

空手道、跆拳道男子黑帶運動員和一般人的體能比較及其間相關之探討研究

國立臺灣體育學院 王桂圓

摘 要

本研究之目的在(一)比較空手道、跆拳道運動員和一般人在反應時方面的差異，(二)比較空手道、跆拳道運動員和一般人在敏捷性方面的差異，(三)比較空手道、跆拳道運動員和一般人在動力方面的差異，(四)比較空手道、跆拳道運動員和一般人在肌力方面的差異，(五)探討反應時、敏捷性、動力和肌力等因素的相關性。

選取中華民國空手道協會黑帶以上的男選手22名為實驗一組（平均年齡 20.91 ± 3.21 歲），國立台灣體育專科學校82學年度跆拳道專長黑帶以上的男生21名為實驗二組（平均年齡 19.67 ± 1.59 歲），並自一般大專院校非運動代表隊的男生中隨機選取15名為對照組（平均年齡 21.00 ± 1.73 歲），接受反應時（全身反應時測驗）、敏捷性（側併步測驗）、動力（垂直跳測驗和立定跳遠測驗）和肌力（背肌力測驗和腿肌力測驗）等變項的處理。

本研究中各項測驗的信度一律以再測法檢驗。同一測驗（變項）於三組間的差異，一律以變異數分析（F-test），若達顯著水準（ $P < 0.05$ ），則進行事後比較。各因素（變項）間的相關性，則取三組之數據合併為一組（全體受試者）以皮爾遜積差相關法統計其相關係數。

在三組受試者的年齡、體重等基本條件具有等質性，同時，各項測驗數據的信度、效度和客觀性都符合要求的前提下，將所獲各項結果予

以分析討論後，於本研究範圍內可以得到如下結論：

- (一)空手道、跆拳道黑帶運動員和一般人在反應時方面並無明顯差異 ($p > 0.05$)。
- (二)空手道、跆拳道黑帶運動員和一般人在敏捷性方面有明顯差異，空手道和跆拳道黑帶運動員都明顯的較一般人為優 ($p < 0.05$)。
- (三)空手道、跆拳道黑帶運動員和一般人在動力方面並無明顯差異 ($p > 0.05$)。
- (四)空手道、跆拳道黑帶運動員和一般人在肌力方面並無明顯差異 ($p > 0.05$)。
- (五)動力（向前的）與敏捷性（向側的）、動力（向前的）與動力（向上的）、肌力（背部的）與敏捷性（向側的）、肌力（背部的）與動力（向前的）、肌力（腿部的）與肌力（背部的）間皆具有明顯的相關性 ($p < 0.01$)。

The Difference of Reaction Time, Agility, Power and Strength
Among Karate Black Belt Male Athletes, Taekwondo Black Belt
Male Athletes and Male Non-Athletes

Kuei Yuan, Wang

National Taiwan College of Physical Education

Abstract

The purposes of this study were to (1) compare the difference of the reaction time among karate black belt male athletes, taekwondo black belt male athletes, and male non-athletes; (2) compare the difference of the agility among karate black belt male athletes, taekwondo black belt male athletes, and male non-athletes; (3) compare the difference of the power among karate black belt male athletes, taekwondo black belt male athletes, and male non-athletes; (4) compare the difference of the strength among karate black belt male athletes, taekwondo black belt male athletes, and male non-athletes; (5) examine the re-lationships among reaction time, agility, power, and strength.

Subjects included three groups of young males (mean age 20.53 years old). Experimental Group I had 22 karate black belt athletes; Experimental Group II had 21 taekwondo black belt athletes and 15 non-athletes were used as the Control Group. They received whole body reaction test (reaction time), side step test (agility), standing broad jump and vertical jump tests (power), back strength and leg strength tests (strength).

The results were as following:

- 1.The difference of reaction time among karate black belt athletes, taekwondo black belt athletes, and non-athletes was not significant ($p>0.05$).
- 2.The difference of agility among karate black belt athletes, taekwondo black belt athletes, and non-athletes was significant ($F=13.89, p<0.05$). In terms of agility, karate, and taekwondo athletes were superior than non-athletes.
- 3.The difference of power among karate black belt athletes, taekwondo black belt athletes, and non-athletes was not significant ($p>0.05$).
- 4.The difference of strength among karate black belt athletes, taekwondo black belt athletes, and non-athletes was not significant ($p>0.05$).
- 5.The relationships between standing broad jump and side step, standing broad jump and vertical jump, back strength and side step, back strength and standing broad jump, back strength and leg strength were significant ($p<0.01$).

壹、緒論

一、研究動機

(一)主題的重要

空手道不僅能鍛鍊身體，培養武德，而且是一項極佳的防身自衛武術，乃當今千萬中外人士一致肯定，極受熱愛的運動。這種運動於民國五十七年正式納入我國的體育運動組織，目前普及全國。文獻記載（現代休閒育樂百科編訂委員會，民81），會員達三十多萬人，在制度的完善和組織的健全上，可說是各項運動中首屈一指的。

跆拳道亦是一項極佳的防身自衛武術，於民國五十五年由韓國傳入，民國六十二年全國跆拳道協會正式成立，目前國內跆拳道館林立、社團觸目皆是，各級學校亦列為運動項目，使此項運動蓬勃發展，據估計，運動人口達百萬人以上，是台灣各單項運動中，參與人數最多的一項。一九八八年被列為奧運的表演項目，一夕間於世界各地掀起強烈風潮，造成一片跆拳道熱。我國在這項運動的實力，由歷次國際大賽來看，可謂位居世界第二，僅次於創始地的韓國。

綜上可知，這兩項運動對國人的健康、體能、品德、鬥志等的培養具有極大的正面意義，而且兩會的制度完善組織健全，運動人口眾多，是極應受到國人正視與全面推廣的項目。因此，如何讓這兩項運動繼續正確、正常、有效的成長，並且更加茁壯與光輝燦爛，積極進行科學的研究探討，實乃當前極為重要的一件工作。

(二)問題的提出

相關文獻表示，空手道過去是號稱「一擊必殺」的實戰武術（劉祥琦，民76:1-2），係一種以意志力控制技術，確實抓住目標，在瞬間發揮最大衝擊力的搏鬥術（劉祥琦，民74:13）。其體能構成要素有肌力、

敏捷性、瞬發力、持久力、柔軟性和調整力等六項（真野高一，1979:150-151）

跆拳道是一種進可攻退可守的拳術，在每一動作上運用拳、掌、手肘、腳及前額等部位，發揮勇、猛、快、狠、準的原則，使上述的身體部位轉變成攻防兼具的凌厲武器。練習時，為求精神貫注的培養與功力的運用，務須動作正確、注意速度，以及節奏和力量的集中貫注。（現代休閒育樂百科編訂委員會，民81:68）

這兩種技擊性運動各有其強調的重點，空手道以其精妙的手法見長，跆拳道以其威猛的腳法取勝，但皆脫不了「以快打慢，以快制勝」的道理。競賽場上，雙方你來我往的對抗，除了要在攻防的技術、心理、精神和戰術等方面取勝外，體能則是一項最基礎最必要的因素。尤其是間不容髮的反應力、電光石火的靈敏性、快速迅捷的動作，雷霆萬鈞的爆發力等素質更常是在瞬息萬變的戰情中，克敵致果的重要關鍵。

這些體能上的素質以及條件，我們的黑帶高手是否具備？如果已經具備，那麼，上述的素質究竟達到何種水平？空手道和跆拳道兩種技擊運動之間是否具有差異？與一般人比較是否亦有差異？

以上種種問題，在國內多年來一直未曾見到我們的學者專家去比較研究探討。但是對於瞭解我們的技擊運動實力，對於認識空手道和跆拳道運動體能上的優缺點，對於互相擷長補短，以便正確有效的提昇這兩種熱門運動的戰力，以及彼此相生相剋因應之道，皆具有極關鍵的意義，其重要性不言可喻！因此，引起本人著手研究探討的強烈動機。

二、研究目的

針對上述動機，本研究擬具如下目的：

- (一)比較空手道、跆拳道運動員和一般人在反應時方面的差異。
- (二)比較空手道、跆拳道運動員和一般人在敏捷性方面的差異。

(三)比較空手道、跆拳道運動員和一般人在動力方面的差異。

(四)比較空手道、跆拳道運動員和一般人在肌力方面的差異。

(五)探討反應時、敏捷性、動力和肌力等因素的相關性。

三、研究範圍

本研究係選取中華民國空手道協會黑帶以上的男選手為實驗一組，國立台灣體育專科學校82學年度跆拳道專長黑帶以上的男運動員為實驗二組，另外，自一般大專院校非運動代表隊的男生中隨機選取若干名為對照組，施予反應時、敏捷性、動力和肌力等因素的測驗，以比較三組在該等變數之差異，並同時探討該四種因素彼此間的相關性。

因此，本研究中所作之探討或推論，適用範圍，就教育水平和年齡而言，限定為大專以上階段的青年；就性別而言，限定為男性；就運動項目而言，限定為空手道、跆拳道二種；就技術水平而言，限定為黑帶以上高手；就研究變數而言，限定為反應時間（全身反應時）、敏捷性（側併步）、動力（垂直跳、立定跳遠）、肌力（背肌力和腿肌力）等因素。

四、名詞解釋

本研究中所運用之專業術語，為了在使用上的方便，以及在觀念上的一致起見，有待界定者計有空手道、跆拳道、反應時、敏捷性、動力和肌力等六個，茲就較具代表性的專家學者之觀點，予以詮釋如後。

(一)空手道

體育大辭典表示（民73:452）：空手道原名「唐手道」。乃以我國國術為主體的技擊，不帶任何武器的徒手空拳武術。能以手、足、拳、肘…等身體部位，有效地制服對方。早年由我國傳入琉球，當地人取其精華，再與琉球原有的「手的技擊」溶合，並於1921年經琉球名武師富名腰義珍傳入日本，於1936年唐手道改稱空手道。

(二)跆拳道

跆拳道是韓國的國粹，相傳其最早的源由，乃是從我國的少林三十二勢長拳演變而來。（現代休閒育樂百科編訂委員會，民81:66-67）

今天流行於國內的跆拳道，則是民國五十五年間由韓國傳入的。當時的國防部長蔣經國先生赴韓訪問，看到跆拳道在韓國軍中的成效卓著不僅鍛鍊出韓國的強健體魄，且磨練出堅強的意志與培養崇禮、尚義、服從、忍耐的美德。即指示延聘韓籍教練來我國軍中施教，並改稱為「莒拳道」，由海軍陸戰隊訓練師資，普及於三軍部隊，成為國軍主要戰鬥技能。（錢紀明，民67:38；現代休閒育樂百科編訂委員會，民81:67）

(三)反應時

本研究中所謂的「反應時」係指「反應時間」（Reaction time）或「反應速度」（Response speed）。

體育大辭典（民73:173）表示：給予一定的刺激後，到產生反應所需的時間，稱為反應時間。通常以光或聲音作為刺激。

張春興（1989:542）說明：反應時間係指刺激呈現到個體表現出反應之一段時間。

浦鈞宗等（1989:87）表明：反應時是指從對感受器施加刺激起，到肌肉產生收縮的一段時間。

Johnson & Nelson（1979:245）指出：反應的時間係指自給予一定的刺激，至開始反應的過程中所需的時間。

心理學大辭典（朱知賢等，1989:163）詮釋如下：反應時即反應時間。指人的反應潛伏期，亦即刺激（信號）呈現到人作出明顯反應之間的時間間隔。因在這期間信息從接收，加工、處理，最後到效應器官並作出反應，要經過許多環節，這必然花費一些時間。經過的環節越多，

反應時就越長。常根據任務的複雜程度，把反應時歸結為簡單反應時和複雜反應時兩大類。

簡單反應時是指對單一刺激做出確定的動作反應所需的最短時間。例如，看見燈光閃亮（或者聽到聲音響起），立即用手指按電鍵，稱為眼手反應時（或耳手反應時）；看見燈光閃亮（或者聽到聲音響起），立即用腳板踩踏電鍵，稱為眼腳反應時（或耳腳反應時）。這一過程的中樞活動比較簡單，只要知覺到刺激，不必過多地考慮和選擇，就能立即做出反應。

複雜反應時通常又稱選擇反應時，是指從各種不同刺激中選擇一種適宜的刺激，並做出動作反應所需的最短時間。例如，籃球比賽中，持球者對身體另外四名隊友的傳球，以及對隊五名球員的攔截，必須做出最佳的判斷與抉擇，然後做出正確的動作反應。這一過程的中樞活動比較複雜，需要進行一定的思維活動，做出選擇，才執行正確的反應動作。

本研究中所探討的反應時係一種簡單反應時。乃令受試者全神戒備直立於一塊踩踏板（電鍵）上，看見燈光閃亮，立即儘快騰空跳起，一般稱之為「全身反應時」。

四敏捷性

敏捷性亦稱為靈敏性或靈巧性，英文係“Agility”。

Baumgartner et al (1983:516) 表示為：身體或身體各部位迅速改變方向的能力。

Johnson & Nelson (1979:215) 認為僅是迅速還不夠，更明確的說法應為：身體迅速正確地改變其姿勢及方向的能力。

國外部分學者認為：構成這種能力的主要因素有肌力、反應時間、動作速度、特殊肌肉協調性等。（Jensen et al, 1980:145; Phillips et al, 1979:241）

敏捷性的評鑑方法，通常有以下三種類型：①測驗奔跑中改變方向的能力，②測驗運動中改變身體姿勢的能力，③測驗運動中改變身體各部位方向的能力。一般習用者有折返跑測驗，巴比測驗、側併步測驗等。（彭鈺人，民82:198-218）

本研究中所作的敏捷性評鑑，係以本校運動科學研究中心的「反覆側跳測定器」，以電腦記錄受試者於20秒間反覆左、中、右側併步的動作次數。

（五）動力

動力俗稱為「瞬發力」或「爆發力」，英文稱為“Power”或“explosive strength”。

動力的意義係指：於可能的最短時間內，釋放最大力量的能力。（Baumgartner et al, 1983:202; Phillips et al, 1979:255）

其組成因素，一般而言，包括速度及力量兩種。因為，一個人肌肉快速收縮的力量越大，則其動力將越強，所以，也叫做速度性力量。

其結構可以下列公式表示：

$$\text{Power} = \text{Force} \times \text{Velocity}$$

亦即是：動力 = 力量 × 速度

動力的評鑑方法，係以在實驗室中通過電子儀器來測驗較精確。

但是一般實施時，皆以下述三種方式：①測驗投射人體的能力，如縱跳摸高（垂直跳）和立定跳遠等，②測驗投射物體的能力，如壘球擲遠、推鉛球、推藥球等③測驗打或踢得強勁的能力，如足球踢遠和棒球擊遠等。

本研究所測的動力項目計有垂直跳和立定跳遠兩項，係以本校運動科學研究中心的垂直跳測定器和立定跳遠測定器評鑑，以電腦記錄所有的測驗數據。

(六)肌力

「肌力」英文稱為“Muscular strength”。

其意義通常係指：一束肌肉於短時間內所能產生的最大力量 (Baumgartner & Jackson, 1983:189)。乃人體肌肉工作時克服阻力的能力。這種因素因要求之不同可予區分為最大力量（也稱絕對力量）、相對力量、速度力量和力量耐力等四類（全國體育學院教材委員會，1990:153）。但是，此處所稱的肌力，皆係指的最大力量，亦即是神經肌肉系統在完成一次最大的 (Maximal) 隨意收縮過程中所產生的力量。

「運動訓練科學化探索」一書表示：最大力量是指運動員以最大意志收縮對抗一種恰恰還能克服的阻力時所發揮的最高力值。（田麥久等，1988:433-434）

本研究所測的肌力有背肌力和腿肌力兩項，簡稱背力和腿力，係以本校運動科學研究中心的背肌力測定器和腿肌力測定器評鑑。以電腦記錄每名受試者所有的測驗數據。

貳、文獻探討

國內外愛好空手道和跆拳道的人士相當多，熱心從事認真鍛鍊的人比比皆是，但真正著手進行研究探討的人則相對較少。所以，謹將登載於專業研究期刊上的相關文獻簡單探討於後。

Rasch & Pierson (1963) 曾以12名空手道高手為受試者（平均年齡31.6歲），測驗他們的反應時間 (Reaction time) 和動作時間 (Movement time)，結果指出平均反應時間為 0.240 ± 0.026 秒，平均動作時間為 0.127 ± 0.012 秒。同時表示，這個結果與美國業餘角力選手的比較，並無明顯的差異。

Kroll & Carlson (1967) 曾以71名空手道業餘運動員為對象，施

以卡特爾16種人格因素測驗（16PF），以探討不同等級運動員間或運動員與一般人間的人格特質差異，結果指出：不同等級運動員間，或者運動員與一般人間，在人格特質上皆無明顯的差異。

Schmidt & Royer（1973）曾以遙控心電儀測試一名空手道高手打形時的心跳反應，以探討該項運動的強度。結果發現空手道15種形的最大運動心跳率平均達到每分鐘144.5次，約為最大心跳範圍的80%。

Cavanagh & Landa（1976）曾以6名空手道高手為對象，以生物力學分析三種不同擊破方式的速度和動力。

錢紀明（民67）曾比較跆拳道和連步拳對於基本運動能力的影響，結果指出：跆拳道對國中男生的敏捷性、柔軟性、握力、瞬發力有明顯的效果，連步拳則無明顯效果，但在肩、臂肌耐力方面優於跆拳道。而跆拳道在柔軟性和瞬發力方面優於連步拳。

綜上可知，國內可搜集到，登載於專業學術研究期刊上關於空手道和跆拳道方面的文獻確實不多，特別是針對這兩種運動黑帶高手的反應時、敏捷性、動力與肌力等專項素質而進行的比較研究，則並未見諸文獻探討，有待重視！

參、研究方法與步驟

一、研究對象

本研究旨在探討比較空手道和跆拳道運動員的反應時、敏捷性、動力和肌力等因素的差異。因此選取黑帶以上的空手道青年高手計22名為實驗一組，選取黑帶以上的跆拳道青年高手21名為實驗二組，復選取相同年齡層的一般大專男生15名為對照組。各組受試者的基本資料詳附錄表1。

實驗一組受試者係中華民國空手道協會黑帶以上的男選手，平均年

齡為 20.19 ± 3.21 歲，平均身高為 168.86 ± 4.13 公分，平均體重為 62.98 ± 6.64 公斤，平均練習年數為 5.41 ± 3.75 年，平均段數為 1.82 ± 1.10 段。

實驗二組受試者皆係國立台灣體育專科學校82學年度跆拳道專長的男生，平均年齡為 19.67 ± 1.59 歲，平均身高為 175.14 ± 6.14 公分，平均體重為 68.29 ± 8.56 公斤，平均練習年數為 7.71 ± 2.92 年，平均段數為 2.62 ± 0.59 段。

對照組受試者係中部地區一般大專院校82學年度的大專男生，非運動代表隊隊員，平均年齡為 21.00 ± 1.73 歲，平均身高為 172.60 ± 4.81 公分，平均體重為 61.67 ± 7.15 公斤。

二、測驗方法

本研究所測驗的類別除基本資料的身高、體重外，尚有反應時間、敏捷性、動力以及肌力等因素。反應時間以全身反應測驗評鑑；敏捷性採用側併步測驗評鑑；動力採用垂直跳和立定跳遠評鑑；肌力採用背肌力測驗和腿肌力測驗評鑑。

各項測驗的器材設施使用國立台灣體育專科學校運動科學研究中心耗資新台幣伍佰玖拾玖萬元所購置之科學儀器設備，計包括十四種電腦連線體能測驗系統、四項身體測量、二項體型測量等項目。茲將本研究選用各項測驗（測量）的理論依據及方法要領陳述如後。

(一)理論依據

1.反應時方面

反應時間的測試，一般根據任務的複雜程度，予以歸結為簡單反應時和複雜反應時等兩大類。（朱智賢等，1989:163）

就簡單反應時而言，測試的部位與方式一般有手掌反應、足反應、上肢反應（彭鈺人，民82:262-266）與全身反應等。

因為空手道、跆拳道等技擊運動在攻防動作中較常見而必要的反

應方式，通常以全身反應為主。沒有全身配合，僅靠手、部與足部反應就能達到目的解決問題的招式動作並不多見。所以針對第一個目的設定全身反應時測驗為評鑑方法。

2.敏捷性方面

敏捷性的測試，通常有以下三種類型：(1)測驗奔跑中改變方向的能力，(2)測驗運動中改變身體姿勢的能力，(3)測驗運動中改變身體各部位方向的能力。（彭鈺人，民82:198-218）

一般習用的測驗方式有前後往復快速奔跑（如折返跑測驗）、左右往復快速移動（如側併步測驗）、原地上下往復快速蹲伸（如巴比測驗）、S形往復快速奔跑（如伊力諾敏捷跑測驗）或前後左右往復快速奔跑（如來回奔跑測驗）等，其中以左右往復快速移動的側併步測驗動作模式與空手道、跆拳道等技擊運動中所常用之步法相近似，可以作為評鑑這兩種運動員敏捷性的一種有效測驗，所以針對第二個目的設定側併步測驗為評鑑方法。

3.動力方面

動力的測試，一般習用之方式有垂直上跳、立定跳遠、跑台階（馬氏無氧動力測驗）或者推擲鉛球、壘球、藥球等。（彭鈺人，民82:237-259）

其中以垂直跳測驗和立定跳遠測驗為一般運動科學研究最常採用，係評鑑研究對象無氧動力的有效方法。所以針對第三個目的擬定垂直跳和立定跳遠兩測驗為評鑑項目。

4.肌力方面

肌力的測試，一般習用之部位有握力、臂力、腰腹力、背力、腿力等，其中與空手道、跆拳道等技擊運動關係較密切者為臂、腰腹、背、腿等部位之力量。本研究的目的除了比較前述反應時、

敏捷性、動力和肌力等素質的組間差異外，還在探討這幾個因素彼此間的相關性。因為這兩種技擊運動在步法上以及下身的速度、動力都很注重，而且目前運動科學研究上較常探討的部位亦都以下半身方面為主，上半身的研究較為少見。其次，人為直立的動物，速度、動力等表現多以下半身為主導，俗語說：手快還憑腳快，腳快才顯手快之能。內行人都曉得下半身為勁道（動力）的來源。

所以，本研究僅作下半身相關因素的測試探討。對於下半身認識清楚後，仍可推論及於上半身。基於以上設想，針對第四個目的設定背肌力和腿肌力兩測驗為評鑑項目。

(二)方法要領

1.身高測量

(1)定義

受測者赤足直立時，地面至頭頂之垂直距離，如圖1。

(2)測量方法

利用身高計之方法—令受測者直立於身高針固定板中央，兩眼平視前方。測量者調整伸縮器平貼受測者頭上，觀察身高計之數值將其記下。所記數字以公分為單位，並記至小數點下一位數。

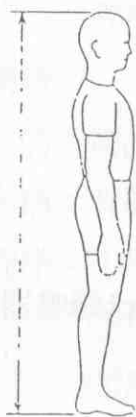


圖1 身高測量圖

2. 體重測量

(1) 定義

受測者赤足，著運動服（短衫、短褲）之重量。

(2) 測量方法

①將體重計歸零。

②令受測者站立於體重計中央，輕輕呼吸，身體不可搖動。

③待指針或秤鏈穩定後，讀出體重計上指針或秤鏈杆所指之數目。

④以公斤計較值，最多讀到小數點以下一位為止。

3. 全身反應時測驗

(1)目的：測試全身反應時

(2)儀器名稱：全身反應測定器

(3)測試程序：①放入卡片。

②按set1，站在板上。

③按set2，準備。

④測定五次後，顯示測示值。

⑤按set1結束。

4. 側併步測驗

(1)目的：測試敏捷性

(2)儀器名稱：反覆側跳躍測定器

(3)測試程序：①放入卡片。

②踩踏白線。

③按set1瞭解說明。

④按set2約三秒後，按start蜂鳴器會響。

⑤開始測定。

⑥第二次蜂鳴器響起二十秒間，反覆左—中—右跳躍。

⑦按set2再測一次後，按set2退出卡片。

5.垂直跳測驗

(1)目的：測試無氧動力（尤指alactic power）

(2)儀器名稱：垂直起跳測定器

(3)測試程序：①放入卡片。

②手指用力按接觸板。

③按set1，跳起按向最高處。

④按set2，再測一次。

⑤取出卡片。

6.立定跳遠測驗

(1)目的：測試無氧動力（尤指alactic power）

(2)儀器名稱：跳遠測定器

(3)測試程序：①放入卡片、選擇距離。

②選擇時按set1。

③選擇後按set2測試。

④結束後再按set2測試一次。

⑤按set1退出卡片。

7.背肌力測驗

(1)目的：測試背肌力

(2)儀器名稱：背肌力測定器

(3)測試程序：①放入卡片。

②角度30時鎖定，按set1。

③用力拉環後放鬆，按set2。

④重覆做一次。

⑤取出卡片。

8.腿肌力測驗

(1)目的：測試下肢肌力

(2)儀器名稱：腿肌力測定器

(3)測試程序：①放入卡片。

②按set1。

③測試右腳，用力後放鬆，按結束鍵。

④按set1早送。

⑤左腳放入環中，按set2。

⑥測試左腳。

⑦反覆二次即結束。

三、信 度

體育大辭典（民73:183）表示：信度，又可稱為可靠性或穩定性，係指測驗結果的隱定或一致的程度。

檢驗信度的方法，彭鈺人（民82:22）表示，一般約有再測法（test-retest method）、折半法（split-half method）、複份法（equivalent forms method）、庫李法（kuderrichardson method）及測量標準誤法（standard error of measurement）。

本研究中各項測驗之信度皆以再測法檢驗。

所謂的再測法，乃以同一個測驗，對同一群受試者，先後於不同的時間內施測兩次，觀察受試者於先後兩次測驗所得成績有無變動，並求此兩次成績的相關係數，這種係數稱為穩定係數（coefficient of stability）。由這個係數數值的大小，即可知這個測驗信度的高低，這種考查信度的方法，就叫做再測法，或稱為重測法，是術科測驗最常用的

方法。

實施再測法時，前後兩次的間隔適度。如相隔時間太短，受試者於第一次測驗後的體力尚未恢復，即可能影響第二次的成績；但是亦不可過長，如相隔時間有一個月或半個月，受試者的體力、週遭的環境都可能有巨大的變化，而影響第二次的成績。所以在用此法求取信度係數時，應保持適當的間隔時間。

本研究所採用的全身反應、側併步、垂直跳、立定跳遠、背肌力、腿肌力等各項因素的測驗皆施予再測法，並將前後兩次測驗所得之數據，全部輸入電腦，以SPSS套裝軟體中的皮爾遜積差相關法統計該兩組數據之相關性，以檢驗其信度。

四、客觀性

至於客觀性，乃指測驗實施手續的客觀化而言。Eckert (1974:142) 將之界定為：「不同的主試者就同一測驗對同一群受試者執行時，評量成績一致之程度」。這意謂著不同的兩個主試者於執行同一測驗時，可以同時，亦可以不用同時。也就是說，任何一個標準的測驗，都有其特定的實施要領，不論任何人於任何時候採用這種測驗時，都必須按照規定的手續去執行，才具有客觀性。具體而言，客觀性是指二位或二位以上的評分者同時評定每一位受試者，其間分數的一致性。

決定測驗客觀性的方法，在統計上皆運用相關法。其法為以同一個測驗讓兩個人來評分，然後取兩份成績，以皮爾遜積差相關法，求其間之相關。相關係數愈高者，其客觀性愈高；反之，則客觀性必低。

本研究所作各項測驗皆係由本人與助手使用國立台灣體育專科學校運動科學研究中心之科學儀器，一切測試資料皆自動輸入電腦，不需人手操作或人眼判讀。因此，任何人只要按照正確的操作要領運作，對於各項測驗的結果，應不會造成人為的影響與誤差。所以，本研究中各項

測驗之客觀性，皆無庸置疑！本文不再檢驗。

五、效 度

效度，張氏心理學辭典（張春興，1989:688）表明：指某種測驗之所能測出其所欲測定者功能的程度，稱為該測驗的效度。換言之，某種測驗在使用時確能達成其測量目的者，方為有效。

效度的種類，彭鈺人（民82:27）表示，一般而言可分為內容效度（content validity）、表面效度（face validity）、效標關聯效度（criterion-related validity）及建構效度（construct validity）等四種。

本研究於選擇各項測驗時，皆以其中具有較高效度之方法為原則。全身反應時測驗具有內容效度、側併步測驗具0.70的效度係數（彭鈺人，民82:211）、垂直跳測驗具0.78的效標關聯效度（彭鈺人，民82:239）、立定跳遠測驗具0.607的效標關聯效度（彭鈺人，民82:248）、背肌力和腿肌力皆具內容效度。因其效度皆經國內外專家學者肯定並且公開發表使用，本文僅作簡單討論，不再檢驗。

六、資料處理

本研究所作各項測驗獲得之資料一律輸入IBM-PC電腦列管，所有資料之統計皆以SPSS套裝軟體計算。

信度之檢驗係以同一測驗前後兩次施測所獲的兩組成績，採用皮爾遜（Pearson, K.）的積差相關（Product-moment correlation）法統計其「再測相關」（Test-retest correlation）係數。（林清山，民77:111；彭鈺人，民82:23）

同一測驗（變數）於三組間的差異，一律以變異數分析（F-test），若達顯著水準（ $P < 0.05$ ），則進行事後比較。（林清山，民77:301-303）

各變項間的相關性係取三組受試者的同一測驗數據合併成一組，然後將兩變項間的相關係數列成相關係數矩陣。相關係數的顯著性， $P < 0.01$ 以*表示， $P < 0.001$ 以**表示。

肆、分析討論

本研究針對既定之目的，選出全身反應時、側併步、垂直跳、立定跳遠、背肌力、腿肌力等具有代表性的測驗項目，對中華民國空手道協會黑帶以上的男選手（實驗一組）、國立體專跆拳道專長男生（實驗二組）和一般大專非運動代表隊的同齡男生（對照組）實施測驗比較研究。該兩實驗組的受試者皆為黑帶高手，修練空手道或跆拳道皆有相當長的時間，為各種大小比賽的優勝選手，實力相當堅強。

整個研究過程中，無論在測驗的選擇、測驗的實施、受試者的編組、測驗數據的統計處理等步驟，皆係遵循一定的標準和要領，故能達到既定的目的應無疑義。

茲將所獲結果，依照信度、客觀性、效度、組間差異的比較以及綜合討論等順序，予以分析討論如後。

一、信 度

本研究所實施的測驗（測量），計有身高、體重、全身反應時、側併步（敏捷性）、垂直跳（動力）、立定跳遠（動力）、背肌力（肌力）、腿肌力（肌力）等項目，其中的身高、體重等測量，係簡單通用的測量，以電子儀器測定，其信度不再檢驗。另外四種（合計六個項目）測驗，為檢驗其信度，一律實施再測法（Test-retest method）。茲將各測驗之信度以組為單位，依序討論如後。

(一)實驗一組

本組各項測驗之再測相關詳表1。

全身反應時測驗的再測相關係數為0.5565，側併步測驗的再測相關係數為0.9408，垂直跳測驗的再測相關係數為0.8081，立定跳遠測驗的再測相關係數為0.8333，背肌力測驗的再測相關係數為0.8978，腿肌力測驗的再測相關係數為0.7995。

以上各個相關係數，在統計上來看，都達到顯著的水準 ($p < 0.05$)。

(二)實驗二組

本組各項測驗之再測相關詳表2。

全身反應時測驗的再測相關係數為0.5037，側併步測驗的再測相關係數為0.6113，垂直跳測驗的再測相關係數為0.8351，立定跳遠測驗的再測相關係數為0.7146，背肌力測驗的再測相關係數為0.9223，腿肌力測驗的再測相關係數為0.6723。

以上各個相關係數，在統計上來看，都達到顯著的水準 ($P < 0.05$)。

(三)對照組

本組各項測驗之再測相關詳表3。

全身反應時測驗的再測相關係數為0.8557，側併步測驗的再測相關係數為0.8559，垂直跳測驗的再測相關係數為0.9460，立定跳遠測驗的再測相關係數為0.8210，背肌力測驗的再測相關係數為0.9002，腿肌力測驗的再測相關係數為0.7416。

以上各個相關係數，在統計上來看，都達到顯著的水準 ($p < 0.05$)。

表1 空手道運動員（實驗一組）各項測驗信度檢驗表

| 受試者 | 全身反應時 (秒) | | 側併步 (次) | | 垂直跳 (公分) | | 立定跳遠 (公分) | | 背肌力 (公斤) | | 腿肌力 (公斤) | |
|-----|--------------|-------|------------|-------|-------------|-------|--------------|--------|-------------|--------|-------------|-------|
| | 第一次 | 第二次 | 第一次 | 第二次 | 第一次 | 第二次 | 第一次 | 第二次 | 第一次 | 第二次 | 第一次 | 第二次 |
| 1 | 0.240 | 0.208 | 41 | 40 | 63 | 56 | 240 | 240 | 167 | 169 | 32 | 42 |
| 2 | 0.350 | 0.359 | 33 | 35 | 65 | 55 | 240 | 244 | 177 | 195 | 41 | 49 |
| 3 | 0.340 | 0.307 | 36 | 39 | 59 | 56 | 228 | 232 | 160 | 145 | 30 | 27 |
| 4 | 0.292 | 0.297 | 41 | 41 | 56 | 57 | 224 | 222 | 135 | 122 | 19 | 17 |
| 5 | 0.279 | 0.270 | 37 | 37 | 42 | 44 | 200 | 206 | 97 | 127 | 21 | 33 |
| 6 | 0.269 | 0.252 | 43 | 43 | 60 | 60 | 238 | 240 | 153 | 165 | 23 | 31 |
| 7 | 0.346 | 0.306 | 34 | 33 | 48 | 43 | 222 | 232 | 159 | 171 | 55 | 57 |
| 8 | 0.461 | 0.343 | 32 | 33 | 60 | 60 | 202 | 204 | 124 | 120 | 19 | 25 |
| 9 | 0.312 | 0.413 | 34 | 36 | 57 | 56 | 200 | 204 | 97 | 95 | 35 | 29 |
| 10 | 0.306 | 0.262 | 31 | 31 | 62 | 62 | 214 | 228 | 113 | 114 | 19 | 33 |
| 11 | 0.322 | 0.378 | 29 | 33 | 51 | 57 | 206 | 212 | 114 | 109 | 20 | 24 |
| 12 | 0.321 | 0.355 | 38 | 37 | 76 | 65 | 250 | 250 | 116 | 108 | 39 | 40 |
| 13 | 0.370 | 0.311 | 38 | 39 | 70 | 69 | 246 | 230 | 110 | 120 | 28 | 29 |
| 14 | 0.264 | 0.251 | 41 | 42 | 60 | 63 | 230 | 228 | 108 | 108 | 27 | 31 |
| 15 | 0.331 | 0.308 | 39 | 39 | 55 | 50 | 224 | 218 | 133 | 123 | 19 | 18 |
| 16 | 0.324 | 0.320 | 35 | 37 | 59 | 59 | 218 | 218 | 142 | 146 | 25 | 28 |
| 17 | 0.331 | 0.344 | 36 | 37 | 69 | 79 | 218 | 236 | 116 | 108 | 36 | 28 |
| 18 | 0.310 | 0.287 | 41 | 41 | 52 | 57 | 212 | 240 | 108 | 108 | 36 | 36 |
| 19 | 0.299 | 0.282 | 34 | 36 | 62 | 72 | 228 | 236 | 108 | 108 | 30 | 34 |
| 20 | 0.284 | 0.265 | 41 | 41 | 69 | 69 | 234 | 236 | 190 | 201 | 58 | 43 |
| 21 | 0.383 | 0.311 | 43 | 41 | 74 | 76 | 250 | 256 | 153 | 188 | 71 | 53 |
| 22 | 0.308 | 0.287 | 39 | 39 | 62 | 64 | 222 | 226 | 148 | 121 | 38 | 26 |
| 平均值 | 0.320 | 0.310 | 37.09 | 37.73 | 60.50 | 60.41 | 224.82 | 229.00 | 133.09 | 135.05 | 32.77 | 33.32 |
| 標準差 | 0.050 | 0.050 | 4.00 | 3.30 | 8.22 | 9.05 | 15.40 | 14.30 | 26.97 | 32.16 | 13.87 | 10.40 |
| 相關值 | 0.5565* | | 0.9408** | | 0.8081** | | 0.8333** | | 0.8978** | | 0.7995** | |

*表P<0.05 **表P<0.01

表2 跆拳道運動員（實驗二組）各項測驗信度檢驗表

| 受 試 者 | 全身反應時 (秒) | | 側併步 (次) | | 垂直跳 (公分) | | 立定跳遠 (公分) | | 背肌力 (公斤) | | 腿肌力 (公斤) | |
|-------------|--------------|-------|------------|-------|-------------|-------|--------------|--------|-------------|--------|-------------|-------|
| | 第一次 | 第二次 | 第一次 | 第二次 | 第一次 | 第二次 | 第一次 | 第二次 | 第一次 | 第二次 | 第一次 | 第二次 |
| 1 | 0.275 | 0.264 | 37 | 37 | 49 | 53 | 202 | 216 | 134 | 138 | 75 | 51 |
| 2 | 0.232 | 0.269 | 44 | 43 | 63 | 67 | 244 | 248 | 196 | 175 | 93 | 53 |
| 3 | 0.389 | 0.312 | 39 | 39 | 56 | 58 | 224 | 232 | 86 | 87 | 33 | 40 |
| 4 | 0.257 | 0.282 | 40 | 40 | 62 | 51 | 216 | 230 | 122 | 109 | 28 | 22 |
| 5 | 0.244 | 0.398 | 39 | 43 | 68 | 69 | 242 | 254 | 115 | 114 | 49 | 50 |
| 6 | 0.307 | 0.346 | 35 | 35 | 70 | 60 | 238 | 238 | 138 | 149 | 35 | 28 |
| 7 | 0.348 | 0.304 | 41 | 38 | 58 | 64 | 212 | 218 | 159 | 182 | 49 | 47 |
| 8 | 0.280 | 0.258 | 42 | 38 | 64 | 60 | 238 | 254 | 130 | 129 | 31 | 24 |
| 9 | 0.305 | 0.290 | 37 | 37 | 50 | 47 | 216 | 216 | 103 | 90 | 41 | 46 |
| 10 | 0.316 | 0.356 | 39 | 40 | 55 | 57 | 234 | 234 | 123 | 116 | 48 | 32 |
| 11 | 0.373 | 0.326 | 36 | 41 | 67 | 67 | 228 | 234 | 173 | 179 | 61 | 62 |
| 12 | 0.399 | 0.439 | 48 | 41 | 70 | 73 | 248 | 234 | 158 | 160 | 48 | 29 |
| 13 | 0.323 | 0.335 | 39 | 39 | 76 | 76 | 232 | 238 | 186 | 209 | 60 | 60 |
| 14 | 0.314 | 0.292 | 39 | 35 | 76 | 71 | 210 | 222 | 184 | 203 | 69 | 46 |
| 15 | 0.309 | 0.299 | 37 | 39 | 61 | 70 | 226 | 234 | 142 | 154 | 35 | 28 |
| 16 | 0.280 | 0.254 | 32 | 26 | 80 | 79 | 240 | 240 | 108 | 115 | 39 | 28 |
| 17 | 0.259 | 0.228 | 39 | 36 | 65 | 68 | 238 | 252 | 154 | 158 | 47 | 46 |
| 18 | 0.262 | 0.240 | 38 | 36 | 61 | 60 | 228 | 238 | 142 | 158 | 47 | 57 |
| 19 | 0.301 | 0.387 | 42 | 41 | 50 | 50 | 242 | 220 | 147 | 166 | 42 | 47 |
| 20 | 0.290 | 0.322 | 37 | 40 | 70 | 80 | 240 | 248 | 169 | 156 | 60 | 67 |
| 21 | 0.252 | 0.264 | 38 | 40 | 60 | 62 | 226 | 236 | 112 | 135 | 30 | 27 |
| 平均值 | 0.300 | 0.310 | 38.95 | 38.29 | 63.38 | 63.90 | 229.71 | 235.05 | 141.95 | 146.76 | 47.38 | 42.38 |
| 標準差 | 0.050 | 0.050 | 3.32 | 3.65 | 8.68 | 9.39 | 12.64 | 11.93 | 29.54 | 33.79 | 15.27 | 13.68 |
| 相關值 | 0.5037* | | 0.61113* | | 0.8351** | | 0.7146** | | 0.9223** | | 0.6723** | |

*表P<0.05 **表P<0.01

表3 一般大專生（對照組）各項測驗信度檢驗表

| 受 試 者 | 全身反應時 (秒) | | 側併步 (次) | | 垂直跳 (公分) | | 立定跳遠 (公分) | | 背肌力 (公斤) | | 腿肌力 (公斤) | |
|-------------|--------------|-------|------------|-------|-------------|-------|--------------|--------|-------------|--------|-------------|-------|
| | 第一次 | 第二次 | 第一次 | 第二次 | 第一次 | 第二次 | 第一次 | 第二次 | 第一次 | 第二次 | 第一次 | 第二次 |
| 1 | 0.330 | 0.287 | 36 | 36 | 61 | 67 | 256 | 214 | 161 | 170 | 19 | 31 |
| 2 | 0.347 | 0.317 | 32 | 34 | 71 | 70 | 216 | 224 | 171 | 131 | 41 | 31 |
| 3 | 0.326 | 0.354 | 29 | 28 | 32 | 30 | 170 | 172 | 104 | 99 | 24 | 18 |
| 4 | 0.239 | 0.257 | 36 | 35 | 57 | 60 | 182 | 206 | 106 | 87 | 18 | 15 |
| 5 | 0.284 | 0.288 | 34 | 36 | 62 | 56 | 234 | 242 | 154 | 131 | 26 | 26 |
| 6 | 0.334 | 0.306 | 30 | 32 | 70 | 66 | 214 | 222 | 141 | 141 | 23 | 20 |
| 7 | 0.227 | 0.297 | 33 | 31 | 50 | 51 | 196 | 194 | 103 | 114 | 46 | 36 |
| 8 | 0.231 | 0.244 | 36 | 37 | 60 | 63 | 240 | 238 | 102 | 98 | 24 | 51 |
| 9 | 0.247 | 0.232 | 29 | 32 | 64 | 69 | 202 | 228 | 169 | 148 | 50 | 44 |
| 10 | 0.266 | 0.255 | 27 | 31 | 60 | 62 | 216 | 222 | 153 | 156 | 68 | 60 |
| 11 | 0.351 | 0.421 | 34 | 34 | 70 | 66 | 252 | 250 | 82 | 63 | 29 | 34 |
| 12 | 0.331 | 0.356 | 35 | 37 | 49 | 51 | 214 | 228 | 99 | 102 | 22 | 25 |
| 13 | 0.407 | 0.474 | 29 | 31 | 70 | 75 | 210 | 200 | 100 | 91 | 25 | 33 |
| 14 | 0.343 | 0.361 | 36 | 38 | 70 | 70 | 242 | 242 | 115 | 111 | 40 | 43 |
| 15 | 0.396 | 0.393 | 36 | 36 | 59 | 60 | 168 | 176 | 88 | 81 | 43 | 42 |
| 平均值 | 0.310 | 0.320 | 32.80 | 33.87 | 60.33 | 61.07 | 214.13 | 217.20 | 123.20 | 114.87 | 33.20 | 33.93 |
| 標準差 | 0.060 | 0.070 | 3.21 | 2.90 | 10.54 | 11.02 | 27.56 | 23.57 | 31.18 | 30.39 | 14.21 | 12.51 |
| 相關值 | 0.8557** | | 0.8559** | | 0.9460** | | 0.8210** | | 0.9002** | | 0.7416** | |

*表P<0.05 **表P<0.01

(四)小結

總結以觀，可知本研究各項測驗的再測相關，皆達到顯著的水準 ($p < 0.05$)。這表示各項測驗所獲之數據，具有極為良好的一致性，確係反映受試者當時在該方面的能力。也即是表明：本研究各項測驗施測結果，在信度方面應無可議之處。

二、客觀性

因本研究所作各項測驗皆係使用本校運動科學研究中心之科學儀器，一切測試自動輸入電腦，並且自動列印，不需人手操作或人眼判讀，如研究方法一單元中所述，在人為的因素與影響上可說已降至最低的程度。所以本研究中各項測驗之客觀性應屬無庸置疑，在此不再進行分析討論。

三、效度

本研究中所採用之各項測驗皆係經過篩選，以其中效度較高之方法實施。茲予簡單討論如後。

全身反應時測驗係日本運動科學實驗室中所開發出來的評鑑項目，已為國內外學者專家所接受，具有內容效度（又叫邏輯效度）。

側併步測驗的效度，彭鈺人，（民82:211）表示，其效度係數為0.70。

垂直跳測驗的效度，Jonson & Nelson (1986:210) 表示，以四種田徑項目的總和為效標，求得之效度係數為0.78。

立定跳遠測驗的效度，Johnson & Nelson (1986:212) 表示，以一種純動力的測驗為效標，求得之效度係數為0.607。

背肌力測驗和腿肌力測驗，Clarke (1976:144) 表示，以dynamometer和tensiometer兩種不同測驗器材所測得之成績，其相關係數分別為0.92和0.95，顯示出極高的效標關聯效度。

這表示本研究各項測驗能夠正確的測量到所要測量的能力，達到既

定的研究目的。也即是表明：本研究各項測驗在效度方面應無疑義。

四、組間差異的比較

本研究旨在探討並比較空手道、跆拳道運動員和一般同齡非運動員在反應、敏捷、動力與肌力等因素的差異。各測驗的組間差異係以F-test檢驗其顯著性，若達到 $P < 0.05$ 以上的水準時，則進行事後比較。茲將各項測驗以及受試者的年齡、身高、體重等資料的組間差異加以比較分析討論如後。

(一)年齡

各組之年齡，詳附錄表1。

實驗一組平均為 20.91 ± 3.21 歲，實驗二組平均為 19.67 ± 1.59 歲，對照組平均為 21.00 ± 1.73 歲。

以上三組數據之差異，經以F-test檢驗，得到表4之結果。發現 $F = 1.9610$ ($P = 0.1504 > 0.05$)，未達顯著水準。

這表示：就年齡而論，三組並無明顯差異。

表4 三組年齡變異數分析摘要表

| 變異來源 | | 自由度 | 離均差 平方和 | 均方 | F 值 | P |
|------|--|-----|------------|---------|--------|-------|
| 組間 | | 2 | 21.9979 | 10.9990 | 1.9610 | .1504 |
| 組內 | | 55 | 308.4848 | 5.6088 | | |
| 全體 | | 57 | 330.4828 | | | |

(二)身高

各組之身高，詳附錄表1。

實驗一組平均為 168.86 ± 4.13 公分，實驗二組平均為 175.14 ± 6.14 公分，對照組平均為 172.60 ± 4.81 公分。

以上三組數據之差異，經以F-test檢驗，得到表5之結果，發現 $F=8.1584$ ($P=0.0008 < 0.05$)，達到顯著水準。

表5 三組身高變異數分析摘要表

| 變異來源 | 自由度 | 離均差 平方和 | 均方 | F 值 | P |
|------|-----|------------|----------|--------|-------|
| 組 間 | 2 | 428.6170 | 214.3085 | 8.1584 | .0008 |
| 組 內 | 55 | 1444.7623 | 26.2684 | | |
| 全 體 | 57 | 1873.3793 | | | |

復進行事後比較，得到表6之結果。發現實驗一組與實驗二組之間有顯著差異，其他各組間並無顯著差異。

這表示：就身高而論，實驗二組明顯的較實驗一組為優。其他各組間則無差異。

表6 三組身高事後比較表

| 平 均 值 | 組 別 | 實 驗 一 組 | 對 照 組 | 實 驗 二 組 |
|----------------------------------|---------------------|---------|-------|---------|
| 168.8636 172.6000 175.1429 | 實驗一組 對照組 實驗二組 | | | * |

(*)表示該兩組的差異達到0.01的顯著水準

(三)體重

各組之體重，詳附錄表1。

實驗一組平均為 62.98 ± 6.64 公斤，實驗二組平均為 68.29 ± 8.56 公斤，對照組平均為 61.67 ± 7.15 公斤。

以上三組數據之差異，經以F-test檢驗，得到表7之結果。發現 $F = 4.1352$ ($p = 0.0212 < 0.05$)，達到顯著水準。但事後比較則顯示各組間並無差異。

這表示：就體重而論，三組並無明顯差異。

(四)全身反應時

各組之全身反應時，詳表8、表9和表10。

實驗一組平均為 0.300 ± 0.03 秒，實驗二組平均 0.290 ± 0.04 秒，對照組平均為 0.300 ± 0.06 秒。

以上三組數據之差異，經以F-test檢驗，得到表11之結果。發現 $F = 0.6867$ ($P = 0.5075 > 0.05$)，未達顯著水準。

這表示：就全身反應時而論，三組並無明顯差異。

(五)側併步

各組之側併步，詳表8、表9和表10。

實驗一組平均為 37.95 ± 3.39 次，實驗二組平均為 39.76 ± 3.27 次，對照組平均為 34.13 ± 2.70 次。

以上三組數據之差異，經以F-test檢驗，得到表12之結果。發現 $F = 13.8938$ ($P = 0.0000 < 0.05$)，達到顯著水準。

表7 三組體重變異數分析摘要表

| 變異來源 | 自由度 | 離均差 平方和 | 均 方 | F 值 | P |
|------|-----|------------|----------|--------|-------|
| 組 間 | 2 | 470.6051 | 235.3025 | 4.1352 | .0212 |
| 組 內 | 55 | 3129.6190 | 56.9022 | | |
| 全 體 | 57 | 3600.2241 | | | |

表8 空手道運動員（實驗一組）各項測驗最佳成績表

| 受試者 | 全身反應時 (秒) | 側併步 (次) | 垂直跳 (公分) | 立定跳遠 (公分) | 背肌力 (公斤) | 腿肌力 (公斤) |
|-----|--------------|------------|-------------|--------------|-------------|-------------|
| 1 | 0.208 | 41 | 63 | 240 | 169 | 42 |
| 2 | 0.350 | 35 | 65 | 244 | 195 | 49 |
| 3 | 0.307 | 39 | 59 | 232 | 160 | 30 |
| 4 | 0.292 | 41 | 57 | 224 | 135 | 19 |
| 5 | 0.270 | 37 | 44 | 206 | 127 | 33 |
| 6 | 0.252 | 43 | 60 | 240 | 165 | 31 |
| 7 | 0.306 | 34 | 48 | 232 | 171 | 57 |
| 8 | 0.343 | 33 | 60 | 204 | 124 | 25 |
| 9 | 0.312 | 36 | 57 | 204 | 97 | 35 |
| 10 | 0.262 | 31 | 62 | 228 | 114 | 33 |
| 11 | 0.322 | 33 | 57 | 212 | 114 | 24 |
| 12 | 0.321 | 38 | 76 | 250 | 116 | 40 |
| 13 | 0.311 | 39 | 70 | 246 | 120 | 29 |
| 14 | 0.251 | 42 | 63 | 230 | 108 | 31 |
| 15 | 0.308 | 39 | 55 | 224 | 133 | 19 |
| 16 | 0.320 | 37 | 59 | 218 | 146 | 28 |
| 17 | 0.331 | 37 | 79 | 236 | 116 | 36 |
| 18 | 0.287 | 41 | 57 | 240 | 108 | 36 |
| 19 | 0.282 | 36 | 72 | 236 | 108 | 34 |
| 20 | 0.265 | 41 | 69 | 236 | 201 | 58 |
| 21 | 0.311 | 43 | 76 | 256 | 188 | 71 |
| 22 | 0.287 | 39 | 64 | 226 | 148 | 38 |
| 平均值 | 0.300 | 37.95 | 62.36 | 230.18 | 139.23 | 36.27 |
| 標準差 | 0.03 | 3.39 | 8.73 | 14.53 | 31.08 | 12.80 |

表9 跆拳道運動員（實驗二組）各項測驗最佳成績表

| 受 試 者 | 全身反應時 (秒) | 側併步 (次) | 垂直跳 (公分) | 立定跳遠 (公分) | 背肌力 (公斤) | 腿肌力 (公斤) |
|-------------|--------------|------------|-------------|--------------|-------------|-------------|
| 1 | 0.264 | 37 | 53 | 216 | 138 | 51 |
| 2 | 0.232 | 44 | 67 | 248 | 196 | 93 |
| 3 | 0.312 | 39 | 58 | 232 | 87 | 40 |
| 4 | 0.257 | 40 | 62 | 230 | 122 | 28 |
| 5 | 0.244 | 43 | 69 | 254 | 115 | 50 |
| 6 | 0.307 | 35 | 70 | 238 | 149 | 35 |
| 7 | 0.304 | 41 | 64 | 218 | 182 | 49 |
| 8 | 0.258 | 42 | 64 | 254 | 130 | 31 |
| 9 | 0.290 | 37 | 50 | 216 | 103 | 46 |
| 10 | 0.316 | 40 | 57 | 234 | 123 | 48 |
| 11 | 0.236 | 41 | 67 | 234 | 179 | 62 |
| 12 | 0.399 | 48 | 73 | 248 | 160 | 48 |
| 13 | 0.323 | 39 | 76 | 238 | 209 | 60 |
| 14 | 0.292 | 39 | 76 | 222 | 203 | 69 |
| 15 | 0.299 | 32 | 70 | 234 | 154 | 35 |
| 16 | 0.254 | 39 | 80 | 240 | 115 | 39 |
| 17 | 0.228 | 38 | 68 | 252 | 158 | 47 |
| 18 | 0.240 | 42 | 61 | 238 | 158 | 57 |
| 19 | 0.301 | 40 | 50 | 242 | 166 | 47 |
| 20 | 0.290 | 40 | 80 | 248 | 169 | 67 |
| 21 | 0.252 | 3.976 | 62 | 236 | 135 | 30 |
| 平均值 | 0.290 | 3.27 | 65.57 | 236.76 | 150.05 | 49.14 |
| 標準差 | 0.04 | 11 | 8.87 | 11.77 | 33.20 | 15.39 |

表10 一般大專生（對照組）各項測驗最佳成績表

| 受試者 | 全身反應時 (秒) | 側併步 (次) | 垂直跳 (公分) | 立定跳遠 (公分) | 背肌力 (公斤) | 腿肌力 (公斤) |
|-----|--------------|------------|-------------|--------------|-------------|-------------|
| 1 | 0.287 | 36 | 67 | 256 | 170 | 31 |
| 2 | 0.317 | 34 | 71 | 224 | 171 | 41 |
| 3 | 0.326 | 29 | 32 | 172 | 104 | 24 |
| 4 | 0.239 | 36 | 60 | 206 | 106 | 18 |
| 5 | 0.284 | 36 | 62 | 242 | 154 | 26 |
| 6 | 0.306 | 32 | 70 | 222 | 141 | 23 |
| 7 | 0.227 | 33 | 51 | 196 | 114 | 46 |
| 8 | 0.231 | 37 | 63 | 240 | 102 | 51 |
| 9 | 0.232 | 32 | 69 | 228 | 169 | 50 |
| 10 | 0.255 | 31 | 62 | 222 | 156 | 68 |
| 11 | 0.351 | 34 | 70 | 252 | 82 | 34 |
| 12 | 0.331 | 37 | 51 | 228 | 102 | 25 |
| 13 | 0.407 | 31 | 75 | 210 | 100 | 33 |
| 14 | 0.343 | 38 | 70 | 242 | 115 | 43 |
| 15 | 0.393 | 36 | 60 | 176 | 88 | 43 |
| 平均值 | 0.300 | 34.13 | 62.20 | 221.07 | 124.93 | 37.07 |
| 標準差 | 0.06 | 2.70 | 10.91 | 25.26 | 31.69 | 13.49 |

表11 三組全身反應時變異數分析摘要表

| 變異來源 | 自由度 | 離均差 平方和 | 均方 | F 值 | P |
|------|-----|------------|-------|-------|-------|
| 組間 | 2 | .0026 | .0013 | .6867 | .5075 |
| 組內 | 55 | .1045 | .0019 | | |
| 全體 | 57 | .1071 | | | |

表12 三組側併步變異數分析摘要表

| 變異來源 | 離均差 平方和 | 自由度 | 均方 | F 值 | P |
|------|------------|----------|----------|---------|-------|
| 組間 | 2 | 281.1578 | 140.5789 | 13.8938 | .0000 |
| 組內 | 55 | 556.4974 | 10.1181 | | |
| 全體 | 57 | 837.6552 | | | |

復進行事後比較，得到表13之結果。發現實驗一組與對照組間、實驗二組與對照組間有顯著差異。

這表示：就側併步而論，實驗一組較對照組為優，實驗二組亦較對照組為優。

表13 三組側併步事後比較表

| 平均值 | 組別 | 對照組 | 實驗一組 | 實驗二組 |
|---------|------|-----|------|------|
| 34.1333 | 對照組 | | | |
| 37.9545 | 實驗一組 | * | | |
| 39.7619 | 實驗二組 | * | | |

(*)表示該兩組的差異達到0.01的顯著水準

(六)垂直跳

各組之垂直跳，詳表8、表9和表10。

實驗一組平均為 62.36 ± 8.73 公分，實驗二組平均為 65.57 ± 8.74 公

分，對照組平均為 62.20 ± 10.91 公分。

以上三組數據之差異，經以F-test檢驗，得到表14之結果。發現 $F = 0.8169$ ($P = 0.4417 > 0.05$) 未達顯著水準。

這表示：就垂直跳而論，三組並無明顯差異。

表14 三組垂直跳變異數分析摘要表

| 變異來源 | 自由度 | 離均差 平方和 | 均 方 | F 值 | P |
|------|-----|------------|---------|-------|-------|
| 組 間 | 2 | 143.8490 | 71.9245 | .8169 | .4471 |
| 組 內 | 55 | 4842.6338 | 88.0479 | | |
| 全 體 | 57 | 4986.4828 | | | |

(七)立定跳遠

各組之立定跳遠，詳表8、表9和表10。

實驗一組平均為 230.18 ± 14.53 公分，實驗二組平均為 236.76 ± 11.77 公分，對照組平均為 221.07 ± 25.26 公分。

以上三組數據之差異，經以F-test檢驗，得到表15之結果。發現 $F = 3.6731$ ($P = 0.0318 < 0.05$)，達到顯著水準。但事後比較則顯示各組間並無差異。

這表示：就立定跳遠而論，三組並無明顯差異

表15 三組立定跳遠變異數分析摘要表

| 變異來源 | 自由度 | 離均差 平方和 | 均 方 | F 值 | P |
|------|-----|------------|-----------|--------|-------|
| 組 間 | 2 | 2155.5017 | 1077.7508 | 3.6731 | .0.18 |
| 組 內 | 55 | 16138.0156 | 293.4185 | | |
| 全 體 | 57 | 18293.5172 | | | |

(八)背肌力

各組之背肌力，詳表8、表9和表10。

實驗一組平均為139.23±31.08公斤，實驗二組平均為150.05±33.20公斤，對照組平均為124.93±31.69公斤。

以上三組數據之差異，經以F-test檢驗，得到表16之結果，發現 $F = 2.6923$ ($P = 0.0767 > 0.05$)，未達顯著水準。

這表示：就背肌力而論，三組並無明顯差異。

表16 三組背肌力變異數分析摘要表

| 變異來源 | 自由度 | 離均差 平方和 | 均 方 | F 值 | P |
|------|-----|------------|-----------|--------|-------|
| 組 間 | 2 | 5520.5955 | 2760.2977 | 2.6923 | .0767 |
| 組 內 | 55 | 56389.7494 | 1025.2682 | | |
| 全 體 | 57 | 61910.3448 | | | |

(九)腿肌力

各組之腿肌力，詳表8、表9和10。

實驗一組平均為 36.27 ± 12.80 公斤，實驗二組平均為 49.14 ± 15.39 公斤，對照組平均為 37.07 ± 13.49 公斤。

以上三組數據之差異，經以F-test檢驗，得到表17之結果，發現 $F=5.4247$ ($P=0.0071 < 0.05$)，達到顯著水準。但事後比較則顯示各組間並無差異。

這表示：就腿肌力而論，三組並無明顯差異。

表17 三組腿肌力變異數分析摘要表

| 變異來源 | 自由度 | 離均差 平方和 | 均 方 | F 值 | P |
|------|-----|------------|-----------|--------|-------|
| 組 間 | 2 | 2115.0282 | 1057.5141 | 5.4247 | .0071 |
| 組 內 | 55 | 10721.8684 | 194.9431 | | |
| 全 體 | 57 | 12836.8966 | | | |

五、各因素間的相關

本研究為探討各因素間所存在的相關性，將三組受試者的同一測驗數據合併成一組，然後統計各組兩兩間的相關係數。

各因素的統計值如表18。

全身反應時平均為 0.2934 ± 0.0433 秒，側併步平均為 37.6207 ± 3.8335 次，垂直跳平均為 63.4828 ± 9.3532 公分，立定跳遠平均為 230.2069 ± 17.9148 公分，背肌力平均為 139.4483 ± 32.9567 公斤，腿肌力平均為 41.1379 ± 15.0070 公斤。

各因素間的相關係數如表19。

立定跳遠與側併步 ($P < 0.001$)、立定跳遠與垂直跳 ($P < 0.001$)、背肌力與側併步 ($P < 0.01$)、背肌力與立定跳遠 ($P < 0.01$)、腿肌力與背肌力 ($P < 0.001$) 的相關皆達到非常顯著以上的水準。其餘的相關性皆未達顯著的水準。

這表示：向前的動力與向左右兩側的運動速度、向前的動力與向上的動力均具有極高的相關性，背部的力量與向左右兩側的運動速度、背部的力量與向前的動力、背部的力量與下肢的力量均具有極高的相關性。

表18 各變項（因素）全體受試者統計值表

| 變 項 | 人 數 | 平 均 值 | 標 準 差 |
|----------|-----|----------|---------|
| 全身反應時(秒) | 58 | .2934 | .0433 |
| 側併步(次) | 58 | 37.6207 | 3.8335 |
| 垂直跳(公分) | 58 | 63.4828 | 9.3532 |
| 立定跳遠(公分) | 58 | 230.2069 | 17.9148 |
| 背肌力(公斤) | 58 | 139.4483 | 32.9567 |
| 腿肌力(公斤) | 58 | 41.1379 | 15.0070 |

表19 各變項（因素）間交互相關係數矩陣表

| 相 關 | 全身反應時 | 側 併 步 | 垂 直 跳 | 立定跳遠 | 背 肌 力 | 腿 肌 力 |
|-------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 全身反應時 | 1.0000 | -.1117 | .1039 | -.2011 | -.1473 | -.1588 |
| 側併步 | -.1117 | 1.0000 | .1760 | .5157** | .3260* | .2821 |
| 垂直跳) | .1039 | .1760 | 1.0000 | .5621** | .2836 | .2986 |
| 立定跳遠) | -2.011** | .5157** | .5621** | 1.0000 | .3511* | .2871** |
| 背肌力 | -1.473* | .3260* | .2836 | .3511* | 1.0000 | .5717** |
| 腿肌力 | -1.588 | .2821 | .2986 | .2871** | .5717** | 1.0000 |

六、綜合討論

茲針對既定的目的，提出之問題，根據實驗研究所獲之統計數據結果，對照相關之研究文獻，進行綜合性的分析討論如後。

(一)基本資料方面

就變異數分析的結果來看本研究中三組受試者的基本資料。以年齡而論，三組間並無明顯差異，顯示受試者在年齡上具有等質性（homogeneous）。亦即是意味著該批受試者係來自相同年齡層的青年人無誤。

以體重而論，三組間亦無明顯差異，再次顯示出受試者在體重上的等質性。較值得一提的是，以身高來看，三組間達到明顯差異，以跆拳道組較空手道組為優。這意味著跆拳道運動員的身高較空手道運動員為優。

受試者身高、體重的比較，雖然並非本研究的目的所在，但是導致這種現象的原因為何？以及這種現象究係偶然抑或必然？筆者認為是極富意義而值得深入探討的一項課題。

根據附錄表1可知，這批空手道和跆拳道黑帶高手的平均年齡分別為20.91歲和19.67歲，習練這兩種運動皆達相當長的年限（空手道組最大10年，最小2年，平均5.41年，跆拳道組最大13年、最小3年、平均7.71年）。

文獻指出：從兒童到成年，整個生長發育的速度不是等速增長，而是時快時慢呈波浪式的上升，階段性規律很強，一般有兩個突增時期，如圖2。第一次突增時期在兩歲以前，第二次突增時期在青春發育期，其年齡在10-11歲到14-15歲，第二次突增期過去以後漸漸緩慢下來，至20歲左右基本停止。（謝燕群，1990:63-64）

由這批受試者的年齡和修習空手道、跆拳道的年限推算，可知他們

一般在第二次生長發育突增時期已經開始從事這種運動鍛鍊。雖然個體的生長發育通常受到自然條件、家庭生活、營養條件、疾病、遺傳、體育運動因素的影響。但處在今日這種富足優渥的時代，各方面的條件都相差不多，影響最大最主要的應屬運動鍛鍊一項。也即是說，該批受試者的生長發育應當會受到空手道或跆拳道長期鍛鍊的影響。基於這種原因與觀點，筆者認為：跆拳道運動員因為經常從事一定份量的“踢腿”動作，刺激其下肢骨骼的充分生長，所以其運動員的身高（腿長）平均有較空手道和一般人為高的趨勢。

至於是否確如筆者所述？有待專家學者進一步以縱貫研究法（longitudinal approach）（郭生玉，民80:203）從事長期的實驗研究才能探知。

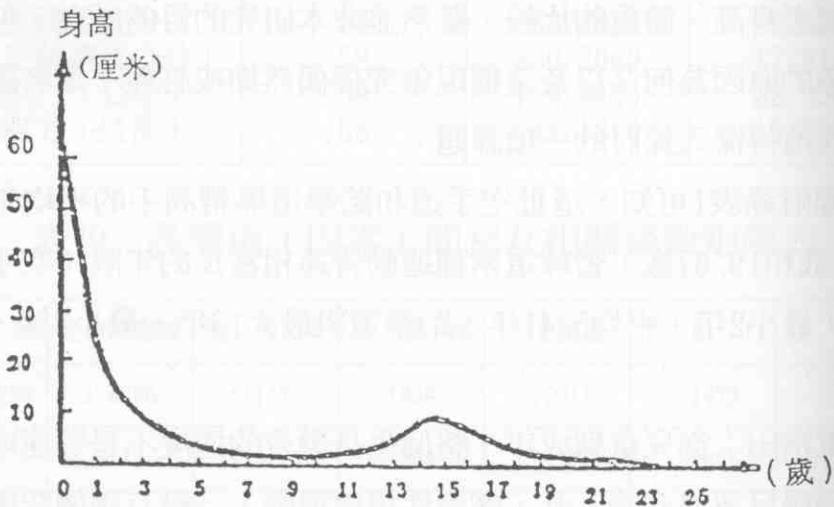


圖2 身高發育的年增長曲線

(二)反應時方面

專家表示，反應時間主要由人的感受器（視覺、聽覺、觸覺等）、

其他分析器的特徵，以及中樞神經系統與神經肌肉間的協調關係所決定。
(徐本力，1990:390)

反應的過程一般為：(1)受納器興奮發生，(2)向心傳道興奮，(3)向心信號過程，及經過神經網路，(4)中樞神經發信號到肌肉的過程，(5)肌肉興奮以及隨之而來的物理變化。(陳俊忠，民81:52)

文獻指出(謝光進，民80:129)，反應時間的組成如下：受納器遲滯1-38毫秒、神經傳導(至大腦)遲滯2-100毫秒，中央運作遲滯(Central-processing delay)70-300毫秒，神經傳導(由大腦至肌肉)遲滯10-20毫秒；肌肉潛伏期與激發肌肉所需時間30-70毫秒，加起來為113-528毫秒。

本研究係測驗受試者的全身反應時間，空手道組(實驗一組)平均為 0.300 ± 0.03 秒，跆拳道組(實驗二組)平均為 0.290 ± 0.04 秒，一般組(對照組)平均為 0.300 ± 0.06 秒。以跆拳道組為稍優，但其差異在統計上並不顯著($P > 0.05$)。

Olsen (1956)、Sigerseth & York (1954)、Smith (1968)等人的研究顯示：運動員的反應時較非運動員為快。Knapp (1961)的研究進一步指出：頂尖運動員的反應時較一般人為快。

就以上研究的論點來看，空手道、跆拳道與其他運動項目一樣，其運動員的反應時理當較一般非運動員為快。但是，本研究的結果，卻顯示空手道、跆拳道的黑帶高手在全身反應時方面與一般人並無明顯差異。與上述的結果並不一致，其故安在？

可能的解釋有以下兩個。

其一是這批運動員並非天生反應極佳的人，當初他們參加空手道或跆拳道並未經過「選材」的過程，因此，彼等之反應時自然與一般人相差不多。謝燕群(1990:224)指出：這種素質被認為受遺傳因素的影響

極大，遺傳力高達0.75以上，後天的影響不大。

其二是各種運動對反應素質的需求並不一致。個人或雙人的運動中一般出現的刺激情境較為單純，而多人或團體的運動因須同時對很多對象作出快速而複雜的反應。所以就需要而言，前類運動員的反應時通常皆不必較後類運動員為快。亦即是說，空手道、跆拳道等項目的運動員在反應時方面不必較一般為快。Keller (1942) 曾就此觀點於其研究中表示：全反應時相對較慢的人，參加諸如體操、游泳和角力等個人項目的運動，遠較參加棒球、籃球、足球等需要快速反應的團體項目為適宜，並且更容易成功。Rasch et al (1961) 的研究指出：角力選手（美國大學級、美國業餘級以及日本業餘級）的反應時與一般人並無明顯差異。同時於其後的研究中 (Rasch & Pierson, 1963) 再度指出：空手道高手的反應時和角力高手的並無明顯差異。由這兩個研究的結果來推論，可以得知：空手道高手和角力高手的反應時與一般人差不多。而跆拳道與這兩種運動都屬相同類型或極為近似的對抗性的自衛防身運動，其運動員若非曾經仔細挑選出來的，反應時亦當與一般人沒有差異才對。以這種推論來看本研究的結果“空手道、跆拳道高手的反應時與一般人並無明顯差異”，應是相當合理且能被接受的一項事實。

陳俊忠 (民81:49) 的研究顯示：眼／手反應時平均為 159 ± 25 毫秒（以握抓落尺測驗）與 $236-348$ 毫秒（以聲光反應器測驗）。

李劍如 (民72:382-383) 的研究發現：眼／手反應時，開放性運動員平均為 230 ± 20 毫秒，閉鎖性運動員平均為 228 ± 19 毫秒，非運動員平均為 255 ± 24 毫秒；眼／足反應時，開放性運動員平均為 286 ± 30 毫秒，閉鎖性運動員平均為 285 ± 25 毫秒，非運動員平均為 326 ± 36 毫秒。

Knapp (1961) 的研究指出：眼／手反應時，世界級羽球或板球選手平均為 0.207 ± 0.0194 秒，一般研究生平均為 0.235 ± 0.196 秒。

Rasch et al (1961) 的研究表示：眼／手反應時，日本業餘角力選手平均為 0.250 ± 0.020 秒，美國業餘角力選手平均為 0.241 ± 0.034 秒，美國大學角力選手平均為 0.227 ± 0.032 秒，非角力選手平均為 0.223 ± 0.025 秒。

Rasch & Pierson (1963) 的研究顯示：空手道高手的眼／手反應時平均為 0.240 ± 0.026 秒，同時指出，空手道高手的反應時和角力高手（ 0.241 ± 0.034 秒）的並無明顯差異。

Miller & Shay (1964) 的研究表明：大學男生（17-19歲）的眼／手反應時平均為 0.215 秒。

Smith (1961) 的研究指出：大學男生（平均23.7歲）的眼／手（向前）反應時平均為 0.225 ± 0.034 秒，眼／手（向後）反應時平均為 0.221 ± 0.030 秒，眼／足（向前）反應時平均為 0.299 ± 0.050 秒，眼／足（向後）反應時平均為 0.303 ± 0.042 秒。

專業文獻表示（全國體育學院教材委員會，1989）：視覺、觸覺、聽覺簡單反應時的對比研究證明觸覺最快、聽覺稍次、視覺最慢。人體各部位的反應也有差異，一般手比腳快。

將本研究的反應時數據與以上諸研究的相關數據對照比較可知，眼／足反應因為神經傳導通路較眼／手反應為稍長，故其消耗時間自然較長，此與專業文獻提出的論點一致。

(三)敏捷性方面

側併步係一項敏捷性的測驗，專家表示，其目的主要在測量側面移動的速度（彭鈺人，民82:211），也即是向左右兩面反覆快速運動的能力，可以說是一種「運動速度」的測驗。

本研究發現：就側併步的運動速度而言，空手道黑帶高手（實驗一組）明顯的較一般人（對照組）為快，跆拳道黑帶高手（實驗二組）亦

明顯的較一般人為快。

可知，武術高手雖然在先天不易改變的反應時間方面並不較一般人為優越，但在運動速度方面卻明顯的較一般人為優越。這可能即係除開技術和經驗等因素，武術高手在比賽或對敵時能夠克敵致勝，控制局面的最有利以及關鍵因素。

專家指出運動速度與反應時間有所區別，不可相提並論。（彭鈺人，民82:260-261）兩者之關係如圖3所示。（Phillips & Hornak, 1979 : 259）

反應時間係指：個體從接受刺激至動作開始出現所耗時間。

運動速度則指：從動作開始至動作結束所耗時間。又稱運動時間（movement time）。（謝光進，民80:129）

文獻指出，人體的反應時間和運動速度之間的相關性極低（Johnson & Nelson, 1986:253）。也即定說，反應時間短的人，並不一定運動速度也快；反之，反應時間長的人，其運動速度可能相當快（Johnson & Nelson, 1986:253）。

本研究結果顯示：雖然空手道和跆拳道黑帶高手在反應時方面並未明顯的較一般人為優；但是，彼等的運動速度卻明顯的較一般人為快。這項結果，可以說為上述文獻的立論，再次提出了最有力的證明。

刺激

動作開始

動作結束

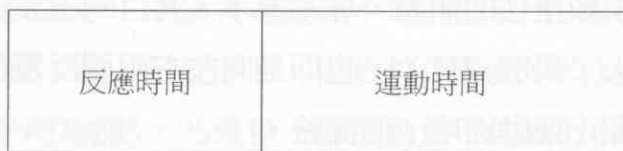


圖3 反應時間和運動時間的關係

(四)動力方面

垂直跳係一項無氧動力的測驗，專家表示，其目的主要在測量腿部垂直向上跳躍的動力（Johnson & Nelson, 1986:210）。

這種素質理論上來看，對於空手道、跆拳道等技擊運動是有其必要性的。也即是說腿部動力越大者，攻擊時的威力應當越大。尤其是擅長用腿攻擊的跆拳道，運動員的腿部動力理當較其他兩組受試者為大。

本研究發現，跆拳道運動員的腿部動力確實有較其他二組受試者為優的趨勢（跆拳道組平均為 65.57 ± 8.87 公分，空手道組平均為 62.36 ± 8.73 公分，對照組平均為 62.20 ± 10.91 公分），只是其間差異在統計上並未達到顯著水準（ $P > 0.05$ ）。

立定跳遠亦係一項無氧動力的測驗，專家表示，其目的主要在測量腿部向前跳躍的動力。（Johnson & Nelson, 1986:212）

這種素質就理論上而言，對於空手道、跆拳道等技擊運動亦有相當的必要性。腿部向前的動力越大者，攻擊威力應當越大，同時在極短距離內的移動速度亦當越大。跆拳道運動是以腿部攻擊為主，所以其運動員腿部向前的動力理當較其他兩組受試者為大。

本研究發現，跆拳道運動員的這項素質確實有較其他二組受試者為優的趨勢（跆拳道組平均為 236.76 ± 11.77 公分，空手道組平均為 230.18 ± 14.53 公分，對照組平均為 221.07 ± 25.26 公分），而且三組間的差異在統計上達到顯著水準（ $P < 0.05$ ），只是事後比較顯示各組間的差異並不明顯。

(五)肌力方面

背肌力是一項測量背部肌肉力量的測驗，乃衡量上身力量大小的重要標誌（王悌福, 1990:138），腿肌力則是評鑑下身力量大小的重要指標。

本研究發現：空手道、跆拳道黑帶高手在背肌力和腿肌力方面與一般人（非運動員）並無明顯差異。這是一項值得重視的問題。因為肌力常被視為發揮技巧最重要的因素（Johnson & Nelson, 1986:103）。同時，尚有許多研究指出，肌力加強者，一般而言，運動速度（Chui, 1964; Johnson, 1964; Whitley & Smith, 1966）和動力（Bangerter, 1968; Blattner & Noble, 1979; Chui, 1950; Moulds et al, 1979）都有改善的趨勢。所以，這些武術高手若能設法加強其關鍵部位肌肉力量，應能顯著提昇其技巧、速度和動力等因素的水平。

（六）因素間的相關方面

就反應時間和動作速度的關係而言，至今猶存有極大的問號！

有一派認為：反應時間和動作速度間並不具相關性。Lotter (1960)、Rasch et al (1961)、Smith (1961)、Phillips (1963)、Hodgkins (1963) 以及李劍如（民72）等人的研究結果為這一派的立論提出極有力的證明。

另一派則表示：反應時間和動作速度間具有一定的相關性。Hipple (1954)、Youngen (1957)、Pierson (1959) 以及 Kerr (1966) 等人的研究結果傾向於支持此派的立論。

本研究發現全身反應時與側併步、垂直跳、立定跳遠、背肌力、腿肌力等變項（因素）皆不具顯著的相關性。這些變項中，側併步係一種向左右兩面反覆快速運動的「動作速度」（亦可稱為「運動速度」）能力。

這項發現與前一派的立論趨於一致，也即是傾向於支持「反應時間和動作速度間並不具相關性」的說法。而本研究與前述諸研究較不同的地方是，該等研究多在設計探討手、腳向前或向後的動作與反應時的相關，並沒有人注意到向左右兩側的動作速度與反應之相關，本研究正好

在這一方面提供有效的參考數據。

就力量、速度和動力的關係而論，一般公認的結構為：動力=力量×速度（運動生物力學編寫組，1988:119；彭鈺人，民82:237）。亦即是意味著動力與力量、動力與速度間具有某種正相關存在。（Johnson & Nelson, 1986:207-225）

本研究發現向前的動力與向上的動力、向前的動力與向左右兩側的運動速度、向前的動力與背部的力量都具有極高的相關性。

這表示向前的動力優者，其向上的動力亦優；向左右兩側的運動速度優者，其向前的動力亦優；背部的力量優者，其向前的動力亦優。

Considine & Sullivan (1973) 的研究顯示垂直跳與立定跳遠有顯著相關，此與本研究的發現趨於一致。

Fleishman (1964) 表示：跳躍與短距離衝刺有顯著相關。亦即是說，跳躍與向前的運動速度（動作速度）有顯著相關。本研究則發現向前跳躍與向側的運動速度亦有顯著相關。從而可知，跳躍與向前或向側的運動速度有必然的相關性，這意味著：跳躍方式的無氧動力優者，其向前或向側的運動速度必佳。

Costill et al (1968) 和Mc Clements (1966) 等研究指出：無氧動力與動態腿肌力間有相關存在。該等研究僅探討下肢肌力與無氧動力間的關係，並未涉及腰背肌力。而一般所測的無氧動力雖然局限於某個肢體範圍，但與軀幹部分的協調配合亦應有一定的關係存在。所以，軀幹部分的肌力對無氧動力的發揮亦應具有舉足輕重的意義才是。

本研究的結果即指出：背肌力優者，其向前的動力亦優，適足以為這個推論提出有力的證明。至於是否確如所述？因非本研究的主要目的所在，不作進一步的探討。其確實道理為何？有待深入瞭解。

伍、結論與建議

一、結 論

本研究之目的在(一)比較空手道、跆拳道運動員和一般人在反應時方面的差異，(二)比較空手道、跆拳道運動員和一般人在動力方面的差異，(四)比較空手道、跆拳道運動員和一般人在肌力方面的差異，(五)探討反應時、敏捷性、動力和肌力等因素的相關性。

選取中華民國空手道協會黑帶以上的男選手22名為實驗一組（平均年齡 20.19 ± 3.21 歲），及國立體專跆拳道專長黑帶以上的男運動員21名為實驗二組（平均年齡 19.67 ± 1.59 歲），另外自一般大專院校非運動代表隊的男生中隨機選取15名為對照組（平均年齡 21.00 ± 1.73 歲），施予反應時（全身反應時）、敏捷性（側併步）、動力（垂直跳、立定跳遠）和肌力（背肌力、腿肌力）等因素的測驗。

測驗的信度一律以再測法檢驗。同一測驗（變項）於三組間的差異，一律以變異數分析（F-test），若達顯著水準（ $P < 0.05$ ），則進行事後比較。各因素（變項）間的相關性，則以皮爾遜積差相關法統計其相關係數。

在三組受試者的年齡具有等質性（ $F = 1.9610, p > 0.05$ ）同時體重亦具有等質性，所獲各項測驗數據的信度、效度和客觀性都符合要求的前提下，將結果予以分析討論後，於本研究範圍內可以得到如下結論：

(一)全身反應時測驗方面，實驗一組平均為 0.300 ± 0.03 秒，實驗二組平均為 0.290 ± 0.04 秒，對照組平均為 0.300 ± 0.06 秒，差異並未達到顯著水準（ $F = 0.6867, p > 0.05$ ）。

這表明：空手道、跆拳道黑帶運動員和一般人在反應時並無明顯差異。

(二)側併步測驗方面，實驗一組平均為 37.95 ± 3.39 次，實驗二組平均為 39.76 ± 3.27 次，對照組平均為 34.13 ± 2.70 次，差異達到顯著水準 ($F=13.8938, P<0.05$)。

事後比較發現，實驗一組與對照組間、實驗二組與對照組間皆有顯著差異。

這表明：空手道、跆拳道黑帶運動員和一般人在敏捷性方面有明顯差異，空手道和跆拳道黑帶運動員都明顯的較一般人為優。

(三)垂直跳測驗方面，實驗一組平均為 62.36 ± 8.73 公分，實驗二組平均為 65.57 ± 8.87 公分，對照組平均為 62.20 ± 10.91 公分，差異並未達到顯著水準 ($F=0.8169, P>0.05$)。

立定跳遠測驗方面，實驗一組平均為 230.18 ± 14.53 公分，實驗二組平均為 236.76 ± 11.77 公分，對照組平均為 221.07 ± 25.26 公分，差異達到顯著水準 ($F=3.6731, P<0.05$)，事後比較發現各組間並無差異。

這表明：空手道、跆拳道黑帶運動員和一般人在動力方面並無明顯差異。

(四)背肌力測驗方面，實驗一組平均為 139.23 ± 31.08 公斤，實驗二組平均為 150.05 ± 33.20 公斤，對照組平均為 124.93 ± 31.69 公斤，差異並未達到顯著水準 ($F=2.6923, P>0.05$)。

腿肌力測驗方面，實驗一組平均為 36.27 ± 12.80 公斤，實驗二組平均為 49.14 ± 15.39 公斤，對照組平均為 37.07 ± 13.49 公斤，差異達到顯著水準 ($F=5.4247, P<0.05$)，事後比較發現各組間並無差異。

這表明：空手道、跆拳道黑帶運動員和一般人在肌力方面並無明顯差異。

(五)各測驗因素間的相關係數，立定跳遠與側併步、立定跳遠與垂直跳、背肌力與側併步、背肌力與立定跳遠、腿肌力與背肌力皆達到非常顯著以上的水準 ($P < 0.01$)。

這表明：動力（向前的）與敏捷性（向側的）、動力（向前的）與動力（向上的）、肌力（背部的）與敏捷性（向側的）、肌力（背部的）與動力（向前的）、肌力（腿部的）與肌力（背部的）間皆具有明顯的相關性。

二、建 議

(一)本研究發現跆拳道運動員平均身高有較空手道運動員和一般人為高的趨勢。這種現象究竟係偶然抑或必然？有待一家學者進一步以縱貫研究法從事長期的實驗研究。

(二)本研究發現空手道、跆拳道黑帶高手的反應時與一般人並無明顯差異。顯示這批高手在未防備下突然遇到迅雷不及掩耳的快速攻擊時，將會和一般人一樣，來不及作出及時的反應。所以，建議空手道、跆拳道等武術高手，最好時時提高警覺，保持反應距離，以策安全。至於教練在授徒時，若能認真挑選出一批反應速度較優的學生，嚴加訓練，則必能調教出更具潛力與威力的一流好手。

(三)本研究發現空手道、跆拳道黑帶高手的敏捷性較一般人為優。這是通過左右方式的側併步測驗得知的。至於他們在前後往復或者S形穿梭等方式測驗所得之敏捷性是否仍較一般人為優？則有待專家學者進一步深入探討。

(四)本研究發現空手道、跆拳道黑帶高手的動力、肌力等素質與一般人並無明顯差異。顯示這批高手的攻擊威力與勁道尚有極大的發展空間與潛力。如果他們能注意提昇關鍵部位的肌力與速度，必能明顯改善其技巧、速度和動力。所以，在此建議這類項目的運動員要重

視上述素質，並認真加以強化之。

(五)本研究主要係針對與運動員下半身的反應時、敏捷性、動力和肌力有關的素質進行探討，期能瞭解各素質彼此間相關的機理，同時對上半身或身體的局部作出正確的推論與應用。至於其他不同部位是否能夠套用下半身的模式與理論？則有待學者專家進一步的研究與證明。

參考文獻

一、中文部份

- 王悌福（1990）：健美自測與鍛鍊，同濟大學出版社。
- 田麥麥金等（1988）：運動訓練科學化探索，人民體育出版社。
- 朱智賢等（1989）：心理學大辭典，北京師範大學出版社。
- 全國體育學院教材委員會（1989）：運動心理學，人民體育出版社。
- 全國體育學院教材委員會（1990）：運動訓練學，人民體育出版社。
- 李劍如（民72）：大學運動員反應時間與動作時間之研究，師大體研所集刊，第十輯。
- 林清山（民77）：心理與教育統計學，台北：東華書局。
- 徐本力（1990）：運動訓練學，山東教育出版社。
- 浦鈞宗等（1989）：優秀運動員機能評定手冊，人民體育出版社。
- 真野高一（1979）：空手，日本文藝社發行。
- 郭生玉（民80）：心理與教育研究法，台北：精華書局。
- 陳俊忠（民81）：大學體育系學生運動神經傳導時間與全反應時間之研究，大專體育，第二卷，第二期。
- 現代休閒育樂百科編訂委員會（民81）：現代休閒育樂百科，台北：華一書局。
- 教育部體育大辭典編訂委員會（民73）：體育大辭典，台北：台灣商務印書館。
- 彭鈺人（民82）：體育測驗與測量，台北：師大書苑。
- 張春興（1989）：張氏心理學辭典，台北：東華書局。
- 運動生物力學編寫組（1988）：運動生物力學，人民體育出版社。
- 劉祥琦譯（民74）：高級空手組手教範，台北：益群書店。

劉祥琦譯（民76）：空手道入門指導，台北：益群書店。

錢紀明（民67）：聯課活動實施技擊對國中男生基本運動能力的影響，師大體研所集刊，第五輯。

謝光進（民80）：人類工程學，台北：桂冠圖書公司。

謝燕群（1990）：運動員選材學，四川教育出版社。

二、英文部份

Bangerter, B(1968). Contributive components in the vertical jump Res. Quart., 39(3):432-436

Baumgartner, T. A. & Jackson, A. S. (1983). Measurement for Evaluation in Physical Education, Iowa: Wm. C. Brown.

Blattner, S. E. & Noble, L. (1979). Relative effects of isokinetic and plyometric training on vertical jumping performance. Res. Quart., 50(4):583-588.

Cavanagh, P. R. & Landa, J. (1976). A biomechanical analysis of the karate chop. Res. Quart., 47(4):610-618.

Chui, E. (1950). Effect of weight training on athletic power, Res. Quart., 21(3):188.

Chui, E. (1964). Effect of isometric and dynamic weight training exercises upon strength and speed of movement. Res. Quart., 35:246-257.

Clarke, H. H. (1976). Application of Measurement to Health and Physical Education, N. J. : Prentice-Hall.

Considine, W. J. Sullivan, W. J. (1973). Relationship of selected tests of leg strength and leg power on college men. Res. Quart., 44(4):404-416.

- Costill, D. L. et al. (1968). Relationship among selected tests of explosive leg strength and Power, *Res. Quart.*, 39(3): 785-787.
- Eckert, H. M. (1974). *Practical Measurement of Physical Performance*. Philadelphia: Lea & Febiger.
- Fleishman, E. A. (1964). *The Structure and Measurement of Physical Fitness*. Englewood Cliffs, N. J. : Prentic-Hall.
- Hipple, J. E. (1954). Racial differences in the influence of motivation on muscular tension, reaction time, and speed of movement. *Res Quart.*, 25:297-306.
- Hodgkins, J. (1963). Reaction time and speed of movement in males and females of various ages. *Res. Quart.*, 34(3): 335-343.
- Jensen, C. R. & Hirst, C. C. (1980). *Measurement in Physical Education and Athletics*. N. Y. : Macmillan.
- Johnson, B. L. (1964). A Comparison of Isometric and Isotonic Exercises Upon the Improvement of Velocity and Distance as Measured by a Vertical Rope Climb Test. Unpublished master's thesis, Louisiana State Univ., Baton Rouge.
- Johnson, B. L. & Nelson, J. K. (1979). *Measurements for Evaluation in Physical Education*. Minnesota: Burgess.
- Johnson, B. L. & Nelson, J. K. (1986). *Measurements for Evaluation in Physical Education*. N. Y. : Macmillan.
- Keller, L. F. (1942). The relation of quickness of bodily movement to success in athletics. *Res. Quart.*, 13:146-155.
-

- Kerr, B. A. (1966). Relationship between speed of reaction and movement in a knee extension movement. *Res. Quart.*, 37 (1): 55-60.
- Knapp, B. N. (1961). Simple reaction times of selected top-class sportsmen and research students. *Res. Quart.*, 32(3):409-412.
- Kroll, W. & Carlson, B. R. (1967). Discriminant function and hierarchical grouping analysis of karate participants' personality profiles. *Res. Quart.*, 38(3):405-411.
- Lotter, W. S. (1960). Interrelationships among reaction times and speeds of movement in different limbs. *Res. Quart.*, 31(2):147-155.
- McClements, L. C. (1966). Power relative to strength of leg and thigh muscles. *Res. Quart.*, 37(1):71.
- Miller, R. G. & shay, C. T. (1964). Relationship of reaction time to the speed of a softball. *Res Quart.*, 35(3):433-437.
- Moulds, B, et al. (1979). Physical responses of a woman's basketball team to a preseason conditioning program. In J. Terauds, Ed., *Science in Sports*, Del Mar, Calif.: Academic publishers, pp. 203-210.
- Olsen, E, A. (1956). Relationship between psychological capacities and success in college athletics. *Res. Quart.*, 27:79-78.
- Phillips, W. H. (1963). Influence of fatiguing warm-up exercises on speed of movement and reaction latency. *Res. Quart.*,

- 34(3): 370-378.
- Philips, D. A. & Hornak, J. E. (1979). *Measurement and Evaluation in Physical Education*. N. Y.: John Wiley and Sons.
- Pierson, W. R. (1959). The relationship of movement time and reaction time from childhood to senility. *Res. Quart.*, 30(2): 227-231.
- Rasch, P. J. et al. (1961). Response time of amateur wrestlers. *Res. Quart.*, 32(3):416-418.
- Rasch, P. J. & Pierson, W. R. (1963). Reaction and movement time of experienced karateka, *Res. Quart.*, 34(2):242-243.
- Schmidt, R. J. & Royer, F. M. (1973). Telemetered heart rates recorded during karate katas: a case study, *Res. Quart.*, 44(4):501-505.
- Sigereth, P. O. & York, N. N. (1954). A comparison of certain reaction times of basketball players and nonathletes *Physical Educator* 11:51-53, May.
- Smith, L. E. (1961). Reaction time and movement time in four large muscle movements. *Res. Quart.*, 32(1): 88-92.
- Smith, P. E. (1968). Investigation of Total-body and Arm Measures of Reaction Time, Movement Time, and Completion Time for Twelve Fourteen and Seventeen Year Old Athletes and Nonparticipants. Unpublished master thesis, Univ. of Oregon, Eugene.
- Whitley, J. D. & Smith, L. E. (1966). Influence of three different training programs on strength and speed of a limb movement.

Res. Quart., 37(1):142.

Youngen, L. (1959). A comparison of reaction times and movement times of women athletes and non-athletes. Res. Quart., 30:349-355.

| Subject | Reaction Time (sec) | Movement Time (sec) |
|---------|---------------------|---------------------|
| 1 | 0.15 | 0.85 |
| 2 | 0.18 | 0.90 |
| 3 | 0.20 | 0.95 |
| 4 | 0.22 | 1.00 |
| 5 | 0.25 | 1.05 |
| 6 | 0.28 | 1.10 |
| 7 | 0.30 | 1.15 |
| 8 | 0.32 | 1.20 |
| 9 | 0.35 | 1.25 |
| 10 | 0.38 | 1.30 |
| 11 | 0.40 | 1.35 |
| 12 | 0.42 | 1.40 |
| 13 | 0.45 | 1.45 |
| 14 | 0.48 | 1.50 |
| 15 | 0.50 | 1.55 |
| 16 | 0.52 | 1.60 |
| 17 | 0.55 | 1.65 |
| 18 | 0.58 | 1.70 |
| 19 | 0.60 | 1.75 |
| 20 | 0.62 | 1.80 |
| 21 | 0.65 | 1.85 |
| 22 | 0.68 | 1.90 |
| 23 | 0.70 | 1.95 |
| 24 | 0.72 | 2.00 |
| 25 | 0.75 | 2.05 |
| 26 | 0.78 | 2.10 |
| 27 | 0.80 | 2.15 |
| 28 | 0.82 | 2.20 |
| 29 | 0.85 | 2.25 |
| 30 | 0.88 | 2.30 |
| 31 | 0.90 | 2.35 |
| 32 | 0.92 | 2.40 |
| 33 | 0.95 | 2.45 |
| 34 | 0.98 | 2.50 |
| 35 | 1.00 | 2.55 |
| 36 | 1.02 | 2.60 |
| 37 | 1.05 | 2.65 |
| 38 | 1.08 | 2.70 |
| 39 | 1.10 | 2.75 |
| 40 | 1.12 | 2.80 |
| 41 | 1.15 | 2.85 |
| 42 | 1.18 | 2.90 |
| 43 | 1.20 | 2.95 |
| 44 | 1.22 | 3.00 |
| 45 | 1.25 | 3.05 |
| 46 | 1.28 | 3.10 |
| 47 | 1.30 | 3.15 |
| 48 | 1.32 | 3.20 |
| 49 | 1.35 | 3.25 |
| 50 | 1.38 | 3.30 |
| 51 | 1.40 | 3.35 |
| 52 | 1.42 | 3.40 |
| 53 | 1.45 | 3.45 |
| 54 | 1.48 | 3.50 |
| 55 | 1.50 | 3.55 |
| 56 | 1.52 | 3.60 |
| 57 | 1.55 | 3.65 |
| 58 | 1.58 | 3.70 |
| 59 | 1.60 | 3.75 |
| 60 | 1.62 | 3.80 |
| 61 | 1.65 | 3.85 |
| 62 | 1.68 | 3.90 |
| 63 | 1.70 | 3.95 |
| 64 | 1.72 | 4.00 |
| 65 | 1.75 | 4.05 |
| 66 | 1.78 | 4.10 |
| 67 | 1.80 | 4.15 |
| 68 | 1.82 | 4.20 |
| 69 | 1.85 | 4.25 |
| 70 | 1.88 | 4.30 |
| 71 | 1.90 | 4.35 |
| 72 | 1.92 | 4.40 |
| 73 | 1.95 | 4.45 |
| 74 | 1.98 | 4.50 |
| 75 | 2.00 | 4.55 |
| 76 | 2.02 | 4.60 |
| 77 | 2.05 | 4.65 |
| 78 | 2.08 | 4.70 |
| 79 | 2.10 | 4.75 |
| 80 | 2.12 | 4.80 |
| 81 | 2.15 | 4.85 |
| 82 | 2.18 | 4.90 |
| 83 | 2.20 | 4.95 |
| 84 | 2.22 | 5.00 |
| 85 | 2.25 | 5.05 |
| 86 | 2.28 | 5.10 |
| 87 | 2.30 | 5.15 |
| 88 | 2.32 | 5.20 |
| 89 | 2.35 | 5.25 |
| 90 | 2.38 | 5.30 |
| 91 | 2.40 | 5.35 |
| 92 | 2.42 | 5.40 |
| 93 | 2.45 | 5.45 |
| 94 | 2.48 | 5.50 |
| 95 | 2.50 | 5.55 |
| 96 | 2.52 | 5.60 |
| 97 | 2.55 | 5.65 |
| 98 | 2.58 | 5.70 |
| 99 | 2.60 | 5.75 |
| 100 | 2.62 | 5.80 |
| 101 | 2.65 | 5.85 |
| 102 | 2.68 | 5.90 |
| 103 | 2.70 | 5.95 |
| 104 | 2.72 | 6.00 |
| 105 | 2.75 | 6.05 |
| 106 | 2.78 | 6.10 |
| 107 | 2.80 | 6.15 |
| 108 | 2.82 | 6.20 |
| 109 | 2.85 | 6.25 |
| 110 | 2.88 | 6.30 |
| 111 | 2.90 | 6.35 |
| 112 | 2.92 | 6.40 |
| 113 | 2.95 | 6.45 |
| 114 | 2.98 | 6.50 |
| 115 | 3.00 | 6.55 |
| 116 | 3.02 | 6.60 |
| 117 | 3.05 | 6.65 |
| 118 | 3.08 | 6.70 |
| 119 | 3.10 | 6.75 |
| 120 | 3.12 | 6.80 |
| 121 | 3.15 | 6.85 |
| 122 | 3.18 | 6.90 |
| 123 | 3.20 | 6.95 |
| 124 | 3.22 | 7.00 |
| 125 | 3.25 | 7.05 |
| 126 | 3.28 | 7.10 |
| 127 | 3.30 | 7.15 |
| 128 | 3.32 | 7.20 |
| 129 | 3.35 | 7.25 |
| 130 | 3.38 | 7.30 |
| 131 | 3.40 | 7.35 |
| 132 | 3.42 | 7.40 |
| 133 | 3.45 | 7.45 |
| 134 | 3.48 | 7.50 |
| 135 | 3.50 | 7.55 |
| 136 | 3.52 | 7.60 |
| 137 | 3.55 | 7.65 |
| 138 | 3.58 | 7.70 |
| 139 | 3.60 | 7.75 |
| 140 | 3.62 | 7.80 |
| 141 | 3.65 | 7.85 |
| 142 | 3.68 | 7.90 |
| 143 | 3.70 | 7.95 |
| 144 | 3.72 | 8.00 |
| 145 | 3.75 | 8.05 |
| 146 | 3.78 | 8.10 |
| 147 | 3.80 | 8.15 |
| 148 | 3.82 | 8.20 |
| 149 | 3.85 | 8.25 |
| 150 | 3.88 | 8.30 |
| 151 | 3.90 | 8.35 |
| 152 | 3.92 | 8.40 |
| 153 | 3.95 | 8.45 |
| 154 | 3.98 | 8.50 |
| 155 | 4.00 | 8.55 |
| 156 | 4.02 | 8.60 |
| 157 | 4.05 | 8.65 |
| 158 | 4.08 | 8.70 |
| 159 | 4.10 | 8.75 |
| 160 | 4.12 | 8.80 |
| 161 | 4.15 | 8.85 |
| 162 | 4.18 | 8.90 |
| 163 | 4.20 | 8.95 |
| 164 | 4.22 | 9.00 |
| 165 | 4.25 | 9.05 |
| 166 | 4.28 | 9.10 |
| 167 | 4.30 | 9.15 |
| 168 | 4.32 | 9.20 |
| 169 | 4.35 | 9.25 |
| 170 | 4.38 | 9.30 |
| 171 | 4.40 | 9.35 |
| 172 | 4.42 | 9.40 |
| 173 | 4.45 | 9.45 |
| 174 | 4.48 | 9.50 |
| 175 | 4.50 | 9.55 |
| 176 | 4.52 | 9.60 |
| 177 | 4.55 | 9.65 |
| 178 | 4.58 | 9.70 |
| 179 | 4.60 | 9.75 |
| 180 | 4.62 | 9.80 |
| 181 | 4.65 | 9.85 |
| 182 | 4.68 | 9.90 |
| 183 | 4.70 | 9.95 |
| 184 | 4.72 | 10.00 |
| 185 | 4.75 | 10.05 |
| 186 | 4.78 | 10.10 |
| 187 | 4.80 | 10.15 |
| 188 | 4.82 | 10.20 |
| 189 | 4.85 | 10.25 |
| 190 | 4.88 | 10.30 |
| 191 | 4.90 | 10.35 |
| 192 | 4.92 | 10.40 |
| 193 | 4.95 | 10.45 |
| 194 | 4.98 | 10.50 |
| 195 | 5.00 | 10.55 |
| 196 | 5.02 | 10.60 |
| 197 | 5.05 | 10.65 |
| 198 | 5.08 | 10.70 |
| 199 | 5.10 | 10.75 |
| 200 | 5.12 | 10.80 |
| 201 | 5.15 | 10.85 |
| 202 | 5.18 | 10.90 |
| 203 | 5.20 | 10.95 |
| 204 | 5.22 | 11.00 |
| 205 | 5.25 | 11.05 |
| 206 | 5.28 | 11.10 |
| 207 | 5.30 | 11.15 |
| 208 | 5.32 | 11.20 |
| 209 | 5.35 | 11.25 |
| 210 | 5.38 | 11.30 |
| 211 | 5.40 | 11.35 |
| 212 | 5.42 | 11.40 |
| 213 | 5.45 | 11.45 |
| 214 | 5.48 | 11.50 |
| 215 | 5.50 | 11.55 |
| 216 | 5.52 | 11.60 |
| 217 | 5.55 | 11.65 |
| 218 | 5.58 | 11.70 |
| 219 | 5.60 | 11.75 |
| 220 | 5.62 | 11.80 |
| 221 | 5.65 | 11.85 |
| 222 | 5.68 | 11.90 |
| 223 | 5.70 | 11.95 |
| 224 | 5.72 | 12.00 |
| 225 | 5.75 | 12.05 |
| 226 | 5.78 | 12.10 |
| 227 | 5.80 | 12.15 |
| 228 | 5.82 | 12.20 |
| 229 | 5.85 | 12.25 |
| 230 | 5.88 | 12.30 |
| 231 | 5.90 | 12.35 |
| 232 | 5.92 | 12.40 |
| 233 | 5.95 | 12.45 |
| 234 | 5.98 | 12.50 |
| 235 | 6.00 | 12.55 |
| 236 | 6.02 | 12.60 |
| 237 | 6.05 | 12.65 |
| 238 | 6.08 | 12.70 |
| 239 | 6.10 | 12.75 |
| 240 | 6.12 | 12.80 |
| 241 | 6.15 | 12.85 |
| 242 | 6.18 | 12.90 |
| 243 | 6.20 | 12.95 |
| 244 | 6.22 | 13.00 |
| 245 | 6.25 | 13.05 |
| 246 | 6.28 | 13.10 |
| 247 | 6.30 | 13.15 |
| 248 | 6.32 | 13.20 |
| 249 | 6.35 | 13.25 |
| 250 | 6.38 | 13.30 |
| 251 | 6.40 | 13.35 |
| 252 | 6.42 | 13.40 |
| 253 | 6.45 | 13.45 |
| 254 | 6.48 | 13.50 |
| 255 | 6.50 | 13.55 |
| 256 | 6.52 | 13.60 |
| 257 | 6.55 | 13.65 |
| 258 | 6.58 | 13.70 |
| 259 | 6.60 | 13.75 |
| 260 | 6.62 | 13.80 |
| 261 | 6.65 | 13.85 |
| 262 | 6.68 | 13.90 |
| 263 | 6.70 | 13.95 |
| 264 | 6.72 | 14.00 |
| 265 | 6.75 | 14.05 |
| 266 | 6.78 | 14.10 |
| 267 | 6.80 | 14.15 |
| 268 | 6.82 | 14.20 |
| 269 | 6.85 | 14.25 |
| 270 | 6.88 | 14.30 |
| 271 | 6.90 | 14.35 |
| 272 | 6.92 | 14.40 |
| 273 | 6.95 | 14.45 |
| 274 | 6.98 | 14.50 |
| 275 | 7.00 | 14.55 |
| 276 | 7.02 | 14.60 |
| 277 | 7.05 | 14.65 |
| 278 | 7.08 | 14.70 |
| 279 | 7.10 | 14.75 |
| 280 | 7.12 | 14.80 |
| 281 | 7.15 | 14.85 |
| 282 | 7.18 | 14.90 |
| 283 | 7.20 | 14.95 |
| 284 | 7.22 | 15.00 |
| 285 | 7.25 | 15.05 |
| 286 | 7.28 | 15.10 |
| 287 | 7.30 | 15.15 |
| 288 | 7.32 | 15.20 |
| 289 | 7.35 | 15.25 |
| 290 | 7.38 | 15.30 |
| 291 | 7.40 | 15.35 |
| 292 | 7.42 | 15.40 |
| 293 | 7.45 | 15.45 |
| 294 | 7.48 | 15.50 |
| 295 | 7.50 | 15.55 |
| 296 | 7.52 | 15.60 |
| 297 | 7.55 | 15.65 |
| 298 | 7.58 | 15.70 |
| 299 | 7.60 | 15.75 |
| 300 | 7.62 | 15.80 |
| 301 | 7.65 | 15.85 |
| 302 | 7.68 | 15.90 |
| 303 | 7.70 | 15.95 |
| 304 | 7.72 | 16.00 |
| 305 | 7.75 | 16.05 |
| 306 | 7.78 | 16.10 |
| 307 | 7.80 | 16.15 |
| 308 | 7.82 | 16.20 |
| 309 | 7.85 | 16.25 |
| 310 | 7.88 | 16.30 |
| 311 | 7.90 | 16.35 |
| 312 | 7.92 | 16.40 |
| 313 | 7.95 | 16.45 |
| 314 | 7.98 | 16.50 |
| 315 | 8.00 | 16.55 |
| 316 | 8.02 | 16.60 |
| 317 | 8.05 | 16.65 |
| 318 | 8.08 | 16.70 |
| 319 | 8.10 | 16.75 |
| 320 | 8.12 | 16.80 |
| 321 | 8.15 | 16.85 |
| 322 | 8.18 | 16.90 |
| 323 | 8.20 | 16.95 |
| 324 | 8.22 | 17.00 |
| 325 | 8.25 | 17.05 |
| 326 | 8.28 | 17.10 |
| 327 | 8.30 | 17.15 |
| 328 | 8.32 | 17.20 |
| 329 | 8.35 | 17.25 |
| 330 | 8.38 | 17.30 |
| 331 | 8.40 | 17.35 |
| 332 | 8.42 | 17.40 |
| 333 | 8.45 | 17.45 |
| 334 | 8.48 | 17.50 |
| 335 | 8.50 | 17.55 |
| 336 | | |

附錄表1 受試者基本資料一覽表

| 受 試 者 | 實 驗 一 組 | | | | | 實 驗 二 組 | | | | | 對 照 組 | | |
|-------------|-----------|------------|------------|-----------------|-----------|-----------|------------|------------|-----------------|-----------|-----------|------------|------------|
| | 年齡 (歲) | 身高 (公分) | 體重 (公斤) | 練習 年數 (年) | 段位 (段) | 年齡 (歲) | 身高 (公分) | 體重 (公斤) | 練習 年數 (年) | 段位 (段) | 年齡 (歲) | 身高 (公分) | 體重 (公斤) |
| 1 | 23 | 163.1 | 59.1 | 4 | 2 | 20 | 180 | 76 | 5 | 2 | 21 | 166 | 58 |
| 2 | 22 | 178.8 | 73.7 | 3 | 1 | 16 | 185 | 77 | 3 | 2 | 21 | 179 | 65 |
| 3 | 23 | 169.1 | 62.6 | 4 | 1 | 17 | 170 | 61 | 8 | 2 | 20 | 168 | 51 |
| 4 | 20 | 162.3 | 51.4 | 2 | 1 | 19 | 172 | 58 | 12 | 3 | 20 | 169 | 67 |
| 5 | 23 | 166.0 | 58.7 | 2 | 1 | 20 | 173 | 62 | 4 | 2 | 21 | 168 | 55 |
| 6 | 16 | 168.5 | 54.4 | 6 | 2 | 18 | 178 | 66 | 5 | 2 | 20 | 176 | 68 |
| 7 | 20 | 167.0 | 78.0 | 2 | 5 | 20 | 186 | 87 | 6 | 2 | 20 | 168 | 55 |
| 8 | 20 | 165.0 | 60.0 | 2 | 3 | 17 | 179 | 80 | 4 | 2 | 20 | 167 | 53 |
| 9 | 22 | 171.0 | 65.0 | 2 | 3 | 17 | 170 | 62 | 6 | 2 | 24 | 176 | 69 |
| 10 | 23 | 173.0 | 67.0 | 3 | 1 | 22 | 172 | 61 | 10 | 3 | 21 | 170 | 78 |
| 11 | 19 | 169.0 | 66.7 | 2 | 1 | 18 | 178 | 75 | 9 | 3 | 21 | 176 | 60 |
| 12 | 21 | 168.0 | 57.0 | 5 | 2 | 22 | 169 | 58 | 8 | 3 | 25 | 176 | 65 |
| 13 | 17 | 168.0 | 61.0 | 9 | 1 | 20 | 180 | 78 | 6 | 3 | 20 | 175 | 62 |
| 14 | 19 | 168.0 | 65.0 | 10 | 2 | 22 | 180 | 80 | 9 | 2 | 20 | 174 | 59 |
| 15 | 19 | 163.0 | 62.0 | 10 | 1 | 21 | 162 | 63 | 11 | 3 | 20 | 181 | 60 |
| 16 | 27 | 168.0 | 63.0 | 14 | 3 | 21 | 180 | 67 | 6 | 3 | | | |
| 17 | 18 | 172.0 | 68.0 | 3 | 1 | 20 | 173 | 65 | 6 | 3 | | | |
| 18 | 17 | 166.0 | 50.0 | 3 | 1 | 20 | 172 | 63 | 10 | 3 | | | |
| 19 | 17 | 168.0 | 62.0 | 3 | 1 | 19 | 165 | 60 | 9 | 3 | | | |
| 20 | 25 | 172.0 | 70.0 | 10 | 3 | 20 | 176 | 71 | 12 | 3 | | | |
| 21 | 21 | 173.0 | 65.0 | 10 | 1 | 21 | 178 | 64 | 13 | 4 | | | |
| 22 | 28 | 176.1 | 66.0 | 10 | 3 | | | | | | | | |
| 平均值 | 20.91 | 168.86 | 62.98 | 5.41 | 1.82 | 19.67 | 175.14 | 68.29 | 7.71 | 2.62 | 21.00 | 172.60 | 61.67 |
| 標準差 | 3.21 | 4.13 | 6.64 | 3.75 | 1.10 | 1.59 | 6.14 | 8.56 | 2.92 | 0.59 | 1.73 | 4.81 | 7.15 |