

國立體育大學
競技學院
競技與教練科學研究所碩士論文

跑步機訓練對視覺障礙柔道選手有氧與專項耐
力之效果-個案探討

指導教授：張嘉澤 博士

研 究 生：李凱琳 撰

中 華 民 國 106 年 1 月



國立體育大學
National Taiwan Sport University

跑步機訓練對視覺障礙柔道選手有氧與專項耐力之 效果-個案探討

摘要

目的：探討跑步機訓練是否改善視覺障礙柔道選手有氧耐力與專項耐力。

方法：本研究一位女子視覺障礙柔道選手（年齡：23 year：身高：155 cm：體重：48 kg：訓練年數 15 years），測試方式：於不同研究日程下分別參與有氧-無氧閾值耐力測試（2-4 mmol/l）與柔道專項測試兩項測試。研究結果：經過兩週訓練後，本研究個案之視覺障礙柔道選手在後測（T-2）有氧-無氧閾值呈現改善，有氧閾值速度上昇 1.1 m/s，無氧閾值速度上昇 0.4 m/s，柔道專項測試後測（T-2）3 組模擬比賽恢復期最大乳酸值為 4.18 mmol/l，恢復期第五分鐘（E5）心跳率平均值為 $96 \pm 7.23 \text{ min}^{-1}$ 。結論：一、本研究透過兩週柔道專項訓練結合跑步機訓練對視覺障礙柔道選手在有氧-無氧閾值耐力測試顯現改善。二、本研究結果顯示有氧閾值越高，柔道專項測試最大乳酸值亦低。三、視覺障礙柔道選手可藉由持續跑與持續跑速度變換跑步機訓練提昇專項能力。

關鍵詞：視覺障礙柔道、有氧耐力、專項耐力

The Effect of Aerobic and Specific-sport Endurance on Treadmill Training on Visually Impaired Judo Athlete – Case Study

Abstract

The purpose of this study was to explore whether treadmill training improves the visual impairment of judo players' aerobic endurance and endurance.

METHODS: In this study, the average age of a female visual impairment judo player (age: 23 years: height: 155 cm: weight: 48 kg: 15 years of training) was tested in different study schedules: Aero-anaerobic threshold endurance test (2-4mmol / l) and judo skill test. In this study, two-week judo training combined with treadmill training for visual impairment judo players in the aero-anaerobic threshold endurance test showed improvement. Second, the results show that the higher the aerobic threshold, the maximum lactic acid value in judo skill test was also low. Third, the visual-impaired Judo players can enhance the specific judo motor ability by variable speed running training on treadmill.

Key words : Visual-impaired judo, Aerobic endurance, Judo technique

致 謝

本論文能得以順利完成，首先誠摯的感謝指導教授張嘉澤博士，老師無限的付出與細心教導，使我獲益良多。且不僅在學術研究給予協助，更在比賽前安排系統化與科學化的運動訓練，而期間老師也時常傳授建議與方向，讓我在最佳狀態下迎接比賽。本論文承蒙邱炳坤教授、王淑華教授的指導並提供寶貴的意見，才能使得本篇論文更加完整，在此，特別感謝兩位老師的修正與啟發。

就讀期間，感謝國立體育大學全體師長與競技與教練科學研究所，以及 SPDI 實驗室的夥伴們，德盛學長、俊霖學長、昱中學長、忻宸學長、乙正、田剛、宥緯、沛蓁、浩陽、梓陞、紫瑄、奕晴、寶潤、皓程，感謝大家所有的幫助與付出，在我需要協助或者遇到困難時，總是義不容辭伸出援手，才能使本論文實驗順利進行並得以完成，也感謝這短暫的時間有你們的陪伴與鼓勵，因為你們，在學期間才能擁有美好的回憶。

最後，特別感謝我的哥哥，吳凱。哥哥引領我進入 SPDI 實驗室，並在我遇見挫折時給予許多建議，也時常鼓勵我、甚至陪伴我度過艱難的時刻，也謝謝我的家人與身邊的朋友，以及國立體育大學柔道隊，謝謝你們給予的支持與關心，在此獻上真誠的謝意與感激。

李凱琳 謹識

目 錄

摘要	I
Abstract	II
致謝詞	III
目 錄	IV
表目錄	VII
圖目錄	VIII
中英文對照縮寫表	IX
第壹章 緒論	1
第一節 研究背景	1
第二節 研究動機	3
第三節 研究目的	5
第四節 名詞解釋	6
第貳章 文獻探討	8
第一節 視覺障礙的定義與相關研究	8
第二節 有氧-無氧閾值相關文獻	12
第三節 心跳率之相關研究.....	16

第四節 血乳酸之相關研究.....	18
第五節 柔道運動專項耐力.....	21
第六節 文獻總結	23
第參章 研究方法	24
第一節 研究對象	24
第二節 實驗時間與地點	25
第三節 實驗儀器與設備	26
第四節 實驗方法	27
第五節 實驗流程	32
第六節 資料處理與統計方法.....	33
第肆章 結果分析與討論	34
第一節 階梯式負荷上昇與有氧-無氧閾值耐力.....	34
第二節 兩週訓練血液乳酸之分析.....	38
第三節 兩週訓練心跳率之分析.....	40
第四節 柔道專項測試血液乳酸與心跳率之分析	43
第伍章 結論與建議	49
參考文獻.....	50

一、	網站資料：	50
二、	中文部分：	50
三、	外文部分：	54



表目錄

表 2-1-1 身心障礙之核定標準.....	11
表 3-1-1 受試者基本資料.....	24
表 3-4-1 前測與後測血液採集時間點.....	29
表 3-4-2 兩週訓練血液採集時間點.....	30
表 3-4-3 兩週訓練計畫內容.....	31
表 4-3-1 有氧-無氧閾值耐力分析	36
表 4-4-1 前測與後測柔道專項測試血液乳酸值分析	43
表 4-4-2 柔道專項測試心跳率分析.....	46
表 4-4-3 後測數據總整理.....	48

圖目錄

圖 3-4-1 柔道專項測試執行圖.....	28
圖 3-4-2 實驗流程	32
圖 4-1-1 階梯式負荷上升血液乳酸與心跳率之分析	35
圖 4-2-1 兩週柔道專項訓練血液乳酸之分析	38
圖 4-3-1 兩週柔道專項訓練心跳率平均值之分析	40
圖 4-3-2 兩週跑步機訓練心跳率平均值之分析	41
圖 4-4-1 前測與後測柔道專項測試血液乳酸分析	44
圖 4-4-2 柔道專項測試心跳率分析	46

中英文對照縮寫表

縮寫	英文	中文
IBSA	International Blind Sport Association	國際盲人運動總會
I.J.F	International Judo Federation	國際柔道總會
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
S	Second	秒

第壹章 緒論

視覺障礙柔道規則大幅改變且國內也較少有其相關研究，為了能提升視覺障礙柔道選手的比賽能力，因此，本研究藉由跑步機訓練與專項訓練的組合改善視覺障礙柔道選手有氧與專項耐力之效果並進行觀察，並依照數據結果來評估與分析。

第一節 研究背景

柔道起源於日本古代的武術柔術，是由日本人嘉納治五郎於 1882 年改良自日本古武道柔術而發展出來的一套運動。柔道是以摔倒對方、壓制對手、使用關節技及勒頸技，制伏對手而達到獲勝的高競技運動，屬於開放式的技擊運動（王德英、李誠志，1994）。

視覺障礙柔道是根據健全人柔道運動演變而來，是專門為視力有障礙的運動員設立的項目。分級是由其視力損傷程度而定，共分為三個等級（參賽選手最低符合的標準是最佳已矯正視力低於 0.1 或視野小於 20 度），視覺障礙柔道運動員根據視力程度分為 B1、B2、B3 三個視力等級，三個等級共同參加比賽。比賽分為男、女個人賽和男、女團體賽。該項目使用的規則、場地、比賽形式與健全人柔道基本相同，區別在於，主裁判引導視覺障礙柔道選手進入能夠互相把握的位置，保持靜止站立姿勢，在運動員預備動作時要提前相互提拉住對方的衣襟，雙方在聽到主裁判“比賽開始”的口令後可進入比賽狀態。這項運動的形式適合於視覺障礙者身體功能障礙的局限，柔道屬於接觸性運動可助於失明或弱視朋友提高靈敏性及

活動技巧，並且可強身健體。1988 年，在漢城舉行的第 8 屆殘疾人奧運會上，視覺障礙柔道第一次被列入正式比賽項目，當時只有開展這個項目較早的日本、韓國等七八個國家參加該項目，並且只有男隊參加了比賽。2004 年，在雅典舉行的第 12 屆殘疾人奧運會上，女子視覺障礙柔道作為正式項目被列入比賽。

目前視覺障礙柔道運動的世界大賽除殘奧會以外，還設有世界盲人柔道錦標賽，每兩年舉辦一次。1980 年國際盲人運動協會（IBSA）成立，其宗旨是組織和發展視覺障礙者的體育活動。目前，已有 60 多個國家和地區成為該組織的成員。這些國家和地區每年都舉辦盲人柔道錦標賽，以及各種邀請賽。國際盲人運動協會（IBSA）的成立，積極地推動了視覺障礙柔道運動的發展。雅典殘奧會盲人柔道比賽有 29 個國家和地區的 120 名運動員參加。

在 1996 年美國亞特蘭大帕拉林匹克運動會 (Paralympic Games) 我國視覺障礙柔道選手李青忠拿下視覺障礙柔道男子 60kg 第一面金牌，更是我國身障選手參與帕拉林匹克運動會以來在所有運動項目中的第一面金牌。然而視覺障礙柔道選手因視力的受限，且為了比賽的公平性，在比賽過程中雙方不可脫手，若雙方脫手裁判立即喊暫停，視覺障礙柔道運動員若能發揮優越的技術，必然一定要有良好的力量與體能作為輔助。侯碧燕、劉金龍、黃瑞澤 (2007) 指出在柔道競賽過程中、需強化運動員力量與速度之訓練，技術才能在比賽中強攻以及防守時展現，因此若能使專項訓練中的體能與技術層面更接近比賽，必能使運動表現提升。

第二節 研究動機

近年來，國際柔道總會 (I.J.F) 大幅修改柔道競賽規則，藉由新規則進而提升比賽強度，2003 年修訂柔道規則，實施黃金得分制，且增加 5 分鐘的延長賽；當比賽時間結束，雙方選手均無得分或得分完全相等時，比賽將由「黃金得分賽」決定結果，而現今柔道規則的黃金得分制已修改為延長賽時間結束，若雙方仍「平手」的狀態，將繼續延長比賽時間直到分出勝負，不再由裁判舉旗判定結果；2009 年效果 (Koka) 之得分已廢止，「黃金得分」 (Golden Score) 延長賽時間由 5 min 縮短為 3 min；為了提升比賽對抗強度，已將得分最低等級的效果 (Koga) 取消，改由得分次高的有效 (Yoko) 開始判決；施術不可直接用手接觸對手的腰部以下，比賽中若直接碰觸對手腰部以下，則將會被裁判判罰犯規直接出場；在激烈比賽過程中若以極端防禦姿勢相抗衡，則被判罰指導 (Shido)。

而隨著柔道風氣的興盛，身心障礙者運動組織開始引進柔道運動，逐漸發展成競技項目，然而視覺障礙柔道使用的規則、場地、比賽形式與健全人柔道相同 (執行於國際柔道總會規則 I.J.F)，差異在於比賽正式開始時，健全人柔道先有搶手攻擊，則視覺障礙柔道在比賽正式開始前，裁判先引導雙方至近距離位置，才使兩方抓好對方之衣領，裁判才喊開始，比賽過程中皆不可放手。隨著規則的改變提升比賽強度，使得視覺障礙柔道選手訓練需以提升體能及力量為目標，針對視覺障礙柔道其特殊性進行分析與診斷。

柔道發展至今，已成為高度競技的運動項目，講求節奏快及強力的比賽型態，追求速戰速決的比賽節奏並同時完成高超過人的技術 (王淑婷，

2010)。隨著比賽的進行，柔道選手會經歷攝氧量的上升和疲勞及肌力的下降，在訓練當中柔道選手可應用不同的運動休息比例，實施有氧系統、乳酸系統及磷酸系統的間歇訓練，藉以刺激柔道競技運動所需要的能量代謝系統（鄭吉祥、何立安，2012）。過去研究指出柔道是一種極具爆發力的運動，選手除了需要極佳的無氧能力外，尚須發展良好的有氧系統（Takahashi, 1992）。在激烈的比賽過程中每個技術動作的完成，都需要大量的肌肉在極短時間內，以最快的速度 and 力量收縮（陳文進、郭敦賓，2006）。視覺障礙者運動時，受視覺的限制而無法分辨環境與空間的感覺，因此本研究將透過跑步機訓練對視覺障礙柔道選手的有氧耐力與專項耐力的改善進行觀察與分析。



第三節 研究目的

本研究目的如下：

- 一、 探討跑步機訓練是否改善視覺障礙柔道選手有氧耐力
- 二、 探討跑步機訓練是否改善視覺障礙柔道選手專項耐力



第四節 名詞解釋

一、 視覺障礙柔道：

視覺障礙柔道是根據健全人柔道運動演變而來，是專門為視力有障礙的運動員設立的項目。分級是由其視力損傷程度而定，共分為三個等級（參賽選手最低符合的標準是最佳已矯正視力低於 0.1 或視野小於 20 度），視覺障礙柔道運動員根據視力程度分為 B1、B2、B3 三個視力等級，三個等級共同參加比賽。

二、 國際柔道總會：

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

三、 有氧-無氧閾值基礎能力：

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。

四、 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。

五、 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，以心跳錶 (i-Heart) 所測得之數值。

六、專項耐力：

專項耐力是直接發展運動專項比賽的能力，每個運動項目都有屬於其特殊的比賽所需之耐力能力。

七、 持續跑（速度變換）V2-V4：

V2 為個人有氧閾值 2 mmol/l 速度，V4 為個人無氧閾值 4 mmol/l 速度。是一種以跑步機持續跑變換速度的方式進行，在透過有氧及無氧速度變換的運動負荷下，而有系統的變換有氧與無氧能量提供系統。



第貳章 文獻探討

第一節 視覺障礙的定義與相關研究

視覺障礙 (visual impairments) 由於先天或後天原因，導致視覺器官（眼球、視覺神經、視覺徑路、大腦視覺中心）之構造或機能發生部分或全部之障礙，經治療仍對外界事物無法作視覺之辨識。「盲」並非意指完全看不見，就廣泛定義而言，凡舉全盲、弱視及視覺功能有所缺損，皆可統稱為視障者；但一眼看不見，另一眼視力正常，則非屬視障者，因為法規所定義之視覺障礙者，其界定標準乃指優眼視力值而言（兩眼做比較，視力較佳的那隻眼睛稱之為優眼）。我國及日本均採萬國視力量表為評斷依據，所謂「視覺障礙者」之定義，可分別從醫學上、特殊教育以及核發身心障礙手冊三方面來觀之（柯明期，財團法人台灣盲人重建院教務主任）。

弱視者尚可利用視覺學習，但閱讀一般字體有困難，須借助特殊光學輔助儀器（如放大鏡、闊視機）或將字體放大擷取資料。弱視者的視知覺狀況差異極大：有缺乏立體感和遠近感者；有無法掌握全體與部份關係者；有畏光或對光線敏感者；有無法辨認顏色者；有因夜盲而在夜間行走困難者；亦有因視野狹窄而行動不便者。弱視者在閱讀時除速度較緩慢之外，常因視知覺困難而唸錯、跳行、或重讀的情形發生，而在閱讀時易疲乏不持久。活動時常因動作緩慢、正確度低而較不為團體所接納，因而產生退縮、自卑的現象。有些弱視者在外表未有顯著的特徵，或不願被標記為視覺障礙，因而常被群體所忽視，未能獲得適當的協助（簡介視障障礙，萬明美）。

視覺障礙者因受其視覺的限制，導致參與活動意願不高且多以靜態或室內活動居多，造成視障者身體肌肉、體能狀況表現不佳。周品慧、簡戊鑑 (2008) 指出過去許多研究針對身心障礙兒童的身體活動狀況進行調查並從中發現視覺障礙兒童因缺乏視覺經驗，導致他們在體適能、身體活動情形及所遭遇的阻礙及困難與其他障別兒童有所差異。傅惠珍 (1992) 以質性研究的方式，針對台北啟明學校的學生進行休閒生活的調查及統整，發現視障學生所從事的休閒活動類型多為娛樂型，較少從事運動型的活動。Lieberman and McHgh (2001) 針對 46 名 9-19 歲各年齡層視覺障礙學生進行體適能相關測驗，測驗內容包括心肺耐力、肌耐力、柔軟度、肌力及身體組成等，結果顯示視覺障礙者體適能狀態明顯較差，且通過測驗比率相對較低。

陳佩欣、詹元碩、何金山 (2010) 在未來研究方向指出至今國內有關視覺障礙者的實證研究大部分仍以教育現場教學為主，尚缺乏休閒運動介入之相關研究，然而期望在未來研究者能進一步針對視覺障礙者在各項休閒運動表現深入探討並提供有效的運動模式，並建議視覺障礙者參與休閒運動提出四點可助於提升之方式分別為；一、改善休閒運動場地的無障礙設施；二、培養全民無歧視教育；三、培訓身心障礙者志工及專業指導員；四、鼓勵視障者肯定自己並勇於嘗試。根據以上研究得知視覺障礙者較少參與動態活動，因行動與控制環境能力受限，不愛主動參與運動，易以休息或靜態方式休閒，導致缺乏身體鍛鍊的機會，不可因視覺障礙而被影響，透過修正、調整可增進運動參與機會，促進身心健康與人際互動。至今已發展出許多視覺障礙者可參與的競技運動如田徑、游泳、五人制盲人足球（內部發聲足球。除守門員，其餘必須帶眼罩）、盲人門球、盲人柔道、盲人自行車（視覺障礙運動員坐在後座，前座為一個視力健全的領騎員）。

視障的分級基於良好視力在最佳光學矯正眼鏡或是隱形眼鏡，和或可視的字段，其中包括中央和外周區域，以 B1 視力程度為最差，B3 視力程度為最佳。視障運動員分級定義如下：

1. B1：視力低於 LogMAR2.60 較差。
2. B2：視力範圍為 LogMAR 為 1.50 到 2.60 (包含) 和/或視野收縮至直徑小於 10 度。
3. B3：視力範圍為 LogMAR 1.40 到 1 (包含) 和/或視野收縮至直徑小於 40 度。



表 2-1-1 為視覺障礙等級，身心障礙之核定標準，視力以矯正視力為準，經治療而無法恢復者。(身心障礙者服務資訊網 Disability Information Network)。

表 2-1-1 身心障礙之核定標準

等 級	重 度	1	兩眼視力優眼在 0.01 (不含)以下者。
		2	優眼自動視野計中心 30 度程式檢查，平均缺損大於 20DB (不含)。
	中 度	1	兩眼視力優眼在 0.1(不含)以下者
		2	優眼自動視野計中心 30 度程式檢查，平均缺損大於 15DB(不含)者。
		3	單眼全盲(無光覺)而另眼視力 0.2 以下(不含)者
	輕 度	1	兩眼視力優眼在 0.1 (含) 至 0.2 者 (含) 者。
		2	兩眼視野各為 20 度以內者
		3	自動視野計中心 30 度程式檢查，平均缺損大於 10DB(不含)者。
		4	單眼全盲 (無光覺) 而另眼視力在 0.2 (含) 至 0.4 (不含) 者。

第二節 有氧-無氧閾值相關文獻

Wassermann et al. (1973) 最先指出藉由階梯式負荷測試至個人最大能力負荷，依據乳酸及強度之關係，判斷個人的有氧閾值與無氧閾值，且最具實用性與方便性進行實驗測試。

隨後 Mader et al. (1976) 採用階梯式負荷訓練，將乳酸數值曲線 2 mmol/l 定為有氧閾值 (aerobic threshold)，可依據數值變化診斷運動員有氧能力之優劣，有氧訓練可使得骨骼肌粒線體數量與微血管密度增加 (Spina et al., 1996)，其微血管密度越高，將促使肌肉血流量增大，並加速乳酸排除與運轉。而 Hollmann et al. (1982) 也指出在任何運動負荷強度下，血液乳酸值不超過 2mmol/l，即為有氧運動。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。藉由有氧訓練可助於視覺障礙柔道運動員在短時間高強度比賽間歇時間中快速填滿肌肉的 PCr，主要提升快速再生能力，有氧能力越佳者，其恢復能力也越快。

4 mmol/l 則被定義為無氧閾值 (anaerobic threshold, AT)，當氧對運動肌肉供給不足時，將啟動無氧代謝作為肌肉能量補充來源，此過程刺激氧輸送之能力達到最佳強度，無氧閾值也反映出人體耐力性工作能力的指標。Mader (1976) 若人在適當的運動量及訓練刺激下，血乳酸安靜值約 1 mmol/l，可當血乳酸值於 4 mmol/l 時則判斷為無氧閾值。詹蕙真 (2006) 指出個體無氧閾值之測定，除了應用於診斷運動員個別之有氧代謝能力外，也可依據選手個人閾值強度調整有氧-無氧之訓練負荷強度。藉由有氧-無氧閾值測試可作為視覺障礙柔道運動員訓練負荷設定及訓練效果評價，隨著階梯式負荷增加也可作為一種耐力訓練的方式。

過去研究指出經過幾個星期進行長時間耐力訓練後，會使用脂肪作為能量路徑，以減少肌肉糖原的利用和乳酸的生成，主要是因為改善肌肉氧的輸送能力、增加粒線體含量、檸檬酸循環和脂肪氧化酶的活性 (Holloszy & Coyle, 1984)。在無氧閾值能力方面，Power and Howley (2002) 也指出無氧閾值可因訓練來提升，並依其強度作為耐力性運動訓練負荷之依據，可獲得良好的訓練效果。本研究訓練計畫中安排持續跑訓練方式發展視覺障礙柔道運動員基礎耐力並改善其乳酸排除能力，透過持續跑速度變換方式可增強訓練負荷刺激，使得器官組織因負荷的增強而增加活性，以應付刺激所需的能量消耗。Hollmann et al. (1987) 指出一般運動員之 2 mmol/l 有氧耐力速度，不得小於 2.8 m/s，心跳率則必須低於 140 min⁻¹，而無氧閾值耐力 (4 mmol/l) 速度，最低標準為 3.5 m/s，心跳率則為 156 min⁻¹。

閾值心跳率與有氧耐力能力為各種運動項目之必備基礎能力，不論任何運動項目之選手，皆應具備良好的有氧耐力能力，使身體在進行短時間運動負荷時能快速恢復無氧非乳酸系統，以應付長時間比賽 (張嘉澤，2008)，可知，隨著一場 4 min 視覺障礙柔道比賽極需具備良好的有氧能力。運動強度大小與血乳酸呈現直接的關係，在一定的負荷範圍內，隨著運動強度增大，身體所產生的乳酸相對也會增加 (郭子淵，2011)。Neumann et al. (1991) 指出個人有氧能力之優劣影響乳酸的堆積與排除能力之快慢，而有氧能力呈現越高者，乳酸排除速度就越快。

蕭敬衡、陳佳慧、張嘉澤 (2011) 探討基礎耐力是否影響街舞 Breaking 能力，結果顯示 Breaking 運動負荷主要能量來源是無氧醣酵解，而個人基礎耐力將會影響舞蹈比賽間歇期快速恢復能力。Pulkkinen (2001) 指出柔道選手參與比賽時，影響成績表現的關鍵因素包括恢復能力。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，結果

顯示個人閾值耐力越佳者，柔道專項測試與折返跑乳酸值則呈現越低。楊孟龍、黃雅陵、林聖峰、廖清海 (2008) 研究指出有氧能力越佳，乳酸排除速度相對也越快，無氧耐力能力越好，在高強度負荷運動中呈現的乳酸值就越低。Yoshida, Suda and Takeuch (1982) 指出無氧閾值與耐力運動表現呈現非常高的相關性。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及一般組，使用 Uchi-Komi 與 Seoi-Nage 兩個動作連貫之測試，結果顯示出測試結束後第三分鐘乳酸值達最高峰，乳酸代謝率未達顯著差異，並建議平時訓練需加強基礎有氧耐力，以提高選手恢復能力。洪詩淳 (2010) 探討有氧耐力對射箭選手壓力荷爾蒙調節之影響，以 6 名高中男性射箭選手為受試者，受試者進行有氧無氧閾值檢測，根據研究結果分析可得知受試者擁有較佳有氧耐力能力者其專項成績表現較好，則有氧-無氧閾值速度越高者，競賽中唾液皮質濃度上升比率較低，藉由機轉可得知其具有較佳之內分泌調控能力，可有助於穩定比賽情緒及提升選手抗壓能力。程心儀、王月琪、陳佳慧、張嘉澤 (2013) 探討閾值耐力是否影響 300 m 負荷乳酸與血糖濃度，結論為無氧閾值越佳者，其最大乳酸濃度與無氧醣酵解能力亦佳，有氧閾值較高者，則恢復期心跳率下降速度亦快，此結果表示閾值能力影響運動員無氧負荷時的症狀。

綜合以上的文獻可觀察出在任何運動項目中都指出閾值耐力將影響運動表現之優劣。然而柔道運動因項目特質，著重強調四肢與軀幹的全身性高強度無氧能力運動表現時，仍需兼顧協調性、敏捷度等體能素質要求，故可推知，高運動負荷壓力將對身體造成諸多的影響，其負面效應主要表現在有氧與無氧閾值代謝狀態轉換時所造成身體的不適應，此時針對選手執行之訓練內容與相對負荷需求較不易控制 (過家興，1896)。則基礎耐力是決定肌肉負荷能力與抵抗疲勞的指標，在訓練或比賽狀態的速度下降，而基礎耐力具關鍵性的因素之一。針對視覺障礙柔道其特殊性本研究透過

跑步機訓練執行持續跑與持續跑速度變換的方式改善視覺障礙柔道選手有
氧耐力及專項耐力。



第三節 心跳率之相關研究

如何能快速取得科學之生理數據並呈現與運用是目前科學家所追求的目標，而訓練負荷影響身體能量提共路徑，其能量代謝中間產物可作為負荷調整，眾多運動負荷所產生之生物參數其中，心跳率可立即呈現運動強度反應症狀，心跳率會隨著運動的型態而改變，心跳率的高低是最容易且最方便解釋身體壓力的運動負荷，然而也是生理反應中適應最快的參數。

心跳率是指心臟每分鐘跳動的次數，心跳率可反應出一個人心肺耐力優劣之高低，一般而言，心肺耐力優者則安靜心跳率較低，心肺耐力劣者則安靜心跳率較高。由運動時心跳率上升的快慢與運動結束後心跳恢復的速率，皆可顯示心肺適能的優劣。隨著年齡的增長，運動時最大心跳率會逐漸的降低，由此可知透過心跳率進行運動強度評量之判定方式，可反應出運動參與者的個別差異狀況。

運動負荷的強度會改變心跳率的次數，心跳率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，可藉由儀器或徒手方式得知。心跳率所反應出的是人體生理面對外界與內在變化過程，除了使用觀察或評估病理性的疾病外，也可透過心跳率之高低來診斷運動負荷強度與恢復情形，運動時所表現出的心跳率變化狀態最為明顯。

Gappmaier (2002) 的研究結果顯示出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。Achten and Jeukendrup (2003) 指出影響心跳率的因素甚至包含濕度、噪音等環境考量之成因，皆

會提高運動心跳率，若身體狀況不佳時，運動心跳率也會顯著提升。心跳率監測因測試方式簡單且實用性高，使得運動教練大量運用於競技運動中，並作為訓練負荷調整及運動負荷強度之監控。因此，心跳率變化的測試不僅可準確評估人體生理系統中的整體狀態，同時也可提供心跳率變化之訊息使運動選手評估或觀察自身運動狀況，並依據此資訊來選擇適當的運動方式。

Hollmann et al. (1982) 指出超過預期的運動負荷及大量流汗將造成心臟衰竭，繼續運動會使血液濃度上升，因此增加心臟收縮壓力的負擔。此現象顯現心跳率急速上升，進而促使心肌產生病變，然而運動中心跳率的觀察能預防心臟衰竭。運動儀器應用主要透過心跳率或血液乳酸反應，若調整運動負荷強度，相對的，負荷劑量隨之改變，若無法適應將造成身體器官組織傷害，而運動中心跳率的反應是最直接呈現身體負荷壓力的指標，因此運動時需配戴心跳率偵測器，使得心跳率偵測器成為一般人體適能活動與競技運動員訓練不可缺少的運動器材 (蔡青宏，2014)。心臟循環系統在耐力訓練後其適應的包括；心肌肥大 (增加心臟每分鐘容積)、相同強度負荷下心跳率減少、降低安靜值心跳率、增加紅血球數量、血液容量增加及改善血液流動之特性 (Hollmann, 1982)。透過有氧耐力的訓練，主要常用的訓練方式為持續跑與持續速度變換兩項，負荷劑量可運用心跳率作為指標 (男性=220-年齡、女性=200-年齡、小孩=180-年齡)。

第四節 血乳酸之相關研究

在現代競爭激烈的運動場上，運動員為了追求更卓越的表現與成績，從事劇烈的運動後，因氧氣供應不足，造成人體內乳酸急遽的堆積，使選手運動能力受到限制，血乳酸被視為運動負荷強度生理指標之一。

在運動刺激下體內乳酸的生成可反應運動時能量代謝的變化，且常應用於運動強度的評定、監控及準確擬定訓練方式與運動疲勞的診斷 (Weinecker, 1993)。血乳酸是醣類代謝（無氧醣酵解）的中間產物，當肌肉持續高強度運動時其主要能量來源是醣酵解作用產生的 ATP，在參與不同運動強度時，血液中乳酸堆積的量，能反映出能量系統的供應情形，短時間高強度的肌肉收縮是造成乳酸堆積的主要因素，且乳酸的濃度可直接或間接損害肌肉功能（楊錫讓，1996）。藉由肌肉三大能量來源系統中觀之，10s 以內之短時間最大運動主要能量來源為 ATP-PC 系統或磷化物系統；1-2 min 時間左右之最大運動其主要能量來源為 ATP-PC 系統與乳酸系統（醣酵解）；至於 3 min 以上的最大運動或低強度或長時間運動則為有氧系統 (Neumann, 1990)。乳酸是依據運動時間、運動強度、運動類型而產生且呈現之乳酸值也有所不同，因當下訓練情況促使肝醣分解而受到影響 (Hollmann & Liesen, 1973)。

運動強度大小與血乳酸呈現直接的關係，在一定的負荷範圍內，隨著運動強度增大，身體所產生的乳酸相對也會增加（郭子淵，2011）。Casser and Brooks (1984) 當乳酸製造率與排除率失衡時，代表其運動強度提升，以無氧醣酵解方式提供所需之能量，而乳酸的堆積同時產生。

乳酸在運動訓練上的應用可作為；一、準確判斷運動強度；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、判斷有氧能力的優劣；五、作為訓練強度的判斷；六、作為訓練類型與訓練方式的判斷 (Neumann et al, 1993) 。Hultman and Sholm (1980) 也指出影響乳酸濃度的變化在訓練上可區分為三類；一、作為運動訓練強度；二、參與的肌肉量；三、持續的時間。

陳德盛、張嘉澤、徐建信 (2009) 以高中柔道選手為對象，並設定大於一分鐘的比賽為研究依據，一場比賽乳酸值介於 4~14 mmol/l 之間，其攻擊型態與對手強度及比賽時間皆影響乳酸濃度之變化。透過視覺障礙柔道比賽時間與運動強度之依據，可檢測視覺障礙柔道運動員乳酸數值變化，而在本研究則藉由乳酸數值變化觀察運動員有氧能力是否改善。

Mader et al. (1977) 指出人體在無氧閾值範圍內持續運動負荷的型態，將會造成乳酸的堆積，因為在激烈運動的刺激下乳酸的堆積會形成肌肉 pH 值降低，使得肌肉酵素活性下降，並導致肌肉活動的疲勞現象。過去有許多研究指出，進行激烈運動後進行動態恢復可提升攝氧量、血流量可加速乳酸的排除 (方進隆，1991) 。林正常 (1997) 指出慢縮肌比快縮肌更能氧化乳酸，則激烈運動過後安排低強度運動對乳酸的排除是有所幫助的。Fleck and Kraemer (1997) 認為 95 %的乳酸從血液中排除需一小時五分鐘，但如果在訓練後藉由走路、慢跑或者伸展操可比完全靜態休息更快速地排除乳酸，並發現消耗的 ATP 與 PC 在 20-48 秒重新補充 50 %；40-60 秒重新補充 75 %；60-144 秒重新補充 87 %，因此儲存於肌肉內大部分的 ATP 和 PC 在 3-4 min 可重新裝填。陳嫻芬、林孟楷等人 (2014) 探討以捷泳雙臂和單臂動態恢復對選手訓練後血乳酸排除與運動表現之影響，結果發現在動態恢復後 1 分鐘與第三分鐘之血乳酸濃度上皆顯著低於單臂動態恢復處理，結

果顯示動態恢復可有助於選手排除血乳酸並可提升運動表現。黃英哲、黃欽永、楊裕隆 (2007) 探討氣功對運動衰竭後血乳酸反應之研究，透過血液中乳酸將所得數據進行比較分析，結果顯示若有系統應用氣功調息，在運動後較快排除乳酸，有助於運動競賽者恢復體能。因此在激烈的運動後的恢復期中，施以適度的運動（動態恢復）對乳酸的排除比靜態休息（靜態恢復）其效果較佳。

由上述文獻中可知，已有許多研究探討如何在各個運動項目中加速排除乳酸及提升比賽的恢復能力，透過多樣性方式與檢測，再藉由數據之變化擬定適合的訓練方式，使得運動員在比賽中提升運動表現與競技運動成績，本研究針對視覺障礙柔道其特殊性使訓練更具科學化，透過執行訓練目的與訓練計畫，讓視覺障礙柔道運動員能更有效率地改善有氧能力與專項耐力能力。



第五節 柔道運動專項耐力

基礎耐力分為有氧耐力與無氧耐力，運動選手除了應具備基礎耐力外，更應該要具備其專項運動項目的高水準專項耐力（張嘉澤，2008）。然而專項耐力是直接發展運動專項比賽的能力，每個運動項目都有屬於其特殊的比賽所需之耐力能力。專項耐力訓練之目的在於比賽時間所需能量路徑及維持比賽的續航力，則專項耐力要求是依據比賽時間與所需能量提供系統來區分（張嘉澤，2008）。

柔道比賽是由參賽選手雙方藉由摔、跌、抓、扣、推、壓等技巧來達成摔倒、擒拿或壓制對手的競技性運動，在激烈過程中也有翻滾等動作的配合，是一項高度運用技術及肢體能力的競技項目。柔道選手必須以高度的無氧運動能力、強大的肌力、流暢的技巧、策略的應用與時機的掌握，藉由這些能力才能與對手互相抗力並企圖制伏對方以取得勝利（蘇俊賢，1995）。Tabata (1997) 也指出柔道的技術特徵是包含數個 15 至 30 秒作業負荷的運動表現，在每個作業負荷間有 10 至 15 秒的間歇休息時間，而這些作業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藉由無氧糖酵解路徑來提供所需的能量來源。柔道比賽時間需長達五分鐘再加上黃金得分（Golden score），平均每場比賽持續時間不會少於 180s，這說明其主要能量系統為無氧性（陳榮煌、蘇俊賢、陳雍元、陳文進，2005）。

評定運動員無氧能力可藉由測定運動員在短時間高負荷運動後血乳酸值升高的程度來得知，也就是運動員最大產血乳酸能力，針對柔道常用的 O-soto-gari 和 Ko-soto-gari 兩種摔法的能量運作進行研究，則顯示出這兩種摔法皆具有極高的乳酸濃度（Roquette, 1992）。

然而視覺障礙柔道的規則與一般柔道相同，可知其所需主要能量系統為無氧系統。鄭吉祥、駱俊霖、黃建人 (2003) 指出柔道訓練必須著重於有氧代謝的基礎上進而提升無氧代謝能力，不僅考量持續時間且強度要大，若發展柔道運動員供能能力必須在訓練課表上採用與比賽強度相同或者接近比賽時間來進行訓練，這也說明柔道的能量系統應以無氧代謝為主，有氧代謝為輔的一項運動，藉由這兩種能力來達成相輔相成的功效。

可從柔道運動的供能系統及機能特徵瞭解，柔道運動是在有氧代謝供能基礎上，並進行無氧供能運用為主的身體對抗性運動，在柔道訓練中安排科學化且適合該運動的訓練負荷，以刺激並誘導執行運動之骨骼肌能量代謝與運動員身體的適應變化為主 (過家興，1896；關煥圓、羅興華，1999)。由此可知，可透過視覺障礙柔道比賽型態主要供能來源的能量代謝之路徑來瞭解柔道選手的專項耐力，並針對視覺障礙柔道比賽負荷要求進行改善。

第六節 文獻總結

經由以上文獻所述，綜合歸納為下列幾點：

- 一、 視覺障礙者因視覺的限制而無法分辨環境與空間的感覺導致較少參與動態活動，本研究以視覺障礙運動員的安全為考量，耐力訓練主要以跑步機作為訓練器材，並期望未來的研究者能進一步針對視覺障礙者在各項運動表現深入探討並提供有效的運動模式。
- 二、 本研究透過跑步機訓練進而改善視覺障礙柔道選手有氧耐力與專項耐力之效果，由上述文獻可知，個人的有氧能力將影響乳酸的堆積與排除能力之快慢，而有氧能力呈現越高者，乳酸排除速度就越快，而無氧耐力能力愈佳者，其無氧性運動負荷產生之乳酸值愈低。
- 三、 針對視覺障礙柔道其特殊性，視覺障礙柔道屬於低時間高強度運動，則主要提供能量來源為無氧非乳酸系統，其快速恢復能力需依賴個人有氧能力，透過基礎耐力測試，判斷出個人的有氧-無氧閾值。
- 四、 本研究主要是以心跳率及乳酸兩種生物參數作為運動強度負荷指標，藉此可得知專項負荷的強度及視覺障礙柔道選手的疲勞、能量代謝變化，再由結果之數據探討跑步機訓練是否改善視覺障礙柔道選手有氧耐力以及專項耐力。

第參章 研究方法

本章節之目的說明整個研究過程與測試方法及試驗步驟，並解說如何處理分析所得之數據，將分成下列幾個部分來分別說明

- 一、研究對象
- 二、實驗時間與地點
- 三、實驗儀器與設備
- 四、實驗方法
- 五、實驗流程
- 六、資料處理與分析

第一節 研究對象

本研究對象為成年視覺障礙 (B3) 女子柔道運動員一名。柔道訓練年資 15 年，體重分級第一量級 (-48kg)，身高與體重分別為 155 cm 與 48 kg，年齡 23 歲 (如表 3-1-1 所示)。並讓受試者瞭解本研究目的、研究程序、以及研究進行中該注意事項，以利於實驗的進行。(本研究已通過 IRB 審查)

表 3-1-1 受試者基本資料

受試者人數	年齡(age)	身高(cm)	體重(kg)	訓練年資(yr)
N=1	23	155	48	15

第二節 實驗時間與地點

一、前測 (T-1)

日期：2016 年 9 月

時間：9 月 28 日-9 月 30 日

地點：國立體育大學柔道場及運動能力診斷與訓練調整中心

二、訓練

日期：2016 年 10 月

時間：10 月 03 日-10 月 14 日

地點：運動能力診斷與訓練調整中心

三、後測 (T-2)

日期：2016 年 10 月

時間：10 月 17 日-10 月 19 日

地點：國立體育大學柔道場及運動能力診斷與訓練調整中心

第三節 實驗儀器與設備

- 一、 德國 hp 高速度跑步機
- 二、 德國製血糖乳酸分析儀 (Diagnostic Biosen C-line；EKF-diagnostic)。
- 三、 心跳錶 (i-Heart)。
- 四、 採血工具 (酒精、毛管、採血針、手套等)。預計需要 4 支採血針、12 支毛管、12 個紅血球破壞劑、2 雙手套。
- 五、 SEIKO 碼錶。
- 六、 場地 (柔道場、運動能力診斷與生理實驗室)。



第四節 實驗方法

本研究內容分為前測、後測與兩週訓練，前測、後測分為有氧-無氧閾值耐力與柔道專項測試，共兩個項目，兩項測試間隔為一天。兩週訓練包含有氧耐力訓練與柔道專項訓練，一週訓練五天，有氧耐力訓練分為持續跑以及持續跑速度變換，速度強度設定為有氧閾值速度 2.5 m/s，無氧閾值速度 3.2 m/s，柔道專項在第一天與第五天訓練範圍為 5x15 下 (固定連攻法)，組間休息 60 s，第三天柔道專項訓練範圍為 2x3x3 min (寢技對摔)，組間休息 3 min，實驗進行共四週。兩週訓練內容如表 3-4-3 所示。

一、有氧-無氧閾值耐力測試 (2-4 mmol/l)

測試工具為跑步機與心跳率偵測器 (i-Heart)。測試前帶上心跳率偵測儀器，並在耳垂採集 10 μ l 血液，做為乳酸分析。跑步機開始速度為 2.5 m/s (9 km/h)，跑步時間為 5 分鐘 (min)，每次間歇 30 s (記錄心跳率與採集 10 μ l 血液)。每次速度增加 0.5 m/s (1.8 km/h)，測試進行至個人最大負荷為止。血液採集只需扎針 1 次，即可做連續採集，耳垂擠壓 5 次，血液總採集量為 50~60 μ l。測試過程中血液採集時間點如表 3-4-1 所示。

二、柔道專項測試

本項檢測以視覺障礙柔道比賽模式進行，測試前受試者需先熱身 10-15 min 分鐘，為避免在測試途中發生運動傷害。柔道專項測試共進行 3 組 2 min (3x2 min) 對抗賽。每次間歇 10 min，記錄心跳率 (如圖 3-4-1)。血液採集時間分別在測試前安靜值 (R) 每次對抗結束第一分鐘 (E1) 與每次間歇第 9 分鐘 (E9)。這項測試個人總血液採集量 $70\mu\text{l}$ (扎針 1 次，耳垂擠壓為 7 次，每次 $10\mu\text{l}$)。測試過程中血液採集時間點如表 3-4-1 所示。

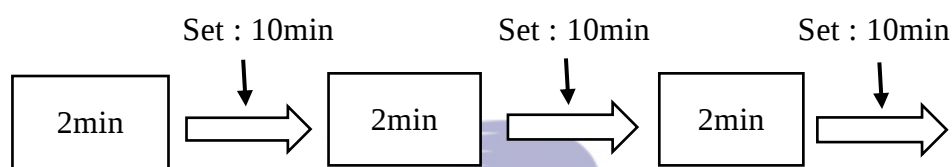


圖 3-4-1 柔道專項測試執行圖

表 3-4-1 前測 (T-1) 與後測 (T-2) 血液採集時間點

	Test	Bio	採血點
T-1	2-4 mmol/l	La	每 5min 採集血液 一次
		HR	全程記錄
	柔道專項測試		Set1 ; R 、 E1. E9
		La	Set2 ; E1. E9
			Set3 、 E1. E9
		HR	全程記錄
	2-4 mmol/l	La	每 5min 採集血液 一次
		HR	全程記錄
T-2	柔道專項測試		Set1 ; R 、 E1. E9
		La	Set2 ; E1. E9
			Set3 、 E1. E9
		HR	全程記錄

三、訓練數據收集

訓練內容包含柔道專項與有氧耐力訓練兩項，一週訓練 5 天。訓練生物參數收集為心跳率與乳酸，收集時間在星期一與星期五兩天。血液乳酸採集在星期一與星期五柔道專項訓練，柔道專項訓練範圍為 5x15 下 (連攻法)，組間休息 60 s，在每組訓練結束第一分鐘 (E1) 採集血液 10 μ l，共 3 次。在柔道專項訓練後，間隔 20 分鐘，進行跑步機 20 分鐘 (min) 有氧耐力訓練，跑步機訓練強度設定為 2.5 m/s。心跳率在兩項訓練皆全程記錄。訓練過程中血液採集時間點如表 3-4-2 所示。

表 3-4-2 兩週訓練血液採集時間點

Bio		採血點
柔道專項訓練		Set 1
	La	Set 3
		Set 5
		E1
HR		全程記錄
20 min 跑步機訓練	HR	全程記錄

表 3-4-3 兩週訓練計畫

Days	內容	訓練單元	
		1	2
Mon	目的	柔道技術	有氧耐力
	方式	重複方式	持續方式
	負荷	最佳動作	2 mmol/l 速度
	範圍	5x15 下 (連攻法)	20 min
	休息	Set 60 s	
Tue	目的	有氧耐力	
	方式	持續跑速度變換	
	負荷	V2-V4-V2-V4	
	範圍	5-5-5-5 min	
	休息		
Wed	目的	柔道技術	有氧耐力
	方式	重複方式	持續方式
	負荷	最佳動作	2 mmol/l 速度
	範圍	2x3x3 min (寢技對摔)	20 min
	休息	Set 3 min	
Thu	目的	有氧耐力	
	方式	持續跑速度變換	
	負荷	V2-V4-V2-V4	
	範圍	5-5-5-5 min	
	休息		
Fri	目的	柔道技術	有氧耐力
	方式	重複方式	持續方式
	負荷	最佳動作	2 mmol/l 速度
	範圍	5x15 下 (連攻法)	20 min
	休息	Set 60 s	

第五節 實驗流程

本實驗分為研究測試與訓練兩項，實驗週期共 4 週（包含訓練）。研究包含跑步機階梯式負荷上升與柔道專項測試，兩項測試間隔一天。訓練週期為 2 週，計劃內容包含有氧耐力與專項柔道訓練（如表 3-4-3）。實驗流程如圖 3-4-2 所示。

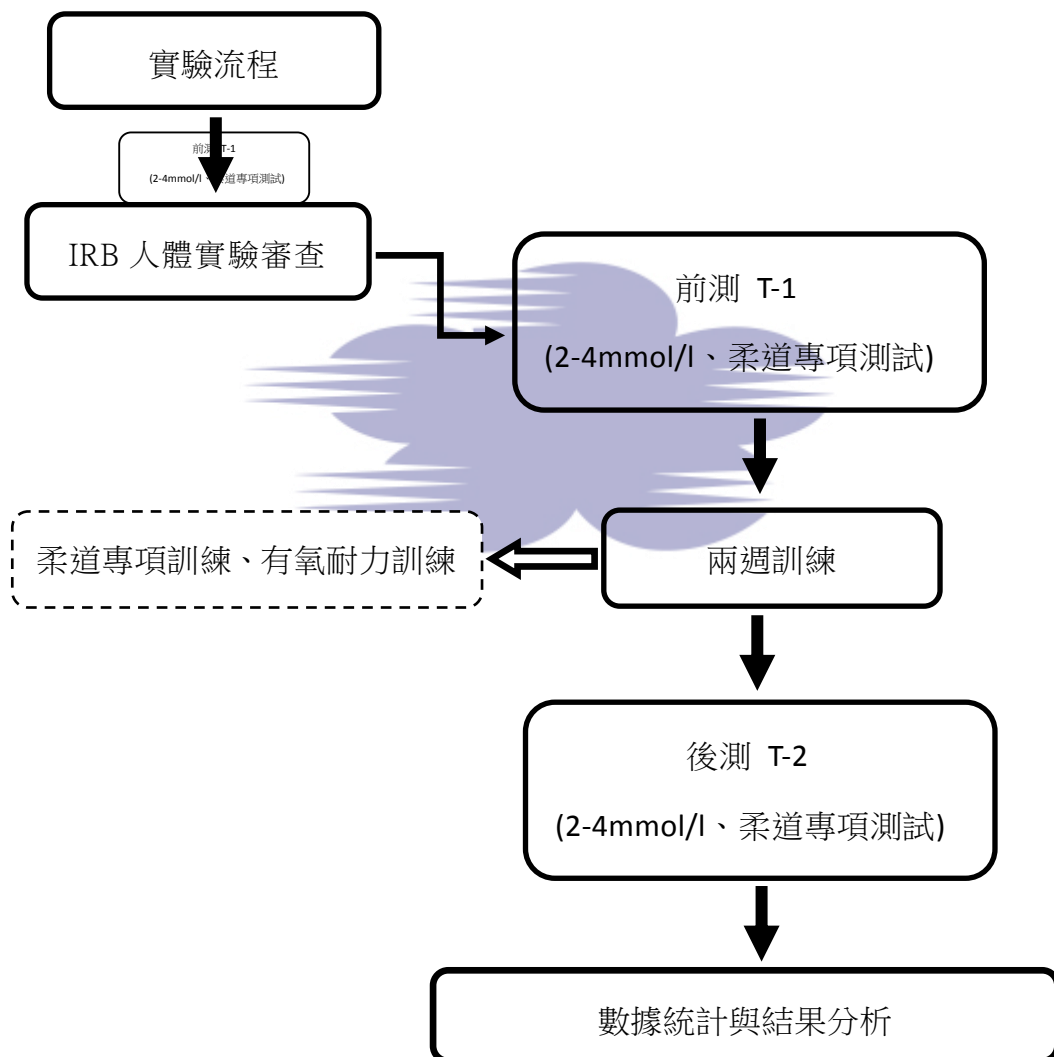


圖 3-4-2 實驗流程

第六節 資料處理與統計方法

- 一、 所有數據以統計套裝軟體 SPSS 20.0 版進行分析，圖形應用 Sigma-Plot 8.0 畫製。
- 二、 所有數據皆以平均值與標準差呈現。
- 三、 以 t-Test 進行前測與後測差異分析。



第肆章 結果分析與討論

第一節 階梯式負荷上昇與有氧-無氧閾值耐力

圖 4-1-1 為 T-1 與 T-2 階梯式負荷上昇血液乳酸與心跳率分析。前測 (T-1) 與後測 (T-2) 在 2.5 m/s 的血液乳酸值分別為 2.28 mmol/l 與 1.59 mmol/l，兩者差異 -0.69 mmol/l，則在 3 m/s 分別為 3.33 mmol/l (T-1) 與 2.11 mmol/l (T-2)，兩者差異 -1.22 mmol/l，在 3.5 m/s 分別為 4.55 mmol/l (T-1) 與 3.46 mmol/l (T-2)，兩者差異 -1.09 mmol/l，另外受試者在後測 4 m/s 時血液乳酸值為 5.86 mmol/l。心跳率在前測 (T-1) 與後測 (T-2) 2.5 m/s 時分別為 144 min⁻¹ 與 133 min⁻¹，兩者差異為 -11 min⁻¹，在 3 m/s 分別為 156 min⁻¹ (T-1) 與 155 min⁻¹ (T-2)，兩者差異為 -1 min⁻¹，在 3.5 m/s 分別為 172 min⁻¹ (T-1) 與 171 min⁻¹ (T-2)，兩者差異為 -1 min⁻¹，則前測 (T-1) 與後測 (T-2) 在恢復期第五分鐘心跳率分別為 113 min⁻¹ 與 117 min⁻¹，兩者差異為 +4 min⁻¹。受試者在後測 4 m/s 時心跳率達到 184 min⁻¹。後測 T-2 最高速度達 4 m/s，T-1 則為 3.5 m/s。

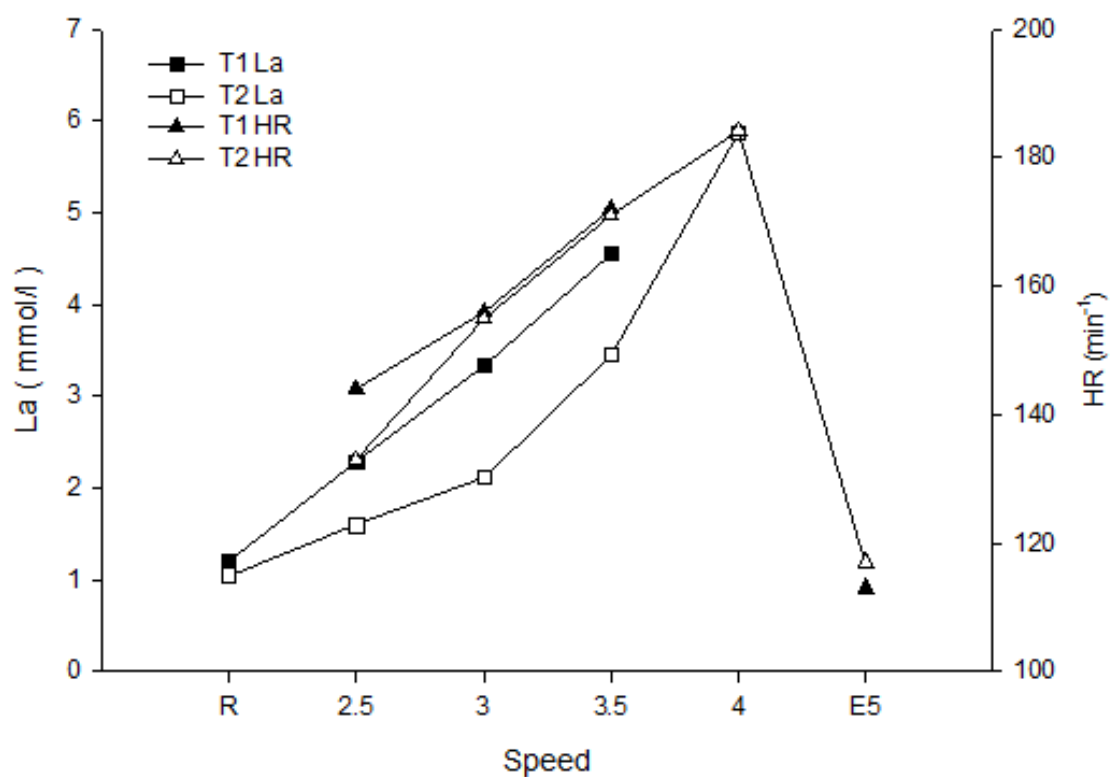


圖 4-1-1：階段式負荷上昇血液乳酸與心跳率分析

表 4-1-1 為有氧-無氧閾值 (2-4 mmol/l) 耐力分析，結果分析顯示前測 (T-1) 有氧閾值 (2 mmol/l) 速度為 1.8 m/s，無氧閾值 (4 mmol/l) 速度為 3.2 m/s，心跳率分別為 129 min^{-1} 與 169 min^{-1} ，則後測 (T-2) 2 mmol/l 速度為 2.9 m/s，4 mmol/l 速度為 3.6 m/s，心跳率分別為 153 min^{-1} 與 175 min^{-1} ，其 T-1 與 T-2 兩者在 2 mmol/l 速度差異 +1.1 m/s，4 mmol/l 速度則差異 +0.4 m/s，心跳率分別差異 $+24 \text{ min}^{-1}$ 與 $+6 \text{ min}^{-1}$ 。如表 4-1-1 所示。

表 4-1-1 有氧-無氧閾值 (2-4 mmol/l) 耐力分析

Test	2 mmol/l		4 mmol/l	
	m/s	HR	m/s	HR
Test-1	1.8	129	3.2	169
Test-2	2.9	153	3.6	175
Diff.	+ 1.1	+ 24	+ 0.4	+ 6

受試者後測 (T-2) 有氧閾值速度提升 1.1 m/s，無氧閾值 (4 mmol/l) 速度進步 0.4 m/s，且在後測 (T-2) 時最高速度達 4 m/s。因此反應出有氧-無氧閾值進步的現象，故反應在柔道專項測試後測 (T-2) 恢復期血液乳酸呈現下降，有氧閾值耐力訓練效果可呈現技擊運動項目選手 ATP-PC 的恢復機轉 (張嘉澤，2013)。乳酸的生成與排除影響著生理的穩定狀態 (Weltman, 1995)，在比賽過程中若有較佳的有氧閾值能力有助於賽場中快速恢復，維持較穩定的運動表現。因此兩週的柔道專項訓練結合持續跑、持續跑速度變換的訓練組合有助於改善有氧-無氧閾值能力。

後測 (T-2) 結果顯示有氧閾值速度進步 1.1 m/s，無氧閾值速度進步 0.4 m/s，乳酸在後測 (T-2) 亦呈現下降，過去研究指出有氧閾值若越高，乳酸排除速度就越快 (Mader, 1984; Neumann et al., 1991)，楊孟龍 (2008) 研究指出，有氧能力越好，則乳酸排除也越快，無氧耐力越好，在高強度負荷中所產生的乳酸就越低，Neumann et al. (1991) 研究指出個人有氧能力之優劣影響乳酸的堆積與排除能力之快慢，而有氧能力呈現越高者，乳酸排除速度就越快，過去

研究也提出恢復期乳酸排除的速度受到個人有氧閾值耐力、肌肉細胞粒線體數量與肌肉周邊微血管數量三個因素所影響 (Hollmann & Rost, 1982)，綜合上述文獻，本研究受試者的基礎耐力能力呈現改善。

依據 Hollmann et al. (1987) 指出競技運動員的有氧閾值需達 ≥ 2.8 m/s，無氧閾值最低標準為 3.5 m/s，受試者在後測 (T-2) 有氧閾值速度為 2.9 m/s，無氧閾值速度達 3.6 m/s，本研究結果顯示受試者的有氧-無氧閾值耐力分析達到標準。

綜合上述，在同樣的負荷與時間下，肌肉所代謝的乳酸值將因器官組織對訓練產生的適應現象，而出現下降的反應。本研究透過兩週有氧訓練結合柔道專項訓練的組合，運用不同的負荷強度與持續時間，綜合一般耐力與專項耐力之功能，結果顯示有氧-無氧閾值耐力測試後測 (T-2) 受試者有氧閾值速度進步 1.1 m/s，無氧閾值速度進步 0.4 m/s，表示對於此訓練強度的設定產生生理適應。

第二節 兩週訓練血液乳酸之分析

結果顯示兩週訓練的第一天血液乳酸平均值分別為 3.22 ± 1.83 mmol/l (Tr-1) 與 3.11 ± 1.05 mmol/l (Tr-1)，兩者差異為 -0.11 mmol/l，而在兩週的第五天訓練血液乳酸平均值分別為 2 ± 1.1 mmol/l (Tr-5) 與 2.2 ± 0.93 mmol/l (Tr-5)，兩者差異為 $+0.2$ mmol/l。如圖 4-2-1 所示。

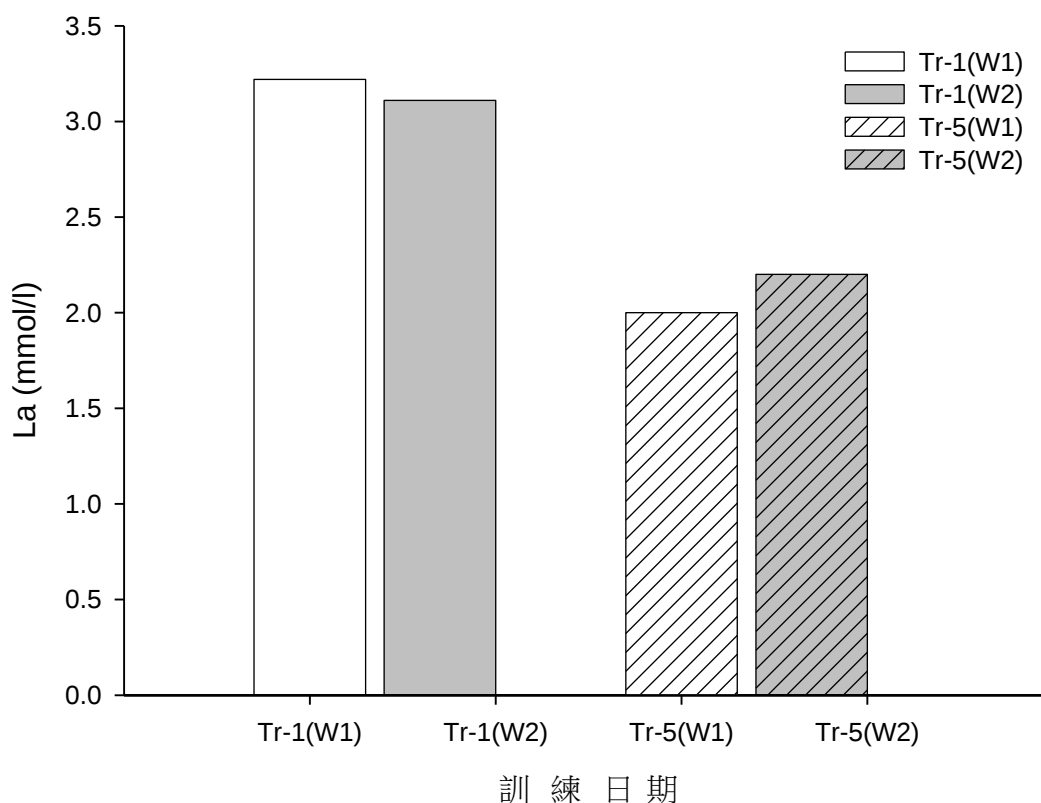


圖 4-2-1 兩週柔道專項訓練血液乳酸之分析

本研究中柔道專項以固定連攻法 15 次為一組，總共五組進行訓練。結果顯示第一週柔道專項訓練第一天與第五天血液乳酸平均值分別為 3.22 ± 1.83 mmol/l (Tr-1)、 2 ± 1.1 mmol/l (Tr-5)，兩者差異為 -1.22 mmol/l，第二週血液乳酸

平均值分別為 $3.11 \pm 1.05 \text{ mmol/l}$ (Tr-1)、 $2.2 \pm 0.93 \text{ mmol/l}$ (Tr-5)，兩者差異為 -0.91 mmol/l 。受試者在第二週的第五天 (Tr-5) 訓練所產生的乳酸較低，表示經耐力訓練後呈現較佳恢復機轉，此外以固定連攻法而言乳酸值介於 $2\text{-}3 \text{ mmol/l}$ 之間仍相對較低於第一天的負荷。經過訓練後，身體器官將會產生適應現象，相同運動負荷下，乳酸會產生下降的效果 (葉明春、呂欣善、張嘉澤，2006)。

對照圖 4-1-1 有氧-無氧閾值前後測比較發現乳酸曲線向右偏移，這是訓練的適應現象。張嘉澤 (2008) 指出有氧-無氧閾值測試的結果不僅能分析個人基礎耐力，更可當作耐力訓練強度之依據與評估訓練效果，本研究受試者有氧-無氧閾值耐力分析在前後測 (T-1) 有氧閾值 (2 mmol/l) 速度分別為 1.8 m/s ，而在後測 (T-2) 2 mmol/l 速度為 2.9 m/s ，後測 (T-2) 的有氧閾值 (2 mmol/l) 速度進步了 1.1 m/s 。當有氧閾值耐力佳者，其將呈現較佳恢復機轉 (Mader & Heck, 1991)。且在運動中與運動後的乳酸的變化是由骨骼肌等組織中乳酸生成率，進入血液的速率和血液中乳酸消失速率之間平衡的表現 (Karlsson, Peterson, Henriksson, & Knuttgen, 1975)。階梯式運動負荷中若相同運動強度呈現較低乳酸與心跳，表示乳酸的生成量可能降低，這是個體對運動負荷感受下降的現象。

第三節 兩週訓練心跳率之分析

結果顯示兩週柔道專項訓練的第一天心跳率平均值分別為 $164 \pm 3.61 \text{ min}^{-1}$ 、 $153 \pm 5.69 \text{ min}^{-1}$ ，兩者差異為 -11 min^{-1} ，則兩週的第五天訓練心跳率平均值分別為 $148 \pm 1.53 \text{ min}^{-1}$ 、 $144 \pm 4.04 \text{ min}^{-1}$ ，兩者差異為 -4 min^{-1} 。如圖 4-3-1 所示。

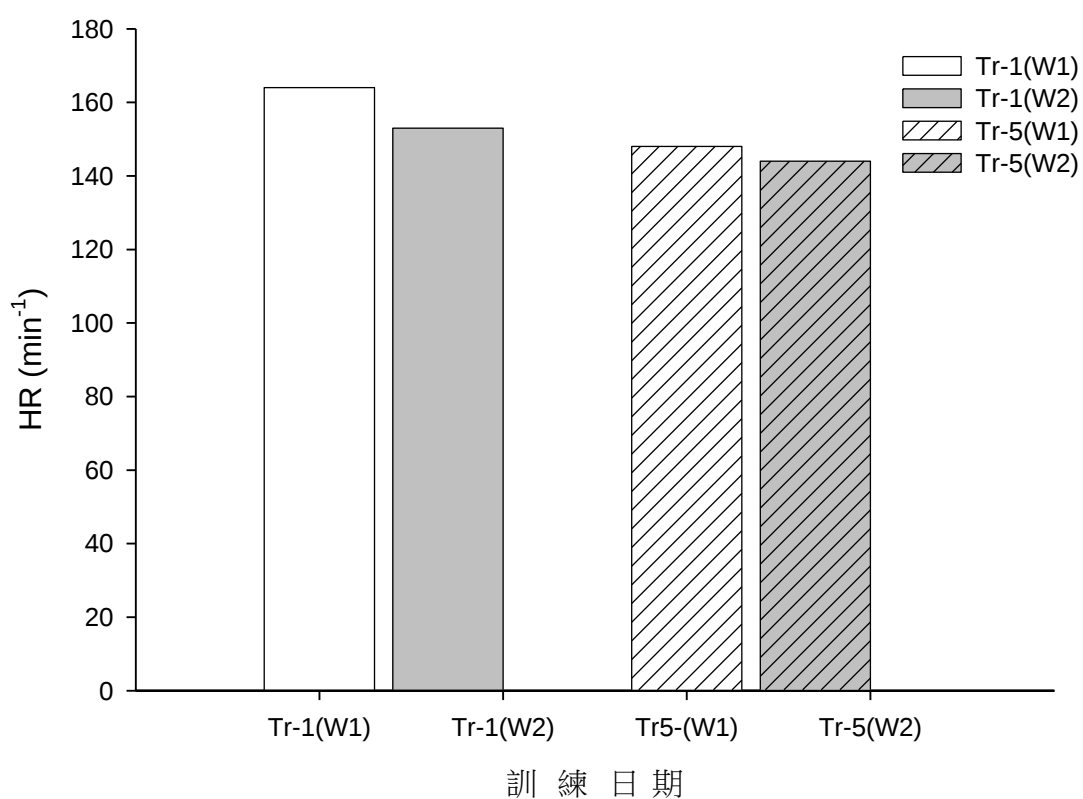


圖 4-3-1 兩週柔道專項訓練心跳率平均值之分析

結果分析顯示兩週跑步機訓練第一天的心跳率平均值分別為 $134 \pm 14.5 \text{ min}^{-1}$ (Tr-1)、 $140 \pm 16 \text{ min}^{-1}$ (Tr-1)，兩者差異為 $+6 \text{ min}^{-1}$ ，另外在兩週跑步機訓練的第五天心跳率平均值分別為 $125 \pm 14.3 \text{ min}^{-1}$ (Tr-5)、 $126 \pm 14.8 \text{ min}^{-1}$ (Tr-5)，則兩者差異為 $+1 \text{ min}^{-1}$ 。如圖 4-3-2 所示。

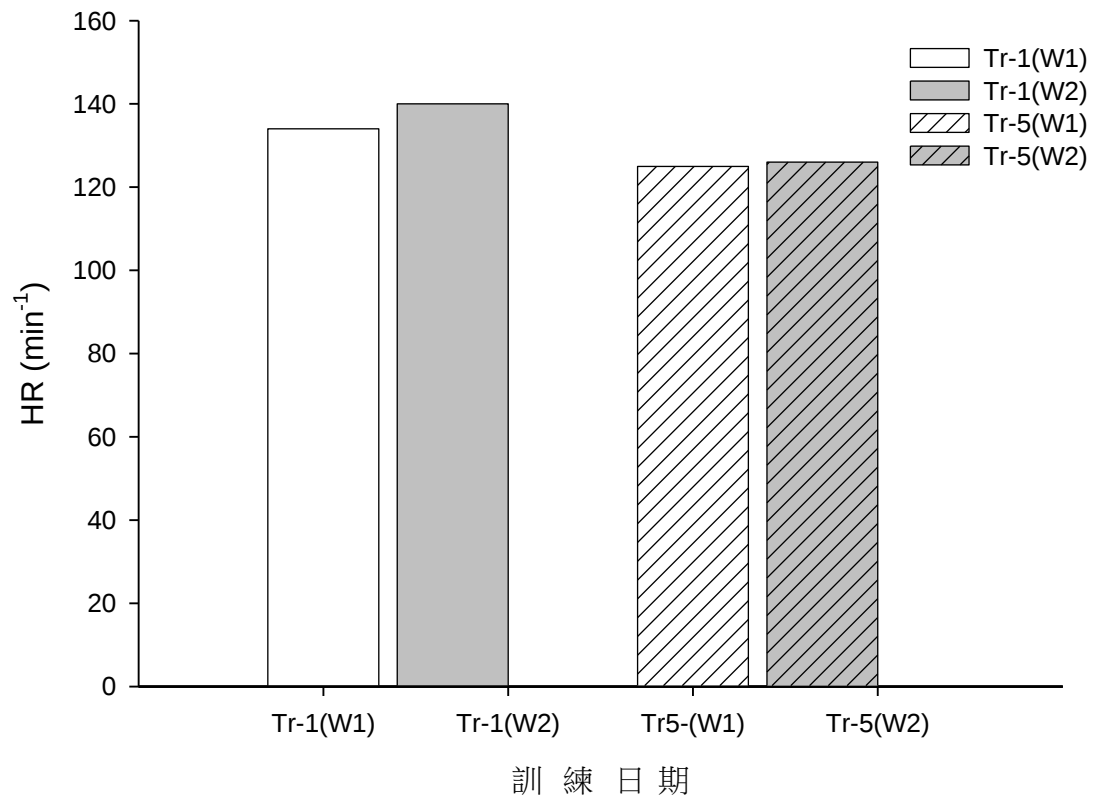


圖 4-3-2 兩週跑步機訓練心跳率平均值之分析

過去研究指出心跳率可用來判斷個體的訓練效果以及承受負荷的能力 (Hottenrott, 1993)。Hollmann et al.(1982) 指出在長期耐力訓練後，心臟循環系統方面適應顯現有心肌肥大（增加心臟每分鐘容量）、相同強度心跳率減少、降低安靜值心跳率、增加紅血球量、血液容量增加以及改善血液流動特性等等，第一週柔道專項訓練的第一天與第五天心跳率平均值分別為 $164 \pm 3.61 \text{ min}^{-1}$ (Tr-1)、 $148 \pm 1.53 \text{ min}^{-1}$ (Tr-5)，兩者差異為 -16 min^{-1} ，第二週柔道專項訓練心跳率平均值分別為 $153 \pm 5.69 \text{ min}^{-1}$ (Tr-1)、 $144 \pm 4.04 \text{ min}^{-1}$ (Tr-5)，兩者差異為 -9

min^{-1} ，結果顯示在兩週第五天的柔道專項訓練心跳率平均值呈現下降，心跳率的次數愈低，表示相同運動強度下身體有較佳的體能狀況，因此呈現較低的專項訓練心跳率。

過去研究指出持續跑訓練（持續、持續速度變換）是發展基礎耐力的方式之一，其訓練目的適應顯現主要在於提高心臟循環能力、擴大有氧代謝以及提升副交感神經的能力等（張嘉澤，2013）。因此本研究安排兩週持續跑（持續、持續速度變換）訓練在柔道專項訓練結束後，則受試者在兩週的 20 分鐘（min）以 2.5 m/s 持續跑訓練，第一週的跑步機訓練心跳率平均值分別為 $134 \pm 14.5 \text{ min}^{-1}$ 、 $125 \pm 14.3 \text{ min}^{-1}$ ，第二週的跑步機訓練心跳率平均值分別為 $140 \pm 16 \text{ min}^{-1}$ 及 $126 \pm 14.8 \text{ min}^{-1}$ ，顯示第二週的心跳率較高，推測可能是柔道專項訓練與跑步機訓練為不同肌肉收縮方式。柔道專項訓練以短時間高強度且快節奏的模式進行，而跑步機訓練呈現長時間肌肉持續收縮，受試者在第二週兩個訓練單元間歇時身體壓力無法獲得及時的排除，pH 值逐漸下降，致使產生疲勞的生理症狀，反應心跳率較高的現象。再者，以柔道運動而言，當完成專項訓練後接續進行略高於有氧閾值之持續 20 分鐘跑步可能因前一單元的專項訓練造成疲勞堆積，因此展現較高心跳率；雖然專項負荷心跳率呈現下降且第二週第一天專項訓練之乳酸值也呈現下降，但在完成專項訓練後之持續跑訓練反而呈現較高心跳值，顯示專項訓練後若直接進行持續跑訓練可能呈現較高的心跳，因此若教練要進行低強度有氧訓練，可能需設定較低的負荷強度。

第四節 柔道專項測試血液乳酸與心跳率之分析

表 4-4-1 為柔道專項測試血液乳酸濃度分析。結果分析顯示在前測 (T-1) 與後測 (T-2) 的血液乳酸安靜值分別為 1.49 與 1 mmol/l。前測 (T-1) 與後測 (T-2) 第一組測試 (Set-1) 恢復期第一分鐘 (E1) 血液乳酸值分別為 5.46 (T-1) 與 3.66 mmol/l (T-2)，兩者差異為 -1.8 mmol/l，恢復期第九分鐘 (E9) 血液乳酸值分別為 5.66 與 3.08 mmol/l，兩者差異為 -2.58 mmol/l。在第二組測試 (Set-2) 結束後第一分鐘 (E1) 血液乳酸值分別為 5.79 與 4.18 mmol/l，兩者差異 -1.61 mmol/l，恢復期第九分鐘 (E9) 血液乳酸值分別為 5.31 與 3.19 mmol/l，差異為 -1.81 mmol/l。另外在第三組測試 (Set-3) 恢復期第一分鐘 (E1) 血液乳酸值分別為 8.29、3.77 mmol/l，兩者差異為 -4.52 mmol/l，恢復期第九分鐘 (E9) 血液乳酸值分別為 5.31、3.9 mmol/l，則差異 -1.41 mmol/l。

表 4-4-1 前測 (T-1) 與後測 (T-2) 柔道專項測試血液乳酸值分析

	安靜值	Set-1		Set-2		Set-3	
Time	R	E1	E9	E1	E9	E1	E9
前測 (T-1)	1.49	5.46	5.66	5.79	5	8.29	5.31
後測 (T-2)	1	3.66	3.08	4.18	3.19	3.77	3.9
Diff.	-0.49	-1.8	-2.58	-1.61	-1.81	-4.52	-1.41

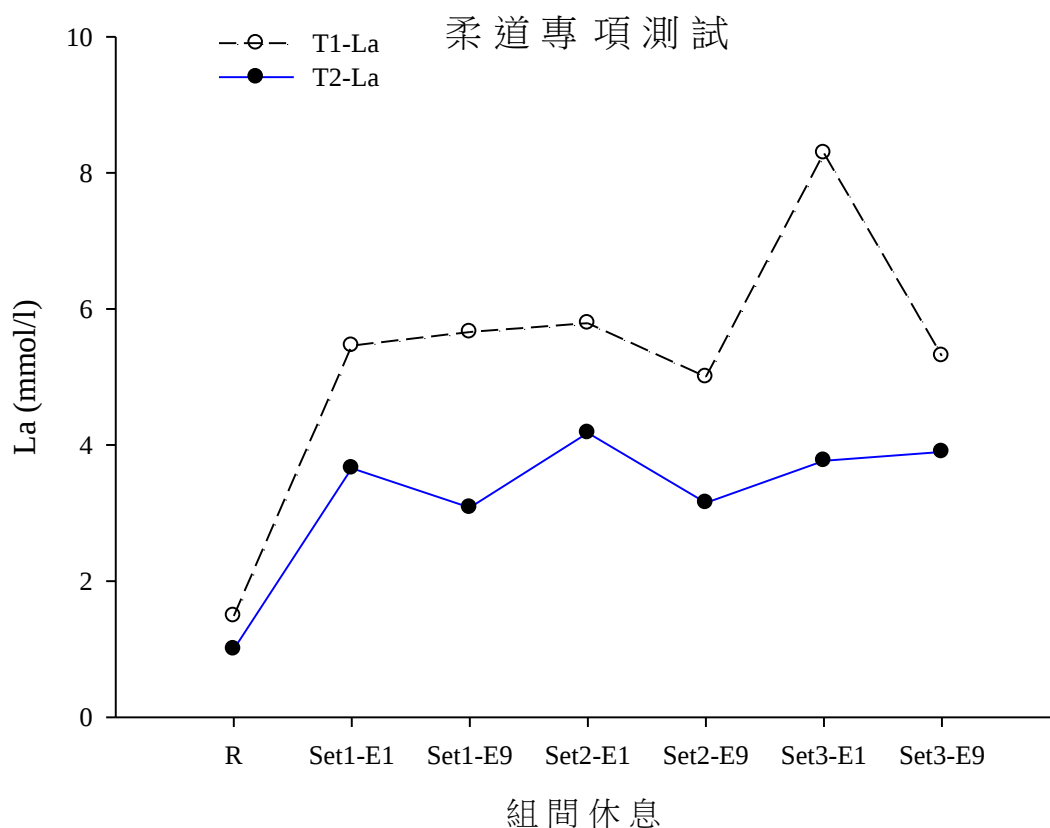


圖 4-4-1 前測 (T-1) 與後測 (T-2) 柔道專項測試血液乳酸值分析

本研究柔道專項測試透過 3 組 2 min 模擬比賽，間歇休息 10 min 來進行測試。Weicker et al. (1994) 指出乳酸排除快慢依據個人有氧閾值能力，能力越佳排除能力越好，有氧能力的提升，可延緩乳酸快速堆積，因此反應在 3 組的模擬比賽後乳酸值皆呈現下降。本研究受試者後測 (T-2) 有氧閾值速度提升為 1.1 m/s，無氧閾值 (4 mmol/l) 速度進步 0.4 m/s，結果顯示受試者在有氧閾值速度進步的幅度較大。而柔道的能量路徑是 ATP-PC 進入無氧糖酵解，屬於非循環式，過去研究指出有氧閾值 (2 mmol/l) 能力會影響無氧非乳酸能量系統的恢復，間接影響乳酸堆積的速率。因此個人閾值能力越佳者，對瞬間無氧負荷刺激的調節與恢復就較快 (Hollmann & Hettinger, 2000)。

張嘉澤 (2008) 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。Hollmann et al. (1987) 也指出競技運動員的有氧閾值需達 ≥ 2.8 m/s，無氧閾值最低標準為 3.5 m/s。經過兩週訓練，受試者有氧-無氧閾值分別提高至 2.9 m/s 與 3.6 m/s。

受試者在柔道專項測試後測 (T-2) 3 組模擬比賽血液乳酸值恢復期第一分鐘 (E1) 較前測低。前測 (E1) 乳酸值顯示在結束後第一分鐘 (E1) 出現最高乳酸時，表示強度負荷增加即早進入無氧糖酵解路徑，而在後測 (T-2) 對抗過程中，在施術表現感受能做出較具威脅性的攻擊動作。除此之外，陳德盛、張嘉澤、徐建信 (2009) 在柔道比賽負荷與專項檢測之比較研究中指出，柔道比賽強度可能因施術型態以及攻擊頻率有關，或者比賽中對手的攻防型態亦會有所影響。因此本研究受試者有氧閾值能力進步，表示在專項比賽後恢復能力的提升，無氧閾值速度進步，顯現在比賽過程中所產生的乳酸值較低。

綜合上述，視覺障礙柔道比賽屬於高強度高對抗性的間歇性運動，對抗過程中只有極短暫的休息時間，選手除了需要具備最大力量輸出、速度以及技術展現之外，也需要快速恢復能力，在比賽暫停或短暫整理衣服之間能使身體產生再生機制 (Regeneration)，這有賴於良好的有氧-無氧閾值耐力。

表 4-4-2 為前測 (T-1) 與後測 (T-2) 柔道專項測試心跳率分析。結果分析顯示，前測 (T-1) 與後測 (T-2) 每組測試 (Set-1-2-3) 在結束後第一分鐘 (E1) 心跳率平均值分別為 163 ± 4.16 (T-1) 與 $166 \pm 3.16 \text{ min}^{-1}$ (T-2)，兩者差異為 $+3 \text{ min}^{-1}$ ，則每一組 (Set-1-2-3) 在恢復期第三分鐘 (E3) 心跳率平均值為 $108 \pm 1 \text{ min}^{-1}$ (T-1) 與 $110 \pm 12.51 \text{ min}^{-1}$ (T-2)，兩者差異為 $+2 \text{ min}^{-1}$ 。每一組測試恢復期第五分鐘 (E5) 心跳率平均值則為 103 ± 4.93 與 $96 \pm 7.23 \text{ min}^{-1}$ ，兩者差異為 -7 min^{-1} 。

表 4-4-2 柔道專項測試心跳率分析

	E1 (Set-1-2-3)	E3 (Set-1-2-3)	E5 (Set-1-2-3)
前測 (T-1)	163±4.16	108± 1	103±4.93
後測 (T-2)	166±3.16	110±12.51	96±7.23
Diff.	+3	+2	-7

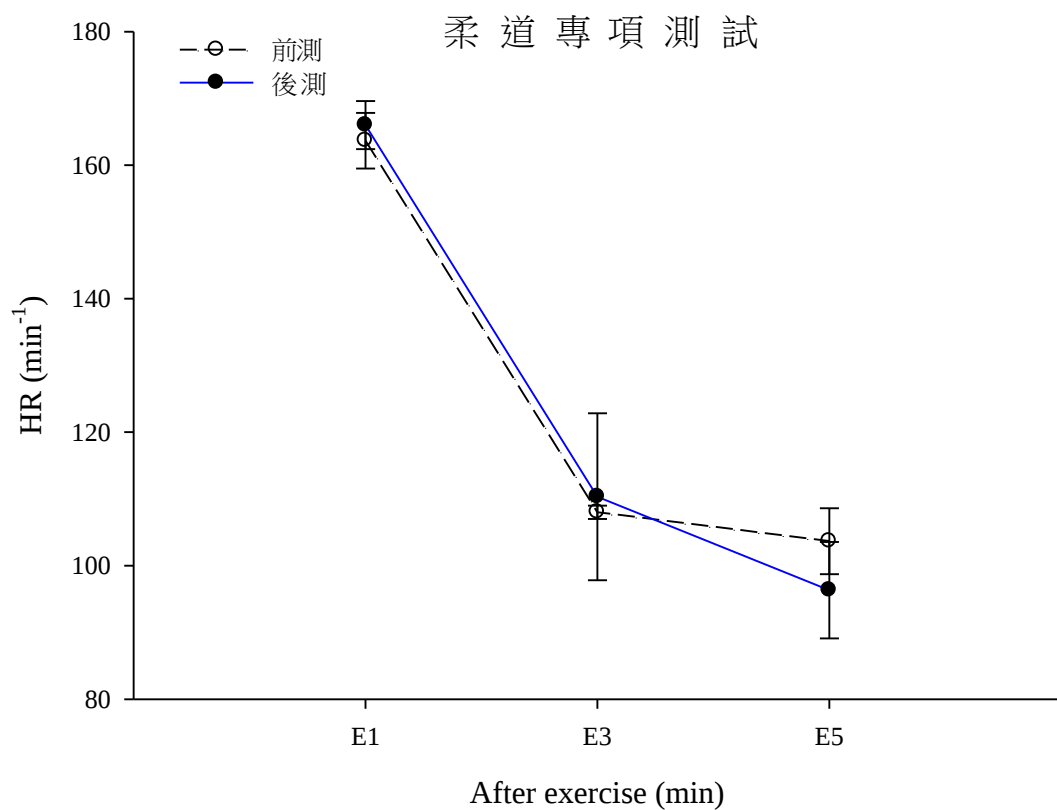


圖 4-4-2 柔道專項測試心跳率分析

心跳率的高低可判斷負荷劑量與運動者對負荷型態生理症狀反應，運動過程中心跳率會隨著負荷強度的高低有所改變 (張嘉澤，2010)。柔道專項測試前測 (T-1) 與後測 (T-2) 3 組模擬比賽結束後第一分鐘 (E1) 心跳率平均值分別為 $163 \pm 4.16 \text{ min}^{-1}$ (T-1) 與 $166 \pm 3.16 \text{ min}^{-1}$ (T-2)，兩者差異為 $+3 \text{ min}^{-1}$ ，恢復期

第三分鐘 (E3) 心跳率平均值分別為 108 ± 1 (T-1) 與 $110 \pm 12.51 \text{ min}^{-1}$ (T-2) , 兩者差異為 $+2 \text{ min}^{-1}$, 結果顯示柔道專項測試後測 (T-2) 在恢復期第一分鐘 (E1) 與第三分鐘 (E3) 心跳率平均值較前測 (T-1) 高, 除了心跳率作為運動強度的指標外, 本研究柔道專項測試也將乳酸值作為討論的數據, 運動中若提早進入無氧醣酵解反應, 伴隨而生的乳酸將會限制肌肉收縮之能力, 而過去研究指出乳酸堆積會干擾神經的傳導、肌肉的收縮、和肌肉的能源, 並同時導致疲勞的產生 (Karlsson et. al., 1975), 在比賽中若提早產生疲勞的狀態, 也將會影響選手動作的執行與表現, 從柔道專項測試後測的數據得知後測乳酸值呈現下降, 表示後測 3 組模擬比賽受試者呈現較佳恢復能力。過去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 (Sedlock, 1996), 故柔道比賽強度負荷的高低是依本身施術的攻擊次數, 或者對手的攻防型態而決定, 因此柔道專項測試 T-2 在恢復期第一分鐘 (E1) 與第三分鐘 (E3) 心跳率平均值較 T-1 高, 顯現 T-2 的 3 組模擬比賽受試者體循環壓力受肌肉收縮負荷影響。

由於過去研究提出在最大負荷運動結束, 恢復期心跳率可作為運動員生理指標判斷, 其在恢復期第五分鐘 (E5) 為分析標準 (Böhmer et al., 1975)。因此柔道專項測試 3 組模擬比賽前測 (T-1) 與後測 (T-2) 恢復期第五分鐘 (E5) 心跳率平均值分別為 103 ± 4.93 與 $96 \pm 7.23 \text{ min}^{-1}$, 顯示後測 (T-2) 心跳率較低, 運動後恢復期的心跳率皆與選手體能狀態以及運動強度有關, 且運動後恢復期的心跳率將會受訓練效果有所影響 (Sedlock, 1996)。Hollmann et al. (1990) 指出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。表示受試者透過兩週跑步機訓練後, 有氧能力獲得改善, 使得恢復能力呈現較佳。

本研究個案結果顯示視覺障礙柔道選手有氧-無氧閾值耐力呈現進步, 柔道專項測試乳酸值呈現下降, 如表 4-3-3 後測數據總整理。

表 4-4-3 後測數據總整理

測 試 項 目	T2	Effect		Diff	
有氧-無氧閾值耐力	Speed	2 mmol/l	↑	+1.1 m/s	
		4 mmol/l	↑	+0.4 m/s	
	HR	2 mmol/l	↑	+24 min ⁻¹	
		4 mmol/l	↑	+6 min ⁻¹	
柔道專項測試	La	E 1	↓	Set-1	-1.8 mmol/l
				Set-2	-1.61 mmol/l
				Set-3	-4.52 mmol/l
		E 9	↓	Set-1	-2.58 mmol/l
				Set-2	-1.81 mmol/l
				Set-3	-1.41 mmol/l
	HR	E 1	↑	+3 min ⁻¹	
		E 3	↑	+2 min ⁻¹	
		E 5	↓	-7 min ⁻¹	

第伍章 結論與建議

本研究主要探討兩週跑步機訓練對視覺障礙柔道選手有氧與專項耐力之效果，將進行測試及兩週的訓練計劃，研究結論如下：

本研究結果顯示兩週跑步機訓練對視覺障礙柔道選手在有氧-無氧閾值耐力測試顯現改善，有氧閾值速度與無氧閾值速度呈現提升，因此兩週的柔道專項訓練結合持續跑、持續跑速度變換的訓練組合有助於改善有氧-無氧閾值能力。從柔道專項測試結果得知有氧閾值越高，其最大乳酸值亦低，此現象顯示基礎耐力影響柔道專項負荷的恢復能力，過去研究指出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(張嘉澤，2008)。

視覺障礙柔道比賽屬於短時間高強度運動項目，而其所需能量提供路徑為無氧非乳酸與無氧醣酵解，建議未來訓練可加入持續跑與持續跑速度變換跑步機訓練以提昇專項能力。

參考文獻

一、網站資料：

盲人柔道。認識障礙類別。

(<http://library.taiwanschoolnet.org/cyberfair2003/C0332970171/ex-edu-di/b5.htm#視覺障礙>)

身心障礙者服務資訊網 (<http://disable.yam.org.tw/node/551>)

二、中文部分：

方進隆 (1991)。運動與高尿酸血症。《中華體育季刊》，5(1)，1-9。

王淑婷 (2010)。青年柔道運動員等速肌力診斷。台中市：國立台灣體育學院。

王德英 (1984)。專項運動訓練-柔道。台北市：文史哲出版社。

周品慧、簡戊鑑 (2008)。視覺障礙兒童的體適能與身體活動情形及阻礙因素。
《身心障礙研究季刊》，6(3), 222-237。

林正常 (1997)。運動生理學。台北：師大書苑。

侯碧燕、劉金龍、黃瑞澤 (2007)。柔道運動間歇訓練方式之探討。《運動教練科學》，8，67-76。

柯明期。視覺障礙者的特質, from <http://center.batol.net/d4/d4-2.php>

洪詩淳 (2010)。有氧耐力對射箭選手壓力荷爾蒙調節之影響: 國立體育大學教練研究所碩士論文。

- 張嘉澤 (2008)。訓練學。桃園縣：台灣運動能力診斷協會。
- 張嘉澤 (2013)。運動員體能訓練與檢測。科學發展，492，16-23。
- 郭子淵 (2011)。應用生理生化指標對備戰第九屆全運會散打運動員賽前運動訓練的研究。安體育科技，92，64-69。
- 陳文進、洪敬賓 (2006) 柔道專項運動能力之訓練。淡江體育，9，95-102。
- 陳佩欣，詹元碩，何金山 (2010)。休閒運動對視覺障礙者健康之促進。大專體育，108，87-92。
- 陳嫣芬，林孟楷，方文星，林季嬋，楊英欽 (2014)。以捷泳雙臂和單臂動態恢復對選手訓練後血乳酸排除與運動表現之影響。運動與健康研究，3(2)。
- 陳榮煌，蘇俊賢，陳雍元，陳文進 (2005)。柔道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
- 傅惠珍 (1992)。視覺障礙學生休閒生活現況之研究。國立台灣師範大學特殊教育研究所碩士論文。
- 程心儀，王月琪，陳佳慧，張嘉澤 (2013)。閾值能力對 300 m 最大速度跑之乳酸堆積與血糖濃度調節之影響。中正體育學刊，3，39-48。
- 黃英哲，黃欽永，楊裕隆 (2007)。氣功對衰竭運動後血乳酸反應之研究。運動教練科學，9，

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。Paper presented at the 2008 年台灣運動生理暨體能學會年會及學術研討會。

楊錫讓 (1997)。運動生理學原理及應用。台北：中國文化大學出版部。

萬明美。簡介視覺障礙, from <http://disable.yam.org.tw/life/483>

詹蕙真 (2006)。不同閾值心跳率訓練對手球隊選手有氧與無氧閾值能力影響之研究。桃園縣：國立體育學院未出版碩士論文。

過家興 (1996)。運動訓練學。北京：北京體育學院出版社。

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
Paper presented at the 育達商業科技大學休閒運動學術研討會論文集。

蔡青宏 (2014)。建構運動心跳率偵測系統與訓練應用。桃園縣：國立體育大學未出版碩士論文。

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。桃園縣：國立體育大學未出版碩士論文。

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。

鄭吉祥，駱俊霖，黃建人 (2003)。柔道比賽中運動性疲勞的產生及消除。文化體育學刊，1，1-12。

蕭敬衡，陳佳慧，張嘉澤 (2013)。個人閾值能力與街舞 Breaking 運動負荷之關係-個案探討。大專體育學術專刊。

關煥圓，羅興華 (1999)。女子柔道運動員大運動訓練日某些生理生化指標變化特點。 *中國運動醫學雜誌*，18(1)，71-73。

蘇俊賢 (1996)。影響柔道運動主要能量系統之因素。 *大專體育*，26，200-205。



三、 外文部分：

Achten, J., and Jeukendrup, A.E. (2003). Maximal fat oxidation during exercise in trained men. *International Journal of Sports Medicine*, 24, 603-608.

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

Casser, G., and Brooks, G. (1984). Metabolic bases of Excess post-exercise oxygen consumption; a review. *Med Sci Exerc*, 16(1), 29-43.

Fleck, S. J. & Kraemer, W.J. (1997). Designing resistance training programs (2nd ed) Champaign, IL; Human Kinetics.

Gappmaier, E. (2002). "220 - Age" prescribing exercise based on heart rate in the clinic. *Cardiopulmonary Physical Therapy Journal*, 13(2), 13-16.

Hollmann, W. and Rost, R. (1982). Belastungsuntersuchungen in der Praxis. Grundlagen Technik und Interpretation.

Hollmann, W. (1987). Kardiopulmonale Reaktion und aerob anaerob Schwelle bei verschiedenen Belastungsformen. *Dtsch Z, Sportmed*, 38(4), 144-156.

Hollmann, W. and Liesen, H. (1973). Der Einfluß eines zwewöchigen Hohen Trainings auf die Leistungsfähigkeit im Flachland, gemessen an spirometrischen und metabolischen parameteren.

Hultman, E. and Sholm, K. (1980). Acid-base balance during exercise. *Exercise and*

Sport Science Review, 8, 41-128.

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

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.

Hottenrott, K. (1993). Trainingssteuerung im Ausdauersport: Theorien-Untersuchungen-Beispiele. Sportwissenschaft und sportpraxis, 92, Czwalina Verlag.

Kaczynski, M., Montgomery, D.L., Koziris, P., Travlos, A.K. & Pulkkinen, W. J. (2001). The Sports Science of Elite Judo Athletes-A review and Application for Training. Ontario, Canada; Pulkinetics Inc.

Karlsson, J., Peterson, F. B., Henriksson, J., & Knuttgen, H. G. (1975). Effect of previous exercise with arms and legs on metabolism and performance in exhaustive exercise. *Journal of Applied Physiology*, 38, 763-767 .

Lieberman, L. J. and McHugh, E. (2001). Health-related fitness of children who are visually impaired. *Journal of Visual Impairment & Blindness*, 95, 272-287.

Mader, A., Lisen, H., Heck, Philippi, H. Rost, R., Schurch, P., & Hollmann, W. (1976). Zur Beurteilung der sportspezifischen Ausdauerleistungsfähigkeit in Labor. *Sportarzt und Sportmed*, 27(4), 80-88.

Mader, A., und Hollmann, W. (1977). Zur Bedeutung der

- Stoffwechselleistungsfähigkeit des Eliteruders im Training und Wettkampf. Beiheft zu Leistungs sport 9, 9-62. In;張嘉澤, 2008。訓練學。
- Neumann, G. (1991). Zur Leistungsstruktur der Kurz- und Mittelzeitausdauer-Sportarten aus sportmedizinischer Sicht. In; Leistungssport 21, 29-31.
- Neumann, G. (1990). Umstellung und Anpassung der Funktionssysteme. In; Das grosse Buch vom Laufen. Meyer & Meyer Verlag. 222-223.
- Neumann, G., Pfitzner, A., & Hottentoot, K. (1993). Alles Unter Kontrolle. 1. Auflage. Aachen; Meyer & Meyer. 127-138. In;張嘉澤訓練學(2008).
- Roquette, J. (1992). Characterisation of instruments regarding the area of sport systematic. *Journal of Human Performance Studies*, 8(1), 27-43.
- Spina, R. J., Chi, M. M., Hopkins, M. G., Nemeth, P. M., Lowry, O. H., & Tabata. (1997). Metabolic profile of high intensity exercises. *Med Sci Sports Exerc*, 29, 390-395.
- 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.
- Takahashi, R. (1992). Power training for judo; Plyometric training with medicine ball. *National Strength and Conditioning Association Journal*, 14(2), 66-71.
- Turcoet, R. A. (1988). The Effects of Active and Passive Recovery on Blood Lactate Concentration & Performance in a Simulated Ice Hockey Task.

Canadian Journal of Sport Sciences, 13(3), 61-62.

Wassermann, K., Whipp, B. J., Koyal, S.N., & Beaver, W. L. (1973). Anaerobic threshold and Respiratory gas exchange during exercise. *Journ of Applied Physiology*, 35, 236-243.

Weinecker, H. and Strobel, G.(1993). Sportmedizin; Biochemisch-Physiologische Grundlagen und ihre sportartspezifische Bedeutung, 58-60.

Weltman, A. (1995). Factor affecting the blood lactate reponse to exercise. *Human Kinetics*,Canada, 29-47.

Yoshida, T., Suda, Y., & Takeuch, N. (1982). Endurance Training regimen based upon arterial lactate; Effects on anaerobic threshold. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Phsiology*, 49, 223-230.