

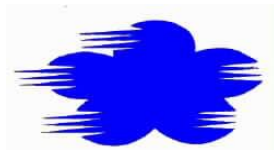
國立體育大學
競技學院
競技與教練科學研究所碩士論文

兩天高強度訓練對柔道專項 SJFT 與基礎體能
之效果

**Effects of High-intensity Strength Training
on Special Judo Fitness Test (SJFT) and
Basic Physical Stamina**

指導教授：張嘉澤 博士
共同指導教授：侯碧燕 博士
研究生：詹皓程 撰

中 華 民 國 107 年 7 月



國立體育大學
National Taiwan Sport University

本論文：兩天高強度訓練對柔道專項 SJFT 與基礎體能之效果
係國立體育大學競技與教練科學研究所研究生詹皓程所提，
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

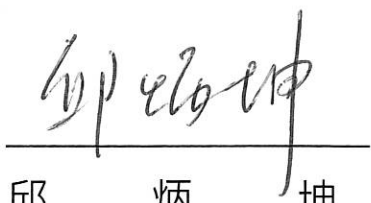
中華民國 107 年 5 月

論文考試委員



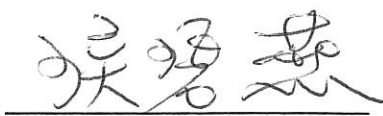
詹 元 碩

國立台北教育大學教授



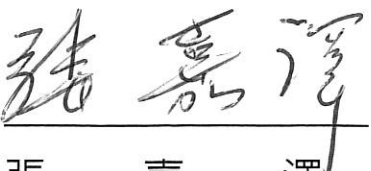
邱 炳 坤

國立體育大學教授



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

國立體育大學助理教授
(本論文指導教授)

兩天高強度訓練對柔道專項 SJFT 與基礎體能之效果

摘要

目的：探討兩天的高強度訓練對柔道專項與基礎體能之影響。**方法：**受試者為 8 名健康柔道運動員。平均年齡為 21.1 ± 1.4 歲，身高與體重分別為 162.4 ± 6.5 cm、 61.5 ± 6.5 kg，柔道專項訓練年數 9.5 ± 2.1 年。**測試方式：**研究分為基礎、柔道專項測試與訓練三項。基礎分為：有氧-無氧閾值 ($2-4$ mmol/l) 耐力、下肢力量 (CMJ、Squat)。柔道專項測試則採用 SJFT (Special Judo Fitness Test) 方式進行。2 天訓練包含跳躍、折返跑與短距離衝刺。測驗所得數據以相依樣本 t 考驗分析各參數之差異。本研究顯著水準訂為 $\alpha=.05$ 。**結果：**柔道專項能力指數：Test-1 與 Test-2 兩項差異為 $0.4 \text{ min}^{-1}/\text{Reps}$ 未達顯著差異 ($p>.05$)。CMJ：Test-1 平均數值為 36 ± 7.4 cm，Test-2 平均值為 35.5 ± 8 cm，兩次差異為 -0.5 cm，未達顯著差異 ($p>.05$)；Squat：Test-1 平均數值為 109 ± 33 kg，Test-2 平均值為 108 ± 26 kg，兩次差異為 1 kg，未達顯著差異 ($p>.05$)。在短距離 150m 平均值為 6.4 ± 0.6 m/s (Test-1)，在 Test-2 則為 6.3 ± 0.6 m/s，兩次平均值差異 -0.1 m/s ($p>.05$)；SJFT 測試最大乳酸堆積濃度平均值為 14.3 ± 2.3 mmol/l (Test-1)，在 Test-2 則為 13.8 ± 2.4 mmol/l，兩次平均值差異 -0.5 mmol/l ($p>.05$)。**結論：**透過兩天高強度訓練後，乳酸值與心跳率有獲得改善的效果，進而在柔道專項測試 (SJFT) 的摔倒次數些微提昇。

關鍵字：高強度訓練、柔道、SJFT、無氧糖酵解、ATP-PC

Effects of High-intensity Strength Training on Special Judo Fitness Test (SJFT) and Basic Physical Stamina

Abstract

Objective : To explore the effect of two-day high-intensity training on judo-specific and basal physical fitness. **Methods :** The subjects were 8 healthy judo players. The average age was 21.1 ± 1.4 years, height and weight were 162.4 ± 6.5 cm, 61.5 ± 6.5 kg, and judo training years were 9.5 ± 2.1 years. **Test method :** The research is divided into three items: basic test, judo special test and training. The basis is divided into: lactate threshold (2-4 mmol/l) , lower limb strength (CMJ, Squat). Judo special tests are conducted using the SJFT (Special Judo Fitness Test) method. The 2-day training includes jumps, suicide runs and short-distance sprints. T-test was performed to analysis the obtaining data. ($\alpha=.05$) **Results :** Judo special ability index: The difference between Test-1 and Test-2 was 0.4 min-1/Reps but the difference was not significant ($p>.05$). CMJ jump test: Test-1 average value of 36 ± 7.4 cm, Test-2 average of 35.5 ± 8 cm, two differences of -0.5cm, no significant differences ($p>.05$); Squat test: Test-1 average the value of 109 ± 33 kg, the average value of Test-2 was 108 ± 26 kg, and the difference was 1 kg twice but the difference was not significant ($p>.05$). In the short distance 150m sprint average of 6.4 ± 0.6 m/s (Test-1), in Test-2 were 6.3 ± 0.6 m/s, the difference between the two averages is -0.1 m/s

($p > .05$); SJFT test: The average of maximal lactic acid accumulation concentration was 14.3 ± 2.3 mmol/l (Test-1), while in Test-2 it was 13.8 ± 2.4 mmol/l. The difference between the two averages was -0.5 mmol/l ($p > .05$). **Conclusion:** After two days of high-intensity training, the lactate value and heart rate were improved, and the number of falls in the Special Judo Fitness Test (SJFT) was increased slightly.



Key words : High Intensity Interval Training, Judo, SJFT, Anaerobic Glycolysis, ATP-PC

致謝

本論文能夠完成，首先誠摯的感謝我的指導教授—張嘉澤博士，於學期間付出許多精力與時間指導並提供寶貴建議及思考方向，從老師身上我學到對運動科學及訓練的專業與嚴謹的態度，讓我在未來執行方面及實務操作更有明確目標。同時也經常關心我在術科表現，不論是成績或是訓練，在我遇到瓶頸時都能一一去克服。本論文也承蒙侯碧燕老師、邱炳坤教授與詹元碩教授給予寶貴意見，使本論文內容更加完善。在此，特別感謝三位老師的修正教導。

在學期間除了感謝各位師長的指導之外，另外要非常感謝SPDI實驗室的每位成員俊霖學長、德盛學長、昱中學長、凱琳學姊、吳凱學長、乙正學長、奕晴、紫瑄、寶潤、翊婷、聖庭、卓賢、嘉華、淑婷、彥宇、楊永、柔道隊的每位學弟妹，不論在日常生活或是實驗過程都能互相鼓勵與幫助，並且很有耐心地回答我不懂的地方，讓我受益良多，讓我能夠順利完成本論文，在此致上衷心的感謝。

最後要感謝一路栽培我的家人與女朋友一庭羽給予我精神上的支持與鼓勵，在我遭遇困難時立即伸出援手，幫助我度過難關，在求學的兩年期間，使我成長許多，謝謝你們。

在此願將本實驗結果，獻給支持我的師長及親友，將這份榮耀與你們同享。

詹皓程 謹誌

2018 年 5 月

目 錄

摘要	I
致謝	IV
目 錄	V
表 目 錄	VII
圖 目 錄	VIII
中英文對照縮寫表	X
第壹章 緒論	1
第一節 研究背景與動機	1
第二節 研究目的	3
第三節 研究變項之名詞釋義	4
第貳章 文獻探討	6
第一節 適應生理機制	6
第二節 有氧與無氧生理機制	14
第三節 肌肉動員機制	18
第四節 柔道技術相關之研究	19
第五節 文獻總結	21
第參章 實驗方法與步驟	22
第一節 研究對象	23
第二節 實驗時間與地點	23
第三節 實驗儀器與設備	24
第四節 實驗程序與方法	29
第五節 資料處理與分析	41
第肆章 結果分析與討論	42
第一節 柔道專項能力	42

第二節	下肢動力	49
第三節	有氧-無氧閾值心跳率與速度	52
第四節	SJFT 與基礎體能分析之影響	57
第五節	數據總整理	60
第伍章	結論	61
參考文獻		62
一、中文部分		62
二、外文部分		64
附錄		69



表 目 錄

表 2-1 訓練強度與恢復關係	8
表 2-2 運動後身體各項生物參數再生所需時間	9
表 2-3 短時間高強度相關研究	13
表 2-4 運動能量系統	15
表 2-5 競技運動員基礎耐力能力	17
表 3-1 受試者基本資料 (n=8)	23
表 3-2 測試內容與訓練方式	30
表 3-3 SJFT 分級標準 (Drid, Trivić, & Tabakov, 2012)	35
表 3-4 有氧-無氧閾值測試方式 (Mader et al., 1976)	35
表 3-5 訓練課表	36
表 4-1 摔倒次數、結束心跳率、五分鐘後心跳率與指數平均值 標準差	47
表 4-2 有氧與無氧閾值速度心跳率平均值標準差	54
表 4-3 有氧與無氧閾值乳酸平均值標準差	56
表 4-4 基礎體能與專項測試分析	60

圖 目 錄

圖 2-1 訓練與生理組織適應程序 (Grosse et al.,2001)	7
圖 2-2 運動訓練改善生物參數時間 (Neumann,1990)	8
圖 2-3 Jakowlew (1972) 超補償理論	10
圖 2-4 運動時間與能量系統 (Badtke,1987)	14
圖 2-5 有氧-無氧乳酸閾值能量代謝關係 (Pansold et al., 1982)	16
圖 3-1 EFK 德國製血糖乳酸分析儀	24
圖 3-2 i-Heart 心跳率偵測儀器	25
圖 3-3 德國 Hp Cosmos 高速跑步機	26
圖 3-4 澳大利亞 SpeedMat 測力板	27
圖 3-5 Wi-Fi 訊號器	27
圖 3-7 CMJ 跳躍測試	32
圖 3-8 Squat 測試	33
圖 3-9 SJFT 測試	34
圖 3-10 SJFT 測驗計算公式	34
圖 3-11 增強式課表	37
圖 3-12 8 m 折返跑	38
圖 3-13 實驗步驟	39
圖 3-14 實驗流程	40
圖 4-1 柔道專項能力指數平均值標準差	42
圖 4-2 SJFT 負荷後恢復期乳酸平均值標準差	44
圖 4-3 SJFT 運動中與恢復期心跳平均值標準差	45
圖 4-4 下肢動力 CMJ 跳躍平均值標準差	50
圖 4-5 下肢力量 Squat 平均值標準差	51

圖 4-6 階梯式負荷乳酸平均值標準差	52
圖 4-7 階梯式負荷心跳平均值標準差	53
圖 4-8 短距離 150m 均速與 SJFT 測試最大乳酸堆積濃度相關分析	58
圖 4-9 無氧閾值 (4mmol/l) 心跳率與 SJFT 測試平均值心跳率相關分析	58



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
SJFT	Special Judo Fitness Test	柔道專項測試
HR	Heart rate	心跳率
La	Lactate	乳酸
m	Meter	公尺
min ⁻¹	Beat per minute	每分鐘心跳率
m/s	Meter per second	每秒每公尺速度
2 mmol/l	Aerobic threshold	有氧閾值
4 mmol/l	Anaerobic threshold	無氧閾值
min	Minute	分鐘
S	Second	秒
T-1	Test-1	前測
T-2	Test-2	後測

第壹章 緒論

現今柔道運動競技型態改變相當大，尤以整年度的國際賽會也增加許多巡迴賽的賽事，因為，國際柔道總會(International Judo Federation, IJF)要對柔道選手採以比賽之積分來進行世界排名，並在每屆奧運年時做積分與排名之結算，最終世界排名前三十名之選手，才有機會踏上奧運的競技殿堂。然而現今柔道改變最多的部份則還是在比賽規則，以淺顯易懂的新規則，配合上比賽時間的縮短、場地的縮小，目的是為了使觀眾快速瞭解其比賽內容，並使選手比賽節奏更加快速，以高強度、快節奏、多元化技術之呈現來提高比賽的精采可看性，選手為了達到上述之競技條件，其訓練課表的安排上須更加用心的規劃與調整，讓技術全面性符合現今柔道的比賽模式，進而達到世界柔道運動高競技之水準。

第一節 研究背景與動機

柔道，是以投技與固技，作為主要技法的運動，由日本的柔術發展出來的武道，在明治時期普及於日本的校園與警界，至二次世界大戰之後，開始邁入國際化。其中包括設立國際柔道總會(International Judo Federation, IJF)，直到1964年第18屆東京奧林匹克運動會後正式成為競賽項目，成功地使柔道被推廣至全球，成為一項全球普及化的競技運動。因此，作為競技項目的柔道，其競賽規則之訂定，以及配合著時代之技術發

展與潮流演進所做的修改格外的重要。同時，柔道運動是一項人與人肢體接觸的技擊性運動。

近年來柔道比賽的節奏與強度均有大幅度之提昇，從比賽節奏與過程來看，它是非循環式、短時間、高強度的對抗性技擊項目。但影響柔道比賽勝負的因素甚多，除了須具備優異的體能表現外，純熟的技術動作及靈活有效的戰術運用亦是不可或缺的部分。柔道比賽得分之關鍵要素有兩種類型，分別為立技與固技，立技又稱之為摔倒法；而在固技會有關節技、絞技、壓制這三種不同得分的方式。立技與固技要在比賽中施展出來，是需要有強大的肌力與體能作為後盾的，鄭吉祥、何立安（2012）指出柔道運動員比賽中必須面對特殊的生理挑戰。張嘉澤（2008）指出，非循環式運動項目主要能量來源為 ATP-PC 及無氧糖酵解。因柔道比賽中每一波攻擊，是屬於處在無氧閾值能力，且高強度運動負荷下，因此在無氧閾值為其中要因素，進而來提供穩定能量輸出的關鍵。目前，研究指出柔道運動，其特徵係短時間爆發力、高強度，且持續性的間歇的運動（侯碧燕、黃瑞澤、劉金龍，2007）。

柔道選手在每次的比賽裡以獲得金牌為目標，按照目前柔道賽制之規定，選手一天中平均要進行 4 至 7 場比賽時間為四分鐘的淘汰賽制場次，並在每場次的間隔裡選手大約有 30 分鐘的休息時間。比賽中當選手將對方摔倒得分為一勝(Ippon)，則裁判宣判比賽結束；若雙方選手在比賽時間結束時得分相同，比賽將延長進行黃金得分賽制，直到任一方選手得分，比賽立即結束並宣判獲勝者。從生理學角度來看，柔道選手的競技表

現取決於該名選手每場比賽之間的有氧能力好壞，進而影響到下一場比賽的表現。文獻指出 SJFT 能量系統主要來源為無氧非乳酸，柔道實施技術過程中需要一個短暫，快速，全力的最大功率爆發。SJFT 測試可以模擬出柔道比賽中乳酸能量系統和心肺適能的供應。因此，可經由該測試評估其運動員之無氧非乳酸系統 (Franchini, Sterkowicz, Szmatlan-Gabrys, Gabrys, & Garnys, 2011)。柔道選手除了必須要有極佳的無氧能力，尚須發展良好的有氧系統 (Franchini, Nunes, Moraes, & Del Vecchio, 2007)，以能提供在下一比賽有高品質的技術攻擊，進而於比賽過程中能將技術動作完全發揮，贏得比賽勝利。



第二節 研究目的

基於上述之背景與動機，本研究希望透過柔道專項 SJFT 與基礎體能檢測，探討在兩天高強度訓練下對柔道選手在專項與基礎體能之效果，以及探討柔道選手透過兩天高強度訓練生理反應之情形，本研究目的如下：

- 一、 探討兩天高強度訓練對柔道專項 SJFT 之影響
- 二、 探討兩天高強度訓練對下肢能力之效果
- 三、 探討兩天高強度訓練對有氧與無氧系統之影響

第三節 研究變項之名詞釋義

一、 閾值耐力：

本研究有氧-無氧閾值基礎能力是依據 Mader et al.(1976) 提出閾值耐力理論進行。

閾值耐力可以分成有氧耐力與無氧耐力兩種，在任何的身體活動血乳酸堆積小於 2 mmol/l，可判斷為有氧耐力；若身體的活動造成血乳酸濃度大於 4 mmol/l，則為無氧耐力。

二、 血乳酸：

乳酸是肌肉活動時由於葡萄糖不完全分解而產生的疲勞能量代謝的產物，在不同的運動強度，血液乳酸堆積的量，能夠直接反應出能量供應系統的情形。

三、 心跳率：

心跳率為時間心臟跳動之頻率跳。在本研究中所指心跳率為受試者測試，以心跳錶 (i-Heart) 所測得之數值。

四、 SJFT：

Sterkowicz S.(1995) 針對柔道的無氧代謝能量系統與動作的特殊設計了三回合的柔道專項體能檢測 (Special Judo Fitness Test)，簡稱 SJFT。方式：受試者以最大的速度去做單臂過肩摔(Ippon-seoi-nage) 將相距 6m 的兩位被摔倒選手。

五、 SJFI：

本研究中之 SJFI，是指柔道專項能力指數 (Special Judo Fitness Index)。測試完成會以公式計算出 SJFI 指數來判別該受試者處在的區間。

SJFI 計算公式如下：
$$\text{Index} = (\text{final HR} + \text{HR 1min after the test}) / \text{Number of throws}$$

六、 Ippon：

下列為 Ippon 必須符合條件：

(一) 當一名選手控制並摔倒另一名選手，使他大部份的背部著地且有很大的力量和速度。

(二) 當一名選手以壓制技術 (Osaekomi-waza) 控制另一名選手 20 秒。

(三) 當一名選手以他的手或腳兩次 (或更多次) 拍擊榻榻米表示投降時。

(四) 當一名選手被 Shime-waza 或 Kansetsu-waza 而喪失能力時 (昏倒或關節脫臼)。

第貳章 文獻探討

第一節 適應生理機制

競技運動與一般運動的過程中必定有疲勞的產生，該如何避免或降低疲勞的產生是訓練手段的必要性。每次訓練之前，身體尚未累積疲勞所進行的訓練才是一次「有效完整訓練」，故從生理機能來看，人體在進行訓練時會因應訓練強度的設定而達到一定的生理刺激，並於訓練之後透過恢復再生而產生適應程序，進而在提昇生理功能表現上有實際之作用。

運動訓練負荷刺激所產生的器官組織系統的功能和型態的之改變，即形成身體組織對運動負荷產生適應程序。Grosse and Zimmermann (2001) 提出適應程序是從開始訓練的負荷、生理平衡受干擾、恢復再生、適應到最後的提昇生理功能而達到訓練效果。人體器官組織即開始進入調整階段。器官因訓練負荷的增強而增加活性，以應付刺激所需的能量消耗。在器官組織中，因外來刺激而快速產生適應的是心跳率調節，其次是血液乳酸堆積與排除的能力。如圖 2-1 所示。

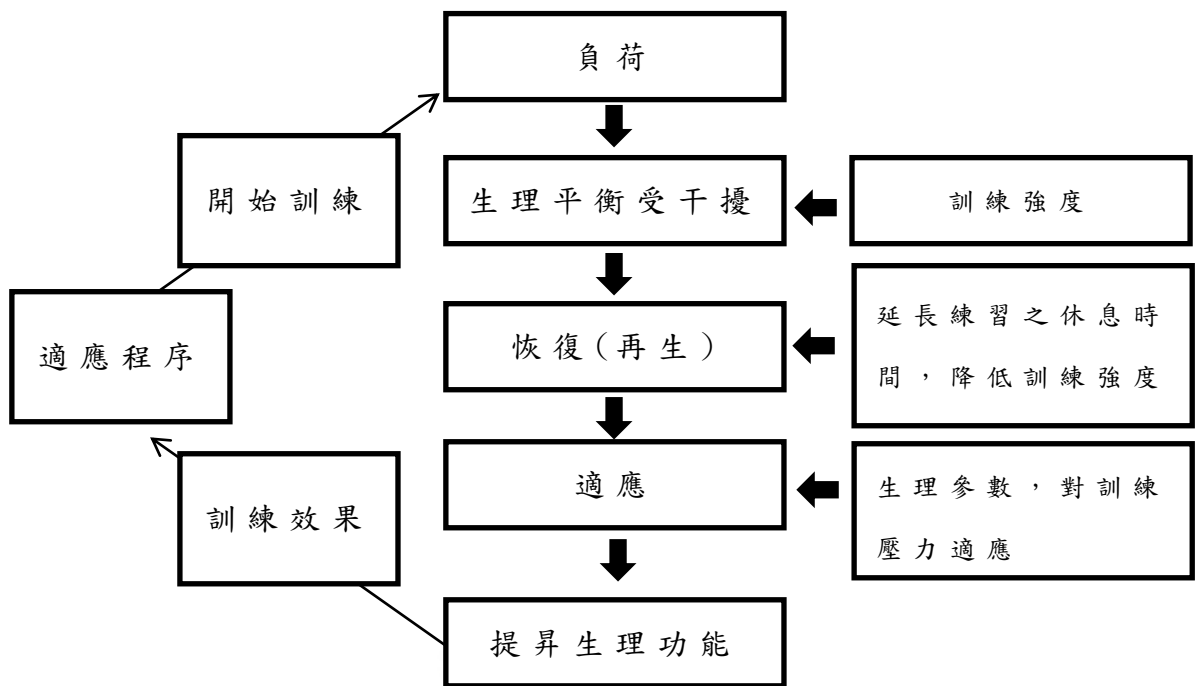


圖 2-1 訓練與生理組織適應程序 (Grosse et al.,2001)

身體器官組織中，Neumann (1990) 提出運動訓練改善生物參數的時間，由快到慢依序為心跳率（以日為單位）、乳酸（以週為單位）、攝氧量（以月為單位）、心臟增大（以月為單位），因外來刺激而快速產生適應的是心跳率，其次是血液乳酸堆積與排除的能力，而近代訓練週期從 4-6 週縮短至兩週，主要就是著重在心跳率與肌肉能量代謝的適應（張嘉澤,2008）。如圖 2-2 所示。

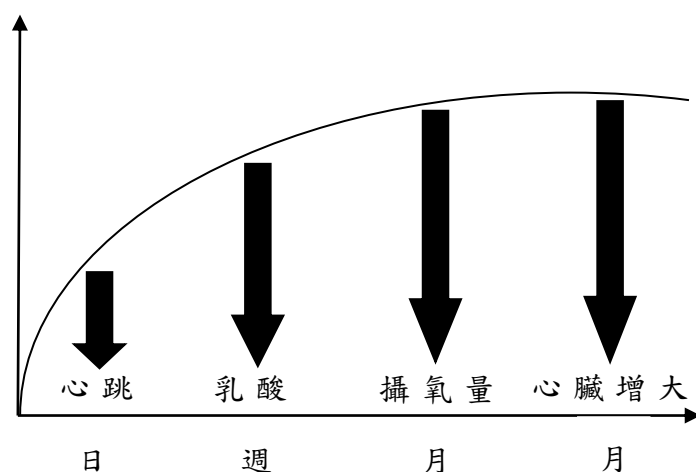


圖 2-2 運動訓練改善生物參數時間 (Neumann,1990)

影響適應程序因素包含：訓練強度類型、訓練情況、訓練方式、訓練內容、訓練時間、訓練器材、心理因素、季節、性別與年齡等 (Weineck,1996)。

在生理適應機轉影響最重要為『訓練強度類型』，因為沒有適當負荷強度直接刺激身體，身體器官組織無法在刺激後產生再生恢復的能力。如表 2-1 所示。

表 2-1 訓練強度與恢復關係

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

在生理程序與生物參數時間改變，主要是在於生理反應之再生速度。但在運動負荷結束時身體各參數，分為短時間、中時間。如表 2-2 所示。

表 2-2 運動後身體各項生物參數再生所需時間

恢復期	恢復程序	所需時間	運動型態
短時間	PC 再補充	3-5min	最大負荷 10-12s
	乳酸排除	15min	高強度無氧負荷
	快縮肌之肝糖重新恢復	30min	無氧乳酸負荷
	慢縮肌之肝糖重新恢復	24-36h	高強度的有氧運動 (40-60min)
中時間	電解質再平衡	6h	在長時間負荷水份流失 (大於 1 小時)
	收縮蛋白質再建立	12-48h	最大的肌肉負荷

(參考自 Keul et al.,1986; Kindermann,1978; Badtke et al.,1987)

Jakowlew (1972) 提出超補償理論 (Supercompensation) 是，此理論是在接受運動負荷後，身體進行 2-3 天的休息時間，此時身體會進入超補償的機制，使運動能力高於運動負荷前之運動能力，此超補償作用可維持 1-2 天，最多 3 天。如圖 2-3 所示。

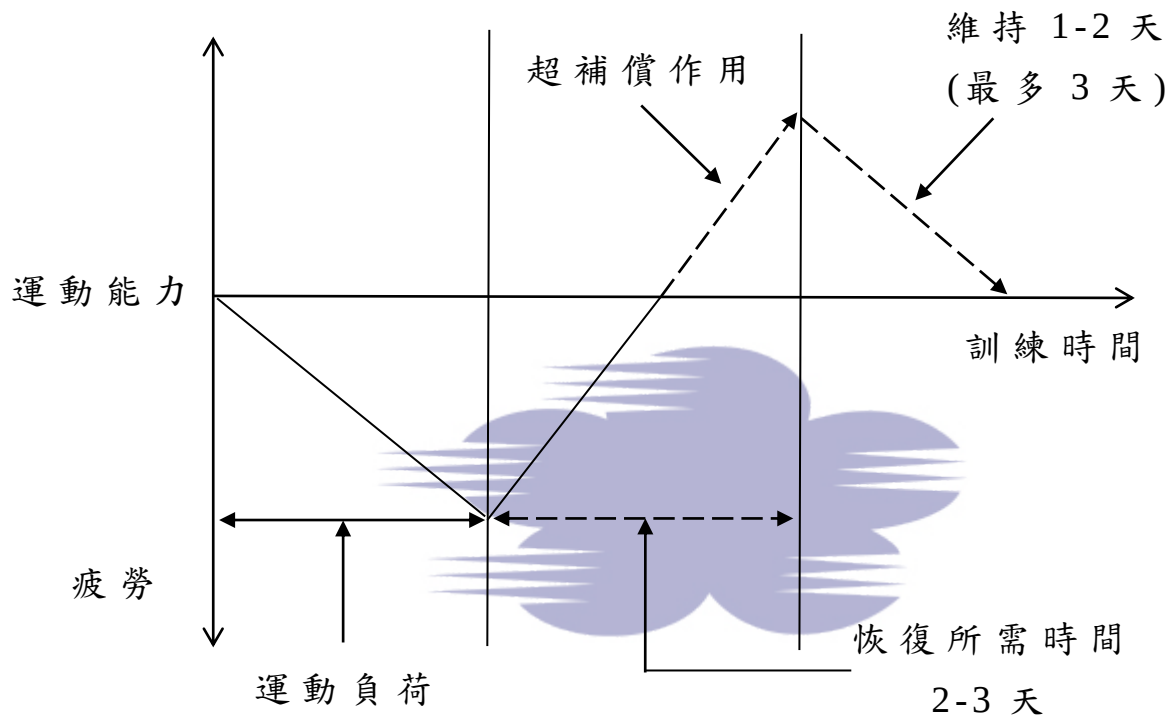


圖 2-3 Jakowlew (1972) 超補償理論

超補償的形成是聯繫了多項的因素，而最主要的是來自訓練的“負荷劑量”與“恢復時間”。而超補償產生的生理適應效果，是提昇能量儲存與酵素的活性，並且改善肌肉神經組織的調整。

高強度的訓練會產生身體疲勞的影響，所需一段時間的恢復，且能達到以維持競技運動的水準，疲勞與恢復是人體主要形成超補償的負荷效果。當選手習慣先前的訓練強度，就可能無法出現超補償作用產生，這時就必須要提高訓練強度，進而提昇身體能力產生更強的負荷能力。

過去研究指出，高水準運動員在短期 2-3 週停止訓練後，將會使耐力運動成績下降、肌肉氧化酶活性減少 13%-24%、最大耗氧量減少 4-15%，此種現象即使經過兩個禮拜重新訓練後，也無法完全使之恢復 (Martin et al., 1986; Moore et al., 1987; Houmard et al., 1992)。高水準運動員訓練中所獲得之生理效益，在停止訓練後，將會大量流失，所以需透過更長的訓練時間，來重新獲得與恢復至其最初的體能水準 (Dudley et al., 1998)。

高強度的負荷訓練藉由人體的生物參數來界定強度，常用於訓練上有最大攝氧量 ($VO_{2peak} 90 \geq \%$)、心跳率、乳酸...等等，而心跳率是最方便、也是最容易執行，高強度負荷常結合其他訓練做結合達到更好效果：如高強度間歇訓練、高強度重複訓練...等等；高強度間歇訓練是目前廣泛被使用的訓練方式，利用高強度進行運動負荷，配合短暫的動態恢復，從數秒到數分鐘之間 (Gibala et al., 2009)，以達到訓練效果。在激烈的運動當中，身體中的氫離子濃度會開始升高，而 pH 值失去平衡，並產生大量的乳酸無法立即排除而開始堆積 (Sahlin, Harris, Nylinde & Hultman, 1976)。

近年來，在短時間內進行的高強度間歇訓練 (High Intensity Interval Training) 除了可以節省大量訓練時間之外，也能有效提昇未受過訓練者的有氧與無氧能力 (Gibala, Little, MacDonald, & Hawley, 2012)。黃俊霖、陳佳慧與張嘉澤 (2013)，透過有氧-無氧閾值診斷方式，以室內腳踏車進行，直到受試者 all-out 為止，急性負荷肌肉能量代謝與體循環之心跳率並未產生比較大之影響。但是無氧閾值耐力佳者，其急性負荷能力亦呈現比較好的反應。因此建議，當個人有氧-無氧閾值能力達穩定狀態時，再進行高強度無氧醣酵解訓練，會有較佳之訓練效果與恢復機轉。Laursen (2010) 則認為，對於有氧能力極佳的運動員而言，更高訓練量的低強度訓練課程，可能無法更進一步提升有氧能力，甚而可能會有過度訓練的風險。蕭敬衡與張嘉澤 (2013) 透過連續三天急性高強度間歇訓練，對 Breaking 選手耐力能力有提升的效果，研究建議用在選手耐力能力遲遲無法改善，或在過渡期進入準備期時，以此種方式給選手急性的刺激，待改善後仍需依照超補償原則，給予選手適當的休息時間以恢復其生理機能為佳，更能進一步提高原有的能力。

Driller, Fell, Gregory, Shing & Williams (2009) 的研究也發現，4 週的 HIT (2 次/週、8 組、每組持續 3.5 分鐘、強度為 90% VO_{2max} 、組間休息 3 分鐘)，可明顯地減少划船選手 2000-m 划船的完成時間 (降低 8.2 秒)。

表 2-3 短時間高強度相關研究

研究者	年份	訓練內容	訓練效果
Laursen, Blanchard, & Jenkins	2002	一週高強度腳踏車訓練	1. 最大輸出功率上升。 2. 閾值速度進步疲勞恢復速度較快。
Talanian, & Jackson	2007	VO ₂ Peak increased 13%	心跳率達顯著下降
Driller, Fell, Gregory, Shing & Williams	2009	8 sets × 3.5-min, 90%VO ₂ max	明顯地減少划船選手 2000-m 划船的完成時間 (8.2s)。
Edge 等	2013	6-10 sets x 2-min 92%–111%VO ₂ max	VO ₂ max : HIT _{1-min} (+10%), HIT _{3-min} (+9%) LT _{Dmax} : HIT _{1-min} (+8%), HIT _{3-min} (+15%)
余進益	2016	3x150 m (二、四) 3x3x120 m (一、三、五)	1. 速度提昇。 2. 乳酸下降。 有氧-無氧閾值耐力呈現改善差異，但未達顯著。
曾台霖	2016	4x4 min 小型比賽 (4v.s4)	2-4mmol/l : 1. 速度提昇。 2. 心跳維持。 比賽時心跳率呈現顯著改善下降。

第二節 有氧與無氧生理機制

過去研究顯示，運動時間小於 10 秒的高強度運動能量來源主要為 ATP-PC 系統，因此 PC 再生能力較佳者，其在小於 10 秒的反覆高強度運動時，血乳酸的堆積會較低。血乳酸堆積越高，表示 ATP-PC 系統運用能力越差。

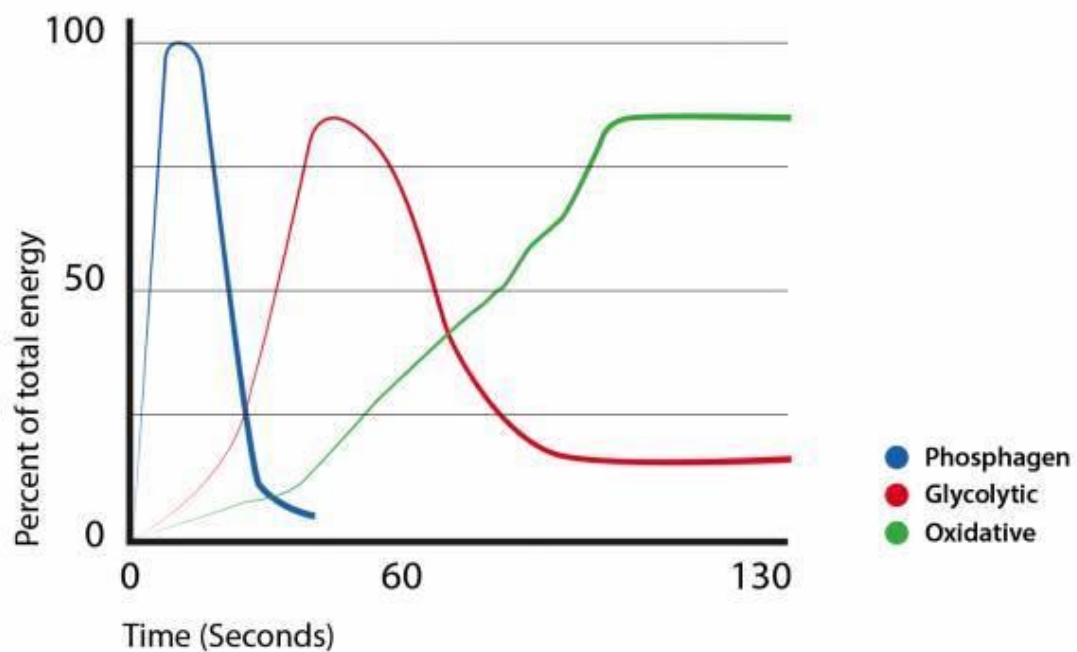


圖 2-4 運動時間與能量系統 (Badtke,1987)

一、 ATP-PC 系統

不管任何運動強度，運動一開始就會啟動的為磷化物系統。磷化物系統主要針對『高強度』的運動提供能量（表 2-4）。

二、 醣解系統 『快速(無氧)醣解』

醣解系統主要針對，進行『中高強度』的運動時。而且會有乳酸的產生，乳酸分解後的氫離子才是運動中痠痛的原因。

三、 有氧系統

有氧系統主要是，進行『低強度』的運動時或是休息恢復。此時是啟動有氧系統幫助身體恢復。

表 2-4 運動能量系統

名稱	能量來源	使用順序	有氧/無氧	供應速度
ATP-PC 系統	磷酸肌酸 (PC)	1	無氧代謝	最快
醣解作用	葡萄糖 肝醣	2	無氧代謝 有氧代謝	其次
有氧系統	醣、蛋白質、脂肪	3	有氧代謝	最慢

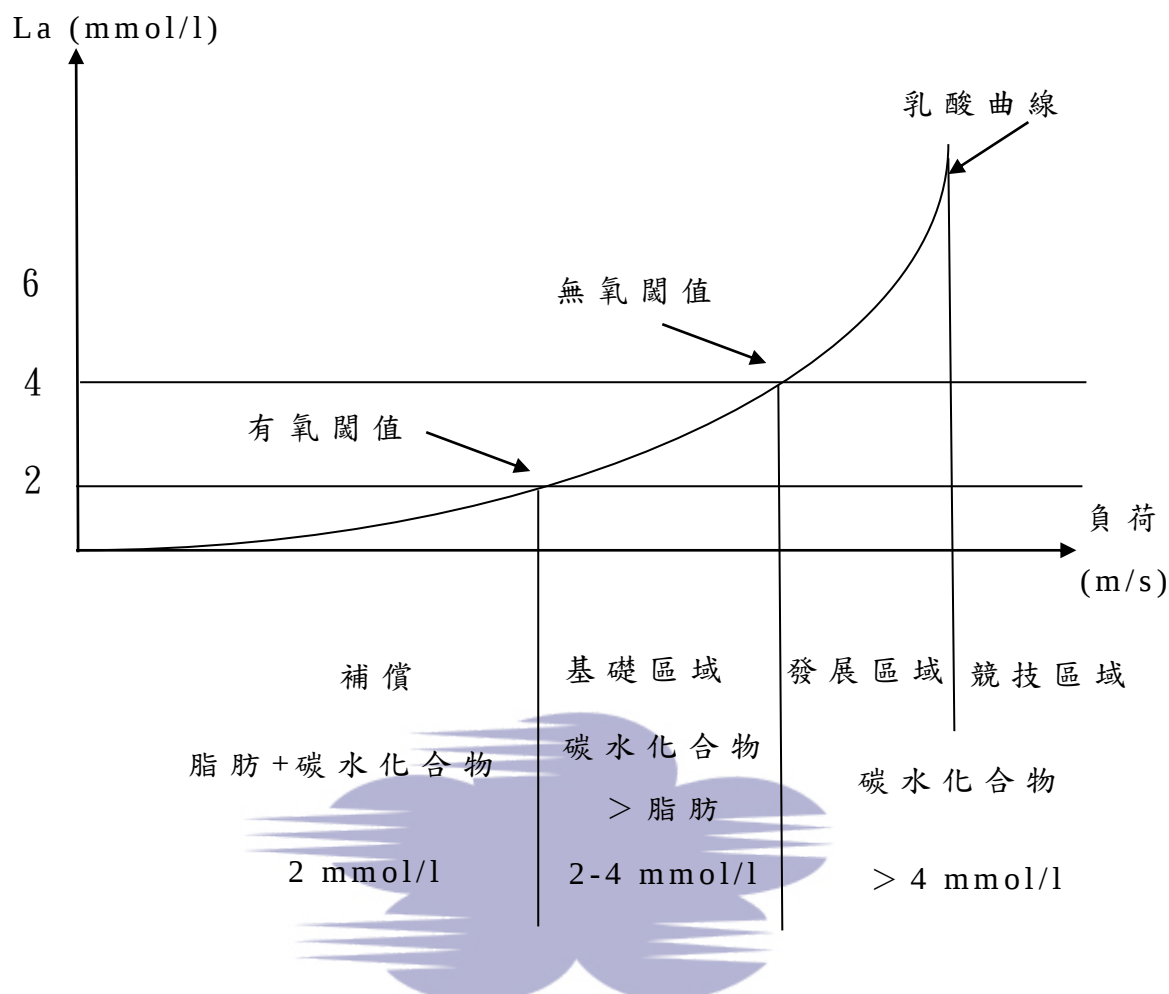


圖 2-5 有氧-無氧乳酸閾值能量代謝關係 (Pansold et al., 1982)

Mader et al. (1976) 以階梯式負荷之測試方式，分別將乳酸值 2 mmol/l 定義為有氧閾值，4 mmol/l 則為無氧閾值，之後這種階梯式負荷的模式，經過眾多學者多年來不斷地研究與討論，從過去到現在都被認同為最具實務應用上之效益。

耐力可以分成有氧耐力與無氧耐力兩種，在任何的身體活動血乳酸堆積小於 2 mmol/l，可判斷為有氧耐力；若身體的活動造成血乳酸濃度大於 4 mmol/l，則為無氧耐力。Neumann and

Berbalk (1991) 指出有氧能力越強其無氧非乳酸能量恢復就越快。

Hollmann et al. (1987) 指出競技運動員 2 mmol/l 速度必須 ≥ 2.8 m/s，則心跳率 $< 140 \text{ min}^{-1}$ ；無氧耐力速度則須達 ≥ 3.5 m/s，心跳率 $< 156 \text{ min}^{-1}$ (表 2-5)。

表 2-5 競技運動員基礎耐力能力

測試項目		跑步機
單位	m/s	HR
2 mmol/l	≥ 2.8	< 146
4 mmol/l	≥ 3.5	< 156

從表 2-5 得知，競技運動員所要達到兩項的能力，進而在身體恢復生物參數為較佳，特別是在短時間高強度運動型態(球類、技擊、舉重)負荷所需能量來自 ATP-PC 之運動項目。如有氧閾值該選手的恢復能力也較好，在機制上可能代表選手在左心室輸出、體循環能力、乳酸排除等等能力較佳。無氧閾值的好壞則呈現在專項能力的表現，屬於較長時間或是大量肌纖維徵召的動作型態，其乳酸生成率也較低。張嘉澤 (2008) 指出基礎耐力最好的方式就是持續跑，速度不變的方式，負荷強度 1.5~2.5 mmol/l，負荷時間 20~120 min，主要訓練目的提高心臟循環能力、提高副交感神經能力等。無氧閾值的提升，同時也代表人體以碳水化合物與脂肪作為能量。

第三節 肌肉動員機制

林政東、劉宇與呂宏進 (2000) 研究指出，競技運動中個體要在運動競賽中要作出攻擊與防守動作的轉換，需透過肌肉收縮的形式做快速的轉換。瞬間的爆發力是柔道選手在施展技術進攻主要因素之一，沒有好的爆發力水準，是無法發動有效的攻擊，且也可能造成對手乘隙反攻的機會。蔡崇濱 (1989) 認為增加肌力訓練的頻率是體能訓練中最重要的課題，在提昇運動技能及運動表現上是有顯著效果。現階段的運動訓練必須講究科學化，以各種訓練理論為依據，擺脫土法煉鋼的訓練模式，才能收到事半功倍的效果。爆發力訓練方式，以增強式訓練最為常見。增強式訓練(stretch-shortening cycle, SSC) 的原理，在一個快速的離心收縮後，接著進行一個瞬發性的向心收縮動作 (Malisoux, Francaux, Nielens, & Theisen, 2006)，儘管增進垂直跳的訓練方法眾多，但仍有研究認為，要改善垂直跳能力及腿部肌肉爆發力仍應該選擇增強式訓練

(Simenz, Dugan, & Ebben, 2005; Markovic, Jukic, Milanovic, & Metikos, 2007)。

有女子足球員經過四週增強式訓練，可以改善其下肢力量的表現及增進敏捷能力 (陳佳慧、鞠欣馨、張嘉澤，2007)。此外，McLaughlin (2001) 的研究中也發現，24 名一般女性大學生在參與增強式訓練後，運動疲勞時間的延長達到顯著的效果。因此，在進行增強式訓練時，除了不同的訓練動作外，研究對象的生理特性也可能影響訓練造成的肌肉傷害程度。

第四節 柔道技術相關之研究

柔道運動是一種屬於雙人接觸的高度競技性運動項目，力量是柔道運動員的基本素質，在柔道競技比賽中，運動員之間力量素質的水準非常重要，每一種進攻技術都要以克服對方的抵抗阻力之力量作用下才能完成，如果沒有足夠的力量克服抵抗阻力，任何一種柔道技術則無法在比賽中實施 (Franchini, Sterkowicz, Szmatlan-Gabrys, Gabrys, & Garnys, 2011)。

在競爭激烈的柔道比賽過程中，要獲得優異的運動成績，柔道選手就必須備有高度熟練的技術和雄厚的專項身體素質，而除了體能訓練外，專項的技術亦是成敗關鍵因素之一 (施光隆、盧彥丞，2006)。而柔道運動項目，其實是一個技術性很高的運動項目。雖然在競賽過程中，其動作形式粗獷，比賽的勝負似乎有很大程度取決於選手的體能能力。但從選手具備的各項素質要求來看，選手需具全面的身體素質及優越的技術 (Callister et al., 1991)。

柔道比賽過程中，選手在選擇動作技術會隨著時代趨勢而做改變，柔道比賽場上變化性很大，在攻防的戰術上，會因個人身高、體重、層級等因素，去做動作上面選擇，進而使用在實際比賽中 (陳榮煌、蘇俊賢、陳雍元、陳文進，2005)。

葉雯華 (2005) 亦針對國內青少年柔道選手攻擊內容分析，其結果是在開賽時的第 1 分鐘得分次數最高，之後隨著時間增長，得分機會減少；侯碧燕、劉金龍與張志峰 (2006) 的研究

中則指出得分最佳時機為比賽的前 3 分鐘；這些結果似乎能反應出選手體能與技術的最佳攻擊得分時間。

從上述所得知，在過往研究中，柔道比賽中需要在最短時間內，貼近對手之後施予技術把對手摔倒，因此須具備有極高的專項摔倒攻擊能力。



第五節 文獻總結

綜合上述可知，柔道比賽中屬於短時間高強度的運動，隨著比賽節奏提升，對選手造成身體的負荷及乳酸形成亦增加，倘若沒有良好的耐力能力，將導致選手無法維持高力量輸出的穩定。而透過高強度間歇訓練可有效改善心臟的壓縮及無氧糖酵解的活性，提升運動員耐力，但過去研究皆探討以長時間（兩週以上）進行訓練對運動員之效益，甚少研究以短時間急性的高強度間歇負荷作為訓練模式，觀察對運動員生理變化之影響，從適應來看，心跳率及乳酸在一週內即可改善，因此本研究目的在於觀察透過連續兩天的急性高強度間歇負荷刺激，對於柔道選手專項心跳率、血乳酸以及下肢肌肉能力適應狀況之影響。

經由前面四節文獻所述，綜合歸納出以下幾點：

- 一、 柔道比賽中需要在最短時間內，貼近對手之後施予技術把對手摔倒，因此須具備有極高的專項摔倒攻擊能力。
- 二、 柔道運動不管在訓練或比賽中都是充滿動態性移動，而要在這樣下肢快速移動中，找到較好時機並啟動進行攻擊是重要的。
- 三、 有氧-無氧能力以作為訓練與比賽能力判斷的指標，進而達成每次動作攻擊是有較高品質。

第參章 實驗方法與步驟

本章主要說明實驗過程與方法，將以五小節介紹實驗進行之程序，其內容包含：研究對象、實驗時間與地點、實驗儀器與設備、實驗程序與方法、資料處理與分析。

一、填寫實驗同意書及運動專項能力診斷疾病調查表，接著讓受試者填寫個人資料包括：年齡、身高、體重、訓練年數等。

二、說明實驗目的、步驟、訓練方式與注意事項。把所有受試者集合，詳細說明訓練內容及測試方式。



第一節 研究對象

本研究以 (≥ 20 成人) 8 名柔道選手 (每日正常訓練者)，柔道訓練年數為 5 年以上、甲組運動員參賽量級以男女 1、2、3 量級 (輕量級) 選手為受試對象，如表 3-1 所示。受試者於運動訓練測試前一天開始，停止其他任何相關訓練活動，並配合研究相關測試與訓練，直到實驗後測結束。排除患有心血管疾病、氣喘與肌肉疼痛等身體不適者嚴禁參與實驗測試。實驗前向受試者說明實驗流程與注意事項，並填寫基本資料、疾病調查表與實驗同意書。

表 3-1 受試者基本資料 (n=8)

受試者	年齡(歲)	身高(公分)	體重(公斤)	訓練年數(年)
N = 8	21.1 $\pm$ 1.4	162.4 $\pm$ 6.5	61.5 $\pm$ 6.5	9.5 $\pm$ 2.1

第二節 實驗時間與地點

實驗時間：2018 年 01 月 08 日至 2018 年 01 月 13 日

實驗地點：國立體育大學運動能力診斷與訓練調整實驗室 (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、 EFK 德國製血糖乳酸分析儀 (Diagnostic Biosen C-line; EFK-diagnostic)

Biosen C-line 乳酸與血糖分析儀器，分析血液量為 10 μ ，採濕式分析。血液採集至化驗時間，間隔 48 小時。同時顯示乳酸與血糖濃度 (圖 3-1)。

本儀器運用在實驗中有氧-無氧閾值與 SJFT 測試前後測。觀察兩天訓練後受試者乳酸與血糖濃度之變化。



圖 3-1 EFK 德國製血糖乳酸分析儀

二、 i Heart 心跳率偵測儀器 (台灣)

同步即時監測 50 人以上心跳率及個別心跳率，無線傳輸有效距離達 150 m 以上。儀器配備包含：中繼站 4 台、2 個 SMA 外接天線、無線頻率 (2.4 G, 2460 MHz)、接收靈敏度約 -110 dBm。接收器 1 台，連接電腦將心跳帶中繼站資料傳輸回電腦 (圖 3-2)。



圖 3-2 i-Heart 心跳率偵測儀器

三、 高速跑步機 High Speed Treadmill (德國)

德國 Hp Cosmos 高速跑步機 (Pluto)，最高速度為 45 km/h (12.5 m/s)，跑步面積：長：190 cm，寬：65 cm (圖 3-3)。

高速跑步機運用在本實驗中有氧-無氧閾值前後測試。



圖 3-3 德國 Hp Cosmos 高速跑步機

四、 測力板 SpeedMat (澳大利亞)

使用無線 Swift SpeedMat，垂直跳躍測立板與攜式 Wi-Fi 器。可以測量許多跳躍類型。



圖 3-4 澳大利亞 SpeedMat 測力板



圖 3-5 Wi-Fi 訊號器

五、採血工具（酒精、毛管、採血針、紅血球破壞劑、外科用手套等）。

六、測距輪。

七、碼表、柵欄、箱子、角錐。

八、Squat 架子、槓片。

九、紀錄表格數張。



第四節 實驗程序與方法

一、實驗測試與訓練

本實驗設計共分成「前、後測」與「連續兩天高強度訓練」兩個部分（實驗過程會停止所有訓練課程，只做實驗安排的測試與訓練）。前後測內容為 CMJ、Squat、有氧-無氧乳酸閾值測試 (Mader et al., 1976) 與柔道專項 SJFT (Franchini, Vecchio, & Sterkowicz, 2009) 測試四項。且分別於訓練前 (T-1) 與兩天訓練後 (T-2) 皆進行相同測試，測試與訓練之間會間隔 24 小時再做訓練。連續兩天的高強度訓練，包括增強式跳躍、折返跑、衝刺 (表 3-2)。



表 3-2 測試內容與訓練方式

項目	檢測及實驗	紀錄/採集生物參數
CMJ	受試者站立於測力板上，雙手置於腰部兩側，聞訊後雙腳迅速下蹲 (90°) 跳躍。共進行兩次跳躍。	紀錄跳躍高度
Squat	以個人體重進行 1 RM 測試。 1. $1\text{ RM} = (\text{身高 cm} - 100) \times 1.3$ 2. $\pm 5\text{--}10\text{ kg}$	紀錄個人 1 RM (kg)
T-1	1. 三人一組，受試者站立於中央，其餘兩人（對手）各離受試者左右 3m 站立，此測驗將有三個回合，分別是第一個回合 15 秒、第二回合與第三回合 30 秒，組間休息都是 10 秒。受試者則都是規定使用單臂過肩摔。 2. 測試為了標準化，所有受試者 La:R-E1-E3-E5 都將會被要求實行單臂過肩摔技術 (Ippon-Seoi-naga)。 3. 當受試者聽到開始口令時，將會進行全力 (all-out) 的來回跑動及摔倒。 測試結束後，統計總摔倒次數，此外，在測試前一分鐘、測試結束立即、測試後 E1-E3-E5 持續收取 La、HR 進行觀察。	HR: 1x、2x、3x、E1、E3、E5

	以 2.5 m/s 開始每階上升 0.5 m/s 2-4mmol/l 每階持續 5 min 每階休息 30 s，到受試者最大負荷為止。	紀錄心跳率與採集 每階血液作為乳酸 分析
		La: R、1X、2X... HR: 1x、2x、3x、 4x...
Tr 兩天高強度訓練	增強式跳躍	每一趟完成時間
	折返跑	心跳率
	衝刺	心跳率
		每一趟完成時間
T-2	測試與方式與 T-1 相同	

(一) 實驗測試

1. CMJ：

利用下蹲跳 (counter movement jump) 方式，受試者聞訊後，站上測力板中央雙腳與肩同寬，雙手插腰身體向下蹲至膝彎曲 90 度後，盡最大力量用力向上跳再自然落下，在跳躍過程中身體保持平衡且雙手避免離開腰部 (圖 3-7)，共跳 2 次，取最高之跳躍高度成績。

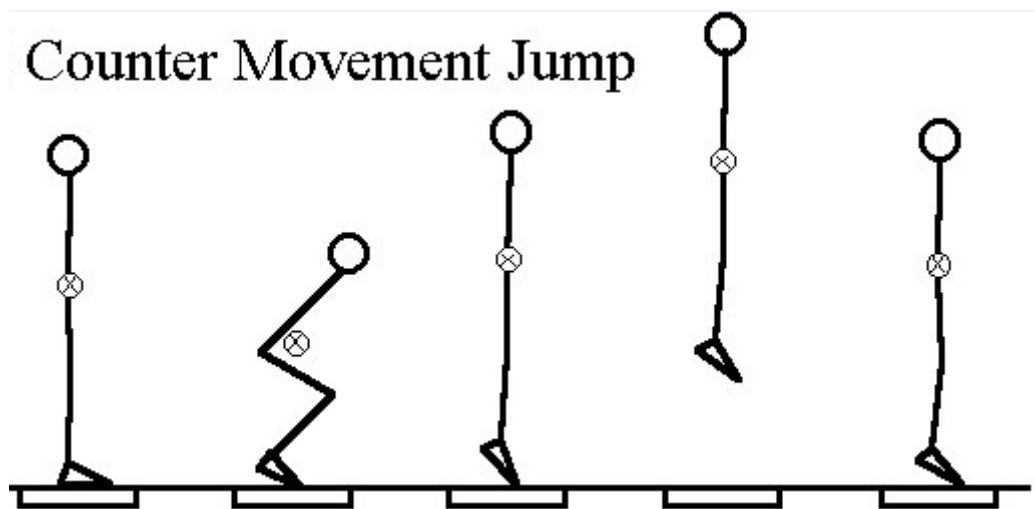


圖 3-7 CMJ 跳躍測試

2. Squat：

本研究最大肌力 (1RM) 測試方式以 Haber 與 Lercher (2001) 提出的競技運動員最大力量測試之公式： $1\text{ RM}=(\text{身高 cm}-100)\times 1.3$ 進行測試，會依照個人能力增重或減重。測試開始前會先進行 10 min 熱身慢跑和伸展。

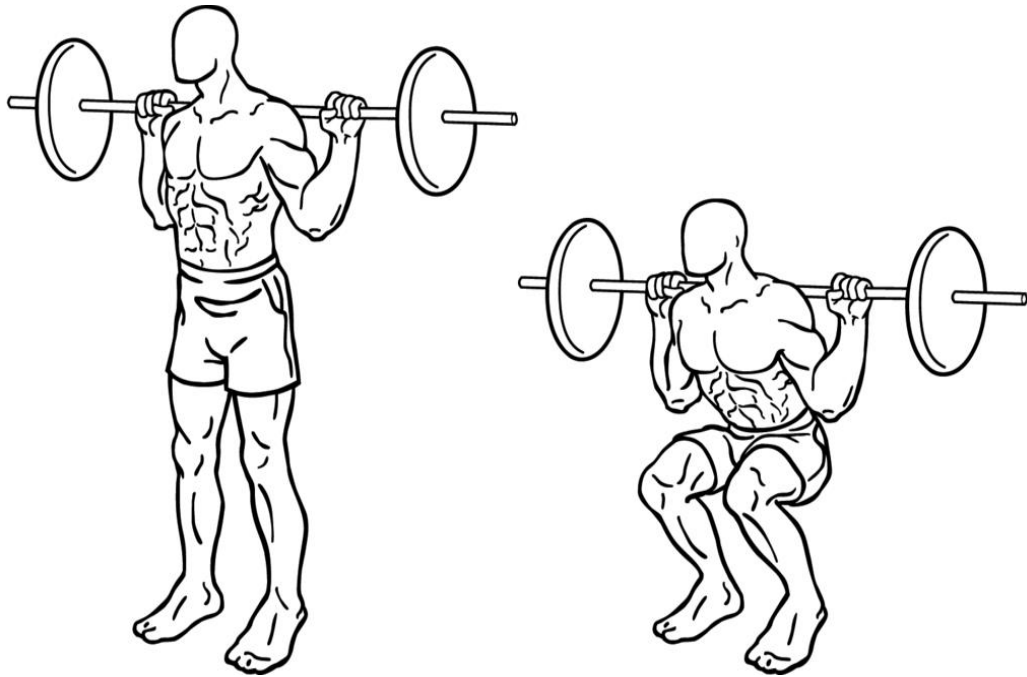


圖 3-8 Squat 測試

3. SJFT 柔道專項檢測：

三人一組受試者站立於中央，其餘兩人（對手）分別站立於受試者左右 3m 位子，此測驗將有三個回合，分別是第一回合 15 sec、第二回合與第三回合為 30 sec，組間休息都是 10 sec。為了測試標準化，所有受試者都將會被要求實行單臂過肩摔技術 (Ippon-Seoi-naga) 當受試者聽到開始口令時，將會進行全力 (all-out) 的來回跑動輪流將左右兩人摔倒（如圖 3-9）。測試結束後，統計總摔倒次數，此外，在測試前一分鐘、測試結束

當下、測試後一分鐘持續收取 HR 進行觀察，代入特定的 SJFT 公式 (圖 3-10)；此指數跟選手的有氧及無氧能力相關，指數越低代表選手的有氧及無氧能力越好。如表 3-3 SJFT 分級標準所示。

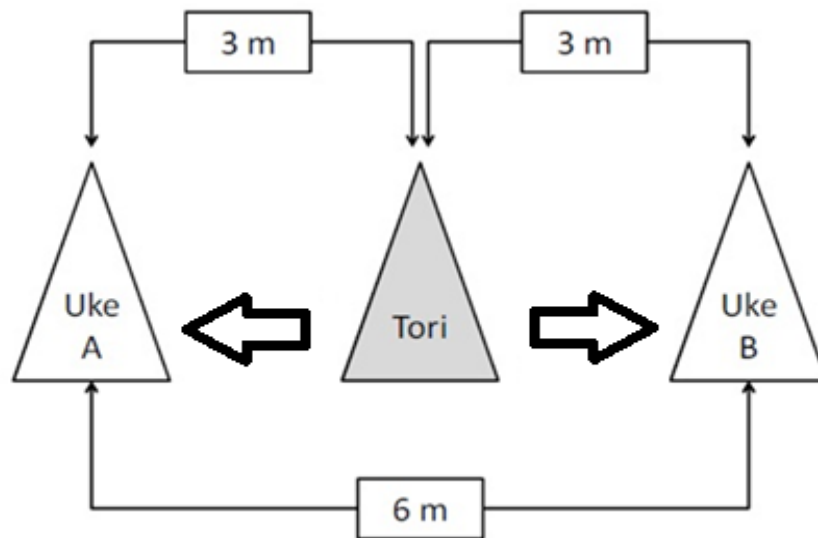


圖 3-9 SJFT 測試

$$\text{Index (beats} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{throw}^{-1}) = \frac{\text{final HR (beats} \cdot \text{min}^{-1}) + \text{HR 1 min after the test (beats} \cdot \text{min}^{-1})}{\text{Number of throws}}$$

圖 3-10 SJFT 測驗計算公式

表 3-3 SJFT 分級標準 (Drid, Trivić, & Tabakov, 2012)

Classification	Variables			
	Total of throws	HR after (bpm)	HR 1min after (bpm)	Index
Excelent	≥29	≤173	≤143	≤11.73
Good	27-28	174-184	144-161	11.74-13.03
Average	26	185-187	162-165	13.04-13.94
Poor	25	188-195	166-174	13.95-14.84
Very Poor	≤24	≥196	≥175	≥14.85

4. 閾值檢測 (2-4 mmol/l) :

受試者在基礎耐力測試前中後，會採集耳垂 10 μ l 的血液與記錄心跳率。個人有氧-無氧閾值 (2-4 mmol/l) 測試在 h/p/cosmos 跑步機進行，以階梯式的方式測試，開始速度為 2.5 m/s，每階持續 5 min，每階間歇休 30 sec。測試進行直到受試者所能承受最大負荷為止 (all out)。如表 3-4 所示。

表 3-4 有氧-無氧閾值測試方式 (Mader et al., 1976)

階次	速度 (m/s)	負荷時間 (min)
1	2.5	5
2	3.0	5
3	3.5	5
4	4.0	5
5	4.5	5
6	5.0	5
至個人最大負荷		

(二) 兩天高強度訓練

本研究之兩天高強度訓練內容如下

1、3x 增強式跳躍動作

2、3x3x8m 折返跑

3、3x150m 衝刺

表 3-5 訓練課表

Days	內 容	訓 練 單 元		
Day1	項 目	增 強 式 跳 躍 動 作	折 返 跑	衝 刺
	負 荷	個 人 最 佳 動 作	個 人 最 大 速 度	個 人 最 大 速 度
	範 圍	3x 圖 3-11	3x3x8m(一 次)	3x150m
	休 息	Set:90s	Set:90，Rep:30s	Set:90s
Day2	項 目	增 強 式 跳 躍 動 作	折 返 跑	衝 刺
	負 荷	個 人 最 佳 動 作	個 人 最 大 速 度	個 人 最 大 速 度
	範 圍	3x 圖 3-11	3x3x8m(一 次)	3x150m
	休 息	Set:90s	Set:90，Rep:30s	Set:90s

5. 增強式課表

增強式依自我最大努力進行，依雙腳連續跳的方式執行，受試者聽聞開始口令時，跳上箱上接著連續跳五個欄架。如圖 3-11 所示。

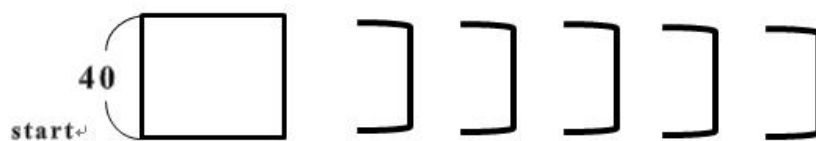


圖 3-11 增強式課表

增強式訓練方式，可以有效的增進下肢運動表現。增強式訓練中，下肢的訓練是最被廣泛運用的，而訓練前，應具備有肌力基礎，以減少運動傷害的發生 (Chu,1992)。

Blakey (1987) 研究指出，跳台高度過高，會有傷及跟腱的危險。Bobbert (1987) 研究 20 cm、40 cm、60cm 跳台膝關節角度及動力因素，結果發現 60 cm 的落地方法在力學變數上較 20 cm 及 40 cm 不利。Bosco (1982) 研究認為跳台的高度以 40cm 較適合訓練，訓練時高度太低對肌肉刺激不夠。故本研究訓練會以 40 cm 高台與 30 cm 柵欄作為訓練的高度設定。

6. 8 m 折返跑

8 m 折返跑會以自己最大努力進行，受試者聽聞開始口令時，將會進行全力的衝刺到 8 m 位子之後立刻折返。如圖 3-12 所示。

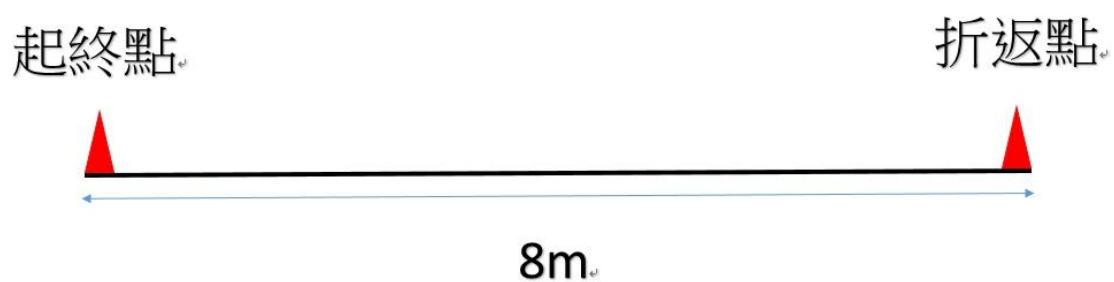


圖 3-12 8 m 折返跑

二、實驗步驟

本實驗步驟前測為星期一上午會進行 CMJ 與 Squat 測試；下午進行柔道專項 SJFT 測試，星期二下午進行 2-4 mmol/l 基礎閾值耐力測試，星期三與星期四進行兩天高強度訓練（增強式跳躍、折返跑、衝刺），後測為星期五與星期六與前測相同（圖 3-13）。

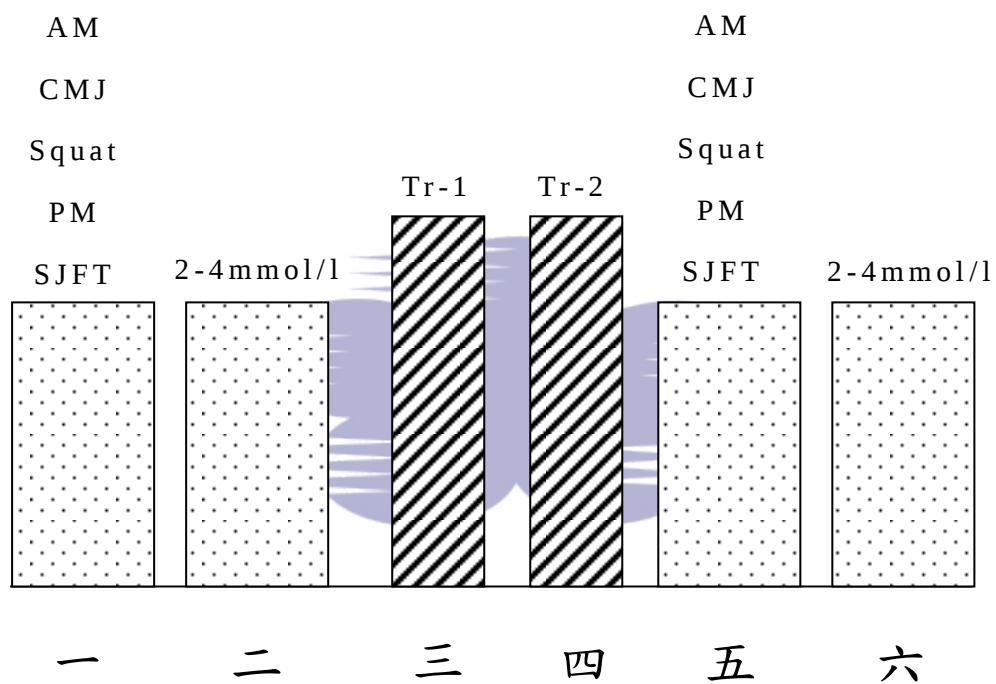


圖 3-13 實驗步驟

三、 實驗流程

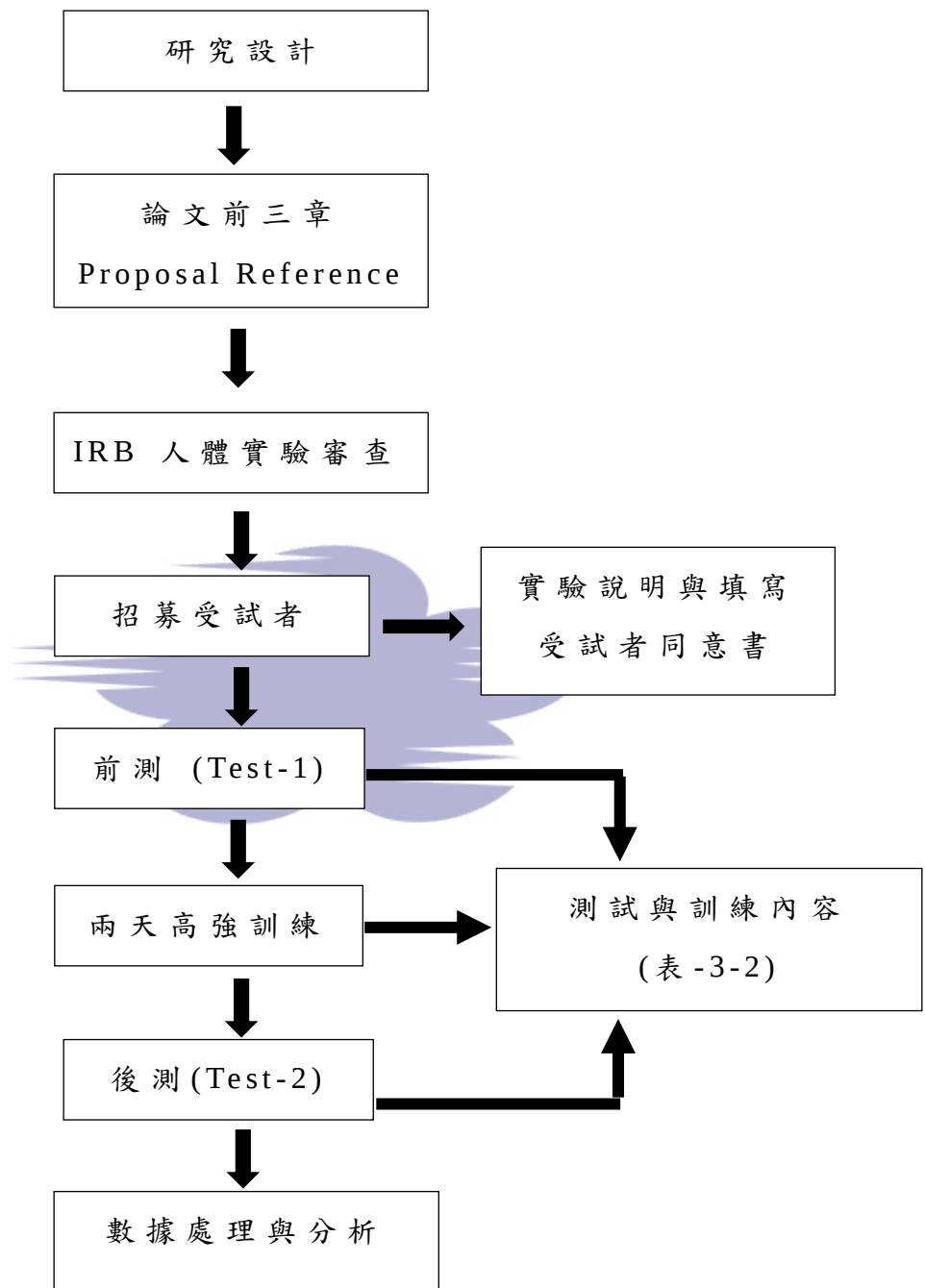


圖 3-14 實驗流程

第五節 資料處理與分析

- 一、以 SPSS for Windows 22.0 中文視窗版統計軟體進行統計分析及 Sigma Plot 12.5 進行圖形分析。
- 二、受試者基本資料與檢測數據，以描述統計方法、平均數、標準差來表示。
- 三、以皮爾森積差相關分析基礎與專項能力之相關。
- 四、以相依樣本 t 考驗分析各參數前後測之組數據，並以單因子重複量數變異數考驗前後測的差異程度。
- 五、基礎耐力以德國研發之 Lactate Express 軟體代入 Mader 4 mmol/l 方式，計算出受試者個人有氧-無氧閾值 (2-4 mmol/l) 之速度。
- 六、所有數值以平均值 $\pm$ 標準差表示，本研究統計顯著水準訂為 $\alpha=.05$ 。

第肆章 結果分析與討論

第一節 柔道專項能力

一、柔道專項能力指數 (SJFI)

柔道專項測試 Test-1 平均值為 $12.4 \pm 1.0 \text{ min}^{-1}/\text{Reps}$ ，個人最大值與最小值分別為 $14.2 \text{ min}^{-1}/\text{Reps}$ 與 $11.3 \text{ min}^{-1}/\text{Reps}$ ；Test-2 平均值為 $12.0 \pm 1.1 \text{ min}^{-1}/\text{Reps}$ ，個人最大值與最小值分別為 $13.5 \text{ min}^{-1}/\text{Reps}$ 與 $10.3 \text{ min}^{-1}/\text{Reps}$ 。Test-1 與 Test-2 兩項差異為 $0.4 \text{ min}^{-1}/\text{Reps}$ 未達顯著差異 ($p > .05$)。如圖 4-1 所示。

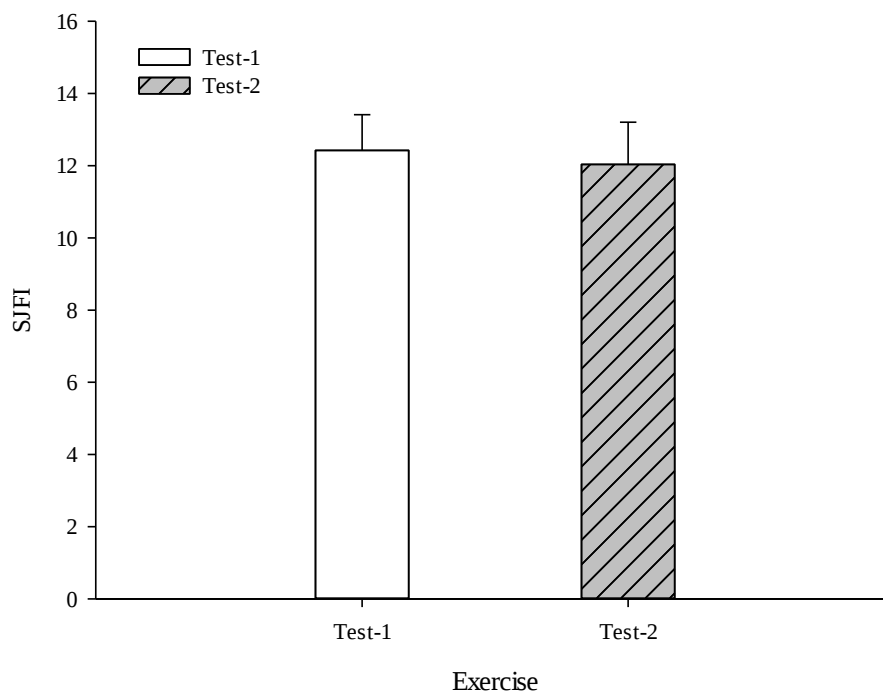


圖 4-1 柔道專項能力指數平均值標準差

本研究結果分析發現，兩天高強度訓練後，SJFT 動作速度後測 (Test-2) 獲得改善 (圖 4-1)。柔道專項能力指數的分析解說，運動員的動作越快其摔倒次數越多 (Franchini, Sterkowicz, Szmatlan-Gabrys, Gabrys, & Garnys, 2011)。

兩天的訓練受試者可以達到這項能力 (SJFT) 的提升，主要因素在於折返跑與 150m 的訓練。這個機制反應是呈現在肌肉快速收縮的無氧糖酵解效率。過去 Laursen and Jenkins (2002) 的研究認為 HIIT 可以提昇糖酵解與氧化酵素的活性，強化短時間高強度運動表現及 VO_{2peak} 的原因在於間歇方式減少 ATP 的產生，進而提昇有氧能量代謝系統的能量需求。這個能量改變的路徑直接影響肌肉的無氧代謝。



二、 SJFT 負荷後恢復期乳酸

圖 4-2 為 SJFT 負荷後恢復期乳酸血液 La 濃度分析。Test-1 恢復期第一分鐘 (E1) 平均值為 $8.8 \pm 2.2 \text{ mmol/l}$ ，Test-2 平均值則為 $7.5 \pm 1.6 \text{ mmol/l}$ ，兩次測試平均值差異 1.3 mmol/l ($p > .05$)。恢復期第 3 分鐘 (E3) 在 Test-1 與 Test-2 乳酸堆積平均值分別為 $13.2 \pm 2.5 \text{ mmol/l}$ 、 12.2 ± 1.7 ，平均值差異 1 mmol/l ($p > .05$)。兩次測試 E5 乳酸堆積平均值差異則為 0.4 mmol/l ($p > .05$)。

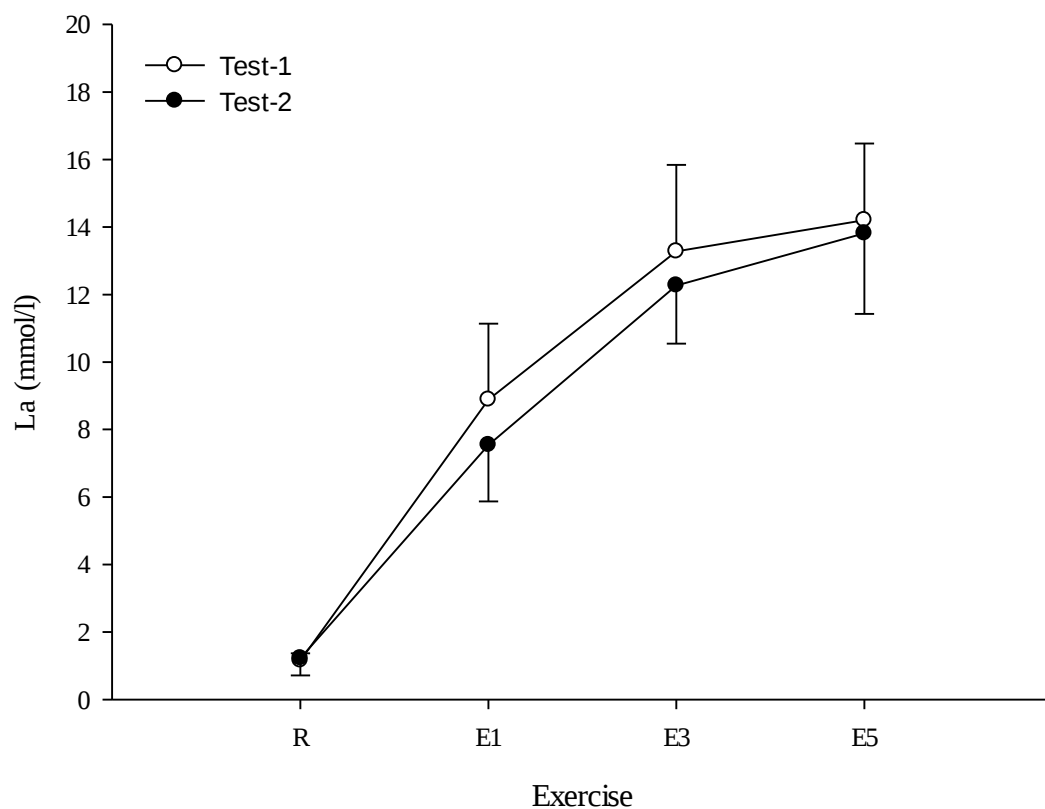


圖 4-2 SJFT 負荷後恢復期乳酸平均值標準差

三、 SJFT 運動中與恢復期心跳

圖 4-3 為 SJFT 運動中與恢復期心跳。第 1 次 (1x) 運動負荷 Test-1 與 Test-2 平均值分別為 $171 \pm 18.8 \text{ min}^{-1}$ 與 $163 \pm 17.1 \text{ min}^{-1}$ ，心跳率平均值差異 8 min^{-1} ($p > .05$)。第 2 次 (2x) 運動心跳率平均值達 $189 \pm 9.7 \text{ min}^{-1}$ (Test-1) 與 $182 \pm 9.3 \text{ min}^{-1}$ (Test-2)，兩次測試心跳率差異 7 min^{-1} ($p > .05$)。第 3 次 (3x) 運動負荷心跳率平均值達到 $188 \pm 10.8 \text{ min}^{-1}$ (Test-1) 與 $186 \pm 9.6 \text{ min}^{-1}$ (Test-2)，兩次測試心跳率差異 2 min^{-1} ($p > .05$)。恢復期第 5 分鐘 (E5) 心跳率則分別為 $124 \pm 10.3 \text{ min}^{-1}$ (Test-1) 與 $121 \pm 6.6 \text{ min}^{-1}$ (Test-2)。

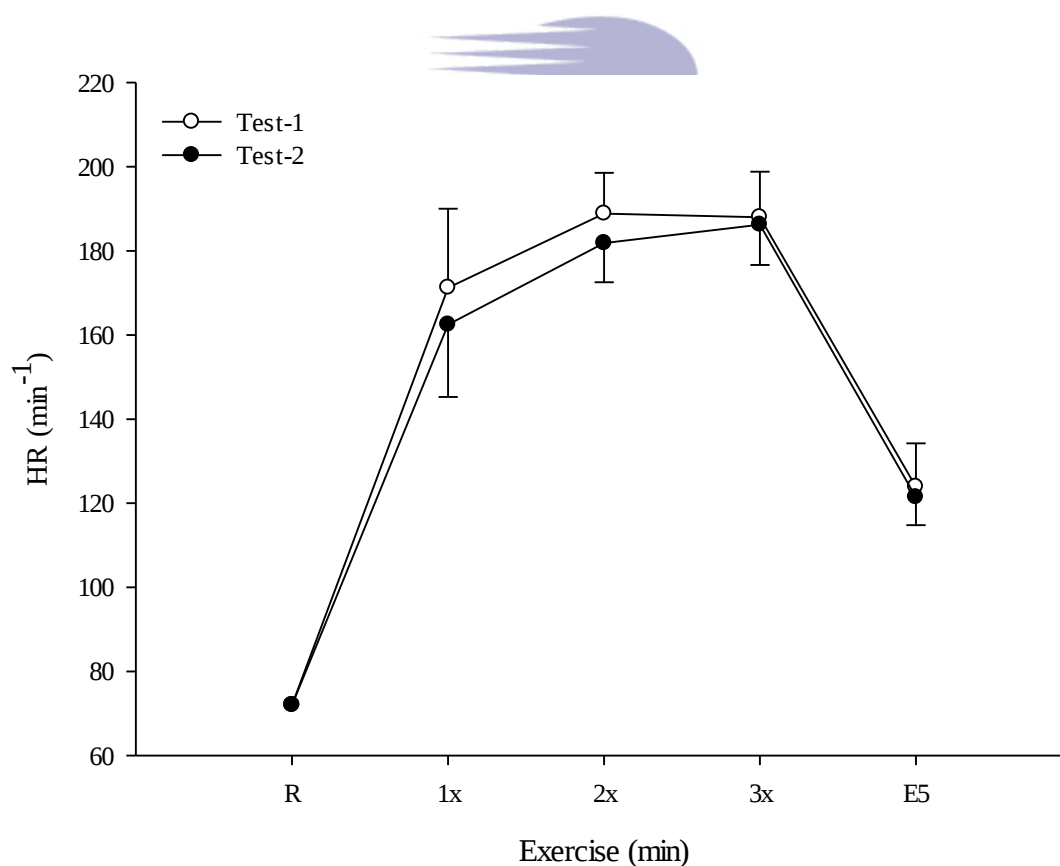


圖 4-3 SJFT 運動中與恢復期心跳平均值標準差

本研究結果顯示兩天高強度訓練後，SJFT 後測 (Test-2) 的乳酸 (圖 4-2) 與心跳率 (圖 4-3)，呈現下降的趨勢。透過兩天訓練後，受試者可以達到這項 SJFT 能力的提升，主要因素在於增強式跳躍、折返跑與 150m 衝刺，三項急性高強度的負荷，在急性高強度負荷下，心室會加速收縮，進而提昇有氧能量代謝系統的能量需求。

過去的研究文獻認為，肌肉無氧的適應需要一週的時間 (Neumann,1990)。但是在本研究兩天高強度訓練，即可獲得改善。這個機制可能在於強度訓練後產生 PGC-1 α ，PGC-1 α 的協調，進而改變了組合物中的乳酸脫氫酶 (LDH)，防止在運動過程中血乳酸增加 (Gibala et al.,2009)。因此，受試者在 SJFT Test-2 呈現比較高的動作速度。

此外，不同的研究指出糖酵解能量系統受到抑制且無氧能量系統供應增加 (Spriet, Lindinger, McKelvie, Heigenhauser, & Jones, 1989)。因此，受試者才能在每次的來回跑動與摔倒的過程中達到有效的能量輸出。

結果分析顯示，第一次測試（Test-1）運動結束與一分鐘後心跳率平均值為 188 ± 10.8 、 169 ± 9.4 。Test-2 心跳率則為 186 ± 9.6 、 167 ± 12.9 。兩項測試心跳率與摔倒頻率在 SJFT- Index 分析，所得數據分別為 12.4 ± 1.0 、 12.0 ± 1.1 ，SJFT- Index 差異為 -0.4 ($p>.05$ ，表 4-1)。

表 4-1 摔倒次數、結束心跳率、五分鐘後心跳率與指數平均值標準差

	Variables			
	Total of throws	HR after (bpm)	HR 5min after (bpm)	SJFT- Index
Test-1	29 ± 1.7	188 ± 10.8	124 ± 3.7	12.4 ± 1.0
Test-2	30 ± 2.1	186 ± 9.6	121 ± 2.3	12.0 ± 1.1
Diff.	+1	-2	-3	-0.4

研究結果發現兩次測試 SJFT-Index 未呈現顯著差異。本研究以兩天訓練對 SJFT-Index 沒有明顯進步，主要因素在於受試者柔道專項技術已非常純熟。研究中兩項測試 SJFT-Index 分析皆達到該競技運動員之水準層級 (Drid, Trivić, & Tabakov, 2012)。

表 4-1 結果發現在後測 (Test-2) 在摔倒次數有提昇，則最大心跳率與運動結束後第五分鐘，都是有呈現下降趨勢。心跳的判斷方式是以最大運動負荷結束後第五分鐘 (E5) 之恢復心跳率來評估體能及訓練效果判斷，超過 130 min^{-1} 表示差； $130\sim120 \text{ min}^{-1}$ 表示不好； $120\sim115 \text{ min}^{-1}$ 表示好； $105\sim100 \text{ min}^{-1}$

表示非常好； 100 min^{-1} 以下表示高競技運動能力 (Hollmann, Liesen, Rost, & Kawahats, 1978)。因此，要在極高強度負荷下進行有效的摔倒能力，進而才能夠持續供應能量。從表 4-1 體循環壓力進過兩天高強度訓練後是有下降的趨勢，進而在摔倒次數也呈現上升的表現。在過去對 HIIT 研究發現，肌肉快速缺氧因而提昇體循環壓力，因此，攝氧量增加，相對必須提高心臟的跳動才能供足肌肉所需的氧氣 (Laursen et al., 2002)。



第二節 下肢動力

圖 4-4 為 CMJ 跳躍測試。Test-1 平均數值為 $36\pm 7.4\text{cm}$ ，Test-2 平均值為 $35.5\pm 8\text{cm}$ ，兩次差異為 -0.5cm ，未達顯著差異 ($p>.05$)。個人最大值為 46.2cm (Test-1)，Test-2 則為 45.7cm 。

兩天訓練下肢力量 (CMJ) 結果分析發現，並未產生顯著改善。這個現象顯示兩天訓練模式未包含力量訓練，因此無法在力量上獲得效果。過去文獻顯示肌肉纖維組織改變，必須五天訓練時間才能達到適應 (Gurtel,1982)。

這種機制主要受到肌肉纖維數量影響，力量的呈現必須具備大量肌肉纖維的動員。但是，本研究 Test-2 下肢跳躍 (CMJ) 雖然極小的下降 (圖 4-4)。這個現象表示受試者下肢力量能力維持與 Test-1 相同。在過去文獻也提到，動作表現受到技術成熟影響 (王令儀、林德嘉、黃長福、黃國銓，2002)。本研究 CMJ 跳躍過程的下肢推蹬時會受到動作協調、肌肉牽張能力、蹬伸距離與速度等各點所影響，因此導致在後測 (Test-2) 有呈現極小下降的趨勢。

在本研究另一發現，下肢最大力量 (Squat)，也未呈現顯著改善 (圖 4-5)。這個現象也是受到肌肉纖維動員速度的影響，在過去文獻肌肉伸縮循環 (SSC) 越快，肌肉產生越大 (Comi,1986)。

研究結果發現在 CMJ 與 Squat 都未呈現進步情形，是因為本研究訓練方式只使用增強式跳躍。因此，透過文獻可知要提昇下肢力量是需要搭配力量訓練並達到適應，才能提昇肌力的增加。伴隨著神經的適應，能增加協同肌的活動，和神經保護

機制的抑制，促進提昇所有肌肉的能力而產生更大的力量 (Kramer,1994)。

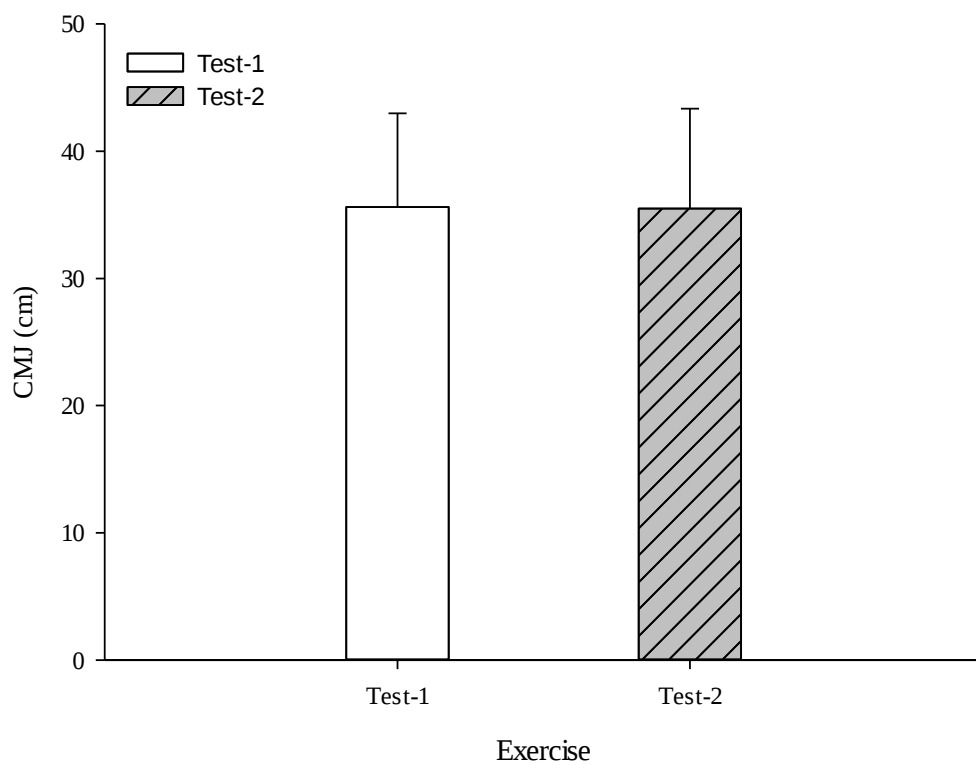


圖 4-4 下肢動力 CMJ 跳躍平均值標準差

圖 4-5 為 Squat 測試。Test-1 平均數值為 $109\pm33\text{kg}$ ，Test-2 平均值為 $108\pm26\text{kg}$ ，兩次差異為 1 kg，未達顯著差異 ($p>.05$)。個人最大值為 160kg (Test-1)，Test-2 則為 145kg。

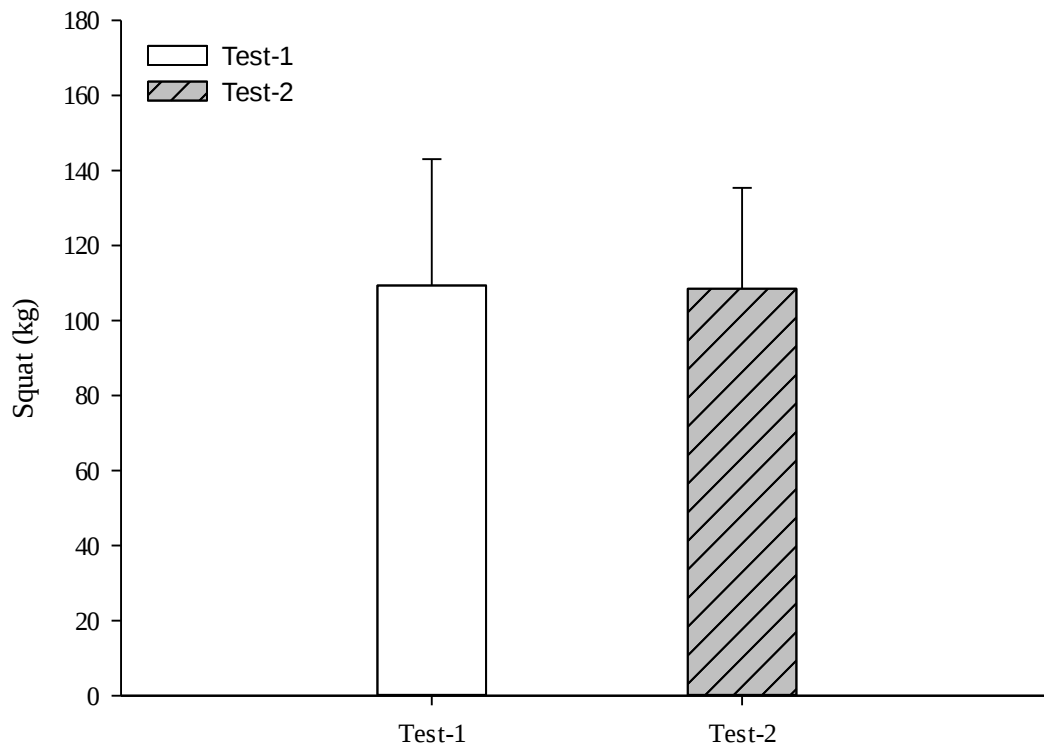


圖 4-5 下肢力量 Squat 平均值標準差

第三節 有氧-無氧閾值心跳率與速度

一、 階梯式負荷血液乳酸

圖 4-6 為階梯式負荷血液乳酸平均值，兩項在後測 (Test-2) 都呈現下降的趨勢，在 3.5m/s 時 Test-1 與 Test-2 兩項差異 1.3mmol/l 未達顯著差異 ($p>.05$)。則高速度時 4.0 m/s 時 Test-1 與 Test-2 兩項差異 2.0mmol/l 未達顯著差異 ($p>.05$)。

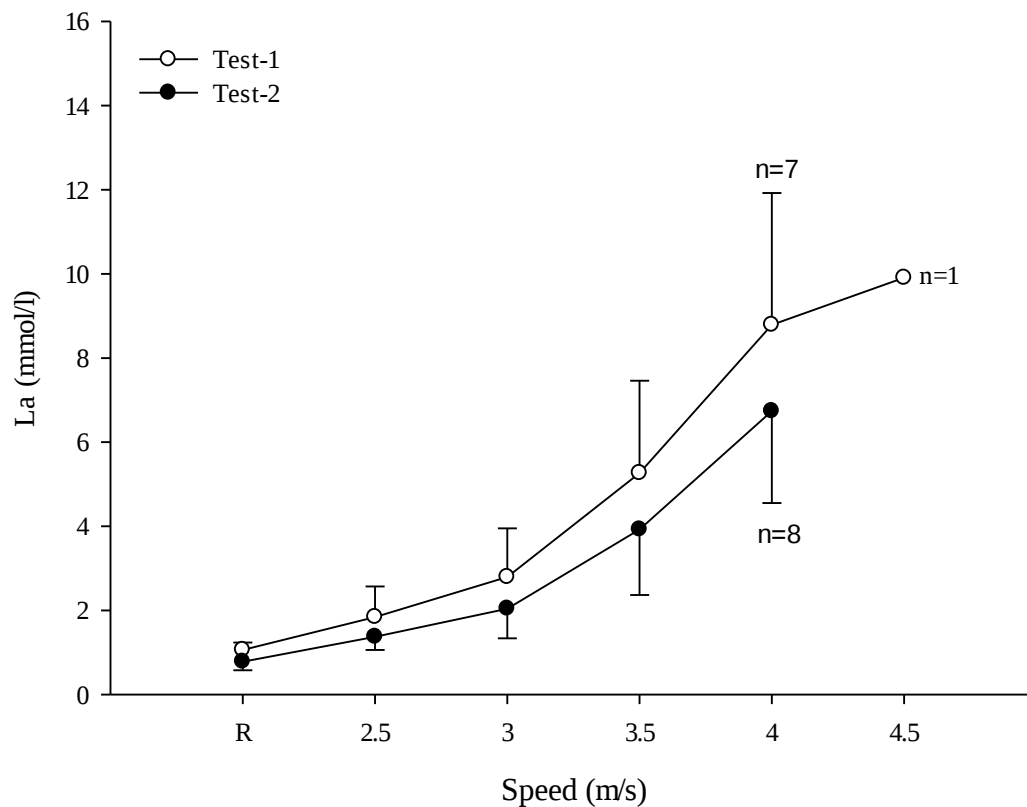


圖 4-6 階梯式負荷乳酸平均值標準差

二、 階梯式負荷心跳率

圖 4-7 為階梯式負荷心跳率平均值，兩項在後測 (Test-2) 都呈現下降的趨勢，在 2.5m/s 低速度時差異是最大的，Test-1 與 Test-2 兩項差異 10min^{-1} 未達顯著差異 ($p>.05$)。則 E5 時 Test-1 與 Test-2 兩項差異 8min^{-1} 未達顯著差異 ($p>.05$)。

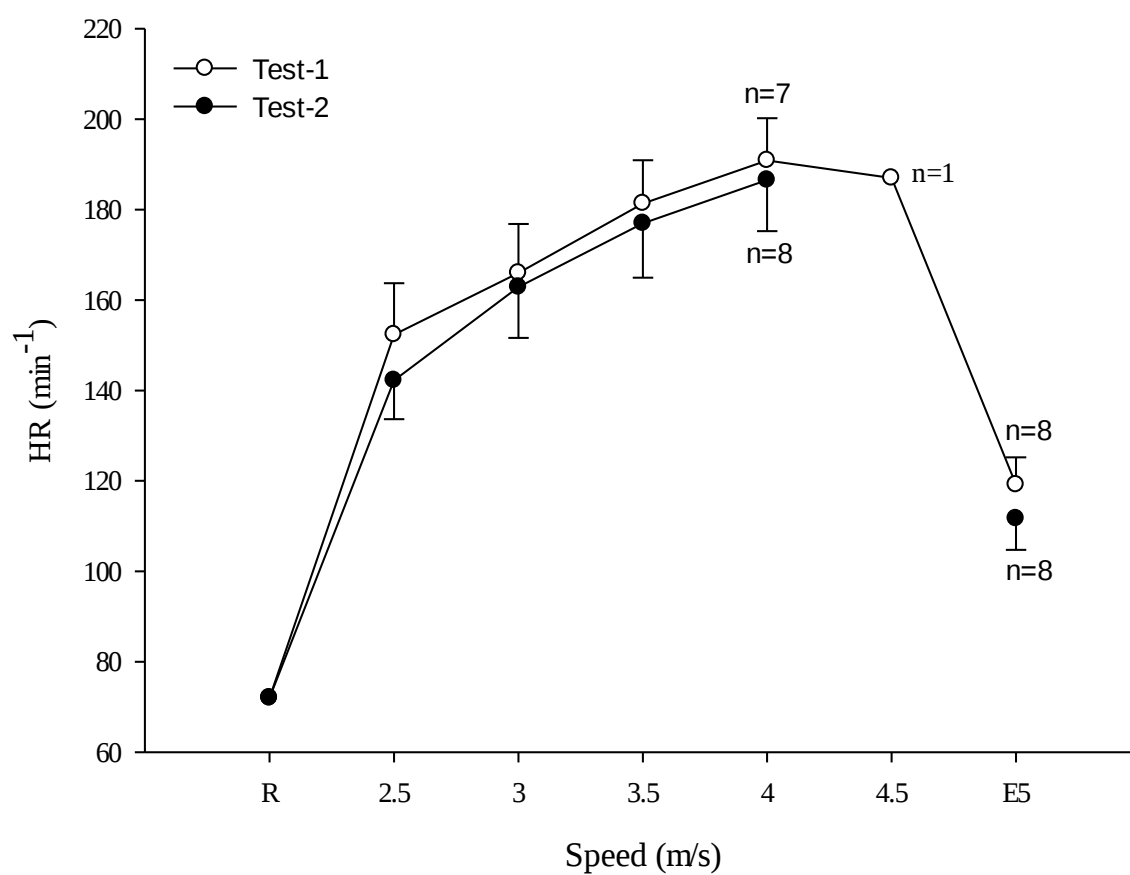


圖 4-7 階梯式負荷心跳平均值標準差

三、 本研究結果發現有氧-無氧值耐力測試中，有一位受試者在 Test-1 能力表現為 4.5 m/s，Test-2 則為 4.0m/s，前後能力表現上呈現退步的情形，但對比生理參數乳酸值(圖 4-6)與心跳率(圖 4-7) Test-1 與 Test-2 都是呈現下降的情形。這個現象顯示因兩天訓練模式未包含下肢力量訓練，導致受試者在 Test-2 為下肢肌力不足情形，且因為本實驗並無休息日，造成肌肉延遲性痠痛，進而無法在速度上升到 4.5m/s 時跟上速度。

四、 有氧-無氧閾值心跳率與速度

表 4-2 為有氧與無氧閾值能力之心跳率分析。Test-1 有氧閾值速度為 2.5 ± 0.8 m/s，心跳率平均值則為 $154 \pm 21 \text{ min}^{-1}$ ；Test-2 有氧閾值速度為 3.1 ± 0.2 m/s，心跳率平均值則為 $165 \pm 10 \text{ min}^{-1}$ 。有氧閾值速度 Test-1 與 Test-2 兩項差異為 0.6 m/s 未達顯著差異 ($p > .05$)，則心跳率差異為 11 min^{-1} 未達顯著差異 ($p > .05$)。Test-1 無氧閾值速度為 3.3 ± 0.3 m/s 心跳率平均值則為 $178 \pm 10 \text{ min}^{-1}$ ；Test-2 無氧閾值速度為 3.5 ± 0.3 m/s，心跳率平均值則為 $180 \pm 14 \text{ min}^{-1}$ 。無氧閾值速度 Test-1 與 Test-2 兩項差異為 0.2 m/s 未達顯著差異 ($p > .05$)，則心跳率差異為 2 min^{-1} 未達顯著差異 ($p > .05$)。

表 4-2 有氧與無氧閾值速度心跳率平均值標準差

	2 mmol/l		4 mmol/l	
	Speed(m/s)	HR(min^{-1})	Speed(m/s)	HR(min^{-1})
Test-1	2.5 ± 0.8	154 ± 21	3.3 ± 0.3	178 ± 10
Test-2	3.1 ± 0.2	165 ± 10	3.5 ± 0.3	180 ± 14
Diff.	+0.6	+11	+0.2	+2

Hollmann et al.,(1987) 研究指出任何競技運動員有氧閾值需達到 $\geq 2.8\text{m/s}$ ，則 $\text{HR} < 146$ ，無氧閾值需達到 $\geq 3.5\text{m/s}$ ，則 $\text{HR} < 156$ ，才能在競技運動上避免疲勞的堆積。本研究發現結果分析呈現 (Test-1) 有氧閾值低於文獻中標準 0.3m/s ，無氧閾值低於標準 0.2m/s ，經過兩天高強度訓練後，在 (Test-2) 有氧閾值能力呈現進步 0.6m/s ，則無氧是也呈現進步 0.2m/s ，則心跳率未明顯有差異。兩項能力在速度都已達到文獻中該競技運動員所需標準，但心跳率兩項都是呈現上升。結果分析現象顯示受試者的無氧能力，並達影響肌肉無氧路徑的機轉。過去研究發現運動員的基礎耐力 (4mmol/l) 在一個 2 週的訓練週期，並未獲得顯著改善的結果。但是運動員的專項快速耐力則呈現改善現象 (Jang, Wang, Chen & Chan,2013)。

蕭婉柔 (2015) 研究指出三天跑步機 HIIT 訓練， 2mmol/l 速度 $+0.4\text{m/s}$ 。本研究透過兩天高強度訓練，在 2mmol/l 速度 $+0.6\text{m/s}$ ，亦達到提昇有氧閾值能力之效果，與文獻相符。

過去研究指出乳酸是依據運動強度、運動時間會因當下負荷強度促使肌肉能量提供受到影響 (Hollmann & Liesen,1937)，本研究發現在 Test-2 每階都是呈現下降趨勢。尤其在速度達到 4.0m/s 時 Test-1 與 Test-2 相差 2 mmol/l 為最明顯 (表 4-3)。

另一發現在 3.5 m/s 時在 Test-1 時已超出 4 mmol/l，但在兩天高強度運訓練後，Test-2 (3.5m/s) 已低於 4 mmol/l，過去研究 (MacDougall et al., 1998; Burgomaster et al., 2008) 指出高強度間歇訓練模式亦能改善肌肉有氧代謝能力，提升骨骼肌氧化酶活性，增加耐力表現，使有氧能力獲得改善。

表 4-3 有氧與無氧閾值乳酸平均值標準差

	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5
Test-1	1.8±0.7	2.7±1.1	5.2±2.1	8.7±3.1	9.91
Test-2	1.3±0.3	2.0±0.7	3.9±1.5	6.7±2.1	
Diff.	-0.5	-0.7	-1.3	-2	

第四節 SJFT 與基礎體能分析之影響

圖 4-8 為短距離 150 m 均速與 SJFT 測試最大乳酸堆積濃度相關分析。短距離 150m 平均值為 6.3 ± 0.6 m/s (Test-1)，在 Test-2 則為 6.3 ± 0.6 m/s，兩次平均值未達差異 ($p > .05$)；SJFT 測試最大乳酸堆積濃度平均值為 14.1 ± 2.3 mmol/l (Test-1)，在 Test-2 則為 13.8 ± 2.4 mmol/l，兩次平均值差異 -0.3 mmol/l ($p > .05$)。短距離 150 m 訓練與柔道專項 SJFT 測試最大乳酸堆積相關分析，結果發現在 Test-1 最大乳酸濃度 (La_{max}) 介於 11.6-17.6 mmol/l，短距離 150m 速度則介於 5.5-7.3 m/s 之間，兩項呈現負相關 ($r = -0.47$)。則 Test-2 最大乳酸濃度 (La_{max}) 介於 10.8-17.4 mmol/l，短距離 150m 速度則介於 5.6-7.4 m/s 之間，兩項數據相關值 $r = -0.52$ 。則在圖 4-9 無氧閾值 (4 mmol/l) 心跳率與柔道專項 SJFT 測試在 Test-1 與 Test-2，兩項數據分析均呈現正相關。

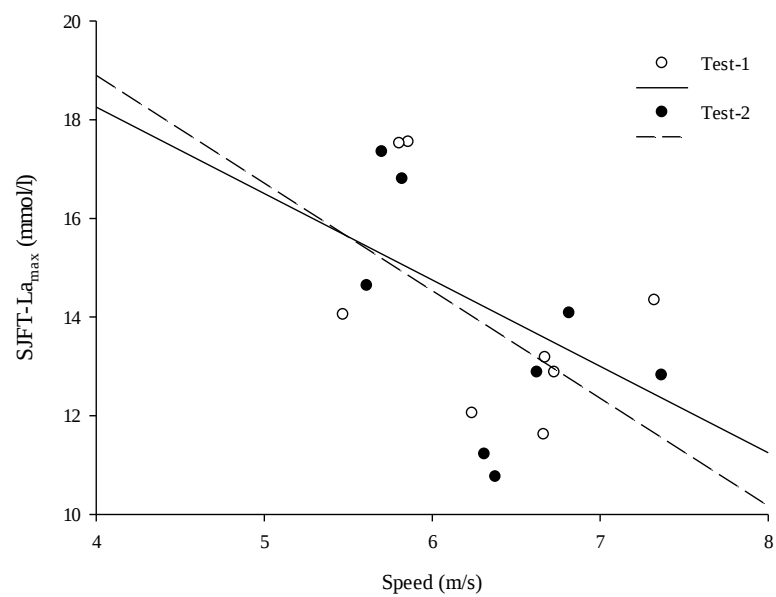


圖 4-8 短距離 150m 均速與 SJFT 測試最大乳酸堆積濃度相關分析

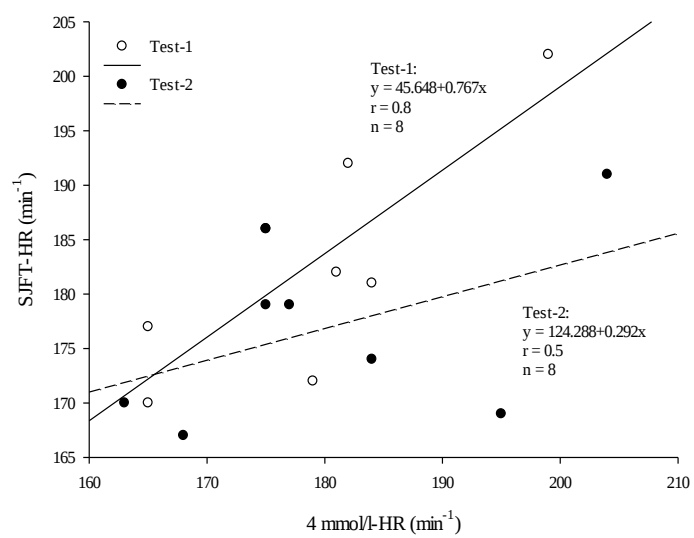


圖 4-9 無氧閾值 (4mmol/l) 心跳率與 SJFT 測試平均值心跳率相關分析

結果顯示發現，SJFT 測試乳酸堆積濃度受到 150 m 速度影響，以及無氧閾值心跳率影響 SJFT 負荷心跳率。當人體開始動用無氧糖酵解做為主要能量來源時，其路徑下的副產物乳酸及氫離子將迅速堆積，降低血液 pH 值，此時肌肉收縮、神經傳導速度及能源的應用將會受到干擾，進而導致疲勞的發生，影響運動表現 (Fox,2002)。

Mader and Heck (1991) 研究指出運動員之無氧耐力影響其專項能量提供路徑，特別是在無氧性負荷高之運動型態。這與本研究結果相似，受試者無氧閾值越佳者，其專項無氧糖酵解能力亦佳，顯示最大乳酸堆積 (La_{max}) 亦低。當乳酸產生堆積時肌肉便開始疲勞，力量的維持也開始下降，便無法維持高速度能力，因此要在 SJFT 測試中能夠有較好的來回跑動與動作快速摔倒能力，首先要先提高維持高速度肌肉收縮與穩定高速度品質，進而才能夠轉移到每次跑動與摔倒過程。

第五節 數據總整理

本研究前測 (Test-1) 與後測 (Test-2) 數據比較相關參數，結果如表 4-4 所示。

因本研究透過兩天高強度訓練後在運動能力表現上，沒有達到明顯提昇的效果，但是，從生理適應機制調節可發現是呈現下降的趨勢，尤其為 2 mmol/l 其為最明顯。

表 4-4 基礎體能與專項測試分析

Test		Test-1	Test-2	
2 mmol/l	m/s	2.5±0.8	3.1±0.2	↑
	HR	154±21	165±10	↑
4 mmol/l	m/s	3.3±0.3	3.5±0.3	↑
	HR	178±10	180±14	↑
CMJ(cm)		36±7.4	35.5±8	↓
Squat(kg)		109±33	108±26	↓
SJFT-La _{max}		14.3±2.3	13.8±2.4	↓
SJFT-Index		12.4±1.0	12.0±1.1	↓
8 m-shuttle run (s)		4.3±0.2	4.2±0.2	↓
Plyometric jump (s)		3.1±0.2	2.9±0.2	↓
150 m-run (m/s)		6.3±0.6	6.3±0.6	-

第伍章 結論

透過兩天高強度訓練方式對柔道專項測試(SJFT)在恢復期乳酸與運動中心跳率都有呈現下降的趨勢。此現象也表示在生理機制調節有獲得改善的效果，進而影響到柔道專項測試(SJFT)的摔倒次數些微提昇。

另一方面在下肢動力運動表現有極小的下降，過去文獻也指出 CMJ 與 Squat 要提昇，是需搭配阻力性力量訓練並達到適應，但本研究訓練方式只使用增強式跳躍。因此，未來建議可在短時間高強度訓練課表中增加阻力性力量訓練以提昇下肢動力。



參考文獻

一、中文部分

- 王令儀、林德嘉、黃長福、黃國銓。(2002)。不同年齡之男性立定垂直跳躍下肢動作在協調與控制上的差異。體育學報(33), 75-86。
- 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。國立體育大學競技學院競技與教練科學研究所，碩士論文，桃園市。
- 林政東，劉宇，& 呂宏進。(2000)。不同牽張幅度深跳練習對於 SSC 控制變數與運動表現之影響。大專體育(50), 38-43。
- 施光隆、盧彥丞。(2006)。柔道運動專項力量訓練理論與方法。成大體育, 39(2), 30-39。
- 侯碧燕，劉金龍，& 張志峰。(2006)。柔道比賽得分內容分析探討。國立體育學院論叢, 17(2), 103-119。
- 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。
- 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。
- 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。

陳佳慧、鞠欣馨、張嘉澤。(2007)。增強式訓練對女子足球選手敏捷能力之影響。運動教練科學(8), 97-103。

曾台霖 (2016)。三天小型比賽訓練對足球選手專項耐力之影響。國立體育大學競技學院競技與教練科學研究所。

黃俊霖、陳佳慧、張嘉澤。(2013)。有氧-無氧閾值耐力對急性高強度負荷心跳率與肌肉無氧糖酵解代謝之影響。

鄭吉祥、何立安。(2012)。柔道專項競技能量代謝特性及應用。文化體育學刊，(15)，13-20。

張嘉澤 (2008)。訓練學。臺灣運動能力診斷協會。

蔡崇濱。(1989)。增強式運動對大學排球運動員腿部動力和扣球動力因素之訓練效果研究。台北市：供學出版社。

蕭敬衡、張嘉澤。(2013)。急性高強度間歇訓練對街舞 Breaking 選手專項心跳率，血乳酸之影響-個案研究。

二、 外文部分

- Bosco, C., & Viitasalo, J. T. (1982). Potentiation of myoelectrical activity of human muscles in vertical jumps. *Electromyography and clinical neurophysiology*, 22(7), 549.
- Berg, A., Kim, S. S., & Keul, J. (1986). Skeletal muscle enzyme activities in healthy young subjects. *International journal of sports medicine*, 7(04), 236-239.
- Blackey, J. B., & Southard, D. (1987). The combined effects of weight training and plyometrics on dynamic leg strength and power. *J Appl Sport Sci Res*, 1, 14-16.
- Bobbert, M. F., Huijing, P. A., & Van Ingen Schenau, G. J. (1987). Drop jumping. II. The influence of dropping height on the biomechanics of drop jumping. *Med Sci Sports Exerc*, 19(4), 339-46.
- Callister, R., Callister, R. J., Staron, R. S., Fleck, S. J., Tesch, P., & Dudley, G. A. (1991). Physiological characteristics of elite judo athletes. *International Journal of Sports Medicine*, 12(02), 196-203.
- Dudley, G. A., & Snyder, L. L. (1998). Deconditioning and bed rest: musculoskeletal response. In J. L. Roitman (Ed.), *ACSM's resource manual* (pp. 200-205). Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- Driller, M. W., Fell, J. W., Gregory, J. R., Shing, C. M., & Williams, A. D. (2009). The effects of high-intensity

interval training in well-trained rowers. *International journal of sports physiology and performance*, 4(1), 110-121.

Drid, P., Trivić, T., & Tabakov, S. (2012). SPECIAL JUDO FITNESS TEST-A REVIEW. *Serbian Journal of Sports Sciences*, 6(4).

Edge, J., Eynon, N., McKenna, M. J., Goodman, C. A., Harris, R. C., & Bishop, D. J. (2013). Altering the rest interval during high-intensity interval training does not affect muscle or performance adaptations. *Experimental physiology*, 98(2), 481-490.

Franchini, E., Takito, M. Y., Kiss, M. A. P. D. M., & Strerkowicz, S. (2005). Physical fitness and anthropometrical differences between elite and non-elite judo players. *Biology of Sport*, 22(4), 315.

Franchini, E., Nunes, A. V., Moraes, J. M., & Del Vecchio, F. B. (2007). Physical fitness and anthropometrical profile of the Brazilian male judo team. *Journal of physiological anthropology*, 26(2), 59-67.

Franchini, E., Del Vecchio, F. B., & Sterkowicz, S. (2009). A special judo fitness test classificatory table. *Archives of budo*.

Franchini, E., Del Vecchio, F. B., Matsushigue, K. A., & Artioli, G. G. (2011). Physiological profiles of elite judo athletes. *Sports Medicine*, 41(2), 147-166.

Franchini, E., Sterkowicz, S., Szmatlan-Gabrys, U., Gabrys, T.,

- & Garnys, M. (2011). Energy system contributions to the special judo fitness test. *International journal of sports physiology and performance*, 6(3), 334-343.
- Grosser, S. (2001). ZIMMERMANN: Das neue Konditionstraining.
- Gibala, M. J., McGee, S. L., Garnham, A. P., Howlett, K. F., Snow, R. J., & Hargreaves, M. (2009). Brief intense interval exercise activates AMPK and p38 MAPK signaling and increases the expression of PGC-1 α in human skeletal muscle. *Journal of applied physiology*, 106(3), 929-934.
- Gibala, M. J., Little, J. P., MacDonald, M. J., & Hawley, J. A. (2012). Physiological adaptations to low-volume, high-intensity interval training in health and disease. *The Journal of physiology*, 590(5), 1077-1084.
- Harris, R. C., Edwards, R. H. T., Hultman, E., Nordesjö, L. O., Nylin, B., & Sahlin, K. (1976). The time course of phosphorylcreatine resynthesis during recovery of the quadriceps muscle in man. *Pflügers Archiv European Journal of Physiology*, 367(2), 137-142.
- Hollmann, H., Schürch, P., Tail, H., Mader, A., Rost, R., Hollmann, W. (1987). Kardiopulmonale reaction and aerobic threshold with different load forms. *Sports Medicine*, 38(4), 144-156.
- Haber, P., & Lercher, P. (2001). Über den Zusammenhang von Bewegung und Körpergewicht. *Collegium publicum*, 6, 2-3.
- Jakowlew, N. (1972). Die Bedeutung der Homöostasestörung für

- die Effektivität des Trainingsprozesses. *Medizin und sport*, 12, 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 & science in sports*, 20(s2), 1-10.
- Mader, A., Lisen, H., Heck, H., Philippi, H., Rost, R., Schurch, P., & Hollmann, W. (1976). Zur Beurteilung der sportspezifischen Ausdauerleistungsfähigkeit. *Labor. Sportarzt und Sportmed*, 27(4), 80-88.
- McLaughlin, E. J. (2001). A comparison between two training programs and their effects on fatigue rates in women. *Journal of strength and conditioning research*, 15(1), 25-29.
- Malisoux, L., Francaux, M., Nielens, H., & Theisen, D. (2006). Stretch-shortening cycle exercises: an effective training paradigm to enhance power output of human single muscle fibers. *Journal of Applied Physiology*, 100(3), 771-779.
- Neumann, G. (1990). Umstellung und Anpassung der Funktionssysteme. In: *Das gross Buch vom Laufen*. Meyer & Meyer Verlag. 222-223.
- Neumann, G., & Berbalk, A. (1990). Umstellung und Anpassung der Funktionssysteme. *Das gross Buch vom Laufen*. Meyer & Meyer Verlag, 222-223.

- Neumann, G., & Berbalk, A. (1991). Umstellung und Anpassung des Organismus-grundlegende Voraussetzung der sportlichen Leistungsfähigkeit. Bernett & Jeschke (Hrsg.): Sport und Medizin. Pro und Contra. W. Zuckschwerdt.
- Sahlin, K., Harris, R. C., Nylin, B., & Hultman, E. (1976). Lactate content and pH in muscle samples obtained after dynamic exercise. Pflügers Archiv, 367(2), 143-149.
- Sterkowicz, S., & Franchini, E. (1995). The special judo fitness test. Antropomotoryka, 12(13), 29-44.
- Talanian, J. L., Galloway, S. D., Heigenhauser, G. J., Bonen, A., & Spriet, L. L. (2007). Two weeks of high-intensity aerobic interval training increases the capacity for fat oxidation during exercise in women. Journal of applied physiology, 102(4), 1439-1447.
- Weineck, E. (1996). Optimales Training. Leistungsphysiologische Trainingslehre unter besonderer Berücksichtigung des Kinder-und Jugendtrainings.

附錄

FJU-IRB F-034 /20151117

輔仁大學人體研究倫理委員會

通過證明

- 一、計畫編號：C106006
- 二、執行單位：國立體育大學 競技與教練科學研究所
- 三、主持人：張嘉澤助理教授
- 四、共同/協同主持人：詹皓程/國立體育大學競技與教練科學研究所
- 五、計畫名稱：兩天高強度訓練對柔道專項 SJFT 與基礎體能之效果
- 六、計畫書版本/日期：3，2017/11/09
- 七、受試者說明暨同意書版本/日期：第3版，2017/11/09
- 八、計畫執行地點：國立體育大學
- 九、研究方式/工具：招募廣告：2017/07/31
- 十、追蹤審查頻率：每1年1次

上述計畫業於 106 年 11 月 09 日經 106 學年度第 2 次人體研究倫理委員會審查通過，本通過證明有效期限自 106 年 11 月 09 日至 107 年 11 月 08 日有效，主持人最遲應於本通過證明有效期前 4 周，提交期中/追蹤報告至本委員會進行審查，並經審查通過後，方可繼續執行。研究計畫執行結束，應於結束後 3 個月內依規定向本委員會辦理結案，繳交結案報告。

計畫執行期間，若有變更或修正，計畫主持人需依相關規定提出修正(變更)申請，經本委員會審查通過後方可繼續執行。計畫執行中如有偏差或違規情事，應依規定及請求，向本委員會提出報告。

計畫執行期間，若有嚴重不良反應事件或其他無法預期情況，計畫主持人需依相關規定向本委員會通報。

本計畫如有修正(變更)、展延，請依本委員會核發之最新通過證明執行。
計畫如申請終止或經本委員會會議決議終止研究時，本通過證明自本委員會同意終止日起自動失效。

輔仁大學人體研究倫理委員會

主任委員



106 年 11 月 15 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

Certificate of Approval

FJU-IRB NO : C106006

Title of protocol : Effects of High-intensity Strength Training on Special Judo Fitness Test(SJFT) and Basic Physical Stamina

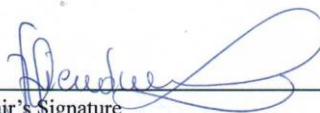
Investigator : Assistant Professor Jia-Tzer Jang/Graduate Institute of Athletics and Coaching Science/National Taiwan Sport University

Co-Investigator : Chan Hao-Cheng/ National Taiwan Sport University/Graduate Institute of Athletics and Coaching Science

Board Meeting/Approval Date : 2017/11/09

Expiry of Approval Date : 2017/11/09-2018/11/08

The protocol has been approved by the Institutional Review Board of Fu Jen Catholic University. The committee is organized under, and operates in accordance with Regulations of Fu Jen Catholic University and governmental laws and regulations. Continuing Review Application should be submitted to Institutional Review Board no later than 4 weeks before current approval expired. The investigator is required to report protocol amendment and serious adverse events in accordance with the Fu Jen Catholic University and governmental laws and regulations.



Chair's Signature
Institutional Review Board

11 / 15 / 2017
Date (mm / dd / yyyy)



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