

國立臺灣體育學院競技運動學系
碩士學位論文

腳步移位對刺拳動作的影響
JAB AS A FUNCTION OF
STEPPING FORWARD



研究生：江子偉 撰
指導教授：陳重佑 博士

中華民國 100 年 7 月

論文名稱：腳步移位對刺拳動作的影響

總頁數：55 頁

院校所組別：國立臺灣體育學院競技運動研究所

畢業時間及提要別：99 學年度第 2 學期碩士論文題要

研究生：江子偉

指導教授：陳重佑博士

論文提要內容：

中文摘要

本研究主要目的在探討腳步移位對拳擊刺拳動作表現的影響，進一步分析運動學與動力學參數的差異。實驗以 11 名大專優秀拳擊運動員為實驗參與者（拳齡 5 年以上、平均年齡 20.7 ± 1.7 years、平均身高 173.5 ± 6.5 cm、平均體重 66.0 ± 11.3 kg），隨機執行原地刺拳、上前足刺拳與雙足上步刺拳等 3 種刺拳動。研究通過 VICON 三度空間影像分析系統（250 Hz）與 Kistler 測力板（1000 Hz）同步進行動作過程的資料收集，並以 Nexus 1.6.1 版軟體與 Polygon 3.1 版計算不同刺拳動作執行過程上肢關節運動學參數與地面反作用力特徵，經重複量數單因子變異數分析與 HSD 事後比較後（ $\alpha = .05$ ），結果顯示雙足上步刺拳動作的肘關節速度最大值顯著大於上前足刺拳動作與原地刺拳動作（ $p < .05$ ），雙足上步刺拳的肩關節速度最大值也顯著大於原地刺拳動作及上前足刺拳動作（ $p < .05$ ）。若將拳速為 0 的瞬間定義為衝拳的終點位置，由速度最大值到達終點位置的平均時間，雙足上步刺拳速度顯著大於原地刺拳（ $p < .05$ ）。在刺拳動作加速階段之位移量部分，雙足上步刺拳與上前足刺拳顯著大於原地刺拳（ $p < .05$ ）。腳步移位對出拳最大速度雖然無顯著的改變，卻造成肩關節與肘關節在刺拳動作結束前的再一次加速特徵，使得出拳動作完成時，獲得較大的攻擊效果。

關鍵詞：生物力學、刺拳、拳擊、腳步移位

Jab As A Function of Stepping Forward

Chiang Tzu-Wei

ABSTRACT

The purpose of this study was to investigate the effect of various stepping forwards for jab of boxing in biomechanical approach. Eleven collegiate level boxing players, training age over five years, were recruited voluntarily as the participants for this study (mean age: 20.7 ± 1.7 years old, mean height: 173.5 ± 6.5 cm, mean weight: 66.0 ± 11.3 kg). Participant were asked to perform stand jabs, one-foot forward jabs, and two-foot forward jabs without impact five times for each movement in delivered off the lead foot and bare-handed by random order. The Vicon 3-D motion analysis system with 8 cameras (MX-F40, 250 Hz) and two Kistler force platforms (Type 9260AA, 1000 Hz) were synchronized to record the kinematical and kinematical data respectively. The Vicon Nexus system (Version 1.6.1) and Polygon Authoring Tool (Version 3.1) were used to analyze the kinematic parameters of upper extremity and ground reaction force. Repeated measure one-way ANOVA and HSD post-hoc were adopted to analyze the statistical difference with an alpha level of .05. The result showed the peak velocity of elbow and shoulder in two-foot forward jab were higher than stand jab and one-foot forward jab ($p < .05$). All the jab movements were without impact to perform punching in this study and this condition made the research assumed the instant of hand velocity equal zero was the terminal position of jab. The results showed time of peak shoulder velocity and time of peak elbow velocity to terminal position had no significant difference among three jab movements in this study ($p > .05$). The displacement of hand in two-foot forward jab and one-foot forward jab were larger than stand jab significantly ($p < .05$) during the accelerated stage. Under the movements of one-foot forward jab and two-foot forward jab, the shoulder and elbow were both showed the characteristics of accelerated again. It seems reasonable to conclude that the stepping forward created the offense effect again during the end of jab movement.

Key words: biomechanics, jab, boxing, footwork

謝誌

自民國 85 年進入臺體，經歷了五專部、大學部及碩士班，終於抬起頭、昂起步伐離開學校，其間在術科與學科經歷了許多難忘的回憶，因為許多人的支持、鼓勵、協助、包容與體諒，才能讓無知的我，完成這階段的學習。

本論文在歷經數年之後能順利的完成，首先要感謝的是學生的指導教授 --- 陳重佑博士，在研究的過程中，常會遇到許多不知如何解決的困境，重佑老師總是不厭其煩的進行指導，並且耐心的提供許多多方面的想法及觀點，讓學生能以最恰當的方式來解決問題；其次要感謝口試委員涂瑞洪博士與許太彥博士對於本論文的指導與寶貴的建議，也因為有如此的深入見解與細微提醒，使得本論文能更加完善；另外要感謝偉勳、建志及威勁力學團隊學弟妹們的鼎力相助，除了實驗與數為分析之外，更讓本人在各種狀況之中給予意見，由於你們的協助，本人才得以完成這項艱鉅的工作。也要感謝所有曾經給予我挫折、失敗的人，這些種種打擊更讓本人萌生鬥志，因為本人堅信，「堅持比努力還可怕」。

最後，感謝我的家人與本人在拳擊運動的啟蒙老師 ---- 陳憲權老師，在求學前間感謝您們付出的關愛與體諒，有您們的支持與勉勵，我才能順利的完成各個階段的學習。希望將子偉在學、術科上所獲得的榮耀與本論文的貢獻，呈獻給對子偉無盡付出的您們，子偉於今日有所微薄成就，全部感謝您們對子偉細心、耐心與愛心的栽培。

江子偉 謹誌

中華民國 100 年 7 月

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、問題背景	1
第二節、研究目的	2
第三節、研究範圍與限制	2
第四節、名詞解釋與操作型定義	3
第五節、研究的重要性	4
第貳章、文獻探討	6
第一節、拳擊動作型態	6
第二節、拳擊的步法應用	9
第三節、拳擊技法使用時機	12
第四節、打擊動作之運動學與動力學研究	15
第五節、本章結語	19
第參章、研究方法與步驟	21
第一節、實驗參與者	21
第二節、實驗儀器與器材	22

第三節、實驗方法	25
第四節、資料處理與分析	26
第肆章、結果與討論	28
第一節、刺拳動作的線運動學特徵	28
第二節、刺拳動作的角運動學特徵	37
第三節、刺拳動作的動力學特徵	40
第四節、綜合討論	43
第伍章、結論與建議	50
第一節、結論	50
第二節、建議	50
引用文獻	52
一、中文部分	52
二、英文部分	53
附錄	
附錄一、實驗參與者同意書	54

表 目 錄

表 1	實驗參加者的基本資料 (n = 11) -----	22
表 2	Plugingait Fullbody Model (SACR) 反光球放置表 -----	24
表 3	各關節速度最大值之平均值(M)與標準差(SD)-----	29
表 4	各關節速度最大值之變異數分析與事後比較摘要表 -----	30
表 5	各關節速度最大值瞬間至終點位置時間平均值 (M) 與 標準差(SD)-----	32
表 6	各關節速度最大值瞬間至終點位置時間之變異數分析與 事後比較摘要表 -----	32
表 7	各項加速度參數之平均值(M)與標準差(SD)-----	35
表 8	各項加速度參數之變異數分析與事後比較摘要表 -----	36
表 9	肘關節角運動學參數之平均值(M)與標準差(SD)-----	38
表 10	肘關節角運動學參數之變異數分析與事後比較摘要表 --	39
表 11	肘關節 x 與 z 方向力矩之平均值 (M) 與標準差 (SD)	40
表 12	肘關節 x 與 z 方向力矩之變異數分析與事後比較摘要表	41

圖 目 錄

圖 1	場地布置與儀器設備。-----	23
圖 2	實驗參與者反光球黏貼位置完成圖。-----	25
圖 3	3種不同刺拳動作前腳與後腳的前後水平地面反 作用力-時間曲線圖。-----	42

第壹章 緒論

第一節 問題背景

拳擊運動為簡單的 6 種出拳動作所組成的運動，卻因為種種環境因素的組合配合著腳步、閃躲等技術而產生了運動技術複雜化的現象。拳擊運動就是因為如此的看似單純卻又如此複雜，更增添了其誘人的地方，就是它必須精通 6 種拳法，精熟之後再配合腳步、閃躲等技術，形成一項競技格鬥的藝術。在每場業餘或職業拳擊賽，皆可看出拳法與步法的配合是緊密不可分的並為觀眾呈獻出拳擊運動的極致表現。而利用生物力學手段進行拳擊運動的相關研究，主要分為兩大走向：其一為探討拳擊出拳動作的運動表現，如速度、加速度等 (James, 1984; William, Gregor, & Finerman, 1988; Smith & Hamill, 1985); 其二是關注於打擊力量(punch force) 大小與其造成傷害指數 (Hodgson & Thomas, 1981; Smith & Hamill, 1985; Smith, Dyson, Hale, & Janaway, 2000; Walilko, Viano, & Bir, 2005)。此外在技術應用層面相關研究，近年來則較關注於競技時單拳使用率、出拳率、命中率以及組合拳的應用方式等實務觀點的綜合技術分析 (陳怡舟, 2002 ; 林明佳、林國瑞、陳怡舟, 2004 ; 陳怡舟、傅文賢, 2006 ; 賴鐘桔、高明峰, 2008)。雖然在拳擊比賽獲勝的關鍵，不在乎於打擊力量及速度與出拳率及命中率等。但研究者在面臨實務教學及競賽現場指導時，獲勝的關鍵因素不僅限於打擊力量、速度出拳率等等。上半身與下半身是緊密配合更能去充分形成拳擊運動的極致表現。拳擊運動員常配合下肢的位

移來增加上肢攻擊對手的打擊力量，進而增加自己有效擊中對方的機率及效率，也因此訓練中拳頭與腳步的配合皆是密不可分的。拳擊運動員除了必須在出拳組合上取得優勢外，腳步移位的配合在攻擊距離上更能使出拳攻擊的效率上有所幫助，那下半身的位移能帶給上半身的拳法有多大的助益？在速度以及衝擊力量上，又能對拳擊運動表現有多少的效果增進？是否能通過生物力學參數對於腳步移位給予出拳表現的影響進行進一步的探討呢？

第二節 研究目的

本研究的主要目的是以生物力學分析方法，探討刺拳動作的表現是否會隨著腳步移位而產生改變。針對本研究所選取在拳擊訓練中較頻繁使用的 3 種刺拳動作，進行上、下肢運動學與動力學參數比較。具體化本研究的主要目的為：通過運動學與動力學分析的手段，探討腳步移位對刺拳動作的影響，並進一步比較不同刺拳動作在上、下肢工作上的異同。

第三節 研究範圍與限制

關於出拳動作的相關研究，總是將研究焦點置於出拳動作的最大速度與擊中目標後所造成衝擊量大小進行分析比較，但是為了使拳擊運動員與教學者更能瞭解出拳動作時，就需瞭解拳擊運動員在執行出拳動作時，上肢與下肢是如何進行協調及配合，而產生極致表現與造成極致表現的關鍵參數。所以，本研究對象以體育專業的拳擊運動員進行不同腳

步移位方式的刺拳動作測驗，並要求實驗參與者盡全力執行每個刺拳動作，以期將實驗過程中的出拳動作表現水準合乎於。然而，競技時的真實情境為雙手配戴拳套且確實打擊到對手身體目標。但是空拳打擊亦是拳擊運動訓練中不可缺少的基礎訓練環節，且為了避免參與者戴上拳套之後因執行刺拳動作時拳套的震動及鬆脫而造成過度的影響，本研究選擇徒手的方式（參與者不綁繃帶或配戴拳套）執行刺拳動作，已降低實驗的誤差性，然而拳擊運動員有、無配戴拳套對於出拳表現是否有所影響，就有待後續探討。

也因本研究僅以徒手空拳的方式，探討刺拳動作在不同腳步移位方式下的表現差異，並無實際撞擊的檢測，此乃本研究的範圍之一。且實驗過程中，並無檢測的標準來認定實驗參與者是否盡全力執行每個動作，在實驗前與過程之中，除了告知參與者盡力執行每個刺拳動作外，並給予精神上的鼓勵，因此，本研究假定所有實驗參與者均能依照實驗的要求，盡力完成每個出拳動作。

第四節 名詞解釋與操作型定義

刺拳動作為拳擊運動的基礎動作，此動作的定義為在基本的拳擊架式（on-guard position）下，位於前方的手臂朝身體的矢狀面（sagittal plane）方向快速的伸直或不完全伸直所擊出的出拳方式（陳怡舟，2002）。一般統稱 jab，在拳擊訓練上的術語以 1（one）代替，為拳擊運動中運用最多的一種出拳打擊方式，本研究以日常訓練上以及實際對打中，使用較為頻繁的 3 種刺拳打擊方式。

一、原地刺拳 (jab of stance)

由基本拳擊架式下原地執行刺拳動作，且下肢不進行移位的動作。

二、上前足刺拳 (jab of one foot forward)

又稱上步刺拳動作，執行刺拳動作時，前腳隨著出拳動作向前跨一步隨即恢復原本姿勢。此出拳方式在訓練及對打時的使用時機為攻擊目標與自我攻擊範圍距一步之距離，藉由上步動作來有效打擊到目標後，繼續保持攻擊範圍外一步之安全距離。

三、雙足上步刺拳 (jab of two feet forward)

又稱滑步刺拳動作，執行刺拳動作時，前腳向前快速滑步踏穩，後腳隨即跟隨一步，維持拳擊準備狀態姿勢。此動作常發生於對手與自我攻擊範圍保持較長距離時，利用滑步動作縮短與對手之間的距離，且利用全身快速移動，將動量轉化為衝量，使得打擊力量更具有威力（顏世嘉，1984；于德順、高誼，1988）。

第五節 研究的重要性

刺拳動作為拳擊運動中攻擊頻率最高的拳種，然而空拳打擊雖未能達到臨場競技時實際打擊狀況的模擬情境，但藉由空拳打擊中的刺拳動作研究，可以增進研究者瞭解其機制，藉以進一步的針對拳擊訓練的方法或是動作的修正而提高拳擊運動表現。本研究以影像擷取系統獲取運動學資料，以測力板獲得動力學資料，通過系統同步的方式以動力學逆

過程計算上肢在矢狀軸之前後方向（ x 方向）與縱軸之垂直方向（ z 方向）的肌肉力矩，剖析介入刺拳動作因腳步移位所產生的各項效應。本研究工作要求盡可能與真實對打情境相同執行每個刺拳動作，因此，對於日後在真實競技中期望能有進一步的發展，並且在訓練的實務工作上為各階層教練找出更有效果的訓練概念。

第貳章 文獻探討

本章主要依據過去拳擊運動相關研究中對於其研究方向及手段進行闡述，而後藉由腳步移位與使用頻率最高的單一刺拳動作進行相關的剖析，並且嘗試朝向以往拳擊相關研究較少關注的上肢與下肢工作的交互影響機制來探討。因此，本章節分為下列進行討論：第一節、拳擊動作型態；第二節、拳擊的步法應用；第三節、拳擊技法使用時機；第四節、打擊動作之運動學與動力學研究；第五節、本章結語。

第一節 拳擊動作型態

一般而言，各種運動項目可根據外部刺激的利用程度，將運動項目分為開放式（open skill）與閉鎖式（close skill）等不同運動技術特性；所謂的「開放式運動技術」是指動作隨個體外部情境變化可做相應變化的技能，像這種狀況是很難有效預測對未來的動向而做未來的反應，例如排球、跆拳道等運動項目；相反地，「閉鎖式運動技術」則是指可以不參照個體外部條件變化所進行的運動技能，而所在環境是穩定可以預測的，例如射箭、田徑、游泳等運動項目（劉雅甄、王艾伶、鄭芳梵，2010）。

而拳擊運動，在場上競技時就是屬於高強度的開放性技擊運動項目之一，其運動的特性是由 2 位拳擊運動員在圍繩圈起的正方形競技比賽場地戴上特定的護具（防止咬傷的護齒、保護手部的繃帶、配戴 10 oz 拳套與男性選手穿著護襠以及業餘拳擊需戴上保護頭部的頭盔），雙方選手憑著體能、

敏捷、反應、速度、心理及技術的對抗，在有限的時間內做出進攻與防守以擊敗對手為最終目的的運動。當拳擊運動員在擂臺上，其任何攻擊動作的起始、動作的結束（工作）皆是由環境給予控制（對手在防守上的劣勢而自我積極進行攻擊），在真實競技的情境下，何時能出拳攻擊卻得看對手是否有出現能讓自我能出拳攻擊的契機；然而，在訓練時卻常常又是完全不同的訓練情境。除了教練靶打擊與模擬對練的狀況下，在空拳訓練時以及沙袋打擊等訓練上皆都是封閉式的訓練方式，運動員在訓練時發起出拳的時機以及各種組合拳種皆都是自我發動、且由自我的喜好及自我的慣性來使出各種攻擊的拳種，而並非因外在環境或對抗的對手而應變出的攻擊情境。然而在訓練上較令人省思的是，要如何將選手的動作技能，由訓練情境下的封閉式技能轉換至競技情境下的開放式技能？這考驗著個個優秀拳擊教練的智慧。

而拳擊運動的各種動作特徵可簡化成由兩隻左、右手配合 3 種不同的拳法組成 6 種不同運動特徵的拳種。是限定只能利用左、右手攻擊正面且腰部以上之有效得分部位的特殊且簡單的運動項目。而拳擊運動的運動特徵是什麼？以右手為慣用手的拳擊運動員為例，可分為以下幾種不同的拳種：

1. 左直拳 (left straight): 細分為左短擊或稱刺拳、左長擊 (long straight), 目的在偷襲、突襲，與試測攻擊距離，為拳擊中運用最多的一種打擊方式。
2. 右直拳 (right straight): 右直拳，一般拳擊選手都稱長拳 (或稱 cross), 是很具威力的一種拳路，使用時機與攻擊之距離，往往跟刺拳有密切之關係。左、右直拳連擊術語一般以 1 (one)、2 (two) 代替。

3. 鉤拳 (hook)：分為左、右鉤拳，手臂以前平屈之姿勢向目標揮擊。
4. 上拳 (upper-cut)：又稱上擊拳、上鉤拳，亦分為左、右上擊拳，手臂前屈，由下往上鉤擊之動作(顏世嘉，1984)。由以上這些動作的緊密配合，就發揮拳擊運動的特徵。

而當然這些不同特徵的拳路，各有各的運用方式。1、2 的優勢在於運動軌跡成短距離之直線攻擊，拳擊運動員對對手發動攻擊時往往是以 1、2 做為前導拳組。直拳的特徵在於手臂由身體的矢狀面快速出擊，而動作開始時，腿部利用對地面的蹬力，將地面反作用力由下而上，傳遞力量至腰部再利用身體的衝力傳遞於手臂形成鞭打運動。而手臂未完全伸直時，拳頭會向內旋轉，至擊中瞬間的前一刻，利用手臂擊出之速度及力量與肩部之短暫延伸再將關節鎖死，最後在擊中的瞬間，運用腕力及握力將拳頭質量增加至最大，擊中目標之後，迅速收回。直拳運用時，因軌跡較短較不易被對手察覺，是初學者入門時先學習也是拳擊運動員最常用的拳組。使用的時機，往往是發動攻擊時的前導拳組或是長距離攻擊型選手為維持與對手間的距離進而取得空間與時間上的優勢而常用的攻擊與反擊拳種。

鉤拳 (hook) 的優勢是手臂沿著身體的水平面充分利用手臂、肩部及上半身之旋轉力向對手揮擊，其運動的軌跡較長且幅度較大，相對的離心力也大，能在瞬間產生較大的衝擊力量，不亞於直拳。而動作開始時除了下半身與直拳動作相同外，肩部、手臂以放鬆之狀態充分利用腰部及身體旋轉向目標揮擊。在擊中之瞬間，以上半身為轉動軸將對地面蹬力所產生之反作用力、扭腰之旋轉力加上將關節鎖死的合力

匯集於拳頭上，擊中目標充分發揮鉤拳的威力。

上擊拳（upper-cut）的優勢是迅速且急促，運動的軌跡短，在雙方運動員近距離對峙時為最常運用的拳種，且攻擊的部位常是下顎、心窩及肝臟位置，是對人體弱點較具威力的拳種。通常在發動攻擊時，是對手位於直線攻擊較為嚴密防守時，利用拳頭沿著身體的垂直面且手臂曲屈向目標揮擊。上擊拳在慣用手及非慣用其防守的空隙及死角，運用方式雖不同，但軌跡皆為拳頭由下向前在向上揮擊，且拳頭與直拳、鉤拳不同的是向外旋對目標揮擊。鉤拳及上擊拳的攻擊時機除了在變化攻擊的拳組及攻擊防守的空隙外，再者就是近距離攻擊型選手為求對自我最佳的攻擊距離，利用步法的跟進及身體的擺動積極取得自我在空間與時間上的優勢而常用的攻擊拳種。

第二節 拳擊的步法應用

拳擊運動就是由左、右手配合著 3 種不同的拳法，組成 6 種不同運動特徵之拳路而形成的競技運動。然而，也因為拳擊運動就只有 6 種拳法，在學習上很容易學會。但是要這簡單的 6 種拳種精通甚至優於他人，在學習上甚至於同場競技上就產生了相當高的困難度。因拳擊運動是對抗性之競技運動，同場競技的對手也並非固定式的沙袋。在競技時，需面對目標距離的變化以及對手反應動作之應變。所以，在訓練上除了基本動作的學習外，往往皆會配合著拳擊基本步法的變化以增加自我拳種的多樣性。

在拳擊運動中常見到的步法（stepping forward）種類有以下幾種：

1. 踏步：出拳攻擊時，腳步同時向地面踏步。除了使全身協調性較為流暢外，更可以藉由踏步時對於地面的作用力使得反作用力增進出拳攻擊的效能。
2. 上步：出拳攻擊時，前腳隨著出拳動作向前跨一步隨即恢復原本姿勢。使用時機為攻擊目標與自我攻擊範圍距一步之距離，藉由上步動作來有效打擊到目標後繼續保持攻擊範圍外一步之安全距離。
3. 前進步：出拳攻擊時，前腳隨著出拳動作向前跨一步，後腳隨即跟上恢復預備動作。使用時機為攻擊目標與自我攻擊範圍距一步之距離，藉由上步動作來有效打擊到目標後並維持攻擊範圍接續下一個攻擊動作
4. 後退步：出拳攻擊時，後腳隨著出拳動作向後踏一步，前腳隨即跟上恢復預備動作。使用時機為有效攻擊過近或是對手接近時，為維持有效攻擊距離而產生的步法動作。
5. 滑步：此動作型態為前進步之延伸，不同於出拳同時，當前腳向前快速滑步踏穩時，後腳隨即跟隨一步，維持拳擊準備狀態姿勢。此動作常發生於對手與自我攻擊範圍保持較長距離時，利用滑步動作縮短與對手之間的距離。且利用全身快速移動，將動量轉化為衝量，使得打擊力量更具有威力。
6. 後縮步（back step）：利用對手向前攻擊時或是一組拳組攻擊完畢後，身體或步伐向後方縮移，隨即瞬間反擊的動作。此步法能使對手在矢狀面之空間距離感造成誤差，自我利用對手在距離感上的誤差取得攻擊上的優勢。

7. 側移步 (side step): 分左側步與右側步，即為向左、向右兩方向旋轉或移位之步法。此步法能使對手在水平面之空間距離感造成誤差，並自我取得優勢 (顏世嘉，1984；于德順、高誼，1988)。

直拳攻擊時，因利用其較長攻擊距離運動之特徵造成距離上的優勢，上列 7 種步法皆是可運用的選擇，以利自我獲得空間上的優勢並取得在攻擊上的先機；而鉤拳及上擊拳為距離較短的攻擊拳種，能運用的步法為踏步、上步、前進步法、後退步法、滑步以及側移步法，利用這 6 種步法來彌補空間上的劣勢，進而更積極的攻擊反向取得攻擊距離的優勢。拳擊運動員常利用這些步伐的運用，來面對對手與自己距離之間的變化，進而增加自己有效擊中對方的機率及效率。因此，在訓練上無論是什麼形式上的訓練在手與腳步上的配合皆是密不可分的。拳擊運動員在出拳組合上取得優勢外，腳步移位的配合除了在攻擊距離上，更能使出拳攻擊對手的效率上有所助益。

拳擊運動雖似簡單，卻因為種種環境因素的組合而產生了運動技術複雜化的現象。拳擊運動就因為如此的複雜，更增添了它研究的價值，就是它必須精通 6 種拳法，精熟之後再配合步法，形成一項格鬥競技的藝術。而在世人眾所皆知的穆罕默德 阿里就是將步法與拳法配合的天衣無縫之國際知名拳擊運動員。以重量級拳擊運動員來說，阿里雖然未如泰森般有著充滿爆發力的拳頭，卻擁有著俗稱「蝴蝶步」的華麗腳步：一種能讓自我與對手的攻擊距離自由運用，且讓對手對自我之攻擊距離產生錯亂的靈活步法，進而利用身體的位移加重施予對手的打擊力量。在阿里 3 度獲得世界職業

拳王頭銜的影片及記錄中就可驗證出，拳法與步法的配合是緊密不可分的！且步法的靈活改變，會使得拳擊運動員之攻擊效率更加精進，也會增進其進攻時衝擊對手之效果產生。

從前述的拳法及步法討論中，拳擊運動就是上肢與下肢相互協調配合而產生的動作技能，下肢的位移能帶給拳速以及衝擊力量與運動技能表現上有效果的提升。以現今業餘拳擊運動為例，業餘拳擊運動得分之判定，是以手套擊中且以全身之力擊中有效得分部位，由台下 5 位評分員認定「有效擊中」，謂之有效得分。然而，雖擊中得分部位，但無肩部或身體之重量加上，而成無力打擊則無法構成有效擊中的條件。在拳擊訓練法中與各種運動科學上，皆能舉證腳步的移位能增進手臂衝擊目標的效率。而步法移位能帶給拳法的力量及速度有多少的效果？仍需進一步探討。

第三節 拳擊技法使用時機

拳擊運動中攻擊頻率最高的拳種就屬刺拳動作使用次數最多，它就如同槍桿上的準心，用刺拳鎖定、牽制對手，在給予對手突襲之後，再伺機配合其他攻擊技術進行攻擊以取得分數。在競技過程中運用效果穩定、比率最高，是因其動作結構單純、簡單攻擊路徑最短，在擊中對手花費的時間上也是為最快速的，在單位時間內所出的拳數較其他攻擊動作來的多。刺拳的動作突然，往往讓對手防不勝防，即使被對手閃過或者撥開，也達到干擾對手、破壞對手節奏以及迫使對手防禦出現破綻的目的。若能掌握好刺拳動作技術，在比賽場上往往能優先獲得的主動權，為取得優勝奠定良好的基

礎。

反之，動作結構單純、簡單的刺拳動作，在能量傳遞的效率皆不如其他 5 種攻擊動作。如何使其成為較有力的打擊力量，在比賽中成為有效得分打擊？另外，2 位或多位同量級之拳擊運動員擊出刺拳動作，較優秀之拳擊運動員所擊出的刺拳，其打擊力量會高於其他拳擊運動員（Smith, Dyson, Hale, & Janaway, 2000）。

在記錄拳擊比賽相關設備（如：數位攝影機等）較為普遍的今天，為了協助拳擊運動比賽時的技、戰術運用，陳怡舟（2002），針對 1998 年第 9 屆亞洲青年盃青年拳擊錦標賽之冠、亞軍做攻擊之分析，內容包含：1. 對各量級各種出拳方法上之攻擊率，以刺拳為主的是輕、重量級，而中量級則以直拳為主。2. 決賽選手各回合之總出拳率由於步伐移位的關係，重量級 > 中量級 > 輕量級。也因攻擊戰術的不同在拳數分佈情形也未明顯的一致。3. 各種不同組合拳之編配也以刺拳與直拳的組合最多；林明佳、林國瑞與陳怡舟（2004），也對於 2002 年世界盃女子拳擊錦標賽決賽選手進行攻擊技術之分析。內容包含：1. 各回合平均拳數分佈情形為微量級 > 中量級、輕量級 > 重量級。2. 決賽選手經皮爾遜積差相關法檢驗後發現，出拳數與得分方面有明顯的關係存在（ $r = 0.506$ ）。3. 在決賽選手各種不同單拳與組合拳之編配上，微、輕量級以刺拳系列最高，而中量級則以 1、2 直拳系列為主，在所有量級中仍以刺拳與連續刺拳的攻擊組合為最多、也最普遍；陳怡舟與傅文賢（2006），針對民國 92 年全中運拳擊項目決賽選手進行攻擊、防守模式分析。研究結果發現：1. 各量級單拳使用率依序為刺拳、直拳、鉤拳最後是上擊

拳。2. 各量級平均出拳率與先前研究相反，輕量級 > 中量級 > 重量級。3. 總出拳數、總慣用手的出拳數與總直拳的出拳數與得分之間並沒有任何相關。可見刺拳動作於實際應戰時有其重要性，然而未替本研究解答的是，上述文獻未呈現出使用率最多的刺拳動作在得分率上是否相關、而影響刺拳得分率的因素為何。有研究者提出觀點：刺拳動作作為積極的進攻以為防禦、維持對手間的距離與刺拳在比賽中可爭取休息之機會，以致刺拳有著較高之出拳率。

然而賴鍾桔與高明峰（2008），則針對2008年國際業餘拳擊總會主席盃拳擊錦標賽決賽選手進行攻擊技術分析，其研究發現除了與上述幾篇因技、戰術與選手水準層次的不同而有少許差異外，攻擊率最高的都是刺拳、直拳，組合拳比率最高的亦是刺拳與其他單拳的組合比率最高。而此文獻更提到拳擊選手，利用腳步移位以製造較多的攻擊機會。亦提到部分場次的比賽，選手利用較高頻率的閃躲及腳步移位，而快速出拳得分，以致於出拳少但多能命中敵方而得到分數會得勝利。

所以由以上的文獻資料可得知腳步移位在比賽時的影響，增加攻擊的機會為其一；其二為較高頻率的腳步移位運用，可有效的提升出拳速度及命中率。而此觀點與訓練上較能相符合，拳擊運動是開放性、對抗性之競技運動，對抗之對象同樣是靈活、敏捷的運動員並非固定之沙袋，倘若攻擊者未利用腳步移位製造最佳擊中目標之距離，攻擊目標則可能因為防守者的閃躲、移位造成提前擊中或錯失擊中的時機之狀況產生。

第四節 打擊動作之運動學與動力學研究

現今拳擊與打擊動作有相關的運動學、動力學研究，主要為這幾個方向：其一是以測力裝置測試出拳打擊目標所產生之打擊力量，或是將 3 軸加速規裝設至假人中進行打擊力量的測試與此衝擊所可能造成的傷害(Smith, Dyson, Hale, & Janaway, 2000)。其二是以高速攝影機或是動作截取器(motion capture)、肌電儀、聲光反應器等等來記錄出拳的動作，來獲取出拳時的開始及完成時間、出拳軌跡(trajectories)、出拳時運用之關節與肢段之速度、加速度、角速度及角加速度，以利於觀察打擊動作之動力鍊情形。再者是將 2 種方式同時作為研究的工具，透過打擊時的上肢段各關節速度、重心移位與打擊力量等種種參數來進行分析。

以運動學參數為研究變項，James(1984)在其學位論文中以有限的器材(二度空間影像分析法)，利用單台攝影機作對 9 名拳擊運動員(年齡 19 到 21 years、體重在 130 到 192 lb，並將體重分為 3 種量級，輕量級 130 到 135 lb、中量級 152 到 165 lb 以及重量級 180 到 192 lb，每一個量級各 3 人)作刺拳、直拳及鉤拳動作的二維分析，並得出其戴上 8、12 及 16 oz 的不同重量拳套之運動學上的差異。其研究結果指出，各選手戴上各不同重量的拳套對於出拳速度、加速度並無差異、手套體重與量級並沒有交互作用，並得出速度與加速度的大小鉤拳 > 直拳 > 刺拳。但此研究只限於二維的運動學分析，在鉤拳打擊動作上的解釋有欠完善且忽略了動力學上的數據；再者其研究之參與者並非為優秀的拳擊運動員，而是 9 名軍校拳擊隊隊員，在用來解釋拳擊動作上面卻

無法以一概全；William, Gregor 與 Finerman 在 1988 年使用 2 台高速攝影機（200 Hz）觀察 4 名拳擊運動員的直拳與鉤拳的上肢三維分析技術，其標記貼法雖然只標記肩、肘、腕關節與手套 4 處，卻較先前二維分析的數據更準確。研究測量出拳動作的階段為手肘開始向前移動到拳頭或手套撞擊到沙袋的瞬間，在此出拳動作時間平均為 139 ± 22 ms，同時也比較徒手打擊與配戴拳套時速度上的差異，但結果 2 種方式僅相差數毫秒並與其他研究作了比較，均發現有一致的結果（直拳 6 m/s、鉤拳 8 m/s；直拳 7 m/s，鉤拳 8 m/s），但 Smith 與 Hamill（1985）所發表的數值卻比此研究還要來的慢，或許是研究手段不同或是實驗參與者的拳擊專業能力水準不同的因故。此研究是首次使用動作分析技術來進行拳擊動作的研究，不過其所使用的標記貼法以及三維動作的描述卻未完全解釋，且其分析內容也完全未提及出拳動作過程中上肢的角速度及角加速度，並且還忽略了在肘關節位移前其他肢段的運動以及收手還原時的動作階段。

Hodgson 與 Thomas（1981）則較注重動力學參數的研究，在研究中討論出拳揮擊頭部時碰撞瞬間力量的傳遞，當 784 N 的力在約 8 ms 的時間內作用於頭部時，足夠能引起腦震盪。不過，研究者們認為拳擊運動員所使用的拳擊手套，在碰撞時產生的力足以使腦震盪的情況產生。因此，Hodgson 與 Thomas 不認為拳擊運動中使用拳擊手套就是相對安全的。也有學者認為是拳擊運動員自認為有拳擊手套保護著雙手，在攻擊對手時對於手部可能會造成傷害的恐懼降低，因而更使出更大的力量攻擊（Smith & Hamill, 1985）；此外，Smith 與 Hamill（1985）研究表明，拳擊運動員的技術水平

高低對於在打擊目標時，撞擊目標前 0.01 s 的拳速（約 11.5 m/s）並無影響，但是在相同拳速下，高水準的拳擊運動員比中、低水準的拳擊運動員更能給予打擊目標（沙袋）較多的撞擊力量。另外也提出與拳擊教學者在實務教學上相同的觀點，拳擊運動員配戴拳擊手套所傳遞的撞擊力量比無配戴拳擊手套還要來的大，由於拳套的保護及緩衝作用能降低碰撞時的疼痛感，因而使拳擊運動員出拳揮擊時更為用力；Smith 與 Hamill（1985）同年再進一步的研究，發現拳擊運動員在有、無配戴拳套揮擊 50 次的直拳打擊中，配戴拳套打擊的衝擊力量約為不帶拳套的 2 倍（2913 N, 1484 N）。雖然在此研究中，不戴拳套打擊的衝擊力力量較低，但也只有測驗初期的幾次打擊的衝擊力量未達引發腦震盪的標準（588 N, 26 ms）。而對拳擊運動員較有實質幫助的測量器材應用研究，Smith, Dyson, Hale 與 Janaway（2000）研發拳擊專用測量打擊力量之裝置，以 4 顆 Kistler 9366AB 荷重元與鋁板組裝成測力裝置並在其受打擊面覆蓋 1 塊緩衝墊製成，且以自由落體落下撞擊之方法對此測力裝置作校正。再以 7 名英國國家隊等級選手與 16 名校隊等級之選手進行刺拳及直拳動作打擊力量的比較。此研究指出 7 名國家隊等級選手的平均打擊力量為刺拳 2847 ± 596 N；直拳 4800 ± 601 N，而 16 名校隊等級選手平均打擊力量刺拳為 1604 ± 273 N；直拳 2381 ± 328 N。此研究將測力裝置固定於牆上，在測量出拳擊打擊力量上來說確實是較理想的作法，惟此研究未針對實驗參與者的體重作標準化，因此不能完全肯定國家級選手在打擊力量上顯著優於校隊級的選手，或許此結果的產生在於體重上的差異而並非完全是技術上的差異造成。更有趣的是 Walilko,

Viano 與 Bir (2005) 利用合併加速度傳感器、Tekscan 壓力感覺系統及高速攝影機來記錄 11 位奧運等級拳擊運動員，以直拳、鉤拳、上擊拳 3 種出拳方式打擊 Hybrid-III50th 型撞車測試假人，並作動力學與運動學分析，並且與另一份對美國國家美式足球聯盟 (National Football League [NFL]) 之研究比較其不同運動間之腦部傷害風險參數。此研究所得直拳平均拳力為 2127 ± 910 N 且由測試假人受打擊後的生物力學參數與 NFL 選手比較後，發現直拳打擊造成之頭部損傷指數低於美式足球。不過同一份研究也指出，拳擊運動所有出拳動作是比較容易在拳擊運動中對於下巴與前額造成頭部角加速度導致傷害的情況，其傷害指數甚至高於美式足球之擒抱 (tackle) 與衝撞 (striking) 甚多。雖然此研究較能解釋拳擊運動中打擊頭部時的動力學及運動學現象，然而此研究之實驗限制在於只考慮拳頭打擊對假人頭部在矢狀面出拳的力量，卻未詳盡拳頭在水平面及垂直面的打擊效果。再者，實驗參與者雖皆為頂尖拳擊運動員，卻未詳細指出出拳打擊的情境，且是否有運用腳步移位來增進其打擊的效果，是研究者感到遺憾的地方。

綜合上述拳擊文獻回顧可以發現到，利用生物力學手段來分析拳擊運動，多數是由其運動的對抗性所造成的運動傷害及預防，以及不同或相同程度的拳擊運動員之間的打擊力量與其所造成傷害指數相互比較。而回歸到單一動作技術方面的卻少有人去作詳細的探討，而在各個研究內容中也都未詳盡敘述下肢工作的情形。一個攻擊動作產生是否符合真實競技時的情境？是否有距離遠、近的因素以及為求衝量的增大而使下肢的步法配合上肢的拳法？而攻擊動作的產生，到

底是靠上肢來產生？還是靠下肢來執行？也或者是同步進行？原地出拳是否就真的打擊的到對手？而拳擊運動員在將距離拉近及拉遠時，是否無形中加大其出拳的衝力？其實這是各個拳擊運動教練在訓練上一直在強調的方向，攻擊動作的產生是藉由下肢對於地面反作用力、軀幹的轉體、上肢的揮擊及擊中瞬間將各關節鎖死，擊中目標之後恢復預備姿勢完成單一攻擊動作。針對單一動作技術與配合著真實情境應用步法之間的關係，在生物力學上的技術分析是值得深入研究的方向，更是本研究探討的主題。

第五節 本章結語

在訓練上，當拳擊運動員的學習由預備動作進階至各階段時，作教練的時常會提醒：腳要跟上！要手到腳到！即意謂手腳並用。在上述各種拳擊基本運用步法上都能運用在各個競技情境而配合出攻擊的動作。那不禁令人疑問的是，單一攻擊動作為何要配合著各種步法？除了可以利用步法縮短距離上的不足及積極取得攻擊空間上的優勢外，是否可藉著步法的移位獲得較快的拳速與更大、更強的衝擊力量？作教練本身都很清楚這個訓練理念，而現今卻少有人去探討這方面的議題。然而各教練為何要強調「手到腳到」？是因為如此力量才會等進以及如此能符合真實競技所需的攻擊理想狀態？教練與經驗豐富的前輩往往能從出拳動作的軌跡、轉腰速度等跡象觀察出出拳的成效與效率如何，作教練也在教學時會對於選手的動作上，有著一種對於極致表現的「完美細節」觀點，而去對選手在各種動作上做出種種的要求。以教

練的訓練觀點，假設攻擊的動作是腳先到而手後到的情況，可能會容易讓對手察覺自我的預備動作而有所防備；倘若手先到、腳後跟上的情況在力量的傳遞上是否會無法完全，這當然還得考慮到個人人體動作上的慣性、流暢度的運用。在拳擊界常常有著 1 句話：世界拳擊冠軍所打出來的拳再怎麼醜、怎麼難看，但他若是世界冠軍，他的拳法拳就是正確法動作！在學術上練習者也都知道出拳的攻擊動作最理想的狀態是能符合鞭打效應，然而在實際競技情況時因得視對手的實際狀況而伺機做出攻擊動作，又並非任何時候都能將打擊動作做出最理想的狀態，因而更凸顯了步法與拳法結合上的重要性。

第參章 研究方法與步驟

本研究透過 VICON 3D 影像分析系統與 Kistler 測力板同步分析系統收集運動學與動力學參數資料，經 Nexus 與 Polygon 軟體分析計算上肢各關節參數，比較出拳速度及肩關節與肘關節各運動學參數，來探討不同腳步移位對刺拳動作的影響，再利用 AcqKnowledge 4.0 資料分析軟體，比較原地刺拳、上前足刺拳與雙足上步刺拳等 3 種拳擊刺拳動作前、後腳之前後方向與垂直方向的差異。本章的內容將依序分為下列 4 個部分：第一節、實驗參與者；第二節、實驗儀器與器材；第三節、實驗方法；第四節、資料處理與分析。

第一節 實驗參與者

本研究所要求的不同刺拳動作，是在訓練中較常見到 3 種不同上步之刺拳動作，以 11 人國立臺灣體育學院拳擊代表隊成員為實驗參與者，並志願參加本實驗研究，所有參與者基本資料如表 1 所示，平均年齡為 20.7 ± 1.7 years，平均身高為 173.5 ± 6.5 cm，平均體重為 66.0 ± 11.3 kg。參與者均詳細告知且瞭解實驗過程以及填寫個人同意書。

表 1. 實驗參加者的基本資料 (n = 11)

項目	平均數	標準差	最大值	最小值
年齡 (years)	20.7	1.7	24.6	18.9
身高 (cm)	173.5	6.5	182.0	162.0
體重 (kg)	66.0	11.3	82.0	50.0

第二節 實驗儀器與器材

本研究所使用測量下肢地面反作用力儀器為 Kistler 測力板，上肢運動學資料收集則使用 VICON 三度空間影像擷取系統，使用 Nexus 軟體內建 Plugingait Fullbody (SACR) Model 進行參數資料的收集，於實驗進行前，以紅外線攝影機先以 T 型校正棒進行校正，整體誤差小於 0.4 mm，使用馬丁尺測量實驗參與者各關節肢段維度資料，再以 8 台紅外線攝影機 (包含 4 台廣角鏡頭、2 台長鏡頭與 2 台一般鏡頭)，收集實驗參與者反光球點之運動學資料，各肢段反光球置放位置點如表 2 所示，反光球置放位置如圖 2 所示，再以測力板訊號同步接收盒，通過 Nexus 軟體進行影像資料與地面反作用力資料同步收集與計算。Vicon 動作影像擷取系統收集運動學資料，採樣頻率為 250 Hz。測力板進行動力學資料收集採樣頻率為 1000 Hz，以 AcqKnowledge 4.0 資料分析軟體，比較 3 種拳擊刺拳動作前、後腳之前後方向與垂直方向的差異。

一、儀器設備

- (一) 2 塊 Kistler 測力板 (型號 : 9260AA6)。
- (二) 8 台紅外線高速攝影機 (MX-F40)。
- (三) 1 台數位訊號轉換盒 (訊號同步接收)。
- (四) 1 組馬丁尺。

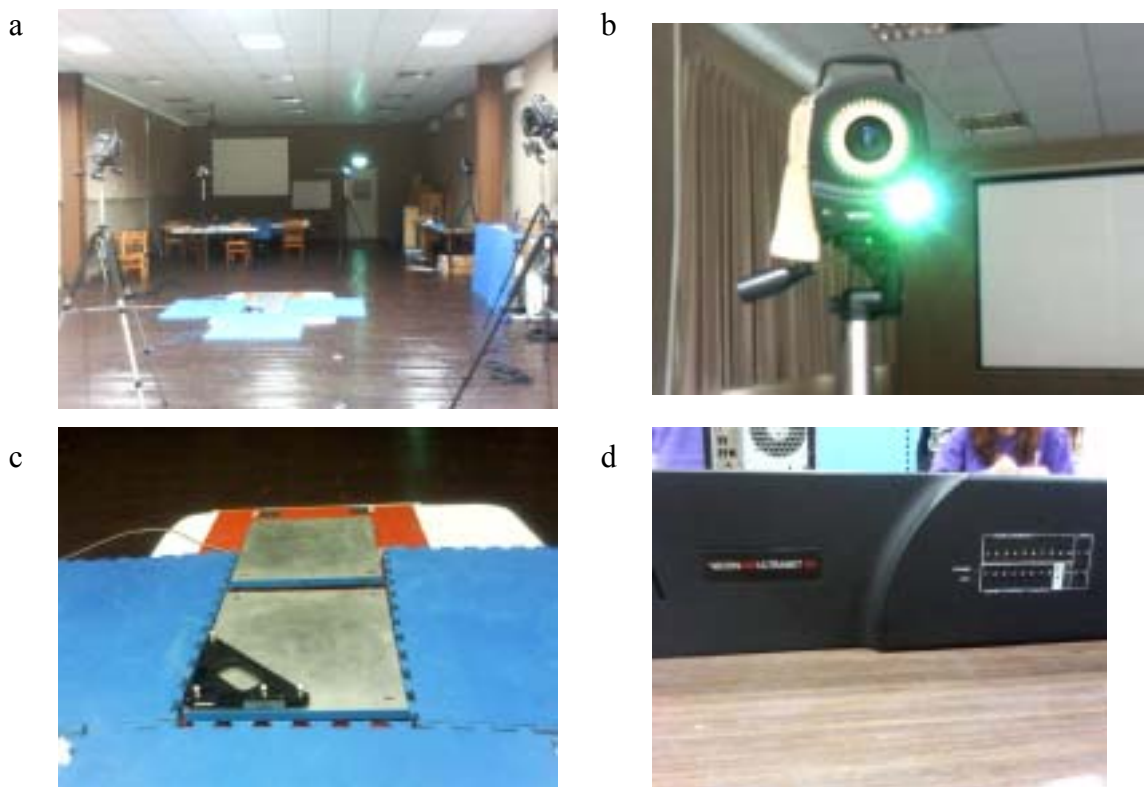


圖 1 場地布置與儀器設備。實驗儀器架設 (a) ; 紅外線高速攝影機 (b) ; 2 塊 Kistler 測力版 (c) ; 數位訊號轉換盒 (d)。

二、資料處理相關軟體

- (一) SPSS 18.0 中文版統計分析軟體。
- (二) Microsoft Excel 2007 中文版試算分析軟體。
- (三) Vicon Nexus 1.6.1 影像系統資料分析軟體。
- (四) Vicon Polygon 3.1 資料分析軟體。
- (五) AcqKnowledge 4.0 資料分析軟體。
- (六) Origin 7.03 版繪圖軟體。

表 2 Plugingait Fullbody Model (SACR) 反光球放置表

肢段	位置
頭部	RFHD、LFHD、RBHD、LBHD
軀幹	C7、T10、CLAV、STRN、RBAK
右手臂	RSHO、RELB、RWRA、RWRB、RFIN
左手臂	LSHO、LELB、LWRA、LWRB、LFIN
髖部	LASI、RASI、SACR
右下肢	RTHI、RKNE、RTIB、RANK、RHEE、RTOE
左下肢	LTHI、LKNE、LTIB、LANK、LHEE、LTOE



圖 2 實驗參與者反光球黏貼位置完成圖。

第三節、實驗方法

本實驗流程如下：

一、實驗參與者簽署「實驗參與者同意書」

研究者為實驗參與者說明本研究動作的要求，以及目的與相關流程後，請求填寫實驗參與同意書。待填寫完同意書後，進行實驗參與者的基本身體肢段參數測量以及反光球點放置位置，為了使用 Vicon Nexus 軟體計算上肢力矩，因此在反光球位置的選擇上必須依循其規定，在本實驗則以內建

Plugingait Fullbody Model 輸入人體測量學參數後計算其力矩。

二、實驗動作說明

本實驗進行原地刺拳、上前足刺拳與雙足上步刺拳等 3 種拳擊刺拳動作，施測前進行動作教學與說明，並且給予 20 min 時間進行充分暖身以及刺拳動作之練習，實驗參與者以隨機 (random) 方式進行動作施測，隨機方式進行，每種刺拳動作演空打擊 5 次，每次動作與動作之間不予限制時間。

三、練習試作

要求實驗參與者於 3 min 內進行施測動作練習，並已在練習試作前完成充分暖身活動。

四、正式施測

正式實驗時，請實驗參與者將前、後腳分別站立於前、後 2 塊測力板上進行動作施測，施測以實驗參與者完成準備後告知開始施測，所有實驗參與者每種動作進行 5 次施測，每次動作與動作之間不予限制時間。在實驗過程中，要求實驗參與者盡可能與真實對打情境之刺拳動作相同。

第四節、資料處理與分析

本研究利用 Vicon 動作影像擷取系統收集運動學資料，採樣頻率為 250 Hz，測力板進行動力學資料收集採樣頻率為 1000 Hz，且以內建程式 Nexus1 1.6.1 計算上肢各關節力矩，參照 Dempster (1955) 提出的人體肢段參數，計算上肢力矩與功率等資料，透過各項運動學與動力學參數資料輸出，以 SPSS 18.0 中文版統計分析軟體將運動學與動力學參數進行

統計分析，3 種不同刺拳動作的分析方式使用重複量數單因子變異數分析，統計結果若達顯著差異，則以 HSD 法進行事後比較的處理，統計的顯著水準定為 $\alpha = .05$ 。再利用 AcqKnowledge 4.0 資料分析軟體，比較原地刺拳、上前足刺拳與雙足上步刺拳等 3 種拳擊刺拳動作前、後腳之前後水平方向與垂直方向的差異。

第肆章 結果與討論

本研究主要透過 VICON 3D 影像分析系統與 Kistler 測力板同步分析系統收集運動學與動力學參數資料，經 Nexus 與 Polygon 軟體分析計算上肢各關節參數，利用 AcqKnowledge 4.0 資料分析軟體計算前、後腳之前後方向與垂直方向的參數，探討不同腳步移位對於刺拳動作在運動學及動力學參數特徵的差異。因此，本章節依運動學與動力學參數資料分為下列進行討論：第一節、刺拳動作的線運動學特徵；第二節、刺拳動作的角運動學特徵；第三節、刺拳動作的動力學特徵。

第一節 刺拳動作的線運動學特徵

研究為了比較腳步移位方式對於刺拳動作在各線運動學參數特徵的影響，則根據腳步移位方式分成原地刺拳、上前足刺拳與雙足上步刺拳等 3 種刺拳動作，經重複量數單因子變異數分析後，如表 4 顯示出，在拳速最大值部分，原地刺拳、上前足刺拳與雙足上步刺拳 3 種刺拳動作未達統計的顯著差異， $F(2, 20) = 2.50$ ， $p > .05$ ， $\eta^2 = .20$ ， $power = .44$ 。此外表 3 結果顯示出，刺拳動作在拳速最大值為原地刺拳（ 7.3 ± 0.8 m/s）、上前足刺拳（ 7.5 ± 0.7 m/s）與雙足上步刺拳（ 7.7 ± 0.7 m/s）。

而在肘關節的速度最大值比較方面。原地刺拳、上前足刺拳與雙足上步刺拳等 3 種刺拳動作，經重複量數單因子變異數分析後，如表 4 所示，3 種刺拳動作在肘關節之速度最大值上均達統計的顯著差異， $F(2, 20) = 11.95$ ， $p < .05$ ， η^2

= .54, power = .99。再經 HSD 事後比較分析，肘關節平均速度最大值呈現結果如表 3，實驗者揮擊雙足上步刺拳 (3.2 ± 0.5 m/s) 大於上前足刺拳 (3.0 ± 0.6 m/s) 大於原地刺拳 (2.7 ± 0.5 m/s)。

進一步比較，在肩關節的速度最大值比較方面，原地刺拳、上前足刺拳與雙足上步刺拳等 3 種刺拳動作，經重複量數單因子變異數分析後，表 4 也顯示出原地刺拳、上前足刺拳與雙足上步刺拳等 3 種刺拳動作在肩關節速度最大值上達統計的顯著差異， $F(2, 20) = 10.72, p < .05, \eta^2 = .52, power = .98$ 。再經 HSD 事後比較分析，肩關節速度最大值方面，結果如表 3 所呈現，在雙足上步刺拳 (1.7 ± 0.4 m/s) 顯著的大於原地刺拳 (1.3 ± 0.4 m/s) 上前足刺拳 (1.5 ± 0.4 m/s)

表 3. 各關節速度最大值之平均值 (M) 與標準差 (SD)

工作 參數	原地刺拳		上前足刺拳		雙足上步刺拳	
	M	SD	M	SD	M	SD
肩關節 (m/s)	1.3	0.4	1.5	0.4	1.7	0.4
肘關節 (m/s)	2.7	0.5	3.0	0.6	3.2	0.5
拳 (m/s)	7.3	0.8	7.5	0.7	7.7	0.7

表 4. 各關節速度最大值之變異數分析與事後比較摘要表

變異來源	MS	F	η^2	p	power	Post hoc
肩關節						
位移 ^a	0.41	10.72*	.52	.00	.98	T > S, O
殘差 ^b	0.04					
肘關節						
位移 ^a	0.65	11.95*	.54	.00	.99	T > O > S
殘差 ^b	0.06					
拳						
位移 ^a	0.31	2.50	.20	.11	.44	
殘差 ^b	0.12					

註： η^2 = 處理效果 (effect size) ; S = 原地刺拳 ; O = 上前足刺拳 ; T = 雙足上步刺拳

^adf = 2, ^bdf = 20,

*p < .05

若將拳速為 0 的瞬間定義為完成刺拳動作的終點位置，由出拳速度最大值瞬間到達終點位置的平均時間，經重複量數單因子變異數分析後，表 6 顯示在原地刺拳、上前足刺拳與雙足上步刺拳 3 種刺拳動作在出拳速度最大值瞬間到達終點位置的時間達統計的顯著差異， $F(2, 20) = 4.43$ ， $p < .05$ ， $\eta^2 = .31$ ， $power = .69$ 。再經 HSD 事後比較分析，拳速最大值瞬間到達終點位置的時間部分，如表 5 所示，雙足上步刺拳 (50.2 ± 10.3 ms) 大於原地刺拳 (41.1 ± 7.0 ms)，雙足上步刺拳動作在拳速最大值瞬間到達終點位置的時間則顯著較原地刺拳動作所需的時間平均約延遲 9 ms ($p < .05$)。而上

前足刺拳的拳速最大值瞬間到達終點位置的時間為 (47.5 ± 13.5 ms)。

然而，在肘關節速度最大值瞬間到達終點位置的時間比較方面，呈現於表 6，原地刺拳、上前足刺拳與雙足上步刺拳 3 種刺拳動作經重複量數單因子變異數分析後，結果顯示肘關節速度最大值瞬間到達終點位置的時間在原地刺拳、上前足刺拳與雙足上步刺拳 3 種刺拳動作上均未達統計的顯著差異， $F(2, 20) = 2.76$ ， $p > .05$ ， $\eta^2 = .22$ ， $power = .48$ 。肘關節由速度最大值瞬間到達終點位置的平均時間部分，如表 5 所示，為原地刺拳 (56.3 ± 11.8 ms)、上前足刺拳 (64.1 ± 16.7 ms) 與雙足上步刺拳 (67.2 ± 14.3 ms)。

再進一步去比較，在肩關節速度最大值瞬間到達終點位置的時間比較方面。經重複量數單因子變異數分析後，表 6 顯示在原地刺拳、上前足刺拳與雙足上步刺拳 3 種刺拳動作肩關節速度最大值瞬間到達終點位置時間皆未達統計的顯著差異， $F(2, 20) = 0.81$ ， $p > .05$ ， $\eta^2 = .08$ ， $power = .17$ 。肩關節速度最大值瞬間到達終點位置時間階段，如表 5 所呈現，為原地刺拳 (101.4 ± 30.6 ms) 上前足刺拳 (114.9 ± 24.6 ms) 與雙足上步刺拳 (107.8 ± 38.8 ms)。

表 5. 各關節速度最大值瞬間至終點位置時間平均值 (M) 與標準差 (SD)

工作 參數	原地刺拳		上前足刺拳		雙足上步刺拳	
	M	SD	M	SD	M	SD
肩關節 (ms)	101.4	30.6	114.9	24.6	107.8	38.8
肘關節 (ms)	56.3	11.8	64.1	16.7	67.2	14.3
拳 (ms)	41.1	7.0	47.5	13.5	50.2	10.3

表 6. 各關節速度最大值瞬間至終點位置時間之變異數分析與事後比較摘要表

變異來源	MS	F	η^2	p	power	Post hoc
肩關節						
移位方式 ^a	0.01	0.81*	.08	.43	.17	
殘差 ^b	0.00					
肘關節						
位移 ^a	0.01	2.76*	.22	.45	.48	
殘差 ^b	0.01					
拳						
位移 ^a	241.43	4.43*	.20	.03	.69	T > S
殘差 ^b	54.01					

註： η^2 = 處理效果 (effect size) ; S = 原地刺拳 ; T = 雙足上步刺拳

^adf = 2, ^bdf = 20,

*p < .05

在刺拳動作拳頭 (FIN) 加速階段 (速度為 0 至最大速度瞬間) 之位移量比較方面，經重複量數單因子變異數分析後，結果顯示出原地刺拳、上前足刺拳與雙足上步刺拳等 3 種刺拳動作在刺拳動作加速階段之位移量上達統計的顯著差異， $F(2, 20) = 14.03$, $p < .05$, $\eta^2 = .58$, $power = .99$ 。經 HSD 事後比較分析，結果呈現在刺拳動作加速階段，雙足上步刺拳 (38.5 ± 5.1 cm) 與上前足刺拳 (36.7 ± 6.1 cm) 顯著大於原地刺拳 (32.4 ± 4.0 cm)。

另外在出拳速度之加速度最大值比較方面，經重複量數單因子變異數分析後，如表 8 所示，在原地刺拳、上前足刺拳與雙足上步刺拳等 3 種刺拳動作，在出拳速度之加速度最大值上皆未達統計的顯著差異， $F(2, 20) = 0.70$, $p > .05$, $\eta^2 = .07$, $power = .15$ 。出拳速度之加速度最大值，呈現於表 7，原地刺拳 (132.1 ± 12.6 m/s²)、上前足刺拳 (165.3 ± 21.1 m/s²) 與雙足上步刺拳 (170.9 ± 26.2 m/s²)。

定義實驗參與者的前後方向為 y 方向，正加速度為向前，負加速度為向後。3 種刺拳動作在肩關節 y 方向正加速度最大值比較方面，經重複量數單因子變異數分析後，如表 8 所示，原地刺拳、上前足刺拳與雙足上步刺拳 3 種刺拳動作在肩關節 y 方向正加速度最大值比較上，皆未達統計的顯著差異， $F(2, 20) = 0.88$, $p > .05$, $\eta^2 = .08$, $power = .18$ 。表 7 顯示出在肩關節 y 方向正加速度最大值，為原地刺拳 (16.1 ± 5.6 m/s²)、上前足刺拳 (14.9 ± 6.1 m/s²) 與雙足上步刺拳 (16.9 ± 6.4 m/s²)；此外在肩關節 y 方向負加速度最大值比較方面，經重複量數單因子變異數分析後，結果呈現於表 8，3 種刺拳動作在肩關節 y 方向負加速度最大值比較上

同樣皆未達統計的顯著差異， $F(2, 20) = 1.38$ ， $p > .05$ ， $\eta^2 = .12$ ， $power = .26$ 。表 7 呈現出肩關節 y 方向負加速度最大值為原地刺拳 ($22.4 \pm 7.5 \text{ m/s}^2$)、上前足刺拳 ($27.9 \pm 19.2 \text{ m/s}^2$) 與雙足上步刺拳 ($25.0 \pm 10.4 \text{ m/s}^2$)。

定義實驗參與者的左右方向為 x 方向，垂直方向為 z 方向。3 種刺拳動作在肘關節 z 方向加速度最大值比較方面，經重複量數單因子變異數分析後，結果如表 8 所示原地刺拳、上前足刺拳與雙足上步刺拳 3 種刺拳動作在肘關節 x 方向加速度最大值比較上皆未達統計的顯著差異， $F(2, 20) = 0.33$ ， $p > .05$ ， $\eta^2 = .03$ ， $power = .10$ 。肘關節 x 方向加速度最大值，呈現於表 7，原地刺拳 ($95.1 \pm 26.4 \text{ m/s}^2$)、上前足刺拳 ($92.9 \pm 23.6 \text{ m/s}^2$) 與雙足上步刺拳 ($97.1 \pm 25.9 \text{ m/s}^2$)；另外在肘關節 z 方向加速度最大值比較方面，經重複量數單因子變異數分析後，結果顯示如表 8，3 種刺拳動作在肘關節 z 方向加速度最大值比較上亦皆未達統計的顯著差異， $F(2, 20) = 0.39$ ， $p > .05$ ， $\eta^2 = .04$ ， $power = .10$ 。肘關節 z 方向加速度最大值，如表 7 所示，原地刺拳 ($79.1 \pm 14.9 \text{ m/s}^2$)、上前足刺拳 ($82.2 \pm 20.9 \text{ m/s}^2$) 與雙足上步刺拳 ($82.9 \pm 21.0 \text{ m/s}^2$)。

表 7. 各項加速度參數之平均值 (M) 與標準差 (SD)

工作 參數	原地刺拳		上前足刺拳		雙足上步刺拳	
	M	SD	M	SD	M	SD
拳加速度 (m/s ²)	132.1	12.6	165.3	21.1	170.9	26.2
肩關節向前 (m/s ²)	16.1	5.6	14.9	6.1	16.9	6.4
肩關節向後 (m/s ²)	22.4	7.5	27.9	19.2	25.0	10.4
肘關節 x 方 向 (m/s ²)	95.1	26.4	92.9	23.6	97.1	25.9
肘關節 z 方 向 (m/s ²)	79.1	14.9	82.2	20.9	82.9	21.0

註：實驗參與者的前後方向為 y 方向，正加速度為向前，負加速度為向後；左右方向為 x 方向；垂直方向為 z 方向

表 8. 各項加速度參數之變異數分析與事後比較摘要表

變異來源	MS	F	η^2	p	power
拳加速度					
移位方式 ^a	216.01	0.70	.07	.51	.15
殘差 ^b	307.92				
肩關節向前					
移位方式 ^a	11.97	0.88	.08	.43	.18
殘差 ^b	13.66				
肩關節向後					
移位方式 ^a	84.03	1.38	.12	.28	.26
殘差 ^b	60.94				
肘關節 x 方向					
移位方式 ^a	48.59	0.33	.03	.72	.10
殘差 ^b	147.18				
肘關節 z 方向					
移位方式 ^a	46.04	0.39	.04	.68	.10
殘差 ^b	118.47				

註： η^2 = 處理效果 (effect size)

^adf = 2, ^bdf = 20

第二節 刺拳動作的角運動學特徵

本研究透過 VICON 3D 影像分析系統收集運動學參數資料，經 Nexus 與 Polygon 軟體分析計算上肢各關節參數。而各肢段反光球置放位置，依照 Plugingait Fullbody Model (SACR) 反光球放置表，如表 2 及圖 2 所示。然而，在手臂完全伸展時肘關節並未形成一直線（未呈 0° 或 180° ），而是呈 $33.1 \pm 2.6^\circ$ 左右，造成此現象是因為肩關節（SHO）、肘關節（ELB）及腕關節（WRA、WRB）反光球放置點上的差異所造成。研究中為了比較腳步移位方式對於刺拳動作在角運動學各參數特徵的影響，原地刺拳、上前足刺拳與雙足上步刺拳 3 種刺拳動作在出拳速度最大值瞬間其肘關節角度，經重複量數單因子變異數分析後，表 10 顯示出 3 種刺拳動作皆未達統計的顯著差異， $F(2, 20) = 2.87$ ， $p > .05$ ， $\eta^2 = .23$ ， $power = .50$ 。3 種刺拳動作在出拳速度最大值瞬間部分，呈現於表 9，肘關節角度為原地刺拳（ $73.2 \pm 9.5^\circ$ ）、上前足刺拳（ $69.3 \pm 7.2^\circ$ ）與雙足上步刺拳（ $69.3 \pm 7.6^\circ$ ）。

而在出拳速度最大值瞬間其肘關節角速度比較方面。原地刺拳、上前足刺拳與雙足上步刺拳等 3 種刺拳動作，經重複量數單因子變異數分析後，結果顯示於表 10，3 種刺拳動作在出拳速度最大值瞬間其肘關節角速度亦皆未達統計的顯著差異， $F(2, 20) = 0.78$ ， $p > .05$ ， $\eta^2 = .07$ ， $power = .16$ 。3 種刺拳動作在出拳速度最大值瞬間，如表 9 所呈現，肘關節角速度為原地刺拳（ $27.7 \pm 2.1 \text{ rad/s}$ ）上前足刺拳（ $27.3 \pm 2.6 \text{ rad/s}$ ）與雙足上步刺拳（ $26.5 \pm 3.6 \text{ rad/s}$ ）。

進一步去比較肘關節角速度最大值，原地刺拳、上前足

刺拳與雙足上步刺拳等 3 種刺拳動作，經重複量數單因子變異數分析後，結果如表 10 所示，3 種刺拳動作在肘關節角速度最大值比較上皆未達統計的顯著差異， $F(2, 20) = 0.04$ ， $p > 0.05$ ， $\eta^2 = .04$ ， $power = .11$ 。3 種刺拳動作肘關節角速度最大值，分別如表 9 所呈現，原地刺拳 ($29.0 \pm 2.5 \text{ rad/s}$)、上前足刺拳 ($28.6 \pm 2.7 \text{ rad/s}$) 與雙足上步刺拳 ($29.0 \pm 2.9 \text{ rad/s}$)。

表 9. 肘關節角運動學參數之平均值 (M) 與標準差 (SD)

工作 參數	原地刺拳		上前足刺拳		雙足上步刺拳	
	M	SD	M	SD	M	SD
最大拳速瞬間 角度 (°)	73.2	9.5	69.3	7.2	69.3	7.6
最大拳速瞬間 角速度(rad/s)	27.7	2.1	27.3	2.6	26.5	3.6
角速度最大值 (rad/s)	29.0	2.5	28.6	2.7	29.0	2.9

表 10. 肘關節角運動學參數之變異數分析與事後比較摘要表

變異來源	MS	F	η^2	p	power
最大拳速瞬間角度					
移位方式 ^a	54.89	2.87	.23	.08	.50
殘差 ^b	19.16				
最大拳速瞬間角速度					
移位方式 ^a	3.85	0.78	.07	.47	.16
殘差 ^b	4.96				
角速度最大值					
移位方式 ^a	0.58	0.04	.04	.66	.11
殘差 ^b	1.34				

註： η^2 = 處理效果 (effect size)

^adf = 2, ^bdf = 20

第三節 刺拳動作的動力學特徵

研究為了比較腳步移位方式對於刺拳動作上肢動力學參數的影響，則根據刺拳動作的特徵通過系統同步的方式以動力學逆過程計算上肢在矢狀軸前後方向（x 方向）與縱軸垂直方向（z 方向）的肌肉力矩，經重複量數單因子變異數分析後，肘關節 z 方向的力矩在原地刺拳、上前足刺拳與雙足上步刺拳結果呈現於表 12，3 種刺拳動作皆未達統計的顯著差異， $F(2, 20) = 1.38$ ， $p > .05$ ， $\eta^2 = .12$ ， $power = .26$ 。表 11 顯示出在肘關節 x 方向之力矩部分，原地刺拳（ 18.7 ± 6.2 N·m）、上前足刺拳（ 20.3 ± 8.7 N·m）與雙足上步刺拳（ 21.9 ± 1.8 N·m）。

表 12 同樣表示出肘關節在 z 方向的力矩部分，在 3 種刺拳動作上亦皆未達統計的顯著差異， $F(2, 20) = 0.06$ ， $p > .05$ ， $\eta^2 = .01$ ， $power = .06$ 。肘關節 z 方向之力矩，如表 11 所示，原地刺拳（ 2.1 ± 1.2 N·m）、上前足刺拳（ 1.9 ± 0.9 N·m）與雙足上步刺拳（ 10.3 ± 1.1 N·m）。由此可見，3 種刺拳動作對於肘關節在 x 方向的力矩及 z 方向的力矩並無統計學上的顯著影響。

表 11. 肘關節 x 與 z 方向力矩之平均值（M）與標準差（SD）

工作 參數	原地刺拳		上前足刺拳		雙足上步刺拳	
	M	SD	M	SD	M	SD
x 方向（N·m）	18.7	6.2	20.3	8.7	21.9	1.8
z 方向（N·m）	2.1	1.2	1.9	0.9	10.3	1.1

表 12. 肘關節 x 與 z 方向力矩之變異數分析與事後比較摘要表

變異來源	MS	F	η^2	p	power
x 方向					
移位方式 ^a	6599.54	1.38	.12	.28	.26
殘差 ^b	4800.65				
z 方向					
移位方式 ^a	74.21	0.06	.01	.46	.06
殘差 ^b	91.60				

註： η^2 = 處理效果 (effect size)

^adf = 2, ^bdf = 20

進一步比較不同腳步移位方式對於刺拳動作在下肢工作上動力學參數上的影響，根據腳步移位方式分成原地刺拳、上前足刺拳與雙足上步刺拳等 3 刺拳動作，比較前後腳水平方向地面反作用力與時間上的關係，深入了解不同刺拳動作過程的下肢動力學特徵，將有助於釐清下肢在技術層面所扮演的角色。

3 種不同刺拳動作前腳與後腳的前後水平地面反作用力-時間曲線 a 為原地刺拳，b 為上前足刺拳，c 為雙足上步刺拳，線 1 為動作開始瞬間，線 2 為出拳速度最大值瞬間，線 3 為完成出拳動作瞬間，且速度為 0。

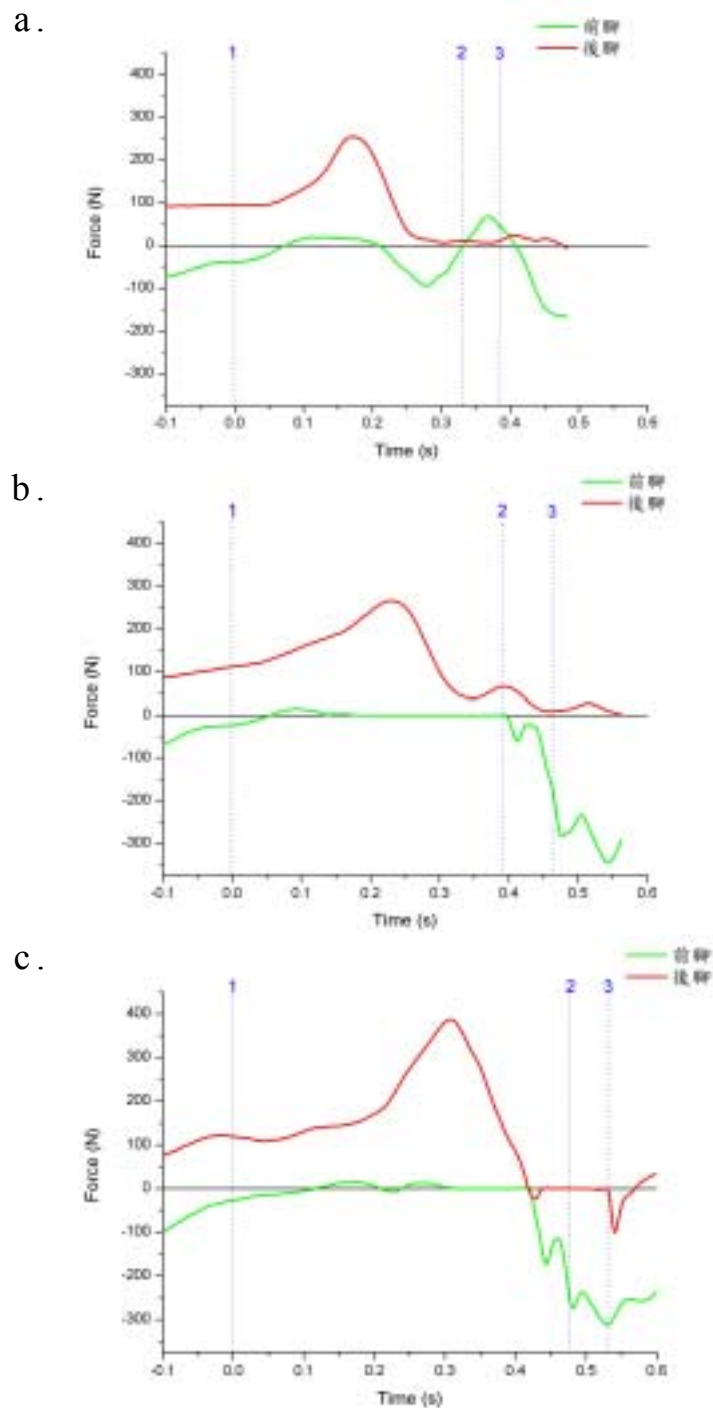


圖 3. 3 種不同刺拳動作前腳與後腳的前後水平地面反作用力-時間曲線圖。a 為原地刺拳，b 為上前足刺拳，c 為雙足上步刺拳，線 1 為動作開始瞬間，線 2 為出拳速度最大值瞬間，線 3 為完成出拳動作瞬間，且速度為 0。

圖 3a 為原地刺拳動作的地面反作用力特徵，自線 1 至線 2，動作開始瞬間至出拳速度最大值瞬間的階段，後腳產生向前推蹬的力量，隨著後腳向前推蹬力量降低之後，前腳開始出現向後推蹬的力量。而線 2 至線 3，出拳速度最大值瞬間至完成出拳動作瞬間且速度為 0 的階段，前腳產生了向前推蹬的現象並隨之產生向後推蹬的力量。

而在要求實驗參加者執行上前足刺拳的動作方面，地面反作用力特徵如圖 3b 所示，自線 1 至線 2，動作開始瞬間至出拳速度最大值瞬間的階段，後腳產生向前推蹬的力量，隨著後腳向前推蹬之後前腳離地向前移位。而線 2 至線 3，出拳速度最大值瞬間至完成出拳動作瞬間且速度為 0 的階段，前腳約在出拳速度最大值瞬間著地，並持續向後產生向後推蹬的力量。

再進一步去比較實驗參加者執行雙足上步刺拳動作方面，其地面反作用力之特徵如圖 3c 顯示，自線 1 至線 2，動作開始瞬間至出拳速度最大值瞬間的階段後腳產生向前推蹬的力量，隨著後腳向前推蹬之後前腳離地向前移位，前腳著地的同時後腳離地向前移位，前腳著地之後持續向後產生推蹬的力量。而後腳著地的瞬間與線 3 近乎同時並隨後產生了向前推蹬的現象。

第四節 綜合討論

拳擊運動員利用不同步伐的運用，來面對對手與自己距離之間的變化，進而增加自己有效擊中對方的機率及效率。在動作技術的要求，拳擊教學者不斷告知運動員上肢及下肢

的動作協調，為求達到拳擊運動的極致表現。為了探討腳步移位動作對於刺拳動作的影響，本研究藉由不同上步的操控，統計分析比較不同上步刺拳動作的生物力學參數，以尋求解答。

線運動學參數的統計結果如表 3 及表 4 所示，原地刺拳、上前足刺拳與雙足上步刺拳等 3 種刺拳動作的出拳速度最大值並無顯著差異存在 ($p > .05$)，然而雙足上步刺拳的肘關節與肩關節最大速度則均顯著高於原地刺拳、上前足刺拳動作 ($p < .05$)，且雙足上步刺拳與上前足刺拳的肘關節最大速度相較於原地刺拳分別增加了 17.1% 與 8.4%，雙足上步刺拳的肩關節最大速度相較於原地刺拳則增加了 29.0%。若將拳速為 0 的瞬間定義為衝拳的終點位置，統計分析的結果如表 5 及表 6 顯示，肩關節速度最大值與肘關節速度最大值到達終點位置的時間，3 種動作均無顯著差異的現象 ($p > .05$)，可是，雙足上步刺拳動作的出拳速度最大值到達終點位置的時間則顯著較原地刺拳動作延遲約 9ms ($p < .05$)。將拳頭(FIN)速度為 0 至最大速度瞬間，定義為刺拳動作加速階段之位移量並將此位移量相作比較，統計分析的結果顯示，雙足上步刺拳與上前足刺拳加速階段之位移量顯著大於原地刺拳 ($p < .05$)。此現象與訓練實務上的觀點相符合，雙足上步刺拳與上前足刺拳由於工作的目的，下肢向攻擊方移動並增加了上肢朝攻擊方向之位移量，其加速階段之位移量也隨之增加。因下肢增加了向前移位的動作，而在加速階段之位移量比較上，較原地刺拳還來的長。然而，在表 7 及表 8 呈現在 3 種刺拳動作，上肢關節之加速度最大值卻均無顯著差異的現象 ($p > .05$)。但實驗結果發現肩關節在 y 方向(前後方向)

的加速度最大值方面，當刺拳動作開始時肩關節先向前方產生第 1 個加速度最大值，隨即向後產生第 2 個加速度最大值，並且向後加速度最大值均高於向前的加速度最大值（原地刺拳 6.3 m/s^2 、上前足刺拳 13.0 m/s^2 與雙足上步刺拳 8.1 m/s^2 ）。由於肩關節在 y 方向出現第 1 個加速度最大值之後，隨即出現向後且較大的加速度制動力量，使得上肢各關節由軀體的近端至遠端依序產生加速與制動，並造成肘關節與拳頭漸進產生速度的最大值，也使得上肢宛如 1 條抖動的鞭子，使出拳動作符合鞭打效應亦符合拳擊教學上的最佳理想狀態。

同樣的，角運動學特徵部分，顯示於表 10，最大拳速瞬間肘關節角度、最大拳速瞬間肘關節角速度與肘關節角速度最大值，在原地刺拳、上前足刺拳與雙足上步刺拳等 3 種刺拳動作均無顯著差異的現象產生（ $p > .05$ ）。

在拳擊教學者的觀念及經驗中，雙足上步刺拳動作在打擊力量是優於原地刺拳及上前足刺拳動作，然而在本研究中出拳速度的最大值比較上，3 種刺拳動作並無統計學上的差異。不過，在肩關節及肘關節的速度最大值比較中，卻有著統計學上的差異。從測得的參數數值來看，可能是肩、肘關節的速度最大值的數值並無出拳速度最大值來的快，是否因此而達到統計學上的差異？統計分析結果也顯示出雙足上步刺拳在拳速最大值到達終點位置比原地刺拳動作還要耗費較多的時間，在拳擊教學上教學者也許會忽略到這幾毫秒的動作時間，然而這多出來的極小時間，對於出拳動作的表現上又有何種影響？

劉宇（1998）提出打擊碰撞的動量保持原理，在運用打

擊碰撞為主要運動表現的拳擊運動，為了提高碰撞效果，在攻擊碰撞目標時，除了要求速度快，還要盡可能使用身體的質量，即有效碰撞質量要大。要求拳擊運動員在打擊目標瞬間，應盡可能地固定肢體的各個關節，使身體或身體某部分成為一個整體，以增大碰撞的有效質量，使碰撞的動量盡可能的增大。如圖 3 所顯示出，手臂各關節的速度會在碰撞前達到最大，在碰撞的瞬間有所下降，說明拳擊運動員擊出刺拳動作時，下意識地固定關節以獲得較大的有效質量，使得打擊目標瞬間的動量盡可能增大。應用動量保持原理觀點，便能清楚的為研究的結果得到合理的解釋。身體運用較大能量來執行的雙足上步刺拳動作，在出拳速度最大值雖然較快，但也需耗費較長的時間固定肢體的各個關節以獲得較大的有效質量。若不計肌力的大小與動作技術的成熟度，2 位或多位體重相同、其體型相同、出拳速度相等之拳手，較優秀之拳擊運動員，在打擊時提升手臂的有效碰撞質量之能力優於其他拳手，因而獲得較大的打擊力量（Smith & Hamill, 1985）。拳擊運動是嚴格分級之運動項目之一，因此在運動員競技條件近乎相同的情況下，拳擊運動員如何盡可能地提升自我的有效碰撞質量，這提供各階層教練在訓練上及本研究思考的方向。

進一步由水平方向地面反作用-時間曲線圖 3 觀察不同刺拳動作下肢在工作上的表現，透過動作技術應用的實務觀點來看，在原地刺拳圖 3a 方面，以動作開始瞬間（線 1）至出拳速度產生最大值瞬間（線 2）區分的階段，下肢工作的情況隨著時間依序為：後腳先進行向前推蹬施力的工作，隨著後腳向前推蹬力量降低之後，前腳隨即產生向後制動（煞

車)的力量。前腳產生向後制動的力量除了增加身體的平衡及穩定度，也使得出拳動作流程符合鞭打效應的理想狀態，由於下肢產生制動的力量使得身體各環節由近端至遠端依序加速和制動，把下肢的動量傳遞到上肢末端環節的拳頭，且由於動量守恆使得末端環節的拳頭產生出拳速度最大值，宛如 1 條抖動的鞭子，使得出拳動作符合拳擊教學上的最佳理想狀態。反觀出拳速度產生最大值瞬間(線 2)至出拳動作完成瞬間且速度為 0(線 3)來區分的階段，地面反作用力出現了前腳向前的力量，隨之產生向後推蹬力量，若僅從運動技術的觀點，此向後推蹬的力量符合拳擊運動員於真實情境中攻擊動作結束之後，下肢做此工作以做為增加身體的穩定度使身體再次成為預備姿勢。然而，此階段前腳向前的力量是否因為刺拳動作手臂向前帶動產生之慣性而造成，就有待後續探討。

進一步觀察上前足刺拳水平方向地面反作用-時間曲線圖 3b，由動作開始瞬間(線 1)至出拳速度產生最大值瞬間(線 2)區分的階段，下肢力量發生的情況隨著時間依序為：後腳先進行向前推蹬施力的工作，前腳隨即離地向前移位，後腳向前推蹬力結束之後，前腳著地並與線 2 同時且持續向後產生制動的力量。由上述幾點可能顯示出，上前足刺拳動作中出拳速度的最大值並非是由下肢的制動力量所導致。研究中的各項參數雖無法舉證上前足刺拳動作，在下肢工作上與鞭打效應是否有所關聯，但此現象卻與拳擊運動和其他技擊類運動的教學訓練上的概念相符合，正所謂：「眼到手到、手到腳到」，由於刺拳動作在動作需求及目的上與其他出拳種類不同，是為偷襲、突擊，與試測攻擊距離為主要目的(顏

世嘉，1984)。在拳擊訓練中，通常教學者會指示學習者執行此單一動作時，要求上肢完成刺拳動作的同時，下肢也完成著地與穩定站姿的動作，其目的在於競技時上、下肢的動作協調以及減少動作的預備性。倘若下肢先執行向前移位的動作，將會造成單一動作的預備性使得實際對打時容易讓對手先行產生警覺性並產生防禦或閃躲的動作，而失去了先發制人的優勢；反之，若是上肢先完成打擊的動作，將容易失去身體的平衡以及穩定度，在拳擊教學訓練上，教學者會避免初學者以及中階的拳擊運動員有此現象發生。然而，是否因此上前足刺拳動作而有著不同的上、下肢工作型態，這是日後值得研究者再深入探討的課題。

再深入去比較雙足上步刺拳圖 3c，發現在動作開始瞬間（線 1）至至出拳動作完成瞬間且速度為 0（線 3）的階段，下肢力量發生的情況隨著時間依序為：後腳先進行向前推蹬施力的工作，至向前推蹬施力的峰值時前腳隨即離地向前移位，後腳向前推蹬之工作結束隨即離地向前移位，同時間前腳著地並持續產生向後制動的推蹬力量，後腳於線 3 的同時著地並產生了向後推蹬的現象。由上述幾點發現，雙足上步刺拳動作的上、下肢工作流程亦是符合鞭打效應的理想狀態且與上前足刺拳不同。在拳擊教學上原地刺拳是為拳擊攻擊動作的基礎，而雙足上步刺拳為種種不同刺拳動作的進階動作，屬高水準的刺拳動作。在對手與自我攻擊範圍保持較長距離時，利用雙足上步刺拳動作縮短與對手之間的距離，且利用全身快速移動，將動能轉化成衝量，使得打擊力量更具有威力（顏世嘉，1984；于德順、高誼，1988）。其動作要求及目的已不再是偷襲與試測攻擊距離，而是在於突襲對手或

是破壞對手的防禦，以使得接續攻擊的拳種能達到有效衝擊對手的目標。而在下肢動作技術的要求上，教學者則會要求拳擊運動員前、後腳在離地與著地的順序需緊湊且接續連貫。倘若下肢動作順序雖有接續卻無緊湊執行，則動作型態將趨近於上前足刺拳，而無法達到雙足上步刺拳所需較大衝量的工作需求；反之，倘若下肢動作順序過於緊湊而非接續連貫，則容易使雙腳同時懸空離開地面降低身體的穩定度或者雙腳同時懸空離開地面的時間過長降低身體的敏捷性。

同時比較 3 種不同的刺拳動作水平方向地面反作用力-時間曲線圖 3，發現下肢在動作開始瞬間(線 1)之前的階段，上肢動作開始瞬間之前下肢皆已先行作功，前腳皆會產生先行向後推蹬的現象，使下肢保持在一定的張力宛如「滿弓」的狀態，處於準備工作的狀態而非完全放鬆的狀態，使得後腳能蓄下更大的能量執行刺拳動作。以往在拳擊訓練的概念上皆會認為前腳做為支撐、後腳向後作用推蹬完成下肢工作。前腳、後腳水平方向地面反作用力線 1 之前已有先後順序，圖 3 顯示前腳先向後產生推力，也因前腳先向後推力使得後腳能有更大的水平力量向前推蹬，這前腳與後腳的互動，是以往從事拳擊運動以及其他技擊類運動的教學者與研究者較少關心過的發力階段。若此階段前腳向後推蹬力量透過訓練過程增強力量或加快速度，是否會增進出拳動作的表現？有待日後進一步的研究。

第五章 結論與建議

第一節 結論

本研究在透過運動生物力學的手段，探討刺拳動作的表現是否會隨著腳步移位而產生改變，進一步比較不同刺拳動作在上、下肢工作上的異同。從實驗結果發現，腳步移位的方式對於出拳速度的最大值、肩關節與肘關節速度最大值瞬間至終點位置時間、各項加速度最大值以及最大拳速瞬間肘關節角度、最大拳速瞬間肘關節角速度與肘關節角速度最大值並無顯著改變，然而對肩關節與肘關節速度最大值、出拳速度最大值瞬間至終點位置時間與刺拳動作加速階段之位移量卻呈現明顯的提升，使得刺拳動作在到達終點位置時，提升手臂的有效碰撞質量而獲得較大的打擊力量，使得刺拳動作符合打擊碰撞的動量保持原理，雙足上步刺拳動作，在拳速最大值雖然較快，但也需耗費較長的時間固定肢體的各個關節以獲得較大的有效質量。

而原地刺拳及雙足上步刺拳在下肢工作的順序皆為，後腳先進行向前推蹬施力的工作，以增加上肢打擊時的動能，隨著後腳向前推蹬力量逐漸降低，前腳隨即產生向後制動的力量，以使得出拳動作流程符合鞭打效應的理想狀態。

第二節 建議

不同於以往的拳擊相關研究，本實驗探討下肢工作對於上肢表現的影響，實驗結果中發現，上前足刺拳動作在下肢

工作表現上，與原地刺拳及雙足上步刺拳動作有著明顯不同的工作型態，是否是因為工作需求的不同所導致？另外在刺拳動作下肢工作的表現中發現，發現前腳在上肢動作開始瞬間之前，前腳已先行做出向後推蹬的力量，若在此階段將此推蹬力量增強是否會增進出拳動作的表現？有待日後愛好拳擊運動的研究者進一步的研究。

引用文獻

一、中文部份

于德順、高誼 (1988)。 *跟專家學拳擊*。北京：北京體育大學。

林明佳、林國瑞、陳怡舟 (2004)。世界盃女子拳擊錦標賽攻擊技術分析-以各量級冠、亞軍選手為主。 *教練科學* , 4 , 181-190。

劉宇 (1998)。生物力學原理。於許樹淵編 , *運動力學* (pp. 69-78)。臺北市：中華民國體育學會。

劉雅甄、王艾伶、鄭芳梵 (2010)。開放式與閉鎖式運動選手動態視力之比較。 *運動研究* , 19(1) , 131-140。

陳怡舟 (2002)。第九屆亞洲盃青年拳擊錦標賽攻擊技術分析。 *教練科學* , 1 , 62-71。

陳怡舟、傅文賢 (2006)。高中男子組拳擊攻、防多樣要素分析。 *運動教練科學* , 6 , 115-125。

賴鍾桔 (2009)。第一屆國際拳總主席盃錦標賽攻擊技術分析。 *運動教練科學* , 14 , 91-109。

顏世嘉 (1984)。拳擊運動技能測驗項目之編製研究。 *臺灣體育專科學校學報* , 13 , 271-286。

二、英文部份

- James, M. D. (1984). *A kinematic analysis of three basic boxing punches*. Unpublished master thesis, University of Pennsylvania, Pennsylvania.
- Hodgson, V., & Thomas, L. (1981). *Boxing gloves compared using dummy head acceleration response*. Report to New York State Athletic Commission.
- Smith, M. S., Dyson, R. J., Hale, T., & Janaway, L. (2000). Development of a boxing dynamometer and its punch force discrimination efficacy. *Journal of Sports Sciences*, 18, 445-450.
- Smith, P., & Hamill, J. (1985). Karate and boxing glove impact characteristics as functions of velocity and repeated impact. In J. Tersuds & J. N. Barham (Eds.), *Biomechanics in Sports II* (pp. 114-122). Del Mar, CA: Academic
- Walilko, T. J., Viano, D. C., & Bir, C. A. (2005). Biomechanics of the head for Olympic boxer punches to the face. *British Journal of Sports Medicine*, 39, 710-719.
- William, W. C., Gregor, R. J., & Finerman, G. A. (1988). Kinematic analysis of human upper extremity movements in boxing. *The American Journal of Sports Medicine*, 16(2), 130-136.

附錄

實驗者參加同意書

親愛的同學您好：

首先非常感謝您參與本研究，本研究的題目為「腳步移位對刺拳動作的影響」，目的是透過 3D 影像分析系統與測力版同步分析系統來驗證腳步移位對刺拳動作的相關效應。

實驗以隨機執行原地刺拳、上前足刺拳與雙足上步刺拳等 3 種拳擊刺拳動作，每個刺拳動作盡可能與真實對打情境相同，動作與動作之間時間不限，待自我準備充分之後再自行揮擊刺拳動作，每組動作做 5 次。每完成一組動作休息 30 秒，總共歷時約 5 分鐘。為使實驗進行順利並求得正確的實驗結果請配合以下說明事項：

1. 施測日期：100 年 1 月 13 日
2. 集合時間：下午 3：30
3. 集合地點：國立臺灣體育學院生物力學實驗室
(本校體操館 5 樓)
4. 因實驗所需，每位實驗參與者當天需穿著研究者所提供之貼身束褲。

本研究參加者之基本資料與實驗結果僅供學術研究參考，不用作其他用途。而在實驗過程中，若有任何不適，請告知研究者，您可隨時退出本研究。經過閱讀和了解上述事項並同意參與實驗者，請您填寫以下參加者基本資料：

實驗參加者：_____

出生年月日：_____

聯絡電話：_____

再次感謝您的真誠協助和參與

研究者：江子偉 手機：0911275597

指導教授：陳重佑 博士

單位：國立臺灣體育學院競技運動研究所