

國立體育大學
競技學院
競技與教練科學研究所碩士論文

不同負荷對柔道模擬比賽心跳率與乳酸之影響

The Effect of Different Loaded for Heart Rate and Lactic

Acid on Judo Simulated Competitions

指導教授：張嘉澤 博士

研究生：黃詩涵 撰

中 華 民 國 102 年 6 月



國立體育大學

National Taiwan Sport University

不同負荷對柔道模擬比賽心跳率與乳酸之影響

摘 要

目的：觀察不同負荷型態是否可以作為預測柔道比賽競技能力。方法：本研究以 10 名大專柔道選手(平均年齡： 19.4 ± 1.2 years；身高： 168.2 ± 9.3 cm；體重： 73.2 ± 14.3 kg；訓練年數： 9 ± 1.3 years)。測試方式：於不同日程下分別參與 1 v.s 1 (3min) 專項模擬比賽檢測，划船測功儀 (3×300m)和 2-4mmol/l 基礎能力檢測三項測試。數據以皮爾森積差相關與重複量數單因子變異數進行分析，統計水準定 $\alpha=.05$ 。結果：有氧閾值能力與柔道專項乳酸排除百分比未達相關($r=0.01$)，無氧閾值能力與柔道專項最大乳酸未達相關($r=-0.24$)。划船測功儀與柔道專項乳酸最大值呈正相關($r=0.63$)，划船測功儀第三組與柔道專項乳酸最大值呈正相關($r=0.53$)。結論：划船測功儀負荷乳酸堆積濃度與柔道專項乳酸堆積濃度呈正相關，此現象顯示能量路徑相似，未來訓練上可增加划船測功儀，在比賽期可以替代柔道專項，預防受傷。

關鍵字：柔道、划船測功儀、心跳率、血乳酸

The Effect of Different Loaded for Heart Rate and Lactic Acid on Judo Simulated Competition

Abstract

Purpose: To determine if blood lactate levels differ when participants train on the Rowing Ergometer versus simulated judo athletic ability. **Method:** 10 judo players from University were used in this study. The average age, height, weight, and training age were: 19.4 ± 1.2 years old, 168.2 ± 9.3 cm, 73.2 ± 14.3 kg, 9 ± 1.3 years. Three diagnostics were used in this study. The first was a judo competition test 1 v.s 1 (3min), the second was a Rowing Ergometer test(indoor rowing machine) (3×300 m), and the third a 2-4 mmol/l test. All trials were conducted on separate days in a counter-balanced and repeated measure design. All data were analyzed using Pearson's product-moment correlation and use one-way ANOVA. Repeated measures were employed to examine the relationship. Significance was set at the $\alpha = .05$. **Results:** The judo competition: Aerobic threshold and blood Lactate levels dropped to a percentage ($r = 0.01$), anaerobic threshold and blood Lactate maximum level ($r = -0.24$). Rowing Ergometer:

blood Lactate maximum level ($r=0.63$) Rowing Ergometer

Set-3: blood Lactate maximum level ($r=0.53$). **Conclusion:**

There is a direct and positive correlation between the Rowing ergometer and the physical act of Judo. This analysis shows how the blood lactate levels can increase if the participant trains on the rowing ergometer. This training on the rowing ergometer is an alternative to the game of Judo, to prevent injury.

Keywords: Judo, Rowing ergometer, Heart rate, Blood Lactate



謝 誌

首先誠摯的感謝指導教授張嘉澤博士，老師細心的教導使我得以一窺訓練生理領域的深奧，不時的討論並指點我正確的方向，使我在這些年中獲益匪淺。老師對學問的嚴謹更是我輩學習的典範。因為有你的體諒及幫忙，使得本論文能夠更完整而嚴謹。

感謝 SPDI 裡的菁英團隊，德盛學長、佳慧、月琪、兒玉、心儀學姐們不厭其煩的指出我研究中的缺失，且總能在我迷惘時為我解惑，也感謝奕勳、婉禎、汶琳、敬衡同學的幫忙，恭喜我們順利走過這兩年。實驗室的松潛、育綺、俊霖、智瑋學弟們當然也不能忘記，你們的幫忙及搞笑我銘記在心。

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

最後，感謝我的家人，謝謝你們體諒與支持我，如果沒有你們就沒有現在的我。

在此將此論文獻給所有鼓勵、關心我的朋友及家人！

黃詩涵 謹識

中華民國 102 年 6 月

目 錄

目 錄	V
表 次	VII
圖 次	VIII
第壹章 緒 論	1
第一節 研究背景	1
第二節 研究動機	2
第三節 研究目的	4
第四節 名詞解釋	5
第貳章 文獻探討	6
第一節 有氧-無氧閾值相關文獻	6
第二節 柔道血乳酸相關研究	7
第三節 心跳率相關研究	8
第四節 划船測功儀之相關研究	9
第五節 文獻總結	10
第參章 實驗方法與步驟	11
第一節 研究對象	12
第二節 實驗方法	13
第三節 實驗儀器與設備	15
第四節 實驗程序與流程	16
第五節 資料處理與分析	17

第肆章 結果分析與討論	18
第一節 腳踏車測功儀有氧-無氧閾值測試	18
第二節 划船測功儀負荷分析	21
第三節 柔道專項負荷乳酸與划船測功儀心跳率恢復期分析	26
第四節 有氧-無氧能力與柔道專項測試之關係	29
第五節 划船測功儀與柔道專項測試之關係	33
第伍章 結論	37
參考文獻	38
一、中文部分	38
二、英文部分	39
附錄	44
附錄一 英文對照縮寫表	44
附錄二 運動能力診斷中心受試者疾病調查表	45

表 次

表 3-1 受試者基本資料	-----12
表 3-2 實驗測試採血時間表	-----14
表 4-1 腳踏車基礎能力測試	-----18



圖 次

圖 3-1 實驗執行圖 -----	15
圖 3-2 實驗流程圖 -----	16
圖 4-1 階梯式負荷心跳率平均值標準差 -----	19
圖 4-2 划船測功儀瓦特數與槳頻數平均值標準差 -----	21
圖 4-3 划船測功儀負荷時間平均值與標準差 -----	22
圖 4-4 划船測功儀負荷乳酸與心跳率 -----	23
圖 4-5 划船測功儀負荷恢復期乳酸 (3x300m)-----	24
圖 4-6 柔道專項負荷乳酸 -----	26
圖 4-7 划船測功儀負荷與柔道專項恢復期心跳率 -----	27
圖 4-8 有氧能力與柔道專項測試乳酸排除百分比分析 ----	29
圖 4-9 無氧能力和柔道專項最大乳酸值之關係 -----	30
圖 4-10 有氧能力心跳率和柔道專項恢復期第五分鐘之關係 -----	31
圖 4-11 划船測功儀負荷與柔道專項測試最大乳酸值之關係 -----	33
圖 4-12 划船乳酸第三組與柔道專項乳酸最大值之關 -----	34
圖 4-13 划船測功儀和柔道專項測試結束後第一分鐘之關係 -----	35

第壹章 緒論

第一節 研究背景

自古以來柔道強調「精力善用」、「自他共榮」為中心理念，柔道以柔克剛，戰勝選手，而勝利是你我共同的榮耀，由源自古時空手搏擊，運用在戰場殺敵，保護自身的柔術，歷經時代與文化變遷後發展至今全民所熟悉之運動型柔道，並於1964年日本東京第十八屆奧運會將柔道列為正式比賽項目。28年後，1992女子柔道在巴塞隆納奧運會成為的正式項目。柔道發展時間盛長，造就動作技術類型就高達一百種以上，但基本上可分為「立技」、「寢技」兩大類，立技方面為投技及捨身技；而寢技則是由固技、絞技與關節技細分而成。

國際柔道總會 (1992) 比賽時間從過去男女生於場上分別進行五分鐘及四分鐘負荷，修改為負荷皆為五分鐘進行。並於1997至2004年賽制新增，平手即延長五分鐘作為黃金得分賽制 (golden score)，然而2008年後再次修改為三分鐘，並且廢除效果。國際柔道總會 (2009) 針對比賽選手採消極之防禦姿勢給予犯規警告。並於2010年規則強調比賽場上之界外認定，需雙方選手都出界，否則不得暫停。而比賽一開始施術手不可碰觸對方腰部以下，否則犯規輸。

呈上所敘，規則之修改皆將柔道比賽提昇了負荷強度，其目的為增強刺激性使節奏更快提高可看性 (I.J.F,1992)。根據過去奧運獎牌統計，柔道起源國-日本於2004年雅典奧運，奪下八金亮眼的成績，2008年北京奧運奪下四金，但於2012年倫敦奧運受後起之國驚人表現居上僅奪下一金；同屆俄羅斯奪下三金成為最大贏家，韓國、法國奪得兩金並列第二。以往柔道都是亞洲主權，

在規則的改變下，日本也不再是亞洲之冠。

規則造就比賽強度提昇，注重能力除了技術外，體能需求也大於過去，因此如何區別過去傳統式訓練且針選手體能狀態搭配出最佳訓練方式，是為訓練與科學同步需要加強與融合之最大目標。

第二節 研究動機

I.J.F (2006) 柔道競賽規則，一勝必須符合：當一名選手控制並摔倒，使對手大部份的背部著地且有很大的力量和速度。侯碧燕、劉金龍、黃怡仁 (2006) 觀察 2003與 2005年世界盃，一勝的機率為男子 62%、女子 61%。柔道競賽裡，要一勝的技術，需要良好的肌力、速度才會有完美的動作。侯碧燕、劉金龍、黃瑞澤 (2007) 表示，在柔道競賽過程中，需以力量及速度為前提，技術才能在強攻以及防守時展現。近幾年觀察柔道國際賽事，柔道已發展出「力量柔道」，日本以技術為主的國家，在2012倫敦奧運只有一面金牌進帳，雖然擁有良好的技術基礎與扎實動作，卻在比賽中受於體能因素落敗其餘國家，無法展現技術。然而柔道比賽勝負可能取決短短幾秒至延長比賽時間，在這樣高負荷下，如果沒有具備良好的體能基礎，擁有在完善的技術，也無法展現。

張志峰 (2004) 指出，國際及國內男子柔道賽得分最佳時機為比賽的前3分鐘。陳榮煌、蘇俊賢、陳雍元、陳文進 (2005) 指出，每場柔道比賽平均時間介於 5-180 秒之間。Tabata (1997) 指出，柔道的動作特徵是包含數個15至30秒的作業負荷的運動表現，在每個作業負荷之間有10至15秒的間歇休息時間。雙方選手競賽中，搶手、攻擊，這樣數回合下，短時間ATP-PC來不及供給，能量隨著時間進入到無氧醣酵解，來提供能量。Letzelter (1982) 亦指出

柔道體能型態為最大力量與力量耐力。郭癸賓、丁文貞 (2001) 研究指出柔道選手常在比賽後期的2分鐘，攻擊次數及得分內容普遍偏低，原因在於力量耐力降低所致，所以加強選手的力量耐力及心肺耐力應為首要之務。

過去以往有學者做過的研究，2007年劉金龍研究不同能量代謝系統之柔道專項能力檢測與血氨指數的應用與探討，測試方法有身體組成與基礎力量表現檢測、柔道專項能力檢測（無氧非乳酸與無氧乳酸）、 NH_3 -Index檢測；2007年侯碧燕等人研究以生理指標驗證柔道運動專項訓練方式；2009年陳德盛等人研究柔道比賽負荷與專項檢測之比較，測試方法有柔道專項能力檢測與比賽檢測；2011年林珏成研究10m折返跑與十字跑負荷對柔道專項耐力之影響，測試方法有柔道專項測試 6×30s 單臂摔倒，休息 1 min 與折返跑 3×10m 與十字跑測試 3×6m；2012年鄭玉兒研究高強度折返跑負荷與閾值耐力對柔道比賽能力之影響，測試方法柔道專項測試 2× (1 vs 3) × 30s 與折返跑 5×10m 四次折返，休息 1min 。

柔道競賽能夠於短短幾秒內致勝；或延長比賽，實戰中雙方對峙及進行至比賽後半段往往是取決於全身性力量耐力的維持。划船測功儀型態與柔道皆屬於全身性運動，如何有效在短時間恢復與維持體能應付高強度比賽，因此本研究透過室內划船測功儀器 (PM4) 是否影響專項能力，期望可以提供不同訓練方式給運動選手。綜合過去研究與規則的改變，發現柔道比賽強度提高，其身體負荷能力必須著重在力量耐力與有氧能力的提升，因此本研究針對上述兩項能力進行測試。

第三節 研究目的

- 一、有氧閾值耐力是否影響專項運動負荷與恢復期乳酸濃度
- 二、有氧閾值耐力是否影響乳酸形成速率
- 三、有氧閾值耐力是否影響專項運動心跳率
- 四、無氧閾值耐力是否影響專項負荷最大乳酸堆積



第四節 名詞解釋

本研究所涉及的重要名詞，說明如後：

一、國際柔道總會

本研究中之國際柔道總會，是指 International Judo Federation (I.J.F) ，其網站為 <http://www.intjdo.eu/>

二、2-4 mmol/l 基礎能力

本研究 2-4 mmol/l 基礎能力依據 Mader et al. (1976) 提出有氧-無氧閾值耐力理論進行。

三、血乳酸

在無氧醣酵解的途徑中，丙酮酸接受氫離子 (H^+) 所產生的乳酸，乳酸值可運用來判斷訓練型態、強度指標。

四、心跳率

心跳率為單位時間的跳動頻率。本研究為受試者測試的心跳率，以 Polar 錶所測得之數值。

五、恢復心跳率 (E5)

本研究中恢復心跳率 (E5) 為運動結束後第五分鐘心跳率。

六、柔道專項能力

柔道專項能量主要是由無氧非乳酸和無氧醣酵解的途徑，為本研究專項能力指的是競賽能量系統。

第貳章 文獻探討

第一節 有氧-無氧閾值相關文獻

最初有氧-無氧閾值研究是由 Hollmann於1959年的換氣轉折點開始。隨著時間與研究的累積，目前以 Mader 等人所提出的的有氧無氧閾值理論為最簡易也廣泛被應用的評估方式。(Mader et al., 1976)

有氧閾值 (aerobic threshold)，指有機氣體在氧的參與下產生能量的能力，此時體內乳酸值低於2mmol/l，而有氧能力決定運動員耐力的優劣。有氧訓練會使得骨骼肌粒線體數量與微血管密度增加 (Spina et al.,1996)，微血管密度越高，促使肌肉血流量增大，促進乳酸排除與運轉。在低強度負荷中，肌肉活動從有氧的醣酵解和脂肪的代謝提供能量。

無氧閾值 (anaerobic threshold, AT)，當運動強度提升，運動負荷提高後乳酸值達到 4mmol/l，體內狀況即進入無氧狀態，而此時能量提供為碳水化合物大於脂肪。

楊孟龍、黃雅陵、林聖峰、廖清海 (2008) 研究指出，有氧能力越好，乳酸排除速度越快，無氧耐力能力越好，在高強度負荷運動中乳酸就越低。

劉俊宏、薛甄懋、侯碧燕 (2011) 以大學男子甲組柔道運動員，分為優秀組與一般組，以Uchi-Komi 與 Seoi-Nage 兩個動作連貫之測試，結果發現，乳酸值最高峰在結束後第三分鐘出現，乳酸代謝率未達顯著差異，並指出平常訓練應加強基礎有氧能力，以提高選手恢復能力。

Gocentas, Landõr and Andziulis (2004) 指出有較佳有氧能力的籃球運動員，在持續3.5 min的三分球投射的籃球專項運動表現上有效益。

Stegmann (1981) 等人認為以乳酸濃度到4mmol/l時之相對運動強度來判定AT，沒有考慮到運動時血乳酸動力學的個體差異，因此，找出血乳酸擴散率等清除率之點，其相對的運動強度即為個體無氧閾值。

Yoshida,Suda and Takeuch (1982) 指出無氧閾值與耐力運動表現有非常高的相關性。

Weltman and Katch (1979) 以31名男子探討無氧閾值與最大攝氧的相關分析，實驗結果得知無氧閾值與最大耗氧量之相關達0.85，顯示出最大攝氧量高的人，再延緩代謝現象較好。

鄭玉兒 (2012) 探討高強度折返跑負荷與閾值耐力是否影響高中柔道選手比賽能力，以8名高中柔道選手，結果顯示閾值能力越佳者，柔道專項測試與折返跑乳酸值呈現越低。



第二節 柔道血乳酸相關研究

激烈運動中，丙酮酸接受氫離子 (H^+) 所產生的乳酸，靠著肌肉中肌酸磷酸維持約10秒左右的能量，若持續高強度運動，則需動用到無氧醣酵解提供肌肉收縮所需的ATP能量，造成乳酸大量生成。Hollmann and Hettinger (1980) 等人把乳酸排除歸為肝的功能，乳酸下降是醣質新生肝醣的轉換。

乳酸濃度常被作為運動強度的指標之一。Hultman and Sholm (1980) 乳酸因負荷時間與參與肌肉量會影響乳酸的濃度。而乳酸的生成與排除也和有氧代謝能力有關 (Hollmann et al., 1976) 。Gasser and Brooks (1984) 當乳酸製造率與清除率失衡時，代表運動強度提升，需以無氧醣效解的方式提供能量，而乳酸的堆積就會產生。

乳酸在運動訓練上的應用可分為:一、運動強度的判定；二、能量代謝負

荷的判斷；三、訓練與比賽時選手運動能力判斷；四、作為有氧能力的判斷；五、作為訓練強度的判斷；六、作為訓練類型的判斷與訓練方式的判斷 (Neumann et al.,1993)。

Lehmann (1996) 則針對柔道選手的無氧非乳酸能力，以連攻法與過肩摔的連結動作進行四回合的專項能力檢測，選手檢測完成次數越多，表示耐力能力很好，反之越差。Franchini et al. (1996) 針對12名巴西柔道選手，運用無氧乳酸檢測方式，其受測結果，選手最大血乳酸值介於 8.2-10.7 mmol/l之間。林嶺、吳智辛 (2004) 以中國柔道國家隊女子運動員為研究對象，以國際比賽測試與專項訓練方式進行比較其血乳酸值，結果發現，比賽檢測為 15.4 ± 2.5 mmol/l、模擬比賽 (randori) 為 8.5 ± 4.8 mmol/l，並指出柔道競賽的代謝特點是以有氧代謝為基礎，乳酸代謝為主。侯麗 (2009) 以廣州隊青年女子柔道運動員為研究對象，以模擬比賽進行運動員每輪比賽後的血乳酸，結果發現，模擬比賽 (randori) 為 (8.01 ± 2.11) mmol/l。陳德盛、張嘉澤、徐建信 (2009) 以高中運動員為對象，進行比賽檢測，研究指出柔道競賽時間愈長，運動員乳酸值愈高 (最高達14.29 mmol/l)。根據運動中與運動結束後所產生的血乳酸濃度，可以做為訓練判斷，最為簡易的方式 (Hollman et al., 1981)。

第三節 心跳率相關研究

心跳率是生理反應中適應最快的生物參數，也是最廣泛用來監督訓練的強度。最大心跳率評量的方法依據「 $220 - \text{年齡}$ 」=每分鐘的最大心跳率，心跳率的結果會隨著年齡的增長而減少，對於大眾是最簡單且最實用的生理指標。

心跳率會隨運動的狀況而改變。運動中影響心跳率的因素和交感神經與副交感神經對竇房結節律的控制有關，副交感神經緊張降低，心跳率會增高，

反之則降低

Astrand and Ryhming (1954) 研究指出，非最大運動 (sub-maximal) 運動強度與心跳率的變化呈現直線相關。Hollman et al. (1987) 指出競技運動員有氧耐力 (2mmol/l) $\geq 100\text{ watt}$ ，心跳率 $< 140\text{ min}^{-1}$ ；無氧閾值 (4mmol/l) 為 $\geq 130\text{ watt}$ ，心跳率 $< 156\text{ min}^{-1}$ 。心跳率的恢復情形依據強度、心肺功能的個別差異有所不同。Böhmer et al. (1975) 的研究指出最大運動負荷結束後的五分鐘 (E5) 之恢復心跳率來判斷體能與訓練效果，超過 130 min^{-1} 表示差； $130\sim 120\text{ min}^{-1}$ 表示不好； $120\sim 115\text{ min}^{-1}$ 表示好； $105\sim 100\text{ min}^{-1}$ 表示非常好； 100 min^{-1} 以下表示高競技能力。藉由運動時心跳率的上升的快慢及運動結束後，恢復至安靜狀態的速率皆可以顯示出心肺的優劣 (Böhmer,1975)。

第四節 划船測功儀之相關研究

划船除了水上的訓練外，陸上的訓練常結合划船測功儀、肌力訓練與有氧訓練，以期待能增加運動的力量、耐力與速度。Nowicky, Burbett, and Home (2005) 以 6 位曾經得過划船世界冠軍的男選手為研究對象，結果顯示划船著重於上肢、軀幹及下肢連貫性之划槳動作，整體來說划船屬於全身性運動。

Gibson, Szimonisz and Rowland (2000) 針對室內划船測功儀預測有氧能力的可行性與重複性進行實驗，受試者為 16 名少年，進行兩次測驗，結果發現 $\text{VO}_{2\text{peak}}$ 、 HR_{peak} 、最大換氣量與呼吸交換均沒有顯著差異律，研究認為，室內划船測功儀可以有效測量少年的有氧能力。

第五節 文獻總結

經由以上文獻，綜合出下列幾點：

- 一、針對柔道的運動特性，柔道屬於短時間高強度，對於無氧非乳酸的快速能力恢復，必須依據個人有氧能力，透過基礎耐力測試，測驗出個人的有氧-無氧閾值。
- 二、透過乳酸檢測可得知專項負荷的強度及選手的疲勞、能量代謝變化，可做為訓練調整參考數據。
- 三、透過心跳監測，教練可依據心跳率來控制訓練的強度而更有效的訓練方式。
- 四、划船屬於全身性運動，在柔道方面即是全身性運動，室內划船機大部分都運用在划船訓練上，鮮少運用在其它項目作為訓練，因此來探討柔道專項與室內划船機之相關性。

第叁章 實驗方法與步驟

本章之目的在說明研究對象、實驗時間與地點、實驗儀器與設備、實驗程序與流程、資料統計與分析。

- 一、 研究對象。
- 二、 實驗方法。
- 三、 實驗儀器與設備。
- 四、 實驗程序與步驟。
- 五、 資料處理與分析。



第一節 研究對象

本研究以大專甲組柔道選手十名為研究對象，男生 8 名，女生 2 名。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」(附錄二)，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

	年齡(age)	身高(cm)	體重(kg)	訓練年數(yr)
平均數	19.4	168.2	73.2	9
標準差	1.2	9.3	14.3	1.3

第二節 實驗方法

一、實驗時間與地點

(一)時間:2013 年 2 月

(二)地點:國立體育大學柔道場、運動能力診斷實驗室。

二、檢測內容:

(一)模擬比賽 1 v.s 1 (3min) 測試 (T-1) ，本專項檢測以相同量級來模擬比賽，檢測範圍 3min ，受試者必須以最大力量及最快速度進行比賽，模擬比賽皆由專業裁判執法，在每組結束後採集血液，全程配戴 Polar 錶記錄心跳。

(二)划船測功儀 (PM4) 測試 (T-2) ，在 (T-1) 結束測試後一天實施，檢測範圍 3x300m ，每組間歇 90s ，受試者以最大力量及最大速度划行，並採集血液及心跳率。

(三)2-4mmol/l 基礎能力檢測 (腳踏車測力計) (T-3) ，在 (T-2) 結束測試後一天實施，檢測場地為運動生理實驗室，以 100Watt 開始進行第一階測試，每階休息 30s，每階瓦特上升 30Watt ，每階持續 5min ，測試進行至受試者最大負荷。

三、血液採集時間表

表 3-2 實驗測試採血時間

Test	Bio	Times
T-1	La	E1.3.5.7.10
	HR	E1.5
T-2	La	1x.2x.3x.E3.5.7.10
	HR	1x.2x.3x.E5
T-3	La	每 5min 採集血液一次
	HR	每階 HR .E5



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)
- 二、 心跳錶:Polar 錶 (610i) Polar 接收頻率以 5 秒設定記錄一次心跳率
- 三、 採血工具(冰桶、紅血球破壞劑、毛管、採血針、酒精等)
- 四、 室內划船測功儀器 (PM4) 第五代 CONCEPT 2 電腦測功儀、
CONCEPT 2 (PM4 最新面板)
- 五、 國立體育大學柔道場、運動能力診斷與生理實驗室



第四節 實驗程序與流程

一、 檢測時間點

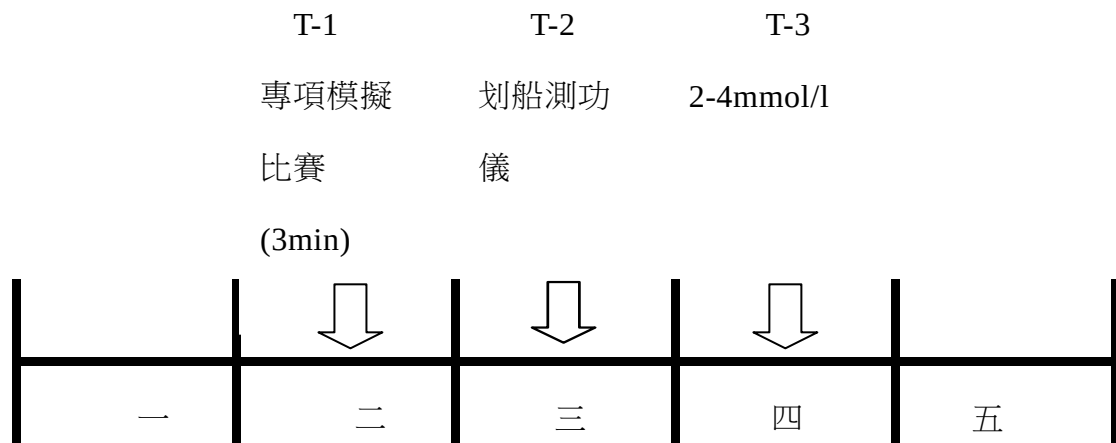


圖 3-1 實驗執执行程序圖

二、實驗流程圖

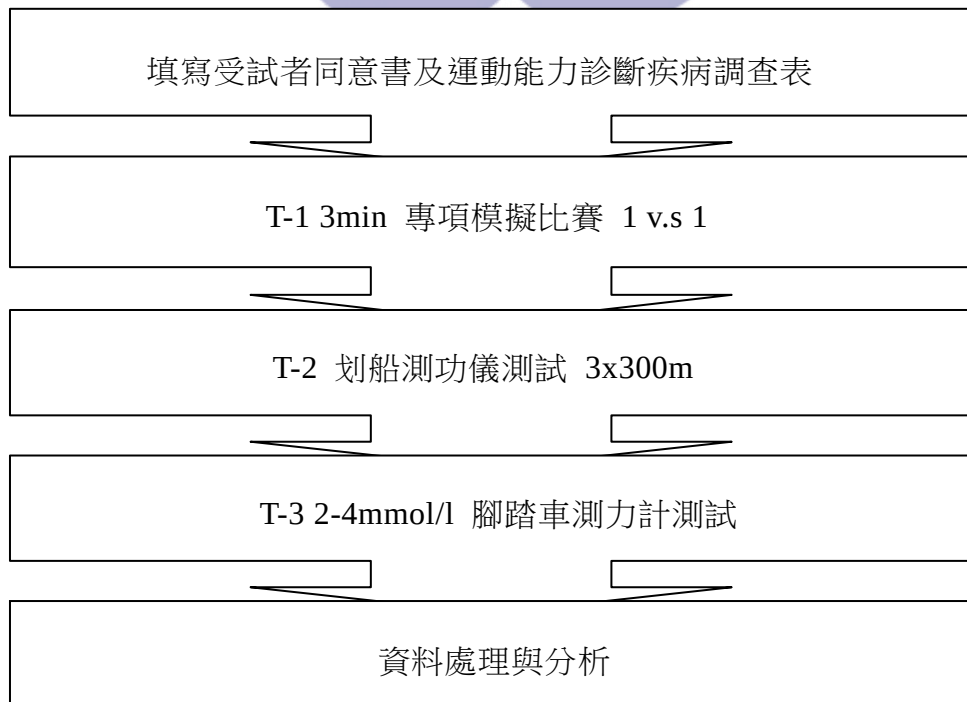


圖 3-2 實驗流程圖

第五節 資料處理與分析

- 一、本研究資料以 SPSS for windows 17.0 套裝軟體進行統計軟體分析，利用皮爾森積差相關分析各參數之相關。
- 二、受測選手基本資料與檢測數據，以描敘性統計方式、平均數、標準差表示。
- 三、以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。
- 四、曲線圖型製作採用 Sigma Plot 8.0 版進行直線迴歸相關分析。
- 五、Lactate Express 乳酸分析軟體。
- 六、本研究顯著水準為 $\alpha = .05$ 。



第肆章 結果分析與討論

第一節 腳踏車測功儀有氧-無氧閾值測試

有氧閾值 (V2)平均值為 111 ± 53.34 Watt，心跳率則為 $112 \pm 13 \text{ min}^{-1}$ 。無氧閾值 (V4) 負荷與心跳率分別為 195.2 ± 58.17 Watt 與 $149 \pm 12 \text{ min}^{-1}$ 。V2 與 V4 個人最大心跳率則分別為 130 min^{-1} 與 166 min^{-1} 。如表 4-1 所示。

表 4-1 腳踏車基礎能力測試

	V2		V4	
	Watt	HR	Watt	HR
M $\pm$ SD	111 ± 53.34	112 ± 13	195.2 ± 58.17	149 ± 12
Max	176.5	130	283.9	166
Min	36	95	102.5	127

腳踏車階梯式負荷轉速 100 Watt 心跳率平均值為 $110 \pm 12.2 \text{ min}^{-1}$ ，轉速上升最大達 370 Watt 心跳率為 182 min^{-1} 。如圖 4-1 所示。

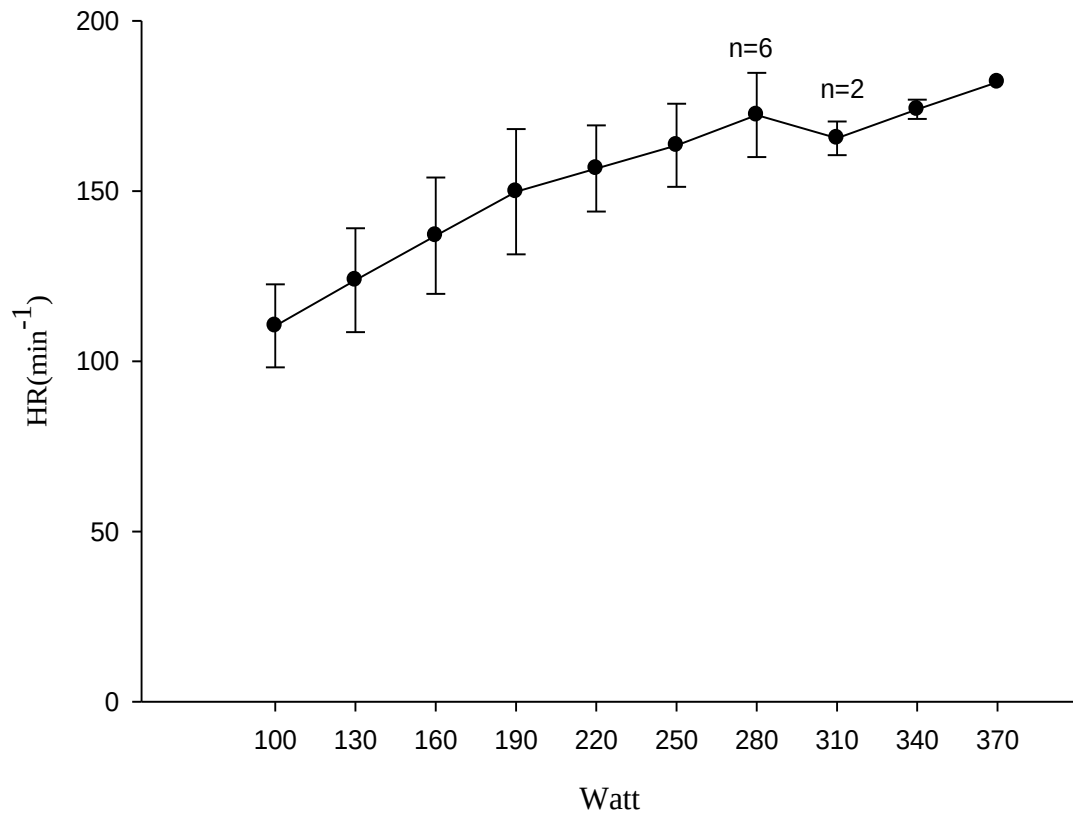


圖 4-1 階梯式負荷心跳率平均值標準差

依據 Hollmann et al. (1987) 競技運動員腳踏車基礎能力標準，有氧閾值瓦特數需要達到 $\geq 100 \text{ Watt (V2)}$ ，心跳率 $< 140 \text{ min}^{-1}$ ，無氧閾值瓦特數需達到 $\geq 130 \text{ Watt (V4)}$ ，心跳率 $< 156 \text{ min}^{-1}$ 。受試者的基礎耐力能力平均有達到文獻之標準。

基礎耐力能力測試其中有一位受試者，有氧閾值瓦特數為 38.3 Watt ，心跳率為 99 min^{-1} ，無氧閾值瓦特數為 102.5 Watt ，心跳率為 136 min^{-1} ，基礎耐力能力未達標準，此症狀顯示，受試者為低心跳率低速度反應新陳代謝未產生適應，造成有氧與無氧能力未達標準。

圖 4-1 為腳踏車測力計階梯式負荷，Nikiforov (1974) 研究指出運動全程心跳率 $150-170 \text{ min}^{-1}$ 為中強度型態，而 $171-185 \text{ min}^{-1}$ 屬高強度型態。在本研究階梯式負荷在 310 Watt 達成有兩位，平均心跳率為 166 min^{-1} ，在負荷中還未達成最大負荷，造成在 310 Watt 顯示心跳率平均值為下降，而兩位受試者基礎能力均有達到標準。群體受試者最後一階心跳率平均值為 178 min^{-1} ，依據最大心跳率 220-年齡公式換算，受試者平均年齡為 19 歲，最大心跳率為 201 min^{-1} ，其負荷達到 89%，屬於高強度型態。

第二節 划船測功儀負荷分析

一、划船測功儀負荷瓦特數與槳頻數

划船測試平均值 S-1 瓦特數為 365.5 ± 100.48 Watt，則槳頻數為 45.7 ± 3.37 SPM。S-2 與 S-3 瓦特數平均值則分別為 342.8 ± 93.45 Watt、 313.2 ± 69.30 Watt，其槳頻數 43.3 ± 4.19 SPM (S-2) 與 43.5 ± 3.34 SPM (S-3)。S-1 與 S-3 的瓦特數與槳頻數差異為 -52.3 Watt ($p < 0.05$) 與 -2.2 SPM ($p > 0.05$)。如圖 4-2 所示。

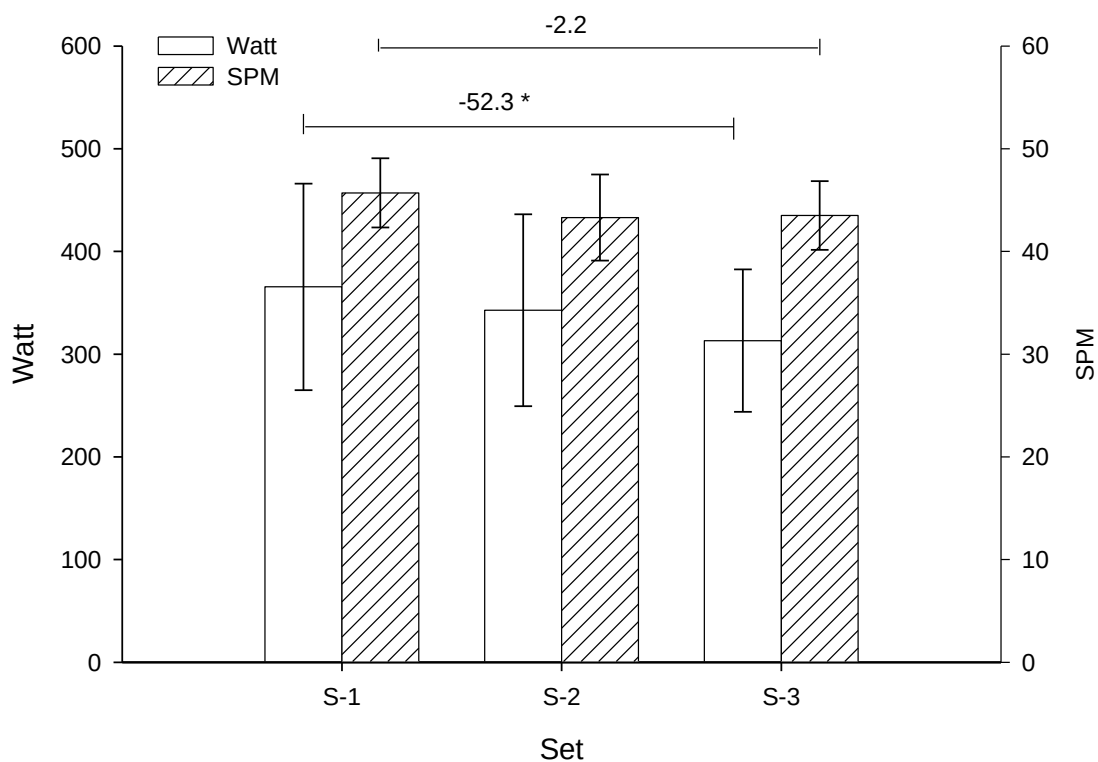


圖 4-2 划船測功儀瓦特數與槳頻數平均值標準差。*為顯著差異。

二、划船測功儀負荷與時間

划船測試負荷 (3x300m) 第一組 (S-1) 時間為 60.03 ± 5.42 sec ；第二組 (S-2) 與第三組 (S-3) 則為 61.3 ± 5.46 sec 、 62.89 ± 4.75 sec 。S-1 與 S-3 平均值差異 $+2.86$ ($p < 0.05$) 。如圖 4-3 所示。

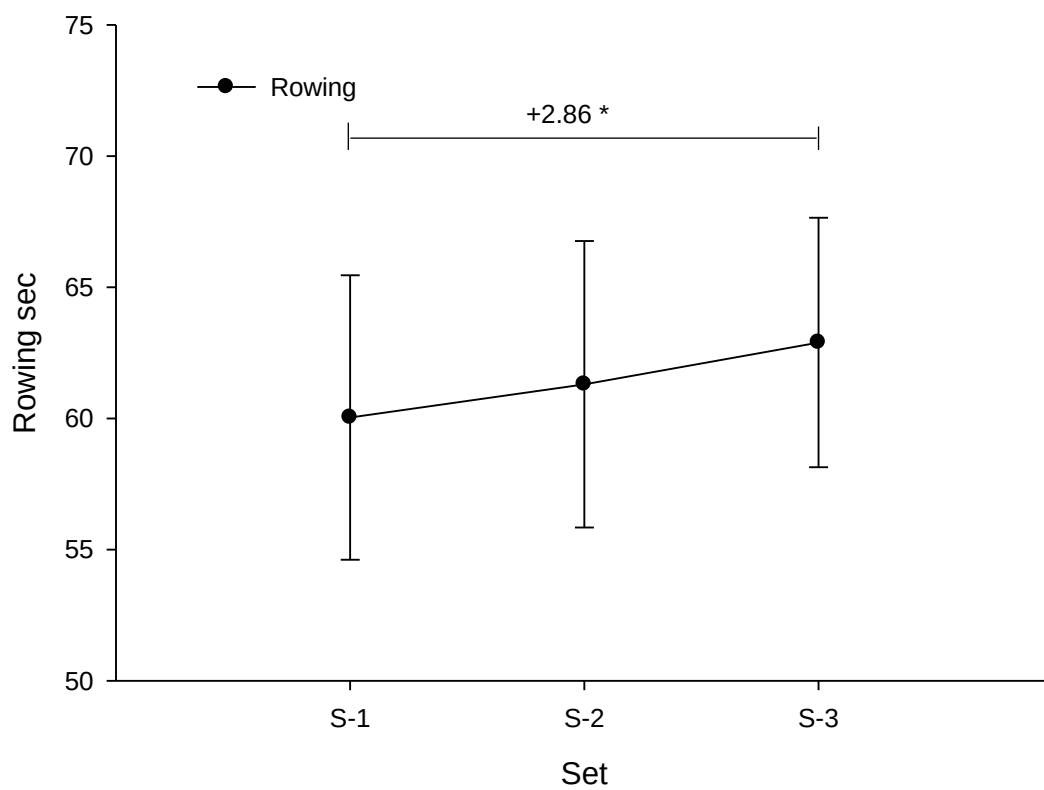


圖 4-3 划船測功儀負荷時間平均值與標準差。*為顯著差異。

三、划船測功儀負荷乳酸與心跳

划船測試 (3x300m) 第一組 (S-1) 血液乳酸值為 6.00 ± 2.51 mmol/l 則心跳率為 169 ± 6 min⁻¹。S-2 與 S-3 血液乳酸平均值分別為 10.71 ± 2.66 mmol/l 與 13.95 ± 3.13 mmol/l，其心跳率為 175 ± 5 min⁻¹ (S-2) 與 178 ± 5 min⁻¹ (S-3)。S-1 與 S-3 血液乳酸與心跳率差異為 $+8.0$ mmol/l ($p < 0.05$) 與 $+10$ min⁻¹ ($p < 0.05$)。如圖 4-4 所示。

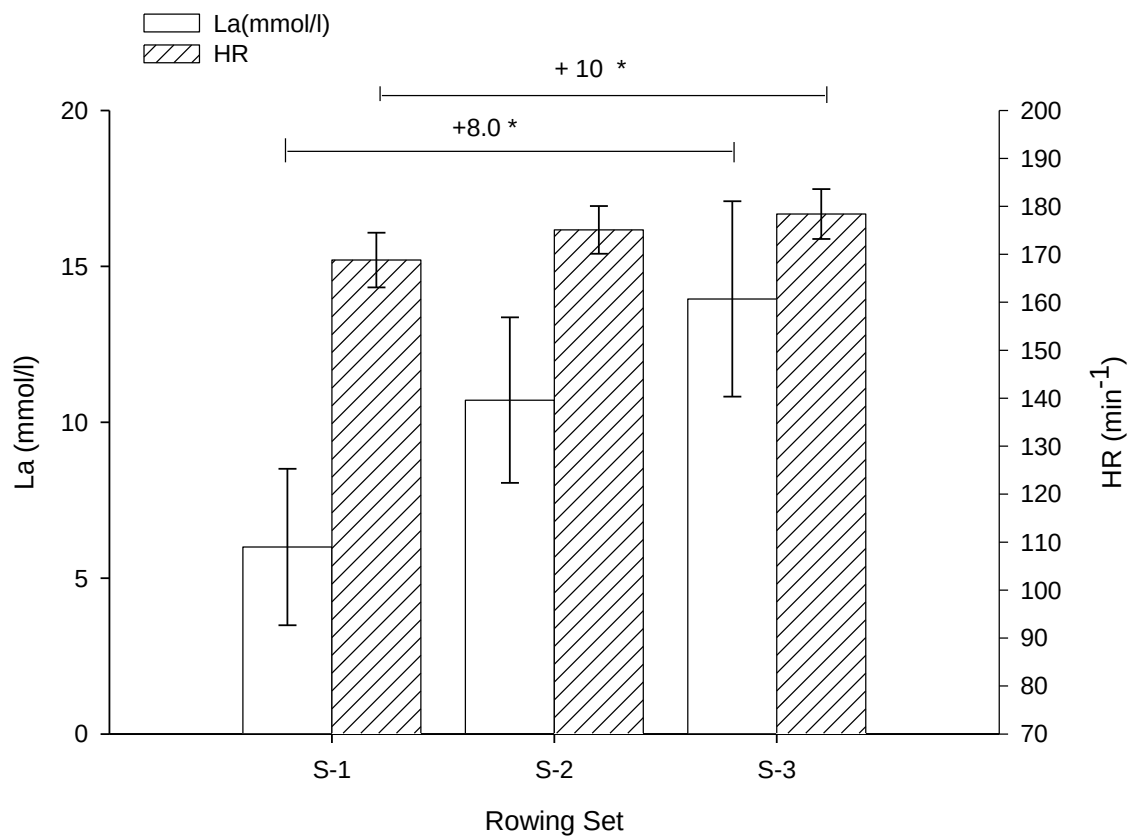


圖 4-4 划船測功儀負荷乳酸與心跳率。*為顯著差異。

四、划船测功仪负荷恢复期乳酸

划船测功仪负荷结束第一分钟 (E1) 血液乳酸值平均值为 13.95 ± 3.13 mmol/l，最大值 (E7) 为 $15.64 \text{ mmol/l} \pm 2.89$ ，结束点 (E10) 则为 15.24 ± 2.89 mmol/l。E7 与 E10 平均值差异为 -0.4 mmol/l ($p > 0.05$)。如图 4-5 所示。

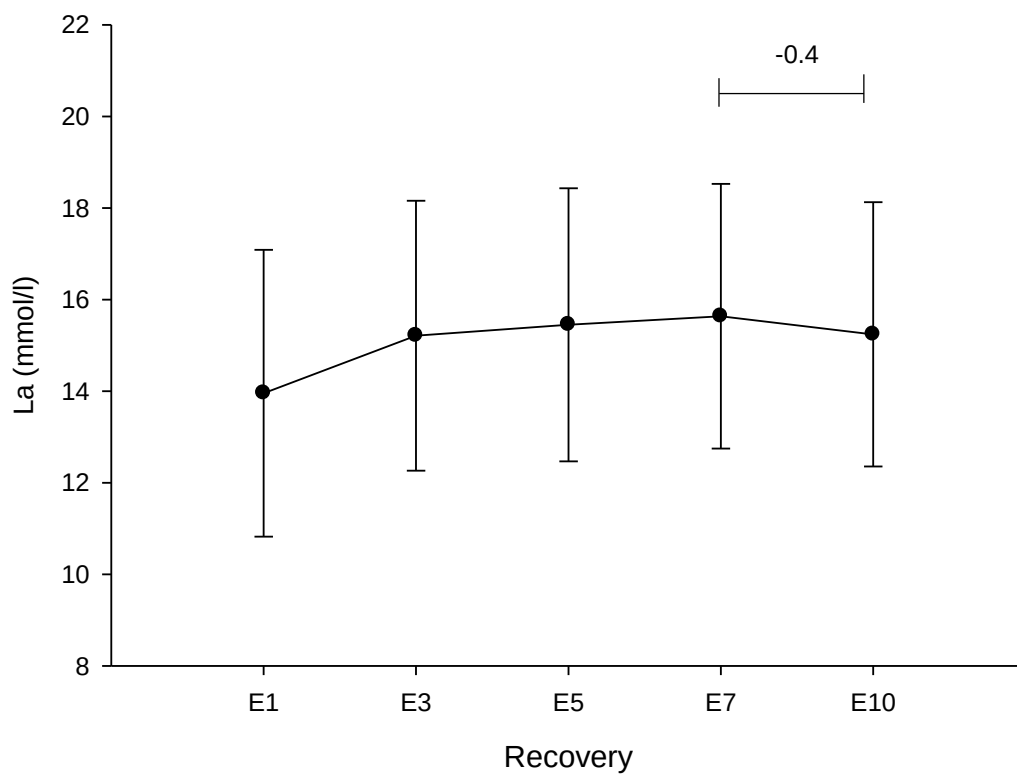


圖 4-5 划船测功仪负荷恢复期乳酸(3x300m)

圖 4-3、圖 4-4 結果分析顯示，運動中隨著負荷，運動中肌肉快速收縮，乳酸開始大量堆積，導致身體 pH 值下降，疲勞導致肌肉收縮速度變慢，而組數秒數上升 (Sahlin, Harris, Nylin, & Hultman, 1976)。Gappmaier (2002) 指出影響心跳率的因素有很多，隨著運動強度提升造成肌肉在強大的負荷下造成肌肉短暫缺氧，使得心跳率增加。因此本研究划船 (3×300m)與李婉禎 (2012) 跆拳道高頻率旋踢對血液乳酸濃度之影響，以 3x3x10s 踢擊，結果長時間與短時間心跳率因負荷組數呈直線上升，結果相符，因此在圖 4-2 可以看到 S-1 至 S-3 瓦特數與槳頻數，呈現下降的趨勢。

圖 4-5 划船測功儀負荷恢復期乳酸結果顯示，結束點乳酸最大值在 E7 出現，乳排酸排除未達標準。Neumann (1991) 指出，競技運動員在運動負荷後乳酸排除速度必須達到每分鐘 0.5 mmol/l，在研究結果顯示，E7 至 E10 乳酸值下降 0.4 mmol/l，每分鐘排除 0.13 mmol/l，未達標準，此症狀顯示，受試者之新陳代謝能力會影響恢復能力，導致肌肉和血液無法短時間快速完成大量乳酸的排除，而形成肌肉乳酸堆積症狀反應 (Klausen, 1972)，而有氧能力越高，乳酸排除亦快 (Neumann et al., 1991)。

第三節 柔道專項負荷乳酸與划船測功儀心跳率恢復期分析

一、柔道專項負荷乳酸

柔道專項測試血液乳酸值結束後第一分鐘 (E1) 平均值為 8.55 ± 1.93 mmol/l，恢復第五分鐘 (E5) 乳酸值為 10.27 ± 2.23 mmol/l，則第十分鐘 (E10) 為 9.68 ± 2.16 mmol/l。E5 與 E10 血液乳酸平均值差異為 -0.59 mmol/l ($p < 0.05$)。如圖 4-6 所示。

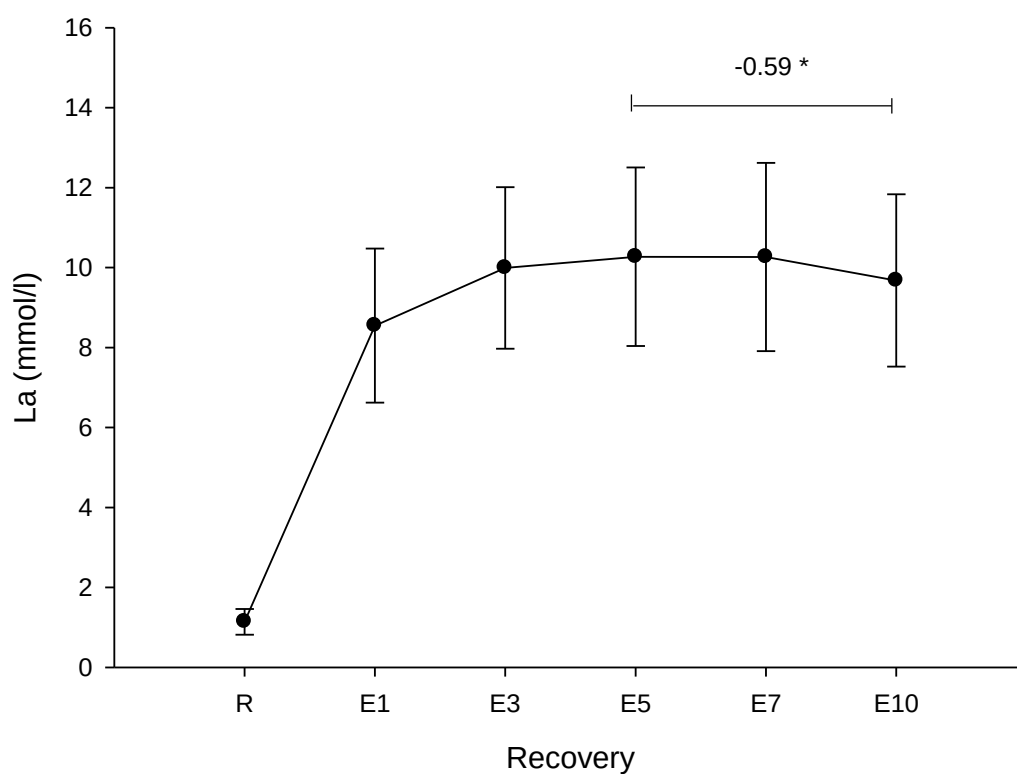


圖 4-6 柔道專項負荷乳酸。*為顯著差異。

二、划船測功儀負荷與柔道專項恢復期心跳率

划船測功儀負荷恢復期第一分鐘 (E1) 心跳率為 $178 \pm 5 \text{ min}^{-1}$ ，第五分鐘 (E5) 心跳率平均值為 $121 \pm 14 \text{ min}^{-1}$ ，兩次心跳率差異則為 -57 min^{-1} ($p < 0.05$)。柔道專項負荷測試恢復期 (E1) 心跳率 為 $172 \pm 2 \text{ min}^{-1}$ ，第五分鐘 (E5)心跳率平均值為 $109 \pm 14 \text{ min}^{-1}$ ，心跳率平均值差異為 -64 min^{-1} ($p < 0.05$)。如圖 4-7 所示。

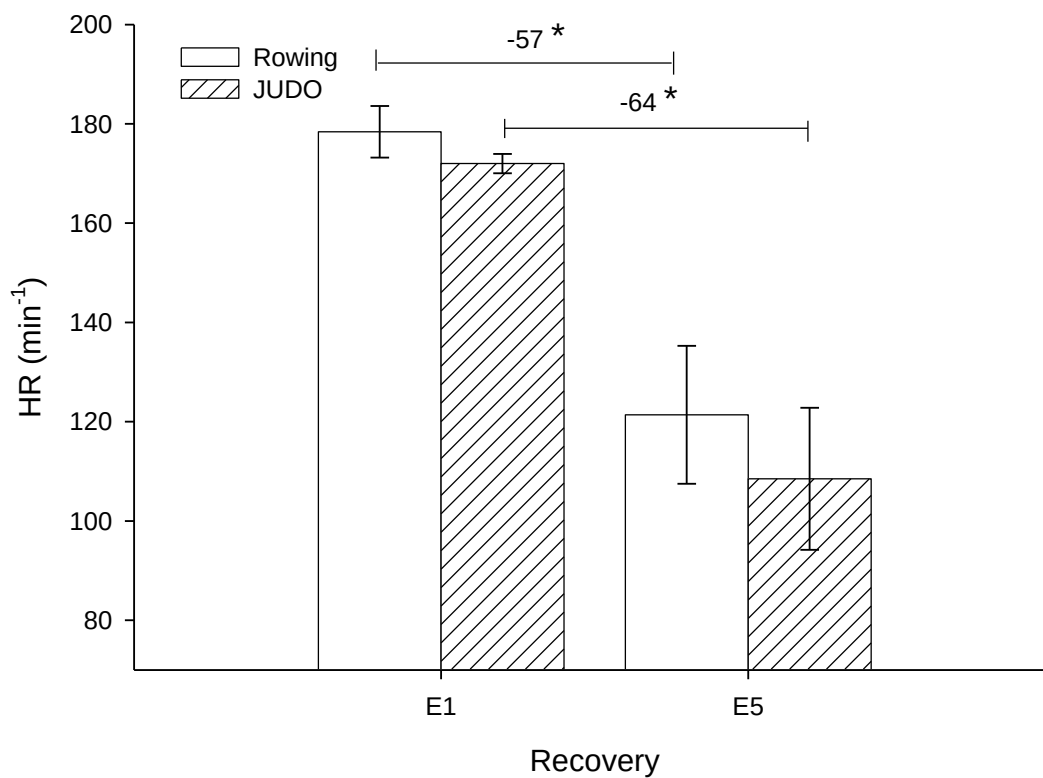


圖 4-7 划船測功儀負荷與柔道專項恢復期心跳率。*為顯著差異。

柔道專項負荷乳酸結果顯示，結束點乳酸值 (E1) 平均值為 8.55 mmol/l，最大乳酸值為 E5 而與 E10 血液乳酸平均值差異為 0.59 mmol/l (圖 4-6)。林嶺、吳智辛 (2004) 以中國女子柔道 20 名，柔道專項後的乳酸值為 8.5 ± 4.8 mmol/l。過去研究指出，運動負荷超過 8-10 mmol/l，將影響到技術表現 (Liessen et al., 1985)。劉金龍 (2007) 研究指出，在柔道比賽中若產生大量乳酸堆積，在生理反應容易疲勞，影響運動表現。Neumann (1991) 指出，競技運動員在最大負荷後乳酸排除速度必須達到每分鐘 0.5 mmol/l。本研究每分鐘乳酸排除 0.12 mmol/l 與上述文獻不符。過去研究指出運動後恢復期乳酸排除速度受個人有氧閾值能力影響，有氧閾值越高，乳酸排除速度越快 (Mader, 1984 & Neumann et al., 1991)。雖然有氧閾值能力有達文獻標準，但要在短時間高強度的柔道比賽，要擁有快速恢復能力，應要有更高的有氧基礎。

依據 Böhmer et al. (1975) 研究最大負荷結束後心跳率第五分鐘判斷體能及訓練效果，結果顯示在最大負荷後划船專項恢復心跳率 121 min^{-1} 為差，柔道專項恢復心跳率 109 min^{-1} 為好。Sedlock (1996) 研究指出運動後的恢復期心跳率，與體能以及運動的負荷強度有著密切關係，且運動後恢復期的心跳率亦受訓練的影響，訓練者較非訓練者恢復的快。本研究划船測試與柔道專項恢復心跳率都有達到顯著差異，但在恢復期心跳率划船測試比柔道專項恢復能力差，此症狀顯示，過去研究指出，人體長時間訓練而達到適應，因外來的刺激導致器官要進入調整階段 (Grosse et al. 2001)，依據上述文獻受試者在第一次接受新的刺激型態，造成恢復能力較差。(如圖 4-7)

第四節 有氧-無氧能力與柔道專項測試之關係

一、有氧能力與柔道專項乳酸百分比

柔道專項測試乳酸下降速率介於 -1.92 至 -11.91 (mmol/l)%, 其與有氧閾值 2 mmol/l 瓦特未達相關 ($r=0.01$) , 如圖 4-8 所示。

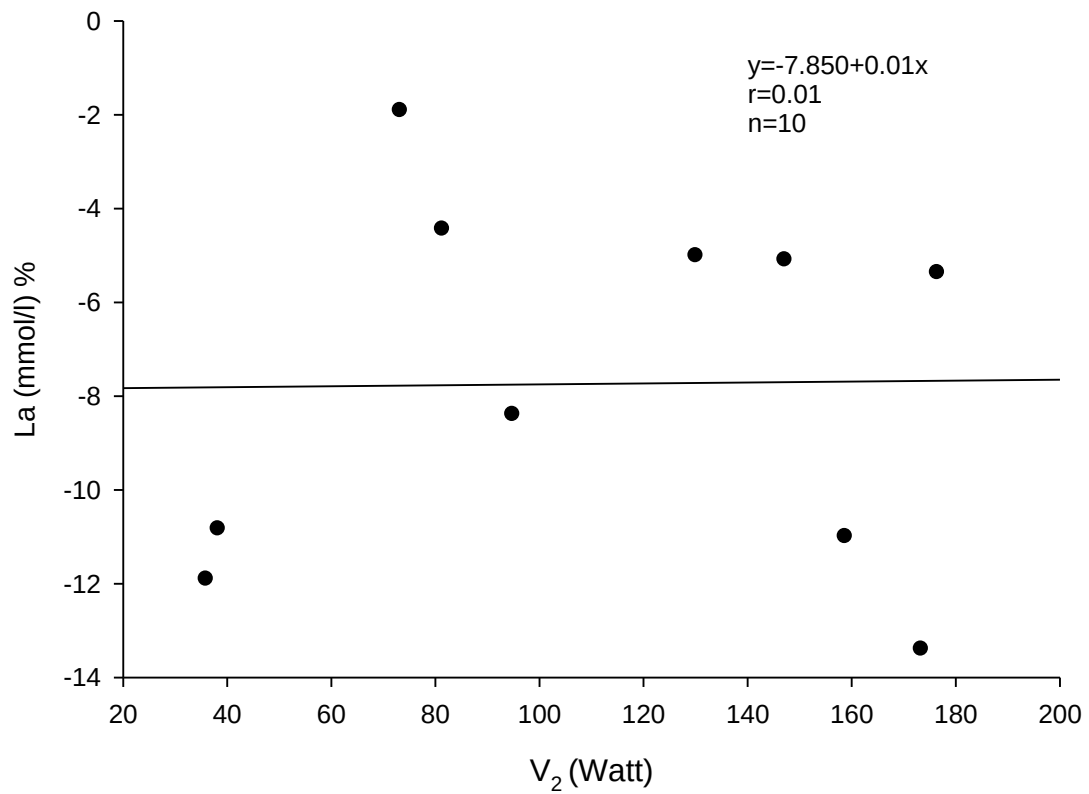


圖 4-8 有氧能力與柔道專項測試乳酸排除百分比分析

二、無氧能力和柔道專項最大乳酸值測試分析

柔道專項測試負荷最大乳酸值介於 7.22-14.41 mmol/l，其與無氧閾值 4 mmol/l 瓦特未達相關 ($r=-0.24$)，如圖 4-9 所示。

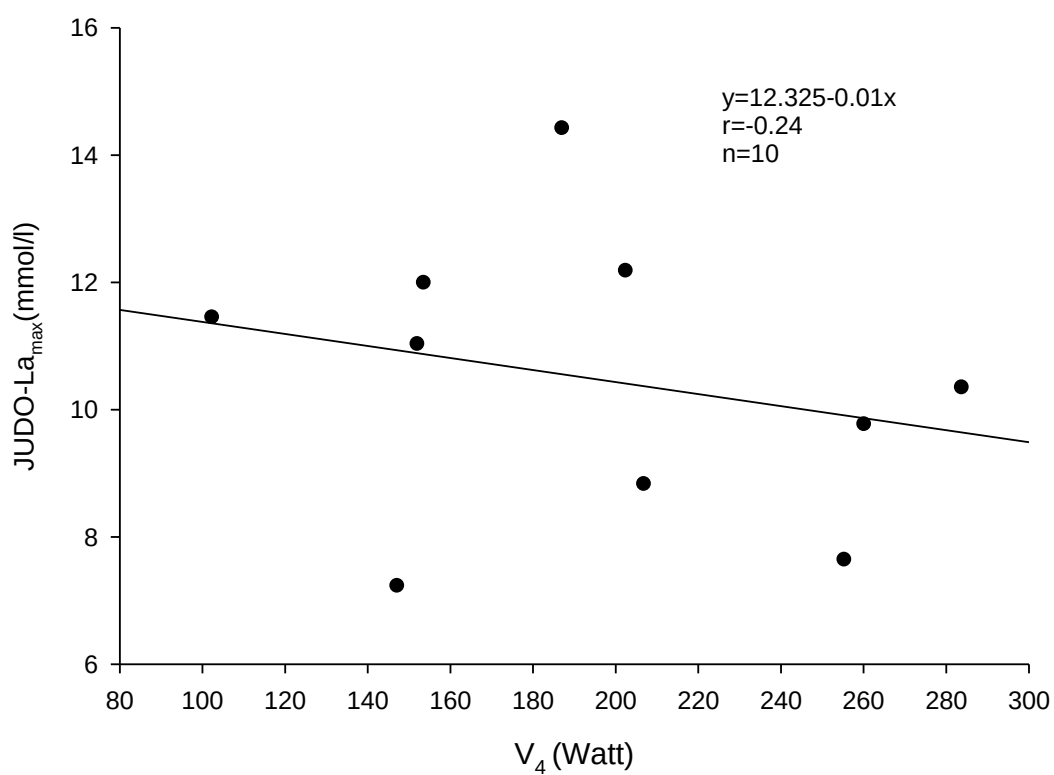


圖 4-9 無氧能力和柔道專項最大乳酸值之關係

三、有氧能力心跳率和柔道專項恢復期第五分鐘之關係

柔道專項測試結束後第五分鐘 (E5) 心跳率介於 $80-130 \text{ min}^{-1}$ 之間，而有氧 2mmol/l 心跳率介於 $95-130 \text{ min}^{-1}$ ，柔道專項測試與有氧未達相關 ($r=0.06$)。如圖 4-10 所示。

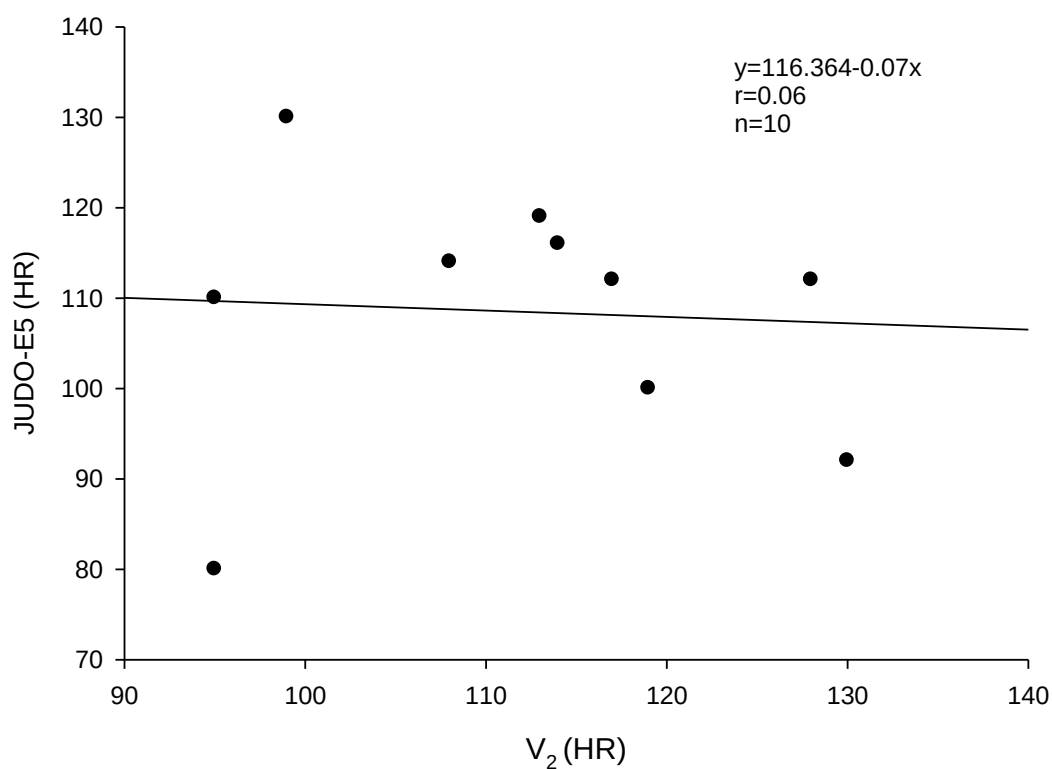


圖 4-10 有氧能力心跳率和柔道專項恢復期第五分鐘之關係

研究分析 (圖 4-8) 為有氧能力與乳酸下降率未達相關 ($r=0.01$)，過去研究有氧閾值越高，乳酸排除速度越快 (Mader, 1984 & Neumann et al., 1991)。本研究與上述文獻不符，此生理機制在於受試者運動時，乳酸排除是根據有氧代謝轉換程度及乳酸濃度，兩者因素越高，而乳酸排除能力越好 (Heck, 1990)，Weicker et al. (1994) 指出乳酸排除快慢依據個人有氧閾值能力，越高排除能力越好，因此有氧能力提升，可以延緩乳酸快速堆積。

圖 4-9 結果呈現無氧能力和柔道專項最大乳酸值未達相關 ($r=-0.24$)，未達相關，過去研究指出乳酸最大值受無氧能力影響，無氧能力越高，高負荷運動下，乳酸值產生越低 (Hollmann & Rost, 1982; Janssen, 1989; 楊孟龍等人, 2008)。此結果與上述研究不符。Karlsson et al. (1975) 指出運動中如果乳酸大量堆積，導致肌肉產生疲勞狀態，疲勞狀態下間而影響肌肉間的協調，而無法維持正常的動作表現 (Jaric et al., 1997)。因此，在訓練或在比賽中，乳酸如果快速堆積，造成肌間不協調，會影響運動表現

圖 4-10 分析有氧能力心跳率和柔道專項恢復期第五分鐘未達相關 ($r=0.06$)，Sedlock (1996) 研究指出運動後的恢復期心跳率，與體能以及運動的負荷強度有著密切關係，且運動後恢復期的心跳率亦受訓練的影響。本研究其中一位受試者，有氧閾值瓦特數為 38.3 Watt，心跳率為 99 min^{-1} ，在專項恢復期 (E5) 較其他人高為 130 min^{-1} ，此生理症狀反應受試者體循環不佳，Hollmann et al. (1990) 研究，有氧閾值耐力越佳者，其最大負荷結束之心跳率恢復速度亦佳。因此在短時間高強度比賽中，具備良好的恢復能力，以應付長時間比賽。

第五節 划船測功儀與柔道專項測試之關係

一、划船測功儀和柔道專項乳酸最大值之關係

划船測功儀負荷最大乳酸值介於 11.85-21.14 mmol/l，柔道專項測試乳酸最大值介於 7.22-14.41 mmol/l 之間，划船測功儀與柔道專項測試 ($r=0.6$)，呈正相關。如圖 4-11 所示。

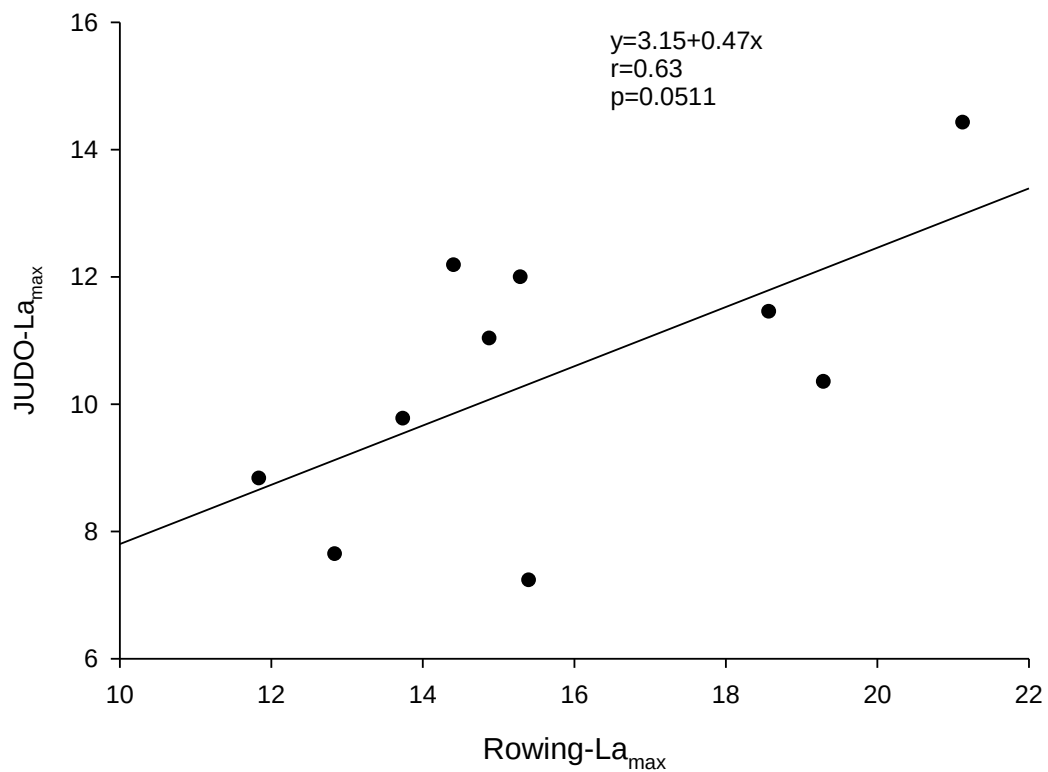


圖 4-11 划船測功儀負荷與柔道專項測試最大乳酸值之關係

二、划船乳酸第三組與柔道專項乳酸最大值之關係

划船測功儀第三組 (3x) 負荷乳酸值介於 9.33-18.81 mmol/l，而專項測試負荷乳酸最大值介於 7.22-14.41 mmol/l，划船測功儀與專項測試乳酸值呈正相關 ($r=0.5$)。如圖 4-12 所示。

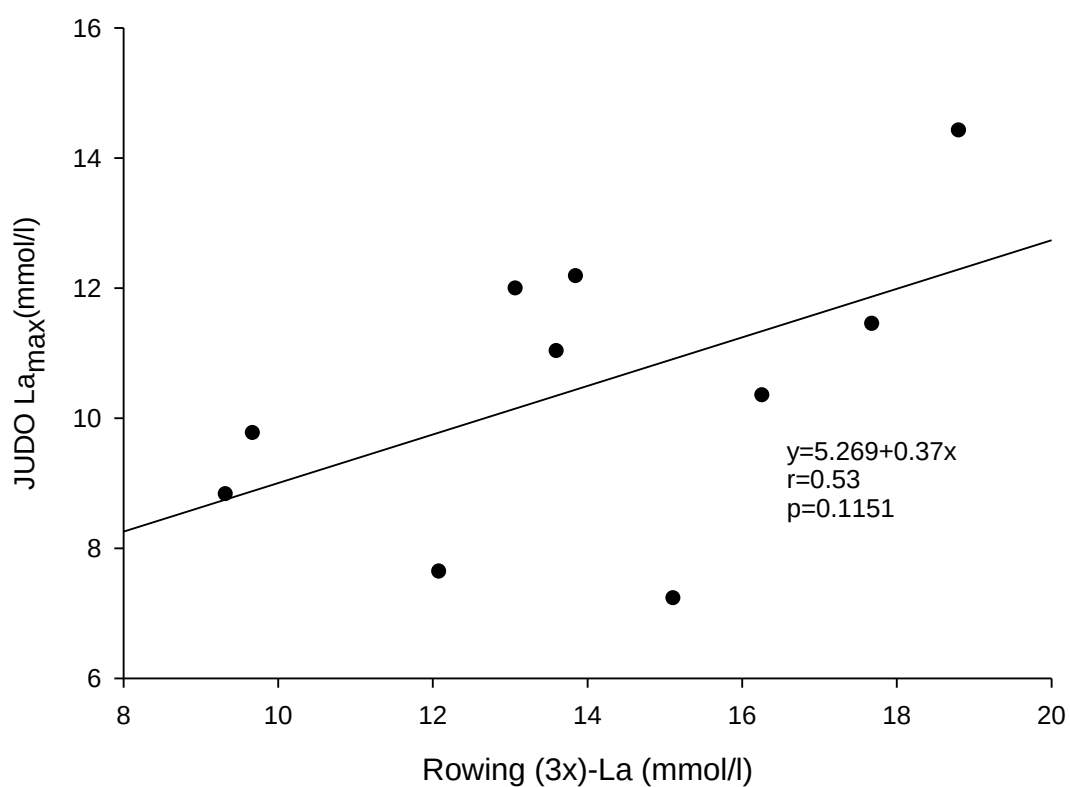


圖 4-12 划船乳酸第三組與柔道專項乳酸最大值之關係

三、划船測功儀和柔道專項測試結束後第一分鐘之關係

划船測功儀負荷結束後 (E1) 心跳率介於 $171-185 \text{ min}^{-1}$ ，而柔道專項測試結束後 (E1) 心跳率介於 $169-175 \text{ min}^{-1}$ ，划船測功儀負荷與柔道專項測試心跳率呈正相關 ($r=0.6$)。如圖 4-13 所示。

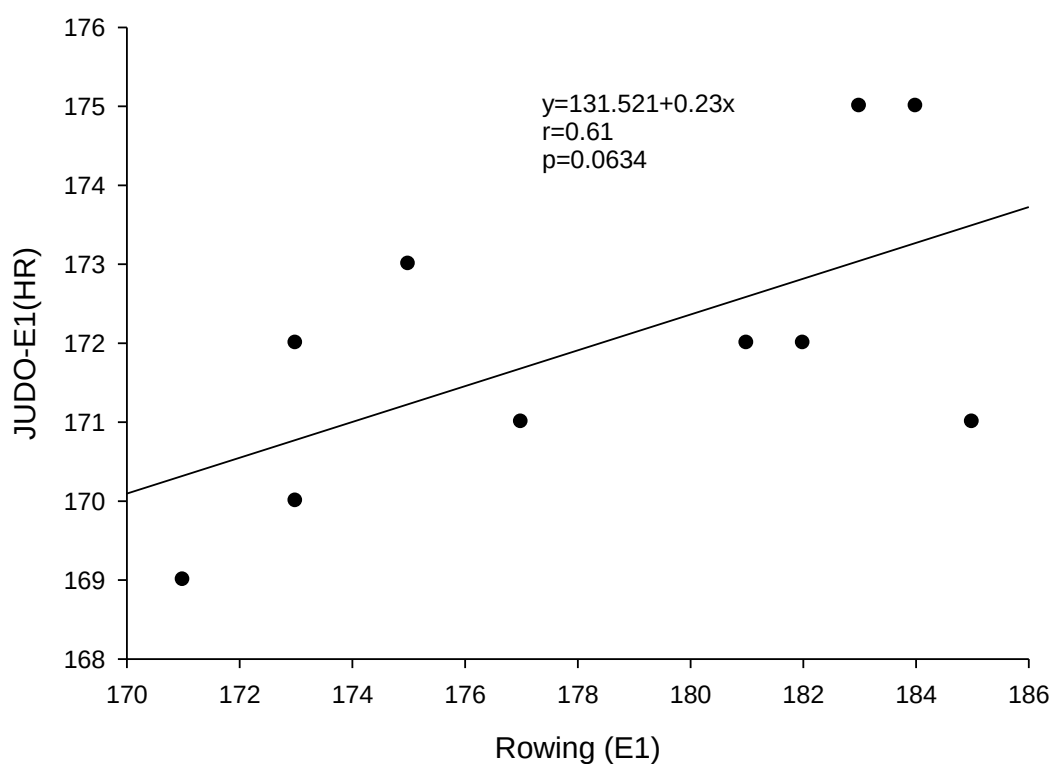


圖 4-13 划船測功儀和柔道專項測試結束後第一分鐘之關係

柔道的能量路徑是 ATP-PC 進入無氧糖酵解，屬於非循環式，而划船的能量路徑無氧糖酵解，屬於循環式，過去研究指出，乳酸在肌肉組織形成，在滲透到血液，最後排除由肝臟、心肌、腎臟、非無氧肌群，進行排除 (Neumann, 1990)。而本研究圖 4-11、4-12，划船乳酸最大值與專項最大值 ($r=0.6$) 及划船 Set-3 乳酸與專項最大值 ($r=0.5$)，呈正相關，受試者在兩種不同測試中，其能量代謝路徑相似，此症狀顯示，受試者肌肉收縮負荷與專項能量從 ATP-PC 進入到無氧糖酵解，乳酸堆積是相似的。

圖 4-13 划船負荷第三組與柔道專項心跳率 ($r=0.6$)，呈現正相關，在於兩者運動強度心跳率變化成相關，過去文獻指出影響心跳率的因素有很多，而運動中心跳率，隨著運動強度提升造成肌肉在強大的負荷下造成肌肉短暫缺氧，使得心跳率增加 (Gappmaier, 2002)。因此，可得知，划船與柔道專項能量路徑相似。

第伍章 結論與建議

本研究主要透過划船測功儀負荷和柔道模擬比賽的型態，對身體負荷的產生變化，並探討運動後基礎能力之差異，研究結論如下：

- 1.划船測功儀負荷乳酸堆積濃度與柔道專項乳酸堆積濃度呈正相關，此現象顯示能量路徑相似，未來訓練課表可增加划船測功儀，比賽期可以替代柔道專項，因划船測功儀與柔道專項訓練差異在於柔道訓練屬於碰撞強度高，意外風險較高，划船訓練在於個人，意外風險較低，避免受傷，建議在比賽期可以增加划船訓練，也可達到相同效果。
- 2.乳酸的排除能力與有氧未呈相關性，但文獻指出，有氧能力越佳者，對於乳酸排除亦快 (Mader , 1984 & Neumann et al. , 1991 ; Weicker et al. , 1994) 而無論是哪種運動項目，具備良好的基礎能力，恢復能力越佳，運動表現能力較好。

參考文獻

一、中文部分

中華民國柔道總會官方網站 (2010) 。裁判的判決。上網時間:2012.9.14。網址:<http://www.judo.org.tw/index.asp> 。

林嶺、吳智辛 (2004) 。血乳酸在柔道專項體能訓練中的應用研究。**中國體育教練員**，1 期，18-19 頁。

李婉禎 王月琪 張嘉澤 (2012) 。跆拳道高頻率旋踢對血液乳酸濃度之影響(個案探討) 。**中華民國運動教練協會春季研討會**。

侯碧燕、劉金龍、黃怡仁 (2006) 。柔道競賽獲勝的分趨勢之探討。**運動教練科學**，第七期。

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。

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。**大專體育學術專刊**，第 13 卷第 3 期。

侯麗 (2009) 。青年女子柔道運動員不同訓練手段負荷強度的監測與評價。**體育學刊**，第 16 卷第 4 期。

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。

陳榮煌、蘇俊賢、陳雍元與陳文進 (2005) 。柔道運動訓練過程專項體之探討。**中華體育季刊**，19 (2) ，75-83。

陳德盛、張嘉澤與徐建信 (2009) 。柔道比賽訓練過程專項體能之探討。**運動教練科學**，15，23-32。

郭癸賓、丁文貞 (2001) : 柔道比賽有效得分動作之比較分析。**大專體育期**，53 期，36-40 頁。

- 楊孟龍、黃雅陵、林聖峰、廖清海 (2008) 。網球選手基礎能力對專項耐力之影響。2008年台灣運動生理暨體能學會年會及學術研討會，98-104。
- 鄭玉兒 (2012) 。高強度折返跑負荷與閾值耐力對柔道比賽能力之影響。未出版碩士論文，國立體育大學，桃園縣。
- 劉金龍 (2007) 。不同能量代謝系統之柔道專項能力檢測與血氨指數的應用與探討。未出版碩士論文，國立體育大學，桃園縣。
- 劉俊宏、薛甄懌、侯碧燕 (2011) 。不同程度柔道運動員專項能力檢測之研究〔摘要〕。育達商業科技大學休閒運動學術研討會論文集。

二、外文部分

- Astrand, P. O., & Ryhming, I. (1954). A nomogram for calculation of aerobic capacity (physical fitness) from pulse rate during submaximal work. *Journal of Applied Physiology*, 7(2), 218-221.
- Böhmer, D., Baron, D., Bausenwein, I., Fischer, H., Groher, W., Hess, M., Jäger, D., Martin, L., Mühlfahrt, J., Nöcker, P., Nowacki, G., Rompe, S., Thiel, B., Schmücker, O. (1975) : Das sportmedizinische Untersuchungssystem. *Leistungssport*, Beiheft.
- Dal Monte, A. (1983) . The functional values of sport. Firenze: Sansoni.
- Gasser, G., and G. Brooks. (1984) . Metabolic base of exercise post-exercise oxygen consumption: a review. *Med. Science Exercise*. 16, 29-43.
- Gappmaier E. (2002). "220-Age" prescribing exercise based on heart rate in the clinic. *Cardiopulmonary Physical Therapy Journal*, 13(2), 11.
- Gibson, P. B., Szimonisz, S. M., & Rowland, T. W. (2000). Rowing ergometry for assessment of aerobic fitness in children. *International Journal of Medicine*,

21(8), 579-582.

Gocentas, A., Landōr, A., & Andziulis, A. (2004). Dependence of intensity of specific basketball exercise from aerobic capacity. *Papers on Anthropology*, 13, 9-17.

Grosse, M., Starischka, S., & Zimmermann, E. (2001). *Konditionstraining*. Münch – Wien – Zürich. In: 張嘉澤, 訓練學。

Heck, H. (1990). *Energiestoffwechsel und medizinische Leistungsdiagnostik*. Trainerakademie Köln, Schorndorf. Hofmann. 39-46.

Hollmann, W. (1959). The Relationship Between pH, Lactic Acid, Potassium in the Arterial & Venous Blood, the ventilation, (PoW) and Pulse Frequency During Increasing Spiro-ergometric Work in Endurance trained and Untrained Persons. *Pan-American Congress for Sportmedicine, Chicago*. In: 張嘉澤: 運動能力診斷與訓練調整 (出版中)

Hollmann, W., & Hettinger, T. (1976). *Sportmedizin, Arbeits und Trainingsgrundlagen*. Stuttgart-New York.

Hollmann, W., & Rost, R. (1982). *Belastungsuntersuchungen in der Praxis*. Grundlagen Technik und Interpretation ergometrischer Untersuchungsverfahren. 120-126 張嘉澤運動能力診斷與訓練調整 (出版中)

Hollmann, W., Liesen, H., Rost, R., & Kawahats, K. (1978). Über das Leistungsverhalten und die Trainierbarkeit im Alter. *Z. Geront*, 11, 312.

Hollmann, W.; Hettinger, T. H. (1980). *Sportmedizin, Grundlagen für Arbeit Training und Präventivmedizin*. Schattauer. 382-386.

Hollmann, W. (1987). Kardiopulmonale Reaktion und aerob anaerob Schwelle bei verschiedenen Belastungsformen. *Dtsch Z, Sportmed*, 38(4),

144-156 .

Hollmann, W., & Hettinger, T. (1990). Sportmedizin-Arbeits- und Trainingsgrundlagung. Schattauer Verlag, 22-32.

Hultman, E., & Saholm, K. (1980) . Acid-base balance during Exercise. *Exercise and Spoer Science Review*, 8,41-128.

Jaric, S., Sasa, R., Sladjan, M., Milos, L., & Radmila.,A. (1997) A cpmparison of the effect of agonist and antagonist muscle fatigue on performance of rapid movement.Eur J Appl Physiol, 76: p41-47.

Janssen, P. G. M. (1989). Ausdauertraining- Trainingssteuerung über die Herzfrequenz-und Milchsäurebestimmung. Verlagengesellschaft Erlangen. 151-152.

Karlsson, J., Peterson, F.B., Henriksson, J., & Knuttgen, H. G.. (1975) effect of pervious exercise with arm and legs on metabolism and performance in exhaustivexercise. Jounrnal of Applied Physiology.

Klausen, K., Knuttgen, H. G.,&Forster,H.(1972).Effect of preexisting high blood lacate concentration on maximal exercise perfformance. *Scandinavia Journal of Clinical Laboratory Investigate*, 30,415-410.

Letzelter, H.; Letzelter, M. (1982) . Die Strukur sportlicher Leistungen als Gegenstand der Leistungsdiagnostik in der Trainingswissenschaft. In: Leistungssport 12, 351-361.

Lehmann, G. (1996) : Untersuchungen zu Komponenten des Ausdauertrainings in Kampfportart.Leistungssport 26,6-11.

Liesen, H., Ludemann, E., Schmengler, D., Föhrenbach, R., & Mader, A. (1985). Trainingssteuerung im Hochleistungssport: einige Aspekte und Beispiele. DzSmed, 1, 8-18

- Mader,A,H., Liesen,H,Heck, H, Philppi,R,Rost,P Schürch, W,& Hollmann.
(1976) . Zur Beurteilung dersportartspezi ischen Ausdauer leistu ngs
fähigkeitim Labor. *Sportarzt und Spor medizin* . 27(4),S80-88
- Martin, D., Carl, K., & Lehnertz, K. (1993) .*Handbuch Trainingslehre*.
Schorndorf: Verlag Hofmann.
- Neumann, G. (1991). Zur Leistungsstruktur der kurz-und
Mittezeitausdauer-Sportarten aus sportmedizinischer Sicht. *Leistungssport* 21,
29.
- Neumann, G, Pfützner, A., & Berbalk, A. (2001). Optimierte Ausdauertraining.
295.
- Neumann, G., Pfützner, A., & Hottentoot, K. (1993) Alles Unter Kontrolle. I
Auflage. *Aachen: Meyer & Meyer*.127-138. In:張嘉澤訓練學 (2008) .
- Nikiforov,I. (1974). About The structure of training in boxing. *Scientific Work*
(Moscow) 6:81-91.
- Nowicky,A.V. & Burbett,R & Home,S (2005) .The impact of ergometer design
on hip 14 and trunk muscle activity patterns in elite rowers:an
electromyographic assessment.*Journal of Sports Science and*
Medicine,4,18-28
- Sahlin, K, Harris, R. C., Nyland, B, & Hultman, E. (1976). Lactate content and
pH in muscle obtained after dynamic exercise. *Pflügers Archiv: European*
journal of physiology, 367(2), 143-149.
- Sedlock, D. A. (1996). The effect of upper body exercise intensity and duration
on post-exercise oxygen consumption. *International Journal of Sports*
Medicine, 17(8), 559-563.
- Spina,R.J.,Chi,M.M.,Hopkins,M.G.,Nemeth,P.M.,Lowry,O.H.,&Holloszy,J.O.

- (1996) .Mitochondrial enzymes increase in muscle in response to 7-10 days of cycle exercise, *Journal of Applied Physiology*, 80(6), 2250-2254.
- Stegmann, H., Kindermann, W., Schnabel, A. (1981) .Lactate Kinetics and individual anaerobic threshold. *International Journal Sports Medicine*, 2, 160-165.
- Tabata. (1997) . Metabolic profile of high intensity exercises. *Med Sci Sports Exerc*, v.29 , 390-395.
- Weltmann, A., & Katch, V. L. (1979) . Relationship between the onset of metabolic acidosis (anaerobic threshold) and maximal oxygen uptake. *Journal Sports Medicine*, 19, 133-142
- Weicker, H., & Strobel, G. (1994). Sportmedizin und Biochemischphysiologische Grundlagen und ihre sportartspezifische Bedeutung. Fischer, S. 40-56 (Nr.030). In: 張嘉澤 運動能力診斷與訓練調整 (出版中)
- Wilmore, J. H., & Costill. D. L. (1988). *Training for Sport and Activity*. Dubuque, IA: Wm C. Brown.
- Yoshida, T., Suda, Y., & Takeuchi, N. (1982) .Endurance Training regimen based upon arterial lactate; Effects on anaerobic threshold. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 49, 223-230.

附錄一

縮寫對照表

英文	縮寫	中文
aerobic threshold	2mmol/l	有氧閾值
anaerobic threshold	4mmol/l	無氧閾值
After exercise	E1.E3.E5.E7.E10	恢復期時間
beat per minute	min ⁻¹	每分鐘
centimeter	cm	公分
heart rate	HR	心跳率
lactic acid	La	乳酸
maximum	max	最大值
meters per second	m/s	公尺/秒
mimute	min	分鐘
meter	m	公尺
repetieion	rep	重複
Standard deviation	SD	標準差

附 錄

附錄二 受試者疾病調查表



運動能力診斷中心疾病調查

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

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) _____

運動員簽名： _____ 日期： _____

教練簽名： _____