

國立臺灣體育大學（臺中）

競技運動學系碩士班碩士學位論文

大學跆拳道選手賽季間生理及生化變化之研究

THE CHANGES OF PHYSIOLOGICAL AND  
BIOCHEMICAL PROFILE IN COLLEGE TAEKWONDO  
ATHLETES DURING A TRAINING SEASON



研究生：鍾宜真 撰

指導教授：邱彥成 博士

協同教授：周桂名 副教授

中華民國 97 年 6 月

# 大學跆拳道選手賽季間生理及生化變化之研究

## 中文摘要

跆拳道相關研究指出，全面體能的提昇對於選手的競賽成績確實有幫助，而與跆拳道比賽成績最相關的是無氧動力。因此本研究目的是為探討在不同訓練階段，大學跆拳道選手下肢無氧動力以及血液生化值的變化。受試者為 27 名大學跆拳道選手（男性 22 名，女性 5 名），受試者接受的訓練主要以 96 年全國運動會做為整個賽季的規劃，在準備期、比賽期與過渡期，各安排檢測血液生化值、荷爾蒙指標、30 秒 Wingate anaerobic test 以及模擬跆拳道實際比賽的間歇無氧測驗，並且分析比賽成績與身體組成、無氧動力值之相關性。間歇無氧測驗仿照跆拳道比賽間歇性攻擊的特性，於固定式腳踏車重覆 15 秒全力衝刺及 15 秒的休息的運動型式，進行三回合，每回合兩分鐘，回合間休息一分鐘。結果顯示受試者在三個時期乳酸脫氫酶、肌酸激酶、與尿酸偏高，準備期、比賽期與過渡期的最大動力值、平均動力值以及遞減值均未達顯著差異。在間歇無氧測驗，男性 54-67 公斤級在比賽期的第一回合 vs 第二回合與第一回合 vs 第三回合功率衰退率最高；而男性 67-84 公斤級則是在準備期的第一回合 vs 第二回合平均功率衰退率最高。比賽成績與身體組成、無氧動力值之比較，均無顯著差異；但在男性國際級 67-84 公斤級身高高於其他層級受試者，而女性受試者也有同樣情形。

關鍵字：運動表現、間歇無氧測驗、Wingate anaerobic test

# **The Changes of Physiological and Biochemical Profile in College Taekwondo Athletes During a Training Season.**

## **Abstract**

Several resaches have showed that fitness level, mostly related to anaerobic power, may influence Taekwondo performance. The purpose of this study was to investigate the changes of anaerobic power of lower limbs and biochemical parameters in college Taekwondo athletes through the entire training season. The training program consists of three periods, preparation (T1), competition (T2), and transition (T3). Twenty seven college Taekwondo athletes (22 males, 5 females) participated in this study. Each subject was performed blood analysis, 30s Wingate test, and an intermittent anaerobic test in T1, T2, and T3 periods. The relationship among competition results and body composition and anaerobic power was also analyzed. The intermittent anaerobic test was consisted of 3 rounds with 4 sets in each round. Each set contained a 15 sec maximal cycling and 15 sec rest. There was 1 min rest between each round. The results showed that lactate dehydrogenase, creatine kinase, and uric acid concentrations were significantly higher than normal values in three periods. The peak power, mean power and fatigue index of the Wingate test were not significantly

different among the three periods. In the intermittent anaerobic test, round 1 vs round 2 and round 1 vs round 3 power deficit were higher in male of 54 – 67 kg weight class during T2 periods, and round1 vs round 2 mean power deficit were higher in male of 67 – 84 kg weight class during T1 periods. The relevance between the performance and the anaerobic power had no statistical significant, but the international stage, the height was higher on national male and female Taekwondo athletes of 67 – 84 kg weight class.

Keyword: Performance, Intermittent anaerobic test,  
Wingate anaerobic test

## 誌謝

我終於要畢業啦！時光飛逝，大學、研究所六年時間一下子就過了，當初進來學校還是沒沒無名的小卒，在兩位教練的栽培下，漸漸嶄露頭角。回頭檢視我在學校學習過程，發現我不再是單純的運動員，經過磨練慢慢蛻變成研究生。就讀研究所過程中，不只是學術知識增長，在運科團隊也讓我學習許多儀器操作與數據解讀，並且瞭解做研究不是那麼容易的事！

就讀大學期間，感謝河龍成教練、周桂名老師與吳聰義老師，對我的指導、鼓勵與照顧，讓我繼續往研究所深造。研究所班導趙榮瑞老師，總是關心我們，提供我們許多知識與觀念。此外，還要感謝競技運動學系大家長林華韋主任、昇光老師、士華老師、艷惠老師、忠政老師、立羣老師、海吟老師、佩欣學姐、安哥，幫忙我在學校行政事務以及論文上疑問，並時時關心與照顧我。

在這次研究中，參與本研究跆拳道隊的學弟學妹們，感謝你們在實驗期間的全力配合，你們終於解脫了！感謝運科中心主任張振崗老師，提供我許多研究方面的觀念與建議；季洧姐在生化儀器上操作與有關實驗方面的問題總是耐心跟我講解。此外，還要感謝幫忙本研究的賴打、憨兒、石妹、九妹、黑黑、婉真、毓庭等，沒有你們的幫忙，實驗不會如此順利完成；更要謝謝我的同學們，秉勳、佳政、玉齡、瓊萱，少了你們我研究所生活會是黑白的。

最後要感謝的就是我的指導教授邱彥成老師，謝謝你願意收我當你的研究生，謝謝你幫我解決很多困難的問題，謝

謝老師在百忙之中還要照顧我這個學生，也謝謝你指導我寫作上的觀念與想法，讓我受益良多。以及感謝協同指導教授周桂名老師對我一路上的鼓勵與建議，老師對我的用心讓我銘記在心，在此向老師們說聲你們辛苦了，謝謝！

## 目 錄

中文摘要 .....	I
英文摘要 .....	II
誌 謝 .....	IV
目 錄 .....	VI
第 壹 章 緒 論 .....	1
第一節 研究背景 .....	1
第二節 研究目的 .....	1
第三節 研究問題 .....	2
第四節 研究假設 .....	2
第五節 研究範圍與限制 .....	2
第六節 名詞解釋 .....	3
第 貳 章 文 獻 探 討 .....	5
第一節 跆拳道選手身體組成 .....	5
第二節 跆拳道運動有氧與無氧能力之探討 .....	6
第三節 跆拳道專項體能與間歇特性 .....	9
第四節 運動生化指標 .....	11
第 參 章 研 究 方 法 與 步 驟 .....	16
第一節 研究對象 .....	16
第二節 實驗設計 .....	16
第三節 實驗流程 .....	17
第四節 資料收集 .....	23
第五節 統計方法 .....	23
第 肆 章 結 果 .....	25
一、受試者基本資料 .....	25

二、血液生化值 .....	25
三、30 秒無氧動力值與專項無氧動力值變化 .....	26
四、不同比賽成績與身體組成、無氧動力值結果 .....	27
第伍章 討論 .....	28
一、不同時期血液生化之變化 .....	28
三、仿照比賽間歇無氧測驗 .....	31
四、比賽成績與身體組成、無氧動力值之比較 .....	32
第陸章 結論與建議 .....	34
第一節 結論 .....	34
第二節 建議 .....	35
參考文獻 .....	36
表目錄	
表一 受試者基本資料 .....	40
表二 不同時期血液生化值濃度變化 .....	41
表三 各階段 Wingate anaerobic test 結果 .....	42
表四 全運會成績與身體組成、無氧動力值之比較 .....	43
表五 最佳成績與身體組成、無氧動力值之比較 .....	44
圖目錄	
圖一 跆拳道比賽回合配置圖 .....	22
圖二 專項無氧動力測驗時間分配圖 .....	22
圖三 不同組別各階段間歇無氧測驗最大動力值結果 .....	45
圖四 不同組別各階段間歇無氧測驗平均動力值結果 .....	46
圖五 不同組別各階段間歇無氧測驗疲勞指數結果 .....	47
圖六 不同組別各回合最大功率衰退值 .....	48
圖七 不同組別各回合最大功率衰退值 .....	49

附錄	50
附錄一 受試者同意書	50
附錄二 比賽成績分級表	51
附錄三 男性輕量級各階段間歇無氧測驗結果	52
附錄四 男性重量級各階段間歇無氧測驗結果	53
附錄五 女性重量級各階段間歇無氧測驗結果	54
附錄六 各回合功率衰退率	55
附錄七 各階段血液生化圖	56
附錄八 各階段血液生化圖	57
附錄九 各階段荷爾蒙濃度	58
附錄十 各階段 T/C 濃度	59
附錄十一 不同跆拳道選手下肢無氧動力情形	60

# 第壹章 緒論

## 第一節 研究背景

2004年雅典奧運會，跆拳道運動為我國獲得二面金牌，不但突破零金障礙，更掀起全民學習跆拳道運動之熱潮。在跆拳道2004年納入奧運會正式競賽後，競爭趨於激烈，如能再強化選手的體能與技術，跆拳道仍是我國在奧運會中奪金的重點項目。

體能為技術的基礎，有良好的體能才能提昇技術水準；跆拳道的賽制為兩分鐘三回合，依時間區分能量屬於有氧系統，但因跆拳道比賽特性，在瞬間發出力量與攻擊，所以跆拳道項目的運動員應該具備爆發力較強的無氧代謝能力。在跆拳道的相關研究中指出體能狀況佳的運動員，在跆拳道的比賽不一定就有較高的勝算，乃因跆拳道是體能與技術並重的運動；在許多相關研究都指出體能的提昇對選手的成績確實有一些幫助，但主要與比賽成績有相關的是無氧動力。

全面體能的提昇對於跆拳道選手的整體成績來說確實有一定程度的助益，而無氧動力方面的體能指數則與比賽的成敗有著更大的相關。因此本研究藉由 Wingate anaerobic test 與間歇無氧測試，評估受試者在不同訓練時期的下肢無氧動力值，探討訓練計畫對受試者下肢無氧能力的影響。

## 第二節 研究目的

本篇研究主要目的是探討在不同時期以及訓練計畫的加

入後，對於跆拳道選手下肢無氧動力及血液生化值的影響，以做為教練或選手賽季體能調整與訓練方向的參考依據。

### 第三節 研究問題

- 一、探討大專跆拳道選手的下肢無氧動力在整個賽季的變化。
- 二、探討大專跆拳道選手的專項無氧動力在整個賽季的變化。
- 三、探討大專跆拳道選手的血液生化值在整個賽季中的變化。
- 四、探討大專跆拳道選手的專項體能表現對比賽成績的影響。

### 第四節 研究假設

- 一、大專跆拳道選手的下肢無氧動力在整個賽季沒有差異。
- 二、大專跆拳道選手的專項無氧動力在整個賽季沒有差異。
- 三、大專跆拳道選手的血液生化值在整個賽季中沒有差異。
- 四、探討大專跆拳道選手的專項體能表現對比賽成績沒有影響

### 第五節 研究範圍與限制

- 一、研究對象為 18 至 25 歲臺灣體院跆拳道隊選手，共 27 名，並以 96 年全國運動會為目標。
- 二、本研究是以 96 年全國運動會作為整個賽季的規劃，並且分為準備期、比賽期與過渡期，共三個時期。
- 三、檢測時間需與代表隊教練的賽季訓練計畫做為配合。

## 第六節 名詞解釋

不同時期：本研究所指的不同時期分成三個階段：準備、比賽和過渡階段。

### 一、準備期 (Preparation period)

分為兩個階段：一般準備期與專項準備期。一般準備期主要發展基本作業能力和一般體能、改善技術成分和基本戰術的演練；專項準備期主要目標為改善及使技術、戰術趨於完美，需採用主要作用肌群專項訓練動作，這些動作與技術的形態相似，每個動作需達到標準並產生最大的訓練效果。本研究將準備期的檢測訂為比賽前 3 個月進行檢測。

### 二、比賽期 (Competition period)

主要的任務是使所有訓練保持於最顛峰，增進運動員能力，並且能運用在比賽中贏得勝利。在比賽前的 1~2 週需逐漸緩和減量，這是完成超補償和改善比賽的最佳方法；減少訓練量和強度，使運動員獲得充分休息，重新補充能量，在比賽之前使身體重獲新活力。為了避免實驗過程造成選手身體過度疲勞，本研究將比賽期的檢測訂為比賽前 2 週進行測驗。

### 三、過渡期 (Transition period)

在比賽之後，應該立即進行過渡階段活動，在第 1 週逐漸減少訓練量和強度，並強調各種不同於正規訓練的練習動作。過渡期促進心理修養、放鬆與生理修復，並維持一般體能水準，過渡階段大約持續 3~4 週，正常情形下，不應超過 5 週。在過渡期檢測時間訂為比賽後 3 週，這 3 週期間將進

行低強度的活動以及動態休息。

#### 四、無氧動力 (Anaerobic power)

無氧動力是身體透過無氧性代謝路徑，從事激烈運動的能力，通常是指短時間而劇烈運動的能力或能量。無氧動力主要因為體內存有磷化物與肝糖，可以在氧氣缺乏的情況下，產生 ATP、提供人體能量需求。

#### 五、血液生化值 (Biochemical Parameters)

本研究所指血液生化值為血清肌酸激酶 (Creatine Kinase, CK)、乳酸脫氫酶 (Lactate dehydrogenase, LDH)、尿素氮 (Blood urine nitrogen, BUN)、尿酸 (Uric acid, UA)、血清睪固酮 (Testosterone)、皮質醇 (Cortisol)、血清睪固酮/皮質醇比值 (testosterone/ cortisol ratio) 與血清游離睪固酮/皮質固醇比值 (Free testosterone index / cortisol ratio)。主要作為監控運動員身體健康狀況、運動訓練強度、訓練效果與訓練後恢復情形的依據。

## 第貳章 文獻探討

本研究旨在比較跆拳道選手在整個賽季的生理變化情形。因此本章分四個部分進行相關文獻的探討，第一節為選手的身體組成；第二節則探討國內外跆拳道有氧與無氧能力之相關文獻；第三節將針對探討跆拳道的專項體能與間歇特性；第四節為運動血液生化指標。

### 第一節 跆拳道選手身體組成

早期跆拳道的選才通常都使用經驗選才，根據教練的觀察選出適當人選，一般認為具高瘦身材會有比較大的優勢，但是光靠經驗選才並沒有一定的科學根據。黃靜美和林正常（2005）指出跆拳道選手因為想以較佳體型優勢來得到較佳的比賽成績，所以會選擇參加低於自己平常體重的量級。

林榮培（2002）提出對跆拳道選手而言，瘦長的體型佔有先天的優勢，在同樣體重級數競賽中，肢體較長者，通常能以最快速度在有效攻擊範圍內擊中對手。因此，體型的優劣也是決定勝負的關鍵之一。

Kazemi, Waalen, Morgan and, White（2006）研究中也發現，在2000年雪梨奧運的參賽選手共102名，其中獲勝者比同量級的競爭者，平均年齡較低（男性  $24.4 \pm 3.3$  歲 vs  $25.2 \pm 4.3$  歲；女性  $23.1 \pm 3.9$  歲 vs  $24.9 \pm 4.7$  歲），身材較高（男性  $183 \pm 8$  cm vs  $179 \pm 8$  cm；女性  $170 \pm 7$  cm vs  $169 \pm 8$  cm），並且有較低的BMI（男性  $21.9 \pm 2.4$  vs  $22.8 \pm 3.3$ ；女性  $20.8 \pm 2.3$  vs  $21.3 \pm 2.7$ ）。但也有研究指出生理和人體測量的變數在跆拳道競賽表現

上，並沒有強烈的關連，但成功的跆拳道選手有較低的身體脂肪，男性  $8.2\pm 3.1\%$ ，女性  $15.4\pm 5.1\%$ （Heeler 等，1998）。

總括以上，可得知跆拳道選手身材較高的體型，在競賽中應該會些許的優勢，另一方面，Heeler 等（1998）也提到成功選手身體脂肪較低，但因為跆拳道運動是以量級區分，不同量級的身體脂肪也會有所差異。Kazemi 等（2006）研究顯示，較佳的體型可在比賽中有所優勢，不過有較佳的身材，也應有相當的技術與體能才有可能贏得比賽。

## 第二節 跆拳道運動有氧與無氧能力之探討

能量是訓練和比賽期間身體運動的先決條件，能量源於肌肉細胞將受質分子轉化成 ATP 的高能化合物，儲存於肌肉細胞。肌肉收縮所需的能量，是由 ATP 的分解而來，當一個磷酸鍵被分解時，ATP 變為  $ADP + P_i$ ，並釋放能量。身體可以透過磷化物系統（ATP-PC）、乳酸系統和有氧系統三種途徑，來補充 ATP（Bompa, 1999）。

跆拳道賽制為兩分鐘三回合，每場 8 分鐘，一天的賽程約 4-7 場，依時間區分能量機轉屬有氧系統。但依比賽獲勝特性，需具備力量與瞬間攻擊能力，是運動量和運動強度均衡的競技項目，所以跆拳道項目之運動員應該具備爆發力較強的無氧代謝能力，同時也需兼具有氧持續能力（邱共鈺、蔡明志，2006）。

### 一、有氧能力

Melhim（2001）研究 9 名青少年跆拳道選手在進行 8 週

跆拳道訓練後，對心肺適能並沒有顯著的改變，也顯示跆拳道訓練著重於瞬間的踢擊，對於提升有氧能力並無顯著效果。而 Markovic, Misigoj-Durakovic and Trninic (2005) 也有類似的研究結果，以優秀與一般女性跆拳道選手作為研究對象，比較兩個組群選手的有氧能力，結果發現，優秀 ( $49.6 \pm 3.3 \text{ ml}^{-1} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$ ) 與一般跆拳道選手 ( $47.2 \pm 2.1 \text{ ml}^{-1} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$ ) 的有氧能力並無顯著差異。

雖然以上的研究結果，支持跆拳道項目主要以無氧能量為主，但是也有研究指出有經驗的跆拳道選手與初學者的心肺能力，發現跆拳道訓練可以促進心肺功能與有氧能力，並且能控制體重，對體能有所幫助 (Toskovic 等, 2002)。另外，Thompson and Vinueza (1991) 研究 14 名跆拳道黑帶選手，比較田徑選手發現跆拳道選手心肺適能較田徑選手低 ( $44 \pm 6.8 \text{ ml}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ )，但是該學者也提出因為跆拳道的訓練過程主要還是依賴有氧系統支持，因此增加有氧能力的運用也是相當重要的。

由先前的研究結果發現，大部分的學者認為跆拳道競賽中運用有氧能量的比率偏低，以致跆拳道選手的有氧能力普遍不高，但從 Toskovic 等 (2002) 研究結果可得知，在跆拳道的日常訓練上就可增加選手的心肺適能，再加上跆拳道的踢擊是以無氧能量為主，所以在專項體能訓練上應該以增進選手無氧能力為首要。

## 二、無氧能力

林榮培 (2002) 提出在跆拳道的比賽過程中，雙方選手必須隨時處在攻擊的狀態，快速度的完成出腳攻擊，而每次

攻擊都在瞬間的時間內完成，因此，跆拳道運動主要是以 ATP-PC 系統為主要供給能量的運動，有氧系統與乳酸系統均不佔主導位置。黃志雄（2000）指出，跆拳道競賽主要獲勝的條件是速度快與多變化的踢擊動作，能量代謝比率雖因不同類型選手而有所差異，但大約為無氧 70%、有氧 30%。

Markovic, Misigoj-Durakovic, and Trninic(2005)指出全面體能的提昇對於跆拳道選手的整體成績來說確實有些許程度的助益，但是無氧動力方面的體能指數則與比賽的成敗有著更大的相關。雖然在國家代表隊中的跆拳道選手不論在有氧或是無氧能力方面均高於一般值，但是比賽成敗的關鍵仍是在於無氧的運動能力（Heeler, Peric, Dlouha, Kohlikova, Melichna and Novakova, 1998）

Pieter (1991) 提出美國青少年菁英跆拳道選手，比起其他技擊類運動有較高的無氧耐力(最大動力  $11.78 \pm 2$  W/kg; 平均動力  $9.12 \pm 1.16$  W/kg)。而 Melhim (2001) 研究發現跆拳道訓練有助於無氧能力，選手在經過 8 週訓練後，最大動力由  $8.1$  W/kg 進步為  $10.3$  W/kg，同時也指出跆拳道的訓練在基本練習是有氧運動，但在踢擊動作上則是無氧運動，而跆拳道的訓練確實出現在高需求與短期的無氧表現能力上，所以增強跆拳道的訓練與踢擊，應能增加青少年參與者的無氧能力。

Heeler 等人 (1998) 研究捷克 23 名國家代表隊選手顯示成功的跆拳道選手有較高的無氧能力（最大動力男性  $14.7 \pm 1.3$  W/kg，女性  $10.1 \pm 1.2$  W/kg）。並且指出在跆拳道競賽裡，攻擊與低強度期時間約為 1:3 至 1:4，因此應著重在加強短期的無氧能力和恢復。而 Butios and Tasika (2007) 也提

出跆拳道項目屬於間歇性運動，該項目特色為在短時間裡，高強度爆發力踢擊與位移，因此 ATP 再生與無氧供能是非常重要的。

Toskovic, Blessing and Williford (2002)提出，跆拳道的踢擊是以無氧能量為主，所以在專項體能訓練上應該以增進選手無氧能力為首要。跆拳道競賽需要高度的無氧能力，而跆拳道訓練有助於無氧能力的提升 (Melhim, 2001)。

國內也有研究台灣奧運培訓隊跆拳道選手的無氧動力，發現台灣選手的無氧動力較其他國家優秀選手為低 (最大動力男性  $8.42 \pm 0.86 \text{ W/kg}$ ；女性  $6.56 \pm 0.60 \text{ W/kg}$ )，因此建議台灣跆拳道選手需要著重在無氧方面的訓練 (Lin, Yen, Lu, Huang and Chang, 2006)。但是整個奧運培訓隊的主要分級都是以奧運一、二量級為主 (男子第一量級 58kg 以下，男子第二量級 58-68kg；女子第一量級 49kg 以下，女子第二量級 49-57kg)，都是屬於輕、中量級，若能擴大一般比賽量級選手作為研究對象，可能會獲得不相同的研究結果。

### 第三節 跆拳道專項體能與間歇特性

運動種類和項目繁多，各運動種類項目各具有其特性，於是各運動項目選手應具備的體能、運動技術、精神力、戰術等差異，也顯得特別懸殊 (葉憲清，2003)。在相似的運動裡，例如：拳擊、角力、柔道、空手道等，不同項目之間的專項體能與技術的需求也都會有所不同。而體能訓練是取得優異成績的重要因素之一，體能為技術的基石，技術為體能的提升，兩者相輔相成；體能乃技術的基礎，有良好的體能

方能提昇技術水準，發揮最大的競技戰力（邱共鈺、蔡明志，2006）。因為體能訓練是所有訓練要素的根本，當選手的體能狀況進步時，選手會更相信自己，並且會有更強的運動能力表現出高水準技術與戰術。因此針對專項的體能要素與能量代謝，有效的規劃訓練計畫，才能使訓練成果事半功倍。

跆拳道運動屬於對抗性的項目，其主要使用多種複雜多變的踢擊動作與技巧，就技術結構而言，是屬於非週期性，其運動強度為高、低強度互相交替（Bompa, 1999）。跆拳道競賽屬於高強度的運動，在兩分鐘三回合的比賽中，以攻擊、防守踢擊動作與步伐位移為主的間歇運動，比賽的每分鐘應處在高機動狀態中，以應付比賽中隨時可能發生的狀況，而中間的休息是讓能量暫時恢復的時間。另外，決定跆拳道選手表現的因素，最重要的包括為攻擊時的爆發力、踢擊的力量、速度和連續踢擊，並且也強調肌力、爆發力、速度、柔軟度、協調性與耐力等的運動。但是除了一般性的基本體能與動作技巧外，能在休息時間讓能量瞬間恢復能力也非常重要，恢復每回合體能與比賽前相同的水準，才能使比賽不至於在關鍵時刻中因體力不繼而輸掉比賽（李後政、許志耀、呂學冠，2005）。

體能的提升並不代表在比賽場中絕對獲勝，但有助於運動員的運動表現。所以提升運動員的專項體能為我國跆拳道訓練方向的重要關鍵之一。

跆拳道比賽賽制為兩分鐘三回合，中間休息一分鐘，比賽中隨時處於攻擊狀態，每次攻擊也都在瞬間完成，配合每回合的休息時間，可暫時獲得恢復能源的時間與間歇運動相符（李後政等，2005）。

Heeler 等 (1998) 指出在跆拳道競賽裡，攻擊與低強度期為 1:3 或 1:4，因此有高度要求在加強短期的無氧能力和恢復；但是因應不同量級、對手與比賽，通常都會有所不同。而比賽中，選手不斷出腳攻擊與移動步伐，會耗費極大體力，在體能訓練中依據比賽強度，可採用間歇踢擊改善選手的心肺功能，而無氧踢擊則能改善選手耐乳酸能力(徐台閣,2005)

有關間歇運動測驗，一般都以腳踏車測力器 (cycle ergometer)、跑步機 (treadmill) 等工具作為能量消耗之評價方法。Franchini, Takito, Nakamura, Matsushigue and Kiss (2003) 研究柔道選手使用 Wingate anaerobic test 評估高強度間歇運動表現，建議使用類似測驗能方便檢視運動員間歇運動能力。

#### 第四節 運動生化指標

運動員為了追求更好的運動表現，必須接受艱苦的訓練，但有時過度求好心切，而盲目超量負荷，經常會使運動員產生疲勞甚至發生過度訓練的現象 (overtraining)。過度訓練是因為運動員承受過量訓練負荷或外在壓力，卻缺乏適度恢復與抒解，以致疲勞連續累積，而引發身體功能不適或病理狀態的過程 (Hooper, Mackinnon, Howard, Gordon, Bachmann, 1995)。過度訓練症狀具有相當大的個別差異，因此教練與運動員往往無法了解運動成績退步是由過度訓練所導致，因此延誤對過度訓練運動員立即處理。過度訓練主要生理生化症狀包括最大運動表現下降、體重異常、肌酸激酶 (creatine kinase,CK) 濃度上升、血清睪固酮/皮質固醇比下

降、血清尿素 (urea,UA) 增加 ... 等。而生理生化指標是目前運動科學人員用來監控運動運動員身體健康狀況、運動訓練強度、訓練效果與訓練後恢復情形，以下列舉數種常用的判定指標。

#### 一、血清肌酸激酶 (Creatine Kinase,CK)

CK 主要存在於骨骼肌細胞中，是骨骼肌能量代謝主要催化酶擔任也是短時間激烈運動時能量供應與運動後 ATP 恢復反應與運動時、運動後能量平衡及移轉有密切關係。Chen, Serfass and Apple (2000) 研究發現運動負荷、肌肉酸痛與血清中 CK 水準有高度相關。一般在運動強度較大而且持續性時間較長的運動過程中，CK 會升高；在強度較小但持續時間較長的運動訓練後，CK 變化較小；在適度運動負荷訓練後，CK 會出現升高的趨勢，經過一段時間恢復後，CK 含量會逐漸恢復至安靜值 (Frankiewica, Faff and Sieradzan, 1996)。一般而言，CK 濃度大於 330U/L，表示肌肉已疲勞，肌肉可能有拉傷、扭傷、挫傷或撞傷之現象，應適當調降負荷強度至中等為宜，並進行傷害防護或營養調整以加速傷害之復原 (顏克典，2003)。

#### 二、乳酸脫氫酶 (Lactate dehydrogenase, LDH)

LDH 是催化丙酮酸生成乳酸的反應酶，主要存在於骨骼肌細胞內的 LDH，一旦出現在血液中，表示骨骼肌細胞膜的通透性升高或骨骼肌細胞損傷。而運動強度與骨骼肌細胞膜的通透性升高或骨骼肌細胞損傷有相關。因此，運動後 LDH 升高程度與運動強度呈正相關 (Shimomura, Murakami and Nakai, 2000)。因此，觀察 LDH 隨訓練量和強度改變而發生

的變化，可作為訓練量與強度增減的依據。一般安靜時 LDH 平均標準為 89-221 U/L (顏克典，2003)。

### 三、尿素氮 (Blood urine nitrogen, BUN)

BUN 是蛋白質分解代謝產物，蛋白質和氨基酸在分解代謝過程中，先脫下氨基，氮在肝臟中代謝生成尿素，由血液輸送至腎臟排出。正常情況下，其生成與排泄處於平衡狀態，故能保持相當穩定，當大運動量訓練或肌肉能量平衡失調時，會因肌肉蛋白質與氨基酸分解代謝增加，而使 BUN 生成加多。

對運動員而言，BUN 正常範圍約 7-23 mg/dL，若超過 23 mg/dL，可能是訓練量過大，無法適應，需調整訓練負荷 (顏克典，2003)。

### 四、尿酸 (Uric acid, UA)

Ferreira, Brau, Nikolovski, Raja, Palmer and Fournier (2001) 指出不同方式高負荷訓練後，UA 明顯升高，也顯示 UA 可作為疲勞與過度訓練的生化指標。林文強 (1996) 指出運動量大小與運動前後的血尿酸變化值有關，大運動量前後，運動員 UA 變化量約 1-3.5 mmol/L，當運動員安靜時 UA 達到 7.5-8 mmol/L 顯示已達過度疲勞。

應用 UA 評定訓練週期負荷量時，有三種變化情況可做為參考依據：(1) UA 若在身體整個訓練週期保持不變，表示運動負荷量小，應考慮增加負荷量以使運動員產生足夠的刺激，有利於提高運動員運動能力；(2) 在訓練初期上升，中、後期逐漸恢復正常，說明運動員在訓練初期對運動負荷

不適應，但身體隨著運動訓練進行，而對運動負荷產生適應，使運動能力提升；(3) 整個訓練週期 UA 一直處在較高水平，說明運動負荷過大，運動員無法負荷產生適應，應調整負荷量以免造成過度疲勞（張愛芳，2005）。

## 五、荷爾蒙變化

血清睪固酮（Testosterone）、皮質醇（Cortisol）、血清睪固酮/皮質醇比值（testosterone/ cortisol ratio）及血清游離睪固酮/皮質固醇比值（Free testosterone index / cortisol ratio）等指標，可以了解運動員體內合成與分解代謝平衡狀態，於評定和檢視過度訓練、疲勞恢復的指標。Testosterone 在體內具有同化合成作用，Cortisol 具有異化分解作用，兩激素的分泌趨勢對於運動中物質能量代謝反應或骨骼肌細胞增長與萎縮的調控存在重要意義（林建德、洪睿聲，2003）

Testosterone 為雄性激素，95% 來自睪丸，5% 來自 **未稍** 轉換，約 89% 睪固酮與性荷爾蒙結合球蛋白（sex hormone-binding globulin, SHBG）結合，形成不活化睪固酮，而游離睪固酮（Free androgen index, FAI）具有生物可利用性（Kacsoh, 2000）。睪固酮是體內主要合成代謝激素之一，可促進蛋白質利用，提升蛋白質合成，減少分解代謝，使肌肉發達和去脂體重增加。

Cortisol 為腎上腺皮質分泌的異化激素，能抑制 Testosterone 分泌，並促進糖、脂肪與促使胺基酸由肌肉轉移至肝臟而生成代謝所需酵素，進而使肌蛋白流失，具有蛋白質異化分解作用（Jurimate, Jurimate, Purge, 2001）。

顏克典（2003）提出 Testosterone 濃度越高，表示體內

合成能力越佳。一般來說，Testosterone 範圍值男性為 12.5-34.7 nmol/L，女性為 0.73-3.47 nmol/L。Testosterone 配合 Cortisol 共同評估可分析體內代謝狀況，Cortisol 正常範圍值為 60- 160 nmol/L。

Testosterone 主要為同化作用，而 Cortisol 則為異化作用，在訓練期間與運動後恢復期，內分泌調控因應生理反應與適應的必要條件，透過 Testosterone/Cortisol ratio (T/C) 可了解體內調控同化-異化代謝之趨勢，顯示訓練中運動表現與生理疲勞狀態 (Urhausen, Kindermann, 2002)。長時間運動或連續劇烈運動負荷後，因 T/C ratio 下降，促進異化作用表示同化-異化代謝失衡，產生疲勞且運動表現容易下降，若進行恢復訓練或休息，可能降低同化-異化代謝失衡狀態。而 T/C ratio 提升，表示蛋白質同化合成作用提高，可能有助於運動機能提升，加速疲勞恢復及運動負荷之適應 (林建德、洪睿聲，2003)。

## 第參章 研究方法與步驟

### 第一節 研究對象

本研究是以目標參加 2007 年 10 月 20 至 25 日於台南市舉行 96 年全國運動會跆拳道項目的國立臺灣體育大學學生共 27 名（男性輕量級 12 名，男性重量級 10 名，女性 5 名），所有受試者需填寫基本資料與並簽署研究自願同意書。

### 第二節 實驗設計

本研究是以 27 名受試者在不同時期的訓練階段（準備期：檢測日期為 7 月 10 日；比賽期：檢測日期為 10 月 5 日；過渡期：檢測日期為 11 月 15 日），進行抽血以監控各時期訓練負荷強度，以 Wingate anaerobic test 評估受試者在不同訓練時期的下肢無氧動力值，比較不同時期的訓練對於選手下肢無氧動力是否有影響；另外，再加上檢測選手間歇性無氧動力測驗，得知選手在比賽時可能相關的體能指標。

### 第三節 實驗流程

說明實驗流程



填寫受試者同意書與基本資料



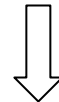
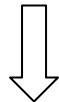
按訓練課表實施訓練  
並分三個時期作檢測



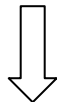
準備期

比賽期

過渡期



1. 檢測前先進行採血與身體組成。
2. 30秒下肢無氧動力測驗後，隔三天進行間歇無氧動力測驗。



資料分析與處理

### (一) 血液收集

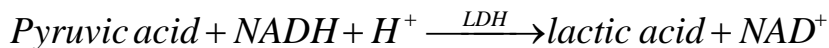
分為檢測三個時期，準備期、比賽期與過渡期，進行採血的前一天，請受試者禁食至少 8 小時，受試者進入實驗室，請受試者握拳先綁上止血帶，請專業人員用止血帶在採血部位上方 6~8 公分處打一活結，在靜脈採血先選擇肘內側正中靜脈，並且由合格人員將 Vacuette 針頭 (0.70mm × 38mm) 插入手肘靜脈，再利用含 EDTA 紫管內含抗凝固劑的真空管收集血液 6ml。

### (二) 血液檢測項目

血液檢測項目包括 UA、Creatinine、CK、BUN、Testosterone、Cortisol、SHBG，並計算 FAI (free androgen index) = total testosterone/SHBG。

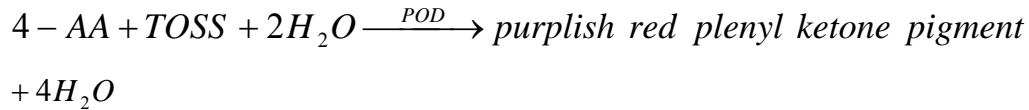
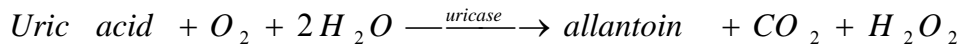
#### (1) LDH 濃度分析

血漿中的 LDH 濃度採用 Lactic acid dehydrogenase, LD:Lactate dehydrogenase, EC1.1.1.27 商業試劑組 (WAKO, Osaka, Japan)，以自動生化分析儀 (Hitachi 7020, Hitachi Science systems, Ltd, Lbaranki, Japan) 分析，波長 340nm，化學反應原理如下：



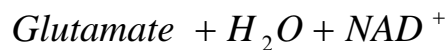
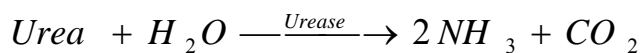
#### (2) UA 濃度分析

血漿中 UA 濃度採用商業試劑組 (WAKO, Osaka, Japan)，以自動生化分析儀分析，主波長：546 nm，副波長：700nm，化學反應原理如下：



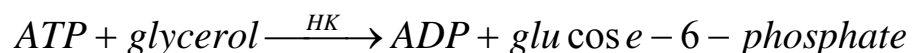
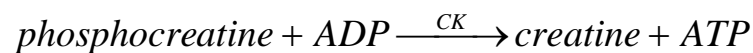
### (3) BUN 濃度分析

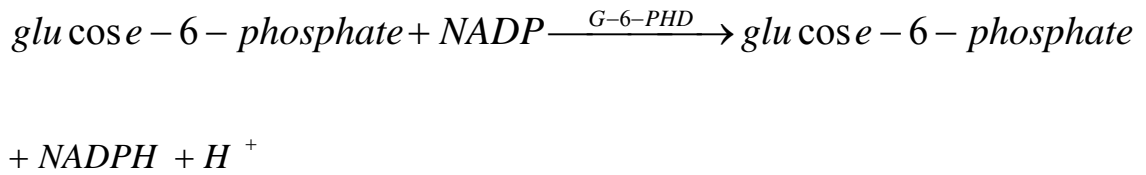
血漿中 BUN 的濃度採用 Determiner UN L · LTYPE 商業試劑組 (WAKO, Osaka, Japan)，以自動生化分析儀分析，吸光值波長 340nm，副波長 405nm，化學反應原理如下：



### (4) CK 濃度分析

血漿中 CK 的濃度採用 CicaLiquid CK 商業試劑組 (WAKO, Osaka, Japan)，以自動生化分析儀分析，波長 340nm，化學反應原理如下：





(5) Testosterone、Cortisol 與 SHBG 濃度以 Hitachi Elecsys 2010 (Roche Diagnostics, Germany) 自動免疫電子冷光儀，進行分析。

### (三) 身體組成

以身體組成分析儀 (In Body 3.0, Biospace Co. Ltd., Seoul, Korea) BIA 生物電阻方法來測量受試者的體重、體脂肪百分比與去脂肪體重。

### (四) Wingate anaerobic test

以腳踏車測功器 (894E, Monark, Varberg, Sweden) 為測量工具，負荷強度設定為男生每公斤體重 0.1 kg，女生每公斤體重 0.075kg (例如：60 公斤男性，負荷強度為 6 公斤)。測試之流程比照 Wingate anaerobic test (Inbar, Bar-Or, Skinner, 1996)。測試前調整腳踏車座高度，調整手握把位置，並說明注意事項 (測試過程中臀部不得離開座墊) 之後，讓受試者以低負荷踏車 3 分鐘，期間並從事 2 至 3 次為時 3 至 5 秒之全力踏車，正式測驗前讓受試者坐在腳踏車上休息兩分鐘。正式測驗時，受試者於無負重情況下，盡全力踏車 3 至 5 秒之後負重，全力連續踩車 30 秒，於 30 秒踩車後，為避免受試者突然停止運動而昏倒，要求受試者放鬆踩車 2 至 3 分鐘。記錄 30 秒內的最大動力 (peak power)、平均動

力 ( mean power ) 與疲勞指數 ( fatigue index ) ，所有受試者皆測量一次。

$$\text{Fatigue index} = (\text{peak power} - \text{lowest power}) \times 100\% / \text{peak power}.$$

#### (五) 專項無氧動力測驗

本部分的測驗是用來仿照跆拳道選手在比賽時的間歇性攻擊特性，測驗方法與下肢無氧動力測驗相似，受試者將重覆 15 秒全力踏車及 15 秒的休息，兩分鐘為一回合，在 15 秒的休息期間受試者需將轉速維持在 60 rpm，此時的負荷為零；在一回合之後依照正式比賽休息一分鐘如圖一，受試者可不必踩踏腳踏車，依比賽形式完成三回合，負荷強度設定為男生每公斤體重 0.1kp，女生每公斤體重 0.075kp，如圖二。測試的全力衝刺期將由受試者的隊員及教練加以鼓勵，以確保能達到衰竭的運動程度。記錄每 15 秒衝刺期間的最大動力 ( peak power )、平均動力 ( mean power )、疲勞指數 ( Power drop )、最大功率衰退率 ( peak power deficit ) 與平均功率衰退率 ( mean power deficit )，計算公式如下：

$$\text{Power drop} = (\text{peak power}_{\max} - \text{minimum power}) / \text{peak power}_{\max} \times 100\%$$

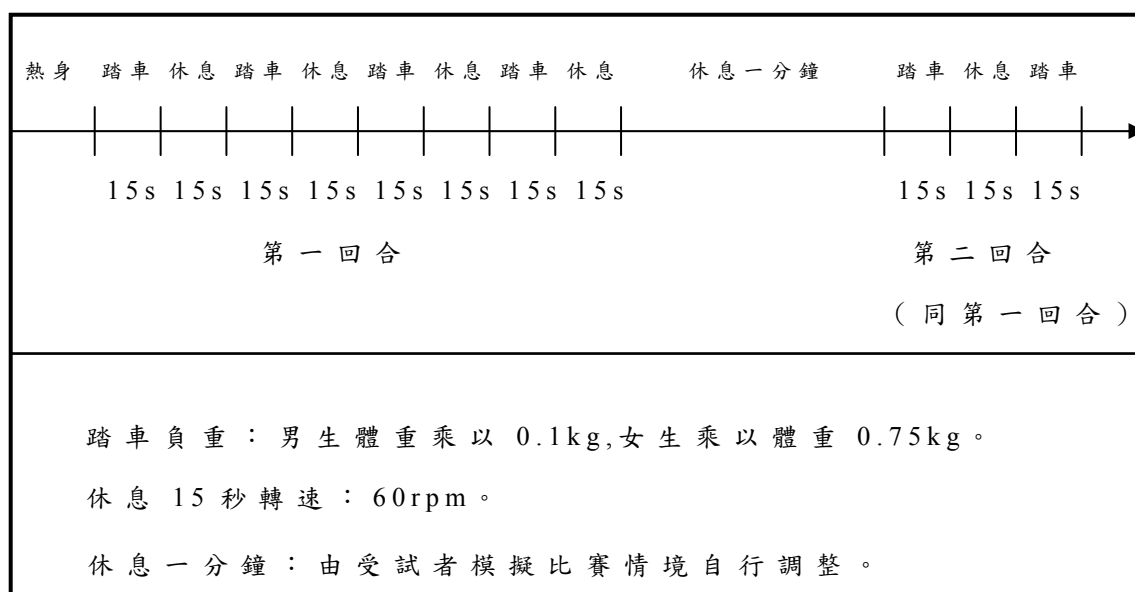
第一回合 vs 第二回合功率衰退值 =  $\Sigma(\text{第一回合}) - \Sigma(\text{第二回合}) / \Sigma(\text{第一回合})$

第二回合 vs 第三回合功率衰退值 =  $\Sigma(\text{第二回合}) - \Sigma(\text{第三回合}) / \Sigma(\text{第二回合})$

第一回合 vs 第三回合功率衰退值 =  $\Sigma(\text{第一回合}) - \Sigma(\text{第三回合}) / \Sigma(\text{第一回合})$

第一回合	休息	第二回合	休息	第三回合
兩分鐘	一分鐘	兩分鐘	一分鐘	兩分鐘

圖一 跆拳道比賽回合配置圖



圖二 專項無氧動力測驗時間分配圖

#### (六) 跆拳道比賽蒐集與實錄

至比賽現場記錄每位受試者的比賽狀況與比賽成績，並架設攝影機，錄影每位受試者的比賽勝負以及每一回合的得分狀況，於事後統計分析軟體比較下肢無氧動力與比賽勝負是否有相關性。

### 第四節 資料收集

本研究資料收集每位受試者基本資料，包含身高、體重、年齡、專長訓練年齡體脂肪百分比；下肢無氧動力測驗收集每 5 秒之無氧動力值及最大無氧動力，並計算 30 秒中之平均無氧動力值及 30 秒內下肢動力遞減率、單位體重最大無氧動力及單位體重平均無氧動力值，其中遞減率的計算方式為  $\text{Fatigue index} = (\text{peak power} - \text{lowest power}) \times 100\% / \text{peak power}$ ；間歇無氧動力測驗收集每 15 秒衝刺期間的最大無氧動力、並計算記錄每 15 秒衝刺期間的最大動力 (peak power)、平均動力 (mean power)、疲勞指數 (Power drop)、最大功率衰退率 (peak power deficit) 與平均功率衰退率 (mean power deficit)

### 第五節 統計方法

所有數據資料均以平均數±標準差的方式表示。利用 one-way repeated measurement ANOVA 檢驗準備期、比賽期與過渡期，最大動力值、平均動力值、疲勞遞減值與血液生

化值變化。

以獨立樣本單因子變異數 (one-way ANOVA, independent samples) 分析檢定不同比賽成績與身高、體脂肪與比賽時期下肢無氧動力之差異性，顯著水準設定為  $\alpha < .05$ 。所有資料以 SPSS for Windows 10.0 套裝軟體配合個人電腦加以統計分析。

## 第肆章 結果

### 一、受試者基本資料

受試者基本資料如表一，本研究對象共 27 名（男性 22 名、女性 5 名）。

### 二、血液生化值

受試者血液生化值資料如表二。

#### （一）CK 濃度變化

男、女受試者 CK 濃度均無顯著差異。

#### （二）BUN 濃度變化

男性受試者不同時期 BUN 濃度均無顯著差異；女性受試者在比賽期 BUN 濃度顯著低於過渡期（ $p = 0.009$ ）。

#### （三）UA 濃度變化

男性受試者在準備期 UA 濃度顯著高於過渡期（ $p = 0.008$ ）；女性受試者不同時期 UA 濃度均無顯著差異。

#### （四）Creatinine 濃度變化

男、女受試者 Creatinine 濃度均無顯著差異。

#### （五）Testosterone 濃度變化

男性受試者不同時期 Testosterone 濃度均無顯著差異；女性受試者準備期與過渡期 Testosterone 濃度顯著高於比賽期（ $p$  值分別為 0.011，0.019）。

#### （六）Cortisol 濃度變化

男性受試者比賽期 Cortisol 濃度顯著低於過渡期（ $p = 0.004$ ）；女性受試者比賽期 Cortisol 濃度顯著低於準備期與過渡期（ $p$  值分別為 0.01，0.006）。

(七) SHBG 濃度變化

男性受試者比賽期 SHBG 濃度顯著高於準備期與過渡期 (p 值分別為 0.001, 0.002); 女性受試者在比賽期的 SHBG 濃度顯著高於與過渡期 (p = 0.001)。

(八) T/C 變化

男、女受試者在 T/C 均無顯著差異，如圖六。

三、30 秒無氧動力值與專項無氧動力值變化

受試者 30 秒無氧動力值與專項無氧動力資料如表三。

(一) 30 秒無氧動力值

男、女受試者不同時期 30 秒最大無氧動力、平均無氧動力與疲勞指數均無顯著差異。

(二) 專項無氧動力值變化

各階段間歇無氧動力測驗結果，如圖三、四、五。

(三) 各回合最大動力與平均動力衰退率

男性輕量級在過渡期第一回合 vs 第二回合最大動力衰退率顯著低於準備期與比賽期 (p 值分別為 0.022, 0.018); 而比賽期第一回合 vs 第三回合最大動力衰退率顯著高於準備期與過渡期 (p 值分別為 0.012, 0.007)。男性重量級與女性受試者在不同時期各回合最大動力衰退率均無顯著差異。

男性輕量級在過渡期第一回合 vs 第二回合平均動力衰退率顯著低於準備期與比賽期 (p 值分別為 0.016, 0.09); 而比賽期第一回合 vs 第三回合平均動力衰退率顯著高於過渡期 (p 值為 0.027)。

男性重量級準備期第一回合 vs 第二回合平均動力衰退

率顯著高於過渡期（ $p$  值為 0.023）；女性受試者在不同時期各回合最大動力衰退率均無顯差異。

#### 四、不同比賽成績與身體組成、無氧動力值結果

（一）全運會成績與身體組成、無氧動力值之比較結果顯示有成績與無成績的受試者身體組成與無氧動力值均無顯著差異，如表四。

（二）個人最佳成績與身體組成、無氧動力值之比較結果顯示有成績與無成績的受試者身體組成與無氧動力值均無顯著差異，如表五。

## 第五章 討論

### 一、不同時期血液生化之變化

本研究不同時期血液生化值，也藉以觀察受試者對訓練負荷身體所產生的變化。

受試者在三個時期的 LDH ( 男性： $556\pm 106.7$ mg/dl、 $459.4\pm 92.1$ mg/dl、 $369.8\pm 62.2$ mg/dl；女性： $494.4\pm 73.4$  mg/dl、 $429.0\pm 46.1$ mg/dl、 $322.6\pm 27.5$ mg/dl；分別為準備期、比賽期與過渡期)、CK ( 男性： $534\pm 562.0$ U/L、 $400.0\pm 484.6$  U/L、 $221.1\pm 182.6$  U/L；女性： $304.6\pm 126.1$ U/L、 $395.2\pm 440.7$  U/L、 $80.2\pm 19.2$  U/L；分別為準備期、比賽期與過渡期) 與 UA 值 ( 男性： $7.5\pm 1.6$ mg/dl、 $7.1\pm 1.5$  mg/dl、 $6.5\pm 1.4$  mg/dl；女性： $6.5\pm 0.9$  mg/dl、 $6.3\pm 1.5$  mg/dl、 $5.2\pm 1.3$ mg/dl；分別為準備期、比賽期與過渡期)，都有偏高趨勢，並且都在準備期達到最高，過渡期時降低。顏克典 ( 2003 ) 指出一般安靜時 LDH 標準值為 89-221 mg/dl；CK 標準值為 26-330 U/L；林文強 ( 1996 ) 指出運動員安靜時 UA 超過 7.5-8 mmol/L 顯示達過度疲勞。

顏克典 ( 2003 ) 指出對運動員而言，BUN 約 7-23 mg/dL，超過 23 mg/dL，可能是訓練量過大，需調整訓練負荷。在本研中受試者 BUN 濃度都在標準值內 ( 男性： $14.2$  mg/dL；女性： $10.4$  mg/dL )，顯示無負荷量過大。

荷爾蒙變化部分發現，不同時期 Testosterone 濃度的變化並不大，而在比賽期 cortisol 有下降趨勢。Urhausen, Kindermann ( 2002 ) 指出透過 T/C 可了解體內調控同化-異化代謝之趨勢，也能監測運動能力與疲勞程度，並可作為評定選手身體狀態具體的指標。觀察本研究在不同時期 T/C 與

FAI/C 並無變化。

雖然在觀察荷爾蒙變化值部分，顯示 T/C，同化/異化代謝正常，但在 LDH 與 CK 都有偏高趨勢。Frankiewica, Faff and Sieradzan (1996) 提出，一般在運動強度較大而且持續性時間較長的運動過程中，CK 會升高；在適度運動負荷訓練後，CK 會出現升高的趨勢，經過一段時間恢復後，CK 含量會逐漸恢復至安靜值。顏克典 (2003) 指出 CK 濃度大於 330 U/L 以上，表示肌肉已疲勞，肌肉可能有拉傷、扭傷、挫傷或撞傷之現象。而存在於骨骼肌細胞內的 LDH 一旦出現在血液中，表示骨骼肌細胞膜的通透性升高或骨骼肌細胞損傷。而運動強度與骨骼肌細胞膜的通透性升高或骨骼肌細胞損傷有相關 (Shimomura, Murakami and Nakai, 2000)。本研究在比賽期 LDH (男性：459.4±92.1 mg/dL；女性：429±46.1 mg/dL) 與 CK (男性：400±484.6 U/L；女性：395.2±440.7 U/L) 都有較高趨勢，本篇研究中 CK 高於 1000 U/L 共有兩人；而在不同時期 CK 未達顯著差異的原因為受試者的標準差過大，雖可明顯看出各階段差異，標準差過大可能是在訓練過程中受傷導致許多選手超過標準，所以 CK 未達顯著差異。

觀察不同時期血液生化值得知，雖然受試者 LDH 與 CK 都有偏高的趨勢，但由 Testosterone、cortisol 與 T/C 比值來看，並不是訓練過度而造成 LDH 與 CK 偏高，可能原因為受試者訓練不當而導致運動傷害。因此，在訓練之餘，應注意選手的身體狀況，在受傷時適時的調整訓練方式與進行傷害防護；並且也建議教練、選手使用血液生化值來作為監控選手訓練情形的指標。

## 二、不同時期下肢無氧動力之變化

本研究在不同時期下肢無氧動力發現，雖然加入訓練計劃後，顯示在比賽期對跆拳道選手無氧動力值確實有增加的趨勢，但是在各時期顯示並無顯著差異。研究結果與 Melhim (2001) 提出跆拳道訓練有助於增加無氧能力研究結果相似 (最大動力  $8.1 \pm 1.2 \text{ W/kg}$  進步為  $10.3 \pm 2.0 \text{ W/kg}$ )，但本研究在不同時期變化並不顯著，(男性  $9.2 \pm 1.3 \text{ W/kg}$  進步為  $9.8 \pm 1.0 \text{ W/kg}$ ，女性  $6.9 \pm 0.9 \text{ W/kg}$  進步至  $7.5 \pm 0.9 \text{ W/kg}$ )，可能是作者以初學者作為受試者 (學習經驗 10.4 月)，而本研究受試者學習經驗較長有關 (男性  $10.6 \pm 1.3$  年，女性  $9.8 \pm 1.6$  年)。

比較國外跆拳道選手，發現本研究有較低無氧動力值、平均動力值與較高的疲勞遞減值。國外研究大多數研究指出，優秀跆拳道選手會有較佳無氧動力，Pieter (1991) 提出美國青少年菁英跆拳道選手最大動力  $11.78 \pm 2 \text{ W/kg}$ 。Heeler 等 (1998) 也指出成功的跆拳道選手有較高的無氧能力 (最大動力男性  $14.7 \pm 1.3 \text{ W/kg}$ ，女性  $10.1 \pm 1.2 \text{ W/kg}$ )。但 Lin 等 (2006) 研究台灣奧運培訓隊選手無氧動力值 (最大動力男性  $8.42 \pm 0.86 \text{ W/kg}$ ；女性  $6.56 \pm 0.60 \text{ W/kg}$ )，低於本研究受試者 (最大動力男性  $9.8 \pm 1 \text{ W/kg}$ ；女性  $7.5 \pm 0.9 \text{ W/kg}$ )。平均無氧動力部分，美國菁英跆拳道選手平均無氧動力值男性  $9.2 \pm 1.2 \text{ W/kg}$ ；女性  $7.9 \pm 1.2 \text{ W/kg}$  (Pieter, 1991)。高於本研究男性  $7.5 \pm 0.9 \text{ W/kg}$ ；女性  $5.9 \pm 0.6 \text{ W/kg}$ 。本研究疲勞遞減值男性約在 41.2%，女性約在 34.2% 與而 Lin 等 (2006) 研究相似 (男性平均 40-50%，女性平均 30-40%)。美國菁英跆拳道選手男性選手約在 37.7%，女性選手約在 42.6%。顯示台灣選手無氧能力較低。

本研究在 30 秒無氧動力值高於台灣奧運培訓隊選手

(Lin 等，2006)，其主要原因為培訓隊選手大部分非國內頂尖選手少部分為青少年國家代表隊選手與奧運選手差距甚多，而本研究受試者所屬全國大專運動會團體冠軍之隊伍，並涵蓋多位國家代表隊選手；因此，也符合國外學者指出成功跆拳道選手有較高的無氧能力（Heeler 等，1998）。但台灣選手無氧動力值低於國外選手，卻在 2004 年雅典奧運拿下兩金一銀的佳績，其原因可能是台灣選手學習經驗較長，並且在訓練上大多以技術為主，體能為輔。由以上也可得知，跆拳道比賽體能並非比賽的主要關鍵，但若是有的技術，在加強無氧動力方面訓練，相信對比賽成績會有所幫助。

### 三、仿照比賽間歇無氧測驗

在仿照比賽間歇無氧測驗中，不同時期的最大動力與平均動力值都有同樣情形，在第一回合開始後動力值開始下滑，直到第一回合休息結束後，第二回合開始恢復到約第二組動力值後，又開始下滑直到第二回合休息結束，第三回合開始恢復到接近第五組的動力值之後，動力值下滑到結束；在動力下滑情形，與比賽實際情形相似。疲勞指數部分則是在測驗中的休息時間後有較低的疲勞指數，各組疲勞指數差異不大，但最後一組疲勞指數有較高趨勢。

而由最大、平均功率衰退率得知，男性受試者第一回合 vs 第三回合功率率退率最高，顯示男性受試者在間歇無氧測驗體能下滑較多；女性受試者則是在第一回合 vs 第二回合功率率退率最高，表示女性受試者體能在第二回合下降最多。男性輕量級在比賽期的第一回合 vs 第二回合與第一回合 vs 第三回合功率衰退率最高；而在過渡期最大、平均功率衰退

值顯著低於準備期與比賽期，顯示經過休息恢復後，間歇無氧測驗體能下降低於其他時期。男性重量級則是在三個時期的最大、平均功率衰退率都較高於其他受試者，因此重量級選手應加強體能訓練，以避免比賽時體能下滑過多，而無法正常發揮應有的比賽水準。

本研究間歇無氧測驗仿照比賽進行，與實際比賽情形相似，由間歇無氧測驗得知比賽體能狀況，從比賽一開始體能開始下滑，在中間休息時間體能稍微恢復，但無法恢復至比賽前水準。而由各回合功率衰退率，瞭解不同量級與性別受試者在每一回合體能下降情形。因此，針對模擬比賽測驗情形去調整訓練內容，相信對選手賽場體能方面會有所幫助。

#### 四、比賽成績與身體組成、無氧動力值之比較

本研究中不同比賽成績與身體組成、無氧動力值顯示無顯著相關，與 Heeler 等(1998)、Lin 等(2006)研究不同。Heeler 等(1998)研究捷克國家代表隊選手顯示，成績較好跆拳道選手有較高的無氧能力。Lin 等(2006)指出比賽成績較佳的選手比較一般選手會有較高的無氧動力(C.H.H 最大動力值 9.34 W/kg，S.S.C 最大動力值 6.84W/kg)。

而在選手近兩年最佳成績與身體組成與型態、無氧動力值也有無顯著相關。但在重量級男性與女性國際級受試者，顯示身高高於其他層級受試者，這與 Kazemi 等(2006)研究結果相似，身材較高的體型在比賽中有較大優勢。

影響比賽成績因素有很多，除了技術與體能可控制的原因以外，其他如選手心理、裁判因素、地主優勢....等，都是無法控制、預測的。因此有了絕佳技術與良好體能不一定能

成功拿下獎牌，但技術與體能卻是構成成功所需具備的。

## 第陸章 結論與建議

### 第一節 結論

- 一、本研究受試者在血液生化值顯示 LDH、CK 與 UA 偏高，BUN、Testosterone、Cortisol 與 T/C 皆在正常值。LDH、CK 與 UA 偏高原因可能是運動傷害，因此，除了配合訓練計畫調整訓練負荷以外，也應注意選手身體狀況，並且在受傷時減少訓練負荷與進行傷害防護。
- 二、受試者在間歇無氧測驗中，男性輕量級在比賽期的第一回合 vs 第二回合與第一回合 vs 第三回合功率衰退率最高；男性重量級則是在三個時期的最大、平均功率衰退率都較高於其他受試者；而女性受試者則是在第一回合 vs 第二回合功率衰退率最高。瞭解不同量級與性別受試者在每一回合體能下降情形，去調整訓練內容，相信對選手賽場體能方面會有所幫助。
- 三、比賽成績與身體組成、無氧動力值之比較，均無顯著差異。但在重量級男性與女性國際級受試者，顯示身高高於其他層級受試者。
- 四、本研究顯示，較佳比賽成績並不代表會有較高的無氧動力值，可能原因為台灣選手比國外選手學習經驗較長，並且在訓練上大多以技術、戰術為主。
- 五、跆拳道相關研究支持增加有氧能力對跆拳道訓練有所幫助。因為跆拳道在攻擊時主要能量來源為無氧能力，但在進行長時間的訓練與比賽當中的休息，也需要依賴有氧系統來進行恢復，因此，除了無氧能力以外，增加有氧能力也是相當重要的。

## 第二節 建議

- 一、在訓練上可增加無氧體能訓練（無氧踢擊、短時間衝刺..），也並且針對間接無氧測試結果，對不同量級、性別選手，加強與調整訓練課表，相信對選手賽場體能有所幫助。
- 二、未來可多觀察幾個賽季，以瞭解不同時期跆拳道選手生理與體能變化，提供教練與選手作為訓練參考。
- 三、本研究女性受試者較少，可增加女性受試者，近年來台灣女性跆拳道選手在國外大賽表現亮眼，因此可觀察女性受試者在各個賽季的變化。
- 四、未來研究可觀察一天比賽當中，場次與場次之間的體能恢復以及能量消耗情形。

## 參考文獻

- 李後政、許志耀、呂學冠 (2005)。間歇運動的理論與實際運用：以跆拳道為例。 *運動教練科學*，5，35-50。
- 林建德、洪睿聲 (2003)。運動訓練與睪固酮、皮質醇。 *中華體育*，17(3)，11-23。
- 林正常、蔡崇濱、劉立宇、林政東、吳忠芳 (譯) (2001)。 *運動訓練法*：藝軒圖書出版社。(Bompa, T. D., 1999)
- 林榮培 (2002)。跆拳道運動員專項體能與致勝要素探討。 *中華體育*，16(1)，112-120。
- 林文強 (1996)。 *運動負荷的生化評定*。廣州：廣東高等教育出版社。
- 黃靜美、林正常 (2005)。青少年跆拳道選手減重相關現象之調查。 *運動生理暨體能學報*，3，87-96。
- 黃志雄 (2000)。跆拳道週期訓練計畫。 *文化體育*，17，92-98。
- 邱共鈺、蔡明志 (2006)。2006年卡達亞運跆拳道培訓隊專項體能訓練計畫。 *運動教練科學*，7，96-106。
- 徐台閣 (2005)。再創奧運顛峰。 *國民體育季刊*，34(4)，21-25。
- 張愛芳 (2005)。 *實用運動生物化學*。北京市：北京體育大學出版社。
- 葉憲清 (2003)。 *運動訓練法*。台北市：師大書苑有限公司。
- 顏克典 (2003)。訓練檢測與評估。中華民國手球協會資訊網。  
資料引自 [http://www.handball.org.tw/train\\_list.asp](http://www.handball.org.tw/train_list.asp)。
- Butios, S., Tasika, N. (2007). Changes in heart rate and blood lactate concentration as intensity parameters during simulated Taekwondo competition. *Journal of Sports*

- Medicine & Physical Fitness*, 47 (2), 179-185.
- Chen, Y.J., Serfass, R.C., Apple, F.S.(2000).Loss of myocardial CK-MB into the circulation following 3.5 hours of swimming in a rat model. *International Journal of Sports Medicine*, 21(8), 561-565.
- Ferreira, L.D., Brau, L., Nikolovski, S., Raja, G., Palmer, T. N., Fournier, P.A.(2001). Effect of streptozotocin-induced diabetes on glycogen resynthesis in fasted rats post-high-intensity exercise. *American Journal of Physiological Endocrinology and Metabolism*. 280(1),83-91.
- Franchini, E, Takito, M.Y., Nakamura, F.Y., Matsushige, K.A., Kiss, M.A.P.M. ( 2003 ) .Effects of recovery type after a judo combat on blood lactate removal and on performance in an intermittent anaerobic task.*The Journal of Sports Medicine and Physical fitness*, 43,424-431.
- Frankiewica, J.A., Faff, J., Sieradzan, G.B.(1996).Changes in concentrations of tissue free radical marker and serum creatine kinase during the post-exercise period in rat. *European Journal of Applied Physiology*,74(5),470-474.
- Heeler, J., Peric, T., Dlouha, R., Kohlikova, E., Melichna , J., Novakova, H. (1998).Physiological profiles of male female taekwon-do (ITF) black belts. *Journal of Sports Sciences*, 16(3), 243-249.
- Hooper, S.L., Mackinnon, L.T., Howard, A., Gordon, B.D., Bachmann, A.W.,(1995). Marker for monitoring

- overtraining and recovery. *Medicine and Science in Sport Exercise*, 24, 106-112.
- Inbar, O., Bar-Or, O., Skinner, J.S. (1996). *The Wingate anaerobic test*. Human Kinetics, Champaign, IL.
- Jurimate, J., Jurimate, T., Purge, P. (2001). Plasma testosterone and cortisol responses to prolonged sculling in male competitive rowers. *Journal of Sports Sciences*, 19(11), 893-898.
- Kazemi, M., Waalen, J., Morgan, C., White, A. R. (2006). A Profile of Olympic Taekwondo competitors, *Journal of Sports Science and Medicine*, 5, 114-121.
- Kacsoh, B. (2000). *Endocrine Physiology*. New York: McGraw-Hill.
- Lin, W.L., Yen, K.T., Doris Lu, C.Y., Huang, Y.H., Chang, C.K. (2006). Anaerobic capacity of elite Taiwanese Taekwondo athletes. *Science & Sports*, 21, 291-293.
- Markovic, G., Misigoj-Durakovic, M., Trninic, S. (2005). Fitness profile of elite Croatian female taekwondo athletes. *Collegium Antropologicum Coll*, 29(1), 93-99.
- Melhim, A. F., (2001). Aerobic and anaerobic power responses to the practice of taekwon-do. *British Journal of Sports Medicine*, 35 (4), 231-234.
- Pieter, W. (1991). Performance characteristics of elite Taekwondo athletes, *Korean Journal of Sport Science*, 3, 94-117.
- Shimomura, Y., Murakami, T., Nakai, N. (2000). Suppression

- of glycogen consumption during acute exercise by dietary branched chain amino acids in rats. *Journal of Nutritional Science Vitaminology*, 46(2), 71-77.
- Thompson, W. R., Vinueza, C. (1991). Physiologic profile of Tae Kwon Do black belts. *Sports Medicine and Training Rehabilitation*, 3(1), 49-53.
- Toskovic, N. N., Blessing, D., Williford, H. N. (2002). The effect of experience and gender on cardiovascular and metabolic responses with dynamic Tae Kwon Do exercise. *Journal Strength Conditioning Research*. 16(2), 278-285.
- Urhausen, A., Kindermann, W. (2002). Diagnosis of overtraining: what tools do we have. *Sports Medicine*, 32(2), 95-102.

表一 受試者基本資料

	男性輕量級 ( n=12 )	男性重量級 ( n=10 )	女性 ( n=5 )
年齡 ( 年 )	20±1.3	25.07±3.2	21.02±0.5
身高 ( cm )	171.64±2.2	181.2±5.1	167.2±5.4
體重 ( kg )	65±5.7	82.1±9.2	58.8±4.3
BMI ( kg/m <sup>2</sup> )	22.05±1.7	25.07±3.2	21±0.5
體脂肪百分比 ( % )	15.46±3.1	19.87±7	23.2±2.9
訓練經驗 ( 年 )	10.82±1.3	10.6±1.4	9.8±1.6

表二 不同時期血液生化值濃度變化

	男性 (n=22)			女性 (n=5)		
	準備期	比賽期	過渡期	準備期	比賽期	過渡期
LDH (mg/dl)	556±106.7 <sup>c</sup>	459.4±92.1 <sup>b</sup>	369.8±62.2 <sup>a</sup>	494.4±73.4 <sup>c</sup>	429±46.1 <sup>b</sup>	322.6±27.5 <sup>a</sup>
CK (U/L)	534±562	400±484.6	221.1±182.6	304.6±126.1	395.2±440.7	80.2±19
UA (mg/dl)	7.5±1.6 <sup>a</sup>	7.1±1.5 <sup>ab</sup>	6.5±1.4 <sup>b</sup>	6.5±0.9	6.3±1.5	5.2±1.3
Creatinine						
(mg/dl)	1.1±0.1	1.1±0.1	1.1±0.1	1±0.1	1±0.1	1±0.1
BUN (mg/dl)	14.1±3	14.2±3.3	15±2.3	13.2±4.7 <sup>ab</sup>	10.4±2.5 <sup>a</sup>	14±1.7 <sup>b</sup>
Testosterone						
(mg/ml)	20.3±5.2	21.2±4.4	22.3±5.8	1.1±0.4 <sup>b</sup>	0.6±0.3 <sup>a</sup>	0.9±0.4 <sup>b</sup>
Cortisol						
(mu/dl)	377.3±118.2 <sup>b</sup>	363±141.7 <sup>a</sup>	442.3±139.2 <sup>b</sup>	527.2±173.8 <sup>ab</sup>	406.9±195.7 <sup>a</sup>	529.6±168 <sup>b</sup>
SHBG						
(nmol/L)	19.1±6 <sup>ab</sup>	22.4±6.3 <sup>b</sup>	20.2±5.2 <sup>a</sup>	38.6±12.7 <sup>a</sup>	50.2±19.9 <sup>b</sup>	36.7±18.9 <sup>a</sup>
T/C	6±2.6	6.1±4.5	0.2±0.2	7.5±5.9	0.2±0.2	0.2±0.1
FAI/C	33.7±17.6	32.7±30.1	0.6±0.6	36.4±32.2	0.8±0.8	0.7±0.6

備註：不同字母代表顯著差異， $p < 0.05$ 。

表三 各階段 Wingate anaerobic test 結果

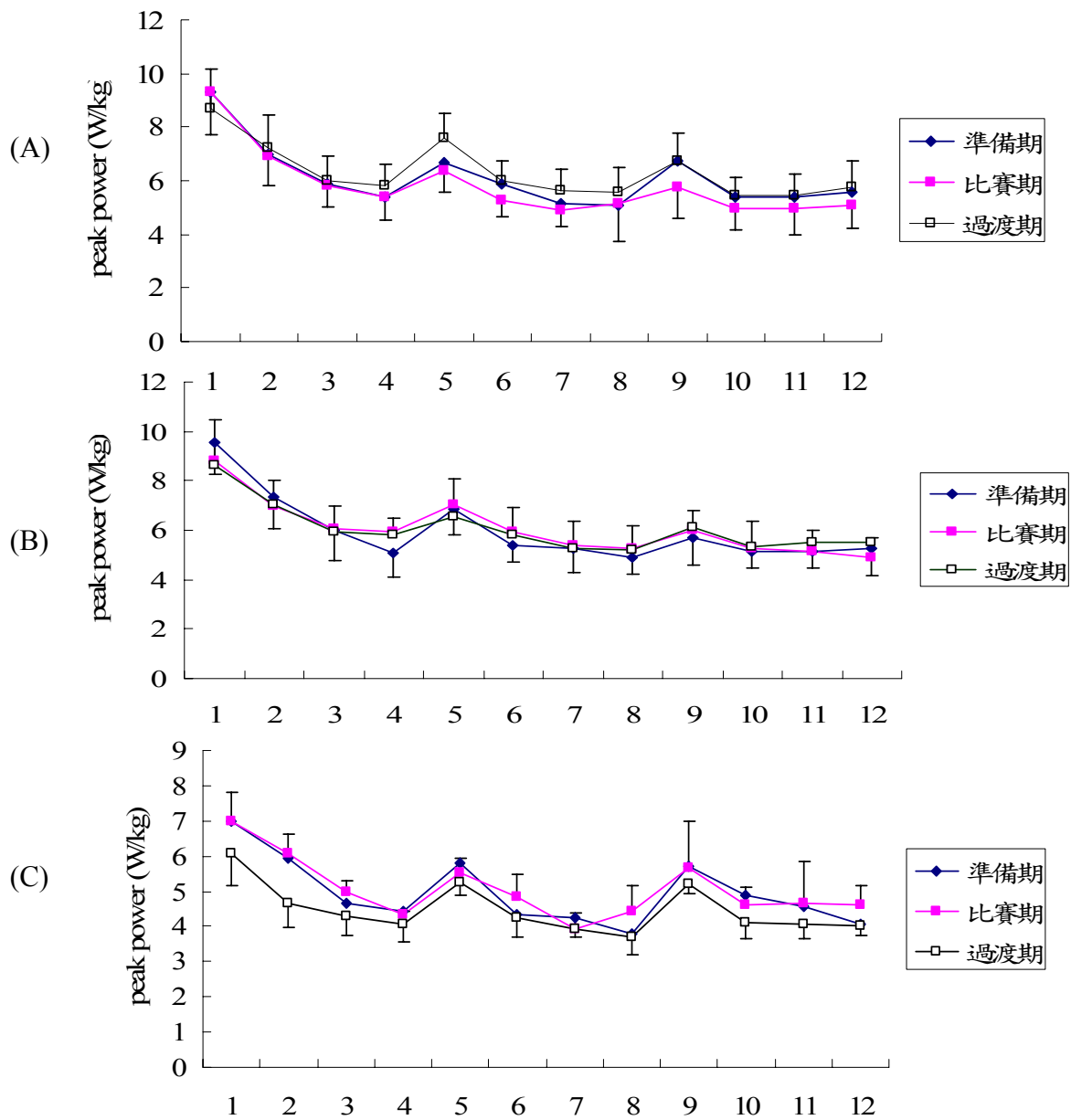
	男性輕量級 (n=12)			男性重量級 (n=10)			女性 (n=5)		
	準備期	比賽期	過渡期	準備期	比賽期	過渡期	準備期	比賽期	過渡期
最大動力值 (W/kg)	9.2±1.3	9.8±1	9.4±1.5	9.3±1.5	9.6±1.0	9.0±1.7	6.9±0.9	7.5±0.9	7.3±0.6
平均動力值 (W/kg)	7.2±1.1	7.5±0.9	7.2±1.1	7.2±1.4	7.2±1.0	7.0±1.2	5.9±0.8	5.9±0.6	6±0.6
疲勞指數 (%)	36.5 ±8.6	41.2 ±6.8	39.3 ±10	36.9 ±10.1	42.0 ±6.5	39.2 ±7.9	27.4 ±6.3	34.2 ±4.6	32.5 ±8.4

表四 全運會成績與身體組成、無氧動力值之比較

	男性輕量級 (n=12)		男性重量級 (n=10)		女性 (n=5)	
	有成績	無成績	有成績	無成績	有成績	無成績
	(n=2)	(n=10)	(n=3)	(n=7)	(n=2)	(n=3)
身高 (cm)	169.5±0.7	170.8±4.6	182.3±0.6	180.7±6.2	170.0±5.7	165.3±5.5
體脂肪 (%)	13.0±2.1	17.0±4.1	20.1±6.1	19.8±7.9	22.2±0.4	23.9±3.8
BMI	21.4±2.8	22.3±1.5	26.0±3.3	24.7±3.4	20.8±0.6	21.2±0.5
最大動力值 (W/kg)	11.0±1.1	9.9±1.0	9.4±2.0	9.2±0.9	7.2±0.7	7.7±1.1
平均動力值 (W/kg)	8.6±0.8	7.7±0.7	7.3±1.8	6.7±0.7	5.8±0.3	6.0±0.8
疲勞指數 (%)	42.3±1.1	40.2±8.0	44.0±7.4	43.2±6.2	31.3±6.7	36.1±2.4

表五 最佳成績與身體組成、無氧動力值之比較

	男性輕量級 (n=12)			男性重量級 (n=10)			女性 (n=5)	
	國際級 (n=3)	國家級 (n=7)	縣市級 (n=2)	國際級 (n=5)	國家級 (n=3)	縣市級 (n=2)	國際級 (n=1)	國家級 (n=4)
身高 (cm)	170.8 ±2.1	170.0 ±5.3	172. 5±2.1	184.0 ±3.4	179.7 ±2.5	176.5 ±9.2	174.0	165.5 ±4.5
體脂肪 (%)	14.6±0.3	17.5±4.9	14.5±4.0	20.9±8.2	15.9±4.8	23.3±7.5	21.9	23.6±3. 21.0±0.
BMI	21.8±2.2	22.5±1.8	21.9±0.6	25.6±3.7	23.6±2.0	26.0±4.9	21.2	6
最大動力 (W/kg)	9.7±1.3	10.3±1.1	9.7±0.6	9.1±1.5	9.8±1.0	8.7±0.3	6.7	7.7±0.9
平均動力 (W/kg)	7.4±0.8	8.0±0.8	7.9±0.7	6.8±1.1	7.4±1.3	6.9±0.7	5.6	6.0±0.7
疲勞指數 (%)	40.8±9.6	42.7±5.7	32.8±7.1	45.3±7.0	40.8±7.2	42.6±1.2	26.5	36.1±1. 9

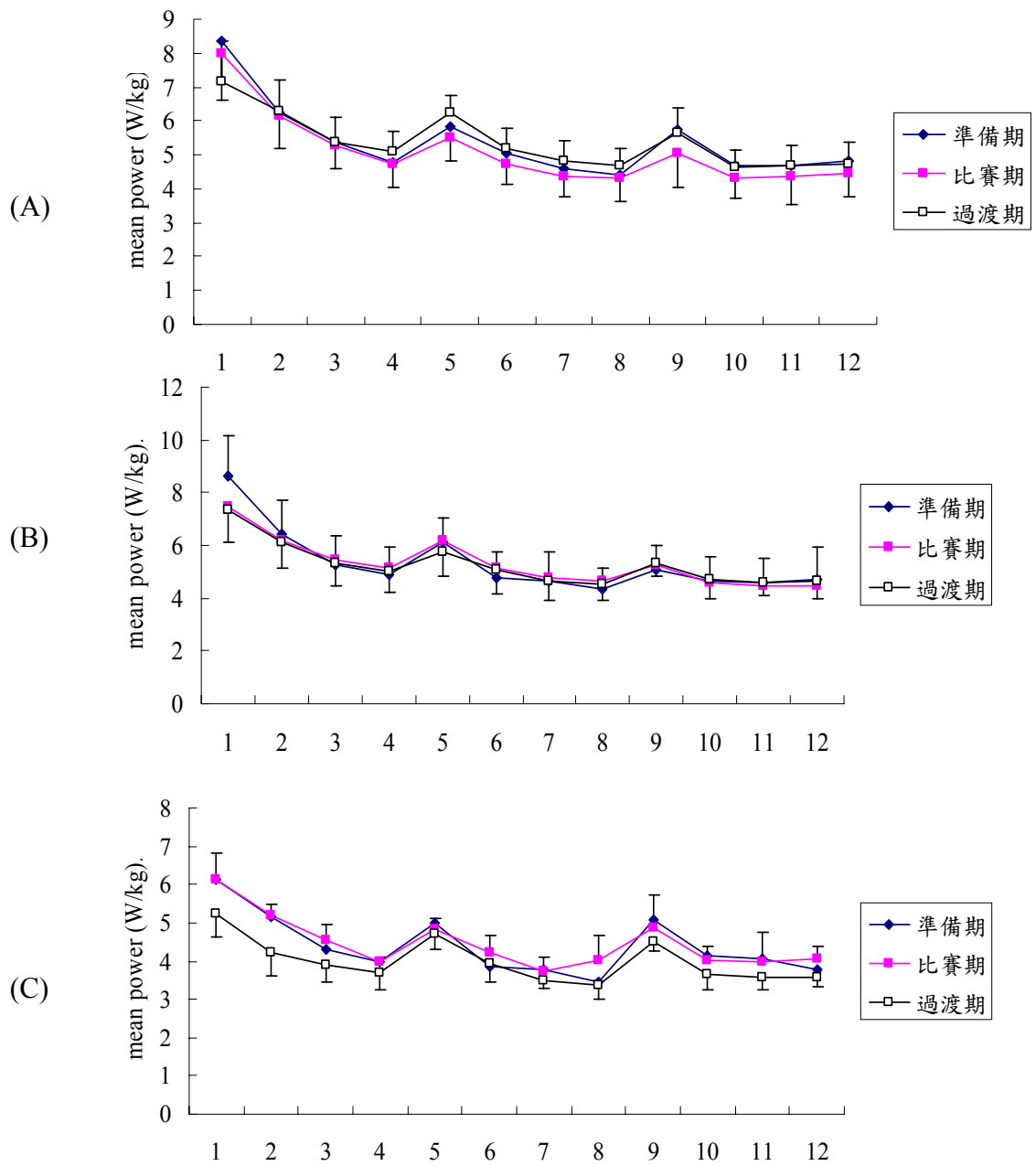


圖三 不同組別各階段間歇無氧測驗最大動力值結果

(A) 男性輕量級

(B) 男性重量級

(C) 女性

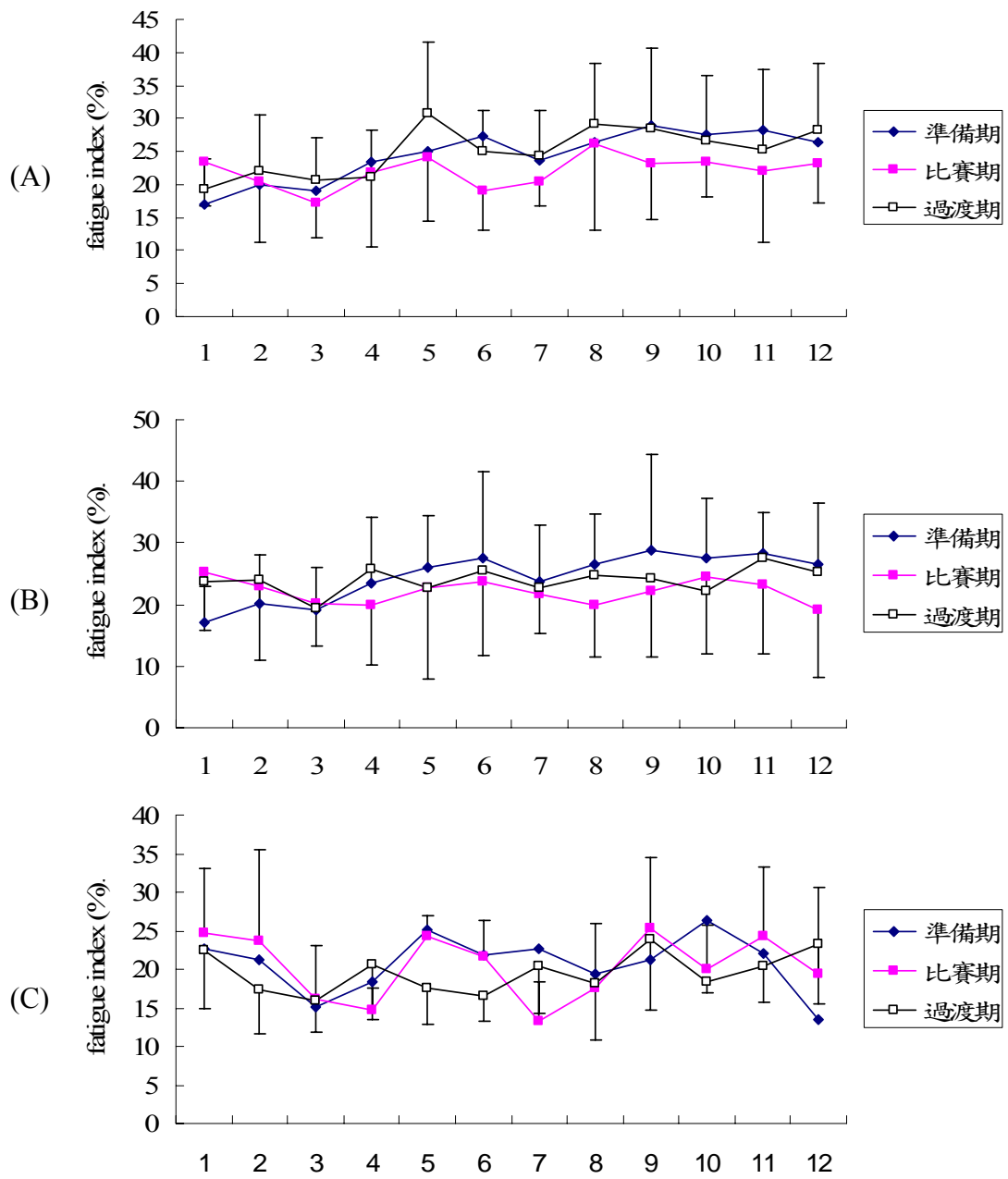


圖四 不同組別各階段間歇無氧測驗平均動力值結果

(A) 男性輕量級

(B) 男性重量級

(C) 女性

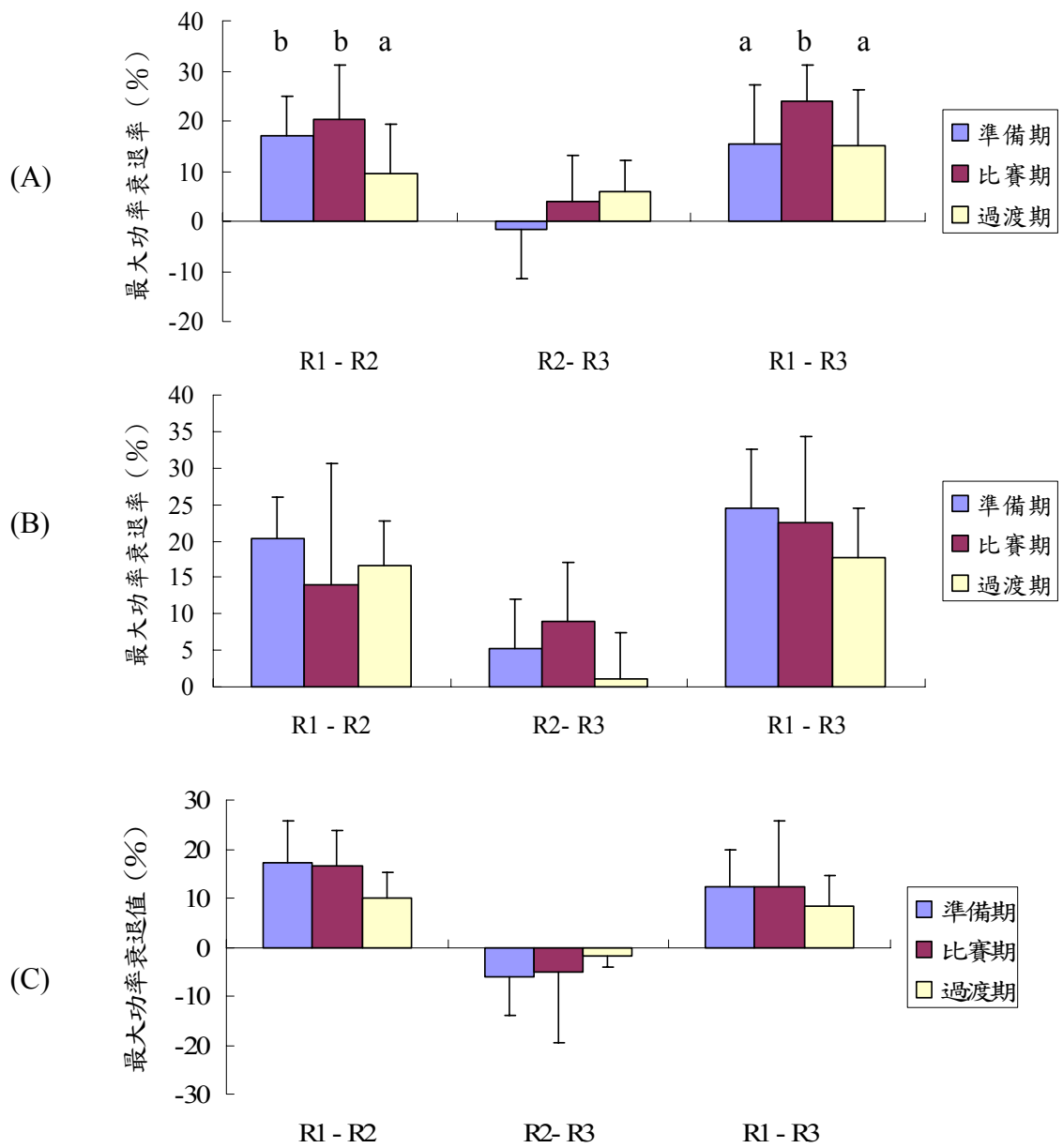


圖五 不同組別各階段間歇無氧測驗疲勞指數結果

(A) 男性輕量級

(B) 男性重量級

(C) 女性



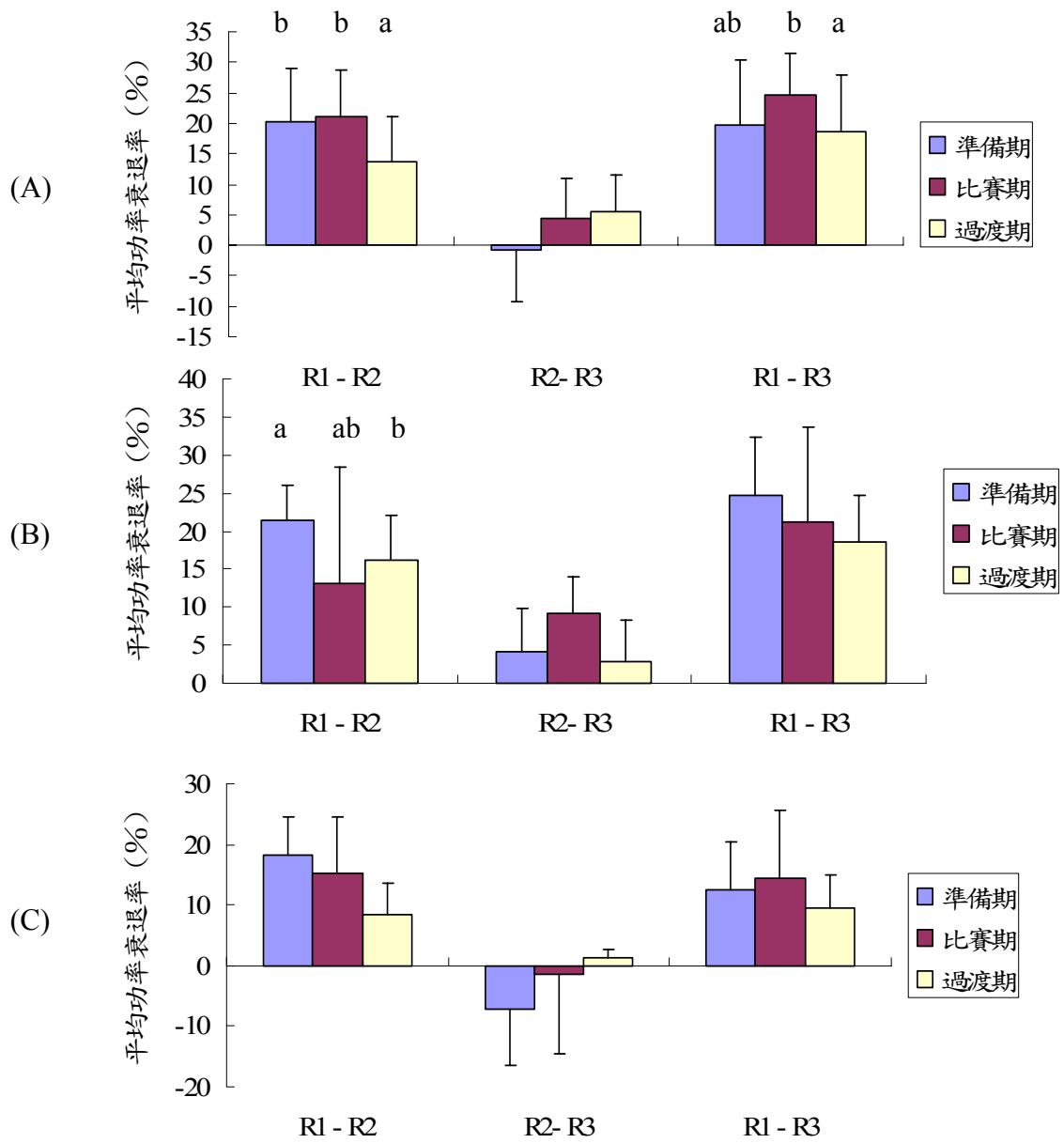
圖六 不同組別各回合最大功率衰退值

(A) 男性輕量級

(B) 男性重量級

(C) 女性

備註：不同字母代表顯著差異， $p < 0.05$ ；R1=第一回合，以此類推。



圖七 不同組別各回合最大功率衰退值

(A) 男性輕量級

(B) 男性重量級

(C) 女性

備註：不同字母代表顯著差異， $p < 0.05$ 。



附錄二 比賽成績分級表

全運會成績分級表	
有成績	1-6 名
無成績	無

最佳成績分級表	等級
國際級（國手、全國第一名）	1
國家級（全國性比賽第二、三名）	2
縣市級（縣市比賽前三名）	3

附錄三 男性輕量級各階段間歇無氧測驗結果

男性輕量級 (n=12)									
組	最大功率 (W/kg)			平均功率 (W/kg)			疲勞指數 (%)		
	準備期	比賽期	過渡期	準備期	比賽期	過渡期	準備期	比賽期	過渡期
1	9.28±1.4	9.30±1.6	8.69±1.5	8.34±1.4	8.00±1.4	7.16±1.2	17.06±6.0	23.49±6.0	9.28±1.4
2	6.96±1.0	6.91±1.1	7.23±1.2	6.26±0.8	6.17±1.0	6.30±0.9	20.04±8.1	20.33±9.0	6.96±1.0
3	5.88±0.9	5.83±0.8	6.02±0.9	5.39±0.9	5.28±0.7	5.39±0.7	19.03±7.1	17.31±5.4	5.88±0.9
4	5.40±0.8	5.41±0.9	5.81±0.8	4.76±0.7	4.74±0.7	5.11±0.6	23.42±10.7	21.91±11.0	5.40±0.8
5	6.66±1.1	6.38±0.8	7.58±0.9	5.81±1.0	5.50±0.7	6.25±0.5	25.10±8.6	24.13±9.7	6.66±1.1
6	5.90±0.9	5.27±0.6	6.01±0.7	5.03±0.8	4.74±0.6	5.19±0.6	27.43±14.1	19.1±6.0	5.90±0.9
7	5.14±1.0	4.87±0.6	5.61±0.8	4.57±1.0	4.37±0.6	4.81±0.6	23.74±9.2	20.35±3.5	5.14±1.0
8	5.07±0.8	5.12±1.4	5.56±0.9	4.42±0.9	4.31±0.7	4.69±0.5	26.46±8.2	26.17±13.1	5.07±0.8
9	6.73±1.2	5.78±1.2	6.76±1.0	5.73±0.9	5.04±1.0	5.67±0.7	28.95±15.5	23.12±8.5	6.73±1.2
10	5.38±0.7	4.95±0.8	5.44±0.7	4.68±0.8	4.32±0.6	4.65±0.5	27.55±9.8	23.48±5.4	5.38±0.7
11	5.38±0.9	4.98±1.0	5.45±0.8	4.69±0.7	4.35±0.8	4.68±0.6	28.35±6.6	21.98±10.7	5.38±0.9
12	5.59±0.9	5.11±0.9	5.73±1.0	4.84±0.9	4.46±0.7	4.75±0.6	26.49±10.0	23.25±6.0	5.59±0.9

附錄四 男性重量級各階段間歇無氧測驗結果

男性重量級 (n=10)									
組	最大功率 (W/kg)			平均功率 (W/kg)			疲勞指數 (%)		
	準備期	比賽期	過渡期	準備期	比賽期	過渡期	準備期	比賽期	過渡期
1	9.57±1.3	8.79±1.7	8.65±1.5	8.64±1.5	7.44±1.5	7.34±1.2	17.06±6.0	25.21±9.3	23.6±7.4
2	7.35±1.3	7.01±1.0	7.02±1.1	6.42±1.3	6.21±1.2	6.12±1.0	20.04±8.1	23.02±12.0	23.96±7.3
3	5.98±1.2	6.08±0.9	5.94±0.9	5.27±1.1	5.42±0.9	5.34±0.9	19.03±7.1	20.11±6.9	19.30±6.8
4	5.10±1.0	5.92±0.6	5.81±0.9	4.92±1.0	5.16±0.6	5.02±0.8	23.42±10.7	19.99±9.8	25.77±9.5
5	6.83±1.0	7.06±1.0	6.54±0.7	6.13±0.9	6.18±1.0	5.75±0.9	25.91±8.6	22.6±14.6	22.68±9.8
6	5.40±0.7	5.92±1.0	5.83±1.0	4.76±1.0	5.12±0.8	5.06±0.9	27.43±14.1	23.68±12.0	25.62±6.8
7	5.28±1.0	5.37±1.0	5.28±0.8	4.65±1.1	4.78±0.8	4.64±0.7	23.74±9.2	21.61±6.2	22.71±8.7
8	4.92±0.7	5.26±0.9	5.23±0.6	4.36±0.8	4.67±0.8	4.53±0.6	26.46±8.2	19.95±8.4	24.71±9.0
9	5.71±1.1	6.02±0.8	6.13±0.7	5.09±0.9	5.27±0.6	5.32±0.5	28.95±15.5	22.25±10.7	24.15±12.0
10	5.14±0.7	5.28±1.1	5.30±0.8	4.65±0.9	4.57±0.8	4.69±0.7	27.55±9.8	24.61±12.6	22.11±6.1
11	5.14±0.7	5.17±0.8	5.49±0.5	4.60±0.9	4.50±0.8	4.58±0.5	28.35±6.6	23.31±11.3	27.54±8.0
12	5.26±1.1	4.89±0.8	5.50±0.9	4.73±1.2	4.47±0.8	4.67±0.7	26.49±10.0	19.04±10.8	25.29±9.6

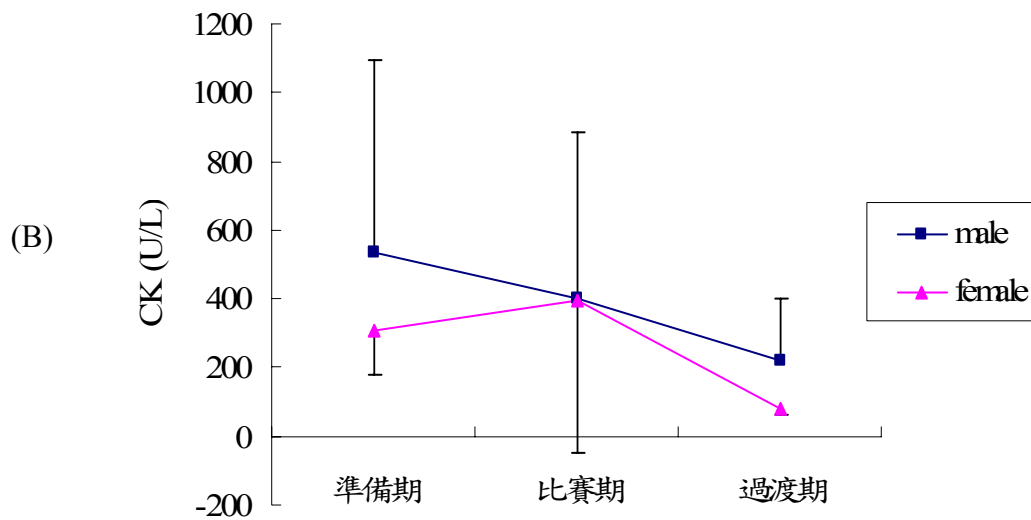
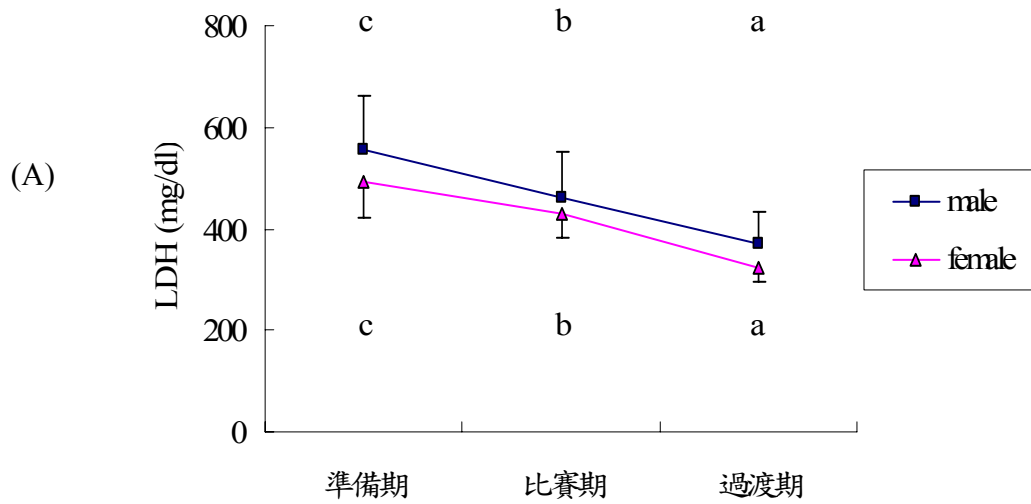
附錄五 女性重量級各階段間歇無氧測驗結果

女性 (n=5)									
組	最大功率 (W/kg)			平均功率 (W/kg)			疲勞指數 (%)		
	準備期	比賽期	過渡期	準備期	比賽期	過渡期	準備期	比賽期	過渡期
1	7.00±0.8	7.00±0.8	6.08±0.9	6.14±0.7	6.15±0.7	5.22±0.6	22.64±11.0	24.7±8.3	22.45±7.6
2	5.95±1.3	6.08±0.6	4.65±0.7	5.16±1.0	5.20±0.3	4.21±0.6	21.23±11.3	23.73±11.8	17.27±5.6
3	4.66±0.7	4.96±0.3	4.29±0.5	4.32±0.7	4.56±0.4	3.88±0.4	15.08±3.1	16.12±6.9	16.00±4.2
4	4.44±0.8	4.36±0.1	4.08±0.5	4.00±0.7	3.99±0.1	3.68±0.4	18.44±11.3	14.67±2.9	20.58±7.1
5	5.81±0.8	5.53±0.4	5.26±0.4	4.98±0.7	4.84±0.3	4.70±0.4	25.15±6.7	24.35±2.5	17.58±4.7
6	4.32±0.6	4.82±0.6	4.27±0.6	3.85±0.6	4.21±0.5	3.93±0.5	21.91±7.6	21.63±4.6	16.56±3.3
7	4.27±0.5	3.95±0.4	3.92±0.2	3.77±0.5	3.73±0.4	3.51±0.2	22.71±12.4	13.31±5.0	20.49±6.2
8	3.80±0.6	4.41±0.8	3.69±0.5	3.46±0.6	4.01±0.7	3.39±0.4	19.43±8.4	17.63±8.3	18.09±7.3
9	5.72±0.5	5.67±1.3	5.20±0.3	5.08±0.3	4.89±0.8	4.52±0.2	21.18±7.3	25.39±9.2	23.93±9.2
10	4.88±0.5	4.60±0.5	4.12±0.5	4.15±0.6	4.01±0.4	3.64±0.4	26.38±9.5	20.06±5.7	18.27±1.4
11	4.57±1.0	4.66±1.2	4.06±0.4	4.05±0.6	3.98±0.8	3.58±0.3	22.03±7.0	24.19±9.0	20.47±4.8
12	4.05±0.4	4.61±0.3	4.03±0.3	3.77±0.4	4.08±0.3	3.59±0.3	13.41±2.5	19.34±11.2	23.21±7.7

附錄六 各回合功率衰退率

		男性輕量級 ( n=12 )			男性重量級 (n=10)			女性 (n=5)		
		R1-R2	R2-R3	R1-R3	R1-R2	R2-R3	R1-R3	R1-R2	R2-R3	R1-R3
最大 動力 值	準備期	16.99 ±8.0 <sup>b</sup>	-1.68 ±9.7	15.54 ±11.7 <sup>a</sup>	20.41 ±5.6	5.25 ±6.8	24.53 ±8.1	17.26 ±8.4	-6.22 ±7.6	12.4 ±7.3
	比賽期	20.2 ±10.8 <sup>b</sup>	4.03 ±9.1	24.0 ±7.1 <sup>b</sup>	14.05 ±16.5	9.0 ±8.1	22.44 ±11.9	16.31 ±7.2	-4.96 ±14.5	12.29 ±13.3
	過渡期	9.66 ±9.8 <sup>a</sup>	5.96 ±6.1	14.97 ±11.2 <sup>a</sup>	16.63 ±6.0	1.1 ±6.4	17.63 ±6.8	10.01 ±5.2	-1.67 ±2.4	8.48 ±6.0
平均 動力 值	準備期	20.22 ±8.7 <sup>b</sup>	-0.79 ±8.6	19.61 ±10.8 <sup>a,b</sup>	21.49 ±4.5 <sup>a</sup>	4.23 ±5.7	24.6 9±7.6	18.14 ±6.4	-7.1 ±9.4	12.51 ±7.9
	比賽期	21.03 ±7.6 <sup>b</sup>	4.42 ±6.6	24.7 ±6.8 <sup>b</sup>	13.11 ±15.3 <sup>a,b</sup>	9.11 ±4.8	21.27 ±12.5	15.23 ±9.3	-1.5 ±12.9	14.3 ±11.2
	過渡期	13.75 ±7.2 <sup>a</sup>	5.59 ±6.0	18.48 ±9.5 <sup>a</sup>	16.13 ±5.9 <sup>b</sup>	2.89 ±5.4	18.64 ±6.1	8.35 ±5.2	1.2 ±1.4	9.45 ±5.4

附錄七 各階段血液生化圖

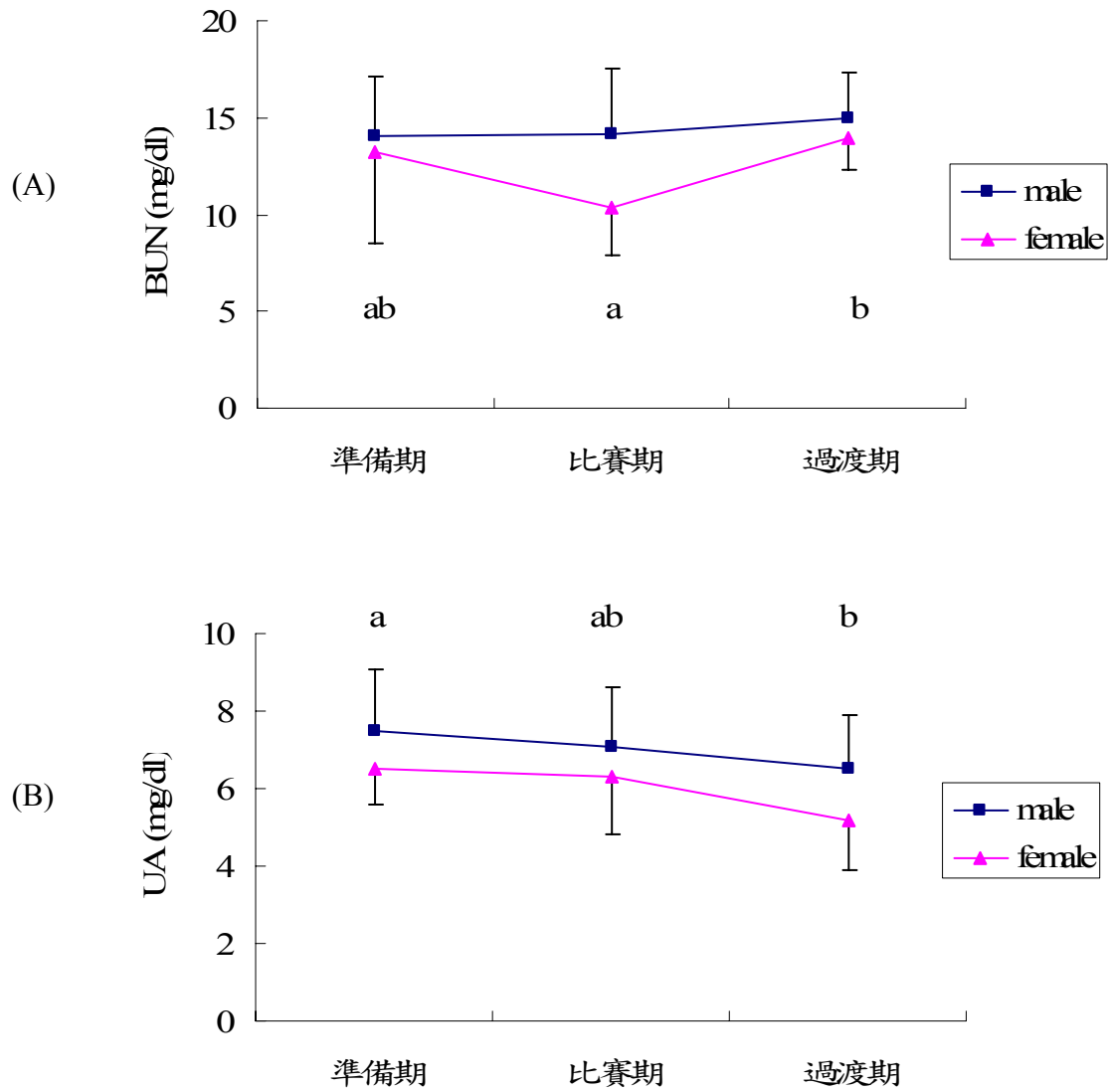


(A) 各階段 LDH 濃度結果

(B) 各階段 CK 濃度結果

備註：不同字母代表顯著差異， $p < 0.05$ 。

附錄八 各階段血液生化圖

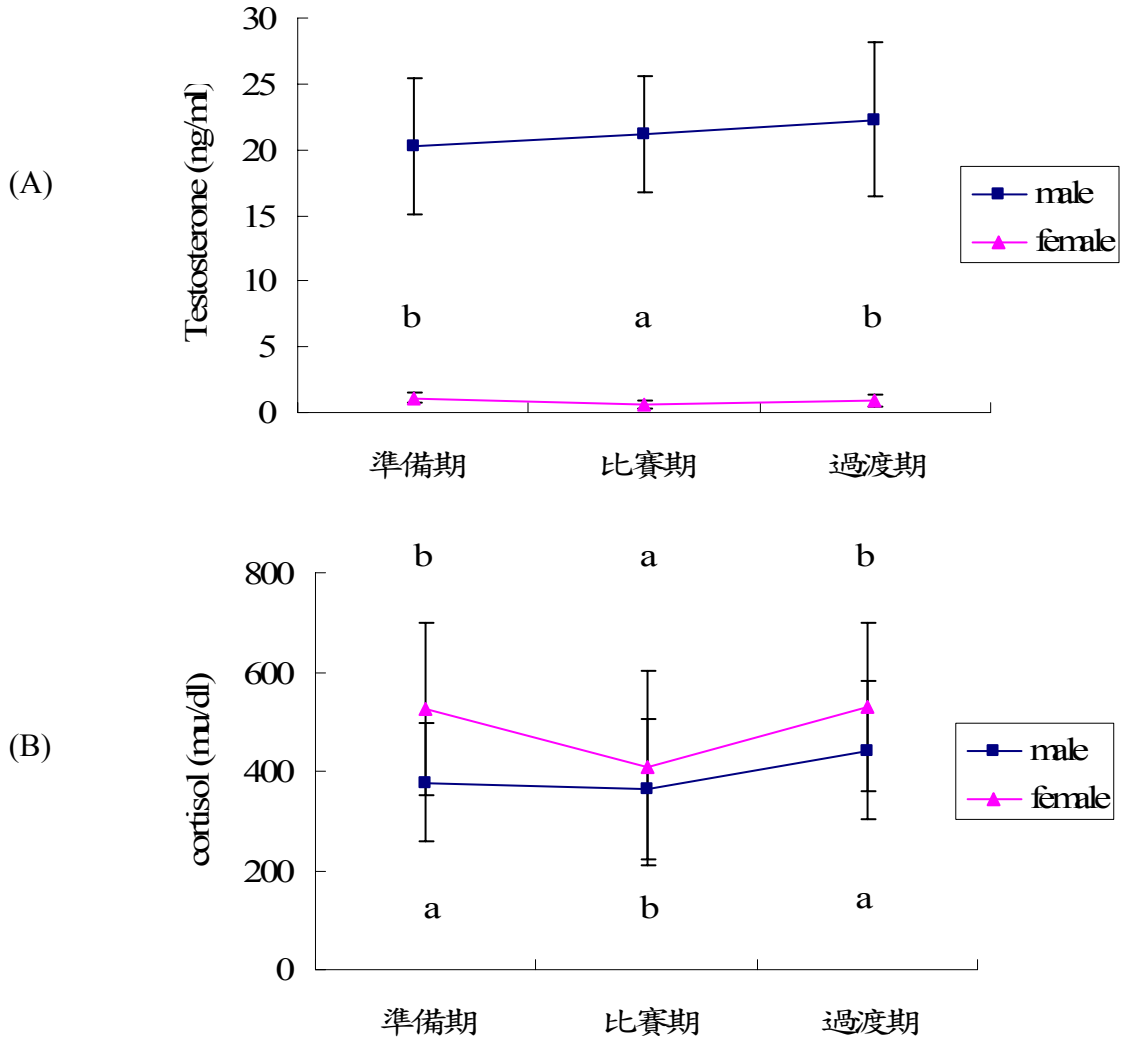


(A) 各階段 BUN 濃度結果

(B) 各階段 UA 濃度結果

備註：不同字母代表達顯著差異， $p < 0.05$ 。

附錄九 各階段荷爾蒙濃度

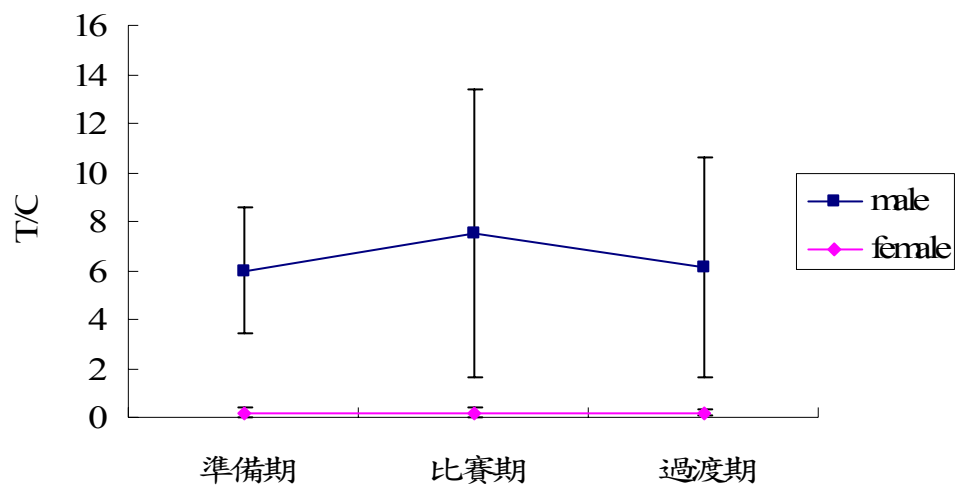


(A) 各階段 Testosterone

(B) 各階段 Cortisol

備註：不同字母代表達顯著差異， $p < 0.05$ 。

附錄十 各階段 T/C 濃度



附錄十一 不同跆拳道選手下肢無氧動力情形

受試者	實驗設計	結果	參考文獻
美國青少年跆拳道菁英選手	Wingate anaerobic test	最大動力 11.8±2W/kg 平均動力 9.1±1.12 W/kg	Pieter., 1991
Czech 國家代表隊 23 名	比較優秀與一般選手	優秀選手有高無氧動力 男性 14.7W/kg 女性 10.1 W/kg	Heeler et al., 1998
跆拳道初學者 19 名	8 週訓練，負重 0.075/kg	最大動力 8.1W/kg 進步為 10.3W/kg	Melhim., 2001
台灣奧運培訓隊選手	Wingate anaerobic test	男性 8.4±0.9W/kg 女性 6.6±0.6W/kg	Lin et al., 2006