

國立臺灣體育運動大學  
National Taiwan University of Sport  
運動健康科學學系碩士班  
碩士學位論文

不同運動頻率對一般大專學生之訓練效果  
EFFECTS OF DIFFERENT EXERCISE  
FREQUENCY ON GENERAL UNIVERSITY  
STUDENTS



研 究 生：郭嘉琳

指導教授：張嘉澤 博士

共同指導：呂欣善 博士

中 華 民 國 104 年 6 月

論文名稱：不同運動頻率對一般大專學生之訓練效果

總頁數：61 頁

院校所組別：國立臺灣體育運動大學運動健康科學系暨碩士班

畢業時間及題要別：一○三年度第二學期碩士論文題要

研究生：郭嘉琳

指導教授：張嘉澤 博士

共同指導：呂欣善 博士

## 中文摘要

**目的：**本研究旨在探討不同運動頻率對沒有運動習慣者之訓練效果影響。**方法：**受試者為 16 名沒有運動習慣的大專學生，進行前測、訓練及後測，前測內容為 500m 划船測功儀測試，再以前測所得之測功儀平均瓦特數分為 A、B 組，進行兩週訓練，A 組訓練頻率為每週 3 次，B 組為每週 2 次，負荷為 3x10 槳，間歇時間 90 秒，紀錄功率（平均瓦特數）、距離及心跳率，並在第一次及最後一次訓練採血 10  $\mu$ l。結束訓練後一週進行後測，內容同前測。**結果：**訓練頻率 3 次/週的 A 組在乳酸及心跳率上適應較訓練頻率 2 次/週的 B 組佳，但皆未達顯著差異。在前、後測運動表現上，A 組的平均瓦特數顯著進步+26.3 瓦特 ( $p=0.003$ )，平均秒數顯著進步-6 秒 ( $p=0.004$ )，B 組平均瓦特數顯著進步+30 瓦特 ( $p=0.045$ )，平均秒數顯著進步-6.8 秒 ( $p=0.03$ )，而在訓練時的瓦特數僅 A 組有顯著進步+22 瓦特 ( $p=0.028$ )。**結論：**要在短週數內在運動表現有明顯進步，以 3 次/週以上的運動頻率將有較佳的效果。而想將此訓練作為運動習慣來長期進行，只要在 2 次/週以上的運動頻率都對運動能力有顯著的影響。

**關鍵字：**高強度運動、划船測功儀、乳酸、心跳率

## Effects of Different Exercise Frequency on General University Students

### Abstract

**Purpose:** To investigate the effects of different exercise frequency on general university students. **Method:** The subjects were 16 university students who had no exercise habits. The protocol included Pre-test, Training and Post-test. The Pre-test was 500m test on the rowing machine (Concept 2) . To separate 16 students on the basis of the average watt of 500m pre-test. The A group did training 3 times a week while the B group trained twice a week, both of them did the same training program (3 sets \*10 SPM, rest 90s between sets) .Recorded the power (average watt), distance and heart rate. Collected the blood sample 10  $\mu$ l while the first and the last training day. The post-test was same as pre-test. **Result:** The A group had been adapted to the training on their physiological index faster than the B group, but both of them did not show significant difference. The exercise performance between Pre-test and Post-test, the A group showed significant improvement on the power of the rowing machine(+26.3 watt,  $p=0.003$ ) and had been faster on the rate (-6 sec,  $p=0.004$ ). The B group also had significant changes, they had improved the power (+30 watt,  $p=0.045$ ) and the rate (-6.8 sec,  $p=0.03$ ) . However, only the A group showed obvious difference on the power of the last training (+22 watt,  $p=0.028$ ) . **Conclusion:** If the object is to have significant improvement on exercise ability quickly, the exercise frequency must be 3 times a week or more. And while the object is to get a long-term habit of exercise, training twice a week also helps people improve their ability.

**Keywords :** High-Intensity Exercise, Rowing Ergometer, Lactate, Heart Rate

## 謝誌

首先感謝我的指導教授張嘉澤博士以及共同指導呂欣善博士，兩位老師於我研究所期間，無論是學習時給予的教學資源或是進行論文實驗時的協助，皆以專業的角度給予我最大的幫助，讓我的論文能夠在老師們的領導下完成。在完成論文的期間內發生許多意料之外的困難，多虧了耐心的指導教授們，讓我在遇到困難時都能順利解決，也終能完成這份論文。而在進行論文的過程中，也十分感謝論文計畫大綱的口試委員徐璿博士和論文口試委員唐誌陽博士，兩位老師對我論文的建議都讓我更了解自己論文需要加强的部分，也令此論文內容更加精細。以及碩士班的導師陳俐蓉博士，老師對於論文計畫及論文寫作的指導，令我的碩士生涯起步十分順利。以上每為老師對此論文的指導與協助都是完成此論文缺一不可的，在此學生向每位老師致上最高敬意。

也感謝在研究所期間，和我共同進行論文計畫的夥伴游岳臻，以及經常幫助我們的學姊蔡雨彤，有我們一起進行實驗，才有此論文的存在。再來要感謝參與論文計畫的所有受試者，在受試者們的積極參與下，我才能順利進行實驗。還有在系辦的助教學姊林昭菁及同學蔡易縉，十分感激兩位細心的幫助我修正論文，讓我能夠在時限前完成所有的程序，有大家的幫助才會有這本論文的產生。

最後感謝支持我完成碩士學歷的父親、母親以及弟弟，家人的支持讓我再面對困難時選擇了堅持，是我完成此論文最大的動力。能順利的完成此論文並取得碩士學位，希望能將此榮耀與您們分享，也再一次感謝您們的支持。

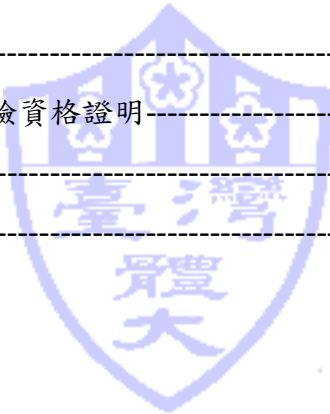
郭嘉琳 謹誌

中華民國一〇四年六月

## 目錄

|                      |     |
|----------------------|-----|
| 中文摘要                 | I   |
| 英文摘要                 | II  |
| 謝誌                   | III |
| 目錄                   | IV  |
| 表目錄                  | VI  |
| 圖目錄                  | VII |
| 第壹章 緒論               | 1   |
| 第一節 前言               | 1   |
| 第二節 研究動機             | 3   |
| 第三節 研究目的             | 5   |
| 第四節 名詞操作定義           | 6   |
| 第貳章 文獻探討             | 8   |
| 第一節 高強度間歇訓練之機制相關研究   | 9   |
| 第二節 高強度間歇運動之訓練效果相關研究 | 11  |
| 第三節 划船測功儀之相關研究       | 13  |
| 第四節 訓練頻率之相關研究        | 15  |
| 第五節 文獻總結             | 17  |
| 第參章 研究方法             | 18  |
| 第一節 實驗時間與地點          | 18  |
| 第二節 研究對象             | 19  |
| 第三節 實驗儀器與器材          | 20  |
| 第四節 實驗方法與步驟          | 23  |
| 第五節 實驗流程             | 26  |
| 第六節 資料處理與統計分析        | 27  |

|                        |    |
|------------------------|----|
| 第肆章 結果分析與討論-----       | 28 |
| 第一節 訓練對前、後測之訓練效果-----  | 28 |
| 第二節 訓練功率-----          | 29 |
| 第三節 訓練 RPE -----       | 32 |
| 第四節 訓練血液乳酸堆積值-----     | 34 |
| 第五節 訓練血糖值-----         | 39 |
| 第六節 訓練心跳率-----         | 42 |
| 第伍章 結論與建議-----         | 45 |
| 第一節 結論-----            | 45 |
| 第二節 建議-----            | 47 |
| 參考文獻-----              | 48 |
| 附錄一 人體試驗委員會試驗資格證明----- | 57 |
| 附錄二 受試者同意書-----        | 58 |
| 附錄三 疾病調查表-----         | 61 |



## 表目錄

|        |                                       |    |
|--------|---------------------------------------|----|
| 表 3-1  | 受試者基本資料表                              | 19 |
| 表 3-2  | 兩週試驗進行方式                              | 25 |
| 表 4-1  | 兩組前、後測測功儀 500m 時間平均值與標準差 (s)          | 28 |
| 表 4-2  | 兩組前、後測測功儀 500m 功率平均值與標準差 (watt)       | 28 |
| 表 4-3  | 兩組訓練功率平均值與標準差 (watt)                  | 31 |
| 表 4-4  | 兩組訓練 RPE 平均值與標準差                      | 32 |
| 表 4-5  | A 組訓練血液乳酸堆積平均值與標準差 (mmol/l)           | 34 |
| 表 4-6  | B 組訓練血液乳酸堆積平均值與標準差 (mmol/l)           | 35 |
| 表 4-7  | A 組訓練血糖平均值與標準差 (mmol/l)               | 39 |
| 表 4-8  | B 組訓練血糖平均值與標準差 (mmol/l)               | 40 |
| 表 4-9  | A 組訓練心跳率平均值與標準差 ( $\text{min}^{-1}$ ) | 42 |
| 表 4-10 | B 組訓練心跳率平均值與標準差 ( $\text{min}^{-1}$ ) | 43 |

## 圖目錄

|        |                                 |    |
|--------|---------------------------------|----|
| 圖 3-1  | 划船測功儀-----                      | 21 |
| 圖 3-2  | EFK 德國制血糖乳酸分析儀-----             | 21 |
| 圖 3-3  | Polar 心跳錶、心跳偵測帶-----            | 22 |
| 圖 3-4  | 碼錶-----                         | 22 |
| 圖 3-5  | 兩週訓練頻率示意圖-----                  | 24 |
| 圖 4-1  | A 組划船測功儀訓練功率平均值與標準差-----        | 29 |
| 圖 4-2  | B 組划船測功儀訓練功率平均值與標準差-----        | 30 |
| 圖 4-3  | 兩組第一次訓練 RPE 自覺分數平均值與標準差-----    | 33 |
| 圖 4-4  | 兩組最後一次訓練 RPE 自覺分數平均值與標準差-----   | 33 |
| 圖 4-5  | 兩組划船測功儀第一次訓練血液乳酸堆積平均值與標準差-----  | 36 |
| 圖 4-6  | 兩組划船測功儀最後一次訓練血液乳酸堆積平均值與標準差----- | 38 |
| 圖 4-7  | 兩組划船測功儀第一次訓練血糖平均值與標準差-----      | 41 |
| 圖 4-8  | 兩組划船測功儀最後一次訓練血糖平均值與標準差-----     | 41 |
| 圖 4-9  | 兩組第一次訓練心跳率平均值與標準差-----          | 43 |
| 圖 4-10 | 兩組最後一次訓練心跳率平均值與標準差-----         | 44 |

# 第壹章 緒論

## 第一節 前言

現代人由於科技的發達，逐漸養成坐式生活型態。而坐式生活經常導致許多慢性疾病出現，世界衛生組織 (World Health Organization) 表示身體不活動的現象，主因為全球各級學校體育課程時間的減少所導致的，而坐式生活型態的人口估計高達 60-85% (WHO, 2003)。

在求學階段時未養成運動的良好習慣，是導致近年健康指數下降、全民健保虧損率逐年增加的原因。研究指出男生經常參與的運動項目為籃球 (94.49%)、撞球 (51.18%)、網球 (39.37%)、慢跑和登山 (32.28%)，女生則為慢跑 (81.60%)、游泳 (78.53%)、籃球 (55.55%)、舞蹈 (47.85%) 及排球 (37.42%)；而參與程度 (頻率、強度、時間) 男性顯著高於女性 (張宏文、何永彬、邱旺璋，2001)。

黃振紅 (2004) 探討技職生之運動習慣，發現其參與頻率以「偶而為之」為最大宗，而技職生參與運動的程度和學制、花費、重要性、社會學習等因素為正相關；和性別、運動經驗、設施環境阻礙、休閒資訊阻礙等呈負相關。

根據教育部 (2007) 調查，臺灣在學學生從事規律運動的比例為：國小生 (52.0%)、國中生 (37.5%)、高中生 (25.4%)、大專生 (20.9%)。而 2009 年學生運動參與情形的調查報告中，大學生學期週間一天累積運動達 30 分鐘以上者的比例為 37.3%，週末為 36.0%，寒暑假為 34.9% 及

43.7%（教育部，2009）。由過去這些研究可發現，近年國內有規律運動習慣的大專學生僅有 2~3 成。

吳一德和胡巧欣（2005）指出大專院校若能在學期間實施每週一次每次一百分鐘的體育課程，將能促成學生之規律運動。另一項研究也發現多數學生並無規律運動習慣，若加上每週一次的體育課程則有規律的運動習慣，因此大專體育課程的實施能夠強化學生的規律運動習慣，也能進一步對國人健康有幫助（黃玉娟、戴旭志、陳秀玲，2006）。

由過去研究可以發現學校規律的體育課程將能夠幫助大學生養成規律運動習慣，進而影響國人的健康，但目前大學學制下的體育課幾乎多以選修課程為主，並非強制參與，讓學生規律運動的機會下降，也直接影響到出社會以後，進而使國人健康每況愈下。

根據世界衛生組織的調查發現，台灣有將近四成的不運動人口，是全球平均值的 2 倍，2008 年台灣規律運動人口僅有 24.2%，2011 年則是 27.8%（行政院體育委員會，2012），在教育部體育署指出 13 歲以上國人僅有 30.4%能達到每週 3 次、每次至少 30 分鐘、強度到達會流汗、會喘的運動習慣。而無法養成運動習慣的最大的原因為沒有時間（52.1%）。

綜合這些文獻發現，國人維持運動習慣的頻率隨著年齡下降，其中的原因可能是由於高中、大學學校對體育課程的不重視，而在求學階段未能維持運動習慣的學生，到出社會以後更因為休閒時間的壓縮，不願意花時間在運動上。而要如何去幫助這些以時間為藉口，或是真的沒有時間運動的人群，是進行研究之前，需要去思考的問題。

## 第二節 研究動機

現代人無規律運動習慣最大的原因是缺乏時間，因此以短時間高強度的運動做為訓練方式，來改善不運動生活型態，是最有效率的方案。近年也有研究指出高強度間歇訓練比中等強度的持續運動更能讓人享受其中 (Bartlett et al., 2011)，從此觀點來看，高強度運動讓人們從事運動的意願更高，也是運動習慣的第一步。

一般無運動專長的大專學生參與運動的方式多為球類運動、跑步運動，而這些項目經常受到場地難尋的限制以及天候狀況的影響，加上以高強度的負荷而言，這兩類運動皆容易造成難以避免的運動傷害。划船測功儀為全身性的運動，即使僅有一人也能夠開始訓練，能夠調整阻力負荷的強度來針對個人能力進行訓練，採正確的姿勢也能避免較大的運動傷害，並且不受天候狀況的影響，綜合以上優點，本研究認為以划船測功儀為大專生的高負荷訓練儀器是最佳的選擇。

而影響訓練效果的因素包含訓練強度、持續時間以及訓練頻率，而在過去研究中，訓練前適能水準較差者，每週兩次的運動頻率即可達到訓練效果 (Howard, Wenger and Gordon, 1986)。本研究認為若能在較少的運動次數下達到相似的運動效果，讓沒有時間運動的人只需花極短的時間來達成足夠標準的運動效果，將會是一項打破國民運動標準的突破。

血乳酸值是能夠在短時間內觀察生理反應的生物參數 (Heck, 1990)，本研究藉由血乳酸值的變化，直接觀察訓練

後的生理反應，比較不同負荷下的生物參數差異以及訓練效果。

在無法直接改善學校體育課程現狀，以及在一般成人缺乏運動時間的情況下，找出用最少的時間來達到最佳運動效果的方法，即為本研究的初衷。參考過去文獻，本研究認為以可動用到全身肌肉的划船測功儀來進行高強度的間歇訓練，會是最佳的選擇。



### 第三節 研究目的

本研究以不同週訓練頻率，將受試者分為 A、B 兩組，進行前、後測以及兩週的划船測功儀訓練，藉血乳酸、血糖濃度及訓練前、後測的運動成績（時間、輸出功率），觀察不同訓練頻率對沒有規律運動習慣大專學生之訓練效果，本研究目的如下：

- 一、比較不同運動負荷頻率對一般大專學生之訓練效果。
- 二、比較不同運動負荷頻率對一般大專學生之自覺適應。
- 三、探討高強度負荷之划船測功儀訓練對一般大專生之生理影響。



## 第四節 名詞操作定義

### 一、心跳率 (HR)

每單位時間之心跳搏動次數，藉由心跳次數的增加能夠反應運動強度的上升，可作為運動強度以及選手適應的指標，本研究是以 Polar 心率錶所測得之數值來檢測，以每分鐘之心跳次數為單位 ( $\text{min}^{-1}$ )。

### 二、乳酸 (La)

在有氧系統無法供應能量時，由丙酮酸還原而代謝出的產物，藉由乳酸穿梭由肌肉組織擴散至血液中。在激烈運動時，乳酸生成率大於清除率，稱為無氧閾值，此閾值則可透過高強度間歇訓練來提高。而乳酸的濃度可以用來判斷選手對運動強度的適應，本研究即以乳酸的堆積程度來探討訓練前後的生理適應。

### 三、高強度間歇訓練

#### (High Intensity Interval Training, HIT, or HIIT)

本研究所指之高強度間歇訓練，是以張嘉澤 (2008) 所提出之高強度間歇訓練型態為基礎，以划船測功儀進行 10 槳 (低於 30s)、間歇時間 90s、盡最大負荷努力並重複 3 次訓練，使選手反覆處於高強度負荷的間歇訓練模式。

#### **四、划船測功儀 (Rowing Ergometer)**

划船測功儀(Concept 2) 是一項在陸地上模擬划船的訓練器，利用阻力轉輪來產生風阻模擬划船拉槳時的水下阻力，一般作為划船選手的替代訓練器材，由於屬於全身性運動，加上能在室內使用的方便性，是近年一般民眾經常在健身房使用的器材。

#### **五、輸出功率 (Power)**

划船測功儀之面板上及晶片卡中所紀錄之瓦特數(Watt)，本研究以此輸出功率作為受試者訓練前後是否進步的依據。

#### **六、運動自覺量表 (Rating of Perceived Exertion, RPE)**

採用由瑞典生理學家 Gunnar Borg (1982) 所發展出來的心理生理量表。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訊息，對身體活動狀況的自覺感受。本研究採用了知覺等級 6 至 20 之量表，作為選手對訓練強度自覺負荷之判斷。

## 第貳章 文獻探討

本章共分為五個章節，對過去文獻探討，內容如下：

- 一、高強度間歇訓練之機制相關研究。
- 二、高強度間歇運動之訓練效果相關研究。
- 三、划船測功儀之相關研究。
- 四、訓練頻率之相關研究。
- 五、文獻總結。



## 第一節 高強度間歇訓練之機制相關研究

高強度間歇訓練 (High Intensity Interval Training, 簡稱 HIT 或 HIIT) 指的是在高強度的運動後伴隨著不完全休息，再緊接著進行高強度的訓練，使訓練過程能反覆處於高強度負荷，以獲得更高的生理刺激稱之。其目的在於改善無氧效率、快速耐力能力以及增強心臟壓縮與呼吸的工作能力（張嘉澤，2008）。

高強度運動對生理功能的改善已得到許多研究的證實，針對高強度間歇訓練與傳統力量耐力訓練的研究中，Gibala and McGee (2008) 指出，HIIT 在代謝的適應上，能以最短的時間，增加骨骼肌氧化能力、耐力表現以及改善運動中的代謝機制，有投入時間較少，效果仍能媲美傳統耐力訓練的優點。而無論是健康或患病者，在生理、運動表現和健康相關指標上，進行 HIT 者皆有更好的改變 (Wisløff et al., 2007; Tjønnå et al., 2009; Hwang, Wu and Chou, 2011)。

在高強度間歇訓練時，由於肌肉能量的供應路徑約有 90% 為無氧狀態，粒線體呈現高度無氧循環，在訓練後可提升肌肉磷酸果糖激酶 (PFK) 之活性 (Heck and Schulz, 2002)。Weicker and Strobel (1994) 則指出，在高負荷劑量，反覆接受刺激的狀態下，可提升肌肉對無氧收縮之適應，進而增加無氧醣酵解的活性。

根據高強度間歇訓練型態的設定將產生不同的訓練適應，如張嘉澤 (2008) 提出的兩種型態，以 95% ~ 100% 比賽速度之強度，20 ~ 40s 之負荷時間，間歇時間 30 ~ 90s，組

間休息時間 3 ~ 5min，進行 2 ~ 3 組，三次重複之型態 I，能產生的訓練適應如：乳酸輸出的活性增強與上升、改善乳酸滲透能力、有氧的積極化，促使氧債快速排出。另一模式強度以最大速度進行，負荷時間 6 ~ 9s（非循環運動項目 3 ~ 5s），間歇時間 2 ~ 3min，組間休息時間 5min，進行 3 ~ 4 組，三次重複之型態 II，顯現的訓練適應為：提升 PCr 的分解與再生、無氧糖酵解的積極化（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、改善無氧與有氧的能量提供轉換。

另有研究指出，高強度間歇訓練比中等強度的持續運動更能讓人享受其中 (Bartlett et al., 2011)。這些研究對破除公共的運動參與障礙—缺乏時間 (Stutts, 2002; Trost, Owen, Bauman, Sallis and Brown, 2002; Kimm et al., 2006) 是非常重要的。

Gaesser and Angadi (2011) 指出，對缺乏時間的人而言，HIIT 能讓他們以極少時間達到運動的效果，是能夠維持身體健康的訓練方式，更是「Less can be more.」的最佳例子。

## 第二節 高強度間歇運動之訓練效果相關研究

過去研究 HIIT 多以最常見的模式 Wingate test 進行 (30s 對最大負荷盡最大努力的衰竭循環)，結果證實了 HIIT 使骨骼肌肉氧化能力增加、肝醣使用率和乳酸堆積濃度降低、末梢血管結構和功能的增強、運動表現的提高以及最大攝氧量的增加 (Burgomaster, Hughes, Heigenhauser, Bradwell and Gibala, 2005; Burgomaster et al., 2008; Gibala et al., 2006; Rakobowchuk et al., 2008)。

在心血管疾病的患病者身上進行 10 週 HIT (High Intensity Interval Training, HIT) 和 AIT (Aerobic Interval Training, AIT) 訓練的比較，發現進行 HIT 的患者增加了更多的  $VO_2\text{peak}$  (Rognmo, Hetland, Helgerud, Hoff and Slørdahl, 2004)。

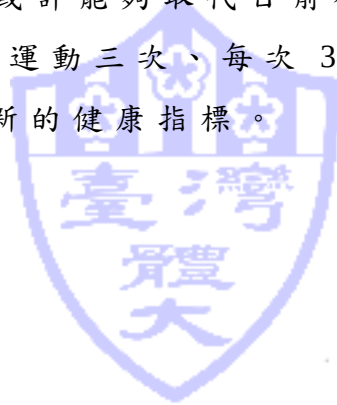
在張嘉珍和林嘉志 (2006) 的研究中，單次的有氧間歇訓練 (Aerobic Interval Training, AIT) 和高強度間歇訓練 (High Intensity Interval Training, HIT) 相比，在生理代謝影響上，HIT 模式的血乳酸值顯著高於 AIT 模式，能量消耗則沒有顯著差異。

過去研究以六週的 Wingate-based HIT 和傳統的耐力訓練 (Endurance Training, ET) 相比，HIT 組和 ET 組增加了相同程度的最大攝氧量 (Burgomaster et al., 2008)。另一研究以兩週的 Wingate-based HIT 來進行，結果發現藉由最大攝氧量的變化，反映了心肺能力的進步 (Whyte, Gill and Cathcart, 2010)，這些研究除了 HIT 的好處外，同時也證實

了 HIT 的效果能在短期的訓練中顯現，當然也能夠發展為長期的訓練。

李柏均和林貴福 (2011) 指出，維持 2~6 週，每週 3 次的高強度間歇訓練，即能改善健康狀況、提升運動表現，是缺乏時間者的選擇。然而目前仍未清楚其劑量反應 (dose - responses)，在設計高強度間歇運動計畫時，應針對不同族群來設定強度與時間，保障運動安全和運動效益。

綜合第一、二節的研究能發現，以高強度間歇訓練為主，能有效率的改善健康與生活品質，並提高人們的參與意願，若能將此觀點普及，或許能夠取代目前行政院衛生署所提倡的「333」標準（每週運動三次、每次 30 分鐘、心跳率達每分鐘 130 下），成為新的健康指標。



### 第三節 划船測功儀之相關研究

划船測功儀 (Concept 2) 是一項在陸地上模擬划船的訓練器，又稱室內划船器 (Indoor Rowing)，利用阻力轉輪來產生風阻模擬划船拉槳時的水下阻力。發展划船運動時，受限於水域場地不足或天候寒冷及雨季的影響，因此使用陸上划船測功儀 (Rowing ergometer) 作為替代訓練器材，用以訓練划船運動本身的專項動作技術及其體能 (Martin and Bernfield, 1980; Martindale and Robertson, 1984)。

因為划船是全身性的反覆運動，許多民眾為了要鍛鍊增加運動時的力量、速度與耐力，使用划船測功儀進行肌力、爆發力與有氧訓練，因此在近幾年來普遍成為健身房常使用的運動工具 (黃翔蓁、黃泰源、劉于詮、龔泰源, 2012)。

Yoshiga (2002) 以 55 名健康男性為對象，針對划船測功儀與跑步機運動的生理變項，發現划船測功儀在不同血乳酸濃度下的心跳率皆低於跑步機，並且最大心跳率皆低於跑步機運動，但在最大攝氧量則是划船測功儀較高，可能原因是划船測功儀上有較多的肌群介入。

Yoshiga, Higuchi and Oka (2003) 以 15 名老年男性比較划船測功儀與跑步機上之心跳反應和攝氧量，結果發現在血乳酸濃度 4mmol/l 和最大負荷時，測功儀之心跳率較低，攝氧量則高於跑步機。但在最大心跳率時的氧儲量，測功儀的使用是低於跑步機的，故此研究認為可依心跳和氧氣之間的關係及長時間的心跳反應針對從事划船測功儀運動的老年人來設定運動處方。

另一研究比較 18 名健康老年人，在腳踏車和划船測功儀的換氣閾值與心跳率，發現兩種器材之心跳率與攝氧量均無顯著差異，在最大負荷下亦無，研究指出老年人得以在儀器上測試換氣閾值與心跳，來決定個人化的訓練強度 (Deruelle, Fabre, Grosbois, Bart and Lensel, 2004)。

紀瑤璇 (2007) 彙整過去研究，指出划船測功儀和其他健身器材相比，能以較低的心跳率、較高的攝氧量與更高的能量消耗，來促進體適能，並且能夠藉全身的肌肉運用來達到塑身的效果。

划船測功儀由於可在室內進行，不受天候環境影響的優點，且與實際運動競賽表現有很大的相關，經常用於划船專項能力訓練之中。除了一般專項能力訓練之外，也有研究利用划船測功儀來進行各項運動能力的評估。鍾雨純、陳麗玉、陳竑廷、吳慧君 (2010) 指出以測功儀來檢測有氧能力具有方便性及經濟性，建議以原地跑步機所求之最大攝氧量為效標，建立划船測功儀之回歸公式。

除了划船專項選手的訓練之外，測功儀也能應用於其他運動項目的訓練，蕭敬衡和張嘉澤 (2013) 即以街舞 Breaking 選手做划船測功儀的高強度間歇訓練，證實連續三天的急性高強度間歇訓練可改善選手專項血乳酸濃度、降低運動負荷心跳率並提升耐力能力。

#### 第四節 訓練頻率之相關研究

本研究所指之訓練頻率為週訓練頻率，也就是一週所訓練的天數。過去研究指出，當運動強度為 100%最大攝氧量時，每週 2-5 次的體適能訓練皆對心肺適能有顯著的提升效果，而對訓練前適能水準較差者，每週 2 次以上的訓練頻率已足以獲得訓練效果 (Howarde et al., 1986)。

Taaffe, Duret, Wheeler and Marcus (1999) 對老年人進行的研究中發現，每週 1 或 2 次的阻力訓練和每週 3 次的訓練頻率，運動效果皆相當，沒有因為頻率升高而達到較佳的訓練效果，因此考量到運動的風險，此研究認為以每週 1-2 次的訓練頻率是較佳的。

林淑芬 (2001) 以體重過重之國中生為對象，以不同運動頻率之十週介入，探討運動頻率為二天、四天、六天等三組之健康體適能變化，結果發現四天及六天組之肌耐力、身體質量指數、柔軟度、心肺耐力皆獲得改善，二天組則在柔軟度及心肺耐力項目達顯著差異。組間比較四天組及六天組之身體質量指數、肌耐力、柔軟度項目改善優於二天組，心肺耐力項目則無顯著差異，四天組及六天組間之健康體適能項目皆無差異，結論指出國中過重學童健康體適能提升的最佳頻率為每週四天。

董芸 (2006) 研究不同頻率之新式健身操對國小學童之體適能影響，發現男童每週做三至五次之健身操對瞬發力的提昇具有顯著效益，而每週五次健身操能明顯提昇男童之柔軟度及肌耐力。女童進行每週至少三次健身操能顯著提昇肌

耐力、柔軟度及瞬發力。

林嬌娟 (2007) 研究青少年田徑選手將週訓練頻率分為三天及五天，發現兩組皆對個人有氧－無氧閾值能力 (2-4mmol/l) 有顯著訓練效果，而 30m 速度能力和下肢力量能力則無顯著效果，停止訓練後兩組之各項能力皆未有衰退現象。在相同訓練內容下，建議青少年以三天作為週訓練頻率為佳。

以肥胖大專男生為對象，分為高頻率 (5 次/週)、低頻率 (3 次/週) 與控制組，進行 12 週，每次 60 分鐘的有氧運動，強度為 50% - 70% 最大心跳率 (Maximal heart rate, HRmax)。結果顯示高、低頻率運動的兩組在代謝症候群指標：腰圍、收縮壓、舒張壓、高密度脂蛋白膽固醇及三酸甘油酯、健康體適能之心肺耐力指數、坐姿體前彎、屈膝仰臥起坐及身體質量指數等項目，均顯著改善。至於實驗前、後測的比較，在腰圍、收血壓、舒張壓、高密度脂蛋白膽固醇及三酸甘油酯，高頻率組的改善顯著優於低頻率組及控制組，在心肺耐力、坐姿體前彎、屈膝仰臥起坐及身體質量指數上也有相似結果。此研究建議：每週 5 次，每次 60 分鐘，50% - 70% HRmax 中低強度有氧運動為最佳改善代謝症候群指標，且增進健康體適能的運動處方 (陳律盛、林學宜、陳世昌、張育瑞、曾明郎，2012)。

## 第五節 文獻總結

綜合前四節的回顧，發現人們不運動的最大原因就在於缺乏時間，其中許多文獻指出高強度的間歇訓練將會是這些缺乏時間者最適合的運動方式，其中高強度間歇訓練又有許多不同的方法，而本研究認為以划船測功儀做高強度的間歇訓練，既能省下時間、不受天候狀況之影響，還能夠動用到全身的肌群，將會是一項適合現代無規律運動習慣大專學生之入門訓練，而找出最有效率的訓練頻率，則是本研究進行的重要議題。



## 第參章 研究方法

本章分為以下六節敘述：第一節、實驗時間與地點；第二節、研究對象；第三節、實驗儀器與器材；第四節、實驗方法與步驟；第五節、實驗流程；第六節、資料處理與統計分析。

### 第一節 實驗時間與地點

- 一、實驗時間：2014 年 12 月進行，每位受試者參與試驗的時間會在連續的 4 週間。
- 二、實驗地點：國立臺灣體育運動大學運動健康科學系實驗室。



## 第二節 研究對象

實驗前送審計畫書至人體試驗委員會，通過審查後開始進行研究，本研究以 16 名沒有規律運動習慣之大專學生為對象，測試前所有受試者須閱讀並填寫「疾病調查表」做為個人基本資料的依據，並親自簽名表示同意全程參與。實驗包含前後測與訓練部分，依前測所得之測功儀平均瓦特數，將受試者分為 A、B 兩組，進行兩週不同訓練次數之實驗，A 組為 3 次/週；B 組為 2 次/週。個人資料表如表 3-1 所示。

表 3-1 受試者基本資料表

| 組別 | 年齡(yrs) | 身高(cm)  | 體重(kg)  |
|----|---------|---------|---------|
| A  | 22±1.4  | 166±8.0 | 64±15.2 |
| B  | 21±0.8  | 161±5.2 | 61±11.9 |

### 第三節 實驗儀器與器材

- 一、划船測功儀 (Rowing Ergometer Concept2)
- 二、EFK 德國制血糖乳酸分析儀 (Diagnostic Biosen C-line;EFK-diagnostic)
- 三、採血工具 (採血針、毛管、紅血球破壞劑、酒精、手套、衛生紙)
- 四、Polar 心跳錶、心跳偵測帶 (Polar T31-Coded)
- 五、碼錶
- 六、運動負荷量表 RPE





圖 3-1 划船測功儀  
(Rowing Ergometer Concept2)

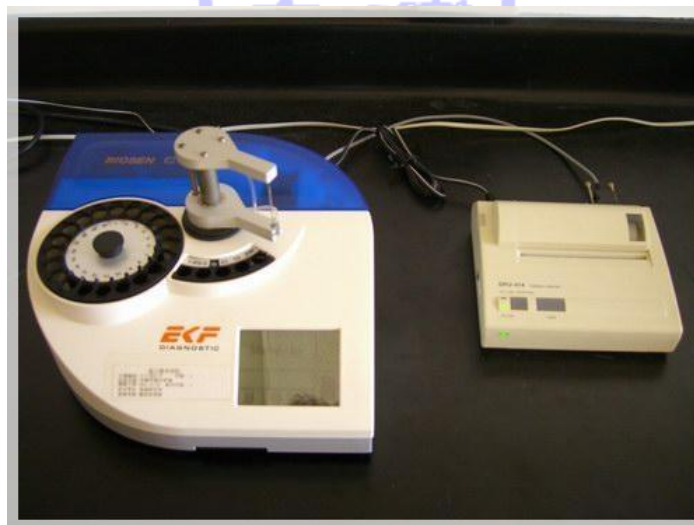


圖 3-2 EFK 德國制血糖乳酸分析儀  
(Diagnostic Biosen C-line;EFK-diagnostic)



圖 3-3 Polar 心跳錶、心跳偵測帶  
(Polar T31-Coded)



圖 3-4 碼錶

#### 第四節 實驗方法與步驟

##### 一、試驗分為前、後測及訓練三部分，以划船測功儀進行

- (一) 前、後測為500 m划船測功儀測試，受試者以最大負荷進行，至500 m為止，採血並紀錄測試前後心跳率以及測試後RPE指數。
- (二) 兩週訓練（圖3-5），A組訓練次數為每週3次，B組為每週訓練2次，訓練負荷為3x10槳，間歇時間90s，紀錄其瓦特數、距離及心跳率（HR），並在第一次（1x）及最後一次（3x）訓練採血10 $\mu$ l（每週2次血液採集），分析其乳酸（La）和血糖值（Glu）。如表3-2所示。

##### 二、採集血液時間點

- (一) 第一週前測500m測試前及恢復期第1、5、7分鐘（E1-5-7min），共40  $\mu$ l。
- (二) 第二週訓練期第一次之測試前、第一及第三次划行10槳後（1x、3x）及恢復期第5、7分鐘（E5-7 min），共50  $\mu$ l。
- (三) 第三週訓練期之最後一次測試前、第一及第三次划行10槳後（1x、3x）及恢復期第5、7分鐘（E5-7 min），共50  $\mu$ l。
- (四) 第四週後測500m測試前及恢復期第1、5、7分鐘（E1-5-7 min），共40  $\mu$ l。

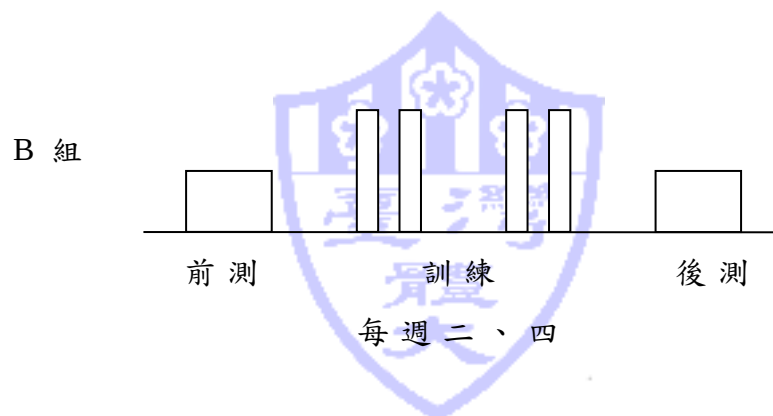
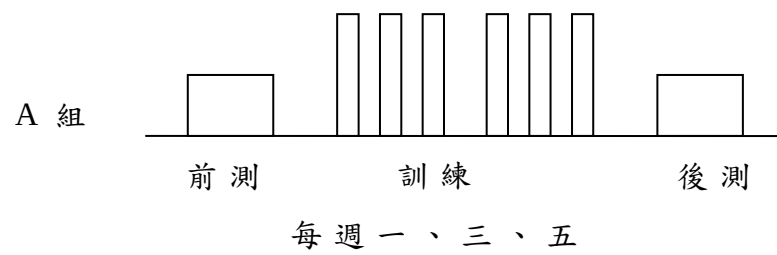
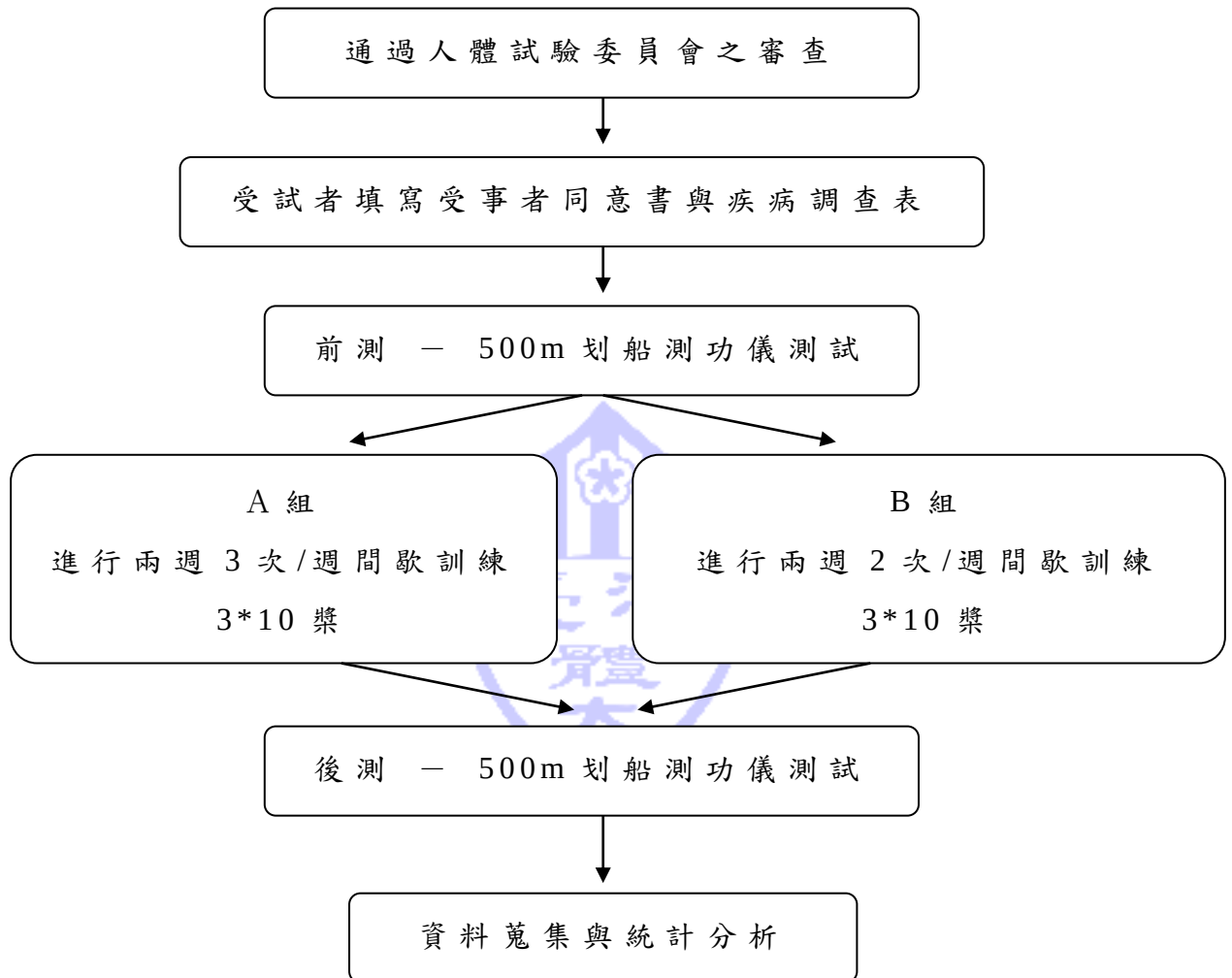


圖 3-5 兩週訓練頻率示意圖

表 3-2 兩週試驗進行方式

|      | A 組                            | B 組                            | 生物參數                                                                  |
|------|--------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| 前測   | 划船測功儀<br>500 m                 | 划船測功儀<br>500 m                 | 一、血液乳酸 (10 $\mu$ l) :<br>R, E1-5-7 min<br>二、HR: 全程紀錄<br>三、RPE: 每次負荷結束 |
| 訓練週期 | 一、2 週<br>二、每週 3 次<br>(星期一、三、五) | 一、2 週<br>二、每週 2 次<br>(星期二、四)   |                                                                       |
| 訓練   | 3x10 槳<br>(個人最大速度)<br>間歇: 90 s | 3x10 槳<br>(個人最大速度)<br>間歇: 90 s | 一、血液乳酸 (10 $\mu$ l) :<br>1x, 3x<br>二、HR: 全程紀錄<br>三、RPE: 每次負荷結束        |
| 後測   | 同前測                            | 同前測                            | 同前測                                                                   |

## 第五節 實驗流程



## 第六節 資料處理與統計分析

本研究以 SPSS18.0 進行統計分析，並以 Sigma plot8.0 繪製圖形。紀錄參數有：乳酸、心跳率、血糖、RPE 自覺量表以及測功儀之瓦特數。

- 一、以相依樣本 t 檢定個別進行前測與後測及第一次訓練與最後一次訓練之參數比較，比較組內差異。
- 二、以獨立樣本 t 檢定對不同週運動頻率之 A、B 兩組在訓練及前、後測時之參數，比較組間差異。
- 三、顯著水準定為  $\alpha = .05$ 。



## 第肆章 結果分析與討論

### 第一節 訓練對前、後測之訓練效果 (時間、功率)

前測及後測划船測功儀 500m 之運動表現分為時間及平均輸出功率兩部分。以獨立樣本 t 檢定分析，前測時 A、B 兩組在時間及功率均無顯著差異，顯示兩組運動能力相仿，而後測時 A、B 兩組的兩項數據同樣未有組間差異。

以成對樣本 t 檢定個別分析兩組前、後測差異，發現 A 組在時間 ( $p<0.05$ ) 及功率 ( $p<0.05$ ) 均達顯著差異，B 組也同樣在時間 ( $p<0.05$ ) 及功率 ( $p<0.05$ ) 達到顯著差異，表示兩組均在兩週的訓練後表現進步，如表 4-1、表 4-2 所示。

表 4-1 兩組前、後測測功儀 500m 時間 (s)

|       | A 組        | B 組        |
|-------|------------|------------|
| 前測    | 130.2±12.5 | 130.5±11.1 |
| 後測    | 124.2±12.5 | 123.7±11.5 |
| Diff. | -6.0*      | -6.8*      |

\*表示顯著差異 ( $p<0.05$ )

表 4-2 兩組前、後測測功儀 500m 功率 (watt)

|       | A 組        | B 組        |
|-------|------------|------------|
| 前測    | 168.3±62.5 | 163.5±41.1 |
| 後測    | 194.6±73.8 | 193.5±52.9 |
| Diff. | +26.3*     | +30.0*     |

\*表示顯著差異 ( $p<0.05$ )

## 第二節 訓練功率

結果分析圖 4-1 顯示，每週訓練 3 次，兩週內一共訓練 6 次的 A 組每次訓練划船測功儀 3x10 槳之平均輸出功率分別為  $282.0 \pm 125.3$  watt、 $292.5 \pm 130.9$  watt、 $303.5 \pm 135.0$  watt、 $318.9 \pm 126.7$  watt、 $302.0 \pm 130.5$  watt、 $304.9 \pm 134.3$  watt。

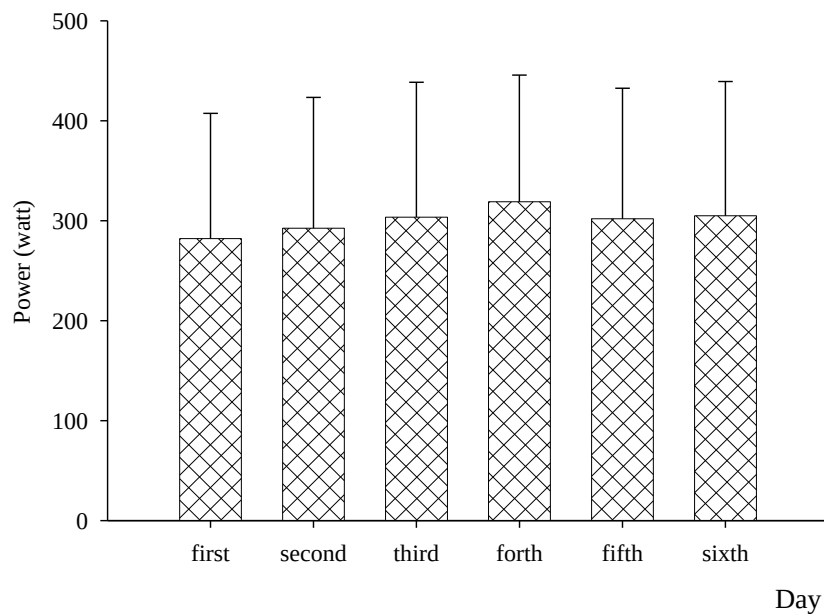


圖 4-1 A 組划船測功儀訓練功率平均值與標準差

結果分析圖 4-2 顯示，每週訓練 2 次，兩週內一共訓練 4 次的 B 組每次訓練划船測功儀 3x10 槳之平均功率則分別為  $246.1 \pm 70.6$  watt、 $243.6 \pm 55.5$  watt、 $247.6 \pm 56.2$  watt、 $256.0 \pm 52.0$  watt。

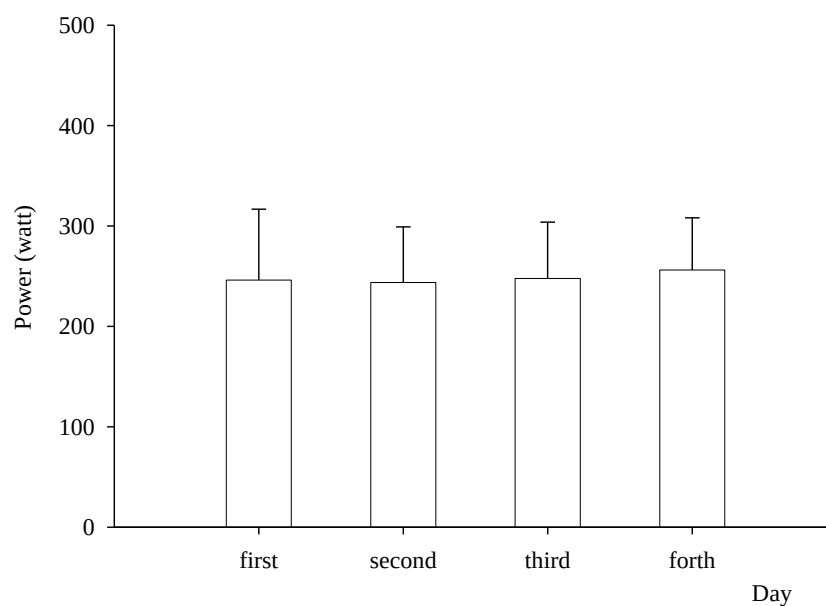


圖 4-2 B 組划船測功儀訓練功率平均值與標準差

由於訓練頻率不同造成總訓練次數不同，兩組間僅比較第一次與最後一次訓練之運動表現，A、B 兩組受試者在第一次訓練時的平均輸出功率組間差異為 36 watt，以獨立樣本 t 檢定檢測後發現差異未達顯著 ( $p > 0.05$ )，最後一次訓練的平均輸出功率組間差異為 48 watt，同樣以獨立樣本 t 檢定檢測，也未達顯著 ( $p > 0.05$ )，表示兩組以此訓練內容所做出的運動表現無論在第一次或最後一次訓練都沒有組間差異，也證明了兩組受試者間的運動能力相仿。

針對第一次及最後一次訓練的輸出功率，分別對兩組進行成對樣本 t 檢定，A 組輸出功率有顯著的增加 ( $p < 0.05$ )，B 組則無顯著差異，但同樣有輸出功率增加的趨勢，如表 4-3。

表 4-3 兩組訓練功率平均值與標準差 (watt)

|        | A 組         | B 組        |
|--------|-------------|------------|
| Tr-1   | 282.0±125.3 | 246.1±70.6 |
| Tr-end | 304.9±134.3 | 256.0±52.0 |
| Diff.  | +22*        | +10        |

Tr-1 第一次訓練，Tr-end 最後一次訓練，\*表示顯著差異 ( $p < 0.05$ )

A 組在同樣訓練內容的運動表現達到了顯著差異，證明健康且無運動習慣的成年人，以 3 次/週以上的運動頻率將能在 2 週內的訓練就能達到明顯的進步，而頻率較低的 B 組雖未能在 2 週內達到顯著差異，但以進步的趨勢加上第一節兩組在前測及後測瓦特數皆進步的結果來看，我們進一步推測，拉長訓練週數後，A 組與 B 組訓練效果差異會更小。

過去許多研究高強度間歇訓練的運動頻率常在 3-5 次/週的範圍內，也有少數以 2 次/週較低頻率來進行，皆在身體適能或運動表現上有正面的影響，而最有效益的運動次數尚需依據運動方式及個人條件來調整 (Laursen, 2010)。

### 第三節 訓練 RPE

第一次訓練 A 組、B 組之 RPE 自覺分數同樣為  $13.0 \pm 1.6$ ，而最後一次訓練兩組之 RPE 自覺分數則分別為  $13.7 \pm 1.2$  及  $13.7 \pm 1.6$ ，以獨立樣本 t 檢定，發現組間並無顯著差異。

再以成對樣本 t 檢定分析兩次訓練間的 RPE 自覺分數變化，發現 A 組與 B 組之 RPE 自覺分數均無組內差異，如表 4-4。

表 4-4 兩組訓練 RPE 平均值與標準差

|        | A 組            | B 組            |
|--------|----------------|----------------|
| Tr-1   | $13.0 \pm 1.6$ | $13.0 \pm 1.6$ |
| Tr-end | $13.7 \pm 1.2$ | $13.7 \pm 1.6$ |
| Diff.  | +0.7           | +0.7           |

Tr-1 第一次訓練，Tr-end 最後一次訓練

結果分析圖 4-3、圖 4-4，再對照 A 組乳酸、心跳率的變化以及划船測功儀輸出功率的結果，顯示兩組在運動表現進步的同時，強度的提升讓乳酸最大值、平均心跳率以及 RPE 自覺分數均有微幅的增加，但未達顯著差異，與過去 Whaley, Mitchell, Thomas, Leonard and John (1997) 研究指出的運動強度、心跳率將和 RPE 自覺分數有關相符。

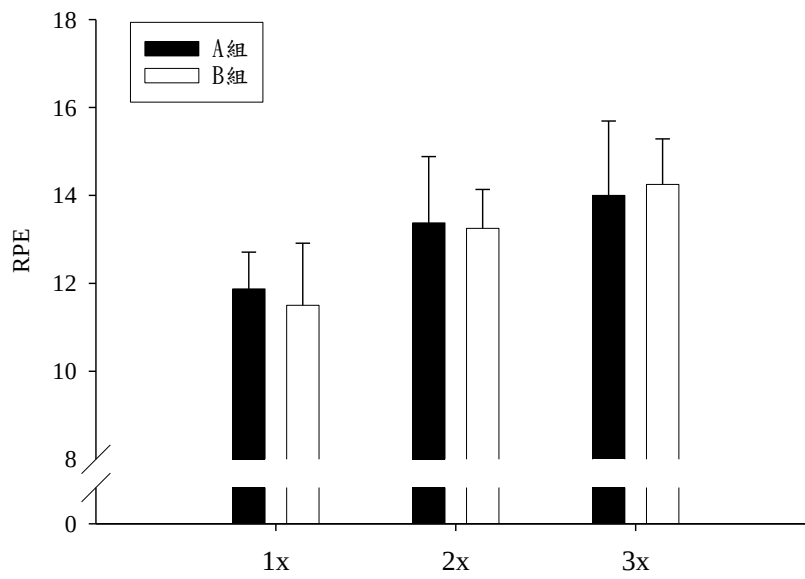


圖 4-3 兩組第一次訓練 RPE 自覺分數平均值與標準差

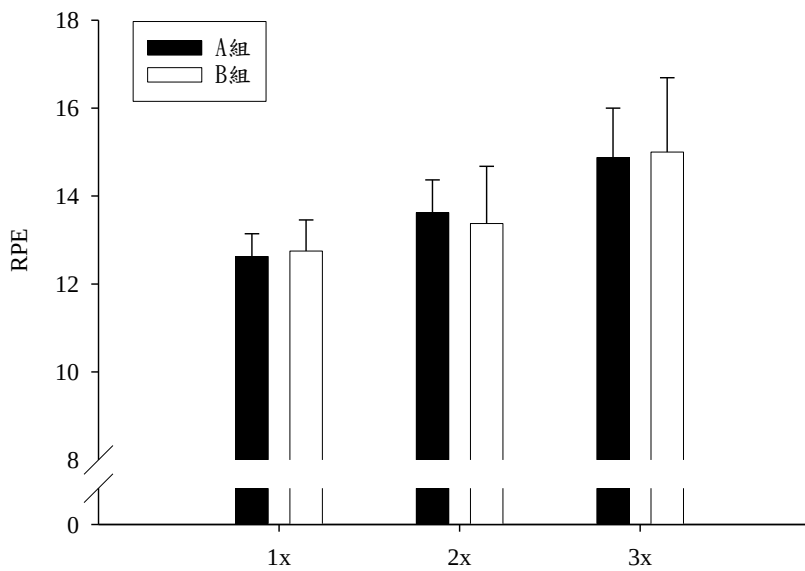


圖 4-4 兩組最後一次訓練 RPE 自覺分數平均值與標準差

#### 第四節 訓練血液乳酸堆積值

A 組第一次訓練的第一次 (1x)、第三次 (3x) 負荷血液乳酸堆積平均值分別為  $2.1 \pm 0.7$  mmol/l 及  $5.0 \pm 1.4$  mmol/l，3x 與 1x 差異為  $+2.9$  mmol/l ( $p < 0.05$ )，乳酸值最高為  $5.5 \pm 1.9$  mmol/l 出現在恢復期第五分鐘 (E5)。最後一次訓練的第一次及第三次負荷血液乳酸堆積平均值則分別為  $1.7 \pm 0.4$  mmol/l、 $4.9 \pm 1.3$  mmol/l，3x 與 1x 差異為  $+3.2$  mmol/l ( $p < 0.05$ )，乳酸值最高則出現在恢復期第七分鐘 (E7) 為  $6.0 \pm 2.5$  mmol/l，第一次及最後一次訓練的血液乳酸堆積平均值在所有時間點均無組內差異 ( $p > 0.05$ )，如表 4-5 所示。

表 4-5 A 組訓練血液乳酸堆積平均值與標準差 (mmol/l)

|        | Training      |               |               |
|--------|---------------|---------------|---------------|
|        | 1x            | 3x            | E5            |
| Tr-1   | $2.1 \pm 0.7$ | $5.0 \pm 1.4$ | $5.5 \pm 1.9$ |
| Tr-end | $1.7 \pm 0.4$ | $4.9 \pm 1.3$ | $5.9 \pm 2.0$ |
| Diff.  | -0.4          | -0.1          | +0.4          |

Tr-1 第一次訓練，Tr-end 最後一次訓練

B 組第一次訓練的第一次 (1x)、第三次 (3x) 負荷血液乳酸堆積平均值分別為  $2.0 \pm 0.6$  mmol/l 及  $4.5 \pm 0.7$  mmol/l，3x 與 1x 差異為  $+2.5$  mmol/l ( $p < 0.05$ )，乳酸值最高為  $5.0 \pm 0.9$  mmol/l 出現在恢復期第五分鐘 (E5)。最後一次訓練的第一次及第三次負荷血液乳酸堆積平均值則分別為  $2.2 \pm 0.6$  mmol/l、 $5.2 \pm 1.1$  mmol/l，3x 與 1x 間的差異為  $+3$  mmol/l

( $p < 0.05$ )，乳酸值最高同樣出現在恢復期第五分鐘 (E5) 為  $5.9 \pm 1.6$  mmol/l，第一次及最後一次訓練的血液乳酸堆積平均值無論在 1x、3x 或是 E5 間均無顯著差異 ( $p > 0.05$ )，如表 4-6 所示。

表 4-6 B 組組訓練血液乳酸堆積平均值與標準差 (mmol/l)

|        | Training      |               |               |
|--------|---------------|---------------|---------------|
|        | 1x            | 3x            | E5            |
| Tr-1   | $2.0 \pm 0.6$ | $4.5 \pm 0.7$ | $5.0 \pm 0.9$ |
| Tr-end | $2.2 \pm 0.6$ | $5.2 \pm 1.1$ | $5.9 \pm 1.6$ |
| Diff.  | +0.2          | +0.7          | +0.9          |

Tr-1 第一次訓練，Tr-end 最後一次訓練

圖 4-5 結果分析顯示，A 組 8 名受試者第一次訓練的時的乳酸安靜值為  $1.2 \pm 0.6$  mmol/l，而第一、三次負荷分別為  $2.1 \pm 0.7$  mmol/l 及  $5.0 \pm 1.4$  mmol/l，並在恢復期的第 5 分鐘 (E5) 達到最大值  $5.5 \pm 1.9$  mmol/l。B 組 8 名受試者之乳酸安靜值則為  $1.1 \pm 0.4$  mmol/l，第一、三次負荷分別為  $2.0 \pm 0.6$  mmol/l 及  $4.5 \pm 0.7$  mmol/l，恢復期的第 5 分鐘 (E5) 堆積到最大值  $5.0 \pm 0.9$  mmol/l。

過去研究顯示，在低強度負荷，乳酸堆積值在 2 mmol/l 以下時，肌肉活動能量來源為有氧醣酵解和脂肪的代謝，當乳酸堆積值在 2-4 mmol/l 時，介於有氧和無氧混合的能量系統。而運動強度持續上升到乳酸堆積至 4 mmol/l 以上，能量完全由無氧醣酵解提供 (Pansold, Roth and Zinner, 1982)。

本研究的乳酸堆積症狀顯示，A 組及 B 組受試者在三次負荷後乳酸堆積超越無氧閾值，進入無氧狀態。Mader et al. (1976) 也指出因運動負荷強度上升，造成血液乳酸堆積達 4mmol/l 以上，肌肉能量提供路徑即進入無氧碳水化合物路徑，此時荷爾蒙 Catecholamine 濃度上昇，進而提高心跳率。

而在第一次訓練的三次負荷以及恢復期第五、七分鐘間，A、B 兩組的血液乳酸堆積平均值皆沒有組間差異 ( $p>0.05$ )，顯示訓練負荷的強度對兩組來說是相當的，因此產生的乳酸值堆積程度相似。

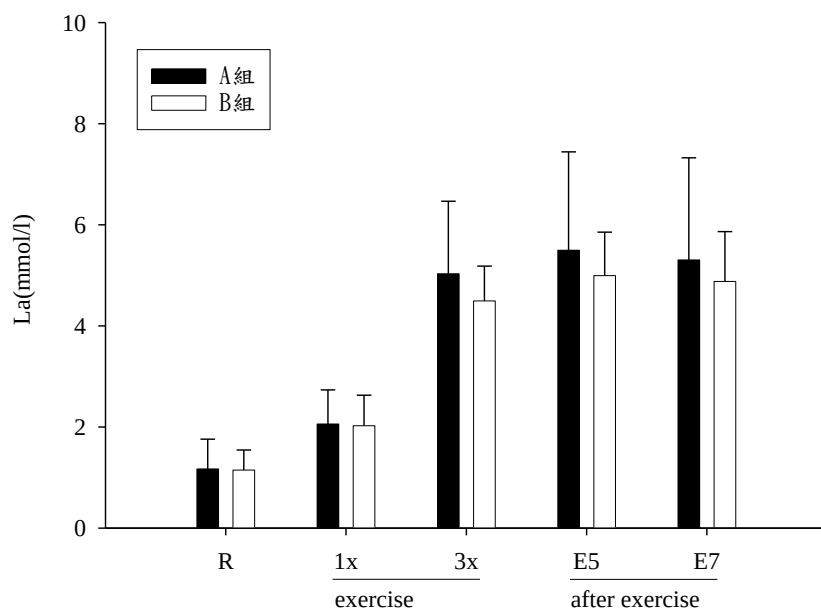


圖 4-5 兩組划船測功儀第一次訓練  
血液乳酸堆積平均值與標準差

圖 4-6 結果分析顯示，A 組 8 名受試者最後一次訓練的時的乳酸安靜值為  $1.3 \pm 0.6$  mmol/l，而第一、三次負荷分別為  $1.7 \pm 0.4$  mmol/l 及  $4.9 \pm 1.3$  mmol/l，並在恢復期的第七分鐘 (E7) 達到最大值  $6.0 \pm 2.5$  mmol/l。B 組 8 名受試者之乳酸安靜值則為  $1.4 \pm 0.3$  mmol/l，第一、三次負荷分別為  $2.2 \pm 0.6$  mmol/l 及  $5.2 \pm 1.0$  mmol/l，恢復期的第 5 分鐘 (E5) 堆積到最大值  $5.9 \pm 1.6$  mmol/l。

最後一次訓練的的乳酸堆積症狀顯示，兩組受試者在三次負荷後乳酸堆積超越無氧閾值，進入無氧狀態。在最後一次訓練期間，A、B 兩組的血液乳酸堆積平均值同樣在所有時間點皆沒有組間差異 ( $p > 0.05$ )。分別對 A 組及 B 組第一次及最後一次訓練的每次負荷乳酸堆積值做成對樣本 t 檢定，發現兩組再無論在第一、三次負荷後或恢復期間均無組內差異。

此外，發現 A 組在第一、第三次負荷時的乳酸堆積值降低，在恢復期則提高，可能是由於高強度負荷訓練的適應讓 A 組乳酸堆積值的最高點延後，B 組則三次負荷皆有上升的趨勢，乳酸堆積最高點出現時間則無變化，可能是訓練次數較少的關係。兩組結果上的差異可能表示 A 組每週三次的訓練將比每週兩次訓練的 B 組能更快的適應訓練強度，導致乳酸堆積最大值出現的延後。

而恢復期兩組乳酸最高值增加的現象，可能是輸出功率提高的訓練效果，導致乳酸隨運動強度的提高而上升，與過去 Hollmann and Liesen (1973) 提出當運動強度越高，血乳酸值越高的研究結果相符。Weicker and Strobel (1994) 也指出，在高負荷劑量且重複接受刺激的狀態下，可提升運動員

肌肉對無氧收縮的適應，並增加無氧糖酵解的活性，本研究的對象雖非運動員，也有相似的結果。

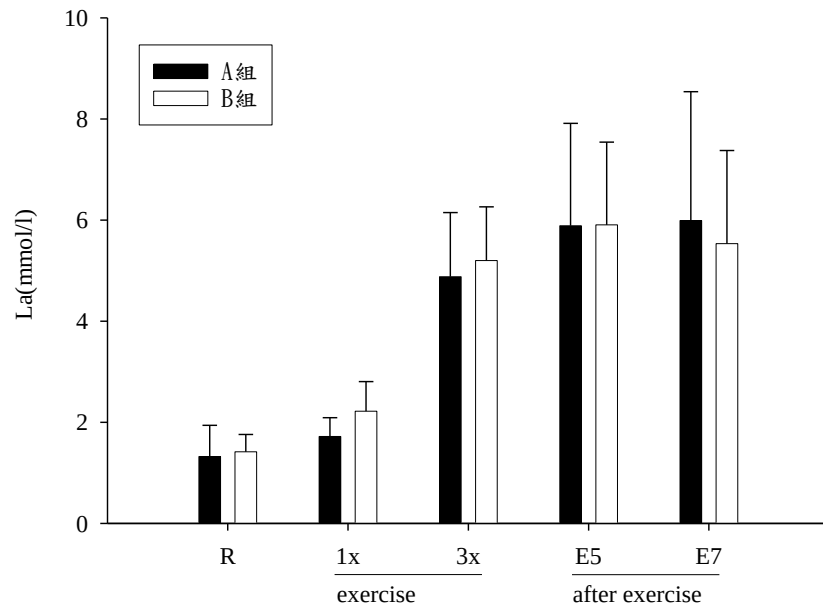


圖 4-6 兩組划船測功儀最後一次訓練  
血液乳酸堆積平均值與標準差

## 第五節 訓練血糖值

A 組第一次訓練在第一次 (1x)、第三次 (3x) 負荷及恢復期第五分鐘 (E5) 的血糖平均值分別為  $5.2 \pm 0.7$  mmol/l、 $5.3 \pm 0.5$  mmol/l、 $5.1 \pm 0.7$  mmol/l，最後一次訓練則分別為  $4.8 \pm 1.0$  mmol/l、 $4.7 \pm 0.9$  mmol/l、 $4.7 \pm 0.9$  mmol/l。

經成對樣本 t 檢定發現 A 組第一次及最後一次訓練在 1x、3x、E5 三個時間點的差異分別為 -0.4 mmol/l、-0.6 mmol/l、-0.4 mmol/l，所有時間點的血糖平均值均無顯著差異 ( $p > 0.05$ )，如表 4-7 所示。

表 4-7 A 組訓練血糖平均值與標準差 (mmol/l)

|        | Training      |               |               |
|--------|---------------|---------------|---------------|
|        | 1x            | 3x            | E5            |
| Tr-1   | $5.2 \pm 0.7$ | $5.3 \pm 0.5$ | $5.1 \pm 0.7$ |
| Tr-end | $4.8 \pm 1.0$ | $4.7 \pm 0.9$ | $4.7 \pm 0.9$ |
| Diff.  | -0.4          | -0.6          | -0.4          |

Tr-1 第一次訓練，Tr-end 最後一次訓練

B 組第一次訓練在第一次 (1x)、第三次 (3x) 負荷及恢復期第五分鐘 (E5) 的血糖平均值分別為  $4.7 \pm 1.3$  mmol/l、 $5.1 \pm 0.5$  mmol/l、 $5.1 \pm 0.6$  mmol/l，最後一次訓練則分別為  $5.1 \pm 0.9$  mmol/l、 $5.0 \pm 0.9$  mmol/l、 $5.0 \pm 0.8$  mmol/l。

經成對樣本 t 檢定發現 B 組第一次及最後一次訓練在 1x、3x、E5 三個時間點的差異分別為  $+0.4$  mmol/l、 $-0.1$  mmol/l、 $-0.1$  mmol/l，所有時間點的血糖平均值均無顯著差異 ( $p > 0.05$ )，如表 4-8 所示。

表 4-8 B 組訓練血糖平均值與標準差 (mmol/l)

|        | Training      |               |               |
|--------|---------------|---------------|---------------|
|        | 1x            | 3x            | E5            |
| Tr-1   | $4.7 \pm 1.3$ | $5.1 \pm 0.5$ | $5.1 \pm 0.6$ |
| Tr-end | $5.1 \pm 0.9$ | $5.0 \pm 0.9$ | $5.0 \pm 0.8$ |
| Diff.  | $+0.4$        | $-0.1$        | $-0.1$        |

Tr-1 第一次訓練，Tr-end 最後一次訓練

圖 4-7、圖 4-8 結果分析顯示，對 A 組及 B 組進行獨立樣本 t 檢定，發現在第一次及最後一次訓練間的血糖平均值並無顯著差異，而針對此兩次訓練分別對 A 組及 B 組進行成對樣本 t 檢定也沒有發現任何顯著差異，表示此實驗中的受試者血糖濃度並未受訓練影響而大幅升降，均穩定維持在正常血糖濃度值  $4.4$  mmol/l 至  $6.1$  mmol/l (The American Diabetes Association, 2000)。

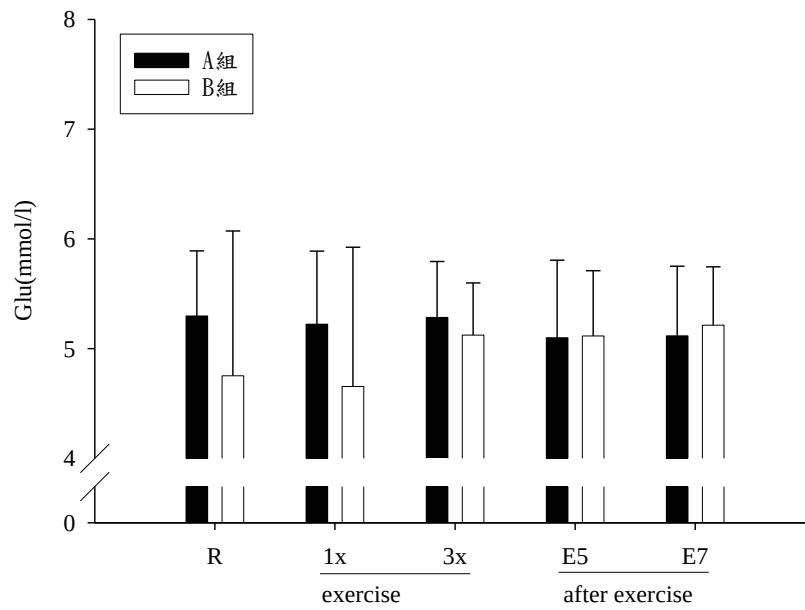


圖 4-7 兩組划船測功儀第一次訓練血糖平均值與標準差

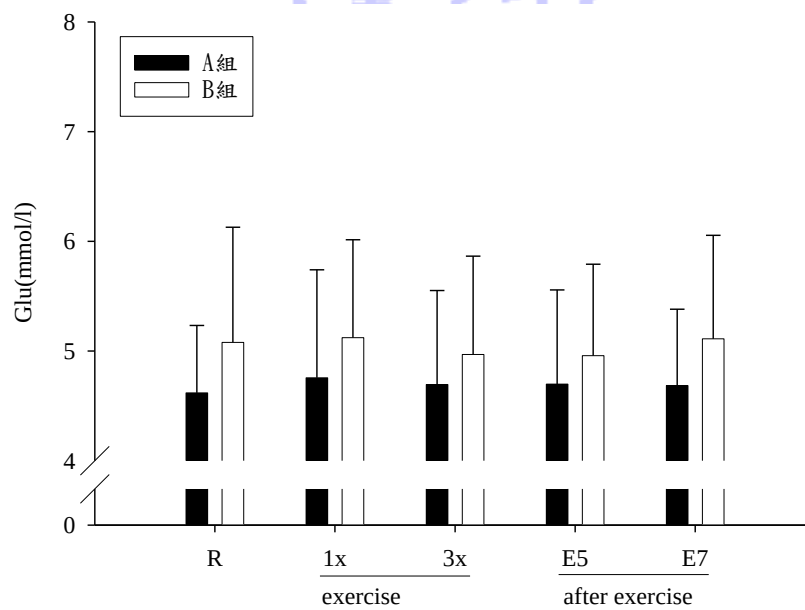


圖 4-8 兩組划船測功儀最後一次訓練血糖平均值與標準差

## 第六節 訓練心跳率

A 組第一次訓練的三次負荷之心跳率平均值分別為  $134 \pm 26 \text{ min}^{-1}$ 、 $145 \pm 13 \text{ min}^{-1}$ 、 $142 \pm 15 \text{ min}^{-1}$ 。最後一次訓練的三次負荷心跳率平均值則分別為  $142 \pm 13 \text{ min}^{-1}$ 、 $148 \pm 14 \text{ min}^{-1}$ 、 $155 \pm 12 \text{ min}^{-1}$ ，如表 4-9 所示。

表 4-9 A 組訓練心跳率平均值與標準差 ( $\text{min}^{-1}$ )

|        | Training     |              |              |
|--------|--------------|--------------|--------------|
|        | 1x           | 2x           | 3x           |
| Tr-1   | $134 \pm 26$ | $145 \pm 13$ | $142 \pm 15$ |
| Tr-end | $142 \pm 13$ | $148 \pm 14$ | $155 \pm 12$ |
| Diff.  | +8           | +3           | +13*         |

Tr-1 第一次訓練，Tr-end 最後一次訓練，\*表示顯著差異 ( $p < 0.05$ )

B 組第一次訓練的三組負荷後心跳率分別為  $145 \pm 10 \text{ min}^{-1}$ 、 $149 \pm 11 \text{ min}^{-1}$ 、 $155 \pm 9 \text{ min}^{-1}$ 。最後一次訓練的三次負荷心跳率平均值則分別為  $150 \pm 13 \text{ min}^{-1}$ 、 $153 \pm 14 \text{ min}^{-1}$ 、 $156 \pm 12 \text{ min}^{-1}$ ，如表 4-10 所示。

Hollmann and Rost (1982)以未訓練者與運動員進行 4 mmol/l 無氧閾值耐力與最大攝氧量 ( $\dot{V}O_{2\max}$ ) 之比較，發現未受訓練的非運動員者在 50-70%  $\dot{V}O_{2\max}$  的運動強度時，心跳率已達  $140-150 \text{ min}^{-1}$ 。而本研究 A、B 兩組之受試者心跳率，皆高於此生理反應，顯示這些無運動習慣受試者之體循環，隨著運動頻率增加，提升心臟跳動壓力。

表 4-10 B 組訓練心跳率平均值與標準差 ( $\text{min}^{-1}$ )

|        | Training |        |        |
|--------|----------|--------|--------|
|        | 1x       | 2x     | 3x     |
| Tr-1   | 145±10   | 149±11 | 155±9  |
| Tr-end | 150±13   | 153±14 | 156±12 |
| Diff.  | +5       | +3     | +1     |

Tr-1 第一次訓練，Tr-end 最後一次訓練，\*表示顯著差異 ( $p < 0.05$ )

圖 4-9 結果分析顯示，在第一次訓練時 A 組與 B 組三次負荷的心跳率分別為  $134 \pm 26 \text{ min}^{-1}$ 、 $145 \pm 13 \text{ min}^{-1}$ 、 $142 \pm 15 \text{ min}^{-1}$  與  $145 \pm 10 \text{ min}^{-1}$ 、 $149 \pm 11 \text{ min}^{-1}$ 、 $155 \pm 9 \text{ min}^{-1}$ ，進行獨立樣本 t 檢定發現三次負荷間兩組並沒有顯著差異 ( $p > 0.05$ )，顯示兩組受試者在體循環方面的能力並無不同。

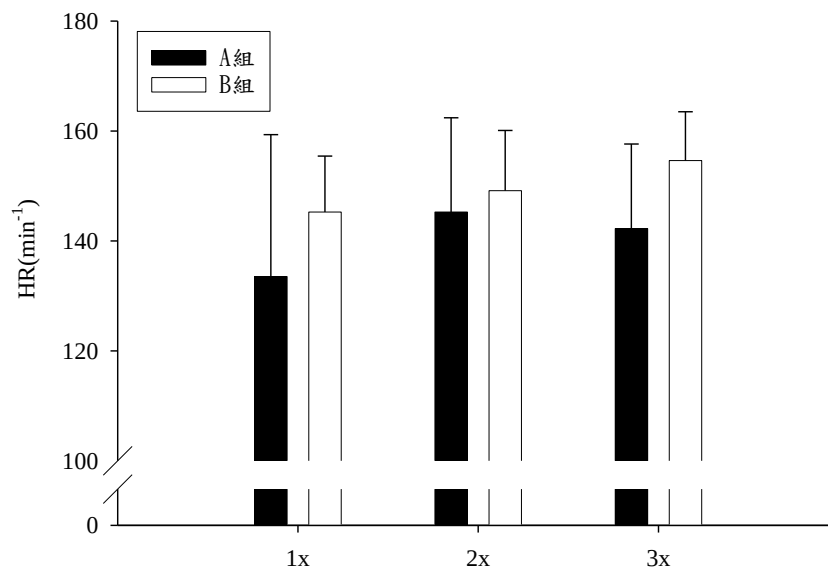


圖 4-9 兩組第一次訓練心跳率平均值與標準差

圖 4-10 結果分析顯示，在最後一次訓練時 A 組與 B 組三次負荷的心跳率分別為  $142 \pm 13 \text{ min}^{-1}$ 、 $148 \pm 14 \text{ min}^{-1}$ 、 $155 \pm 12 \text{ min}^{-1}$  以及  $150 \pm 13 \text{ min}^{-1}$ 、 $153 \pm 14 \text{ min}^{-1}$ 、 $156 \pm 12 \text{ min}^{-1}$ ，進行獨立樣本 t 檢定後發現兩組在最後一次訓練的心跳率仍未有組間差異 ( $p > 0.05$ )。

分別再對 A 組及 B 組的第一次及最後一次訓練進行成對樣本 t 檢定，發現 A 組和 B 組兩次訓練的三次負荷間，在心跳率的變化僅有 A 組在第三次負荷 (3x) 呈現顯著的增加 ( $p < 0.05$ )，其他時間點無顯著差異但幾乎都呈現些微的上升，與過去 Neumann (1990) 指出的心跳率調節將以日為單位產生適應有所出入，可能的原因為測功儀輸出功率的進步對受試者體循環也產生較大的負荷，以至於心跳率未因高強度訓練的適應而下降，反而因強度的增加而上升。

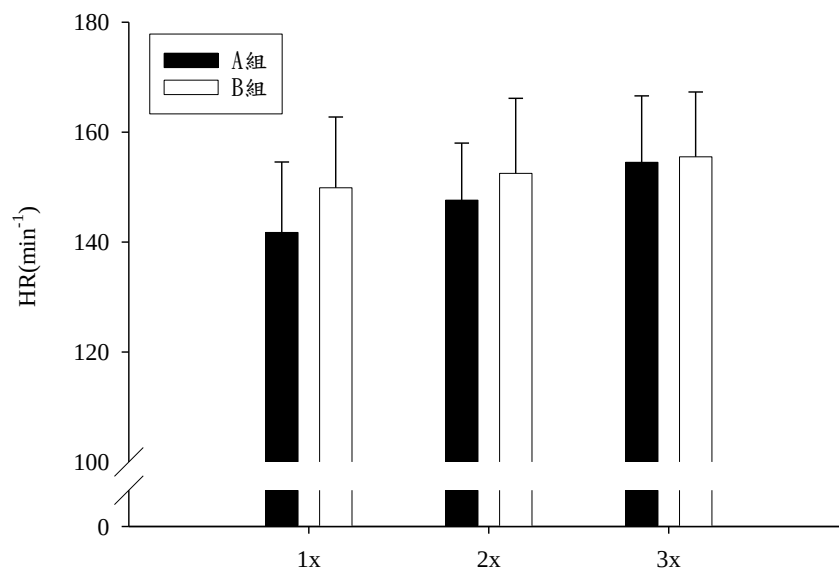


圖 4-10 兩組最後一次訓練心跳率平均值與標準差

## 第伍章 結論與建議

### 第一節 結論

- 一、兩組在前、後測的划船測功儀 500m 測試的運動表現，時間及瓦特數上，均有顯著的進步。
- 二、在訓練期間的輸出功率變化，僅 A 組達到顯著差異，B 組只有進步的趨勢。以此訓練模式，訓練頻率較高的 A 組能在 2 週內就達到明顯的進步，綜合後測運動表現進步的結果來看，我們認為若想讓運動表現在短週數內有明顯進步，以較高的運動頻率來進行當然能達到較佳的效果。然而，若是想將此訓練作為運動習慣來長期進行，即使是較低的運動頻率也對運動能力有顯著的影響。
- 三、在 RPE 自覺分數方面，A 與 B 組均未達顯著差異，表示在運動表現進步的同時，受試者的疲倦感沒有產生明顯的上升。
- 四、訓練頻率 3 次/週的 A 組及訓練頻率 2 次/週的 B 組，在前測及訓練間，無論是生理上的血液乳酸堆積值、心跳率、血糖值，或是運動表現的划船測功儀瓦特數、划船測功儀 500m 測試之秒數，以及 RPE 自覺分數，皆沒有發現任何顯著差異，表示所有對象在生理適應以及運動能力兩方面均為相似的受試者。
- 五、訓練期間的乳酸堆積症狀顯示，本研究之受試者均在三次負荷後乳酸堆積超越無氧閾值，進入無氧狀態，顯示無運動習慣者以此模式將能以此模式來進行高強度的無氧訓練。

- 六、最後一次訓練期間 A 組第一、第三次負荷時的乳酸堆積值降低，在恢復期則提高，並且乳酸堆積最大值由恢復期第五分鐘延後至第七分鐘，而 B 組在這些時間點的乳酸堆積皆為升高，乳酸堆積最大值則同樣出現在 E5。因此我們推測每週三次的訓練將比每週兩次的訓練能更快的適應訓練強度，導致乳酸堆積最大值出現的延後。
- 七、訓練期間的血糖均無任何組間或組內差異，表示此訓練模式並不會影響一般無運動習慣健康成人在血糖上的變化。
- 八、兩組在訓練期間心跳率的變化僅有 A 組在最後一次訓練的第三次負荷呈現顯著上升，其他時間點皆無顯著差異，但兩組均有些微的上升，與本研究預期的心跳率適應結果不符，我們認為是由於運動強度的增加。

## 第二節 建議

- 一、無運動習慣，閒暇時間又少的健康成年人，建議能以本研究的短時間高強度且頻率高於 2 次/週的訓練模式，來養成運動的習慣，而期間若有任何不適，都應立即停止並尋求醫療協助。
- 二、雖本研究的運動模式風險不高，有任何疾病的病患，在沒有其他文獻支持前都不應擅自按照此模式來進行訓練，應尋求醫生的指示來找出適合患者的運動處方。
- 三、本研究在徵收受試者時並未限制受試者的身體質量指數 (BMI)，若將來進行相似的研究，可針對此點來做進一步的分組，並找出適合各種體型的運動模式。
- 四、本研究已證實此運動模式對健康成人上是有效且低風險的，而未來可針對不同年齡層來進行類似的實驗，並找出老年人或兒童等族群適合的運動處方。

## 參考文獻

### 一、中文部分：

- 吳一德、胡巧欣（2005）。體育教學對大專生健康體適能之影響--以國立金門技術學院為例。國立金門技術學院學報，1期，129-144頁。
- 行政院體育委員會（2012）。101年運動城市調查。資料引自 [http://isports.sac.gov.tw/sites/default/files/101\\_udcity.pdf](http://isports.sac.gov.tw/sites/default/files/101_udcity.pdf)。
- 李柏均、林貴福（2011）。高強度間歇訓練在提升運動表現與健康促進的應用。文化體育學刊，12期，39-45頁。
- 林淑芬（2001）。不同運動頻率對國中過重學童健康體適能之影響。未出版之碩士論文，臺北市，國立臺灣師範大學。
- 林嬌娟（2007）。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。未出版之碩士論文，桃園縣，國立體育大學教練研究所。
- 紀瑤璇（2007）。划船測功儀的使用。運動生理週訊，240期。
- 陳律盛、林學宜、陳世昌、張育瑞、曾明郎（2012）。不同訓練頻率有氧運動對大專男生代謝症候群與健康體適能之影響。嘉大體育健康休閒期刊，11期，1-12頁。
- 張宏文、何永彬、邱旺璋（2001）。大學生參與運動性休閒活動影響因素之研究--以輔仁大學為例。藝術學報，68期，135-147頁。
- 張嘉珍、林嘉志（2006）。不同間歇訓練對血漿乳酸與能量消耗的影響。成大體育，39卷3期，36-47頁。

- 張嘉澤 (2008)。訓練學。臺北縣：台灣運動能力診斷協會。
- 教育部 (2007)。96 年度各級教育行政機關學校體育衛生業務主管人員第二次研討會手冊，139 頁。
- 教育部 (2009)。98 年度各級學校學生運動參與情形調查報告。資料引自 <http://140.122.72.62/Census/980330B.pdf>。
- 黃振紅 (2004)。不同學制技職生參與休閒運動之差異研究。大專體育學刊，6 卷 2 期，67-78 頁。
- 黃玉娟、戴旭志、陳秀玲 (2006)。大學生體育課程之外運動習慣與自我健康評估之探討。大專體育學刊，8 卷 1 期，249-257 頁。
- 黃翔蓁、黃泰源、劉于詮、龔泰源 (2012)。划船測功儀介紹。論文發表於 2012 年兩岸運動訓練科學研討會，臺南市，長榮大學。
- 董芸 (2006)。不同頻率之新式健身操活動對國小學童體適能之影響。國教新知，53 卷 1 期，53-61 頁。
- 蕭敬衡、張嘉澤 (2013)。急性高強度間歇訓練對街舞 Breaking 選手專項心跳率、血乳酸之影響-個案研究。論文發表於 2013 休閒運動學術研討會，新竹市，育達商業科技大學。
- 鍾雨純、陳麗玉、陳竑廷、吳慧君 (2010)。划船測功儀對大學男生有氧能力評估之探討。運動教練科學，18 期，27-36 頁。

## 二、外文部分：

- Bartlett, J. D., Close, G. L., MacLaren, D. P., Gregson, W., Drust, B., & Morton, J. P. (2011). High-intensity interval running is perceived to be more enjoyable than moderate-intensity continuous exercise: implications for exercise adherence. *Journal of Sports Sciences*, 29(6), 547-553.
- Borg, G. (1982). Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 14, 377-381.
- Burgomaster, K. A., Hughes, S. C., Heigenhauser, G. J., Bradwell, S. N. & Gibala, M. J. (2005). Six sessions of sprint interval training increases muscle oxidative potential and cycle endurance capacity in humans. *Journal of Applied Physiology*, 98, 1985–1990.
- Burgomaster, K. A., Howarth, K. R., Phillips, S. M., Rakobowchuk, M., Macdonald, M. J., McGee, S. L. & Gibala, M. J. (2008). Similar metabolic adaptations during exercise after low volume sprint interval and traditional endurance training in humans. *The Journal of Physiology*, 586, 151–160.
- Deruelle, F., Fabre, C., Grosbois, J. M., Bart, F., & Lensel, G. (2004). Individualization of training in trained elderly: comparison of the cardiorespiratory responses between cycle and rowing ergometers. *Science & Sports*,

19(2), 91-98.

- Gibala, M. J., Little, J. P., Van Essen, M., Wilkin, G. P., Burgomaster, K. A., Safdar, A., Raha, S. & Tarnopolsky, M.A. (2006). Short-term sprint interval versus traditional endurance training: similar initial adaptations in human skeletal muscle and exercise performance. *The Journal of Physiology*, 575, 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 and Sport Sciences reviews*, 36(2), 58-63.
- Gaesser, G. A., & Angadi, S. S. (2011). High-intensity interval training for health and fitness: can less be more?. *Journal of Applied Physiology*, 111(6), 1540-1541.
- Heck, H. (1990). Laktat in der Leistungsdiagnostik. *Verlag Karl Hofmann Schorndorf*, 28-30. In: 運動能力診斷與訓練調整 (張嘉澤譯)。臺北縣：臺灣運動能力診斷協會。
- Heck, H., & Schulz, H. (2002). Method end eranaeroben Leistungsdiagnostik. *Deutsche Z SportMed*, 53, 7-8.
- Hollmann, W., & Liesen, H. (1973). Der Einfluben eines zweiwöchien Höhentrainings auf die Leitungsfähigkeit im Flachland, gemessen an spiroergometrischen und metabolischen parameteren. In: 張嘉澤。運動能力診斷與訓練調整 (張嘉澤譯)。臺北縣：臺灣運動能力診斷

協會。

- Hollmann, W., & Rost, R. (1982). *Belastungsuntersuchungen in der Praxis. Grundlagen Technik und Interpretation ergometrischer Untersuchungsverfahren*, 120-126.
- 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, 346-356.
- Hwang, C. L., Wu, Y. T. & Chou, C. H. (2011). Effect of aerobic interval training on exercise capacity and metabolic risk factors in people with cardiometabolic disorders: a meta-analysis. *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention*, 31, p378-385.
- Kimm, S. Y., Glynn, N. W., McMahon, R. P., Voorhees, C. C., Striegel-Moore, R. H. & Daniels, S.R. (2006). Self-perceived barriers to activity participation among sedentary adolescent girls. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 38, 534-540
- Laursen, P. B. (2010). Training for intense exercise performance: high-intensity or high-volume training?. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 20, 1-10.
- Mader, A., Liesen, H., Philippi, H., Rost, R., Schürch, P., & Hollmann, W. (2010)。運動能力診斷與訓練調整 (張嘉澤譯)。臺北縣：臺灣運動能力診斷協會。(原著出版於1976)

- Martin, T. P., & Bernfield, J. S. (1980). Effect of stroke rate on velocity of a rowing shell. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 12, 250-256.
- Martindale, W. O., & Robertson, D. G. (1984). Mechanical energy in sculling and in rowing an ergometer. *Canadian Journal of Applied Sport Science*, 9, 153-163.
- Neumann, G. (1990). Die Leistungsstruktur in den ausdauersportarten aus sportmedizin-ischer Sicht. *Leistungssport*, 20, 14-20.
- Pansold, B., Roth, W., Zinner, J. (1982). Die Laktat-Leistungskurve—ein Grundprizip sportmedizinische Leistungsdiagnostik. *Med und Sport Berlin*, 22, 107-112
- Rakobowchuk, M., Tanguay, S., Burgomaster, K. A., Howarth, K. R., Gibala, M. J. & MacDonald, M. J. (2008). Sprint interval and traditional endurance training induce similar improvements in peripheral arterial stiffness and flow-mediated dilation in healthy humans. *The American Journal of Physiology Regulatory Integrative and Comparative Physiology*, 295, R236–R242.
- Rognmo, Ø., Hetland, E., Helgerud, J., Hoff, J., Slørdahl, S. A. (2004). High intensity aerobic interval exercise is superior to moderate intensity exercise for increasing aerobic capacity in patients with coronary artery disease. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil*, 2004 Jun;11(3), 216-22.

- Stutts, W. C. (2002). Physical activity determinants in adults. Perceived benefits, barriers, and self efficacy. *AAOHN Journal*, 50, 499–507.
- Taaffe, D. R., Duret, C., Wheeler, S., Marcus, R. (1999). Once-weekly resistance exercise improves muscle strength and neuromuscular performance in older adults. *Journal of American Geriatrics Society*, 1999 Oct;47(10), 1208-14.
- The American Diabetes Association. (2000). Report of the expert committee on the diagnosis and classification of diabetes mellitus. *Diabetes Care*, Vol. 23, 14-19.
- Tjønnå, A. E., Stølen, T. O., Bye, A., Volden, M., Slørdahl, S. A., Odegard, R., Skogvoll, E. & Wisløff, U. (2009). Aerobic interval training reduces cardiovascular risk factors more than a multitreatment approach in overweight adolescents. *Clinic Science (London)*, 116, 317–326.
- Trost, S. G., Owen, N., Bauman, A.E., Sallis, J. F. & Brown, W. (2002). Correlates of adults' participation in physical activity: review and update. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34, 1996–2001.
- Weicker, H., & Strobel, G. (1994). *Sportmedizin: Biochemisch-physiologische Grundlagen und ihre sportartspezifische Bedeutung*: G. Fischer Verlag, S.25-28.

- Whaley, Mitchell H, Thomas Woodall, Leonard Kaminsky & John Emmett. (1997). Reliability of perceived exertion during graded exercise testing in apparently healthy adults. *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation*, 17, 37-42.
- Whyte, L. J., Gill, J. M. & Cathcart, A. J. (2010). Effect of 2 weeks of sprint interval training on health-related outcomes in sedentary overweight/obese men. *Metabolism*, 59, 1421–1428.
- Wisløff, U., Støylen, A., Loennechen, J. P., Bruvold, M., Rognmo, Ø., Haram, P. M., Tjønnå, A. E., Helgerud, J., Slørdahl, S. A., Lee, S. J., Vider, V., Bye, A., Smith, G., L., Najjar, S. M., Ellingsen, Ø. & Skjaerpe, T. (2007). Superior cardiovascular effect of aerobic interval training versus moderate continuous training in heart failure patients: a randomized study. *Circulation*, 115, 3086–3094.
- World Health Organization. (2003). *Sedentary listyle: A global public health problem*. Retrieved February 28, 2009, from <http://www.who.int/moveforhealth/advocacy/information-sheets/sedentary/en/>
- Yoshiga, C. C. (2002). Heart rate is lower during ergometer rowing than during treadmill running. *European Journal of Applied Physiology*, 87 (2), 97-100.

Yoshiga, C. C., Higuchi, M., & Oka, J. (2003). Lower heart rate response to ergometry rowing than to treadmill running in older men. *Clinical Physiology And Functional Imaging*, 23(1), 58-61.



## 附錄一 人體試驗委員會試驗資格證明

### 衛生福利部桃園醫院 醫學倫理及人體試驗審查委員會 同意臨床試驗證明書

查計畫主持人張嘉澤主持「不同頻率短期高強度運動對無運動習慣者能量代謝與體循環適應及訓練效果影響」案（TYGH103014號）經醫學倫理及人體試驗委員會審查通過，特此證明。有效期限至104年11月27日，且應接受IRB之監督。

後續定期追蹤之程序及要求

1. 期中報告繳交頻率：104年09月27日。
2. 結案報告：試驗完成後，應將執行情形及結果以書面報告IRB核備。
3. 計畫主持人須於到期6週內提出展延計畫之申請，方可繼續執行。
4. 計畫修正、暫停或終止執行請以書面通知本委員會。

主任委員：陳正昂

103年11月27日

Protocol Title : Different frequencies of short-term high-intensity exercise on non-exercise habits people in energy metabolism, circulation adaptation and performance

Protocol No : TYGH103014

Protocol Version: V3.0

Protocol Version Date: 11/20/2013

Informed Consent Form Version: V3.0

Informed Consent Form Date: 11/20/2013

Principle Investigators: Jia-Tzer Jang

IRB No : TYGH103014

According to the ~~written~~ operating GCP, and the applicable regulatory requirement, this study project is approved by the Institutional Review Board of the Taoyuan General Hospital.

This approval is valid for 1 year till 27 11, 2015. The principle investigator is required to submit the application for extension 6 weeks before the expired date. (If indicated by the regulations and laws, this project should be suspended or terminated after the approval of Department of Health, R.O.C.)

Chairman: Jui-chang chen

Institutional Review Board  
Taoyuan General Hospital Taiwan R.O.C

## 附錄二 受試者同意書

不同頻率短期高強度運動對沒有運動習慣者能量代謝與體循環適應及訓練效果影響

### 受試者同意書

|                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 計畫名稱                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 不同頻率短期高強度運動對沒有運動習慣者能量代謝與體循環適應及訓練效果影響                                                                                                                                                                                                                                               |
| 執行單位：國立台灣體育運動大學<br>委託單位／藥廠：                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 主要主持人：張嘉澤<br>職稱：助理教授<br>電話：0923348835                                                                                                                                                                                                                                              |
| 協同主持人：郭嘉琳、游岳臻<br>職稱：學生<br>電話：                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 0933286069/0980776887                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 二十四小時緊急聯絡人電話：郭嘉琳 0933286069                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 受試者姓名：                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 性別：                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 出生日期：                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 聯絡電話：                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 1. 試驗目的：<br>(1) 探討不同運動負荷頻率對沒有運動習慣者之訓練效果影響<br>(2) 探討短期高負荷強度運動對沒有運動習慣者能量代謝與體循環之適應                                                                                                                                                                                                    |
| 2. 試驗之主要納入與排除條件：<br>(1) 納入條件：受試者須為沒有運動習慣者<br>(2) 排除條件：有運動傷害或其他慢性疾病者                                                                                                                                                                                                                |
| 3. 試驗方法及相關檢驗：<br>分為前測、訓練、後測三部分，為連續的四週，以划船測功儀進行。<br>第一週：前測(1日)<br>500 m划船測功儀測試，受試者以自覺最大負荷進行，划行至500 m為止，並紀錄測試前後心跳率以及測試後RPE指數。<br><br>第二、三週：訓練(A組訓練次數為每週3次，B組為每週訓練2次，2週共計6日和4日)<br>訓練負荷為每次划行10槳，進行3次(3x10槳)，間歇時間90s，紀錄其瓦特數、距離及心跳率 (HR)，並紀錄每次測試後心跳率及RPE指數。<br><br>第四週：後測(1日)<br>方式同前測。 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>採集血液時間點：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 第一週前測500m測試前及恢復期第1、5、7分鐘(E1-5-7 min)，共40 <math>\mu</math>l。</li> <li>2. 第二週訓練期第一次之測試前、第一及第三次划行10槳後(1x、3x)及恢復期第5、7分鐘(E5-7 min)，共50<math>\mu</math>l。</li> <li>3. 第三週訓練期之最後一次測試前、第一及第三次划行 10 槳後(1x、3x)及恢復期第 5、7 分鐘(E5-7 min)，共 50 <math>\mu</math>l。</li> <li>4. 第四週後測 500m 測試前及恢復期第 1、5、7 分鐘(E1-5-7 min)，共 40 <math>\mu</math>l。</li> </ol> <p>註：血液採集將以乳酸血糖分析儀分析受試者乳酸和血糖值做為研究數據</p> |
| <p>4・可能產生之副作用、發生率及處理方法：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>一、耳垂採血10<math>\mu</math>l (大約一滴汗)，因擠壓關係可能造成輕微淤血症狀 (1-2天即可恢復)。</li> <li>二、因運動型態關係與初期肌肉負荷，可能產生輕微肌肉痠痛(1-2天即可恢復)，屬正常反應。</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                            |
| <p>5・試驗預期效益：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>一、透過測功儀測試了解沒有運動習慣者之體循環及能量代謝狀況</li> <li>二、預期每週兩次的運動方式，即可達到身體能力改善</li> <li>三、藉由研究結果探討是否能發展成一般人沒有固定時間運動之方式</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <p>6・試驗進行中受試者之禁忌、限制與應配合之事項：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>一、試驗運動前 150分鐘完成用餐</li> <li>二、試驗前與試驗間歇期應適量補充水分</li> <li>二、試驗前後應適當暖身 (Warm up)、收操 (Cool down)</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <p>7・機密性：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>一、本研究之成員將對所有可辨識研究對象隱私資料之紀錄視為不公開的機密，在結果發表時也將保密所有研究對象之個人資料。</li> <li>二、簽署同意書即同意您的個人資料紀錄可直接受監測者、稽核者、研究倫理委員會及主管機關檢閱，以確保臨床試驗過程與數據符合相關法律及法規要求；上述人員並承諾絕不違反您的身分之機密性。</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                 |
| <p>8・試驗過程中發生意外風險之處理步驟：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>一、緊急送醫—台安醫院雙十分院(1-3 分鐘)<br/>—中國醫藥大學附設醫院(5-7 分鐘)</li> <li>二、通知緊急聯絡人</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

9・損害補償與保險：

一、研究對象於測試中發生運動傷害，本研究負責人將協助提供相關醫療申請支援。

二、除前一項補償外，本研究無提供其他形式之補償。若您不願意接受這樣的風險，請勿參加試驗。

三、您不會因為簽署本同意書，而喪失在法律上的任何權利。

10・受試者權利：

如果您在試驗過程中對試驗工作性質產生疑問，對身為研究對象之權利有意見或懷疑因參與研究而受害時，可向衛生福利部桃園醫院尋求協助，聯絡電話 03-3699721 轉 4585。

11・試驗之退出與中止：

您可自由決定是否參加本試驗；試驗過程中也可隨時撤銷同意，退出試驗，不需任何理由，且不會引起任何不愉快，試驗主持人亦可能於必要時中止該試驗之進行。

12・簽名

A.主要主持人、或協同主持人已詳細解釋有關本研究計畫中上述研究方法的性質與目的，及可能產生的危險與利益。

主要主持人／協同主持人簽名：

日期： 年 月 日

B・受試者已詳細瞭解上述研究方法及其所可能產生的危險與利益有關本試驗計畫的疑問，業經計畫主持人詳細予以解釋。本人同意接受為臨床試驗計畫的自願受試者。

受試者簽名：

法定代理人簽名：

日期： 年 月 日

有同意權人簽名：

日期： 年 月 日

C・見證人：

姓名：

身分證字號：

聯絡電話：

通訊地址：

簽名：

日期： 年 月 日



### 附錄三 疾病調查表

## 運動能力診斷與訓練調整

疾病調查-一般人

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |       |                                                                                                                            |          |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----|
| 姓 名：                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 出生年月： | 身高<br>(cm)：                                                                                                                | 體重 (kg)： | 性別： |
| 週運動頻率：                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |       | 持續時間：                                                                                                                      |          |     |
| 運動型態：                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |       | <input type="checkbox"/> 30min <input type="checkbox"/> 40 min <input type="checkbox"/> 60min <input type="checkbox"/> >1h |          |     |
| <p>請據實回答以下問題：</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <p>1. 是否有心臟疾病</p> <p>2. 是否有血液疾病</p> <p>3. 是否有糖尿病</p> <p>4. 是否有高血壓</p> <p>5. 是否有氣喘疾病</p> <p>6. 是否有癲癇症</p> <p>7. 是否有肌肉疼痛</p> <p>8. 是否有感冒症狀</p> <p>9. 最近六個月是否有開刀手術</p> <p>10. 其他：</p> <p>1)_____</p> <p>2)_____</p> <p>3)_____</p> <p>4)_____</p> </div> <div style="text-align: center;"> </div> <div> <p><input type="checkbox"/> 是   <input type="checkbox"/> 否</p> <p><input type="checkbox"/> 是   <input type="checkbox"/> 否</p> <p><input type="checkbox"/> 是   <input type="checkbox"/> 否</p> <p><input type="checkbox"/> 是   <input type="checkbox"/> 否</p> <p><input type="checkbox"/> 是   <input type="checkbox"/> 否</p> <p><input type="checkbox"/> 是   <input type="checkbox"/> 否</p> <p><input type="checkbox"/> 是   <input type="checkbox"/> 否</p> <p><input type="checkbox"/> 是   <input type="checkbox"/> 否</p> <p><input type="checkbox"/> 是   <input type="checkbox"/> 否</p> </div> </div> |       |                                                                                                                            |          |     |
| 簽 名： _____                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |       | 日期： _____                                                                                                                  |          |     |