

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

減重對柔道選手身體組成與無氧運動能力之分析  
Analysis of Body Composition and Anaerobic Exercise  
Capacity of Weightloss Judo Players



研究生：王建升 撰

指導教授：張聰榮 教授

中華民國 102 年 6 月

## 摘 要

本文研究目的是男子柔道選手在固定訓練模式下及飲食控制期間進行減重所產生的體重、身體組成、無氧能力及作用功率之差異分析。以國立台灣體育運動大學男子柔道選手10人為研究對象，平均年齡 $18.4 \pm 1.26$ 歲、身 $168.86 \pm 5.49$ 公分、體重 $69.90 \pm 8.73$ 公斤，運動年資 $6.50 \pm 1.90$ 年，減重重量 $2.34 \pm 2.75$ 公斤。在減重前、中、後，先以身體組成分析儀進行身體組成之脂肪百分率、脂肪重、基礎代謝率、身體總水量及肌肉重的變化紀錄。使用原地跑步機及乳酸分析儀分析乳酸值判斷無氧能力而兩次跑步時間予以紀錄並計算兩次跑步功率。所得的資料，使用單因子變異數分析（One-Way ANOVA）做資料處理，並就比賽結果，將獲獎選手及未獲獎選手分為二組以獨立樣本T檢定作為統計方式 $\alpha$ 值設定為 $<.05$ 。結果：在減重期間選手的身體組成之變化，體重、體脂肪百分比、基礎代謝率、身體總水量及肌肉重，乳酸值及第一回作用功率並無顯著差異，在第二回作用功率上卻達到顯著差異，經Tukey法做事後比較減重前及減重中的第二回作用功率明顯優於減重中及減重後。獲獎選手與未獲獎選手在減重期間，體重、體脂肪百分比、基礎代謝率、身體總水量及肌肉重，乳酸值及第一回作用功率並無顯著差異未達顯著差異水準。在作用功率方面：減重前的第二回檢測發現，獲獎選手顯著的優於未獲獎選手，顯示獲獎選手有較佳的持續作功能力。

結論：柔道選手在固定訓練模式下及飲食控制的減重期間對最重要之無氧運動能力、第一回作用功率及身體組成，並不會造成顯著影響。就獲獎選手與未獎選手之比較，亦是如此，對恢復後第二回作用功率是有顯著影響。因此柔道選手在固定訓練模式及飲食控制下進行減重是可以進行的。

關鍵字：減重、柔道選手、身體組成、無氧能力

## ABSTRACT

The purpose was to examine the effects of weight loss regiment on body mass, body composition, blood lactate, and anaerobic capacity in male judo playes. Subjects were 10 male judo playes (average age= $18.4 \pm 1.26$  yrs; height= $168.86 \pm 5.49$  cm; weight= $69.90 \pm 8.73$  kg; athletic experience= $7.50 \pm 1.90$  yrs) who have participated a routine training module and dietary manipulation to loss weight. Before, during, and after the weight loss regiment, percent body fat (PBF), fat weight (FW), basal metabolic rate (BMR), total body water (TBW), and lean body mass (LBM) were tested by body impedance analyzer (BIA). Anaerobic capacity was determined by treadmill running and blood lactate (bLA) measurements. Subjects were requested to perform two bouts of running and the running time was collected and work rate (JUDO) was calculated. One-way analysis of variance (ANOVA) was applied to processing the data. Tukey post hoc procedure was used to identify significant between groups. Independent t-test was performed to examine the difference between successful and none-successful wrestlers. Significant level was set at  $\alpha < 0.05$ . Results have shown that PBF, FW, BMR, TBW, and LBM of the subjects were not change throughout the study. bLA and JUDO was no significant change during first bout of exertion and reached significant level during second bout of running. Tukey tests compared JUDO of second bout running before, during, after weight loss and found a higher JUDO before the regiment. Successful and non-successful judo playes were found not difference in PBF, FW, BMR, TBW, and LBM, bLA, and first bout JUDO. Successful judo demonstrated a higher bLA clearance rate during second bout of running before the regiment started. In conclusion, the routine training module and dietary manipulation to loss weight have not significant change of exercise performance in judo in this study. Therefore, this weight loss regiment may feasible for judo-classified judo athletes.

Key words: weight loss, judo playes anaerobic capacity

## 謝 誌

感謝指導教授張聰榮博士及國立臺灣體育運動大學柔道隊教練劉文等老師的指導及臺灣體育運動大學柔道隊學生協助，本論文才得以順利完成。師長的諄諄教誨及研究問題上的指正，使學生在運動生理學上有更多的體會與認識，學生永銘於心。

感謝論文口試委員，高明峰教授及許吉越博士在論文寫作上的指導及文獻的提供與教示，使本論文能更加豐富，在此致上最高的謝意與敬意；體研所長們的指導及勉勵，班上同學的相互扶持與協助，才得以順利完成學業在此也表達由衷之感念。

能夠持續不斷的進修，是一件幸福快樂的事，內心十分感謝服務學校台中市后里國小宋禮彰校長的鼓勵及校內同仁協助在此致上最高的謝意。謝謝你們。

王建升 謹誌

民國 102 年 6 月

## 目 錄

中文摘要	I
英文摘要	II
謝誌	III
目錄	IV
表目次	VI
圖目次	VIII
<b>第一章 緒論</b>	
第一節 研究背景	1
第二節 研究目的	3
第三節 研究假設	3
第四節 研究範圍	4
第五節 研究限制	4
第六節 操作性定義	4
<b>第二章 文獻探討</b>	
第一節 柔道運動的介紹	6
第二節 柔道運動與減重行為的相關研究	9
第三節 乳酸與無氧能力的相關研究	15
<b>第三章 研究方法與步驟</b>	
第一節 研究對象	19
第二節 測驗時間與地點	20
第三節 測驗項目	20
第四節 實驗設備與器材	20

第五節	實驗設計與步驟·····	20
<b>第四章</b>	<b>結果與討論</b>	
第一節	男子柔道選手減重對身體組成之影響·····	26
第二節	男子柔道選手減重對無氧能力及作用功率之影響···	29
第三節	獲獎選手與未獲獎選手之身體組成、無氧能力及作用功率比較·····	31
第四節	檢測中運動強度之變化·····	39
第五節	討論柔道選手減重期間身體組成之變化·····	40
<b>第五章</b>	<b>結論與建議</b>	
第一節	結論·····	44
第二節	建議·····	44
<b>參考文獻</b>		
中文部分·····		45
英文部分·····		48

## 表 目 次

表 2-1	技擊類運動項目之能量源 .....	8
表 2-2	各運動項目訓練期熱量需求 .....	10
表 2-3	運動強度別之基礎代謝與活動指數 .....	10
表 2-4	在降體重期間能量補充方面的變化 .....	11
表 3-1	研究期間選手的訓練課表 .....	19
表 4-1	減重期間體重、乳酸值、作用功率之變化 .....	25
表 4-2	減重期間身體組成之變化 .....	26
表 4-3	減重期間體重之變化 .....	27
表 4-4	減重期間脂肪百分比之變化 .....	27
表 4-5	減重期間基礎代謝率之變化 .....	28
表 4-6	減重期間身體總水量之變化 .....	28
表 4-7	減重期間肌肉重之變化 .....	29
表 4-8	減重期間乳酸值之變化 .....	29
表 4-9	減重期間第一回作用功率 .....	30
表 4-10	減重期間第二回作用功率 .....	30
表 4-11	減重期間飲食熱量之變化 .....	31
表 4-12	獲獎選手與未獲獎選手體重變化之差異 .....	32
表 4-13	獲獎選手與未獲獎選手脂肪百分比變化之差異 .....	34
表 4-14	獲獎選手與未獲獎選手基礎代謝率變化之差異 .....	34
表 4-15	獲獎選手與未獲獎選手身體總水量變化之差異 .....	35
表 4-16	獲獎選手與未獲獎選手肌肉重量變化之差異 .....	36

表 4-17 獲獎選手與未獲獎選手乳酸值變化之差異·····	37
表 4-18 獲獎選手與未獲獎選手第一回作用功率變化之差異·····	38
表 4-19 獲獎選手與未獲獎選手第二回作用功率變化之差異·····	39
表 4-20 獲獎選手與未獲獎選手飲食熱量變化之差異·····	39
表 4-21 減重期間最高心跳之變化·····	40

## 圖 目 次

圖 4-1	減重期間最高心跳之變化情形·····	40
圖 4-2	男子柔道選手減重期間體重變化曲線圖·····	41
圖 4-3	男子柔道選手減重期間脂肪百分比變化曲線圖·····	42
圖 4-4	男子柔道選手減重期間基礎代謝值變化曲線圖·····	42
圖 4-5	男子柔道選手減重期間身體總水分變化曲線圖·····	43
圖 4-6	男子柔道選手減重期間肌肉重量變化曲線圖·····	43

# 第壹章緒論

## 第一節 研究背景

柔道是奧運項目之一是以體重級別進行比賽的運動目。多數的選手訓練期間的體重都高於參賽級別 5kg 以上。為了參賽成績將體重減輕來達成參賽資格。選手目前大多在比賽前的數天內，增加運動量，減少食物和水分的攝取，穿著不透氣的衣物在炎熱的環境下訓練，進行快速的減重。這種急速減重的方式破壞了體內能量儲備，使身體的各項活動受到限制，急速減重使心臟和循環系統的工作負荷加大以滿足身體的需要，甚至影響肌肉的協調與平衡，比賽中肌力下降，提早出現疲勞，身體很容易產生熱衰竭（曲綿域，1998）。

柔道選手在利用飲食控制的方式降低體重時必須注意，以免令重要的肌肉組織同時流失。減重時需考慮是否會造成體內嚴重脫水，因 1 克肝醣及蛋白質均需與 3-4 克水結合，以供儲存及消耗所需。肥胖研究 (Wilmore, 1992) 指出每天給予肥胖者混合飲食 1,200 大卡，結果顯示在給予此飲食最初的 5 天內，每天平均體重流失的速率為 0.45 公斤。其中流失的體重中水分佔 66%。

當於高溫中運動，一小時可以流失 2-3 公升，而一天亦可高達 10-15 公升 (Oppliger, Steen, & Scott, 2003)。蒸氣浴、三溫暖和不透氣衣已被運動員廣泛使用 (Brandon, Daniel, John, & James, 2004)，以蓄意排汗，這些技巧雖能急速降低體重，但是具有危險性；自我催吐及輕瀉劑也常被用於急速降低體重，脫水是在短時間內減輕體重最主要的原因及方法。這些行為雖然可暫時性成功減重，並有人因而上癮，但在臨床上具有危險性，對運動表現及健康均有負面

的影響。脫水造成危險的機轉為身體體液平衡必須藉由水分及電解質的攝入與排出控制，而抗利尿激素、腎素、血管收縮素、留鹽激素系統於調節體內滲透壓、鈉含量、細胞外液上扮演重要角色。脫水對心血管方面之影響，導致低血漿容量、心輸出量下降、排尿量減少、體溫升高、血液黏稠度增大及增加中暑的危險，嚴重者會導致腎衰竭。脫水過多後會造成體內電解質平衡失調、荷爾蒙失調及對於運動能力之影響(Maughan & Shirreffs, 1998)。並要考慮脫水對於腎臟功能的影響。輕度脫水、鈉離子流失或其他熱壓力都會對腎臟造成壓力。運動如果合併脫水和熱壓力，會令腎臟血管收縮和抗利尿激素反應上升，嚴重時可能會使腎臟功能受損，發生血尿和蛋白尿。因此應避免選手在比賽前急速減重，以免比賽時運動表現下降以及造成身體負面的影響。根據實際經驗，選手急速減重，將造成肌力及肝醣的急降，脫水造成體內水分喪失、電解質不平衡，嚴重影響比賽時的表現(Ivy, 2004)。因此最佳做法應在賽前72小時甚至數週前，根據已被科學証實的減重方式(如下段所述)進行減重，較為適當及安全。

研究者於2012年5月29日針對國立台灣體育運動大學柔道隊28位隊員作問卷研究顯示：柔道選手降體重的比例：男子柔道選手有13人減重次數在5次以上、女子選手有7人在5次以上佔71.4%顯示賽前減重在柔道選手當中是非常普遍行為。柔道選手降體重的重量：男子柔道選手有12人每次減重重量在3kg以上女子選手有6人在3kg以上顯示平時都維持該量級3kg以上的體重，有63.4%的選手贊成減重參賽，也有64.3%的選手認為減重參賽是辛苦的，而25%的選

手不希望有下一次的減重（羅友維，2005）。

就因為減重的過程確實是身心俱疲，但又非做不可，在此矛盾的情形下，我們希望多了解在減重的過程中，是如何影響選手生理狀況及變化情形，以做為選手及教練未來減重的參考，減少減重行為對選手生理及競技能力的影響進而提升柔道比賽的成績。

## 第二節 研究目的

本研究目的：

- 一、男子柔道選手在固定訓練模式下及飲食控制期間進行減重所產生的體重之變化分析。
- 二、男子柔道選手在固定訓練模式下及飲食控制期間進行減重的身體組成之差異分析。
- 三、男子柔道選手在固定訓練模式下及飲食控制期間進行減重所產生的無氧能力之差異分析。
- 四、男子柔道選手在固定訓練模式下及飲食控制期間進行減重所產生的作用功率之差異分析。

## 第三節 研究假設

- 一、男子柔道選手在固定訓練模式下及飲食控制而體重有顯著的差異。
- 二、男子柔道選手在固定訓練模式下及飲食控制而身體組成有顯著的差異。
- 三、男子柔道選手在固定訓練模式下及飲食控制而無氧能力有顯著的差異。
- 四、男子柔道選手在固定訓練模式下及飲食控制而作用功率有顯著的差異。

#### 第四節 研究範圍

- 一、研究對象：國立台灣體育運動大學柔道隊男子選手10人為研究對象。
- 二、研究範圍：受試者在參加101年5月29日全國柔道錦標賽。地點台北體育館，比賽前七天為減重時間實驗控制下，需減輕體重達到參賽資格，減重重量以各參賽量級為準後，觀察並紀錄討論受試者的飲食及體重變化、無氧運動能力、作用功率及身體組成測量值的表現。

#### 第五節 研究限制

訓練中能量消耗等控制問題，由於牽涉範圍甚廣，本研究中暫不紀錄，僅記錄模擬比賽心跳數，來辨別運動強度。本研究的實驗過程中其運動訓練課表如表3-1。訓練中水份補給量與消耗熱量，本研究不列入考慮。

#### 第六節 操作性定義

##### 一、急速減重 (rapid weight loss)

本研究之急速減重是指受試者須在一週內減去體重至少3 kg(原體重3%-5%)。實驗期間，不得使用任何減肥藥物、利尿劑、瀉藥等方式進行減重(羅友維，2002)。

##### 二、無氧運動能力 (anaerobic capacity)

血液中的乳酸含量，是辨別運動中主要功能系統的良好指標，乳酸是無氧醣酵解產物，可以經由血液樣本測得。4mmol/L的乳酸閾值，表示有氧及無氧系統再重新合成ATP的過程中貢獻一樣，高於乳酸閾值，表示無氧及乳酸系統為主要供能系統。儘管會有個別差異，乳酸閾值相當於每分鐘心跳168~170次，當心跳率高出時，表示供能是以無氧系統為主(Howald，1977)。柔道係全身性運動所以本研究之無氧運

動能力是指受試者在減重前及減重期間以原地型跑步機工具，受試者在跑步機設定在坡度20%，以8mph的速度跑56秒。後休息4分鐘在以同樣的設定下跑45秒，休息5分鐘由指尖採血(Sharratt, 1987)。跑步讓心跳數接近比賽練習時心跳數。採血在乳酸分析儀，分析乳酸值判斷無氧能力。

### 三、總作用功率

計算在跑步機上運動時的功率輸出，必須知道受試者體重和垂直距離，垂直距離可以由皮帶移動距離成上百分角度得到，算式如下：

$$\text{垂直距離} = \text{百分角度} \times \text{移動距離}$$

跑步機上運動時總功率計算，算式如下：

總垂直移動距離 = 跑步機速度 × 受試者體重 × 跑步機百分角 × 運動時間，總作功 = 受試者體重 × 總垂直移動距離

(Power and Howley 2002)。

### 四、身體組成 (body composition)

身體組成是指身體內脂肪與非脂肪對體重所占的比率。本研究之身體組成指的是受試者在減重前及減重期間使用Biodynamics Model 310 身體組成分析儀所測得之脂肪百分率、脂肪重、基礎代謝率、身體總水量及肌肉重。

## 第貳章文獻探討

本文獻探討主要分為三部分：一、為柔道運動的介紹。二、柔道運動與減重行為的相關研究。三、乳酸與無氧能力的相關研究進行文獻探討。

### 第一節 柔道運動的介紹

#### 一、柔道起源與演進

柔道發源於日本，前身是日本柔術。日本柔術演變自古代的相撲，相撲分成二支：一支是以競技、表演、觀賞為目的的相撲；一支是以實踐為目的，為武士攻防技擊演化而成的柔術。

明治維新以後，柔術曾被取締，傳統的武藝完全被忽略，尋師不易，柔術日漸衰落，直至十九世紀中葉，一位日本東京大學學生嘉納治五郎，決心挽救日本的國技——柔術，他博採眾家之長，創立了以"投技、固技、當身技"為主的新柔術，為區別舊柔術，他改名為"柔道"。西元1882年，這位具有膽識的柔術改革家在東京永昌寺開設講道館，並做為訓練中心，促進柔道運動現代化，柔道自此開始在日本興旺發展，並向世界傳播。

第二次世界大戰後，柔道在日本曾經銷聲匿跡了一段時間。到了西元1948年舉辦戰後第一次全日本柔道錦標賽，西元1949年日本成立柔道聯盟，西元1950年學校也允許開展柔道之後，柔道在日本又開始活躍起來。在國際上，西元1948年歐洲建立了柔道聯盟，日本於西元1952年加入，後來該聯盟正式易名為國際柔道聯盟（上條虎雄，1982），總部就設在東京講道館。1956年東京舉行第一屆世界柔道錦標賽，1964

年5月日本東京第十八屆奧運會，柔道列為正式比賽項目。由國際柔道聯盟現共有200個會員國看來，柔道的蓬勃發展與獲得的支持自不用言論，但其間之競爭亦相當激烈。

除男子柔道外，日本、法國、中國、德國等許多國家開展了女子柔道運動，並組織了各種洲際、區域性女子柔道比賽。西元1980年舉行了第一屆世界女子柔道比賽，1982年國際柔聯決定女子柔道正式列為比賽項目。

## 二、柔道運動的生理特性

柔道是一種無氧的運動，優秀的柔道選手包括高無氧功率（anaerobic power，上肢：6.1至7.5W/kg，下肢：11.5至19.9 W/kg）、高無氧能力（anaerobic capacity，上肢：4.8至5.2 W/kg，下肢：7.4至8.2 W/kg）、高肌耐力、中上有氧能力（52至63 ml/kg/min）、中等肺活量（1.90至2.02 L/kg/min）、中等柔軟度和非常低的體脂肪（3.7至13.0%，除了最重量級以外）（Steen & Brownell，1990）。以18名日本優秀大學柔道選手為對象的研究顯示，平均體脂肪為9.09%，這些選手在前臂、上臂和大腿處的肌肉和骨骼截面積，以及小腿的肌肉節面積都較一般未受訓練的人為高（Kanehisa & Fukunaga，1999）。要瞭解柔道運動的生理特性，必須就比賽時間作完整的分析；柔道是屬技擊類運動項目，比賽過程是以動態方式進行，其特徵係短時間、高強度，且持續5分鐘的無氧間歇運動。在比賽過程中，平均大約進行10—30秒後即因選手出界、動作僵持過久、消極攻擊等因素而出現5—8秒的暫停（NCCP，1990），其動作與暫停時間的比率為2：1或3：1，亦即在激烈的比賽過程中，常會因暫停而使體能獲得短時間的恢復。

Sikorski, Mickiewicz, Maole, and Laska (1987) 發現，柔道比賽再做動作時間上平均沒有超過25秒以上，暫停時間則平均未超過10秒。因此，柔道運動最主要的能量來源，係仰賴無氧代謝途徑來供應。

吳慧君 (2004) 則指出，柔道是涉及體重、爆發力、協調性及技術和戰術的比賽項目。人體無氧運動能力 (Anaerobic exercise capacity) 是指人體肌肉在無氧供能代謝狀態下的身體工作能力，而且短時間高強度的運動，其能量主要是由無氧能量代謝所提供。柔道已經成為高強度的競技運動項目，主要能量系統為無氧性，而且速度、肌力、爆發力均是以無氧代謝系統作為基礎，肌耐力在柔道的運動型態中，則需無氧與有氧兼備，且應是無氧重於有氧，這也表示說無氧運動能力對於柔道的專項體能有顯著的影響。柔道運動能量供應系統，無氧能量系統佔90%，有氧能量系統佔10% (Bompa 1999; Power and Howley 2002)。郭家驊等 (2001) 指出，與柔道運動生理特性相同的柔道運動，其比賽時能量供應系統，無氧系統佔50%，乳酸系統佔40%，有氧系統佔10%。綜合以上文獻得知，柔道運動最主要的能量供應系統為無氧系統，其中又以ATP-PC系統及LA(糖酵解)系統為最主要的能量代謝途徑。技擊類運動項目之能量來源。如表2-1

表2-1 技擊類運動項目之能量來源

項目	無氧系統	乳酸系統	有氧系統
柔道	50%	40%	10%
角力	60%	30%	10%

空手道	50%	40%	10%
跆拳道	50%	40%	10%
自由搏擊	50%	40%	10%
非比賽季平時練習	60%	30%	10%
比賽前	50%	40%	10%

引自郭家驊等（2001）郭家驊、劉昉青、祁業榮、劉珍芳、張振崗、邱麗玲、郭婕等（2001）。運動營養學。

柔道是一種爆發力型的運動項目，雙方對峙時能夠在最短的瞬間，發揮完美的動作，進而取位、施術（呂昭正、吳建龍、郭癸賓，2004）。所以柔道運動的特質是在一場 4~5 分鐘的比賽時間內，運用抓、拉、抱、摔、壓、推、扣等七項身體動作做為基本型態（許成源、陳雍元、鄭吉祥，1996），在合理的動作運用範圍內，摔倒對手或是壓制住對方而得分。而這一場比賽當中，選手平均至少要持續的發動數十次甚至更多的攻擊跟防禦，因此每個技術動作的完成，都需要大量肌肉在極短的時間內，以最快的速度及力量收縮。在如此激烈的過程中，力量、耐力、速度、爆發力與柔軟度就顯的相當重要。體能是所有運動能力中藉以發揮的基礎，在高度激烈的競技運動項目是如此，柔道更不例外，由觀察柔道競賽過程以及專項技術發揮的程序，就施術過程中，我們可以發現柔道運動的專項體能應是力量、耐力、速度、爆發力等。

## 第二節 柔道運動與減重行為的相關研究

### 一、柔道運動的能量消耗

柔道與其他競技運動比較，係屬於高強度運動項目，重

量級柔道選手於訓練期每日所消耗的熱量為5000kcal以上（長嶺晉吉，1979。如表2）。每日熱量需求，大龍忠夫（1984）提出以下的概算公式： $A=B+BX+10/A$ 。A=每日所需熱量，B=每日基礎代謝量，X=生活活動指數（如表2-3）， $10/A$ 為維持日常活動，除生活活動指數與基礎代謝量以外，特有作用之消耗熱量商數（如食物於體內進行消化、吸收或儲存過程中所需要的熱量），約佔每日所需熱量10%。由以上可得， $A=B+BX+10/A$ 據以換算為 $A=B(1+X)/0.9$ 。

表2-2各運動項目訓練期熱量需求

熱量需求 (kcal)	運動項目
2500-3000	體操、桌球、羽球、遊艇、馬術、射擊
3000-3500	短中距離徑賽、棒球、網球、排球、拳擊 (輕、中量級)
3500-4000	足球、曲棍球、籃球、長距離徑賽、劍道
4000-4500	馬拉松、游泳、橄欖球、拳擊(重量級)
4500-5000	划船、滑雪、角力(中量級)、柔道(重量級)
5000以上	角力(重量級)、相撲

註：女子選手需求熱量2500-3000kcal範圍內，可由上數量值乘以0.85。林正常（1995）。運動生理學實驗指引。台北市：師大書苑出版。

表2-3運動強度別之基礎代謝與活動指數

運動強度	基礎代謝量 Cal/kg/日	活動指數	運動項目
普通	24.5	0.50	日常生活

稍強	25.0	0.75	體操、桌球、羽球、遊艇、馬術、射擊、劍道
強	25.5	1.00	田徑賽、棒球、足球、曲棍球、排球、籃球、網球、拳擊、柔道
非常強	26.0	1.25	划船、馬拉松、游泳、橄欖球、美式足球、公路自由車賽、滑雪、角力

大龍忠夫（1984）。論說柔道。東京都：不昧堂出版。

由以上公式估算目前男子組柔道比賽各量級選手所需之熱量：

第一級55公斤以下級（3400 kcal）

第二級55.01公斤－60公斤（3400-3357 kcal）

第三級60.01公斤－66公斤（3457－3740 kcal）

第四級66.01公斤－73公斤（3797－4137 kcal）

第五級73.01公斤－81公斤（4193－4490 kcal）

第六級81.01公斤－100公斤（4549－5100 kcal）

第七級100公斤 羅友維（2002）

## 二、減重的能量攝取

Takashi Umeda等（2004）針對27名日本體育大學男子柔道隊員所作的減重研究，其在降體重期間能量補充方面的變化如表2-4。

表2-4 在降體重期間能量補充方面的變化

記錄時間	過磅前20天	過磅前4天	過磅前1天
總熱量 (kcal)			

高降體重組	3376 <sup>±</sup> 920	2382 <sup>±</sup> 554	1761 <sup>±</sup> 703
低降體重組	3099 <sup>±</sup> 454	2271 <sup>±</sup> 602	1799 <sup>±</sup> 422
維持體重組	2615 <sup>±</sup> 360	3055 <sup>±</sup> 498	3140 <sup>±</sup> 986
蛋白質 (g)			
高降體重組	117 <sup>±</sup> 33.4	81.2 <sup>±</sup> 19.0	63.0 <sup>±</sup> 21.1
低降體重組	101.5 <sup>±</sup> 14.4	77.4 <sup>±</sup> 32.8	63.8 <sup>±</sup> 17.1
維持體重組	96.1 <sup>±</sup> 24.4	111.6 <sup>±</sup> 14.3	100.3 <sup>±</sup> 31.1
油脂類 (g)			
高降體重組	71.4 <sup>±</sup> 23.4	54.7 <sup>±</sup> 14.1	37.6 <sup>±</sup> 16.6
低降體重組	58.8 <sup>±</sup> 14.6	50.6 <sup>±</sup> 23.2	42.5 <sup>±</sup> 11.7 <sup>a</sup>
維持體重組	49.1 <sup>±</sup> 11.2	68.6 <sup>±</sup> 13.5	73.5 <sup>±</sup> 29.7
醣類 (g)			
高降體重組	562.2 <sup>±</sup> 160.1	388.9 <sup>±</sup> 92.3	296.2 <sup>±</sup> 124.6
低降體重組	544.6 <sup>±</sup> 98.2	381.4 <sup>±</sup> 90.5	291.8 <sup>±</sup> 86.4
維持體重組	460.3 <sup>±</sup> 84.0	515.3 <sup>±</sup> 103.8	527.3 <sup>±</sup> 152.7

註：較多降體重小組有 11 個參加者在減 5.5<sup>±</sup>2.8% 的重量。低降體重小組有 11 參加者在減 1.3<sup>±</sup>1.0% 的重量。保持體重的一組 5 個參加者。在與柔道運動相近似的柔術選手在過磅前一天，飲食熱量的攝取與 20 天前相比已經有極顯著水準的差異，而重量級柔道選手於訓練期每日所消耗的熱量為 5000kcal 以上，這也說明減重時飲食控制應要循序漸進，不應採取急速減重的方式。

### 三、減重對運動能力的影響

美國運動醫學會 (ACSM) 針對柔道選手減重問題 (Weight Loss in Wrestlers) 的立場聲明, *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 28(2), ix-xii, 1996. 雖然越來越

多的證據警告急速減重 (weight cutting, 或 rapid weight reduction) 的行為，但此行為仍在柔道選手中盛行。急速減重對競賽表現、身體健康及正常的成長發展都有明顯的負面影響。為了加強教育及降低柔道選手健康上的危險，ACSM 特別提出建議，以教育運動教練及柔道選手，建立正確的營養和減重行為，免除急速減重並制定減重的規範。

### 1、急速減重對肌力的影響

在一個以大學柔道選手為對象的研究中發現 (Webster et al., 1990)，急速脫水減重 3.3 kg 後，上半身的肌力較減重前顯著減退，但下半身肌力仍維持減重前的水準。無氧功率與無氧能力都較減重前顯著降低。在跑步機與有氧運動能力的測試也發現，在乳酸閾值時的速度和最高速度、最大攝氧峰值 ( $\dot{V}O_2$  peak)，以及衰竭所需時間，都較減重前顯著減退，降低幅度平均為 4.4-12.4%，此研究顯示大量脫水會影響無氧與有氧運動能力，同時降低上半身肌力。Oopik 等人 (1996) 對二位柔道選手要求以自訂的減重方式 (如運動、減食、禁食、及脫水等)，發現，在三天內急速減重 5% 的體重後，受試者的股四頭肌瞬發力有顯著衰退情形，在經過 16.5 個小時的恢復時間，仍然無法達到減重前的水準。就以上文獻中發現：禁食或能量攝取不足及脫水，應是導致肌力衰退的主因。然而急速減重研究中也有不同的結果，Serfass and Stull (1984) 比照 Tarranin and Byrd (1979) 相同的方式，針對以七名有接受訓練的柔道選手進行研究，發現針對受過訓練的受試者，以熱處理方式進行脫水減輕體重 5% 之後，肌力與肌耐力無顯著的影響。謝錦城 (1989) 以限制飲食及配合運動的急速減重法，來探討角力選手在急速減重後運動能力的

表現情形，結果發現，受試者在四天內急速減少4%的體重後，受試者的肌力減重前後，並無顯著性的差異。

由以上的文獻看出急速減重對肌力的影響結果並不致，可能是受試者的個體差異或減重方式不同所致。

## 2、急速減重對肌耐力的影響

Tarranin and Byrd (1979) 的研究發現，不同訓練程度的受試者，在脫水後對其運動能力有不同的影響，未經訓練的受試者，經過熱處理減輕體重3.9%之後，其肌耐力有顯著的降低。Wenos and Amato (1998) 以19名大學柔道選手為對象的研究中，比較在賽季前、賽季最後一次比賽過磅前四天、以及賽季第一次比賽過磅前2-3個小時的研究，發現在經過4個半月的賽季與15次比賽後，肩部肌肉的強度與耐力都顯著的減退，且在經過快速脫水減重，肩部的肌肉強度與耐力也受到負面的影響，但下肢肌肉的強度與耐力則較不受長期訓練和比賽，以及脫水的影響。

另外，有其他研究者發現急速減重不會對肌耐力造成影響 (Widerman et al., 1982; Serfass et al., 1984; 謝錦城等, 1989)；Serfass等研究者認為，曾經接受過有氧訓練的受試者，雖然以熱處理的減重方式造成脫水現象而減重3%後，其肌耐力仍未有顯著的減退。謝錦城(1989)對9名拳擊選手的研究亦指出，受試者在4天內以限制飲食及配合運動的急速減重方式減去4%的體重，發現減重前後的肌耐力並無顯著影響。

由以上的文獻看出急速減重對肌力的影響結果並不一致，經較長時間的飢餓或短時間內急速減重，對肌耐力會造成減退的影響，而減重時間較長、曾經接受過有氧訓練的

選手，其肌耐力較不容易受到急速減重的影響。

### 3、急速減重對心肺耐力的影響

測驗心肺耐力的方法很多，其中最大攝氧量 ( $\dot{V}O_2\max$ ) 是評價心肺耐力的最佳指標 (林正常, 1995)，也有以哈佛登階測驗來評量心肺耐力。許多研究認為急速減重使心肺耐力顯著減退 (Caldwell et al., 1984; Armstrong, Costill, & Fink, 1985; Atomi, Miyashita, 1985)。在 Armstrong (1985) 等人的研究發現，使用利尿劑記載5小時內減重1.2-7.5%的結果，使得跑5000m及10000m的時間有顯著的增加；在 Atomi (1985) 的研究指出，使用限制飲食減重法，讓受試者於50天內減去4kg的體重，結果淨體重減少，而 $\dot{V}O_2\max$ 也有顯著的衰退。

然而，也有部分研究與上述研究看法有別 (Kelly, Gorney, & Kalm, 1978; Atomi et al., 1985; 王德英 (1994) 針對10名大專柔道選手所作的研究指出，讓受試者於一週內減去3kg (原體重3%-5%) 的體重，反而由於體重及體脂肪減少而增進了 $\dot{V}O_2\max$ 。而 Atomi (1985) 的研究指出，使用限制飲食減重法，讓受試者於50天內減去4kg的體重，結果淨體重並未減少，而 $\dot{V}O_2\max$ 也有顯著的提升。

由以上的文獻可知急速減重對心肺耐力的影響結果仍不一致。在短時間內或使用熱處理、利尿劑的急速減重而造成的脫水狀況，對心肺耐力會造成影響，而減重時間較長或沒有使用藥物的方式則心肺耐力反而提升。

## 第三節 乳酸與無氧能力的相關研究

### 一、柔道運動與無氧能力

無氧運動 (anaerobic exercise) 是運動時提供能量的代謝

路徑與氧氣無關的運動。無氧運動能力是許多運動項目的基礎能力，林正常（1993）指出無氧運動能力是身體透過無氧代謝路徑從事運動的能力；在短時間高強度的運動，其無氧運動能力的能量來源，主要是經由非乳酸性和乳酸性能量系統，再生ATP所提供的（Newsholme & Leech, 1983）；無氧運動能力取決於ATP的合成能力，根據Bouchard等人（1988）和Hargeaves（1995）的研究，在高強度的運動狀態下，無氧與有氧能量代謝會隨著持續時間的增加，而有所不同，在30秒內的高強度持續運動，其能量的來源，70%為乳酸性無氧能量、15%為非乳酸性無氧能量和15%有氧能量。

柔道運動的比賽時間：兒童組及少年組，每場3分；青年組及成年組，每場男生5分鐘，女生4分鐘，羅友維（2002），由比賽時間與能量供應系統來看，柔道運動是屬於間歇的無氧運動，因此無氧能力對柔道選手是相當重要。

## 二、乳酸與無氧能力

Neumann, G.; Pfuetzner, A.; Hottentott, K. (1993) 提出乳酸在訓練調整上的控制與應用，在訓練檢測藉助血液乳酸值分析，具有以下功能：作為運動強度、訓練與比賽、運動能力、有氧能力、訓練範圍、訓練類型以及訓練方法的判斷。而運動中乳酸產生的主要因素有：一、運動強度，二、參與的肌肉量，三、持續時間（Hultman & Sahlom, 1980；Itoch & Ohkuwo, 1991；江界山，1997；林文郎、何忠峰，1998）。而過多的乳酸會造成肌肉的暫時性疲勞，在比賽時對手實力高時運動強度將上升，血液與肌肉乳酸的含量也會跟著上升而直接的影響到了代謝的過程，而導致了肌肉的暫時性疲勞（梁龍鏡，1988）。Karlsson(1975)也指出，乳酸

的堆積會造成神經衝動的傳導以及肌肉的收縮及能源，因而導致疲勞。但乳酸也可經由不同的生理機轉作為身體的能量來源。而Jaric ,S., Sasa, R., Sladjan, M., Milos, L., & Radmila, A. (1997)指出肌肉在疲勞的情況下會影響肌肉間的協調。Pulkkinen(2001)指出柔道選手參與競賽時，恢復能力的優劣是影響成績表現的關鍵因素。運動中乳酸的堆積與排除能力，是依據個人的有氧能力而定，有氧能力高者，乳酸排除速度亦快(Neumann et al. 1991)。

1976年參與東德國家代表隊訓練處方的學者梅德(Mader)在西德發表有關游泳選手訓練時測量血液乳酸能夠有效訓練管理的問題，引起世界各國教練的高度興趣。探討運動時血液乳酸反應的課題方面，早自1930年代就已經開始，惟應用於訓練方面則是1970年代的事。測驗的項目已游泳、競賽等較多。近年來由於微量分析法及自動化乳酸分析器的開發，使得乳酸分析更為容易而且精確度亦大幅提高。此外在採血時只要微量既可(25  $\mu$  L)，受測運動員的負擔自然減少，至於血樣本可自指尖或耳垂取得。以一個具有五年以上經驗的檢驗者與接受10分鐘說明只有二次練習的初學者分析結果非常接近。一次最大運動後的最高乳酸濃度可由400公尺至800公尺大約45秒~2分鐘的運動達到，此時乳酸值高達25毫莫耳，等於安靜值的15~20倍。運動後最高乳酸值越高，表示運動員產生乳酸的能力以及忍受乳酸能力較高，也就是無氧能力較好；反之，最高乳酸值低，則無氧能力較差。測量比賽後的血液乳酸值往往是獲得最高乳酸值及最大無氧能力的最好方法(陳相榮，1992)。

中國學者田麥久於1994以26名中國選手及9名日本優秀

柔道選手於訓練及1993世界錦標賽比賽後5min及30min以指尖採血方式來檢驗選手血液中的乳酸濃度，作為柔道選手的訓練負荷及無氧能力。

因乳酸的檢測非常簡易及柔道運動的比賽時間為5分鐘測量時間，所以採用乳酸檢測方式來檢驗柔道選手的無氧能力。

## 第參章研究方法與步驟

### 第一節 研究對象

本研究以國立台灣體育運動大學柔道隊男子隊員10人為研究對象，年齡 $19.4 \pm 1.26$ 歲、身高 $168.86 \pm 5.49$ cm、體重 $69.90 \pm 8.73$ kg，運動年資 $7.50 \pm 1.90$ 年，減重重量 $2.34 \pm 2.75$ kg。而這10位選手預計在101年5月29日全國柔道錦標賽，比賽前7天開始降體重。這7天當中體重及飲食將被紀錄，並計算其熱量，在研究期間，這10位選手進行他們的訓練內容如(表3-1)，柔道專長訓練是由一連串的體能訓練及模擬比賽組合，在模擬比賽中用遙測心跳計數器來記錄選手的心跳數(EXEL SPORT PC CARDIO)，作為實驗強度。

表 3-1 研究期間選手的訓練課表

時間	06:00—07:00	15:30—17:30
星期一	Training A	Training D
星期二	Training C	Training B
星期三	Training A	Training D
星期四	Training C	Training B
星期五	Training A	Training D
星期六	休息	休息
星期日	休息	休息

Training A = 間歇訓練組成：速度訓練(400m×1, 200m×3, 100m×5)和階梯訓練

Training B = 重量訓練。

Training C = 長距離跑30分鐘和短距離衝刺(30m和50m)。

Training D = 柔道專長訓練。休息 = 完全休息或自我調整

## 第二節 測驗時間與地點

測驗時間：101年5月29日全國柔道錦標賽比賽前7日

測驗地點：國立台灣體育運動大學運動科學實驗室

## 第三節 測驗項目

體重、安靜時乳酸值、運動中乳酸值、身體組成

## 第四節 實驗設備與器材

1. 原地跑步機一台（Cosmed T170med 義大利）。
2. 身體組成分析儀一台（Biodynamics Model 310，USA）。
3. 攜帶型乳酸分析儀一台（YSI 1500-SPORT, USA）
4. 心跳紀錄表二組（Exel Sport PC, 台灣製）
5. 碼表三隻（Cabort 099, 台灣製）
6. 全自動身高體重計（科正 HI-001, 台灣製）

## 第五節 實驗設計及步驟

### 一、實驗設計

本項實驗於101年5月29日全國柔道錦標賽比賽前7天開始，初步先行篩選設定條件為以獲得參加全國性柔道運動競賽資格之男子柔道選手，實驗期間前、後各測量三次無氧運動能力及身體組成測量。受試者在一週內需減輕體重已符合參賽資格（減重重量以各參賽量級為準），再測量二次無氧運動能力及身體組成，觀察並記錄受試者在各項測量值的表現等加以分析討論。

### （一）身體組成及體重檢測

目的：研究受試者減重期間，身體組成之脂肪百分率、脂肪重、基礎代謝率、身體總水量及肌肉重的變化情形。

測量方法：身體組成及體重檢測時間，分別定於減重前及減

重第三、六天。受試者僅穿著韻律短褲，赤腳躺於柔道墊上，在右手手腕及右腳腳踝黏貼電極片以連接身體組成分析儀器上，輸入受試者年齡、身高、性別，即開始測量，測量結束後儀器將自動列出所測得的數值。

注意事項：受試者手腕及腳踝所黏貼電極片正負極需黏貼正確位置。

### （二）無氧運動能力檢測

目的：研究受試者減重期間，無氧運動能力的變化情形。

測量方法：無氧運動能力檢測時間，分別定於減重前及減重第三、六天。而無氧運動能力的測試，是以Cunningham & Faulkner (1967)所發展無氧能力測驗方式，以原地跑步機為工具，跑步機設定在坡度20%，以8mph的速度。受試者將雙手握在把手上先試跑，後放手跑56秒。後休息4分鐘在以同樣的設定下跑45秒，在跑完後5分鐘後。於非慣用手指尖採血並用乳酸分析儀，分析乳酸值判斷無氧能力。

### （三）總作用功率檢測

目的：研究受試者減重期間，作用功率的變化情形。

測量方法：作用功率檢測時間，分別定於減重前及減重第三、六天。以原地跑步機為工具，跑步機設定在坡度20%，以8mph的速度。受試者將雙手握在把手上先試跑，後放手跑至衰竭停止以碼表記錄跑步時間，後休息4分鐘在以同樣的設定下跑至衰竭停止以碼表記錄第二次跑步時間。二次跑步時間以Power & Howley (2002)所發展的跑步機總作功計算公式，計算二次跑步功率。

## 二、實驗步驟：

施測前（未降體重），先詢問是否身體上有任何病痛或

不適，如未有上述情形再予以試測，如有上述情形該受試者不宜參加檢測。先量身高及身體組成。

身體組成，受試者手腕及腳踝所黏貼電極片正負極需黏貼正確位置，輸入受試者年齡、身高、性別，即開始測量，測量結束後儀器將自動列出所測得的數值。

身體組成檢測後再檢測安靜心跳率。安靜心跳率的檢測是在未進行暖身運動前、受測者先將心跳率遙測儀裝妥，並將感應條配戴於劍突下方兩指處，手錶配戴於受試者非慣用手上，以記錄其安靜心跳率。

安靜心跳率檢測後先檢測安靜時乳酸值，在受試者非慣用手指尖抽血在乳酸分析儀（YSI 1500，USA），分析並記錄安靜乳酸值。受測者再將心跳率遙測儀裝妥，跑步機設定在坡度20%，以8mph的速度跑56秒。後休息4分鐘在以同樣的設定下跑45秒，在跑完後5分鐘後。在受試者非慣用手指尖採血並用乳酸分析儀，分析並記錄乳酸值。其二次實際跑時間將以記錄，並計算作用功率。

## 六、實驗流程及方法



## 七、資料處理與分析

(一)、本實驗所得的資料，均以 SPSS 12.0 統計軟體及 Excel

試算表進行資料統計與分析。

(二)、以描述性統計量，說明減重前及減重期間無氧運動能力的乳酸值，飲食熱量和、身體組成的體重、脂肪百分率、基礎代謝率、身體總水量及肌肉重等項之變化情形。

(三)、使用單因子變異數分析 (One-Way ANOVA) 統計方式，分析考驗說明急速減重前及減重期間無氧運動能力的變化，身體組成的肌肉量、體脂肪率等項之差異，以 Tukey 法做事後比較，就比賽結果以獲得前三名選手及未進入前三名選手之減重重量、乳酸值及做功功率做獨立樣本 *T* 檢定。

(四)、顯著水準定為  $p \leq .05$ 。

## 第肆章 結果與討論

這10位選手在本次賽會共獲得1面金牌、2面銀牌及2面銅牌。本研究所探討柔道選手在減重期間體重、無氧運動能力、作用功率、飲食熱量及身體組成之變化，根據實驗結果，將所彙集的數據，描述性統計分析處理，得到結果如：表4-1、表4-2。

表4-1 減重期間體重、乳酸值、作用功率之變化 (N=10)

名稱 (單位)		平均數	標準差
	預減重量	2.3400	2.7589
體重 (kg)	減重前	69.9000	8.7389
	減重中	68.3200	10.2084
	減重後	67.6700	9.6909
	安靜時	1.6050	.2441
乳酸值 (mmol/L)	減重前	10.1650	1.4065
	減重中	8.8320	1.7992
	減重後	8.7970	2.5145
第一回 作用功率 (J)	減重前	39.7960	6.4466
	減重中	35.4050	8.5031
	減重後	31.6010	7.3884
第二回 作用功率 (J)	減重前	32.0420	6.6524
	減重中	29.5150	5.1560
	減重後	25.5840	4.7591
飲食熱量 (kcal)	減重前	1667.1000	809.2078
	減重中	1449.1000	608.8743
	減重後	1118.5500	880.4770

表 4-2 減重期間身體組成之變化 (N=10)

名稱 (單位)		平均數	標準差
脂肪百分比 (%)	減重前	6.8300	3.6797
	減重中	7.1900	4.6684
	減重後	7.8700	3.5343
肌肉重 (kg)	減重前	64.8500	5.8540
	減重中	63.0800	6.3541
	減重後	62.0500	6.6700
基礎代謝率 (kcal)	減重前	1971.8000	177.9911
	減重中	1917.7000	193.5155
	減重後	1886.7000	203.2202
總水分重 (kg)	減重前	46.7200	4.4696
	減重中	45.4700	4.3995
	減重後	44.0800	5.211

### 第一節 男子柔道選手減重對身體組成之影響

本研究為選手在固定訓練模式下結合飲食控制達到降體重的目的，已符合參賽的標準。以身高體重計及身體組成分析儀，測量選手的身高、體重、脂肪百分比、基礎代謝率、身體總水量及肌肉重，已上所得資料以單因子變異數分析 (One-Way ANOVA) 統計方式分析，並以 Tukey 法做事後比較，所得的結果如下表。

#### 一、體重

選手欲減重的重量為  $2.34 \pm 2.75$  kg，減重前的體重為  $69.90 \pm 8.73$  kg，減重中的體重減少為  $68.32 \pm 10.20$  kg，減重後的體重為  $67.67 \pm 9.69$  kg。雖然減重期間體重有減少的

情況，但經單因子變異數分析後， $F$  值為 .14，未達顯著水準，所以在減重期間男子柔道選手的體重並無顯著差異(表 4-3)。

表 4-3 減重期間體重之變化 (N = 10)

	平方和	自由度	平均平方和	F 值	P 值
組間	26.306	2	13.153	.144	.867
組內	2470.43	27	91.498		
總和	2496.743	29			

## 二、脂肪百分比

減重前的脂肪百分比為  $6.83 \pm 3.67\%$ ，減重中的脂肪百分比增為  $7.19 \pm 4.66\%$ ，減重後的脂肪百分比為  $7.87 \pm 3.53\%$ 。雖然減重期間脂肪百分比是有增加的情況，但經單因子變異數分析後， $F$  值為 .175，未達顯著水準，所以在減重期間男子柔道選手的脂肪百分比並無顯著差異(表 4-4)。

表 4-4 減重期間脂肪百分比之變化 (N = 10)

	平方和	自由度	平均平方和	F 值	P 值
組間	5.579	2	2.789	.175	.840
組內	430.431	27	15.942		
總和	436.010	29			

## 二、基礎代謝率

減重前的基礎代謝率為  $1971.80 \pm 177.99\text{kcal}$ ，減重中的基礎代謝率減少為  $1917.70 \pm 193.51\text{kcal}$ ，減重後的基礎代謝率為  $1886.70 \pm 203.22\text{kcal}$ 。雖然減重期間基礎代謝率有減少的情況，但經單因子變異數分析後， $F$  值為 .504，未達顯著水

準，所以在減重期間男子柔道選手的基礎代謝率並無顯著差異（表 4-5）。

表 4-5 減重期間基礎代謝率之變化 (N=10)

	平方和	自由度	平均平方和	F 值	P 值
組間	37099.400	2	18549.700	.504	.610
組內	993847.800	27	36809.178		
總和	1030947.200	29			

## 二、身體總水量

減重前的身體總水量為  $46.72 \pm 4.46\text{L}$ ，減重中的身體總水量減少為  $45.47 \pm 4.39\text{L}$ ，減重後的身體總水量為  $44.08 \pm 5.21\text{L}$ 。雖然減重期間身體總水量有減少的情況，但經單因子變異數分析後， $F$  值為 .787，未達顯著水準，所以在減重期間男子柔道選手的身體總水量並無顯著差異（表 4-6）。

表 4-6 減重期間身體總水量之變化 (N=10)

	平方和	自由度	平均平方和	F 值	P 值
組間	34.881	2	17.440	.787	.465
組內	598.393	27	22.163		
總和	633.274	29			

## 三、肌肉重

減重前的肌肉重為  $64.85 \pm 5.85\text{kg}$ ，減重中的肌肉重減少為  $63.08 \pm 6.35\text{kg}$ ，減重後的肌肉重為  $62.05 \pm 6.67\text{kg}$ 。雖然減重期間肌肉重有減少的情況，但經單因子變異數分析後， $F$  值

為.505，未達顯著水準，所以在減重期間男子柔道選手的肌肉重並無顯著差異（表4-7）。

表4-7 減重期間肌肉重之變化 (N=10)

	平方和	自由度	平均平方和	F 值	P 值
組間	40.113	2	20.056	.505	.609
組內	1072.206	27	39.711		
總和	1112.319	29			

## 第二節 男子柔道選手減重對無氧能力及作用功率之影響

本研究是選手在用跑步機上完成跑步任務後4分鐘，於指尖採血在乳酸分析儀分析血液中的乳酸值，用來紀錄無氧能力能力的變化，測驗時體重、二次跑步時間將紀錄用計算作用功率，已上所得資料以單因子變異數分析（One-Way ANOVA）統計方式分析，並以Tukey法做事後比較，所得的結果如下表。

### 一、無氧能力

減重前的乳酸值為 $10.16 \pm 1.40$  mmol，減重中的乳酸值減少為 $8.83 \pm 1.79$  mmol，減重後的乳酸值為 $8.79 \pm 2.51$  mmol。雖然減重期間乳酸值有減少的情況，但經單因子變異數分析後，F值為1.581，未達顯著水準，所以在減重期間男子柔道選手的無氧能力並無顯著差異（表4-8）。

表4-8 減重期間乳酸值之變化 (N=10)

	平方和	自由度	平均平方和	F 值	P 值
組間	12.165	2	6.083	1.581	.224

組內	103.843	27	3.846
總和	116.008	29	

### 二、作用功率（第一回）

減重前的第一回作用功率為  $39.7960 \pm 6.4466$ ，減重中的第一回作用功率減少為  $35.4050 \pm 8.5031$ ，減重後的第一回作用功率為  $31.6010 \pm 7.3884$ 。雖然減重期間第一回作用功率有減少的情況，但經單因子變異數分析後， $F$  值為 .067，未達顯著水準，所以在減重期間男子柔道選手的第二回作用功率並無顯著差異（表 4-9）。

表 4-9 減重期間第一回作用功率 (N = 10)

	平方和	自由度	平均平方和	F 值	P 值
組間	336.364	2	168.182	2.995	.067
組內	1516.040	27	56.150		
總和	1852.404	29			

### 三、作用功率（第二回）

減重前的第二回作用功率為  $32.0420 \pm 6.6524$ ，減重中的第一回作用功率減少為  $29.5150 \pm 5.1560$ ，減重後的第二回作用功率為  $25.5840 \pm 4.7591$ 。雖然減重期間第二回作用功率有減少的情況，但經單因子變異數分析後， $F$  值為 .013，達顯著水準，以 Tukey 法做事後比較發現，減重前及減重中的第二回作用功率大於減重中及減重後的第二回作用功率。（表 4-10）。

表 4-10 減重期間第二回作用功率 (N = 10)

	平方和	自由度	平均平方和	F 值	P 值	事後比較
組間	211.814	2	105.907	5.0*	.013	2 > 1

組內	563.164	27	20.858
總和	774.978	29	

註1：減重中及減重後 2：減重前及減重中

#### 四、飲食熱量

減重前的飲食熱量為 $1667.1000 \pm 809.2078$ kcal，減重中的飲食熱量減少為 $1449.1000 \pm 608.8743$ kcal，減重後的飲食熱量為 $1118.5500 \pm 880.4770$ kcal。雖然減重期間飲食熱量有減少的情況，但經單因子變異數分析後，F 值為.297，未達顯著水準，所以在減重期間男子柔道選手的飲食熱量並無顯著差異（表4-11）。

表4-11 減重期間飲食熱量之變化 (N=10)

	平方和	自由度	平均平方和	F 值	P 值
組間	152648.017	2	6.083	1.271	.297
組內	16207063.025	27	3.846		
總和	17732711.042	29			

### 第三節 獲獎選手與未獲獎選手之身體組成、無氧能力及作用功率比較

#### 一、體重

獲獎選手欲減重的重量為 $3.92 \pm 2.97$ kg，未獲獎選手欲減重的重量為 $0.76 \pm 1.43$ kg，經獨立樣本 t 考驗後 t 值為 2.141。獲獎選手減重前的體重為 $66.92 \pm 8.41$ kg，未獲獎選手減重前的體重為 $72.88 \pm 8.88$ kg，經獨立樣本 t 考驗後 t 值為 -1.089。獲獎選手減重中的體重減少為 $63.74 \pm 7.98$ kg，未獲獎選手減重中的體重為 $72.9 \pm 10.87$ kg，經獨立樣本 t 考驗後 t

值為-1.518。獲獎選手減重後的體重為 $63.44 \pm 7.41\text{kg}$ ，未獲獎選手減重後的體重為 $71.90 \pm 10.56\text{kg}$ ，經獨立樣本  $t$  考驗後  $t$  值為-1.465。雖然獲獎選手在欲減重重量及減重期間體重減少的情況比未獲獎選手來的多，但經獨立樣本  $t$  考驗分析後，未達顯著水準，所以在減重期間獲獎選手與未獲獎選手體重變化並無顯著差異（表 4-12）。

表 4-12 獲獎選手與未獲獎選手體重變化之差異

名稱（單位）	組別	個數	平均數	標準差	t	P 值
減重重量 （kg）	得獎組	5	3.92	2.97	2.141	.064
	未得獎組	5	0.76	1.43		
減重前體重 （kg）	得獎組	5	66.92	8.41	-1.089	.307
	未得獎組	5	72.88	8.88		
減重中體重 （kg）	得獎組	5	63.74	7.98	-1.518	.167
	未得獎組	5	72.90	10.87		
減重後體重 （kg）	得獎組	5	63.44	7.41	-1.465	.180
	未得獎組	5	71.90	10.56		

## 二、脂肪百分比

獲獎選手減重前的脂肪百分比為 $5.92 \pm 4.02\%$ ，未獲獎選手減重前的脂肪百分比為 $7.74 \pm 3.48\%$ ，經獨立樣本  $t$  考驗後  $t$  值為.763。獲獎選手減重中的脂肪百分比減少為 $4.52 \pm 2.42\%$ ，未獲獎選手減重中的脂肪百分比為 $9.86 \pm 5.03\%$ ，經獨立樣本  $t$  考驗後  $t$  值為-2.137。獲獎選手減重後的脂肪百分比為 $5.78 \pm 2.93\%$ ，未獲獎選手減重後的脂肪百分比為 $9.96 \pm 2.92\%$ ，經獨立樣本  $t$  考驗後  $t$  值為-2.254。雖然獲獎

選手在減重期間脂肪百分比減少的情況比未獲獎選手來的多，但經獨立樣本  $t$  考驗分析後，未達顯著水準，所以在減重期間獲獎選手與未獲獎選手脂肪百分比變化並無顯著差異（表 4-12）。

表 4-12 獲獎選手與未獲獎選手脂肪百分比變化之差異

名稱（單位）	組別	個數	平均數	標準差	t	P 值
減重前（%）	得獎組	5	5.92	4.02	.763	.466
	未得獎組	5	7.74	3.48		
減重中（%）	得獎組	5	4.52	2.42	-2.137	.065
	未得獎組	5	9.86	5.03		
減重後（%）	得獎組	5	5.78	2.93	-2.254	.054
	未得獎組	5	9.96	2.92		

## 二、基礎代謝率

獲獎選手減重前的基礎代謝率為  $1906.20 \pm 158.26\text{kcal}$ ，未獲獎選手減重前的基礎代謝率為  $2037.40 \pm 188.35\text{kcal}$ ，經獨立樣本  $t$  考驗後  $t$  值為  $-1.192$ 。獲獎選手減重中的基礎代謝率降低為  $1850.20 \pm 178.71\text{kcal}$ ，未獲獎選手減重中的基礎代謝率降低為  $1985.20 \pm 202.30\text{kcal}$ ，經獨立樣本  $t$  考驗後  $t$  值為  $-1.118$ 。獲獎選手減重後的基礎代謝率降低為  $1812.00 \pm 152.86\text{kcal}$ ，未獲獎選手減重後的基礎代謝率降低為  $1961.40 \pm 235.80\text{kcal}$ ，經獨立樣本  $t$  考驗後  $t$  值為  $-1.189$ 。雖然獲獎選手在減重期間基礎代謝率減少的情況比未獲獎選手來的多，但經獨立樣本  $t$  考驗分析後，未達顯著水準，所以在減重期間獲獎選手與未獲獎選手基礎代謝率變化並無顯著差異（表 4-13）。

表 4-13 獲獎選手與未獲獎選手基礎代謝率變化之差異

名稱(單位)	組別	個數	平均數	標準差	t	P 值
減重前 (kcal)	得獎組	5	1906.20	158.26	-1.192	.267
	未得獎組	5	2037.40	188.35		
減重中 (kcal)	得獎組	5	1850.20	178.71	-1.118	.296
	未得獎組	5	1985.20	202.30		
減重後 (kcal)	得獎組	5	1812.00	152.86	-1.189	.269
	未得獎組	5	1961.40	235.80		

## 二、身體總水量

獲獎選手減重前的身體總水量為  $45.26 \pm 3.75$ L，未獲獎選手減重前的身體總水量為  $48.18 \pm 5.05$ L，經獨立樣本  $t$  考驗後  $t$  值為  $-1.037$ 。獲獎選手減重中的身體總水量降低為  $44.38 \pm 3.41$ L，未獲獎選手減重中的身體總水量降低為  $46.56 \pm 5.37$ L，經獨立樣本  $t$  考驗後  $t$  值為  $-.765$ 。獲獎選手減重後的身體總水量降低為  $42.42 \pm 3.21$ L，未獲獎選手減重後的身體總水量降低為  $45.74 \pm 6.62$ L，經獨立樣本  $t$  考驗後  $t$  值為  $-1.008$ 。雖然獲獎選手在減重期間身體總水量減少的情況比未獲獎選手來的多，但經獨立樣本  $t$  考驗分析後，未達顯著水準，所以在減重期間獲獎選手與未獲獎選手身體總水量變化並無顯著差異（表 4-14）。

表 4-14 獲獎選手與未獲獎選手身體總水量變化之差異

名稱(單位)	組別	個數	平均數	標準差	t	P 值
--------	----	----	-----	-----	---	-----

減重前 (L)	得獎組	5	45.26	3.75	-1.037	.330
	未得獎組	5	48.18	5.05		
減重中 (L)	得獎組	5	44.38	3.41	-.765	.466
	未得獎組	5	46.56	5.37		
減重後 (L)	得獎組	5	42.42	3.21	-1.008	.343
	未得獎組	5	45.74	6.62		

### 三、肌肉重

獲獎選手減重前的肌肉重量為  $62.70 \pm 5.21\text{kg}$ ，未獲獎選手減重前的肌肉重量為  $67.00 \pm 6.19\text{kg}$ ，經獨立樣本  $t$  考驗後  $t$  值為  $-1.188$ 。獲獎選手減重中的肌肉重量降低為  $60.86 \pm 5.86\text{kg}$ ，未獲獎選手減重中的肌肉重量降低為  $65.30 \pm 6.64\text{kg}$ ，經獨立樣本  $t$  考驗後  $t$  值為  $-1.120$ 。獲獎選手減重後的肌肉重量降低為  $59.60 \pm 4.98\text{kg}$ ，未獲獎選手減重後的肌肉重量降低為  $64.50 \pm 7.76\text{kg}$ ，經獨立樣本  $t$  考驗後  $t$  值為  $-1.188$ 。雖然獲獎選手在減重期間肌肉重量減少的情況比未獲獎選手來的多，但經獨立樣本  $t$  考驗分析後，未達顯著水準，所以在減重期間獲獎選手與未獲獎選手肌肉重量變化並無顯著差異（表 4-15）。

表 4-15 獲獎選手與未獲獎選手肌肉重量變化之差異

名稱(單位)	組別	個數	平均數	標準差	t	P 值
減重前 (kg)	得獎組	5	62.70	5.21	-1.188	.269
	未得獎組	5	67.00	6.19		
減重中 (kg)	得獎組	5	60.86	5.86	-1.120	.295
	未得獎組	5	65.30	6.64		

減重後 (kg)	得獎組	5	59.60	4.98	-1.188	.269
	未得獎組	5	64.50	7.76		

#### 四、無氧能力

獲獎選手減重前的乳酸值為 $10.73 \pm 1.58$  mmol，未獲獎選手減重前的乳酸值為 $9.59 \pm 1.06$  mmol，經獨立樣本  $t$  考驗後  $t$  值為 1.334。獲獎選手減重中的乳酸值降低為 $9.05 \pm 2.44$  mmol，未獲獎選手減重中的乳酸值降低為 $8.61 \pm 1.09$  mmol，經獨立樣本  $t$  考驗後  $t$  值為 .371。獲獎選手減重後的乳酸值降低為 $8.34 \pm 2.66$  mmol，未獲獎選手減重後的乳酸值為 $9.25 \pm 2.57$  mmol，經獨立樣本  $t$  考驗後  $t$  值為 -.550。雖然獲獎選手在減重期間乳酸值減少的情況比未獲獎選手來的多，但經獨立樣本  $t$  考驗分析後，未達顯著水準，所以在減重期間獲獎選手與未獲獎選手乳酸值變化並無顯著差異（表 4-16）。

表 4-16 獲獎選手與未獲獎選手乳酸值變化之差異

名稱 (單位)	組別	個數	平均數	標準差	t	P 值
減重前 (mmol)	得獎組	5	10.73	1.58	1.334	.219
	未得獎組	5	9.59	1.06		
減重中 (mmol)	得獎組	5	9.05	2.44	-.371	.720
	未得獎組	5	8.61	1.09		
減重後 (mmol)	得獎組	5	8.34	2.66	-.550	.598
	未得獎組	5	9.25	2.57		

#### 五、作用功率 (第一回)

獲獎選手減重前的第一回作用功率為 $42.07 \pm 7.08$ ，未獲獎選手減重前的第一回作用功率為 $37.51 \pm 5.50$ ，經獨立樣本  $t$  考驗後  $t$  值為 1.138。獲獎選手減重中的第一回作用功率降低

為  $35.38 \pm 9.42$ ，未獲獎選手減重中的第一回作用功率降低為  $35.42 \pm 8.59$ ，經獨立樣本  $t$  考驗後  $t$  值為  $-.007$ 。獲獎選手減重後的第一回作用功率降低為  $31.40 \pm 10.11$ ，未獲獎選手減重後的第一回作用功率降低為  $31.79 \pm 4.52$ ，經獨立樣本  $t$  考驗後  $t$  值為  $-.080$ 。雖然獲獎選手在減重期間第一回作用功率減少的情況比未獲獎選手來的多，但經獨立樣本  $t$  考驗分析後，未達顯著水準，所以在減重期間獲獎選手與未獲獎選手第一回作用功率變化並無顯著差異（表 4-17）。

表 4-17 獲獎選手與未獲獎選手第一回作用功率變化之差異

名稱(單位)	組別	個數	平均數	標準差	t	P 值
減重前 (J)	得獎組	5	42.07	7.08	1.138	.288
	未得獎組	5	37.51	5.50		
減重中 (J)	得獎組	5	35.38	9.42	-.007	.995
	未得獎組	5	35.42	8.59		
減重後 (J)	得獎組	5	31.40	10.11	-.080	.939
	未得獎組	5	31.79	4.52		

#### 六、作用功率（第二回）

獲獎選手減重前的第二回作用功率為  $34.41 \pm 2.89$ ，未獲獎選手減重前的第二回作用功率為  $29.66 \pm 2.74$ ，經獨立樣本  $t$  考驗後  $t$  值為  $2.660$  ( $p < .05$ )，所以在減重前的第二回作用功率上獲獎選手有顯著的比未獲獎選手來的高。獲獎選手減重中的第二回作用功率降低為  $31.58 \pm 6.49$ ，未獲獎選手減重中的第二回作用功率降低為  $27.44 \pm 2.62$ ，經獨立樣本  $t$  考驗後  $t$  值為  $1.319$ 。獲獎選手減重後的第二回作用功率降低為  $24.58 \pm 6.59$ ，未獲獎選手減重後的第二回作用功率降低為

26.58 $\pm$ 2.22，經獨立樣本  $t$  考驗後  $t$  值為  $-0.641$ 。雖然獲獎選手在減重期間第二回作用功率比未獲獎選手來的多，經獨立樣本  $t$  考驗分析後，在減重前有達顯著水準，在減重中及減重後未達顯著水準（表 4-18）。

表 4-18 獲獎選手與未獲獎選手第二回作用功率變化之差異

名稱（單位）	組別	個數	平均數	標準差	t	P 值
減重前（J）	得獎組	5	34.41	2.89	2.660*	.029
	未得獎組	5	29.66	2.74		
減重中（J）	得獎組	5	31.58	6.49	1.319	.224
	未得獎組	5	27.44	2.62		
減重後（J）	得獎組	5	24.58	6.59	-0.641	.539
	未得獎組	5	26.58	2.22		

\*  $p < .05$

#### 七、飲食熱量

獲獎選手減重前的飲食熱量為 1421.40 $\pm$ 707.34 kcal，未獲獎選手減重前的飲食熱量為 1912.80 $\pm$ 906.68 kcal，經獨立樣本  $t$  考驗後  $t$  值為  $-0.956$ 。獲獎選手減重中的飲食熱量降低為 1330.80 $\pm$ 402.15 kcal，未獲獎選手減重中的飲食熱量降低為 1567.40 $\pm$ 798.38 kcal，經獨立樣本  $t$  考驗後  $t$  值為  $-0.592$ 。獲獎選手減重後的飲食熱量降低為 818.70 $\pm$ 419.10 kcal，未獲獎選手減重後的飲食熱量降低為 1418.40 $\pm$ 1159.25 kcal，經獨立樣本  $t$  考驗後  $t$  值為  $-1.088$ 。雖然獲獎選手在減重期間飲食熱量減少的情況比未獲獎選手來的多，但經獨立樣本  $t$  考驗分析後，未達顯著水準，所以在減重期間獲獎選手與未獲獎選手飲食熱量並無顯著差異（表 4-19）。

表 4-19 獲獎選手與未獲獎選手飲食熱量變化之差異

名稱 (單位)	組別	個數	平均數	標準差	t	P 值
減重前 (kcal)	得獎組	5	1421.40	707.34	-.956	.367
	未得獎組	5	1912.80	906.68		
減重中 (kcal)	得獎組	5	1330.80	402.15	-.592	.570
	未得獎組	5	1567.40	798.38		
減重後 (kcal)	得獎組	5	818.70	419.10	-1.088	.308
	未得獎組	5	1418.40	1159.25		

#### 第四節 檢測中運動強度之變化

心跳值是本研究檢測運動強度的依據，選手減重前模擬比賽的心跳數為  $167.30 \pm 8.59 \text{ beats} \cdot \text{min}^{-1}$ ，減重前的最高心跳為  $174.50 \pm 9.33 \text{ beats} \cdot \text{min}^{-1}$ ，減重中的最高心跳為  $174.60 \pm 19.44 \text{ beats} \cdot \text{min}^{-1}$ ，減重後的最髙心跳為  $167.10 \pm 12.72 \text{ beats} \cdot \text{min}^{-1}$ 。經單因子變異數分析後， $F$  值為 .885，未達顯著水準，所以在減重期間男子柔道選手的最高心跳並無顯著差異，表示本研究運動強度與比賽強度無顯著差異（表 4-20、表 4-21）。減重期間最高心跳變化如圖 4-1。

表 4-20 減重期間最高心跳之變化 (N=10)

名稱 (單位)		平均數	標準差
心跳 (beats · min <sup>-1</sup> )	模擬比賽	167.30	8.59
	減重前	174.50	9.33
	減重中	174.60	19.44

減重後	167.10	12.73
-----	--------	-------

表 4-21 減重期最高心跳之變化 (N = 10)

	平方和	自由度	平均平方和	F 值	P 值
組間	370.067	2	6.083	.885	.424
組內	5645.800	27	209.104		
總和	6015.867	29			

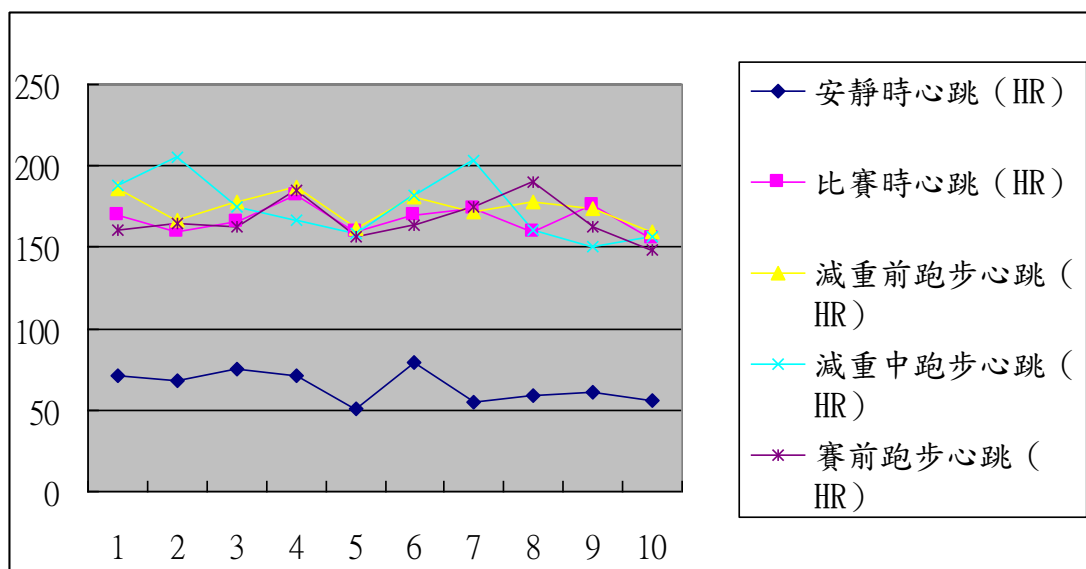


圖 4-1 減重期間最高心跳變化情形

### 第五節 討論柔道選手減重期間身體組成之變化

研究結果顯示，在減重期間選手的身體組成之變化：體重如圖 4-2、體脂肪百分比如圖 4-3、基礎代謝率如圖 4-4、身體總水量如圖 4-5 及肌肉重如圖 4-5 在研究階段並未達顯著差異。特別的是在減重期間體脂肪百分比，是有不減反增的現象，雖然獲獎選手在減重期間脂肪百分比減少的情況比未獲

獎選手來的多，但經獨立樣本  $t$  考驗分析後，仍未達顯著水準，這與選手及教練想要的結果是相反的，減重的目的是要降低體脂肪，增加肌肉重量以維持體型優勢，這結果跟身體組成其他部分減少及運動訓練型態有關，因在減重期間選手的訓練課表只有安排二次30分鐘的長距離跑步，其餘皆是短時間高強度的無氧運動，所以體脂肪並未減少以致造成體重下降而體脂肪百分比反而增加的現象。

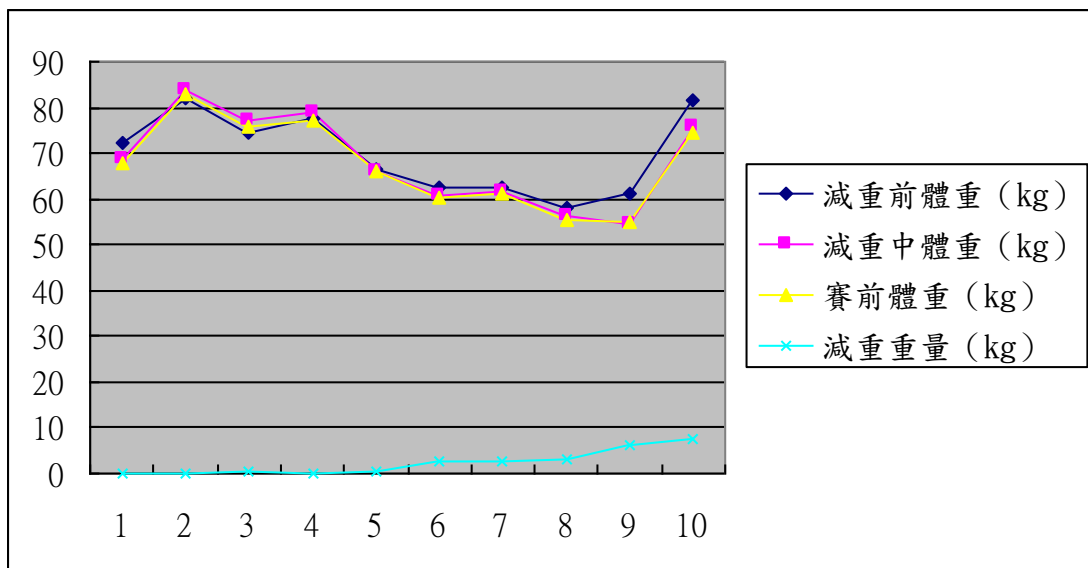


圖 4-2 男子柔道選手減重期間體重變化曲線圖

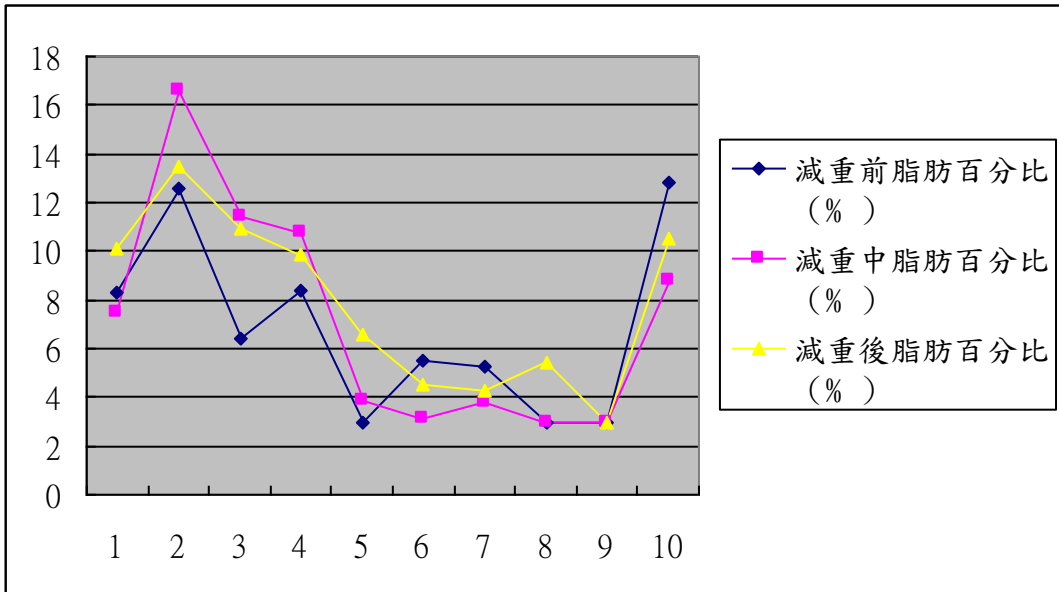


圖 4-3 男子柔道選手減重期間脂肪百分比變化曲線圖

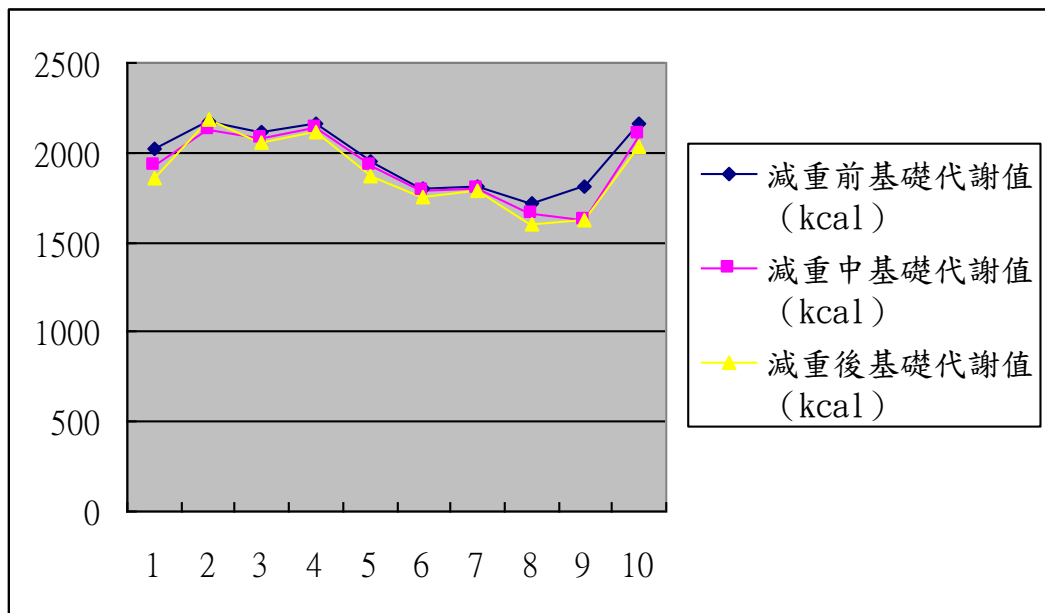


圖 4-4 男子柔道選手減重期間基礎代謝值變化曲線圖

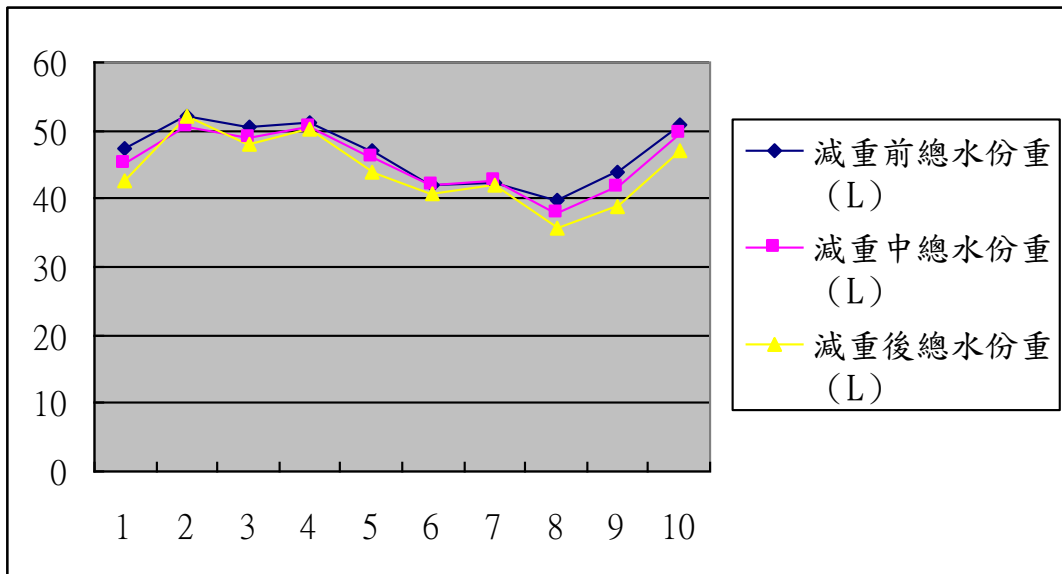


圖 4-5 男子柔道選手減重期間身體總水分變化曲線圖

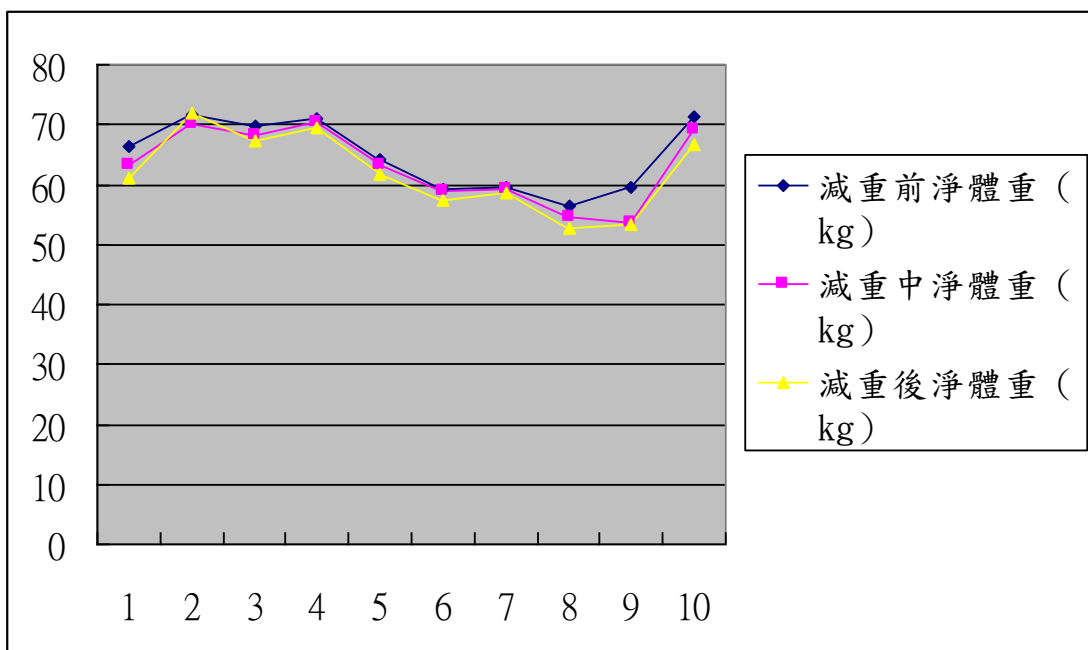


圖 4-6 男子柔道選手減重期間肌肉重量變化曲線圖

## 第五章 結論與建議

### 第一節 結論

本研究結果顯示柔道選手在固定訓練模式下及飲食控制的減重期間其無氧運動能力、第一回作用功率及身體組成，並不會造成顯著影響。就獲獎選手與未獎選手之比較，亦是如此，對恢復後第二回作用功率是有顯著影響。因此柔道選手在固定訓練模式及飲食控制下進行減重是可以進行的。

### 第二節 建議

1. 避免在高溫的環境下進行脫水性的減重方式。
2. 使用藥物減重，是不正確的方法。

柔道是一項以體重分級的運動，如何以科學方式在不影響選手的健康及減低運動能力情形下進行減重，是一個重要的課題。如何界定理想的賽前體重、減重期間的營養補充及訓練方式，都有待未來更進一步的研究與探討。

## 參考文獻

### 一、中文部分

- 大龍忠夫（1984）。論說柔道。東京都：不昧堂出版。
- 王慶（1994）。土耳其摔跤選手在訓練和比賽中血乳酸濃度的變化。江蘇體育，10，10-11。
- 吳正明（1998）。職業摔角與格鬥技及觀戰指南。台北市：現代武術國際基金會。
- 利紅（1999）。柔道運動的供能特徵及專項耐力訓練。體育科技，20(1)，125-127。
- 沙玲莉（2002）。急速減重對角力運動選手的有氧、無氧運動能力及身體組成之影響。未出版碩士論文，中國文化大學，台北市。
- 宋一夫（1997）。角力運動特性及專項體能素質之探討。大專體育，34，112-115。
- 林正常（1995）。運動生理學實驗指引。台北市：師大書苑出版。
- 林正常（1997）。運動生理學。台北市：師大書苑出版。
- 林正常、蔡崇濱、劉立宇、林政東、吳忠芳（譯）（2001）。運動訓練法。台北市：藝軒。（Bompa, T. O., 1999）
- 林正常、林貴福、徐台閣、吳慧君（譯）（2002）。運動生理學：體適能與運動表現的理論與應用。台北市：藝軒。（Power, S. K., Howley, E. T., 2001）
- 林鼎政、艾建宏、楊行健（2005）。柔道運動選手對營養應有的認知與規劃。2005全國大專校院運動會體育學術研討會論文集（頁490-499），嘉義縣：國立中正大學。
- 長嶺晉吉（1979）。運動與能量、營養-現代運動科學講

- 座。東京都：大修館書局。
- 許吉越、廖俊強、陳明達（2008）。柔道比賽中有效  
得分時間與動作技術之分析研究，*國立台灣體育學院  
學報*，22輯，131-148頁。
- 陳榮煌、蘇俊賢、陳雍元、陳文進（2005）。柔道運動訓練  
過程專項體能之探討。*中華體育季刊*，19(2)，75-83。
- 陳相榮（1992）。乳酸在運動訓練上的應用。中華民國  
大專院校第二十三屆運動會運動訓練演講暨座談會  
專刊（頁20-22），台中市：國立台灣體育專科學校。
- 張婉貞、莊紋娟、江界山、陳和德、林清和（2004）。跆拳道  
基礎及專項肌力訓練法。*文化體育學刊*，2，  
211-216。
- 楊錫讓（1997）。第十章，某些身體素質的測量與評定。  
載於楊錫讓等著，*運動生理學原理及應用*（頁  
111-127）。臺北市：中國文化大學出版部。
- 張光明（1986）。中國摔角傳承與訓練實務。台北市：僑  
文圖書出版社。
- 郭家驊、劉昉青、祁業榮、劉珍芳、張振崗、邱麗玲、郭  
婕等（2001）。*運動營養學*。臺中市：華格納企業。
- 彭鈺人、盧清陽（1987）。*體育測驗與測量的理論及方  
法*。臺中市：漢家出版社。
- 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。
- 童國勝（1999）。最大肌力與速度肌力訓練對角力手臂迴旋  
技術之影響。未出版碩士論文，中國文化大學，台北  
市。

- 侯碧燕、黃瑞澤、劉金龍（2007）。柔道運動間歇訓練方式之探討。運動教練科學，8，67-76頁。
- 許吉越（2000）。八十九年大運會柔道賽甲組選手有效得分時間、動作技術及得分等及研究。2000年國際大專運動教練科學研討會論文集，台北市。
- 葉雯華、徐建信（2005）。93年全中運高中組柔道選手有效得分動作及得分等級分析。大專體育，80，82-88。
- 簡治伸、成和正（2007）。補充鹼性液體對耐力運動表現的影響。中華體育季刊，21(4)1-8。
- 郭婕、紀俊安（2007）。柔道運動員重期的營養管理。大專體育，92，196-202
- 謝錦城、方進隆（1989）。急速減重對拳擊選手運動能力的影響。體育學報，11，115-130。
- 駱俊霖、鄭吉祥、李宜芳、劉宇（2003）。柔道選手負重垂直跳下肢爆發力與動作速度之研究。
- 羅友維（2002）。柔道專項肌力訓練法。中華體育季刊，16(4)，125-133。

## 二、外文部分

- Artioli, G. G., Coelho, D. F., Benatti, F. B., Gailey, A. C. W.,  
Berbel, P., Adolpho, T. B., &  
Armstrong, L. E., Costill, D. L., & Fink, W. J.,  
( 1985 ) .Influenence of diuretic-induced dehydration  
on competitive running performance. *Medicine and  
Science in Sports and Exercise*,17,456-461.
- Artioli, G. G., Coelho, D. F., Benatti, F. B., Gailey, A. C.  
W., Berbel, P., Adolpho, T. B., &  
Anyanwu, E. C., Ehiri, J. E., & Kanu, I. (2005). Biochemical  
evaluation of antioxidant function after a controlled  
optimum physical exercise among adolescents.  
*International Journal of Adolescent Medicine and  
Health*,17(1), 57-66.
- Blomstrand, E. (2006). A role for branched-chain amino acids  
in reducing central fatigue. *Journal of Nutrition*,  
136(2), 544S-547S.
- Brownell, K. D., Greenwood. M. R., Stellar. E. E. ( 1986 ) .The effects  
of repeated cycles of weight loss and regain in rats.  
*Physiology & Behavior*,38,459-464.
- Bompa,T. O.( 1999 ) . *Periodization : theory and methodology  
ot training* ( 4th ed. ) . Champaign, IL : Human  
Kinetics.
- Bouchard, C., Simoneau, J. A., Lortie, g., and Perusse, L.  
( 1988 ) .Heredity and trainability of aerobic and  
anaerobic performances. *Sport Medicine*, 5, 69-73.

- Howald, H. ( 1977 ) .Objectives measurements in rowing. Minden : *Rudersport* 4 : 31-35.
- Degoutte, F., Jouanel, P., & Filaire, E. (2003). Energy demands during a judo match and recovery. *British Journal of Sports Medicine*, 37(3), 245-249.
- Hargreaves, M.( 1995 ).*Exercise Metabolism*. Human Kinetics, IL.
- Hyperthermia and Dehydration-Related Deaths Associated with Intentional Rapid Weight Loss in Three Collegiate Wrestlers North Carolina, Wisconsin, and Michigan, November-December 1997 .*Morbidity and mortality weekly report* , 1998,47 ( 6 ) 105-108
- Kelly, J. M., Gorney, B. A., & Kalm, K. K., ( 1978 ) .The effects of collegiate wrestling season on body composition, Cardiovascular fitness and muscular strength and endurance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*,10,119-124.
- Kanehisa, H., & Fukunaga, T. ( 1999 ) .Profiles of musculoskeletal development in limbs of college Olympic weightlifters and wrestlers. *European Journal of Applied Physiology & Occupational Physiology*,79,414-420. Koral, J. & Dosseville, F. (2009). Combination of gradual and rapid weight loss: effects on physical performance and psychological state of elite judo athletes. *Journal of Sports Sciences*, 27(2), 115-120.

- Lidor, R., Melnik, Y., Bilkevitz, A. & Falk, B. (2006). The ten-station judo ability test: a test of physical and skill components. *Strength and Conditioning Journal*, 28(2), 18-20.
- Mader, A.; Lisen, H.; Heck, H.; Philippi, H.; Rost, R.; Schurch, P.; Hollamnn, W.: *Zur Beurteilung der sportartspezifischen Ausdauerleistungsfähigkeit im Labor. Sportarzt und Sportmed.* 27, 4 80-88 ( 1976 ) .
- National Coaching Certification Programme ( NCCP ).( 2005 ). 2005-06 Wrestling Rules Changes.
- Oopik, M., Paasuke, M., Sikku, T., Timpmann, S., Medijainen, L., Ereline, J., Smirnova, T., & Gapejeva, E.(1996).Effect of rapid weight loss on metabolism and isokinetic performance capacity : A case study of two well trained wrestlers. *The Journal of sport Medicine and Physical Fitness*,36, 127-131. Newsholme, E. A., & Leech, A. R. ( 1983 ) .*Biochemistry for Medical Sciences*. Chichester, England Wiley.
- Performance, Psychological State and Lipid Values in Judo Ath-letes. *Int J Sports Med* 2001; 22: 454±459
- Powers,S. K. & Howley,E. T.( 1990 ) . *Exercise physiology : theory and application to fitness and performance* ( 4th ed. ) . Boston : McGraw Hill.
- Serfass, G., & Stull, et al. ( 1984 ).The effects of rapid weight loss and attempted rehydration on strength and

- endurance of the handgripping muscles in college wrestlers. *Research Quarterly*, 55 ( 1 ) ,46-52.
- Sikorski, W. G., Mickiewicz, B., Laska, M. C. ( 1987 ) .Structure of the contest and work capacity of the judoist. Polish Judo Association. *Institute of Sport* : Warsaw, Poland.
- Sharratt MT, Cipriano N. Physical/physiological testing in wrestling : *rationale and application. Proceedings of the FILA 75<sup>th</sup> Anniversary Conference* ; 1987 Aug 23-25 ; Clermont
- Tarranin, C., D. P., & Byrd, R. J. ( 1979 ) . The effect of acute thermal dehydration and rapid rehydration on isometric and isotonic endurance. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 19, 1-9.
- Takashi, U., Shigeyuki, N., Tadashi, S., Youske, Y., Manabu, T., & Kazuo, S. ( 2004 ) . Adverse effects of energy restriction on myogenic enzymes in judoists. *Journal of sport sciences*, 22, 329-338
- Tcheng, TK, and CM Tipton. Iowa wrestling study: anthropometric measurements and prediction of a minimal bodyweight for high school wrestlers. *Med. Sci. Sports Exerc.* 5: 1-10, 1973.
- Widerman, P. M., & Hagan, R. D.( 1982 ).Body weight loss in a wrestler preparing for competition : A case report. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 14, 413-418.

Webster, S., Rutt R., & Weltman, A. ( 1990 ) .Physiological effects of a weight loss regimen practiced by college wrestlers. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 22, 229-234.

Wenos, D. L., & Amato. H. K. (1998). Weight cycling alters muscle strength and endurance, ratings of perceived exertion, and total body water in college wrestlers. *Perceptual and Motor Skills*, 87, 975-978.