

國立臺灣體育學院
National Taiwan College of Physical Education
體育研究所碩士學位論文

自由車被動式訓練與主動式訓練迴轉頻率
差異研究

THE STUDY OF CYCLIC FREQUENCIES DIFFERENCE
BETWEEN CYCLING PASSIVE AND ACTIVE TRAINING



研究生：徐正義 撰
指導教授：高明峰 博士

中華民國 100 年 6 月

論文名稱：自由車被動式訓練與主動式訓練迴轉頻率差異研究

總頁數 59 頁

院校組別：國立臺灣體育學院體育研究所競技組

畢業時間及提要別：九十九學年度第二學期碩士學位論文提要

研究生：徐正義

指導教授：高明峰博士

中文摘要

本研究目的在探討十二名被動式訓練與主動式訓練迴轉頻率對自行車運動訓練的差異，針對高雄縣鳳甲國中自由車隊男運動員為對象。將受試者依被動式訓練與主動式訓練分為實驗組及對照組各六名國中男運動員，實驗組施以十二週的被動式訓練機訓練、對照組施以主動式訓練，以 SPSS 進行訓練前後之體適能成績的差異。研究結果發現：(1) 十二週自由車對照組與實驗組訓練前後各項體適能之成績，雖有不同。但以獨立樣本 t 檢定，檢視兩組間各項成績之結果，對照組與實驗組間訓練前後各項體適能成績，並無差異存在。(2) 對照組與實驗組訓練前 5 分鐘訓練台測驗各項成績之比較結果。雖然實驗組各項成績較大於對照組隊，但在比較結果，只有在最高心跳數方面，兩組間是有顯著的差異水準。另外兩組間訓練後 5 分鐘訓練台測驗各項成績之比較結果，只有在最高轉速有達到顯著的差異水準。(3) 對照組與實驗組訓練前 500 公尺各項成績之比較結果。兩組間並無達到顯著的差異水準。另外兩組間訓練後 500 公尺各項成績之比較結果，只有在平均速度有達到顯著的差異水準。(4) 對照組與實驗組訓練前、後 3000 公尺各項成績之比較結果(時間成績單位換算為秒)。訓練前兩組間在平均 HR 與最高 HR 兩項之比較結果，都有達到顯著的差異水準。但在訓練後兩組間之比較結果，各項成績間都無達到顯著的差異水準。本研究認為被動式訓練較主動式訓練對於迴轉頻率的影響有更好的效應;此結果證實被動式訓練能提高雙腳迴轉頻率藉此提昇運動員在短距離比賽成績。

關鍵詞：自由車、被動式、主動式、迴轉頻率、體適能

Hsu cheng yi (2011). The study of cyclic frequencies difference between cycling passive and active training. Unpublished master thesis, National Taiwan College of Physical Education.

Abstract

This research aims to study the pedaling-rate changes using active and passive training. In 12 weeks, through testing 12 male athletes in entry level from Feng-chia Junior High School in Kaohsiung City, who are assigned to experimental group and control group, each group of 6 members, we examine the different results of active and passive training as follows: (1) After 12-week-long training, the grades of HRPF(Health Related Physical Fitness) between the experimental group and the control group may be different; however, the Independent Samples t-Test shows that those differences are not significant .(2) Though the 5-minute test in training platform shows that the experimental group has better grades in total than the control group has, only the grade in MHRreaches the significance level. Instead of the grade in MHR, the other test shows that only the grade in maximal pedal speed reaches the significance level.In the 500m test, there is not any grade reach the significance level between experimental group and control group before training. After training, only the difference in the grade of average speed is significant.(4)In the 3,000m test, the grades of average HR and the highest HR reach the significance level before training; however, these differences are no longer exist after training. This research concludes that the passive training is more effective than the active training in improving pedaling rates of trainees and will help athletes achieve better grades, especially in short-distance cycling competitions.

Key words: cycling, passive, active, pedaling rate , physical fitness

謝 誌

本論文得以順利完成；首先要感謝指導教授高明峰老師悉心指導，從徬徨無知到漸入狀況、從開始到句號，高教授無時不耳提面命不斷給予我最大的指引及指正，令我受益良多，沒有恩師的灌溉，就沒有成長茁壯的我，謹以此謝致上最高的感恩。

其次；感謝在論文撰寫及口試過程中無時不斷提供寶貴意見的財團法人鞋類暨運動休閒科技研發中心劉颯颯總經理及國立中興大學運動與建康管理研究所邱靖華所長，恩謝在繁忙的公務中，撥冗審查論文並提供指引與建議，才使得本篇論文得以更臻完備，衷心感謝教授們的指導。還要感謝背後最大支柱 - 老婆，辛勤家事、照顧孩子，讓我無後顧之憂可以專心於學業及論文撰寫；在欣喜之餘，心中更是充滿著感恩。更要感謝所長及所裡所有師長的教誨與蔡淑婉同學的幫助。相處的時間雖短，但課堂上諄諄教誨之音云猶在耳，沒有您們的細心呵護；就沒有成長茁壯的我。俗諺「一日為師，終身為父」，教導之恩、諄誨之情無以回報，永銘愚心。

最後，謹以此論文獻給所有幕前幕後幫助我、提攜我，讓我能順利完成的每一位辛苦的先進及參與者們，並向您致上最高敬意及謝意。

徐正義 謹致
中華民國 100 年 6 月

目 錄

中文摘要	I
英文摘要	
謝誌	
目錄	
表目錄	
圖目錄	
第一章 緒論	1
第一節 研究背景	1
第二節 研究目的	4
第三節 研究假設	4
第四節 研究範圍	5
第五節 研究限制	6
第六節 名詞解釋	7
第二章 文獻探討	10
第一節 影響迴轉頻率之因素	10
第二節 自由車運動員不同專項的特徵	12
第三節 影響自由車運動成績表現之因素	13
第四節 小結	17
第三章 研究方法與步驟	18
第一節 研究架構	18
第二節 研究對象	19
第三節 實驗流程	20
第四節 研究時間與地點	21
第五節 施測方法與工具	23
第六節 資料收集與處理	30

第四章 結果與討論	31
第一節 受試者基本資料	31
第二節 各組各項前後測相依 t 檢定顯著性分析	31
第三節 對照組與實驗組前測與後測迴轉頻率之影響	52
第五章 結論與建議	53
第一節 結論	53
第二節 建議	54
參考文獻	55
壹、中文部分	55
貳、英文部分	56
附錄	57
附錄一 受試者須知與同意書	57
附錄二 受試者健康狀況問卷	58
附錄三 受試者男運動員實驗組與對照組基本資料表	59

表目錄

表 3-1	自由車被動式訓練周計畫表	19
表 3-2	自由車主動式訓練周計畫表	20
表 4-1	受試者基本資料	31
表 4-2	受試者男運動員對照組體適能前測資料數據表	32
表 4-3	受試者男運動員對照組體適能後測資料數據表	32
表 4-4	對照組訓練前與訓練後各項體適能之結果	33
表 4-5	受試者男運動員實驗組體適能前測資料數據表	33
表 4-6	受試者男運動員實驗組體適能後測資料數據表	33
表 4-7	實驗組訓練前與訓練後各項體適能之結果	34
表 4-8	受試者男運動員實驗組與對照組體適能前測資料數據平均值對照表	35
表 4-9	受試者男運動員實驗組與對照組體適能後測資料數據平均值對照表	36
表 4-10	受試者男運動員對照組 5 分鐘訓練台前測資料數據表	37
表 4-11	受試者男運動員對照組 5 分鐘訓練台後測資料數據表	37
表 4-12	對照組訓練前與訓練後 5 分鐘各項成績之結果	37
表 4-13	受試者男運動員實驗組 5 分鐘訓練台前測資料數據表	38
表 4-14	受試者男運動員實驗組 5 分鐘訓練台後測資料數據表	38
表 4-15	實驗組訓練前與訓練後 5 分鐘各項成績之結果	38
表 4-16	受試者男運動員實驗組與對照組 5 分鐘訓練台前測數據平均值對照表	39
表 4-17	受試者男運動員實驗組與對照組 5 分鐘訓練台後測數據平均值對照表	41
表 4-18	受試者男運動員對照組 500 公尺前測資料數據表	42
表 4-19	受試者男運動員對照組 500 公尺後測資料數據表	42
表 4-20	對照組訓練前與訓練後 500 公尺各項成績之結果	43
表 4-21	受試者男運動員實驗組 500 公尺前測資料數據表	43
表 4-22	受試者男運動員實驗組 500 公尺後測資料數據表	43

表 4-23 實驗組訓練前與訓練後 500 公尺各項成績之結果	44
表 4-24 受試者男運動員實驗組與對照組 500 公尺前測數據平均值對照表	45
表 4-25 受試者男運動員實驗組與對照組 500 公尺後測數據平均值對照表	46
表 4-26 受試者男運動員對照組 3000 公尺前測資料數據表	47
表 4-27 受試者男運動員對照組 3000 公尺後測資料數據表	48
表 4-28 對照組訓練前與訓練後 3000 公尺各項成績之結果	48
表 4-29 受試者男運動員實驗組 3000 公尺前測資料數據表	48
表 4-30 受試者男運動員實驗組 3000 公尺後測資料數據表	49
表 4-31 實驗組訓練前與訓練後 3000 公尺各項成績之結果	49
表 4-32 受試者男運動員實驗組與對照組 3000 公尺前測數據平均值對照表	50
表 4-33 受試者男運動員實驗組與對照組 3000 公尺後測數據平均值對照表	51

圖目錄

圖 1-1	被動式訓練機加裝馬達	3
圖 1-2	被動式訓練機可調整速度器	3
圖 1-3	被動式訓練機	5
圖 1-4	自主性固定式訓練台（主動式）	7
圖 2-1	踏板迴轉時所用之肌肉	11
圖 3-1	實驗架構圖	18
圖 3-2	S725X 心跳表	23
圖 3-3	心跳帶	24
圖 3-4	速度及公里感應器	24
圖 3-5	迴轉頻率感應器	25
圖 3-6	運動員	25
圖 3-7	電腦 POLAR 分析軟體	26
圖 3-8	POLAR 紅外線傳輸線	26
圖 3-9	起跑動作	28
圖 4-1	受試者男運動員實驗組與對照組體適能前測資料數據對照圖	34
圖 4-2	對照組與實驗組訓練前各項體適能之比較圖	35
圖 4-3	受試者男運動員實驗組與對照組體適能後測資料數據對照圖	35
圖 4-4	對照組與實驗組訓練後各項體適能之比較圖	36
圖 4-5	受試者男運動員實驗組與對照組 5 分鐘訓練台前測數據對照圖	39
圖 4-6	對照組與實驗組訓練前 5 分鐘各項成績之比較圖	40
圖 4-7	受試者男運動員實驗組與對照組 5 分鐘訓練台後測數據對照圖	40
圖 4-8	對照組與實驗組訓練後 5 分鐘各項成績之比較圖	41
圖 4-9	受試者男運動員實驗組與對照組 500 公尺前測數據對照圖	44
圖 4-10	對照組與實驗組訓練前 500 公尺各項成績之比較圖	45

圖 4-11 受試者男運動員實驗組與對照組 500 公尺後測數據對照圖	46
圖 4-12 對照組與實驗組訓練後 500 公尺各項成績之比較圖	47
圖 4-13 受試者男運動員實驗組與對照組 3000 公尺前測數據對照圖	50
圖 4-14 對照組與實驗組前 3000 公尺各項成績之比較圖	50
圖 4-15 受試者男運動員實驗組與對照組 3000 公尺後測數據對照圖	51
圖 4-16 對照組與實驗組訓練後 3000 公尺各項成績之比圖	52

第一章 緒論

第一節 研究背景

在被動式訓練是根據肌肉在動作時伸展縮短循環設計原理進行訓練，藉著機械的動作移動使得身體被動式的適應其改變，並可兼顧肌力及速度的一種訓練模式。本研究是利用固定式健身車做改裝（簡稱被動式訓練機），其原理主要是利用馬達的驅動來帶動雙腳轉動的速度（如圖 1-1），由傳動系統使健身車上的踏板快速的轉動。如此運動員能突破固有的迴轉頻率，使肌肉收縮速度加快，達到訓練的效果，如此便可以一般平常自由車訓練的方式所無法達到高頻率的反覆動作模式。在這種訓練方式能激發更高神經興奮頻率，促使運動員的肌肉做更快速的收縮，達到提昇訓練效果，其原理是由於肌肉收縮的速度是透過馬達被動的驅動，又因為健身車被動式訓練機因具有控速的功能（如圖 1-2），能針對不同個體或不同項目速度特性，藉此提供符合自由車項目迴轉頻率的需求。

相關的研究指出隨著的迴轉頻率提高會使心率上升，其運動量也會增加，因而使得速度增加，在這樣的高強度訓練下會使得肌肉的耐力更為持久，對膝關節和肌肉組織的傷害也更小，但是高頻率是需要訓練的，一方面讓肌肉適應高頻，另一方面是讓神經系統去適應。膝蓋容易受傷的情況，應該是心肺功能還不夠強勁，加上不適應高迴轉頻率所致。1986年 Redfield 和 Hull 做出了一個解釋要練習迴轉頻率的話，首先就要切換到較小的齒數比，讓迴轉頻率至少保持在 90-110rpm，心率控制在中等度有氧區域內，不要限制速度快慢。當運動員接受主動式訓練時本身無法突破現有成績，就

要尋求外來力量而被動式訓練機，正是可以使自由車運動員提昇迴轉頻率，如上述訓練會使個體產生兩種主要適應：神經適應（neural adaptation）與肌肉適應（muscle adaptation）（Sale,1988），在肌肉適應方面包含肌肉肥大（hypertrophy）、肌纖維增（hyperplasia）、肌纖維形態（muscle fiber）改變、生化值的變化（如代謝（metabolic）、荷爾蒙、免疫等）。

提昇踩踏迴轉頻率可經由被動式訓練機達成，因為此一為新發展出的訓練方法可以針對個體神經肌肉特性影響的機轉的提升，實際應用於運動訓練和運動復健上，經運動科學的被動式訓練理論應可以提升運動成績。



圖 1-1 被動式訓練機加裝馬達



圖 1-2 被動式訓練機可調整速度器

第二節 研究目的

本研究目的，旨在探討十二週訓練自由車被動式訓練與主動式訓練期前、後，其運動員在迴轉頻率測驗之差異。

實驗對象以高雄縣立鳳甲國中自由車隊 12 名國中男運動員受試者分為實驗組及對照組各 6 名國中男運動員，實驗組施以十二週自由車被動式的訓練，對照組則不實施。實施十二週訓練自由車被動式訓練與主動式訓練期前、後，與其所造成 12 名男運動員在迴轉頻率測驗等測量結果不同程度的相關性，藉以瞭解十二週的自由車被動式訓練與主動式訓練對運動員迴轉頻率的影響。期能根據研究發現提出建議，改進訓練方式，以提昇自由車運動員踩踏迴轉頻率。

本研究目的如下：

- 一、探討十二週自由車被動式訓練與主動式訓練其前後迴轉頻率之差異。
- 二、探討十二週自由車被動式訓練與主動式訓練前後，對 12 名國中男運動員（實驗組 6 名，對照組 6 名），短距離、中距離項目（男運動員 500 公尺、3000 公尺）迴轉頻率之影響。
- 三、探討十二週自由車被動式訓練與主動式的訓練前後，對 12 名國中男運動員（實驗組 6 名，對照組 6 名，體適能）之影響。

第三節 研究假設

- 一、十二週的自由車被動式訓練與主動式的訓練其前後對迴轉頻率測量結果實驗組和對照組間有顯著性差異。
- 二、十二週的自由車被動式訓練與主動式訓練訓練前後其對 12 名國中男運動員 500 公尺、3000 公尺迴轉頻率測量結

果實驗組和對照組間有顯著差異。

- 三、十二週的自由車被動式訓練與主動式訓練訓練前後，對 12 名國中男運動員、體適能測量結果實驗組和對照組間有顯著差異。

第四節 研究範圍

- 一、本研究僅以高雄縣立鳳甲國中男運動員 12 名，年齡在 12 歲至 15 歲者為研究對象，受試者肢體在近一個月並未受傷。
- 二、本研究之十二週的自由車被動式訓練內容為每周五天、每天 40 分鐘訓練實施被動式訓練機設定為 (120rpm) 為訓練依據。(如圖 1-3)
- 三、本研究之十二週的自由車主動式訓練內容為每周五天、每天 40 分鐘訓練實施主動式訓練 (碗型自由車場) 自主訓練為訓練依據。



圖 1-3 被動式訓練機

第五節 研究限制

- 一、本研究之對象因考慮運動學習能力，所以僅為年齡在 12 歲至 15 歲的高雄縣鳳甲國中 12 名男運動員，能否推論到其他年齡層次及其他地區學校有其限制。
- 二、本研究為單次實地測試，受試者諸如飲食、生活習慣、生理情況、環境因素等，無法完全控制，上述因素之影響未能排除或進一步探討，為本研究之限制。
- 三、本研究之測量以雙腳迴轉頻率為測量範圍，未對其他身體部分進行測量為本研究之限制。
- 四、本研究之對象僅為年齡在 12 歲至 15 歲的高雄縣鳳甲國中 12 名男運動員，未能擴增至其他年齡層次運動員有其發育限制。
- 五、本研究之自由車被動式訓練與主動式訓練的檢測方式，以一般較為常見且易於實施的測驗項目為檢測工具（固定式訓練台）（如圖 1-4），基於受試者體力、實驗設計方便及時間因素的考量，無法針對全身各部位能力一一進行檢測，為本研究之限制。



圖 1-4 自主性固定式訓練台（主動式）

- 六、本研究為自由車被動式訓練與主動式訓練實驗，檢測以迴轉頻率為主，為本研究之限制。
- 七、本研究為自由車被動式訓練與主動式訓練實驗，針對體適能檢測為前後測，十二週內不做任何訓練，為本研究之限制。
- 八、研究自由車測驗齒數比設定為(53*17 齒)，齒盤腿的長度為 172.5mm，本齒數比為自由車世界總會所規定之青少年之齒數比。

第六節 名詞解釋

一、被動式訓練

是出自於被動的訓練，藉由鼓勵，勸誘及他人的力量而訓練，或者藉由機器的力量來訓練。而健身車被動式訓練機主要是利用馬達的驅動，由傳動系統使健身車

上的踏板快速的轉動。如此運動員能突破固有的迴轉頻率，使肌肉收縮速度加快，以一般自行車訓練的方式無法達到高頻率的反覆動作模式，所以能適當激發更高神經興奮頻率，並強迫運動員做更快速的收縮，由於肌肉收縮的速度是透過馬達被動的驅動，因具有控速的功能，並能針對不同個體或不同自由車項目速度特性，提供符合自由車項目迴轉頻率的需求。陳全壽、相子元(1999)。如圖 1-3 被動式訓練機。

二、主動式訓練

是出自於自發自力的訓練，沒有藉由他人的力量或鼓勵而訓練林正常(1986)。

三、迴轉頻率

(一) 迴轉周期(T)：完成一次循環運動，所需之時間。例如時鐘之秒針迴轉一周是 60 秒，那麼其迴轉周期即為 60(秒)。

(二) 頻率(F)：單位時間內完成循環運動之次數。例如時鐘之秒針其 1 秒鐘轉動 $1/60$ 圈，所以秒針的頻率是 $1/60$ (次/秒)。所以周期與頻率是互為倒數。鄭詠謙(1999)

四、體適能

身體適應外界環境能力的簡稱，從生活方面而言，它是人類對於現實生活面的一種身體適應能力。從機能方面而言，它是指人類身心特質的全體機能，在外表現為運動能力、工作能力或疾病抵抗能力；從結構面而論，體適能包括型態、機能及運動等適應能力；從目的而論，它具有使個體生存、種族沿續、社會生產的作用。

林正常、徐台閣等人 (2002)。

第二章 文獻探討

第一節 影響迴轉頻率之因素

影響迴轉頻率的因素可從運動員技術性方面進行探討，在技術性方面當在踩踏踏板旋轉時必須不斷地改變那施力在踏板的方向，如此一來，力量則會一直與曲柄成直角，這是自由車運動的藝術，且需要長時間的練習。下肢的各肌肉必須練成兩種對立的技巧 - 以最大的奮力施以最大的力量，而又一直地改變方向。林奕均(1997)。學會上述技巧的運動員，只要踩踏踏板旋轉，而不需要用力的踩，以免每踩一次而跟著浪費許多力量 - 如果曲柄伸縮自如可延長的的話，此力量才會有影響。黃有烽(1999)。

這個踏板迴轉的既定原則，使每一位運動員，便於發展一個適合他自己的方式，而這必須由正確的訓練而來，同時在此期間有不適宜的效果，則將之拋棄。完美的乘車姿勢，通常是決定於順暢的踏板迴轉，而僅是未熟練的踩踏技術就能造成不良的姿勢。要學得良好的技術，其有助益的方法是，精神要集中，感覺到那身體是由座墊來支撐著，雙腿就像機械一樣，僅用來作推進而已。黃信福(1997a)。在此情形下，運動員必須忘掉走路的動作，而只產生新的運動神經的反射，它將使必須的刺激加諸於他的肌肉。林烈堂譯(1994)。

鄭詠謙(1999)曾指出踏板迴轉的連續動作如圖 2-1 所示：紅區把膝蓋的力量延伸，可將踏板推向前而通過上端之死點，那大腿及上體的角度呈銳角形。如果座墊太低，此角度將會太小，當需要加速時，則不能使上身保持水平的姿勢，而同時也會迫使背部呈圓型，從所有的觀點來看是一個不良的姿勢。在藍區的姿勢是出力區。大腿得到它本身重量的幫

助，有加地降下，並且它很容易發揮垂直的壓力。在曲柄到水平的狀態。盡快地，在此點一過，必須要作好把踏板向後拉的準備，並且為了最好的效果，它必須斷然地拉向後至黃區的階段，在黃區的狀態其壓力量是直接地向下及向後。黃區是下部的死點，大腿的動作是最小之際，僅有膝蓋的彎曲才可使踏板拉向後，這是需要加以練習，因為這不是自然性的動作。在綠區，理想地是當拉踏板向上時，腿部也上昇，此時不可將腿部的重量壓在此上昇的踏板上，當此技術與最初的踏板迴轉技術作比較時，其進步是很明確的。

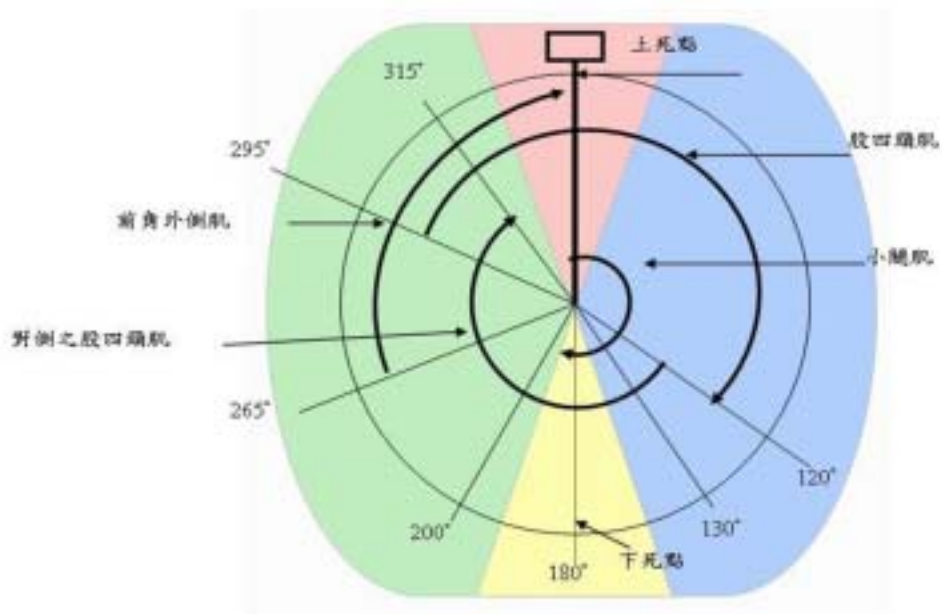


圖2-1 踏板迴轉時所用之肌肉
引自鄭球謙 (1999)

迴轉頻率用腳踏每分鐘動的次數來表示。學術界已經對最優的迴轉頻率進行了廣泛的研究。頻率提高會使心率上升，這是沒錯的，不管職業還業餘都是這樣。高頻率可以讓肌肉的耐力更為持久，對關節和肌肉組織的傷害也更小，但是高頻率是需要訓練的，一方面是讓肌肉適應高頻，另一方面是讓神經系統去適應。膝蓋容易受傷的情況，應該是心肺功能還不夠勁，加上不適應高迴轉頻率所致。要練習迴轉頻率的話，首先就要滿足頻率，切換到足夠小的齒比，讓迴轉頻率至少保持在 90-100rpm，心率控制在中等度有氧區域內，不要去管速度。

第二節 自由車運動員 - 不同自由車專項的特徵

自由車運動不同比賽項目之體能特性中許樹淵（1991）提到自由車運動若依比賽項目而分將可簡單的分為短距離及中長距離兩種，而在短距離方面（場地賽）是注重爆發力及速度，至於中長距離則注重肌耐力、速耐力及心肺耐力。

在短距離運動員的體能方面雖是著重在爆發力及速度上，但是不應只認為增加每部位的肌肉纖維就可增加其爆發力及速度，而是接受專門訓練才能真正提昇效率。張木山（2005）。就體能方面而言，只訓練腿部肌肉對自由車運動員是沒有用的，最好是在自由車或是其他類似的訓練器材上（如室內健身車），做自由車專門訓練才是正確的方法。進行時盡量以高速踩踏來訓練小至中級的抵抗能力及進而加心肺耐力的長途公路訓練等。

至於中長距離的運動員的體能方面雖是著重在肌耐力、速耐力及心肺耐力上，但是也不應該只認為光是訓練有氧速

度耐力及心肺耐力就可在比賽獲勝。

第三節 影響自由車運動成績表現之因素

1929年，Hartree 和 Hill 就指出存在一個最優的迴轉頻率。當一個運動員迴轉頻率過低時，不穩定的轉出功率和肌肉的鬆弛會浪費能量。但是當運動員踩踏得太快的時候，身體為了克服肌肉內部阻力也會損失能量。因此在這兩者之間一定存在著一個理想的迴轉頻率。但是 Hartree 和 Hill 沒有能夠給出確切的數值。

在另一些研究中，最少的氧氣消耗量被作為最優迴轉頻率的評判標準。1986年 Gregor 展示了此類研究的結果。在大多數情況下，最佳的頻率介於 33rpm 和 80rpm 之間；但是，在現實中，大多數自行運動員總是選擇 90rpm 到 110rpm 之間的迴轉頻率。最初，學術界推測這是由於長期的訓練造成的，但是 1986年 Boning 等人的測試推翻了這個假說的基礎。他同時挑選了經過訓練的運動員和未經訓練的人員進行測試，就算未經訓練的人在高迴轉頻率時承受的阻力更大，但最佳的迴轉頻率並未降低。

在 1981年，Hagerg 就發現，當從無阻力騎行到有阻力騎行的氧氣消耗時，最佳的迴轉頻率逐漸增加到 100rpm。1986年 Redfield 和 Hull 做出了一個解釋，他們把腳部各個關節的扭矩的和作為評判。通過計算迴轉頻率的函數，他們發現消耗最低的迴轉頻率介於 90rpm 和 100rpm 之間。這與實際的自行車運動員選擇的迴轉頻率吻合。

此外，1988年 Hull 深入研究了踩踏 / 迴轉頻率。他綜合考慮了關節扭矩和肌肉的張力與迴轉頻率的關係。這次調

查得出的最佳頻率介於 90rpm 與 100rpm 之間。很顯然，腿部肌肉的張力是騎行中的決定性因素之一。這也表明 1929 年 Hartree 和 Hill 已經幾乎正確地解釋為何低迴轉頻率絕非最好的解釋。

一、神經系統與肌肉表現的關係

Bernhard Katz 巴納德·卡茲博士，運動神經的衝動在運動神經終盤作用引起肌肉活動而發生的電氣現象，特別感興趣的是具有電容器性質的肌肉特殊構造因神經衝動而帶電，接著因其帶電引發肌肉活動。卡茲發現『微小終盤電位』之存在，也因而指出，在運動神經與肌肉終盤之間，有傳達物質乙脘之小塊由神經終端釋出。有些人肌肉發達，卻不一定擁有最大力量。雖然肌肉增大意味著擁有更多的肌球蛋白與肌動蛋白，以進行更多的橫橋作用，產生較大力量；但肌肉受控於神經，如果神經刺激的效率不高，則最大的力量仍然無法開發出來。此時就得採高負荷的訓練法，以提高激發頻率及徵召快縮運動單元，動員快縮肌，使得受控的肌肉能夠更有效率的產生力量，以刺激運動員的最大肌力，達成所謂的肌內協調。

由上述得知，神經適應性在肌力訓練產生訓練效果的過程中，扮演著重要的角色。Semmler & Enoka(2000)曾指出肌力訓練導致神經系統產生適應的可能性部位 (potential site)，包括有：(1)上脊髓中樞 (supraspinal centers) 神經衝動輸出的提高；(2)拮抗肌共收縮的減少；(3)協同肌活性的增加；(4)脊髓內中間神經元 (interneuron, IN) 連結的增進，以產生交叉教育；(5)下行性 (descending) 神經衝動傳導至中間神經元池的改變，以減少雙側不足；(6)運動單元同期性活化 (motor

unit synchronization)數量的改變；(7)肌肉活性(EMG)的提高；(8)運動神經元(Motorneuron,MN)興奮性和連結性的改變。同時，神經適應的部位可能在左右兩側肢段以及伸肌與屈肌之間，產生潛在性的交互作用(potential interaction)。

事實上，肌力訓練的神經適應確切部位以及導致神經適應性的機轉，目前仍未有一致性的結果；其原因除了神經系統的複雜性，以及能同時間評量神經系統各部位變化情形的方法學限制之外，不同肌力訓練模式的神經適應性可能具有特性，也就是不同肌力訓練方法和不同訓練負荷，可能會在神經系統的不同部位(site)產生適應性。也將每一個可能產生神經適應性部位的實證性研究結果，說明如下：肌肉最大活化程度，由於肌肉的收縮而產生力量，在此過程中並非每一條肌纖維個別地變縮，而是由一種被稱為肌肉基本功能性單位(basic functional unit)的運動單元，依循全或無定律(all-or-non principle)對整個運動單元內的所有肌纖維進行收縮；所謂的運動單元是指一條運動神經元及其所支配的肌纖維；由於一整塊肌肉內含有數百萬條的肌纖維，所以每塊肌肉中含有數個或數百個運動單元，所以個體要產生最大的肌力主要可透過下列兩途徑(1)活化(activated)或徵召(recruited)肌肉中所有運動單元，(2)神經系統在徵召運動單元時有較高的激發頻率(firing frequency)，以便徵召高閾值(highthreshold)具高強力的運動單元。

二、神經傳導與迴轉頻率關係

中樞神經系統在徵召運動單元時，可透過不同的神經衝動頻率激活(fire)運動單元。所謂的激發頻率是指一個運動單元

的肌纖維，每秒接收到幾個由運動神經元所傳送的神經衝動；一般而言，激發頻率的範圍約在 10~60Hz 之間。運動單元的激發頻率會影響肌力的發生；例如，當運動神經元上僅一個神經衝動時，此神經衝動會延著神經軸索向下傳遞至其所支配的肌纖維上，而產生短反應和低張力 (low force twitch) 單縮；若運動神經元傳遞高頻率連續的神經衝動 (high frequency train of impulses)，會產生較強的反應以及較長的強直性動作 (titanic action)。所以，激發頻率愈大表示所產生的力量就愈大。

運動單元徵召的大小原則 (size principle)，越高閾值的運動單元有越高的激發頻率；當個體在最大的隨意收縮時，不僅需要徵召所有的運動單元，且必須要在相當高的頻率下激發所有運動單元，才能保證徵召高閾值 (high threshold) 的運動單元。所以，肌力訓練初期所增加的肌力以及作用肌電活性的提高，部分原因被歸因於運動員具有能徵召高閾值運動單元的能力 (Semmler & Enoka, 2000)；換言之，肌力訓練會提高運動單元的激發頻率。由於評量運動單元的激發頻率，必須利用侵入的針狀或細線電極，偵測單一運動單元的肌電訊號，以分析出單一運動單元的激發頻率；然而，此研究技術並未廣泛地應用在肌力訓練的研究上，故肌力訓練對激發頻率的影響，可透過肌肉疲勞和固定肢段等的相關研究，間接地推論。

首先，Grimby et al. (1981) 在肌肉疲勞研究中，發現部分受試者在最大隨意收縮時，其激發頻率並未達到能徵召高閾值單元的水準；但經反覆實驗後，這些受試者的激發頻率欲提高，且最大隨意收縮的力量與強直性（高頻）刺激所誘發

出的力量相同；這種反覆進行持續性的最大隨意收縮，可視為是一種肌力訓練，其訓練結果使最高閾值的運動單元，在持續性的最大隨意收縮中一直被活化。其次，有研究發現肢體在固定一段時間後，運動單元最大激發頻率會明顯的降低 (Duchateau & Hainaut,1990)。因此，運動單元的激發頻率似乎會因肌力訓練而提高，也能因一段時間的停止使用而下降，所傳導的神經衝動特性。

第四節 小結

不管單車踩踏迴轉是如此簡單易做，如想成為一位頂尖的自由車運動員，則要有與一般人不同的觀念才可，必須要學好單車迴轉踩踏。

但這非意味著要強迫自己去適應這個或那一個方式或者試著去模仿那些優勝者的技術，每個人必須用他自己的個性及身體去發展他自己方式，不可一味地照著任何人的方式去做。

單車踩踏過程中是唯一的動力原素，直接影響自由車轉動速度，目前在我國自由車競賽中，表現出迴轉技術、技術形態相差較大等一系列相關問題，而在整體技術上沒有系統的理論研究，缺乏運動力學依據，導致在訓練過程中反映出教練沒有正確的概念規範作為指導，造成運動員動作不一，對運動員發展產生較大障礙。

從運動力學角度，結合理論力學原理針對運動員在騎乘過程中踩踏動作運行理論研究與實驗分析，提供教練指導訓練、技術動作的規範及標準化之科學依據。

第三章 研究方法

第一節 研究架構



圖 3-1：實驗架構圖

第二節 研究對象

本研究以年齡在 12 歲至 15 歲的高雄縣鳳甲國中運動員，經家長同意意願調查選取 12 名男運動員為研究對象，分為實驗組 (N = 6) 和對照組 (N = 6) (各為男生 6 名)，且所有的受試者四肢近一個月沒有受傷。實驗進行十二週訓練，每周進行被動式訓練及主動式訓練 5 天訓練課程。自由車被動式訓練與主動式訓練內容 (如表 3-1 ; 表 3-2) ; 對照組於實驗期間則維持平常身體活動時數及強度，除正常學校安排之健康與體育領域之體育課程外，不另外施以其他運動訓練。

自由車被動式訓練與主動式訓練訓練內容

項目：實驗組訓練內容

表 3-1 自由車被動式訓練周計畫表

訓練內容備註 40 分鐘 (被動式訓練機設定為 120rpm)

星期	下午	被動式訓練機	收操緩和
周一	(緩和運動) 20 分鐘	訓練 40 分鐘	20 分鐘
周二	(緩和運動) 20 分鐘	訓練 40 分鐘	20 分鐘
周三	(緩和運動) 20 分鐘	訓練 40 分鐘	20 分鐘
周四	(緩和運動) 20 分鐘	訓練 40 分鐘	20 分鐘
周五	(緩和運動) 20 分鐘	訓練 40 分鐘	20 分鐘
周六	(休息)		
周日	(休息)		

表 3-2 自由車主動式訓練周計畫表

星期	下午	主動式自主訓練	收操緩和
周一	(緩和運動) 20 分鐘	訓練 40 分鐘	20 分鐘
周二	(緩和運動) 20 分鐘	訓練 40 分鐘	20 分鐘
周三	(緩和運動) 20 分鐘	訓練 40 分鐘	20 分鐘
周四	(緩和運動) 20 分鐘	訓練 40 分鐘	20 分鐘
周五	(緩和運動) 20 分鐘	訓練 40 分鐘	20 分鐘
周六	(休息)		
周日	(休息)		

第三節 實驗流程

本研究採用前後對照比較實驗研究法、數理統計分析等方法來評估十二週自由車運動員被動式訓練與主動式訓練迴轉頻率是否差異性。本研究計劃，實驗流程分為三期：

一、前置工作期：包括招募實驗組 6 名及對照組 6 名運動員選定，填寫受試者須知與同意書（如附錄一）、健康狀況調查表（如附錄二）及研究儀器的準備、實驗場地的設計等。

二、向受試者說明本實驗之目的及流程。

三、實驗進行期：

（一）前測 - 實驗組及對照組運動員進行騎乘五分鐘固定式訓練台、500 公尺、3000 公尺、體適能測驗等工作。

（二）實驗組進行十二週自由車被動式訓練。（被動式訓練機訓練）迴轉設定 120RPM。（齒數比設定為 53×17 齒。齒盤長度為 172.5mm）

- (三) 實驗組及對照組在十二週內不做體能訓練，只有前、後測做體適能檢測。體適能測驗內容為體前彎、一分鐘仰臥起坐、立定跳、1600公尺。
- (四) 對照組進行十二週自由車主動式訓練(自主訓練)(高雄縣自由車場內)。
- (五) 後測 - 實驗組及對照組運動員進行騎乘五分鐘固定式訓練台、500公尺、3000公尺、體適能測驗等工作。
- (六) 後置工作期：包括資料收集與整理、測量數據分析統計(如圖3-7)、討論結論及提出建議等。

第四節 研究時間與地點

實驗時間與地點：

一、預備測驗(前置測驗)：

- (一) 時間：98年1月9日下午14點；地點：高雄縣立自由車場。
實驗組及對照組運動員進行500公尺、3000公尺測驗等工作。
- (二) 時間：98年1月10日下午14點；地點：高雄縣立鳳甲國中。
實驗組及對照組運動員進行騎乘五分鐘固定式訓練台為主測驗等工作。
- (三) 時間：98年1月11日下午14點；地點：高雄縣立鳳甲國中。
實驗組及對照組運動員進行體適能為主測驗等工作。

二、十二週的自由車被動式訓練與主動式訓練訓練實施期間：

(一) 時間：98年1月15日起至民國98年4月15日止每周一至周五(五天)每天下午15點集合統一開始進行，每次時間長度為40分鐘，每周訓練200分鐘，每周五次，共計60次。

(二) 對照組地點：高雄縣縣立自由車場、實驗組地點：高雄縣立鳳甲國中。

三、正式測驗(後置測驗)：

(一) 時間：98年4月16日下午14點；地點：高雄縣立自由車場。

實驗組及對照組運動員進行500公尺、3000公尺測驗等工作。

(二) 時間：98年4月17日下午14點；地點：高雄縣立鳳甲國中。

實驗組及對照組運動員進行騎乘五分鐘固定式訓練台為主測驗等工作。

(三) 時間：98年4月18日下午14點；地點：高雄縣立鳳甲國中。

實驗組及對照組運動員進行體適能為主測驗等工作。

第五節 施測方法和工具

一、迴轉頻率測量工作的迴轉頻率測定：

- (一) 器材：
1. POLAR 心跳錶、型號 S725X (如圖 3-2)。
 2. 固定式訓練台 (如圖 1-3)。
 3. 心跳帶 (圖 3-3)。
 4. 速度及公里感應器 (圖 3-4)。
 5. 迴轉頻率感應器 (圖 3-5)。
 6. 運動員 (圖 3-6)。
 7. 電腦 POLAR 分析軟體 (圖 3-7)。
 8. POLAR 紅外線傳輸線 (圖 3-8)。



圖 3-2 S725X 心跳錶



圖 3-3 心跳帶



圖 3-4 速度及公里感應器



圖 3-5 迴轉頻率感應器



圖 3-6 運動員

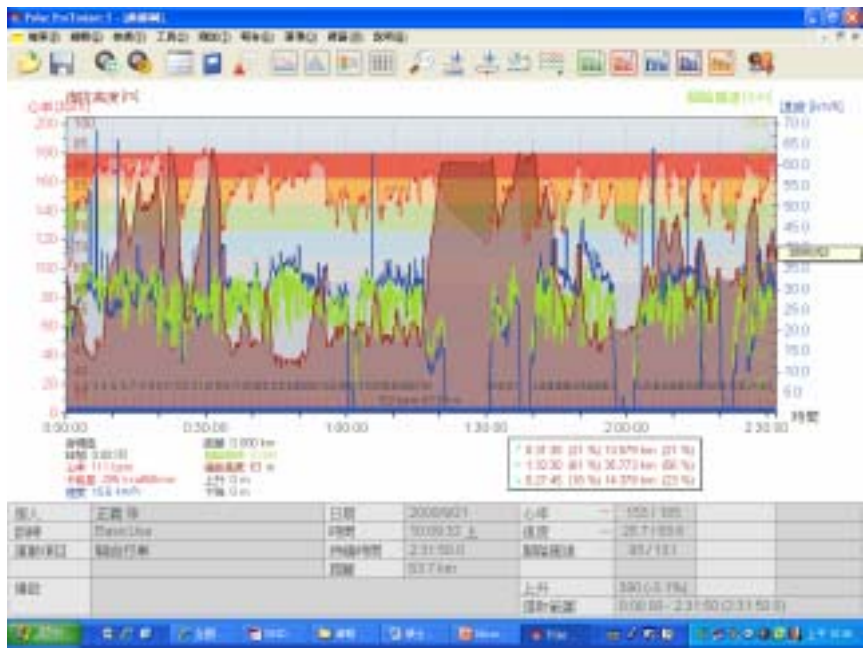


圖 3-7 電腦 POLAR 分析軟體



圖 3-8 POLAR 紅外線傳輸線

(二) 測試方法：

1. 輸入個人身高體重資料。
2. 五分鐘固定式訓練台受試者在胸前別上心跳帶（如圖 3-3），雙腳穿上自由車鞋卡於踏板上，單車在放於固定式訓練台上做騎車的動作。
3. 500 公尺及 3000 公尺測驗在高雄縣自由車場測驗起跑動作（如圖 3-9）
4. 受試者接受指令後，等待結果顯示。
5. 測驗者可立即記錄受測結果。



2、各就位



1、準備動作



4、砰！起跑



3、預備

圖 3-9 起跑動作

一、迴轉頻率測驗工作進行一般注意事項：

(一) 測驗進行前一定要有充分的準備運動

1. 測驗時儘可能選擇適宜測量之氣候和時間。
2. 測驗時要穿著自由車專用服裝及自由車鞋。
3. 受測者之動機與成績有密切關係，施測者要鼓勵受測者盡力完成運動，並提高測驗動機。
4. 測驗過程中，受測者如身體不適，可停止測驗。
5. 測驗前一日避免從事激烈運動。
6. 測驗前至少二小時前要用餐完畢。

(二) 測驗前宜有適度訓練。

(三) 留意防止意外事故及運動傷害發生。

注意事項：

1. 凡有不適激烈運動疾病者不宜參加測驗。
2. 測驗前做適度的熱身運動。
3. 受測者於測驗過程中不要閉氣，自然呼吸。
4. 測驗過程中，受測者如身體不適，應中止測驗。

記錄方式：

注意事項：施測前受試者應有充分之熱身運動，避免運動傷害發生。

第六節 資料收集與處理

一、資料收集

- (一) 受試者的姓名、年齡及受試同意書。
- (二) 十二週的自由車被動式訓練與主動式訓練訓練實施期間前後的心跳數、迴轉頻率測驗等項目測量結果的收集。所得數值資料為本研究所須之數值，測量結果皆取有效數值。

二、統計分析方法

所有資料皆以 SPSS for Windows 12.0 中文版統計軟體處理。所有變數資料均以描述性統計方法整理分析，求出平均值與標準差（本研究中之有關統計上之顯著水準，均定為 $\alpha=0.05$ ）。

三、資料統計分析方法表

分析考驗方式十二週的自由車被動式訓練與主動式訓練訓練期前後，實驗組和對照組的迴轉頻率相依樣本 t 考驗，測試項目前後測量結果是否有顯著差異（Paired Samples 男運動員迴轉頻率測驗 t-test）項目前後測量結果是否有顯著差異

第四章 結果與討論

第一節 受試者基本資料

受試者基本資料如表 4-1 所示：

表 4-1 受試者基本資料表

項目	實驗組		對照組	
	M	SD	M	SD
年齡 (year)	15.5±1.64		15.7±1.51	
體重 (kg)	57.3±7.76		59.7±11.64	
身高 (cm)	167.5±6.50		168.3±6.09	
身體組成 BMI (kg/m ²)	20.39±2.01		20.93±2.95	

註：BMI = 體重 / 身高²

第二節 各組各項前後測相依 t 檢定顯著性分析

經 12 週訓練後，實驗組與對照組訓練前後之各項結果與分析，如下所列：

一、對照組與實驗組訓練前後各項體適能之結果與分析

表 4-4 與 4-7 所示，對照組與實驗組訓練後各項體適能之成績，雖都有明顯的進步。但以相依 t 檢定 (paired t-test) 結果，在對照組方面，一分鐘仰臥起坐訓練前與訓練後之比較，有達到顯著的差異 ($t = -3.397 ; p < 0.05$)。又在 1600M 的比較結果，同樣有達到顯著的差異 ($t = 2.668 ; p < 0.05$)。另外，在實驗組方面，與對照組相同，在一分鐘仰臥起坐訓練前與訓練後之比較 ($t = -3.909 ; p < 0.05$)，及在 1600M 的

比較結果 ($t = 6.772 ; p < 0.001$) , 都有達到訓練後的成效。

表 4-2 受試者男運動員對照組體適能前測資料數據表

組別	姓名	體前彎 (cm)	一分鐘 仰臥起坐(下)	立定跳 (cm)	1600(m)
對照組 1	潘 * 昌	35	42	240	8'33"27
對照組 2	涂 * 睿	30	35	210	6'19"43
對照組 3	蔡 * 將	39	36	205	7'02"51
對照組 4	朱 * 東	44	46	210	6'39"41
對照組 5	黃 * 霖	42	35	210	8'27"24
對照組 6	黃 * 淵	35	40	232	6'50"46

表 4-3 受試者男運動員對照組體適能後測資料數據表

組別	姓名	體前彎 (cm)	一分鐘仰臥起 坐(下)	立定跳 (cm)	1600(m)
對照組 1	潘 * 昌	36	44	230	6'46"60
對照組 2	涂 * 睿	39	52	220	5'53"63
對照組 3	蔡 * 將	40	51	225	6'31"53
對照組 4	朱 * 東	42	57	230	6'21"64
對照組 5	黃 * 霖	47	39	220	6'19"89
對照組 6	黃 * 淵	40	44	230	6'35"06

表 4-4 對照組訓練前與訓練後各項體適能之結果

	體前彎 (cm)	一分鐘仰 臥起坐(次)	立定跳遠(cm)	1600M(秒)
訓練前	37.5±5.1	39.0±4.4	217.8±14.4	7'12"05±1'35"60
訓練後	40.6±3.6	47.8±6.6*	225.8±4.9	6'18"05±33"02*

註：* $p < 0.05$

表 4-5 受試者男運動員實驗組體適能前測資料數據表

組別	姓名	體前彎 (cm)	一分鐘 仰臥起坐(下)	立定跳 (cm)	1600 (m)
實驗組 1	郭 * 政	50	51	232	6'49"94
實驗組 2	蔣 * 誠	39	54	259	6'19"43
實驗組 3	黃 * 諺	28	46	210	6'09"32
實驗組 4	陳 * 瑋	36	52	250	6'37"79
實驗組 5	吳 * 岳	37	34	230	6'31"77
實驗組 6	劉 * 佑	33	36	174	7'02"21

表 4-6 受試者男運動員實驗組體適能後測資料數據表

組別	姓名	體前彎 (cm)	一分鐘 仰臥起坐(下)	立定跳 (cm)	1600 (m)
實驗組 1	郭 * 政	50	60	240	6'24"02
實驗組 2	蔣 * 誠	43	62	250	5'44"30
實驗組 3	黃 * 諺	35	60	210	5'57"49
實驗組 4	陳 * 瑋	33	52	248	6'15"22
實驗組 5	吳 * 岳	35	53	220	5'53"94
實驗組 6	劉 * 佑	32	47	200	6'39"11

表 4-7 實驗組訓練前與訓練後各項體適能之結果

	體前彎 (cm)	一分鐘仰 臥起坐(次)	立定跳遠 (cm)	1600M(秒)
訓練前	37.1±7.3	45.5±8.5	225.8±30.5	6'41"74±32"82
訓練後	38.0±7.0	55.6±5.8*	228.0±20.9	5'08".90±41"58***

註：* $p < 0.05$, *** $p < 0.001$

二、對照組與實驗組訓練前、後各項體適能之比較結果

如圖 4-2 所示，對照組與實驗組訓練前各項體適能之成績，雖有不同。但以獨立樣本 t 檢定，檢視兩組間各項成績之結果，都無達到顯著的差異水準。另外，兩組間訓練後體適能各項成績之比較結果，如圖 4-4 表示（圖 4-2 與 4-4 中，體適能 1600M 成績單位換算為秒，以利進行檢定）。同樣的對照組與實驗組間訓練後各項體適能成績，並無差異存在。

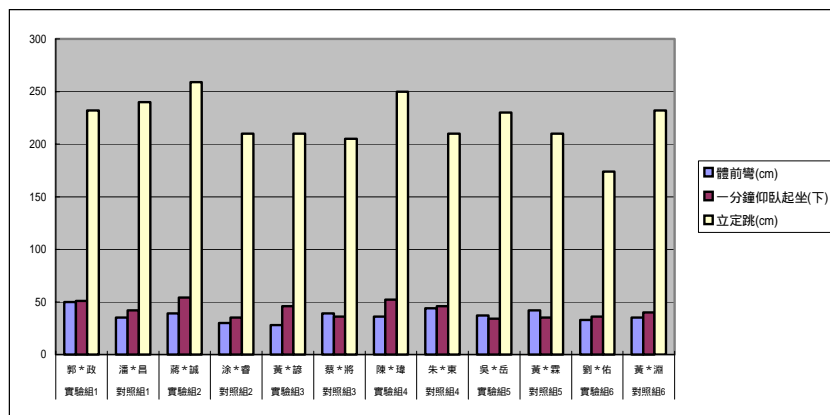


圖 4-1 受試者男運動員實驗組與對照組
體適能前測資料數據對照圖

表 4-8 受試者男運動員實驗組與對照組
體適能前測資料數據平均值對照表

測試項目	體前彎	一分鐘	立定跳	1600 M(秒)
平均值	(cm)	仰臥起坐(下)	(cm)	
實驗組平均值	37.2	45.5	225.8	6'35"46
對照組平均值	37.5	39.0	217.8	7'18"72

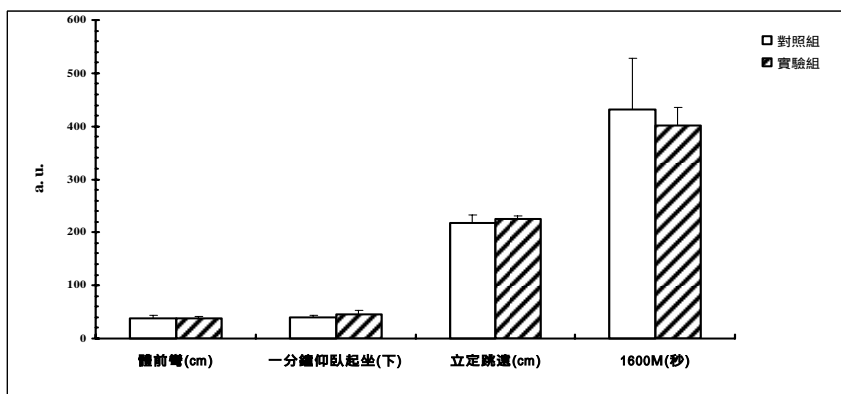


圖 4-2 對照組與實驗組訓練前各項體適能之比較圖

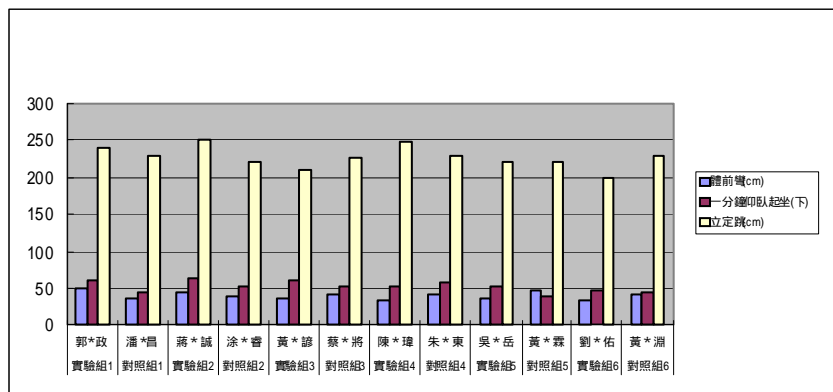


圖 4-3 受試者男運動員實驗組與對照組
體適能後測資料數據對照圖

表 4-9 受試者男運動員實驗組與對照組
體適能後測資料數據平均值對照表

測試項目	體前彎 (cm)	一分鐘 仰臥起坐(下)	立定跳 (cm)	1600 M(秒)
實驗組平均值	38.0	55.7	228.0	6'09"01
對照組平均值	40.7	47.8	225.8	6'24"72

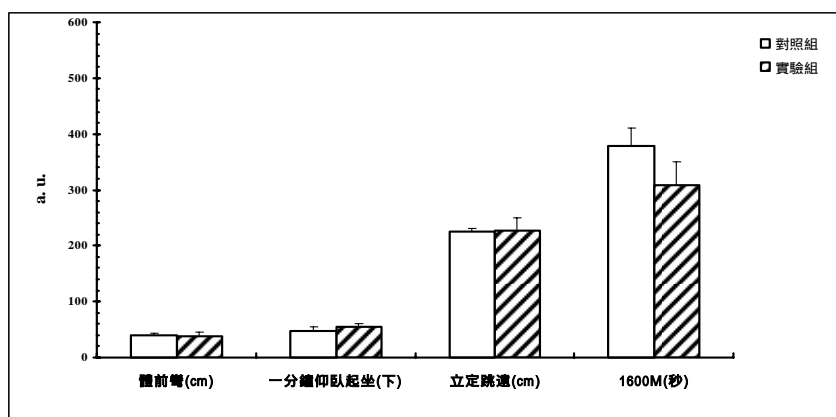


圖 4-4 對照組與實驗組訓練後各項體適能之比較圖

三、對照組與實驗組訓練前後 5 分鐘各項成績之結果與分析

對照組訓練前與訓練後 5 分鐘各項成績之結果，以表 4-12 表示。如表所示，訓練前與訓練後的比較結果，只有在最高速度有達到非常高的顯著差異水準 ($t = -6.188$; $p < 0.001$)。而其他成績方面，無顯著的差異。另外，在實驗組方面，以表 4-15 表示，在平均速度 ($t = -5.144$; $p < 0.001$)，及在最高速度方面，同樣有達到相當高的顯著差異 ($t = 4.127$; $p < 0.01$)。

表 4-10 受試者男運動員對照組 5 分鐘訓練台前測資料數據表

組別	姓名	平均轉速 (rpm)	最高轉速 (rpm)	平均HR (下)	最高HR (下)	平均速度 (km/h)	最高速度 (km/h)	行駛公里 (km)
對照組 1	潘 * 昌	119	141	178	189	46.3	65.8	3.9
對照組 2	涂 * 睿	110	134	167	173	40.9	51.7	3.8
對照組 3	蔡 * 將	111	151	180	189	42.8	64.3	3.7
對照組 4	朱 * 東	104	137	176	184	40.5	50.4	3.3
對照組 5	黃 * 霖	112	165	162	167	38.2	65.1	3.2
對照組 6	黃 * 淵	98	132	185	195	45.4	67.4	3.8

表 4-11 受試者男運動員對照組 5 分鐘訓練台後測資料數據表

組別	姓名	平均轉速 (rpm)	最高轉速 (rpm)	平均HR (下)	最高HR (下)	平均速度 (km/h)	最高速度 (km/h)	行駛公里 (km)
對照組 1	潘 * 昌	121	135	172	187	47.8	61.1	3.9
對照組 2	涂 * 睿	120	151	155	177	46.8	79.2	3.9
對照組 3	蔡 * 將	108	137	176	186	43.1	71.4	3.5
對照組 4	朱 * 東	107	153	183	192	42.3	58.9	3.5
對照組 5	黃 * 霖	111	154	157	170	43.1	85.4	3.6
對照組 6	黃 * 淵	97	139	174	185	38.4	64.6	3.2

表 4-12 對照組訓練前與訓練後 5 分鐘各項成績之結果

	平均轉速 (rpm)	最高轉速 (rpm)	平均HR (下)	最高HR (下)	平均速度 (km/h)	最高速度 (km/h)	行駛公里 (km)
訓練前	109.0±7.2	143.3±12.5	174.6±8.5	182.8±10.7	42.3±3.09	60.7±7.6	3.6±0.2
訓練後	110.6±8.9	144.8±8.7	169.5±11.1	182.8±7.9	43.5±3.3***	70.1±10.5***	3.6±0.2

註：*** $p < 0.001$

表 4-13 受試者男運動員實驗組 5 分鐘訓練台前測資料數據表

組別	姓名	平均轉速 (rpm)	最高轉速 (rpm)	平均 HR (下)	最高 HR (下)	平均速度 (km/h)	最高速度 (km/h)	行駛公里 (km)
實驗組 1	郭 * 政	119	151	183	192	46.1	65.8	3.8
實驗組 2	蔣 * 誠	126	153	191	199	51.2	60.3	4.2
實驗組 3	黃 * 諺	118	147	178	186	48.3	78.6	4
實驗組 4	陳 * 璋	119	179	179	193	46.4	85.9	3.9
實驗組 5	吳 * 岳	109	132	187	196	48.8	82.4	4
實驗組 6	劉 * 佑	97	134	182	195	37.1	50.2	3.1

表 4-14 受試者男運動員實驗組 5 分鐘訓練台後測資料數據表

組別	姓名	平均轉速 (rpm)	最高轉速 (rpm)	平均 HR (下)	最高 HR (下)	平均速度 (km/h)	最高速度 (km/h)	行駛公里 (km)
實驗組 1	郭 * 政	121	153	172	184	42.3	74.4	3.5
實驗組 2	蔣 * 誠	131	181	189	196	52.5	72.1	4.4
實驗組 3	黃 * 諺	115	157	157	188	45.6	57	3.8
實驗組 4	陳 * 璋	115	158	171	180	45.4	68.4	3.8
實驗組 5	吳 * 岳	115	162	190	197	48	75.3	4
實驗組 6	劉 * 佑	84	149	170	177	33.2	55.9	2.7

表 4-15 實驗組訓練前與訓練後 5 分鐘各項成績之結果

	平均轉速 (rpm)	最高轉速 (rpm)	平均 HR (下)	最高 HR (下)	平均速度 (km/h)	最高速度 (km/h)	行駛公里 (km)
訓練前	114.6±10.2	149.3±16.9	183.3±4.9	193.5±4.4	46.3±4.8	70.5±14.0	3.8±0.3
訓練後	113.5±15.7	160.0±11.2	174.8±12.6	187.0±8.2	44.5±6.4**	67.1±8.6***	3.7±0.5

註：** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

四、對照組與實驗組訓練前、後 5 分鐘各項成績之比較結果

圖 4-6 為對照組與實驗組訓練前 5 分鐘各項成績之比較結果。如圖中所示，雖然實驗組各項成績方面較大於對照組，但在比較結果，只有在最高心跳數方面，兩組間是有顯著的差異水準 ($p < 0.05$)。另外，圖 4-8 為兩組間訓練後 5 分鐘各項成績之比較結果，只有在最高轉速有達到顯著的差異水準 ($p < 0.05$)。

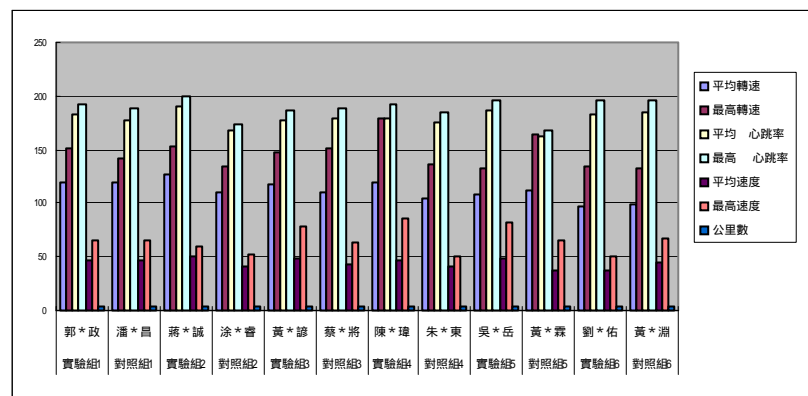


圖 4-5 受試者男運動員實驗組與對照組
5 分鐘訓練台前測數據對照圖

表 4-16 受試者男運動員實驗組與對照組
5 分鐘訓練台前測數據平均值對照表

測試項目 平均值	平均 轉速 (rpm)	最高 轉速 (rpm)	平均 HR (下)	最高 HR (下)	平均 速度 (km/h)	最高 速度 (km/h)	行駛 公里 (km)
實驗組平均值	114.7	149.3	183.3	193.5	46.3	70.5	3.8
對照組平均值	109.0	143.3	174.7	182.8	42.4	60.8	3.6

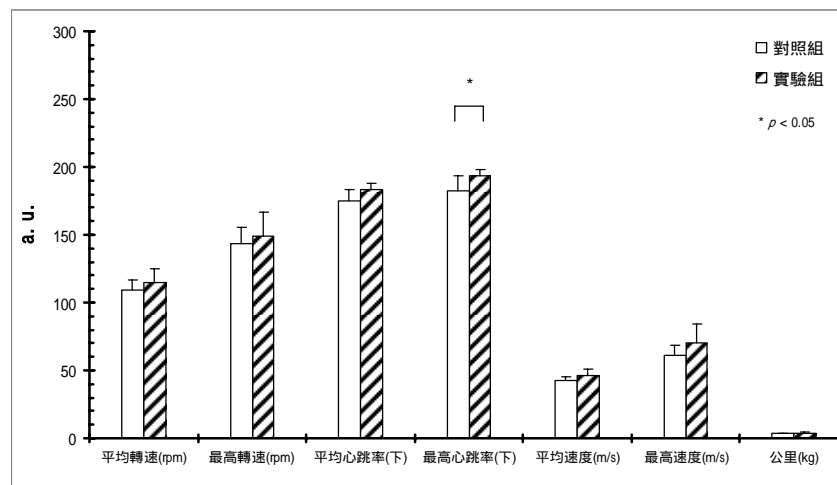


圖 4-6 對照組與實驗組訓練前 5 分鐘各項成績之比較圖

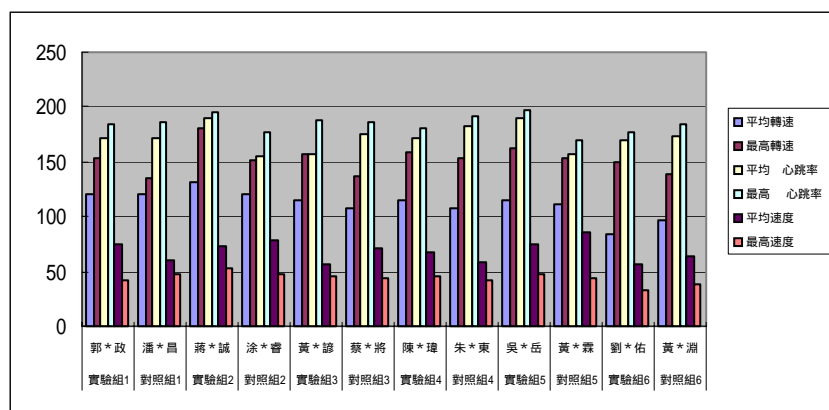
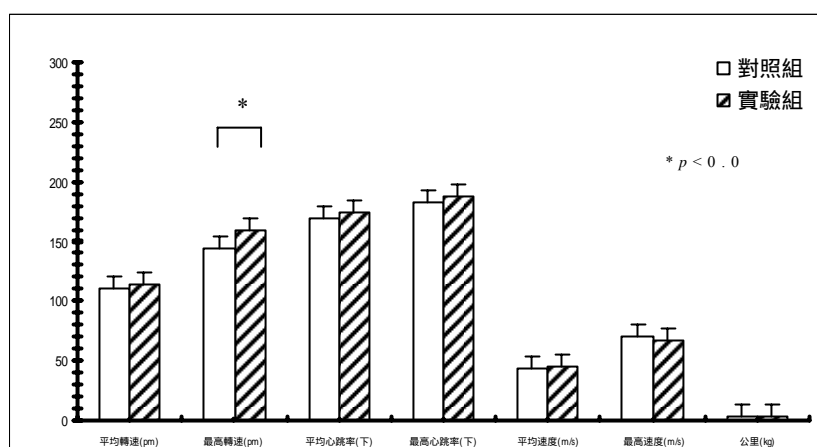


圖 4-7 受試者男運動員實驗組與對照組
5 分鐘訓練台後測數據對照圖

表 4-17 受試者男運動員實驗組與對照組 5 分鐘訓練台
後測數據平均值對照表

測試項目 平均值	平均 轉速 (rpm)	最高 轉速 (rpm)	平均 HR (下)	最高 HR (下)	平均 速度 (km/h)	最高 速度 (km/h)	行駛 公里(km)
實驗組平均值	113.5	160.0	174.8	187.0	44.5	67.2	3.7
對照組平均值	110.7	144.8	169.5	182.8	43.6	70.1	3.6

圖 4-8 對照組與實驗組訓練後 5 分鐘各項成績之比較圖



五、對照組與實驗組訓練前後 500 公尺各項成績之結果與分析

表 4-20 為對照組與實驗組各訓練前、後 500 公尺各項成績之結果。如表所示，對照組訓練前、後各項成績並無差異。另外，在實驗組方面，以表 4-23 表示，我們得到訓練前、後平均 HR，有顯著的差異水準 ($t = 2.935$; $p < 0.05$)，及在訓練前、後最高速度也達到 $p < 0.05$ 的顯著差異。

表 4-18 受試者男運動員對照組 500 公尺前測資料數據表

組別	姓名	平均 轉速 (rpm)	最高 轉速 (rpm)	平均 HR (下)	最高 HR (下)	平均 速度 (km/h)	最高 速度 (km/h)	時間 成績 (秒)
對照組 1	潘 * 昌	105	128	161	180	45.8	51	40"57
對照組 2	涂 * 睿	123	127	152	182	43.5	48	42"19
對照組 3	蔡 * 將	114	120	153	182	42.6	48.6	42"59
對照組 4	朱 * 東	106	126	166	188	35.9	64.1	43"29
對照組 5	黃 * 霖	115	123	158	183	20.4	29.1	45"03
對照組 6	黃 * 淵	107	110	154	189	39.9	79.3	47"48

表 4-19 受試者男運動員對照組 500 公尺後測資料數據表

組別	姓名	平均 轉速 (rpm)	最高 轉速 (rpm)	平均 HR (下)	最高 HR (下)	平均 速度 (km/h)	最高 速度 (km/h)	時間 成績 (秒)
對照組 1	潘 * 昌	118	124	152	184	37.9	50.3	40"64
對照組 2	涂 * 睿	125	129	139	180	43.7	49.5	41"21
對照組 3	蔡 * 將	121	125	139	177	43.1	47.9	42"14
對照組 4	朱 * 東	116	127	146	184	40.6	48.7	44"93
對照組 5	黃 * 霖	112	122	154	175	33.1	47.5	43"28
對照組 6	黃 * 淵	108	177	151	184	36.6	44.4	45"45

表 4-20 對照組訓練前與訓練後 500 公尺各項成績之結果

	平均 轉速 (rpm)	最高 轉速 (rpm)	平均 HR (下)	最高 HR (下)	平均 速度 (km/h)	最高 速度 (km/h)	時間 成績 (秒)
訓練前	111.6±6.9	122.3±6.7	157.3±5.4	184.0±3.6	38.0±9.2	53.3±16.9	43''52±2''42
訓練後	116.6±6.1	134.0±21.2	146.8±6.6	180.6±3.9	39.1±4.0	48.0±2.0	42''94±1''09

表 4-21 受試者男運動員實驗組 500 公尺前測資料數據表

組別	姓名	平均 轉速 (rpm)	最高 轉速 (rpm)	平均 HR (下)	最高 HR (下)	平均 速度 (km/h)	最高 速度 (km/h)	時間 成績 (秒)
實驗組 1	郭 * 政	115	137	175	208	46	51.7	40"09
實驗組 2	蔣 * 誠	128	131	158	191	45.5	50.1	41"75
實驗組 3	黃 * 諺	117	129	149	182	40.7	63	42"29
實驗組 4	陳 * 瑋	119	124	127	134	42.9	47.1	43"12
實驗組 5	吳 * 岳	119	125	162	195	41.8	47.8	43"62
實驗組 6	劉 * 佑	98	117	160	186	39.6	50	46"95

表 4-22 受試者男運動員實驗組 500 公尺後測資料數據表

組別	姓名	平均 轉速 (rpm)	最高 轉速 (rpm)	平均 HR (下)	最高 HR (下)	平均 速度 (km/h)	最高 速度 (km/h)	時間 成績 (秒)
實驗組 1	郭 * 政	126	138	161	177	47.6	53.3	40"30
實驗組 2	蔣 * 誠	122	128	156	188	44.9	51.9	40"45
實驗組 3	黃 * 諺	122	134	150	186	44.9	51.6	42"57
實驗組 4	陳 * 瑋	121	125	118	125	43.8	48.5	42"39
實驗組 5	吳 * 岳	118	124	150	192	44.9	50.4	43"54
實驗組 6	劉 * 佑	111	114	140	191	41.6	43.9	45"82

表 4-23 實驗組訓練前與訓練後 500 公尺各項成績之結果

	平均 轉速 (rpm)	最高 轉速(rpm)	平均 HR (下)	最高 HR (下)	平均 速度 (km/h)	最高 速度 (km/h)	時間 成績 (秒)
訓練前	116.0±9.8	127.1±6.8	155.1±16.1	182.6±25.4	42.75±2.5	51.6±5.8	43''10±2''11
訓練後	120.0±5.0	127.1±8.4	145.8±15.3*	176.5±25.7	44.6±1.9*	49.9±3.3	42''51±2''05

註：* $p < 0.05$

六、對照組與實驗組訓練前、後 500 公尺各項成績之比較結果

圖 4-10 為對照組與實驗組訓練前 500 公尺各項成績之比較結果。如圖中所示，兩組間並無達到顯著的差異水準。另外，圖 4-12 為兩組間訓練後 500 公尺各項成績之比較結果，只有在平均速度有達到顯著的差異水準 ($t = -2.955; p < 0.05$)。

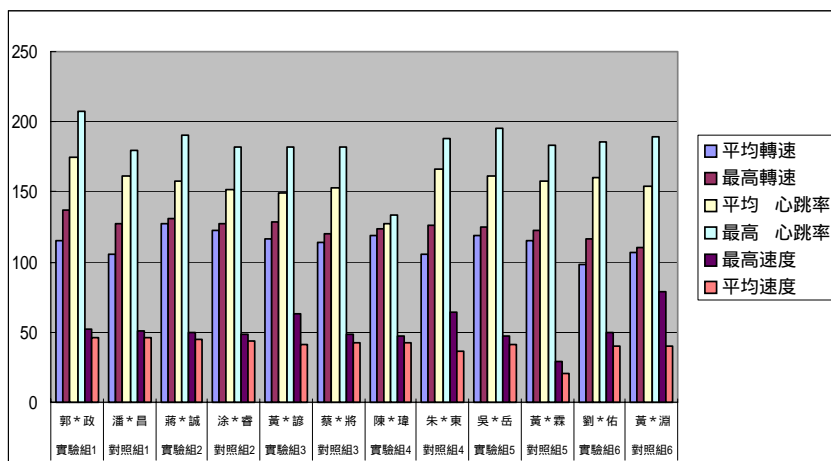


圖 4-9 受試者男運動員實驗組與對照組 500 公尺前測數據對照圖

表 4-24 受試者男運動員實驗組與對照組

500 公尺前測數據平均值對照表

測試項目	平均轉速 (rpm)	最高轉速 (rpm)	平均 HR (下)	最高 HR (下)	平均速度 (km/h)	最高速度 (km/h)	時間成績 (秒)
實驗組平均值	116.0	127.2	155.2	182.7	42.8	51.6	42"77
對照組平均值	111.7	122.3	157.3	184.0	38.0	53.4	43"36

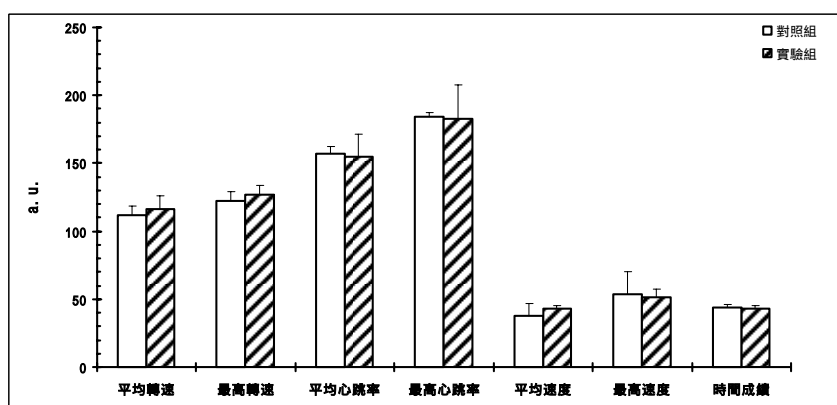


圖 4-10 對照組與實驗組訓練前 500 公尺各項成績之比較圖

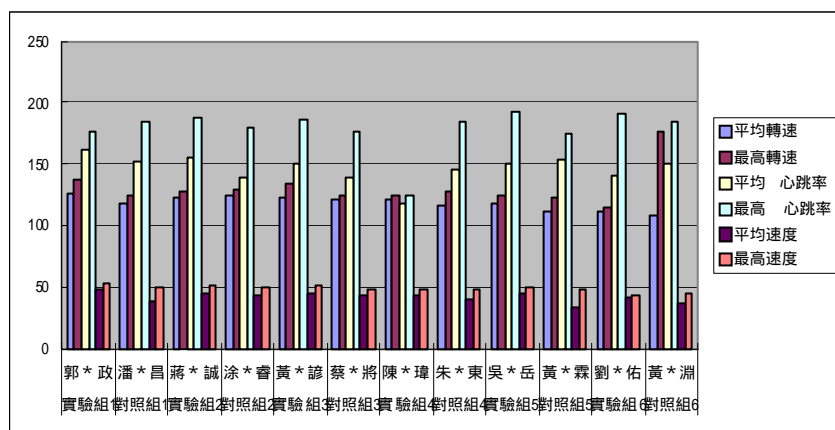


圖 4-11 受試者男運動員實驗組與對照組
500 公尺後測數據對照圖

表 4-25 受試者男運動員實驗組與對照組
500 公尺後測數據平均值對照表

測試項目	平均轉速 (rpm)	最高轉速 (rpm)	平均 HR (下)	最高 HR (下)	平均速度 (km/h)	最高速度 (km/h)	時間成績 (秒)
平均值							
實驗組平均值	120.0	127.2	145.8	176.5	44.6	49.9	42"51
對照組平均值	116.7	134.0	146.8	180.7	39.2	48.1	42"94

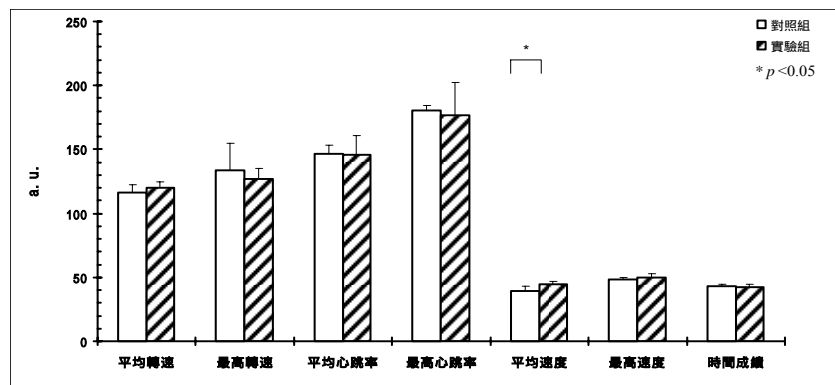


圖 4-12 對照組與實驗組訓練後 500 公尺各項成績之比較圖

七、對照組與實驗組訓練前後 3000 公尺各項成績之結果與分析

表 4-28 為對照組訓練前後 3000 公尺各項成績之結果。如表所示，在平均 HR 方面，訓練後有達到顯著的進步 ($t = -3.246$; $p < 0.05$)。又在最高 HR 的比較結果，同樣也有達到顯著的差異水準 ($t = -2.723$; $p < 0.05$)。而在實驗組方面，表 4-31 表示，只有訓練前後之成績，有達到顯著的進步 ($t = -2.948$; $p < 0.05$)。

表 4-26 受試者男運動員對照組 3000 公尺前測資料數據表

組別	姓名	平均轉速 (rpm)	最高轉速 (rpm)	平均 HR (下)	最高 HR (下)	平均速度 (km/h)	最高速度 (km/h)	時間成績 (秒)
對照組 1	潘 * 昌	97	115	172	182	37.4	43.6	4'47"15
對照組 2	涂 * 睿	96	116	174	182	37.4	61.3	4'47"50
對照組 3	蔡 * 將	95	111	176	185	37.8	57.9	4'50"00
對照組 4	朱 * 東	95	126	172	196	36.5	49.2	4'57"18
對照組 5	黃 * 霖	89	115	164	172	35.7	44.1	5'09"13
對照組 6	黃 * 淵	87	101	179	188	33.9	71	5'17"87

表 4-27 受試者男運動員對照組 3000 公尺後測資料數據表

組別	姓名	平均 轉速 (rpm)	最高 轉速 (rpm)	平均 HR (下)	最高 HR (下)	平均 速度 (km/h)	最高 速度 (km/h)	時間 成績 (秒)
對照組 1	潘 * 昌	97	125	177	186	37.8	46.9	4'47"78
對照組 2	涂 * 睿	100	111	178	213	38.4	47.1	4'41"91
對照組 3	蔡 * 將	99	119	180	191	38.4	45.1	4'43"00
對照組 4	朱 * 東	100	113	182	197	38.8	43.5	4'40"50
對照組 5	黃 * 霖	94	120	176	189	36.9	59.9	5'00"82
對照組 6	黃 * 淵	84	108	179	203	18.5	46.6	5'34"16

表 4-28 對照組訓練前與訓練後 3000 公尺各項成績之結果

	平均 轉速 (rpm)	最高 轉速 (rpm)	平均 HR (下)	最高 HR (下)	平均 速度 (km/h)	最高 速度 (km/h)	時間 成績 (秒)
訓練前	93.1±4.1	114.0±8.0	172.8±5.0	184.1±7.9	36.45±1.4	54.5±16.9	4'58"13±12"73
訓練後	95.6±6.1	116.0±6.3	178.6±2.1*	196.5±10.1*	34.8±8.0	48.1±5.8	4'54"69±20"71

註：* $p < 0.05$

表 4-29 受試者男運動員實驗組 3000 公尺前測資料數據表

組別	姓名	平均 轉速 (rpm)	最高 轉速 (rpm)	平均 HR (下)	最高 HR (下)	平均 速度 (km/h)	最高 速度 (km/h)	時間 成績 (秒)
實驗組 1	郭 * 政	97	118	176	205	37.8	44.7	4'48"09
實驗組 2	蔣 * 誠	97	112	181	189	37.4	43.1	4'48"79
實驗組 3	黃 * 諺	96	105	174	186	37.5	47.3	4'53"06
實驗組 4	陳 * 瑋	90	111	179	213	35.6	46.9	5'12"41
實驗組 5	吳 * 岳	100	123	190	197	26.4	54.1	5'02"48
實驗組 6	劉 * 佑	89	118	180	190	24.8	41	5'15"62

表 4-30 受試者男運動員實驗組 3000 公尺後測資料數據表

組別	姓名	平均 轉速 (rpm)	最高 轉速 (rpm)	平均 HR (下)	最高 HR (下)	平均 速度 (km/h)	最高 速度 (km/h)	時間 成績 (秒)
實驗組 1	郭 * 政	95	116	165	175	37.3	55.3	4'50"88
實驗組 2	蔣 * 誠	98	120	184	191	39.3	49.1	4'32"70
實驗組 3	黃 * 諺	98	114	177	192	38.2	75.6	4'46"09
實驗組 4	陳 * 璋	94	120	175	188	36.9	51.3	4'56"57
實驗組 5	吳 * 岳	99	114	189	199	37.1	44.3	4'51"63
實驗組 6	劉 * 佑	90	117	83	141	34.6	44.6	5'10"61

表 4-31 實驗組訓練前與訓練後 3000 公尺各項成績之結果

	平均 轉速 (rpm)	最高 轉速 (rpm)	平均 HR (下)	最高 HR (下)	平均 速度 (km/h)	最高 速度 (km/h)	時間 成績 (秒)
訓練前	94.8±4.3	114.5±6.4	180.0±5.5	196.6±10.181	33.2±5.9	46.1±4.5	5'07"50±11"99
訓練後	95.6±3.3	116.8±2.7	162.1±39.6	0±21.1	37.2±1.5	53.3±11.6	4'51"41±12"44*

註：* $p < 0.05$

八、對照組與實驗組訓練前、後 3000 公尺各項成績之比較結果

圖 4-14 與 4-16 為對照組與實驗組訓練前、後 3000 公尺各項成績之比較結果(時間成績單位換算為秒)。如圖 4-14 所示,訓練前兩組間在平均 HR($t = -2.590; p < 0.05$)與最高 HR($t = -2.352; p < 0.05$)兩項之比較結果,都有達到顯著的差異水準。但在訓練後兩組間之比較結果,各項成績間都無達到顯著的差異水準(圖 4-16)。

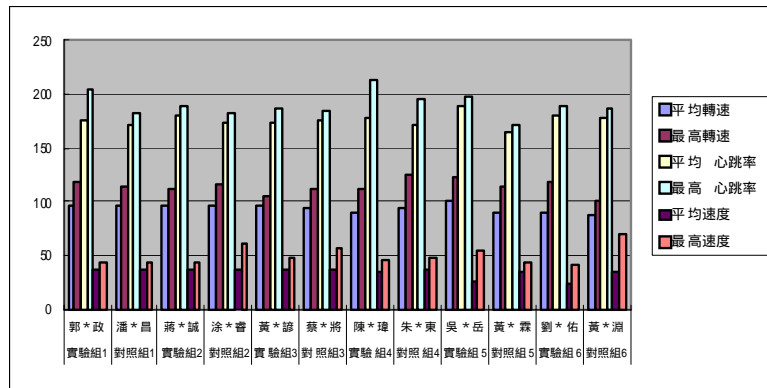


圖 4-13 受試者男運動員實驗組與對照組
3000 公尺前測數據對照圖

表 4-32 受試者男運動員實驗組與對照組

3000 公尺前測數據平均值對照表

測試項目 平均值	平均 轉速 (rpm)	最高 轉速 (rpm)	平均 HR (下)	最高 HR (下)	平均 速度 (km/h)	最高 速度 (km/h)	時間 成績 (秒)
實驗組平均值	94.8	114.5	180.0	196.7	33.3	46.2	5'00"41
對照組平均值	93.2	114.0	172.8	184.2	36.5	54.5	4'58"14

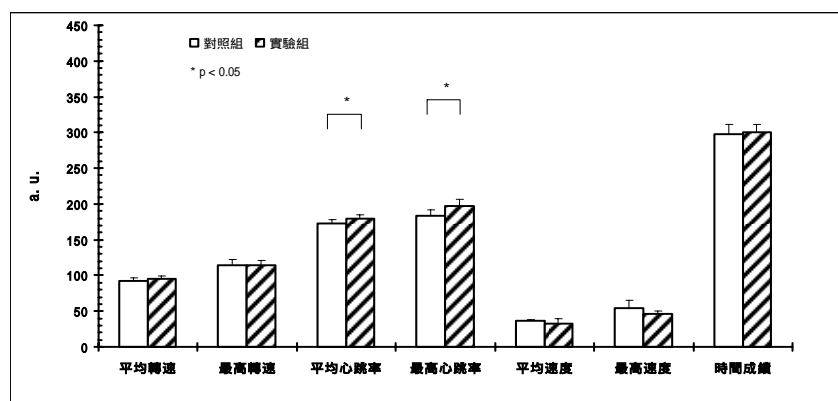


圖 4-14 對照組與實驗組前 3000 公尺各項成績之比較圖

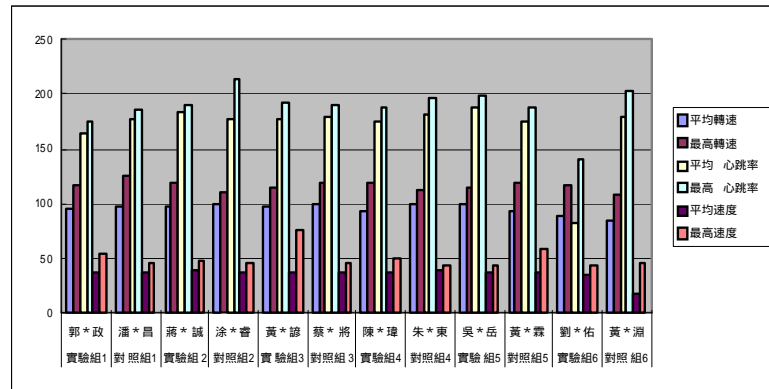


圖 4-15 受試者男運動員實驗組與對照組
3000 公尺後測數據對照圖

表 4-33 受試者男運動員實驗組與對照組

3000 公尺後測數據平均值對照表

測試項目	平均轉速 (rpm)	最高轉速 (rpm)	平均 HR (下)	最高 HR (下)	平均速度 (km/h)	最高速度 (km/h)	時間成績 (秒)
平均值							
實驗組平均值	95.7	116.8	162.2	181.0	37.2	53.4	4'51"41
對照組平均值	95.7	116.0	178.7	196.5	34.8	48.2	4'54"53

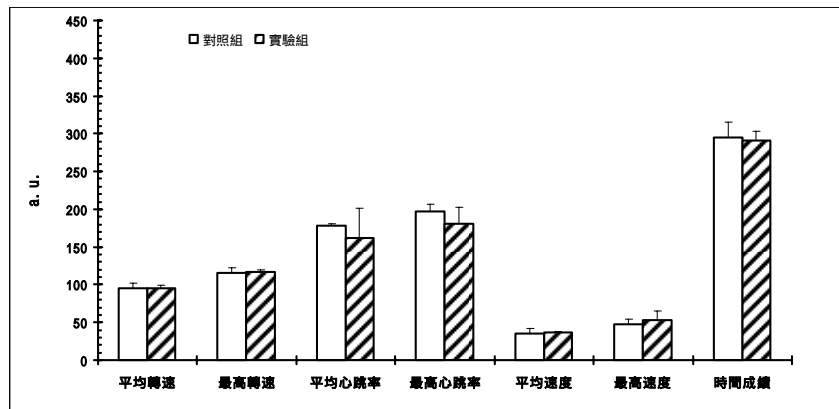


圖 4-16 對照組與實驗組訓練後 3000 公尺各項成績之比較圖

第三節 對照組與實驗組前測與後測迴轉頻率之影響

對照組訓練前與訓練後 5 分鐘各項成績之結果，訓練前與訓練後的比較結果，只有在最高速度有達到非常高的顯著差異水準 ($t = -6.188$; $p < 0.001$)。而其他成績方面，無顯著的差異。另外，在實驗組方面，在平均速度 ($t = -5.144$; $p < 0.001$)，及在最高速度方面，同樣有達到相當高的顯著差異 ($t = 4.127$; $p < 0.01$)。

對照組與實驗組訓練前 5 分鐘各項成績之比較結果。雖然實驗組各項成績堆較大於對照組隊，但在比較結果，只有在最高心跳數方面，兩組間是有顯著的差異水準 ($p < 0.05$)。另外，兩組間訓練後 5 分鐘各項成績之比較結果，只有在最高轉速有達到顯著的差異水準 ($p < 0.05$)。

第五章 結論與建議

第一節 結論

本研究之目的在於探討十二週的自由車被動式訓練與主動式訓練對國中自由車運動員迴轉頻率參數之影響經以上結果的討論與分析之後，得到以下的結論：

- 一、被動式訓練與主動式訓練十二週規律訓練對國中自由車運動員、心跳率減弱有顯著的效果，可以說十二週自由車被動式訓練與主動式訓練對自由車運動時期之心臟自律神經系統具有減弱交感神經活性及增強副交感神經活性的效應。
- 二、十二週自由車對照組與實驗組訓練前各項體適能之成績，雖有不同。但以獨立樣本 t 檢定，檢視兩組間各項成績之結果，都無達到顯著的差異水準。另外，兩組間訓練後體適能各項成績之比較結果。同樣的對照組與實驗組間訓練後各項體適能成績，並無差異存在。
- 三、十二週自由車對照組與實驗組訓練前 5 分鐘各項成績之比較結果。雖然實驗組各項成績堆較大於對照組隊，但在比較結果，只有在最高心跳數方面，兩組間是有顯著的差異水準 ($p < 0.05$)。另外兩組間訓練後 5 分鐘各項成績之比較結果，只有在最高轉速有達到顯著的差異水準 ($p < 0.05$)。
- 四、十二週自由車對照組與實驗組訓練前 500 公尺各項成績之比較結果。兩組間並無達到顯著的差異水準。另外兩組間訓練後 500 公尺各項成績之比較結

果，只有在平均速度有達到顯著的差異水準 ($t = -2.955 ; p < 0.05$)。

- 五、對照組與實驗組訓練前、後 3000 公尺各項成績之比較結果(時間成績單位換算為秒)。訓練前兩組間在平均 HR($t = -2.590 ; p < 0.05$)與最高 HR($t = -2.352 ; p < 0.05$)兩項之比較結果，都有達到顯著的差異水準。但在訓練後兩組間之比較結果，各項成績間都無達到顯著的差異水準。

第二節 建議

- 一、本研究以國高中自由車運動員為對象，不同年齡層對迴轉頻率是否有相同的訓練效益，可再進一步探討。
- 二、主動式訓練必須達一定的迴轉強度，或持續 12 週甚至更久的時間，才能對於迴轉頻率產生正面效果，相對而言，被動式訓練較主動式訓練對於迴轉頻率的影響有更好的效應，未來研究可針對社會組運動員為研究對象，進行被動式訓練來探討其對迴轉頻率改變的效果。

參考文獻

一、中文部份：

- 林正常(1986)。 *運動生理學*。臺北市：師大書苑。
- 林正常(1986)。 *運動科學與訓練*。臺北市：銀禾文化事業公司。
- 林烈堂譯(1994)。 *德國自由車訓練學*。臺北市：中華民國體育運動總會。
- 林奕均(1997)。 *拉力對腳踏車踩踏下肢生物力學之比較*。臺北市立體育學院運動器材研究所碩士論文，未出版，臺北市。
- 林正常總校閱、林貴福、徐台閣、吳慧君編譯(2002)。 *運動生理學*。藝軒圖書出版社
- 許樹淵(1991)。自由車運動生力學分析。單車世界，第39期，66-69頁。
- 陳全壽、相子元(1999)：被動反覆衝擊式肌力增強器之研發。國科會專題研究計劃成果報告書。
- 黃信福(1997a)。人體騎乘自由車時騎乘姿態下身體各部之運動分析(一)。自行車工業雙月刊，11，40-49。
- 黃有烽(1999)。 *騎腳踏車之踏力與速度之最適化研究*。國立清華大學動力機械工程學系碩士論文，未出版，新竹市。
- 張木山(2005)：不同動作速度被動反覆衝擊式訓練效果之研究。 *國立體育學院論叢*，15(2);69-78
- 鄭詠謙(1999)。 *自由車運動*。未出版碩士論文，國立體育學院，桃園縣。116-118頁。

二、英文部分：

- Duchateau, J. & Hainaut, K. (1990). Effects of immobilization on contractile properties, recruitment and firing rates of human motor units. *Journal Physiol*, 422, 55-65
- Grimby, L., Hannerz, J. & Hedman, B. (1981). The fatigue and voluntary discharge properties of single motor units in man. *J Physiol*, 316, 545-554
- Komi, P. V. (1984). Physiological and biomechanical Correlates of muscle function; effects of muscle structure and stretch-shortening cycle on force and speed. *Exerc Sport Sci Rev*, 12, 81-121
- Marsden, C. D., Lang, A. E., & Sheehy, M. P. (1983). Pharmacology of cranial dystonia. *Neurology*, 33(8), 1100-1102
- Sale, D. G. (1988). Neural adaptation to resistance training. *Med Sci Sports Exerc*, 20, 135-145
- Semmler, J. G. & Enoka, R. M. (2000). Neural contributions to changes in muscle strength. *Strength and Power in Sports*, Edited by Komi, P. Publisher: IOC Medical Commission.

附 錄

附錄一、受試者須知與同意

本研究目的，旨在探討經意願調查 12 名男運動員受試者 - 分為實驗組及對照組各 6 名男運動員，實驗組施以十二週自由車被動式的訓練，對照組則不實施。實施十二週訓練自由車被動式訓練與主動式訓練期前、後，與其所造成 12 名男運動員在迴轉頻率測驗等測量結果不同程度的相關性，藉以瞭解十二週的自由車被動式訓練與主動式訓練對運動員迴轉頻率的影響。期能根據研究發現提出建議，改進訓練方式，以提昇運動員迴轉頻率。並於實驗前、後進行測量。在實驗過程中會先以問卷了解受試者身體健康狀況，以決定是否適宜參與本次實驗。本實驗中所測驗結果，若有需求可提供受試者參考，使受試者了解自己的迴轉頻率狀況。

所有參加本研究的受試者均為自願參加，實驗期間若有任何不適或改變參與意願，請立即通知研究人員，並具有隨時退出實驗而不受任何限制的權利。關於個人隱私，本實驗所取得之資料絕不對外公開或洩漏。本人及本人子女已確實詳細閱讀上述受試者須知，並明白有關實驗的內容，也同意自願參加此項實驗。

受試者：_____ 班級：_____ 性別：_____

實驗組別： 實驗組 對照組

聯絡電話：_____ 手機：_____

家長簽章：_____

研究單位：國立臺灣體育學院體育研究所

研究者：徐正義

指導教授：高明峰博士

聯絡電話：0932-793230

附錄二、受試者健康狀況問卷

本調查表主要在幫助您檢視自身的健康情形，並協助研究者判別您是否適合進行本實驗。請據實回答以下問題，並在每一問題上之有、無方格(□)打.. V，如有請註明病史。

一、基本資料：

姓名：_____班級：_____性別：_____

年齡：_____歲

參加組別：□實驗組 □對照組

二、運動狀況：..

_____1.您目前有無參與其他訓練？如有，請寫出運動項目。..

_____2.您目前平均一周運動幾天？

(1)少於一天(2)1-2天(3)3-4天(4)超過5天..

_____3.您每次平均運動多久？

(1)少於30分鐘(2)31-60分鐘(3)61-90分鐘

(4)超過91分鐘

三、身體狀況

	無	有	備註
1.先天性心臟病			_____
2.心律不整			_____
3.氣喘病			_____
4.高血壓或低血壓			_____
5.貧血			_____
6.最近一個月內肢體有無受傷或骨折			_____
7.糖尿病			_____
8.遺傳性疾病			_____
9.其他特殊狀況或疾病請詳填			_____

家長簽章：_____

日期： 年 月 日

附錄三、受試者男運動員實驗組與對照組基本資料表

組別	姓名	年齡	體重	身高	BMI
實驗組	郭 * 政	14	67	168	23.74
實驗組	蔣 * 誠	17	67	180	20.68
實驗組	黃 * 諺	15	54	162	20.58
實驗組	陳 * 璋	15	55	163	20.70
實驗組	吳 * 岳	18	52	166	18.87
實驗組	劉 * 佑	14	49	166	17.78
對照組	潘 * 昌	17	69	173	23.05
對照組	涂 * 睿	16	54	172	18.25
對照組	蔡 * 將	16	55	168	19.49
對照組	朱 * 東	15	56	165	20.57
對照組	黃 * 霖	17	78	174	25.76
對照組	黃 * 淵	13	46	158	18.43