

國立體育學院教練研究所碩士論文

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

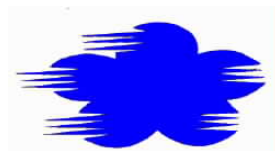
The Application and Discussion of Different Energy Demands on Judo
Special Fitness Test and NH_3 -Index



指導教授：張嘉澤 博士

研 究 生：劉金龍 撰

中 華 民 國 九 十 六 年 六 月



國立體育學院

NATIONAL COLLEGE OF PHYSICAL EDUCATION

AND SPORTS TAIWAN REPUBLIC OF CHINA

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

摘 要

本研究旨在探討，國內不同程度大專選手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。受試對象為 16 位國立體育學院第二、三級選手，每位選手均進行身體組成、基礎力量表現、血氨指數檢測、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。並依據選手兩年內的比賽成績，分成優秀組與一般組，採用獨立樣本 t 考驗及簡單回歸進行統計分析。研究結果如下：

一、基礎力量表現與身體組成

優秀組選手在身體組成方面低於一般組選手，各項基礎力量表現是高於一般組選手；不過皆未達顯著差異。受測選手肌肉類型屬於中高強度 ($\text{NH}_3\text{-Index} > 0.8$) 以上的比例為 81%。

二、無氧非乳酸柔道專項能力檢測

兩組選手心跳率僅在第 4x、5x 的心跳率達到顯著差異。乳酸值、乳酸代謝率、專項次數頻率，兩組之間未達顯著差異。顯示兩組選手在無氧非乳酸專項檢測下，其柔道專項能力並無差異。

三、無氧乳酸柔道專項能力檢測

兩組選手在柔道專項能力指數(SJFI)達到顯著差異，血乳酸值、心跳率、乳酸代謝率、專項技術頻率等，兩組均未達到顯著差異。顯示兩組選手在無氧乳酸專項檢測下，其柔道專項能力並無差異。

四、 NH_3 -Index與乳酸代謝率、專項技術頻率、最大乳酸值的相關性

NH_3 -Index越高的選手在乳酸代謝率、專項技術頻率、最大乳酸值等項目並未呈現顯著的相關性。 NH_3 -Index越高的選手在基礎力量表現上也未達到顯著相關性。

由本研究結果判斷兩組選手，在不同能量代謝系統需求之柔道專項能力檢測之下總體表現並無顯著差異；顯示國內選手在平日訓練上，缺乏針對柔道能量系統之運動負荷強度與訓練計劃。

關鍵字：柔道專項能力檢測、心跳率、血乳酸、乳酸代謝率、血氨指數

The Application and Discussion of Different Energy Demands on Judo Special Fitness Test and NH_3 -Index

ABSTRACT

The purpose of the study was to use ATP-CrP special judo fitness test 、 anaerobic lactate special judo fitness test and NH_3 -Index test , to evaluate the different fitness level player 。 There are sixteen male judo plyers participating in the study. All data are analyzed by means of independent sample t-test and simple regression with SPSS 12.0. The result of this study is summarized as followed :

1.Basic strength and body composition : good group players are lower than normal group players in body mass ; In the basic strength performance, good group players are higher than normal group player, but the difference is not significan($p>0.05$).

2.ATP-CrP special judo fitness test : In the test(4x) and test(5x) heart rate, good group player are lower than normal group players. But La 、 La_{rate} and Repts did not reach statistical significance($p.0.05$).

3. Anaerobic lactate special judo fitness test : SJFI is significantly different between two groups, but blood lactate, heart rate, La_{rate} , and Repts show no difference. It proves that

specific physical fitness of Judo remains the same between two groups.

4.The correlation of NH_3 -Index among La_{rate} , La_{max} and Repts : There is no significant correlation among La_{rate} , Lamax and specific skill frequency in higher NH_3 -Index athlete and neither is there in basic strength performance.

This study data indicates there is no difference between two group. It Shows the players in general training, fall short of high intensity load and special training program directed at the energy demands of the judo.

Key words:Judo special fitness test、Heart rate、La、Larate、
 NH_3 -Index



致 謝 詞

此篇論文能順利完成，要感謝指導教授 張嘉澤 博士兩年的教導與訓練，學生由衷感謝，永誌難忘。論文並承國立台灣體院 呂欣善 博士及國立體育學院 詹元碩 博士撥冗批閱斧正，特此敬申謝意。

研究所在學期間非常感謝 SPDI 運動能力診斷中心的所有成員，對於本論文實驗所有的支援與協助，讓實驗過程順利完成並完成論文研究。在兩年的求學過程中也非常感謝任課的師長及所辦行政人員，得以順利完成學業。

衷心感謝國立體育學院柔道隊選手 16 位受測選手及教練徐建信老師，由於你們全程非常辛苦的參與研究的檢測，得以讓本論文實驗能夠順利完成。

感謝內人侯碧燕女士給予鼓勵與支持，讓我在體育教學的過程中有更多元的進修與學習。也希望本研究結果可以讓更多基層教練，在平時訓練中給予更多的協助與幫忙。

也感謝我的父母，讓我在整個求學過程中，給予我最大的自由選擇。也期望自己在體育教學與運動訓練過程中，提供學生與選手多元的學習方式與積極的學習態度。

目 錄

第壹章	緒 論	1
第一節	前言	1
第二節	研究動機	2
第三節	研究目的	4
第四節	名詞操作性定義	5
第貳章	文獻探討	8
第一節	身體組成與基礎力量表現	8
第二節	柔道選手專項能力表現與檢測方式	10
第三節	心跳率在運動能力上之應用	13
第四節	血乳酸在運動能力上之應用	14
第五節	血氨指數(NH ₃ -Index)在運動能力上之應用	15
第六節	文獻總結	17
第參章	研究方法與步驟	18
第一節	研究對象	18
第二節	實驗時間與地點	19
第三節	實驗儀器與設備	19
第四節	測驗項目與方法	22
第五節	實驗流程圖	26
第六節	資料統計分析	27
第肆章	結果與分析	28
第一節	基礎力量與身體組成	28
第二節	專項無氧非乳酸檢測	31
第三節	專項無氧乳酸檢測	36
第四節	NH ₃ -Index與專項技術檢測	42

第伍章	討論	48
第一節	乳酸代謝率、最大乳酸值與心跳率	48
第二節	NH ₃ -Index與專項技術頻率之相關分析	52
第三節	NH ₃ -Index與最大乳酸值之相關分析	53
第四節	NH ₃ -Index與乳酸代謝率之相關分析	55
第陸章	結論與建議	57
第一節	結論	57
第一節	建議	59
參考文獻		60
中文部份		60
外文部份		61
附錄		66
附錄一	受試者同意書	66
附錄二	運動能力診斷疾病調查表	67

表 目 錄

表 2-2-1	柔道專項能力檢測評價統計表	11
表 3-1-1	受試者基本資料	18
表 3-4-1	柔道專項能力檢測方式	24
表 4-1-1	身體組成統計表	29
表 4-1-2	基礎力量統計表	29
表 4-1-3	NH ₃ - Index統計表	30
表 4-1-4	各組肌肉類型統計表	30
表 4-2-1	專項無氧非乳酸測試心跳率統計表	31
表 4-2-2	各階專項技術頻率次數統計表	33
表 4-3-1	各階運動負荷心跳率統計表	36
表 4-3-2	各階專項技術頻率統計表	38

圖 目 錄

圖 3-4-1	無氧乳酸檢測方式操作位置圖 - - - - -	25
圖 3-5-1	實驗流程圖 - - - - -	26
圖 4-2-1	各組 La 濃度之平均值與標準差 - - - - -	32
圖 4-2-2	各組 NH ₃ 濃度之平均值與標準差 - - - - -	34
圖 4-2-3	各組乳酸代謝率平均值與標準差 - - - - -	35
圖 4-3-1	各組血液 La 濃度平均值與標準差 - - - - -	37
圖 4-3-2	各組血液 NH ₃ 濃度平均值與標準差 - - - - -	39
圖 4-3-3	各組乳酸代謝率平均值與標準差 - - - - -	40
圖 4-3-4	各組柔道專項能力指數平均值與標準差 - - - - -	41
圖 4-4-1	NH ₃ -Index與無氧非乳酸專項技術檢測動作頻率(Reps) - - - - -	42
圖 4-4-2	NH ₃ -Index與無氧乳酸專項技術檢測動作頻率(Reps) - - - - -	43
圖 4-4-3	NH ₃ -Index與無氧非乳酸檢測之乳酸代謝率 - - - - -	44
圖 4-4-4	NH ₃ -Index與無氧乳酸檢測之乳酸代謝率 - - - - -	45
圖 4-4-5	NH ₃ -Index與無氧非乳酸檢測之最大乳酸值 - - - - -	46
圖 4-4-6	NH ₃ -Index與無氧乳酸檢測之最大乳酸值 - - - - -	47

第壹章 緒論

第一節 前言

柔道是屬於技擊類運動項目之一，在規則允許範圍之內透過專項技術能力的運用；將自己本身的基礎力量有效的作用於對手身上，進而控制對手動作來達到比賽獲勝的目的。從比賽動作與節奏來看，它是非循環、短時間高強度的對抗性運動項目。因此力量、速度、耐力、敏捷、反應等能力對柔道選手而言都是非常重要的基礎體能要素，也是教練在平時訓練上應該注意的重點之一。要如何運用科學化的檢測方式診斷分析，去真實了解選手的體能狀態、訓練負荷與訓練強度，這都是目前訓練科學所著重的範圍。

歐洲自 1980 年後，對於運動科學的研究領域轉換為訓練科學的領域。運動實力向來強大的德國，自 1978 起就針對運動專項能力診斷的工作與研究不遺餘力。1986 年起德國聯邦運動科學中心(BISp)每年必須執行 2~6 次不同運動項目之專項運動能力診斷，主要作為準確訓練負荷劑量與訓練效果評價，另一目的則為預防過度訓練。相對於國內柔道基層教練與選手而言，面臨運動訓練上的問題，主要在於未擬定明確的訓練計畫與各階段的訓練目標要求；無法提供正確的訓練負荷「劑量」給選手；訓練單元順序錯誤；沒有足夠的個體恢復時間與適應；不了解專項運動的特性(專項體能、專項技術)等，導致目前我國選手的國際成績與選手水準遲滯不前。

第二節 研究動機

柔道運動是一種高度運用身體動作的技擊項目，爲了讓柔道選手能夠由身體的姿勢來發展出各種技術動作，因此柔道運動在技術層面上可分爲多種動作技巧。根據國際柔道聯盟公佈的技術類型可以區分爲投技(Nage-waza)與固技(Katame-waza)，投技可以分爲手技(Te-waza)、足技(Ashi-waza)、腰技(Koshi-waza)、捨身技(Suteme-waza)等四類技術，固技可分爲壓制技(Osae-kome-waza)、關節技(Kansetsu-waza)、勒頸技(Shime-waza)等三類技術。在比賽時柔道動作技術上的運用可區分爲單項技術、連絡技術、假意動作、反摔、搶手、壓制、關節、勒頸等。

Pulkkinen(2001)指出柔道選手參與競賽時，恢復能力的優劣影響成績表現。通常在比賽中會有 6-8 回合的激烈競賽，而且在柔道比賽中的特色是，會有 10~15 秒的最大強度的運動負荷產生。J,Amtmann(2005)指出柔道選手在整個比賽當中必須具備 6-7 回合的競賽，要獲得一勝贏得比賽必須經由下列四種方式：一、摔倒對手並讓對手背部接觸地面；二、壓制對手達 25 秒；三、勒住對手並讓他自動投降；四、利用關節技巧關節對手讓它自動投降。

從柔道的動作特性中來看，柔道選手需要重複且高強度爆發性的運動表現，所需能量代謝是從無氧非乳酸轉換成使用無氧乳酸系統。從運動時間來分析柔道動作實施的範圍在 10~30 秒，這剛好在乳酸系統供能範圍之內。因此改善選手的乳酸代謝能力對於柔道有氧能力是非常重要的，因爲選手經常在力量

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了選手動作的執行與表現。

我國柔道選手在技術層面，並不亞於世界列強，但常在比賽初期的搶手控制階段就處於劣勢，造成技術未施展的情況下即已敗下陣來，也常在得分領先的情況下或比賽的後期，由於最大肌力的差距使得肌力耗盡，造成肌耐力之不足而嘗敗績，所以力量素質之優劣，已成為世界柔道競技的重要素質(羅友維，2002)。如果選手的爆發力明顯強於對手時，可能在開賽後的幾分鐘內，甚至幾十秒內就可以獲得『一勝』勝利。國際性或國內的各層級比賽，其得分等級分布情形不一，惟一勝仍佔相當重要的比例。在比賽中欲獲得一勝，除須具備純熟的技術動作外，仍須有優異的體能狀況；以 2000 年雪梨奧運日本柔道金牌選手井上康生(男子-100kg)為例，其比賽場次 5 場獲得 4 次一勝，其中第 4 場為 2 次半勝合併判定為一勝計算，共有 5 場是以一勝結束比賽，獲得一勝的得分率為 100%，其堅強的實力，由此可見(張志峰，2004)。

國內各級柔道教練對於選手的體能、技術訓練無不絞盡腦汁，每位教練也都有自己獨到的訓練模式及方法，但在評估訓練是否有效？選手是否有進步？這方面較為薄弱，甚至可說目前並無科學數據去印證訓練的效果，全賴教練本身的經驗去判斷。因此討論柔道專項能量系統的文章頗多，但實際在訓練效果評估、選手專項體能檢測的研究並不多見，甚至闕如。在柔道競賽的過程中，必須以力量、速度為前提；在強攻、防守時，技術方能事宜的展現。強韌的專項體能素質一直為現代柔道運

動所重視。高訓練效果的顯現是每位教練及選手所追求的目標，及時的了解選手生理情況，立即做出訓練上的調整，使其達到改善專項能力目的(馬怡鴻、呂昭正、張嘉澤，2005)。訓練所引起的生化反應乃是身體受訓練刺激所獲得的適應情況，教練若能瞭解實用的訓練科學知識；依據血液中乳酸分析的數值來擬定訓練的處方並作為訓練強度與疲勞恢復的指標，也可利用血氨分析的數值來了解選手的疲勞程度與恢復情形，也可以間接測定選手肌肉纖維比例，更有助於提供教練訓練與選材上的依據。目前全球各國的競技運動莫不以運動科學研究及實質的協助來增進競賽成績與比賽表現，國內運動科學人員亦發展數十年，但在柔道運動項目並未有長期的運動科學技術與人員協助訓練監控與競賽檢測。以簡易且不影響教練原有的訓練課程並準確評估訓練效果的方式，亦可做為日後各級教練、選手在監控訓練強度上的參考，以提升國內柔道水準進而在國際比賽中獲取佳績，此為本研究動機。

第三節 研究目的

本研究想要透過不同能量代謝系統的柔道專項能力檢測方式來探討我國不同程度男子大專柔道選手的身體組成、基礎力量表現、血乳酸、 NH_3 -Index與柔道專項技術能力表現的相關性，以國立體育學院柔道隊男子選手 16 名為檢測對象。檢測其身體組成、基礎力量、血氨指數、血乳酸值、心跳率及專項技術頻率次數表現的相關性。綜合上述之研究目的說明，本研究探討目的為：

- 一、基礎力量表現與身體組成
- 二、無氧非乳酸專項檢測方式下血乳酸、心跳率、血氨、專項技術頻率、乳酸代謝率的相關性
- 三、無氧乳酸專項檢測方式下血乳酸、心跳率、血氨、柔道專項能力指數、專項技術頻率的相關性
- 四、 NH_3 -Index與乳酸代謝率、專項技術頻率、最大乳酸值的相關性

第四節 名詞操作性定義

一、血乳酸

血乳酸是肌肉活動時能量代謝的一種產物，在有氧狀態下糖解作用產生丙酮酸在粒線體中被氧化形成乙醯輔酶 A(acetyl CoA)並釋放一分子的二氧化碳。在缺氧狀態下，有氧系統無法迅速提供能量，於是丙酮酸則被還原形成乳酸，藉由擴散作用由肌肉組織擴散至血液中。

二、血氨

運動中因為作業時間與強度的因素造成骨骼肌所需的能量需求增加，尤其是動員快縮肌的短時間高強度運動型態。造成胺基酸的代謝增加。經由血液攜帶的胺基酸到達肝臟時，可經由醣質新生作用(gluconeogenesis)轉換成葡萄糖再經由血液給肌肉使用，此為葡萄糖-丙氨酸循環(glucose-alanine cycle)。肌肉中的胺基酸轉換成丙氨酸，進入血液中循環。丙氨酸在肝臟中透過脫氨基的作用產生氨(NH_3)，進而擴散至血液中。

三、NH₃-Index

短時間負荷血液NH₃ / 長時間負荷血液NH₃

四、專項無氧非乳酸能力

針對柔道動作的特殊性，設計符合其專項能力表現的動作能力測驗方式。其能量系統來源主要為無氧非乳酸系統，作業時間訂於 10sec 內。

五、專項無氧乳酸能力

針對柔道動作的特殊性，設計符合其專項能力表現的動作能力測驗方式。其能量系統來源主要為無氧乳酸系統，作業時間訂於 15sec~30sec 的範圍內。

六、柔道專項能力

柔道競賽中選手能量來源主要是經由無氧醣酵解途徑(蘇俊賢，1996；F.Degoutte, P Jouanel, E Filaire,2005)。許多研究指出，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(Callister et al, 1991; Sharp et al, 1987; Thomas et al, 1989; Takahashi, 1992)。本研究所指柔道專項能力是以競賽能量系統為主。

七、專項技術頻率(Reps)

受測者在測試時間內以最大力量、最快速度所能完成的最大反覆次數。

八、柔道專項能力指數(Special Judo Fitness Index)計算公式如後： $SJFI = (HR_{eff} + HR_{5res}) / \text{摔倒次數總和(Reps)}$

九、選手組別

在兩年內參加全國性比賽獲得前兩名或是參與國際賽獲得前四名的成績為優秀組選手，未達成績要求者為一般組選手。

十、Uchi-Komi

中文譯為連攻法，在日本講道館出版的《柔道用語小辭典》(講道館，2000)一書中解釋為：柔道技術經由不斷的反覆練習，有系統、結構且費時、直接碰撞的練習，都是所謂的連攻法。

十一、Seoi-Nage

中文譯為過肩摔，將對方經由肩部摔倒的方法，屬於手部摔法，本研究施術時不須將對手摔倒。

十二、BISp(德國聯邦運動科學中心)

聯邦體科所成立於 1970 年，是內政部直屬的國立體育科研機構，以組織和協調全國體育科研工作和提供體育信息服務為主，同時在體育場地和器材方面進行一些研究。

十三、乳酸代謝率

本研究中無氧非乳酸檢測中，採用 Leyk et al.(1997)的公式。乳酸代謝率($La_{rate} = La_{max} - La_{rest}$)/10(sec)。無氧乳酸檢測中，採用 Mader(1994)的公式。乳酸代謝率($La_{rate} = La_{max} - La_{rest}$)/worktime(sec)-5

第貳章 文獻探討

本研究主要目的在探討台灣地區大專男子柔道選手透過 NH_3 -Index 檢測分析對身體組成、柔道專項表現影響。本章共分爲第一節身體組成與基礎力量表現、第二節柔道選手的專項能力表現與檢測方式、第三節心跳率在運動能力上的評估與應用、第四節血乳酸(Blood lactate)在運動能力上的評估與應用、第五節血氨指數(NH_3 -Index)在運動能力上的評估與應用、第六節文獻總結等五個部份進行。

第一節 身體組成與基礎力量表現

Funato, K.及 Kanehisa, H.(2000)的研究中提到，在舉重選手中運動能力表現與去脂體重兩者之間有相關性。Kubo, J.(2005)的研究中也指出不同程度運動成績的柔道選手中，擁有較低體脂肪率的與其個人的運動表現有顯著的相關性。柔道運動是根據體重分級的技擊項目，因此擁有較多肌肉量的選手其力量輸出及成績表現也相對優異。

Williams(1994)指出，對生理的影響有增加去脂體重，增加肌肉中磷酸肌酸儲藏量，提高其利用率而延緩疲勞，減少運動後乳酸堆積改善或延緩疲勞。提高運動後恢復期磷酸肌酸再合成速率縮短恢復期時，選手補充肌酸可提高肌肉中磷酸肌酸的濃度及增加肌肉量，維持高強度運動的肌力而提高運動表現。研究並指出肌酸補充僅對爆發型項目之運動表現較有幫助。

在許多研究中發現，運動表現等級較高的運動選手，他們的肌力比等級較低的選手或一般人好。Paasuke、Ereline 與 Gapeyeva(2001)指出無論是絕對或相對的伸膝肌等長和等速肌力，以及等長肌力發力率和垂直跳躍高度，國家級選手的檢測結果皆顯著優於大學選手。

飯田穎男等(2000)針對大學柔道選手的基礎體能評價要素進行檢測，針對適合柔道項目選手的基本體能與身體組成進行檢測。測定項目計有：1.身高；2.體重、體脂率；3.靜態肌力：背肌力、肩腕力；4.敏捷性：反覆橫跳；5.下肢動力：垂直跳；6.無氧耐力：400m；7.柔軟性：立姿體前彎；8.動態平衡。並依據各檢測項目成績給予五等第方式的評價標準。

Luis M.等(2000)針對 18 位葡萄牙國家級青年柔道選手，並依據參與國際比賽的成績分成兩組。分析其 JMG 柔道專項檢測指數、體脂率、左右手握力、背肌力、深蹲跳、柔軟度等要素進行分析比較，結果顯示優秀組選手在 JMG、左右手握力與柔軟度等項目達到顯著差異。

Callister(1991)等，針對美國國家級的優秀柔道選手分析其耗氧量(VO_2)、體脂肪百分比和紅肌、白肌之橫斷面積等生理值之間的相關情形，他們發現受測選手 Type IIa 的橫斷面積較大。由上述的研究而知，不同量級的柔道選手有其不同的生理特質，柔道的訓練以充分發展選手的競技能力為重點，訓練效果的獲得受到許多先天與後天環境因素交互影響，教練在從事培育選手的訓練工作時，對這些影響訓練效果的因素不得不察(蘇俊賢、陳雍元，1996)。

對於教練及選手而言肌力的檢測，可以讓教練了解哪種類型肌肉表現或是肌群的表現對於該運動表現是重要的，進而設

計及規劃符合該運動特殊性的訓練計畫。對於選手而言，肌力的測量可以作為激勵選手參與訓練的動機，也讓選手了解自己的體能狀況及其重要性。

第二節 柔道選手專項能力表現與檢測方式

柔道選手的專項能力一直是許多柔道教練所要探討的範疇之一，因為瞭解了柔道運動的專項能力，就可以針對柔道訓練上的特殊性去做調整與設計。專項能力簡單而言，就是完成比賽或是獲得比賽勝利的能力。從運動的型態來看，柔道運動是種非循環式(非連續性)的運動類型。而完成比賽的能力包含了：一、維持長時間比賽的能力；二、維持力量(動力)輸出的能力；三、維持高速度的能力；四、維持肌肉系統協調的能力(張嘉澤，2004)。此外專項能力也要結合運動項目的技術表現與戰術要求，因此如何去設計符合該運動項目能量代謝特殊性與專項技術相結合的檢測方式，是國內外許多教練與訓練科研人員探討與研究的目標。本節列舉了國內外許多優秀柔道教練與研究人員，所應用的柔道專項能力檢測方式。

柔道運動專項能力檢測經過多年修正，目前採用Lehmann(1996)的柔道專項能力檢測方式，受測者以最大的速度變換Uchi-Komi,Seoi-Nage(兩個動作連貫)每次測試時間持續10sec，組與組之間休息30sec(記錄次數)。共進行四回合測試，第四次檢測結束後1、3、5min⁻¹採耳垂血10μl，紀錄最大乳酸值、乳酸代謝率、各階心跳率及結束後第5min⁻¹的心跳率數據(張嘉澤，2004；馬怡鴻等人，2005，侯碧燕，2006)。

Lehmann(1996)針對柔道的無氧非乳酸能量系統專項檢測中表示，選手在檢測時間內所完成的次數越多，表示耐力能力越好；次數越少表示耐力能力越差。檢測乳酸代謝率與專項技術頻率診斷評價，可分為優、好、尚可、差等四個等級。如表 2-2-1。

表 2-2-1 Lehmann(1996)柔道專項能力檢測評價統計表

評價等級	乳酸代謝率(mmol/l*s)	專項技術頻率
優	<0.2	>25
好	0.3	24
尚可	0.4	21-23
差	>0.5	<20

Sterkowicz S.(1995)針對柔道的無氧代謝能量系統與動作特殊性設計了三回合的柔道專項體能檢測(Special Judo Fitness Test)方式，受測選手(tori)以最大的速度去做 Ippon-seoi-nage(過肩摔)將相距 6m 的兩位被摔選手(uke)摔倒。每回合測試時間各為 15sec、30sec、30sec，每回合間歇休息 10sec，記錄規定時間內摔倒的次數與心跳率，來計算出柔道專項體能指數(Special Judo Fitness Index)，計算公式如後： $SJFI = (HR_{eff} + HR_{res}) / \text{摔倒次數總和}$ 。其專項體能指數(SJFI)與總合做功、總合作業時間、總合距離、最大攝氧量、無氧閾值速度等均呈現顯著的相關性。

陳雍元(1996)以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 項為測量項目，結果證實其體能、技術測量項目對選手技能表現具有高度預測性。

林文弢、吳河村、鄭守吉(1998)對東南工專男、女柔道選

手 24 人的訓練及模擬比賽時血乳酸、血紅蛋白、血清肌酸激酶、血尿酸的分析研究，其結果指出，柔道比賽時的能量供應特點是以無氧代謝供能為主，以有氧代謝為輔，其供能過程是相互交替而成的。

Garcia, J.(1997)設計了三種不同的動作的柔道專項能力檢測方式(JMG)，此三種動作為仰臥起坐、30cm高的併足反覆跳躍與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} 並計算其反覆次數，總共連續 3 min^{-1} 。紀錄結束後最大心跳率(p1)、結束後 1 min^{-1} 心跳率(p2)、操作次數總和(total reps)、體重(kg)與年齡(age)並帶入換算公式獲得選手個人柔道專項能力指數(JMG)。並依據指數多寡給予選手能力評價，指數從 -50 至 50 為能力指數範圍。公式換算如下：JMG指數 $= (A+B)/2$ ； $A = [(p1+p2)/2] - (\text{total reps} + \text{kg}/2)$ ； $B = [K - (p1-p2)] - (\text{total reps} + \text{kg}/2)$ ；常數K為 $220 - \text{年齡}$ 。

F.Degoutte(2003)針對 15 位國家級柔道選手以五分鐘模擬比賽的檢測方式，採取模擬比賽後第 3 min^{-1} 、1hour、24hour 候的選手血液樣本，來研究柔道競賽前、中、後能量代謝過程。透過模擬比賽的模式來了解柔道競賽中與恢復期中的生物參數，利用生物參數的變化數據來反應出醣酵解路徑、蛋白質分解、脂肪分解的機制。

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，測驗 10 秒、10 組、休息 90 秒，每組紀錄動作次數，得意技抬起，初級選手，一般國、高中生 8 次以上；立技接足技，中級選手，國、高中實力全國前 3 名，9 次以上；立技接固技，國手級選手 11 次以上；並以其自行編制的測量表，作為訓練之依據。

Ronnie, L.(2006)利用十站式(Ten-station)柔道能力測試(Judo ability test)方式檢測柔道選手的訓練效果與柔道專項能力的檢測方式，整體測驗時間約在三分鐘可以完成，符合柔道比賽每回合的規定時間內。測驗內容包含五種體能項目(4×8m折返跑、3.3m爬繩、10次左右側併跳、25次仰臥起坐、20次伏地挺身)五種技術項目(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)。利用完成時間的多寡來評定選手體能的優劣，並觀察選手施作動作完整的程度來做為技術訓練上的改進。

第三節 心跳率在運動能力上之應用

運動時的心跳率是心血管生理變項中最明確的，透過儀器的監控可以了解各種運動項目在不同強度下的心跳數值，經由分析檢測心跳率的變化可以了解運動時心血管的變化。在非最大運動(sub-maximal)運動強度與心跳率的變化呈現直線相關(Astrand & Ryhming, 1954)。因此心跳率的變化速率是可以反映一個人的攝氧量變化及運動時的運動強度。所以一般教練在訓練時對於訓練強度的設定，以選手運動時的心跳率來作為評估訓練效果與的方式之一。在運動訓練上負荷強度越高、頻率越多與訓練期越長，越能收到訓練產生的適應效果。根據Neumann(1991)的生理適應週期原理，人體透過訓練對於訓練的強度於4-6週將產生適應，進而提升運動能力。此外在非最大運動後其心跳率亦會很快的恢復到安靜時的水準，藉由運動時心跳率的上昇的快慢及運動結束後，恢復至安靜狀態的速率皆可以顯示出心肺適能的優劣(Böhmer, 1975)。

第四節 血乳酸在運動能力上之應用

乳酸是醣類代謝(無氧醣酵解)的中間產物，當肌肉持續高強度的運動時其主要能量來源是醣酵解作用產生的 ATP。在缺氧的狀態下，醣酵解作用產生的丙酮酸則被還原形成乳酸，產生乳酸堆積的情形來補充緊急狀態下所需的 ATP。所以乳酸是肌肉運動時能量代謝所產生的物質，當能量需求越大越高時，產生的量就越多。然而產生的乳酸堆積多寡，對抑制運動能力有直接的關係。此外乳酸閾值與肌肉纖維類型也是有所關聯的，在快縮肌纖維中 LDH 同工酶連接丙酮酸促進形成乳酸具有較高的親和力。

Hultman & Saholm(1980)指出運動中乳酸產生的主要因素是：一、運動的負荷強度；二、參與運動的肌肉量；三、運動持續的時間。乳酸產生的濃度多寡，則與運動過程中有氧(aerobic)和無氧(anaerobic)系統能量代謝的百分比有關。不同的能量系統輸出，對於人體運動時血乳酸值影響其濃度的變化。以磷酸系統為主要供給能量來源時血乳酸濃度較少，一般來說不超過 4mmol/l；若以醣酵解系統為主要供應能量來源時，可以高達 15mmol/l；以有氧能量系統為主要供應能量時在 4mmol/l。因此在不同強度的訓練後，血乳酸的堆積情形有顯著的差異性。乳酸堆積具有兩種意義，一種是因為加速醣酵解的作用，產生大量的能量以供肌肉收縮使用；另一是表示肌肉中酸化的程度提高，原先的有氧代謝系統供能不敷使用，全賴無氧醣酵解作用來提供能量。Wells 等(1957)認為在穩定狀態下，血乳酸堆積的情形可以作為判斷運動負荷的生物參數之一。

Brooks(1985)以放射性元素標記肝醣分子的方式，發現運動開始之後血液中即有乳酸的出現。但當有氧醣酵解順利進行時，乳酸的移除和生成將達成動態平衡。當乳酸製造率與清除率失去平衡時，代表運動強度升高，須以無氧醣酵解的方式提供能量，乳酸的堆積就會出現(Gasser & Brooks, 1984)。運動中乳酸的堆積與排除能力，是依據個人的有氧能力而定，有氧能力高者，乳酸排除速度亦快(Neumann et al. 1991)。在運動結束後 $3-5 \text{ min}^{-1}$ ，乳酸即開始排除(Mader et al, 1986)。

因此乳酸在運動訓練上的應用可以分為：一、運動強度的判定；二、能量代謝負荷的判斷；三、訓練與比賽時選手運動能力判斷；四、作為有氧能力的判斷；五、作為訓練強度的判斷；六、做為訓練類型的判斷；七、做為訓練方式的判斷(張嘉澤，2004)。



第五節 血氨指數(NH_3 -Index)在運動能力上應用

一、選材

肌纖維的成分是影響運動時血氨濃度的因素之一，因此可以利用運動時血氨指數來間接判斷肌纖維的成分。Itoh等(1990)測試短跑運動員進行最大強度運動後其血氨濃度高於長跑運動員，研究顯示短跑運動員白肌纖維較高，長跑運動員為紅肌纖維較多。Hageloch等(1990)利用血氨測試進行選材與無創傷方法代替肌肉抽取術，藉助血氨濃度指數(NH_3 Index)來區分短時間和長時間運動型態之條件。也就是利用白肌纖維在高強度運

動負荷下產生 NH_3 的特性，來作為紅白肌纖維比例之判斷。
Hageloch 等 (1993) NH_3 Index : Index<0.8=耐 力 性 、
Index0.8~1.2=中/高強度、Index>1.2=高強度

二、運動能力評估

血氨的測定可以用於臨床運動測試中運動強度的監測、運動員的訓練計畫和運動能力評估。Sewell(1994)的研究中指出運動強度與氨的產生有顯著的關係。Buono(1984)的研究中也發現，運動強度在 60%~70% $\text{Vo}_{2\text{max}}$ 時血氨生成顯著升高，當運動強度到達 90%~100%時血氨生成斜率最大。鄭陸(2004)研究中指出在以無氧代謝為主要能量系統的短時間高強度運動中，血氨與血乳酸的生成呈現相關性。Banister(1990)、Davis(1997)的研究中指出在運動中氨的累積與疲勞具密切相關的，由於血氨的累積影響動作協調性與動作技術的控制能力。在短時間高強度的運動中，血氨的升高反映身體無氧供能系統的失衡，骨骼肌能量代謝受到影響，影響了肌肉做功的能力進而產生疲勞。Yuan(2000)也指出運用血氨的檢測數值可以做為評定運動負荷的強度、選手體能狀況、疲勞程度及訓練負荷的指標。Wagenmakers(1998)研究中發現血氨值與運動負荷強度與作業時間的相關性遠高於血乳酸值，因為在短時間高強度的運動中血氨值的增加與快肌纖維收縮作工與時間呈現正相關。

第六節 文獻總結

綜觀以上文獻得知在運動當中透過監控乳酸、心跳率與血氨的數值，可以瞭解選手的運動負荷強度與運動能力。因此我們針對符合柔道能量代謝特徵的專項檢測方式，並透過檢測來進行了解選手的柔道專項能力。在本研究中我們採用符合無氧非乳酸能量代謝特徵的檢測方式與無氧醣酵解能量代謝特徵的檢測方式，以符合柔道項目競賽時的能量代謝特徵。

對於教練及從事教練科學的研究人員而言，設計符合該運動項目特殊性與專項性的生理檢測方式，可以監控訓練的效果與選手體能進步的情形。也藉由生理檢測所得的數據來評估與診斷選手體能的優劣，並作為科學選材及訓練處方設計的參考依據。



第參章 研究方法與步驟

本章主要說明本研究之第一節：研究對象、第二節：實驗時間與地點、第三節：實驗儀器與設備、第四節：測驗項目與方法、第五節：實驗流程、第六節：資料統計分析等

第一節 研究對象

本研究係以國立體育學院柔道隊的男子選手，第二量級與第三量級的選手為本研究受測者。受試者分別參與三個階段的實驗步驟，第一階段以在實驗室利用Inbody3.0、背肌力計、肩腕力計、握力計等器材，收集受測選手基本的身體組成資料與基礎力量的表現。第二階段在國立體育學院室內柔道場進行柔道專項技術能力的檢測，第三階段在國立體育學院室外人工跑道操場進行NH₃-Index檢測。在進行各階段檢測項目前3天皆無進行大負荷訓練或是比賽，且受測選手身心健康情形良好的情況下進行。

表 3-1-1 受試者基本資料

	優秀組	一般組	Diff	p
年齡 (age)	22.1±1.4	20.0±1.2	2.1	p>0.05
身高 (cm)	173.1±4.3	172.9±3.8	0.2	p>0.05
體重 (kg)	71.4±4.6	74.4±4.9	-3	p>0.05
BMI	23.9±1.8	25.2±0.9	-1.3	p>0.05
訓練年數 (Years)	11.0±2.0	7.4±2.0	3.6 *	P<0.05

第二節 實驗時間與地點

- 一、本研究實驗時間訂於 96 年 2 月開始分成 3 週進行 3 階段檢測。
- 二、實驗地點於國立體育學院教練研究所生理實驗室、柔道場及室外田徑場進行各項檢測。

第三節、實驗儀器與設備

- 一、身體組成分析儀(Inbody 3.0)



- 二、掌上型氨分析儀(PocketChem BA PA-4130)



三、EFK 德國製血糖乳酸分析儀 Diagnostic Biosen C_line



四、心跳錶：Polar610i



五、計時碼表、測距輪、採血工具(酒精、毛管、採血針、手套等)

六、電子數位式握力計：TKK5401



七、電子數位式背肌力計：TKK5402



八、肩腕力計：TTM



第四節 測驗項目與方法

本研究旨在探討國內柔道選手血氨濃度指數(NH_3 -Index)與專項能力表現、身體組成與基礎力量表現的相關性，以國立體育學院柔道隊共 16 位男子選手進行本研究，檢測項目及方法如下：

一、基礎身體組成檢測(BIA)

基礎身體組成檢測利用清晨起床後進行檢測，根據邱東貴(2000)指出進行 BIA 檢測前應注意下列事項，以免影響檢測的數據。

- (一)、測驗前四小時不得進食。
- (二)、測驗前 12hours 避免過度或劇烈的運動。
- (三)、測驗前須完全排洩。
- (四)、測驗前 48hours 不得喝酒
- (五)、測驗前不得服用含利尿劑之藥物。

二、左右手握力

受測者先調整握力計之距離，使中指之中間指節置於握把之中央，手臂自然下垂且離開身體約兩吋，受測者盡最大之力握住握力計，連續兩次取最高值者，測量時身體不能移動亦不能彎屈身體或將手臂靠近身體

三、背肌力

先將背肌力電源開啓，待數字跳至零時。雙腳平均分開站立於背肌力儀上，調整鏈條長度讓上半身傾斜約 120 度。盡自己最大能力施力於鐵鏈上，操作二次取最大值，中間休息 30sec。

四、肩腕力計

先將肩腕力計上的指針歸零，兩手肘平行握住計力器。上身保持正直不可彎曲，將計力器置於胸前。盡最大力量拉開握把約 3sec，觀看數值；每人操作兩次，中間休息 30sec。



五、柔道專項能力表現檢測

專項能力表現檢測分爲兩個部份：檢測項目分爲無氧非乳酸專項能力檢測方式與無氧乳酸專項能力檢測方式，檢測內容如表 3-4-1。

表 3-4-1 柔道專項能力檢測方式

項 目	柔道無氧非乳酸 專項能力檢測方式	柔道無氧乳酸 專項能力檢測方式
檢 測 方 式	以個人最大的速度變換 Uchi-Komi(連攻法)與 Seoi-Nage(過肩摔)兩個聯絡動作，並計算各回合的反覆次數。	受測選手(tori)以個人最大的速度去做 Ippon-seoi-nage 動作將相距 6m 的兩位被摔選手(uke)摔倒，在各回合規定時間內計算摔倒次數
負 荷 強 度	最大速度	最大速度
作 業 時 間	5x10sec	(1x15s + 2x30sec)
間 歇 時 間	30sec	30sec
檢 測 參 數	La、NH ₃ 、HR、Reps	La、NH ₃ 、HR、Reps
採 血 時 間	La：Rest、1x、3x、5x、E3、E5 NH ₃ ：Rest、E5 HR：每回合結束及 E5	La：Rest、1x、2x、3x、E3、E5、E7、E10 NH ₃ ：Rest、E5 HR：每回合結束及 E5

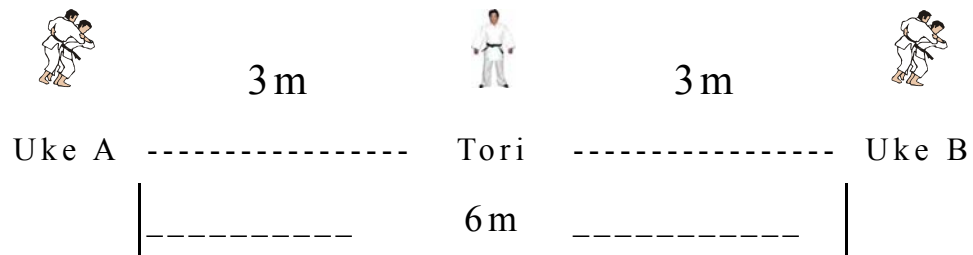


圖 3-4-1 無氧乳酸檢測方式操作位置圖

(八)血氨值指數(NH_3 -Index)檢測方式

檢測方式採用 Hageloch 等 (1993) 所設計的 75m 與 1000m 距離的 NH_3 -Index 檢測方式，其檢測方式如下：

受測者於熱身前，以耳垂採血方式，採集 $20\mu\text{l}$ 血液樣本，為安靜時 NH_3 值。採完血後，進行約五分鐘的熱身活動。熱身結束後，開始進行短距離 75m 衝刺一次，衝刺結束後第三分鐘進行採血為短距離衝刺 NH_3 值；中間休息二十分鐘讓受測選手充分休息，並戴上 Polar 錶並進行長距離 1000m 最快速度跑，跑完之後第三分鐘進行採血為長距離最快速度 NH_3 值，根據 75m 及 1000m 的 NH_3 值，來代入公式 $(75\text{m } \text{NH}_3 / 1000\text{m } \text{NH}_3)$ 進而獲得 NH_3 -Index，判斷受測選手的肌肉纖維類型。

第五節 實驗流程圖

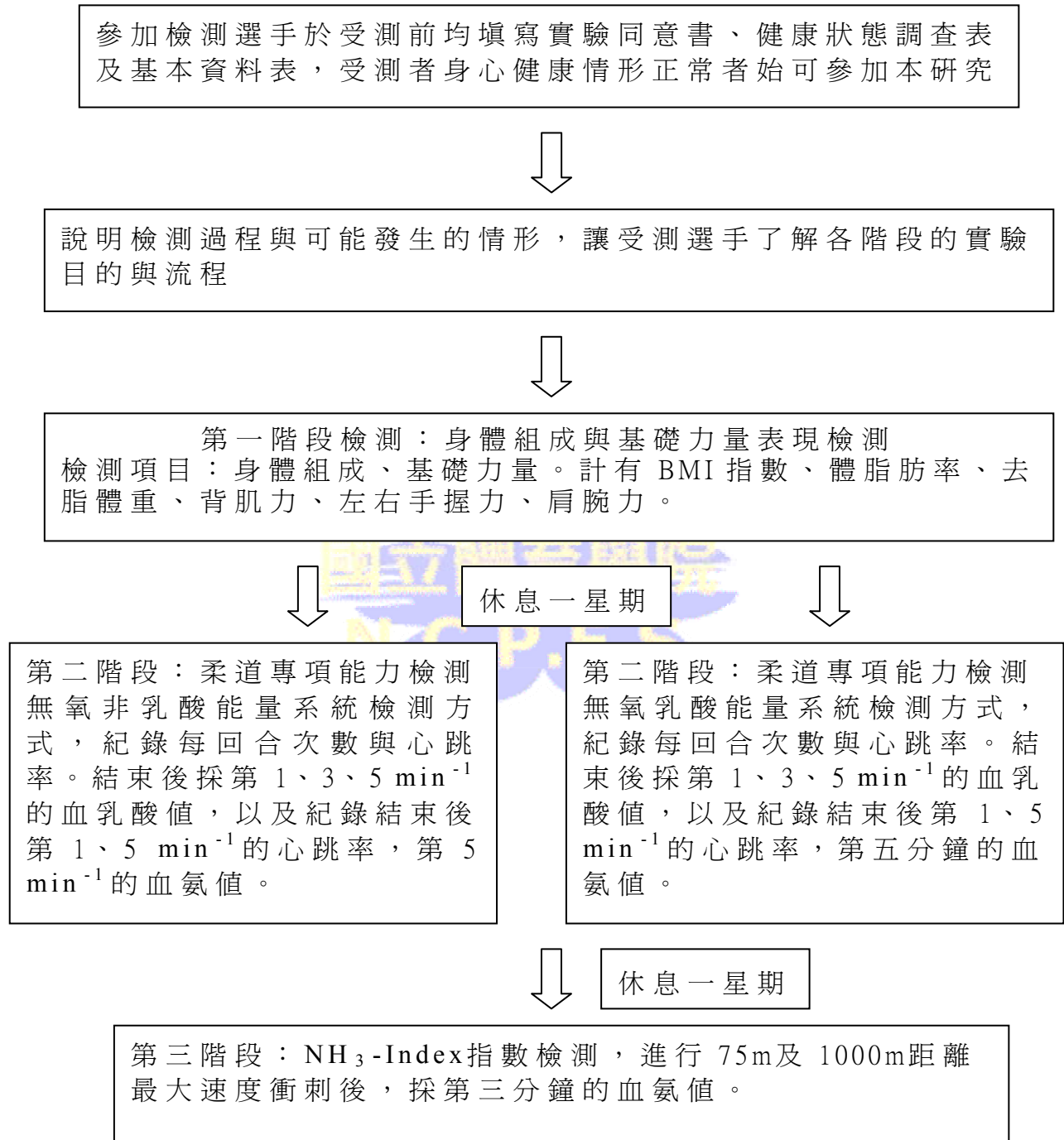


圖 3-5-1 實驗流程圖

第六節 資料統計分析

- 一、測驗所得知各項生理參數(La、HR、NH₃、Reps)以統計軟體 SPSS for Windows 12.0 中文版進行資料處理與統計分析。
- 二、以描述性統計方式、平均數及標準差來表示受測選手基本資料與檢測數據。
- 三、以獨立樣本 T 檢定的方式來分析，不同程度柔道選手在兩種不同能量代謝系統的柔道專項檢測方式下的差異性。
- 四、以皮爾森積差相關，比較柔道專項能力最大反覆次數(Reps)、心跳率(HR)、最大血乳酸(La_{max})、乳酸代謝率(La_{rate})、血氨(NH₃)之間的關係。
- 五、曲線圖形製作採用 SigmaPlot8.0 版進行直線回歸相關分析
- 六、NH₃-Index = (75m血氨值)/(1000m血氨值)
- 七、本研究顯著水準皆定為 $p > 0.05$ 、 $^* p \leq 0.05$ 、 $^{**} p \leq 0.01$ 、 $^{***} p \leq 0.001$

第肆章 結果與分析

本研究主要目的在於了解我國不同程度大專柔道選手，身體組成、基礎力量、無氧非乳酸柔道專項檢測、無氧乳酸柔道專項檢測與血氨指數的差異與關係。將實驗所得數據結果加以分析後分成四個部份加以說明：

第一節 基礎運動能力與身體組成；

第二節 專項檢測無氧非乳酸；

第三節 專項檢測無氧乳酸；

第四節 NH_3 -Index與專項技術頻率、乳酸代謝率、最大乳酸值。

第一節 基礎力量與身體組成

本研究係以國立體育學院柔道隊的男子選手，第二量級與第三量級的選手共 16 名為本研究受測者；依據受測選手於兩年內參加過國內與國際性比賽成績表現來區分，分為優秀組選手 8 名、一般組選手 8 名。優秀組的選手為曾獲得全國性比賽前兩名或國際賽前四名者，未達成績標準者則為一般組的選手。本節針對選手的身體組成與基礎能力表現來進行說明：

一、身體組成

身體組成優秀組與一般組選手在體脂肪率平均值分別為 $12.5 \pm 3.2\%$ 與 $13.3 \pm 2.9\%$ ，二者差異 0.8% ($p > 0.05$)；去脂體重則分別為 $62.8 \pm 3.5\text{kg}$ 與 $64.6 \pm 4.0\text{kg}$ ，二者差異為 1.8kg ($p > 0.05$)；脂肪重與肌肉重量分別為 $9.1 \pm 2.7\text{kg}$ 與 $10.0 \pm 2.4\text{kg}$ ， $8.4 \pm 3.1\text{kg}$ 與 $60.5 \pm 3.8\text{kg}$ ，均未達顯著差異 ($p > 0.05$)。如表 4-1-1 所示。

表 4-1-1 身體組成統計表

項目	優秀	一般	Diff	P
體脂肪率(%)	12.5±3.2	13.3±2.9	-0.8	>.05
去脂體重(kg)	62.8±3.5	64.6±4.0	-1.8	>.05
脂肪重(kg)	9.1±2.7	10.0±2.4	-0.9	>.05
肌肉重(kg)	58.4±3.1	60.5±3.8	-2.1	>.05

二、基礎力量

表 4-1-2 為優秀與一般選手組基礎力量平均值與標準差。背部肌力優秀選手為 $171.9 \pm 30.4\text{kg}$ ，一般選手組則為 $162.1 \pm 19.3\text{kg}$ ，兩組未達顯著差異 ($p > 0.05$)；肩腕肌力則分別為 $49.8 \pm 10.8\text{kg}$ 與 $43.8 \pm 6.0\text{kg}$ ，二者差異為 6.0kg ($p > 0.05$)；左手與右手握力平均值分別為 $50.8 \pm 10.2\text{kg}$ 與 $43.1 \pm 6.6\text{kg}$ 、 $52.7 \pm 10.7\text{kg}$ 與 $46.8 \pm 4.1\text{kg}$ ，兩組亦未達顯著差異 ($p > 0.05$)。

表 4-1-2 基礎力量統計表

項目	優秀	一般	Diff	p
背肌力	172.3±28.2	162.1±19.3	10.2	>.05
肩腕力	50.9±10.6	43.8±6.0	7.1	>.05
左手握力	50.8±9.5	43.1±6.6	7.7	>.05
右手握力	52.6±9.9	46.8±4.1	5.8	>.05

三、NH₃-Index

表 4-1-3 為優秀與一般選手組 NH₃-Index 平均值與標準差。優秀選手為 1.2 ± 0.7 ，一般選手組則為 1.1 ± 0.1 ，兩組未達顯著差異 ($p > 0.05$)。

表 4-1-3 NH₃-Index 統計表

	優秀	一般	Diff	p
NH ₃ -Index	1.2 ± 0.7	1.1 ± 0.2	0.1	>.05
Max	2.2	1.4	0.8	
Min	0.5	0.9	-0.4	

表 4-1-4 各組肌肉類型統計表

肌肉類型	優秀	一般	總計
高強度型	4	4	8
中高強度型	1	4	5
耐力型	3	0	3
總計	8	8	

第二節 專項無氧非乳酸檢測

本節針對受測選手進行無氧非乳酸柔道專項能力檢測所得各項生物參數進行說明與分析，所得檢測數據以運動負荷心跳率、血乳酸、專項技術頻率、血氨、乳酸代謝率等五個部份進行說明：

一、運動負荷心跳率

運動負荷心跳率優秀與一般選手，兩組於第一(1x)、二(2x)與三(3x)階專項測試心跳率平均值均未達顯著差異($p>0.05$)；第四階(4x)心跳率優秀與一般選手平均值分別為 $150.9\pm4.7\text{min}^{-1}$ 與 $156.1\pm8.5\text{min}^{-1}$ ，二者差異 5.2min^{-1} ($p<0.05$)；第五階(5x)測試心跳率兩者亦達顯著差異($p<0.05$)；恢復期第五分鐘(E5)心跳率則分別為 $83.3\pm13.8\text{min}^{-1}$ 與 $88.9\pm8.6\text{min}^{-1}$ ，兩組差異 5.6min^{-1} ($p>0.05$)，如表 4-2-1 所示。

表 4-2-1 專項無氧非乳酸測試心跳率統計表

Exercise	優秀	一般	Diff	p
1x	126.6 ± 26.9	144.9 ± 9.9	-18.3	>.05
2x	139.3 ± 20.3	151.1 ± 11.6	-11.8	>.05
3x	145.6 ± 13.6	156.0 ± 6.9	-10.4	>.05
4x	150.3 ± 4.6	157.4 ± 8.1	-7.1 *	<.05
5x	152.8 ± 7.6	164.5 ± 8.4	-11.7 *	<.05
E5	83.3 ± 13.8	88.9 ± 8.6	-5.6	>.05

二、運動負荷血乳酸值

圖 4-2-1 為專項技術測試血液 La 濃度。優秀選手與一般選手組於測試 (Rest) 平均值分別為 $1.6 \pm 0.4 \text{ mmol/l}$ 與 $1.5 \pm 0.7 \text{ mmol/l}$ ，第一階 (1x) 分別為 $2.7 \pm 0.6 \text{ mmol/l}$ 與 $2.7 \pm 0.7 \text{ mmol/l}$ ；第三階 (3x) 分別為 $4.6 \pm 1.0 \text{ mmol/l}$ 與 $4.2 \pm 0.4 \text{ mmol/l}$ ；第五階 (5x) 分別為 $4.9 \pm 1.4 \text{ mmol/l}$ 與 $4.7 \pm 1.0 \text{ mmol/l}$ 。測試結束第 3 min^{-1} (E3) 分別為 $5.6 \pm 1.9 \text{ mmol/l}$ 與 $6.1 \pm 1.4 \text{ mmol/l}$ ；第 5 min^{-1} (E5) 分別為 $5.5 \pm 1.7 \text{ mmol/l}$ 與 $5.8 \pm 1.4 \text{ mmol/l}$ 。最大乳酸值皆出現於結束後第 3 min^{-1} (E3)，不過二組之間並未達顯著差異 ($p > 0.05$)。如圖 4-2-1 所示。

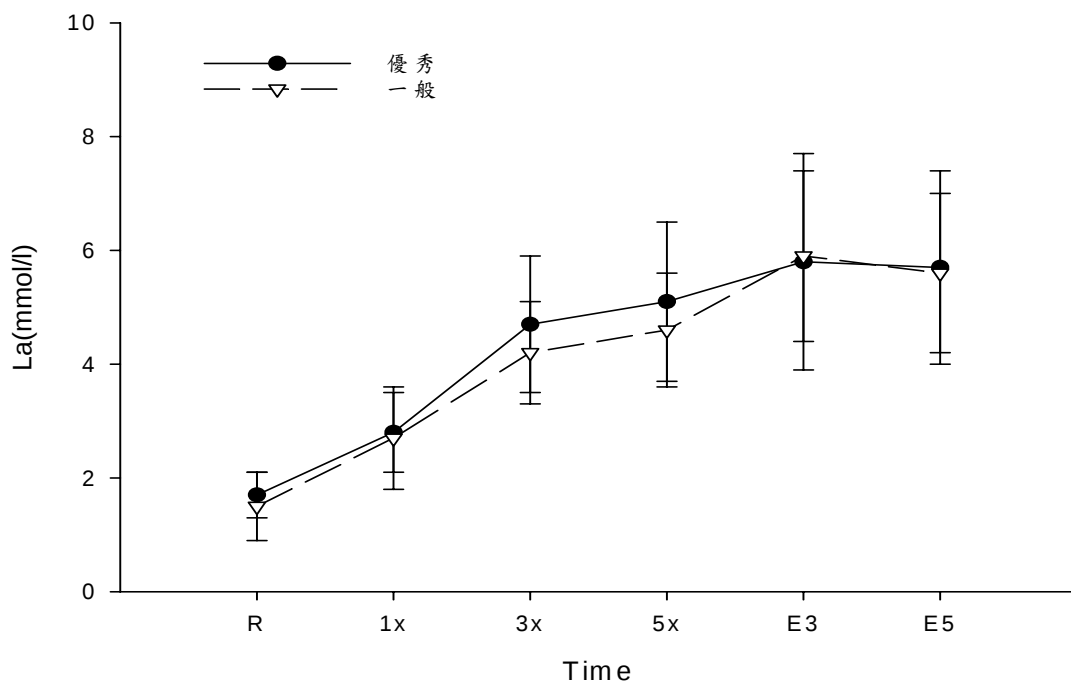


圖 4-2-1 各組 La 濃度之平均值與標準差

三、專項技術 Uchi-Komi 與 Seoi-Naga 測試頻率

Uchi-Komi 與 Seoi-Naga 測試動作頻率，優秀選手與一般選手組於第一階 (1x) 平均值分別為 $5.6 \pm 0.8\text{Reps}$ 與 $5.3 \pm 0.7\text{Reps}$ ，二者差異為 0.3Reps ；第二 (2x)、三 (3x) 與四 (4x) 階測試平均值，兩組均未達顯著差異 ($p > 0.05$)；第五 (5x) 階測試頻率，優秀與一般選手動作次數平均值分別為 $6.3 \pm 0.5\text{Reps}$ 與 $6.1 \pm 0.6\text{Reps}$ ，二者差異為 0.2Reps ($p > 0.05$)。如表 4-2-2 所示。

表 4-2-2 各階專項技術頻率次數統計表

Exercise	優秀	一般	Diff	p
1x	5.6 ± 0.7	5.3 ± 0.7	0.3	$>.05$
2x	6.0 ± 0.5	5.5 ± 0.8	0.5	$>.05$
3x	5.8 ± 1.0	5.5 ± 0.8	0.3	$>.05$
4x	6.0 ± 0.8	5.9 ± 0.8	0.1	$>.05$
5x	6.3 ± 0.5	6.1 ± 0.6	0.2	$>.05$
Total	29.6 ± 2.9	28.3 ± 3.2	1.3	$>.05$

四、專項技術 Uchi-Komi與Seoi-Naga測試血液NH₃ 濃度

圖 4-2-1 為專項技術測試血液NH₃濃度。優秀選手與一般選手組於測試(Rest) 平均值分別為 $28.3 \pm 5.3 \mu\text{mol/l}$ 與 $31.8 \pm 11.7 \mu\text{mol/l}$ ，二者差異為 $3.5 \mu\text{mol/l}$ ($p > 0.05$)；測試結束第 5 分(E5) 兩組平均值則分別為 $57.4 \pm 20.4 \mu\text{mol/l}$ 與 $56.9 \pm 17.5 \mu\text{mol/l}$ ，二者亦未達顯著差異($p > 0.05$)。

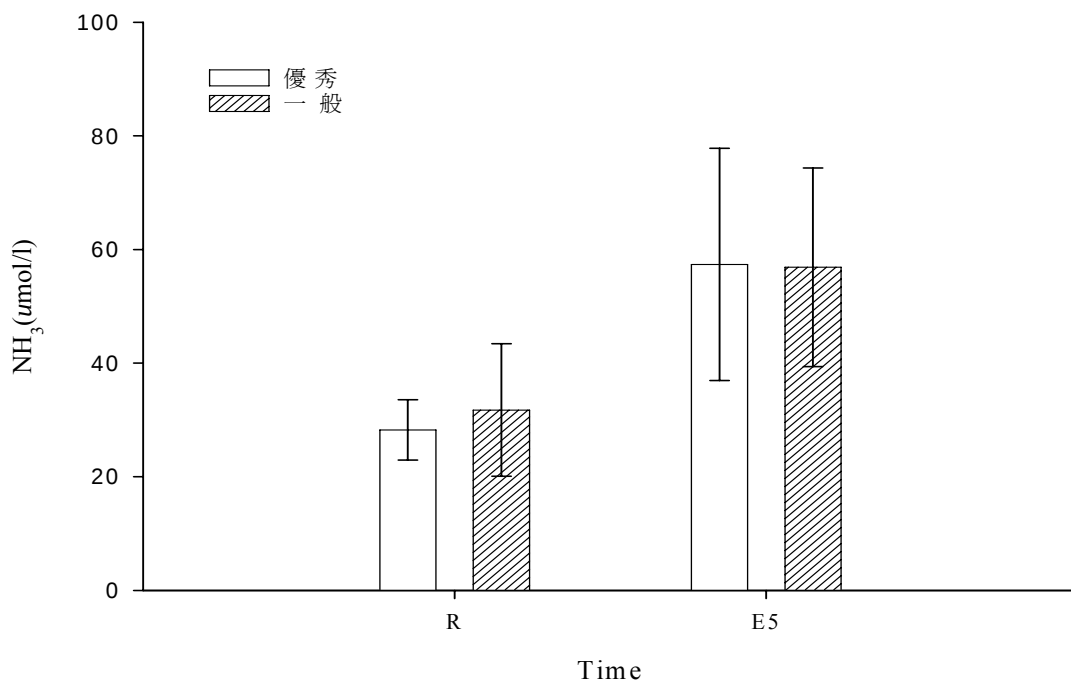


圖 4-2-2 各組NH₃濃度之平均值與標準差

五、專項 Uchi-Komi 與 Seoi-Naga 測試乳酸代謝率

優秀選手與一般選手組於專項技術 Uchi-Komi 與 Seoi-Naga 測試乳酸代謝率平均值，優秀選手組為 $0.39 \pm 0.14 \text{ mmol/l} \cdot \text{s}$ ，個人最大值達 $0.44 \text{ mmol/l} \cdot \text{s}$ 。一般選手平均值則為 $0.48 \pm 0.15 \text{ mmol/l} \cdot \text{s}$ ，個人最大與最小值則分別為 0.4 與 $0.52 \text{ mmol/l} \cdot \text{s}$ 。優秀與一般選手兩組差異為 $0.1 \text{ mmol/l} \cdot \text{s}$ ($p > 0.05$)。

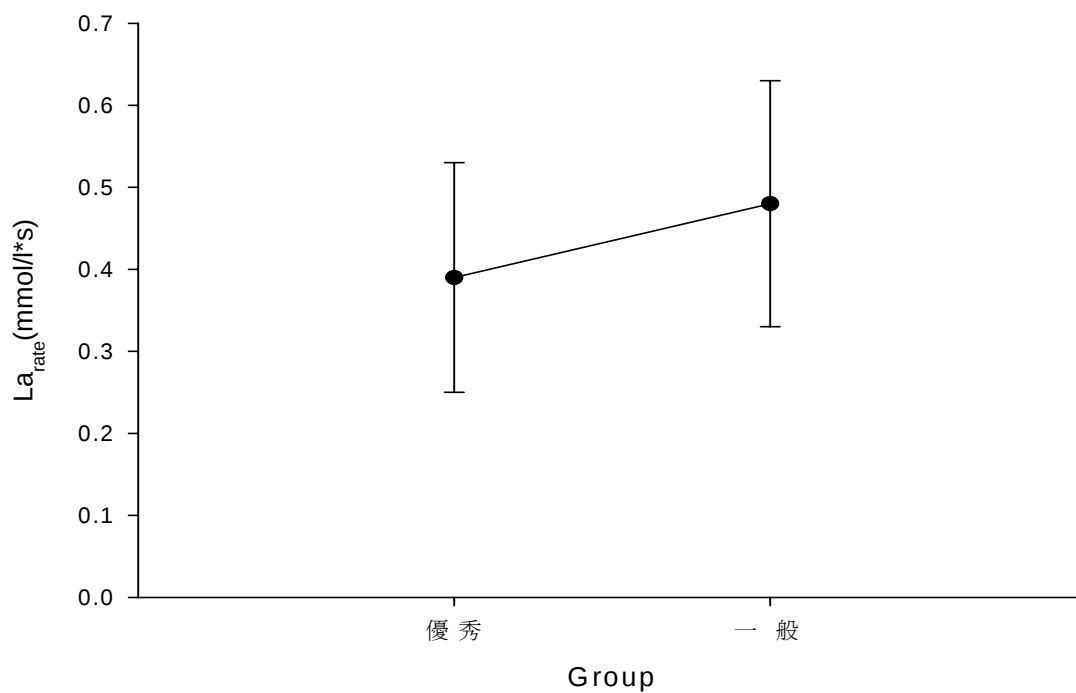


圖 4-2-3 各組乳酸代謝率平均值與標準差

第三節 專項無氧乳酸檢測

本節針對受測選手進行無氧乳酸柔道專項能力檢測所得各項生物參數進行說明與分析，所得檢測數據以心跳率值、血乳酸、專項技術頻率、血氨、乳酸代謝率與柔道項能力指數等六個部份來進行說明：

一、運動負荷心跳率

運動負荷心跳率優秀與一般選手於第一(1x)、二(2x)、三(3x)階專項測試心跳率平均值未達顯著差異($p>0.05$)，恢復期第 5 min^{-1} (E5)心跳率分別為 $92.6\pm16.3\text{min}^{-1}$ 與 $96.9\pm11.5\text{min}^{-1}$ ，二者差異為 6.2min^{-1} ($p>0.05$)。

表 4-3-1 各階運動負荷心跳率統計表

Exercise	優秀	一般	Diff	p
1x	140.1 ± 11.8	147.1 ± 14.9	-7.0	>.05
2x	158.9 ± 10.0	162.0 ± 18.1	-3.1	>.05
3x	164.6 ± 7.9	171.8 ± 10.2	-7.2	>.05
E5	92.8 ± 15.1	97.3 ± 12.2	-4.5	>.05

二、運動負荷血乳酸值

圖 4-2-1 為專項技術測試血液 La 濃度。優秀選手與一般選手組於測試 (Rest) 平均值分別為 $2.3 \pm 0.8 \text{ mmol/l}$ 與 $2.4 \pm 1.6 \text{ mmol/l}$ ，第一階 (1x) 分別為 $2.0 \pm 0.3 \text{ mmol/l}$ 與 $2.3 \pm 1.3 \text{ mmol/l}$ ；第二階 (2x) 分別為 $4.6 \pm 0.6 \text{ mmol/l}$ 與 $5.3 \pm 2.1 \text{ mmol/l}$ ；第三階 (3x) 分別為 $7.7 \pm 1.3 \text{ mmol/l}$ 與 $7.8 \pm 1.4 \text{ mmol/l}$ 。測試結束第 3 min^{-1} (E3) 分別為 $10.3 \pm 1.0 \text{ mmol/l}$ 與 $11.0 \pm 1.5 \text{ mmol/l}$ ；第 5 min^{-1} (E5) 分別為 $10.7 \pm 1.6 \text{ mmol/l}$ 與 $10.9 \pm 1.7 \text{ mmol/l}$ ；第 7 min^{-1} (E7) 分別為 $11.9 \pm 2.9 \text{ mmol/l}$ 與 $12.2 \pm 2.8 \text{ mmol/l}$ ；第 10 min^{-1} (E10) 分別為 $10 \pm 1.4 \text{ mmol/l}$ 與 $10.2 \pm 1.7 \text{ mmol/l}$ 。最大乳酸值皆出現於結束後第 7 min^{-1} (E7)，不過二組之間並未達顯著差異 ($p > 0.05$)。如圖 4-3-1 所示。

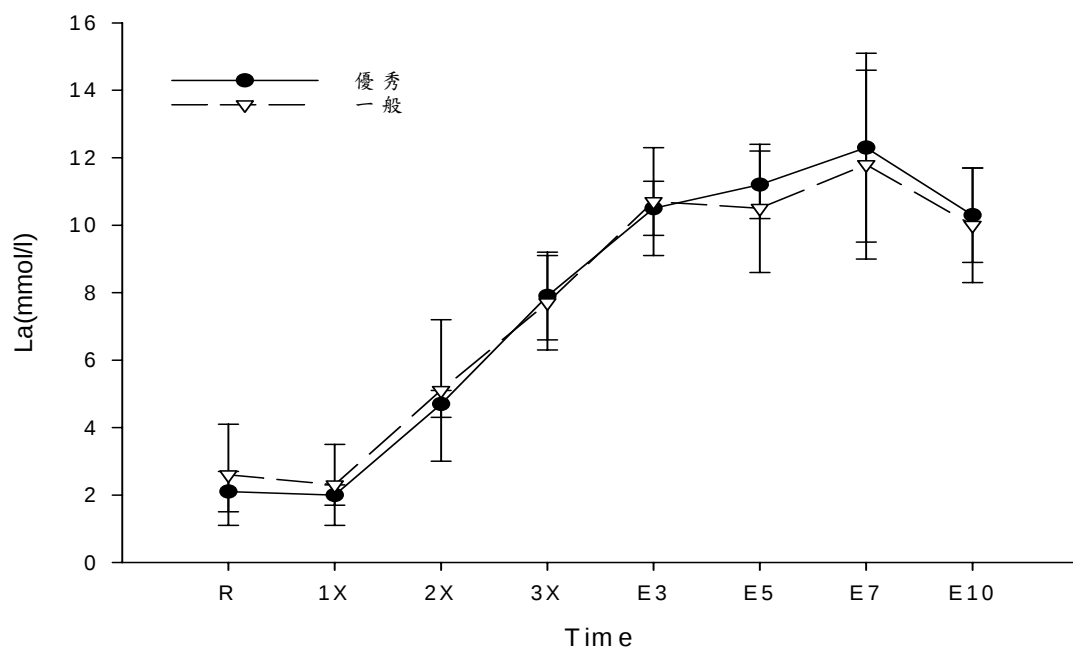


圖 4-3-1 各組血液 La 濃度平均值與標準差

三、專項技術 Ippon-seoi-nage 測試動作頻率

個人得意技測試動作頻率，優秀選手與一般選手第一階(1x)次數平均值分別為 5.7 ± 0.5 Reps 與 5.6 ± 0.5 Reps，二者差異為 0.1Reps；第二階(2x)次數分別為 10.7 ± 0.7 Reps 與 10.1 ± 0.6 Reps，二者差異為 0.6Reps；第三階(3x)次數分別為 10.9 ± 0.8 Reps 與 10.5 ± 0.9 Reps，二者差異為 0.4Reps；總和次數分別為 27.4 ± 1.5 Reps 與 26.3 ± 1.6 Reps，二者差異為 0.9Reps，均未達顯著差異($p > 0.05$)。如表 4-3-2 所示。

表 4-3-2 各階專項技術頻率統計表

Exercise	優秀	一般	Diff	p
1x	5.8 ± 0.5	5.6 ± 0.5	0.2	$>.05$
2x	10.8 ± 0.7	10.1 ± 0.6	0.6	$>.05$
3x	10.9 ± 0.8	10.5 ± 0.9	0.4	$>.05$
總 合	27.4 ± 1.5	26.3 ± 1.6	0.9	$>.05$

四、專項技術Ippon-seoi-nage測試之 NH_3 濃度

圖 4-3-1 為專項技術個人得意技測試 NH_3 濃度。優秀選手與一般組選手於測試前(Rest)平均值分別為 $31.6 \pm 7.2 \mu\text{mol/l}$ 與 $29.1 \pm 7.2 \mu\text{mol/l}$ ，二者差異為 $2.7 \mu\text{mol/l}$ ($p > 0.05$)；檢測結束後第 5 min^{-1} (E5)二組平均值分別為 $83.5 \pm 14.5 \mu\text{mol/l}$ 與 $81.9 \pm 25.7 \mu\text{mol/l}$ ，二者差異亦未達顯著差異($p > 0.05$)。

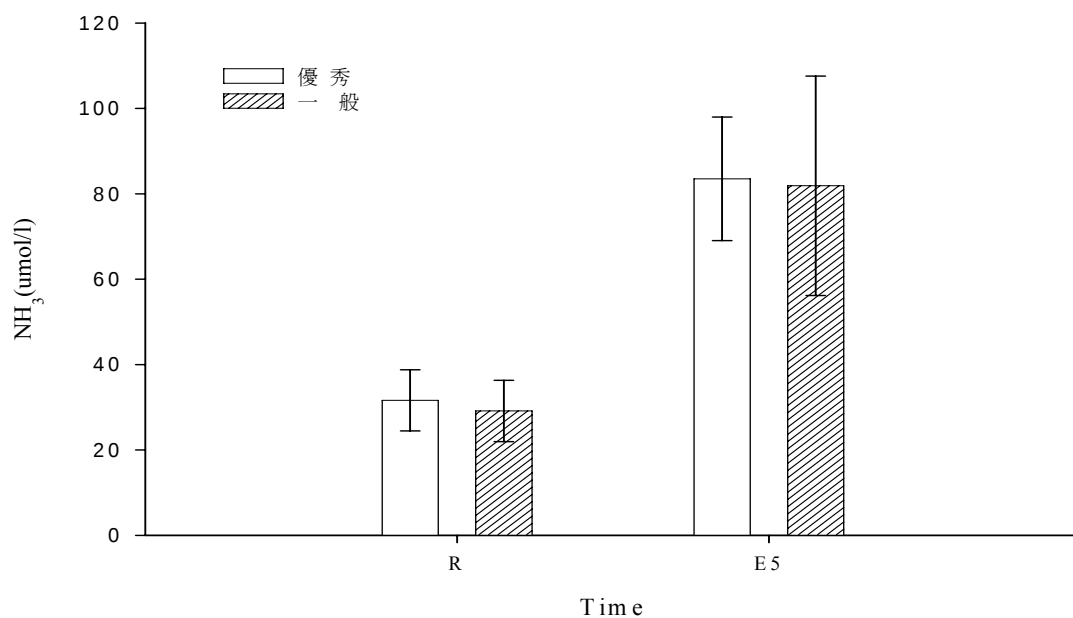


圖 4-3-2 各組血液 NH_3 濃度平均值與標準差

五、專項技術 Ippon-seoi-nage 測試乳酸代謝率

優秀選手與一般選手於專項技術 Ippon-seoi-nage 測試乳酸代謝率平均值，優秀選手組為 0.39 ± 0.12 mmol/l·s，個人最大值達 0.62 mmol/l·s。一般選手平均值為 0.42 ± 0.11 mmol/l·s，個人最大值與最小值分別為 0.67 與 0.36 mmol/l·s。優秀與一般選手兩組差異為 0.03 mmol/l·s ($p > 0.05$)

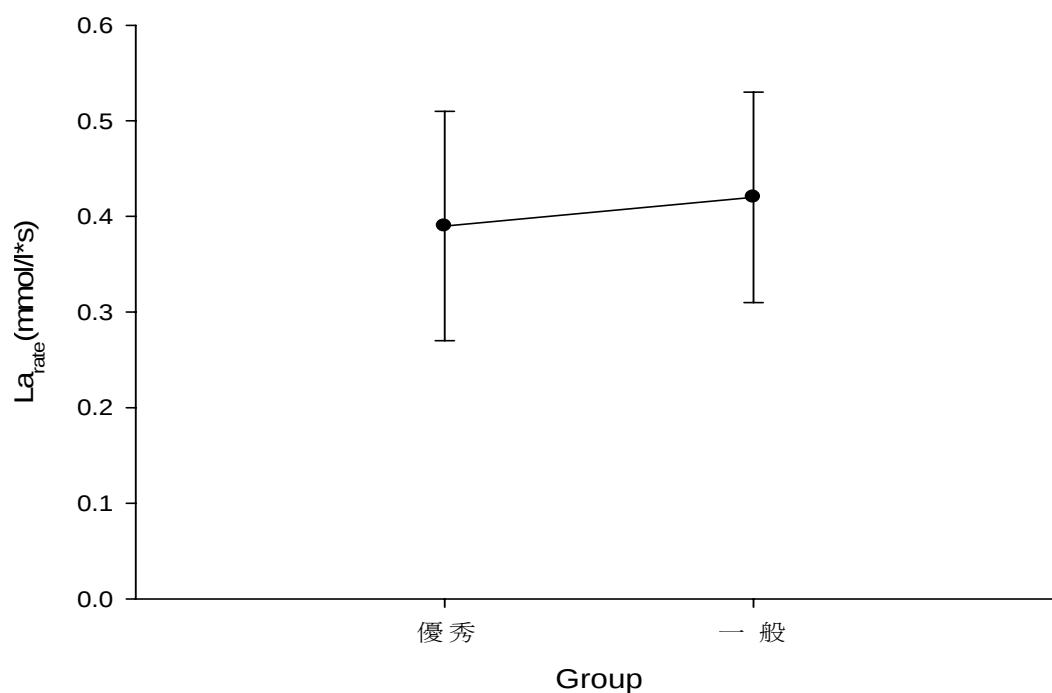


圖 4-3-3 各組乳酸代謝率平均值與標準差

六、柔道專項能力指數(SJFI)

優秀組與一般組選手於柔道專項能力指數(SJFI)，優秀組平均值為 $9.4 \pm 0.7 \text{ min}^{-1} / \text{Reps}$ ，個人最大值與最小值分別為 10.1 與 $8.5 \text{ min}^{-1} / \text{Reps}$ ；一般組平均值為 $10.3 \pm 0.8 \text{ min}^{-1} / \text{Reps}$ ，個人最大值與最小值分別為 11. 與 $9.14 \text{ min}^{-1} / \text{Reps}$ 。二者差異為 $0.9 \text{ min}^{-1} / \text{Reps}$ 達顯著差異 ($p < 0.05$)。

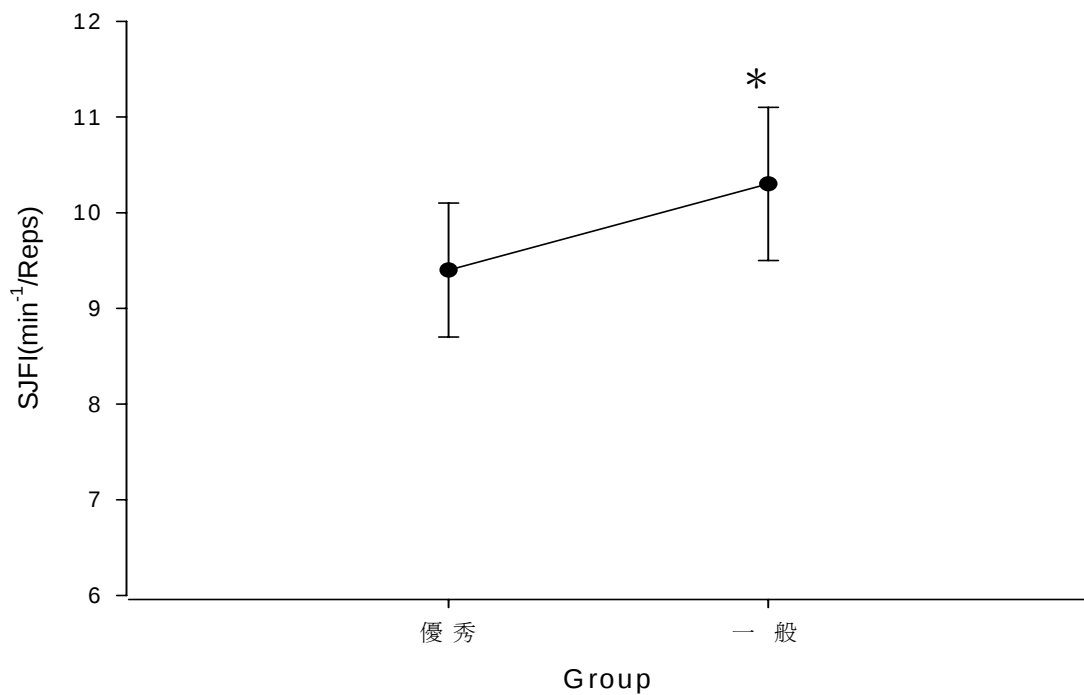


圖 4-3-4 各組柔道專項能力指數平均值與標準差

第四節 NH_3 -Index檢測與專項技術檢測

本節針對受測選手的 NH_3 -Index 與專項技術頻率、 NH_3 -Index 與乳酸代謝率與 NH_3 -Index 與最大乳酸值等三個部份進行說明：

一、 NH_3 -Index 與專項技術頻率 (Reps) 之關係

(一) NH_3 -Index 與專項 Uchi-Komi 與 Seoi-Naga 動作技術

受測選手之 NH_3 -Index 與專項技術頻率則分別介於 0.5-2.2 與 24-34 之間，均中心回歸分析兩者未呈現顯著相關 ($r=-0.42$)。如圖 4-4-1 所示。

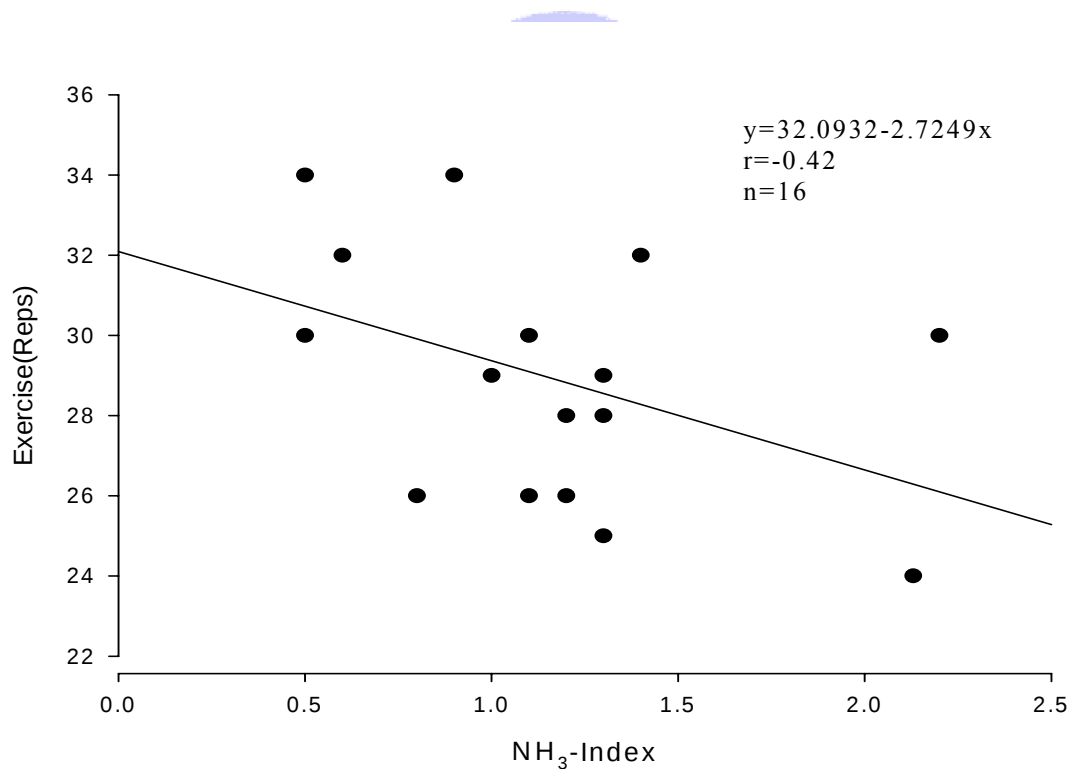


圖 4-4-1 NH_3 -Index 與無氧非乳酸檢測之動作頻率 (Reps)

(二) NH_3 -Index與Ippon-seoi-nage動作技術測試

受測選手之 NH_3 -Index與專項技術頻率分別介於 0.5-2.2 與 23-30 之間，均中心回歸分析兩者未呈現顯著相關($r=0.13$)。如圖 4-4-2 所示

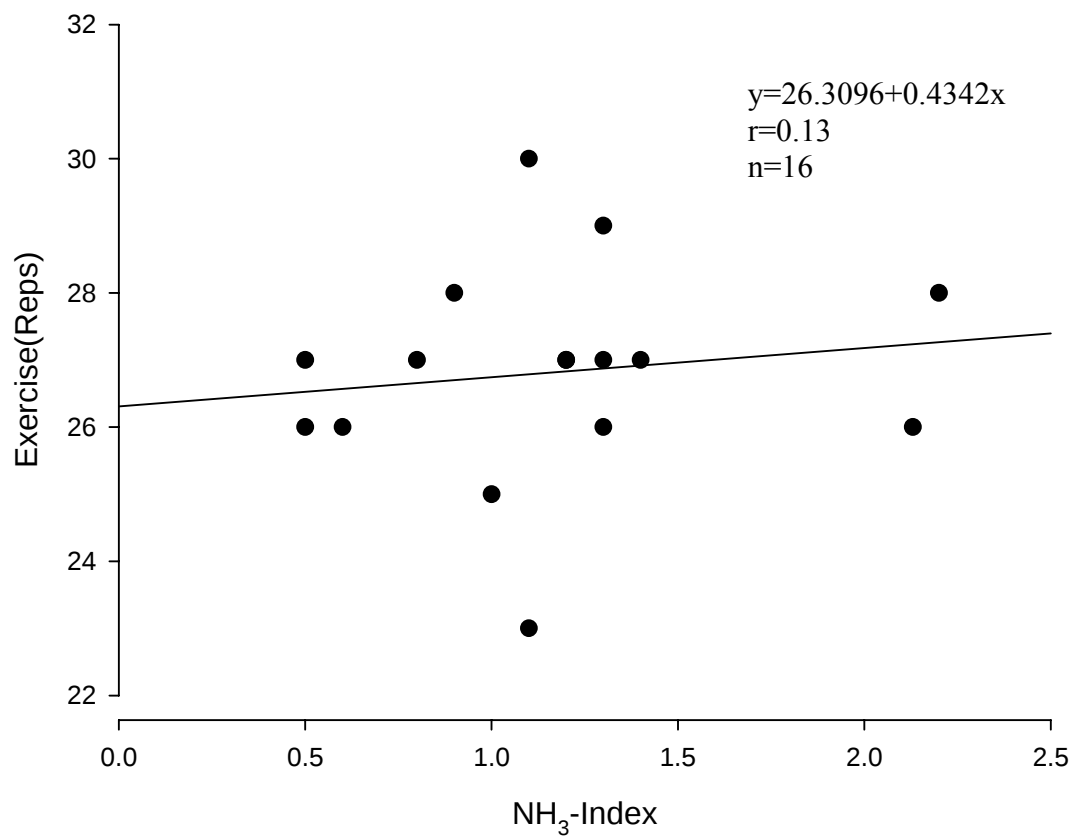


圖 4-4-2 NH_3 -Index與無氧乳酸檢測之動作頻率(Reps)

二、NH₃-Index與乳酸代謝率之相關分析

(一)NH₃-Index與專項Uchi-Komi與Seoi-Naga動作技術檢測

優秀選手之NH₃-Index與專項技術檢測之乳酸代謝率分別介於 0.5-2.2 與 0.2-0.7 之間，均中心回歸分析兩者未呈現顯著相關($r=0.006$)。如圖 4-4-3 所示。

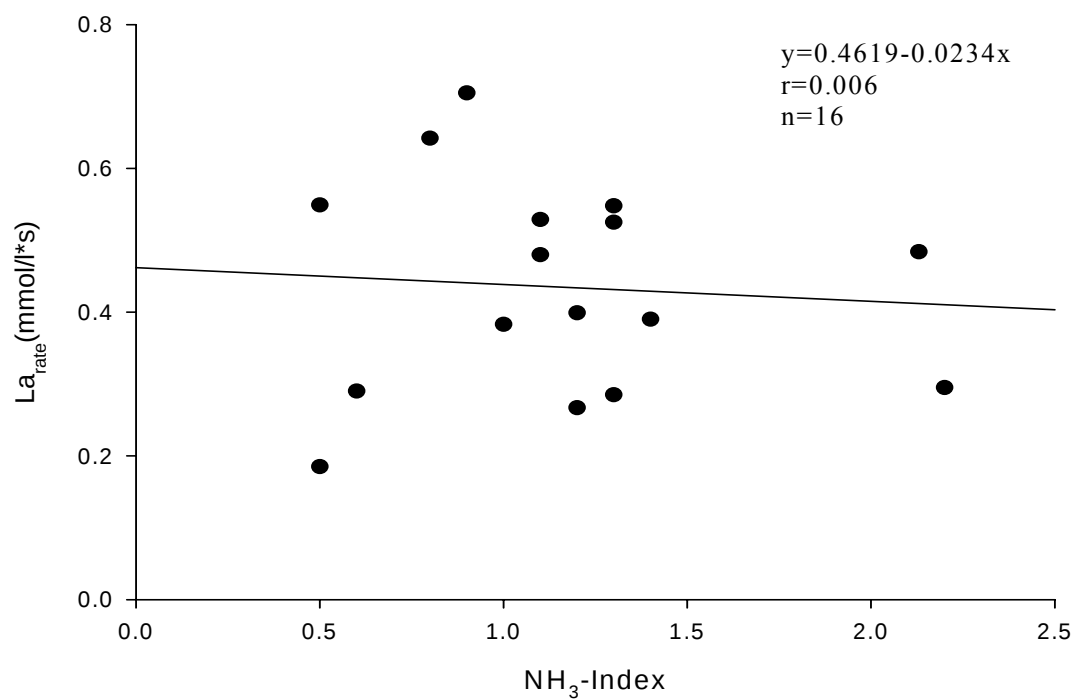


圖 4-4-3 NH₃-Index與無氧非乳酸檢測之乳酸代謝率

(二) NH_3 -Index與Ippon-seoi-nage動作技術檢測

受測選手 NH_3 -Index與專項個人得意技動作技術檢測之乳酸代謝率分別介於 0.5-2.2 與 0.2-0.7 之間，均中心回歸分析兩者未呈現顯著相關($r=0.15$)。如圖 4-4-4 所示。

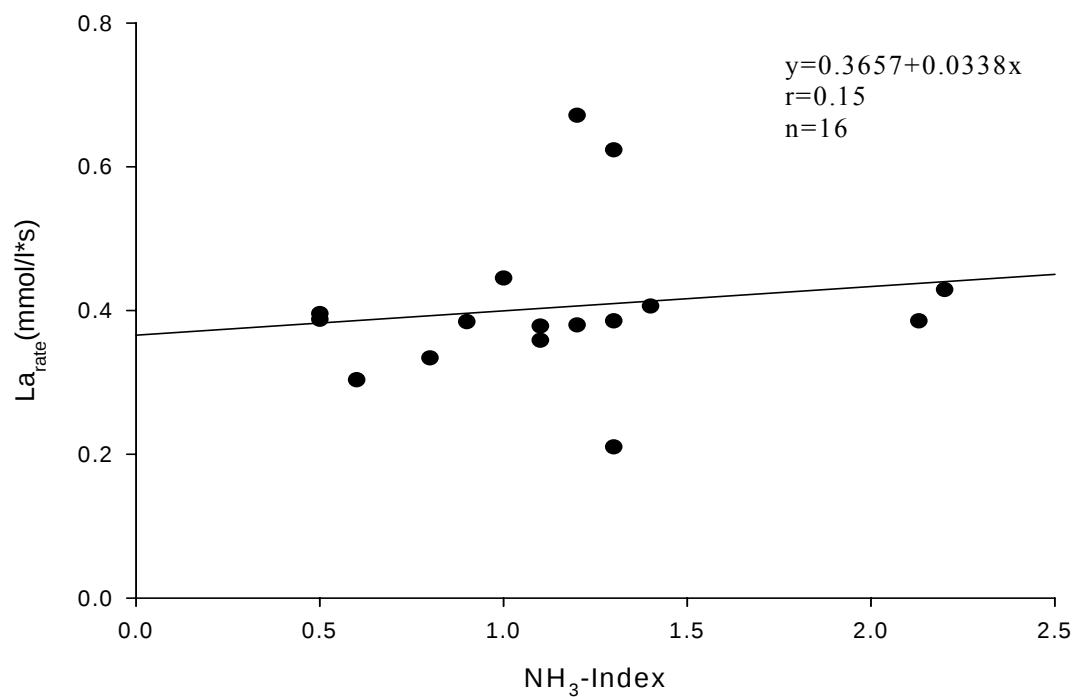


圖 4-4-4 NH_3 -Index與無氧乳酸檢測之乳酸代謝率

三 NH₃-Index與最大乳酸值之相關分析

(一) NH₃-Index與專項Uchi-Komi與Seoi-Naga動作技術檢測

受測選手NH₃-Index與專項Uchi-Komi與Seoi-Naga動作技術檢測之最大乳酸值分別介於 0.5-2.2 與 3.2-8.9mmol/l之間，均中心回歸分析兩者未呈現顯著相關($r=0.0097$)。如圖 4-4-5 所示。

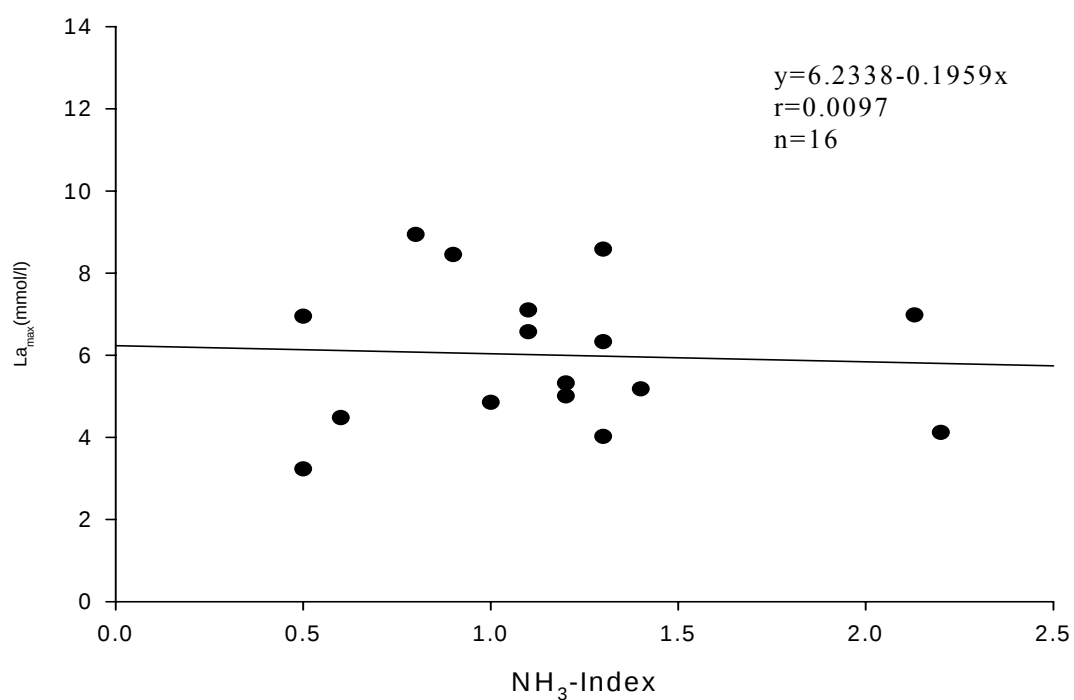


圖 4-4-5 NH₃-Index與無氧非乳酸專項技術檢測之最大乳酸值

(二) NH_3 -Index與專項Ippon-seoi-nage動作技術檢測之

優秀組選手 NH_3 -Index與專項Ippon-seoi-nage動作技術檢測之最大乳酸值分別介於0.5-2.2與8.8-18.3mmol/l，均中心回歸分析兩者未呈現顯著相關($r=0.23$)。如圖4-4-6所示。

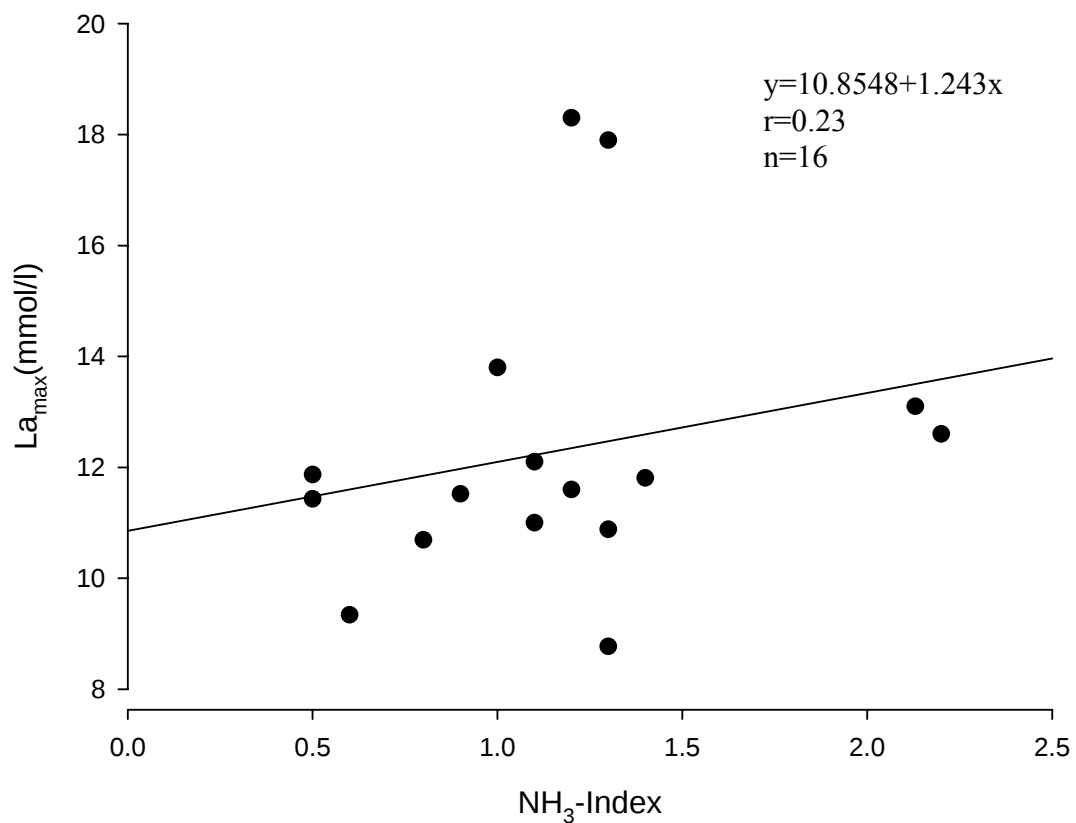


圖 4-4-6 NH_3 -Index與無氧乳酸專項技術檢測之最大乳酸值

第伍章 討論

本研究主要目的在探討不同程度柔道選手：一、乳酸代謝率、最大乳酸值與運動負荷心跳率；二、 NH_3 -Index與專項技術頻率之相關分析；三、 NH_3 -Index與最大乳酸值之相關分析；四、 NH_3 -Index與乳酸代謝之相關分析；等四個部份進行討論。

第一節 乳酸代謝率、最大乳酸值與心跳率

一、乳酸代謝率

研究結果顯示，優秀與一般組選手在兩種不同能量代謝專項檢測中。兩組乳酸代謝率均未達顯著差異(圖 4-2-2，圖 4-3-2)。這種反應顯示優秀選手之專項耐力能力，並未優於一般選手。可能是訓練型態造成，依據 Harre (1990) 研究指出過於強調技術練習，而忽略專項耐力訓練，將無法穩定比賽能力。從本研究的實驗結果中可以推論，擁有較佳的乳酸代謝率的選手，也具有較佳的運動表現與競賽成績。運動中乳酸的堆積與代謝排除能力，是依據個人有氧能力而定，有氧能力佳的選手，乳酸排除的速度亦快(Neumann et al,1991)。侯碧燕(2006)針對國內青少年柔道選手無氧非乳酸專項能力研究中顯示，有氧閾值越高的選手其乳酸代謝率越低；其中高中組選手乳酸代謝率介於 $0.3-0.4\text{mmol/l}\cdot\text{s}$ 之間，有氧閾值速度介於 $2.0-2.2(\text{m/s})$ 之間。本研究中優秀與一般組選手乳酸代謝率分別為 $0.4\text{mmol/l}\cdot\text{s}$

與 $0.5\text{mmol/l}\cdot\text{s}$ ，根據 Lehmann(1996)的柔道專項診斷來評價選手，本研究中大專柔道選手的專項耐力能力分布在尚可與好之間，從數據上顯示國內大專柔道選手在專項耐力能力上並未有顯著的進步，甚至低於高中組選手。這應該在平日訓練單元中加強柔道選手的基礎有氧耐力能力，來提高選手無氧非乳酸能量的恢復能力。也應加強高強度的間歇訓練，提升選手的 CrP 的分解與再生能力，增加 FT 肌肉纖維的工作投入能力，以提升選手乳酸排除速度。

二、最大乳酸值

本研究中無氧非乳酸柔道專項檢測與無氧乳酸柔道專項檢測當中，最大乳酸值出現的時間點兩組皆相同。在無氧非乳酸檢測中在結束後第 3min^{-1} 出現最大值，最大血乳酸值優秀組為 $5.6\pm 1.9\text{mmol/l}$ 、一般組為 $6.1\pm 1.4\text{mmol/l}$ 。在無氧乳酸檢測中在結束後第 7min^{-1} 出現，最大血乳酸值優秀組為 $11.9\pm 2.9\text{mmol/l}$ 、一般組為 $12.2\pm 2.8\text{mmol/l}$ 。；惟二組選手在兩種不同檢測中最大血乳酸值差異未達顯著，兩組選手在專項技術頻率次數上差異也未達顯著差異。在侯碧燕(2006)針對國內青少年柔道選手專項能力研究中顯示，高中組選手在檢測結束後第 3min^{-1} 血乳酸值介於 $4.5\text{-}5.1\text{mmol/l}$ 之間，其檢測結果也低於本研究的各組選手。Franchini et al.(1996)針對 12 位巴西柔道選手，運用本研究中的無氧乳酸檢測方式所做的研究中，其受測選手的最大血乳酸值介於 $8.2\text{-}10.7\text{mmol/l}$ 之間，也低於本研究中的各組選手。顯示在本研究中大專柔道選手在平時訓練中，並未針對個人的負荷閾值去做訓練強度的改變，造成選手體循

環能力不佳。侯碧燕(2006)針對柔道選手專項能力研究中指出評定柔道選手最大無氧能力的方法是，藉由檢測選手在短時間高強度負荷後血乳酸值升高的程度來得之。王忠山(1986)以 55 位短跑選手進行 30sec 無氧動力測試與 60sec 負荷登階試驗，結果發現乳酸峰值一般在運動後 3-10 min^{-1} 出現，80% 的乳酸峰值在第 5 min^{-1} 出現；60sec 負荷登階試驗後血乳酸值平均可達 14mmol/l。在運動中或是運動結束後，所產生的血液乳酸濃度，來作為訓練判斷，是最簡單與容易的方式 (Hollmann et al.1981)。在本實驗的結果中也顯示受測選手在平時訓練上未將專項耐力能力與一般耐力能力訓練作區別，專項耐力能力的訓練是直接發展運動專項比賽的能力。它應該具備：1.速度與動作交換頻率的改善，促使技術最佳化，並與速度相連繫。2.在比賽的負荷強度下進行適當且有變化的技術訓練，使選手在比賽後半段時期還有能力維持高運動表現的能力。3.應在高負荷的比賽強度下進行模擬訓練。4.也要兼顧顧及練習其它的比賽條件練習題(各種不同動作技巧的練習)。5.取得抵抗高負荷強度與維持運動表現能力的意志特性(張嘉澤，2004)。此外最大乳酸值過早出現也會降低選手運動表現，也顯示選手的快速再生的恢復能力不佳。

三、心跳率

Hollmann 等人(1978)的研究中，用最大運動結束後五分鐘心跳率來評估體能及訓練效果判斷。超過 130 min^{-1} 表示差；130 min^{-1} ~ 120 min^{-1} 表示不好；120 min^{-1} ~ 115 min^{-1} 表示好；105 min^{-1} ~ 100 min^{-1} 表示非常好；100 min^{-1} 表示具有高競技運動能力 Böhmer et al(1975)。在表 4-2-1 中我們可以觀察到五階的

無氧非乳酸的專項檢測中，在第 4(4x)與 5(5x)檢測後心跳率，優秀組選手心跳率是明顯低於一般組的選手並達到顯著差異 ($p<0.05$)，在各階專項頻率次數上，優秀組選手也是略高於一般組選手。同時在結束後第 5 min^{-1} 的恢復心跳率，優秀組選手也是低於一般組的選手。

在無氧乳酸柔道專項檢測方面，在 3 階的檢測中優秀組選手也是低於一般組的選手，在結束後第 5 min^{-1} 的心跳率也是低於一般組選手。此外在圖 4-3-3 中柔道專項能力指數(SJFI)中優秀組選手的指數遠低於一般組選手的指數，二者達到顯著差異 ($p<0.05$)。此外從 SJFI 的公式中我們可以瞭解，若在相同專項技術頻率次數之下，擁有較低的最大運動負荷心跳率與運動後第 5 min^{-1} 後恢復心跳率的選手，是擁有較佳的柔道專項能力指數。Sterkowicz(1998)針對 15 位大專柔道選手的研究中發現，受測選手的 SJFI 指數與最大攝氧量(有氧能力)是呈現顯著負相關 ($r^2=0.53$)；顯示有能力較佳的選手其 SJFI 指數也較低，也符合本研究的結果。Böhmer et al(1993)的研究中也指出，最大運動結束後第 5 min^{-1} 的恢復心跳率是可以來評估選手體能狀態及訓練效果。這也符合 Sedlock(1996)研究中指出運動後恢復期的心跳率與選手體能狀態及運動強度有關，而且運動後恢復期的心跳率會受訓練的影響，受訓練者較無訓練者恢復速率快。

第二節 NH_3 -Index與專項技術頻率之相關分析

一、無氧非乳酸檢測(Uchi-Komi 與 Seoi-Naga)

從圖 4-1-1 中可以判斷在受測選手中，兩者是呈現微弱的負相關，相關係數為($r=-0.42$)。相關結果顯示 NH_3 -Index越高的選手，其無氧非乳酸專項檢測頻率次數越低；這也符合Fox(1993)研究認為運動表現不能單以肌肉纖維型態來預估。在本研究中筆者從圖 4-1-1 中受測選手的散佈情形來研判，推論在無氧非乳酸的專項技術Uchi-Komi與Seoi-Naga測試中，受測選手中 NH_3 -Index較高其專項技術頻率較低，乃肇因於選手對於無氧非乳酸檢測方式乃是聯絡技的檢測方式；選手平時於訓練中對於聯絡技的練習與戰術運用較少，同時個人得意技過度偏重於單一動作的施作，忽略了聯攻法動作的施作與練習，所以造成在檢測次數上偏低。許吉越(2001)也指出，選手增加聯絡技組合的練習，以克制慢節奏的選手；利用聯絡技攻擊，是掌握比賽節奏的核心基礎。在柔道進攻的技術過程中，節奏的變化速度主要表現在熟悉各種動作之聯絡技術之組合。

二、無氧乳酸檢測(Ippon-seoi-nage)

從圖 4-1-2 中受測選手在專項技術頻率與 NH_3 -Index上兩者相關係數結果，說明了選手在肌肉類型上與專項技術頻率兩者並無直接的相關性。肌肉類型屬於高強度的選手在專項技術頻率的次數上，並沒有顯著上的優勢。不少研究指出，光以肌纖維類別的百分比來預估運動表現是有其限制的(Miller, 1992)。從散佈的情形上來看，選手專項頻率次數集中分佈於

26-28 之間、 NH_3 -Index範圍介於 0.5-2.2 之間。說明了在無氧乳酸的檢測中，肌肉類型與專項技術頻率並無顯著的相關性。本研究也符合 Coyle et,al.(1994)針對優秀中長距離、跳部與擲部等需要爆發力運動項目之選手，在他們的肌肉激酶活性相當低，肌纖維比例彼此的變異也相當大；其他如心肺功能、肌肉大小、運動技能等都和運動成績有關。

第三節 NH_3 -Index與最大乳酸值之相關分析

一、無氧非乳酸檢測(Uchi-Komi 與 Seoi-Naga)

從圖 4-4-5 中可以觀察到，受測選手在 NH_3 -Index與 $\text{La}_{\max}$ 的相關係數上是未達顯著相關($r=0.0097$)。本研究中受測選手最大乳酸值平均值為 $6.0\pm1.7\text{mmol/l}$ ，在侯碧燕(2006)針對台灣高中柔道選手所作的研究中，高中優秀選手最大乳酸值平均值為 $4.8\pm1.7\text{mmol/l}$ 。從結果顯示國內大專柔道選手在體循環方面，略低於高中階段的柔道選手；導致最大乳酸值高於高中階段選手。因為個人的體循環能力越佳，乳酸排除的能力也越好，就不容易造成血乳酸的堆積。運動中乳酸的堆積與排除能力，是依據個人的有氧能力而定，有氧能力高者，乳酸排除速度亦快 (Neumann et al.1991)。此外從圖 4-4-5 的散佈情形顯示，在相同 NH_3 -Index指數的選手卻有不同的最大乳酸值；從生理反應數據中可以了解，國內柔道選手在無氧非乳酸的專項能力上是呈現不穩定的狀態，顯示平時的訓練負荷與方式並未針對柔道專項能力作調整與設計。

二、無氧乳酸檢測(Ippon-seoi-nage)

從圖 4-4-6 觀察受測選手在 NH_3 -Index 與 $\text{La}_{\max}$ 兩者的相關係數上是呈現正相關情形，但未達顯著差異 ($r=0.23$)。Kent-Braun, J. et al.(1997) 研究中指出 Type-II 肌肉纖維又可進一部分為 Type-IIa 與 Type-IIb。Schürmann et al. (1993) 以 NH_3 -Index 將 Type-IIa 與 Type-IIb 指數定為 1.1-1.2 與 >1.2 。兩者主要的差異在於 Type-IIa 之能量提供路徑包含有氧與無氧糖酵解，而 Type-IIb 則完全為無氧系統。學者 Gary A. et,al(1983)運用活體穿刺的方式判斷選手其肌肉纖維比例的研究中，研究在不同強度的運動負荷之下(85%及 110%的 $\dot{\text{V}}\text{O}_{2\text{MAX}}$)產生的血氨值與血乳酸值濃度。發現擁有慢縮肌比例較多的人(HST)在 85%負荷強度與 110%負荷強度的血氨值濃度與慢縮肌比較少的人(LST)濃度呈現顯著差異。HST群組在兩種不同運動負荷強度下的血氨濃度遠低於LST的群組($p<0.05$)。HST群組在 85%負荷強度血乳酸濃度為 3.8 mmol/l，在 110%負荷強度下血乳酸濃度為 12.1mmol/l；LST群組在 85%負荷強度血乳酸濃度為 6.8mmol/l，在 110%負荷強度下血乳酸濃度為 11.6mmol/l。在本研究中受測選手最大乳酸值為 $12.0\pm 2.7\text{mmol/l}$ ，也符合 Gary A. et,al(1983)在不同肌肉纖維比例選手在高強度負荷下最大乳酸值範圍。此外 NH_3 -Index 較高的選手 Type-IIb 纖維比例較多(Schürmann et al. 1993)，肌肉功能著重於無氧系統；便造成乳酸值的增加與堆積。可以藉助重量訓練，改善肌肉能量代謝功能(Grosser et al.1981)。從散佈情形上筆者推論， $\text{La}_{\max}$ 與選手平時的技術訓練型態以及選手個人基礎有氧-無氧能力有關。

第四節 NH_3 -Index 與乳酸代謝率之相關分析

一、無氧非乳酸檢測(Uchi-Komi 與 Seoi-Naga)

從圖 4-4-3 中可以觀察到，受測選手在 NH_3 -Index 與 La_{rate} 的相關係數上是未達顯著相關 ($r=0.006$)；依據圖形散佈的情形來看，選手肌肉類型集中於 1.0-1.5 之間； La_{rate} 介於 0.2~0.6 之間。從 Lehmann(1996)針對柔道無氧非乳酸專項檢測中提到， $\text{La}_{\text{rate}} < 0.2$ 評價為優、0.3 為佳、0.4 為尚可、 > 0.5 者為差。藉由該評價級別來判斷，在受測選手中 NH_3 -Index 與選手乳酸代謝能力並無相關性。此外根據 Gary(1983)的研究中指出，慢縮肌比例較多的人在最大乳酸值生成方面，在 85%強度下最大乳酸值較慢縮肌比例較少的人低。顯示慢縮肌比例較多的人因為微血管密度高、粒線體酶活性高(Astrand, et al.1986)，因此乳酸濃度的生成較少。學者 Andersen, P. et al.(1975)指出長期的肌耐力訓練，可能使 Type-IIb 型的肌纖維轉換成 Type-IIa 型肌纖維，Type-IIa 型與 Type-IIb 型皆屬於 Type-II 型肌纖維；在有氧能力上 Type-IIa 型肌纖維比 Type-IIb 型肌纖維更大。因此 NH_3 -Index 1.1-1.2 之間的選手肌肉纖維屬於 Type IIa 型，擁有較佳的有氧能力。

二、無氧乳酸檢測(Ippon-seoi-nage)

從圖 4-4-4 觀察受測選手在 NH_3 -Index 與 La_{rate} 兩者的相關係數上均未達顯著相關，相關係數為 $r=0.15$ 。顯示本研究中選手在肌肉類型上與乳酸代謝率兩者並無直接的相關性。在優秀組選手中 NH_3 -Index < 0.8 肌肉型態屬於耐力型的選手有 3 名，

在乳酸代謝率上也並沒有顯著上的優勢。本研究中發現，肌肉類型與選手乳酸代謝率並無直接關係。因此在本研究中選手的乳酸代謝率與選手平時的專項體能訓練型態以及選手個人基礎有氧-無氧能力有關。也符合Harre (1990)的研究中指出，若是過於強調技術的練習，而忽略專項耐力的訓練，將無法穩定個人的比賽能力。



第陸章 結論與建議

第一節 結論

本研究是以國立體育學院柔道隊，16 位男子柔道選手，進行實驗檢測。依據 Lehmann(1996)的無氧非乳酸柔道專項能力檢測、Sterkowicz S(1995)無氧乳酸柔道專項能力檢測與 Hageloch(1990)血氨濃度指數(NH_3 -Index)檢測方式，並將選手分成優秀組與一般組進行檢測。來探討兩組選手在不同能量代謝系統的柔道專項檢測下與 NH_3 -Index 的相關性，本研究結論如下：

一、基礎力量表現與身體組成

- 優秀組選手在身體組成項目均低於一般組選手，各項基礎力量表現也是高於一般組選手；不過未達顯著差異。
- 受測選手肌肉類型屬於中高強度(NH_3 -Index>0.8)以上的比例為 81% (13/16)。

二、無氧非乳酸柔道專項能力檢測

- 兩組選手在無氧非乳酸柔道專項檢測下，心跳率僅在第 4x、5x 的心跳率低於一般組並達到顯著差異。
- 乳酸值、乳酸代謝率、專項次數頻率，兩組之間未達顯著差異。
- 兩組選手在無氧非乳酸專項檢測下，其柔道專項能力並無差異。

三、無氧非乳酸柔道專項能力檢測

- 兩組選手在柔道專項能力指數(SJFI)，優秀組優於一般組並達到顯著差異。
- 血乳酸值、心跳率、乳酸代謝率、專項技術頻率等，兩組均未達到顯著差異。
- 兩組選手在無氧乳酸專項檢測下，其柔道專項能力並無差異。

四、 NH_3 -Index與乳酸代謝率、專項技術頻率、最大乳酸值的相關性

- NH_3 -Index越高的選手在乳酸代謝率、專項技術頻率、最大乳酸值等項目並未呈現顯著的相關性。
- NH_3 -Index越高的選手在基礎力量表現上也未達到顯著相關性。

五、在本研究中兩組選手，在不同能量代謝系統需求之柔道專項能力檢測之下總體表現並無差異；顯示國內選手在平日訓練上，缺乏針對柔道能量系統之運動負荷強度與訓練計劃。

第二節 建議

- 本研究檢測對象為第 2、3 級柔道選手，建議未來可以擴大範圍；針對各級數之男女選手之間進行研究。
- 本研究中所觀察之生物參數可加入個人專項力量、力量耐力表現與有氧-無氧的基礎耐力能力檢測，以提供教練與選手更完整的訓練負荷監控與調整。
- 未來可以加入訓練調整或是配合訓練週期進行訓練效果評估，並透過本研究的檢測方式來觀察選手訓練效果的變化。
- 本研究建議教練應於平時訓練模式中增加連攻法(Uchi-Komi)等聯絡技的練習，並著重選手動作交換頻率與力量速度的訓練單元。
- 在阻力訓練的單元設計上，也應該針對柔道專項動作特徵及個人不同負荷程度做調整。

參考文獻

一、中文部份

王忠山(1986)：短跑及跳遠運動員無氧功率和血乳酸的關係。

天津體育學院學報，1期，18。

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

邱東貴(2000)：體重控制與身體組成。淡江體育特刊，109-116。

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://websrv5.ncpes.edu.tw/~icos/\(2005-3-15\)](http://websrv5.ncpes.edu.tw/~icos/(2005-3-15))

許吉越(2001)：柔道比賽戰術節奏文獻分析探討。中華體育，15(3)，90-98

陳怡舟(1999)：淺談中高強度運動之代謝系統。中華體育，12(5)，47-54

陳雍元(1996)：柔道基本技能與基本運動能力組合之相關分析研究。未出版碩士論文，台北市，中國文化大學。

黃呈堯(2004)：柔道訓練。未出版之碩士論文，桃園縣，國立體育學院教練研究所。

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

張嘉澤(2004)：訓練學。未出版之講義，桃園縣，國立體育學院教練研究所。

張嘉澤(2005)：運動生物學。未出版之講義，桃園縣，國立體育學院教練研究所。

羅友維(2002)：柔道專項肌力訓練法。中華體育，16卷4期，

125-133。

蘇俊賢、陳雍元 (1996)：影響柔道運動主要能量系統之因素。

大專體育，26期，200-205。

鄭陸(2004)：運動與氮代謝關係的研究發展。中國：山東體育學院，20(61).41-42.

謝伸裕(1997)：基礎運動生物化學。力大圖書公司出版。

二、外文部份

飯田穎男、松浦義行、武內政幸(2000)。大學柔道選手的基礎體能評價標準的因素。武道學研究 33-(1).

Andersen, P. J. Henriksson.(1975).Training induced changes in the subgroups of human type II skeletal muscle fibers. *Acta Physiol. Scand.*99:123-125

Astrand,P.O.,& Ryhming,I.(1954).A norm gram for calculation of capacity(physical fitness) from pulse rate during sub maximal work. *Journal of Applied Physiology*, 7, 218-221.

Banister, E. W.(1983). The time course of ammonia and lactate accumulation in blood during bicycle ergometers exercise in man. *Euro.Journal of Applied Physiology.*57.135-141.

Brooks, G. A.(1985). Anaerobic threshold: Review of the concept and directions for future research. *Medicine and Science Sports and Exercise*,17,22-30.

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.,Schmucker,O.(1975)： *Das Sportmedizinische Untersuchungssystem*. Leistungssport,Beiheft.In:張嘉澤運動能力診斷與訓練調整(未出版)

- Buono, M. J.(1984).Blood lactate and ammonia accumulation during graded exercise in humans. *Journal of Applied Physiology*.57.135-141.
- Callister, R., R.S. Staron, S.J. Fleck, P. Tesch, G.A. Dudley. (1991). Physiological characteristics of elite judo athletes. *International Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. 24 (2): 123-130.
- F.Degoutte, P Jouanel, E Filaire.(2005). Energy demands during a judo match and recovery.*Br J Sports Med* 2003; 37:245–249.
- Fox, E., R. Bower, M.Foss.(1993).The Physiological Basis for Exercise and Sport,WBC Brown & Bechmark.:149-154.
- Funato, K., H. Kanehisa, and T. Fukunaga(2000). Differences in muscle cross-sectional area and strength between elite senior and college Olympic weight lifters. *J. Sports Med. Phys. Fitness*. 40:312–318.
- Gasser, G., and G.Brooks.(1984).Metabolic base of exercise post-exercise oxygen consumption: a review.*Med.Science Exercise*.16,29-43.
- Grosser, M., Starischka, S, Zimmermann, E. (1981): Allgemeine Trainingsprinzipien und biologische adaptation. In: Koelner Beitrage zur Sportwissenschaft, Bd. 8/9, 113-132.
- Gary A.Dudley, Robert S.Staron, Thomas F. Murry,Fredrick C.Hagerman,& Amy Luginbuhl.(1983) Muscle fiber composition and blood ammonia levels after intense exercise in humans.The American Physiological Society.
- Hageloch,W. Schneider,S.& Weicker,H.(1990).Blood Ammonia Determination in Specific Field Test as a Method Supporting Talent Selection in Runners.*Int.J.Sports Med*.11.s56~s61.

- Hultman, E., & Saholm, K.(1980).Acid-base balance during exercise. *Exercise and Sport Science Review*,8,41-128.
- Ikai, M.and T.Fukunaga.(1968).Calculations of muscle strength per unit cross-sectional area of human muscle by means of ultrasonic measurements.*Int. Z. Angew. Physiol.*26:26-32.
- Itoh,H.Ammonia and Lactate in blood after short term sprint exercise.*J.Eur.Appl.Physiol.Occup.Phsiol.*62,:22-25.
- J,Amtmann.Adam,C.(2005) Strength and Conditioning for Judo.*Strength and Conditioning Journal*;Apr ; 27,2.
- Kanehisa, H., S. Ikegawa, and T. Fukunaga. Body composition and cross-sectional areas of limb lean tissues in Olympic weight lifters. *Scand. J. Med. Sci. Sports.* 8:271–278. 1998.
- Kent-Braun, J. A., A.V. Ng, M. Castro, M.w. Weiner, G. A. Dudley, R. G. Miller.(1997).Strength, skeletal muscle size and enzyme activity in multiple sclerosis. *J.Appl. Physiol.*83:1998-2004.
- Kubo, J., T. Chishaki, N. Nakamura, T. Muramatsu, Y. Yamamoto, M. Ito, H. Saitou, and T. Kukidome(2005). Differences in Fat-Free Mass and Muscle Thicknesses at Various Sites According to Performance Level Among Judo Athletes *The Journal of Strength and Conditioning Research*: Vol. 20, No. 3, pp. 654–657.
- Lehmann, G.(1996) : Untersuchungen zu Komponenten des Ausdauertrainings in Kampfportart.*Leistungssport* 26,6-11.
- Little, N.G. Physical performance attributes of junior and senior women, juvenile, junior, and senior men judokas. *J. Sports Med. Phys. Fitness.* 31:510–20. 1991
- Leyk et al.(1997)In: 張嘉澤運動能力診斷與訓練調整。未出版。
- Mader,A. ; Hecks,H.(1986): A theory of the Metabolic Origin or “Anerobic Threshold”.*Int.J.Sports Med.*7:45~65,Thieme-Verlag,Stuttgart-New York.

- Neumann, G. (1991): Zur Leistungsstruktur der Kurz- und Mittelzeitausdauer Sportarten aus sportmedizinischer Sicht. *Leistungssport* 21, S. 29-31.
- Paasuke, M., Ereline, J. & Gapeyeva, H. (2001). Knee extension strength and vertical jumping performance in nordic combined athletes. *Journal of Sports Medicine*, 7, 50~53.
- Pulkkinen, W.J. (2001). The Sport Science of Elite Judo Athletes: A Review & Application for Training. ISBN 0-9688693-0-0. Hatashita Enterprises. Kitchener, Ontario.
- Ronnie Lidor PhD, Yona Melnik, Alex Bilkevitz PhD and Bareket Falk PhD. 2006: The Ten-Station Judo Ability Test: A Test of Physical and Skill Components. *Strength and Conditioning Journal*: Vol. 28, No. 2, pp. 18-20.
- Schürmann, G.; Vobejda, C., Zimmermann, E. (1993):. Modifikation eines für Läufer entwickelten Testverfahrens zur Talentsichtung im schwimmbereich. In: Deutscher sportärztekongress Paderborn. 78-81.
- Sterkowicz, S. Test specjalnej sprawnosci ruchowej w judo. *Antropomotoryka*, n. 12-13, p. 29-44, 1995. in Polish.
- Sewell, D.A. et al (1994). Hyperammonaemia in relation to high intensity exercise duration in man. *Journal of Europe Applied Physiology*. 69:350
- Sharp, N.C., Y. Koutedakis. (1987). Anaerobic power and capacity measurements of the upper body in elite judo player, gymnasts and rowers. *The Australian Journal of Science and Medicine in Sport*. 19 (3): 9-13.
- Takahashi, R. (1992). Power training for judo: plyometric training with medicine ball. *National Strength and Conditioning Association Journal*. 14 (2): 66-71.
- Thomas, S., M.H. Cox, Y.M. Legal, H.K. Smith, T.J. Verde.

- (1989). Physiological profiles of the Canada national judo team. *Canada Journal of Sport Science*. 14 (3): 142-147.
- Wagenmakers, A.(1998). Protein and amino acid metabolism in human muscle. *Advance experience Medicine Biology*.441.
- Wells,J,Balke,B,& Van Fossan,D(1957).Lactic Acid Accumulation During Work-A Suggested Standardization of Work classification.*Journal of Applied Physiology*,10,51.
- Weicker, H,; Strobel, G.(1994).Sportmedizin und Biochemischphysiologische Grundla
- Williams, M. H. (1994). The use of nutritional ergogenic aids in sports: is it an ethical issue? *Int. J. sport Nutr*, 4 (2) , 120-317
- Yuan, Y.(2000). A review of the literature of blood ammonia measurement in sport science.*Research Exercise sport*.71(2).145.



附錄

【附錄一】

國立體育學院教練研究所訓練生理與健康實驗室 運動專項能力測試同意書

檢測單位：國立體育學院柔道隊	編號：
執行單位：國立體育學院 SPDI運動能力診斷小組	
主持人：劉金龍	電話： 傳真：
聯絡地址：	
受試者姓名：	性別： 年齡：
緊急聯絡人：	
聯絡電話：	
聯絡地址：	
檢測目的：	
檢測方式：	
檢測中可能發生之情況：	
檢測中注意事項及限制：	
參與本次專項能力檢測受試者個人權益將受以下保護： 檢測所得資料可能會發表於學術性雜誌，但受試者姓名將不會公佈，受試者之隱私將允以保密。 受試者於檢測過程中可以隨時撤回同意，退出檢測。	
本人已詳閱上列各項資料，有關本測試之疑問業經檢測主持人詳細允以解釋，本人同意以自願受試者的身分接受檢測。 自願受試者姓名： _____ 身分證字號： _____	
法定代理人(未成年人)： _____ 日期： _____ 見證人(老師或教練)簽名： _____ 日期： _____ 檢測主持人簽名： _____ 日期： _____	

【附錄二】



國立體育學院 教練研究所

訓練生理與健康實驗室 運動專項能力診斷疾病調查

姓 名	生 年 月	身 高 (c m)	體 重 (k g)	性 別
項 目：		最佳成績：		訓練年數：
請據實回答以下問題：				
國立體育學院 N.C.P.E.S.				
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. 最近六個月是否有開刀手術		☐ 是	☐ 否	
6. 其他：				
1) _____				
2) _____				
3) _____				
4) _____				
運動員簽名： _____			日期： _____	
教練簽名： _____				