

國立體育大學
競技學院
競技與教練科學研究所碩士論文

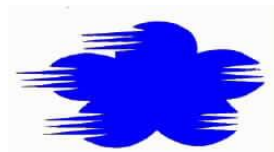
不同測試方式對柔道專項負荷心跳率之關係

**Relationship between Different Testing and Judo Match
on Heart Rate**

指導教授：張嘉澤 博士

研究生：陳丙紳 撰

中 華 民 國 103 年 6 月



國立體育大學
National Taiwan Sport Universi

本論文：不同測試方式對柔道專項負荷心跳率之關係

係國立體育大學競技與教練科學研究所研究生陳丙紳所提，
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

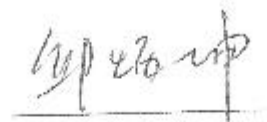
中華民國 103 年 6 月

論文考試委員



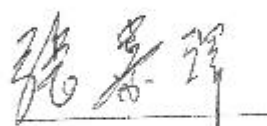
詹元碩 博士

國立臺北教育大學副教授



邱炳坤 博士

國立體育大學教授



張嘉澤 博士

國立體育大學助理教授
(本論文指導教授)

不同測試方式對柔道專項負荷心跳率之關係

摘 要

研究目的：探討不同測試方式對柔道專項負荷心跳率之關係。**研究方法：**研究對象以 8 名輕量級 (<66 kg) 及 (<73kg) 大學甲組柔道選手共 8 位測試 (平均年齡：21±1.06 歲；身高：171±6.84 cm；體重：69±5.59 kg；訓練年數：10±2 年)，每位選手均進行 10 秒連續過肩摔連攻、十字跑、150 m 速度跑、比較柔道專項對抗比賽訓練 90 秒攻擊測試無氧心跳速度的比較之關係。數據以皮爾森積差相關與重複量數單因子變異數分析。**結果：**150m 衝刺與柔道專項 90 秒檢測呈現相關 ($r^2=0.5$)，協調與專項測試相關係數為 $r^2=0.3$ 。柔道專項 UKSN 與協調測試呈現相關($r^2=0.7$)；柔道專項 UKSN 與 3m 十字跑未達相關 ($r^2=0.1$)。**結論：**透過四項限分析模式可看出所有運動員基礎與專項能力之優劣，而柔道基礎能力不佳會影響專項運動表現，未來訓練上可透過此四項限分析模式清楚知道選手需要加強部分，規劃訓練準備期的預測基礎能力。

關鍵詞：柔道專項訓練、3m 十字跑、協調、150m

Relationship between Different Testing and Judo

Match on Heart Rate

Abstract

Research purposes: to explore the relationship between the different test methods and the heartbeat rates of special judo loads. **Research Method:** the research objects were eight lightweight (<66 kg) and (<73 kg)) university Group A judo players (average age: 21 ± 1.06 years old; height: 171 ± 6.84 cm; weight: 69 ± 5.59 kg; training years: 10 ± 2 years). Each player performed the continuous suplex attack for 10 seconds, the cross run and the 150m speed run. Then, the comparison was made between the Judo match play and 90-second attack in terms of the heartbeat rate. The data were analyzed with the Pearson product-moment correlation and the repeated measures one-way ANOVA. **Results:** there a correlation between 150m sprint and the test of the 90-second special judo ($r^2=0.5$); the correlation coefficient of the coordination and the special test is $r^2=0.3$; there is a correlation between special judo UKSN and the coordination test ($r^2=0.7$); there is no correlation between special Judo UKSN and the 3m cross run ($r^2=0.1$). **Conclusion:** the basic and special abilities of all players can be observed from the four-quadrant analysis model. The poor basic judo abilities affects the special athletic performance. In the future training, the sections needing to be strengthened by the players can be clearly known and the predicted basic abilities of the training preparation period can be planned through the four-quadrant analysis model.

Keywords: Special judo training, 3m cross run, coordination, 150m

謝 誌

本論文得以完成，首先要感謝指導教授張嘉澤博士悉心指導與鞭策讓我在蒙生放棄念頭時，又激勵了我並促使我向前的動力，在學術研究上給予我盡心的指導與協助，並且不時關切研究進度以及提供良好的建議和相關資訊，促使本論文能如期完成，在此至上衷心的感謝。本論文承蒙詹元碩教授與邱炳坤院長，在論文上給予具體的見解與啟發，使其更臻完善，並且在學期間邱院長時時刻刻不忘關心每一位在學的同學，用心程度令筆者感同身受特此深切的表達由衷的謝意。在學期間，除了師長們的教誨之外，非常感謝 SPDI 實驗室每位成員，這段時間幫忙在平常日子裡或實驗過程中能有他們的協助，讓我無後顧之憂的更可專注實驗的進行。施測期間衷心感謝參與本研究受試者辛苦的配合，使本論文實驗得以順利完成每有你們的協助此篇論文一定無法如期完成。最後，要感謝我的家人及身旁的朋友，在精神上給予我支持與鼓勵，讓我得以無後顧之憂下，追求理想，完成學業及訓練。在此願將本研究結果，獻給支持我的師長及親友，與您們共同分享這份成果，將所學的應用到教練訓練，期望選手能更上一層上並誠摯地祝福曾經協助本研究的每一位。

陳丙紳 謹 識

目 錄

摘 要.....	I
Abstract.....	II
謝 誌.....	III
目 錄	IV
表 目 錄	VI
圖 目 錄	VII
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	3
第四節 名詞解釋	4
第貳章 文獻探討.....	5
第一節 運動負荷心跳率	5
第二節 柔道專項運動負荷	10
第三節 柔道運動能力診斷訓練應用	12
第四節 文獻總結	16

第參章 研究方法.....	17
第一節 研究對象	17
第二節 實驗方法	18
第三節 實驗儀器與設備	21
第四節 實驗步驟與流程	22
第五節 資料處理與分析	23
第肆章 結果分析.....	24
第一節 基礎體能能力與柔道專項測試心跳率	24
第二節 個人基礎能力與專項表現分析	29
第伍章 討論.....	34
第一節 協調與無氧負荷對柔道對抗賽與基礎技術之影響	34
第二節 基礎與專項測試對個人運動表現之影響	36
結 論	38
參考文獻.....	39
中文文獻	39
英文文獻	41

表 目 錄

表 2-1	不同運動強度與心跳率百分比之對照表.....	6
表 3-1	受試者基本資料	17
表 4-1	90s 一對一對抗攻賽攻擊頻率與無氧負荷 150 m 速度表現.....	29
表 4-2	十字跑與專項 UKSN 兩項能力交互關係.....	30
表 4-3	基礎協調測試與專項 UKSN 能力之交互關係.....	31
表 4-4	協調測試與十字跑 3 公尺能力之交互關係.....	32
表 5-1	四項基礎能力與柔道專項之綜合分析.....	36

圖 目 錄

圖 3-1	10 秒 seoi-nage 連攻法測試圖	18
圖 3-2	標準正式比賽場地示意圖	19
圖 3-3	協調能力測試測試圖	19
圖 3-4	3 m 十字跑示意圖	20
圖 3-5	實驗流程圖	22
圖 4-1	專項 UKSN 與 3 m-Cross 測試心跳率關係分析	24
圖 4-2	專項 UKSN 與協調 Coordination 測試心跳率關係分析	25
圖 4-3	協調 Coordination 與 150 m 心跳率關係分析	26
圖 4-4	柔道專項 90 s 對抗與 150 m 心跳率關係分析	27
圖 4-5	基礎與專項測試心跳率差異分析	28
圖 4-6	個人專項柔道一對一 90 s 測試攻擊頻率與 150 m 速度關係	30
圖 4-7	個人專項柔道 UKSN 測試頻率與十字跑 (3 m-Cross) 速度分析	31
圖 4-8	個人專項柔道 UKSN 測試頻率與協調 Coordination 速度關係分析 ..	32
圖 4-9	個人 Coordination 測試與十字跑 3 m-Cross run 速度關係分析	33

第壹章 緒論

第一節 研究背景

柔道創始人由日本嘉納治五郎於 1882 年創立。其原型為日本傳統武術之一的柔術。柔道第一次在奧林匹克運動會開始比賽是在 1932 年洛杉磯舉行的第 10 屆奧林匹克運動會比賽場地，這次柔道比賽是一次柔道示範，由日本人嘉納治五郎與大約 200 名柔道學生給了示範。柔道歷經多年於 1964 正式成為男子體育獎牌項目，而柔道在 1988 年女子從示範賽開始四年後於 1992 年也正式成為女子體育獎牌項目。

目前國際柔道聯盟 (International Judo Federation, I.J.F) ，組織會員國已超過一百五十餘國，成為世界上最普遍的技擊運動項目之一，柔道運動在國際上被廣為推展，而柔道人口也由亞洲慢慢轉向歐洲，的柔道人口也已超越亞洲，使柔道在國際上發展進步迅速，且世界各國為了在柔道競賽中獲得佳績，現代化的訓練科學與運動科學也開始應用於技術訓練的研究，如何訓練使選手能在國際上發光發熱是炙手可熱的話題。

王德英 (1994) 指出柔道比賽是依據摔倒對方、壓制對手、使用關節技及勒頸技，制伏對手而達到獲勝，屬於開放式的技擊運動。柔道正式比賽時間為五分鐘，從搶手、移動、抓襟、破勢、取位、轉身、動作進入、摔倒、連接地板動作等，這一連貫動作都是在比賽中一瞬間所完成，這也再次說明了柔道運動在比賽的激烈程度。因此由上述可知柔道屬身體全面於對抗性的運動項目，比賽中強度越高，選手雙方所受負荷與刺激也越大。

第二節 研究動機

柔道的比賽型態為伺敵而動或迅速變換動作取勝，在對戰當中必須能夠因應對手攻勢，迅速的改變身體或部分肢體的方向，在移動中保持身體的平衡，做出反摔動作或是藉以破壞對方重心，才能進行防守或是後續攻擊。柔道運動在歷經規則不斷的演進後，成為一項「短時間，高強度」的競技運動（廖俊強、許吉越，2008）。2008 國際柔道總會 (I.J.F) 修改柔道競賽規則，目的在於要讓柔道運動更精采、更刺激和公平性。國際柔道總會 (I.J.F) 為了提昇比賽對抗強度，取消原有的得分 (Koga)，得分由次高的有效 (Yoko) 開始判決。而 I. J. F 最後的定論，從 2013 ~2016 三年時間試行施用新規則，更改裁判判定規則。

從柔道動作特性來看，柔道選手需要不斷重複且高強度短時間負荷的運動表現，其所需能量代謝是無氧非乳酸 (ATP-CP) 轉換成使用無氧乳酸（或稱無氧糖解系統）系統，在比賽過程中，會重複出現許多施術的動作如摔到、移動、相互對抗拉扯以及壓制等動作的結合，並且因場地和服裝等限制，而伴隨著極為短暫的休息。因此，改善柔道選手的乳酸代謝能力與有氧能力是非常重要的，選手經常在力量輸出強度上超過無氧閾值強度，因此也產生高濃度的血乳酸，在比賽中若過早產生大量乳酸堆積，在生理狀態上便容易出現疲勞進而影響選手動作的執行與表現（劉金龍，2007）。根據上述比賽方式與規則，發現基礎能力如速度耐力等，對柔道選手來說是相當重要的，因此本研究欲探討其基礎能力對柔道專項之影響。

第三節 研究目的

本研究想要透過不同測試方式對柔道專項負荷心跳率之關係，來探柔道輕量級選手的心跳、與柔道選手專項技術能力表現的相關性。綜合上述之研究目的說明，本研究探討目的為：

- 一、探討協調與無氧負荷對柔道對抗賽與基礎技術之影響。
- 二、探討基礎與專項測試對個人運動表現之影響



第四節 名詞解釋

本研究所涉及的重要名詞，茲說明如下：

一、柔道專項能力 (Uchi-Komi)

柔道技術訓練，中文翻譯為連攻法:柔道技術經由不斷反覆練習、有系統結構且費時直接碰撞的練習。

二、專項能力測試 (Seoi-Nage)

柔道專有名詞過肩摔一詞、過肩摔將對方經由肩不摔倒的柔道技術動作，本研究不需將對手摔倒。

三、心跳率

心跳率為單位時間心臟跳動的頻率。在本研究中所指心跳率為受試者測試，以 (i-Heart 1.0) 心跳錶所測得的數值。

五、十字跑

本研究之十字跑，參與者個人以最高速度完成實驗場地所設定之 3 m 的距離與三次前後左右的反覆次數。

六、150 m 跑

本研究之折返跑為個人以最快速度完成 2 次實驗場地設定之 150 m 的距離。

七、協調測試

本研究測驗場地為一個長、寬各 30 m 場地內進行，受試者由起點出發，往前跑以最快速度通過障礙物，依序完成三種障礙跑共三點，每組協調跑總距離為 26 m。

第貳章 文獻探討

第一節 運動負荷心跳率

如何運用不同種類訓練強度進行運動，對身體健康的效果最好，一直是每一位運動參與者關心的焦點；不同的運動訓練方式，具備不同的運動訓練效果低強度長時間的運動訓練，對於心肺功能的訓練效果最佳。因此，如何判定運動的強度，顯得非常重要。因為心跳率為最易取得的生理參數，因此若以心跳率作為運動負荷指標，是即為方便的數據。Böhmer (1975) 指出，運動時心跳率上昇的快慢及運動結束後的速率，皆可以顯示出心肺適能的優劣。心跳次數的高低是透過交感神經和副交感神經系統相互結抗作用所致，通常可藉由儀器或徒手方式得知。它所反應的是人體生理面對外界或內在變化過程中，最直接的反應，除了用來評估病理性的疾病外，也可透過心跳率的高低來觀察運動負荷強度與恢復的情形。心跳的不穩定度，尤其在運動時會表現出最明顯之狀態，Wagner 與 Housh (1993) 曾提出心跳穩定閾值強度 (physical working capacity at the heart rate threshold, PWC_{HRT}) 的概念，指出低強度運動進行時，心跳率才有可能出現穩定情形。Arts 與 Kuipers (1994) 的研究認為，心跳率變化的狀況確實可以反映出一個人的攝氧量變化及運動時的運動強度，無論年齡、運動型態、受試者差異、有氧或無氧運動以及運動開始前到運動過程中測量皆適用，也就是說運動強度可以透過最大心跳率百分比以及 $\dot{V}O_{2\max}$ 百分比進行界定。而心跳率可以評量能量的消耗，心跳率增加，攝氧量也隨之增加。閾值心跳率與有氧耐力能力為各種運動項目之必備基礎，不論任何運動項目之選手，皆應擁有良好的有氧耐力能力，使身體能在短時間內快速恢復無氧非乳酸系統，以應付長時間之比賽。

Gappmaier (2002) 的研究結果顯示，自律神經系統與心理性肌肉運動的老化對心跳率變異有關。影響心跳率的因素有很多，心跳率會隨著年齡、溫度、神經

系統、情緒、運動時間、運動強度等改變。Wood, Hondzinski, 與 Lee 於2003年發表的實驗報告中，則主張心跳率主要受交感神經與副交感神經交互作用影響，當安靜休息時，副交感神經作用提升，心跳率趨於穩定；低強度運動時，副交感神經驅策下降，心跳率上升；當運動強度增加時，交感神經驅策心跳率增加。Achten 與 Jeukendrup (2003) 認為，影響心跳率成因很多甚至包括、濕度、噪音等環境因素，都會提高運動心跳率，當身體狀況不佳時，運動心跳率也會有顯著的提升。

然而，研究指出漸增負荷的運動過程中，心跳率會隨運動強度增加而上昇，與攝氧量呈現近共線性的關係。因此，在非最大努力運動下，心跳率可作一簡單且供參考之生理指標。王予仕在2006 年的研究指出運動過程中心跳率會受到相當多因素的影響。心跳率容易因運動時心血管的循環轉變以及其它外在因素而變化。洪聰敏 (2011) 在「射擊競賽時注意力焦點與運動表現、心率變異度之關係」研究中提出，在低頻與高頻的心率變異度方面，選手採取注意力型式與情境並未發現交互作用和主要效果。

根據以上研究可以了解，心跳率和攝氧量是呈高度的相關，由此可見利用心跳率設定運動強度，以它來做心肺耐力評估或心肺耐力訓練都是可行的。

表 2-1: 不同運動強度與心跳率百分比之對照表 (Hollmann et al., 1978)

最大心跳率		運動強度
182-163	(100-90%)	最大訓練
162-145	(90-80%)	無氧訓練
144-127	(80-70%)	有氧-無氧綜合訓練
126-109	(60-50%)	有氧
108-91	(60-50%)	適度訓練

Smekal (2001) 以十場各 50 分鐘的比賽中，監測網球選手的最大心跳率為 151

$\pm 19\text{min}^{-1}$ ；防守時平均心跳率為 $158 \pm 16 \text{ min}^{-1}$ ；進攻時平均心跳為 $145 \pm 16 \text{ min}^{-1}$ 。Morgans 等 (1987) 以 17 位平均 31 歲的男性網球選手為研究對象，每週訓練三次發現最大心跳率為 $187.9 \pm 11.1 \text{ min}^{-1}$ ；單打時平均值為 $154 \pm 16.9 \text{ min}^{-1}$ ，雙打時平均值為 $130 \pm 16.6 \text{ min}^{-1}$ 。若以百分比看，單打約佔最大心跳率的 82%，而雙打則佔 70%；由上述文獻可看出，在做網球測試其平均心跳率大致介於 Hollmann 等 (1978) 提出不同心跳率與不同運動能力間相關中 $145 - 162 \text{ min}^{-1}$ 無氧訓練與 $163 - 182 \text{ min}^{-1}$ 最大訓練，表示當下負荷均屬於在無氧負荷當中。蕭婉柔、陳佳慧與張嘉澤 (2013) 不同負荷 Walking 對高體重者心跳率與能量提供路徑之影響-個案探討本測試使用三種不同負荷 walking 進行，分別為 1.5 m/s 、 1.6 m/s 、 1.7 m/s ，第一次先進行 1.7 m/s ，間隔一天接著進行 1.5 m/s ，二十四小時後進行 1.6 m/s 。生物參數收集分別為乳酸與心跳率研究結果指出在受試者心跳率在速度 1.7m/s 時，達最大心跳率 90%。蕭敬衡與張嘉澤 (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-個案研究發現 1、三天高強度間歇訓練期間，受試者在肌肉力量輸出以及心跳率部分呈現正適應的反應。2、連續三天急性高強度間歇訓練可快速改善街舞 Breaking 選手專項血乳酸的濃度及降低心跳率，提升耐力能力。蕭敬衡、陳佳慧與張嘉澤 (2011) 以一名大專 Breaking 舞者進行 3 次相同整套動作之研究指出，隨者整套的次數增加，選手處於無氧狀態時間亦增加，該舞者在三套完成後最大乳酸值高達 17.53 mmol/l ，心跳率則為 190 min^{-1} 。接近徑賽 400 m 負荷強度 $18-25 \text{ mmol/l}$ 。

王汶琳 (2013) 探討網球選手上肢力量與有氧-無氧閾值對專項血乳酸及心跳率之影響。上肢最大肌力測驗與專項測驗三項。心跳率平均值為 $125 \pm 24.7 \text{ min}^{-1}$ ， $172 \pm 6.7 \text{ min}^{-1}$ 。有氧閾值最大心跳與最小心跳率為 160 min^{-1} 、 100 min^{-1} 。(李建毅 周德倫 2003) 研究採用模擬正式排球比賽方式、探討比賽過程中心跳率之變化，結果發現一、排球比賽過程中，不同角色選手心跳率達到顯著差異

($p<.05$)。二、選手在前排心跳率明顯高於後排 ($p<.05$)；不同角色選手前後排平均心跳率達顯著差異 ($p<.05$)。三、自由球員在 111~130 次/分心跳區間出現次數遠多於其他角色選手 ($p<.05$)；快攻手在 131~150 次/分心跳區間出現次數均少於其他角色選手($p<.05$)。151~170 次/分心跳區間裡，主攻手明顯高於其他角色選手($p<.05$)；131~150 次/分心跳區間是所有選手心跳數最常出現的心跳區間 ($p<.05$)李婉禎、王月琪、張嘉澤 (2013) 研究跆拳道訓練單元對閾值心跳率之影響為不同負荷型態對心跳率之變化。基礎熱身 (A) 與專項訓練 (C) 負荷男生平均心跳率分別 141 ± 14 、 134 ± 10 ，差異為 $-7\pm4 \text{ min}^{-1}$ ，女生為 148 ± 15 、 149 ± 13 ，差異為 $1\pm2 \text{ min}^{-1}$ 受試者在基礎熱身心跳率分別達到閾值心跳率之 83 % (男生) 與 87 % (女生)；專項熱身分別達到 84 % 與 85 %，因此建議在熱身時調整動作組數與間歇休息比例，以避免因疲勞堆積而影響下單元專項技術之訓練表現。王春貴、林瑞興 (2010) 研究採用心跳率為測試指標，探討男子羽球單打選手之心肺功能，並針對羽球單打比賽勝負、不同局數與不同期之相關進行研究結果顯示男子羽球單打比賽心跳率變化情形，其勝負對於心跳率並沒有顯著之影響；而不同局對於心跳率有達顯著之影響；不同期對於心跳率也有達顯著之影響。優秀的羽球選手在一場單打的比賽中，最大心跳率高達每分鐘 205 次，而平均心跳率也在 186 次/分鐘左右（劉開物，1999）。Hong 與 Tong (2000) 和 Liddle 等 (1996) 則發現單打比賽時的心跳率平均介於 175-189 次/分鐘 Cabello、Manrique 與 Gonzalez-Badillo (2003) 發現羽球選手在比賽時的最大心跳率（HRmax）可高達每分鐘 $186\pm20 \text{ min}^{-1}$ 。心跳率監測因測試方法簡便實用，故引起許多運動教練、教師或科研人員大量運用於競技運動中，也探究出很多對比賽或訓練強度監控成果，對整個競技運動領域著實貢獻不小。而當人體進行運動時，會因為運動強度的增加，逐漸使交感與副交感神經系統活化發生改變，此時的自律神經系統會增加心臟幫浦運作速率，將提供攜帶氧氣的血液輸送至活動的肌肉中，造成心跳率提升的情形。因此，心率變化的測試，不僅可以準確評估人體生理系統中的

整體狀態，同時也能讓運動選手運用此一資訊來評估自身運動狀況、或是當作選擇適當的運動方式之依據。在進行運動訓練時，運動選手與教練可依照心率變化的數據，在不過度訓練前提之下，作出改正行為，從而調整訓練內容與運動強度，讓運動效果成效提升。



第二節 柔道專項運動負荷

運動時的能量供給來源，一般可區分為三個主要系統，茲分別簡述如下：

一、ATP-CP 系統：

主要是以10秒內的短時間高強度運動，作為主要提供能量之系統。

二、無氧醣酵解系統：

以10秒至數分鐘(常為1-2分鐘) 的運動型態為主。

三、有氧系統：

指低強度且長時間穩定性運動為供應能量代謝的路徑。

柔道選手的專項能力，向來是許多柔道教練與相關研究亟欲探討的範疇之一。此主要是為瞭解了柔道運動的專項能力，並針對柔道選手的訓練方面進行特殊性調整與設計。簡單的說，「專項能力」，即是完成比賽，甚至是獲取比賽勝利的一種能力。柔道選手必須具備維持長時間比賽、力量(動力)輸出、高速度行進、以及肌肉系統協調等能力(張嘉澤、詹元碩，2005)。

郭癸賓與丁文貞(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，原因在於肌耐力不足所致，所以加強選手的肌耐力及心肺耐力應為首要之務。陳相榮(1998)指出，針對柔道選手的基本體能要素包括靜的肌力、爆發力、敏捷性、耐力、平衡性、柔軟性。其運動的展現為肌力、爆發力，運動的持續為耐力，運動的調整為平衡、敏捷、柔軟性、巧緻性。(Tabata, 1997)指出，柔道技術特徵是包含數個15至30秒的動作負荷的運動表現，在每個動作負荷之間有10至15秒的間歇休息時間。這些動作負荷是屬於非常高強度的且間歇休息時間不夠充裕，導致ATP-CP能量系統來不及恢復進而轉變成需要無氧醣酵解路徑來提供所需的能量來源。柔道選手必須運用不同的動作技巧，像搶手(Grip)、手技、足技、關節固定等，這些動作都需要爆發力，選手必須擁有快速的能量供給系統。擁有較佳體能的選手通常也是獲得優勝的選手，擁

有優異技巧的選手也會因為疲勞而被對手擊敗。

Degoutt 等 (2003) 經過分析指出，柔道選手在比賽結束後 3 分鐘，血乳酸濃度會增高至 12.3 mmol/l。Roquette (1992) 研究指出柔道常用的技術 O-soto-gari 和 K-soto-gari 兩種摔法能量運作，顯示出這兩種技術摔法皆為極高的乳酸濃度，所以更需要無氧乳酸相對的無氧乳酸越好表示選手能力越好。Takahashi (1992) 柔道是一種極具爆發力的運動，選手除了必須要有極佳的無氧能力外，尚須發展良好的有氧系統。陳榮煌、蘇俊賢、陳雍元與陳文進 (2005) 指出，一場柔道比賽平均時間介於 5-180 秒之間。每場柔道賽中，通常有較多的激烈競賽，並且在每回合競賽中，會有 10-15秒的最大運動負荷產生 (劉金龍，2007)。

Hultman 與 Sahlin (1980) 指出，乳酸產生的濃度多寡與運動負荷的強度、參與的肌肉量及運動持續的時間有關。由可知，隨著比賽時間愈長其乳酸最大值亦愈高，且相關程度為 0.79，因此研究指出比賽時間及乳酸兩者結果與之前研究所表示的內容是接近的。吳正明與紀俊安 (1999)，柔道選手施術動作要快速、有力、有高度地將對手摔成背部著地才能獲得“一本”勝利 (最高的得分)。因此柔道選手在施術技術動作時必須有很好的速度力量 (爆發力) 與技巧。

第三節 柔道運動能力診斷訓練應用

因為柔道運動不僅講究運動能力，同時還必須具備涵蓋於整個運動進行過程中的能力輸出與供給形態，使之達到平衡趨勢。因此，專項能力便成為首須結合運動項目技術表現與戰術要求的統合能力。本研究列舉與心跳變化相關之檢測方式研究如下：

Lehmann (1996) 針對柔道的無氧非乳酸能量系統專項檢測研究中，曾指出運動選手於檢測時間之內所完成的次數越多，代表其具備的耐力能力越優良；相對的，若是完成次數越少，則表示其耐力能力越不佳。根據檢測乳酸代謝率與專項技術頻率的診斷評價，共計可分為優、好、尚可、以及差四個等級。其評量標準分別為：優，乳酸代謝率低於 0.2 mmol/l，專項技術頻率大於 25；好：乳酸代謝率為 0.3 mmol/l，專項技術頻率等於 24；尚可：乳酸代謝率為 0.4 mmol/l，專項技術頻率介於 21-23；差，乳酸代謝率高於 0.5 mmol/l，專項技術頻率低於 20。

Sterkowicz (1995)等學者特別針對柔道的無氧代謝能量系統與動作之特殊性質，設計出三回合的柔道專項體能檢測 (Special Judo Fitness Test) 之方式。此方式是利用相距6m 的兩位受測選手以最大的速度進行「過肩摔」(Ippon-seoi-nage) 動作，將對方摔倒。每回合測試時間設定為各15秒、30秒、以及30秒，且每一回合之間可休息10秒，同時並記錄受測選手於規定時間內摔倒的次數與心跳率，並予以計算出柔道專項體能指數 (Special Judo Fitness Index)，此計算公式如下：

$$SJFT = (HR_{eff} + HR_{1res}) / \text{摔倒次數總和}。$$

結果發現受測選手的專項體能指數 (SJFI) 與總合做功、總合作業時間、總合距離、最大攝氧量、以及無氧閾值速度等個數值，皆是呈現顯著相關性 (Sterkowicz, 1995)。

Lehmann (1996) 的柔道專項能力檢測方式，是以受測者運用最大速度變換 Uchi- Komi、Seoi- Nage (兩個動作連貫)，每次測試時間約持續 10秒，每組進行之間的休息時間，約為30秒，且必須紀錄次數。此一測試共計進行四個回合，第四次檢測結束後1、3、5 min⁻¹，對運動者進行耳垂採血，容積約為10 µl，即可供紀錄最大乳酸值、乳酸代謝率、各階心跳率、以及運動結束後第 5 min⁻¹ 的心跳率之數據 (馬怡鴻、呂昭正、張嘉澤，2005；侯碧燕，2006)。

Garcia 等人於1997年，針對柔道訓練之研究則設計出三種不同動作的柔道專項能力檢測方式 (SJFT)，分別是仰臥起坐、30 cm 高併足反覆跳躍、以及兩人一組的背部跳躍與胯下鑽過動作；每項動作持續操作 1 min⁻¹，並計算其持續的反覆次數，總共連續 3 min⁻¹。且在紀錄結束後，將紀錄的最大心跳率 (p1)、結束後 1 min⁻¹心跳率 (p2)、操作次數總和 (total reps)、選手體重 (kg)、以及年齡 (age) 代入換算公式，以估算運動選手的個人柔道專項能力指數 (SJFT)。再進一步依照柔道專項能力指數多寡給予選手近進行能力評價，此一平價指數從-50 到50，都屬於能力指數範圍。公式換算如下：

$$\text{JMG 指數} = (A+B) / 2$$

$$A = [(p1 + p2) / 2] - (total\ reps + kg / 2)$$

$$B = [K - (p1-p2)] - (total\ reps + kg / 2)$$

常數K：220-年齡。

Ronnie (2006)，則是利用十站式 (Ten-station) 的柔道能力測試 (Judo ability test) 方法，用以檢測柔道選手的訓練效果與柔道專項能力的檢測方式，此一試驗的整體測驗時間約為三分鐘，與柔道比賽每回合的規定時間是相符的。而測驗內容，涵蓋五項體能項目，包括：4×8m 折返跑、3.3m 爬繩、10 次左右側併跳、25 次仰臥起坐、以及20 次伏地挺身；以及五種技術項目，如1 次過肩摔、10 次袈裟壓制脫逃、1次大內割摔倒、1 次橫四方壓制脫逃等。其以衡量運

動選手的完成時間多寡來評定選手體能的狀態之優劣程度，同時也觀察運動選手施展動作之完整程度，以做為技術訓練方面的改進。

此外，國內亦有許多相關研究，將柔道專項技術之過肩摔、內腿、掃腰、丟體、大外割、浮腰與個人得意技術等7項運動項目作為測量標準，結果顯示體能與技術測量項目對選手的技能表現具有高度預測性 (陳雍元，1996)。而1998年，林文弢、吳河村、鄭守吉則以東南工專男、女柔道選手共計24人為研究對象，將其訓練與模擬比賽時所採集的血液樣本，進行血乳酸、血紅蛋白、血清肌酸激酶、血尿酸的分析研究，研究結果指出，選手參與柔道比賽時，人體的能量供應特點是以無氧代謝為供應能量來源為主，以有氧代謝為輔助能量供應源，整各提供能量之過程採取相互交替方式以供人體運做之能量。

黃呈堯 (2004) 以過肩摔、大外割、內股 (腿)、丟體、釣袖、掃腰、拋摔及肩車等7項得意技術進行柔道測驗，測驗時間與動作分別為10秒、10組、休息90秒，每組紀錄動作次數。其中得意技抬起在初級選手，即一般國、高中生為8次以上；立技接足技，在中級選手中，即國、高中實力全國前3名，為9次以上；技接固技，以國手級選手為研究對象，可達11次以上；此研究並以其自行編制的測量表，作為訓練之依據。

劉金龍 (2007) 進行「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」研究，以國內16位不同程度大專選手為研究對象，測試其在不同能量代謝之柔道專項能力檢測與血氨指數之間的差異性與相關性。結果顯示，在無氧非乳酸柔道專項能力檢測、無氧乳酸柔道專項能力檢測、以及 $\text{NH}_3\text{-Index}$ 與乳酸代謝率、專項技術頻率、最大乳酸值的相關性試驗中，各組並無顯著差異或是相關性。

林珏成 (2010) 以8位 19-22 歲國立體育大學柔道輕量級 (<66 kg) 男性選手為研究對象，進行「10 m 折返跑與十字跑負荷對柔道專項耐力之影響」研究，結果指出，8位受試者10 m 折返跑及十字跑測試速度越低，血液乳酸濃度也越低，且兩者測試呈現負相關 ($r = -0.7$)。在受試者10 m 折返跑及十字跑方面，

則發現十字跑乳酸值越高，10 m 折返跑亦呈現高乳酸堆症狀，此兩項參數呈現正相關（ $r=0.8$ ）。而在與柔道專項耐力測試結果顯示參數呈現正相關($r=0.7$)。綜合上述結果顯示，10 m 折返跑與十字跑運動型態皆接近專項 Seoi-naga 動作負荷。



第四節 文獻總結

由以上文獻所述，綜合歸納為下列幾點

- 一、 不同因素及訓練下都有可能影響心跳率高低，教練可以觀察心跳率變化，設計訓練計畫的強度，而找出閾值心跳率可提供教練有效的訓練方式。
- 二、 柔道項目屬高強度短時間運動項目，其主要能量提供系統為無氧非乳酸。透過實驗依據個人的有氧耐力能力，找出有氧-無氧閾值出現時速度與心跳率，作為訓練負荷強度相當有效，也對運動後恢復及專項能力有顯著效果。
- 三、 運動選手需具備極佳有氧運動能力不僅對訓練本身極為重要，更對訓練過程中和訓練結束後的快速恢復具有很大的幫助。
- 四、 而不同測驗方式心跳率參數可作為運動強度負荷指標，來探討柔道專項能力與十字跑、10 m 折返跑相關性。根據以上研究可以了解，心跳率與柔道專項呈高度的相關，以它來做心肺耐力評估或心肺耐力訓練都是可行的。

第參章 研究方法

第一節 研究對象

本研究將以 8 名大專甲組柔道隊第二、第三量級男子選手 (19~22 歲) 做為本研究受試對象 (表 3-1)。

表 3-1: 受試者基本資料

	M± SD
年齡(age)	21±1.06
身高(cm)	171±6.84
體重(kg)	69±5.59
訓練年數(years)	10±2

第二節 實驗方法

一、實驗時間及地點

本研究於 2014 年 4 月 28 至 4 月 29 日進行實驗數據收集。施測地點為國立體育大學柔道場、田徑場。

二、實驗步驟與流程

每位受試者必須連續兩天完成專項與基礎能力檢測。專項能力檢測則以模擬正式柔道比賽，基礎能力檢定包含：10 秒連續過肩摔連攻法、協調測試、150 m 跑，四種檢測過程，選手皆配戴心率帶並全程記錄其心跳率反應。詳細檢測方式如下：

(一) 柔道專項 10 秒 Uchi komi-Seoi nage (T1)

本研究之 10 秒 Uchi komi-Seoi nage。受試者必須完成 3 次 10 秒連續 Uchi komi-Seoi nage，組間休息 30 秒。每一組檢測必須於標準柔道場地進行施測，每組完成時間共 30 秒。檢測期間，將要求受試者儘最快速度進行連續動作攻擊，並全程記錄其心跳率反應及攻擊次數 (圖 3-1)。

	標準柔道場地			
	受試者 1 號	受試者 2 號		
	受試者 3 號	受試者 4 號		
	受試者 5 號	受試者 6 號		
	受試者 7 號	受試者 8 號		

圖 3-1: 10 秒 seoi-nage 連攻法測試圖

(二) 柔道專項對抗比賽 (T2)

本研究 將仿照柔道正式比賽規則 1 VS 1 進行柔道專項檢測，並記錄全程之心跳率及攻擊次數。視為本研究柔道專項心跳率之依據。以 4 名-66 公斤級選手及 4 名-73 公斤級選手進行 90 秒攻擊檢測範圍為 90 秒，總負荷時間為 90 秒，受試者必須在 90 秒之中以最大的力量及速度進行對抗比賽 (圖 3-2)。

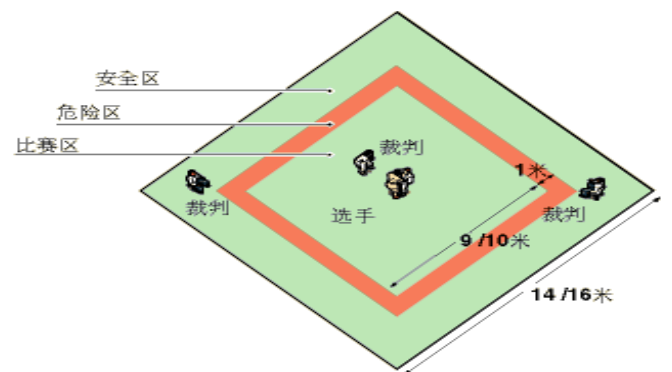


圖 3-2: 標準正式比賽場地示意圖

(三) 協調能力測試 (T3)

本研究之協調跑將於 T-2 結束後於隔一天進行施測。測驗場地為一個長、寬各 30 m 場地內進行，受試者由起點出發，往前跑以最快速度通過障礙物，依序完成三種障礙跑共三點，每組協調跑總距離為 26 m。檢測期間，將要求受試者儘最快速度測試兩次，並全程記錄其心跳率及秒數 (圖 3-3)。

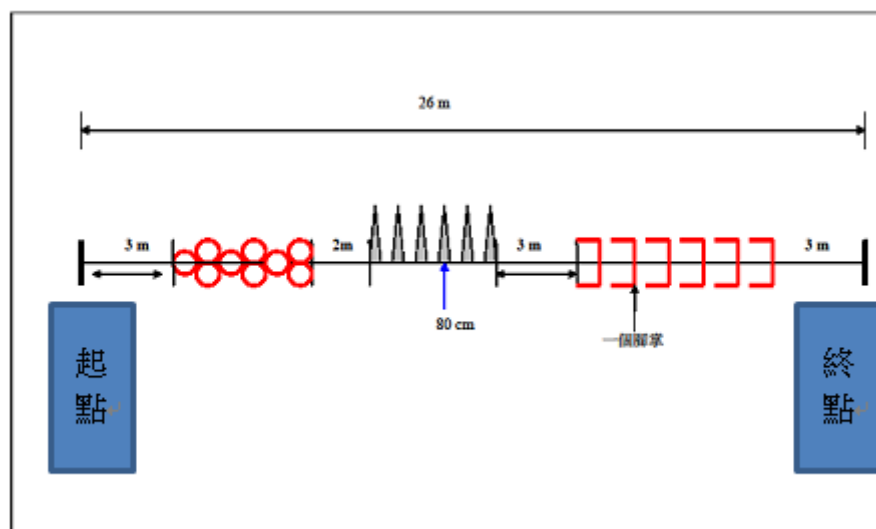


圖 3-3: 協調能力測試

(四) 十字跑 (T4)

本研究之十字跑將於 T1-T2 結束後隔一天進行施測。測驗場地為一個長、寬各五公尺場地內進行 (圖 3-4)，受試者由起點出發，往前跑 3 m 後立即返回起點，接著往左跑 3 m 後返回起點，依序完成前、左、後、右共四點，每組十字跑總距離為 24 m。檢測期間，將要求受試者儘最快速度來回折返，並全程記錄其心跳率及秒數。

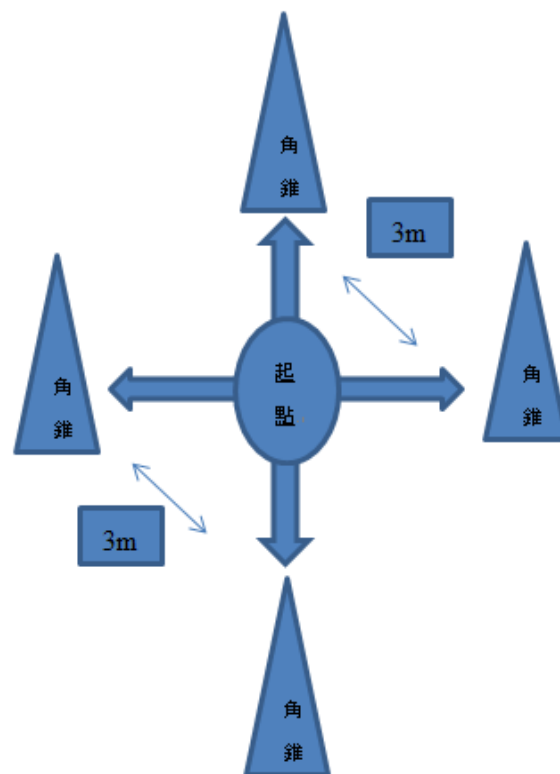


圖 3-4: 3 m 十字跑示意圖

(五) 150 m 衝刺跑 (T5)

本研究之 150 m 跑將於 T-4 結束後 10 分鐘施測。測驗場地為一個 400 m 田徑場進行。受試者由起點出發，儘最快速度完成 150 m 測試共 2 次，組間休息 12 分鐘，全程記錄其心跳率及秒數。

第三節 實驗儀器與設備

- 一、 心率錶（ i-Heart 1.0 ）。
- 二、 SEIKO碼錶。
- 三、 角錐、測距輪、呼拉圈、欄架
- 四、 場地（標準柔道場地、室外田徑場）。



第四節 實驗步驟與流程

本研究之流程依序為說明實驗流程、簽署受試者同意書與家長同意書、進行柔道專項檢定、10 秒連續 seoi-nage 連攻法 (T1)、柔道專項對抗比賽 (T2) 協調測驗 (T3) 十字跑 (T4) 150 m 跑 (T5)、最後則是將各及測試時速測得的心跳數據、柔道專項攻擊次數、心跳率及秒數加以紀錄並蒐集 (圖3-5)。

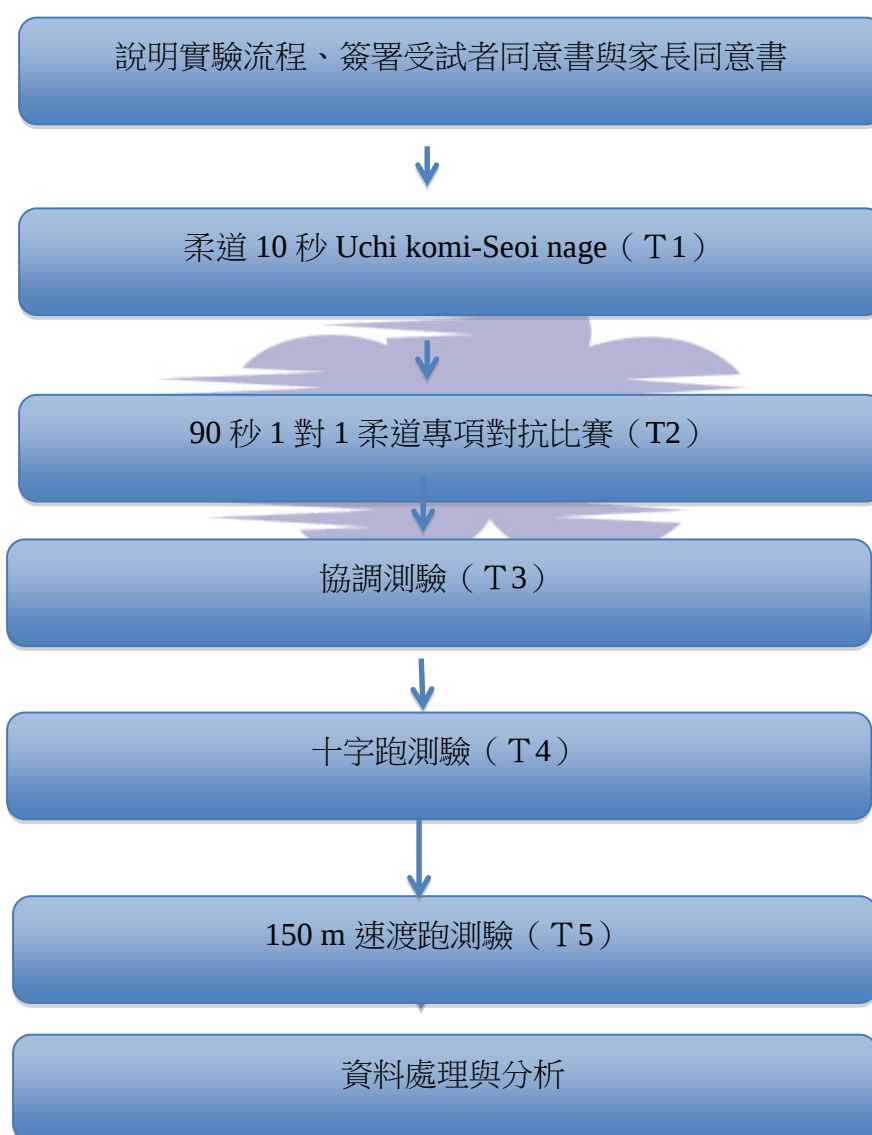


圖3-5: 實驗流程圖

第五節 資料處理與分析

- 一、測驗所得各項數值以統計軟體SPSS for Windows 18.0 中文版進行資料處理與統計分析。
- 二、以描述性統計方式、平均數、標準差來表示受測選手基本資料與檢測數據。
- 三、以相依樣本T檢定分析5項基礎能力心跳率之差異
- 四、以皮爾森積差相關分析基礎與專項能力之相關
- 五、本研究統計顯著水準設定為 $\alpha = .05$ 。



第肆章 結果分析

第一節 基礎體能能力與柔道專項測試心跳率

圖 4-1 為專項 Uchi kome-Seoi nage (UKSN) 與十字跑 (3m-Cross run) 測試心跳率關係分析。結果顯示專項測試 UKSN 心跳率介於 $132-169 \text{ min}^{-1}$ ，十字跑則介於 $117-153 \text{ min}^{-1}$ 之間。兩項測試呈現無相關 ($r^2 = 0.1$)。協調測試心跳率呈現在 $127-148 \text{ min}^{-1}$ 之間，其與 UKSN 測試心跳率達顯著相關，相關係數為 $r^2 = 0.7$ (圖 4-2)。

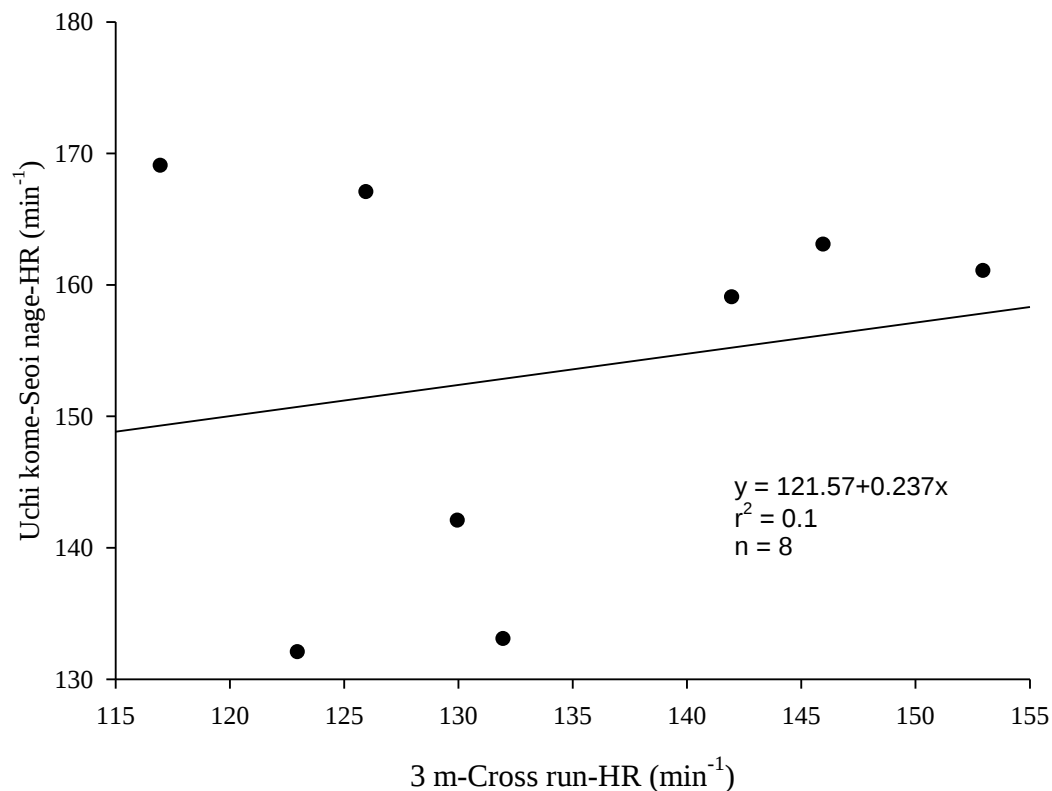


圖 4-1: 專項 UKSN 與 3 m-Cross 測試心跳率關係分析

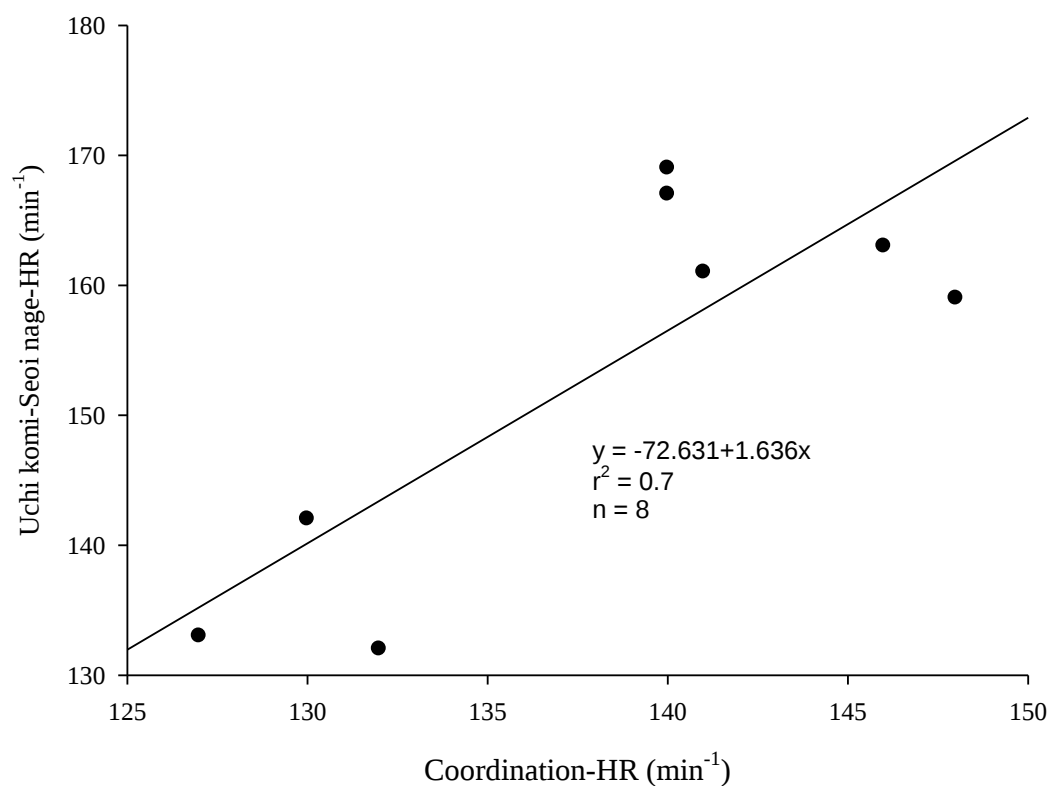


圖 4-2: 專項 UKSN 與協調 Coordination 測試心跳率關係分析

無氧負荷 150 m 測試分析，其心跳率介於 178-190 min^{-1} ，協調測試心跳率則在 127-148 min^{-1} 之間。兩項測試呈現正相關 ($r^2 = 0.3$)，如圖 4-3。

圖 4-4 為柔道專項 90s 對抗與無氧負荷 150 m 心跳率分析。結果顯示柔道專項 90s 對抗最大心跳率為 188 min^{-1} ，最小則為 186 min^{-1} 。其於無氧負荷 150m 心跳率呈現顯著相關 ($r^2 = 0.5$)。

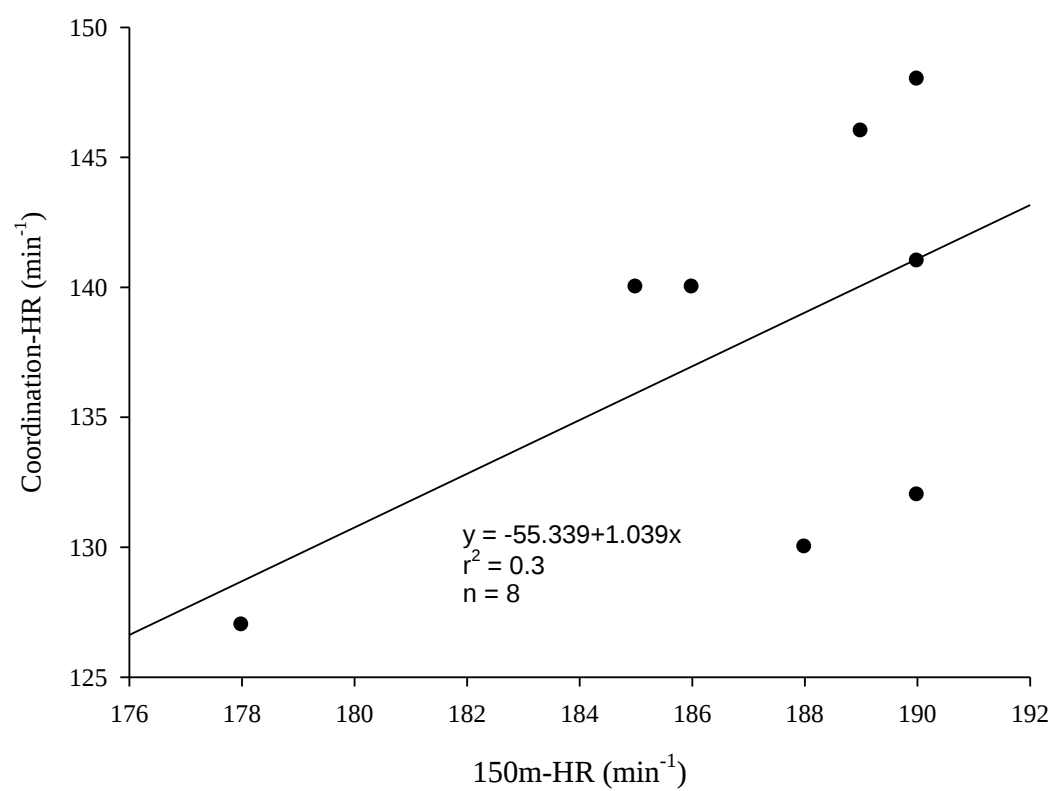


圖 4-3: 協調 Coordination 與 150 m 心跳率關係分析

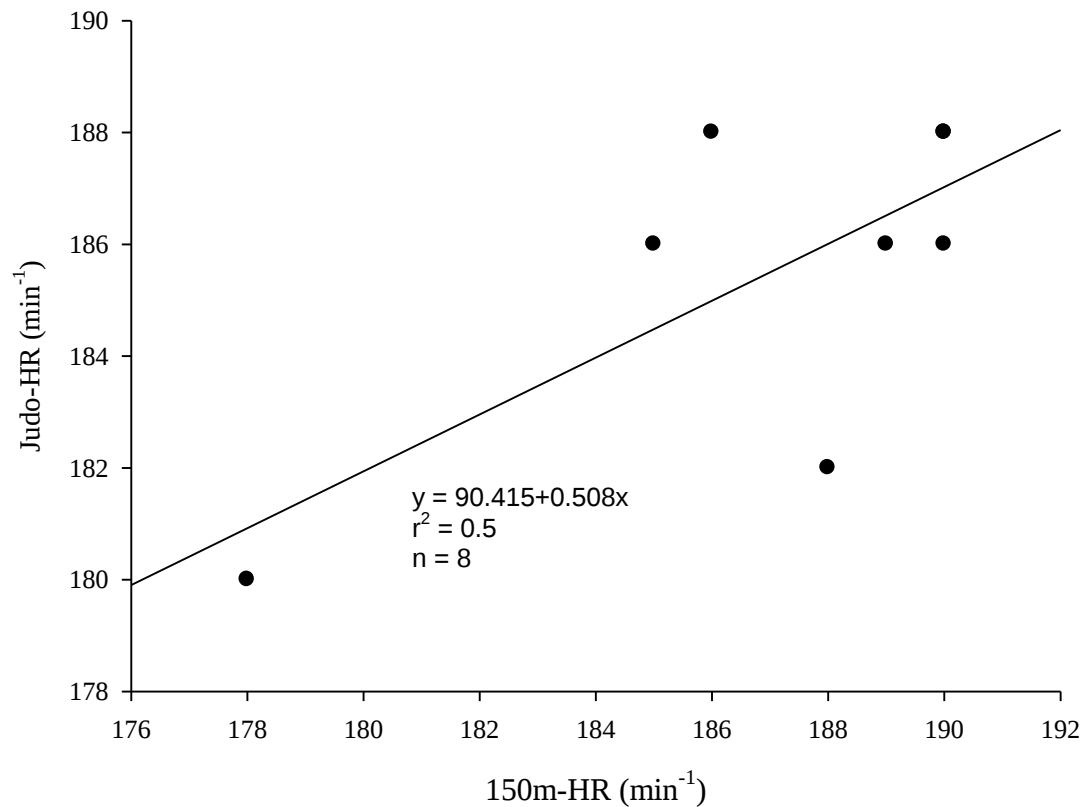


圖 4-4: 柔道專項 90s 對抗與 150m 心跳率關係分析

圖 4-5 為基礎與專項測試心跳率差異分析。十字跑 (3m-Cross run) 測試心跳率平均值為 $134 \pm 12.3 \text{ min}^{-1}$ ，個人最大值達 153 min^{-1} 。協調心跳率則為 $138 \pm 7.6 \text{ min}^{-1}$ ，個人最大與最小值則分別為 148 、 127 min^{-1} 。無氧負荷 150m 測試心跳率平均值為 $187 \pm 4.1 \text{ min}^{-1}$ ，其個人最大值達 190 min^{-1} 。專項測試 UKSN 與 90s 一對一對抗賽心跳率平均值分別為 $153 \pm 15 \text{ min}^{-1}$ 、 $186 \pm 3 \text{ min}^{-1}$ 。專項測試 (90s) 與無氧負荷 (150 m) 心跳率平均值差異 1 min^{-1} ($p > 0.05$)，UKSN 測試與十字跑 (3m-Cross run) 心跳率平均值差異則為 19 min^{-1} ($p < 0.05$)，其與協調 Coordination 心跳率則差異 15 min^{-1} ($p < 0.05$)。

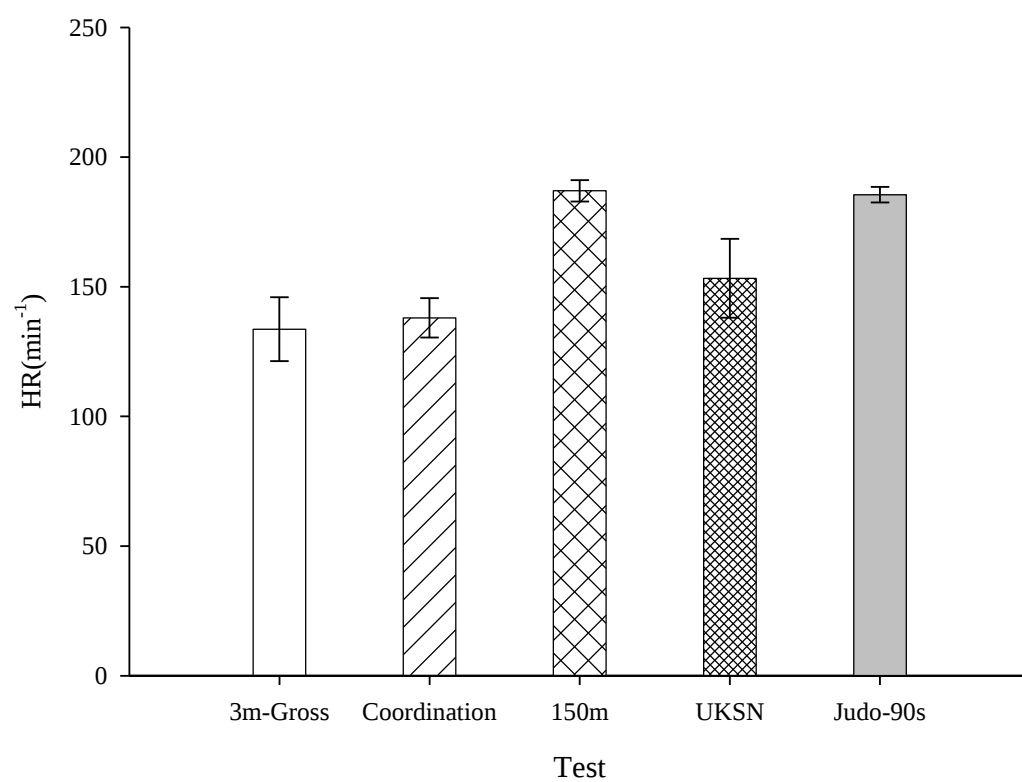


圖 4-5: 基礎與專項測試心跳率差異分析

第二節 個人基礎能力與專項表現分析

研究測試受試者 (n =8) 基礎 (十字跑、協調、150 m) 與 專項 UKSN、一對一 90s 對抗能力四象限分析：

- 一、無氧負荷 150 m 與 專項一對一 90s 對抗
- 二、十字跑速度與專項 UKSN 動作頻率
- 三、協調速度與 UKSN 動作頻率
- 四、十字跑速度與協調速度

於 90s 一對一對抗攻賽攻擊頻率與無氧負荷 150 m 速度表現，最佳區域為 B，而呈現最不穩定區域則為 C (圖 4-6)。兩項能力分析測試，呈現最佳交互關係之受試者為 Nr. 3，最不穩定則為 Nr.1、Nr.8 (表 4-1)。

表 4-1: 90s 一對一對抗攻賽攻擊頻率與無氧負荷 150 m 速度表現

區域	受試者 (Nr.)	症狀反應
A	5、6	150 m 速度慢，攻擊頻率高
B	3	150 m 速度快，攻擊頻率高
C	1、8	150 m 速度慢，攻擊頻率低
D	2、4、7	150 m 速度快，攻擊頻率低

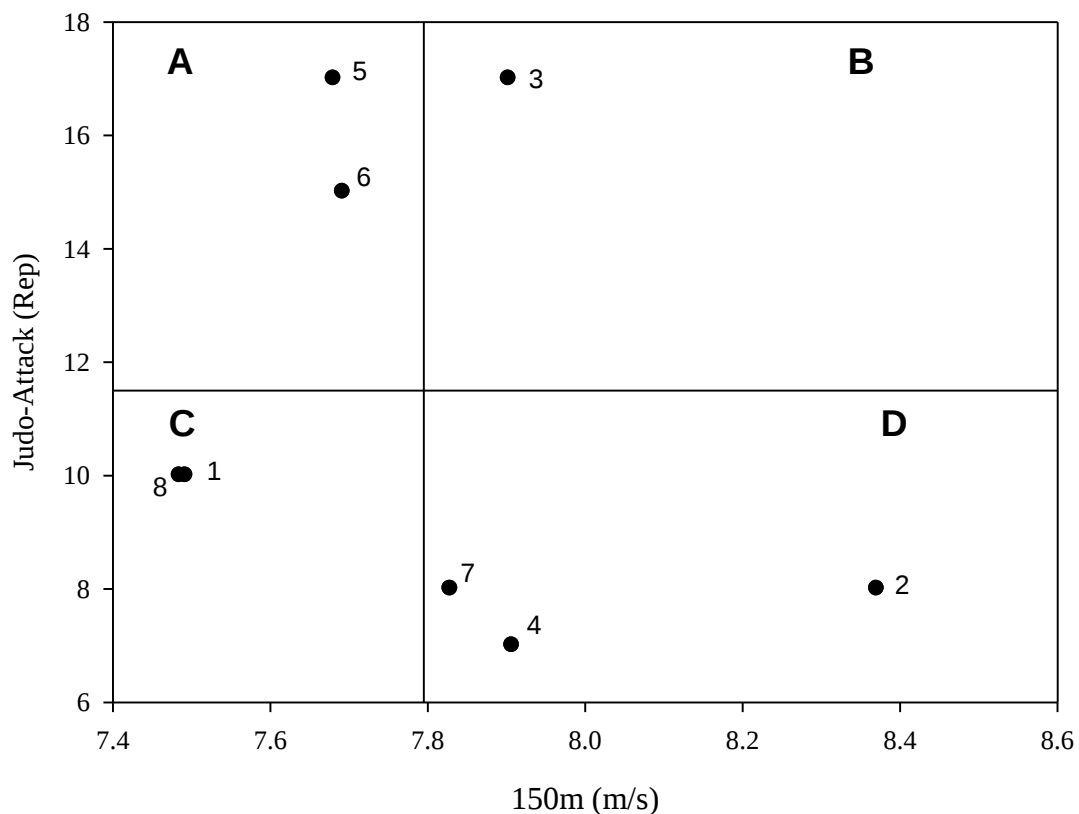


圖 4-6: 個人專項柔道一對一 90s 測試攻擊頻率與 150 m 速度關係

十字跑與專項 UKSN 兩項能力交互關係分析顯示，最佳區域為 A，而不穩定區域則為 D (圖 4-7)。兩項測試能力顯現最佳受試者為 Nr.2、Nr.8，而呈現不穩定受試者則為 Nr.6 (表 4-2)。

表 4-2: 十字跑與專項 UKSN 兩項能力交互關係

區域	受試者 (Nr.)	症狀反應
A	2、8	十字跑速度快，UKSN 動作頻率高
B	1、3、5	十字跑速度慢，UKSN 動作頻率高
C	4、7	十字跑速度快，UKSN 動作頻率低
D	6	十字跑速度慢，UKSN 動作頻率低

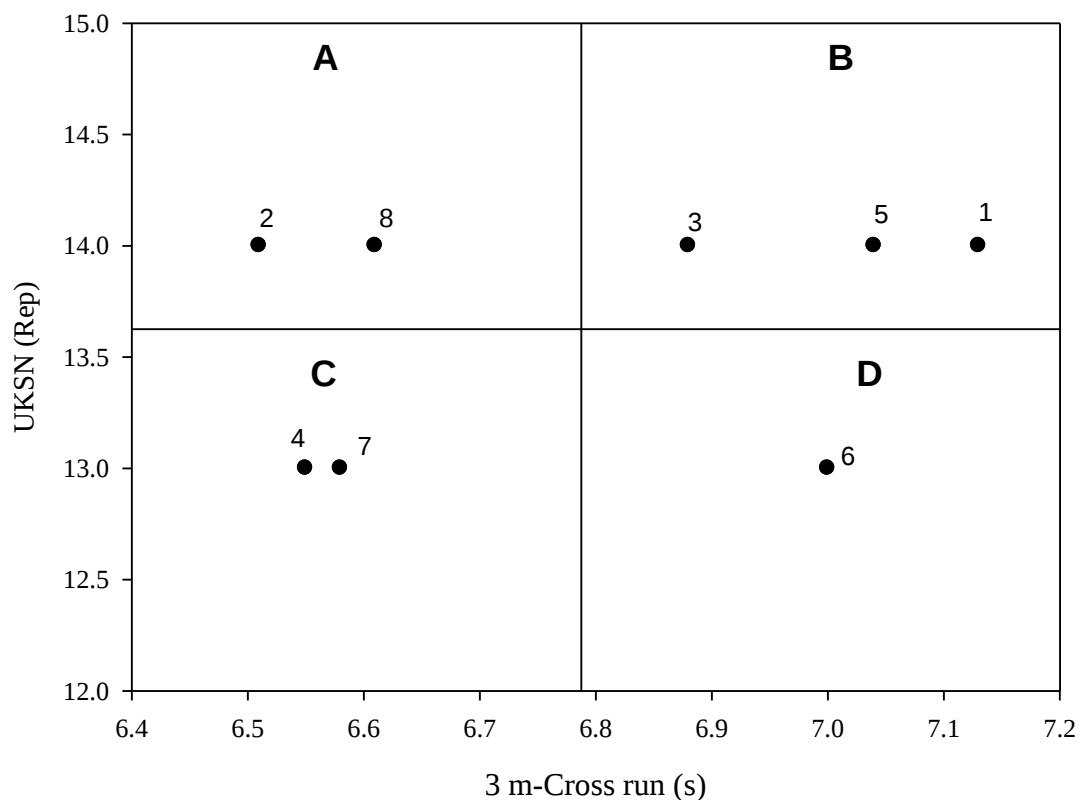


圖 4-7: 個人專項柔道 UKSN 測試頻率與十字跑 (3 m-Cross) 速度分析

基礎協調測試與專項 UKSN 能力分析，最佳受試者為 Nr.1、Nr.2、Nr.8 三位。而呈現不穩定者則為 Nr.4 (表 4-3)。在此項交互關係分析，A 區域是最佳的交互關係，而 D 區域則為最不穩定象限 (圖 4-8)。

表 4-3: 基礎協調測試與專項 UKSN 能力之交互關係

區域	受試者 (Nr.)	症狀反應
A	1、2、8	協調速度快，UKSN 動作頻率高
B	3、7	協調速度慢，UKSN 動作頻率高
C	5、6	協調速度快，UKSN 動作頻率低
D	4	協調速度慢，UKSN 動作頻率低

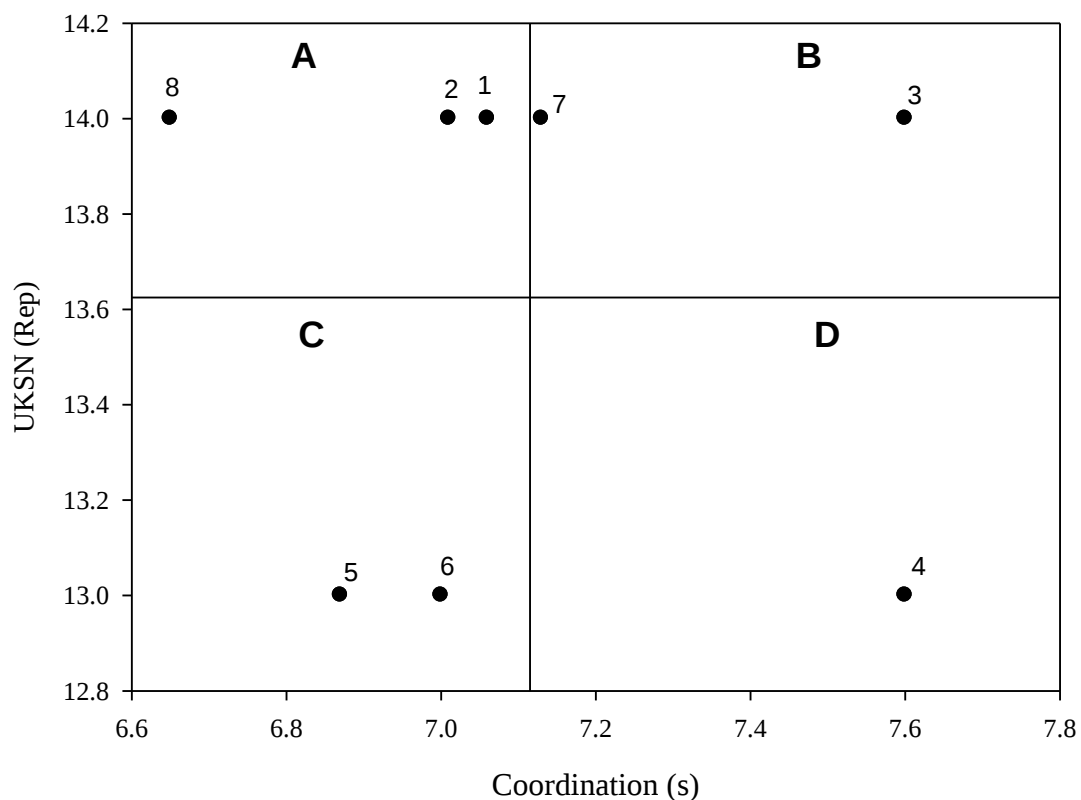


圖 4-8: 個人專項柔道 UKSN 測試頻率與協調 Coordination 速度關係分析

協調測試與 3m 十字跑能力分析，最佳受試者為 Nr.2、Nr.7、Nr.8 三位。而呈現不穩定者則為 Nr.3、Nr.5 兩位 (表 4-4)。在此項交互關係分析，C 區域是最佳的交互關係，而 B 區域則為最不穩定象限 (圖 4-9)。

表 4-4: 協調測試與 3m 十字跑能力之交互關係

區域	受試者 (Nr.)	症狀反應
A	4	十字跑快，協調速度慢
B	3、5	十字跑慢，協調速度慢
C	2、7、8	十字跑快，協調速度快
D	1、6	十字跑慢，協調速度快

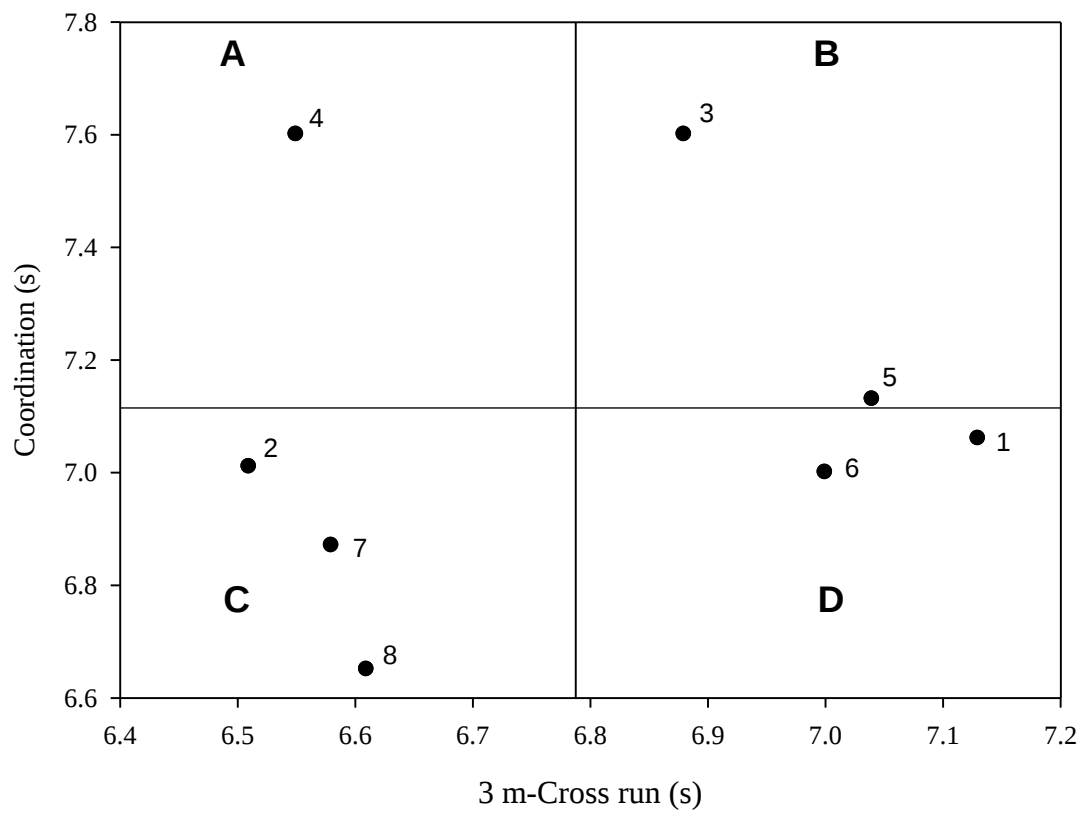


圖 4-9: 個人 Coordination 測試與十字跑 3 m-Cross run 速度關係分析

第伍章 討論

第一節 協調與無氧負荷對柔道對抗賽與基礎技術之影響

研究結果顯示在兩種柔道專項測試後心跳率皆顯著上升 (如圖 4-5)。UKSN 為透過 3 次 10 秒連續 seoi-nage 連攻法，組間僅休息 30 秒，而柔道專項對抗比賽測試是透過 90 秒模擬比賽模式，在一連串快速的連攻後，經過短暫的間歇，隨即要進行下一次的連攻，兩者皆屬於高強度間歇負荷。在短時間快速的肌肉收縮下，將促使肌肉呈現無氧症狀，此時將增加心跳率及心輸出量，以提供更多的血液運送至作用肌群 (Baechle & Earle., 2000)。因此無論兩種不同型態專項測試後心跳率皆呈現上升的反應。(We l l s 1957) 利用心跳率制定了一個運動強度的分類標準，表示在心跳率大於 100 min^{-1} 為溫和；大於 120 min^{-1} 為適量；大於 140 min^{-1} 為中等強度；大於 160 min^{-1} 為劇烈強度；小於 180 min^{-1} 為最大強度；大於 180 min^{-1} 為衰竭的運動強度。而在 UKSN 測試後心跳率達到中等強度負荷，90 秒模擬比賽測試心跳率則達到衰竭的運動強度負荷 (圖 4-5)。表示柔道屬於高強度之運動項目，若運動員沒有俱備良好的體循環能力，將提早產生疲勞而影響到比賽的續航力。

此外，90 秒模擬比賽之心跳率與 150 m 衝刺之心跳率呈現正相關，(圖 4-6)。150 m 衝刺為典型的無氧性運動負荷，在運動結束後心跳率亦高達衰竭的運動強度。此研究結果顯示柔道專項負荷與基礎 150 m 衝刺對於人體的負荷相似，皆為高強度無氧性負荷，因此兩者呈現正相關。另一方面可看出，若受試者在接受無氧性負荷時，無論是跑步或是柔道專項之收縮型態，皆呈現高心跳反應，此症狀可反映出受試者體循環能力較差，將造成往後受試者在比賽過程當中容易因過高的心跳率而導致疲勞的發生，反之，部分受試者在進行 150 m 衝刺時心跳率較低，而在進行專項測試時也呈現較低之心跳率，可表示該受試者擁有較佳的體循環能力，在進行無氧性負荷時無論何種肌肉收縮型態皆不會造成心臟過大的壓力。

本研究於十字跑與 UKSN 心跳率關係無呈現相關，此研究結果與林珏成(2010)之研究相符，該研究顯示十字跑血乳酸與 UKSN 血乳酸測試結果無呈現相關。表示

十字跑負荷型態與 UKSN 負荷型態不相同，雖然兩者型態皆為十秒內最快速度之肌肉收縮，但由於柔道專項為兩人實體近身攻擊，因此必須承受對手身體之阻力，而十字跑負荷僅需快速衝刺及折返，並無額外的阻力，因此推測為此原因導致十字跑與柔道專項無呈現相關。



第二節 基礎與專項測試對個人運動表現之影響

表 5-1: 四項基礎能力與柔道專項之綜合分析

區塊	圖型			
	柔道專項 90s 測試攻擊頻率與 150 m 速度之關係 (圖-6) (B 最佳, C 最差)	UKSN 測試頻率與十字跑速度之關係 (圖-7) (A 最佳, D 最差)	UKSN 測試頻率與協調測試速度之關係 (圖-8) (A 最佳, D 最差)	個人協調測試與十字跑速度之關係 (圖-9) (C 最佳, B 最差)
A	5、6	2、8	1、2、8	4
B	3	1、3、5	3、7	3、5
C	1、8	4、7	5、6	2、7、8
D	2、4、7	6	4	1、6

研究結果顯示，於四項分析皆處於最佳區塊的為零人、三項處於最佳區塊者為 2 號及 8 號，兩項的亦為零人，而 3 號、1 號、7 號僅一項測試處於最佳區塊。而 1 號、8 號、6 號、4 號、3 號及 5 號皆有一項處於能力最不好之區塊。其症狀顯示大部分選手皆有不足且須要改進之能力。從柔道動作型態探討，在柔道對戰當中必須能夠因應對手攻勢，迅速的改變身體或部分肢體的方向，且在移動中保持身體的平衡，做出反摔動作或是藉以破壞對方重心，才能進行防守或是後續攻擊。此外，Tabata (1997) 指出，柔道動作型態是包含數個 15 至 30 秒的之高強度力量輸出，在每個力量輸出之間有 10 至 15 秒的間歇休息時間。屬於高強度間歇負荷，倘若間歇時間太短暫或是恢復能力不足將導致 ATP-CP 能量系統來不及恢復進而轉變成需要無氧醣酵解路徑來提供所需的能量來源，此時將會造成乳酸值迅速堆積而導致疲勞的發生。Degoutte et al. (2003) 亦指出，柔道選手在比賽結束後 3 分鐘，血乳酸濃度會增高至 12.3 mmol/l。由上述可知，柔道選手除了需要俱備速度及協調能力外，亦需要良好的無氧能力，才能在比賽中展現快速、準確及穩定的動作表現。

而透過本研究可發現，表現最好的為 2 號及 8 號受試者，2 號受試者於 150 m 無氧負荷測試、UKSN 攻擊頻率、十字跑速度與協調測試皆有良好的表現，但比賽 90 s 測試之攻擊頻率較低，推測是當天 90 s 模擬比賽 2 號受試者採被動攻擊模式下進攻，由最佳進攻時機才進入攻擊所以攻擊的頻率較低。而 8 號受試者於其它測試皆處於良好表現，但 150 m 無氧負荷以及專項攻擊頻率測試表現為速度慢、攻擊頻

率低，推測該受試者耐力能力不佳，造成於柔道專項時無法進行快速的攻擊頻率。另外 1 號受試者與 8 號相同，耐力及專項攻擊頻率皆不佳，但 1 號受試者又於十字跑表現速度較差，顯示該受試者除了耐力要改善外、敏捷能力亦為要加強之重點。綜合上述可發現，透過四項限分析模式可看出所有受試者基礎與專項能力之優劣，倘若協調能力差，其餘能力皆好，則表示該受試者應更著重於協調訓練，若僅有一項能力好，其餘皆差，訓練時應著重於較差之能力，以改善選手不足之能力。



結 論

研究結果顯示柔道專項 90 秒對抗比賽模式與 150m 個人最大速度無氧負荷心跳率，兩者呈現相關現象。因此透過 150 m 心跳率可以作為選手是否已具備比賽的無氧負荷能力。另外柔道技術 UKSN 與協調測試心跳率也具顯著關係，此現象顯示技術動作的連貫性受到協調能力的影響。

建議，透過專項與基礎能力的四象限分析，可清楚的了解運動員在運動能力的優缺點，未來在準備期訓練課表中，針對其無氧能力及協調能力不足部分進行改善，加強選手基礎能力提升比賽體循環能力。此體能與比賽能力分析方式，亦可應用於各訓練階段（準備期、專項期、比賽期）。



參考文獻

中文文獻

- 王予仕 (2006) 。運動時的心血管循環轉變。 *運動生理週訊*，**218**，2007年12月19日，取<http://epsport.ccu.edu.tw/epsport/week/show.asp?repno=201&page=1>
- 王德英 (1994) 。**專項運動訓練—柔道**。載於李誠志(主編)教練訓練指南 (1055-1080) 。台北市: 文史哲。
- 侯碧燕 (2006) 。**柔道專項能力檢測之研究**。桃園縣，競進有限公司。
- 馬怡鴻、呂昭正、張嘉澤 (2005) 柔道專項耐力能力診斷與評價。資料引自<http://webserver5.ncpes.edu.tw/~icos/>
- 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*，**146期**，44-52。
- 廖俊強、許吉越 (2008) 。2008 年柔道規則修訂與國內柔道運動發展關係之探討，*大專體育*，**99**，79-84 頁。
- 劉金龍 (2007) 。不同能量代謝系統之柔道專項能力之檢測與血氨指數的應用與探討(未出版碩士論文)。國立體育學院教練研究所，桃園縣。
- 黃呈堯 (2004) 。**柔道訓練**(未出版碩士論文)。桃園縣：國立體育學院教練研究所。
- 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卷(2)**，75-83。
- 吳正明、紀俊安 (1999) 。**柔道家手冊**。台北市：全國柔道協會 (1055-1080) 。台北市: 文史哲。
- 林文弢、吳河村、鄭守吉 (1998) 。台灣柔道運動員訓練和模擬比賽的生化析。*廣州體育學院學報*，**18 (4)**，53 - 58 。
- 林珏成(2010)。**10m折返跑與十字跑負荷對柔道專項耐力之影響** (未出版碩士論文)。國立體育大學競技學院運動技術研究所，桃園縣。
- 李建毅、周德倫 (2002) 排球比賽心跳率變化之研究。*排球教練科學* **12**，48-58。
- 李婉禎 王月琪 張嘉澤 (2013)。*跆拳道訓練單元對閾值心跳率之影響* (Oral)。

體育運動學術團體聯合年會暨學術研討會。國立體育大學。

王汶琳 (2013)。網球選手上肢力量與有氧-無氧閾值對專項血乳酸及心跳率之影響 (未出版碩士論文)。國立體育大學競技學院運動技術研究所，桃園縣。

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。2013休閒運動學術研討會。育達商業科技大學。

蕭敬衡 陳佳慧 張嘉澤 (2011)。個人閾值能力與街舞Breaking運動負荷之關係-個案探討。中華民國大專院校100年度體育學術研討會。臺北市立體育學院。

蕭婉柔 陳佳慧 張嘉澤 (2013)。不同負荷Walking對高體重者心跳率與能量提供路徑之影響-個案探討。發表於2013體育運動學術團體聯合年會暨學術研討會，桃園:國立體育大學。

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53期，36-40頁。

陳相榮 (1998)。柔道生理學。論文發表於台灣省柔道教練講習會，台中市，國立台灣體育

王春貴 林瑞興 (2010) 男子羽球單打比賽與心跳率之相關研究第三屆運動科學暨休閒遊憩管理學術研討會論文集 399-2010

林建增 (2011) 射擊競賽時注意力焦點與運動表現、心率變異度之關係
臺北師範大學體育學系在職進修碩士班學位論文，臺北市；2011年，p1-46
院。

英文文獻

- Achten, J., & Jeukendrup, A. E. (2003) Maximal fat oxidation during exercise in trained men. *International Journal of Sports Medicine*, 24, 603-608.
- Arts, F.J.P., & Kuipers, H. (1994). The relation between power output, oxygen uptake and heart rate in male athletes. *Int J Sports Med*, 15, 228-31.
- Böhmer, D., Baron, D., Bausenwein, I., Fischer, H., Groher, W., Hess, M., Jager, D., Martin, L., Muhlfahrt, J., Nocker, P., Nowacki, G., Rompe, A., Thiel, B., Baechle, R. T., & Earle, R.W. (2000). *Essentials of Strength Training and Conditioning*, 2/e. (pp. 395-430). Human Kinetics.
- Böhmer, D., Baron, D., Bausenwein, I., Fischer, H., Groher, W., Hess, M., Jager, D., Martin, L., Muhlfahrt, J., Nocker, P., Nowacki, G., Rompe, A., Thiel, B., Baechle, R. T., & Earle, R.W. (1975). *Das sportmedizinische Untersuchungssystem Leistungssport, Beiheft*
- Coyle, E. F., & Gonzalez-Alonso, J. G. (2001). Cardiovascular drift during prolonged exercise: new perspective. *Exercise and Sports Science Reviews*, 29(2), 88-92.
- Cabello Manrique, D., & González-Badillo, J. J. (2003). Analysis of the characteristics of competitive badminton. *British Journal of Sport*
- Degoutte, F., Jouanel, P., & Filaire, E. (2003). Energy demands during a judo match and recovery. *British Journal of Sports Medicine*, 37(3), 245-249.
- Gappmaier E. (2002). "220-Age" prescribing exercise based on heart rate in the clinic. *Cardiopulmonary Physical Therapy Journal*, 13(2), 11.
- Garcia-Moreno, M.I., Mellet, C.O., Fernandez, J.M.G. (1999). Polyhydroxylated N-(thio)carbamoyl piperidines: nojirimycin-type glycomimetics with controlled anomeric configuration, *TETRAHEDRON-A*, 10(22), 4271-4275
- Gonzalez-Alonso, J.G., Rodriguez, R. M., Below, P.R., & Coyle, E., F. (1997) Dehydration markedly impairs cardiovascular function in hyperthermic endurance athletes during exercise. *Journal of Applied Physiology*, 82, 1229-1236
- Lehmann, G. (1996). Untersuchungen zu Komponenten des Ausdauertrainings in Kampfsportart. *Leistungssport*, 26, 6-11.
- Schmucker, O. (1975). Das sportmedizinische Untersuchungssystem. *Leistungssport, Beiheft*.
- Sterkowicz, S. (1995). Test specjalnej prawno scirchowej w judo. *Antropomotoryka*, 12, 29-44.

- Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of pacing and Electrophysiology (1996) . Heart rate variability : Standard of measurement, physiological interpretation, and clinical use. *European Heart Journal*, 17(3), 354-381.
- Hong, Y., & Tong, Y. M. (2000). The playing pattern of the world's top single badminton players in competition - a notation analysis. *Journal of Faccini, P., & Hultman, E. , & Sahlom ,K. (1980). Acid-base balance during exercise. Exercise and Sports Science Review*, 8, 41-128
- Monte, A. D. (1996). Physiologic demands of badminton match play. *American Journal of Sports Medicine*, 24(6), 64-66
- Morgans, S. L., Jordan, D., Baeyens, D., & Franciosa, J. (1987). Heart rate responses during singles and double tennis competition. *The Physician and Sport Medicine* 15(7) 67-74.
- Tabata. (1997). Metabolic profile of high intensity exercises. *Med Sci Sports Exerc*, v.29, 390-395.
- Takahashi, R. (1992). Power training for judo: Polymeric training with medicine ball. *National Strength and Conditioning Association Journal*. 14(2), 66-71.
- Roquette, J. (1992). Characterisation of instruments regarding the area of sport systematic. *Journal of Human Performance Studies*, 8(1), 27-4
- Ronnie, L., Melnik, Y., Bilkevitz, A., & Falk, B. (2006). The Ten -Station Judo Ability Test : A Test of Physical and Skill Components . *Strength and Conditioning Journal*, 28 (2), 18-22.
- Wells, J., Balke, B., & VanFossan, D. (1957). Lactic Acid Accumulation During Work-A Suggested Standardization of Work classification. *Journal of Applied Physiology*, 10, 51.
- Wagner, L. L., & Housh, T. J. (1993). A proposed test for determining physical working capacity at the heart rate threshold. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 64(3), 361-364.
- Wood, R.H., Hondzinski, J.M., Lee, C.M. (2003). Evidence of an association among age-related changes in physical, psychomotor and autonomic function. *Age Ageing*, 32, 415-421.