

第一章 緒論

第一節 前言

擊劍是屬於開放性、對抗性的一種運動，選手在比賽當中，都會受到對手激烈的對抗，攻擊的時機瞬息萬變，防守更是捉摸不定。技術的使用要掌握時機，隨時調整自己的動作，而不是預設式的一廂情願、猜測式的打法，而是一種具有純熟的技術加上隨機應變，隨時組合的比賽特性。根據研究分析，擊劍中約 90% 時間是在隨機應變中進行的，支配隨機應變動作的內涵核心就是觀察判斷、預見性、和擊劍的專項特殊知覺（劍感、距離感、時間感、空間感、節奏感）等（擊劍，1996）。

以擊劍的戰術特點而言，因為它是一對一的攻防比賽，因為它用自己的技術、體能、心理能力和戰術的結合來戰勝對手，所以它具有獨立性。在比賽進行當中，會因為對手或情況的變化相對調整，這就是戰術的靈活性和應變性。戰術是依據敵我情況做出的預測判斷，所以它是一種智慧的比賽，因此只有預先的準確判斷才会有反應的動作出現，這種預先的判斷不是毫無根據，而是根據敵我狀況，知己知彼，見微知著，才能做出正確的攻防和應變。教練對於選手在比賽中應採取攻勢、守勢、或是同時攻擊、亦是守勢中的以靜制動乘虛而入，正確戰術的提供，對選手在比賽中爭取勝利將有極大助益。

技術與戰術是息息相關，緊密而不可分的，技術是劍手拿著劍完成擊劍動作的方法。戰術簡單的說，就是將所學的技術和動作在比賽中作合理的運用，也就是劍手能瞭解什麼狀況用什麼技術，什麼形態選手用何種技術。因此技術是戰術遂行的基礎，好的戰術要有好的技術才能將

戰術做到淋漓盡致的發揮。所以沒有技術就等於沒有戰術；沒有戰術，技術就好像沒有靈魂的生命。在比賽當中如果戰術的應用沒有考慮選手技術層次，戰術的遂行將會有其缺憾性。因此選手的技術層次愈全面、愈熟練、愈多變，戰術才會有多樣的，戰術的成功便愈有保證。

針對運動員的技術訓練，主要包括：運動員身體（形態、機能）條件好，運動素質方面，力量、速度、耐力、柔軟性、靈敏性等要達到要求，特別是擊劍對手臂、腿、腰等部位的力量和反應速度、移動速度、動作速度以及靈敏、協調等要求較高（擊劍，1996）。戰術既然為勝負之關鍵，基於技術為戰術實施的基礎，戰術之改變，教練訓練重點也會隨著戰術改變而改變。甚至教練為了讓選手獲得勝利，忽略選手生理特質，或是求好心切的超負荷、過度訓練、不正確的訓練方式，都可能造成選手的運動傷害。

人體工學（ergonomics 或稱人因工程）在運動的研究方面，在國內研究較少，在歐洲卻是一門極為熱門的研究領域，以英國「Ergonomics」2000年10月刊登內容，皆以人因工程在運動等做多方面的研究，有Atkinson及Brunskill「自行車面對逆風及順風採用的車速策略」、Purvis和Cable「足球守門員手套材質控制對手部皮膚溫度的效用」、Noakes的「運動與冷溫」、Reilly和Greeves的「運動、休閒和人因工程：奧運的四年週期」、以及Bunc、Segetova和Safarikova之「視覺障礙兒童的走步和能源消耗」等。運動休閒和人因工程國際研討會每四年辦理一次，第一次研討會在1988年召開。而第一次、第二次研討會所發表研究論著，在1994年10月和1995年1月的「Ergonomics」期刊上皆有發表。第四次在1999年10月的Burton Manor College舉行。人因

工程在工具的設計應用上，文獻發現其對人類有很大的貢獻，擊劍比賽就是一種手與工具的結合，運用 Bennett 「一切工具與運動器材的把柄都彎成 $19^{\circ} \pm 5^{\circ}$ 為最佳角度」這項理念，在刺擊動作不變的情形下，劍身最佳角度的取得將有助於刺擊角度的取得，對攻擊將更具有威脅與實效性。由於手腕的伸直使力，不易疲勞，運動時間將可拉長，尺偏的動作相對的減少，運動傷害的發生也會減少。

第二節 研究動機

擊劍運動的戰術運用對於選手比賽的勝負應有很大的影響，因此，教練的訓練重點，會因為勝利方程式的戰術改變而改變。在銳劍攻擊步法與刺擊動作的戰術分析中，長刺步法與單式攻擊的得點居所有刺點之最；當選手被逼到底線最常用的動作就是時間差攻擊（counter attack）也就是所謂的逆襲；很重要的是，從研究中發現單式攻擊得點在總刺點 418 點當中的 187 點，長刺步法佔了 216 點（張志凌，民 84），不同的比賽位置、不同的動作，可以分析出特有的戰術運用，研究中發現，長刺是得點最重要的步法，速度是簡單攻擊得點的基礎。在銳劍的時間差攻擊是否適用於鈍劍的戰術使用，本研究將有助於釐清。

比賽每一劍爭奪過程中，最多要做 30-50 個長刺攻擊和回收的動作（擊劍，1996）。長刺動作影響勝負是不爭的事實，也是選手獲勝的訓練重點。單式攻擊（simple attack）基本上來說它是講求速度的一個簡單攻擊動作，九八年曼谷亞運擊劍培訓隊男選手長刺動作平均反應時間是

0.253 秒，長刺動作的攻擊距離平均為 1.166 公尺（邱玉惠、王三財，民 88），大陸女子鈍劍選手長刺後兩腳之間距離為 1.053 公尺（擊劍，1996），略短於本國男子陪訓隊選手約 11 公分。比賽時安全距離是 4 公尺（on guard line），因此攻擊點大概是介於 3 至 4 公尺之間，這對於反應時間只要 0.253 秒狀況下，刺中對手實屬不易。選手做一個攻擊的動作除了需要速度（身體位移）以外，準確性（跟著對手的身體位置改變而改變）和變化性（隨著對手動作改變劍路也要跟著改變）也應相互配合。但是不管如何，速度的訓練是擊劍訓練課程最重要的一環，這是不容置疑。張志凌（民 84）提到「三分腳步，一分手部加上六分智慧」，除了戰術（智慧）腳步就是最重要，這是韓國擊劍選手成功的典型例子，也是腳步重要的最佳證明。

「長刺步法」、「單式攻擊」和「時間差攻擊」在銳劍的戰術分析中發現（張志凌，民 84），在所有得點的步法當中長刺步法佔了 51.67%，單式攻擊在攻擊動作也有 44.74% 強，選手被逼退到底線時「時間差攻擊」也是得點很好的戰術。在銳劍比賽的分析是如此，在其它有攻擊權規則要求的鈍劍是否也是如此，研究鈍劍的攻擊戰術如「揚長避短」、「攻其不備」、「乘虛而入」，大陸擊劍技術特點是把握時機、以攻為主、積極主動、快速進攻等，這些戰術之運用，利用統計檢定，分析世界盃青年擊劍錦標賽個人比賽，將比較其差異，作為比賽參考之重要依據。

Lukovich（1975）指出，技術是戰術發揮的基礎，技術也是戰術表現的手段，為求戰術發揮淋漓盡致，對於技術的要求將是熟練、細膩、全面化、多變化，運動素質方面，力量、速度、耐力、柔軟性、靈敏性等將是訓練的重點。技術與身體素質的提昇，可能造成的運動傷害原

因，以及國內運動傷害的成因及現況調查，將是本研究動機之一。

所謂「人體工學」乃「為人所而設計」(designing for human use)，技術或器材的開發應考慮到人的因素，也就是導引科技應用有利於人性的圓融。許勝雄等修正為「人因工程宗旨在發現關於人類的行為、能力、限度與其它特性等資訊，而應用於工具、機械、系統、作業、工作與環境等的設計，使人類對於它們的使用，能安全、舒適且具有效力與生產力」。應用在擊劍上如何避免運動傷害（安全），增加刺擊攻擊的有效性（有效力），省力不易疲勞（生產力），應用於劍身（劍刃與握把的總稱），將是本研究主要動機。

第三節 研究目的

本研究目的以統計檢定分析戰術對勝負影響的情形，提供給教練及選手訓練的依據。在訓練上除了參考國外擊劍運動傷害的文獻，瞭解運動傷害的成因。並以國內擊劍選手做運動傷害問卷調查，分析運動傷害的差異所在，並補其不足，以人因學在運動管理和器材場地的設計應用，如何應用於人因學在鈍劍劍身的改良應用，提昇運動績效，避免運動傷害將是本研究主要目的。

第四節 名詞界定

- 一、主動攻擊：主動、積極具有壓迫性攻擊行為，以攻擊有利於得分為信念，基本戰術是以攻為守的精神。
- 二、撥擋刺：對手發動攻擊時，用劍的強部位，擋開對手的攻擊，化解對方攻勢後，並立即反擊對手，基本上它是一種守勢的行為。
- 三、同時攻擊：雙方選手在同一時間發動攻擊，也是屬於主動攻擊的一種。
- 四、時間差攻擊：一種被動性的守勢攻擊動作，在對方發動攻擊的時候，伺機找出破綻，攻其不備，或攻其漏洞。
- 五、鈍劍：一種較輕的劍種，由義大利人改良而成，有攻擊權的定義，有效的得點區域為整個軀幹，頭、頸及四肢為無效部位。
- 六、銳劍：一種較重的劍種，攻擊目標為對手全身任何一個部位。先刺中對手先得分，沒有攻擊權定義。
- 七、軍刀：和鈍劍同屬於有攻擊權要求的劍種，有效得點區域為腰部以上包括上肢與頭，攻擊方式除了刺以外還可用砍、挑方式。
- 八、長刺：是一種攻擊步法，完成的動作類似弓箭步（前弓後劍），它是屬於單一節奏的步法，可配合手部單一或複合動作攻擊，以及防守後的回擊動作。
- 九、下壓的角度：主要是為了刺擊對方持劍手肩膀延伸至背後有效部位的點，對鈍劍特有的「甩劍」也就是大陸的「劈劍」有很大的幫助，另外還有平衡內扣角度過大的重心。
- 十、內扣角度：這是為了取得與軀幹刺擊面的較佳刺擊角度，在比賽

攻擊那一剎那，不用特意再去作內扣的角度。

十一、甩劍：大陸稱為劈劍，是 20 世紀 70 年代手槍柄的出現和根據電劍性能發展出來的新技術，其特點是進攻角度大，速度快，對方難以防守，並可利用回收手臂連接其它動作。

十二、尺偏和橈偏：手腕關節的結構形態，僅容許兩個平面的運動，這兩個平面大致成 90 度。手指的屈肌肌腱通過腕關節的腕道，當手腕與前臂成一直線時，一切安然無事。當手腕彎曲時，尤其在手部掌屈與（或）尺偏的狀態下，就產生了彎曲的肌腱隆擠在腕道裡。持續如此運用手部的話，會導致手腕處罹患腱鞘炎，甚至會演變成腕道症候群。如以拇指朝上來說，朝拇指方向的運動就是橈偏；往尾指下扣的方向運動就是尺偏。

第二章 文獻探討

針對戰術包括主動攻擊或是被動性的防禦，對競賽影響的研究；國內、外擊劍運動傷害的文獻研究，其中也包括了大陸的擊劍運動傷害；反應的快慢在擊劍運動比賽是否有絕對的影響？長刺動作是擊劍最常使用的步法，長刺動作對於選手的傷害性是如何的嚴重，尺偏、橈偏對於手腕的傷害，工具的角度對於手腕的影響都是文獻探討的主要目標。

第一節 戰術與主動攻擊

蔡明志、江界山、陳鴻雁等（民 87）指出要提高攻擊率及得分率，首要之務即是提升攻擊動作的速度和力量，研究所測的反應時間較一般人低。速度在對抗性技擊運動是很重要的身體素質之一，但是研究卻發現，跆拳道一流選手具有良好的速度，但是反應時間並沒有比一般人還快。張志凌（民 84）研究指出，攻擊得點動作都是以速度性的單式攻擊為主。因此技擊性選手包括擊劍運動項目，除了具有速度和準確度以外，擊劍專項的知覺和戰術執行的能力應該也是重要條件之一。

劉昭晴等人（民 88）以台灣區運動會跆拳道比賽中男、女組別選手攻擊主要得分的動作包括主動攻擊、反擊得分及近身得分，不管男、女組選手攻擊得分的動作都是以中端主動攻擊得分最多。

張志凌（民 84）在「銳劍攻擊戰術的研究與分析」一文中，曾針對沒有攻擊權要求的銳劍比賽進行研究分析，刺擊部位的選擇會給對手在攻擊方式產生不同的戰術選擇。因此，戰術的明確執行將影響競賽的勝負。

第二節 國外擊劍運動傷害的文獻

一、有關長刺動作

擊劍比賽或訓練當中「長刺」是一個很普通的攻擊動作, Philip(1993)指出, 長刺也是攻擊的基礎動作, 因為它能快速縮短距離刺中對手和迅速恢復「起勢」姿勢準備再攻擊或迅速回防的動作, 它也是一個水平速度位移的單一動作 (Bower, 1985), 李開偉 (民 88) 指出雙腿負擔身體大約 68.6% 的重量, 因此瞭解長刺動作時腿部各關節那一剎那的承受力, 是否會對腿部各關節造成運動傷害的研究 Philip (1993) 證明此看法。

表 2-1 身體各部位重量分配之百分比

群體部位佔體重百分比		各部位佔群體部位百分比			
頭 頸	8.4%	頭 73.8%	頸 26.2%		
軀幹	50.0%	胸 43.8%	腰 29.4%	臀 26.8%	
手臂 (單)	5.1%	上臂 54.9%	下臂 33.3%	手 11.8%	
腿 (單)	15.7%	大腿 63.7%	小腿 27.4%	腳 8.9%	

資料來源：人因工程-基礎與應用 (p. 2-10), 李開偉著, 民 88。臺北：全華科技圖書股份有限公司。

長刺動作對腿部是非常沉重的負荷(Lukovich, 1971), Nigg Denoth 和 Neukomm (1981) Baumann (1981) 也談到, 受傷是極容易發生, 作用力過大超過本身所能負荷傷害就發生, 過大的力可能引起的傷害包括肌肉、韌帶和骨頭的外傷。因此, Nigg 等人 (1981) 建議前腳力的

研究將有助於運動傷害的減少。

Tucker (1990) 敘述外傷和過度訓練的傷害在擊劍運動而言是常見的運動傷害，踝關節的扭傷、後跟腱的裂傷和脛骨粗隆和軟骨的軟化病變等這些都是容易發生的傷害。Nyilas (1971) 敘述，過半數的關節扭傷、肌肉或韌帶的受傷，都應在訓練方式上去研究和預防。長刺腳受傷的頻率，在很多的假設和建議當中，提到可能的原因包括技術不佳、裝備不良等，但是都沒有證據來證明他們的論點，Nigg 等人 (1981) 建議做腳在作用力負荷的研究。國外文獻對於長刺動作過度使用、超負荷、技術不佳的執行，應是造成受傷的原因。

Bower (1985) 談到長刺 (Lunge) 是攻擊的基本動作之一，長刺能迅速縮短距離去刺擊對手，也可以快速恢復成「起勢」(on guard) 的姿勢，準備再次的攻擊或防守。Alaux (1975) 也認為長刺是為製造攻擊最常用的姿勢。長刺是從起勢來發動，當前導引腳被往前送的同時後腳膝蓋也同時往前伸展推送，變成一個水平位移的動作。長刺動作最後完成的結果就是前腳膝蓋整個垂直置放在前腳背上，大腿和小腿在軀幹下成垂直的姿勢。

長刺回復成起勢的姿勢，是在彎屈後腳膝蓋的同時前腳蹬推往後送，而成原來的起勢姿勢。擊劍在攻擊防守都是在長刺的動作下發動，因此訓練腳步的主要課程也是長刺的攻擊與長刺後的回防，長刺的腿部承受力包括踝關節、膝關節和髖關節等。

二、反作用的文獻

Munro (1987) 從跑步時的腳地面反作用力的研究發現，當腳接觸地面那一瞬間的垂直線上作用力達到最高點，然後再出現第二高峰的垂

直作用力，這點就是腳離開地面的垂直作用力。當腳接觸地面做由前向後的力時，產生相反方向的力，我們稱為反作用力，這點就是我們上述的第二高峰的垂直作用力。

一些研究地面反作用力的測試，Cavanagh 和 Lafortune (1980) 研究發現，跑步時地面的反作用力對於足中段和足後段作用大小不一樣，垂直作用力沒有顯著意義。足中段做由前往後方向出力時，有兩段力點的測量高峰，而足後段只有一點而已，不過高強度的作用力沒有顯著意義。

第三節 國內足部的傷害研究

鍾瑞璋 (民 74) 指出，前十字韌帶 (ACL) 是維持膝部穩定的重要結構，當它斷裂或功能不足，會引起膝部障礙。Philip (1993) 藉由數位攝影機和測力板，從作用力、矩力和反作用力對腳的變化情形並用實驗去瞭解踝關節、膝關節和髖關節的受力情形。擊劍選手在做長刺 (Lunge) 動作之後，很快發現所有關節都有作用力在其上面，但是當選手在做長刺動作的著地撞擊之後，著地那一剎那作用力最大，接著作用力驟然減小。

巨大撞擊的作用力對選手而言會造成很嚴重的傷害，特別是對後十字韌帶和股骨的傷害最大。長刺在擊劍攻擊動作是一個出現相當頻繁的動作，這個動作牽涉到身體水平往前推送的位移，身體移動當中的驟停和恢復姿勢的準備。

姚南光（民 79）以 X 光透視法（Fluoroscopy）記錄人體髕骨間關節在矢狀面的運動情形，希望藉由幾何方法分析其關節機轉的運作，12 位平均年齡 21 歲之正常青年，分成兩組受測，其中一組將小腿固定於台階，以跨步爬高的姿勢引體向上至單腳站立；另一組人則採坐姿，固定大腿，懸空移動小腿來活動關節。兩組均同時以 X 光透視機做連續性膝關節矢狀面攝影，所得書面經影像數位化系統處理，轉換成座標值模式，傳輸至個人電腦加以運算分析。結果顯示髕骨以極高的效率，巧妙的運用其幾何特性來協調機轉功能的精彩表現。

曾永輝（民 81）採用動態分析模式，體節的慣性力因素影響腰椎負荷值甚鉅，根據地面反作用力於關節的力距臂會跟著改變。可以影響踝關節力距的估算值。

王崇禮（民 82）在足踝生物力學研究，主要分四個部份：（1）足踝關節運動之動態研究；（2）距骨下關節接觸面積與壓力分佈之研究；（3）足跟墊緩衝效應之生物力學評估；（4）模擬跟骨骨折後腓腸肌比目魚肌生物力學功能之變化。

首先以 19 名志願受測者的 X 光連續透視來分析動態的足踝關節運動。研究發現 X 光的側面像中，踝關節運動的瞬時旋轉中心都相當靠近在距骨下緣；而距骨、跟骨與舟狀骨的運動角度是相互不同的。在開放式運動鎖鏈運動中，踝關節背屈運動時，跟骨在額面上做了內翻動作；而在閉鎖式運動的連鎖運動中，踝關節背屈運動時，小腿在水平面上做了不同的垂直動作，研究顯示大約 60% 小腿承力是由距骨下關節傳遞的。

任宛吉吉（民 86）正常髕股骨關節面其應力分佈，以外側所產生的應力值較大，應是造成一般髕股骨外側磨損主要原因。

朱嘉偉（87）足部力學相當複雜，因為足部骨骼、肌肉、韌帶以及足底軟組織形成了一個適應極佳的吸震結構。對於足部病變的病患而言，足部可能會因為肌肉的癱瘓、意外的發生以及疾病的感染進而導致病變的發生，產生異常的生物力學現象，隨之而來的常是足部的傷害，例如足底組織的疼痛、結痂以及潰瘍的產生。

擊劍的運動傷害在個人器材方面，外力撞擊及本身位移速度重量，位移的反作用力對足部都是可能運動傷害的致因，良好的擊劍鞋可以在吸震、防滑抓力、對於足部及身體的運動傷害都將提供很好的預防。

第四節 大陸擊劍的運動傷害文獻

運動傷害是運動選手最大的致命傷，運動選手常因運動傷害而成績停滯不前，擊劍選手也是如此。擊劍選手如果能瞭解正確的運動姿勢，瞭解到每個動作的作用力與踝關節、膝關節、髕關節等各關節的受力情形，當有助於運動傷害的預防。

根據大陸研究（擊劍，1992）擊劍運動受傷主要原因三：

- 一、主觀上的原因：主要在選手個人的問題，即是主觀期望與客觀發展不相符，也就是對自己身體活動機能的不了解。
- 二、認知錯誤：認為擊劍不像對抗性項目那樣長時間抗衡，運動量應該不是很大，身體可以承受其負荷。所以便產生活動不充份、訓練後

放鬆不夠以及休息之後的再活動沒有做等。

三、違反身體機能法則：擊劍運動因是持劍的比賽，訓練受活動空間、設備與器材等影響。因此活動強度有限，如果負荷強度量過於集中，控制器材的肌肉活動又不同於其它項目，因為擊劍比賽大部份都是小肌肉的活動。如果動作超過小肌肉所能負荷，運動傷害情形就可能發生（擊劍，1992）。

第五節 國內擊劍運動傷害的研究

針對國內擊劍選手運動傷害的情形，本研究也設計一份問卷調查表，藉著問卷調查的實施，了解運動傷害發生的原因，以供實驗設計的依據，提供選手及教練預防之道。

一、問卷實施對象

本研究問卷調查以國內現在繼續參與比賽的選手為主要對象，以90年2月24、25日舉行的「2001年波蘭格旦斯克世界青年杯擊劍錦標賽」國家代表隊選拔賽以及90年3月10、11日「90年度全國第一次擊劍排名賽」參賽選手為調查對象。藉著問卷調查來瞭解國內擊劍選手運動傷害情形，包括選手受傷部位、受傷情形和受傷原因等探討。

在發出的131份問卷調查表，回收有效樣本110份，有效樣本回收率達83.9%。

二、問卷設計

（一）受傷部位劃分

在受傷部位中，由頭、頸部依序至腳，共劃分為如下 21 部位，其中包括「其它」類一項（如表 2-2）。

表 2-2 受傷部位劃分表

序 受傷部位	1 頭頸部	2 胸部	3 腹部	4 肩關節	5 上背	6 下背	7 腰部	8 上臂
序 受傷部位	9 肘	10 前臂	11 腕關節	12 手掌	13 大拇指	14 手指	15 大腿	16 膝部
序 受傷部位	17 小腿	18 踝關節	19 腳跟	20 腳掌	21 其它			

（二）受傷情形歸類

在「受傷情形」方面，針對擊劍常見的運動傷害，以挫、扭、拉傷、骨折、骨破裂、肌（腱、韌）炎、肌裂傷和慢性累積性傷害，綜合歸類為五大類（表 2-3）。

表 2-3 受傷情形分類表

類別	受傷情形
1	挫、扭、拉傷
2	骨折、骨破裂
3	肌、腱（韌）炎
4	肌裂傷
5	慢性累積性傷害

(三) 受傷原因

擊劍運動的受傷原因多又複雜，比賽與訓練最主要都是身體位移的動作，在手持劍的比賽當中又牽涉到手腳時間差的協調，以及手部腕關節的長時間重複某個動作、過度用力或過度使用都可能造成累積性的傷害 (Cumulative Trauma Disorders)，包括腕道症候群 (Carpal Tunnel Syndrome) 肌腱炎等傷害。和擊劍訓練與比賽有關的受傷原因，大致有超負荷的訓練或動作過大或太激烈、訓練前或賽前熱身不足或完全沒有熱身、場地不良、裝備未符合規定所引起、動作不正確、對手 (或自己) 技術欠佳所引起等，為便於調查的方便性，我們將擊劍常發生的運動傷害原因，將其歸類為四項，未列於上式原因為純屬意外類 (如表 2-4)。

表 2-4 受傷原因分類表

序	受傷原因
1	超負荷的訓練或動作過大或太激烈
2	訓練前或賽前熱身不足或完全沒有熱身
3	場地不良、裝備未符合規定所引起
4	動作不正確、對手 (自己) 技術欠佳所引起
5	純屬意外

三、結果統計

本次問卷在回收統計中發現，劍手平均年齡在 19.83 歲 (標準差 ± 2.62)，平均劍齡在 4.06 年 (標準差 ± 4.48) 如表 2-5，這也發現了一個事實，國內的習劍年齡已從過去幾年的高中年齡 (18 歲左右)，提前至國中年齡的 15.5 歲，這也證明全國擊劍協會向下推展擊劍運動，培植幼苗的苦心，成果已呼之欲出。

表 2-5 有效樣本的平均年齡與劍齡統計表

問卷有效樣本數	平均年齡與標準差	平均劍齡與標準差
110(人)	19.83 ± 2.62(歲)	4.06 ± 4.48(年)

根據統計顯示，在回收的 110 份有效樣本中，受傷次數達 665 次，平均每人的受傷次數為 6.05 次，單一部位受傷次數最多為踝關節 90 次，其次為腰部 87 次，膝部 71 次、大腿 60 次，接下來腕關節 53 次為單一受傷部位次數排名第五，佔全部受傷單一部位的 7.97%，也是腰部以上，受傷最多的單一部位（如表 2-6）。

表 2-6 受傷部位次數統計

受傷部位	頭頸部	胸部	腹部	肩關節	上背	下背	腰部	上臂
受傷次數	19	17	5	30	10	21	87	16
受傷部位	肘	前臂	腕關節	手掌	大拇指	手指	大腿	膝部
受傷次數	15	9	53	13	27	29	60	71
受傷部位	小腿	踝關節	腳跟	腳掌	其它	總次數		
受傷次數	24	90	48	19	2	665		

在受傷情形方面，挫、扭、拉傷，在受傷 665 次數當中以 390 次居最，佔總發生率的 58.65%，其次為累積性傷害 155 次佔總次數的 23.31%，肌腱（韌）炎 87 次佔 13.08%。肌腱（韌）炎處理不當或者沒有經過適當休息，可能會再次復發，甚至會變成累積性傷害，應予正視並適當處理（如表 2-7）。

表 2-7 受傷情形次數統計表

類別	受傷情形	發生次數統計
1	挫、扭、拉傷	390
2	骨折、骨破裂	11
3	肌腱(韌)炎	87
4	肌裂傷	20
5	慢性累積性傷害	155

擊劍選手運動傷害原因，在超負荷的訓練或動作過大或太激烈就有 276 次，佔所有的 41.50%，訓練前或賽前熱身不足或完全沒有熱身，有 143 次佔總次數的 21.50 %，動作不正確、對手（或自己）技術欠佳所引起，也有 110 次，這三項受傷原因與教練的訓練有直接關係。教練專業知識的培養與正確觀念的養成，尤其是訓練與比賽前的熱身，應嚴格要求（表 2-8）。

表 2-8 受傷原因次數統計表

類別	受傷原因	發生次數
1	超負荷的訓練或動作過大或太激烈	276
2	訓練前或賽前熱身不足或完全沒有熱身	143
3	場地不良、裝備未符合規定所引起	38
4	動作不正確 對手(或自己)技術欠佳所引起	110
5	純屬意外	98

四、國外與國內擊劍運動傷害的差異與研究方向

長刺腳受傷的頻率，在很多的假設和建議當中，提到可能的原因包括技術不佳、裝備不良等，但是都沒有證據來證明他們的論點，Nigg

等（1981）建議做腳在作用力負荷的研究。國外文獻對於長刺動作過度使用、超負荷、技術不佳的執行，應是造成受傷的原因。

在長刺研究方面，Philip（1993）以數位攝影機和測力板（Force Platform）做長刺動作分析時發現，利用反作用力、力距及腿部的肌力數據顯示，長刺動作對於踝關節、膝關節和髖關節的作用力。也就是長刺時對於踝關節、膝關節和髖關節產生很大的撞擊力，這撞擊力對選手而言，是一個很嚴重的運動傷害危險因子，對於擊劍選手將造成很嚴重的傷害，特別是股骨與膝關節後十字韌帶所造成的傷害。

Philip（1993）在長刺的研究發現，國外受傷情形與國內擊劍選手的運動傷害不謀而合，例如單一部位受傷次數最多的踝關節有 90 次、腰部 87 次、膝部 71 次、大腿 60 次、腕關節 53 次等為國內選手運動傷害前五名。其中踝關節、腰、膝部、大腿等，Philip 也以運動力學的角度做了詳實的分析，唯獨腕關節沒有做相關研究。

腕關節在國內擊劍選手的運動傷害排名第五，而在可能是累積性傷害（CTDs）包括肌腱（韌）炎和累積性傷害佔了 52.83%，什麼原因造成腕關節的運動傷害，我們將以人體工學的觀點來探討腕關節的運動傷害。

第六節 人體工學與劍身改良的意義

工具設計不當所引起，較隱伏性的蓄積效應的創傷，如腕道症候群、腱鞘炎、板機指、局部絕血、甚至網球肘（肱上髁炎）等。對於持

劍對抗的擊劍運動而言，蓄積性的傷創有腱鞘炎、肱上髁炎（亦稱擊劍肘）、前腿的韌帶拉傷、恥骨腹股拉傷、膝盤股痛等症狀（擊劍，1992）。

大陸擊劍專家林永昇（1999）在花劍防守還擊制勝法說到，甩劍的特點是進攻角度大，速度快，對方難以防守，並可利用回收手臂連接其它動作，它可以用攻擊動作也可作還擊的動作。甩劍有其獨特性，用甩劍攻擊對方可以成為當今鈍劍具有威嚇性的攻擊戰術。用甩劍進行防守還擊，將使主動發動進攻者更難防守。

一、工具握把的角度

Bennett 應用 $19^{\circ} \pm 5^{\circ}$ 這項理念到其它許多的物件上（Emanuel、Mills 及 Bennett, 1980），取得許多工具與運動器材的把柄設計專利權。Krohn 和 Konz（1982）也發現彎曲 10 度的鎚柄優於傳統的直柄鐵鎚。以人們使用的經驗，彎柄設計或許對於某類殘障者有特別適用之處。

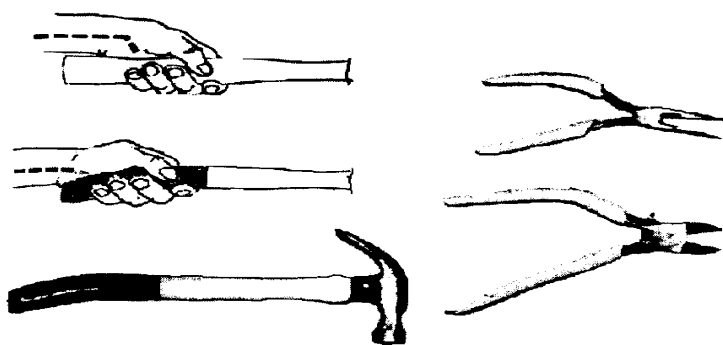


圖 2-1 改良後的工具

資料來源：人因工程-基礎與應用（p. 5-42），李開偉著，民 88。臺北：全華科技圖書股份有限公司。

Schoenmarklin 與 Marras（1989a、1989b）的研究發現，生手們在使用 20° 或 40° 的彎柄鐵鎚時，比直柄鐵鎚的使用，造成較少尺偏總量，尤其在撞擊時更具效果（但是在揮動鐵鎚的初始為置時，呈現較多

的橈偏)。

除此以外，與直柄相比較之下，彎柄並不影響打擊績效、前臂肌疲勞度或不舒適感評比。Knowlton 與 Gilbert (1983) 以職業木匠為受試者的研究，也發現使用直柄的鐵鎚引起較大的尺偏。

二、工具握把與傷害

工具設計不當所引起的傷害，通常為隱伏性的蓄積效應創傷，如腕道症候群、腱鞘炎、板機指、局部缺血、甚至網球肘（肱上髁炎）等。對於持劍對抗的擊劍運動而言，蓄積性的傷創有腱鞘炎、肱上髁炎、前腿的韌帶拉傷、恥骨腹股拉傷、膝盤股痛等症狀（擊劍，1992），腱鞘炎、肱上髁炎與工具設計或使用不當所引起的疾病相同。因此，劍身的設計就如同作業員使用的的工具一樣，如果長期或用力不當都可能導致隱伏性的蓄積效應傷害。

手工具使用的關鍵是避免尺偏，握持傳統型尖嘴鉗的手部，就是一個典型的尺偏動作。Tichauer (1976) 比較了傳統直柄尖嘴鉗和改良的彎柄尖嘴鉗，比較各 40 位的電子裝配廠的工作人員，在 12 週的訓練期間，兩組發生腕道症候群、腱鞘炎與網球肘等症狀的百分比，在 10 至 12 週，使用直柄尖嘴鉗的那一組有症狀的人數會急驟增加，改良組則無增加的情形。

Krohn 與 Konz (1982) 也發現 10 度的鐵鎚優於直柄的，美國森林處曾測試了 19 種應用此一構想的工具，例如刀斧鋤鏟與大剪刀等，結果顯示疲勞度顯著的減少，而且彎柄比直柄更受喜好。

Terrell 與 Purswell (1976) 指出，當手腕往任何方向彎曲時，手的握力會因而減少。抓握力的減少會增加抓不牢工具，甚至掉落的可能，如果嘗試維持足夠的力量去抓，則容易產生疲勞。

三、手腕的尺偏與橈偏

Knowlton 與 Gilbert (1983) 發現使用直柄的鐵鎚，會引起較大的尺偏，如圖 2-2 中之左下圖。Schoenmarklin 與 Marras (1989a、1989b)

的研究發現，在揮動鐵鎚的初始為置時，呈現較多的橈偏，如圖 2-2 之右下圖。當直柄鐵鎚用力使用時，會造成較嚴重的尺偏，使用 20 度或 40 度的彎柄鐵鎚時，尺偏總量則較少。

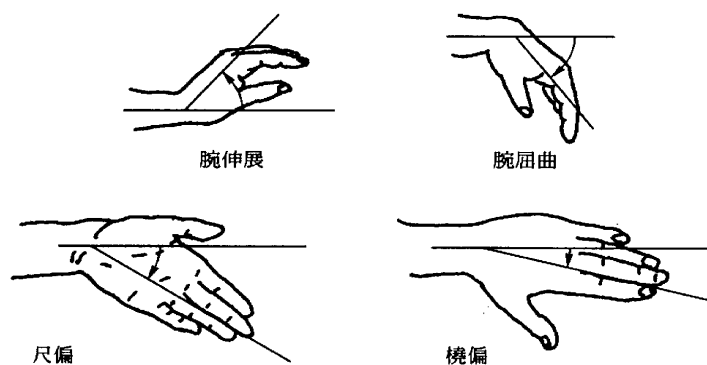


圖 2-2 四個角度的手腕運動

資料來源：人因工程-基礎與應用 (p. 3-11)，李開偉著，民 88。臺北：全華科技圖書股份有限公司。

不管是如何縮短距離，距離近的還擊，縮短了被還擊者的防守反應時間，加上毫無預警的腕部加速動作，快速有力的動作，有可能使對方在尚未起防守反應就已被擊刺。Schoenmarklin 與 Marras (1989a, 1989b) 的研究發現，生手們在使用 20° 或 40° 度的彎柄鐵鎚時，比直柄鐵鎚的使用，造成較少尺偏總量，尤其在撞擊時（但是在揮動鐵鎚的初始為置時，呈現較多的橈偏）。Bennett 應用到其它許多的物件上 (Emanuel, Mills 和 Bennett, 1980)，並取得工具與運動器材的把柄都彎成 $19^\circ \pm$

5° 這項理念的專利權。對於鈍劍劍身的角度的設計應用，就是利用 Bennett 器材握把 $19^\circ \pm 5^\circ$ 的原理，下壓角度是為了製造有效甩劍刺擊角度，根據選手大部分的習慣角度，加大為 15 度、12 度、9 度、6 度、3 度等五種角度本研究實驗角度。協助手腕儘量能保持正直的甩劍能力，避免尺偏的動作，減少運動傷害的發生。

第七節 小結

包括國外擊劍運動傷害的文獻，長刺動力作對髖關節、膝關節、踝關節等作用力可能帶來傷害的推測。直至 Philip (1993) 用 3D 攝影機及測力板研究長刺動作，證明長刺足部著地那一瞬間撞擊，作用對於髖關節、膝關節、踝關節等是嚴重的傷害。但是手腕關節的傷害尚未見研究發表，手部的腕關節在國內擊劍選手的運動傷害除了髖關節、膝關節、踝關節和腿部的傷害以外，是最多的傷害部位。如何應用人體工學改良劍具，預防手部運動傷害及提昇運動績效，將是本研究設計重點。

第三章 研究方法與步驟

戰術的決定以及戰術的實施，都會影響技術訓練的走向，戰術的確認，對於技術的訓練將更專業、單純及有效性，對於運動傷害的預防應有實際的影響。

擊劍運動傷害產生原因及文獻普遍存在歐美的研究，身體素質不同，對於源自歐洲的運動，運動傷害是否有其差異，對於國內擊劍選手的運動傷害問卷調查後，我們發現，運動傷害的部位大致是一致的，都是以腳部及腰部為主要受傷部位。手腕的傷害在國內選手排名第五，在國外就鮮少做傷害預防之研究，本章針對戰術及劍身角度的實驗設計研究如後。

第一節 擊劍戰術對競賽勝負影響之統計分析

一、研究背景

技擊競技運動項目中，攻擊是很重要的精神指標，甚至對比賽勝負也會有重要的影響。尤其當比賽時間終了，分數相同時，具有旺盛攻擊的一方往往會被判定為勝方，或是以攻擊次數多的一方為優勝，如跆拳道、空手道及角力等。但是，另有某些技擊項目往往卻採用以守為攻、以靜制動及四兩撥千金的防禦戰術，如合氣道、太極拳等。因為運動項目之不同、比賽規則之不同，發展出來的戰術也不同，因此戰術與戰略的正確選擇往往是致勝的關鍵，除了經驗的累積與傳承，運動科學與管理的應用理論應更有助於釐清正確的戰術與戰略的正確觀念。

民國 80 年起，我國擊劍協會就聘有匈牙利、義大利、俄羅斯和韓

國等著名國際教練，長期在台灣擔任基層培訓及國家代表隊的訓練工作。但是，很少有教練（包括國內和國外）對擊劍比賽中主動攻擊、撥擋刺、同時攻擊及時間差攻擊訂有明確的戰術訓練課程與指導原則。

擊劍比賽的規則，不論是刺（hitting）或砍（cutting），用劍的技巧都是點到為止，因為擊劍在規則上用來得點的部位，主要是劍尖的刺擊（如鈍劍、銳劍）刀刃或刀背的砍挑（如軍刀），因此，比賽的攻防除了身體快速的位移（body movement）以外，還要注意到與手腳動作的配合，不能只有靠手的攻擊動作或腳的動作，或只有手快或只有腳快就能刺中對手。

擊劍以劍種而言，在比賽規則上有攻擊權要求者如鈍劍、軍刀，以及沒有攻擊權要求者如銳劍。攻擊權的定義就是當一方發動攻擊時（在攻擊距離對另一方造成威脅時），被攻擊的選手就有義務採取防禦性的動作後再反擊，這些動作包括對劍的撥擋，或是不撥擋只閃躲對手的攻擊，如果雙方都刺中對手，以取得攻擊權的選手得一分。沒有攻擊權要求的銳劍主要講求速度、準確以及防禦的觀念，雖然有同時刺中各得一分的情形，也就是雙方刺中的時間只要在 0.04 秒以內會亮雙燈（雙方得分），否則只會亮單燈。

不同運動因為規則不同，攻防戰術不一定相同，擊劍運動也是如此，有攻擊權的鈍劍、軍刀和無攻擊權要求的銳劍，在攻擊和防禦的戰術上孰劣孰優，目前並無獲致定論。然而，對擊劍運動界而言，這是極為普遍與重要的研究課題。因此，本研究的主要目的在於透過統計檢定分析，期望獲致擊劍運動平時訓練與臨場比賽時最佳攻守戰術與策略運用的指導原則。

張志凌（民 84）曾針對沒有攻擊權要求的銳劍比賽進行研究分析，研究發現擊劍的攻擊戰術以刺擊動作為主，刺擊動作和刺擊部位對比賽得分有顯著影響，且刺擊部位的選擇會給對手在攻擊方式產生不同的戰術選擇。至於講求攻擊權規則的鈍劍、軍刀與沒有攻擊權的銳劍，在戰術與戰略的運用上是否相同，則有必要進一步的加以研究分析。

二、實驗設計

（一）研究對象

以 1999 年匈牙利世界青年杯擊劍錦標賽鈍劍比賽男、女 20 歲組及 17 歲組的前四名選手的準決賽，合計 16 名選手。準決賽採 15 點直接淘汰，選手基本資料如表 3-1。

（二）研究設備

1. Sony CCD-TRV30 V8 攝影機一部。
2. JVC GR-DVM70 數位攝影機一部。
3. 選手比賽動作得分動作記錄表。
4. SAS/Windows 6.12 Version 軟體。

（三）研究假設

1. 選手對攻擊戰術有顯著差異。
2. 年齡、性別對攻擊戰術有顯著差異。
3. 勝部與敗部選手攻擊戰術有顯著差異。

（四）研究步驟

1. 攻擊戰術分析：針對擊劍比賽得分戰術，本實驗將攻防戰術歸類為：主動攻擊、撥擋刺、同時攻擊、時間差攻擊。
2. 設計選手比賽動作得分動作記錄表。

3. 取得大會進入準決賽的男女 20 歲、17 歲組鈍劍個人選手名單、比賽時間及場地分配。
4. 記錄前將注意事項向參與工作人員說明，並確認攝影機取景和架設是否就緒，攝影機架設在決賽場地底線（終線）、垂直距離 25 公尺。

表 3-1 選手基本資料表

	國籍	姓名代號	組別	劍種	性別
1	德國	A	20 歲組	鈍劍	男
2	義大利	B	20 歲組	鈍劍	男
3	德國	C	20 歲組	鈍劍	男
4	義大利	D	20 歲組	鈍劍	男
5	德國	E	17 歲組	鈍劍	男
6	義大利	F	17 歲組	鈍劍	男
7	法國	G	17 歲組	鈍劍	男
8	德國	H	17 歲組	鈍劍	男
9	波蘭	I	20 歲組	鈍劍	女
10	德國	J	20 歲組	鈍劍	女
11	義大利	K	20 歲組	鈍劍	女
12	波蘭	L	20 歲組	鈍劍	女
13	德國	M	17 歲組	鈍劍	女
14	美國	N	17 歲組	鈍劍	女
15	義大利	O	17 歲組	鈍劍	女
16	波蘭	P	17 歲組	鈍劍	女

（五）資料收集與處理

1. 將進入準決賽的女 20 歲、17 歲組鈍劍個人準決賽及決賽比賽過程全程拍攝，拍攝過程特別注意比賽兩位選手手部動作及擊中後燈號的拍攝。
2. 將拍攝完成錄影帶按照比賽先後及組別，依據比賽得點順序，做

得點動作分類記錄。

3. 依據本次攻擊戰術研究分類登錄再次確認。
4. 以 SAS 統計軟體作 ANOVA 及 Duncan 檢定分析。

第二節 人體工學在鈍劍劍身角度的設計應用

一、研究背景

劍的設計就如同工具的設計一般，應考量到人體工學的設計原理，也就是人機介面適用性與安全性的設計考慮。以適用性而言，包括了人性化、省力或省時、不易疲勞等特性；在安全性方面，比賽劍除了在握把（handle）的形體更應符合人體工學設計，因為握把對於劍手而言，在競賽表現上有很重要的影響，一個適合手型的握把，對於劍手的刺擊有效性會有很大幫助。

最早期的握把是法國的直柄式（法國人發明，亦稱法國式，符合人體工學服貼手掌形狀），目前則發展出多種形式的槍形握把，槍型握把大小不一，適合手掌大小不同、施力點不同的男女選手使用。槍式握把與直式握把最大的差異如下：

- （一）槍式握把：與持劍的手掌較貼切、較容易使力、力量較大、動作較快、不容易疲勞、相對的動作較大、動作較粗糙。
- （二）直式握把：用劍動作較小、動作較靈活、用劍較有感覺、但不容易使力、容易疲勞。

國際劍總規定，比賽的劍條必需經過國際劍總檢驗認證，並有「FIE」印記才可在比賽使用。因此劍條的成分、長度與寬度、彈性、硬度等，都是制式規格，只有劍身角度可以合法的改變。依經驗，劍身（blade）的角度極為重要，因此人體工學設計的劍條與握把之間的角度，即劍身

的角度對於比賽刺擊的得點及運動傷害預防應有相當程度的影響。

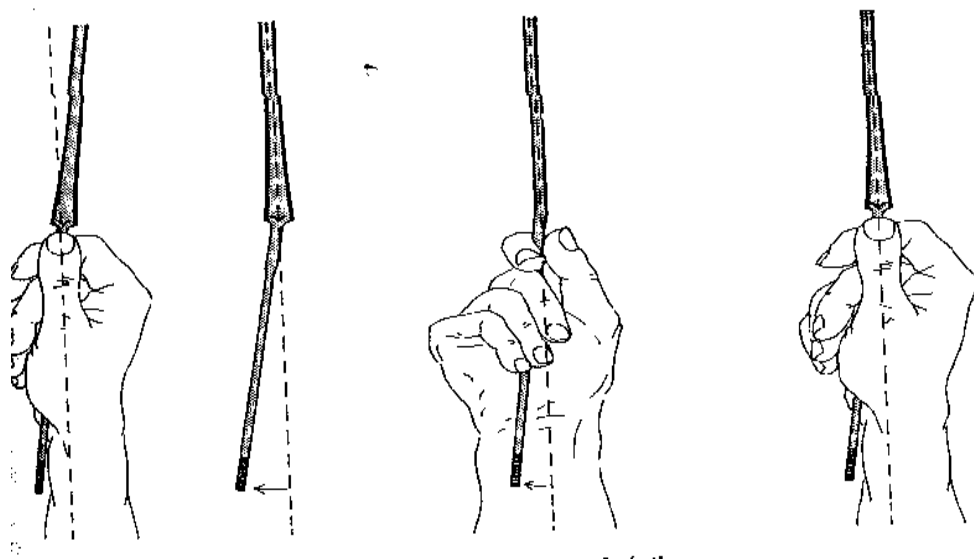
有關劍條的規定，根據國際擊劍總會（FIE）頒定規則，『劍手的武器和裝備』中第一條規定，武器的構造，在正常的使用情況下，不能傷害運動員本人，也不能致傷於其對手。禁止對整個劍身（從護手盤到劍頭），進行磨、挫或其它方法的矯正加工。



圖 3-1 擊劍比賽站立鳥瞰圖

資料來源：Complete Fencing (p.129), Manley, A.著，1985，London：Robert Hale.

劍條的長度、寬度、厚度在規則保護之下不能進行改造；因為安全的考量，劍條不能太細太修長，否則容易折斷造成危險。因此，唯一可以改變的就是劍身與握把的角度。在物理學來說，力量最大的撞擊角度為 90 度，對擊劍而言，最有效的刺擊角度也是 90 度，也就是被刺擊物體表面與刺擊方向成直角。鈍劍有效刺擊目標為軀幹，無效部位為四肢、頸和頭部，比賽的時候，選手雙方都會為了減少被對手有效刺擊，都會很自然側身面對自己的對手，而不會正面迎向對手。因此，對手軀幹與自己刺擊的角度大概只有 45 度甚至有的幾近於 15 度的狀況下，為了取得較佳的刺擊角度，劍身角度調整有助於刺擊角度的取得(圖 3-1)



1.外偏角度 2.內扣角度 3.下壓角度 4.下壓、內扣角度

圖 3-2 劍身彎折的各種角度

資料來源：Complete Fencing(p. 145), Manley, A. 著, 1985, London: Robert Hale.

劍身的角度主要有二：

- (一) 內扣的角度：這是為了取得與軀幹刺擊線的角度。
- (二) 下壓的角度：主要是為了刺擊對方持劍手肩膀延伸至背後有效部位的點，這是鈍劍特有的「甩劍」，也就是中國大陸隊所稱的「劈劍」。另外還有平衡過大內扣角度的重心（如圖 3-2）。

鈍劍主要是用刺的比賽方式，但甩劍（劈劍）卻是很重要的得分技術，它是一種由上而下，攻擊對手肩膀及背後的有效部位。根據林永昇（1998）等專家指出，「甩劍」也就是「劈劍」是 20 世紀 70 年代出現的一種新的打法。對於軀幹的刺擊動作而言，都是正面方向的攻擊路線，甩劍卻是來自不同空間的劍路，因此甩劍較難防守，對於防守者也較具威脅性。因此本研究主要目的在於配合劈劍動作分析出最佳的下壓角度。

事實上，擊劍運動就是一種手與工具的結合，手持劍最理想的狀況應是手腕保持正直。Terrell 與 Purswell (1976) 也指出，當手腕往任何方向彎曲時，手的握力會因而減少。甩劍的動作正好是尺偏的動作，為了製造甩劍時對肩膀的刺擊角度，加上劍具本身的重量以及加速度產生的力量，長期或是過度的使用將會對手腕產生嚴重的傷害。

如何取得劍身最佳角度，以便在比賽中或長時間運動訓練時，不影響用劍的準確性，且能結合較佳的劍身角度，發揮甩劍技術的最高境界，這是本研究探討的重點。

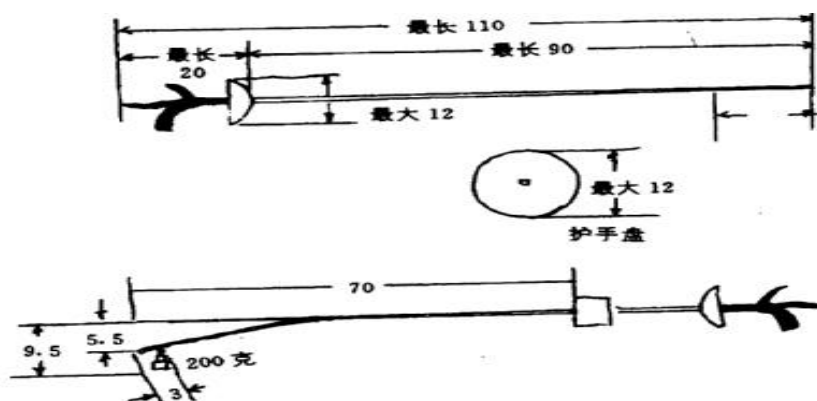


圖 3-3 鈍劍規格 (單位：公分)

資料來源：國際擊劍聯合會比賽規則 (p. 附 5)。白玲、羅平北譯，1997。北京：中國擊劍協會。

二、研究假設

- (一) 不同劍身角度對甩劍刺擊得點有顯著差異。
- (二) 不同劍身角度對甩劍刺擊準確度有顯著差異。
- (三) 不同劍身角度對使用者理想滿意度有顯著差異。

三、研究範圍與限制

本研究以鈍劍劍身角度為研究範圍，統一以德國 Uhlmann 2000 年

出廠的槍式鈍劍專用握把為實驗握把，以法國 France Lames 出廠的比賽劍條為實驗劍條，不考慮其它握把、劍條的個別差異。

在甩劍的動作方面：

- (一) 甩劍大部分都是刺擊對手持劍手的肩膀及背後，以劍不能直刺的地方為甩劍的最佳攻擊目標。因此本研究不去探討劍身內扣角度，只探討劍條下壓角度。
- (二) 教練被刺的高度與距離，因選手身材各有不同，採用經驗法則引導選手做刺擊的動作。
- (三) 實驗動作以個別訓練課程，模擬比賽訓練情境，讓選手在有比賽壓力下做完實驗動作，而非預知式的實驗。
- (四) 實驗動作的教練由作者之一擔任，對於實驗目的的掌握，應較容易勝任。

四、實驗設計

(一) 研究對象

本研究受試者為大專院校擊劍隊鈍劍選手，包括國立臺北體育學院、國立台灣體育學院及修平技術學院等男子右手持劍選手共 8 名。8 名選手劍齡都在 3 年以上，且在大專院校擊劍錦標賽都至少曾獲得個人或團體前三名。

表 3-2 受試者個人基本資料 (N=8)

受試者	平均數	標準差	最大值	最小值
年齡 (歲)	20.40	±2.01	24.42	18.33
身高 (公分)	171.13	±3.83	177.00	167.00
體重 (公斤)	64.63	±5.34	73.00	56.00
劍齡 (年)	4.91	±1.88	8.00	3.00

(二) 測量工具

1. 鈍劍劍身角度實驗登錄表，包括甩劍刺擊點、準確度刺點。
2. 滿意度問卷表，包括對劍的感覺、預期的刺點與手腳的配合、手腕的疲勞知覺、手腕與手臂角度的知覺、整體滿意度等五部分。

(三) 實驗設備與器材

1. 比賽裁判器一套（德國 Uhlmann 廠製）
2. 比賽劍五把（法國 France Lames 廠製劍條，其它零件為德國 Uhlmann 廠製）
3. 比賽用德國 Uhlmann 廠製連身線（Body Wire）
4. 擊劍專用手套八個（德國 Uhlmann 廠）
5. 面罩（德國 Uhlmann 廠製）
6. 擊劍專用鞋（德國 Uhlmann 廠製）
7. 教練衣一套（德國 Uhlmann 廠製）
8. 刺點分類登錄表（自行設計）
9. 量角器一組
10. 折劍工作台與工具一組

(四) 實驗地點

1. 修平技術學院實習大樓五樓『擊劍教室』。
2. 臺北縣海山高級工業職業學校圖書館大樓『擊劍訓練場』。
3. 國立台灣體育學院『擊劍教室』。

(五) 實驗架構

參考現役及國家代表隊選手所用握把與劍身條下壓(向下的角度)，規格設計如下：

1. 選用法國 France Lames 廠製劍條，將實驗劍身的下壓角度設定為：3 度、6 度、9 度、12 度、15 度等五個實驗角度。
2. 為了避免下壓角度受內扣角度影響，劍身內扣角度採用原出廠

角度 0 度。

3. 由教練帶領受試者，模擬「個別課程」的移動方式，受試者在教練做出甩劍信號的時候，以第一時間做出甩劍攻擊。選手的個別課程包括直刺、撥擋反擊的動作。主要目的，讓受試者以平常心面對個別課程，而不是專注在甩劍的動作。
4. 受試者教練除具有國家級教練證書外，並經過國際擊劍總會考試及格頒發國際裁判證書。多次國外教練研習結訓，包括有匈牙利、俄羅斯、大陸南京等。受試者因身材之不同，教練以經驗法則，適時調整自己站姿的高低。
5. 甩劍長刺實驗：教練前進後退，選手保持距離，教練做出誘攻信號，選手看到教練信號後，立即做出直接甩劍長刺或是撥擋後甩劍長刺。誘攻信號包括：

- (1) 教練做出四或六分位的攻擊，受試者做出撥擋後甩劍刺擊。
- (2) 教練做出二分位突然攻擊，受試者迅速後退做撥擋甩劍刺擊。
- 。
- (3) 教練做出七分位攻擊，受試者做出七分位撥擋甩劍刺擊。
- (4) 教練漏出肩膀和背破綻，受試者直接的甩劍刺擊肩膀和背。
- (5) 教練做出攻擊動作，受試者再撥擋反擊打肩膀和背。

以上共五個動作，每個動作 4 次，在 20 次動刺擊動作中，統計刺中的次數。

6. 準確度實驗

- (1) 刺擊的目標以圓形的皮質練習刺靶，刺中內圈 3 公分直徑的圓得 3 分，刺中直徑 3 公分以外至直徑 5 公分以內區域得 2 分，刺中直徑 5 公分以外至直徑 7 公分的圓得 1 分，刺中直徑 7 公分以外的區域得 0 分。
- (2) 受試者實驗起始距離的取得，先取得受試者持劍手伸直後，

劍尖碰到刺靶的距離，再取後退一個略小於 Retreat 的距離。

(Retreat 是一個擊劍後退口令的術語，約等於劍手自己一個腳掌的寬度)。

(3) 刺靶的高度，以受試者預備姿勢站好後，手伸直且劍尖碰到刺靶圓心為標準。

(4) 刺中刺靶的時間是在手伸直當中刺到，而不是在手伸直以後刺到。

(六) 實驗步驟

1. 劍身角度的固定。
2. 實驗劍組從 1-5 隨機編號，五把隨機編號的劍身角度，在實驗前對受試者的注意事項說明中，並不說明每把劍的實際劍身角度。(不按照劍身角度大小編號，本實驗編號 1-5 號劍，劍身角度實驗前隨機依序各為 3 度、12 度、6 度、15 度、9 度)。
3. 集合受試者說明實驗過程及注意事項。
4. 受試者實驗動作順序。
5. 甩劍 + 長刺動作攻擊 20 次動作中登記有效刺中次數。
6. 填寫主觀式滿意知覺問卷。
7. 準確度實驗 (20 次)。
8. 五組劍如上編號依序完成實驗登錄。
9. 確認記錄，實驗完成。

(七) 資料收集與處理

1. 資料收集

(1) 實驗動作 A (甩劍刺擊點)：

編號 1-5 號的劍，依序由 1 號劍開始實驗，每一把劍由八位受試者隨機順序，每一位受試者做 20 次甩劍刺擊，記錄員將每次刺點登記在記錄紙上。實驗動作結束，每一位受試者共有 100 次甩劍刺擊記錄。

(2) 實驗動作 B (準確度):

做法同實驗動作 A，每一把劍動態準確度刺靶 20 次，同樣以編號 1-5 號的劍，受試者隨機順序，並依序正確登記。

(3) 受試者以在做完每一把不同角度的甩劍刺擊後，填寫該把劍的主觀式滿意知覺問卷。

2. 資料處理

以 SAS 統計軟體進行 ANOVA 變異數分析實驗動作 A、B 及主觀式滿意知覺的差異性，及以鄧肯 (Duncan) 分組法進行事後檢定分析。

第四章 結果與討論

第一節 擊劍戰術對競賽勝負影響之統計分析

利用錄影帶系統觀察分析法，記錄擊劍戰術中主動攻擊、撥擋刺、同時攻擊和時間差攻擊的得點統計。在男女 20 歲、17 歲組共 8 場的比賽中，每人以 15 點決勝負，得勝的選手進入決賽，敗部選手並列第三。除了男子 17 歲組第 2 場敗部選手因兩次犯規被罰 1 點；女子 20 歲組第 2 場負場選手退出底線被罰 1 點，其餘都是以擊中 15 點分勝負。

8 場比賽記錄分別為男子 20 歲組兩場、男子 17 歲組兩場、女子 20 歲組兩場及女子 17 歲組兩場，分組對抗與得點結果詳如表 4-1 至表 4-8。

表 4-1 男子廿歲組第一場比賽記錄

國籍	代號	主動攻擊	撥擋刺	同時攻擊	時間差攻擊	其它	總得點
德國	A	2	8	0	5	0	15
義大利	B	9	0	0	0	0	9

表 4-2 男子廿歲組第二場比賽記錄

國籍	代號	主動攻擊	撥擋刺	同時攻擊	時間差攻擊	其它	總得點
德國	C	7	3	0	5	0	15
義大利	D	2	0	0	1	0	3

表 4-3 男子十七歲組第一場比賽記錄

國籍	代號	主動攻擊	撥擋刺	同時攻擊	時間差攻擊	其它	總得點
德國	E	11	1	0	3	0	15
義大利	F	6	5	1	2	0	14

表 4-4 男子十七歲組第二場比賽記錄

國籍	代號	主動攻擊	撥擋刺	同時攻擊	時間差攻擊	其它	總得點
法國	G	7	3	2	2	1	15
德國	H	7	1	0	0	0	8

表 4-5 女子廿歲組第一場比賽記錄

國籍	代號	主動攻擊	撥擋刺	同時攻擊	時間差攻擊	其它	總得點
波蘭	I	4	4	0	7	0	15
德國	J	3	6	0	1	0	10

表 4-6 女子廿歲組第二場比賽記錄

國籍	代號	主動攻擊	撥擋刺	同時攻擊	時間差攻擊	其它	總得點
義大利	K	3	9	1	1	1	15
波蘭	L	6	3	0	4	0	13

表 4-7 女子十七歲組第一場比賽記錄

國籍	代號	主動攻擊	撥擋刺	同時攻擊	時間差攻擊	其它	總得點
德國	M	9	2	0	4	0	15
美國	N	3	8	0	2	0	13

表 4-8 女子十七歲組第二場比賽記錄

國籍	代號	主動攻擊	撥擋刺	同時攻擊	時間差攻擊	其它	總得點
義大利	O	7	4	0	4	0	15
波蘭	P	5	5	0	4	0	14

上述 8 場準決賽總刺點為 202 點 (如表 4-9), 其中主動攻擊得 91 點佔總刺點的 45.5%, 防禦性撥擋刺點得到 62 點, 同時攻擊只得了 4 點, 時間差攻擊得到 45 點, 其它類有 2 點。攻擊戰術以主動攻擊得點最多, 顯然可知無論勝敗結果如何, 主動攻擊是最重要的戰術之一。「其它」得 2 點, 是因為犯規或退出底線被判罰點。同時攻擊只得 4 點佔總刺點約 2%, 對賽局勝負影響極微。根據規則分析, 當兩邊選手同時發動攻擊時, 如果相互擊中對手有效部位不計得分, 刺點不算; 如果一選手刺中有效部位, 另一為選手刺中無效部位, 在規則上解釋, 此點屬於無效攻擊, 繼續比賽。也就是說, 同時攻擊得分都是一位刺中對手有效得分部位, 另外一位選手完全沒有刺中對手, 這對於訓練有素的國際級選手而言, 比較不可能出現。

表 4-9 準決賽十六名選手攻擊戰術總得點

戰術動作	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	總計
主動攻擊	2	9	7	2	11	6	7	7	4	3	3	6	9	3	7	5	91
撥擋刺	8	0	3	0	1	5	3	1	4	6	9	3	2	8	4	5	62
同時攻擊	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	4
時間差攻擊	5	0	5	1	3	2	2	0	7	1	1	4	4	2	4	4	45
其它	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2
小計	15	9	15	3	15	14	15	8	15	10	15	13	15	13	15	14	202

註：各攻擊戰術的得分單位為「點」

本研究使用 SAS 統計軟體，採顯著性考驗 $\alpha = .05$ ，以 ANOVA、Duncan 分組法、t 檢定法分析下列戰術，分析與檢定結果，附表逐一說明如下：

一、選手攻擊戰術與得點差異分析

本研究以 16 位選手 8 場比賽每場 15 點的比賽，攻擊戰術包括主動攻擊、撥擋刺、同時攻擊和時間差攻擊，經由 ANOVA 分析結果發現，攻擊戰術對得點的影響有顯著差異 ($p < .0001$)，如表 4-10。再以鄧肯事後檢定分析得知，主動攻擊、撥擋刺、時間差攻擊得點遠高於同時攻擊，尤其主動攻擊得分最高 (表 4-11)。

表 4-10 全體選手攻擊戰術差異 ANOVA 分析表

變異來源	自由度	平方和	均方	F 值	p
組間	3	247.81	82.60	16.82*	.0001
組內	60	294.63	63634.91		
總和	63	542.44			

* $p < .05$

表 4-11 全體選手攻擊戰術差異鄧肯分組表

Duncan Grouping	平均數	N	ATTACK
A	5.66	16	主動攻擊
B	3.88	16	撥擋刺
B	2.81	16	時間差攻擊
C	0.25	16	同時攻擊

二、選手年齡、性別與攻擊戰術與差異分析

以 16 名選手 8 場比賽的主動攻擊、撥擋刺、同時攻擊和時間差攻擊與年齡、性別進行 ANOVA 分析，結果發現年齡、性別不影響戰術策略的運用。

三、攻擊戰術與獲勝選手差異分析

若以 8 名獲勝的選手再進行攻擊戰術分析，發現獲勝選手的攻擊戰術達顯著差異水準 ($p < .0003$)，詳如表 4-12。以鄧肯事後檢定分析得知，主動攻擊、撥擋刺和時間差攻擊等三種戰術並無顯著差異，這表示獲勝選手間所採取攻擊戰術並沒有差異，而同時攻擊得點仍然最少 (表 4-13)。

表 4-12 獲勝選手攻擊戰術差異 ANOVA 分析表

變異來源	自由度	平方和	均方	F 值	p
組間	3	143.13	47.71	8.92*	.0003
組內	28	149.75	5.35		
總和	31	292.88			

* $p < .05$

表 4-13 獲勝選手攻擊戰術差異鄧肯分組表

Duncan Grouping	平均數	N	ATTACK
A	6.250	8	主動攻擊
A	4.250	8	撥擋刺
A	3.875	8	時間差攻擊
B	0.375	8	同時攻擊

四、敗部選手攻擊戰術差異分析

若以8名敗部選手進行攻擊戰術分析，發現敗部選手的攻擊戰術亦達顯著差異水準 ($p < .0003$)，詳如表4-14。再以鄧肯事後檢定發現，主動攻擊、撥擋刺等二種戰術並無顯著差異，而時間差攻擊相對於勝部選手得點偏低，同時攻擊得點亦相對減少許多（如表4-15）。

表4-14 敗部選手攻擊戰術差異ANOVA 分析表

變異來源	自由度	平方和	均方	F 值	p
組間	3	112.25	37.42	8.79*	.0003
組內	28	119.25	4.26		
總和	31	231.50			

* $p < .05$

表 4-15 敗部選手攻擊戰術差異鄧肯分組表

Duncan Grouping	平均數	N	ATTACK
A	5.125	8	主動攻擊
A B	3.500	8	撥擋刺
B C	1.750	8	時間差攻擊
C	0.125	8	同時攻擊

五、攻擊戰術與選手勝負差異分析

經由上述獲勝選手與落敗選手戰術分析發現最大的差異，在於獲勝選手除了採取積極攻擊戰術外，同時善用防禦性攻擊戰術。落敗選手亦採取積極攻擊戰術，但忽略了防禦性攻擊戰術。防禦性攻擊戰主略要包含撥擋刺與時間差攻擊兩種戰術，而撥擋刺為基礎防禦性戰術，從前述諸點分析可知，勝部與敗部選手差異不大，所以獲勝關鍵主要在時間差攻擊的戰術運用。為證實此一論點，本研究再度進行輸贏雙方選手個別戰術得點 t 檢定，結果發現勝、敗部選手的主動戰術、撥擋刺和同時攻擊皆未達顯著差異水準，這與前述推論結果相同，但時間差攻擊 t 檢定結果則有顯著差異 ($p < .0284$)，勝部選手的時間差攻擊得點平均為 3.875 分，敗戰選手的時間差攻擊得點平均僅為 1.75 分，所以獲勝關鍵主要在時間差攻擊的戰術運用得當。

六、小結

不同技擊競技運動因為規則不同，攻防戰術不一定相同，擊劍運動也是如此。本研究以具有攻擊權要求的鈍劍為研究劍種，分析獲勝主要關鍵戰術。擊劍的四種主要戰術為主動攻擊、撥擋刺、同時攻擊與時間差攻擊，其中主動攻擊與同時攻擊屬於積極性攻擊戰術，撥擋刺與時間差攻擊為防禦性攻擊戰術。經由統計檢定分析擊劍戰術對比賽勝負的影響，研究結果如下：

- (一) 攻擊戰術對比賽得點及勝負結果的確有顯著影響。若以總刺點分析，主動攻擊得 91 點，佔 45.5%，顯然可知無論勝敗結果如何，主動攻擊是最重要的戰術之一。
- (二) 變異數分析與鄧肯事後檢定與 t 檢定結果發現，雖然所有選手的主

要戰術皆以主動攻擊為主，但是勝負兩者間的主動攻擊戰術得點並無顯著差異，而得勝者之所以會贏得比賽最重要的關鍵並非在於主動攻擊，而是時間差攻擊的戰術運用得當。

(三) 本研究建議選手在初期攻擊戰術訓練應以主動攻擊為主要內容，再輔之以防禦性之「撥擋刺」、「時間差攻擊」訓練。

(四) 對於訓練有素的國際級選手而言，若欲贏得比賽，則「時間差攻擊」的戰術訓練是最重要的因素，也是平時訓練與臨場比賽時攻守戰術與策略運用的最佳指導原則。

第二節 人體工學在鈍劍劍身角度的設計應用

一、不同劍身角度對甩劍刺擊得點影響分析

不同劍身角度對於甩劍刺擊的影響中，以「個別課程」在移動步法中保持距離，5種不同劍身角度，加上五個模擬比賽的甩劍刺擊動作，實驗結果如表 4-16。8名受試者每人在 20 次甩劍中，統計其有效刺點（包括劍頭重量超過 500 公克及刺中有效目標肩膀及背後的有效區）。

表 4-16 甩劍刺擊動作的得點統計表 (N=8)

角度/受試者	A	B	C	D	E	F	G	H	平均數
3 度	13	4	12	8	19	15	17	14	12.750
12 度	17	12	17	12	17	11	18	14	14.750
6 度	13	12	16	12	18	14	11	17	14.125
15 度	18	15	18	11	14	13	15	18	15.250
9 度	16	17	16	12	19	14	16	15	15.625

上述得點以 SAS 6.12 版統計軟體進行變異數分析，F 值為 2.88 ($p < .0116$) 達顯著差異水準，亦即不同劍身角度對於甩劍刺擊得分有顯著差異，如表 4-17。

表 4-17 甩劍刺擊與劍身角度的變異數差異 ANOVA 分析表

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	p
Model	11	203.95	18.54	2.88*	.0116
Error	28	180.05	6.43		
Corrected Total	39	384.00			

* $p < .05$

進一步以鄧肯 (Duncan) 分組檢定分析發現，編號 5 號劍 (劍身角度 9 度) 在鄧肯分組屬於 A 群組，其它編號 4 號 (劍身角度 15 度)、2 號 (劍身角度 12 度)、3 號 (劍身角度 6 度) 在分組表介於 A、B 群組之間，1 號劍 (劍身角度 3 度) 在分組表的平均數為 B 群組 (如表 4-18)。

表4-18 不同劍身角度甩劍刺擊差異鄧肯分組表

Duncan Grouping	平均數	N	劍身角度
A	15.625	8	9°
A B	15.250	8	15°
A B	14.750	8	12°
A B	14.125	8	6°
B	12.750	8	3°

從鄧肯檢定分析，劍身角度愈大對於甩劍刺擊愈有正面的助益。甩劍的動作是種手腕轉向小指的運動，也就是手腕尺偏的運動，劍身下壓

角度加大，有助於減少尺偏的角度，對於肌力的維持將更持久，減緩疲勞的來臨。

二、不同劍身角度對甩劍刺擊準確度影響分析

本實驗設計一組牛皮表面的劍靶，受試者面對圓形的皮質靶練習刺擊，以了解不同劍身角度對於甩劍刺擊準確度是否有顯著影響，受試者實驗不同劍身角度的劍共五把，各做 20 次，總共 100 次。五組劍身不同角度的準確度得點如表 4-19。

表 4-19 準確度得點統計表 (N=8)

角度/受試者.	A	B	C	D	E	F	G	H	平均數
3 度	53	49	45	39	35	22	43	43	41.125
12 度	47	49	40	45	42	33	39	44	42.375
6 度	60	44	47	45	40	38	44	51	46.125
15 度	58	50	47	43	48	35	46	49	47.000
9 度	63	53	40	46	44	36	43	49	46.750

每次刺擊動作最高得分為 3 分，依序為 2 分、1 分和 0 分，每一把不同角度的劍最高得分為 60 分。從表 4-19 發現，角度 15 度的劍準確度最高，15 度的劍在實驗劍身角度當中為最大，9 度和 6 度的劍有較佳的準確度表現，12 度劍的準確度落在 15 度、6 度、9 度之後。

表 4-20 不同劍身角度對刺擊準確度影響之變異數差異分析

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	p
Mode	11	797.23	163.38	12.31*	.0001
Error	28	371.55	13.27		
Corrected Total	39	2168.78			

*p < .05

以變異數 ANOVA 分析後，F 值為 12.31 ($p < .0001$) 達到非常顯著差異 (表 4-20)，研究發現，除了 12 度劍，其它角度越大的劍平均數就越高，而以 15 度的劍準確度最高。但高於 15 度的劍是否也循模式，準確度也隨角度增加而增加，爾後可再研究。

表 4-21 不同劍身角度對甩劍刺擊準確度影響鄧肯分組表

Duncan Grouping	平均數	N	劍身角度
A	47.000	8	15 °
A	46.750	8	9 °
A	46.125	8	6 °
B	42.375	8	12 °
B	41.125	8	3 °

再以鄧肯 (Duncan) 事後檢定分析，雖然 15 度的劍平均數最高。但是，15 度、9 度、6 度準確度在所有劍身角度中同屬於 A 群組，平均數最高，12 度、3 度在檢定分組表中屬於 B 群組 (如表 4-21)。

三、不同劍身角度甩劍刺擊整體滿意度分析

對於一位有經驗的選手而言，適當劍身角度是非常重要的。受試者在做完每一把不同角度的甩劍刺擊後，針對下列五點以李克特式五分量表，受試者主觀表達以下五題滿意度：

- (一) 用劍的感覺 (劍握在手上的感覺)
- (二) 手腕手指的疲勞度 (是否需要很用力)

- (三) 落點的一致性 (預期的落點與實際的落點)
- (四) 手臂及手腕的自然性 (不用特別製造手臂或手腕的角度)
- (五) 整體理想滿意度

表 4-22 不同劍身角度的主觀式理想滿意度得分統計表

角度/受試	A	B	C	D	E	F	G	H	平均數
3 度	14	9	15	10	7	9	13	10	10.875
12 度	17	15	16	13	13	8	8	15	13.125
6 度	13	17	15	16	13	17	16	18	15.625
15 度	17	19	18	9	20	21	19	22	18.125
9 度	10	19	18	8	20	25	17	19	17.000

8 名受試者做完甩劍刺擊動作並填寫滿意度評量後，統計如表 4-22。整體而言，受試者對 15 度劍身的滿意度最高，依序為 9 度、6 度、12 度、3 度。以 SAS 6.12 變異數分析後，F 值為 2.63 ($p < .0189$) 也達到非常顯著水準，也就是受試者對於不同角度的劍的主觀滿意知覺有顯著差異 (表 4-23)。

表 4-23 不同劍身角度的主觀式理想滿意度變異數 ANOVA 分析表

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	p
Model	11	388.50	35.32	2.63*	.0189
Error	28	375.40	13.41		
Corrected Total	39	763.90			

* $p < .05$

再以鄧肯事後檢定分析 (參考表 4-24)，15 度滿意知覺度平均數最

高，為唯一A群組；9度、6度的平均數介於A、B之間，受試者反應出劍身的角度越大(本研究劍身最大角度為15度)越喜歡，整體滿意度越高，此點值得我們討論。

表4-24 不同劍身角度的主觀式滿意知覺鄧肯分組表

Duncan Grouping	平均數	N	劍身角度
A	18.125	8	15°
A B	17.000	8	9°
A B	15.625	8	6°
B C	13.125	8	12°
C	10.875	8	3°

四、小結

綜合總得點、準確度和選手整體滿意度，依序說明及小結如下：

- (一) 總得點：不同劍身角度對於甩劍刺擊得分有極顯著差異，其中以9度的劍平均數最高。其次為15度、12度、6度。
- (二) 準確度：不同劍身角度與刺擊的準確度有非常顯著差異，其中以劍身角度15度、9度、6度平均數最高。
- (三) 整體滿意度：劍身角度15度的整體滿意度平均數最高；其次為9度、6度的劍。

本研究中9度劍在甩劍刺擊得分及準確度兩項實驗中，平均成績都是獲得最高分，因此對於競賽選手應能提供最佳的運動績效。然而15度是受試者整體滿意度最理想的角度，推測原因為下壓角度大，尺偏的動作減小，省力不易疲勞是主要原因。對於選手長時間的訓練應能提供省力、預防手腕運動傷害。

因此從人體工學研究的觀點來看，兼顧運動績效與運動安全兩者的考量下，9度劍應是最佳的選擇。

第五章 結論與建議

第一節 結論

運動績效不外乎就是「提昇競技運動成績」以及「預防運動傷害的發生」，運動傷害對運動選手來說，是運動生涯的致命殺手，運動傷害除了阻礙運動選手正常的訓練計劃外，對於傷後的比賽或練習，傷害的陰影在心理上或多或少都會造成訓練或比賽的障礙或壓力。

擊劍是一種開放性的運動，也就是在比賽當中約有 90%以上都是在隨機當中發揮，當然包括攻擊或是防守的動作時機都是如此。因此，擊劍選手的訓練不再只是技術的訓練，戰術更是訓練的重要一環。所謂「三分腳步，一分手部加上六分智慧」，六分智慧就是指戰術的訓練。在世界杯的戰術檢定，不管勝負的選手的得點與攻擊戰術（主動攻擊、撥擋刺、時間差攻擊和同時攻擊）都達到顯著差異，我們發現一個國際級的選手在主動攻擊都是必備的條件，也就是每一位選手攻擊得分的技術都是一流的。好的選手最後獲得勝利的關鍵就是主動攻擊加上時間差攻擊（counter attack），這對於選手爾後參與國際比賽的戰術使用，以及教練在訓練計劃的擬定將有很大的貢獻。

主動攻擊需要的就是速度，快速的身體位移需要良好體力與肌力，尤其是腿部的肌力。不管在銳劍或鈍劍的比賽，長刺動作都是很重要的攻擊腳步。比賽刺擊一點最多要做到 30-50 個長刺動作，長刺動作對於踝關節、髌關節、膝關節和腿部的傷害很大。這與本研究對國內擊劍選手所做運動傷害調查的結果，前四項都是腿部以下的傷害不謀而合。手腕的運動傷害，在國內擊劍選手的運動調查中，腰部以上受傷最多的部位，而且一半以上都造成了累積性傷害。

劍尖的刺擊、準確度需要手腕控制拇指與食指的運劍，本研究以人

體工學(人因工程)的角度，深入探討鈍劍劍身角度的問題。研究發現，劍身的適當角度對於有效得點以及準確度都有顯著差異，對於選手的整體滿意度也有顯著差異。因此，劍身最佳角度的取得，對選手的勝負會有正面的影響；對劍感覺滿意，選手在心理方面的信任與安全感，對於爭取比賽勝利也會有正面的助益。這對於國內教練及選手而言，平時很少去注意的問題，卻是提昇選手運動績效的重要因素。更重要的是預防運動傷害的發生，由於尺偏角度的減少，正中神經被壓迫的機會就減少，腕道症候群（CTS）等累積性傷害的發生的機會就變小。

第二節 建議

本研究主要著重在最佳角度的分析，對於握把形狀、手套材質的影響以及握力時的 EMG 都有待進一步的研究。因此，建議未來研究的方向如下：

- 一、根據文獻，戴上不同材質的手套，手腕握力會比不戴手套時減少許多。因此改善擊劍專用皮質手套的功用除了避免刺、砍受傷以外，對於握力大小及耐疲勞度是否有幫助，可再進一步研究。
- 二、就一般工具而言，不同握把會影響手部的意志握力最大強度以及疲勞程度。但鈍劍的握把是否亦具有相同傾向？仍有待研究。鈍劍防守時手腕的內轉和外轉用力肌肉的 EMG，以及內轉和外轉之後的甩劍刺擊對手腕的影響將亦是日後研究的計劃。
- 三、瞬間甩劍的最大角度與手腕尺偏對運動傷害的影響程度研究。
- 四、延伸 15 度以上劍身角度對於準確度和甩劍刺擊的影響度。



參考文獻

- 王三財、相子元 (民 86)。擊劍運動長刺動作之反應及力量探討。體育學報，22，363-374。
- 王崇禮 (民 82)。足踝生物力學研究，未出版之國立臺灣大學臨床醫學研究所碩士論文，臺北。
- 中國國家體育委員會四司擊劍處 (1989)。鈍劍基本技術。北京：北京體育學院。
- 中國國家體育委員會四司擊劍處 (1991)。擊劍教材。北京：北京體育學院。
- 中國國家體育委員會四司擊劍處 (1992)。擊劍。北京：北京體育學院。
- 中國國家體育委員會四司擊劍處 (1996)。擊劍。北京：北京體育學院。
- 白玲、羅平北譯 (1997)。國際擊劍聯合會比賽規則。北京：中國擊劍協會。
- 任宛吉吉 (民 86)。髕股骨關節之生物力學。未出版之國立成功大學醫學工程研究所碩士論文，臺南。
- 朱嘉偉 (民 87)。功能性足部輔具之生物力學評估。未出版之國立中原大學醫學工程學系碩士論文，桃園。
- 李開偉 (民 88)。人因工程-基礎與應用。臺北：全華科技圖書股份有限公司。
- 邱玉惠、王三財 (民 88)。擊劍長刺動作之生物力學分析。大專體育學刊，1，115-130。
- 林永昇等 (1999)。花劍防守還擊制勝法。北京：亞太國際出版有限公司。
- 相子元、陳俊忠 (民 84)。技擊運動上半身攻擊動作之反應及力量探討。中華民國體育學會學報，20，

269-280。

姚南光 (民 79)。 髕股骨間關節機轉之生物力學分析及其電腦手術模擬。未出版之國立成功大學醫學工程研究所碩士論文，臺南。

張志凌 (民 84)。銳劍攻擊戰術的研究與分析。 樹德學報， 16， 451-489。

許勝雄、吳水丕、彭游譯 (民 87)。 人因工程-工程設計之人性因素 (上、下冊)。臺中：滄海書局。

曾永輝 (民 81)。 腰椎生物力學模式研究。未出版之國立臺灣大學臨床醫學研究所碩士論文，臺北。

劉昭晴、相子元 (民 88)。跆拳道比賽男、女得分動作之成績分析。 中華體育， 11， 88-96。

鍾瑞璋 (民 74)。 前十字韌帶的等長與非等長位置，未出版之國立成功大學工程科學研究所碩士論文，臺南。

蔡明志、江界山、陳鴻雁 (民 87)。女子跆拳道選手各類攻擊動作型態之攻擊率、得分率及成功率分析。 大專體育， 37， 75-82。

Alaux, M. (1975). Modern fencing. New York: Scribner's Sons.

Atkintson, G., & Brunskill, A. (2000). Pacing strategies during a cycling time trial with simulated headwinds and tailwinds. Journal of Ergonomics, 43(10), 1449-1460.

Baumann, W. (1981). On mechanical loads on the human body during sports activities. In R. C. Nelson (Ed.), Biomechanics VI (pp. 77-86). Baltimore: University Park Press.

Bower, M. (1985). Foil fencing. Dubuque : Wm. C. Brown.

- Bunc, V., Segetova, J., & Safarikova, L. (2000). Walking in visually handicapped children and its energy cost. Journal of Ergonomics, 43(10), 1571-1577.
- Cavanagh, P., & Lafortune, M. (1980). Ground reaction forces in distance running. Journal of Biomechanics, 13, 397-406.
- Emanuel, J., Mills, S., & Bennett, J. (1980). In search of a better handle, Proceedings of the Symposium: Human Factors and Industrial Design in Consumer Products. Medford, MA: Tufts University.
- Knowlton, R., & Gilbert, J. (1983). Ulnar deviation and short-term strength reductions as affected by a curve-handled ripping hammer and a conventional claw hammer. Ergonomics, 26, 173-179.
- Krohn, R., & Konz, S. (1982). Bent hammer handles. Proceedings of the Human Factors Society Annual Meeting, 26, USA, 413-417.
- Lukovich, I. (1971). Electric foil fencing. Budapest: Corvina.
- Lukovich, I. (1975). Fencing. Budapest: Corvina.
- Manley, A. (1985). Complete fencing. London: Robert Hale.
- Moyer, J., & Konin, J. (1992). An overview of fencing injuries. American Fencing, 42, 25.
- Munro, C., Miller, D., & Fuglewand, A. (1987). Ground reaction forces in running: A re-examination. Journal of Biomechanics, 20, 147-155.
- Nigg, B. M., Denoth, J., & Neukomm, P. A. (1981).

- Quantifying the load on the human body: problems and some possible solutions. In R. C. Nelson (Ed.), Biomechanics VI (pp. 88-99). Baltimore: University Park Press.
- Nyilas, T. (1971). Encyclopedia of sport sciences and medicine. New York: Macmillan.
- Purvis, A. J., & Cable, N. T.(2000). The effects of phase control materials on hand skin temperature within gloves of soccer goalkeepers. Journal of Ergonomics, 43(10), 1480-1488.
- Reilly, T., & Greeves, J. (2000). Sports, leisure and ergonomics: The Olympic. Journal of Ergonomics, 43(10), 1447-1448.
- Sanders M. S., & McCormick E. J. (1993). Human factors in engineering and design (7th ed.). Singapore: Mcgraw-Hill.
- Schoenmarklin, R., & Marras, W. (1989a). Effect of handle angle and work orientation on hammering: I. Wrist motion and hammering performance. Human factors, 31(4), 397-411.
- Schoenmarklin, R., & Marras, W. (1989b). Effect of handle angle and work orientation on hammering: II. Muscle fatigue and subjective ratings of body discomfort. Human Factors, 31(4),413-420.
- Terrell, R., & Purswell, J. (1976). The influence of forearm and wrist orientation on static grip strength as a design criterion for hand tools. Proceedings of

the Human Factors Society Annual Meeting, USA,
20, 28-32.

Tichauer, E. (1976). Ergonomics: The state of the art.
American Industrial Hygiene Association Journal,
28, 105-116.

Tucker, C. (1990). The mechanics of sports injuries.
Boston: Blackwell Scientific.