻率、訓練時間與訓練強度其中最需要分清楚就是強度。但選手與教練最容易搞錯的也是強度。有時候訓練課程在需要輕鬆的時候而強度太大，到了需要加快騎乘速度的時候卻因爲疲勞而無法衝擊其生理極限，結果是訓練變得稀鬆平常(Joe Friel, 2003)。在比賽時有些選手也是一樣，他們待在大集團裏面，直到無法跟住前面的領先集團，接著離競爭名次的希望越來越遠,卻也莫名其妙這一切是怎麼發生的。

訓練內容如何變化其最終目的都是爲了讓選手的成績一直精進。教練及選手也應該爲獲得可持續的改進以最少量里程數來訓練，這些課程是精心計劃和特定的。Astrand and Rodahl (1970)，Mathews et al. (1976)指出選擇符合專項運動的訓練器材訓練。除了可以達到效果外，也不受戶外天候因素及訓練場所的干擾來繼續從事訓練，亦可以配合選手能力上之差異與特殊狀況要求和時間的掌控來做有效的訓練監控。而如何制定與安排適當的訓練，則是每位教練及選手需要研究與瞭解的重要課題。

第二節　研究動機

現今的國際比賽，需要有很好的專項能力才能在比賽中脫穎而出，如沒有優異的能力那麼在個人計時賽、團體賽或是公路賽中，想要擺脫對手騎出成績，甚至在比賽中要幫助隊友運

用戰術會是比較困難的。我們都知道各競技項目的比賽能力與特殊性會隨著運動時間、環境與強度而有不同的需求。對自由車項目而言耐力是進步的關鍵，畢竟自由車比賽主要是一項耐力性的運動，如果沒有辦法完成比賽那麼其它的能力再好也無法發揮，只有先把耐力培養好，才能再關注於其它能力。要提昇這些能力的基本就是須有很好的新陳代謝與體循環能力。而這些能力已知可藉由耐力訓練增加骨骼肌粒線體(Hood, 2001)微血管密度(Gute, D., Fraga, C., Laughlin, M., & Amann, J., 1996，Ren, J., Semenkovich, C., Gulve, E., Gao, J., & Holloszy, J., 1994)等機制的提昇。

一般耐力訓練大多採用低強度及長時間方式，並配合較多的訓練週期。自由車項目在訓練時有很多教練與選手認爲他們訓練的時間越多騎得距離越長，比賽時的表現成績就會越好。對任何一位選手來說，達到一定訓練之時間與強度後就能獲得比賽所需的一些身體能力。但是相較於中、低強度持續方式進行的耐力訓練，間歇訓練也是提昇選手基礎與專項能力的最佳訓練方式之一，在各競技運動項目的訓練中已被廣泛使用，也經由許多研究證實能有效改善與提昇運動員的成績。Astrand et al. (1960)以間歇方式進行訓練，在不損「質」的情況下，可提昇相當的「量」。他們在自由車測試中，一次只能連續維持 9 min 的持續負荷(350 w)的訓練，若換以間歇方式進行，可以在 1 h 內做上總共 30 min 的時間。然而近年來這些方式一直被廣泛的討論與運用，如高強度間歇訓練(HIIT)。研究也指出 HIIT 可在短時間內達到與傳統耐力訓練相似的效果。Weston et al. (1997) 以 6 名自由車選手進行 4 週的 HIIT，其訓練強度訂爲 80%持續力量輸出值(PPO)，週訓練課程 6-8 次 5 min 的負荷，間歇休息

時間爲 1 min。結果顯示 150%PPO 的持續訓練耗竭時間及 40 公里計時(40km t t)成績皆顯著進步。Stepto et al. (1999)讓自由車選手在 3 週內完成 6 次的 HIIT，每次訓練 12×0.5 min 的 175% PPO，發現 40km t t 的成績也有明顯進步。HIIT 通常以最大或接近最大攝氧量(90%$\dot{V}O_{2max}$)運動強度重複數秒到數分鐘的負荷，並且依照訓練強度，施予安靜休息或動態恢復(Gibala & McGee, 2008)。另外有一些研究提出兩週的訓練就能對機體產生效果。如 Talanian et al. (2007)使用 90%$\dot{V}O_{2max}$之強度進行 10x4 min 間歇休息 2 min 的 HIIT，經過兩週訓練後增加了肌肉內酵素活性提升與脂肪代謝的比率。而 Kirsten et al. (2005)讓 16 名的大學生分爲兩組。8 人施以兩週的間歇訓練計劃(實驗組)，另外一組則爲(控制組)沒安排訓練，目的在探討間歇衝刺訓練(SIT)對肌肉氧化能力及自由車的耐力與表現。訓練內容一週三次每天訓練課程爲 4~7 次 30 s 間隔休息時間 4 min 的 SIT，同時訓練間搭配 1~2 天的完全休息讓受試者達到恢復的目的。運動表現則是在實驗室內進行檢測，他們以 $\dot{V}O_2$peak 的 80%強度下，讓受試者持續騎至衰竭並看持續多久的時間，進而比較訓練前後之差異。研究發現，兩週訓練的實驗組檸檬酸合成酶活性增加了 38%休息時肌肉肝糖含量也增加了 26%。而 Gibala et al. (2006)針對 SIT 與傳統的耐力訓練看骨骼肌與運動表現來作比較。結果顯示：透過高強度的 SIT 能夠在短時間有效的(兩週以內)提昇有氧耐力，與傳統耐力訓練作比較，經過訓練後，肝糖儲存量、肌肉的乳酸排除能力與運動表現並無顯著差異，但是訓練的總量卻只有傳統耐力訓練的 10%。經由以上結果中我們可以知道在爲期兩週的訓練裡，間歇訓練也能使自由車的耐力增加與提昇肌肉能量代謝能力。然而過去大多數

的研究都是於實驗室內進行檢測，針對自由車專項的室外測試模式跟檢測較少，因此有其必要觀察經過訓練後在室外環境的基礎、專項能力表現和效果。

以往從事訓練大多是利用自由車場地，或是在野外省道公路上練習，但常到受天候與交通等因素的影響。現今器材儀器的開發與應用亦日趨進步，利用固定訓練架在室內進行訓練已經是相當普遍的方式。運用固定訓練架進行訓練，它的優點在於是不受天候、地形、訓練環境與時間的影響，尤其是在訓練強度負荷與轉速的要求上也較好控制。選手在固定訓練架的運用上大部份都是在於熱身及緩和，實施在課程的訓練操作上較爲少。綜合上述文獻可以發現間歇的訓練方式具有省時的優點，在短時間內就能有明顯的訓練效果、增進運動表現、與提升有氧無氧能力、運動中減少醣類的使用及改善肌肉對於乳酸的排除能力，這些特性對於高強度的循環式運動有很大的幫助，因此本研究設計是透過固定架施以間歇訓練方式，進行爲期兩週訓練及運用自由車在室外檢測的方法觀察訓練後對於自由車選手專項能力表現(200 m 成績)與基礎能力的訓練效果。

第三節　研究目的

本研究主要是以固定訓練架再施以間歇訓練方法爲依據，針對自由車所需之專項能力爲訓練方法，進行兩週間歇訓練、每週訓練四天。探討自由車選手的基礎耐力(2-4 mmol/l)、專項能力(200 m 測試)、階段速度，探討訓練前、後之差異。

本實驗研究目的如下：

一、探討固定架間歇訓練前、後基礎耐力差異。

二、探討訓練前後對提升專項能力全程(200 m 測試)之效果。

三、探討維持(200 m 測試)速度穩定訓練前、後之差異

第四節　名詞解釋

一、200 m 計時賽

是用來選拔選手的資格賽。跑道位置與終點線相對直道上的指定地方，以動態方式在最後 200 m 加速及完成距離。

二、基礎耐力(2-4 mmol/l)，如圖 1-2

(一)有氧閾值(2 mmol/l, Aerobic Threshold)：

指發生在無氧閾值之前，血乳酸濃度高於安靜值，介於 2-4 mmol/l 之間，其能量代謝以脂肪爲主。透過乳酸分析軟體可算出，選手有氧閾值的速度與心跳率，可作爲有氧耐力訓練效果評估與排定訓練負荷之依據。

(二)無氧閾值(4 mmol/l, Anaerobic Threshold)：

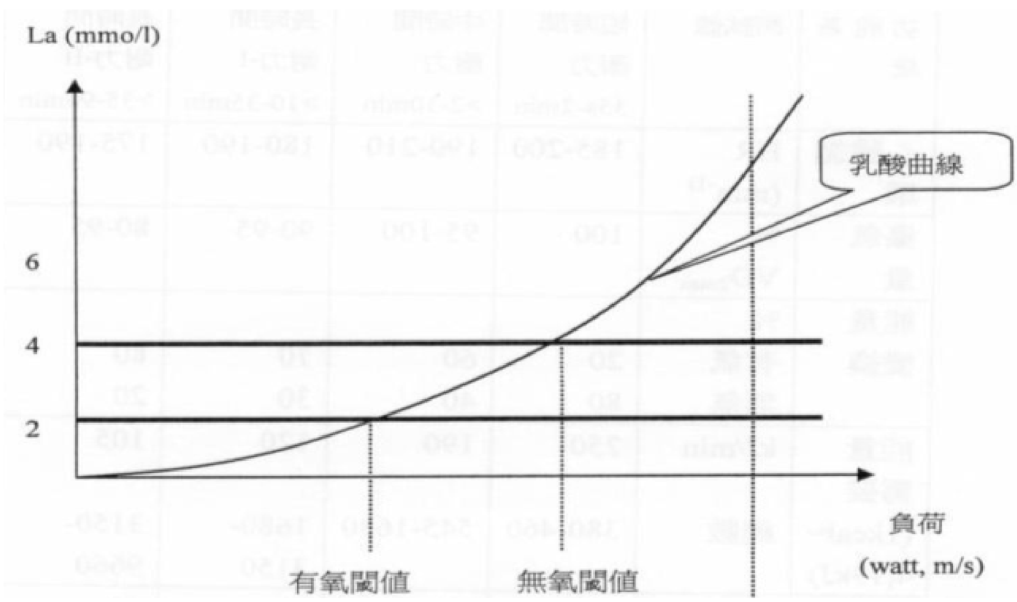
運動中血乳酸濃度開始產生堆積，其值超過 4 mmol/l，此時的

運動強度稱為無氧閾值，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，選手無氧閾值速度與心跳率。

三、室外基礎與專項(200 m)檢測

為求接近實際的型態，基礎檢測在室外自由車場地進行。

200 m 是一項要求速度的項目，故以場地 200 m 專項來診斷自由車選手之專項表現。



補償(compensation)	基礎區域	發展區域	競技區域
脂肪＋碳水化合	碳水化合物＞脂肪	碳水化合物	
2 mmol/l	2-4 mmol/l	> 4 mmol/l	

圖 1-1 乳酸閾值與能量代謝關係(Mader, 1976)

第貳章　文獻探討

本章目的爲總結前學者所作之相關研究，分三節來進行探討與說明：

一、乳酸及心跳率之相關文獻。

二、間歇訓練之相關文獻。

三、文獻探討總結。

第一節　乳酸及心跳率之相關文獻

心跳率在生理學以及訓練學上是最常被運用的生理指數。作爲運動強度的設定訓練效果的檢測。心跳率的測量可評估人體的身體狀態，還可判定心肺功能優劣、運動強度指標、評估運動能量消耗、評估運動訓練效果(Hollmann, 1959)。心跳率也是最能直接反映生理機能的有效指標，不僅能快速獲得訓練時生理反應，也能立即對訓練強度作調整。Hollmann et al. (1987)指出可利用最大運動結束後五分鐘之恢復心跳率來評估體能及訓練效果判斷，超過 130 min^{-1} 表示差；120-130 min^{-1} 表示不好；115-120 min^{-1} 表示好；105-100 min^{-1} 表示非常好；100 min^{-1} 以下表示高競技運動能力(Böhmer et al., 1975)。至於休息方面，Signorile, J., Ingalls, C., & Tremblay, L., 1993 均支持採用運動量較低的動態休息以取代完全靜止下來的休息。

在運動生理學的領域中，只要談到能量系統，乳酸經常是佔有非常重要的一部份。而在運動訓練中乳酸產生的主要因素

有運動的強度、參與的肌肉量、與持續的時間(Hultman, E., & Saholm, K., 1980；Itoh, H., 1991)。乳酸也可用來評定選手的無氧 ATP-CrP 系統供能能力；無氧醣效解能力、負荷強度之指標等。Wells et al. (1957)也指出在穩定的狀態下，乳酸堆積的情形可以做爲判斷運動負荷的生物參數之一。

因此乳酸與心跳上運動訓練上的應用可分爲：一、運動強度的判定；二、能量代謝負荷的判斷；三、訓練與比賽時選手運動能力判斷；四、做爲有氧能力的判斷；五、做爲訓練強度的判斷；六、做爲訓練類型的判斷作爲訓練方式的判斷(張嘉澤，2004)。

第二節　間歇訓練之相關文獻

選手在激烈的運動中肌肉會產生大量的乳酸，間歇訓練與反覆訓練除了運動強度設定不同外，最大不同之處乃在於因運動後其間歇採未完全休息之方式，反覆訓練則以完全休息之方式來實施，而間歇訓練所產生的乳酸值高於反覆訓練，這也是近來許多人以間歇訓練作爲提升無氧耐力的方式。間歇訓練是提昇選手的基礎與專項能力的最佳訓練方式之一(Keul et al., 1972)，在各競技運動項目的訓練已被廣泛的使用，也經由許多研究證實能有效的改善與提昇運動員的成績。有研究指出短時間的負荷、期間的休息可提昇磷酸激酶(CrP kinase) 的活性，有利於無氧代謝的適應(Costil et al., 1979)。

Rodas et al. (2000)以間歇訓練設計爲重覆數次的 15 s 的運動搭配 30 s 的休息，結果發現可能同時促進有氧與無氧代謝酶的活

性。張嘉澤(2008)也指出在高強度間歇的訓練適應顯現：能讓乳酸輸出活性增強與上昇、改善乳酸滲透能力、有氧的積極化，促使氧債快速排除、提昇 CrP 的分解與再生、無氧醣效解的積極化(無氧非乳酸能力)FT 肌肉纖維的投入能力、增強心臟與呼吸的工作能力、改善乳酸排除速度，與改善無氧與有氧的能量提供轉換。

第三節　文獻探討總結

經由以上文獻所述，綜合歸納爲下列幾點：

一、運動表現會受到心跳率的影響，在激烈的間歇訓練後，心跳率可達最大心跳之 90%以上，比賽或訓練階段若心跳率下降越快，速度穩定也會相對提升。

二、耐力能力會影響自由車選手速度之表現，且與比賽成績呈現相關，耐力越佳者，其維持高速度騎乘的能力即越佳，相對地能有效縮短比賽時間。

三、高強度間歇訓練可短時間內使心肺適能改善，每跳輸出量增加、安靜心跳率下降、安靜時血壓下降、增加運動中的最大心跳率及降低穩定狀態下的非最大運動心跳率，非最大運動後之心跳率也會較快恢復至安靜心跳率。

四、高強度的間歇訓練可改善人體乳酸的轉換能力，加速乳酸排除，減少因體內乳酸濃度堆積，而造成運動能力下降的情況，有氧能力越強，其乳酸排除能力就越好。

五、優秀的自由車選手必須具備速度快、耐力佳、恢復能力好的條件。

第参章　研究方法與步驟

本章主要目的在說明本研究過程與測試方法跟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、檢測時間與地點。

三、實驗流程圖。

四、檢測項目與方式。

五、訓練內容與方法。

六、實驗儀器與設備。

七、資料處理與分析。

第一節　研究對象

本研究以青少年男子自由車選手共 8 名(訓練年齡兩年以上、最佳成績爲全國中等學校錦標賽前三名)進行研究，且無任何病痛及受傷情況，實驗開始前先向每一位參與者清楚的告知本研究之目的、方法和程序及訓練流程與器材使用，讓選手能盡最大努力完成測試。而在詳細閱讀受試者須知後選手需簽署受試者同意書和疾病調查表，選手基本資料如(表 3-1)。

表 3-1 受試者資料(M±SD)

受試者	年齡(yrs)	身高(cm)	體重(kg)
N=8	16.4±0.5	174.9±5.3	62.2 ±4.6

第二節　檢測時間與地點

一、基礎檢測

(一) 時間： 98 年 2 月 4 日 及 2 月 15 日，共 2 次 (前、後測)。地點：室外自由車 400 m 場地。

二、專項檢測

(一) 時間： 98 年 2 月 5 日 及 2 月 16 日，共 2 次 (前、後測)。地點：室外自由車 400 m 場地。

第三節　實驗流程

由 8 位青少年男子自由車選手參與本研究，一開始全部受試者經過專項與基礎前測後，再實施固定架間歇訓練、經過爲期兩週後，探討對專項成績及分段速度與基礎耐力表現之影響，選手都必須完成兩次基礎檢測(前測)與訓練及兩次專項檢測(後測)；所有檢測所得之資料，以 Microsoft Office Excel 2003 軟體爲工具，呈現選手各項檢測結果。實驗流程包括基礎檢測與專項檢測，主要內容如(圖 3-1)

說明實驗流程

填寫基本資料、健康調查表

(1) 200m 場地專項檢測(前測)
(2) 基礎耐力檢測(2-4mmol/l)

進行兩週固定架室內間歇訓練

後測~訓練效果評估
(1) 基礎耐力檢測(2-4mmol/l)
(2) 200m 場地專項檢測

數據處理與結果分析

圖 3-1 實驗流程圖

第四節　檢測項目與方式

本研究分為基礎檢測及專項測試。測試之間完全休息，讓受試者有足夠時間恢復。

一、基礎檢測

基礎檢測是常用於測量最大攝氧量與乳酸閾值的檢測方式，是用來評估訓練效果最普遍的方法之一，也可在訓練時作強度的調整，方便性極高。本研究以 Neumann et al. (1989) 自由車選手室內速度漸增式測試為依據再以 Neumann et al. (1993) 的自由車室外測試方式修改來進行。主要內容如(表 3-2)。受試者於熱身前，以耳垂採血方式，採集 10μl 血液，做為安靜時乳酸與血糖值。測試前需穿戴上心跳偵測器與在個人裝備(公路車)裝設速度控制器(Polar725x)，並伸展與熱身。選手在自由車 400 m 跑道上以齒輪比為負荷 53x15，起始速度從 8.3 m/s 開始，階段測試持續時間為 5 min 速度每階上升 0.83 m/s 結束後立即進行採血(同時紀錄心跳率)測試進行至選手所能承受之最大負荷(all-out)為止。測試中所採集之血液以德國製乳酸血糖分析儀進行分析，所得之數據再以德國奧林匹克研發之 Laktat-Exprot 軟體乳酸軟體進行計算，即可得知選手的基礎耐力能力。

表 3-2 室外基礎(2-4 mmol/l)耐力測試

步驟	測試強度
開始速度	8.3 m/s
每階增加速度	0.83 m/s
每階持續時間	5 min
測試進行時間	選手最大努力

二、專項檢測

(一)每一位受試者於前、後測以最大努力測試 200 m 成績,作爲訓練前、後之比較。測試前採集選手血液樣本分析安靜乳酸值,及在專項測試完後立即在 1、3、5、7 min 等時間點採集血液樣本進行乳酸濃度分析。同時在 200 m 測試過程中,以 Newtest 運動數據檢測分析各階段速度距離之成績,做爲前後測速度分析與比較。並全程記錄心跳至運動結束後 5 min (如表 3-2)。

(二)在自由車場地使用 Newtest 運動數據檢測儀。以它的速度測試功能、方法及配備，藉由每 50 m 放置一組紅外線感應器組，來擷取 200 m 中的每 50 m 分段之時間、速率來了解受試者之階段速度和速度維持之能力。待操作啓動後，受測者在自由車場地依標準比賽程序出發，於計時點跑道旁放置第一組紅外感應器組，垂直感應後方約 10 cm 與垂直感應範圍 5 m、內爲計時跑道，選手盡最大努力向終點方向衝刺，測試所得之數據再以專屬 Newtest powertimer analyzer 分析軟體分析即可知道每階段速度之圖表。

表 3-3　專項測試內容

測試項目	200 m 測試
收集之參數	HR、La、分段速度
採集時間點	R 、E1、E3、E5 min

第五節　訓練內容與方法

受試者，在室內以固定架實施間歇訓練，一週訓練四次，共訓練兩週。訓練內容如下：

表 3-4　訓練內容

人數	8 名
負荷強度	100 %
負荷型態	室內固定架 間 歇 訓 練
訓練方式	3x3 x15 s
休息時間	Rep：90 s (動態) Set：5 min(動態)
訓練週數	兩　　週
訓練頻率	一週四天

第六節　主要實驗儀器與設備

一、芬蘭製Newtest可攜式運動數據檢測儀、紅外線感應器組

圖 3-2 Newtest 運動數據檢測儀

二、血糖乳酸分析儀(BIOSEN C_line Clinic)

圖 3-3 血糖乳酸分析儀

三、ELITE 數位固定訓練架

圖 3-4 固定訓練架

四、心率錶(725x)：包括傳輸心率帶及 1 只 Polar 心率錶。

圖 3-5 心率錶

五、標準自由車 MERIDA Scultura Evo

圖 3-6 比賽用車

第七節　資料處理與統計分析

一、以 Microsoft Office Excel 2003 軟體進行計算，呈現選手各項檢測參數平均值(Mean)與標準差(SD)。

二、以德國奧林匹克研發之 Laktat-Exprot 軟體，分析基礎檢測之有氧-無氧閾值(2-4 mmol/l)

三、以描述性統計表示參與者基本資料及測試成績之平均數與標準差再以相依樣本 t 考驗分析訓練前後測各參數之差異。統計水準訂為 $p<.05$

四、所有圖形皆以 SigmaPlot 8.0 軟體製作。

第肆章　結果與分析

本研究以 8 位青少年自由車選手爲研究對象，分別接受基礎能力、專項能力測試後，開始爲期兩週之固定架室內間歇訓練，再進行後測。將所得結果經統計分析後以圖表進行說明，共分成 8 個部份依序呈現：

一、 2-4 mmol/l 乳酸閾值心跳率與速度。
二、基礎 2-4 mmol/l 閾值測試負荷中血糖濃度。
三、專項 200 m 分段速度。
四、專項 200 m 測試最大乳酸堆積與血糖值。
五、專項 200 m 與基礎耐力測試最大心跳率。
六、專項 200 m 速度與血液乳酸濃度之關係。
七、有氧閾值(2 mmol/l)速度與乳酸形成率之關係。
八、無氧閾值(4 mmol/l)速度與專項 200 m 速度之關係。
九、有氧閾值(2 mmol/l)心跳率與專項 200 m (T2)測試恢復期心跳率之關係。

第一節　2-4 mmol/l 乳酸閾值心跳率與速度

表 4-1 爲個人有氧-無氧閾值(2-4 mmol/l)心跳率與速度平均值標準差。前測(T1)2 mmol/l 閾值速度爲 9.8±0.6 m/s，後測(T2)則爲 10.9±0.9 m/s，兩次測試差異+1.1 m/s。2 mmol/l 心跳率於 T1 與 T2 分別爲 133±9、129±13 min^{-1}，差異-4 min^{-1}。

前測(T1)無氧閾值(4 mmol/l) 速度與心跳率分別為 10.1±0.4 m/s、171±12 min^{-1}。4 mmol/l 心跳率於前測與後測差異+12 min^{-1} 速度則為+1.2 m/s。

表 4-1 基礎耐力前(T1)、後測(T2)閾值速度與心跳率(p<0.05)

	2 mmol/l		4 mmol/l	
	m/s	HR	m/s	HR
T1	9.8±0.6	133±9	10.1±0.4	171±12
T2	10.9±0.9	129±13	11.3±1.9	183±7
Diff.	+1.1	-4	+1.2	+12

第二節 基礎 2-4 mmol/l 閾值測試負荷中血糖濃度

兩次的基礎耐力測試，T-1 在第一次(1x)血糖濃度平均值為 4.1±0.4 mmol/l，最後 1000 m(6x)血糖上昇至 5.0±0.4 mmol/l，差異 0.9 mmol/l(p>0.05)。T-2 在第一次 1000 m(1x)血糖濃度達 4.8±0.6 mmol/l，於第 6 次 1000 m(6x)血糖濃度達 5.2±0.5 mmol/l，兩次 (1x、6x)差異+0.8 mmol/l。T-1 與 T-2 於第一次(1x)差異 0.7 mmol/l 在第 4 次(4x1000 m)前測(T-1)與後測(T-2)血糖平均值分別為 3.8±0.3、4.9±0.3 mmol/l，差異 +1.1 mmol/l。

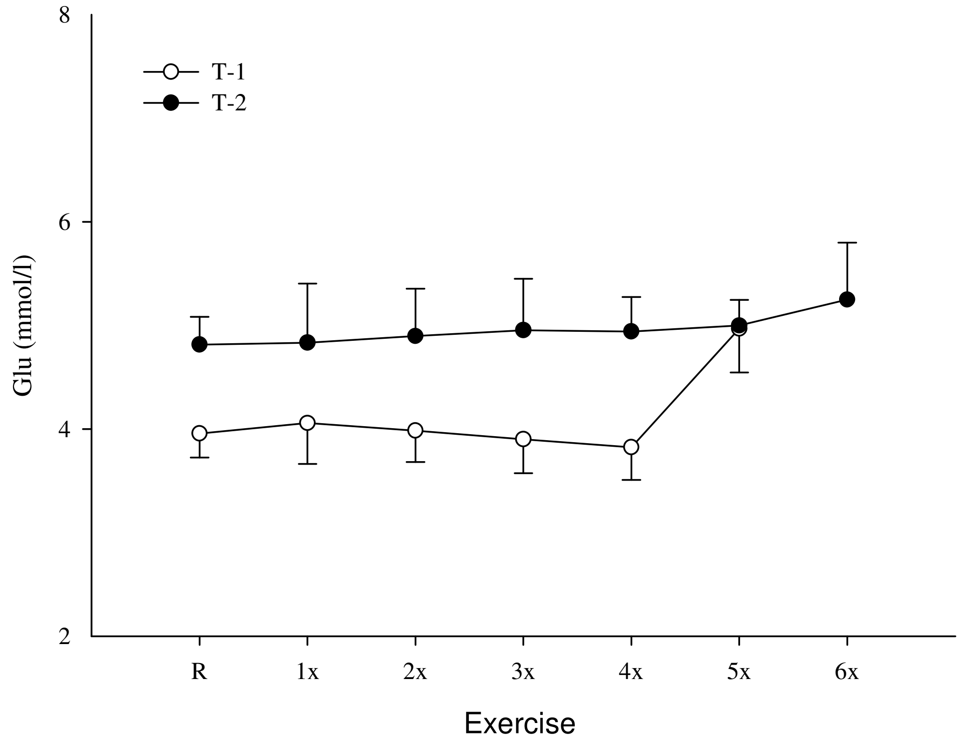


圖 4-1 基礎耐力測試負荷中血糖平均值與標準差

第三節　專項 200 m 分段速度

表-1 為兩次(T1、T2)200 m 專項測試，速度平均值分別為 13.86±0.64 m/s 與 14.24±0.49 m/s，在第二次測試(T2)增進 +0.38 m/s。200 m 分段速度於 50 m 前測(T-1)速度平均值為 14.4 ±0.6 m/s，後測(T-2)則為 14.7±0.6 m/s，兩次差異+0.3 m/s。T-1 第 3 段 50 m(3-50 m)與 4-50 m 速度分別為 13.6±0.7、13.2±0.6

m/s。後測 (T-2) 於 3-50 m 與 4-50 m 速度平均值則分別 14.2±1.6、14.2±1.4 m/s。T1 與 T2 於 3-50 m 速度差異+0.6，與兩次測試 4-50 m 差異則爲+1 m/s，如圖 4-2 所示。

表 4-2 專項速度測試平均值與標準差($p<0.05$)

(m/s)	200 m	max	min
T1	13.86±0.64	14.41±0.64	13.25±0.61
T2	14.24±0.49	15.61±1.25	13.30±0.39
Diff	+0.38	+1.2	+0.05

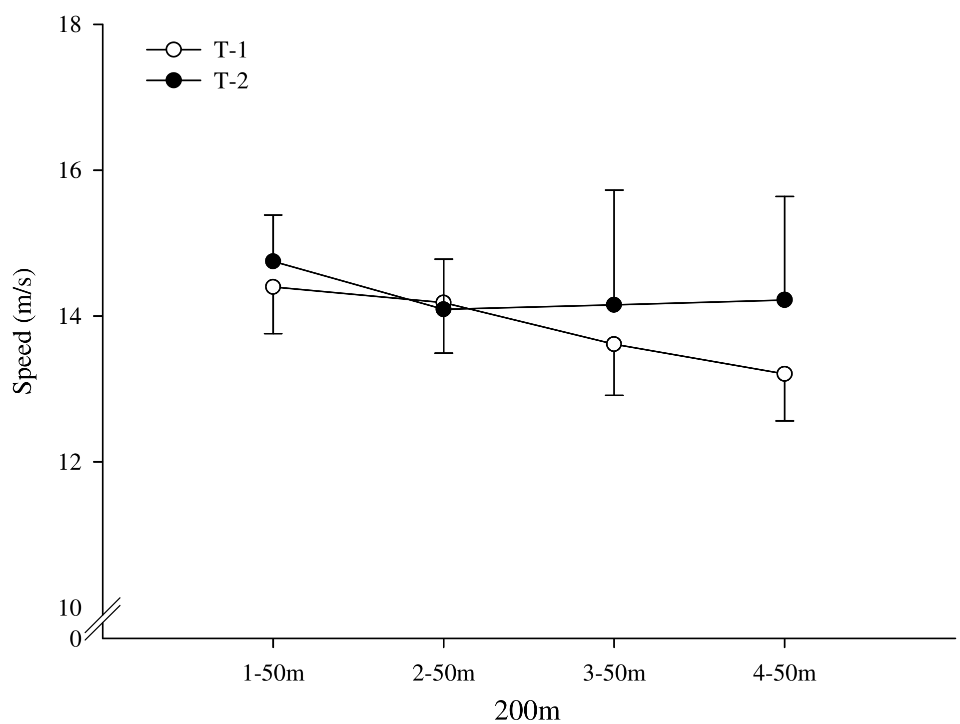


圖 4-2 T1 與 T2 平均分段速度之分析

第四節　專項 200 m 測試最大乳酸堆積與血糖值

200 m 專項測試最大乳酸堆積於 T1 與 T2 分別為 10.6±1.1、11.0±0.9 mmol/l，兩次測試差異+0.4 mmol/l ($p>0.05$)。個人最大值為 11.97 mmol/l (T-1)，T-2 則為 11.88 mmol/l。最大血糖值於 T-1 平均值為 4.8±0.4 mmol/l，後測(T-2) 則為 4.9±0.4 mmol/l，兩次差異+0.1 mmol/l。如圖 4-3 所示。

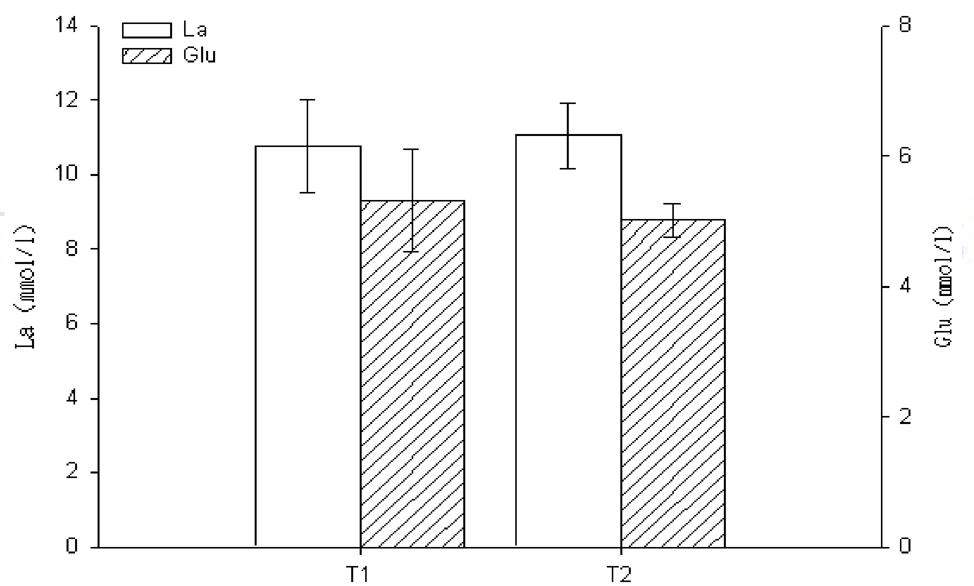


圖 4-3 200 m 測試最大乳酸與血糖平均值與標準差

第五節　專項 200 m 與基礎耐力測試最大心跳率

圖 4-4 爲專項 200 m 與基礎耐力測試最大心跳率平均值與標準差。前測(T-1)基礎耐力最大心跳率爲 194±3.2 min^{-1}，後測(T-2)則爲 195±6.9 min^{-1}，兩次測試差異 +1 min^{-1} ($p>0.05$)。專項 200 m 最大心跳率前測與後測平均值分別爲 188±7.1、198±5 min^{-1}，兩次平均值差異 +10 min^{-1}。

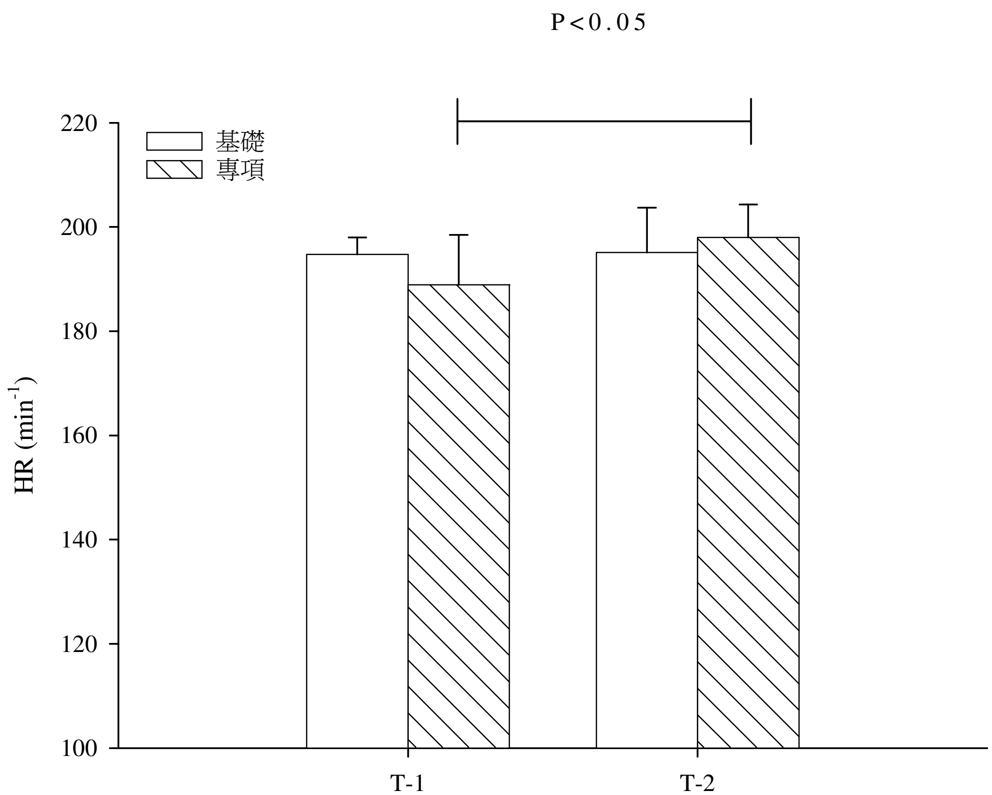


圖 4-4 專項 200 m 與基礎耐力測試最大心跳率平均值標準差

第六節　專項 200 m 速度與血液乳酸濃度之關係

專項速度於前測(T-1)與乳酸濃度呈現相關(r=0.5)，速度越快，乳酸濃度愈高。後測(T-2)血液乳酸濃度與 200 m 速度則呈現無相關(r=0.07)，乳酸濃度介於 9.97-12.17 mmol/l，200 m 速度則介於 12.9-14.5 m/s。

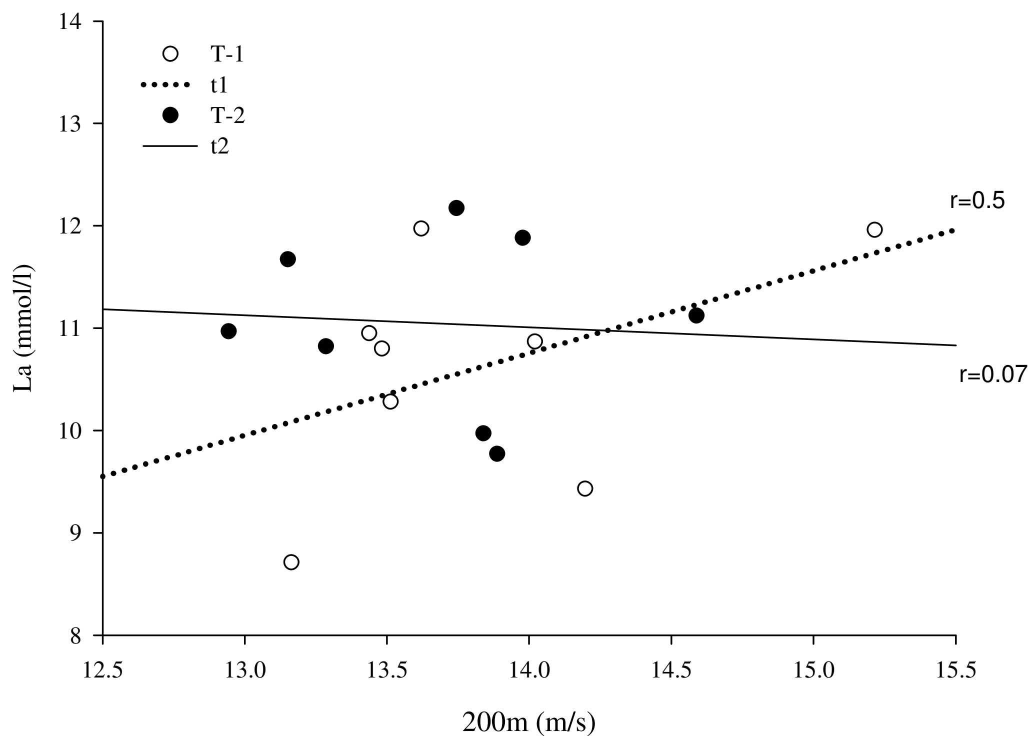


圖 4-5：專項 200 m 速度與血液乳酸之關係

第七節 有氧閾值(2 mmol/l)速度與乳酸形成率之關係

圖 4-6 爲閾值速度(2 mmol/l)與形成率之關係。其中閾值速度(2 mmol/l)介於 9.8 m/s 至 10.9 m/s 之間，乳酸形成率則介於 0.6 與 1.1 mmol/l *s 之間，兩者未達顯著相關($p>0.05$)。

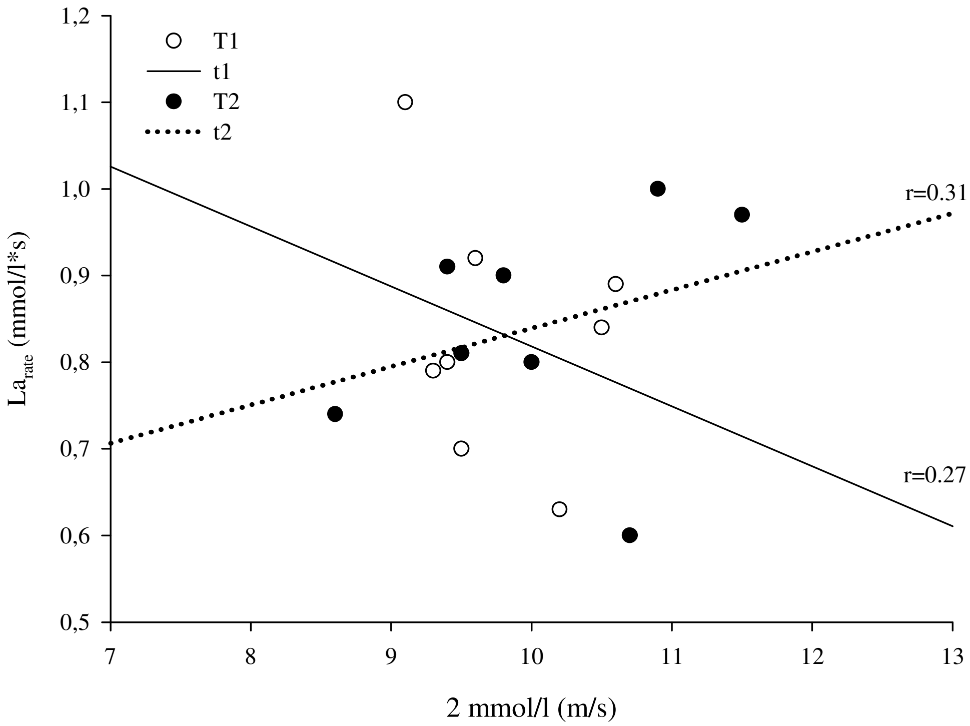


圖 4-6 有氧閾值(2 mmol/l)速度與乳酸形成率之關係

第八節　無氧閾值(4 mmol/l)速度與專項 200 m 速度之關係

無氧閾值(4 mmol/l)速度與專項最高速度於(T2)，兩者未達顯著相關。其中無氧閾值(4 mmol/l)速度介於 10.1 m/s 至 11.3 m/s 之間，專項 200 m 速度最高則爲 14.41 m/s 至 15.61 m/s 之間，如圖 4-7 所示。

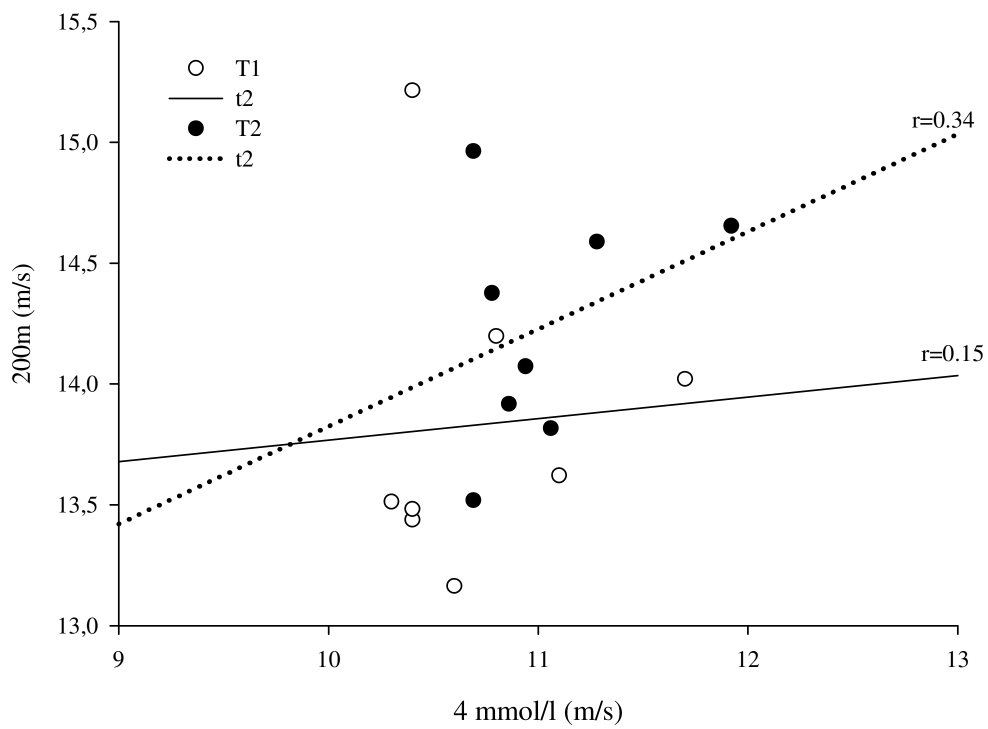


圖 4-7 無氧閾值(4 mmol/l)速度與專項 200 m 速度之關係

第九節　有氧閾值(2 mmol/l)心跳率與專項 200 m (T2)測試恢復期心跳率之關係

2 mmol/l 有氧閾值速度心跳率，分別為於前測(T-1)與專項 200 m(T-2)呈現正相關(r=0.5)，有氧能力越好心跳恢復越快。後測(T-2)則呈現無相關(r=0.03)。有氧閾值速度心跳率介於 133 min^{-1} 至 129 min^{-1} 之間，與專項運動結束後 E5 心跳率(T2)則為 120 min^{-1} 至 103 min^{-1} 之間如圖 4-8。

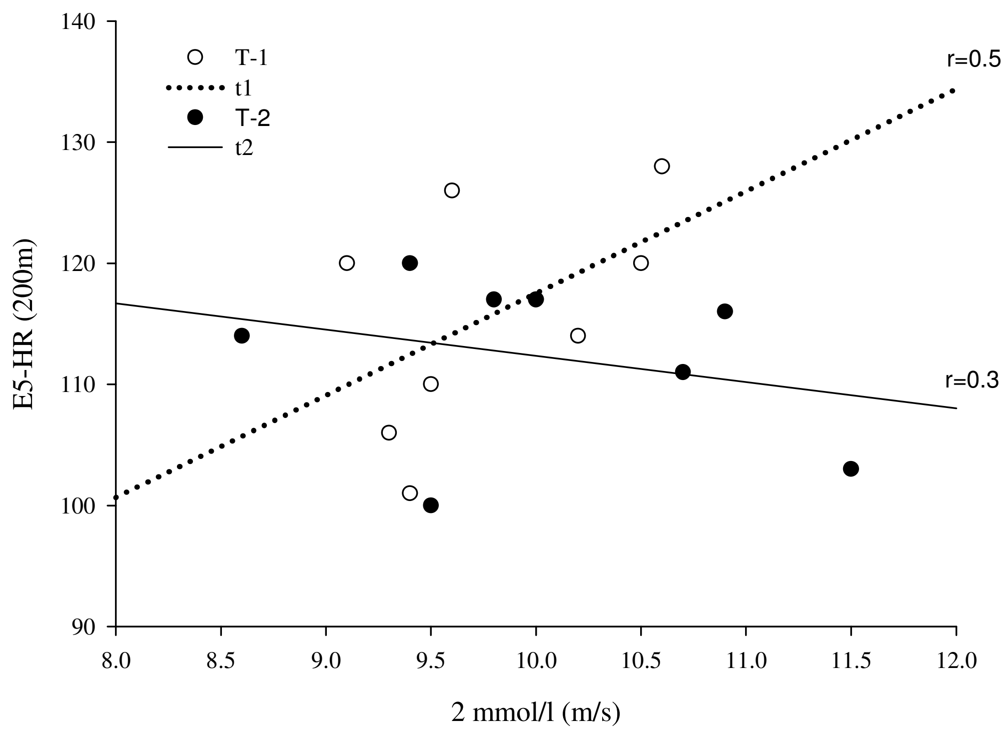


圖 4-8 V2 心跳率對 E5 心跳率之關係分析

第伍章 討論

本研究主要目的在探討青少年自由車選手，經過兩週在室內以固定架實施間歇訓練之後，基礎能力與專項能力之變化情形，及基礎能力與專項能力之交互關係。研究結果透過資料統計與分析後，將分為五個部分進行討論：

5.1 基礎耐力對運動負荷血糖濃度之影響
5.2 訓練後專項 200 m 速度對血液乳酸之影響
5.3 有氧閾值 (2 mmol/l) 速度與乳酸形成率之關係
5.4 無氧閾值速度對專項 200 m 速度之影響
5.5 有氧閾值速度對恢復期(E5)心跳率之影響

第一節　基礎耐力對運動負荷血糖濃度之影響

開始運動時，肝臟會加速肝醣分解以增加葡萄糖的輸出來維持血液葡萄糖濃度的恆定，避免低血糖發生，而肌肉及肝臟的肝醣大量耗盡時便會產生疲勞，而無法維持相同強度的運動。當運動時，肌肉對血糖的吸收增加，但血糖濃度維持不變，顯示肝臟葡萄糖的輸出增加(Romijn et al., 1993)。

基礎耐力(2-4 mmol/l 閾值)是發展專項運動能力的基礎。Böhmer et al. (1975)研究指出具有高度有氧能力(2 mmol/l)者，其最大負荷結束心跳率下降亦快。本研究發現訓練後受試者之血糖值濃度，在基礎耐力測試中有上昇與穩定趨勢，但未達顯

著差異(圖-1)。此症狀反應與 Weicker et al. (1994) 提出之理論相同，透過運動訓練對能量代謝活性具有正面意義。特別在運動負荷中之醣質新生能力，受個人有氧耐力程度影響(Neumann et al., 1994)。本研究中個人有氧閾值心跳率於後測(T2) 顯著高於前測(T1)，這種反應主要在於 2 mmol/l 速度(表 4-1)增加造成。Hollmann et al. (1982)與 Janssen (1989)對個人基礎耐力判斷分析指出，當個人閾值速度增加而心跳率亦提昇，此症狀反應出選手之訓練效果未達穩定狀態，這與本研究受試者症狀相同，在有氧-無氧閾值速度增加，但是兩項心跳率亦提昇(表 4-1)。選手荷中之血糖穩定，對競技能力影響頗大。Mader et al. (1991)研究指出當運動負荷中肌肉葡萄糖缺乏，肝臟立即進行醣質新生提供肌肉持續收縮，此時血糖濃度增加而乳酸值亦提昇。本研究中亦發現，在第 3 次測試後之血糖與堆積曲線是同時上昇。

具有高水準的基礎耐力能力，不但能輔助專項運動訓練效果，亦可以增加運動表現的穩定性，也是提升運動能力的基本條件。因此不論是何種項目之運動選手，皆須具備優秀的基礎耐力能力。而基礎耐力對自由車或其它耐力性項目來說，可作爲監控訓練強度的重要依據，及判斷訓練效果的指標。

第二節 訓練後專項 200 m 速度對血液乳酸之影響

專項 200 m 速度於訓練後(T2)增加+0.38 m/s(p>0.05)，雖然在統計上未達顯著差異，但是在訓練上之效果已呈現。Harre (1970)提出透過有系統訓練體能可以達到有效改善，但是速度

能力改善幅度只能達 20%。因此本研究兩週訓練在速度方面提昇至+0.38 m/s(表-1)，其改善效果達 0.36%。Linder (2000) 提出自由車選手速度訓練影響之因素，對於腳對踏板輸出之力量與肌肉收縮之能量提供路徑。在增加碳水化合物作爲能量來源，同時亦增加其中間產物乳酸。本研究發現前測(T1)血液乳酸濃度 10.6±1.1 mmol/l，速度 13.86±0.64 m/s，而後測(T2)上昇至 11.0±0.9 mmol/l。此症狀顯示運動負荷強度增加，血液乳酸堆積亦上昇，與 Weicker (1994) 所提出之理論相同。在血液乳酸平均值上，後測較前測增加 +0.4 mmol/l。但是在 200 m 速度與血液乳酸濃度進行直線回歸分析發現，前測呈現正相關(r=0.5)，而後測相關程度只達 r=0.07(圖-5)。此症狀顯示 T2 未再呈現高速度與高乳酸堆積反應，在訓練效果上是獲得改善。

第三節　有氧閾值(2 mmol/l) 速度與乳酸形成率之關係

乳酸是運動能量代謝中的一個中間產物，也是耐力能力的指標。當乳酸值在 2 mmol/l 時，能量代謝以脂肪爲主爲有氧的運動負荷(Mader, 1976)，因此 2 mmol/l 的速度可以作爲有氧耐力訓練負荷設定的依據與訓練效果之評估。

由(表 4-1)中可看出在經過固定架間歇訓練後，這八位青少年自由車選手的基礎耐力速度與乳酸的影響。其中 2 mmol/l 閾值速度來看前、後測有進步但未達顯著，可能是訓練負荷太強在連續的高強度間歇訓練下還未完全適應；而對於乳酸形成率由(圖 4-6)顯示有氧 2 mmol/l 能力在訓練前、後可看出分佈的

情況向上移動。

因此後測的無氧醣酵解情形比前測高。後測的乳酸代謝率高於前測，這種症狀反映後測的運動負荷刺激，照成肌肉產生的乳酸大於前測。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。乳酸的堆積與排除，依據個人之有氧能力的差異會有所不同。有氧能力越佳者，其乳酸的排除速度也越快，排除的能力越好。而根據這理論，在相同的運動強度負荷，2 mmol/l 速度能力的提昇能產生較小的乳酸率。

第四節　無氧閾值速度對專項 200m 速度之影響

依據研究指出，無氧閾值速度可做為運動訓練與負荷之判斷，而無氧閾值速度高代表有較好的體循環與無氧運動能力。此外 Bompa (1999)也指出速度在許多運動項目中具有決定性的影響力。而速度在自由車比賽上也扮演著不可忽視的角色，尤其是當比賽進入最後階段時，選手之間的實力不分軒輊，如何在最後階段勝出，此時無氧能力可以供應選手作最後的衝刺，也常是比賽勝負的關鍵之一。Mader(1976)認為相當於無氧閾值之負荷，能維持較常的時間，更高的負荷則會導致乳酸持續升高。由表 4-1 與 4-2 中可以看出，T1 的無氧閾值速度為 10.1±0.4 m/s，與專項速度 T1、13.86±0.64 m/s、T2 無氧閾值速度 11.3±1.9 m/s 專項速度 T214.24±0.49 m/s。閾值速度與專項速度的能力皆提昇，表示選手的無氧能力與速度能力提昇，雖然未達顯著但是與 Harre (1970) 提出透過有系統訓練體

能可以達到有效改善，但是速度能力改善幅度只能達 20%。因此本研究兩週訓練在速度方面提昇至+0.38 m/s(表-1) ，其改善效果達 0.36%。

第五節 有氧閾值速度對恢復期(E5)心跳率之影響

有氧(2 mmol/l)閾值速度是發展專項運動能力的基礎，也是提升運動能力的基本條件，擁有高水準的有氧基礎耐力能力不但能輔助專項運動的表現，也可以增加運動表現的穩定性，因此不論是何種項目之運動選手，皆須具備優秀的基礎耐力能力。Böhmer et al. (1975)研究指出具有高度有氧能力(2 mmol/l)者其最大負荷結束心跳率下降亦快。運動後心跳率的恢復也可看出身體代謝的好壞。由圖 4-8 可以看出在運動負荷結束後第 5 min 心跳率(E5)爲 120 min^{-1} 至 103 min^{-1} 之間。而依據 Hollmann (1978)提到最大運動負荷結束後第 5 min 之恢復心跳率來評估體能及訓練效果判斷，超過 130 min^{-1} 表示差；120~130 min^{-1} 表示不好；120~115 min^{-1} 表示佳；105~100 min^{-1} 表示非常好；100 min^{-1} 以下表示有高競技運動能力。這 8 位青少年選手在經過訓練後他們的恢復之耐力能力指標爲佳與非常好之間。對照有氧閾值速度表 4-1 則爲 10.9±0.9 m/s。因此在經過訓練後受試者之有氧耐力與恢復能力皆有增加，有氧速度提升，受測者(E5)心跳率下降。

第陸章　結論與建議

本研究是以青少年男子自由車選手 8 名進行測試，探討在運用固定架施以兩週間歇訓練後對其訓練效果。

第一節　結論

一、在經過訓練後之個人有氧-無氧閾值能力，前後測、平均未達顯著差異。但醣質新生在兩週訓練後則呈現穩定。

二、實施兩週以固定架之間歇訓練，對專項速度(200 m)在訓練上有其效果、而在後測時，亦有呈現穩定及進步 0.38 m/s。

。

第二節　建議

一、依據上述研究所呈現之結論，未來安排訓練計劃，可在平時訓練運用與加入固定架訓練之形態。

二、以固定架訓練雖然有其不受環境的限制優點。但對於騎乘的速度與比賽臨場感較為不足。

三、本研究使用的自由車基礎檢測為簡易了解個人基礎耐力能力的方式，可作為教練在制定耐力訓練強度方式之參考。

參考文獻

中文部份

張嘉澤 (2008)。**訓練學**，臺北縣：臺灣運動能力診斷協會。

外文部份

Åstrand, I., Astrand, P. O., Christensen, E. H., & Hedman, R. (1960) Intermittent muscular work. *Acta Physiologica Scandinavica, **4***8, 448-453.

Astrand, P.,& Rodahl, K.(1970). *Textbook of work physiology*. New York; McGrar-Hill. pp. 206–226

Allen, D. G., Lannergren, J., & Westerblad, H. (1995). Muscle cell function during prolonged activity: cellular mechanisms of fatigue. *Experimental physiology, 80*(4), 497-527.

Böhmer, D., Baron, D., Bausenwein, I., Fischer, H., Groher, W., Hess, M., Jäger, D., Martin, L., Mühlfahrt, J., Nöcker, P., Nowacki, G., Rompe, A., Thiel, B., Schmücker, O. (1975): *Das sportmedizinische Untersuchungssystem*. Leistungssport, Beiheft.

Costill, D. L., Coyle, E. F., Fink, W. F., Lesmes, G. R., & Witzmann, F. A. (1979). Adaptations in skeletal muscle following strength training. *Journal of Applied Physiology, 46*, 96-99.

Gute, D., Fraga, C., Laughlin, M. H., & Amann, J. F.(1996). Regional changes in capillary supply in akeletal muscle of high-intensity endurance-trained rats. *J Appl Physiol,* *81*(2),619-626

Gibala, M. J., Little, J. P., & van Essen, M. (2006). Short-term sprint interval versus traditional endurance training: similar initial adaptations in human skeletal muscle and exercise performance. *The Journal of Physiology, 575*(3), 901-911.

Gibala, M.J. & McGee, S.L. (2008). Metabolic adaptations to short-term high-intensity interval training: a little pain for a lot of gain? *Exercise & Sport Science Reviews. 36*(2): 58–63.

Haare, D. (1970): *Trainingslehre*. Berlin (DDR).

Hollmann, W., Rost, R. (1982): Belastungsuntersuchungen in der Praxis. *Grundlagen Technik und Interpretation ergometrischer Untersuchungsverfahren.* 120-126

Hollmann, W., Liesen, H., Rost, R., & Kawahats, K. (1987). *Über Das Leistungsverhalten und die Trainerbarkeit im Alter*. Z. Geront, 11, 312.

Hollmann,W (1959).*The Relat ionship Between pH, Lactic Acid, Potassiumin the Arterial & Venous Blood, the entilation, (PoW) and Pulse Frequency During Increasing Spiro-ergometric WorkinEndurancetrained and UntrainedPersons.*Pan-American Congress for Sportme dicine, Chicago.In:張嘉澤：運動能力診斷與訓練調整(未出版)

Hermanse,L,Vaage,O.(1977):Lactatedisappearanceandglycogens xnthesisinhumanmuscleaftermaximalexercise.*Am.J.Physiol.*

233:422-429.

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

Hollmann,W.(1977).*ZurBedeutungderStoffwechsell eistungsfähigkeitdesEliterudderersimTrainingundWettkampf. Beih eftzuLeistungssport9*,9-62.In: In:張嘉澤，訓練學，臺北縣：臺灣運動能力診斷協會。

Hood, D. A.(2001).Plasticity in skeletal, cardiac, and smooth muscle: Invited review: Contractile activity-induced mitochondrial biogenesis in skeletal muscle. *J Appl Physiol, 90*(3), 1137-1157.

Itoh, H.O. (1991). Ammonia and lactate in the Blood after short-term sprint exercise. *European Journal of Applied Physiology, 62,* 22-25.

Janssen, P. G. M (1989): *Ausdauertraining- Trainingssteuerung über die Herzfrequenz- und Milchsäurebestimmung*. Verlagenesellschaft Erlangen. 151-152.

Joe Friel (2003) *The Cyclist's Training Bible*

Keul, J., and Haralamble,G. (1972). *Energiestoffwechsel und körperlicheLeistung(S.80-100)*.In Hollmann, W. (Hrsg.), Zentrale Themin der Sportmedizin, Berlin-

Kirsten A. Burgomaster, Scott C. Hughes, George J. F. Heigenhauser, Suzanne N. Bradwell and Martin J. Gibala (2005). Six sessions of sprint interval training increases muscle oxidative potential & cycle endurance capacity in humans. *Journal of Applied Physiology*, *98*, 1985-1990.

Lindner, W. (2000). *Radsporttraining. Methodische Erkenntnisse, Trainingsgestaltung,Leistungsdiagnostik.* München: BLV Sportwissen.

Mader, A., Lisen, H., Philippi, H., Rost, R., Schurch, P., & Hollmann, W. (1976). Zur Beurteilung der sportspezifischen Ausdauerleistungsfaehigkeit in *Labor. Sportarzt und sportmed, 27*(4), 80-88.

Mader, A.; Heck, H. (1991).: *Möglichkeiten und aufgaben in der Forschung und Praxis der Humanleistungsphysiologie. Spectrum.* 11-16.

Mathews, D.,& Fox, E.(1976) *The physiological basisof physical education and athletic.* Philadelphia:Saunders. College Pub..

M., & Louis, G. （1996）. Effects of active recovery on power output during repeated maximal sprintcycling. European *Journal of Applied Physiology, 74*,461-469.

Neumann, G. (1990). Die Leistungsstruktur in den ausdauersportarten aus sportmedizinischerSicht. In: *Leistungssport 20,* 14-20.

Neumann, G., Schüler, K. P. (1994). Sportmedizinische Funktionsdiagnostik. *2 Auflage*. 90-91.

Ren, J. M., Semenkovich, C. F., Gulve, E. A., Gao, J., & Holloszy, J. O. (1994) Exercise induces rapid increases in GLUT4 expression, glucose transport capacity, and insulin-stimulated glycogen storage in muscle. *J. Biol. Chem., 269* (20), 14396-14401.

Rodas, G., Ventura, J. L., Cadefau, J. A., Cusso, R., & Parra, J. (2000). A short training programme for the rapid improvement of both aerobic and anaerobic metabolism. *European Journal of Applied Physiology, 82,* 480-486.

Romijn, J. A., Coyle, E. F., Sidossis, L. S., Gastaldelli, A., Horowitz, J. F., Endert, E., & Wolfe, R. R. (1993). Regulation of endogenous fat and carbohydrate metabolism in relation to exercise intensity and duration. *American Journal of Physiology, 265* (Endocrino. Metab. 28): E380-E391

Stepto, N. K., Hawley, J. A., Dennis, S. C. & Hopkins, W. G. (1999). Effects of different interval-training programs on cycling time-trial performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise, 31*(5), 736-741.

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 ofApplied Physiology, 18*（1）, 31-42.

Stepto N, Hawley J, Dennis & Hopkins W, (1999). Effects of different interval-training programs on cycling time-trial performance. *Medicine ＆ Science in Sports and Exercise, 31*(5), p736-741.

Talanian, J. L., 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. *J Appl Physiol 102*, 1439–1447.

Westgarth-Taylor C, Hawley JA, Rickard S, Myburgh KH, Noakes TD, Dennis SD (1997). Metabolic and performance adaptations to interval training in endurance-trained cyclists. *European Journal of Applied Physiology 75,* 298-304

Weicker, H.; Strobel, G. (1994): Sportmedizin und Biochemischphysiologische Grundlagen und ihre sportartspezifische Bedeutung. Fischer, S. 40-56 (Nr.030) . In:

Weicker, H. (1994). *Interation zwischen aerober und anaerobe Energieproduktion, Laktatproduktion, Release und Elimination*

附錄一

受試者暨家長同意書

茲同意貴子弟＿＿＿＿＿＿＿＿協助 臺灣體育大學教練研究所 研究生 陳耿賢 進行「固定架間歇訓練對自由車專項能力之影響」論文研究之訓練與測試活動。活動期間自民國 98 年 2 月 5 日至 2 月 16 日，期間並願意遵守團體紀律，以免因個人不接受正確指導，或未詳實告知個人突發及特殊生理狀況等，導致不必要的意外事件。

參加須知：

1. 活動分爲前測、兩週訓練及後測。前、後測項目包括專項測試（200m）與基礎能力檢測。訓練方式『固定架間歇方式』下訓練。
2. 參與活動期間，學生均維持正常生活作息。
3. 除前、後測時間爲假日外，訓練期間爲已安排之練習課程時間，不另尋其他時間。
4. 前、後測專項測試須於耳垂採集少量血液，進行相關分析。
5. 若天候狀況不佳，無法如期進行，以不影響學校課業活動爲前提，擇期執行訓練與測試。
6. 實驗操作內容及流程如附錄。

受試者簽章＿＿＿＿＿＿＿

家長簽章＿＿＿＿＿＿＿

謝 謝 各 位 的 合 作 ！

中 華 民 國 九 十 八 年 二 月 五 日

附錄二

國立臺灣體育大學 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. 是否有氣喘疾病 □ 是 □ 否
6. 是否有癲癇症 □ 是 □ 否
7. 是否有肌肉疼痛 □ 是 □ 否
8. 最近六個月是否有開刀手術 □ 是 □ 否
9. 其他：
   1)____________________
   2)____________________
   3)____________________
   4)____________________

運動員簽名：________________ 日期：________________

教練簽名：________________