

國立臺灣體育運動大學競技運動學系
碩士學位論文

自由車女子 500 公尺全程分段速度之分析
-以 2012 年世界自由車錦標賽為例
A CASE STUDY OF ANALYSIS OF WHOLE
PROCESS SPEED DISTRIBUTION ON THE
WOMEN CYCLING TRACK 500 METERS IN UCI
TRACK CYCLING WORLD CHAMPIONSHIP 2012



研究生：林志勳 撰
指導教授：趙榮瑞 教授

中華民國 103 年 8 月

自由車女子 500 公尺全程分段速度之分析

-以 2012 年世界自由車錦標賽為例

研究生：林志勳

指導教授：趙榮瑞

中文摘要

近年來我國自由車運動發展快速，運動員水準逐步提升，其中，女子 500m 計時賽在國內、外比賽中更是屢創佳績，有著優異的成績表現。本研究通過對 2012 年世界自由車錦標賽女子 500m 計時賽二十三名運動員各分段時間排名與速度之差異進行分析、研究，為我國運動員的訓練提供依據。方法：本研究以 2012 年世界自由車錦標賽女子 500m 計時賽二十三名參賽運動員，以大會所提供分段時間作為本研究分析之依據。以描述性統計分析世界自由車錦標賽女子 500m 計時賽運動員之原始成績，求得不同距離間之平均速、各分段速度，包含 125m、250m、375m、500m，以單因子變異數檢定進行分析並將顯著水準定設於 P 值 < 0.05 。結果：二十三名運動員其最大速度出現在 250~375m 處之分段速度，速度為 16.799m/s，最小速度出現在 0~125m 處，速度為 10.349 m/s，全程速度變化呈現起跑啟動至 375m 第三分段為直線上升階段，在第三分段出現全程速度的最高峰，隨後緩慢減速至終點的過程，各洲運動員在各分段速度均無差異，此項目是值得亞洲國家發展的重點。

關鍵詞：配速、平均速度、起跑啟動速度

Effects of Glucose Replacement after Exercise on Postprandial Lipemia

Graduated Student: Lin, Chih-Hsun

Adviser: Chao, Jung-Jui

Abstract

Recently in Taiwan cycling has been seeing rapid adoption and development, the level of performance by the local female athletes is increasing at a rapid pace. In the women's 500 Meter time trials, both nationally and internationally their level of athleticism has been outstanding their performance is quite remarkable. This study will be examining the time and speed difference in each of the distance segment rankings from the 2012 500 Meter Women's Time Trials World Cycling Championships. This paper will examine the performance of twenty-three female athletes to provide a basis to develop thorough training methodologies for training the female Taiwanese cyclist. Methods: The 2012 500 Meter Women's Time Trials World Cycling Championships time was used as a basis for analysis in this study. Based on the statistical analysis for the raw scores of the original 500 meters women's world cycling time trials championship to see the difference between the maximum, minimum and average speeds and the speed of each segment from the 125 Meter, 250 Meter, 375 Meter and the 500 Meter using descriptive research methods with a statistical significance of $P < 0.05$. Results: After examining the raw data from the 2012 500 Meter

Women's Time Trials World Cycling Championships results for twenty-three female athletes. The slowest speeds were observed in the 0 - 125 Meter segments with a minimum speed of 10.349 Meters per second. While the maximum speeds appeared in the third segment, that's between the 250 - 375 Meters which had a maximum speed of 16.799 Meters per second. These results remained consistent for female athletes from all the participating countries on all the major continents. There was no significant difference between the performance results of the different distance segments. The tests showed that the top speeds were reached in the third speed segments; 250 - 375 Meters. The slowest top speeds were reached in the first speed segments 0 - 125 Meters. Based on the results of this study it would be best to focus female cycling training efforts on the third segment which is 250-375 Meters races and slowly decrease the distances to the shorter speed segments. These results are worthwhile investigating further to use as the basis for developing a training program for Asian countries female cycling athletes to focus on.

Keywords: Pace, Average Speed, Starting Speed

謝 誌

四年多的臺灣體大碩士班進修隨著本論文的完成即將結束，四年的進修讓我獲益良多，吸收了許多豐富的知識，增加了我的內涵，感謝競技研究所的師長四年來的教導與提攜，讓我能順利完成這個任務。

首先要感謝我的指導教授：趙榮瑞博士，在碩士班期間對我的關心與授業、解惑，撰寫論文時更不辭辛勞的幫我將論文格式匡正與內容的批閱修改。從論文题目的擬訂、研究方法選用與架構的更改，以及結果的呈現等，在最後階段的討論更是備極辛勞，真的非常感謝老師您的用心，老師您辛苦了。其次，感謝陳裕鏞教授、林貴福教授能在百忙之中抽空前來擔任口試委員，並給予許多寶貴建議，精闢的見解讓學生的論文更為完整。另外亦要感謝班導師林華韋校長、系主任方世華教授與所有臺灣體大的老師們，在課堂裡總是不斷引導我們往求知的方向前進，建立我們正確的觀念，使我受益良多。還有要感謝競技系辦李佩欣學姊、碩士班同學，在學習過程中給予我的關懷與鼓勵，在在都讓我銘記於心，有你們真好，感恩你們！

林志勳 謹誌

中華民國 103 年 8 月於
國立台灣體育運動大學

目 錄

中文摘要	I
英文摘要	II
謝 誌	IV
目 錄	V
表 目 錄	VII
圖 目 錄	VIII
第 壹 章 緒 論	1
第一節 研究背景	1
第二節 研究動機	8
第三節 研究目的	11
第四節 研究假設	11
第五節 研究範圍與限制	11
第六節 名詞解釋	12
第 貳 章 文 獻 探 討	13
第一節 啟動踏蹬技術之相關研究	13
第二節 乳酸及心跳率之相關研究	18
第三節 自由車計時賽之相關研究	19
第四節 本章結語	21
第 參 章 研 究 方 法 與 步 驟	22
第一節 研究流程	22
第二節 研究架構	23
第三節 研究對象	24
第四節 研究工具	24
第五節 研究步驟	24

第六節 資料處理與分析	25
第四章 結果與討論	26
第一節 探討 2012 年世界錦標賽自由車女子 500 公尺計 時賽分段速度之差異	26
第二節 女子 500 個人計時賽各圈速度之研究	31
第三節 各洲運動員成績之比較	34
第五章 結論與建議	38
第一節 結論	38
第二節 建議	40
引用文獻	41
中文部分	41
外文部分	43

表目錄

表 4-1 女子 500m 計時賽分段速度表	28
表 4-2 女子 500m 計時賽分段速度 t 檢定表	30
表 4-3 女子 500m 計時賽 250 及 500 公尺分段速度表	33
表 4-4 女子 500m 計時賽 250 及 500 公尺分段 t 檢定表	34
表 4-5 女子 500m 計時賽各洲分段成績表(大洋洲).....	35
表 4-6 女子 500m 計時賽各洲分段成績表(亞洲).....	35
表 4-7 女子 500m 計時賽各洲分段成績表(歐洲).....	36
表 4-8 女子 500m 計時賽各洲分段成績表(美洲).....	36

圖目錄

圖 1-1 圖週期性耐力項目比賽中表現決定因素結構模型	6
圖 2-1 踏板位置與施力說明圖	14
圖 2-2 騎自由車的 EMG 訊號，EMD 為 50	16
圖 3-1 研究流程圖	22
圖 3-2 研究架構圖	23
圖 4-1 女子 500m 計時賽各分段之平均速度	29
圖 4-2 女子 500m 計時賽各洲運動員不同分段成績比較	37

第壹章 緒論

第一節 研究背景

根據記載，早期自由車的比賽是 1868 年在法國聖克勞德公園所舉行。這項競技運動在 1896 年第一個奧運會裡，就開始被列為正式項目。除了奧運會之外，每年在世界各地都有不同的賽事持續舉行著各項比賽，當中大家比較熟悉的比賽有每年一屆環法公路賽、世界錦標賽、環台公路賽等（陳耿賢，2009）。

自由車運動在世界上是最早得到發展和最普及的運動項目之一。從 1896 年第一屆現代奧運會就一直被列為奧運會的正式比賽項目，而且隨著時代的進步，技術的發展，自由車運動也越來越成為人們重視的焦點。奧運會自由車比賽項目從 1988 年漢城奧運會的 9 個項目增至 2000 年雪梨奧運會的 18 個比賽項目，僅僅用了 12 年的時間，這也使得自由車運動項目成為繼田徑和游泳之後的又一金牌大戶。因此，現在各國均已把自由車運動列為競技體育中爭取奧運會獎牌的重點項目。19 世紀末 20 世紀初自由車進入台灣，隨著社會的發展，自由車運動逐漸在台灣流行起來，並成為自行車生產和代工的世界第一大國。但是與歐洲自由車運動史相比，我國自由車項目發展的歷史無疑是短暫的。因此，在國際自由車競技比賽中，台灣自由車運動仍屬於比較被動的局面。

自由車比賽的距離從最短 200m 至般長 200km 以上，比賽時間從 10s 至 6h 不等，不同距離之項目對運動員的能量代

謝與生理需求也都各有不同。在這些項目中，運動員是否具備了良好的基礎耐力，速度耐力及快速乳酸排除的能力，是取得優異的成績因素之一。而 Joe Friel (2003) 也指出長距離公路賽運動員，所需具備的主要能力有：長時間維持高速度能力、執行戰術時加速與恢復能力，及終點前的衝刺能力。

場地短距離自由車運動項目屬於體能主導類速度性項群（田麥久，2000），因此對於自由車速度能力的研究，一直以來都是國外學者關注的焦點。由於研究方法和研究角度的不同，分析以往的研究資料發現，關於短距離場地自由車全程競速能力的分段訓練學研究較少，而且關於各競速能力對運動成績影響的研究也相對不足。而全程競速能力的分段研究直接關係著自由車項目的選材、訓練和競賽。因此，對短距離場地自由車全程競速能力分段的訓練學研究，以及對各競速能力與運動成績關聯度的研究，都有著重要的理論和實踐意義（劉小學 2005）。

另外，場地短距離項目的專項耐力是指運動員在一定傳動比（即一定負荷）的基礎上，保持高頻率踏蹬，延緩騎行速度下降的能力。其中，在男子項目中，參加 1km 個人計時賽和團隊競速賽的運動員對專項耐力的要求較高，並在很大程度上決定了運動成績的高低（馬國強、李之俊、米衛杰、劉茂，2010），而在女子組中則是對 500m 個人計時賽的運動員對專項耐力的要求較高。目前，國內對場地短距離項目的專項耐力特徵的量化研究非常少，隨著世界女子 500m 個人計時賽的水準不斷提升，成績一直往前推進，我國雖然也有在進步，但與目前世界紀錄仍存在著差距，因此針對我國優秀女子運動員的 500m 個人計時賽全程競速能力加以研究，

從中了解我國女子 500m 個人計時賽中的速度變化特點，與世界錦標賽中優秀運動員之間的差異，總結出問題所在，為加強此專項能力的訓練提出科學依據，以提升我國女子 500m 個人計時賽水準。

競速能力是指運動員快速通過不同距離位移的競技能力（田麥久，2000），有計劃地協調的發展多種競速能力，對競速項目運動員提高競技水平有著極其重要的作用（田麥久，1999）（田麥久，1982）。在自行車項目的競速能力研究中，有的學者從起動技術研究加速能力（張莉清，2004）；有的學者從踏蹬技術研究最高速度（鄭小鴻 1997）；同時，也有眾多學者對自行車起動速度（何洋、白鴻毅，1994）、加速度（白鴻毅，1994）、最高速度（白鴻毅，1985）和高速耐力（馮玉蓉，1999）等方面進行了廣泛的研究。但由於研究角度不同，關於短距離自行車全程競速能力的分段訓練學研究較少，而其分段研究直接關係著該項目的選材、訓練和競賽。因此，場地短距離自行車全程競速能力分段訓練學研究，以及對競速能力與運動成績相關性研究，對短距離自行車項目競技水平的提高都有著重要的理論和現實意義（劉小學、李少丹、劉天太，2006）。

自行車運動屬週期性體能類項目，運動員在騎行過程中通過對踏板施加踏蹬力，來克服人車系統前進過程中受到的阻力（劉愛萍，2003）。場地自行車短距離項目的有效運動時間從 10 s 到 2 min 左右不等，因此對運動員機體的磷酸原和糖酵解供能能力要求較高。而在專項能力上主要反映為專項爆發力、最大速度和力量（速度）耐力等幾個方面（柳方祥、吳翠娥，2004）。

從文獻檢索的情況看，人們對一般意義的速度定義為：人體快速移動的能力（田麥久，2000）。並依據對專項競技能力的影響，把速度素質分為一般速度與專項速度。而且根據不同的表現形式，把速度素質分為：反應速度、動作速度及位移速度。同時指出，運動員在大多數運動項目中所表現出來的速度素質，都是這三種表現形式的綜合體現，但在不同項目中三者各佔的比重有所不同（田麥久，1999）。同時對決定運動員速度素質水平的主要因素進行深入的分析，認為肌體磷酸原能源儲備情況、機體快速動員能力、肌肉力量、協調性及動作技術的合理性都直接關係著速度素質的優劣。

從時間範疇的角度出發，速度素質也是人體快速完成動作的能力和動作反應時間的總稱，這也可理解為人體（或身體的某部分）進行快速運動的能力。依據同樣的觀點，也可以將速度素質分為：簡單和復雜的動作反應速度，即動作的反應潛伏時間；單個動作的速度，即在不加外部阻力完成動作時所表現出來的速度和加速度的大小；動作的頻率，即在單位時間內完成動作的數量。而周期性的位移速度，即單位時間內通過一定距離的能力，實際上是力量、耐力、技術、柔韌以及上述速度素質三部分內容的總和（過家興，2000）。

而且這三種速度既有區別又有聯繫，移動速度是由各單個動作速度組成；反應速度中的運動時，實際上是反應動作過程中的第一個運動速度；而反應速度往往是移動速度的開始，但他們又不能劃等號，反應速度好的，動作速度和移動速度不一定快。

田麥久（1988）在運動訓練科學化探索中提出：運動員的速度素質是一種以最短時間間隔完成動作的能力。現代運

動訓練理論與方法在論述速度素質時重點介紹了包括反應速度、加速度、動作速度、速度耐力（喻慕侃，1988）。

多種競速能力是指運動員快速通過不同距離移位的能力（田麥久，1982）。有計劃地協調發展多種競速能力，對競速項目運動員提高競技水平有著極其重要的作用。但是場地短距離自行車專項競速理論研究還相對不足，這將直接影響著場地短距離自行車項目的科研和訓練水平的提高。因此，本文立足於一般訓練理論和項群訓練理論關於競速能力的研究，並結合場地短距離自行車專項關於競速能力的描述，完成對場地短距離自行車專項競速能力結構的劃分。現將這三個層次的研究成果歸納、總結如下：

一、許多國際學者對“速度”素質在一般訓練學上的研究，所謂速度就是盡快地向前運動的能力。速度訓練中決定性的條件是高至極限的動作強度。運動員必須用最大的力量和適於他體型的最理想的動作頻率和動作幅度盡力達到或者超過他迄今為止的最高速度（哈雷博士，1985）。哈雷博士為我們描述了關於速度素質的基本定義和特徵，追求的是：達到或者超過他迄今為止的最高速度。

二、項群訓練理論中關於競速能力的研究《論周期性耐力項目的多種競速能力》中對周期性耐力項目的多種競速能力進行了系統的闡述（如圖 1-1）。

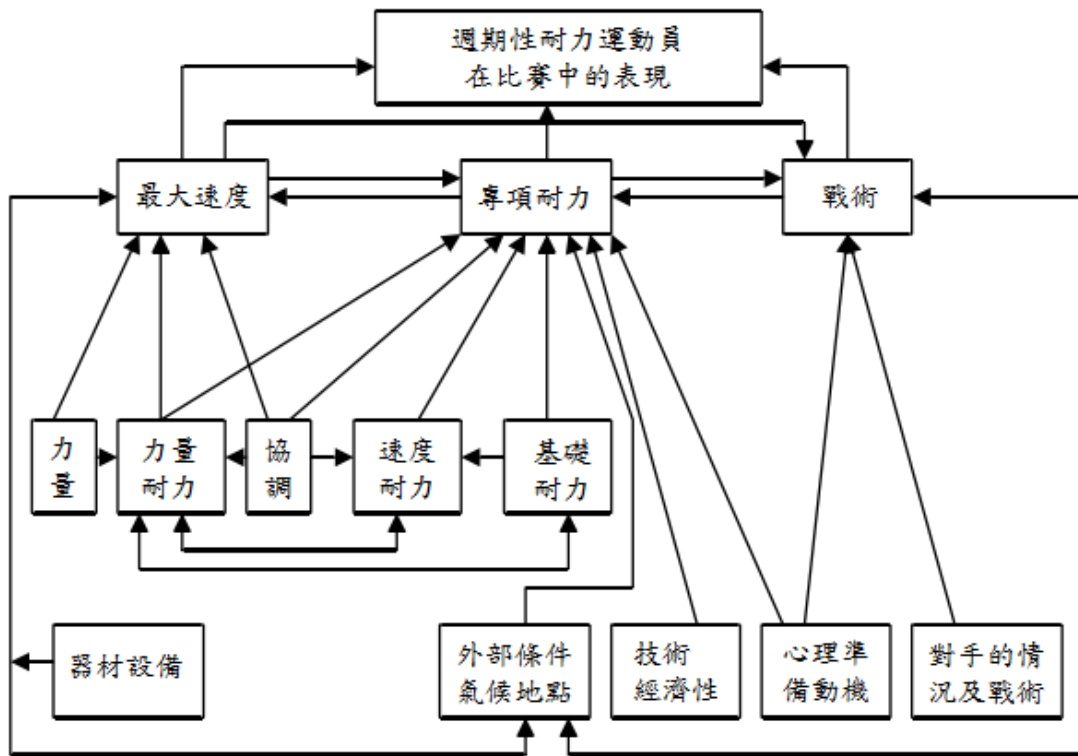


圖 1-1 週期性耐力項目比賽中表現決定因素結構模型

圖 1-1 詳盡的顯示了決定週期性耐力項目運動員在比賽中表現的主要因素及其相互關係。在所有的決定因素中，所居地位最為突出的是最大速度、專項耐力、以及基礎耐力、速度耐力等多種競速能力。《論周期性耐力項目的多種競速能力》中對多種競速能力定義為，運動員快速通過不同距離位移的能力，歸結在一起可以分為最大速度、相對速度、專項耐力、相對耐力以及基礎耐力（或稱為一般耐力）5 種（田麥久，1982）。

三、場地短距離自由車項目全程競速能力的研究，在場地自由車項目的專項競速能力特徵中的加速能力研究中，《自行車運動場地項目原地起動技術動作的設計及其訓練的實驗

研究》一文針對不同的原地起動技術（張莉清，2004），對運動員的運動成績尤其是對起動速度的影響進行了大量的實驗研究。發現自行車運動員針對有節律的起動信號，採用有效的訓練方法可以較大幅度的提高運動員的起動速度。

在場地自行車中長項目競速能力研究中，《我國女子自行車三公里個人追逐賽速度分配模式分析》一文，對九運會三公里個人追逐賽中的女子最高速度分析後提出：最高速度是取勝的根本（關北光，2003），同時認為運動員的加速能力也是比賽制勝的關鍵，這對場地短距離自行車項目的專項競速能力特徵研究有著重要的借鑒意義。

自由車運動中，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變數等互相影響。因此，除了自由車的騎乘位置、車架型式、曲柄長度、踩踏頻率、力量輸出大小和速度外，人體活動的骨骼及肌肉系統，亦扮演著極為重要的角色（Burke，1996）

當人體從事不同時間的最大運動時，所動用能量供應的系統就會有所不同。肌肉三大能量系統中，10s 以內之短時間高強度運動，主要來源為 ATP-CrP 系統或磷化物系統；1-2min 時間左右之最大運動，其主要能量來源為 ATP-CrP 系統與乳酸系統（醱酵解）之搭配；至於 3min 以上的最大運動或低強度長時間運動則為有氧系統（Neumann，1990）。在激烈的運動中肌肉會開始產生大量的乳酸，間歇訓練時所產生的乳酸值又高於反覆訓練，許多人常以間歇訓練來作為提升無氧耐力的訓練方式（Keuletal，1972），所以間歇訓練對於乳酸系統是一項不錯的訓練方法。除此之外乳酸的生成與排除也和有氧代謝能力有（Hollmanntal，1977）。而 Madere et

al. (1976) 也指出運動負荷在無氧閾值範圍，持續運動將造成乳酸堆積。

訓練的三個要素訓練頻率、訓練時間與訓練強度其中最需要分清楚就是強度。但運動員與教練最容易搞錯的也是強度。有時候訓練課程在需要輕鬆的時候而強度太大，到了需要加快騎乘速度的時候卻因為疲勞而無法衝擊其生理極限，結果是訓練變得稀鬆平常 (Joe Friel, 2003) 在許多公路比賽時有些運動員待在大集團裏面，直到無法跟住脫離大集團，接著離競爭名次的希望越來越遠，卻也莫名其妙這一切是怎麼發生的。

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

第二節 研究動機

各競技項目的比賽能力與特殊性會隨著運動時間、環境與強度而有不同的需求。現代的國際比賽，需要有很好的專項能力才能在比賽中脫穎而出，如沒有優異的能力那麼在個

人計時賽中想要有好的成績表現會是比较困難的

以往從事訓練大多是利用自由車場地，或是在野外省道公路上練習，但常到受天候與交通等因素的影響。現今器材儀器的開發與應用亦日趨進步，利用固定訓練架在室內進行訓練已經是相當普遍的方式。運用固定訓練架進行訓練，它的優點在於是不受天候、地形，訓練環境與時間的影響，尤其是在訓練強度負荷與轉速的要求上也較好控制。選手在固定訓練架的運用上大部份都是在於熱身及緩和，實施在課程的訓練操作上較為少（陳耿賢，2009）。綜合上述文獻可以發現間歇的訓練方式具有省時的優點，在短時間內就能有明顯的訓練效果、增進運動表現、與提升有氧無氧能力，運動中減少醣類的使用及改善肌肉對於乳酸的排除能力，這些特性對於高強度的循環式運動有很大的幫助（陳耿賢，2009）。

女子 500m 場地自由車計時賽是我國的優勢項目，在多次比賽中取得過好成績。2006 年在卡達亞運會中，我國優秀自由車運動員蕭美玉獲得了 500m 場地自由車計時賽的第二名；在 2010 年廣州亞運會中，也獲得第三名。雖然女子短距離自由車在亞運會上獲得很好的成績，但在奧運會上還沒有獲得過較好名次。現在，我國優秀女子場地短距高離運動員蕭美玉是 500m 場地自由車計時賽的全國紀錄保持者也具有獲得奧運會獎牌的潛力。另外，她在技術方面還存在問題，比如後段速度保持能力有待提高、蹬踏時提拉不夠，發車起跑能力較差。為了實現自由車項目在奧運會上零獎牌的突破，我們有必要對我國優秀女子自由車運動員的騎行技術、能力進行分析，完善她們的動作技術，以達到使她們在 2012 年倫敦奧運會上獲得獎牌的目標。

在我國自由車教練、運動員和運科人員的不懈努力下，我國的自由車運動近期有了巨大的進步，尤其是短距離場地自由車項目的成績有了巨大的突破。2002年亞運會上，我國的場地自由車項目終於在男子1000m計時賽項目上獲得了首面金牌。而在2006年在卡達亞運、2010廣州亞運會上，蕭美玉也連續獲得女子組500m計時賽銀牌、銅牌。也使得我國該項目進入了亞洲先進水準行列。

場地自由車比賽包括：計時賽（世界盃和世界錦標賽的比賽距離為男子1000m，女子500m）、爭先賽、個人追逐賽、團體追逐賽、領先記分賽、競輪賽、團隊競速賽、個人全能賽等。而短距離自由車比賽項目中500m和1000m計時賽其比賽時間短、競爭激烈而成為場地賽中最具吸引力的比賽。同時，這兩個項目被一致公認是中長距離自由車項目提高運動水平的基礎，也是場地自由車項目達到國際先進水準的一個突破口。因此，對影響短距離自由車運功成績的主要因素進行多方面的研究，也就成為國內外研究的熱門，此乃為本研究之動機。

第三節 研究目的

- 一、針對2012年自由車世界錦標賽女子500m分段式之分析（125m為單位）。
- 二、針對2012年自由車世界錦標賽女子500m各圈成績之分析（250m及500m）。
- 三、針對參加2012年自由車世界錦標賽女子500m競賽各洲

選手成績之差異。

第四節 研究假設

- 一、針對 2012 年自由車世界錦標賽女子 500m 分段式之分析，均出現顯著差異。
- 二、針對 2012 年自由車世界錦標賽女子 500m 分圈式之分析，均出現顯著差異。
- 三、針對 2012 年自由車世界錦標賽女子 500m 競賽各洲選手成績之差異，均出現顯著差異。

第五節 研究範圍與限制

- 一、研究範圍：本文以參加 2012 年澳洲自由車世界錦標賽女子 500m 個人計時賽運動員為主，共有 18 個國家，23 名運動員為本研究之對象。
- 二、研究限制：目前自由車場地賽項目場地以 250 公尺與 333.33 公尺為主流競賽場地，本研究數據來源之澳洲自由車世界錦標賽競賽場地為室內 250 公尺場地，因與 333.33 公尺跑道會有彎道與直道距離、角度和完成比賽所需經過的直道、彎道次數不同的差異，故所建立之數據若推論至其他不同長度之跑道，則需再考慮其場地特性以及其他影響因素。

第六節 名詞解釋

- 一、啟動速度：對外界信號刺激做出的應答能力，其反映了神經衝動在神經系統中的傳導速度。
- 二、加速度：人體重心速度變化的差異與所用時間的比值，它反映了人體由靜態轉入最高速度動態的變化過程。
- 三、動作速度：完成單個動作或整套動作的快速能力，它反映了機體完成動作的整體快速能力
- 四、速度耐力：人體維持最高速度運動狀態的能力，其反映的是人體在最高速度運動狀態的持久力
- 五、全程競速能力：指運動員有計劃地協調，快速通過不同距離位移的競技能力，對競速項目運動員提高競技水平有著極其重要的作用
- 六、踏蹬技術：同樣力量因不同角度，產生不同力量效果。

第貳章 文獻探討

本章共分成四節來進行討論與說明，總結前學者針對自由車項目，所作之相關研究來探討，所以，本章根據下列四個小節說明：一、踏蹬技術之相關研究；二、乳酸及心跳率之相關研究；三、自由車計時賽之相關研究；四、本章結語。

第一節 啟動踏蹬技術之相關研究

在啟動踏蹬技術方面，國外進行了較多的研究。鄧興國、白鴻毅等對自行車運動員的踏蹬方式進行了研究（鄧興國、白鴻毅等，1993），他們發現踏蹬技術好的運動員在踏蹬效率達到70%時，踏蹬過程中每一踏蹬週期死點小於2個。踏蹬效率的高低與踏角的大小相對應，並且給出了曲柄旋轉到不同角度時，較好的踏蹬方式所對應的踏角。同時，他還發現踝關節活動範圍較小（ 40° ），相對容易提高踏蹬效率。鄧興國、白鴻毅等對踏蹬的力量分佈也進行了研究（鄧興國、白鴻毅等，1993），他們選擇踏蹬技術不同的運動員，研究了他們踏蹬時的作用力以及有用力，證明了以有用力作為踏蹬技術好壞的指標是正確的，並再一次證明了踏蹬技術的好壞與踏角相對應。鄭曉鴻、延烽等研究了我國場地自行車優秀女子運動員的踏蹬狀態（鄭曉鴻、延烽，1997），研究對象包括4名獲得亞特蘭大奧運會參賽資格運動員和4名陪練運動員。他們研究發現，我國場地自行車優秀女子運動員在100~130次/分的踏蹬頻率時，曲柄轉動呈較圓滑狀態，圓滑

度較好；在低於 100 次/分的踏蹬頻率時，運動員的踏蹬圓滑度隨踏蹬頻率降低而有逐漸變得不圓滑的趨勢，在低於 85 次/分的踏蹬頻率狀態下，運動員的踏蹬圓滑度變得極不圓滑；運動員的踏蹬圓滑度與其訓練水平有很大關係，運動員訓練水平高，則其踏蹬圓滑度就好，反之，踏蹬圓滑度就差；場地自行車女子運動員的踏蹬“死點”位置與機械的圓周運動不同，“上死點”與“下死點”並非是曲柄在 0° 與 180° 的位置上如圖 2-1 所示。

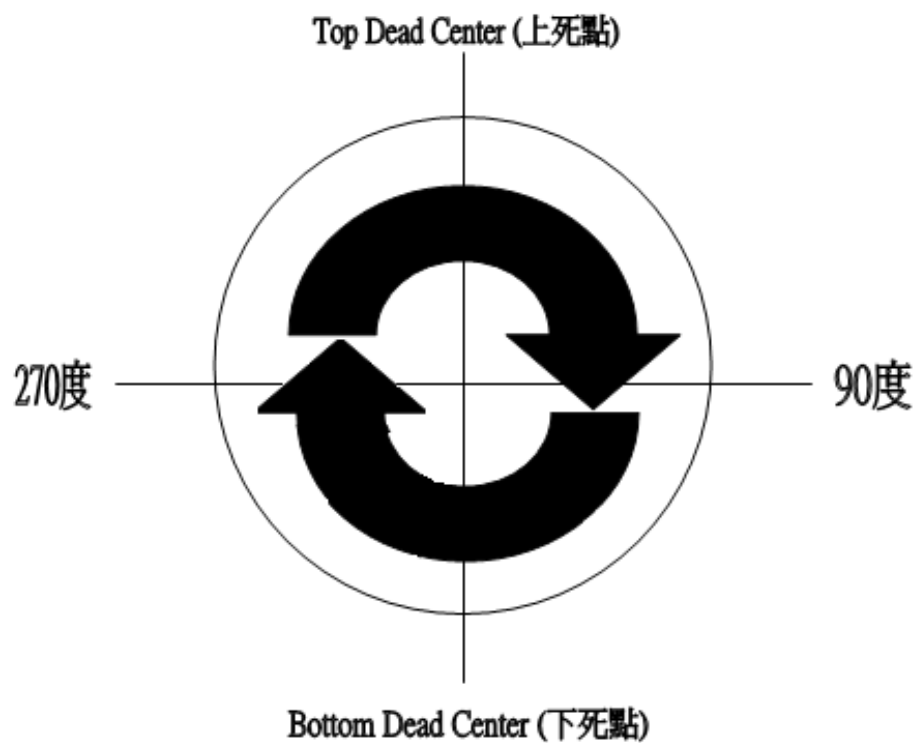


圖 2-1 踏板位置與施力說明圖

鄧興國、郝大明等對踏蹬死點進行了研究（鄧興國、郝大明等，1993），他們測試了 70 名中國自行車省隊運動員和 9 名普通人員，他們發現自行車運動過程中的死點並不是不受力，而是在該點上所受的合有用力等於零；自行車運動過程中的上、下死點不是固定的，而是隨踏蹬方向和用力的不同、腳踏所處位置的不同而變化，這一點和鄭曉鴻、延烽（1997）的研究結果相同；並且若腳和腳蹬用皮條扎為一體，腳蹬在踏蹬中任何一點都有力的存在。鄧興國、郝大明等還研究了中國自行車運動員的踏蹬技術（鄧興國、郝大明等，1996），研究對象包括男運動員 48 名，女運動員 22 名，被測對象既有優秀運動員，也有普通運動員和集訓運動員。他們發現自行車運動員雙腳的踏蹬效率差在 5% 以內為協調性較好，優秀運動員可達 2% 左右；另外對“死點”也進行了研究，並支持先前的結論。張健、李昕等從理論的角度研究了踏蹬時下肢環節運動速度和角速度（張健、李昕，1997），通過理論推導他們認為下肢環節是聯動骨槓桿，它們之間的速度是相互關聯的，不能單獨割裂只看髖關節或膝關節速度（李強，2004）。

探討不同坡度情境下，自由車踩踏的運動學特徵差異。研究以 3 名優秀自由車運動員為研究對象，利用運動學參數的記錄與計算為 VICON 三度空間動作分析系統（500Hz）。結果顯示下肢關節角度最大值與最小值不會因為上坡或下坡斜度的實驗操弄而有統計的顯著差異（ $p > .05$ ），從上死點（0 度）到下死點（180 度）的動作過程，上坡踩踏的時間高於無坡度情境，而無坡度情境踩踏的時間則高於下坡踩踏的情境（林昆鴻，2010）。

自由車的驅動方式，是經由騎乘者施力於腳踏板上來傳遞作用力，拉動鏈條，啟動後輪來使車子往前行駛，腳踏板作用力的大小決定車子的速度，它由肌肉收縮工作而來；（Vandewalle et al, 1985）肌肉長度、收縮速度、無氧功率是限制運動員表現的主要因素，這些肌肉適應可藉由等速肌力測量力矩速度取得。

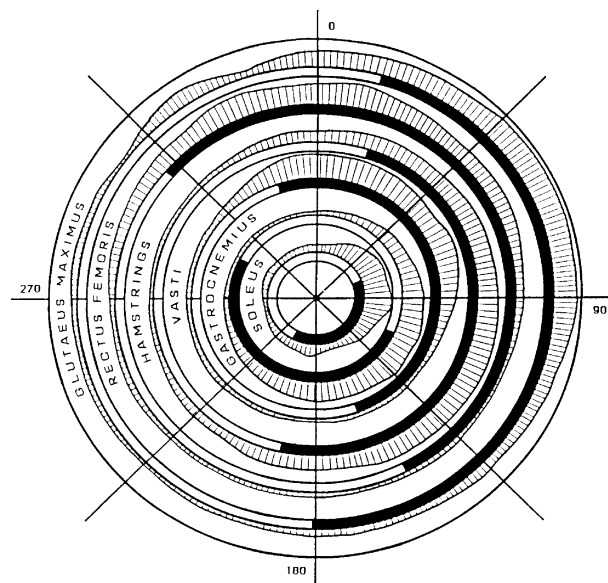


圖 2-2 騎自由車 EMG 訊號，EMD 為 50（Hogan, 1985）。

圖 2-2 的 EMG 模型是自由車下肢踩踏中肌肉運作的情形（Hogan, 1985），曲線由 0 度（也稱 360 度）、90 度、180 度、270 度表示出踏板曲柄角度函數（在上端中心為零度），圖中表示往下踩踏過程（0 度到 180 度）臀大肌和股直肌的共同作用情形非常強烈，膝關節的單關節伸肌與腿後肌在（90 度到 225 度）回拉工作也是很明顯的，在 270 度到 360 度當

中，股外側肌的曲線和股內側肌、脛骨前肌的曲線幾乎是一樣的，這三條肌肉主要工作在幫助回拉後的一個往下踩踏工作，來幫助踏板能快速在進行下一次的迴轉工作；因此，將自由車運動分為兩部分，第一部分，乃向下踏的過程（0度至90度），踏板是朝前運動的，在第二部分（180度至270度），踏板是向下且向後的，為了直接給予踏板力量，股直肌與腿後肌在此階段連續（依序）的收縮以盡可能的傳送單關節肌肉的力量（林昆鴻，2010）。

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、比目魚肌等肌群。以上顯示踩踏的共同作用可以解釋為自由車此階段的特有工作要求，並能有效率的傳送肌肉作工至踏板的迴轉動力上。

腳踏車測功計現今已被廣泛的利用在人體生物力學實驗中。早期最常被利準確地計算人體運動時效能的大小，那時認為肌肉產生的能量全等於腳踏車所產生的阻力。有些研究致力於腳踏車的內在阻力，他們認為內在阻力是一定存在但卻又無法測量的（林昆鴻，2010）。

經由以上文獻所述，綜合歸納為下列幾點：

- 一、踏蹬圓滑度與其訓練水平有很大的關係，運動員訓練水平越高其踏蹬圓滑度就越好，反之踏蹬圓滑度就差。
- 二、上坡踩踏的時間高於無坡度情境，而無坡度情境踩踏的時間則高於下坡踩踏的情境。
- 三、腳踏板作用力的大小決定自由車移動的速度，它由肌肉收縮工作而來。

第二節 乳酸及心跳率之相關研究

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

在運動生理學的領域中，只要談到能量系統，乳酸經常是佔有非常重要的一部份。而在運動訓練中乳酸產生的主要因素有運動的強度、參與的肌肉量、與持續的時間(Hultman, E., & Saholm, K., 1980 ; Itoh, H., 1991)。乳酸也可以拿來評定選手的無氧 ATP-CrP 系統供能能力；無氧醣酵解能力、負荷強度之指標等。Well et al. (1957)也指出在穩定的狀況下，乳酸堆積的情形可以做為判斷運動員負荷的生物參數之一。

因此乳酸與心跳上運動訓練上的應用可分為：一、運動強度的判定；二、能量代謝負荷的判斷；三、訓練與比賽時選手運動能力判斷；四、做為有氧能力的判斷；五、做為訓練強度的判斷；六、做為訓練類型的判斷作為訓練方式的判

斷（張嘉澤，2004）。

經由以上文獻所述，綜合歸納為下列幾點：

- 一、運動表現會受到心跳率的影響，在激烈的間歇訓練後，心跳率可達最大心跳之 90% 以上，比賽或訓練階段若心跳率下降越快，速度穩定也會相對提升。
- 二、耐力能力會影響自由車運動員速度之表現，且與比賽成績呈現相關，耐力越佳者，其維持高速度騎乘的能力即越佳，相對地能有效縮短比賽時間。

第三節 自由車計時賽之相關研究

李昕、韓繼玲（1997）以男子 1km 計時賽現況分析，針對第六、第七、第八屆中國全運會個人計時賽參賽運動員的分段計時統計，可以看出 3 屆全運會每公里分段成績、平均成績及冠軍成績比較均為逐年遞增，而且整體水平漲幅較大。8 運會參賽運動員平均成績為 1min09.926s 超過 7 運會平均成績 1min12.218，8 運會平均成績與 7 運會冠軍成績相差僅 0.213s，冠軍成績相比超出上屆 3.317s。

楊秉龍、董繼（2008）針對第十屆全運會男子 1km 計時賽決賽 17 名運動員的騎行速度進行分析，發現場地自由車男子 1km 計時賽全程速度變化成現以下規律：及全程速度是由出發起動至第 1 圈為直線上升階段，第 1 圈至第 1.5 圈階段出現全程 1 個最高峰的波動，隨後逐漸緩慢減速至終點的過程。但對不同的運動員來說，其全程速度變化有一定的差異。

劉小學（2005）以參加“2004 年全國自行車錦標賽”男

子 1 公里計時賽成年組的 24 名運動員為研究對象，場地短距離自行車男子 1 公里全程競速能力結構分為：反應能力、加速能力（第 1~3 個 1/4 段）、最高速度能力（第 4~6 個 1/4 段）、專項耐力（第 4~16 個 1/4 段）和衝刺能力（第 15~16 個 1/4 段）。

劉小學、李少丹、劉天太（2006）以參加“2004 年全國自行車錦標賽”男子 1 公里成年組的 24 名運動員為研究對象，採用分段測儀方法，對我國場地短距離自行車男子 1 公里運動員的全程競速能力進行了劃分，全程競速能力包括：反應能力、加速能力、最高速度能力、相對高速耐力和衝刺能力 5 個部分。同時研究發現，加速能力和相對高速耐力是影響我國場地短距離自行車男子 1 公里運動員運動成績的主要因素。

馬國強、李之俊、米衛杰、劉茂（2010）自行車運動員在場地 1km 計時賽和競速賽中的專項數據變化規律，1kin 計時賽中，運動員往往在最後；300m 左右出現體能的明顯降低、專項速度耐力下降的現象。在短距離自行車專項訓練中，專項速度耐力應當作為訓練重點，並使用合適的傳動比和貼近專項的訓練方法，使專項訓練強度能夠負荷比賽要求。

第四節 本章結語

綜合以上文獻探討顯示：

- 一、中國3屆全運會每公里分段成績、平均成績及冠軍成績比較均為逐年遞增。
- 二、第1圈至1.5圈階段出現全程一個最高峰的波動，隨後逐漸緩慢減速至終點的過程。
- 三、加速能力和相對高速耐力是影響短距離自由車男子一公里運動員成績的主要因素。
- 四、一公里計時賽中，300m左右出現體能的明顯下降的現象。

第參章 研究方法與步驟

第一節 研究流程

本研究流程如圖 3-1 所示：

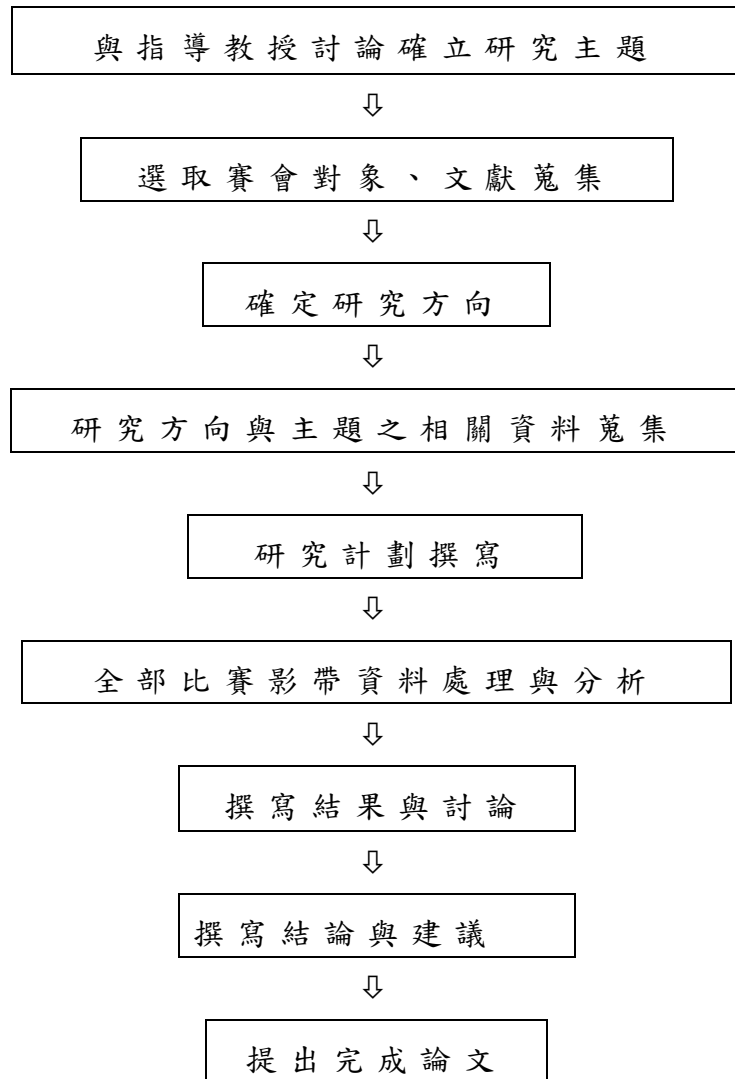


圖 3-1 研究流程圖

第二節 研究架構

本研究架構如圖 3-2 所示：

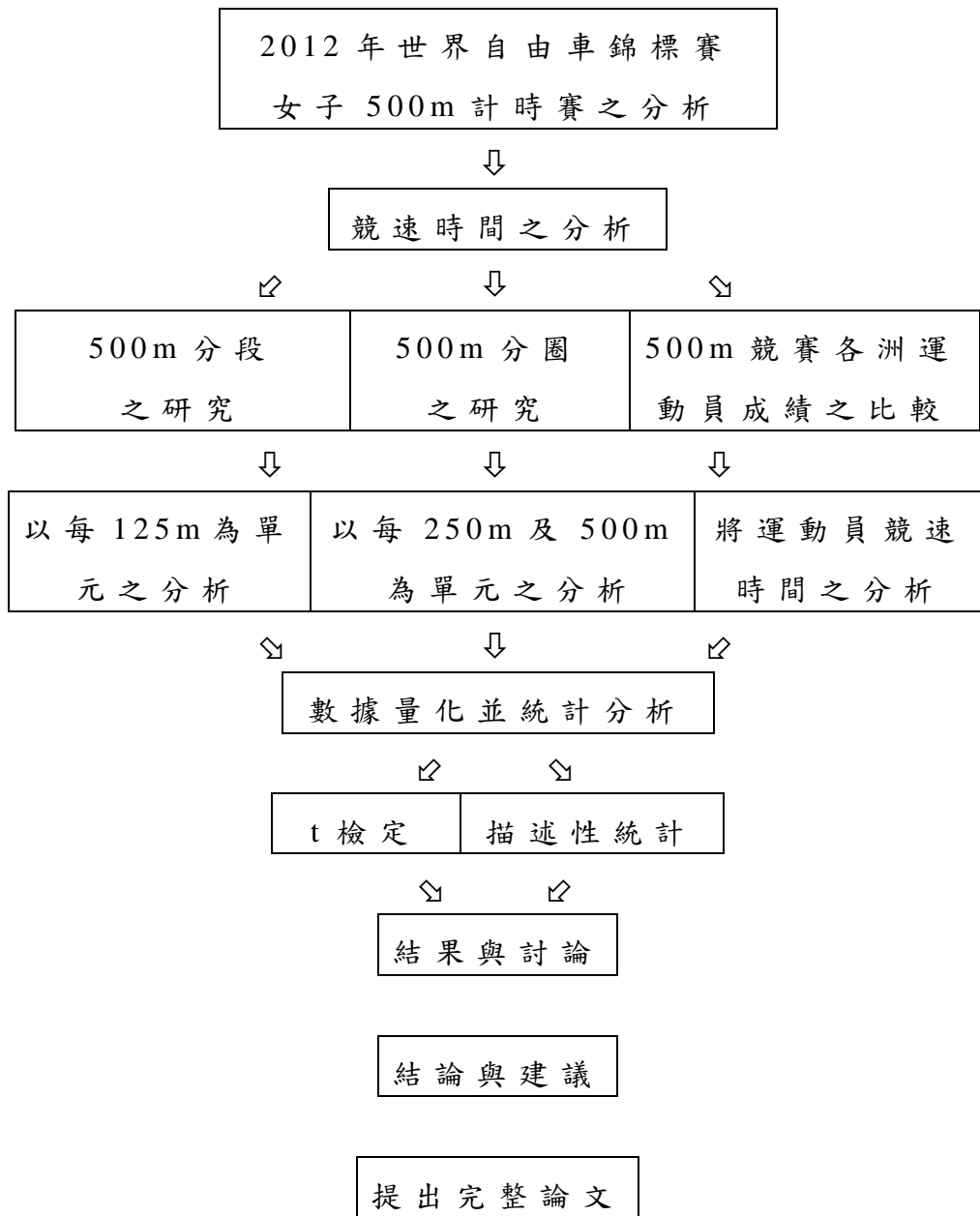


圖 3-2 研究架構圖

第三節 研究對象

本研究以參加 2012 年世界自由車錦標賽，女子組 500m 個人計時賽，參賽之運動員為研究之對象，共有 18 個國家，23 名運動員。

第四節 研究工具

- 一、47 吋 VIZIO 電視機一台
- 二、ASUS 筆記型電腦一台
- 三、LG DVD 播放機一台
- 四、分段時間紀錄表
- 五、SPSS12.0 統計軟體一套

第五節 研究步驟

研究之初，蒐集有關自由車運動相關之文獻、自由車賽之規則、自由車場地賽短距離項目之相關文獻、自由車場地個人計時賽之相關研究，進行文獻探討，並歸納整理成研究架構（如圖 3-2）。

經由國際自由車總會 UCI 網站下載 2012 年世界自由車錦標賽，女子組 500m 個人計時賽之全程比賽過程影帶及成績總表，並配合自中華民國自由車協會代表團所拍攝之全程比賽實況錄影 VCD 光碟片，雙方進行分析對照。

同時經由慢速反覆觀看紀錄分段時間之全程後，再與國際自由車總會 UCI 所公布之每位運動員各單圈時間與成績總表，加以記錄相關數據量化作為比較分析之依據。

第六節 資料處理與分析

本研究以 SPSS12.0 套裝統計軟體統計分析各數據。

一、描述性統計

以描述性統計說明於 2012 年世界自由車錦標賽女子 500m 個人計時賽選手之不同距離間平均分段速度之平均值與標準差，包含 125m、250m、375m、500m。

二、以單因子變異數分析

以此檢定方式針對女子 500m 個人計時賽，運動員之不同距離間平均分段速度之差異性比較，包含每 125、250m、375m、500m，並將顯著水準定設於 P 值 < 0.05。

第肆章 結果與討論

第一節 探討 2012 年世界自由車錦標賽女子 500 公尺計時賽分段速度之差異

本節將針對自由車女子 500m 計時賽運動員分段時間、速度與排名之差異進行探討，從女子 500m 計時賽運動員的速度分配特徵來看，可分為幾種類型：先快後慢型、先慢後快型、平均型。先快後慢型大多是反應能力、加速能力較好的運動員，如果他們能在比賽後段有好的表現，就會創造出較佳的成績。先慢後快型的運動員創造出好成績的機率較小。而場地周長及直道、彎道長度變化，使得在不同賽場比賽時，各分段成績會有一定差異，將會影響 500m 計時賽的成績表現。

從表 4-1 得知女子 500m 計時賽 23 名運動員完成 500m 之速度平均值為 14.381m/s，第一名的運動員平均速度是 15.147m/s，最大速度出現在第三段 250~375m 處，速度為 17.741 m/s，最小速度在第一段 0~125m，速度為 10.866m/s。第二名的運動員平均速度是 14.689m/s，在各分段的速度也均高於平均值，最大速度也出現在第三段 250~375m 處，速度為 17.383 m/s，最小速度在第一段 0~125m，速度為 10.694m/s。第三名的運動員平均速度是 14.706m/s，最大速度在第三段 250~375m 處，速度為 17.199 m/s，最小速度在第一段 0~125m，速度為 10.596m/s。第四名的運動員平均速度是 14.664m/s，最大速度在第三段 250~375m 處，速度為

17.161 m/s，最小速度在第一段 0~125m，速度為 10.524m/s。第五名的運動員平均速度是 14.620m/s，最大速度在第三段 250~375m 處，速度為 17.323 m/s，最小速度在第一段 0~125m，速度為 10.345m/s。第六名的運動員平均速度是 14.613m/s，最大速度在第三段 250~375m 處，速度為 17.928 m/s，最小速度在第一段 0~125m，速度為 10.787m/s。第七名的運動員平均速度是 14.586m/s，最大速度在第三段 250~375m 處，速度為 17.091 m/s，最小速度在第一段 0~125m，速度為 10.500m/s。第八名的運動員平均速度是 14.571m/s，最大速度在第三段 250~375m 處，速度為 16.878 m/s，最小速度在第一段 0~125m，速度為 10.709m/s。前四名運動員在各分段的速度均高於平均值，表現非常穩定。楊秉龍、董繼（2008）場地計時賽全程速度變化呈現以下規律：全程速度是由出發起動至第 1 圈為直線上升階段，第 1 圈至 1.5 圈階段出現全程一個最高峰的波動，隨後逐漸緩慢減速至終點的過程。但對不同的運動員而言，其全程速度變化有壹定的差異。其結果與本研究相一致。

表 4-1 女子 500m 計時賽分段速度表 (單位：m/s)

	編號	125m	250m	375m	500m	平均	國籍
第 1 名	110	10.866	17.332	17.741	17.246	15.147	澳洲
第 2 名	194	10.694	17.063	17.383	16.846	14.869	德國
第 3 名	185	10.596	16.908	17.199	16.576	14.706	英國
第 4 名	109	10.525	16.904	17.162	16.579	14.664	澳洲
第 5 名	201	10.345	17.053	17.323	16.513	14.620	香港
第 6 名	145	10.787	16.684	16.928	16.127	14.613	古巴
第 7 名	240	10.500	16.942	17.091	16.270	14.586	荷蘭
第 8 名	165	10.709	16.499	16.878	16.319	14.571	法國
第 9 名	298	10.229	16.826	17.237	16.772	14.554	烏克蘭
第 10 名	131	10.729	16.860	16.858	15.707	14.519	中國
第 11 名	141	10.393	16.698	17.014	16.452	14.510	中國
第 12 名	156	10.181	16.642	17.116	16.618	14.445	西班牙
第 13 名	273	10.487	16.598	16.785	16.085	14.422	俄羅斯
第 14 名	259	10.379	16.600	16.671	15.911	14.316	紐西蘭
第 15 名	284	10.618	16.327	16.439	15.753	14.299	俄羅斯
第 16 名	254	10.177	16.439	16.734	16.164	14.249	紐西蘭
第 17 名	167	10.197	16.346	16.693	16.063	14.214	法國
第 18 名	209	10.010	16.276	16.476	15.797	14.018	日本
第 19 名	143	10.128	15.952	16.244	15.666	13.946	哥倫比亞
第 20 名	49	10.223	15.867	16.119	15.551	13.928	中華台北
第 21 名	118	9.926	16.135	16.293	15.613	13.881	白俄羅斯
第 22 名	226	10.533	15.989	15.727	14.802	13.858	立陶宛
第 23 名	23	9.828	15.643	16.276	16.102	13.830	英國
平均		10.394	16.547	16.799	16.154	14.381	

劉小學(2005)自由車女子500m全程競速能力特徵中，結構分為：反應能力、加速能力、最高速度能力、專項耐力和衝刺能力，加速能力方面有縮小區間的趨勢，專項耐力方面在最後1/4段有明顯減速現象。其結果與本研究相一致。根據圖4-1中發現，二十三名運動員於第一分段125公尺過後即將速度提升至接近最高速，然後持續維持最高速狀況至第三個分段375m，從第四分段375~500m速度開始衰竭，最大速度出現在第三分段，最小速度出現在第一分段，除了第十與第二十二名的運動員，其餘21位運動員最高速都出現在第三段250~375m，所以運動員須具備有優秀的反應能力、加速能力，能在短時間內加速度至最大速度，與優秀的專項耐力，能維持較長時間的最大速度，這些能力會影響到成績與名次表現。

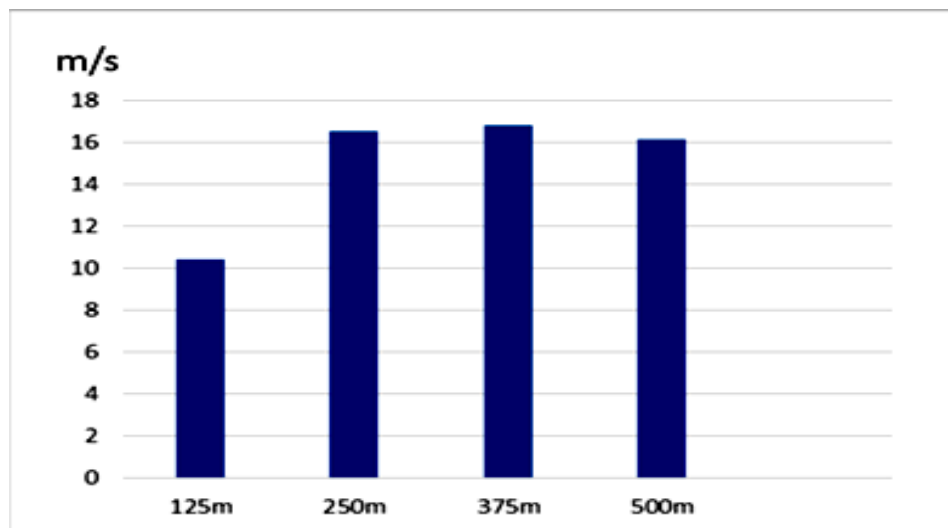


圖 4-1 女子 500m 計時賽各分段之平均速度

在表 4-2 中所有的分段速度經由單因子變異數檢定結果都達顯著 ($p < .05$)，顯示在所有分段中成績都有相關，運動員的速度分配將影響最後成績表現，故必須在比賽中力求各分段速度分配均衡以求最佳成績。

表 4-2 女子 500m 計時賽分段速度 t 檢定表

		平均數	標準差	標準誤	差異的 95% 信賴區間		t	自由度	顯著性 (雙尾)
					下界	上界			
成對 1	125-250 m	-6.153	0.325	0.067	-6.293	-6.012	-90.791	22	.000
成對 2	125-375 m	-6.405	0.419	0.087	-6.586	-6.224	-73.31	22	.000
成對 3	125-500 m	-5.759	0.525	0.109	-5.986	-5.532	-52.58	22	.000
成對 4	250-375 m	-0.252	0.177	0.036	-0.328	-0.175	-6.828	22	.000
成對 5	250-500 m	0.393	0.351	0.073	0.241	0.545	5.373	22	.000
成對 6	375-500 m	0.645	0.188	0.039	0.564	0.727	16.428	22	.000

第二節 女子 500 公尺個人計時賽各圈速度之分析

劉小學、李少丹、劉天太（2006）在自由車運動員成績的影響上，加速能力和相對高速耐力起著主導作用。在此前提下，反應能力、最高速度能力和衝刺能力對運動員的總成績也起著一定的影響作用。可見，只有各因素有序協同，才能表現出最佳的整體競速能力。因此，在傳動比的使用上要考慮多方面的影響因素，既要符合運動員的個人特點，又要因地制宜、靈活多變，真正做到多種競速能力的最佳整合。馬國強、李之俊、米衛杰、劉茂（2010）在短距離自由車專項訓練中，專項速度耐力應當作訓練重點，並使用合適的傳動比。

從表 4-3 得知 23 名運動員完成前 500m 之速度平均值為 14.381m/s，第一名的運動員平均速度是 15.147m/s，最大速度在第二段 250~500m 處，速度為 17.490 m/s，最小速度在第一段 0~250m，速度為 13.358m/s。第二名的運動員平均速度是 14.869m/s，最大速度在第二段 250~500m 處，速度為 17.110 m/s，最小速度在第一段 0~250m，速度為 13.148m/s。第三名的運動員平均速度是 14.706m/s，最大速度在第二段 250~500m 處，速度為 16.882 m/s，最小速度在第一段 0~250m，速度為 13.028m/s。第四名的運動員平均速度是 14.664m/s，最大速度在第二段 250~500m 處，速度為 16.865 m/s，最小速度在第一段 0~250m，速度為 12.972m/s。第五名的運動員平均速度是 14.620m/s，最大速度在第二段 250~500m 處，速度為 16.908 m/s，最小速度在第一段

0~250m，速度為 12.878m/s。第六名的運動員平均速度是 14.613m/s，最大速度在第二段 250~500m 處，速度為 16.518 m/s，最小速度在第一段 0~250m，速度為 13.103m/s。第七名的運動員平均速度是 14.586m/s，最大速度在第二段 250~500m 處，速度為 16.670 m/s，最小速度在第一段 0~250m，速度為 12.965m/s。第八名的運動員平均速度是 14.571m/s，最大速度在第二段 250~500m 處，速度為 16.594 m/s，最小速度在第一段 0~250m，速度為 12.988m/s。

表 4-3 女子 500m 計時賽 250 及 500 公尺分段速度

	號碼	250m	500m	平均值	國籍
第 1 名	110	13.358	17.490	15.147	澳洲
第 2 名	194	13.148	17.110	14.869	德國
第 3 名	185	13.028	16.882	14.706	英國
第 4 名	109	12.972	16.865	14.664	澳洲
第 5 名	201	12.878	16.908	14.620	香港
第 6 名	145	13.103	16.518	14.613	古巴
第 7 名	240	12.965	16.670	14.586	荷蘭
第 8 名	165	12.988	16.594	14.571	法國
第 9 名	298	12.723	16.996	14.554	烏克蘭
第 10 名	131	13.113	16.262	14.519	中國
第 11 名	141	12.812	16.728	14.510	中國
第 12 名	156	12.633	16.863	14.445	西班牙
第 13 名	273	12.853	16.428	14.422	俄羅斯
第 14 名	259	12.773	16.282	14.316	紐西蘭
第 15 名	284	12.867	16.089	14.299	俄羅斯
第 16 名	254	12.571	16.444	14.249	紐西蘭
第 17 名	167	12.559	16.372	14.214	法國
第 18 名	209	12.396	16.129	14.018	日本
第 19 名	143	12.390	15.950	13.946	哥倫比
第 20 名	49	12.435	15.830	13.928	中華台
第 21 名	118	12.291	15.946	13.881	白俄羅
第 22 名	226	12.699	15.250	13.858	立陶宛
第 23 名	23	12.071	16.189	13.830	英國
平均值		12.766	16.469	14.381	

楊秉龍、董繼（2008）運動員必須具備有良好的速度素質和保持最大速度的能力，這是計時賽成績是否取得優異的重要因素。女子 500m 計時賽運動員於比賽中前 250m 加速能力與 500m 平均速度變化，有顯著關係（ $p < .05$ ），前 250m 的反應能力、加速能力、最高速度能力越好，會提升後 250m 的成績表現，如表 4-4 所示。

表 4-4 女子 500m 計時賽 250 及 500 公尺分段 t 檢定表

成對	平均數	標準差	標準誤	差異的 95% 信賴區間		t	自由度	顯著性 (雙尾)
				下界	上界			
				1 250-500m	-3.703			

第三節 各洲運動員成績之比較

本節將對各洲運動員平均分段成績進行比較，以了解各洲對於女子 500m 計時賽分段配速有無明顯差異，並了解各洲對於分段配速的戰術方針。

從表 4-5、4-6、4-7、4-8 得知，大洋洲從 0~250m 靜止狀態轉入運動狀態的加速能力最強，其平均成績優於其他各洲，美洲第二、歐洲和亞洲第三、四並無明顯差異，但從 250~375m 最高速度能力來看，大洋洲成績還是最佳，亞洲第二歐洲第三，但美洲的成績卻掉到最後四，顯示美洲運動員的最高速度能力較其他三洲略差，以 375~500m 衝刺能力來看，大洋洲成績最優，歐洲與亞洲排二、三名並無明顯差異，美洲排第四明顯專項耐力與衝刺能力較其他三洲不足，於各

分段成績看出各洲運動員在 500m 計時賽中，第一分段起動至第三分段都維持在加速狀態，第四分段速度開始緩慢降低，直到抵達終點，各洲運動員的最高速均出現在第三分段，由此數據可得知各洲運動員所使用的戰術都是先快後慢型，這也是目前國際賽中女子 500m 計時賽的主流配速跑法。

表 4-5 女子 500m 計時賽各洲分段成績表（大洋洲）

	號碼	0-125m	125-250m	250-375m	375-500m	500m	國籍
第 1 名	110	11.504	7.212	7.046	7.248	33.010	澳洲
第 4 名	109	11.689	7.326	7.191	7.420	33.626	澳洲
第 14 名	254	11.797	7.393	7.268	7.541	33.999	紐西蘭
第 16 名	259	11.878	7.395	7.284	7.540	34.097	紐西蘭
平均值		11.717	7.332	7.197	7.437	33.683	

表 4-6 女子 500m 計時賽各洲分段成績表（亞洲）

	號碼	0-125m	125-250m	250-375m	375-500m	500m	國籍
第 5 名	201	12.083	7.330	7.216	7.570	34.199	香港
第 10 名	131	11.588	7.492	7.384	7.751	34.215	中國
第 11 名	141	11.905	7.378	7.314	7.683	34.280	中國
第 18 名	209	11.672	7.576	7.406	7.660	34.314	日本
第 20 名	49	12.220	7.429	7.252	7.453	34.354	台灣
平均值		11.894	7.441	7.314	7.623	34.272	

表 4-7 女子 500m 計時賽各洲分段成績表 (歐洲)

	號碼	0-125 m	125-250 m	250-375 m	375-500 m	500 m	國籍
第 2 名	194	11.689	7.326	7.191	7.420	33.626	德國
第 3 名	185	11.797	7.393	7.268	7.541	33.999	英國
第 7 名	240	11.878	7.395	7.284	7.540	34.097	荷蘭
第 8 名	165	12.083	7.330	7.216	7.570	34.199	法國
第 9 名	298	11.588	7.492	7.384	7.751	34.215	烏克蘭
第 12 名	156	11.905	7.378	7.314	7.683	34.280	西班牙
第 23 名	23	11.672	7.576	7.406	7.660	34.314	俄羅斯
第 15 名	284	12.220	7.429	7.252	7.453	34.354	俄羅斯
第 17 名	167	11.651	7.414	7.415	7.958	34.438	法國
第 21 名	118	12.027	7.486	7.347	7.598	34.458	白俄羅斯
第 22 名	226	12.278	7.511	7.303	7.522	34.614	立陶宛
第 13 名	273	11.920	7.531	7.447	7.771	34.669	英國
平均值		11.892	7.438	7.319	7.622	34.272	

表 4-8 女子 500m 計時賽各洲分段成績表 (美洲)

	號碼	0-125 m	125-250 m	250-375 m	375-500 m	500 m	國籍
第 6 名	145	11.588	7.492	7.384	7.751	34.215	古巴
第 19 名	143	11.905	7.378	7.314	7.683	34.280	哥倫比亞
平均值		11.747	7.435	7.349	7.717	34.248	

觀察圖 4-2 可發現，各洲運動員於各階段成績均無明顯差異，此結果可顯示各洲對於女子 500m 計時賽中所採取的戰術運用與分段配速都是一致的，採用相同的分段配速的戰術方針，各洲運動員在各階段能力表現上也無太大落差，顯示此項目是值得亞洲國家發展的項目之一。

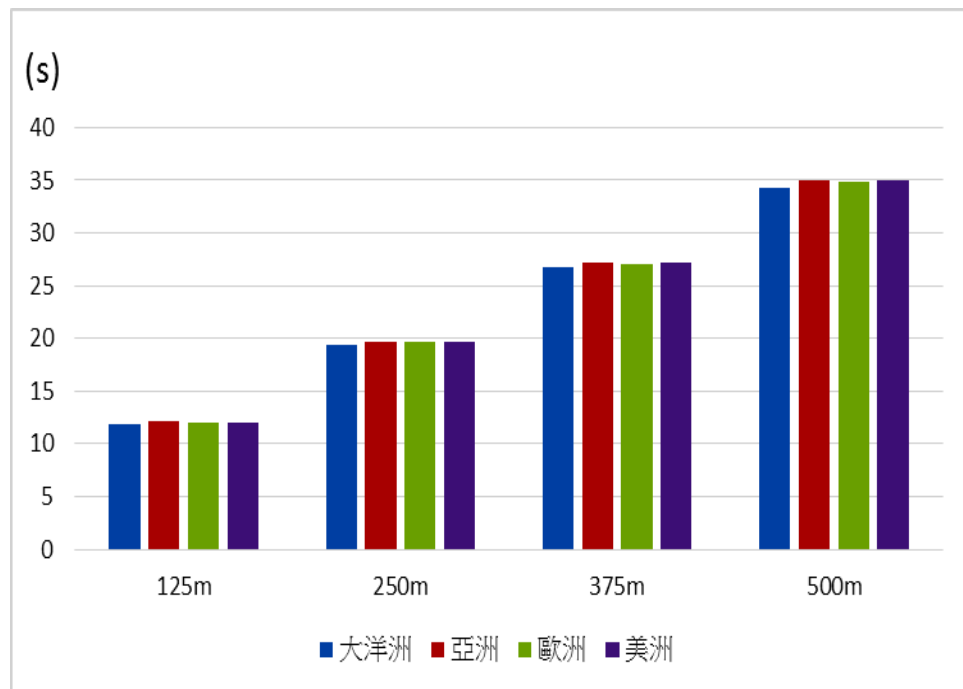


圖 4-2 女子 500m 計時賽各洲運動員不同分段之成績比較

第五章 結論與建議

第一節 結論

自由車女子 500m 計時賽運動員在平時訓練中，可以 125m 為一分段來進行訓練，以運動員個人的速度，配合著自己的體能，用最經濟、最有效的方法來配速。然而自由車賽場地有 200m，250m、333.333m，400m 等多種不同的場地周長，各種不同周長的場地於直道、彎道長度都各有不同的變化，使得在運動員在不同段落的成績有一定的差異，運動員的速度分配將影響最後成績表現，故必須在比賽中力求針對不同賽道調整速度分配，做到戰術運用自如，創造更好的成績表現。

一、探討 2012 年澳洲世界自由車錦標賽女子 500m 計時賽之分段速度之差異

在自由車女子 500m 計時賽中運動員全程之速度平均值為 14.381m/s，第一分段 0~125m 的平均速度為 10.394 m/s，第二分段 125~250m 平均速度為 16.547 m/s，第三分段 250~375m 平均速度為 16.779 m/s，第四分段 375~500m 平均速度為 16.154 m/s，最大速度出現在第三分段 250~375m，第四分段速度開始衰竭，從結果得知，在所有的分段速度成績都有顯著關係 ($p < .05$)，顯示在所有分段中成績都有相關，運動員的速度分配將影響最後成績表現，所以運動員要有優秀的反應能力、加速能力與專項耐力、衝刺能力，這些能力將會影響成績與名次表現。運動員若能在 0~125m 起跑階段，

越快將速度提升至最高速度，並維持較穩定之平均分段速度，均能在比賽中獲得較佳的成績表現。因此，自由車女子 500m 計時賽中，起跑階段和高速維持階段是影響成績的關鍵點。

二、女子 500m 個人計時單圈速度之分析

以單因子變異數分析，針對女子 500m 個人計時賽 23 名運動員之 250m、500m 單圈成績進行分析，所得出的結果都是達顯著差異，由此結果可得知 0~250m 起跑階段與加速度階段之成績與 250~500m 階段成績是相關的。因此，在傳動比的使用上要考慮多方面的影響因素，既要符合運動員的個人特點，又要因地制宜、靈活多變，真正做到多種競速能力的最佳整合，具備有良好的傳動比與速度素質和保持最大速度的能力，這是計時賽成績是否取得優異的重要因素。。

三、各洲運動員成績之比較

以各洲運動員總成績與各分段成績來看，各洲所採取的戰術運用與分段配速都是一致的，採用相同的分段配速的戰術方針。此外，大洋洲運動員成績以些微差距領先各洲選手，但總成績、各分段成績與其他洲相比較並無顯著差異，由此結果顯示，各洲運動員在各階段能力表現上無顯著差異。此結果顯示此項目是值得亞洲國家發展的項目之一，並有著明確分段配速的戰術方針。

第二節 建議

未來研究可針對歷年來世界自由車錦標賽之女子之 500m 計時賽各個分段的成績來研究，以評估歷年來女子 500m 計時賽之分段速度分配，了解在不同環境、賽道材質、賽道周長的賽會之運動學變化。

一、場地周長及直道、彎道長度是影響分段配速的原因之一，也是 500m 計時賽的關注意題，其直道、彎道長度為影響 500m 計時賽成績的主要因素。。

二、一般而言，直道較長的場地較容易快速將速度提升至最大速度，彎道較長的賽道較不易加速，故針對不同場地周長及直道、彎道長度要擬定不同的分段配速，分段配速會影響成績表現，。

三、分段配速仍是女子 500m 計時比賽與訓練的重要課題之一。有較好的分段配速，可使選手減少反覆作工所消耗的能量，產生較佳的競賽成績，因此有必要再深入研究最佳的配速戰術。

引用文獻

一、中文部份

- 白鴻毅等 (1985)。中、波、奧、日等國優秀自行車運動員型態與機能的比較。山西體育科技，3，21-29。
- 白鴻毅 (1994)。自行車賽場 1000 米和 4000 米個人追逐賽運動成績與型態機能的關係。河南體育科技，2，12-15。
- 田麥久 (1982)。論週期性耐力項目的多種競速能力。北京：北京體育大學出版社。
- 田麥久、武福全等 (1988)。運動訓練科學化探索。北京：人民體育出版社。
- 田麥久 (1999)。運動訓練學。北京：人民體育出版社。
- 田麥久 (2000)。運動訓練學詞解。北京體育大學運動訓練學教研室。
- 何洋、白鴻毅等 (1994)。青少年自行車運動員選材指標體系的研究。山西體育科技，4，1-7。
- 李強 (2004)。我國女子自行車運動員 500 米計時賽動作技術的運動生物力學分析。北京體育大學碩士論文。
- 李昕、韓繼玲 (1997)。對我國場地自行車男子 1km 計時賽現狀的分析。北京體育師範學院學報，9 (4)，43-46。
- 林昆鴻 (2010)。不同坡度對自由車的下肢運動學影響。國立臺灣體育學院競技研究所碩士論文，未出版，台中市。
- 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。
- 哈雷博士 (1985)。訓練學。北京：人民體育出版社。

- 柳方祥、吳翠娥 (2004)。短跑落地緩衝時伸髖高擺扒地技術的生物力學分析。徐州師範大學學報，22(2)，60-62。
- 馬國強、李之俊、米尉杰、劉茂 (2010)。場地自行車男子 1km 計時賽、競速運動員個體速度耐力特徵的分析。運動訓練與人體科學，31(6)，55-58。
- 陳耿賢 (2009)。固定架間歇訓練對自由車選手專項能力之影響。國立台灣體育大學教練研究所碩士論文，未出版，桃園縣。
- 張莉清 (2004)。自行車運動場地項目原地起動技術動作的設計及其訓練的實驗研究。北京體育師範學院碩士論文。
- 張健、李昕 (1997)。對自行車運動員在騎行過程中踏蹬動作的生物力學分析。北京體育師範學院學報，1，52-55。
- 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。
- 馮玉蓉等 (1996)。優秀自行車運動員下肢主要工作肌群的肌肉工作特點分析。遼寧體育科技，6，25-26。
- 喻慕侃 (1988)。現代運動訓練理論與方法。湖北省體育運動委員會，189-190。
- 楊秉龍、董繼 (2008)。對十運會場地自行車男子 1km 計時賽騎行速度的分析。遼寧體育科技，30(1)，68-69。
- 鄭小鴻 (1997)。當前我國場地自行車項目高水平女子運動員踏蹬狀態的初步研究。北京體育大學碩士論文。
- 鄭小鴻、延烽 (1997)。當前我國場地自行車項目高水平女子運動員踏蹬狀態的初步研究。北京體育師範學院學報，2，28-36。
- 鄭興國、白鴻毅等 (1993)。自行車運動員踏蹬方式的研究。

- 山西體育科技，3，6-10。
- 鄭興國、白鴻毅等（1993）。自行車運動中踏蹬力量的分布。山西體育科技，4，60-62。
- 鄭興國、郝大明等（1993）。自行車運動踏蹬死點的研究。山西體育科技，2，5-7。
- 鄭興國、郝大明等（1996）。自行車運動員踏蹬技術研究。體育科學，1，48-52。
- 劉小學（2005）。我國短距離自行車女子500米、男子1公里全程競速能力特徵研究。北京體育大學碩士論文。
- 劉小學、李少丹、劉天太（2006）。我國場地自行車男子1公里全程競速運動員能力特徵研究。山西師大體育學院學報，21（1），98-101。
- 劉愛萍（2003）。對中外100m優秀運動員途中跑技術的分析。廣州體育學院學報，23（2），44-47。
- 關北光（2003）。我國女子自行車三公里個人追逐賽速度分配模式分析。河南教育學院學報，12（4），77-78。
- 過家興等（1988）。運動訓練學。北京：北京體育學院出版社。

二、外文部分

- Axe, M. J., Linsay, K., & Snyder-Mackler, L. (1996). The relationship between knee hyperextension and articular pathology in the anterior cruciate ligament deficient knee. *Journal of Sports Rehabilitation*, 5, 120-126.
- Astrand, P., & Rodahl, K. (1970). *Textbook of work physiology*. New York; McGraw-Hill. pp. 206-226.
- Burke, E. R. (1996). *Science of cycling*. Champaign, IL: Human Kinetics.

- Bobbert, M. F., & van Ingen Schenau, G. J. (1988). Coordination in vertical jumping. *Journal of Biomechanics*, 21, 249-262.
- Hollmann, W. (1977). *Zur Bedeutung der Stoffwechsellistungsfähigkeit des Eliteruders im Training und Wettkampf. Beihefte zu Leistungssport* 9, 9-62. In: In: 張嘉澤, 訓練學, 臺北縣: 臺灣運動能力診斷協會。
- Joe Friel (2003). *The Cyclist's Training Bible*
- Keul, J., and Haralamble, G. (1972). Energiestoffwechsel und körperliche Leistung (S. 80-100). In Hollmann, W. (Hrsg.), *Zentrale Themen der Sportmedizin*, Berlin.
- Mader, A., Lisen, H., Philippi, H., Rost, R., Schurch, P., & Hollmann, W. (1976). Zur Beurteilung der sportspezifischen Ausdauerleistungsfähigkeit in Labor. *Sportarzt und sportmed*, 27(4), 80-88.
- Mathews, D., & Fox, E. (1976) *The physiological basis of physical education and athletic*. Philadelphia: Saunders. College Pub.
- Neumann, G. (1990). Die Leistungsstruktur in den ausdauersportarten aus sportmedizinischer Sicht. In: *Leistungssport* 20, 14-20.