

國立臺灣體育運動大學
National Taiwan University of Physical Education and Sport
體育研究所碩士學位論文

高迴轉訓練對青少年自由車選手
計時性項目之影響－臺中市選手為例

The influence of high-intensity cadence training to teenager's
cyclists time trial event – on the cyclists in Taichung city



研究生：王為成 撰

指導教授：蔡俊傑 教授

中 華 民 國 1 0 2 年 7 月

論文名稱：高迴轉訓練對青少年自由車選手計時性項目之影響—臺中市選手為例

總頁數：55 頁

院校所組別：國立臺灣體育運動大學體育研究所運動競技組

畢業時間及提要別：101 學年度第 2 學期碩士學位論文

研究生：王為成

指導教授：蔡俊傑博士

中文摘要

本研究目的在探討青少年自由車選手，經八週高迴轉訓練後的運動表現。研究方法以清泉國中5名青少年選手為樣本，採實驗研究法探究。參與研究者平均數(M)與標準差(SD)，分別為年齡(age) 16歲， ± 2.1 ；身高(cm) 160公分， ± 3.4 ；體重(kg) 53公斤， ± 5.7 ；車齡(year) 4年， ± 2.2 ，結果發現在發車最大功率、行進間功率輸出、最高車行速度、最大迴轉數、高速迴轉時能量衰竭、高速迴轉時身體穩定程度等項目，對預賽時的200公尺爭先賽(Sprint)成績有極高程度相關。自由車運動屬封閉式動力鏈技巧性項目，如何經由適當訓練方式來增進各種的能量系統發揮淋漓盡致。研究結果發現就肌肉運作基本型態，爆發力、肌力、肌耐力、速耐力與耐力等，因項目與距離不同，穩定配速的踩踏技巧與適當的機動性更是不可或缺必備條件。並建議青少年時期訓練重點以廣泛性身體發展為主，其中以自我身體認知、肢體協調統合、微細血管分布、心肺功能與肌肉神經連結支配為首要，為日後即將進行的高強度訓練紮下厚實基礎，俟青年期成長階段骨骼與肌肉能達其負荷再實行專項性訓練將事半功倍。然此研究針對高迴轉時所產生的生理表現，乳酸堆積及排除與耐血乳酸能力不在本研究範疇。

關鍵字：高迴轉、風阻式訓練台、封閉性運動

Abstract

The aim of this study was to investigate teenager's cyclists, the performance of training for eight-week high-intensity cadence training. Method: Subjects were 5 teenage cyclists in Ching Chyuan Junior High school by experimentation. The M and SD of the subject—age 16 ± 2.1 ; height $160\text{cm} \pm 3.4$; kilogram $53\text{kg} \pm 5.7$; age of riding bikes $4 \text{ year} \pm 2.2$. Result: in the beginning of starting bicycles of the maximum power, the road between the power output, the maximum driving speed, the maximum rotational speed, the energy failure when high-intensity cadence, the body in stability when high-intensity cadence, etc., has a high correlation on the 200 meter preliminaries Sprint scores. Cycling activities belongs to close kinetic chain item, how to enhance a variety of energy systems into extreme saturation by appropriate training method. The results show that the basic operations on muscle types, explosive power, muscular strength, muscular endurance, speed endurance and stamina, etc., due to the difference between items and distances, steady pedaling pace and appropriate motilities skills will be indispensable prerequisite. And suggested that teenagers should focus on physical development of extensively training. With all importance among self-body awareness, body coordination and integration, blood capillaries distribution, cardio-pulmonary function and muscle nerve linking control. To set the substantial basis for future upcoming high-intensity training, as soon as teenagers' bones and muscle at the growth stage, they can reload in the specialized training will be more effective to implement. However, the study of high-intensity cadence of the physiological performance, the accumulation, excludability, and lactate tolerance capacity would not be in this study aspect.

Keyword : high-Intensity Cadence; wind resistance training table; closed chain exercises

謝誌

感謝台灣體育運動大學所有教授們，將畢身所學無所保留傾囊相授，但駑鈍心智卻無以領略萬一，深感學海浩瀚無涯，新知更是學無止境，惟保好奇心念勉力求知，填補學術涵養之匱乏。歷經教學於已近十載，身兼教師與教練兩職其理雖共通但其貌各異。在體育與健康領域的教學外，另外擔任為期六年手球教練，爾後轉任自由車項目訓練，雖又歷經六年但仍感隔行如隔山，經驗與專項知能尚顯不足，幸得進修期間教授們釋疑讓我獲益匪淺，巧遇困難都能不厭其煩協助與指導。在研究所課程學習中，讓我深刻體會發掘問題比解決問題更難，課程以啟發式教學法不單就聽而是要去想、去查、去懷疑，才能真正理解問題，擺脫既有的舊思維刻不容緩，前人潛心探究而後人得以窺就其真貌，有賴於教授們不藏私的真心付出。非常感謝在台灣體育運動大學研究所教授們細心講解與引導。

碩二期間面臨工作與學業的兩難身心疲累之餘，所幸有蔡俊傑老師與體碩班同學的鼓勵，讓我在重要時刻順利完成各階段所要交付的任務。在此，我要致上十二萬分的謝意。在此感謝論文口試，謝振榮老師和洪贊凱老師不辭辛勞撥冗與會，由於您的指導讓本研究更加嚴謹與完備。

最後感謝在學期間許多同事於公務方面協助與長兄嫂國智與美香的幫忙，在這段期間對母親無微不至的照顧，因為有你們讓我無後顧之憂，順利完成學業與夢想！

目 錄

中文摘要	I
英文摘要	II
謝誌	IV
目錄	V
表目錄	VI
圖目錄	VII
第一章 緒論	1
第一節 研究動機與目的	1
第二節 研究問題與假設	4
第三節 研究範圍與限制	5
第四節 重要名詞解釋	5
第二章 文獻探討	8
第一節 高強度運動對青少年的生理特徵	8
第二節 動力鍊理論之探討	12
第三節 高迴轉踩踏型態之探討	15
第四節 齒輪比對計時性項目之影響	17
第五節 文獻探討對本研究的啟示	19
第三章 研究方法	21
第一節 研究架構	21
第二節 研究對象	22
第三節 研究工具	22
第四節 研究實施程序	23

第五節	資料處理	25
第四章	結果與討論	26
第一節	發車最大功率 Power(瓦特數 WATT)之差異	26
第二節	行進間功率輸出之差異	27
第三節	最高車行速度之差異	27
第四節	最大迴轉數之差異	28
第五節	高速迴轉能量衰竭之差異	29
第六節	高速迴轉時身體穩定性之差異	29
第七節	200 公尺爭先賽(Sprint)成績之相關	30
第八節	相對樣本 t 檢定	31
第九節	Pearson 相關、顯著性(雙尾)	32
第十節	多元迴歸分析	33
第五章	結論與建議	35
第一節	主要研究發現	35
第二節	結論	36
第三節	建議	37
參考文獻		39
中文部分		39
英文部分		40
附錄一	選手授權同意書	43

表目錄

表 2-4-1 迴轉數、齒輪比、時速與距離相關快速檢索表	19
表 3-2-1 實驗參與者基本資料表	22
表 4-1-1 發車最大功率	26
表 4-2-1 行進間功率輸出	27
表 4-3-1 最高車行速度	27
表 4-4-1 最大迴轉數	28
表 4-5-1 迴轉時能量衰竭	29
表 4-6-1 高速迴轉時身體穩定性	29
表 4-7-1 200 公尺爭先賽(Sprint)成績	30
表 4-8-1 相依樣本 t 檢定(paied t-test)	31
表 4-9-1 Pearson 相關、顯著性(雙尾)	32
表 4-10-1 多元回歸分析	33

圖目錄

圖 1-1-1	自由車競賽成績影響因素	3
圖 1-4-1	踩踏迴轉型態	6
圖 2-2-1	騎乘自由車使用肌群	13
圖 2-3-1	騎乘自由車 EMG 訊號	16
圖 3-1-1	實驗流程	21
圖 3-2-1	雷蒙動力輔助器	22
圖 3-2-2	雷蒙計時螢幕	22
圖 3-2-3	實驗場地佈置	24

第一章 緒論

未來亞奧運正式項目可能將排除計時性項目，如 500 公尺個人計時、二公里個人計時賽、團隊競速與四公里團隊等，本研究僅針對奧運保留之場地項目 200 公尺爭先賽預賽排名項目為主進行探討。並以臺中市清泉國中選手實施各項前測與場地比賽項目成績實測後，實施八週油阻式風阻訓練台與滾筒訓練台等交替進行高迴轉訓練課程，藉以瞭解齒輪比與迴轉數兩者前測與後測之間的差異性，以期能藉由本研究成果對不同選手能力調配最佳訓練成效。第一章共分為四節，包含研究動機與目的、研究問題與假設、研究範圍與限制、重要名詞解釋，茲分述如下：

第一節 研究動機與目的

壹、研究動機

自由車場地項目共計男 11 項、女 9 項，比賽時間從 10 秒內，到 40 分鐘，距離從 200 公尺至 36 公里皆有，故本研究排除團隊項目，單純以個人項目為考量。使用器材以前後單速齒盤設計的單速場地鋁製專用車。目的在探討高速競技項目對發車時的最大功率瓦特數、行進間最大功率 POWER (WATT)、最高車行速度、高速迴轉時能量衰竭、高速迴轉時身體穩定性與 200 公尺爭先賽(Sprint)成績等影響之相關差異。

藉此能依據選手能力選擇合適之齒輪比與迴轉數，搭配比賽項目特性讓選手增加效能，並以最經濟節能的配速模式減少體能負荷。Smak, Neptune 和 Hull (1999) 研究指出，雙腿下肢在固定阻力的腳踏車運動當中，以不同速度進行踩踏

時，慣用腳與非慣用腳對於踏板所產生的正功、負功、平均功，結果發現三種指標對於速度均沒有線性關係，因為參與者間不對稱的差異極大。能將迴轉時流暢運用於職業級選手也僅能得到 26% 的效能，因此在客觀的運動項目中，最簡單的勝利方程式，就是選手以最快速度與最短時間完成比賽。

但影響踩踏因素如何克服並有效達到訓練所要求才是最大難題，也考驗著教練與選手的經驗與能力。Baum 和 Li (2003) 研究指出，當曲柄迴轉速增加時，下肢肌肉活化電位會因大腿、小腿等動作的反覆慣量所影響而升高。相同距離搭配不同齒輪比產生的迴轉圈就不同，舉例來說較輕齒比達高速迴轉速度快功率小，推進力相對減少產出距離，須由腿部的高迴轉加以彌補。Lucia, Juan, Montilla, Can, Santalla 和 Earnest (2004) 研究中比較腳踏車運動之踩踏節奏對於運動經濟的影響，認為低頻率踩踏節奏較高頻率增加肌肉電位活化值，以及降低運動經濟性。

因此高頻率踩踏節奏較具競技上的優勢，但迴轉數相對提高作工增加，使得能量快速耗竭增加身體負擔。然而當到達高迴轉時，因腿部無法跟上曲柄迴轉速度導致空轉，無法有效施力於踏板上產生推力，不利於推進；Rocha, Bonezi, Molenda, Cantergi, Soares, Candotti 和 Loss (2006) 針對不同曲柄迴轉數之踩踏力量與 EMG 峰值研究發現，以不同曲柄尺寸實施相同負荷時迴轉數 (60、75、90、105 rpm) 於迴轉路徑之間產生力量峰值，會因為踩踏曲柄角度改變與轉速增加而產生延遲，EMG 峰值出現角度提早。可能原因是由於肌電延遲 (electromechanic delay, EDM) 現象影響；而相對的使用較重齒比於啟動時要所需力量極大，雖起步較慢但獲得的效益

可觀，但選手可能在未達利益之前，就有可能於前段距離時能量耗盡，導致無法持續完成比賽。

所以除了實施場地正規訓練外，最常使用器材則為油阻式訓練台與滾筒訓練台輔助器材搭配練習，因運動模式最為接近實際運動項目。因此，本研究想探討的是以油阻式訓練台進行間歇式的高迴轉衝刺訓練，是否能產生相同結果，在強度與負荷間取得相關數據作為日後參考，是本論文研究動機。

影響自由車競賽成績層面甚廣，本研究針對選手車體結構與各種可能影響之因素(圖 1-1-1)作為推測作為主要訴求。

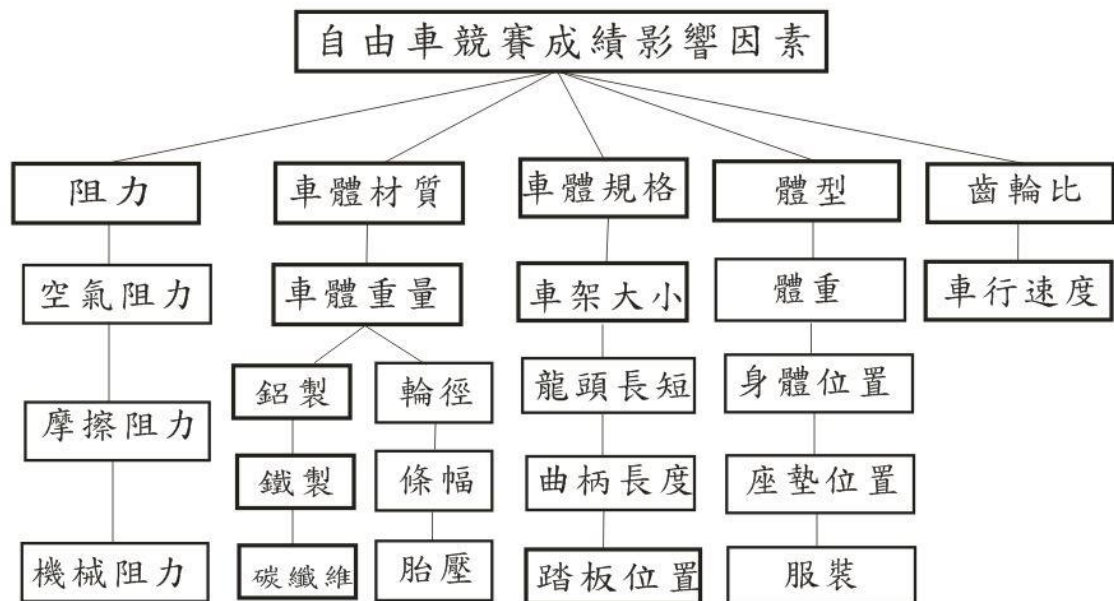


圖 1-2-1 自由車競賽成績影響因素，在夾雜各項干擾之下，要能順利進行選手訓練與比賽，除專業訓練知能外，對於使用器材的製作材質、車體結構設計、服裝、配件等要素需考

慮，並於車況調整與零件選配都是相當專精的學問，直接影響競賽成績。

貳、研究目的

本研究之研究目的有三：

- 一、比較八週高迴轉訓練對青少年自由車選手迴轉速率之影響。
- 二、比較八週高迴轉訓練對青少年自由車選手最大功率 Power(WATT)瓦特數之差異。
- 三、比較八週高迴轉訓練，對青少年自由車選手專項成績 200 公尺爭先賽之差異。

第二節 研究問題與假設

壹、研究問題

- 一、比較八週高迴轉訓練對青少年自由車選手迴轉是否有影響？
- 二、比較八週高迴轉訓練對青少年自由車選手最大功率表現是否有影響？
- 四、比較八週高迴轉訓練，對青少年自由車選手專項成績 200 公尺爭先賽是否有影響？

貳、研究假設

- 一、比較經八週高迴轉訓練對青少年自由車選手迴轉速率是否有顯著差異？
- 二、比較經八週高迴轉訓練對青少年自由車選手最大功率

Power(WATT)瓦特數是否有顯著差異？

- 三、比較經八週高迴轉訓練，對青少年自由車選手專項成績 200 公尺爭先賽成績是否有顯著差異？

第三節 研究範圍與限制

壹、研究範圍

- 一、本研究以臺中市清泉國中 5 名自由車女子選手為參與此次研究。
- 二、本研究期間要求受試者盡可能避免其他激烈的運動訓練，以免影響內在效度。
- 三、騎乘熱身時速 25 公里/小時為平均速，並實施 30 秒與 15 秒全力衝刺後進行測試。

貳、研究限制

本研究之對象均受過長時間訓練，因此訓練方法與數據不適用於未經正式訓練者，若推論至其他領域專項時，則需考慮運動特性以及其他因素。

第四節 重要名詞解釋

- 一、上死點 Top Dead Center (TDC)：

TDC 是指在踏板迴轉的圓形路徑中，最難施力的部分，在進行踩踏時，軸承正上方偏後，於時間方位於 11 點與 12 點鐘方向之間，這時踏板位置因為無法施力下踩踏所以稱為上死點。

二、下死點 Bottom Dead Center (BDC)：

BDC 是指在踏板迴轉的圓形路徑中，最難施力的部分，在進行踩踏時，軸承正下方，於時間方位 5 點與 6 點鐘之間。

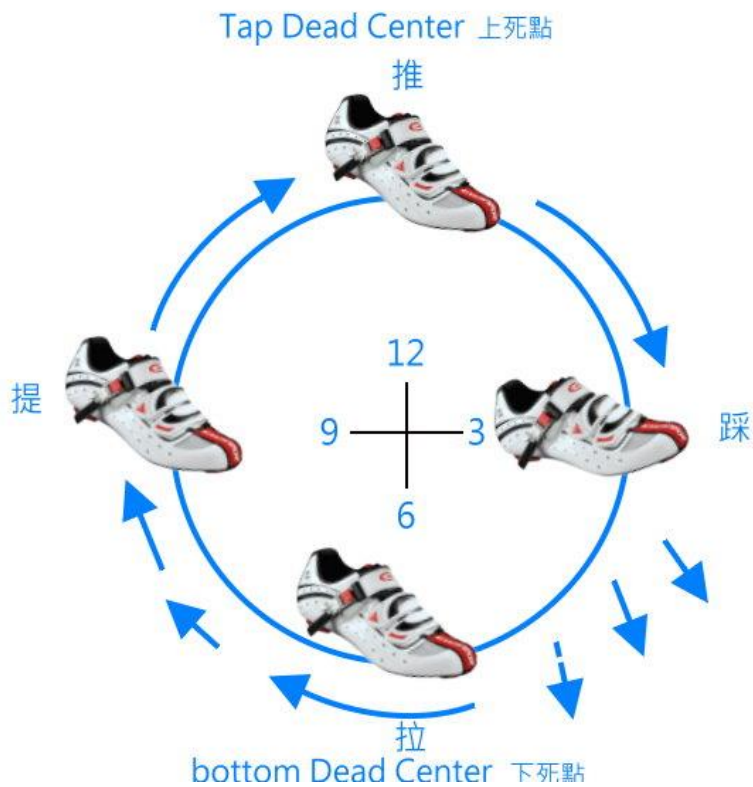


圖 1-4-1 踩踏迴轉型態，上、下死點於推與拉兩點位置，為求快速通過需雙腳相互輔助流暢的完成，方能對推進有所助益。

三、迴轉數 (cadence) 用來表示每分鐘踩踏的圈數，單位是圈數 / 分鐘。

- 四、胎壓 (tire pressure) 可分為 50~60(Psi)、120~130(Psi) 等胎壓、競技用管狀胎可充填至 200(Psi) 左右。
- 五、坐姿踩踏 (stitting) 乘坐於座墊上進行踩踏動作。

第二章 文獻探討

本研究章節將針對青少年時期的自由車選手於成長階段身體機能條件及生理特徵，所需之訓練方式、動作學習時可能經歷問題與困難進行探討。本文將對自由車項目的基本運動型態，探討動力鏈與高迴轉踩踏機制。故第二章共分為五節說明包括：第一節高強度訓練對青少年選手生理特徵表現；第二節青少年動力鏈的基本運動型態；第三節高迴轉踩踏型態之研究；第四節齒輪比對計時性項目之影響；第五節文獻探討對本研究的啟示。

第一節 高強度運動對青少年的生理特徵

技能與觀念的養成曠日廢時，配合青少年各階段的成長實施適當技能學習方能事半功倍。高速穩定的迴轉技巧養成，往往成為自由車項目比賽勝負的關鍵，青少年時期是身體對運動強度適應的突增期，呼吸系統、循環系統與神經支配骨骼肌養成的重要階段。

周圍神經系統由三部分組成：自主神經、感覺神經和運動神經等，自主神經主要是將中樞神經系統的指令傳到身體的各器官和腺體。感覺神經則傳遞來自身體感覺和外界變化的信息，運動神經支配隨意的骨骼肌。常和，(2006)在青少年時期較為缺乏自我認知與自主性，往往由教練長年對選手身體質量與心理素質的觀察來決定良決定訓練量、齒輪比配當、曲柄長度等調整來提高迴轉效率，藉此提升自由車運動的表現。

從生理發展與心理變化來界定青少年，在學理、法理及實務，對於青少年定義各有其不同的界定，行政院青年輔導委員會〔青輔會〕，(2011)。依法規的角度而言，我國少年事件處理法(2005)與兒童及少年福利與權益保障法(2011)中，所稱之少年者，都是指12歲以上18歲未滿之人。黃品端，(2001)有些人機能反應快速，身體對訓練的反應快速而且敏銳，細胞因某種未被察覺的原因能夠快速地產生變化，所以體能通常能很迅速提升，而反應較為緩慢者則需要花費較長時間，通常在未獲得訓練成效前就放棄。

自行車運動要得到好成績需要大量且辛苦的體能鍛鍊，但支持運動員維持長年龐大的體能訓練量的關鍵在於心理而非生理。通常都有以下四種良好心理特質；求勝的慾望、自律能力、相信自己態度以及耐心(或韌性)，劉芳玉譯，(2011)。自律能力；包括訓練方式及生活型態等，營養、睡眠、階段化訓練、目標設定、身體技能、態度、健康、肌力等因素。劉芳玉譯，(2011)。

John(2008)運動可以激發肌肉及神經元修復與復原機制，更能讓身心面對壓力與未知的挑戰有更好的反應能力與適應能力。運動讓大腦進入最佳的運動狀態塑造肌肉和調節心肺機能機能基本上只是附加效益，運動的重點在於塑造和調節大腦的運作機制。劉芳玉譯，(2011)體能是壓力、休息和能量三種要素的結果，耐力訓練初期應以有氧活動作為交叉訓練方式進行，能提供心臟、肺臟、血液、血管足夠的訓練壓力，加強他們的耐力素質。中期訓練計畫逐步納入自行車訓練，同時逐步減少交叉訓練，開始增加練習騎乘距離。在耐力訓練中加入高強度的練習。賽季末期到基礎期開始的

這段過渡期，可以以交叉訓練維持最低耐力，進展期對耐力訓練的重視，會隨強度增加而稍微降低，之後通常會以長距離練習來維持耐力，這時就該將訓練重心選擇於肌耐力、無氧耐力和爆發力等進階能力的訓練上劉芳玉譯，(2011)。

Mohr(2007)等學者研究以 13 名男性受試者進行 8 週訓練，比較 8 秒衝刺訓練 (Sprint Training; ST) 與強度設定為 100% 的 30 秒速度耐力訓練 (Speed Endurance Training; SET) 之訓練效果，發現 SET 組在間歇劇烈運動中，肌肉內離子自我平衡的能力得到強化，故對於改善持續激烈運動及高強度間歇運動的表現有較好的效果。運動可以為大腦提供獨一無二的刺激，它可以創造讓大腦有意願與準備的學習環境，可以有明顯的調適功能去調節失衡系統與強化身體機能並發揮潛能。當選手在體力充沛狀態良好的進行艱苦訓練，肌肉、神經系統、心血管系統和能量系統等身體機能處於最理想的負荷下產生的速度和爆發力相當可觀。當運動員得到適當的間進行恢復、適應，實施相同訓練量時，將會有更佳表現。劉芳玉譯，(2011)。

John (2008) 科學家發現和神經傳導物質(主要包括：麩胺酸 Glutamate、 γ 氨基丁酸(GABA)、血清素、正腎上腺素、多巴胺與 BDNF 等化學物質。同等重要的「腦衍生神經滋養因子」(BDNF, Brain-Derived Neurotrophic Factor)，存在於掌管腦部記憶與學習工作的海馬迴(有助於記憶形成，在學習上扮演重要角色)，是建構並維護細胞電路、疏導並監控腦部活動與啟動基因，製造出更多的 BDNF 及建立訊息所需的血清素和蛋白質。研究發現將 BDNF 撒在培養皿內的神經元上，神經細胞會自動冒出新的分支，提供和學習所需相同的構造

性成長。BDNF 可以增進神經元的功能，鞏固神經元，預防它們發生細胞死亡的自然現象，BDNF 就像肥料一樣能滋養神經元。過量的壓力賀爾蒙(皮質醇)會殺死海馬迴裡的神經元(皮質醇能監控脂肪的儲存，濃度過高會對神經元產生毒性反應，破壞神經元之間的連結，並瓦解肌肉及神經細胞，以便立即取得它所需的能源。

Endorphins，是一種在體內及腦部生成，可產生天然嗎啡效果的賀爾蒙，當身體和腦部承受壓力時，就會釋放出來阻擋痛苦的訊息，熬過生理不適的狀態，並可激發愉悅感、滿足感，極樂感等多種生理功能。Rodas, Ventura, Cadefan, Cusso, and Parra (2000) 的間歇訓練設計為重覆數次的 15 秒運動，搭配 30 秒的休息，結果發現可同時促進有氧與無氧代謝酶的活性。進入無氧代謝模式時，腦下垂體會釋放人類生長激素(Human Growth Homone,HGH)，HGH 是燃燒腹部脂肪、堆砌肌肉和擴充腦容量，運動訓練中加入 30 秒短跑衝刺或自行車衝刺，就可以讓 HGH 的濃度增為 6 倍，並持續兩小時之久。陳耿賢(2009) 研究發現以一週訓練 4 次，在自由車迴轉訓練台上施行間歇訓練，在室外自由車 400 公尺訓練場進行專項速度測試，研究結果發現 200 公尺專項速度呈顯穩定進步 0.38m/s，顯示間歇訓練有助於提升自由車選手專項速度。

蹲舉產生的 HGH 濃度是激烈跑步的兩倍，並且持續 30 分之久。改善無氧醣解能力，選手必須透過短期、高強度的負荷，提升系統超載能力，研究指出 20~60 秒高強度的反覆間歇訓練，能提昇無氧醣解超載能力 Powers & Howley，(2001)。美國運動醫學期刊(The American journal of sports

medicine)的研究顯示，30分鐘的重量訓練與30分鐘健身車訓練交叉訓練，對焦慮有改善的作用，而肌力訓練會明顯影響的生長因子則是HGH。無氧糖解代謝路徑中維持激烈運動時間之能力。林正常，(2001)。高強度訓練時肌肉收縮次數有其限制，因能量耗盡無法再用力，當體內肝醣逐漸耗盡無法及時補充身體所需的能量時再強的意志力也無濟於事劉芳玉譯，(2011)。

第二節 動力鍊理論之探討

動力鍊(kinetic chain)的概念廣泛被應用在運動科學訓練及醫學復健當中，而早期將肢體的動作區分為開放式動力鍊(open kinetic chain)與封閉式動力鍊(close kinetic chain)是源自於Steindler(1977)所提出的觀念。而所謂的封閉式動力鍊動作，例如；下蹲、推蹬、登階、踩腳踏車，這些都是遠端肢段受到阻力(considerable resistance)，此阻力必須足以影響肢段的自由活動，Steindler認為封閉式動力鍊擁有的特點是雙關節肌肉會有『concurrent shift』的情況產生，例如在蹲姿轉換成站姿動作時，髖、膝、踝關節同時運作。Zameziati(2006);Candotti(2007)。最近，Leirdal和Ettema(2010)介紹了一種新的迴轉技巧參數，描述上、下死點(DC)，並在平均功率的踩踏過程中細分出最小功率。它擁有的比有效力量與顯著效能Gross Efficiency(GE)更強有力的關係，它與有效力量不同的是增加節奏與慣性力量。更高的節奏也會增加慣性、非肌肉元素構成踩踏力量Ettema(1993、2009)、Lorås(2009)。

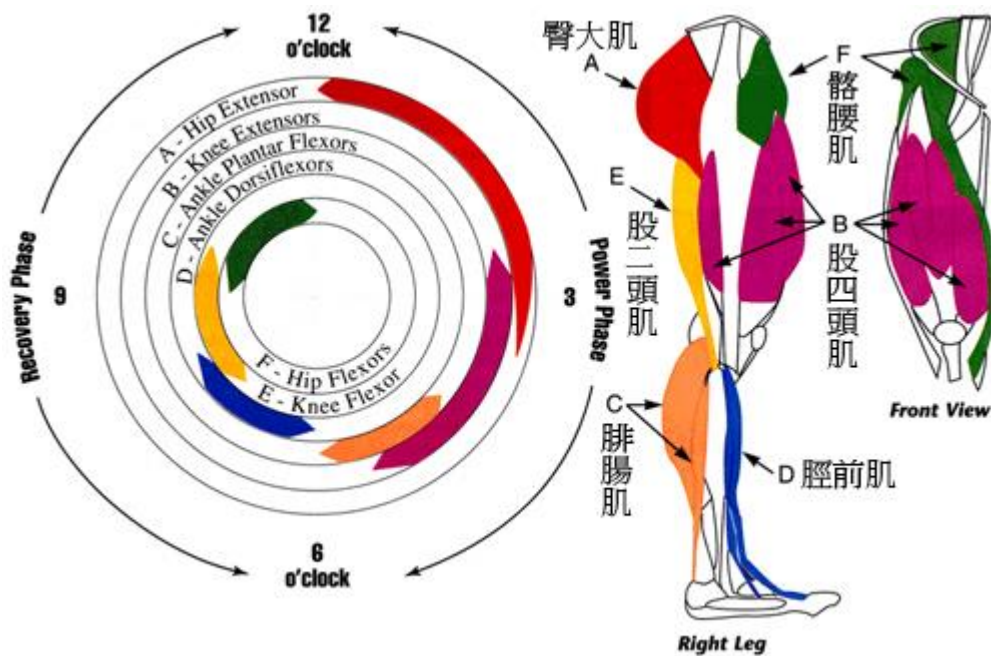


圖 2-2-1 騎乘自由車使用肌群，引用於 (Hogan, 1985)。在踩踏時推、踩、拉、提的迴轉路徑過程，四個階段中使用肌群，以紅色標示的臀大肌與紫色標示的股四頭肌，將力量傳至踏板的最主要肌群，脛骨前肌、股二頭肌與腓腸肌則是作用於拉與提的過程，而髂腰肌則是作用於抬腿動作。

Bobbert (1988) 認為自由車踩踏時，主要工作肌肉為半腱肌、臀大肌、股直肌、股內側肌、腓腸肌、比目魚肌等。踩踏時所用肌群經共同作用產生自由車的特有運動模式，並能有效率的傳送肌肉產生的力量至踏板的迴轉動力上。

Gray (1985) 對動力鏈提出看法與定義，封閉式動力鏈的動作是遠端肢段固定，動作以多平面方式進行，另外，Gray 認為封閉式動力鏈必須要負荷身體重量才能成立；Davies (1995) 則是對封閉式動力鏈動作特性作了定義，認為是一

種直線壓力模式 (linear stress pattern)，包括幾個特性：一、動作作用在多個關節 (膝及髖關節)；二、動作軸可以相互移轉；三、關節的遠近端肢段同時作用；四、動作大都發生在膝關節的橫斷面。

Faria 與 Cavanagh (1978) 認為自由車運動髖關節與膝關節活動範圍是受到坐墊位置高低的影響，踩踏的力量會因為物理性的施力慣性和機械性的車架設計參數等互相影響。為了避免特定的肌肉群過度疲勞而造成抽筋、體力瞬間下滑等現象，骨骼及肌肉系統亦扮演著極為重要的角色。除了力量輸出大小和速度因素外，坐墊位置、車架樣式、曲柄長度、踩踏頻率等亦有絕對關係 Burke, (1996)，如何讓運動員有效節省體力消耗，將顯著效能 (GE) 就是將預測出已完成的工作量 (轉換成每分鐘/焦耳瓦特) 和花費的能量之間的比率。Sacchet, Lenti, Palumbo, and Vito, (2010)，在比賽中展現獲得優異的成績表現，是運動員及教練所要追求的目標。自由車項目的作功是由下肢肌肉群所啟動，Ericson (1986) 使用 EMGS 測量下肢的十一條肌肉，在無負重的腳踏車實驗中發現，120W 時；股二頭肌施力佔 44%，腿後腱佔 64% 及腓腸肌佔 118%；同時也計算出在 120w 與 60rpm 情況下，髖、膝、踝關節的轉動慣量及肌肉力矩，平均髖部最大伸肌功率為 74W，髖部屈肌為 18W，膝部伸肌為 110W，膝部屈肌為 30W 及踝屈肌為 59W，此研究結果證實了肌肉功率的產生是依賴髖、膝、踝關節的作用。研究指出年輕自由車選手最有效的迴轉數範圍為 60-80rpm，Sacchett(2010)；Bobbert (1986) 用混合腓腸肌與比目魚肌的肌肉與肌腱模型，模擬顯示膝關節傳至踝關節的功率中，有 25% 的功率峰值是傳遞至跗骨關

節中，腓腸肌的收縮佔另外的 25%，剩餘的部份則由於腓腸肌其餘的彈性元素反作用力（後座力）所吸收。

第三節 高迴轉踩踏型態之探討

自由車的驅動方式是經由騎乘者肌肉收縮機制產生力量，施力於曲柄與踏板，傳遞力量拉動鏈條，帶動後輪使車子向前，曲柄轉動速率與傳遞至踏板力量大小，來影響車輛的前進速度。林昆鴻，(2009)；自由車運動決定是否能成功取決於體型與潛在的肌肉類型劉芳玉譯，(2011)。Vandewalle，(1985)有效率的貫徹執行踩踏技巧，經常被用作推進動作的重要參數。Patterson and Pearson., (1983)；Ericson and Nisell., (1988)；Coyle., (1991)；Sanderson., (1991)；Sanderson and Black., (2003)；Zameziati., (2006)；Candotti., 2007；KorV., (2007) 自由車運動技巧包括平衡、過彎、踩踏和操控技巧等，越好的踩踏技巧效能越高，相對的浪費的力氣越少，藉由高頻率踩踏練習可增進速度，讓肌肉群能正確收縮與放鬆，並能精確有效率地節能的進行踩踏。迴轉是否有效率是經由訓練神經系統，有效控制腿部肌肉與改善踝關節細微動作技巧而非體能劉芳玉譯，(2011)。

張錚璿 (2009) 研究中比較不同踩踏頻率及不同負荷強度，發現在不同運動測驗情境中，踩踏力量之負功隨著踩踏頻率的增加而上升；大腿肌電活化情形隨著踩踏頻率的增加而下降，而小腿則隨著踩踏頻率增加而活化率上升。下肢肌群肌電活化情形，因大、小腿在踩踏過程間活化成消長現象。然而在曲柄與踏板垂直面，介於90度之間的最後數據總合結果是最有

力量，此外通常高技巧在效率和力量之間有顯著相關，放射狀的踩踏方式在曲柄上的施力，無法對迴轉功率產生聯合作用反而有負面效應。爆發力(Power)是在最短時間內應用最大力量的能力。它是由高層次的力量與速度技巧衍生而來。爆發力取決於神經系統、肌肉系統兩者互動的情況，(陳金山譯，2011)。

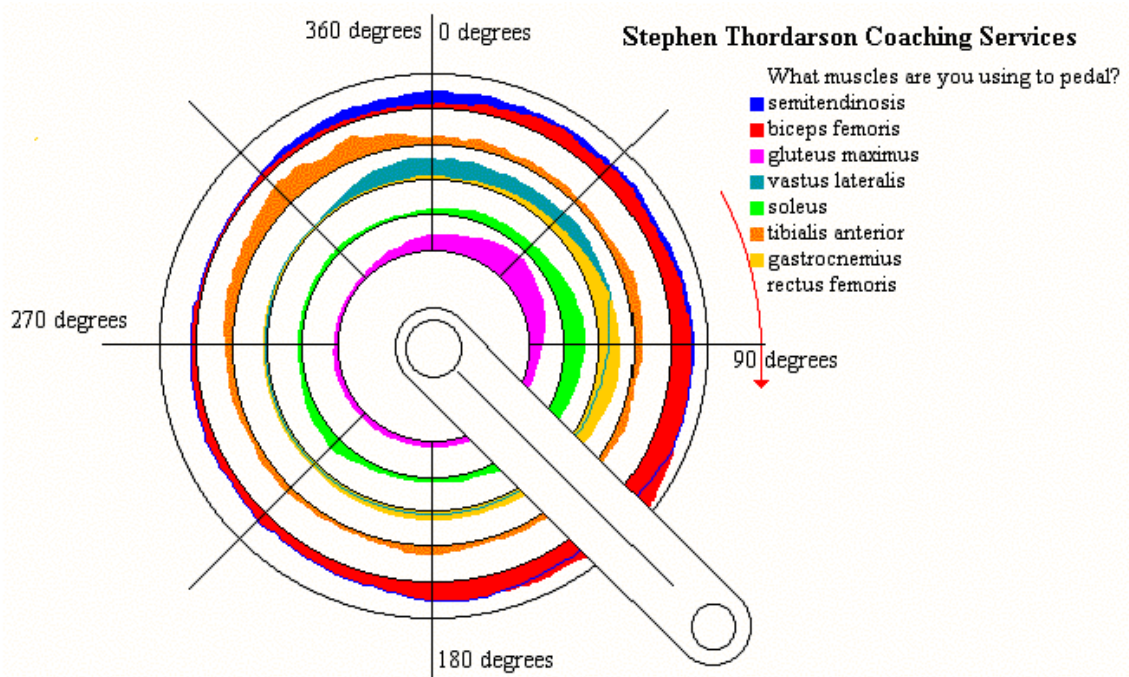


圖 2-3-1 騎乘自由車使用 EMG 訊號，引用於 (Hogan, 1985)。迴轉時 EMG 訊號明顯的以顏色區分出各肌肉群用力情況，其中以股四頭肌最為顯著。

劉芳玉譯，(2011)改善肌力使白肌 (FT) 具備紅肌 (LT) 持續力的特性，並改善乳酸閾值與有氧閾值能力，使力量增加將可改善騎乘能力，使得身體更能克服費力的重齒比與阻力；速度技

巧(Speed Skills)指的是快速、有效率做動作的能力，高轉速時踩踏會更流暢，過彎會更快速，不會有多餘的動作。

第四節 齒輪比對計時性項目之影響

自由車項目常用坐姿(Setting)與站姿(Dancing)兩種方式交替使用，蘇志豪譯，(2009)，當發車或爬坡時常以站姿為啟動方式，但需考量的是體重輕的選手，因肌肉量不足需以體重去協助幫助迴轉的順利進行、而體重重者以站姿反倒要支撐本身體重而造成更大負擔。劉倩、李洋和張榮生(2009)專業腳踏車運動員的踩踏頻率應保持在90-120轉/分鐘。

選手剛接觸練習建議以低負擔和高轉速方式(低負擔時速25~30 km/h；高轉速回轉數到達110轉以上)，首先能建立平衡與協調性，進而穩定身體讓踩踏時所產生的偏擺減到最低，其次能讓神經連結更廣，支配細微肌肉纖維數越多，以求達到動作流暢性要求減少能量耗損，有效施力於傳動系統上。檢視方法是觀察臀部與坐墊跳動震幅，動作越小表示流暢性越好，腿部確實施力於踏板不至於被拖行。配合體型變更曲柄長度，曲柄長度從165mm到180mm，每2.5mm為單位一般常以172.5mm為主。曲柄長度加長5mm，腳踝踩踏直徑也就增加1cm，為求省力必須伸長腿部，導致力量無法集中。爆發力不強的選手較適合短曲柄，ENZO早川，(2008)。

在肌力訓練達到可負荷高強度動作時，即可實施高負擔與低迴轉訓練(高負擔時速40~45 km/h；低轉速回轉數到達60轉rpm以上)，兩者交替練習待適應後，最後實施高負擔與高迴轉對於選手能力定能大幅提升。

劉芳玉譯，(2011) 好的衝刺選手有許多共同點；瞬間徵召大量肌肉纖維，用以啟動或結束衝刺；再者全身都有高水準的肌力，因此能在踩踏過程中能產生非常大的力量；最後踩踏迴轉速也都非常驚人。自行車運動中，(功)基本上就是齒輪比，而(時間)就是迴轉數，因此迴轉速保持穩定不變，功率就會上升，或者是如果回轉速增加(曲柄每轉一圈的時間減少)，而齒輪比不變，功率也會增加。

自由車場地(TRACK)比賽項目器材為單速車，為保護選手青少年比賽限制齒輪比(6.83m)、材質為鋁合金或鋼製車架、50mm板輪等。齒輪比計算公式(前齒盤÷後齒盤=齒輪比)常用比例為3:1，選手可依能力增減酌增前後齒數比，大多以調整前齒盤為主，因調整後齒盤 1T 則會有正負各 3T 的影響，造成踩踏時過重與過輕現象，不利於騎乘表現。傳動比計算公式(前齒盤÷後齒盤×2.1=傳動比)主要是能快速了解騎乘距離，前齒盤一圈；如以 48T×16T 為例(48T÷16T×2.1=6.3m)與 48T×15T 為例(48T÷15T×2.1=6.72m)，後齒盤相差 1T 距離則有 0.42m 的差異，47T×16T 為例(47T÷16T×2.1=6.16m)前齒盤相差 1T 則有 0.14m 的較小差異。所以相同樣踩踏迴轉頻率搭配不同齒比，產生的距離與效能就有所不同，對於教練在訓練與調整選手狀況時相當有利。

表 2-4-1 齒輪比、迴轉數、速度與距離相互關係快速檢索表

		迴轉數					
		110	100	90	80	70	
前齒盤	後齒盤	車行速度					距離 (m)
	13	51.18	46.52	41.87	37.22	32.57	7.75
	14	47.52	43.20	38.88	34.56	30.24	7.20
48	15	44.35	40.32	36.29	32.26	28.22	6.72
	16	41.58	37.80	34.02	30.24	26.46	6.30
	17	39.13	35.58	32.02	28.46	24.90	5.92

表 2-4-1 為單速齒盤以單純雙盤設置的傳動系統，在前齒盤與後齒盤相互配搭或調整後，在固定迴轉數/每分鐘時所產生的各項車行速度、車行距離等相互關係。

第五節 文獻探討對本研究的啟示

自由車競賽的計時是屬客觀性項目，主要是以時間長短判定來勝負，選手所具備之特性取決於長年觀察與科學化的數據建立，來判斷選手所擁有之特性。教練除了上述特點外更須能依據所需，開立運動處方以求專項適性化訓練，發揮選手特點發揮最佳潛能。所以本研究主要是針對 102 年度的

全國中等以上學校自由車錦標賽為主要目標，並以單峰訓練期程安排比賽年度計畫方式作為施訓重點。

使用油阻式訓練台與滾筒訓練台，每週 3 次高強度迴轉訓練，每次施作 15 分鐘暖身後進行 1 分鐘 60% 熱身衝刺，休息五分鐘後進行測驗，以 30 秒衝刺 70% \times 1、休息 1 分 30 秒後，仿效類似爭先賽比賽時間進行 15 秒 90% 的衝刺，休息 5 分鐘後進行項目測試，收集相關數據進行，發車最大功率 (WATT)、行進間最大功率、最高車行速度、最大迴轉數 (CADENCE)、能量衰竭狀況、身體穩定度與 200 公尺時測等資料量測並彙整分析，測驗實施中隨時注意選手生理與心理狀況，如有不適當立即停止。

選手依個人能力，在自由車傳動系統的機械結構與齒輪比方面了解各自現階段與未來展望，教練能依所測得數據掌控選手進步狀況，針對所缺加強或研擬訓練內容，妥善安排如能運用得當，相信對於成績進步必有相當助益。

第三章 研究方法

第一節 研究架構

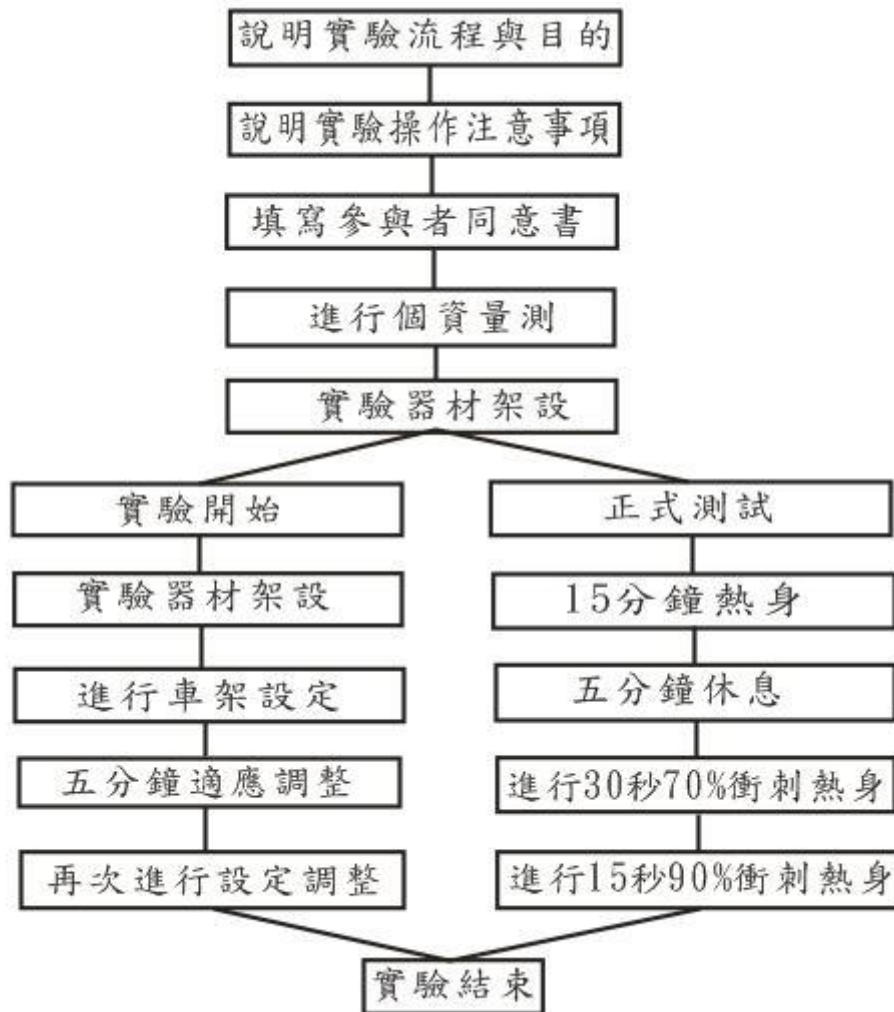


圖 3-1-1 實驗流程與正式測驗，本實驗分為器材架設調整與測驗項目實施流程，另外場地 200M 爭先賽實測項目熱身同右欄。

第二節 研究對象

本實驗研究對象為 5 名臺中市清泉國中的自由車選手，經簽署家長與選手同意書後參與施測。

表 3-2-1 實驗參與者基本資料表

	年齡(age)	身高(cm)	體重(kg)	車齡(year)
平均數(M)	16	160	53	4
標準差(SD)	±2.1	±3.4	±5.7	±2.2

註：M 為平均數，SD 為標準差，5 人。

第三節 研究工具

(一) 器材規格與功能

本研究所使用之硬體設備說明包括：

1. 雷蒙動力輔助器 (LEMOND POWER PILOT(Wireless Power Meter for the Lemond Revolvion trainer))

(1) Lemond Revolvion trainer (2) Meter monitor



圖 3-2-1 雷蒙動力輔助器於官網 圖 3-2-2 雷蒙計時螢幕於官網

2. 測驗數據內容

- (1)Time 時間(MM:SS)分/秒。
- (2)Speed 車速(KPH,MAX,AVG)公里/時速，最大車速，平均數車速。
- (3)Distance 車行距離。
- (4)Power(WATT) 最大功率(瓦特數)。
- (5)Cadence (MAX,AVG)迴轉數(最大迴轉數，平均迴轉數)。
- (6) 場地項目 200 公尺爭先賽場地實測。

2. 自行車 5 台

(二)研究器材佈置

本研究以雷蒙動力輔助器 LEMOND POWER PILOT (Wireless Power Meter for the Lemond Revolvion trainer). 獲得實驗參與者運動過程中參數。實驗平台包括公路車壹台及固定器。



圖 3-2-3 實驗場地佈置。(本圖擷取於官網)

第四節 研究實施程序

實驗開始前，研究者須先向參與者說明實驗目的與流程，詳讀並填寫「實驗參與者需知及同意書」。

(一) 儀器

本實驗使用雷蒙動力輔助器 LEMOND POWER PILOT (Wireless Power Meter for the Lemond Revolvion trainer)。

(二) 實驗器材佈置與架設

1. 以 5 組油阻式訓練台作為測驗前熱身與放鬆。
2. 以 5 組雷蒙動力輔助器作測驗。

(三) 實驗步驟：

1. 向參與者說明實驗流程。
2. 填寫實驗需知及參與同意書。
3. 實驗參與者需換穿自由車服裝與車鞋並裝設扣片。
4. 實驗參與者 15 分鐘熱身後做二組 30 秒與 15 秒衝刺，組間休息 5 分鐘，實施一次動作流程測試，休息 5 分鐘後進行正式測驗。
5. 開始測驗：
 - (1) 研究者口語要求參與者必須盡最大努力。
 - (2) 研究者開始以短哨音，結束以長哨音通知參與者。
 - (3) 場地實測項目以正式比賽規則實施。

(四) 本研究的實驗測試時間地點如下：

1. 實驗時間：2012 年 12 月至 2013 年 2 月。
2. 實驗地點：臺中市立自由車場。
3. 基本資料

實驗參與者於實驗前須詳閱實驗須知，並解說研究目的、步驟流程及測驗時間，填寫同意書。量測並紀錄參與者身高、體重及年齡等基本資料。

4. 自行車

依個人身材參數調整車架與座墊高度與位置後開始施測，參與者於固定式油組訓練台上暖身 25 分鐘並實施兩組 30 秒與 15 秒兩組衝刺後，即收集 30 秒測驗數據。作為分析之用。為使研究達其效度，研究者在測驗時加以口語增強，使參與者盡最大能力。

第五節 資料處理與分析

本研究經過實測後資料收集完成後，編碼並將其資料輸入個人電腦後，以統計套裝軟體 SPSS18.0 進行處理及分析資料，進行成對樣本 t 檢定、多元迴歸分析、pearson 相關等考驗，藉以了解經由八週高迴轉訓練後對選手所產生的影響，希望此項研究有助於本身從事訓練工作時參考依據。

第四章 結果與討論

本章節意旨於探討發車最大瓦特數、行進間瓦特數最高值、最高車行速度(speed)、最高迴轉數(cadence)、能量衰竭時間與高速迴轉時身體不穩定跳動等項目，個人訓練前後差異與各項對自由車項目競賽時的相互關係之影響。

本研究經統計分析相關數據，測試結果經八週高迴轉訓練後確實能有效提升踩踏時迴轉不當施力產生能量轉移，雙腳能更加協調的驅使動力，並於初速度的提升與慣性轉動時維持踩踏速率有相對成效，並在改善身體對機械性迴轉的慣性適應方面讓踩踏過程中，更有效的讓肌肉節能的控制更流暢的迴轉。

第一節 發車最大功率 Power(瓦特數 WATT)之差異

表 4-1-1 發車最大功率

前測		後測		t 值
平均數	標準差	平均數	標準差	
689.20	90.68	705.80	93.85	3.45*

本研究採站姿式靜態發車，在主要是測試選手在提升初速度的能力表現，發現最高值達 823 瓦特，最低值 599 瓦特相差 222 瓦特，成對樣本 t 檢定，此樣本中 t 值為 3.45，因此由本研究結果認為發車最大功率前後測，達統計上顯著差異。由此可證最大功率值可作為重要參考值，選手能力提升

與否可藉由數據呈現，以科學化模式長期監控並適時調整訓練內容，對於訓練成效將有所助益。

第二節 行進間功率輸出之差異

表 4-2-1 行進間功率輸出(瓦特數 WATT)

前測		後測		t 值
平均數	標準差	平均數	標準差	
442.40	99.75	451.40	95.89	1.92

本測試的是速耐力，優秀選手在速度提升到個人能負荷的相對範圍時，維持高強度效能時踩踏技巧的運用就越加重要，額外浪費力氣就越少，肌肉群於訓練時能得到正確收縮與放鬆能力技巧，神經系統控制腿部肌肉節能的進行踩踏，迴轉時踝關節細微動作改變讓上、下死點動作流暢。因此樣本數值 t 值 1.92，未達統計上顯著意義。因此由本研究結果認為前後測統計考驗未具差異性的原因，在於動作的改變可能影響輸出功率的節能效用。

第三節 最高車行速度之差異

表 4-3-1 最高車行速度(分鐘/公尺)

前測		後測		t 值
平均數	標準差	平均數	標準差	
36.64	1.98	37.48	1.71	2.05

八週的訓練週期完成後得知，車行速度進步幅度不大可能因素，重點在於高迴轉訓練對於推進效果有限，主要是以慣性動量的維持為主，車行速度的提升須增加重量訓練課程提高肌肉比，產生較高強度負荷效益，本研究參與者皆為青少年階段選手，所以不建議高負荷的重訓，故前後測數據在此樣本中 t 值為 2.05，雖未達統計上無明顯差異，但值得做為參考。

第四節 最大迴轉數

表 4-4-1 最大迴轉數(分鐘/圈)

前測		後測		t 值
平均數	標準差	平均數	標準差	
183.80	13.05	186.80	10.85	1.58

本研究參與者為青少年階段選手其肌肉與骨骼等組織發展尚未達到成熟階段，以較輕負荷的輕齒比搭配訓練，主要以神經連結、身體統合協調，呼吸與循環系統為主目標。表列 t 值為 1.58，雖未達統計上顯著意義與統計考驗結果上無差異。但是在最大迴轉數時的操作中，卻可確切觀察選手對於器材熟悉程度與身體的適應能力，並藉此調整選手動作。如以已測得資料分析，最高迴轉數為 199 與最低迴轉數為 170 相互比較，以同等肌力條件下完成不同迴轉數，例如 $39 \div 13 \times 2.1 \times 199 = 1253.7$ 公尺與 $39 \div 13 \times 2.1 \times 170 = 1071$ 公尺，相差 182.7 公尺，由此可見迴轉數於自由車運動的重要性。

第五節 能量衰竭之差異

表 4-5-1 迴轉時能量衰竭(秒)

前測		後測		t 值
平均數	標準差	平均數	標準差	
14.81	3.79	15.91	3.29	2.51

吳慧君 (2006) 指出無氧代謝路徑 (ATP-PC 和 醣酵解) 所產生的 ATP, 維持機體進行最大強度運動的能力。該種能力直接影響運動的速度和肌肉收縮的爆發力。因此為影響無氧代謝的短距離運動項目成績主因之一, 萬文君 (2002)。林正常 (1993) 指出, 無氧運動能力是透過無氧代謝路徑從事激烈運動的能力, 通常是指短而激烈運動的能力或能量。短時間高強度運動能量來源, 主要是經由乳酸與非乳酸性能量系統, 再生成 ATP 所產生的方式供應能量 (Newsholme & Leech, 1983)。磷化物和醣解作用為無氧能量提供來源, 林正常, (2004)。本測試結果 t 值為 2.51, 未達統計上顯著差異。

第六節 高速迴轉時身體穩定性

表 4-6-1 高速迴轉時身體穩定性(分鐘/圈)

前測		後測		t 值
平均數	標準差	平均數	標準差	
162.80	15.83	173.60	10.99	4.96**

高速迴轉訓練主要目標，藉由刺激來增加本體感受器來調整動作的細膩度，(蘇志豪譯，2009)，在於發展神經支配局部小肌肉群或整體大肌肉動員效率，統整全面性的肌肉運作、充分運用周邊肌群來協助主要肌群，讓腿部的作用肌能更加專注運作。穩固椎間盤(Intervertebral)及腰椎骨盆(Lumbopelvic)等周邊的核心肌群，讓身體與神經適應並減少動作晃動因素干擾。達顯著差異。此樣本中 t 值為4.96達統計上顯著意義，前後測數據達統計上差異。

第七節 200 公尺爭先賽(Sprint)成績

表 4-7-1 200公尺爭先賽(Sprint)成績(秒)

前測		後測		t 值
平均數	標準差	平均數	標準差	
17.92	1.18	17.02	.789	4.82**

在僅千分秒可能分出勝負的競賽中，選手本身對於內在心理掌控、自我信心的建立、教練期望和戰術運用等都會直接影響其成果；外在如天候、場地、器材等因素的掌控度都將是勝負的影響關鍵。此樣本中 t 值為4.82，達統計上顯著差異。前後測結果認為達統計上顯著差異。

第八節相對樣本 t 檢定分析

表 4-8-1 相對樣本 t 檢定 (paired t-test)

	成對變數差異		t	顯著性 (雙尾)
	平均數	標準差		
發車最大功率	16.60	10.76	3.45	.026
行進間功率	9.00	10.46	1.92	.127
最高車行速度	.84	.92	2.05	.109
最大迴轉數	3.00	4.24	1.58	.189
能量衰竭	1.10	.98	2.51	.066
高速迴轉時身體穩定度	10.80	4.87	4.96	.008
實測成績	.90	.42	4.82	.009

本研究成果對樣本 t 檢定結果，據表 4-8-1 所示三項有明顯差異者，一、發車最大功率平均數 16.60，標準差 10.76，t 值 -3.45，顯著(雙尾)p 值 .26；二、高速迴轉時身體穩定度平均數 10.08，標準差 4.87，t 值 -4.96，顯著(雙尾)p 值 .08；其三、實測成績平均數 .90，標準差 .42，t 值 -4.82，顯著(雙尾)p 值 .09。三項顯著(雙尾)p 值數值小於 .05，顯示經八週高迴轉訓練達顯著差異。

第九節 Pearson 相關分析

表 4-9-1 Pearson 相關、顯著性(雙尾)

	發車最 大功率	行進間 功率	最大 車速	最大迴 轉數	衰竭 時間	身體穩 定度
瓦特最高值	.884**					
	.001**					
最大車速	.744*	.734*				
	.014**	.015**				
最大迴轉數	.913**	.928**	.809**			
	.000**	.000**	.005**			
衰竭時間	-.291	-.223	.132	.078		
	.415	.535	.715	.835		
不穩定跳動	.023*	.154	.605	.291	.740*	
	.949	.671	.064	.414	.014**	
實測成績	.699*	.631	.901**	.759*	.281	.634*
	.025*	.051	.000**	.011**	.431	.049*

** . 在顯著水準為 0.01 時 (雙尾)，相關顯著。

* . 在顯著水準為 0.05 時 (雙尾)，相關顯著。

根據 pearson 相關，顯著(雙尾)統計結果，除衰竭時間因素外其餘各項皆呈現顯著相關，所測項目相互間關係密切，尤其發車最大功率、行進間功率、最大迴轉數與實測成績等項目與假設目標相同，四項相互影響因素極高。

第十節 多元迴歸分析

對 200 公尺項目實測，各變數多元迴歸分析之解釋情形；

1. 投入變項順序：發車最大功率、行進間功率輸出、最高行車速度、最大行車速度、最大迴轉數、高速迴轉能量衰竭、高速迴轉時身體穩定度等六項進行多元迴歸分析的解釋情形，由表 4-10-1 顯示得知，二個解釋變項 F 值皆達顯著水準，投入順序依次為：a. 發車最大功率；b. 最高行車速度。
2. 在 β 係數方面：在 β 係數方面，發車最大功率呈現負數，顯示發車最大功率與 200 公尺實測成績呈負相關；最高行車速度呈現正數，顯示最高行車速度與 200 公尺實測成績呈正相關。
3. 在解釋力方面：所投入變項的整體解釋變異量為 98%，發車最大功率佔 80%，最高行車速度 18%。

表 4-10-1 變項 200 公尺項目之迴歸分析

	多元相 關係數 R	決定 係數 (R^2)	R^2 增加 量	F 值	標準化迴歸係 數 (β 係數)
發車最大功率	.90	.80	--	12.18*	-.95
最高行車速度	.99	.98	.18	57.86*	.43

* $p < .05$

本研究迴歸分析之標準化迴歸係數 (β 係數) -.95 成負相關，顯示六項變數中以發車最大功率項目可能因消耗能量過大將影響 200 公尺爭先賽成績表現，最高行車速度 (β 係數) .43 呈正相關等兩項最為明顯，高速競技比賽項目成績影響層面極為廣泛，外在 (氣候、場地、器材) 與內在 (生理與心

理)的因素，因得到調適與自我認同，進而改善細微技巧修正與觀念的建立，而產生極大程度影響，進而促使其他項目的同步發展、選手信心提升成績明顯進步

第五章 結論與建議

第一節 主要研究發現

在發車過程中發現參與者，於起步時的初速度動力提升，常因上身軀幹過於僵硬導致動作的不協調，手肘擺放過於內側重心不穩，後提前踩時手肘撞擊把手，下彎把握法不正確導致手臂無法正確施力，並將身體上拉與下踩動作做有效反向結合，施力於踏板傳至曲柄等，改善上述項目都可直接影響成績表現，初級選手迴轉過程中，在踩踏時因齒比過重或過輕，使用股四頭肌比例偏多能量快速耗損而無法持續或者是踩踏過深，左右腳施力不平均身體偏擺現象，產生正功、負功與不作功因素阻礙向量。經八週訓練與動作的調整明顯改善發車動作與功率表現。

研究證實經由訓練後，肌肉對於高張力、高強度有更佳的適應能力表現，越能克服競賽與訓練上時間與距離的不利因素，鄭詠謙（1994）。在速度提升前期因重齒比消耗極大能量或輕齒比產生的高速迴轉現象，無法有效跟上曲柄迴轉速度，導致身體產生晃動，為維持身體穩定力量與空轉等現象，則須多費精神去取得平衡浪費體力，使得體能急速下滑無法維持推進能力可藉由此訓練方法獲得改善。但針對提升車行速度，但選手想要維持長時間高張力的續航能力，則須施以重訓會重齒比可達到效果，本研究因參與者是青少年階段選手不建議採取此種訓練方式。

在最大迴轉數的測試結果發現，練習量的增加能有效改善肌肉操控能力，使得迴轉數增加，身體在座墊上跳動幅度減少，迴轉時的流暢度也大幅度改善。研究發現增強選手能

量供應系統，改善能量釋放與再生成的供需平衡，可由本研究實施的反覆與間歇訓練增加組數，讓身體產生適應能力將會有明顯進步。反觀踩踏的迴轉數最高值明顯增加，坐墊上跳動現象數值提升，表示穩定度已獲得相當程度改善，練習次數的多寡直接影響選手本身體能增加及場地器材熟悉與個人本身信心的提升因素，使得成績明顯進步。

在相對樣本 t 考驗中顯示訓練前後之成績成高度相關與顯著差異，可證明高迴轉訓練對 200 公尺爭先賽成績有顯著直接相關，以固定式油阻訓練台與滾筒訓練台，作為訓練可為場地項目訓練可行的替代方案之一，陳耿賢（2009）。

第二節 結論

本研究實驗設計證明以間歇訓練方式進行高迴轉訓練，能有助於 200 公尺爭先賽能力的提升，生理方面發現衰竭時間延長，因此，利用休息時間短、組數少且高強度特性為主要的訓練模式，彭坤郎（2005），一週進行三次，每次五組 30 秒與 15 秒的高強度衝刺訓練，對於無氧能力佔 80-90%，有氧佔 10-20% 所需能量為磷化物與快速醣解的短距離項目自由車選手而言，確實能夠對身體所需的無氧耐力及肌力與速度綜合表現，能有效增加成效。

Mathews et al . (1976) 指出選擇專項運動的訓練器材，可達到效果外，亦不受戶外天候及場所的干擾因素，可配合選手能力差異與特殊狀況，掌控時間與組數以達要求來做有效的訓練。針對訓練的專項特殊需求可設定不同組數、訓練與休息時間、訓練強度，相互交替刺激訓練迴轉，對選手速度耐力、無氧能力皆有顯著提升效果，蔡文峰（2010）。因此，

本研究結果顯示經由油阻訓練台進行高強度迴轉速訓練，選手短時間衝刺能力明顯提升。本研究發現初期迴轉速度提升時，身體於衝刺穩定適應無法維持現象，經訓練逐漸趨向穩定身體晃動減少可能是因核心肌群增強與神經控制肌肉能力獲得改善。

本研究所設計之高迴轉訓練，經試驗觀察與分析獲得以下結論：

一、八週高迴轉訓練，每次衝刺 30 秒與 15 秒共五組，對 200 公尺爭先賽的成績能有效提升該專項能力；對於青少年選手負荷較為適當。

二、動作學習的快慢與成效「認知」是極大關鍵，知難行易，動作的養成可藉由他人與自身影片來做調整修正，再輔以數據可讓選手明確知道可達目標將有效協助動作學習。

第三節 建議

一、青少年選手正處適合建立神經肌連結與控制、呼吸系統與循環系統等階段，順勢利導勿以眼前利益施予過多向心項目重訓與重齒比訓練，重視建立核心肌群與身體協調統合的多方面發展，以多項訓練或活動輔助專項運動的成長。

二、此研究各項測試與專項成績雖已獲得改善或進步，但建議八週訓練課程可再延長選手的成效可更為明顯。未來的研究可針對這方面進行改善與修正空間。

三、鼓勵取代責罰，青少年階段選手並非專職，且專業技能的養成需三年，但對於專項運動而言只是基礎打底，歐

美選手青少年階段常以俱樂部方式培養興趣，到青年階段目標確立後再施以專項訓練，從事該項運動意願強烈較不易改變。

參考文獻

中文部分

- 王順正 (2002)。速度耐力模是評量無氧跑步能力與最大瞬間速度之研究。體育學報，33，1-10。
- 吳慧君 (2006)。運動能力的生理學評定增訂版。台北市：師大書苑。
- ENZO 早川 (2008)。公路車設定指南。台北市，樂活文化事業事業股份有限公司。
- 林正常 (1998)。運動生理學。台北市，師大書苑有限公司
- 林正常 (2001)。運動生理學。台北市：師大書苑。
- 林正常 (2004)。肌力與體能訓練。藝軒圖書出版社。
- 陳金山 (譯) (2011)。Tortora 簡明人體解剖學與生理學。合記圖書出版社
- 陳耿賢 (2009)。固定架間歇訓練對自由車選手專項能力之影響。國立台灣體育大學 (桃園)。未出版碩士論文。
- 常和 (2006)。人體百科。台北縣，漢宇國際文化有限公司。
- 彭坤郎 (2005)。間歇訓練對划船選手測功儀成績影響之研究。國立台灣體育學院體育研究所碩士論文。
- 萬文君 (2002)。速度耐力跑運動員乳酸耐受度訓練的理論與實踐。西安體育學院學報，19 (1)，51-53。
- 劉芳玉 (譯) (2011)。自行車訓練聖經。台北市禾宏文化資訊。
- 鄭詠謙 (1994)。自由車場地賽技術與訓練。未出版之碩士論文，桃園縣，國立體育學院教練研究所。
- 蔡文峰 (2010)。高強度間歇訓練對青年田徑選手有氧與無氧運動能力之影響。私立文化大學，運動教練研究所。未出版碩士論文。

蘇志豪(譯)(2009)。公路車圖解-體能訓練。台北市，大和書報圖書有限公司。

二、英文部分

Danny J. Mcmillian, Josef H. Moore, Brian S. Hatler, and Dean C. Taylor (2006). Dynamic Vs. Static-Stretching Warm UP: Effect On Power And Agility Performance. *Journal of Strength and conditioning Research*, 20(3), 492-499.

Sacchetti, M, M. Lenti, A. S. Di Palumbo, and G. De Vito. Different Effect of Cadence on Cycling Efficiency between Young and Older Cyclists. *Med. Sci. Sports Exerc*, Vol. 42(11) pp, 2128-2133.

Burgomaster, K. A, Hughes, S. C, Heigenhauser, J. F, 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(6), 1985-1990.

Ekblom, B. (1986). Applied lactic acid of soccer. *Sports Medicine*, 3(1), 50-60. Edge, J., Bishop, D., & Goodman, C. (2006). The effects of training intensity on muscle buffer capacity in females. *European Journal of Applied Physiology*, 96(1), 97-105.

MacDougall, J. D., Hicks, A. L., Macdonald, J. ckelvie, R. S., Green, H. J., & Smith, K. M. (1998). Muscle performance

and enzymatic adaptations to sprint interval training. *Journal of Applied Physiology*, 84, 2138-2142.

Newsholme, E. A., & Leech, A. R. (1983). *Biochemistry for the medical science*. Toronto : Wiley. Neptune R. R. (1999). The association between negative muscle work and pedaling rate Neptune. R. R., W. Herzog Human Performance Laboratory, University of Calgary, Calgary, AB, Canada T2N 1N4 Received 22 September 1998. *Journal of Biomechanics* 32, 1021-1026.

Power, S. K, & Howley, E. T. (2001). *Exercise and physiology : Theory and application to fitness and performance* 4th. Champaign, IL : McGraw-Hill. Rodas, G., Ventura, J. L., adefau, J. A, Cusso, R, & Parra, J. (2000). A short training programme for the rapid improvement of both aerobic and anaerobic metabolism. *European Journal of Applied Physiology*, 82, 480-486.

Takaishi, T., Y. Yasuda, T. Ono, T. Moritani (1996). Optimal pedaling rate estimated from neuromuscular fatigue for cyclists. *Medicine Science Sports Exercise*, 28: 1492-1497. Talanian, J. L., Galloway, S. D., Heigenhauser, G. J., Bonen, A., & Spriet, L. L. (2007). Two weeks of high-intensity aerobic interval training increases the capacity for fat oxidation during exercise in women. *Journal of Applied Physiology*, 102(4), 1439-1447.

- Burgpmaster, K. A., Hughes, S C., Heigenhauser, G. J. F., Bradwell, S. N., & Gibala, M. J. (2005). Six sessions of sprint interval training increase muscle oxidative potential and cycle endurance capacity in human. *Journal of Applied Physiology*, 98, 1985-1990.
- Edge, J., Bishop, D., & Goodman, C. (2006). The effects of training intensity on muscle buffer capacity in females. *European Journal of Applied Physiology*, 96(1), 97-105.
- Mohr, M., Krstrup, P., Nielsen, J. J., Nybo, L., Rasmussen, M. K., Juel, C., et al.(2007). Effect of two different intense training regimens on skeletal muscle ion transport proteins and fatigue development. *American Journal of Physiology. Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 292 (4) , R1594-1602.
- Rodas, G., Ventura, J. L., Cadefau, J. A., Cusso, R., & Parra, J.(2000). A short training programme for the rapid improvement of both anerobic and anaerobic metabolism. *European Journal of Applied Physiology*, 82(5-6), 480-486.

附錄一

實驗參與者同意書

研究題目：高迴轉訓練對青少年自由車選手計時性項目之影響－臺中市選手為例

研究生：王為成

指導教授：蔡俊傑教授

單位：國立臺灣體育運動大學競技研究所

聯絡電話：0928-331105

依實驗研究的規定與保護實驗參與者的權益，研究者應將研究過程向實驗參與者說明清楚，可能發生的危險合法律上的責任，應盡其所能保護其健康與權益，並隨時回答問題。實驗參與者如有改變意願時可隨時退出實驗，不受任何限制。參與實驗研究的參與者須瞭解下列注意事項：

- 一、 實驗時間：中華民國 101 年 12 至 102 年 2 月。
- 二、 實驗地點：臺中市立自由車場。
- 三、 本研究的實驗參與者，應於最佳體能狀態參與實驗。

本實驗需要您的參與合作才能圓滿進行。現在麻煩您在姓名欄內簽名，表示對本研究有完全了解，並遵守同意書內的各項規定。

實驗參與者 _____ 簽名

家長或監護人 _____ 簽名

日 期 年 月 日