國立體育大學
競技學院
競技與教練科學研究所碩士論文

三天急性訓練對柔道對抗賽無氧能量路徑之影響

3 Days of Acute training on Judo Match for Anaerobic energy path influences

指導教授：張嘉澤 博士
共同指導教授：侯碧燕 老師
研 究 生：黃聖庭 撰

中 華 民 國 107 年 7 月

國立體育大學
National Taiwan Sport University

本論文：三天急性訓練對柔道對抗賽無氧能量路徑之影響

係國立體育大學競技與教練科學研究所研究生 黃聖庭 所提，

作為審查授予體育學碩士學位之一部分。

本論文承蒙下列考試委員審查通過

中華民國 107 年 5 月

論文考試委員

詹元碩

詹　元　碩　　國立台北教育大學教授

邱炳坤

邱　炳　坤　　國立體育大學教授

侯碧燕

侯　碧　燕　　國立體育大學助理教授
(本論文共同指導教授)

張嘉澤

張　嘉　澤　　國立體育大學助理教授
(本論文指導教授)

三天急性訓練對柔道對抗賽無氧能量路徑之影響

摘要

目的：本研究主要目的在探討 3 天高強度訓練對柔道對抗賽無氧能量路徑之影響。**方法：**本研究分為前、後測柔道連攻法(4x10s,Rep30s)與柔道模擬比賽測試 (2x60s,Rep30s) 及 3 天急性訓練，以大專甲組成年健康柔道選手 8 名為研究對象(平均年齡：20.88±0.83years；身高：168.13±4.67cm；體重：67.13±4.79kg；訓練年數：9.75±0.7years)。運用 20m 衝刺(6x20m,Rep20s)、高強度間歇訓練 (2xHIIT,Rep10s,set10min)及協調與快速力量訓練，進行 3 天訓練。**結果：**柔道專項測試乳酸濃度平均值後測，呈現下降達顯著差異 ($p<0.05$)，但次數卻呈現上升，而在柔道模擬對抗賽後測數據中，乳酸、血氨、心跳率 (La、NH_3、HR) 皆呈現下降且乳酸、血氨達到顯著差異($p<0.05$)。HIIT 訓練後測數據分析中，心跳、血氨 (HR、NH_3)也皆呈現下降，並在後測血氨數據達到顯著差異 ($p<0.05$)。在本研究發現應用 HIIT 訓練對照柔道專項測試乳酸、血氨、心跳率均獲得改善。**結論：**應用短期 3 天急性高強度訓練達到柔道專項恢復期乳酸下降之效果，並在柔道模擬比賽恢復期乳酸、血氨、心跳率達到快速下降之效果，未來建議可增加至週期性訓練中，幫助改善柔道專項在無氧路徑之能力並提升乳酸排除的速度。

關鍵詞：HIIT 訓練、無氧醣酵解、柔道專項測試

3 Days of Acute training on Judo Match for Anaerobic energy path influences

Abstract

Purpose: The main purpose of this study was to investigate the effect of 3-day high intensity interval training on the anaerobic energy pathway of judo match. **Methods:** This study was divided into pre- and post-test judo Uchi-komi (4x10s,Rep30s) and judo simulation match test (2x60s,Rep30s) and 3-day acute training, with a group of 8 healthy judo players in the college.(Age:20.88±0.83years;height:168.13±4.67cm;body weight:67.13±4.79kg;training years:9.75±0.7years). Training for 3 days using 20m sprint (6x20m,Rep20s),high intensity interval training (2xHIIT,Rep10s,set10min) and coordination and rapid strength training. **Results:** Judo special test for lactic acid concentration after the mean value showed a significant difference ($p<0.05$),but the number of times increased,while in the judo simulation match,lactic acid,blood ammonia,heart rate (La,NH_3,HR) showed a decrease and lactic acid and blood ammonia reached significant difference ($p<0.05$).Heart rate, blood ammonia (HR,NH_3) also decreased in the HIIT post-training data analysis,and the blood ammonia data reached a significant difference ($p<0.05$).In this study,we found that the application of HIIT training to control judo special test for lactic acid,blood ammonia,heart rate were improved. **Conclusion:** The application of short-term 3-day acute high-intensity training to achieve the effect of lactic acid decline during the special recovery period of judo,and the effect of rapid decline in lactic acid,blood ammonia and heart rate during the recovery period of judo simulation match,the future recommendations can be increased to periodic training.Helps improve the ability of the judo in the anaerobic path and increase the speed of lactic acid elimination.

Keywords:HIIT training, anaerobic glycolysis, judo special test

致謝

兩年的時光，一眨眼就過去了，誠摯的感謝指導教授張嘉澤博士不遺餘力的諄諄教誨，老師細心且耐心的教導帶著我探究訓練生理領域的深奧，時刻的指點和討論引領著我朝著正確的方向，使我在這兩年中獲益匪淺，老師的研究精神不僅僅只在學術指導，更多是在親身體驗與實際操作的模擬，讓我對於科學訓練，不只有學術上成長也在應用上更得心應手，也感謝老師總是體諒著競技選手賽期的緊湊，時常不畏辛勞的在百忙之中給予我教導與討論，因為有你的幫忙這本論文才能夠更完整與嚴謹。

感謝 SPDI 裡的菁英團隊，昱中學長總是不厭其煩的指出我研究中的缺失以及彥宇、卓賢、嘉華、庭羽、淑婷、奕甯在實驗上的幫忙，還有我的同學們奕晴、寶潤、紫瑄、皓程、翊婷在這些日子以來的相挺，在我迷惘疑惑時，因為有你們的指點迷津我才可以如此順利完成論文。

特別感謝在國訓期間，在工作繁忙的情況下還願意指導我的佳慧學姊、婉柔學姊、心儀學姊、玉兒學姊，還好有你們在國訓的即時指導，讓我在遇到瓶頸的情況下，突破盲點，繼續完成論文。訓練生理是一門博大精深的學問，感謝我能加入 SPDI 團隊學習，未來我將會帶著這份精神與專業繼續探究，期許自己能夠引導後輩更精準的訓練與觀念。

在實驗檢測期間，由衷感謝參與本研究的國立體育大學的柔道學弟妹們，在艱辛的訓練下還全力的配合，使得本論文得以順利完成。

最後感謝身邊支持我的家人與朋友，因為有你們的鼓勵與支持，才得以給我持續下去的動力。能完成這本論文，因為有大家的幫助才可以完整。

黃聖庭謹識

中華民國 107 年 5 月

目　錄

表目錄

圖 目 錄

中英文對照縮寫表

縮寫	英文	中文
I.J.F	International Judo Federation	國際柔道總會
ATP	Adenosine triphosphate	腺嘌呤核苷三磷酸
HR	Heart rate	心跳率
La	Lactate	乳酸
Ammonia	NH3	血氨
PC	phosphocreatine	磷酸肌酸
HIIT	High Intensity Interval Training	高強度間歇訓練
E1~E15	End of the first minute to fifteenth minute	運動結束後第 1 至 15 分鐘
min	Minute	分鐘
s	Second	秒
m	Meter	公尺
m/s	Meter per second	每秒每公尺速度
T-1	Test-1	前測
T-2	Test-2	後測

第壹章　緒論

本章旨在說明研究背景與動機，共分為三節：第一節為研究背景與動機；第二節為研究目的；第三節為操作型定義。

第一節　研究背景與動機

柔道是發源於日本的一項武道，1882 年由日本人嘉納治五郎師範創立。以「精力善用」、「自他共榮」為基本理念，並以鍛鍊及教育身心為目的。正如嘉納治五郎於講道館的遺訓寫道:「柔道是最有效使用身心之道。其修行是以攻擊防禦的練習來鍛鍊休養身體精神，並體會該運動的精髓。如此來完成大我並對世界有所補益，乃柔道修行的最終目的」。

目前世界各地已有超過 50 萬人學習柔道，而國際柔道總會 (International Judo Federation,I.J.F) 不僅負責舉行世界柔道錦標賽與奧運比賽，更負責制定柔道的比賽規則，並在每 4 年奧運結束後修訂規則。在 2016 年里約奧運結束後柔道比賽的時間分別為男性 5 分鐘，女性 4 分鐘，現時，I.J.F 將男女比賽時間統一為 4 分鐘，除了為了男女平等，更是希望能使比賽更加緊湊，並放寬搶手在抓握法上的限制，也讓選手能更自由的施行強攻，預期在短短 4 分鐘的比賽中，選手會更積極搶攻，不斷作出更多有效性攻擊動作以獲得一勝；另一方面，在正規比賽時間終了雙方未得分或得分相同的情況下，進入黃金得分時間延長

比賽，進而大幅提升選手在極高競技的情況必須具備更快的在每一次強攻後的短暫暫停中立即恢復的能力。如此有別於以往，修訂規則後，柔道比賽將朝向更高強度負荷之競技，選手訓練上勢必將短時間高強度訓練模式列為重要訓練之目標，務求在短時間內作出更多有效且威脅對手的動作，比賽也會更為可觀。

因應 2017 年規則的改變世界各國為了在柔道比賽中獲取佳績，應用在運動科學與訓練上的研究必會更為重視，然而比賽時間的縮短與罰則的修訂加快了柔道比賽的節奏與強度，在柔道比賽的過程當中，由於雙方攻防技術的變換及戰術不斷的改變，常在動態性與靜態性的運動型態之間做反覆變換。從這裡可以發現到柔道競賽的能量代謝方式比較多變，但卻離不開以無氧系統為主的能量供應範圍。張嘉澤 (2008) 指出，非循環式運動項目主要能量來源為無氧非乳酸 (ATP-PC) 及無氧醣酵解。而從過往的研究指出中，張志峰 (2004) 針對 2000 年雪梨奧運柔道比賽作為研究，結果發現，柔道競賽在比賽開始的 60 秒的得分次數最多，可看出，柔道比賽雖然是以追求一勝為目的，但要能快速的一勝取得勝利，除非是實力差距太大，或者是抓到對手的破綻掌握住瞬間取得勝利，否則在勝利條件未滿足一勝的情況下，比賽將繼續進行，就以往的規則的柔道比賽，有效得分均在 40-50 秒左右出現 (許吉越，2000)。但近幾年因為選手平均競技水準的提高與規則促使節奏的加快後，柔道比賽得分時間相對延後。許正心、宋映呈與沈志堅 (2015) 研究 2014 年世界盃柔道錦標賽比賽得分時間

大致在 2～3 分鐘內。從上述文獻得知，柔道比賽從短短數秒至數分鐘都有，但隨著競技水平的提高比賽時間逐漸拉長，其主要是以無氧醣酵解系統作為能量路徑。而此次規則的改變後，可預見柔道比賽上，將會有更高強度的對抗，迫使選手在更短時間內做出更多攻擊動作，在訓練上勢必需要重質的高強度訓練，以增強選手之無氧代謝能力。Tabata (1997) 指出，柔道比賽特徵是以數個 15 至 30 秒的運動負荷表現，卻只有 10 至 15 秒的間歇休息時間。屬於非常高強度的且間歇休息時間不完全的，導致 ATP-PC 能量系統來不及恢復，進而需要靠無氧醣酵解路徑來提供所需的能量來源。因此，在高強度的柔道比賽負荷下，無氧醣酵解能量系統，是非常重要的，而過去研究指出高強度間歇訓練 (High Intensity Interval Training，HIIT) 能有效的增強無氧代謝系統(Laursen & Jenkins, 2002;Edge, Bishop, & Goodman, 2006)。

因此本研究希望藉由高強度間歇訓練模式，來改善柔道對抗中能量系統的無氧路徑之方式，找出在高強度負荷訓練下能否較快速提升無氧能力、提高體循環功能，並且能加速無氧負荷血液乳酸堆積的排除速度。

第二節　研究目的

基於上述背景與動機，本研究應用 3 天高強度訓練探討柔道對抗賽無氧能量路徑之影響，以及經過 3 天高強度訓練後生理反應之情形，本研究目的為：

一、探討 3 天高強度訓練對柔道專項乳酸曲線之影響

二、探討 3 天高強度訓練對柔道專項無氧耐力與心跳率之影響

第三節　操作型定義

本研究之操作型定義如下：

一、Tabata 間歇訓練：

為 1996 年由日本科學家田畑泉 (Izumi Tabata) 博士為了提升競速滑冰代表隊的實力而研發出的運動方式。是要求以「個人最大攝氧量 (VO2 max) 的 170%」進行 8 組動作，每組 20 秒，休息 10 秒，的超高強度間歇訓練法，總共運動時間為 4 分鐘。目的為了在短時間以高強度的負荷，達到有氧與無氧的運動效果。本研究以 Tabata 間歇模式設計 HIIT 訓練。

二、柔道連攻法：

是柔道技術訓練項目之一，以不斷反覆且有結構性的直接碰撞練習，進行柔道動作的技術訓練，本研究以柔道技術過肩摔進行。

三、柔道模擬對抗賽：

以最新頒布國際柔道總會之最新柔道規則進行模擬對抗比賽，本研究因實驗操作因素比賽時間採 60 秒，一勝得分比賽仍繼續至時間結束。

四、Repetitions 次數：

本研究指每次休息時間，以 Rep 縮寫。

第貳章　文獻探討

本章主要在探討與本研究相關之文獻，全章共分為五節：第一節柔道比賽能量負荷；第二節無氧醣酵解相關研究；第三節訓練週期；第四節訓練適應；第五節文獻總結。

第一節　柔道比賽能量負荷

從柔道比賽動作與節奏來看，它是非循環、短時間高強度的對抗性運動項目 (侯碧燕、朱木炎、鄭名涵，2008)。其能量路徑多變正如林文弢、吳河村與鄭守吉 (1998) 對訓練及模擬比賽時做血乳酸等生物參數的分析研究，結果指出，柔道比賽時的能量供應特點是以無氧代謝供能為主，以有氧代謝為輔。而雖然 2017 年柔道比賽正規時間縮短為 4 分鐘，卻在雙方均未得分下增加了無限延長的黃金得分制。

過去研究發現柔道競賽時間愈長選手乳酸值愈高 (陳德盛、張嘉澤、徐建信，2009)。也有研究發現以法國全國性比賽級的男子運動員，進行模擬比賽分析指出，運動員在比賽結束後 3 分鐘，血乳酸濃度會增高至 12.3±1.8mmol/l (Degoutte, Jouanel and Filaire, 2003)。由上述文獻可知，雙方在對峙纏鬥的時間拉長下，相對地，體能與恢復能力將會是決定勝利的重要因素之一。

綜合上述研究，可知道柔道比賽強度逐年增加，而在 2017 新規則的修訂後，期許選手須在短時間內做出更多有效性攻擊以贏得勝利，為了合乎比賽負荷的能量系統，想必高強度短時

間的訓練模式將成為重要之訓練方向。柔道是融合技術、戰略、肌力、心肺能力、爆發力及心理的全面性競技運動。「一勝」是所有柔道選手追求的目標，同時亦是柔道精神之所在 (藤田弘明，2007)。但要符合現今柔道勝利的條件下，除了技術與戰略外，最基本的條件就在於體能了。侯碧燕、黃瑞澤與劉金龍 (2007) 以柔道間歇訓練提高符合柔道比賽能量需求與體能之水準。侯碧燕、劉金龍、陳佳慧與張嘉澤 (2011) 利用兩項柔道專項高強度間歇測試對照柔道比賽之能量負荷，測試柔道訓練負荷是否符合柔道競賽能量之需求，結果發現心跳率與血液乳酸濃度上升，達柔道比賽負荷質量。而過去研究說明，間歇訓練的目的是改善無氧效率與快速耐力能力。其特點是在訓練中不完全的休息型態 (動態休息)。經由高強度不同型態間歇訓練達到以下適應：乳酸輸出的活性增強與上昇，改善乳酸滲透能力，有氧的積極化促使氧債快速排除。提昇 PC 的分解與再生，無氧醣酵解的積極化，快縮肌纖維的投入能力，增強心臟與呼吸的工作能力，改善乳酸排除速度，改善無氧與有氧的能量提供轉換 (張嘉澤，2004)。

第二節　無氧醣酵解相關研究

乳酸是醣類代謝 (無氧醣酵解) 的中間產物，當肌肉持續高強度運動時主要能量來源是醣酵解作用後產生出來的三磷酸腺苷 (ATP)。在缺氧的狀態下，醣酵解作用產生的丙酮酸則會被還原成乳酸，緊急狀態下所需的三磷酸腺苷需要大量能量，

而肌肉運動代謝的乳酸，將補足其三磷酸腺苷所需能量。而在高強度運動下，小於 10 秒的高強度訓練能量系統為無氧非乳酸 (ATP-PC)，大於 10 秒之後能量系統將轉為無氧醣酵解能量路徑系統 (Badtke, 1987) (圖 2-1)。

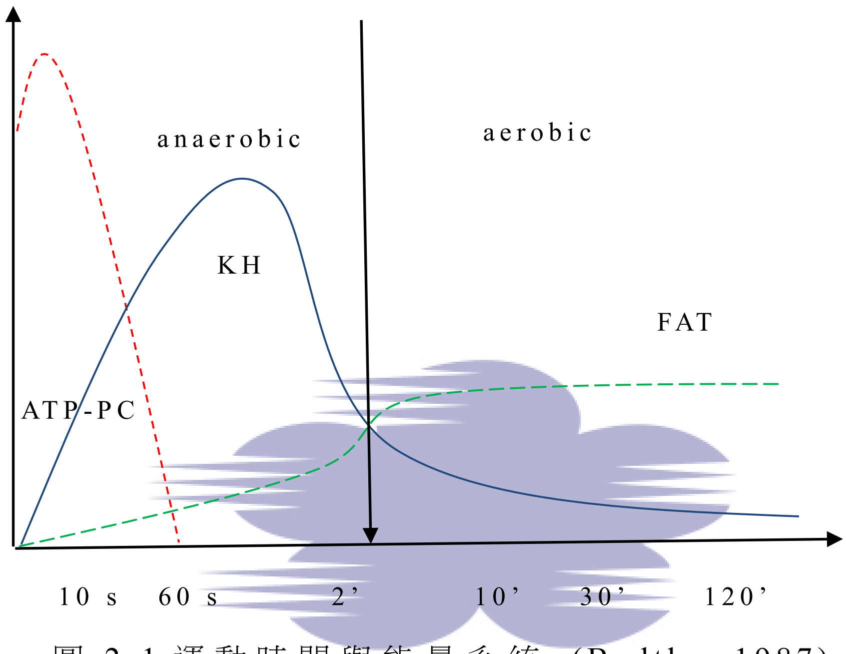

圖 2-1 運動時間與能量系統 (Badtke, 1987)

而高強度運動時間越久，此時乳酸堆積也會大量提高，過去研究 Stamford, Weltman, Moffatt, and Sady (1981) 實驗證明，乳酸的堆積會干擾肌肉的收縮、影響神經傳導的能源作用及速度，也將導致疲勞的出現，降低運動表現。因此，乳酸的生成與排除在體內的平衡是非常重要的 (Weltman, 1995)。若能搭配各種運動強度，配合設定好的休息間隔時間，實施間歇訓練是確保運動強度與延緩運動員疲勞的絕佳方法 (Tudor, 2002/1999)。過去研究也證實，高強度間歇訓練後可提高細胞膜於粒腺體內之 MCT_1 幫助乳酸運輸路徑在細胞與工作肌血液順

利完成 (Brook et al., 2008)。運動開始肌肉收縮，首先能量提供是來自無氧代謝，然後接著是有氧的能量提供，而運動強度將決定能量系統提供的路徑分配。當身體面對極高運動負荷後缺氧下從丙酮酸產生的乳酸，在運動結束後將進行醣酵解的反向能量再利用高乳酸含量，降低血液和組織內氫離子濃度，並且降低 ph 值。高乳酸濃度也將抑制 PFK 活性，造成無氧代謝路徑下降。但在過去研究 MacDougall et al. (1998) 的研究發現，7 週 30 秒 Wingate 衝刺的 HIT 訓練，可明顯地增進肌肉內磷酸果糖激酶 (phosphofructokinase,PFK) 與六碳糖激酶 (hexokinase,HK) 的活性，進而改善醣解作用酵素的活性。Gibala MJ et al. (2009) 也發現透過 HIIT 運動負荷，可以增加粒線體 PGC-1α 的產生，這個機制可以有效提升無氧醣酵解活性，降低肌肉對胺基酸的應用。

第三節　訓練週期

進行週期化訓練，透過系統性的訓練階段安排，讓選手有程序的改變生理機制，準確的調整比賽高峰期在國際場上爭取更佳的國際成績，在競技運動項目已非常普遍的應用了。訓練週期是一個訓練程序的連續階段，它的特徵是藉由安排適當的訓練方式與內容，達到訓練效果。基本上可區分為準備期、專項期、比賽期與過渡期四種。而過去訓練週期是以 4-6 週作為一循環，而在近代訓練模式著重高質的負荷模式下，許多研究中皆依據 Jakowlew (1972) 提出的超補償理論

(Supercompensation) 實施。以 2 週的訓練週期模式進行高質的刺激 (95-100 %)，低訓練範圍方式，每週 2 次，來安排運動比賽競技能力的巔峰調整 (圖 2-2)。

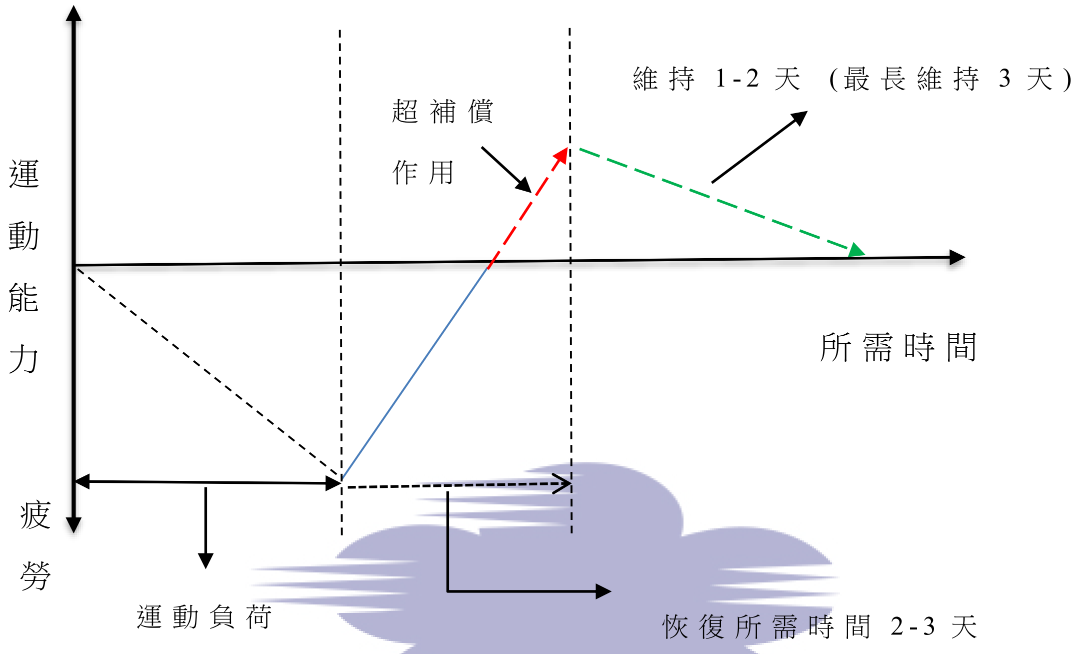

圖 2-2 Jakowlew (1972) 運動負荷與生物適應

而在日新月異的科技時代中，運動科學訓練也持續的在朝短時間達到訓練效果的目的發展，無非是希望以最短的時間能達到最有效之效果。余進益 (2016) 以 1 週高強度訓練對青少年角力選手適應與閾值耐力影響，結果指出速度、恢復期乳酸及閾值耐力呈現顯著差異。邱奕棠、蕭敬衡、王胤之與張嘉澤 (2012) 以 5 天訓練對公路車選手體循環與新陳代謝之影響，結果發現體循環與新陳代謝呈現下降趨勢，結束後乳酸值延後出現。曾台霖 (2016) 研究三天小型比賽訓練對足球選手專項耐力之影響，結果指出在訓練適應中，有效降低心跳率以及訓練

結束後乳酸。從上述研究可知，利用更準確的訓練安排，達到訓練週期的縮短，已是競技運動中持續突破的方向。

第四節　訓練適應

科技日漸發達，運動訓練科學為了能在競技運動突破過往的極限，持續且不停歇的在尋找最好的訓練模式，以能在國際賽會上爭金奪冠，從以往的土法煉鋼到有系統的訓練階段安排，就可得知現今的科學化訓練，正朝著短時間準確且有效的改變目標前進。

根據超補償理論，階段性的安排使選手能在充分恢復後，循序漸進達到訓練效果 (Jakowlew, 1972)。過去研究證明，孫紅梅 (2010) 指出 2 週連續高強度在專項體能訓練下，摔跤運動員身體機能下降，出現過度訓練之狀況，可知，大量且連續高強度之訓練應適度調整與恢復，避免疲勞快速產生。從上述研究可知，訓練固然重要，但若能配合生理恢復和訓練強度的控制，訓練效果才會事半功倍。因此可知生理機能的改變是影響運動員表現的重要因素，休息後達到的適應，將有助於運動員突破並達到更加的運動表現。正如 Grosser et al. (2001) 實驗證實透過運動訓練的負荷，器官組織系統之功能以及型態所產生的改變，是身體對於外來的刺激而顯現出「適應」的表現(圖 2-3)。

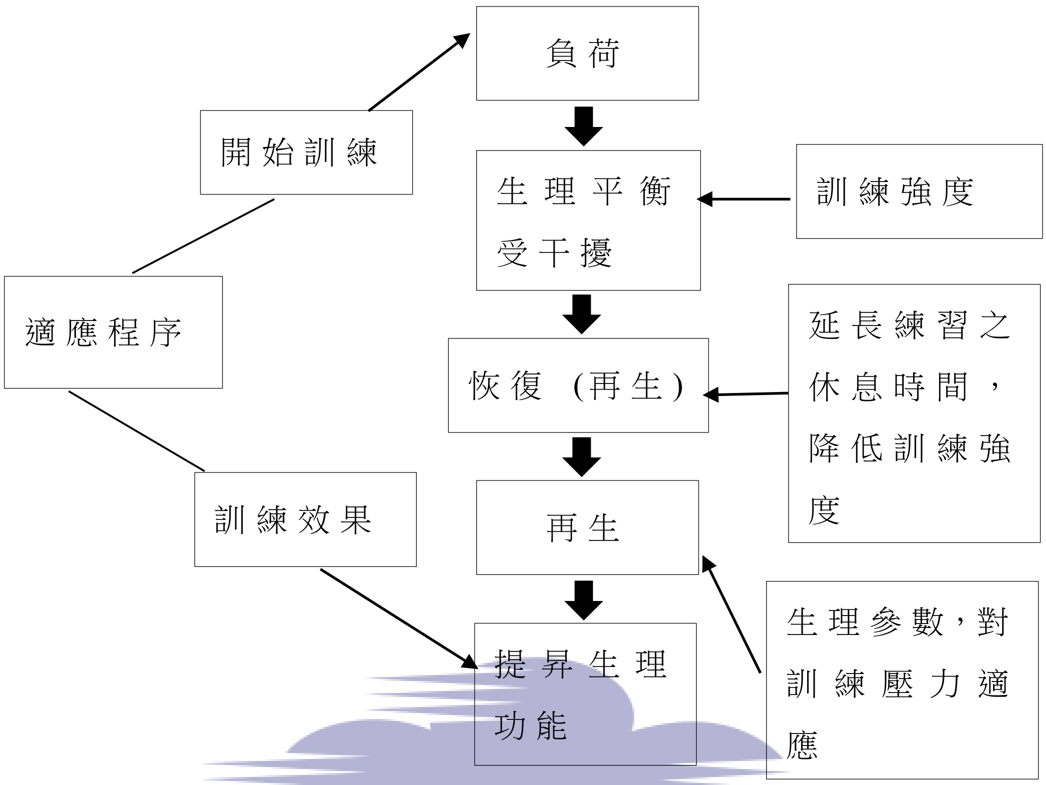

圖 2-3 訓練與生理組織適應程序 (Grosser et al., 2001)

而每一次的適應是配合訓練階段目標的安排達到不同的適應功能。Neumann (1990) 指出，在所有器官組織中，因外來的負荷刺激而最快產生適應的為心跳率的調節，接續是血液乳酸堆積以及排除的能力，至於身體其它組織的功能適應較需要比較長的時間 (圖 2-4)。

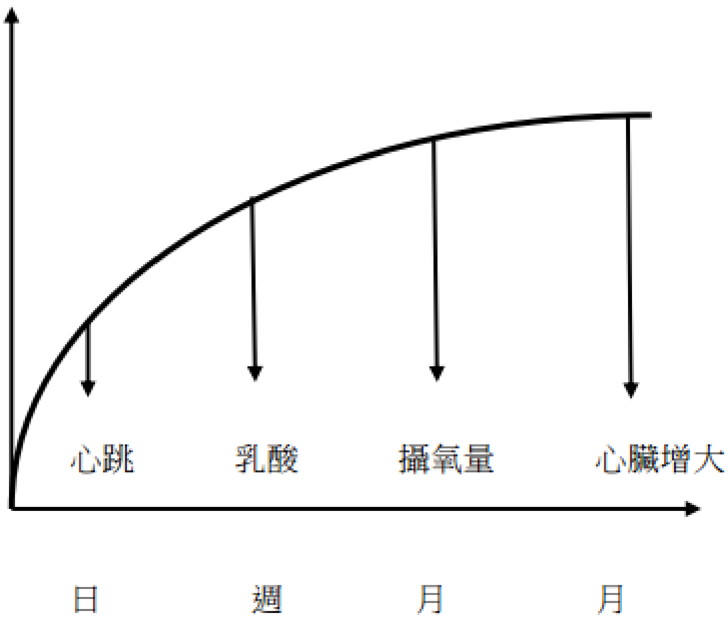

圖 2-4 運動訓練改善生物參數的時間 (Neumann, 1990)

訓練的宗旨無非是讓選手能經過訓練強度的負荷後，儘快的恢復，才能進行下一次更高強度或是更進階的訓練週期，在過去研究指出，高負荷劑量搭配足夠的恢復時間，器官組織容易產生適應 (張嘉澤，2005)。

表 2-1 訓練強度與恢復關係 (張嘉澤，2005)

劑量	足夠恢復時間	未完全恢復	沒有恢復時間
低強度	能力下降	能力不變	心理疲勞
適當負荷	正適應	無法產生適應	疲勞形成
高強度負荷	器官組織適應	開始堆積疲勞	產生過度訓練症狀

由此可知，準確的劑量安排，更能讓訓練目標有效性的實現 (表 2-1)。

第五節　文獻總結

綜合以上文獻可知，柔道比賽是高強度且需要在短時間內做出很多攻擊動作以獲得勝利的高競技運動，其能量路徑多變，因此有氧與無氧的能力都非常重要，而在現今最新規則的修改之下，柔道比賽的對抗必然強化了許多，在高對抗中僵持不下的情況更會是常態，由能量路徑來看，無氧醣酵解的能量路徑會是重要的訓練方向，而在上述文獻中，利用短時間高強度訓練模式訓練，有效改善了心臟的壓縮與無氧醣酵解活性，且貼近比賽強度之能量路徑，在準確的安排訓練週期下，使選手能循序漸進的突破。而在過去研究皆只探討柔道比賽負荷的能量路徑，甚少加入訓練，而在規則的改變下，柔道比賽注重的能量系統，想必在訓練中便需要強化，因此本研究以 3 天急性訓練探討柔道對抗賽無氧能量路徑之影響。

由前面四章文獻總結，歸納出以下幾點：

一、 訓練強度負荷需要配合訓練階段與訓練目的共同執行。

二、 柔道比賽能量系統多變，但現今規則的改變下，柔道比賽可能出現較多高競技中僵持不下的狀況，無氧醣酵解能量路徑想必會是訓練重點。

三、 柔道比賽因為極少出現一支動作即結束比賽，再加上現今規則的改變下，比賽節奏勢必會加快許多，能夠短時間攻擊出更多動作取得勝利，在訓練模式上也會較以往不同。

四、 高強度間歇訓練是近代訓練模式著重的方向，加入到訓練中，探討可否有效改善柔道對抗之能量系統。

五、 以 3 天短期的急性訓練，探討能否突破無氧能量路徑，提高柔道對抗之能量系統。

第參章　研究方法與步驟

本章旨在說明研究方法與步驟，分為五節：第一節研究對象；第二節實驗時間與地點；第三節實驗儀器與設備；第四節實驗程序與方法；第五節資料處理與分析。

第一節　研究對象

本研究以大專甲組成年健康柔道選手 8 名為研究對象 (表 3-1)。實驗前向受試者說明實驗流程與目的，隨即給予每位受試者一份「受試者同意書」、「運動能力診斷疾病調查表」(附錄一)，請受試者詳細閱讀完畢後填寫與簽名。

表 3-1 受試者基本資料 (N=8)

	年齡 (age)	身高 (cm)	體重 (kg)	訓練年數 (yr)
平均數	20.9	168.1	67.1	9.8
標準差	±0.83	±4.67	±4.79	±0.7

第二節　實驗時間與地點

實驗時間：12月1日至12月8日

實驗地點：在國立體育大學運動能力診斷實驗室 SPDI、國立體育大學柔道場、國立體育大學體適能中心、國立體育大學室外田徑場

第三節　實驗儀器與設備

一、德國製血糖乳酸分析儀 (Diagnostic Biosen C-line；EKF-diagnostic)

採用先進電極晶片技術，提供最高水平的穩定和準確性，10μl 毛管定量採血，自動連續測試，25 秒顯示結果，CV≦1.5% (圖 3-1)。

圖 3-1 德國製血糖乳酸分析儀 EFK

二、 i-Heart 心跳率偵測儀器

可同時多人 (50 人以上) 偵測與呈現，室外訊號接收距離大於 150m 且彼此訊號不互相干擾，監控系統依據個人運動心跳率，輸出訓練計劃競技運動訓練，依據運動員個人閾值耐力指標，輸出訓練模式 (圖 3-2)。

圖 3-2 i-Heart 心跳率偵測儀器

三、 採血工具 (冰桶、紅血球破壞劑、毛管、採血針、酒精等)

四、 協調訓練用具 (測距輪、碼錶、繩梯、小型呼拉圈、角錐、欄架)

第四節　實驗程序與方法

一、實驗測試與訓練時間

本研究測試方式分為柔道專項測試 (前、後測) 與 3 天訓練。前、後測 (T1、T2) 內容為柔道連攻法與柔道模擬對抗比賽測試，前測 (T1) 在星期五進行測試，休息 2 天後，開始進行 3 天連續訓練 (Tr) 並在訓練結束的 1 天後的禮拜五進行後

測 (T2)，3 天訓練內容以 1、3 天進行高強度間歇訓練與 20m 短衝，於第 2 天進行協調訓練與快速力量訓練。且會在訓練的 1、3 天進行生物參數採集 (圖 3-1)。

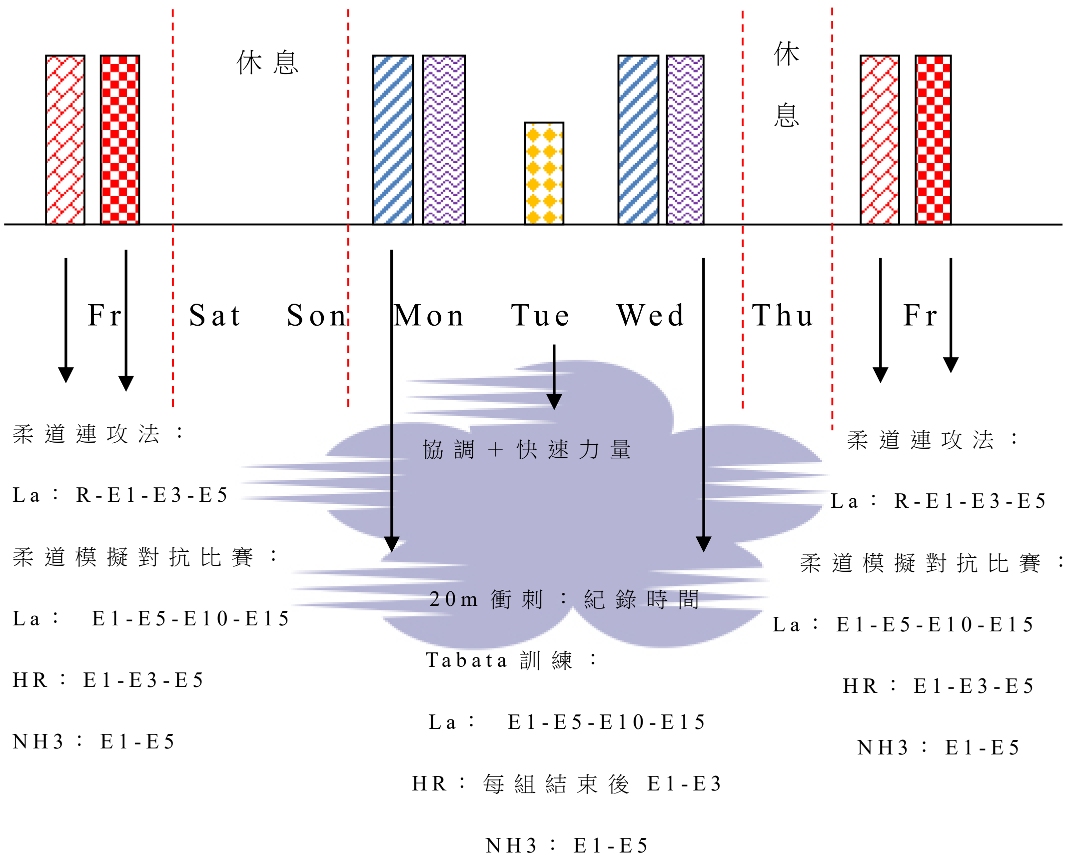

圖 3-3 實驗測試與訓練時間

表 3-2 測試項目與生物採集內容

Test	測試內容	生物參數
T1、T2	一、柔道連攻法 (4x10s,Rep30s)	La：R-E1-E3-E5 次數：每組之次數
	間歇 15 分鐘。	
	二、柔道模擬對抗比賽。 (2x60s,Rep30s)	紀錄有效攻擊次數 La：E1-E5-E10-E15 HR：E1-E3-E5 NH3：R-E1-E5
Tr	一、20m 衝刺 (6x20m,Rep20s)	紀錄時間
	間歇 5 分鐘。	
	二、HIIT 訓練 (2xHIIT,Rep10s,set10min) 如（表 3-3）所示	記錄每組之次數 La：E1-E5-E10-E15 HR：每組結束後 E1-E3-E5 NH3：R-E1-E5
	三、協調（A-B 型態） ＋快速力量 如（圖 3-3）(圖 3-4）所示。	

二、測試方法

(一)T1、T2 測試方法：

柔道連攻法：以柔道技術過肩摔施行 4 次 10 秒 (4x10s) 的柔道連攻法，組間休息 30 秒，每組記錄其次數，並要求受試者以個人最快速度、最大力量進行。生物參數採集時間，在柔道連攻法測驗前受試者須先採集 10µl 血液作為安靜值乳酸之檢測，並在結束後採集第 1、3、5 分鐘 (E1-E3-E5) 採血乳酸。

柔道模擬對抗比賽：在柔道連攻法測試結束 15 分鐘後進行。以國際柔道總會頒布正式柔道比賽之規則進行柔道模擬對抗比賽，依據過去研究柔道比賽總攻擊時間平均 2 分鐘，因此本測試以 2 次 60 秒，組間休息 30 秒的柔道模擬比賽進行測試，因本研究操作因素，得分一勝比賽仍繼續至時間結束。本研究要求受試者雙方任一人須在 10 秒內進行攻擊，確保測試之強度，並記錄雙方對抗有效攻擊之次數，作為評估依據。生物參數採集在進行柔道模擬對抗賽前先採集安靜值血液 20µl 作為血氨檢測依據，並在恢復期第 1、5、10、15 (E1-E5-E10-E15) 分鐘採集 10µl 血液作為乳酸值檢測，及恢復期第 1、3、5 (E1-E3-E5) 分鐘紀錄心跳率，並在結束後的第 1、5 (E1-E5) 分鐘採集血液 20µl 作為血氨分析。本測試皆要求受試者以最快速度、最大力量進行。

(二)3 天訓練測試方法：

20m 衝刺：本訓練在 (T1) 測試的 2 天後進行，要求受試者以最快速度進行 6 次 20m 衝刺 (6x20m)，每次休息 20 秒。

HIIT 訓練：在 20m 衝刺測試結束後的 5 分鐘進行。本訓練以 Tabata 間歇訓練模式加入柔道專項體能設計訓練，以 2 次 HIIT 訓練，動作間休息 10 秒，組間休息 10 分鐘 (表 3-3)。

表 3-3 HIIT 訓練內容與強度

訓練項目	每項訓練時間	間歇時間
伏地挺身彈跳	20 秒	10 秒
下蹲跳		
伏地挺身波比跳		
單人連攻法		

協調＋快速力量訓練：本訓練在 3 天訓練中的第 2 天進行。充分熱身後，以協調訓練之器材進行 3 組的協調訓練，組間休息 90 秒，並記錄每組完成之時間 (圖 3-4)。在協調訓練結束間歇 5 分鐘後，進行快速力量訓練，分為 2 項上肢動作 2 項下肢動作，並以上肢下肢循環方式進行 7 下 5 組訓練，組間休息 3 分鐘 (圖 3-5)。

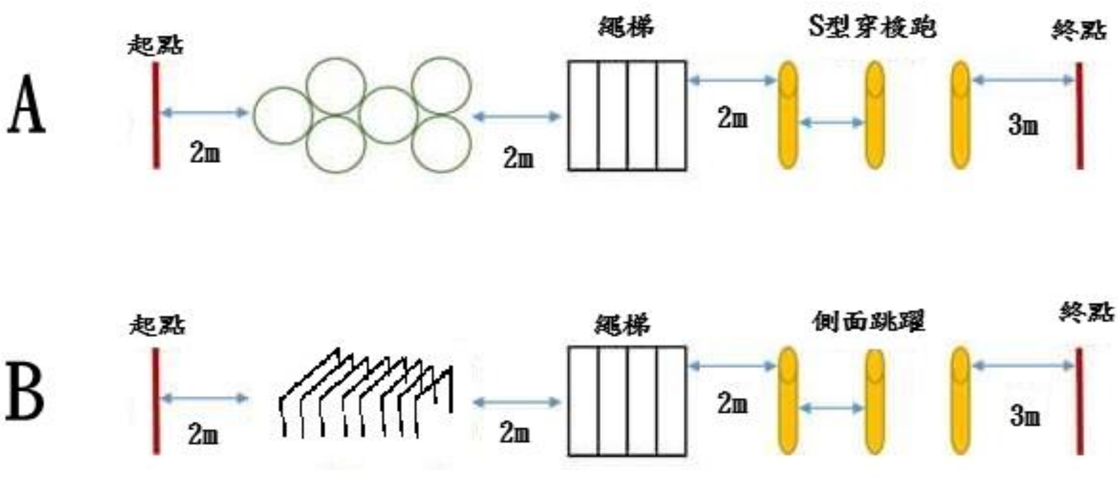

圖 3-4 協調訓練內容

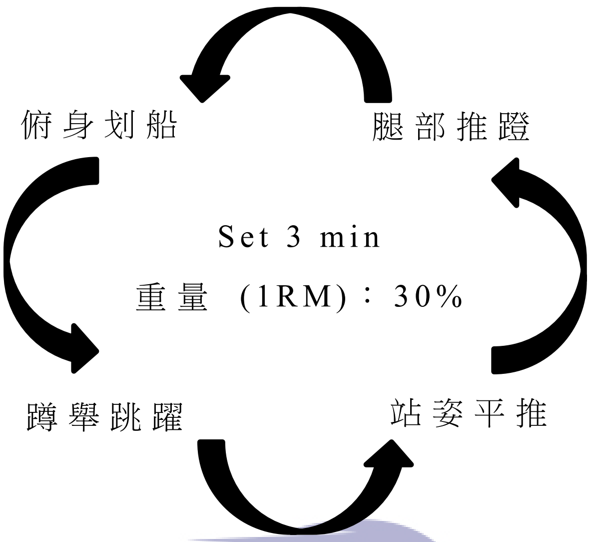

圖 3-5 快速力量訓練內容與強度

三、實驗程序與流程

本研究計劃設計完成，進行論文前三章報告通過。送審人體試驗委員會 (IRB) 通過，再進行實驗 (圖 3-6)。

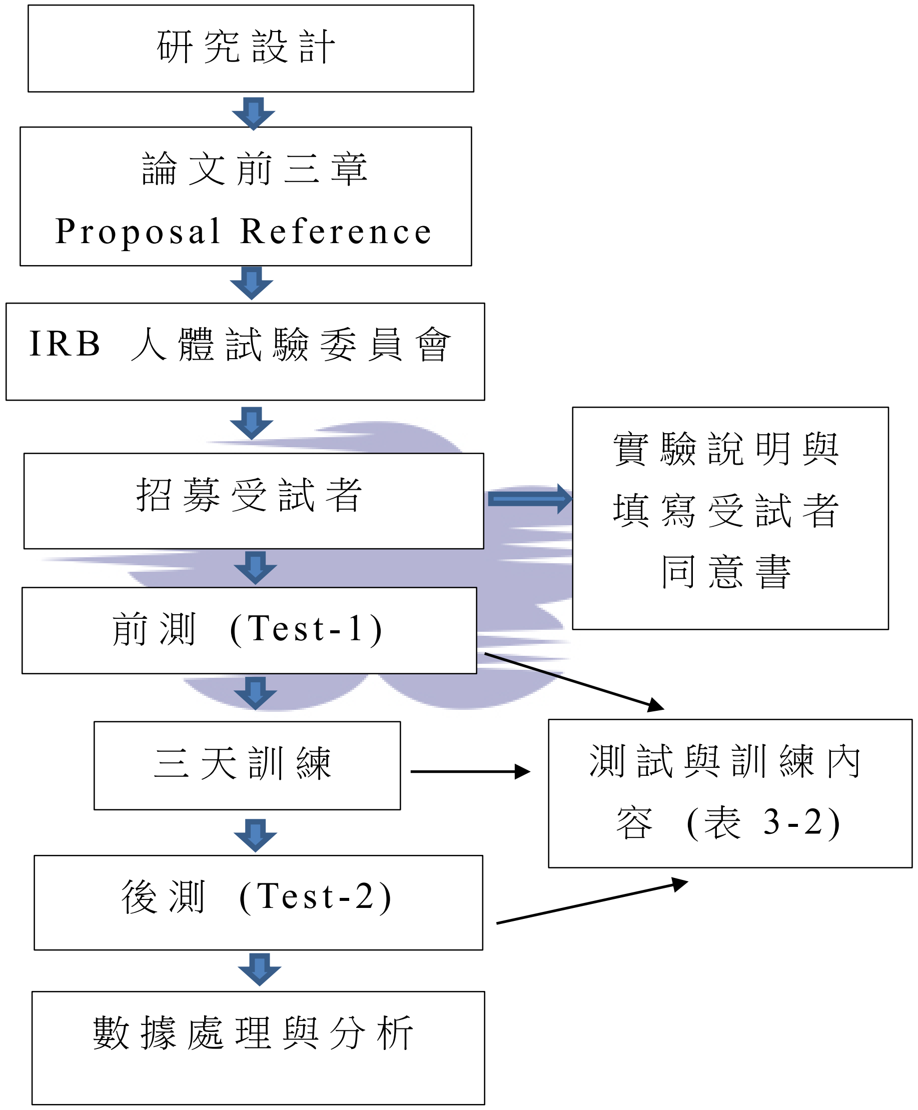

圖 3-6 實驗流程圖

第五節　資料處理與分析

一、 受測選手基本資料與檢測數據，以描述性統計方式、平均數、標準差表示。

二、 以相依樣本重覆量數單因子變異數比較同一測試各參數於不同時間點之差異。

三、 本研究資料以 SPSS for windows 22.0 套裝軟體進行統計軟體分析，利用皮爾遜積差相關分析各參數之相關性。

四、 曲線圖型製作採用 Sigma Plot 12.5 版進行直線迴歸相關分析。本研究顯著水準為 $\alpha=.05$。

第肆章 結果分析與討論

本章主要在探討結果分析與討論，全章共分為四節：第一節柔道專項乳酸曲線分析；第二節急性訓練與柔道對抗賽之血氨分析；第三節急性訓練與柔道對抗賽心跳率；第四節柔道對抗賽與急性訓練之交互關係。

第一節 柔道專項乳酸曲線分析

一、Uchi-komi 前後測乳酸分析

Uchi-komi 前測 (T1) 在運動結束後第 1 分鐘 (E1) 血液乳酸值平均值為 7.94±1.73 mmol/l，後測 (T2) 在運動結束後第 1 分鐘 (E1) 血液乳酸值平均值為 6.12±2.02 mmol/l 差異-1.82mmol/l ($p < 0.05$)。前測結束後乳酸最大值出現在 (E3) 平均值為 8.98±1.83 mmol/l，後測結束後乳酸最大值出現在 (E3) 平均值為 7.08±1.86 mmol/l，前測結束點 (E5) 則為 8.86±1.88 mmol/l。後測結束點 (E5) 則為 6.89±1.86 mmol/l。乳酸排除率前測差異-0.12 mmol/l，後測差異-0.19 mmol/l。在前測 (Times1) Uchi-komi 動作頻率平均值為 15.44±0.29，後測 (Times2) Uchi-komi 動作頻率平均值為 15.47±0.12 (圖 4-1)。

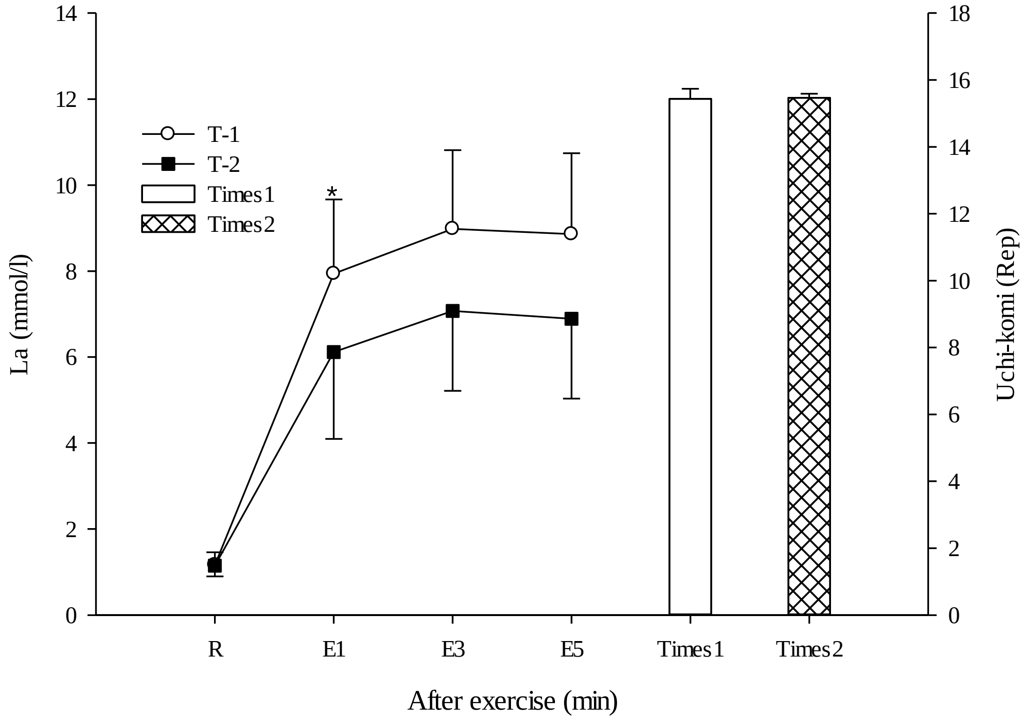

圖 4-1 Uchi-komi 前後測乳酸與動作頻率分析

研究結果發現，在專項 Uchi-komi 測試乳酸堆積濃度低於前測 (T1)。在相同時間 Uchi-komi 的動作頻率也提高 (圖 4-1)。這個症狀顯示受試者的無氧代謝能力提高，過去文獻在訓練適應研究，適應週期皆為 4-6 週 (Neumann, 1990)。但是在本研究中 3 天高強度訓練就呈現乳酸值下降，然後動作頻率提高。這個機制反應主要在細胞分子的改變，在 Laursen (2010) 研究指出高強度間歇訓練時，會促使腺嘌呤核苷三磷酸 (adenosine triphosphate,ATP) 轉變成大量堆積的腺嘌呤核苷單磷酸 (adenosine monophosphate,AMP)，進而經由 AMPK 途徑，誘發 PGC-1α 的活化，最終導致 I 型肌纖維、脂肪氧化能力、GLUT4、

肌肝醣與粒線體生物合成作用的增加。因此，在高強度運動時，ATP 的大量消耗，提供了改善粒線體生物生能作用的可能性。

二、柔道模擬比賽前後測乳酸分析

柔道模擬比賽前測在運動結束後第 1 分鐘 (E1) 血液乳酸值平均值為 12.93±3.64 mmol/l，後測在運動結束後第 1 分鐘 (E1) 血液乳酸值平均值為 10.14±3.3 mmol/l 差異-2.79 mmol/l ($p < 0.05$)，結束後乳酸最大值出現在 (E5) 平均值為 14.62±2.54 mmol/l，後測結束後乳酸最大值出現在 (E5) 平均值為 12.92±3.25 mmol/l 差異-1.7mmol/l ($p < 0.05$)，結束點 (E15) 前測則為 11.43±2.9 mmol/l，後測結束點 (E15) 則為 10.07±2.98 mmol/l 差異-1.36 mmol/l。後測在運動結束後的血液乳酸平均值皆低於前測。乳酸排除率前測差異-3.19 mmol/l，後測差異-2.85 mmol/l (圖 4-2)。

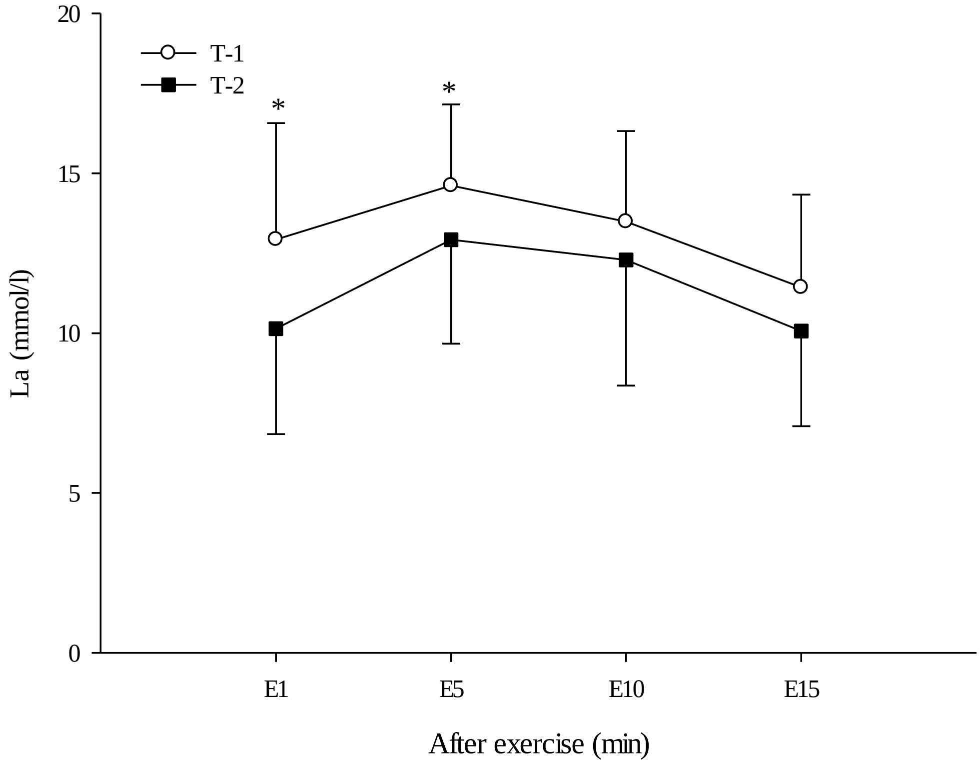

圖 4-2 柔道模擬比賽前後測乳酸分析

在本研究專項高強度比賽測試，結果發現運動結束後乳酸堆積濃度平均值下降 (圖 4-2)。這個症狀顯示受試者肌肉無氧能量代謝路徑獲得改善，這個反應機制主要在於肌肉細胞 MCT_1 膜增厚所致。在過去的研究也發現以高強度間歇訓練可提高細胞膜於粒腺體內之 MCT_1 幫助乳酸運輸路徑在細胞與工作肌血液順利完成 (Brook et al., 2008)。

第二節 急性訓練與柔道對抗賽之血氨分析

HIIT 訓練第 1 天在運動結束後第 1 分鐘 (E1) 血氨平均值 129.25±35.56 mmol/l 與第 3 天運動結束後第 1 分鐘 (E1) 血氨平均值 77.63±14.6 mmol/l 差異 -51.62 mmol/l ($p < 0.05$)，在第 1 天運動結束後第 5 分鐘 (E5) 血氨平均值 100±32.81 mmol/l，和第 3 天運動結束後第 5 分鐘 (E5) 血氨平均值 84.25±24.96 mmol/l 差異 -15.76 mmol/l (圖 4-3)。

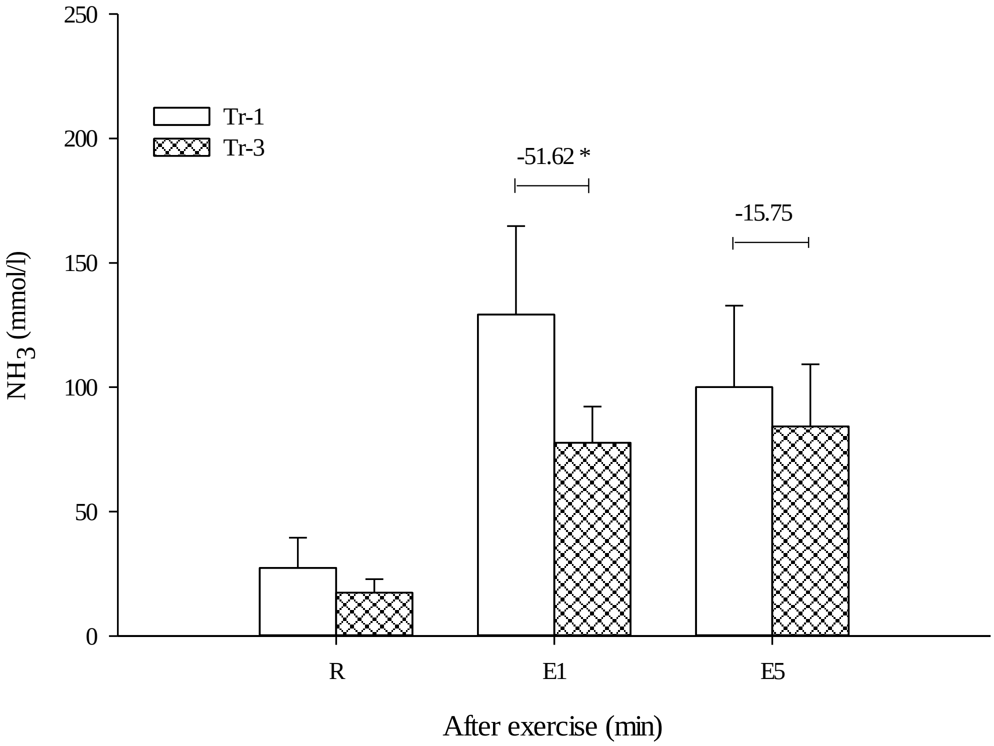

圖 4-3 HIIT 訓練第 1 天 (Tr-1) 與第 3 天 (Tr-3) 血氨分析

柔道模擬比賽前測在運動結束後第 1 分鐘 (E1) 血氨平均值 102.38±37.63 mmol/l，與後測運動結束後第 1 分鐘 (E1) 血氨平均值 61.38±26.99 mmol/l 差異-41 mmol/l ($p < 0.05$)，在前測運動結束後第 5 分鐘 (E5) 血氨平均值 91.75±32.55 mmol/l，和後測運動結束後第 5 分鐘 (E5) 血氨平均值 66.38±32.2 mmol/l 差異-25.37 mmol/l ($p < 0.05$)，如圖 4-4 所示。

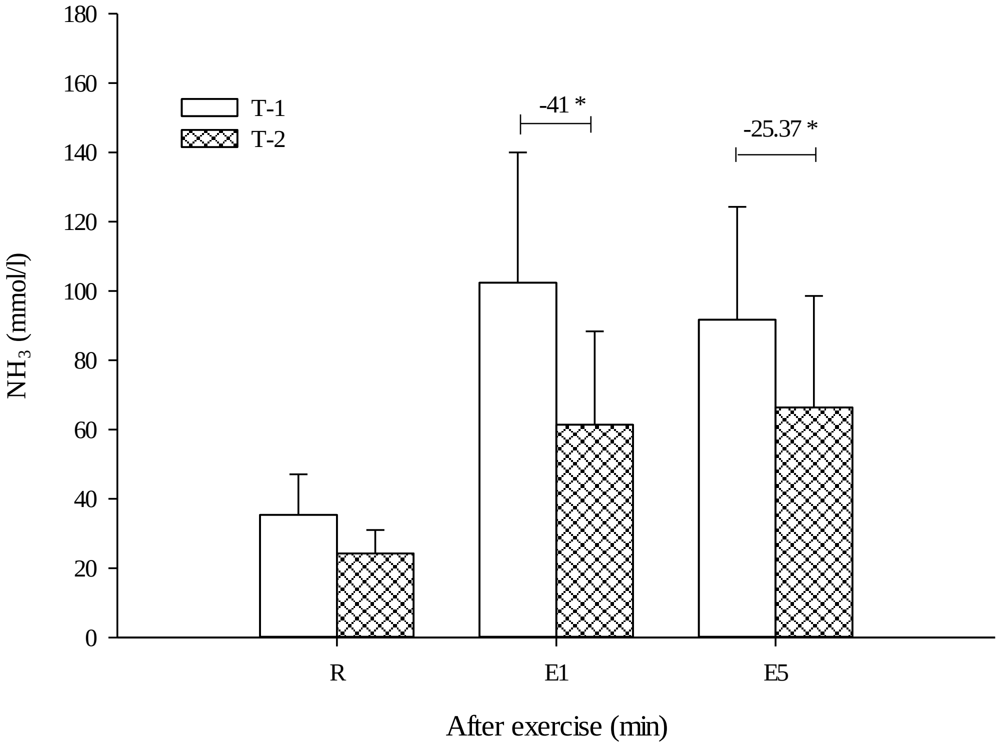

圖 4-4 柔道模擬比賽前後測血氨分析

研究結果發現，HIIT 第 3 天訓練血氨平均值呈現下降 (圖 4-3)。Buono, M (1984) 的研究中也發現當運動強度到達 90%~100%時血氨生成斜率最大。當進行極高的強度負荷時因為肌肉無法應付極高的力量與高速度收縮，必須同時由醣酵解與分

解蛋白質路徑提供肌肉能量，造成大量血氨的堆積。在本研究發現 3 天的高強度訓練，肌肉代謝蛋白質轉氨路徑已明顯獲得改善。這個症狀顯示因第 1 天對測試動作不熟悉，肌肉必須動員更多纖維。造成代謝壓力產生更多的血氨堆積 (NH_3)。第 3 天訓練肌肉已適應測試動作頻率，因而降低肌肉壓力，因此降低蛋白質代謝路徑。過去文獻指出，HIIT 訓練後，粒線體 PGC-1α 的增加，這個機制可以有效提升無氧醣酵解活性，降低肌肉對胺基酸的應用 (Gibala MJ et al., 2009)。而在 Neumann (1990) 對適應的解說，肌肉必須達 1 週的時間。但是本研究應用 HIIT 訓練 3 天就達到無氧機制的改變。

在本研究的另一個發現，在後測柔道模擬比賽其肌肉無氧代謝轉氨路徑也呈現顯著下降 (圖 4-4)。這個改善的症狀反應是經過 3 天的 HIIT 訓練後，肌肉對於這個負荷已達到適應，影響在後測柔道模擬比賽測試中，無氧機制較能應付這種強度，因此，身體受到的負荷下降，降低轉氨路徑的生成。正如 Grosser et al. (2001) 研究結果提到，身體開始運動訓練的負荷，器官組織系統之功能以及型態產生的改變，是身體對於外來刺激適應的表現。另一個產生效果的機制，在急性的運動刺激下，身體組織與腦進行調節作用，瞬間提高左心室的壓縮增加血液動力，促使肌肉周邊為血管急速收縮，增加組織血容量與肌群含氧量 (Kruger et al., 2015)。

第三節　急性訓練與柔道對抗賽心跳率

HIIT 訓練第 1 天訓練在第 1 次 (1x) 心跳率平均值 191±8 min^{-1} 與第 3 天訓練第 1 次 (1x) 心跳率平均值 190±7 min^{-1} 差異 -1min^{-1}，在第 1 天訓練第 2 次 (2x) 心跳率平均值 193±6 min^{-1}，和第 3 天訓練第 2 次 (2x) 心跳率平均值 194±5 min^{-1} 差異 -1 min^{-1}，而第 1 天訓練結束後 (E5) 心跳率平均值為 129±17 min^{-1} 與第 3 天訓練結束後 (E5) 心跳率平均值 123±7 min^{-1} 差異 -6 min^{-1}。

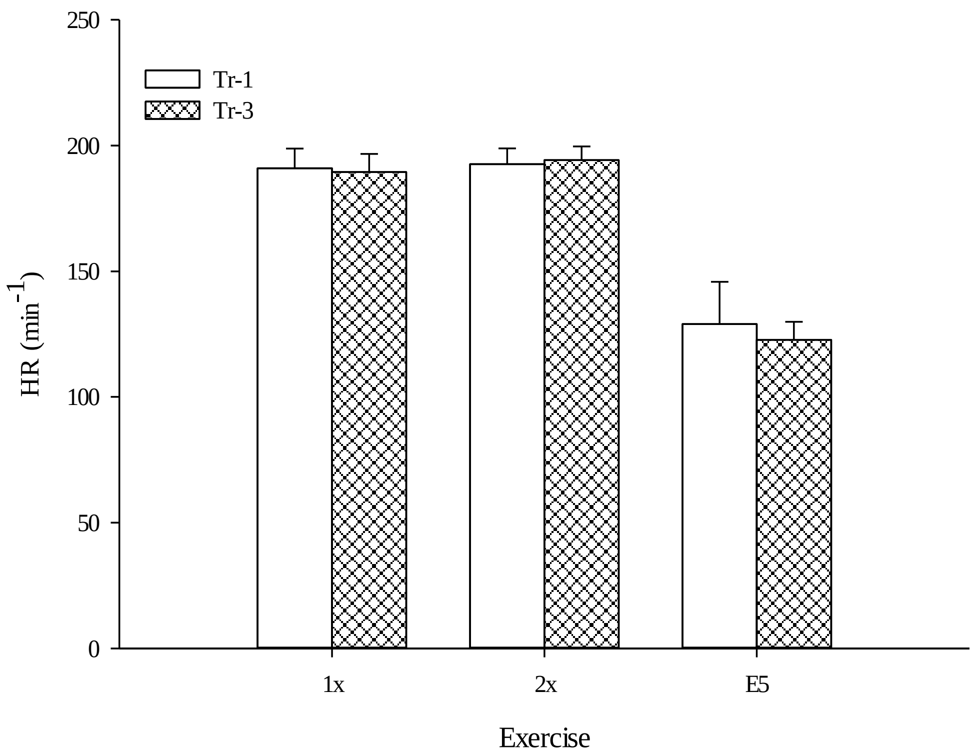

圖 4-5 HIIT 訓練第 1 天 (Tr-1) 與第 3 天 (Tr-3) 心跳率分析

柔道模擬比賽前測在第 1 次 (1x) 心跳率平均值 184±9 min^{-1}，與後測第 1 次 (1x) 心跳率平均值 179±10 min^{-1} 差異-5 min^{-1}，而前測與後測第 2 次 (2x) 心跳率平均值皆為 186±8 min^{-1}，但在前測運動結束後第 3 分鐘 (E3) 與第 5 分鐘 (E5) 心跳率平均值 132±9 min^{-1} 和 121±8 min^{-1} 與後測運動結束後第 3 分鐘 (E3) 和第 5 分鐘 (E5) 心跳率平均值 129±7 min^{-1} 和 118±9 min^{-1} 皆呈現下降，差異-3 min^{-1}。

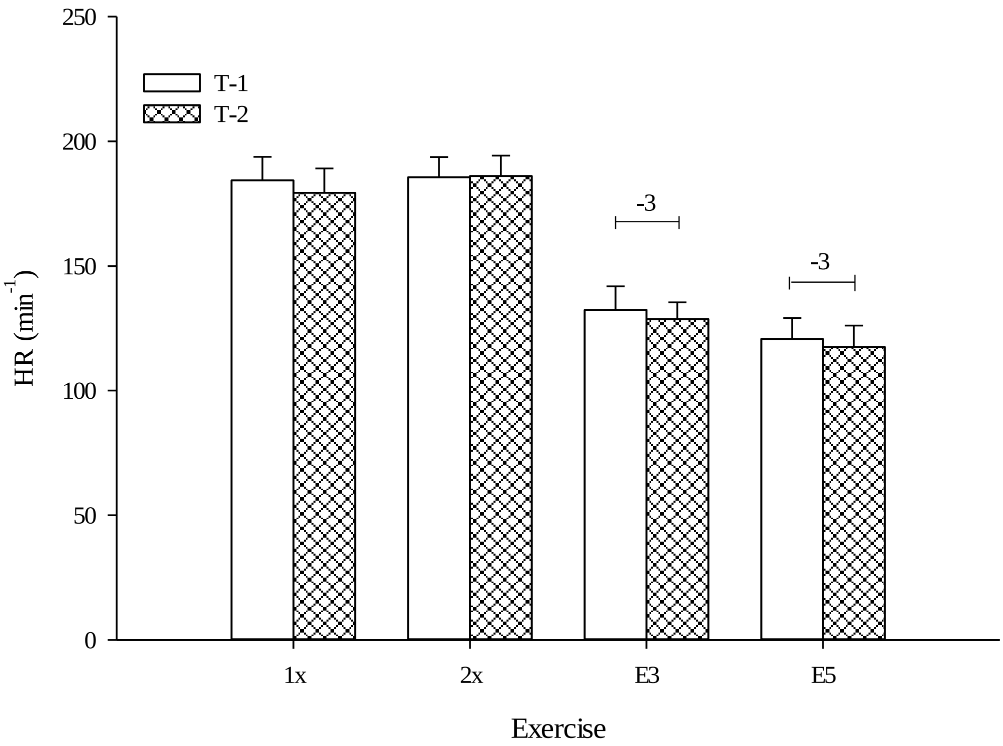

圖 4-6 柔道模擬比賽前後測心跳率分析

結果分析發現，在 3 天 HIIT 訓練運動負荷心跳率未呈現改變，但是另一發現恢復期心跳率呈現明顯下降趨勢 (圖 4-5)。這個症狀顯示因 3 天快速力量加力量耐力 (HIIT) 訓練模式，

增強無氧負荷恢復期心跳率下降功能。在過去研究文獻也發現，透過阻力性的運動負荷可以增強左心室的壓縮功能，提升體循環機轉。正如 Hollmann et al. (1986) 指出，間歇訓練效果在於提升體循環與新陳代謝的能力。

在本研究的另一發現，在運動負荷模擬比賽與 HIIT 訓練第 1 組 (1x)，心跳率皆呈現下降趨勢 (圖 4-5)，(圖 4-6)。這個症狀表示受試者對這種急性缺氧的運動負荷，體循環調節能力獲得改善。過去學者韓義與孫卓 (2016) 利用 HIIT 與 RST 兩種訓練方式比較，結果發現，HIIT 訓練更能有效的增加運動員無氧醣酵解供能能力，並刺激抗氧化酶活性，提高其無氧耐力的水平。過去學者 Powers and Howley (1997) 也在實驗證明，高強度間歇訓練主要目的是促進心臟血管的適應，包括每跳心輸出量、血液含氧量及氧氣運輸等。而藉由運動時心跳率的上升的快慢及運動結束後，心跳率恢復至安靜狀態的速率反應可看出心肺功能的優劣 (Böhmer, 1975)。根據 Neumann (1990) 的生理適應週期，接受運動負荷後最快改變的是心跳率，以日為單位。本研究以 3 天高強度訓練即達到恢復期心跳率下降之效果。

第四節　柔道對抗賽與急性訓練之交互關係

一、柔道模擬比賽與 HIIT 訓練心跳率之關係

在柔道模擬比賽後測第 2 組 (T2) 心跳率介於 178-189 min^{-1}，第 3 天 HIIT 訓練第 2 組 (Tr3) 心跳率介於 184-202 min^{-1}，心跳率兩者呈現正相關 (r^2=0.6)。柔道模擬比賽前測第

2 組 (T1) 心跳率介於 179-198 min^{-1}，第 1 天 HIIT 訓練第 2 組 (Tr1) 心跳率介於 184-202 min^{-1}，心跳率兩者未呈現相關 (r^2=0.1)。如圖 4-7 所示。

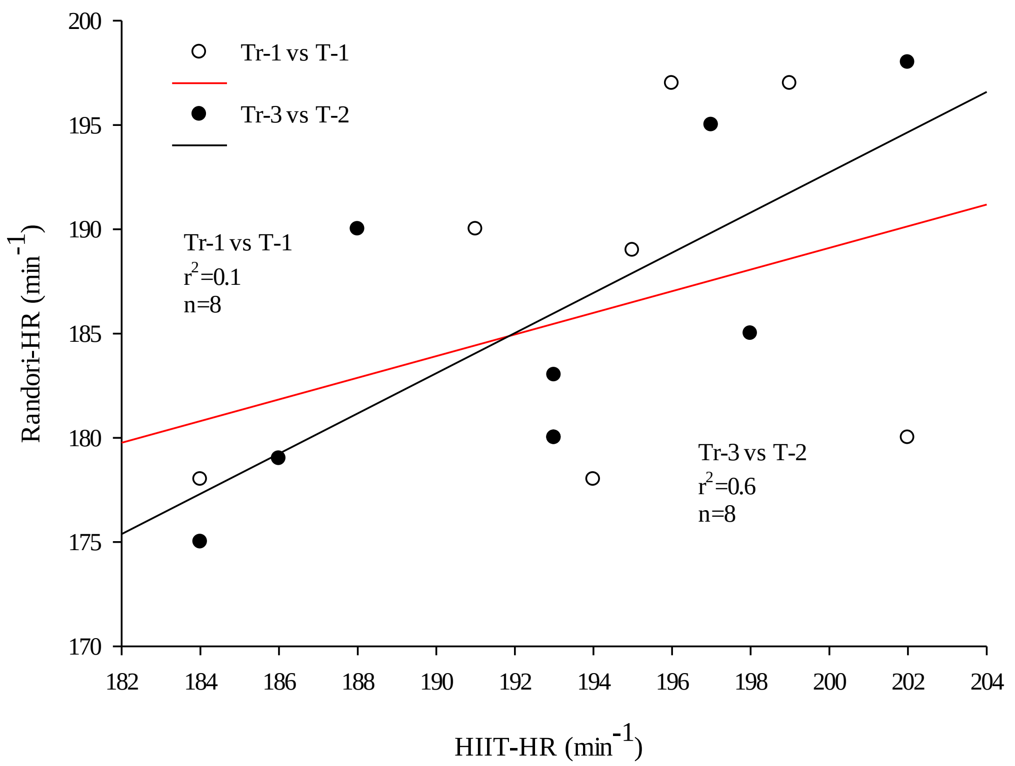

圖 4-7 柔道模擬比賽與 HIIT 訓練心跳率之關係

研究結果發現，柔道模擬比賽後測第 2 組 (T2) 與第 3 天 HIIT 訓練第 2 組 (Tr-3) 心跳率呈現正相關 (r^2=0.6)。而柔道模擬比賽前測第 2 組 (T-1) 與第 1 天 HIIT 訓練第 2 組 (Tr-1) 未呈現相關 (r^2=0.1) (圖 4-7)。這個症狀反應在前測柔道模擬比賽因為未經過 HIIT 訓練所產生的心跳率平均值未呈現相關，但在後測柔道模擬比賽則在第 3 天高強度訓練

後呈現正相關。此反應代表運動員在第 3 天高強度訓練動作速度提高，因此增加心跳率。訓練效果提升，因此在柔道模擬比賽中受試者對抗速度也提高，相對地，其心跳率也上升。過去研究指出，影響心跳率的因素有很多，但隨著運動強度提升會使肌肉在極大的負荷下造成短暫缺氧，導致心跳率增加 (Gappmaier, 2002)。

二、後測模擬比賽與第 3 天 HIIT 訓練乳酸之關係

在後測模擬比賽乳酸濃度介於 7.46- 17.43 mmol/l，第 3 天 HIIT 訓練乳酸濃度介於 12.18- 15.59 mmol/l，兩者乳酸濃度呈現正相關 (r^2=0.5)。如圖 4-8 所示。

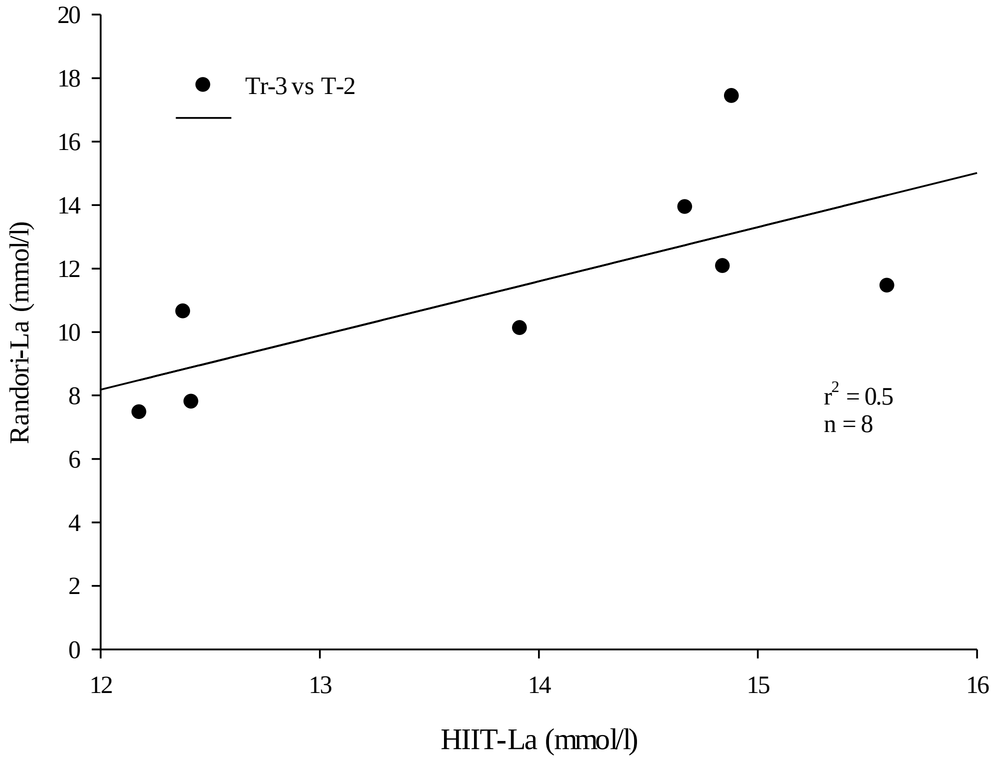

圖 4-8 後測柔道模擬比賽與第 3 天 HIIT 訓練乳酸之關係

結果發現，後測模擬比賽 (T2) 與第 3 天 HIIT 訓練 (Tr3) 乳酸濃度呈現正相關 (r^2=0.5) (圖 4-8)。這個症狀顯現受試者在第 3 天高強度訓練動作速度提高，肌肉在突然增強的負荷無法適應，造成乳酸堆積。而肌肉適應負荷後，訓練效果提升，在柔道模擬對抗賽中，受試者在對抗的強度也隨之上升，因此乳酸相對提升。這個症狀與 Hultman and Sahlin (1980) 的實驗相同反應，血乳酸產生的濃度多寡與負荷強度、參與的肌肉量及運動持續的時間有關。

三、模擬比賽乳酸與攻擊次數之關係

在前測模擬比賽攻擊次數介於 3.5-7 次，與後測模擬比賽攻擊次數同樣介於 3.5-7 次，兩者未呈現相關 (r^2=0.06)。如圖 4-9 所示。

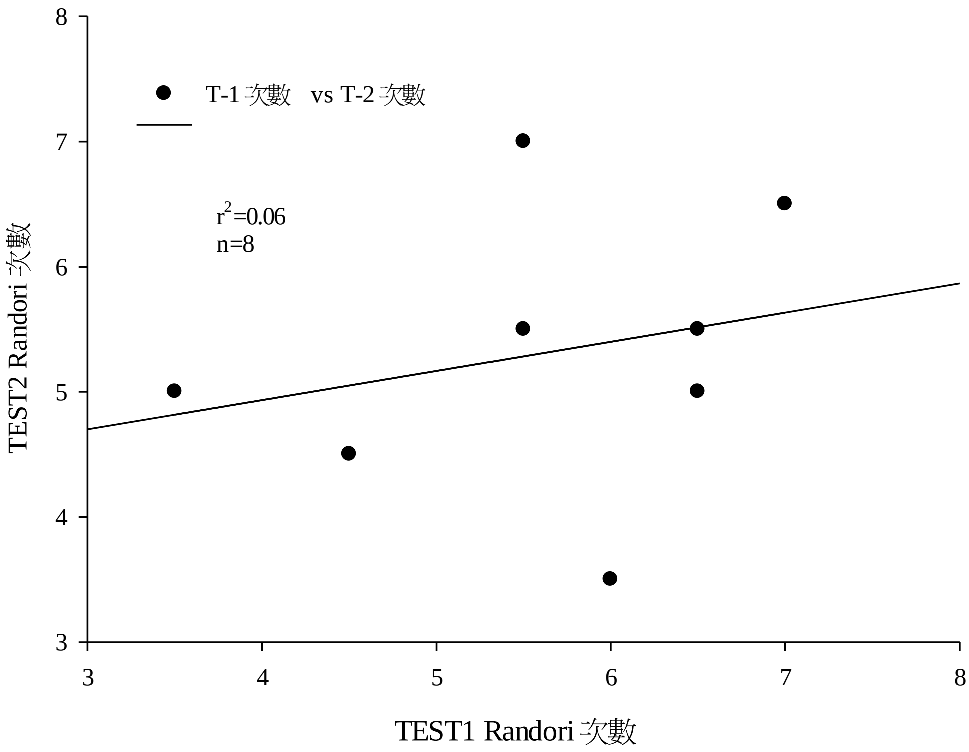

圖 4-9 前後測柔道模擬比賽攻擊次數之關係

結果發現，前後測柔道模擬比賽攻擊次數未呈現相關 (r^2=0.06) (圖 4-9)。

這個症狀反應，柔道比賽有效進攻動作受到速度與反應的影響。在過去文獻提到肌肉伸縮循環 (＜250 m/s) 的反應能力，

以及肌肉纖維組成與招募程序影響力量表現 (Roth & Willimczik, 1999)。這個程序的適應已改善，必須兩週以上的時間。在本研究中發現，在對抗賽中，受試者在對抗的強度是上升的，因此在雙方更高競技的抗衡中，攻擊次數能維持，可以說明受試者在應用 HIIT 訓練後，生理機制獲得改善 (圖 4-9)。此反應與侯碧燕等人 (2011) 利用兩項柔道專項高強度間歇測試對照柔道比賽之能量負荷相符。

四、實驗數據總整理

在柔道專項測試乳酸濃度平均值後測 (Uchi-komi La)，呈現下降達顯著差異 (p<0.05)，但次數卻呈現上升 (Uchi-komi 次數)，而在柔道模擬對抗賽 (Randori) 後測數據中，乳酸、血氨、心跳率 (La、NH_3、HR) 皆呈現下降且乳酸、血氨達到顯著差異 (p<0.05)。HIIT 訓練後測數據分析中，心跳、血氨 (HR、NH_3) 也皆呈現下降，並在後測血氨數據達到顯著差異 (p<0.05)。在本研究發現應用 HIIT 訓練對照柔道專項測試乳酸、血氨、心跳率均獲得改善。如表 4-1 所示。

表 4-1 前後測數據總整理

測試項目	T-1	T-2	Effect	Diff
Uchi-komi La-E1 (mmol/l/min)	7.94±1.73	6.12±2.02	↓	$p<0.05$
Uchi-komi 次數	15.44±0.29	15.47±0.12	↑	$\boldsymbol{p>0.05}$
Randori La-E1 (mmol/l/min)	12.93±3.64	10.14±3.3	↓	$p<0.05$
Randori La-E5 (mmol/l/min)	14.62±2.54	12.92±3.25	↓	$p<0.05$
HIIT NH_3-E1 (μmol/l/min)	129.25±35.56	77.63±14.6	↓	$p<0.05$
Randori NH_3-E1 (μmol/l/min)	102.38±37.63	61.38±26.99	↓	$p<0.05$

Randori NH_3-E5 (μmol/l/min)	91.75±32.55	66.38±32.2	↓	$p<0.05$
HIIT HR-E5 (min^{-1})	129±17	123±7	↓	$p>0.05$
Randori HR-E3 (min^{-1})	132±9	129±7	↓	$p>0.05$
Randori HR-E5 (min^{-1})	121±8	118±9	↓	$p>0.05$

第伍章 結論與建議

本研究主要應用 3 天的急性高強度訓練對照柔道對抗賽的無氧負荷，對生理機制產生的影響，其研究結論如下：

1.應用短期 3 天急性高強度訓練達到柔道專項 (Uchi-komi) 恢復期乳酸下降之效果，並在柔道模擬比賽恢復期乳酸、血氨、心跳率達到快速下降之效果，未來建議可增加至週期性訓練中，因本研究結果指出，3 天短期急性高強度訓練能夠突破無氧耐力、降低肌肉代謝壓力與提升體循環功能及新陳代謝能力，其目的是造成體內快速失衡後達到適應提高生理機轉水平，3 天訓練後即回歸正常專項訓練，幫助改善柔道專項在無氧路徑之能力並提升乳酸排除的速度。

2. 建議未來教練在應用 HIIT 訓練時，確保運動員以最大努力進行，為了提高無氧耐力之效率，運動員必須盡全力進行，且因為短期急性高強度訓練不受訓練週期影響，因此在應用 HIIT 訓練時不需要額外再加入專項訓練。

參考文獻

一、中文部分

余進益 (2016)。一週高強度訓練對青少年角力選手適應與閾值耐力之影響。未出版碩士論文，國立體育大學，桃園縣。

林文弢、吳河村、鄭守吉 (1998)。臺灣柔道運動員訓練和模擬比賽的生化分析。廣州體育學院學報，18(4)，53-58。

邱奕棠、蕭敬衡、王胤之、張嘉澤 (2012)。五天訓練對公路車選手體循環與新陳代謝之個案研究。2012 年國際運動教練科學研討會，2012.6.9，國立體育大學。

侯碧燕, 朱木炎, & 鄭名涵. (2008). 柔道選手專項體能檢測方式之介紹. 淡江體育, (11), 141-149.

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.

侯碧燕, 劉金龍, 陳佳慧, & 張嘉澤. (2011). 以生理指標驗證柔道運動專項訓練方式. 大專體育學刊, 13(3), 309-316.

張志峰（2004）。2000 年雪梨奧運男子柔道賽各量級比賽得分內容之分析。未出版碩士論文，國立台灣體育學院，台中市。

張嘉澤 (2004)：訓練學。未出版之講義，桃園縣，國立體育學院教練研究所。

張嘉澤, & 詹元碩. (2005). 運動能力之診斷與訓練調整. 國民體育季刊, 三十四卷三期, 44-52.

張嘉澤 (2008)。訓練學。台北縣林口鄉 : 運動能力診斷協會。

孫紅梅 (2010)。山東體育學院學報，第 26 卷第 11 期。

許正心, 宋映呈, & 沈志堅. (2015). 2014 年世界盃柔道錦標賽技術分析. 運動教練科學, (40), 137-152.

許吉越 (2000)。八十九年大運會柔道賽甲組選手有效得分之時間, 動作技術及得分等級研究. 2000 年國際大專運動教練科學研討會論文光碟.

陳德盛, 張嘉澤, & 徐建信. (2009). 柔道比賽負荷與專項檢測之比較. 運動教練科學, (15), 23-32.

曾台霖 (2016)。三天小型比賽訓練對足球選手專項耐力之影響。未出版碩士論文，國立體育大學，桃園縣。

韩义, & 孙卓. (2016). HIIT 与 RST 两种训练方式对运动员身体素质的影响. 文体用品与科技, (22), 193-194.

藤田弘明（2007）。金鷲旗大會第 80 回大會紀念特集。2007 年 10 月 8 日，取自金鷲旗大會網址

http://www.nishinippon.co.jp/nsp/judo/kin/80/specialissue_menu.shtml

二、外文部分

Badtke,G(1987):Sportmedizinische Grundlagen der Körpererziehung und des sportlichen Training. Barth, Leipzig.

Böhmer,D.,Baron,D.,Bausenwein,I.,Fischer,H.,Groher,W.,Hess,M.,Jäger,D.,Martin,L.,Mühlfahrt,J.,Nöcker,P.,Nnowacki,G.,Rompe,S.,Thiel,B.,Schmücker,O.(1975):Das sportmedizinische Untersungssystem.Leistrngssport,Beiheft.

Brooks GA,Brooks TG,Brooks S (2008) Laktat als metabolisches Signal der Genexpression. 12 . Deutsche Zeitschrift for Sportmedizin.

Buono, M. J. (1984).Blood lactate and ammonia accumulation during graded exercise in humans. Journal of Applied Physiology. 57. 135-141.

Degoutte, F., Jouanel, P., & Filaire, E. (2003). Energy demands during a judo match and recovery. British journal of sports medicine, 37(3), 245-249.

Edge, J., Bishop, D., & Goodman, C. (2006). The effects of training intensity on muscle buffer capacity in females. European Journal of Applied Physiology, 96(1), 97-105.

Gappmaier E. (2002). “220-Age” prescribeing exercise based on heart rate in the clinic. Cardiopatumonary Physical Therapy Journal, 13(2), 11.

Gibala MJ, McGee SL, Garnham AP, Howlett KF, Snow RJ, Hargreaves M. (2009). Brief intense interval exercise activates

AMPK and p38 MAPK signaling and increases the expression of PGC-1α in human skeletal muscle. J Appl Physiol;106:929–934.

Grosser, M., Starischka, S., Zimmermann, E. (2001). Das neue Konditionstraining.

Hollmann, W., & Liesen, H. (1973). Der Einfluben eines zweiwöchien Höhentrainings auf die Leitungsfähigkeit im Flachland, gemessen anNspiroergometrischen und metabolischen parameteren.

Hultman, E., & Sahlin, K. (1980). Acid-base balance during exercise. Exercise and Medicine Sport Science Reviews, 8, 41-128.

Jakowlew,N. (1972): Die Bedeutung der Homöostasestörung für die Effektivität des Trainingsprozesse. Medizin und sport 13, 367-370

Laursen, P. B., & Jenkins, D. G. (2002). The scientific basis for high-intensity interval training.Sports Medicine, 32(1), 53-73.

Laursen, P. B. (2010). Training for intense exercise performance: High-intensity or high-volume training? Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports, 20 Suppl 2, 1-10. doi: 10.1111/j.1600-0838.2010.01184.x

Mader, A. (1994a). Aussagekraft der Laktatleistungskurve in Kombination mit anaeroben Test zur Bestimmung der stoffwechselkapazität. In: Clasing, D., Weicker, H., Böning, D. (Hrsg.). Stellenwert der Laktatbestimmung in der Leistungsdiagnostik. Stuttgart Jena. New York. Fischer.

Malte Kruger, Markus de Marees, Karl-Heinrich Dittmar, Billy Sperlich, and Joachim Mester. (2015). Whole-Body Cryotherapy's Enhancement of Acute Recovery of Running Performance in Well-Trained Athletes. International Journal of Sports Physiology and Performance,10, 605-612.

Neumann, G. (1990). Umstellung und Anpassung der Funktionssysteme. In: Das gross Buch vom Laufen. Meyer & Meyer Verlag. 222-223.

Powers S. K., & Howley E. T. (1997) Calculation of oxygen uptake and carbon dioxide production. In: Exercise Physiology: Theory and Application to Fitness and Performance (3rd ed.). Madison, WI:Brown & Benchmark, 477–480.

Roth, K. & Willimczik, K. (1999). Bewegungswissenschaft. Reinbeck: Rowohlt Verlag.

Stamford, B. A., Weltman, A., Moffatt, R., & Sady, S. (1981). Exercise recovery above and below anaerobic threshold following maximal work. Journal of Applied Physiology, 51(4), 840-844.

Tabata. (1997). Metabolic profile of high intensity exercises. Med Sci Sports Exerc, v.29, 390-395.

Tudor O. Bompa. (2002). 運動訓練法 (蔡崇濱、劉立宇、林政東、吳忠芳)。台北市，藝軒圖書出版社（原著於 1999 年出版）。

Weltman, A. (1995). Factor affecting the blood lactate response. The blood Lactate Response to Exercise, 29-47.

附錄

SPDI

運動能力診斷與訓練調整

疾病調查

編號：

姓　名:	出生年月:	身高 (cm) :	體重 (kg) :	性別:
項目:	最佳成績:	訓練年數：		
學校：	手機：			
Mail:				

請據實回答以下問題:

1. 是否有心臟疾病 □ 是 □ 否
2. 是否有血液疾病 □ 是 □ 否
3. 是否有糖尿病 □ 是 □ 否
4. 是否有高血壓 □ 是 □ 否
5. 是否有氣喘疾病 □ 是 □ 否
6. 是否有癲癇症 □ 是 □ 否
7. 是否有肌肉疼痛 □ 是 □ 否
8. 是否有感冒症狀 □ 是 □ 否
9. 最近六個月是否有開刀手術 □ 是 □ 否
10. 其他:

1)____________

2)____________

3)____________

4)____________

運動員簽名: __________ 日期: __________

教練簽名: __________ Mail: ____________________

www.spdi.idv.tw

FJU-IRB F-038 /20160719

輔仁大學人體研究倫理委員會
結案證明

輔仁大學人體研究倫理委員會於 107 年 1 月 17 日同意下列計畫結案備查。研究所收集的研究資料(含檢體)請依計畫所訂定之期限妥善保存及進行銷毀。

計畫編號： C106014
申請單位： 國立體育大學 競技與教練科學研究所
主持人： 張嘉澤助理教授
計畫名稱： 三天急性訓練對柔道選手肌肉能量路徑與體循環之效果

輔仁大學人體研究倫理委員會

主任委員簽章：聶達安 107年 01 月 18 日

Fu Jen Catholic University Institutional Review Board
510 Chung Cheng Rd, Hsinchuang District, New Taipei City 24205, Taiwan
TEL：886-2-2905-6277,FAX：886-2-2903-3546

To whom it may concern,

RE:
FJU-IRB NO： C106014
Title of protocol： Effect of Three - day Acute Training on Muscle Energy Path and Body Circulation of Judo Players
Investigator： Assistant Professor Jia-Tzer Jang

This final report was approved by the Fu Jen Catholic University Institutional Review Board. The data (including specimens) were collected by the research should be saved and disposed within the established schedule of the protocol.

Chair's Signature
Institutional Review Board

01 / 18 / 2018
Date（mm / dd / yyyy）