

國立臺灣體育大學(臺中)競技運動學系
碩士學位論文

後蹬腳角度對擊劍長刺影響之研究

THE EFFECTS OF REAR FOOT ANGLE ON LUNGE IN
FENCING



研究生：蔣來福 撰

指導教授：沈易利 教授

中華民國 98 年 6 月

論文名稱：後蹬腳角度對擊劍長刺影響之研究

總頁數：71 頁

院校組別：國立臺灣體育大學（臺中）競技運動學系暨碩士班

畢業時間及提要別：九十七學年度第二學期碩士學位論文提要

研究生：蔣來福

指導教授：沈易利 教授

中文摘要

本研究目的旨在探討擊劍長刺動作不同後蹬腳角度（75°、90°、105°）之刺擊準確度、運動學與動力學的特徵及差異分析，以國家代表隊及全國運動會前三名之男子鈍劍及銳劍共 8 名選手為研究對象，各受試者須連結電審器並以三種不同後蹬腳角度站在 KISTLER 測力板完成長刺動作，使用 VICON MX-F40 動作分析系統同步擷取與收集各項力學參數，所得資料以描述性統計與單因子變異數分析檢定處理。經由分析研究結果後，獲得以下結論：一、在刺擊準確度方面達到顯著差異 ($p < .05$)，以 75° 之準確度顯著高於 90° 與 105°，受到心理狀態的影響下，優秀擊劍選手認為在 75° 下做長刺動作較為舒適亦容易推蹬，進而造成準確度有所差異；二、在運動學方面，不同後蹬腳角度之動作時間、最大劍速度與主要關節最大速度出現時間皆未達顯著差異；三、在動力學方面，不同後蹬腳角度之最大地面反作用力與衝量均無顯著差異。就整體表現而言，本研究顯示 90° 後蹬腳角度之長刺動作為最佳，因此在日常的教學實務及訓練，須養成選手良好的習慣並建立正確的動作觀念。

關鍵詞：後蹬腳角度、長刺、擊劍

Title of thesis: The Effects of Rear Foot Angle on Lunge in Fencing.

Name of Institute: Athletics Department & Graduate School of National Taiwan Sport
University, Taichung.

Graduate date: June 2009

Degree Conferred: M.P.E

Name of student: Chiang, Lai-Fu

Adviser: Shen, Yi-Li

Abstract

The purpose of this study is to analyze the variation in accuracy, kinematics, and kinetics characteristics resulting from the combination of different rear foot angles (75°,90°,105°) in fencing. Eight foil and epee fencers from national team and top three players from the national games were observed. Fencers were connected with the fencing machine and, according to the three different rear foot angles, stand on the KISTLER force-plate to accomplish lunge motions. VICON MX-F40 motion synchronism analysis system was used to obtain and collect each mechanics parameter. Data Analysis method by descriptive statistics and one-way ANOVA were processed. Research results showed: first, accuracy technique was significantly different in the different angles ($p<.05$), with 75° having the best performance compare to the other angles. The variation in accuracy is probably because of psychological influence, where fencers consider comfortable and easy push tread on 75°. Second, in the kinematics, motion time, maximum sword velocity, and main joints maximum velocity appear time of different rear foot angles were not significantly different. Third, in the kinetics, maximum ground counterforce and impulse of different rear foot angles were not significantly different. Whole display on this study show that 90° lunge motion of rear foot angle is optimum. For this reason, in teaching or training task, fencers need to cultivate fine habit and establish correct motion concept.

Key words: rear foot angle, lunge, fencing

謝 誌

本論文承蒙指導教授—沈易利教授，多年以來的悉心指導及鞭策教誨，使學生得以在教與學的訊息回饋中得到各方觀念之啟發與成長，讓學生受益匪淺，銘感在心，永誌難忘。論文亦承蒙修平技術學院—張志凌教授、國立臺灣體育大學（臺中）競技運動學系—張立羣教授之批閱斧正，特置卷首，敬申謝意。

在研究所期間，初撰寫本論文時，仍然不敢相信自已可以完成這項艱鉅的任務，正當步履闌珊且忙的焦頭爛額之時，猛然回首後突然發現，我已著手開始寫下並紀錄這歷史性的一頁，看到論文完成後，澎湃的心裡不免對自己感到驕傲與肯定，但內心深處卻有一陣空虛和落寞，頓時停下腳步靜靜沉澱自己，才回憶起當初的堅持及努力永遠不可抹滅，往後也將不會白費。而對於可以如期完成論文，乃是受惠於許多人的幫助、支持與鼓勵，首先要感謝碩士班導師—吳昇光教授不斷的引導之下，對於學術研究的知識增長，更能瞭解追求學問與研究的方法及態度、競技運動學系之母—莊艷惠教授的諄諄教誨及提醒，使學生在學業上如沐春風、學務長—趙榮瑞教授在教學時之激勵、總務長—林房儂教授的統計之解答、專任教師—方世華教授於教學討論時熱心的提供寶貴的建議、擊劍教練—林炳宏教練不時給予督促，學生受用無窮，育我良多，不勝感激。

另外，感謝陳重佑博士無私的借用生物力學實驗室與相關器材，並特別感謝同窗偉勳、世錫、家偉在實驗硬體與軟體的操作及實驗數據蒐集的熱心協助、思嚴在資料方面的補充、恩佩對英摘的修正、佩欣學姐在行政業務的處理，並再次感謝所有參與實驗研究之擊劍受試者及隊員，不辭辛勞與不求回報的精神配合實驗的進行，其態度是值得嘉許，也是我學習的楷模，有賴於您們的鼎力相助，方能使本研究實驗更加充實、完善與順利。再來要感謝的是我深愛的幕後推手兼女友—雪枝，在大學、研究所期間的悉心呵護之下，當我遇到困境及面對難題時，都能迎刃而解，給予莫大的關懷，陪伴我渡過最艱辛的時刻，留下最難忘、美好的記憶，同時對於曾經關心過我的人，在此一併致上最誠摯之感謝。

最後，僅以本論文獻給我最尊敬的叔叔—蔣家財先生與最敬愛的父親—蔣家發先生，給予背後默默的提攜與栽培，讓我無後顧之憂全心全意追求學問並完成此論文，沒有您們無悔的付出，就不能成就今日的我，在此特別獻上最深摯的謝意給我最親愛的家人，期盼能將此份喜悅與榮耀跟大家一同分享。

蔣來福 謹誌

中華民國九十八年六月於

國立臺灣體育大學（臺中）競技運動學系暨碩士班

目 錄

中文摘要	I
英文摘要	II
謝 誌	III
目 錄	IV
表目錄	VI
圖目錄	VII
第壹章 緒論	1
第一節 研究背景	1
第二節 研究動機	3
第三節 研究目的	6
第四節 研究假設	6
第五節 研究範圍	7
第六節 研究限制	7
第七節 名詞解釋與操作性定義	8
第貳章 文獻探討	11
第一節 擊劍運動之相關性研究	11
第二節 擊劍力學分析之相關性研究	17
第三節 動力鏈在運動表現上之相關性研究	21
第四節 各類運動不同姿勢與角度之相關性研究	23
第參章 研究方法與步驟	29
第一節 實驗設計	29
第二節 實驗儀器與設備	30

第三節	研究步驟與流程	33
第四節	研究對象	36
第五節	研究時間與地點	37
第六節	場地佈置	37
第七節	資料處理與統計分析	38
第肆章	結果與討論	40
第一節	準確度之分析	40
第二節	運動學之特徵	42
第三節	動力學之特徵	47
第四節	主觀問卷調查結果	52
第五節	綜合討論	53
第伍章	結論與建議	59
第一節	結論	59
第二節	建議	60
參考文獻	.....	61
中文部份	.....	61
外文部份	.....	65
附錄		
附錄一	.....	68
附錄二	.....	69
附錄三	.....	70
附錄四	.....	70
附錄五	.....	71

表目錄

表 3-1	受試者基本資料表	36
表 4-1	不同後蹬腳角度之準確度表	40
表 4-2	不同後蹬腳角度準確度變異數分析表	41
表 4-3	準確度 DUNCAN 事後檢定摘要表	41
表 4-4	不同後蹬腳角度在各動作期之動作時間表	42
表 4-5	不同後蹬腳角度動作時間分期變異數分析表	43
表 4-6	不同後蹬腳角度在各動作期之最大劍速度表	44
表 4-7	不同後蹬腳角度合速度分期變異數分析表	44
表 4-8	不同後蹬腳角度之各關節最大速度出現時間表	45
表 4-9	不同後蹬腳角度之各關節最大速度變異數分析表 ..	46
表 4-10	不同後蹬腳角度最大地面反作用力及衝量表	50
表 4-11	不同後蹬腳角度最大地面反作用力變異數分析表	51
表 4-12	不同後蹬腳角度衝量變異數分析表	52
表 4-13	不同後蹬腳角度主觀問卷所佔人數表	53

圖目錄

圖 1-1	後蹬腳角度示意圖	9
圖 1-2	長刺關鍵時相與動作階段圖	10
圖 3-1	人形劍靶	30
圖 3-2	擊劍電審器	31
圖 3-3	捲線器	31
圖 3-4	VICON MX-F40 動作分析系統之紅外線攝影機	32
圖 3-5	T 型動態校正器	32
圖 3-6	L 型靜態校正支架一座	32
圖 3-7	反光球放置圖	32
圖 3-8	KISTLER 測力板	33
圖 3-9	MX 遠端監控硬碟機	33
圖 3-10	實驗流程圖	35
圖 3-11	場地佈置圖	37
圖 4-3	擊劍長刺過程不同後蹬腳角度之前後方向地面反作用力曲線圖 (受試者 B)	48
圖 4-4	擊劍長刺過程不同後蹬腳角度之左右方向地面反作用力曲線圖 (受試者 B)	48
圖 4-5	擊劍長刺過程不同後蹬腳角度之垂直方向地面反作用力曲線圖 (受試者 B)	49

第壹章 緒論

第一節 研究背景

擊劍可分為鈍劍、銳劍及軍刀三種不同項目，在 1896 年第一屆奧運會列為正式項目，當時只有軍刀和鈍劍，1900 年法國巴黎奧運才加入銳劍（俞繼英，2001）。擊劍運動自 1913 年在法國巴黎成立了國際擊劍聯合會（Federation Internationale d'Escrime；FIE），特別是在第二次世界大戰以後，現代擊劍運動在技術和戰術上有了較快的發展，尤其是擊劍運動進入了 90 年代之後，經由自然科學研究成果對體育的滲透，導致了擊劍在訓練方法、選材，以及器材設備等方面有了更大的革新（趙傳杰，2000）。臺灣 1957 年經由港僑洪克圖、李光明於臺灣大學傳授擊劍，之後由旅日華僑名劍手翁貞雄於 1969 年贈送劍具使之推廣，初期設定以大專院校為主要推展目標，至此，臺灣擊劍運動才慢慢發展並向外推展開來（溫華昇，2000）。

擊劍運動是一項歷史悠久的傳統體育項目，就競技動作形態而言，擊劍是由雙方運動員手持鋼劍，頭戴面罩，身穿擊劍服，在專門的劍道上，按統一的規則，以對手身體上的有效部位為攻擊目標，用刺或劈的動作方法進行攻防格鬥的競技運動（國家體委擊劍編寫組，1996）。由於擊劍比賽過程中，運動員大部分的動作都是在快速對抗中完成的，因此運動員對於進攻或防守距離的判斷、時間分配、速度與節奏感調控的綜合能力是取勝的重要因素，這種綜合的調控能力就是擊劍運動員競技能力的具體表現形式之一（周成林、劉微

娜、任莉敏，2007)。由於擊劍運動的演變相當快速，特別是電子審判儀器的出現，使得比賽更趨於公平，加上技術、戰術不斷的去蕪存菁，更融合運動科學的訓練，使擊劍運動產生一種新的風貌（邱玉惠、王三財，1999）。

在技術方面，擊劍是在對抗過程中完成，具有開放性、多元性和變異組合性的特點，運動員必須根據場上的變化情況，不斷調整自己的動作，快速的採取相應的動作方法（付全，2005）。在擊劍動作技術分析的相關研究文獻中，學者均指出長刺動作在比賽中是一個重要的攻擊腳步，同時也是在多數攻擊中，屬於較能有效得分的動作（王三財、相子元，1997；王三財，2000；王三財、邱玉惠，2002；Hassan & Klauck, 1998；Lin, 2004）。

在戰術方面，擊劍運動具有預見性、隱蔽性和靈活性等特點，選手要善於隱蔽自己的真實意圖和打法，並能根據場上情況靈活應變，方能確保獲得最後勝利，因此，擊劍運動也被譽為是速度與智慧的競賽（付全，2005）。在多數研究擊劍戰術的相關文獻中，更可以發現長刺動作的重要性，不論是速度、距離、時間及運用次數，都是以長刺動作為最佳（張志凌，1995；張志凌、林房儻，2001；溫華昇，2004）。

Margonato, Roi, Cerizza, 與 Galdabino (1994) 探討等長肌力收縮的運動過程中，對於慣用手與非慣用手之差別並發現因擊劍運動在動作過程，有所謂不能對換的特性，而此特性之所以會有肌力的差別是在於訓練的年數以及技巧使用的關係，所以在日常訓練時，就要加強特殊技巧的肌力使用。此外 Geil (2002) 指出擊劍所產生不能對換的運動特性，在前進與後退時，負荷特徵上有很大的不同。因此，擊劍運動

員對於長刺動作主要訓練的條件包括：肌力、速度、耐力、柔軟和敏捷性，尤其是針對手腕、手臂、腰及腿等部位（國家體委擊劍編寫組，1996）。然而，在實際的運動場上，如何透過科學化的訓練方法去計劃、執行，達到事半功倍的效果，以利擊劍運動員能充分發揮身體能力，進而去達到高水準運動表現，對於現代擊劍運動來看，這是相當重要、迫切的課題。

第二節 研究動機

由於運動生物力學是實踐性很強的一門學科，它應用現代科技技術，能在不影響運動員正常訓練和比賽的情況下，客觀記錄運動員的技術並能將研究結果快速反饋給教練和運動員參考，並能給予教練與運動員研究上的回饋（體育學院通用教材，1994）。目前針對擊劍長刺動作所進行的實證性研究（王三財、相子元，1997；邱玉惠、王三財，1999；周繼和等，1994；Geil, 2002; Hassan & Klauck, 1998）指出個別最佳長刺動作可以透過運動學與動力學參數、自我感覺評量加以分析評估。然而，先前的研究文獻中，對於長刺動作模式與力量表現仍缺少較完整的討論。研究者認為對於實戰攻擊的身體動作次序及下肢動作等做深入的探究，不僅可作為技巧學習的依據，未來更可呈現出有系統而量化的數據可供教練與選手參考。因此，針對擊劍運動特性進行評估及探討何種角度下才能做出適當長刺動作來進行訓練與比賽，達到最佳運動表現，乃為研究動機之一。

Bower (1985) 指出長刺能迅速縮短距離去刺擊對手，也可以快速回復成起勢 (on guard) 的姿勢，準備再次的攻擊或防守，同時也是攻擊的基本動作之一。王三財與相子元 (1997)；邱玉惠與王三財 (1999) 等研究指出擊劍長刺動作的平均速度與後腿推蹬水平力達到顯著差異，亦即作用力越大速度越快。另外，長刺的後腿水平力與垂直力達顯著正相關，因此影響推蹬力除了摩擦力以外，即為推蹬角度。長刺動作主要是從起勢來發動，經由後腳的推蹬力量，以及前導腳向前踢跨步來完成長刺動作。然而，筆者從事訓練實務時發現，選手的實戰準備姿勢中，後腳擺放的角度因人而異，經過詢問之下，大部份選手都是以個人舒適度與習慣方式為主要優先考慮的條件 (大於或小於 90°)。由此可見，多數的擊劍選手都還不能以較客觀的評估方式，去尋找出實戰準備姿勢的最佳推蹬角度。另外，部分擊劍相關書籍 (國家體委擊劍編寫組，1996；Evangelista, 1996；Garret, Kaidanov, & Pezza, 1999) 都只有提到後腳擺放角度建議是 90° ，並沒有再進一步說明原因，因此，本文將探討何種實戰姿勢的後蹬腳角度，才能有利於做出符合高經濟效率的長刺動作並作為研究之方向，此為動機之二。

近幾年來，自從國際擊劍總會 (FIE) 對競賽規則與擊劍電審器做了重大修改後，使比賽引起了快節奏、短距離等一系列重要的交鋒變化。沈易利 (2006) 研究擊劍電審器對鈍劍攻擊的分析並指出電審器的修改對擊劍運動的技術、戰術等層面均有深遠的影響。由於擊劍運動是運用技、戰術的奇正交鋒變化去創造時機，在有效的距離與時間內刺中對手達到得分的目的，因順應規則的修改，所以更加講求快速、準確

及有效的得分方式。Guizani 等 (2006) 指出擊劍在整個比賽和體驗上都必須盡最大的努力，同時也需要快速且準確的動作做為決定的要素，且擊劍運動員會在這資訊過程中，增加身體的調節及注意的能力，而非擊劍運動員卻無法相比，由此可知，準確度的刺擊動作是不可或缺的。在過去研究文獻中發現，為提升擊劍運動的績效與減少傷害的發生情況下，都是結合準確度的方法來加以驗證(張志凌、林房儻，2003；張志凌，2006；張志凌、林房儻，2006)。因此，長刺動作的後蹬腳角度會對刺擊準確度造成何種影響，此為研究動機之三。

綜合以上所述，針對擊劍長刺動作特性之相關性研究文獻到目前為止仍屬缺乏，且都未能提供擊劍教練在準備姿勢與動作指導上有參考的依據。有鑑於此，本研究擬透過運動生物力學分析，參考劉玉仁與邱宏達(2006)針對高爾夫選手在揮桿過程中，不同右腳站姿之開放角度分別以 15° 的差別，比較下肢地面反作用力之差異，結合擊劍實戰姿勢之後蹬腳角度模式(以垂直角度 90° 為基準，亦即後蹬腳向前 75° 為閉鎖角度、 90° 為垂直角度、往後 105° 為開放角度，共三種不同後蹬腳角度) 站立時，比較後蹬腳在不同角度下，擊劍長刺之刺擊準確度，是否有不同的表現；並針對擊劍運動特性進行運動學與動力學相關參數之探討，使選手與教練藉以分析出運動技術的優劣，進而改善、尋找最佳運動技能的方法，讓擊劍領域的發展能步入科學化時代，使國內競技水平向上提升，並在國際舞台有所表現。期望本文之研究成果，能對國內擊劍運動有所助益。

第三節 研究目的

本研究目的為透過擊劍長刺動作，施予實戰姿勢後腳在75°、90°、105°之不同後蹬腳角度的差異，比較刺擊準確度之影響，進行運動學和動力學各項參數探討，並將所得其結果於往後能提供選手與教練作為指導參考依據。

具體目的如下：

一、技術性方面

刺擊準確度以何種角度最佳，是否具顯著差異。

二、運動學方面

(一) 在動作時間、最大劍速度方面是否具顯著差異，以何種角度為適合於長刺。

(二) 持劍手與前導腳主要關節最大速度出現之時間順序。

三、動力學方面

後蹬腳地面反作用力：包括前後、左右與垂直方向之最大力量與衝量以何者為佳，是否具顯著差異。

四、將本研究結果提供擊劍教練作為訓練之參考。

第四節 研究假設

本研究假設擊劍選手做長刺攻擊動作，分別以實戰姿勢之不同後蹬腳角度加以分析，其在：

一、不同後蹬腳角度對刺擊準確度上有顯著差異。

二、不同後蹬腳角度對動作時間上有顯著差異。

三、不同後蹬腳角度對最大劍速度有顯著差異。

四、不同後蹬腳角度對各關節最大速度出現之時間順序有顯著差異。

五、不同後蹬腳角度對地面反作用力上有顯著差異。

第五節 研究範圍

本研究以國立臺灣體育大學(臺中)擊劍隊，曾獲選為國家擊劍代表隊及全國運動會前三名之男子鈍劍及銳劍共八名選手為受試者，針對選手後蹬腳角度的動作差異，比較刺擊準確度並蒐集長刺動作過程中準備動作期與主要動作期的運動學與動力學等資料為主要研究之範圍，其他動作則不在本研究範圍內。

第六節 研究限制

一、由於實驗儀器的受限，本研究無法在實際比賽中進行研究測試，為取得精確研究資料，只能在實驗室內進行並模擬比賽情境，因此與實際比賽的情況會有些差異。

二、本研究以鈍劍、銳劍選手為研究對象，不考慮軍刀選手，因軍刀以砍、劈的攻擊動作為主，較缺乏刺擊性的動作。

三、不同受試者可能因個人學習經驗與動作協調能力等不同因素而產生不盡相同之動作型態，本研究旨在探討後腳不同推蹬角度下對準確度、運動學與動力學各項參數之影響，以實際量測之資料加以說明其動作模式，不同受

試者之個別技術動作差異無法加以控制。

第七節 名詞解釋與操作性定義

一、擊劍(Fencing)

體育運動項目之一，起源於歐洲，由古代決鬥演變而來。運動員穿戴擊劍服裝和護具，在擊劍場上以一手持劍相互刺擊，且有多種進攻技術和防守技術，並在規則許可的範圍內運用各種戰術取勝，比賽項目分為鈍劍、銳劍、軍刀三種（陳安槐、陳蔭生，2000）。

二、長刺(Lunge)

擊劍運動技術名詞，是擊劍技術中最基本的進攻步法。姿勢為前腳屈成直角，後腿挺直成弓步，特點是進攻速度快，回收迅速，便於運用各種進攻技術。用於進攻時，須先伸出手臂，劍尖威脅對方有效部位，然後出腳，由慢加快向前攻擊（陳安槐、陳蔭生，2000）。

三、後蹬腳角度(Rear foot angle)

本研究以後蹬腳 90°垂直於前擺動腳為平行角度，向內 75°為閉鎖角度，向外 105°則為開放角度。如圖 1-1。

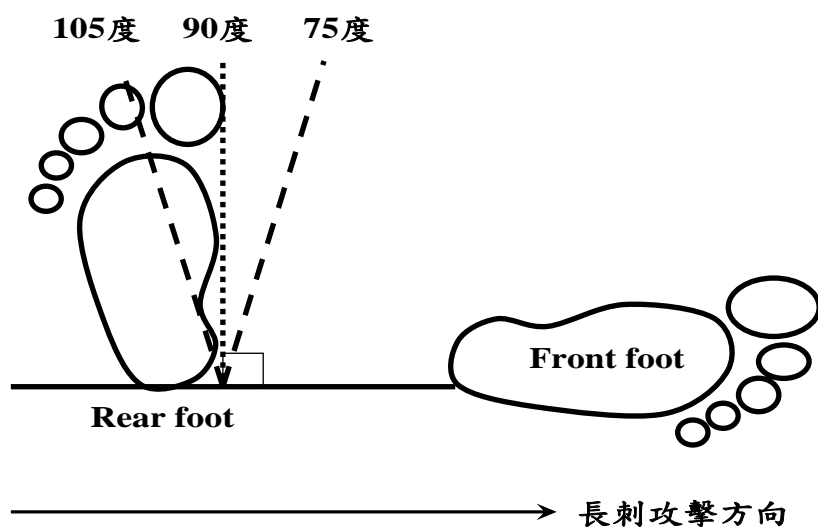


圖 1-1 後蹬腳角度示意圖

四、準確度 (Accuracy)

本研究定義刺中目標圓心直徑 11 公分以內才算有效得分，脫靶或超過所設定範圍則不算分。

五、動作時間 (Motion time)

本研究定義持劍慣用手往前延伸瞬間至刺中人形劍靶瞬間，即為動作時間。

六、最大速度 (Maximal velocity)

本研究定義為受試者以持劍臂往前延伸至完成動作所出現之最快速度。

七、關鍵時相 (Event)

為了有利於長刺動作的運動學特徵描述及動力學參數的探討，本研究對動作進行階段性的劃分，包含以下各關鍵時相；持劍手開始移動瞬間，稱為 E1；前擺動腳離開地面瞬間，稱為 E2；持劍手臂擊中人形劍靶瞬間，稱為 E3。長刺之動作流程可分為準備動作期、主要動作

期及完成動作期，本研究僅以探討前二期並將動作各階段劃分為準備動作期(E1~E2)、主要動作期(E2~E3)。如圖 1-2 所示。

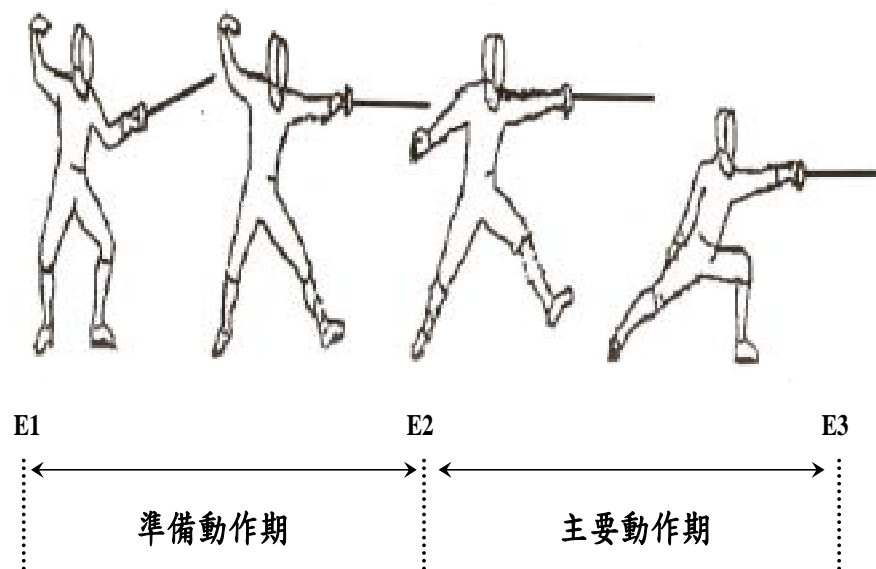


圖 1-2 長刺關鍵時相與動作階段圖

資料來源：修改自 Lower and upper extremity coordination parameters during the fencing lunge. Hassan, S. E. A., & Klauck, J., 1998, *Proceedings I of the XVI International Symposium on Biomechanics in Sports*, p.149.

第貳章 文獻探討

擊劍長刺動作能力是攸關比賽獲得勝利的一大指標，正確長刺動作的訓練有助於提高得分效率。本研究引用文獻共分為四個節次來進行探討，一、擊劍運動之相關性研究；二、擊劍力學分析之相關性研究；三、動力鏈在運動表現上之相關性研究；四、各類運動不同姿勢與角度之相關性研究。

第一節 擊劍運動之相關性研究

一、技術分析之相關研究

王三財（2000）分析擊劍長刺動作的技術要領，將長刺動作劃分為預備動作、主要動作、完成動作等三個動作時期，並提到預備動作時，將手正確的伸直和適當的抬起可以提供攻擊者最大的保護，且在主要動作運用長刺動作時，前腳膝蓋應俐落提起並迅速往前跨步，同時身體向前快速伸展，後腳蹬直，長刺後軀幹要保持與準備姿勢時的相同位置，而完成動作時，是從長刺的動作回復到準備姿勢位置，包括攻擊手與前導腳俐落的收回到實戰準備姿勢。

沈易利（2006）針對擊劍電審器修正結合鈍劍的刺擊進行測驗與分析，以國立台灣體育學院擊劍隊 7 位選手分成四組進行分組實驗。獲得以下發現：（一）甩劍動作在 2005 年規格電審器中之失誤率明顯提昇，預測甩背動作將不再是得分利器，更將被選手淘汰，而甩刺

胸與肩部則仍將被選手採用；(二) 女子選手的撥擋動作必須確實將劍格開，才能在 2005 年規格的電審器下得分，搶攻的效果將大幅提昇；(三) 雙燈同亮的互中情況明顯降低，將使撥擋還擊的反應時間再次縮短，方能確保攻擊權與得分；(四) 主動攻擊在 2005 年電審器中仍具有優勢，尤其當對手撥擋還擊能力較弱時，更具有絕對性優勢。

二、戰術分析之相關研究

張志凌 (1995) 研究指出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，且當選手被逼到底線最常用的動作就是時間差攻擊，重要的是，從研究中發現單式攻擊得點在總刺點 418 點當中，長刺步法佔了 216 點。

張志凌與林房儻 (2001) 以 1999 年匈牙利世界青年盃擊劍錦標賽之男、女鈍劍準決賽選手為研究對象，利用統計檢定分析擊劍戰術對比賽勝負的影響，其研究目的在於獲得最佳戰術與策略運用的依據。研究結果發現：攻擊戰術對比賽得點及勝負結果有顯著影響，其中主動攻擊是最重要的戰術之一，但獲勝選手之所以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。

溫華昇 (2004) 利用 1999-2002 國際銳劍比賽賽事的錄影帶，採取觀察法，並記錄與分類各項擊劍戰術之數據，並透過描述性統計及皮爾遜積差相關進行分析，探討戰術的意義與動作之重要性，研究結果如下：(一)

積極的主動攻擊為選手採取的主要戰術；(二) 攻擊展開前，都會運用攻擊前的試探動作；(三) 攻擊前的試探次數，會影響時間差攻擊次數、被動攻擊有效率；(四) 時間差攻擊會影響得點數，進而使比賽之勝負受到影響；(五) 主動攻擊對時間差、被動攻擊有正面的影響，因此三者必須相互配合；(六) 時間差攻擊佔得點數為27%；(七) 最常使用攻擊腳步是前跳結合長刺步，而以長刺步伐為基礎結合各種其他腳步作為攻擊的腳步是選手最常使用的。

三、心理分析之相關性研究

沈易利(2003)以九十年全國運動會126位選手為研究對象，分析擊劍選手臨賽思想，獲得結論如下：落後和平手是選手最易感到緊張的狀況；獲勝為參賽選手最高的期望，選手有重攻輕守的傾向；攻與守戰術思想相近，但銳劍、軍刀和鈍劍間仍各有不同。

胡萬江與王群(2007)以廣東省體育運動技術學院擊劍專業運動員和體校擊劍專業運動員共90名選手為研究對象，對擊劍運動員賽前心理狀態的特點及原因進行分析，研究結果顯示：擊劍運動員的技術水平高低是取得比賽成績的基礎，而賽前心理狀況的好壞，對比賽的結果有直接的影響；一般運動員都有賽前緊張、賽前疑慮、賽前冷漠、賽前盲目等四種心理表現，因此，要解決這些問題就要對其進行有針對性的訓練，從而克服運動員的心理障礙，取得比賽勝利。

許晧豪與溫華昇(2006)探討擊劍運動員賽前狀態

性焦慮及自信心之狀況，以 2004 年全國擊劍競賽的選手為研究對象，結果發現：國家隊擊劍運動員賽前認知性焦慮顯著低於學校代表隊擊劍運動員；男性擊劍運動員賽前自信心顯著高於女性擊劍運動員；不同劍齡與不同項目之擊劍運動員賽前狀態性焦慮及自信心皆無顯著差異。

從上述學者專家的研究結果可以發現，不論何種層級的擊劍選手都同樣會在賽前遭遇到心理上的問題，進而影響運動表現。在一場高水準及重要的比賽中，對於優秀選手訓練比例是體能、技術佔 30%、心理佔 70%，心理因素是輸贏的關鍵，一場最佳表現不僅是高超技術展現而已，必須再加上心理的穩定（陳全壽，1999）。因此心理上的訓練對競技選手來說是運動表現能力的重要條件。

四、傷害分析之相關性研究

隨著科技日新月異，各種訓練方法推陳出新，其目的就是希望選手能夠有好的運動成績表現，但隨之而來的就是運動傷害的發生。當發生因各種不當技術所導致的傷害，往往都會對選手造成運動生涯停滯或終止（陳曉彬、郭艷艷、黃理豐，2007）。近年來，中華民國擊劍協會與各地擊劍委員會不斷推廣擊劍運動，使擊劍運動終於有良好的發展，但對於擊劍長刺動作的基本技術與戰術，卻仍多在於經驗的傳承，因此很容易出現各種不當姿勢。不可否認，擊劍長刺動作是攻擊得分的重要關鍵，況且擊劍比賽在每一劍爭奪過程中，最多要做

30-50 個長刺攻擊和回收動作（國家體委擊劍編寫組，1996），其激烈的對抗過程可想而知。從過去分析擊劍傷害的相關文獻可以發現，擊劍運動員有一半的傷害是發生在肢體下半部，尤其是踝關節和膝蓋。因擊劍的特性影響，運動員經常受傷的關節部位為腳踝、膝、髖及手腕為主要傷害範圍。而傷害會導致運動員無法進行一系列技巧的訓練（張志凌、林房儂，2000；Tucker, 1990；Moyer & Konin, 1992；Fink, 1993；Zemper & Harmer, 1996）也因此造成選手成績的停滯甚至退步，當我們仔細探究傷害原因，發現主要原因之一除了對動作的技術內容與科學知識沒有相當正確的認知觀念以外，加上舊有的觀念與新穎的資訊不斷的融合與衝突之下，演變成眾說紛紜，導致選手因運動傷害而終止運動生涯的事件頻傳。因此，如要避免類似情況再度發生，實在應藉助運動生物力學的理论實務，提升擊劍長刺動作技巧的認知觀念，減少傷害。

馮家恒與魏曉偉（2007）研究指出擊劍基本實戰姿勢與專項訓練的特殊要求有密切的關係，這種姿勢符合最有效的保護自己、攻擊對方的技術要求，但卻加重了腰、頸、膝部的負擔。Tucker（1990）指出髖關節在擊劍實戰姿勢中，控制中間的迴旋動作，如果在長刺動作中對膝關節和踝關節施予不正確的壓力，都會引起運動傷害。另外，擊劍運動員有一半的傷害是發生在下半部，尤其是踝關節和膝蓋受傷的案例出現也很頻繁，其可能原因為不良之鞋具和選手本身技術不佳所造成（Moyer & Konin, 1992；Zemper & Harmer, 1996），而 Fink

(1993) 提到擊劍運動員承受運動傷害的範圍有踝、膝、髖、手腕等關節，且受傷會造成運動員不能接受一系列的訓練，使得技術的發展遭受到影響。運動傷害是選手最大的致命傷，但選手如果能瞭解正確的運動姿勢與作用力情形，必定有助於預防運動傷害的發生（張志凌、林房儂，2000）。陳曉彬、郭艷艷與黃理豐（2007）研究擊劍運動損傷調查發現，擊劍運動型態不論是進攻與防守都處於半蹲的腳步狀態（依據解剖特點，膝關節處於半屈曲位 $130^{\circ}\sim 150^{\circ}$ 為最不穩定之位置），對膝關節穩定性和膝關節周圍肌肉力量要求很高，長時間的滑步進攻等動作很容易使膝關節發生慢性勞損性傷害，針對問題提出具體建議如下：在訓練中應加強膝關節周圍的肌肉力量，以增強半蹲體位膝關節的穩定性，減少股四頭肌對髌腱及其腱止點的牽拉；其次，在增強大腿前群肌肉力量的同時，對於拮抗肌-股後肌群的肌力伸展性的訓練同樣不可忽視，以防止大腿後群肌的被動伸展不夠所引起的過牽性損傷；最後，必須重視掌握正確的基本技術動作和合理安排專項訓練負荷量，特別是加強易傷部位的防護。

本節小結

- 一、長刺動作不論在技術或戰術方面等，均是屬於相當重要的攻擊腳步。
- 二、擊劍電審器的修改，不僅提高了動作的觀賞性與節奏性、刺激感，無意間也增加選手的激烈對抗性，使得長刺動作追求更趨於精準、快速。

- 三、正確的攻擊動作有助於減少特殊關節的受力情況，降低傷害的發生。
- 四、加強技術的認知不僅能增進運動表現，同時也保障運動生涯得以延長。
- 五、具備強韌的心理素質，應有助於提高運動表現能力。

第二節 擊劍力學分析之相關性研究

周繼和等（1994）以中國大陸優秀女子鈍劍運動員的弓步刺技術進行生物力學分析，透過 SELSPOH II 紅外線光點測試系統和一部測力板分別分析原地長刺、前進長刺和躍步長刺三種攻擊動作，其研究結果為：一、以實戰姿勢來說，持劍臂肘關節約 127.6° ，軀幹自然含胸收腹 82.6° ，人體重心在兩腿之間，擺動腿膝角 115.4° ，踝角 64.9° ，後蹬角 53° ，兩腿距離 127 毫米；二、弓步刺三種動作的後蹬最大力值和衝量、劍位移、最大速度、出劍後兩腳距離等參數，都是躍步長刺動作最大，前進長刺次之，原地長刺最小；三、弓步刺不但後蹬力要大，並且伸蹬要充分，以增大衝量，尤其要增大向前的衝量；四、弓步刺技術出劍不但要求速度快，而且要求動作幅度大，使劍尖到位；五、用動力學指標的方法確定力量訓練中的載荷量，較合理的考慮到人體自身重量和完成動作速度問題，以及能更有效的避免肌肉成份特性引起的差異，在實際運動中更具有針對性、準確性和實效性。

王三財與相子元（1997）利用聲光反應器、撞擊測試器、測力板及 1998 曼谷亞運培訓隊與中國海事代表隊擊劍選手

為受試對象。研究結論如下：一、男女選手長刺動作在反應時間及攻擊距離達到顯著差異水準；二、長刺的動作時間與後腿推蹬水平力無顯著相關；三、長刺動作的平均速度與後腿推蹬水平力有顯著相關；四、長刺動作的後腿推蹬水平與垂直力達顯著相關。

Hassan 與 Klauck (1998) 以四位擁有高技巧的擊劍運動員利用兩台攝影機結合長刺的刺擊方式，藉此模擬出實戰長刺動作並探討其運動情形，研究發現選手刺擊時，雖然出手時間不同，卻都能夠準確的刺中目標，且高水準選手在長刺動作上有很好的協調控制能力，經研究發現而獲得結論如下：一、在動作中能修正目標控制；二、經由動作的評價可評估運動表現的程度；三、動作可重複測量；四、建議可以把擊劍運動員個別動作使用單獨資料來分類；五、動作協調測量參數可加以結合其他不同的資料來呈現。

邱玉惠與王三財 (1999) 同樣也以聲光反應器、撞擊測試器、測力板為實驗儀器，比較優秀組與一般組擊劍選手長刺動作差異。研究結果如下：一、優秀組與一般組在動作時間、全部時間及平均速度均達顯著差異水準；二、擊劍選手長刺動作反應時間與動作時間達顯著正相關；三、擊劍選手長刺動作時間與後腿推蹬水平力達顯著負相關；四、擊劍選手長刺動作後腿推蹬水平力與垂直力達顯著正相關。

Geil (2002) 研究分析擊劍鞋現有規格的配對物並比較下半部的運動學和腳底的壓力，以減少下半部的運動傷害和作用。實驗儀器是以壓力分佈量測系統 (Pedar-X in-shoe system) 與三度空間動作分析系統來探討長刺、前進長刺和

飛刺三種動作的差異性。研究發現：一、以腳底的壓力及主觀的獨特效果來說，這個場地鞋是大大的優越於擊劍鞋；二、擊劍鞋的形式須兼具：鞋子的設計需增加輕的材料，尤其是在前腳後跟和後腳中間的部位，不僅要足夠的薄度和兼具伸縮性與黏著性的器材使能夠有足夠的觸覺和本體感受器的回饋讓擊劍運動員滿意。

王三財與邱玉惠（2002）藉著國際比賽來探討世界級銳劍運動員長刺動作的差異，以高速攝影機拍攝後，將所得影片利用 Peak Performance 動作分析系統加以分析。所得結果如下：一、配合比賽結果可得知腕、肘及肩關節水平速度快的選手成績較為優異，而擊劍比賽中出手的速度越快越有利於得點；二、實際比賽中長刺動作前踢腿跨出時，人體重心的轉移不應上下波動太大而影響到前踢腿的動作；三、手臂前伸的速度越早達到最大速度越好，動作的過程中不應有停頓或遲疑出現。

張志凌與林房儻（2003）研究最佳化角度擊劍握把設計實驗，以甩劍有效果刺擊動作與長刺刺擊準確度得分進行分析。結果顯示：一、 18° 及 21° 在準確度和有效刺擊的表現，都明顯優於過去文獻的 9° 和 15° ；二、對於擊劍運動握把最佳角度，也就是 $19.5^\circ \pm 3^\circ$ 應是擊劍劍身握把較佳角度範圍。

Lin (2004) 指出適合人體工學的運動器材角度，減少運動傷害，達到高的運動表現，同時，針對擊劍運動項目握把的角度研究刺點準確率與刺點比率性，可以找到最舒適的握把角度，也可以提高得分的機率。其研究結論如下：一、在刺點的比率上分別是 18° 、 21° 、 24° 有較高的比率；二、在刺點的準確度上分別是 15° 、 18° 、 21° 有較高的差異；三、

在 18° 、 21° 的角度是所有擊劍測試中具有最好的表現，而且在運動裝備最好的角度範圍也跟之前的文獻有相似的研究結果；四、在受試者主觀滿意度上都沒有顯著性的差異。

張志凌（2006）探討不同材質手套和不同施力姿勢對握力、捏力之影響，以及不同材質手套對於動作時間與刺擊準確度。實驗是以握力器、捏力感應板和力量電阻感應片連接生物訊號擷取儀收集握力、捏力和動作時間等資料。結論如下：不同材質手套的選擇，對於選手的表現會有不同的影響，合成皮材質手套在握力、捏力及準確度的檢測有最佳的表現。

張志凌與林房儻（2006）在檢測 5 種不同形狀握把握劍時拇指內收肌、橈側伸肌、橈側屈肌、尺側伸肌、尺側屈肌等工作肌群的負荷，以及對手腕關節活動角度的影響，透過肌電訊號感應片收集握力肌群的肌電訊號均方值，並輔以角規收集甩劍時手腕關節活動的角度。研究發現：一、握把的設計會影響選手握劍肌群施力的平均度，握劍施力時五條工作肌群以子爵型的握把施力較為平均；二、擊劍甩刺動作瞬間對於手腕關節的活動角度，雖然都在安全範圍內，但腕屈已達活動角度最大值之 78.6% ，並藉助手套或握把角度設計，避免造成手腕的傷害。

本節小結

- 一、目前針對擊劍長刺動作特性與實戰姿勢後蹬腳角度的研究參考依據有限。
- 二、準確度是擊劍研究中不可或缺的重要關鍵。
- 三、依據擊劍運動的特性，持劍手之肩、肘、腕，前導腳之髖、膝、踝可視為長刺攻擊動作時的運動學觀察重點。

四、擊劍長刺攻擊講究速度快、攻擊距離遠，才能使動作達到最高效益。

五、透過對地面反作用力的分析評估可深入瞭解動作技巧的機制。

第三節 動力鏈在運動表現上之相關性研究

在人體運動中，所有身體各肢段關節均是由骨骼與肌肉所組成，且繞著身體中心作旋轉運動，形成動力鏈的活動方式。Steindler (1955) 將動力鏈定義為，以數個連續排列的關節組合所組織而成的複合運動單位，將運動模式以多肢段的連結體系統呈現，來描述動作過程中力量的傳遞作用，而動力鏈又可分為開放式動力鏈(OKC)與閉鎖式動力鏈(CKC)兩種，在動作過程中，於系統最末端的肢段並未被固定，並且可以在空間中自由移動稱為開放式動力鏈；另外，在動作過程中，於系統最末端的肢體承受了相當之外在阻力，進而抑制其活動稱為閉鎖式動力鏈。Kreighbaum 與 Barthels (1996) 以角動量傳遞理論來解釋動力鏈系統，提出對開放式動力鏈系統之看法，指出投擲動作是將地面反作用力向上傳遞，由腳底發動至出手結束，進而將能量釋放出去，以獲得最大速度，且經由角動量守恆的力學原理來看，角動量 = 轉動慣量 × 角速度，而轉動慣量 = 質量 × 旋轉半徑²，力量由近心端傳至遠心端，轉動慣量也會越來越小，而角動量不變，角速度就會相對提高，直到物體出手前，末端肢段就能獲得最大角速度。

陳五洲（1999）指出開放式動力鏈的概念常被應用於講求速度的動作，閉鎖式動力鏈則被應用在力量的運動上。但如要發揮肢體末端最大速度，就要讓肢段的列序性移動更順利，使得能量在傳遞過程中沒有損耗（鐘祥賜、蕭秀萍，2004），然而根據研究（李政霖、陳志文、黃長福，2006；吳錫銘，2004；洪章岑，1997；劉宇、莊榮仁、連德亨，1995）指出，並非所有屬於開放式動力鏈的動作均符合動力鏈之順序原理。柯玉貞（2002）研究跆拳道後旋踢動作發現，雖然選手動作並非符合動力鏈理論，但符合理論之選手的攻擊速度相對較快。

在擊劍比賽中，須藉由步法移動配合出劍來達到得分的目的，Panariello（1991）指出腳離開地面時，下肢的動作才屬於開放式動力鏈。以擊劍長刺動作特性來說，持劍手可在空間中自由移動及前導腳在攻擊瞬間離開地面往前做跨步動作，則應屬開放式動力鏈之範圍。然而，根據以上理論與研究發現，擊劍長刺動作過程是否也符合開放式動力鏈之原理原則？而在不同後蹬腳角度下是否會造成差異？在本研究中有待進一步釐清。

本節小結

- 一、依據動力鏈之理論，擊劍長刺攻擊動作應符合開放式動力鏈原理。
- 二、符合開放式動力鏈之原則，將有助於提升長刺的動作速度，提高得分的機率。

第四節 各類運動不同姿勢與角度之相關性研究

劉玉仁、周有禮與羅世忠（2000）針對高爾夫球揮桿動作，應用運動生物力學之方法，研究不同球桿對揮桿過程與姿勢的影響並收集運動學與動力學資料，研究發現：1 號木桿與 7 號鐵桿對於腳底承受的剪力與正向力有明顯影響，顯示對於不同的球桿，需要不同的站姿或穿著可以穩定揮桿動作的釘鞋，作為穩固揮桿之用。另外雖然不同球桿對於高爾夫揮桿時的姿勢沒有明顯影響，但是揮桿動作與重心移動的配合，卻是達到有效揮桿動作所必須的。

施榮展（2005）以優秀男子手球選手 7 名，探討手球選手執行五種不同角度（ 0° 、 $10^\circ\sim 30^\circ$ 、 $30^\circ\sim 50^\circ$ 、 $50^\circ\sim 70^\circ$ 、 $70^\circ\sim 90^\circ$ ）側向跨步切入動作下肢段之運動學與動力學等參數。實驗儀器以兩部 JVC-DV9800 攝影機、一部高速攝影機與一台測力板同步擷取資料。結論如下：執行側向跨步切入角度介於 0 度至 90 度之間，隨著切入角度越大，下肢各關節的角位移、地面反作用力峰值與衝量、以及制動期下肢段各關節最大受力與力矩，皆呈現越大的趨勢，制動期膝關節彎曲角度在 $10^\circ\sim 30^\circ$ 是處在損傷的危險範圍，不過在五種動作中，膝關節在制動期所產生的剪力未達損壞標準。

邱鈺烘（2005）探討三種不同踢球點高度位置（地面踢球點位置、 $1/2$ 膝關節高度踢球點位置與膝關節高度踢球點位置）對足球凌空射門與側凌空射門動作之人體下肢段運動學與動力學參數影響。利用兩部數位攝影機與測力板一台同步擷取運動參數。結論顯示：凌空射門與側凌空射門動作踢凌空球的球速表現比不上踢地面球點位置的球，所以在場上

欲求威力大的射門，宜以低位置的踢球點為佳。側凌空射門有較佳人體踢球動作的穩定性，且支撐腳地面反作用力與球速表現無關聯。

林嘉鴻（2005）以起跳腳膝關節 80° 、 90° 、 100° 三種預備姿勢之關節角度設計，以了解排球不同膝關節預蹲角度魚躍起跳動作之下肢段各關節運動力學等參數變化。利用一台高速攝影機和一塊測力板同步擷取受試者以不同預蹲角度魚躍起跳動作之運動力學變化參數。結果如下：不同膝關節預蹲角度之魚躍起跳動作中，因為膝關節預蹲角度 80° 起跳時間最短且可獲得較大之地面反作用力，在起跳時充分取得時間與力量之兩大優勢條件。在起跳肌群作用機制探討方面，踝關節貢獻比例遠小於髖、膝關節，在不同膝關節預蹲角度間呈現相當一致的型態。

鐘民儒（2005）針對拔河坐地起身動作，以足跟至髖關節點垂直地面位置的不同坐地距離（25公分、35公分、45公分）藉以了解坐地距離之變化對起身動作之生物力學影響。以一部高速攝影機、一塊測力板與電子式拉力計，透過Biovision多功能回饋系統同步擷取參數。結論如下：以45公分之坐地距離在拔河起身動作中，可獲得最大拉力值、最大推蹬前期衝量值及較高之下肢勁度。髖關節屈肌於起身動作過程中向心收縮，將下肢段產生之能量傳送至上肢段。

古智文（2006）以一部高速攝影機、測力板、Biobvision肌電系統及電子關節角度計同步擷取不同膝關節角度（ 70° 、 90° 、 110° 、 130° 、 150° ）垂直跳表現之下肢運動學、動力學及肌電參數。研究結果如下：膝關節預蹲角度在 130° 、 150° 度時會有最佳垂直跳躍高度，因在此角度具有最佳的重心初

速度與最大重心加速度表現，並有最大地面反作用力及衝量值以及最好的肌肉徵募動員與利用效率。

王思宜、吳家慶與黃長福（2006）利用一部數位攝影機與拉力計並自製同步訊號處理器使其同步，探討西式划船選手在划船測功儀上進行一分鐘划船測驗時，使用不同腳蹬板角度（ 39° 、 42° 、 45° 與 48° ）對各項力學參數表現之影響。結論如下：就腳蹬板角度的評估指標而言，以 39° 腳蹬板角度整體划船效率與拉槳階段效率為最高。其次在自覺推蹬舒適度及施力難易度量表上，半數以上的受試者亦較偏好 39° 的角度，因此在腳蹬板角度的選擇上，建議划船教練與選手應以 39° 腳蹬板角度為優先考量。

劉玉仁與邱宏達（2006）以高爾夫球其揮桿動作中，以不同右腳開放角度站立時，下肢之地面反作用力的資料，藉此了解理想的揮桿技術模式。研究發現：在揮桿的動作時間上，不同站姿均無顯著差異。而採較開的右腳角度易於軀幹向右扭轉，較適於初學者或年長者；採較封閉的右腳角度則限制向右的扭轉，對於進階運動員是較佳的，因此採用不同右腳站姿角度不會影響揮桿動作的節奏與流暢性，更可以做為個人化的訓練參考。

林國華與劉強（2006）比較棒壘球壘前式與壘後式兩種不同壘上起跑方式之運動學和動力學上的差異。以兩台攝影機與單軸加速規和一台測力板分析15名女壘國家代表隊兩種不同壘上起跑方式的運動情形。結論如下：一、壘後式在總跑壘時間、離壘瞬間速度、水平推進力衝量、垂直最大力量及垂直衝量等參數均顯著優於壘前式；二、整體而言，壘後式較壘前式可明顯縮短跑壘時間；三、在能有效掌握離壘

時機下建議壘球選手在所有壘包跑壘時以及棒球選手在三壘高飛犧牲打時，壘上起跑方式可採用壘後式，以取得較佳的時間優勢，提高跑者安全上壘的機率。

王思婷與王思宜（2006）以 8 位國家代表隊層級女子網球選手為受試對象，比較閉鎖式與開放式站姿雙手反拍在向前加速階段的擊球動作特徵，透過兩部高速攝影機同步拍攝不同站姿雙手反拍的三維擊球動作。研究指出：不同站姿僅在髖軸最大旋轉角度、身體重心的前後位移與垂直位移及拍頭擺動斜率達顯著差異。而改變站姿雖不影響肩、髖軸最大扭轉角度，但卻對髖部動作產生影響；相較於閉鎖式站姿，開放式站姿雙手反拍則須更著重在髖部的旋轉。

李雲光（2007）以三維動作分析系統（Motion Analysis System）拍攝 8 名超級籃球聯賽之選手不同投籃姿勢與三種進攻動作投籃時之過程，分為過頂投籃及單手投籃，探討不同投籃姿勢與三種進攻動作投籃時之各關節最大角速度之差異及其出現時間之順序。結果顯示：一、不同投籃姿勢與三種進攻動作投籃時之最大角速度無顯著差異；二、不同投籃姿勢於三種進攻動作投籃時之最大角速度出現時間，皆出現由近端關節至遠端關節角速度增大之投籃動力鏈情形。

黃心怡（2007）透過生物力學分析深入瞭解及評估舞者動作技巧的正確性與機制，探討武舞中雙飛燕兩種不同空中姿態（直身式及前傾式）對於跳躍高度及著地衝擊之表現。以一套 EVaRT 動作分析系統及兩塊測力板同步收取單次跳躍與連續四次跳躍動作。結果如下：一、不同空中姿態雙飛燕單次跳躍及連續四次跳躍之平均高度，皆以前傾式較高；二、不同空中姿態雙飛燕單次及連續四次跳躍著地垂直反作

用力之最大峰值，皆以前傾式較小；三、在左右腳的比較上，著地的衝擊皆以左腳較大：從動力學觀點來看，右腳在著地時有較好的控制表現。

蔡葉榮（2007）利用兩台測力板、十部高速攝影機和Bio-pac MP35 壓力感測系統，同步蒐集跆拳道在跳後踢動作過程中的運動學和動力學資料，探討不同預備姿勢下，進行不同高度跳後踢動作特徵與差異。研究發現如下：一、動作速度方面，預蹲中端、跳動中端和跳動上端明顯快於預蹲上端，而預蹲中端和跳動中端之間則無明顯差異；二、踢擊力量方面，預蹲中端、跳動中端和跳動上端明顯大於預蹲上端，而預蹲中端與跳動中端之間則無明顯差異；三、軀幹旋轉角速度方面，跳動中端和跳動上端之肩軸角速度峰值明顯大於預蹲上端，而跳動中端亦明顯大於預蹲中端；四、地面反作用力方面，跳動中端、上端之攻擊腳在前後、垂直方向的地面反作用力峰值及衝量均分別明顯大於預蹲中端、預蹲上端。

本節小結

近年來在各種運動項目中，均深入模擬實際運動情境，藉由比較不同角度與姿勢所引起的變化，加以討論會造成何種影響，如高爾夫選手不同右腳開放角度之揮桿動作、手球選手執行五種不同側向跨步切入動作、足球選手不同踢球點高度對凌空與側凌空射門動作、排球選手不同膝關節預蹲角度魚躍起跳動作、拔河選手不同坐地距離之起身動作、西式划船選手不同腳蹬板角度之划船測驗、棒壘球選手之壘前與壘後式不同壘上起跑方式、網球選手之閉鎖與開放式站姿雙手反拍擊球動作、籃球選手不同投籃姿勢與三種進攻動作、

舞者對雙飛燕兩種不同空中姿態之跳躍及著地動作與跆拳道選手在不同高度跳後踢的動作表現，均透過運動力學研究儀器的方式，以運動科學研究尋找出適當動作角度或姿勢，目的都在於減少傷害，提升運動水準，呈現出量化的數據來評估，且應用各類運動儀器設備，可在各類運動項目中，深入模擬運動中不同角度與姿勢進行各項力學參數檢測，用最客觀的方式進行分析並評估和提供教練參考。

文獻總結

綜合以上之研究文獻探討發現，擊劍比賽各種攻擊動作，不論在得分或攻擊應用方面，均以長刺為主，且動作要求最大距離、最快速度完成。由於規則的變革與擊劍電審器的修改對技、戰術等範疇均有重大的改變，所以現代擊劍對於長刺動作與刺擊準確度的要求也將更加嚴格。在先前的研究文獻中，針對擊劍不同角度站姿對於影響實戰姿勢長刺動作模式與力量表現缺少進一步的探討；擊劍技術的認知，更可以透過運動學的參數分析來作為技巧學習的依據，因此，擊劍專項技術配合運動生物力學的儀器來觀察運動過程的外在變化，加上動作過程中對地面反作用力的分析，才能深入討論其變化情形，不僅具有實質的意義，未來更可提供教練與選手訓練的參考方向。

為了深入探討以上問題，本研究使用 KISTLER 三維測力板與 VICON 動作分析系統同步，並配合擊劍電審器之刺擊準確度，來探討擊劍長刺後蹬腳角度之相關力學參數對運動表現之影響，以期能進一步瞭解並建立理想實戰姿勢的型態。

第參章 研究方法與步驟

本研究旨在探討擊劍選手以實戰姿勢不同後蹬腳角度結合刺擊準確度進行運動學與動力學的特徵及差異分析，根據研究目的將研究方法與步驟分為七個部份說明：一、實驗設計；二、實驗儀器與設備；三、研究步驟與流程；四、研究對象；五、研究時間與地點；六、場地佈置；七、資料處理與統計分析。

第一節 實驗設計

本實驗自變項為後蹬腳角度（ 75° 、 90° 、 105° ），依變項分別為準確度、運動學與動力學等各項參數。其次，本研究實驗之準確度乃引用張志凌與林房儻（2003）探討鈍劍握把角度最佳化之實驗中的準確度動作設計，刺擊目標以刺中內圈圓心 3 公分之直徑得 5 分，刺中圓心直徑 3-5 公分區域得 4 分，刺中圓心直徑 5-7 公分的區域得 3 分，刺中圓心直徑 7-9 公分的區域得 2 分，刺中圓心直徑 9-11 公分的區域得 1 分，刺中圓心直徑 11 公分以外的區域或無效刺擊得 0 分，見圖 3-1 人形劍靶所示。攻擊距離是模擬並加以修改 Harmenberg, Ceci, Barvestad, Hjerpe, 與 Nystrom (1991) 的長刺動作設計，持劍手伸直以劍尖刺到人形靶後，用實戰姿勢後退兩步即為個人的理想長刺距離，找出長刺距離並稍作調整後，前腳放在起始線做長刺動作且每個動作完成後必須回到原來的位罝。配合劉玉仁與邱宏達（2006）針對高爾夫

選手在揮桿過程中，不同右腳站姿推蹬之開放角度分別以 15° 的差別，結合擊劍實戰姿勢之不同後蹬腳角度模式。



圖 3-1 人形劍靶

第二節 實驗儀器與設備

本次研究實驗中，使用的主要儀器與設備區分為準確度、運動學和動力學三部份。使用的儀器設備分述如下：

一、擊劍電審器系統

準確度資料由符合 2005 年擊劍相關規定之擊劍電審器 (FULL-ARM-05) (圖 3-2)，接上專屬捲線器 (Uhlmann cable reel) (圖 3-3) 同時連接身線 (Body wire) 與劍，透過儀器之原理，便可明確判斷出刺擊時所設定的目標範圍，並輔以表格加以記錄。



圖 3-2 擊劍電審器



圖 3-3 捲線器

二、動作分析系統

運動學資料由 VICON MX-F40 動作分析系統 (VICON MX-F40 motion analysis system, Oxford OX2 OJB., UK) 所取得，使用 8 台紅外線攝影機 (圖 3-4)，T 型動態校正器一支 (圖 3-5)，L 型靜態校正支架一座 (圖 3-6)，採樣頻率為 250Hz，由系統收集黏貼於受試者身上之 8 顆圓形反光球在空間中移動的三維軌跡，來定義出受試者在空間中的位置。放置點說明如下：肩關節 (肩胛骨肩峰)；肘關節 (肱骨外髁之中點)；腕關節 (橈骨與尺骨莖突之中點)；劍 (劍身)；髖關節 (大轉子)；膝關節 (股骨髁與脛骨髁之外側中點)；踝關節 (外踝之中點)；足尖 (第二跖骨)，如圖 3-7。



圖 3-4 VICON MX-F40 動作分析系統之紅外線攝影機



圖 3-5 T型動態校正器 圖 3-6 L型靜態校正支架一座



圖 3-7 反光球放置圖

三、三維測力板系統

動力學資料由 KISTLER 測力板系統(KISTLER force plates, Type 9260AA6, Switzerland) (圖 3-8) 收集資料，採樣頻率是 1000Hz，藉由 MX 遠端監控硬碟機(MX Ultranet HD) (圖 3-9) 與 VICON 動作分析系統達到同步的效果，取得地面反作用力資料。

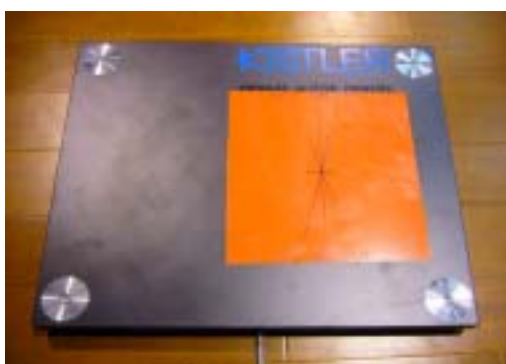


圖 3-8 KISTLER 測力板



圖 3-9 MX 遠端監控硬碟機

第三節 研究步驟與流程

本研究參與之受試者均是國內擊劍現役優秀選手，本身已具備良好的條件，且已熟悉本研究之動作。為求能更適應實驗的要求及加強刺擊之準確度，於實驗前三週下午專長課結束後，安排腳步訓練課程，加強長刺之基本動作，強化長刺專項體能，以避免實驗動作次數太頻繁而產生疲勞造成動作上之差異。為確保實驗進行之流暢與成功可行，於正式實驗前三週先行於國立臺灣體育大學（臺中）擊劍教室佈置實驗儀器與受試者預試，以了解實驗設計之可行性，並使受試

者更能了解全部過程。經預試驗證本實驗設計可達到研究目的後於 98 年 1 月份正式進行實驗。為使受試者能完全了解本實驗，本研究在實驗進行前之步驟與流程說明如下：

一、解說實驗流程與研究目的

向受試者說明實驗流程與目的，告知整個實驗過程該注意的事項以及在實驗中所有權利。

二、填寫同意書與基本資料

受試者填寫同意書及個人基本資料，表示願意參與配合本實驗之所有過程。

三、受試者熱身活動

所有受試者先充足熱身 20~30 分鐘，至受試者覺得已準備好接受激烈運動即可。

四、光球黏貼

為了動作分析系統能快速取得肢體在空間中的資料，在受試者身上黏貼反光球。

五、儀器校正與測試

各實驗儀器之測試、校正 8 台紅外線攝影機與測力板訊號同步確認，攝影機在空間及水平校正後即不再移動，以確保所有受試者動作軌跡皆在相同座標中。

六、受試者試做動作以取得最佳距離

黏貼好反光球後，受試者可於實驗場地試做長刺動作三次，研究人員先以自黏標籤劃分三種不同的角度貼於 Kistler 三軸測力板上，而受試者實驗順序是以隨機分派來進行，不同後蹬腳角度是透過隨機抽籤的方式選定。取得長刺最佳距離後，固定起始距離並做記號，以作為長刺動作的起始線，為利於在該角度下做出適當之

長刺，不同角度則利用移動式人形靶來調整距離。

七、正式實驗

本實驗要求受試者後蹬腳站於已劃分好三種不同角度的 Kistler 三軸測力板上，進行三種不同後蹬腳角度之長刺動作，每一角度做 10 次，每 10 次連續做完後充分休息，再進行下一角度之測驗。受試者聽到預備口令，後蹬腳立即站上測力板，當聽到開始口令時，就直接進行長刺動作，並紀錄每次得分，每做完 1 次，雙腳退回起始線，再進行下一次動作。

八、資料存檔並填寫主觀問卷調查表

每位受試者完成三種後蹬腳角度測試後，立即讓受試者填寫「推蹬舒適度與施力難易度量表」，待所有受試者測試完畢資料皆收錄儲存無誤，再分析實驗結果。本研究步驟如實驗流程圖 3-10 所示。

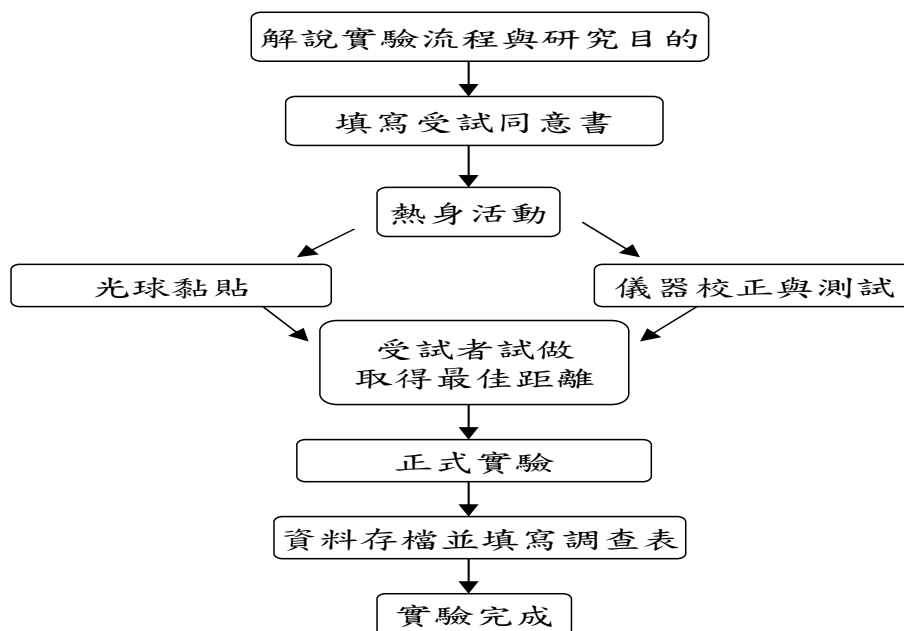


圖 3-10 實驗流程圖

第四節 研究對象

本研究以國立臺灣體育大學（臺中）擊劍隊，曾獲選為國家代表隊與全國運動會前三名之男子鈍劍及銳劍共八名選手為受試對象，且長期接受擊劍專業訓練，均熟練以慣用手並呈實戰姿勢來進行長刺推蹬動作。每位受試者在正式施測前均無骨骼肌肉及神經系統之疾病，且確定選手保持良好之競技狀態，而所有受試者在予以告知實驗目的及流程後，簽署受試同意書，即成為本研究受試對象。全體受試者身高平均為 172.63 公分、標準差 5.26 公分，體重平均為 65 公斤、標準差 8.02 公斤，平均接受專項訓練時間為 5.88 年、標準差 0.99 年，參考表 3-1。

表 3-1 受試者基本資料表

編號	身高 (cm)	體重 (kg)	專項訓練 (year)	最佳成就
A	175	61	5	新加坡擊劍公開賽
B	170	63	7	全國運動會團體第一名
C	168	81	6	亞洲盃擊劍錦標賽
D	171	67	7	亞洲青年盃擊劍錦標賽
E	181	68	5	世界青年盃擊劍錦標賽
F	165	54	5	亞洲青年盃擊劍錦標賽
G	178	67	5	亞洲盃擊劍錦標賽
H	173	59	7	亞洲青年盃擊劍錦標賽
平均數	172.63	65.00	5.88	
標準差	5.26	8.02	0.99	

第五節 研究時間與地點

本研究實驗進行之時間與地點如下：

- 一、實驗時間：民國九十八年一月。
- 二、實驗地點：國立臺灣體育大學（臺中）體操館三樓。

第六節 場地佈置

實驗場地佈置如圖 3-11 所示。空間及測力板座標系統定義為前後 X 軸、左右 Y 軸、垂直 Z 軸。

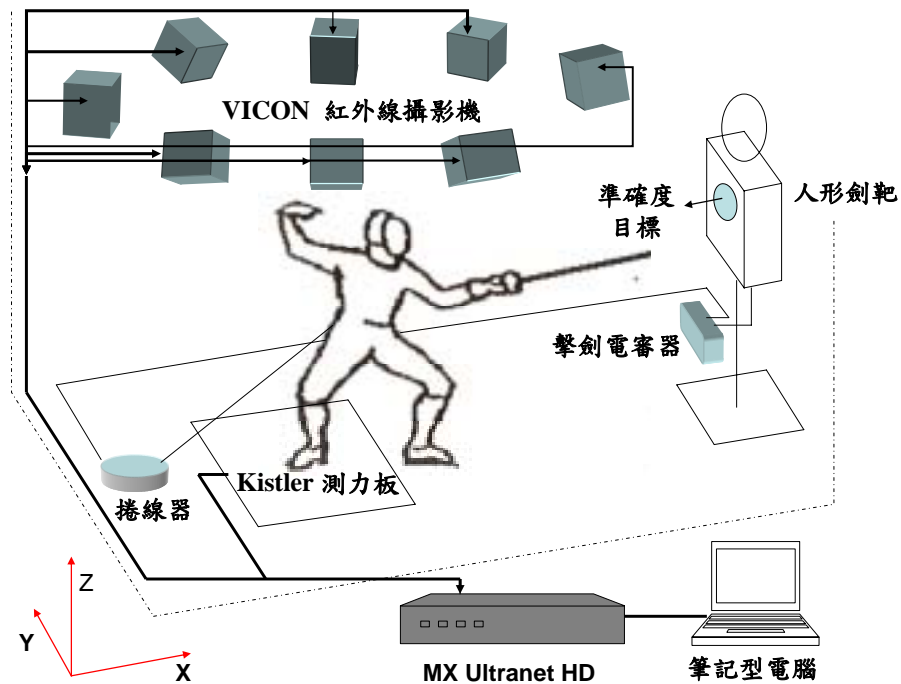


圖 3-11 場地佈置圖

第七節 資料處理與統計分析

一、準確度、運動學與動力學資料處理

準確度資料是以人形劍靶所設定的目標範圍作為該角度動作表現之準確度資料，將該角度十次得分加總後，即為準確度資料。而運動學與動力學資料則是以 Vicon Nexus 1.4.114 軟體將收集到的反光球訊號標記各點（肩、肘、腕、劍、髖、膝、踝、足尖）之後，配合測力板所獲得之參數，以 Vicon Nexus 內建之程式進行分析，獲得各標記點在空間之軌跡位置與地面反作用力資料，儲存成 c3d 格式輸出後，再以 Polygon Authoring Tool 進行資料修勻，並以 Microsoft Office Excel 2007 計算所需參數，經公式 $\sqrt{x^2+y^2+z^2}$ 可算得不同後蹬腳角度最大出劍速度三個方向之合速度值。由於 Vicon Nexus 僅提供力量 (Force) 及力矩 (Moment)，對於衡量部分必須自行再做計算，而計算衡量則是以 Simpsons Rule（辛普森法則）(Winter & Patla, 1997) 對所要擷取的範圍內做積分，所得數值即為衡量，其公式可簡化表示如下：

$$A_{01} = \frac{T}{12}(5x_0 + 8x_1 - x_2)$$

$$A_{02} = \frac{T}{3}(x_0 + 4x_1 + x_2)$$

$$A_{12} = A_{02} - A_{01}$$

二、資料選取與統計分析

由於擊劍講求快速、準確有效的得分動作，故在資料的選取上，本研究取其長刺過程中動作時間最快且有效刺中劍靶目標的一次來進行分析。資料的統計分析是使用 SPSS for Windows 12.0 版統計分析軟體，其中：

- (一) 以描述性統計說明推蹬舒適度與施力難易度量表在不同後蹬腳角度上所佔人數之比例。
- (二) 所有推論統計數值資料均以平均數和標準差的方式表示，以獨立樣本單因子變異數分析 (one-way ANOVA with independent samples) 方法比較不同後蹬腳角度下對長刺動作之準確度、運動學及動力學各項參數之差異進行檢定，因各組人數相等，如交互作用達顯著水準，則以鄧肯法 (Duncan method) 進行事後比較，其顯著水準定為 $\alpha=.05$ 。

第肆章 結果與討論

本研究透過儀器與專項技術的結合，觀察不同長刺之後蹬腳角度在運動過程中的變化，深入探討擊劍選手動作的特徵及差異分析，將實驗所得數據加以計算處理並繪圖分析，資料分析後的結果可分五節加以闡述：一、準確度之分析；二、運動學之特徵；三、動力學之特徵；四、主觀問卷調查結果；五、綜合討論。

第一節 準確度之分析

從表 4-1 不同長刺後蹬腳角度之準確度平均數分別為 43.75 分 (75°)、39.63 分 (90°)、38.00 分 (105°)，經以單因子變異數分析後，組間效果考驗達顯著差異水準 ($F=4.71, p<.05$)，表示不同後蹬腳角度會顯著影響有效刺擊的準確度 (表 4-2)。再以 Duncan 事後檢定發現 (表 4-3)，不同後蹬腳角度之準確度以 75° 顯著高於 90° 與 105°。

表 4-1 不同後蹬腳角度之準確度表 (N=8)

	75°	90°	105°
	M(SD)	M(SD)	M(SD)
總刺點分數	43.75(2.77)	39.63(4.17)	38.00(4.44)

註：單位：score。

表 4-2 不同後蹬腳角度準確度變異數分析表

	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
組間	140.583	2	70.292	4.710*	.020
組內	313.375	21	14.923		
總和	453.958	23			

* $p < .05$

表 4-3 準確度 Duncan 事後檢定摘要表

後蹬角度	個數	alpha = .05 的子集*	
		1	2
105度	8	38.00	
90度	8	39.63	
75度	8		43.75
顯著性		.410	1.000

註：*顯示的是同質子集中組別的平均數。

從研究者多年來協助國、高中生比賽裁判的觀察心得和本分析結果進行比對，發現國內選手常因要快速上場比賽謀取成績，導致對基本動作要求較不確實，常見國、高中擊劍選手因為要保持身體側面去面對競賽對手，而有後蹬腳大於 90°，甚至是超過 105°的情形出現，影響高中生的刺擊落空與無效刺擊偏高，此結果值得國、高中教練在訓練基層選手作為主要參考，切莫為方便選手保持側身而使後蹬腳產生大於 90°的現象，方能協助選手有良好的基本動作，更有助於選手的未來發展。

第二節 運動學之特徵

一、動作時間

在長刺動作的時間測量上，表 4-4 為各動作分期所花費的時間。準備動作期從劍開始移動至前導腳離開地面瞬間，動作時間在 0.23~0.24 sec 之間，主要動作期從前導腳離開地面至擊中瞬間，動作時間在 0.47~0.51 sec 之間，全部動作時間則在 0.71~0.74 sec 之間。經單因子變異數分析得知（表 4-5），不同後蹬腳角度之間，其長刺動作的準備動作期、主要動作期與全部動作時間均無顯著差異。

表 4-4 不同後蹬腳角度在各動作期之動作時間表 (N=8)

	75° M(SD)	90° M(SD)	105° M(SD)
準備動作期	0.24(0.08)	0.23(0.06)	0.23(0.09)
主要動作期	0.47(0.06)	0.51(0.05)	0.49(0.07)
全部時間	0.71(0.08)	0.74(0.07)	0.72(0.07)

註：單位：sec。

表 4-5 不同後蹬腳角度動作時間分期變異數分析表

		平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
準備動作期	組間	.000	2	.000	.025	.976
	組內	.131	21	.006		
	總和	.132	23			
主要動作期	組間	.005	2	.002	.613	.551
	組內	.078	21	.004		
	總和	.083	23			
全部時間	組間	.004	2	.002	.373	.693
	組內	.115	21	.005		
	總和	.119	23			

二、最大劍速度

表 4-6 顯示在不同後蹬腳角度之準備動作期最大出劍速度平均值為 1.52~1.62 m/s 之間、主要動作期為 2.54~2.66 m/s 之間，經單因子變異數分析得知（表 4-7），不同後蹬腳角度之準備動作期與主要動作期出劍最大速度均無顯著差異。

表 4-6 不同後蹬腳角度在各動作期之最大劍速度表 (N=8)

	75°	90°	105°
	M(SD)	M(SD)	M(SD)
準備動作期	1.58(0.29)	1.52(0.39)	1.62(0.39)
主要動作期	2.54(0.29)	2.65(0.33)	2.66(0.29)

註：單位：m/s。

表 4-7 不同後蹬腳角度合速度分期變異數分析表

		平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
準備動作期	組間	.036	2	.018	.141	.869
	組內	2.715	21	.129		
	總和	2.751	23			
主要動作期	組間	.072	2	.036	.391	.681
	組內	1.941	21	.092		
	總和	2.013	23			

三、持劍手與前導腳主要關節最大速度出現之時間順序

由表 4-8 得知，75°長刺動作各關節最大速度出現時間順序在上肢為肩關節與肘關節同時，其後是腕關節；90°長刺動作各關節最大速度出現時間順序為肘關節與腕關節同時出現，其後為肩關節；而 105°長刺動作各關節最大速度出現時間順序則為腕關節、肘關節、肩關節同時達最大速度，結果顯示不同後蹬腳角度長刺上肢動作之各關節最大速度出現時間順序皆不相同。

75°長刺動作各關節最大速度出現時間順序在下肢為踝關節，接著是髖關節，最後為膝關節；90°長刺動作各關節最大速度出現時間順序為踝關節，接著是髖關節，最後為膝關節；105°長刺動作各關節最大速度出現時間順序為踝關節，接著是髖關節，最後為膝關節，不同後蹬腳角度長刺下肢動作之各關節最大速度出現時間順序皆相同。經單因子變異數分析得知（表 4-9），不同後蹬腳角度之各關節最大速度出現時間皆未達顯著差異。

表 4-8 不同後蹬腳角度之各關節最大速度出現時間表 (N=8)

		75°	90°	105°
		M(SD)	M(SD)	M(SD)
上肢	腕關節	0.58(0.085)	0.59(0.064)	0.57(0.073)
	肘關節	0.57(0.087)	0.59(0.064)	0.57(0.072)
	肩關節	0.57(0.082)	0.60(0.074)	0.57(0.071)
下肢	髖關節	0.63(0.086)	0.62(0.070)	0.65(0.051)
	膝關節	0.67(0.073)	0.68(0.065)	0.67(0.059)
	踝關節	0.46(0.061)	0.47(0.052)	0.47(0.068)

註：單位：sec。

表 4-9 不同後蹬腳角度之各關節最大速度變異數分析表

		平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
腕關節	組間	.002	2	.001	.162	.851
	組內	.118	21	.006		
	總和	.120	23			
肘關節	組間	.002	2	.001	.206	.815
	組內	.119	21	.006		
	總和	.121	23			
肩關節	組間	.004	2	.002	.364	.699
	組內	.123	21	.006		
	總和	.127	23			
腕關節	組間	.003	2	.001	.290	.751
	組內	.103	21	.005		
	總和	.106	23			
膝關節	組間	.001	2	.001	.150	.862
	組內	.091	21	.004		
	總和	.092	23			
踝關節	組間	.000	2	.000	.044	.957
	組內	.077	21	.004		
	總和	.078	23			

擊劍運動在得分技術上，除了具備速度，更需要精準的劍尖控制，進攻時的換分位，換側都必須依靠腕、指關節的運作達到預期效果。對於擊劍運動而言，用劍的準確度和速

度更需要強而有力的食指、拇指及手腕來掌控（張志凌，2006；張志凌、林房儼，2006）。因此，在上肢動作以 90° 最為理想，而 105° 之同時達成最大速度，在對手撥擋還擊能力較強時，極容易造成被撥擋反擊的失分情形。

第三節 動力學之特徵

本研究參與之受試者長期接受擊劍專業訓練，均強化並熟練以實戰姿勢來進行長刺推蹬動作，但每一次的實戰姿勢長刺推蹬動作過程中，三種不同後蹬腳角度都有相同的力量特徵表現，如分別加以敘述則頗為繁複，因此本節僅挑選其中一位受試者的長刺力量特徵作為討論，探討前後、左右與垂直方向等變化。

在地面反作用力上，圖 4-3 為長刺過程中，不同後蹬腳角度在前後方向之地面反作用力曲線，正值表示向前、負值表示向後。圖 4-4 為不同後蹬腳角度在左右方向之地面反作用力曲線，正值表示向左、負值表示向右。圖 4-5 為不同後蹬腳角度在垂直方向曲線。

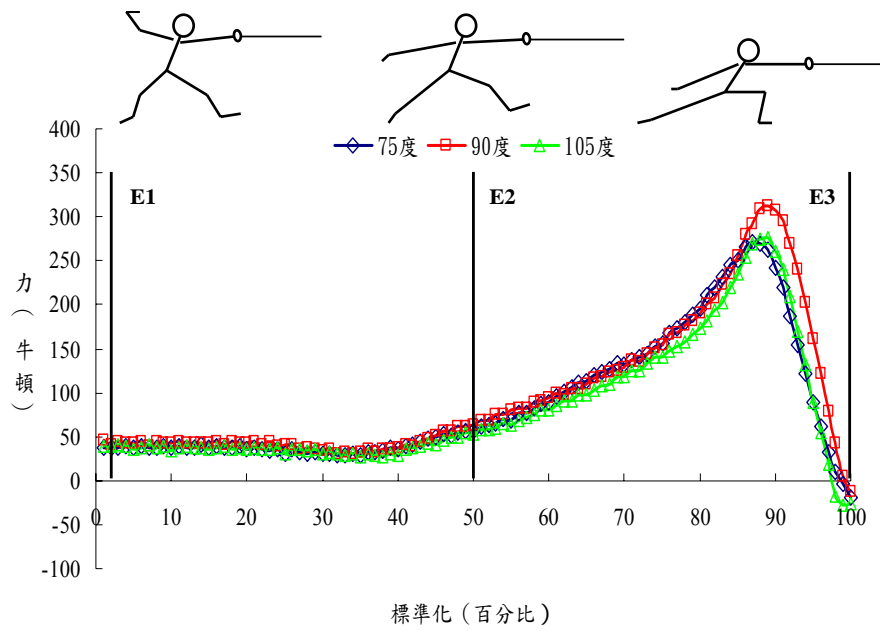


圖 4-3 擊劍長刺過程不同後蹬腳角度之前後方向地面反作用力曲線圖 (受試者 B)

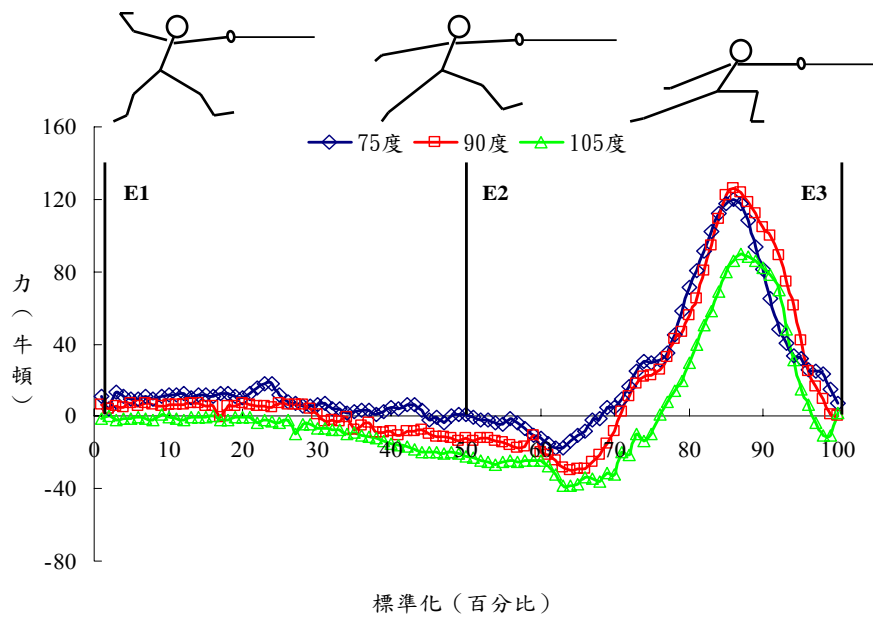


圖 4-4 擊劍長刺過程不同後蹬腳角度之左右方向地面反作用力曲線圖 (受試者 B)

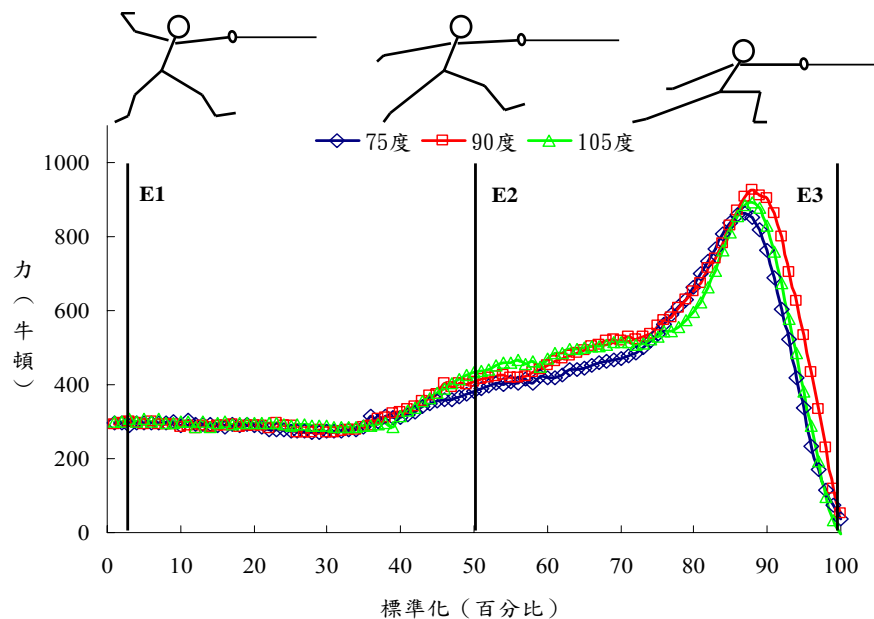


圖 4-5 擊劍長刺過程不同後蹬腳角度之垂直方向地面反作用力曲線圖 (受試者 B)

由圖 4-3~4-5 可知，以慣用右手為例 (受試者 B)，三種不同後蹬腳角度之力量表現模式皆是由持劍手開始移動瞬間至前導腳離地前 (E1~E2)，後蹬腳向前施力增加，向右施力漸增，承受的地面正向力也逐漸增加，而在前導腳離地瞬間至刺中人形靶時 (E2~E3)，後蹬腳向前施力達最大值，向右施力漸減後逐漸轉移向左施力，此時為承受一地面最大垂直作用力。其次，三種不同後蹬腳角度主要差異在於後蹬腳角度 90°均表現出最大力量之特徵，其它兩種後蹬腳角度則較不一致。

表 4-10 呈現出三種不同後蹬腳角度最大地面反作用力峰值與衝量之比較。前後方向之最大地面反作用力峰值介於 243.94~255.77 N(0.397~0.413 BW)之間，左右方向之地面

反作用力峰值介於 110.7~119.85 N(0.177~0.19 BW)之間，而垂直方向之地面反作用力峰值則介於 846.82~862.51 N(1.36~1.38 BW)之間，經單因子變異數分析後得知（表 4-11），不同後蹬腳角度之地面最大反作用力皆未達顯著差異。在衝量方面，前後衝量值介於 73.63~77.92 Ns 之間，左右衝量值介於 13.22~19.29 Ns 之間，垂直衝量值介於 312.55~332.09 Ns 之間，經單因子變異數分析後得知（表 4-12），不同後蹬腳角度之衝量皆未達顯著差異。

表 4-10 不同後蹬腳角度最大地面反作用力及衝量表 (N=8)

	75°	90°	105°
	M(SD)	M(SD)	M(SD)
前後最大力量 (N)	243.94(85.37)	255.77(82.62)	252.28(76.71)
左右最大力量 (N)	118.89(43.22)	119.85(45.38)	110.7(46.9)
垂直最大力量 (N)	846.82(103.36)	862.51(119.95)	848.36(121.08)
前後最大力量 (BW)	0.397(0.18)	0.413(0.16)	0.405(0.15)
左右最大力量 (BW)	0.188(0.07)	0.19(0.08)	0.177(0.08)
垂直最大力量 (BW)	1.36(0.24)	1.38(0.21)	1.34(0.22)
前後衝量 (Ns)	73.63(18.82)	77.92(19.37)	75.00(16.5)
左右衝量 (Ns)	19.29(8.69)	16.11(6.83)	13.22(9.08)
垂直衝量 (Ns)	312.55(44.2)	332.09(47.33)	315.79(45.7)

表 4-11 不同後蹬腳角度最大地面反作用力變異數分析表

		平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
前後 力量 (N)	組間	591.201	2	295.601	.044	.957
	組內	139997.043	21	6666.526		
	總和	140588.244	23			
左右 力量 (N)	組間	404.754	2	202.377	.099	.906
	組內	42889.513	21	2042.358		
	總和	43294.267	23			
垂直 力量 (N)	組間	1197.424	2	598.712	.045	.956
	組內	278131.893	21	13244.376		
	總和	279329.317	23			
前後 力量 (BW)	組間	.001	2	.001	.020	.980
	組內	.557	21	.027		
	總和	.558	23			
左右 力量 (BW)	組間	.001	2	.000	.070	.932
	組內	.124	21	.006		
	總和	.125	23			
垂直 力量 (BW)	組間	.006	2	.003	.062	.940
	組內	1.070	21	.051		
	總和	1.076	23			

表 4-12 不同後蹬腳角度衡量變異數分析表

		平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
前後 衡量 (Ns)	組間	76.921	2	38.460	.115	.892
	組內	7013.386	21	333.971		
	總和	7090.307	23			
左右 衡量 (Ns)	組間	147.331	2	73.666	1.080	.358
	組內	1432.287	21	68.204		
	總和	1579.619	23			
垂直 衡量 (Ns)	組間	1755.366	2	877.683	.419	.663
	組內	43973.577	21	2093.980		
	總和	45728.943	23			

第四節 主觀問卷調查結果

本研究使用主觀問卷調查表，讓受試者對三種不同後蹬腳角度的推蹬舒適度與施力難易度作排序，以便瞭解受試者在整個測試過程中的感覺。表 4-13 顯示 8 位受試者不論是在推蹬舒適度或是施力難易度方面，第一順位有 7 位受試者認為在 75° 下最易推蹬也最為舒適，另有 1 人選擇 90°，其次，第二順位則為 90°，另也有 1 人選擇 75°，全體受試者一致認為在 105° 下是最不舒適及最不易推蹬之後蹬腳角度。

表 4-13 不同後蹬腳角度主觀問卷所佔人數表 (N=8)

		75°	90°	105°
推蹬舒適度	第一順位	7/8	1/8	0/8
	第二順位	1/8	7/8	0/8
	第三順位	0/8	0/8	8/8
施力難易度	第一順位	7/8	1/8	0/8
	第二順位	1/8	7/8	0/8
	第三順位	0/8	0/8	8/8

註：所佔人數 / 全體受試者。

第五節 綜合討論

根據本研究結果發現，在刺擊準確度與主觀問卷調查表中，後蹬腳角度 75° 是表現最好且排名第一順位之最舒適推蹬角度，此結果則與先前擊劍相關書籍（國家體委擊劍編寫組，1996；Evangelista, 1996；Garret, Kaidanov, & Pezza, 1999）建議之後腳擺放角度有所不同，推論為造成準確度具顯著差異的原因，且應與受試者主觀心理因素有關。

擊劍運動員心理控制能力是影響運動訓練水平與比賽水平正常發揮之間關係的重要中介變量（周成林、劉微娜、任莉敏，2007），心理能力經常被運動技能形成的角度看成是運動能力的重要組成部分，並認為心理能力是個體在完成運動任務的過程中，對肢體進行一系列控制，完成一系列反應活動的心理特徵，而這些特徵決定個體的反應速度與準確性（祝

蓓里、季瀏，2000)。付全（2005）認為運動決策過程的信息編碼存在不同水平，低水平把信息編碼為動作特徵，中等水平的編碼是動作，高級水平的編碼是心理模型，研究結果顯示信息量是影響擊劍運動員決策準確性的重要因素。由於本研究所選取的對象多為國內優秀擊劍選手，所以信息編碼應在中、高級水準，因此本研究之受試者應是受心理狀態的影響，認為在 75°下做長刺動作較為舒適亦容易推蹬，進而造成準確度有所差異。

在運動學方面，本研究所測得全部動作時間平均為 0.71~0.74 sec，與先前研究文獻之長刺動作時間定義相同的情況下，類似於王三財與相子元（1997）研究擊劍長刺攻擊動作的時間男性平均是 0.788 sec；邱玉惠與王三財（1999）分析動作時間為 0.683 sec 的研究結果；另與周繼和等（1994）研究長刺動作時間 0.98 sec 則有差異，其主要差異原因在於本研究為男性受試者，而周繼和等（1994）為女性受試者之因素所致，此結果同時也表示不同性別的擊劍選手在動作時間上有不同的表現。

長刺攻擊速度在擊劍有效得分中佔有相當重要的成分，本研究得知不同後蹬腳角度之主要動作期出劍最大速度平均值為 2.54~2.66 m/s，此結果與其他長刺之研究（王三財、相子元，1997；邱玉惠、王三財，1999；周繼和等，1994）有類似的結果。Marshall 與 Elliott (2000) 指出動力鏈關係可藉由觀察關節的線速度、關節角速度、肢段腳速度或關節合力矩而獲得。而在過去研究投擲或踢擊動作有關動力鏈原理的文獻中（李政霖、陳志文、黃長福，2006；李雲光，2007；吳錫銘，2004；洪章岑，1997；彭賢德、黃長福、彭賢勝，

2007; 劉宇、莊榮仁、連德亨, 1995; 鐘祥賜、蕭秀萍, 2004), 發現不同投擲或踢擊之動作未必符合動力鏈關係, 且優秀選手之動作型態通常皆不符合動力鏈原理。在本研究中, 發現優秀擊劍選手之長刺後蹬腳角度 75° 、 90° 及 105° 上肢刺擊皆不符合動力鏈原理, 且 75° 及 105° 在肩與肘關節, 甚至腕關節都同時達到最大之速度, 而下肢動作型態也皆不符合動力鏈原理。推論造成差異原因, 應與擊劍動作本身的特殊技巧及肌肉徵召的模式有關。動作技巧能夠以最佳化的方式來執行動作的能力, 也是有關動作表現品質的一種指標, 依據動作的精準度或是主動肌群的尺寸, 動作技巧可分粗略動作(較大的肌群為主動肌)與精細動作(較小的肌群為主動肌), 介於兩者之間的動作技巧則須同時使用大小兩種尺寸的肌群(胡名霞, 2006)。Hassan 與 Klauck (1998) 指出選手刺擊時, 雖然出手時間不同, 卻都能夠準確的刺中目標, 且高水準選手在長刺動作上有很好的協調控制能力並且控制在動作中能修正目標。擊劍運動型態介於精細動作與粗略動作兩者之間, 因此在不同後蹬腳角度下, 優秀之擊劍選手會出現自我調整機制動作(Guizani 等, 2006), 以利做出在該角度下適當的長刺動力鏈關係。此結果與李雲光(2007); 吳錫銘(2004); 洪彰岑(2003); 彭賢德、黃長福與彭賢勝(2007); 劉宇、莊榮仁與連德亨(1995)的研究有類似現象, 動力鏈有其順序原理, 但也有專項性特點, 且原理會因運動項目的不同及動作的需求而造成差異。且根據王三財與邱玉惠(2002); 周繼和等(1994)研究從動作結構分析出劍速度, 一部份靠腿部積極後蹬, 一部份靠伸臂, 手在控制速度和組合戰術方面含有決定性的作用, 從一般意義來說, 手達到最

大速度時刻越早，維持最大速度時間越長越好。此論點在本研究中說明了 90° 上肢刺擊動作具有相同的條件，雖動作不符合動力鏈原理，但卻可達到擊劍長刺動作的要求。

在動力學部份，首先要說明長刺步法的技術特徵，從實戰姿勢轉變成長刺弓步動作時，前腳尖勾起，小腿向前踢擺的同時後推腳強而有力蹬地並且伸腿，之後前腳跟要先著地，然後過渡到全腳掌（俞繼英，2001），尚文霞、熊開宇、楊偉軍與何輝（2007）認為弓步是最典型、最本質同時也是最難做的一種步法，研究指出在弓箭步過程中，後腿肌群積分肌電和力量整體高於前腿，其中後腿腓腸肌內外側和股內外側肌都呈現極顯著高於前腿，而前腿需要協調、控制力好，為後腿的動作開闢道路、提供方向同時也決定弓步結束的時機；後腿的工作決定了弓箭步的強度，後腿蹬地伸膝肌群需要強而有力的爆發力，如此才能使後腿充分伸展，有較強的後蹬力並獲得加速度。邱玉惠與王三財（1999）也指出如要加強選手長刺動作的攻擊速度，必須增強選手後腿推蹬水平力與肌力。本研究所測得垂直方向之地面反作用力峰值介於 846.82~862.51 N(1.36~1.38 BW)之間，此結果略高於周繼和等（1994）的研究，但與其它研究結果則有所相異（王三財、相子元，1997；邱玉惠、王三財，1999），推論其差異原因是在於資料收集的範圍不一樣的因素，因本研究擷取後蹬地面反作用力最大值，而其他研究方面（王三財、相子元，1997；邱玉惠、王三財，1999）則是擷取攻擊後蹬瞬間，因此造成與本研究有所差異之原因。除此之外，由圖 4-3、圖 4-4、圖 4-5 及表 4-10 皆可看出後蹬腳角度 90° 不論是在前後、左右、垂直方向之最大地面反作用力或前後、垂直方

向之衝量上，仍優越於其他兩種後蹬腳角度，雖然並無造成統計上之差異，但下肢 90°後蹬腳角度可獲得較大的地面反作用力及衝量，增強長刺動作的攻擊速度與瞬間加速度，使長刺攻擊動作達到最大的效益，就整體而言，不同後蹬腳角度最大地面反作用力與衝量仍以 90°的角度為佳。

而本研究在不同後蹬腳角度之動作時間、最大劍速度、各關節最大速度出現時間與地面反作用力上均無顯著差異，其主要原因應是受試者之間同質性高的因素所影響，本研究之受試者皆為國內擊劍水準較高的現役選手，不論在體型、速度等各方面都有良好的素質，因此造成在不同後蹬腳角度之運動學與動力學上均無顯著差異的原因。惟在整體分析中，長刺需求的速度與穩定性及地面反作用力之整體歸納，則以 90°後蹬腳角度為最佳。

在主觀問卷調查結果，後蹬腳角度以 75°為第一順位，其次是 90°，最後為 105°。擊劍基本實戰姿勢之膝關節處於半蹲位時，內、外側副韌帶鬆弛，其穩定性只依靠股四頭肌、膕骨、膕腱的結構來維持（陳曉彬、郭艷艷、黃理豐，2007；馮家恒、魏曉偉，2007），後蹬腳角度在 75°時，選手的後腳踝關節與膝關節較向內收，使受試者察覺動作負荷較小、也較舒適，而在 90°時，後腳踝、膝關節處於平衡狀態，因此也較為穩定，但當角度在 105°狀況時則有所不同，此時選手後腳踝、膝關節較向外展，使受試者在基本實戰姿勢時有較大的動作負荷，加上頻繁的長刺不斷的屈伸，增加膕腱的負擔，因此讓選手感到不舒適也不易推蹬，在其他研究中（Moyer & Konin, 1992; Zemper & Harmer, 1996）也提到踝關節和膝蓋是最容易受傷的部位。在本研究中得知，雖然在主

觀問卷調查表方面選手較偏好 75° 之後蹬腳角度，但就競技運動發展和運動科學的角度而言，提供與修正選手最佳動作及改善不利於最佳運動表現的習慣動作，對運動訓練和競技水準提昇更具必要性和實質意義，因此，本研究結果以長刺動作的經濟性與績效來說，應是 90° 為最佳，往後在日常的實務訓練中，經由教與學的訊息回饋，基本實戰姿勢須養成良好的習慣並建立正確的動作觀念。

第五章 結論與建議

第一節 結論

本研究從訓練實務中發現問題並針對擊劍長刺攻擊的動作過程，比較實戰姿勢不同後蹬腳角度的差異，運用生物力學之儀器與設備及專項技術動作的結合，觀察運動學與動力學的特徵變化，以進一步瞭解並建立理想的姿勢型態與良好之動作觀念。經由分析研究結果後，獲得以下結論：

- 一、在準確度技術方面，不同後蹬腳角度以 75° 顯著高於 90° 與 105° ；優秀擊劍選手受到推蹬認知之影響，認為在 75° 下做長刺動作較為舒適亦容易推蹬，進而造成準確度有所差異。
- 二、在運動學方面，不同後蹬腳角度之動作時間、最大劍速度與主要關節最大速度出現之時間順序皆未達顯著差異；此與動作本身的技巧及肌肉徵召的模式有關，擊劍運動型態介於精細動作與粗略動作兩者之間，因此優秀擊劍選手在不同後蹬腳角度下，會出現自我調整機制動作，且在本研究中說明了尤其是 90° 上肢刺擊動作雖不符合動力鏈原理，但卻達到擊劍長刺動作的要求。
- 三、在動力學方面，不同後蹬腳角度之最大地面反作用力與衝量均無顯著差異；就整體而言，不同後蹬腳角度最大地面反作用力與衝量仍以 90° 的角度為最佳。

第二節 建議

經由分析本研究結果及彙整討論後，提出以下建議以供未來研究參考。

- 一、由於本研究之受試者皆為優秀擊劍選手，且在動作設計上仍以最實用、最典型的攻擊動作為基礎，未來若以符合實際比賽情境下運用更多元化的擊劍腳步或以一般與優秀擊劍選手為對象作比較，是否能發展出更具體、有效之訓練方法和較理想的觀念知識，預防傷害提升運動技能表現。
- 二、為了能更深入探討動作之間的互動與協調及其相關內在機制，建議未來可採用肌電圖或動力學逆過程的方法進行分析，如此將能讓教練與選手在訓練上有所幫助與突破。
- 三、本研究顯示 90°後蹬腳角度之長刺動作為最佳，建議教練在日常的教學實務及訓練，須養成選手良好的習慣並建立正確的動作觀念。

參考文獻

中文部份

- 王三財、相子元 (1997)。擊劍運動長刺動作之反應及力量探討。 *體育學報*，22，363-374。
- 王三財 (2000)。擊劍長刺動作之技術分析。 *學校體育*，10 (2)，53-57。
- 王三財、邱玉惠 (2002)。優秀銳劍運動員長刺動作之運動學分析。 *國立體育學院論叢*，13 (2)，227-240。
- 王思宜、吳家慶、黃長福 (2006)。西式划船腳蹬板角度對拉槳階段之影響。 *體育學報*，39 (3)，29-42。
- 王思婷、王思宜 (2006)。女子網球閉鎖式與開放式站姿雙手反拍加速期之研究。 *體育學報*，39 (2)，51-62。
- 付全 (2005)。信息量與認知風格對擊劍運動員決策速度和準確性的影響。 *體育科學*，25 (8)，33-38。
- 古智文 (2006)。不同預蹲姿勢對跳躍表現之生物力學分析。未出版碩士論文，國立臺北教育大學，台北市。
- 沈易利 (2003)。擊劍選手臨賽思想分析。 *國立臺灣體育學院學報*，12，103-124。
- 沈易利 (2006)。2005年擊劍電審器修正對鈍劍攻擊之影響分析。 *國立臺灣體育學院學報*，18、19，99-115。
- 李政霖、陳志文、黃長福 (2006)。跆拳道跳後踢之軀幹與攻擊腿帶動模式分析。 *大專體育學刊*，9 (3)，89-96。
- 李雲光 (2007)。不同投籃姿勢各關節運動學分析。 *大專體育學刊*，9 (4)，113-123。
- 邱玉惠、王三財 (1999)。擊劍長刺動作之生物力學分析。

- 大專體育學刊，1(1)，115-122。
- 周繼和、石玉琴、金玉秀、舒建平、劉北湘、高善芬等(1994)。弓步刺進攻技術的生物力學分析。成都體育學院學報，20(1)，72-85。
- 吳錫銘(2004)。武術側踹腿及側踢動作之生物力學分析。未出版碩士論文，國立臺灣體育學院，台中市。
- 林嘉鴻(2005)。不同膝關節預蹲角度魚躍動作之下肢段生物力學特徵探討。未出版碩士論文，國立臺北師範學院，台北市。
- 林國華、劉強(2006)。壘前與壘後起跑方式之生物力學分析。大專體育學刊，9(1)，47-55。
- 周成林、劉微娜、任莉敏(2007)。擊劍運動員個性化心理能力指標建構及監控。體育科學，27(8)，31-36。
- 邱玉烘(2005)。足球不同踢球點高度對凌空射門動作之生物力學探討。未出版碩士論文，國立臺北師範學院，台北市。
- 尚文霞、熊開宇、楊偉軍、何輝(2007)。擊劍弓箭步腿部肌群用力特徵的肌電分析。2007全國運動生理學論文報告會(頁160-165)。北京：中國生理學會。
- 洪章岑(1997)。跆拳道後踢動作之生物力學分析。未出版碩士論文，中國文化大學，台北市。
- 俞繼英(2001)。奧林匹克擊劍。北京：人民體育出版社。
- 祝蓓里、季瀏(2000)。體育心理學。北京：高等教育出版社。
- 柯玉貞(2002)。跆拳道後旋踢之運動學分析。未出版碩士論文，國立臺灣師範大學，台北市。
- 施榮展(2005)。手球不同側向跨步切入動作之生物力學分

- 析。未出版碩士論文，國立臺北師範學院，台北市。
- 胡名霞（2006）。動作控制與動作學習。台北縣：金名圖書。
- 胡萬江、王群（2007）。擊劍運動員技術水平與賽前心理訓練研究。遼寧體育科技，29（6），46-47。
- 國家體委擊劍編寫組（1996）。擊劍。北京：人民體育出版社。
- 陳五洲（1999）。運動生物力學的研究與思考。台北市：師大書苑。
- 陳全壽（1999）。競技運動的體力與技、戰術訓練。運動訓練法研討會報告書（頁19-31）。台北：中華民國體育學會。
- 陳安槐、陳蔭生（2000）。體育大辭典。上海：上海辭書出版社。
- 許睭豪、溫華昇（2006）。擊劍運動員賽前狀態性焦慮及自信心之探討。康寧學報，8，185-201。
- 陳曉彬、郭艷艷、黃理豐（2007）。擊劍運動員運動損傷的調查分析。軍事體育進修學院學報，26（3），111-113。
- 黃心怡（2007）。不同雙飛燕空中姿態之跳躍高度及著地作用力分析。大專體育學刊，9（1），57-46。
- 張志凌（1995）。銳劍攻擊戰術的研究與分析。樹德學報，16，451-489。
- 張志凌、林房儻（2000）。擊劍運動傷害分析。我國運動產業趨勢分析暨運動管理教育研討會（頁208-216）。台中市：國立臺灣體育學院。
- 張志凌（2001）。擊劍戰術對競賽勝負影響之統計分析。國立臺灣體育學院學報，8，239-251。
- 張志凌、林房儻（2003）。鈍劍握把角度最佳化之實驗研究。體育學報，35，37-48。

- 張志凌 (2006)。擊劍手套介面與施力姿勢對握力與捏力的影響。體育學報，39(3)，43-56。
- 張志凌、林房儻 (2006)。不同形狀握把對握劍施力與手腕活動之影響。大專體育學刊，8(4)，101-113。
- 馮家恒、魏曉偉 (2007)。擊劍運動員運動損傷的原理及預防措施。載於楊道軍、許宗祥 (主編)，2007 廣東省體育科學研究論文選 (頁 37-40)。廣州：廣東省體育科學學會。
- 彭賢德、黃長福、彭賢勝 (2007)。三種不同重量鉛球站立投擲之投擲臂生物力學分析。大專體育學刊，9(2)，97-105。
- 溫華昇 (2000)。擊劍運動-銳劍。未出版碩士論文，國立體育學院，桃園縣。
- 溫華昇 (2004)。國際銳劍優秀選手戰術運用比較與分析——以 99-02 國際比賽為例。教練科學，4，211-222。
- 趙傳杰 (2000)。單腿衝刺進攻在當今佩劍比賽中的作用。上海體育學院學報，24(4)，62-64。
- 劉宇、莊榮仁、連德亨 (1995)。國術踢與蹬動作之生物力學分析與比較。國術研究，4(2)，45-72。
- 劉玉仁、周有禮、羅世忠 (2000)。高爾夫揮桿動作之運動學與動力學分析。體育學報，29，179-188。
- 劉玉仁、邱宏達 (2006)。不同站姿於高爾夫揮桿過程之地面反作用力探討。成大體育，39(4)，18-29。
- 蔡葉榮 (2007)。跆拳道兩種預備站姿跳後踢之生物力學分析。未出版博士論文，國立臺灣師範大學，台北市。
- 鐘祥賜、蕭秀萍 (2004)。上肢投擲動作和開放式動力鏈理

論探究。中華體育，18（1），52-59。

鐘民儒（2005）。拔河不同坐地距離對起身動作之生物力學分析。未出版碩士論文，國立臺北師範學院，台北市。

體育學院通用教材（1994）。運動生物力學。北京：人民體育出版社。

外文部份

Bower, M. (1985). *Foil fencing* (5th ed.). Dubuque, IA: Wm. C. Brown Pubilshers.

Evangelista, N. (1996). *The art and science of fencing*. Chicago, IL: Masters Press.

Fink, P.(1993). Force in the forward leg during a fencing lunge[Abstract]. *International Institute for Sport and Human Performance* (p. 3463). University of Oregon: Microform Publications.

Garret, M. R., Kaidanov, E. G., & Pezza, G. A. (1999). *Foil, saber, and epee fencing: skills, safety, operations, and responsibilities* (5th ed.). University Park, PA: Pennsylvania State University.

Geil, M. D. (2002). The role of footwear on kinematics and plantar foot pressure in fencing. *Journal of Applied Biomechanics*, 18(2), 155-162.

Guizani, S. M., Bouzaouach, I., Tenenbaum, G., Kheder, A. B., Feki, Y., & Bouaziz, M. (2006). Simple and choice reaction times under varying levels of physical load in high skilled fencers. *The Journal of Sports Medicine and*

- Physical Fitness*, 46, 344-351.
- Harmenberg, J., Ceci, R., Barvestad, P., Hjerpe, K., & Nystrom, J. (1991). Comparison of different tests of fencing performance. *International Journal of Sports Medicine*, 12, 573-576.
- Hassan, S. E. A., & Klauck, J. (1998). Lower and upper extremity coordination parameters during the fencing lunge. In H. J. Riehle, & M. M. Vieten (Eds.), *Proceedings I of the XVI International Symposium on Biomechanics in Sports* (pp. 149-152). Konstanz, Germany: UVK-Universitätsverlag Konstanz Germany.
- Kreighbaum, E., & Barthels, K. M. (1996). *Biomechanics-A qualitative approach for studying human movement* (4th ed.). Boston, MA: Allyn and Bacon.
- Lin, F. T. (2004). Optimal handle angle of the fencing foil for improved performance. *Perceptual and Motor Skills*, 98, 920-926.
- Moyer, J., & Konin, J. (1992). An overview of fencing injuries. *American Fencing*, 12, 25.
- Margonato, V., Roi, G. S., Cerizza, C., & Galdabino, G. L. (1994). Maximal isometric force and muscle cross-sectional area of the forearm in fencers. *Journal of Sports Sciences*, 12, 567-572.
- Marshall, R. N., & Elliott, B. C. (2000). Long-axis rotation: The missing link in proximal-to-distal segmental sequencing. *Journal of Sports Sciences*, 18(4), 247-254.

- Panariello, R. A. (1991). Weight training techniques: The closed kinetic chain in strength training. *National Strength and Condition Association Journal*, 13(1), 29-33.
- Steindler, A. (1955). *Kinesiology of the human body: Under normal and pathological conditions*. Springfield, IL: Charles C Thomas.
- Tucker, C. (1990). *The mechanics of sports injuries*. Boston, MA: Blackwell Scientific.
- Winter, D. A., & Patla, A. E. (1997). *Signal processing and linear systems for the movement sciences*. Canada, UW: University of Waterloo.
- Zemper, E. D., & Hammer, P. A. (1996). Fencing. In D. J. Caine, C. G. Caine, & K. J. Lindner (Eds.), *Epidemiology of sports injuries* (pp. 186-195). Champaign, IL: Kinetics.

受試者同意書

研究題目：後蹬腳角度對擊劍長刺影響之研究

指導教授：沈易利教授

研究生：蔣來福

單位：國立臺灣體育大學（臺中）競技運動學系暨碩士班

聯絡電話：0912776291(Mobile)

E-mail：chinglf731019@hotmail.com

本研究目的為透過擊劍長刺動作，施予實戰姿勢不同後蹬腳角度的模式（ 75° 、 90° 、 105° ）站立時，比較刺擊準確度之影響，並進行運動學和動力學各項參數探討，將所得其結果於往後能提供選手與教練作為指導參考依據。參與實驗研究的受試者必須詳細閱讀下列幾點說明：

- 一、填寫實驗同意書及個人基本資料。
- 二、實驗前須進行熱身活動 20-30 分鐘。
- 三、實驗時穿著緊身黑色上衣、黑色小短褲與擊劍專用鞋，以便將反光球黏貼在本實驗所需觀察的位置，並準備個人之劍具。
- 四、受試者面對刺靶（移動式人行靶），後腳站立於測力板中央試做三次長刺動作，且在該角度下取得長刺最佳距離。
- 五、取得最佳距離後，執行三種不同後蹬腳角度（ 75° 、 90° 、 105° ）之長刺動作，且在每一角度下做 10 次攻擊動作。

依實驗研究之規定，研究者應盡其所能保護受試者健康與權益，並隨時回答受試者的問題。受試者如有改變意願時

隨時通知實驗人員，可隨時退出實驗而不受限制，同時所有實驗資料僅供學術研究之用，並保證您的隱私權絕對保密。

本實驗需要您的參與合作，方能圓滿順利。現在請您填寫個人資料表，並於下面姓名欄內簽名，表示已閱讀完上述說明並同意參加及遵守各項規定。

受試者：_____（簽名）

日期：中華民國_____年_____月_____日

附錄二

傷害問卷調查表

在過去半年內，您的身體部位（包括肌肉與關節）是否有發生過扭傷、肌腱發炎、骨骼或神經肌肉等方面的疾病與傷害？

否

是（請加以描述傷害狀況及恢復情形）

附錄三

受試者基本資料

編號：

- 一、姓名：_____ 二、性別：_____
- 三、身高：_____ 四、體重：_____
- 五、出生年月日：_____ 六、擊劍專項訓練_____年
- 七、參加過最佳比賽成就（名次）及比賽名稱
- （一）最佳名次：_____
- （二）比賽名稱：_____
-

附錄四

受試者主觀問卷調查表

請將您本身對後蹬腳角度實驗後的感覺，依照 1、2、3 等順序代號填入欄內。

- 一、您在以下推蹬舒適度方面的感覺（1.非常舒適、2.尚可、3.非常不舒適）

75° 90° 105°

- 二、您在以下施力難易度方面的感覺（1.非常容易、2.尚可、3.非常不容易）

75° 90° 105°

附錄五

實驗紀錄表

編號： _____

日期： _____

慣用手： _____

刺點 角度	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	有效 次數	無效 次數	總 分	備 註
	75°													
90°														
105°														

註：○為有效刺點；×為無效刺點。