

# 柔道選手基礎肌力、身體組成與NH<sub>3</sub>-Index 相關之探討

侯碧燕/國立體育大學  
劉金龍/國立中壢高中  
蘇耿賦/國立嘉義大學

## 摘 要

本研究的目的在討論柔道選手的基礎肌力、身體組成與血氨指數(NH<sub>3</sub>-Index)的相關性，並利用 NH<sub>3</sub>-Index 來判斷受測選手的肌肉類型。本研究以體育大學男子柔道隊選手 16 名為受試對象，平均年齡 21.4±1.4 歲，體重 72.9±4.8 公斤，身高 173±3.9 公分。首先所有受試者須接受身體組成、基礎肌力與 75m、1000m 的最大努力衝刺。在衝刺測驗後，詳細記錄受試者結束後 3 分鐘的血氨值，並帶入公式獲得血氨指數。研究資料採用皮爾遜積差相關進行分析。研究結果發現受測的柔道選手肌肉類型屬於中高強度的比例為 81%，與柔道運動需要力量輸出的特性相符合。在各種基礎力量的檢測結果與 NH<sub>3</sub>-Index 呈中低程度的正相關，NH<sub>3</sub>-Index 與體脂率呈負相關、與淨體重呈正相關，但皆未呈顯著。本研究結論為：我國大專男子選手與國際優秀選手相較，體脂肪較高，各項基礎肌力表現較低，日常訓練中應加強最大肌力訓練，並注意身體組成的控制。NH<sub>3</sub>-Index 檢測方式可以提供基層教練篩選白肌比例較高的選手，以符合柔道項目的著重力量輸出特徵與先天的優勢。

**關鍵詞：**肌力、淨體重、血氨

---

**主要聯絡人：**蘇耿賦 600 嘉義市學府路 300 號 (體育室)

TEL : 0933-675491 E-mail : track@mail.ncyu.edu.tw

## 壹、緒論

身體型態、生理指標與運動表現息息相關，各種不同的運動都有其相對的體型與生理指標（林正常，2005）。身體組成與運動能力檢測的目的是針對體育教學與運動訓練後的成效與結果進行科學化的評估，並根據數據結果來改善與修正訓練的負荷方式與教學模式。因此體育老師或運動教練，必須確實了解運動能力檢測的目的與意義。

肌纖維中快、慢縮肌的比例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(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、Schneider 與 Weicker(1990)利用血氨測試進行選材與無創傷方法代替肌肉抽取術(biopsy)，藉助血氨濃度指數(NH<sub>3</sub>-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<sub>3</sub> 的特性，作為紅白肌纖維比例之判斷。NH<sub>3</sub>-Index：Index<0.8=耐力型、Index 0.8~1.2=中/高強度、Index>1.2=高強度(Hageloch et al., 1990)

血氨的測定可以應用於實際運動中負荷強度的監測、運動選手的訓練效果和運動表現的評估。Sewell、Gleeson 和 Blannin 等(1994)的研究中指出運動強度與血氨的產生有顯著的關係。Buono(1984)的研究中也發現運動負荷強度在 60%~70%  $\dot{V}O_2\max$  時血氨的生成是顯著升高，當運動負荷強度到達 90%~100%時血氨的生成斜率最大。鄭陸(2004)的研究中指出，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(1983)的研究中指出在運動中血氨的堆積與疲勞具有密切的相關性。由於血氨的堆積會影響動作的協調性與動作技術的控制能力，在短時間高強度的運動類別中，血氨值的升高反映了身體無氧供能系統的失衡，造成骨骼肌的能量代謝受到影響，也影響了肌肉纖維做功的能力因而產生疲勞現象。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。

黃麟棋、張嘉澤(2007)針對高中田徑選手男生 12 名女生 9 名共 21 名所作的 NH<sub>3</sub>-Index 研究中發現，運動員肌肉形態符合適當運動項目的比例偏低，僅有中距離選手肌肉型態符合適當的 NH<sub>3</sub>-Index 範圍之內。透過結果的分析提供教練與選手針對個人肌肉類型來進行項目的調整或是擬定符合個人化的訓練內容與劑量。在現今的競技運動中如何依據選手的先天條件以及後天訓練效果來獲得的能力，進行階段性的訓練與適時的調整訓練內容以及負荷，對教練而言是一大重要的課題。柔道運動是一種結合了強大的力量輸出與複雜性動作技巧的運動項目。其動作技術的呈現則必須建立在強大的基礎力量之上，而在力量的輸出上除了需要依賴長時間的訓練而獲得之外，最重要的影響因素則是選手本身的肌肉纖維型態。於肌肉纖維型態的分類上，最簡單的分類即是紅肌(Type I)與白肌(Type II)兩類型，紅肌主要為中低強度且長時間收縮之優勢肌纖維型態，而白肌型態則為短時間高強度收縮的優勢肌纖維(Brooke & Kaiser, 1970)。然而，紅白肌纖維的比例(%)於出生時已固定，無法透過訓練來改變其百分比。但是我們可以利用不同的訓練方式來改善肌纖維的代謝型態與功能，例如從事耐力性的訓練模式可以使白肌纖維 Type IIb 轉換成 Type IIa 的型態，進而增加白肌收縮時的耐力特性等(Rojer & Thomas, 2004)。

## 貳、研究方法

### 一、研究對象

本研究係以體育大學柔道隊男子第二量級與第三量級的選手 16 名為本研究受測者，平均年齡  $21.4 \pm 1.4$  歲、身高  $173 \pm 3.9$  cm、體重  $72.9 \pm 4.8$  kg、BMI  $24.5 \pm 1.5$

訓練年數  $9.2 \pm 2.7$  年。受試者分別參與二個階段的實驗步驟，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肌力的表現。第二階段在室外人工跑道操場進行  $\text{NH}_3\text{-Index}$  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。

## 二、實驗時間與地點

- (一) 本研究實驗時間於 2007 年 2 月進行 2 階段檢測。
- (二) 實驗地點於國立體育大學教練研究所生理實驗室及室外田徑場進行各項檢測。

## 三、實驗儀器與設備

身體組成分析儀(Inbody 3.0)、掌上型氨分析儀(PocketChem BA PA-4130)、電子數位式握力計(TKK5401)、電子數位式背肌力計(TKK5402)、肩腕力計(TTM)

## 四、實驗方式

本研究旨在探討國內柔道選手血氨濃度指數( $\text{NH}_3\text{-Index}$ )與身體組成、基礎力量表現的相關性，以體育大學柔道隊共 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：(1)、測驗前四小時不得進食。(2)、測驗前 12 小時避免過度或劇烈的運動。(3)、測驗前須完全排泄。(4)、測驗前 48 小時不得喝酒(5)、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：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：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) 血氨值指數( $\text{NH}_3\text{-Index}$ )檢測方式，採用 Hageloch 等(1990)所設計的 75m 與 1000m 距離的  $\text{NH}_3\text{-Index}$  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  $\text{NH}_3$  值。採血後，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  $\text{NH}_3$  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，跑完後第三分

鐘進行採血為長距離最快速度 NH<sub>3</sub> 值，根據 75m 及 1000m 的 NH<sub>3</sub> 值，代入公式(75m NH<sub>3</sub> /1000m NH<sub>3</sub>) 進而獲得血氨指數(NH<sub>3</sub>-Index)，判斷受測選手的肌肉纖維類型。

## 五、資料統計分析

- (一) 測驗所得各項生理參數(HR、NH<sub>3</sub>)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) 以皮爾森積差相關，分析基礎力量表現、身體組成與血氨指數(NH<sub>3</sub>-Index)之間的關係。
- (四) 曲線圖形製作採用 SigmaPlot8.0 版進行直線回歸相關分析。
- (五) NH<sub>3</sub>-Index=(75m 血氨值)/(1000m 血氨值)。
- (六) 本研究顯著水準皆定為  $\alpha=0.05$ 。

## 參、結果與討論

### 一、身體組成與基礎力量及血氨值的表現

#### (一) 身體組成檢測

受測選手體脂肪率為 12.9±3.0%、淨體重為 63.7±3.8kg、脂肪重為 9.5±2.5kg、肌肉重為 59.5±3.5kg。

#### (二) 基礎力量檢測

選手背肌力為 167.2±23.9kg、肩腕力為 47.3±9.31kg、左手握力為 47±8.8kg、右手握力為 49.7±7.9kg。

#### (三) 75m、1000m NH<sub>3</sub>-Index 最大血氨值檢測

利用 Hageloch 等(1990) NH<sub>3</sub>-Index：Index<0.8=耐力性、Index0.8~1.2=中/高強度、Index>1.2=高強度的標準來做判斷。本次研究中參與檢測的柔道選手，肌肉類型為高強度選手為 8 名，肌肉類型為中高強度選手 5 名，肌肉類型為耐力型選手 3 名，NH<sub>3</sub>-Index 檢測數值摘要表如表一。

表一 NH<sub>3</sub>-Index 檢測數值統計表

檢測項目	NH <sub>3</sub> ( $\mu$ mol/l)	HRmax(min <sup>-1</sup> )	Sec
75m	100.1±60.3	153.1±9.7	9.9±0.5
Max	266	167	10.9
Min	36	131	9.1
1000m	91.1±45.4	176.4±5.9	220.8±12.4
Max	196	189	243
Min	47	166	198

Funato、Kanehisa 和 Fukunaga (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。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。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 和 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。此外柔道是個體重分級的運動，若是增加去脂體重的結果也增加了體重是對柔道選手不一定有利，因為有可能會變成須參加較高級數的比賽等級。所以優秀的柔道選手必須發展適當位置的肌肉，以避免體重的增加造成必須參加更高一級的比賽。

本研究參加檢測的選手在基礎肌力的表現上，也與國際上相同等級的選手有一段差距。Luis、Rui 和 Jorge (2001)針對葡萄牙國家隊選手所作的研究中，將曾經在國際比賽及歐洲盃中獲獎者為優秀組選手(n=9)及為國家隊選手中但未得獎的選手為一般組(n=9)，做身體組成與基礎肌力表現的相關性研究。我國選手背肌力為  $167.2 \pm 23.9\text{kg}$ 、左手握力為  $47 \pm 8.8\text{kg}$ 、右手握力為  $49.7 \pm 7.9\text{kg}$ ；葡萄牙優秀選手組的基礎肌力表現在背肌力方面為  $181.9 \pm 39\text{kg}$ 、左手握力為  $51.5 \pm 10.7\text{kg}$ 、右手握力為  $54.3 \pm 10.9\text{kg}$ ；葡萄牙一般選手組的基礎肌力表現在背肌力為  $165.4 \pm 21.3\text{kg}$ 、左手握力為  $46.2 \pm 4.9\text{kg}$ 、右手握力為  $47.9 \pm 4.9\text{kg}$ 。我國選手身高為  $173 \pm 3.9\text{cm}$ 、體重為  $72.9 \pm 4.8\text{kg}$ 、體脂率為  $12.9 \pm 3.0\%$ ；葡萄牙優秀組選手為身高為  $174.2 \pm 4.8\text{cm}$ 、體重為  $70.6 \pm 7.1\text{kg}$ 、體脂率為  $8.5 \pm 1.9\%$ ；葡萄牙一般組選手為身高為  $175.7 \pm 4.9\text{cm}$ 、體重為  $73.3 \pm 7.1\text{kg}$ 、體脂率為  $9.9 \pm 2.9\%$ 。因此從上面的數據上來分析比較，在基礎肌力表現方面來看我國大專柔道選手在各項皆低於葡萄牙優秀組選手；在身體組成體脂率方面我國的選手也高於葡萄牙優秀組選手。

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。

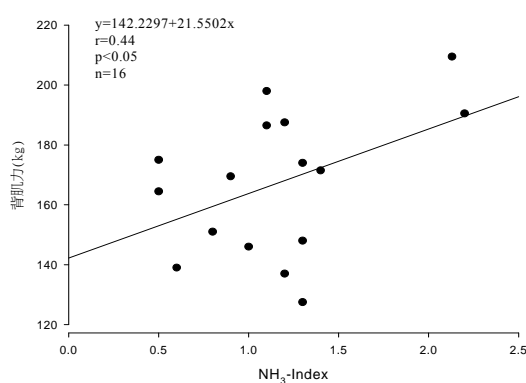
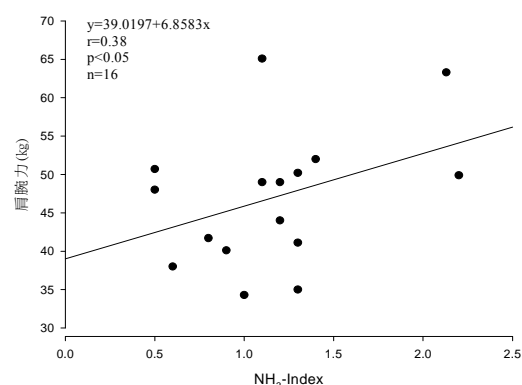
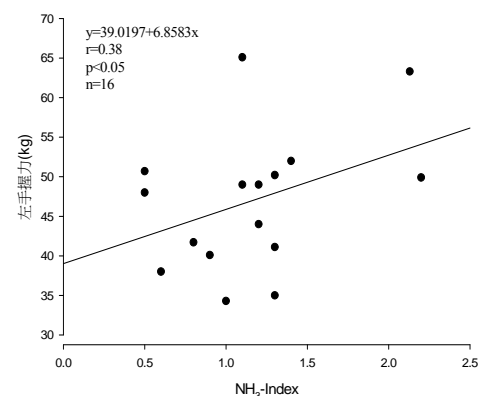
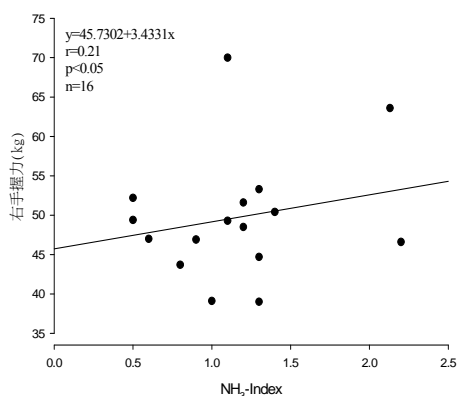
## 二、NH<sub>3</sub>-Index與基礎力量表現之相關性

圖一所示為受測選手 NH<sub>3</sub>-Index 與背肌力分別介於 0.5-2.2 與 127.5-209.5kg 之間，兩者未呈現顯著相關( $r=0.44$ )。受測選手 NH<sub>3</sub>-Index 與肩腕力分別介於 0.5-2.2 與 32-61kg 之間，兩者未呈現顯著相關( $r=0.38$ )，如圖二所示。

受測選手 NH<sub>3</sub>-Index 與左手握力分別介於 0.5-2.2 與 34.3-65.1kg 之間，兩者未呈現顯著相關( $r=0.38$ )，如圖三所示。圖四為受測選手 NH<sub>3</sub>-Index 與右手握力分別介於 0.5-2.2 與 39-70kg 之間，兩者未呈現顯著相關( $r=0.21$ )。

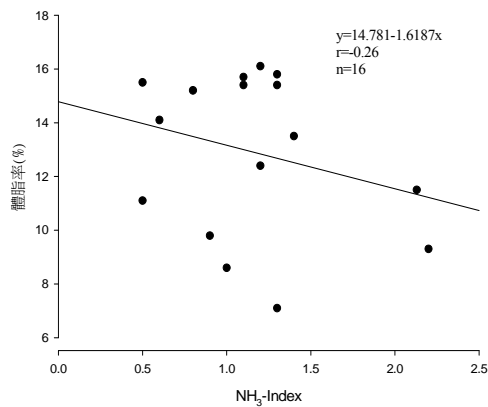
從圖一至圖四中我們可以觀察到，肌肉類型越趨近於高強度類型的選手在基礎肌力表現上越佳，選手 NH<sub>3</sub>-Index 與背肌力、肩腕力、兩(左、右)手握力皆未達顯著相關，但都呈正相關，其中在與背肌力表現的相關性中為最高( $r=0.44$ )。從以前的研究中我們了解，在許多成功的爆發型運動選手中(短跑選手、跳遠選手)擁有高百分比的 TypeII(快縮肌)纖維(Costill, Fink, & Pollock, 1976)。Dudley、Staron、

Murry、Hagerman 和 Luginbuhl (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  $\dot{V}O_{2\max}$ )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( $p<0.05$ )。此外 NH<sub>3</sub>-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, Starischka & Zimmermann, 1981)。因此要改善柔道選手肌力表現，應著重於最大肌力(1RM)的提升與肌間與肌內協調(inter- and intra- coordination)之訓練，才能提升其反應力量與肌肉、神經的動員能力(黃麟棋、張嘉澤，2007)。

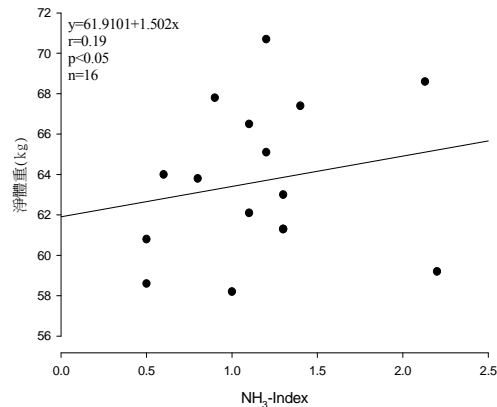
圖一 NH<sub>3</sub>-Index 與背肌力之相關圖二 NH<sub>3</sub>-Index 與肩腕力之相關圖三 NH<sub>3</sub>-Index 與左手握力之相關圖圖四 NH<sub>3</sub>-Index 與右手握力之相關

### 三、NH<sub>3</sub>-Index與身體組成之相關性

受測選手 NH<sub>3</sub>-Index 與體脂率分別介於 0.5-2.2 與 7.1-16.1%之間，兩者未呈現顯著負相關( $r=-0.26$ )，如圖五所示。受測選手 NH<sub>3</sub>-Index 與淨體重分別介於 0.5-2.2 與 58.2-70.7kg 之間，兩者未呈現顯著相關( $r=0.19$ )，如圖六所示。



圖五 NH<sub>3</sub>-Index 與體脂率之相關



圖六 NH<sub>3</sub>-Index 與淨體重之相關圖

在國際柔道協會(IJF)與國際奧會(IOC)的競賽規定中，都要求參賽選手依照體重分級比賽，因此選手有較低的體脂率與較高的力量輸出表現時，在競賽中擁有較佳的優勢(Takahashi, 1992)。Callister、Staron、Fleck、Tesch 和 Dudley (1991)發現許多在國際比賽獲勝的選手，都擁有較低的體脂肪率；或許也是因為長期的訓練所形成的結果。

Kubo (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。Callister 等(1991)，針對美國國家級的優秀柔道選手分析其耗氧量( $\dot{V}O_2$ )、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)。

淨體重(lean body mass)是指身體內維持健康所必需的最低身體重量，由體重減儲存脂肪量而得(林正常，2005)。教練應將選手身體組成列為訓練監控重要項目，體脂率越高者其淨體重相對較低。白肌纖維在高強度運動負荷下產生的 NH<sub>3</sub>-Index 值較高，本研究結果 NH<sub>3</sub>-Index 與體脂率呈負相關、與淨體重、背肌力、肩腕力、握力呈正相關；柔道競賽為多次短時間高強度的運動項目，有較高白肌纖維選手較容易取得競賽優勢。

## 肆、結論

本研究是以大專甲組柔道隊，16 位男子柔道選手進行實驗檢測。依據 Hageloch(1990)血氨濃度指數(NH<sub>3</sub>-Index)檢測方式，探討選手身體組成、基礎肌力表現與 NH<sub>3</sub>-Index 的相關性，結論為：

### 一、基礎力量表現與身體組成

- (一) 我國大專男子柔道選手在體脂肪項目中高於國際優秀選手，在各項基礎肌力表現上也是低於國際優秀組選手。
  - (二) 受測選手肌肉類型屬於中高強度(NH<sub>3</sub>-Index>0.8)以上的比例為 81%(13/16)，顯示在柔道選手中白肌比例較多的選手佔多數是符合柔道項目之著重力量輸出的特性。
- 二、NH<sub>3</sub>-Index 越高的選手在基礎肌力表現呈現正相關，但未達顯著。
- 三、NH<sub>3</sub>-Index 與體脂率呈負相關與淨體重呈正相關，未達顯著。

### 參考文獻

- 林正常 (2005)。運動生理學。台北市，師大書苑。
- 邱東貴 (2000)。體重控制與身體組成。淡江體育，特刊，109-116。
- 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，中國文化大學教練研究所，台北市。
- 黃麟棋、張嘉澤 (2007)。血液 NH<sub>3</sub>-Index 與田徑運動訓練應用之研究。國立體育學院論叢，18(3)，73-79。
- 鄭陸 (2004)。運動與氨代謝關係的研究發展。中國山東體育學院，20(61)，41-42。
- 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，26，200-205。
- Banister, E. W. (1983). The time course of ammonia and lactate accumulation in blood during bicycle ergometers exercise in man. *European Journal of Applied Physiology*, 57, 135-141.
- Brooke, M. H., & Kaiser, K. K. (1970). Three 'myosin adenosine triphosphatase' systems. The nature of their pH lability and sulphydryl dependence. *Journal of Histochem. Cytochem*, 18, 670-672.
- Buono, M. J. (1984). Blood lactate and ammonia accumulation during graded exercise in humans. *Journal of Applied Physiology*, 57, 135-141.
- Callister, R., Staron, R. S., Fleck, S. J., Tesch, P. & Dudley, G. A. (1991). Physiological characteristics of elite judo athletes. *International Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 24(2), 123-130.
- Costill, D. W., Fink, W. J, Pollock, M. L. (1976). Muscle fiber composition and enzyme activities of elite distance runners. *Medicine Science in Sports*, 8, 96-100.
- Dudley, G. A. Staron, S. R., Murry, T. F., Hagerman, F. C. & Luginbuhl, A. (1983). Muscle fiber composition and blood ammonia levels after intense exercise in humans. *Journal of Applied Physiology*, 54(2), 582-586.
- Funato, K., Kanehisa H., & Fukunaga T., (2000). Differences in muscle cross-sectional area and strength between elite senior and college Olympic weight lifters. *Journal Sports Medicine Physical Fitness*, 40, 312-318.
- Grosser, M., Starischka, S, & Zimmermann, E. (1981). Allgemeine trainingsprinzipien



- und biologische adaptation. In *Koelner Beitrage zur Sportwissenschaft*, Bd, 8/9, 113-132.
- Hageloch, W. Schneider, S. & Weicker, H. (1990). Blood ammonia determination in specific field test as a method supporting talent selection in runners. *International Journal of Sports Medicine*, 11, 56-61.
- Itoh, H. (1990). Ammonia and lactate in blood after short term sprint exercise. *Journal of European Applied Physiology Occupational Physiology*, 62, 22-25.
- Kubo, J., Chishaki, T., Nakamura, N., Muramatsu, T., Yamamoto, Y., Ito, M., Saitou, H., & Kukidome, T. (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*, 20(3), 654-657.
- 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.
- Rojer, W. E., & Thomas, R. B. (2004). *NSCA's essentials of personal training*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Sewell, D. A. Gleeson, M., & Blannin, A. K. (1994). Hyperammonaemia in relation to high intensity exercise duration in man. *Journal of European Applied Physiology*, 69, 350.
- Takahashi, R. (1992). Power training for judo: Plyometric training with medicine ball. *National Strength and Conditioning Association Journal*, 14(2), 66-71.
- Yuan, Y. (2000). A review of the literature of blood ammonia measurement in sport science. *Research Exercise sport*, 71(2), 145.