

國立臺灣體育學院體育研究所

武術側踹腿及側踢動作之生物力學分析

THE BIOMECHANICAL ANALYSIS OF
SIDE-STAMP AND SIDE-KICK SKILL IN WUSHU



研究生：吳錫銘 撰

指導教授：陳全壽 教授

中華民國九十三年六月

論文名稱：武術側踹腿及側踢動作之生物力學分析

總頁數：

院校組別：國立台灣體育學院體育研究所

畢業時間及提要別：九十二學年度第二學期碩士學位論文提要

研究生：吳錫銘

指導教授：陳全壽教授

中文摘要

本研究以四名武術散手擂台賽國家代表隊的選手作為研究受試對象。透過比較武術側踹腿及側踢動作，來了解兩組動作之差異性及在比賽過程中所適用之時機點。使用 AcqKnowledge Biopack system 加速規測量系統對實驗參加者的攻擊力量進行測試，並以二部 Redlake motion scope 1000 高速攝影機以 250HZ 的拍攝頻率對實驗參加者的側踹腿及側踢動作進行同步的攝影。在統計方法部分使用相依樣本 t 檢驗的統計方法，其檢定水準為 $\alpha=.05$ 。經本實驗後，實驗結果如下：在攻擊力量方面，側踹腿及側踢動作兩者間達顯著差異($t=-4.928, p<.05$)，側踢動作在攻擊力量上明顯大於側踹腿。在動作時間方面，雖然側踹腿及側踢兩者間未達顯著差異($t=0.551, p>.05$)，但大部分實驗參加者側踢動作時間卻明顯短於側踹腿動作，顯示側踢動作相較於側踹腿動作，在攻擊的時機點上具有較佳的優勢。側踹腿及側踢攻擊腿活動順序與人體由大關節到小關節的運動順序及鞭打原理並不相符。原因與其動作型態的專項性及動作不需要克服大的阻力有關。側踹腿主要是透過攻擊腿先屈後伸的蹬腿動作在擊中目標物後對目標物進行攻擊；而側踢動作則比較傾向於是在擊中目標物前因主動肌群作用所獲得的動量來對目標物進行撞擊。

關鍵字：武術、散手擂台賽、側踹腿、側踢

The Biomechanical Analysis of **Side-stamp and Side-kick skill in Wushu**

Abstract

The purpose of this study was to compare push kick and side kick of martial arts. Four martial arts Shanshou national team athletes participated as subjects. The striking power of the side-stamp and side-kick were measured with AcqKnowledge Biopack system. And 2 Redlake motion scope 1000 high-speed cameras were used to film (250Hz) the side-stamp and side-kick of the subjects. Data of the study were analyzed in dependent t-test. The result revealed as following: The striking power of side kick was significantly greater than side-stamp ($t=-4.928, p<.05$). The movement time of side kick was shorter than side-stamp though not significantly ($t=0.551, p>.05$). This revealed that side kick was somehow faster than push kicks. The sequence of the joints activated did not conform to the whipping principle. The reason might be the characteristics of the kicks and it was not necessary for the subject to overcome high resistance. The power of side-stamp was generated by flexing and stretching the legs and than pushing the target after contact. Whereas the side kick used the momentum generated by muscles to hit the target.

Key Words: Martial Art, Shanshou, Side-stamp, Side Kick.

目 錄

中文摘要.....	I
英文摘要.....	II
謝 誌.....	III
目 錄.....	IV
圖 目 錄.....	VI
表 目 錄.....	VII
第壹章 緒 論.....	1
一、研究動機.....	2
二、研究目的.....	2
三、研究範圍.....	2
四、研究假設.....	3
五、名詞解釋.....	3
六、操作性定義.....	7
七、研究限制.....	7
第貳章 文獻探討.....	8
一、技擊運動動作分析研究文獻.....	8
二、本章小結.....	18
第參章 研究方法與步驟.....	19
一、實驗對象.....	19
二、實驗儀器與設備.....	19

三、實驗時間、地點	20
四、實驗程序	20
五、資料處理	23
六、統計分析	24
第肆章 結果與討論	25
一、側踹腿及側踢動作運動學特徵描述	26
二、側踹腿及側踢動作攻擊力量之探討	46
三、側踹腿及側踢動作之差異性比較	48
第伍章 結論與建議	51
一、結 論	51
二、建 議	53
參考文獻.....	54
中文部份	54
外文部份	56
附錄一	58
附錄二	59

圖 目 錄

圖 1-1 側踹腿動作側視圖.....	4
圖 1-2 側踹腿動作正視圖.....	5
圖 1-3 側踢動作側視圖.....	5
圖 1-4 側踢動作正視圖.....	6
圖 3-1 實驗流程圖	20
圖 3-2 15 個身體標誌點	21
圖 4-1 一位實驗參加者側踹腿動作的攻擊腿髖關節、膝關節及踝關節 速度變化.....	24
圖 4-2 一位實驗參加者側踢動作的攻擊腿髖關節、膝關節及踝關節速 度變化.....	25
圖 4-3 一位實驗參加者側踹腿動作的支撐腿髖關節、膝關節及踝關節 速度變化.....	26
圖 4-4 一位實驗參加者側踢動作的支撐腿髖關節、膝關節及踝關節速 度變化.....	27
圖 4-5 一位實驗參加者側踹腿動作的攻擊腿髖關節、膝關節及踝關節 角度變化.....	31
圖 4-6 一位實驗參加者側踢動作的攻擊腿髖關節、膝關節及踝關節角 度變化.....	31
圖 4-7 一位實驗參加者側踹腿動作的支撐腿髖關節、膝關節及踝關節 角度變化.....	35
圖 4-8 一位實驗參加者側踢動作的支撐腿髖關節、膝關節及踝關節角 度變化.....	35

表 目 錄

表 3-1 實驗參加者個人基本資料.....	19
表 4-1 實驗參加者(N=4)側踹腿動作的攻擊腿髖關節、膝關節及踝關節速度變化.....	28
表 4-2 實驗參加者(N=4)側踢動作的攻擊腿髖關節、膝關節及踝關節速度變化.....	28
表 4-3 實驗參加者(N=4)側踹腿動作的支撐腿髖關節、膝關節及踝關節速度變化.....	31
表 4-4 實驗參加者(N=4)側踢動作的支撐腿髖關節、膝關節及踝關節速度變化.....	31
表 4-5 實驗參加者(N=4)側踹腿動作的攻擊腿髖關節、膝關節及踝關節角度變化.....	37
表 4-6 實驗參加者(N=4)側踢動作的攻擊腿髖關節、膝關節及踝關節角度變化.....	37
表 4-7 實驗參加者(N=4)側踹腿動作的支撐腿髖關節、膝關節及踝關節角度變化.....	42
表 4-8 實驗參加者(N=4)側踢動作的支撐腿髖關節、膝關節及踝關節角度變化.....	42
表 4-9 實驗參加者(N=4)側踹腿及側踢的攻擊力量最大值.....	46
表 4-10 實驗參加者(N=4)側踹腿及側踢的動作及碰撞階段時間值	48

第壹章 緒 論

前言

武術運動的起源，最初僅是原始人類基於生存需求，並無所謂生產技術及格鬥技術之分。但伴隨著歷史的發展才慢慢衍生出許許多多不同的武術流派。

近年來為了將我國固有之國粹--武術慢慢的推向國際運動舞台，不管是台灣或中國大陸都正積極的努力著。也正因為如此，武術運動也由原來以格鬥、自衛為主的運動型態改為以運動推展為主。並藉由舉辦各項大型比賽而試圖將屬於中國人的武術推向奧運會。為求推展上的順利，目前推動之項目主要有南拳、三項、太極拳以及近來積極推動的散手擂台賽。

武術區分為套路與散手兩種競賽模式，武術套路又細分為太極拳全能（太極拳、太極劍）南拳全能（南拳、南刀、南棍）、長拳全能（長拳、劍術、槍術）；亞運散手擂台依體重分 52kg、56kg、60kg、65kg、70kg 五個量級（武術散手競賽規則，1997），它是一種激烈對抗性的技擊運動，屬於有氧與無氧代謝交替的競技運動，更結合了遠踢、近打、靠身摔的特性來進行競賽。

散手擂台賽於 1998 年成為亞運會中正式項目之一。雖然為新興之運動項目，但中華台北代表隊於 1996 年第一次參加亞洲盃即榮獲一金、二銀的優異成績。而在 1998 年曼谷亞運只獲得一銀二銅的成績；而在 2002 年釜山亞運卻只獲得二銅，成績不盡理想。為了提昇我國散手的技術水準，當務之急除了積極培育師資及優秀選手之外，更可利用運動生物力學的幫助不斷的對選手的動作技術進行分析探討，使其更符合運動生物力學的基礎原理。

一、研究動機

一般在散手擂台賽的比賽中相當強調攻擊的速度及力量，因為有較快的速度及較大的力量才能在動作時間及攻擊效果上取得優勢。假若動作時間過長，那麼將會喪失攻擊的最佳時機；至於攻擊力量對於技擊性的運動而言更是重要，攻擊力量的大小直接決定著攻擊的有效與否。但在諸多的研究文獻中，大都著重於描述各種不同踢法之動作型態(pattern)以及不同踢法之間的比較。發現很少有文獻對於影響攻擊效果的因素進行探討，有鑑於此，進而引發了本研究的研究動機。

二、研究目的

在散手擂台賽的基本動作之中，平均得分數中腿法大概佔52.2%(邱文頊，1999)。而在所有腿法中又以側踹腿的使用頻率最高。因此側踹腿是散手擂台賽中一個相當具有代表性的動作，因為其速度快、殺傷力強。所以本研究是以武術側踹腿作為探討的動作並以武術側踢動作合併進行探討，利用AcqKnowledge Biopack system (加速規測量系統)對攻擊力量直接測量及Redlake高速攝影機同步攝影的方式進行運動學及動力學的分析。藉由研究的結果來提供幫助選手或教練在臨場比賽或實地教學上的參考依據，是本研究的目的。

三、研究範圍

本研究將以實驗所測得之力量值作為攻擊力量之效標，進而對影響散手擂台側踹腿及側踢動作攻擊效果的運動學參數及選手間的個體差異性進行探討，其研究範圍有：

(一)描述側踹腿及側踢動作的位移、速度、角度等運動學特徵。

- (二)對武術側踹腿及側踢動作之攻擊力量進行探討。
- (三)針對武術側踹腿及側踢動作進行差異性比較。

四、研究假設

- (一)身體下肢各關節點的運動順序與鞭打動作原理相符(請參照名詞解釋一)。
- (二)攻擊效果主要取決於攻擊瞬間的速度及攻擊質量；而攻擊速度在動作過程中的提昇幅度有其一定的限制，所以一般在接觸目標物瞬間都是盡可能的固定關節，以提昇參與攻擊的有效質量(Valid mass)。因此，人體重心速度最大值出現的時間會在攻擊腿擊中沙包之前達到；換言之，人體慣性力的大小可以直接決定攻擊效果的好壞。

五、名詞解釋

- (一)鞭打動作：在克服阻力或自體位移過程中，上肢諸環節依次加速與制動，使末端環節產生極大速度或打擊力的動作形式(李誠志，1994)。
- (二)完全打擊：指目標物為一固定物體，實驗參加者的攻擊部位從攻擊到目標的最初到攻擊動作結束都接觸著目標物。
- (三)非完全打擊：指目標物為一移動的物體，攻擊的部位可能由於目標物在打擊過程中動量的獲得而在攻擊動作尚未完成時就離開目標物。
- (四)側踹腿動作：散手擂台常用且殺傷力極高的基本動作之一，主要以腳底部位進行攻擊。動作側視圖，如圖 1-1。動作正視圖，如圖 1-2。



預備動作 → 重心轉移至前腿 → 抬腿屈膝 →



以腳底進行推蹬 → 收腿動作 → 重心轉移至後腳

圖 1-1 側端腿動作側視圖



預備動作 → 重心轉移至前腿 → 抬腿屈膝 →



以腳底進行推蹬 → 收腿動作 → 重心轉移至後腳

圖 1-2 側踢動作正視圖

(五)側踢動作：散手擂台常用且殺傷力極高的基本動作之一，主要以腳刀部位進行攻擊。動作側視圖，如圖 1-3。動作正視圖，如圖 1-4。



預備動作 → 重心轉移至前腿 → 抬腿屈膝 →



以腳刀進行踢擊 → 收腿動作 → 重心落於兩腿之間

圖 1-3 側踢動作側視圖



預備動作 → 重心轉移至前腿 → 抬腿屈膝 →



以腳刀進行踢擊 → 收腿動作 → 重心落於兩腿之間

圖 1-4 側踢動作正視圖

六、操作性定義

- (一)動作時間 (Movement Time): 定義為攻擊腳離地瞬時到攻擊腳接觸到沙包這段時間。
- (二)作用時間 (Action Time): 定義為攻擊腳接觸到沙包的瞬時到攻擊腳離開沙包的這段時間。
- (三)攻擊效果: 定義為在作用期內, 加速規所測得的最大值。

七、研究限制

本研究之研究限制如下:

- (一)本研究僅針對男子散手比賽選手之慣用腳進行測試, 非慣用腳部分則不在本研究之研究範圍。
- (二)側踹腿及側踢在攻擊時的主要作用力為一朝向目標物方向的正向力。所以本研究僅針對加速規所測得的正向力進行探討, 其他的作用分力則不在本研究之考量範圍內。

第貳章 文獻探討

一、技擊運動動作分析研究文獻

在以往的一些技擊性腿部攻擊動作研究文獻中大多使用攝影的方式來進行生物力學運動學的分析，如 Sung (1984)、Ahn (1985)、錢紀明、李志文 (1984) ...等學者。之後才慢慢有學者藉由踢靶或測力板的使用進行生物力學的動力學分析，並間接推算出能量的改變以及各個肢段間肌肉力矩的大小，如 Sung (1987)、Park (1989)、劉宇、莊榮仁、連德亨 (1995) ...等學者。

但近年來，隨著電子科技的高度發展及其他相關領域專業人員的積極參與，使得運動生物力學應用在技擊性運動研究的測試儀器已不再侷限於傳統的研究儀器，有愈來愈多精確而且直接的測試儀器被研究者廣泛的使用。有部份日本及國內對打擊動作有興趣的學者，直接以測力板、加速規...等撞擊測力器對攻擊的力量進行測試，這些學者包括了：日本的松下雅雄 (1987) 及國內的相子元 (1995) ..等。以下文獻回顧將探討近年來對各種技擊運動中，重要踢擊動作的生物力學分析之相關研究。

Lee (1983) 使用一般速度的攝影機對跆拳道錦標賽中，四十場的準決賽及決賽進行記錄。並對各種踢法在比賽過程中所出現的頻率及得分數進行研究、統計。

結果發現在比賽過程中以腳背旋踢 (Round-Kicks) 所出現的頻率最高 (n = 1732 or 58.9%)、而腳掌前踢 (Front-Kicks) 在所有型態，總數 2941 次的攻擊中出現的頻率僅佔了 1%。

在上述研究中所使用的研究方法是相當通俗常見的，但是由於沒有足夠精密的設備，所以它完全沒有涉及到運動生物力學參數的計算；但不管怎麼說，這種一般性的研究方法在比賽中是被認同的。

Hwang (1986) 對兩名初學及三名優秀跆拳道選手的腳背旋踢 (Round-Kicks) 進行動作的比較，並發展出兩種動作模型 (單一軀幹系統模型及雙軀幹系統模型) 以利於區別。結果發現：

1. 兩組受試者在軀幹的運動上有明顯的差異性。
2. 初學者軀幹的運動類似於單一軀幹系統模型；而優秀選手的軀幹運動類似於雙軀幹系統模型。

雙軀幹系統模型造成的原因在於：優秀選手在攻擊時有優於初學者的穩定性，所以可以加大其攻擊距離，造成雙軀幹系統模型；而初學者由於其穩定性不佳，所以僅能在原地進行攻擊的動作，因此類似於單一軀幹系統模型。

Hwang (1987) 對前踢 (Front Kicks) 攻擊腿在髖關節、膝關節及踝關節肌肉力矩及肌肉收縮的型態 (向心對離心) 進行研究，在測試時受試者呈站立的預備姿勢。結果指出：

1. 在沒有踢靶的情況下，三名受試者的髖關節、膝關節及踝關節有著類似的型態 (pattern)。
2. 攻擊時在有踢靶與沒有踢靶兩種情況的比較之下，膝關節肌肉收縮的順序卻出現了差異性。
3. 髖關節肌肉力矩的最大值 (約 130Nm) 明顯大於膝關節的肌肉力矩 (25Nm)。

4. 三名受試者腳速度的最大值介於 11.6 m/sec~13.4 m/sec。

周桂名(1995)研究跆拳道攻擊動作之反應及動力學分析，以 19 位跆拳道選手為受試者，交叉區分為男子組、女子組，以及優秀組、一般組，研究該群受試者在實施旋踢、後踢、下壓、後旋踢等四種動作的反應時間、攻擊速度及攻擊力量。結果發現：四種踢法的反應時間方面，旋踢和下壓踢的反應時間顯著優於後踢和後旋踢；各種踢法的反應時間分別為旋踢 0.440 秒，後踢 0.492 秒，下壓踢 0.422 秒，後旋踢 0.472 秒。在攻擊速度方面，以旋踢的攻擊速度 (8.84m/s) 為最快，其次為後踢 (8.36m/s)，在其次為後旋踢 (7.39m/s)，最慢者為下壓踢 (6.45m/s)。攻擊力量方面，下壓踢的攻擊力量顯著小於其他三種踢法。男子組和女子組的反應時間無顯著差異。攻擊力量方面，男子組的後踢與後旋踢顯著大於女子組。

劉宇、莊榮仁、連德亨(1995)研究國術動作中踢與蹬運動學及動力學參數，以十名國術選手為受試者，分別以踢及蹬動作攻擊沙包，利用 Peak Performance 影像分析系統、AMTI 測力板為研究工具，探討踢與蹬動作時身體各關節角度、身體重心速度、支撐腿的蹬地力量等。結果發現：受試者均在踢中目標物沙包之前，身體重心已經達到最大速度；十名受試者當中，屬於國術擂臺專長的選手，踢蹬動作並不符合人體運動鍊的原理，而非國術擂臺選手的動作則符合人體運動鍊原則；踢和蹬動作最大的差異在於：在腳接觸沙包的作用期期間，踢與蹬的受試者重心高度有明顯的差異性。踢與蹬的共同特性則在於：髖、膝、踝關節在踢中沙包時的作用期仍持續伸展，顯示

攻擊腳在踢中後仍持續發揮作用；在動作過程當中，膝關節角度的大小影響了伸膝肌群彈性位能的儲存，也影響了踢擊的效果；透過測力板分析，支撐腿蹬地的力量越大，踢蹬的效果也越好。

張榮三、相子元(1997)以 12 位國立體育學院跆拳道選手為研究對象，利用聲光反應器、張力計、角度計為研究工具，分別讓這些受試者實施一般旋踢以及屈膝旋踢，以分析跆拳道旋踢動作膝關節角度對踢擊的反應時間、動作時間、末端時間及攻擊力量之影響。結果發現：一般旋踢與屈膝旋踢在反應時間方面沒有顯著差異，反應時間和踢擊過程中的角度沒有顯著相關；在動作時間方面，一般旋踢與屈膝旋踢沒有顯著差異，不過踢擊前膝關節角度與動作時間有顯著正相關，亦即受試者在踢擊前若收腿幅度較大、膝關節角度較小，則踢擊的動作時間會較長，若踢擊前收腿幅度較小，膝關節角度較大，則踢擊的動作時間較短。在踢中靶的那一刻以及踢完靶後收腳的角度大小則與動作時間沒有顯著相關。另外，本研究定動作前收腿的那一刻至腳踢中踢靶的那一刻之間的時間差為末端時間，研究數據顯示，一般旋踢的末端時間為 0.099 秒，屈膝旋踢的末端時間為 0.088 秒，達顯著差異，透過統計考驗後發現，末端時間與踢中靶的角度有顯著相關，與動作前膝關節角度以及動作後收腳角度則無顯著相關。顯示旋踢時踢中目標的那一刻，膝關節角度越小，末端時間越短。在攻擊力量方面，一般旋踢的攻擊力量平均為 182.83nt，屈膝旋踢的攻擊力量為 216.9nt，達顯著差異，攻擊力量與踢擊前收腳的膝關節角度、踢中靶時的膝關節角度以及踢中靶後收腳時的膝關節角度均

達顯著的負相關，亦即在旋踢攻擊時，不論踢擊前收腳、踢擊時以及踢擊後收腳的角度越小，攻擊力量會越大。

詹世嵩(1997)研究跆拳道旋踢動作下肢主要作用肌群以及肌群於動作當中的收縮順序，以肌電圖(EMG)分析比較優秀選手與一般選手在實施旋踢動作時所使用的下肢肌群，以及這些主要作用肌群的收縮順序，另外比較受試者在實施不同高度以及不同速度的旋踢動作時，肌肉收縮的順序是否一致。結果發現，旋踢動作的主要下肢作用肌群為臀大肌、股二頭肌、股直肌、股外側肌、股內側肌、腓腸肌、比目魚肌等七塊肌肉。在收縮順序方面，優秀選手在實施不同高度及不同速度的旋踢時，收縮的肌群不會因高度和速度改變而不同，收縮的順序也具有有一致性，其下肢主要肌群的收縮順序為：比目魚肌→腓腸肌→臀大肌→股二頭肌→股直肌→股外側肌→股內側肌→脛骨前肌。一般選手在實施不同高度及不同速度的旋踢時，主要收縮肌群不會因高度和速度的改變而不同，但收縮的順序會有所不同，最早收縮的仍為比目魚肌和腓腸肌，而臀大肌、股二頭肌、股直肌、股外側肌、股內側肌在順序上則會因高度不同而改變，最慢收縮的則仍是脛骨前肌。從肌電圖的各個動作階段來看，旋踢時肌肉作用最重要的時期為前攻擊期和攻擊期，前攻擊期的主要作用肌群為比目魚肌、腓腸肌、臀大肌、股二頭肌；攻擊期主要使用的肌群為股直肌、股外側肌、股內側肌。旋踢動作的下肢作用肌群主要的興奮期在攻擊期。

蔡葉榮及黃長福(1998)研究跆拳道屈伸式與直擺式下壓踢的運動學特性，以 8 位跆拳道選手為受試者，利用 Peak

Performance 2D 影像分析系統，擷取受試者實施屈伸式下壓以及直擺式下壓動作的二度空間影像並加以分析，研究結果發現：屈伸式下壓的攻擊時間及平均速度顯著優於直擺式下壓，屈伸式下壓的攻擊時間為 0.37 ± 0.02 秒，攻擊速度為 $5.55\pm 0.39\text{m/s}$ 。而直擺式下壓的平均速度和攻擊時間分別為 0.42 ± 0.01 秒、 $4.76\pm 0.56\text{m/s}$ 。不過，直擺式下壓擊中踢靶時的速度為 $7.47\pm 0.75\text{m/s}$ ，顯著優於屈伸式下壓的 $5.97\pm 1.10\text{m/s}$ ，且在攻擊速度的最大值方面，直擺式下壓的攻擊速度最大值 ($9.87\pm 0.93\text{m/s}$) 高於屈伸式下壓 ($8.58\pm 1.24\text{m/s}$)。顯示這兩種下壓具有不同的特性。

湯惠雯(2001)以不同量級的跆拳道選手為受試者，研究輕、重量級選手在使用五種旋踢變化動作時的生物力學指標。以聲光反應器、加速規、多頻道擷取系統等生物力學儀器，分析八名輕量級選手及八名重量級選手的前腳旋踢、滑步旋踢、上步旋踢、空中兩腳旋踢、360 度轉身旋踢等動作的反應時間、攻擊速度、相對力量。結果發現：五種不同的旋踢踢法的反應時間，以滑步旋踢為最短，360 度轉身旋踢的反應時間為最長，在攻擊速度上則以前腳旋踢為最快、上步旋踢為最慢。在相對力量方面，以 360 度旋踢的相對力量為最大，空中兩腳旋踢的相對力量為最小。在輕、重量級選手間的比較部分，在反應時間方面只有前腳旋踢達顯著差異，輕量級選手的前腳旋踢反應顯著快於重量級選手。在攻擊速度方面無顯著差異，不過重量級的攻擊速度普遍快於輕量級選手。在攻擊相對力量方面，輕量級選手及重量級選手的前腳旋踢及 360 度轉身旋踢分別達顯著差異，輕量級選手在這兩種踢法的相對力量均顯著大

於重量級選手。再將選手的競賽成績與旋踢動作生物力學分析的數據相比較，結果發現，優秀選手與一般選手在反應時間、攻擊速度、相對力量方面，均無顯著差異。

柯玉貞(2002)研究跆拳道後旋踢的生物力學分析，以 Peak Performance 3D 動作分析系統，以兩臺高速攝影機拍攝 8 位跆拳道專長選手的後旋踢動作，研究結果顯示：以全程動作而言，後旋踢各階段佔全程動作的百分比分別為：反應時間：38%，攻擊時間：25%，收腿時間：37%。從動作結構來看，攻擊腳離地前，肩關節與肘關節角度應略增大，以利轉身起腳，但在攻擊腳離地後，肩角度應縮小，以減少在轉身時的轉動慣量。此外，由於後旋踢的專項特殊性，在踢擊過程中膝關節角度有兩個峰值，一次出現在腳離地時，另一次出現在腳離地後預備踢擊目標時的蹬伸動作。研究也發現，並非所有受試者的後旋踢動作都符合人體動力鍊的順序原理，不過符合動力鍊原理的受試者，後旋踢的攻擊速度較快。

Hong(2002)等人在香港康體發展局的研究計畫中，研究跆拳道側踢、前踩、旋踢、後踢等動作的肌電信號特性，研究先測驗受試者自主最大收縮 (maximal voluntary contraction, MVC) 的肌電信號，以 MVC 作為基礎，分析受試者踢擊時肌肉收縮的強度佔 MVC 百分比的多寡。另外，再以數位攝影的方式，分析踢擊動作的影像，以瞭解各個動作的特性。研究發現，不同踢法的攻擊速度、攻擊高度有顯著差異，不過，不同的準備姿勢對攻擊時間無顯著影響。中端旋踢是這個研究當中速度最快的踢法，上端滑步側踢則是最慢的踢法。在肌電信號

方面，股外側肌和闊筋膜張肌的肌肉活動顯著大於其他肌肉，闊筋膜張肌在踢擊時的肌電信號強度為最大自主收縮的 $133.12 \pm 77.55\%$ ，股外側肌在踢擊時的肌電信號強度為最大自主收縮的 $250 \pm 182.28\%$ ；縫匠肌、股外側肌與股內側肌則各只有 $42.33 \pm 14.98\%$ 、 $66.84 \pm 31.31\%$ 及 $71.98 \pm 41.19\%$ 。顯示踢腿技法的肌肉收縮特性。

洪彰岑(2003)研究跆拳道後踢的生物力學分析，以十位跆拳道選手為受試者，利用 Peak Performance 3D 運動影像分析系統及 F-scan 鞋底測力系統測量後踢的運動學以及動力學方面的相關參數，包括身體重心、攻擊力量、攻擊瞬時的速度及有效質量。受試者穿著裝有鞋底測力計的實驗專用鞋，並且在身體各肢段的重點部位設定 18 個標誌點，以跆拳道後踢的方式盡全力踢擊 20 公斤重的沙包，同時用兩部高速攝影機記錄全程動作，透過對標誌點位置的影響分析，以研究後踢動作的特性。結果發現：受試者實施跆拳道後踢時，身體重心速度的最大值是在擊中目標物之前達到，身體重心速度最大值出現的時間距離擊中目標的瞬間越近，攻擊的力量就越大。由於後踢動作本身所具有的特殊性，因此透過影像分析後發現，後踢動作型態與人體肢段活動由大關節帶動小關節的原理並不相符，受試者踢擊時的關節活動並非由大關節依序帶動小關節。本研究也發現，攻擊的力量主要取決於攻擊瞬時的踢擊速度，以及踢中目標瞬時的有效質量，因此當身體軀幹的旋轉速度越快，攻擊力量越大。較之於其他研究打擊力量的生物力學研究，該研究的打擊力量數據與其他研究差異頗大，原因可能來自於測定力量的方式有所不同，其他研究多半是以固定在牆上

的測力板為攻擊目標物，因此測定出來的攻擊力量相當大，而該研究為了減少選手攻擊固定物體時，為了避免受傷而減輕力道或修正動作，使用的目標物為懸吊式的 20 公斤沙包，因此在選手的全力踢擊下，攻擊腳接觸目標物的時間相當短，沙包幾乎一瞬間就被踢飛，可能因此與固定式目標物所測出的力量有所差異。

莊英泰(2003)研究空手道上段迴旋踢的整體反應時間，以十二位空手道選手為受試者，其中六位為優秀組，具國際賽經驗，另外六位為一般組，具全國競賽前三名資格。利用燈光訊號同步處理器、壓力片以及肌電圖，分析受試者在實施空手道上段迴旋踢時的反應時間，其中反應時間又分為 Premotor Reaction Time 以及 Motor Reaction Time，Premotor Reaction Time 意指聲光刺激出現到主要作用肌群肌電信號產生的時間，Motor Reaction Time 意指主作用肌群肌電信號出現到攻擊腳離地的瞬時止。結果發現：前腳上段迴旋踢的整體反應時間為 0.60 ± 0.075 秒，其中反應時間為 0.35 ± 0.059 秒，Premotor Reaction Time 為 0.22 ± 0.48 秒，Motor Reaction Time 為 0.13 ± 0.034 秒，動作時間為 0.26 ± 0.03 秒。後腳上段迴旋踢的整體反應時間為 0.70 ± 0.099 秒，其中反應時間為 0.42 ± 0.085 秒，Premotor Reaction Time 為 0.20 ± 0.064 秒，Motor Reaction Time 為 0.21 ± 0.047 秒，動作時間為 0.31 ± 0.044 秒。在兩組受試者的比較方面，優秀組空手道選手各階段的時間均快於一般組。

二、本章小結

以上所提出的研究文獻中，其研究的層面大多侷限在運動現象或攻擊效果的定性或定量描述，對於影響動作時間、攻擊效果的生物力學因素並未進行深入的探討。

在以往以高速攝影方法的運動學分析中，缺乏對影響攻擊力量因素的探討；而在一些後續研究文獻中，雖然直接或間接的對力量進行計測又常因實驗設計的不同及人體結構本身的複雜性而造成實驗結果所得出的力量數值差異性頗大。

如松下雅雄等(1987)對空手道前踢動作的力量及腳部動作進行研究時，在實驗設計中要求實驗參加者對垂直固定在牆壁上的測力板直接進行踢擊。這種實驗設計最大的優點就是可以得出接近於攻擊力量的最大值；但是實驗參加者在實驗的過程中卻很可能會基於自我保護的理由，而沒有盡全力踢擊；甚至可能因此而造成實驗參加者的傷害。

類似上述的假設都可能會影響整個實驗結果的可信度。此外，在其實驗設計中將目標物固定與實際的比賽狀況並不相符，因為在比賽中大部份的攻擊動作中大都是屬於不完全打擊，甚少有完全打擊的情形出現。

為了解決上述的問題，所以本研究的實驗設計特別將目標物改為可移動式的沙袋一個(重 80 公斤)，以使其更符合實際的比賽狀況，並期使實驗參加者能夠做最大能力的踢擊，而且不會受到傷害；除此之外，在踢擊沙袋的同時直接以加速規對攻擊的力量進行計測，以作為側踹腿及側踢攻擊力量之效標，並配合高速攝影機進行同步的錄影。

第參章 研究方法與步驟

一、實驗對象

本研究將以 4 名散手擂台賽國家代表隊的選手作為研究受試對象。研究對象的基本資料如表 3-1。

表 3-1 實驗參加者個人基本資料

實驗 參加者	年齡 (yrs)	身高 (cm)	體重 (kg)	拳齡 (yrs)	個人最佳成績
A1	25	177	71	7	世界盃金牌
A2	29	170	65	10	區運金牌
A3	30	169	67	10	亞運銀牌
A4	29	180	73	10	世界盃銅牌
平均數	28.25	174.00	69.00	9.25	
標準差	2.22	5.35	3.65	1.50	

二、實驗儀器與設備

在本研究所採用的實驗方法中，使用的儀器與設備主要可區分為運動學測量 (Kinometry) 與動力學測量 (Dynamometry) 兩大部份。

在運動學測量 (Kinometry) 部份，使用的儀器包括了：

(一) 測量部份：

1. 高速攝影機 (Redlake motion scope 1000) 2 台。採樣頻率 250 張/秒。
2. P4 電腦二套 (含螢幕、主機、鍵盤、滑鼠)。
3. 閃光燈一台 (作為兩部高速攝影機之同步裝置)。
4. 三度空間標定架 (Calibration Frame, 24 點) 一部。

(二) 影像數位化與分析部份 (Video Image Digitizing and Analysis) :

- 1.HPP4 筆記型電腦一套 (含螢幕、主機、鍵盤、滑鼠)
- 2.Epson 830U 彩色列表繪圖機一部。
- 3.Simi 運動分析軟體一套。

在動力學測量 (Dynamometry) 部份，為了直接檢驗出側踹腿及側踢動作的攻擊效果，在本研究的實驗設計中以 AcqKnowledge Biopack system (加速規測量系統) 為主 (採樣頻率 1000 次/秒)、並配合武術散手擂台訓練用的沙包一個 (重量為 80 公斤)。直接對攻擊力量進行計測。其中包括了：

- (1) 筆記型電腦一套 (含螢幕、主機、鍵盤、滑鼠)
- (2) 加速規一個。
- (3) Epson 830U 彩色列表繪圖機一部。
- (4) 沙袋一個 (重量為 80 公斤)。

三、實驗時間、地點

實驗時間：2004 年 3 月 13 日

實驗地點：國立台灣體育學院

四、實驗程序

- (一) 在測試進行之前，先向實驗參加者解說整個實驗的架構及流程，之後由實驗參加者填寫實驗參加者同意書。
- (二) 實驗參加者統一進行熱身活動，之後以隨機的方式來排定受試的次序。
- (三) 在實驗參加者熱身的同時，讓兩部 Redlake 高速攝影機進行同步預錄，並對三度空間標定架進行拍攝。

- (四)將沙袋吊在實驗參加者的正前方，並依個人的身高做適度的調整。
- (五)要求實驗參加者上半身裸露，下半身著泳褲，並於關節點上貼上白色的反光點為標記。之後，以運動繃帶將加速規固定於攻擊腿之踝關節處。
- (六)實驗參加者呈站立的預備姿勢，在攻擊信號出現時，立即開始攻擊的動作。在整個實驗過程中使用 Redlake 高速攝影機及加速規進行錄影並記錄攻擊腿的攻擊力量。

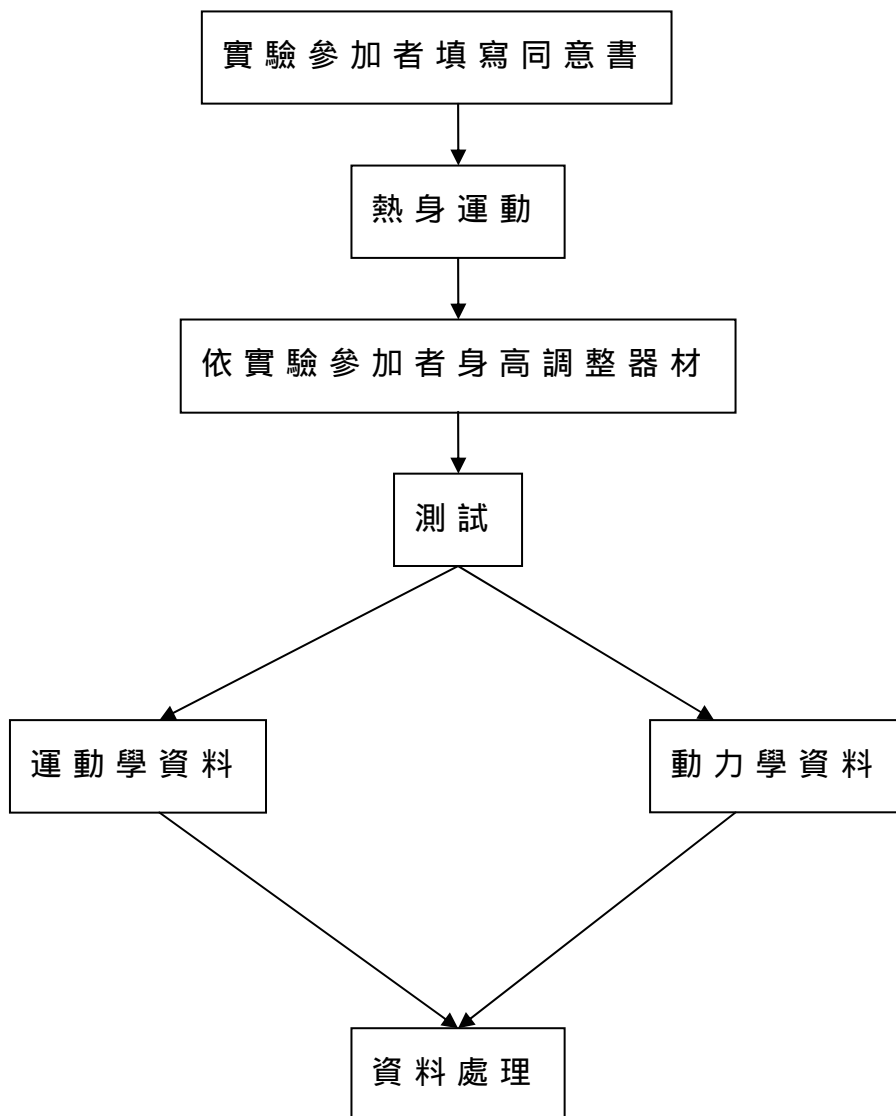


圖 3-1 實驗流程圖

五、資料處理 (Data Processing)

(一)運動學的資料

資料處理部份，由於側踹腿及側踢動作本身包含了身體的旋轉，所以本研究採用三度空間 (3D) 的運動分析方式對側踹腿進行探討。

首先，由實驗參加者三次的測試中選定一次最佳值 (以加速規所測得的力量數值的大小來判定好壞)，並讀取加速規測力裝置在作用期裏所測得力量的最大值。之後以 Simi 影像運動分析系統上點取預先設定的 15 個身體標誌點 (Landmark)，如圖 3-1。

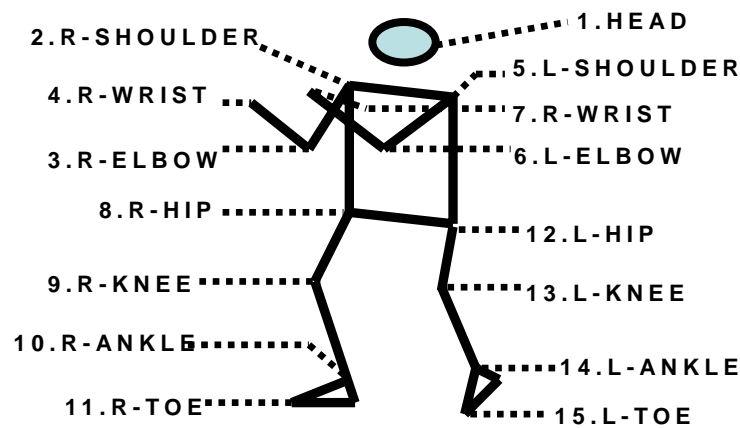


圖 3-2 15 個身體標誌點 (Landmark)

人體模型係將人體簡化為由 12 個肢段 (Segment) 通過鉸鍊連結起來的剛體系統且假設其質量均勻分佈，這 12 個人體肢段分別為：1.右足 2.右小腿 3.右大腿 4.左大腿 5.左小腿 6.左足 7.軀幹 8.頭+頸環節 9.右上臂 10.右前臂+手 11.左上

臂 12.左前臂+手。

(二) AcqKnowledge Biopack system 加速規測量系統

本研究以加速規測量系統(採樣頻率為 2000Hz)對側踹腿及側踢動作過程中攻擊力量的正向力量進行計測，對分析所需之參數進行計算。

六、統計分析

本研究中的資料統計分析主要是使用 SPSS/WINDOWS10.0 統計軟體，以相依樣本 t 檢定的統計方法，對實驗參加者側踹腿與側踢兩組動作之運動學及動力學參數之差異性進行檢定，其顯著水準定為 $\alpha = .05$ 。

第肆章 結果與討論

影響武術側踹腿及側踢攻擊效果好壞的參數有很多，其中攻擊力量的大小及動作時間的長短就是其中兩個重要的參數。在本研究的結果與討論部份，除了對側踹腿及側踢的動作型態進行描述及探討動力學參數外(攻擊力量)，更進一步比較側踹腿及側踢之差異性及適用之時機。所以本章節將分為下列三個主要部份：

- 1.側踹腿及側踢的運動學特徵描述。
- 2.側踹腿及側踢攻擊力量的探討。
- 3.對選手間的個體差異性進行比較探討。

為了有利於側踹腿及側踢動作的運動學特徵描述及動力學參數的探討，在本研究中將對動作進行階段性的劃分，其中包括了下列幾個關鍵時相(Event)：

- 1.攻擊腿離地瞬時，稱之為 E1。
- 2.攻擊腿接觸到沙包的瞬時，稱之為 E2。
- 3.攻擊腿離開沙包的瞬時，稱之為 E3。
- 4.動作期：攻擊腿由離地瞬時到接觸到沙包瞬時的這一段時間稱之(E1~E2)；亦即動作時間(Movement Time)。
- 5.碰撞期：攻擊腿由接觸到沙包瞬時到離開沙包瞬的這一段時間稱之(E2~E3)；亦即碰撞階段(Impact Phase)。

一、側踹腿及側踢動作運動學特徵描述

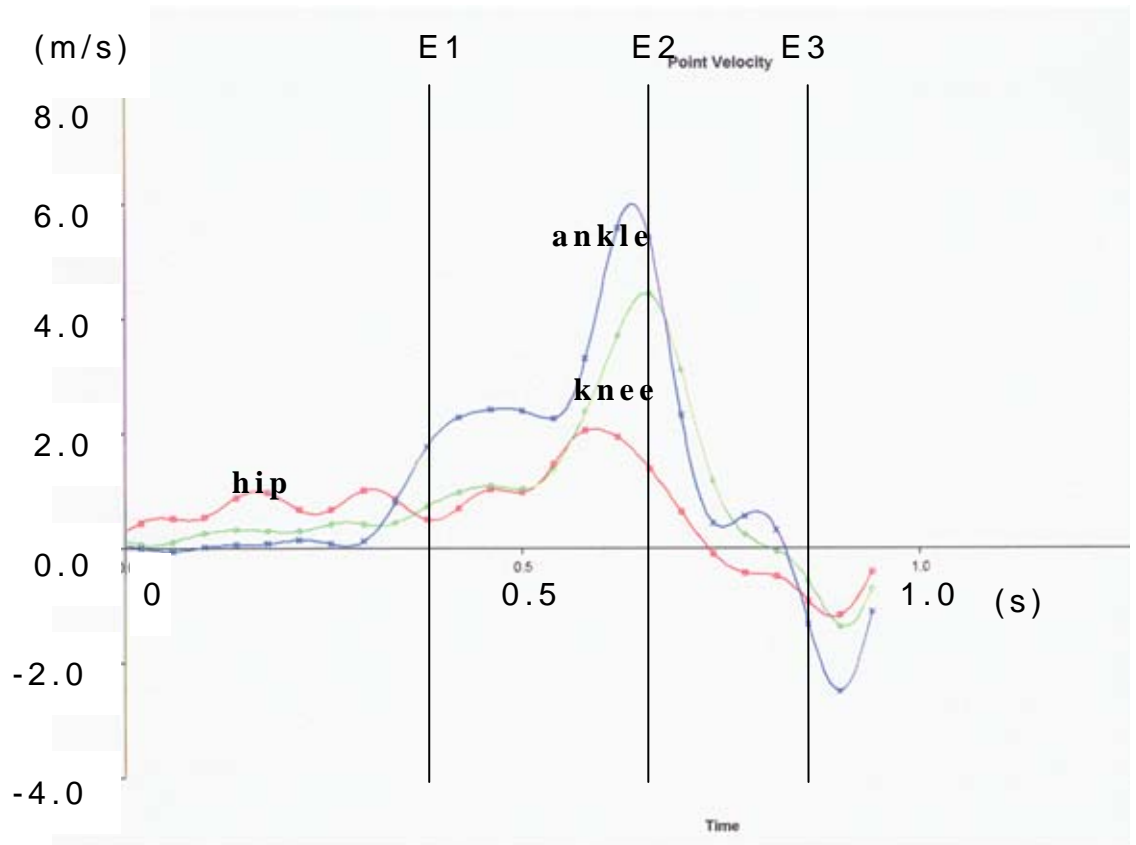


圖 4-1 一位實驗參加者側踹腿動作的攻擊腿髖關節、膝關節及踝關節速度變化

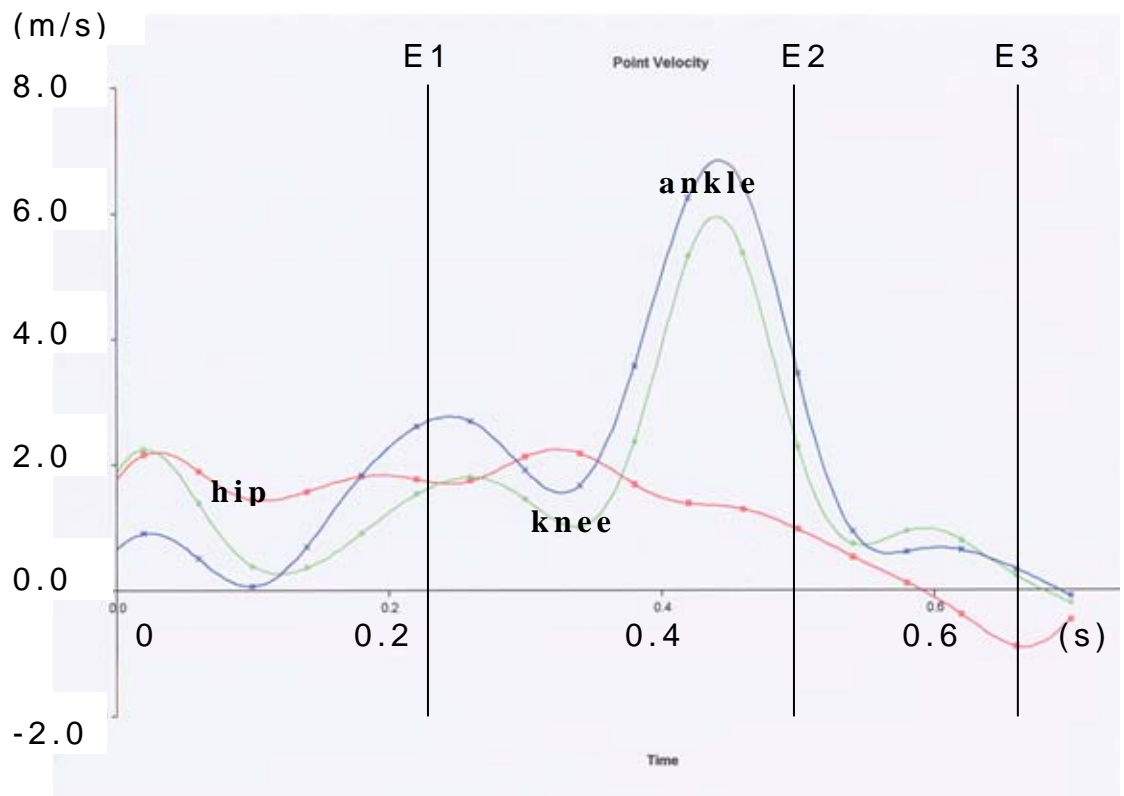


圖 4-2 一位實驗參加者側踢動作的攻擊腿髖關節、膝關節及踝關節速度變化

表 4-1 實驗參加者 (n=4) 側端腿動作的攻擊腿髁關節、膝關節及踝關節速度變化

關節名稱	髁關節		膝關節		踝關節	
	速度 最大值	與 E2 的時間差	速度 最大值	與 E2 的時間差	速度 最大值	與 E2 的時間差
A 1	3.07	0.118	7.26	0.028	10.88	0.076
A 2	3.51	0.096	5.79	0.036	6.96	0.056
A 3	2.26	0.080	4.52	0.008	6.73	0.032
A 4	3.43	0.068	6.69	0.008	9.49	0.044
平均數	3.07	0.091	6.07	0.020	8.52	0.052
標準差	0.57	0.022	1.19	0.014	2.01	0.019

(速度單位：公尺/秒)

(時間單位：秒)

表 4-2 實驗參加者 (n=4) 側踢動作的攻擊腿髁關節、膝關節及踝關節速度變化

關節名稱	髁關節		膝關節		踝關節	
	速度 最大值	與 E2 的時間差	速度 最大值	與 E2 的時間差	速度 最大值	與 E2 的時間差
A 1	2.93	0.172	6.58	0.008	9.55	0.064
A 2	3.48	0.124	5.15	0.024	6.57	0.040
A 3	2.36	0.116	4.06	0.028	7.01	0.036
A 4	3.45	0.216	4.23	0.032	6.99	0.072
平均數	3.06	0.157	5.01	0.023	7.53	0.053
標準差	0.53	0.005	1.15	0.011	1.36	0.018

(速度單位：公尺/秒)

(時間單位：秒)

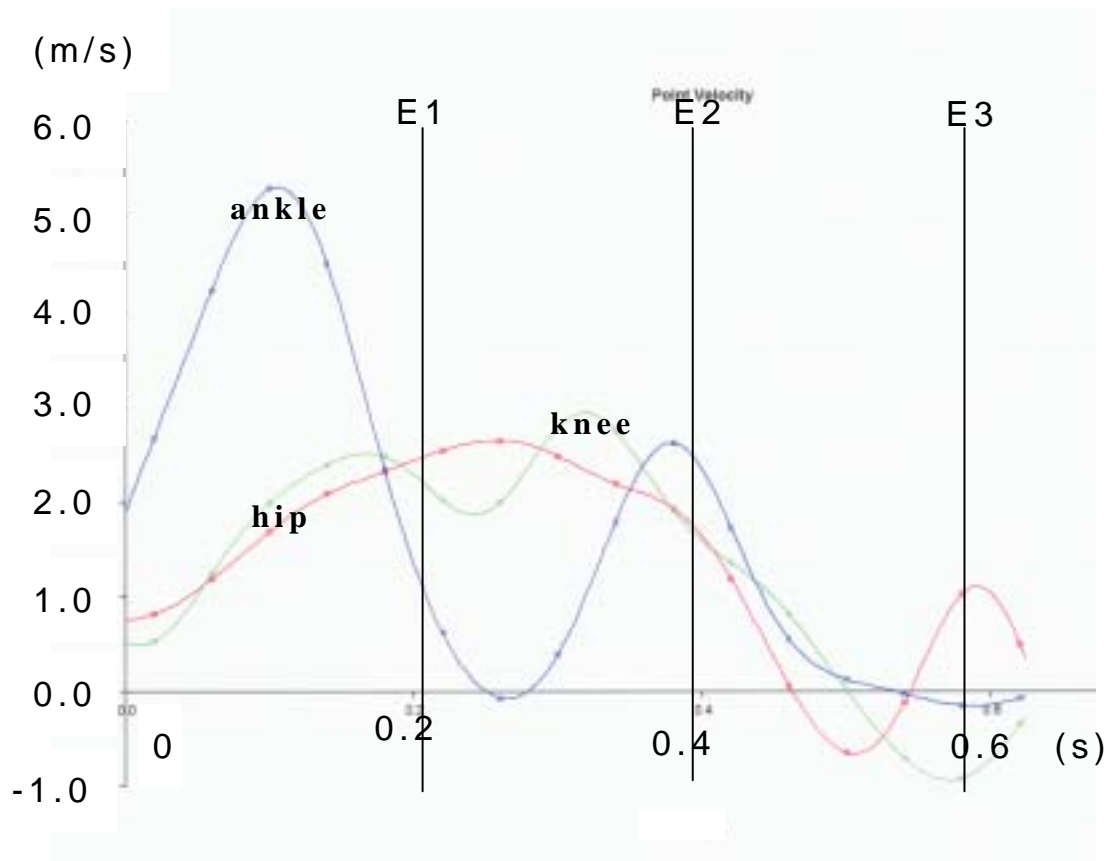


圖 4-3 一位實驗參加者側踹腿動作的支撐腿髖關節、膝關節及踝關節速度變化

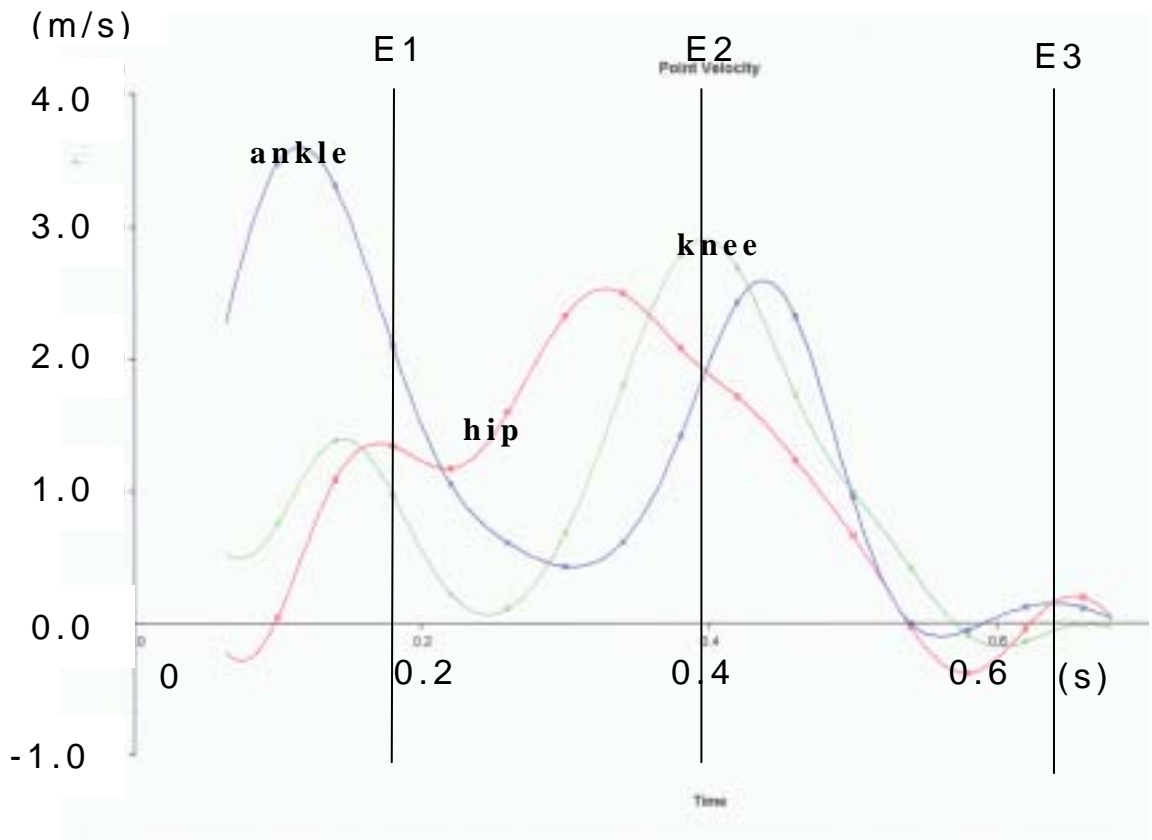


圖 4-4 一位實驗參加者側踢動作的支撐腿髖關節、膝關節及踝關節速度變化

表 4-3 實驗參加者 (n=4) 側踹腿動作的支撐腿髖關節、膝關節及踝關節速度變化

關節名稱	髖關節		膝關節		踝關節	
	速度 最大值	與 E2 的時間差	速度 最大值	與 E2 的時間差	速度 最大值	與 E2 的時間差
A 1	2.37	0.212	2.12	0.100	1.58	0.006
A 2	2.57	0.140	2.89	0.144	4.21	0.008
A 3	1.96	0.180	2.42	0.040	1.89	0.032
A 4	2.69	0.116	3.09	0.080	2.64	0.012
平均數	2.40	0.162	2.63	0.091	2.58	0.015
標準差	0.32	0.042	0.44	0.043	1.17	0.019

(速度單位：公尺/秒)

(時間單位：秒)

表 4-4 實驗參加者 (n=4) 側踢動作的支撐腿髖關節、膝關節及踝關節速度變化

關節名稱	髖關節		膝關節		踝關節	
	速度 最大值	與 E2 的時間差	速度 最大值	與 E2 的時間差	速度 最大值	與 E2 的時間差
A 1	2.65	0.224	2.71	0.136	2.35	0.040
A 2	2.76	0.068	3.08	0.024	3.06	0.016
A 3	2.21	0.108	2.20	0.038	4.36	0.016
A 4	2.59	0.088	2.64	0.056	3.86	0.026
平均數	2.55	0.122	2.66	0.064	3.41	0.025
標準差	0.24	0.070	0.36	0.050	0.89	0.011

(速度單位：公尺/秒)

(時間單位：秒)

人體四肢由近端(proximal)到遠端(distal)關節的各關節肌力強弱會隨著肌肉生理橫斷面積的變小而逐漸變弱、再加上人體活動時近端及遠端關節所受到的阻力矩不同，所以人體關節的活動有其順序與原理。亦有學者稱之為人體運動鏈的順序原理。(李良標、呂秋平等，1991)。一般而言，當人體需要在短時間內產生一個極大的速度或者是要克服較大的阻抗時，在運動鏈中的各個遠、近端關節雖然同時用力，但是由於近端關節(大關節)的肌肉橫斷面積明顯大於遠端關節，所以最先產生運動現象的總是近端關節，之後才逐次的依照關節的大小，依序的產生運動。(中國大陸體育學院教材編審委員會，1986)。由圖 4-3、4-4 及表 4-3、4-4 我們可以看出實驗參加者(n=4)側踹腿及側踢動作支撐腿的髖、膝及踝關節點速度變化情形及最大值出現的時間與攻擊腿擊中目標物瞬時(E2)的時間差。各個關節點速度最大值出現的時間在四名實驗參加者之間有著相同的特徵；依次為髖關節、膝關節、最後才是踝關節。此一現象與人體關節活動的順序性原理相符。

但是，人體關節活動的順序性原理並未如上所述的出現在實驗參加者的攻擊腿上，如圖 4-1、4-2 及表 4-1、4-2。四名實驗參加者攻擊腿各個關節點速度最大值出現的時間具有共同的運動學特徵；依次為髖關節、踝關節、最後才是膝關節；劉宇、莊榮仁、連德亨(1995)在其針對「踢」、「蹬」動作進行分析、比較的研究結果中提到，在其研究的十名實驗參加者中，五名傳統套路練習者的動作符合人體關節活動順序原理；另外五名武術散手擂台賽選手則不符合。洪彰岑(2003)在針對跆拳道後踢動作的研究結果中也指出，由於後踢動作型態的專項性及攻擊腿不需要克服大的阻力，因此後踢動作的攻擊腿

運動順序與人體運動鏈的順序原理並不相符。

本研究的研究結果與劉宇、莊榮仁、連德亨（1995）研究中的擂臺選手及洪彰岑（2003）針對後踢動作所做的研究結果相同；與人體關節活動順序原理或鞭打原理（李誠志，1994）並不相符。探究其原因與其動作型態的專項性及動作不需要克服大的阻力有關；因此根據不同的項目需求，關節活動的順序性並非全部是以大關節帶動小關節的原理進行（李良標等，1991）。

在以往對標槍投擲（Menzel，1986）及網球發球（Elliott，1989）...等動作進行的研究中雖證實了鞭打現象的出現；但是此一現象並未出現在本研究中。所以說關節活動性雖然有其順序原理，但是也有其專項特點。換句話說關節活動的順序會因為項目、動作需求的不同而造成差異。在本研究中，由於攻擊腿在動作的過程中並不需要克服大的阻抗而且後踢動作本身有其專項性，因此關節活動的順序才會與人體關節活動的順序原理及鞭打原理有所出入。

除此之外，在以往的教學觀念上總是認為身體重心最大速度會出現在擊中目標物的瞬間；但是研究的結果發現這四名實驗參加者的髖關節、膝關節及踝關節速度最大值皆是在攻擊腿擊中沙包之前達到。此一結果與一般教練或練習者的觀念上似乎是有著認知上的差距。

本研究與 Stull(1986)對武術練習者進行運動學分析時發現：實驗參加者肩關節、腕關節水平速度最大值並非出現在動作時間的末端，洪彰岑(2003)對後踢動作進行運動學分析的研究中指出後踢動作的攻擊腿髖、膝、踝關節點速度最大值皆在擊中目標物之前達到及劉宇、莊榮仁、連德亨（1995）針對『踢』

及『蹬』的動作進行分析比較時發現：身體重心最大速度均是在踢中沙包之前達到及有著相同的結果。除此之外，在與實驗參加者進行訪談過程中也發現，所有的實驗參加者皆認為攻擊效果主要是取決於攻擊腿擊中沙包之後作用肌群的持續作用。但是由上述結果，關節點速度最大速度是在擊中沙包之前達到；我們不難看出攻擊的效果應該主要是取決於攻擊腿擊中沙包之前，因主動作用肌群作用所獲得之動量大小所決定的，其次才是碰撞階段主要作用肌群的持續作用。

下肢各關節之角度變化

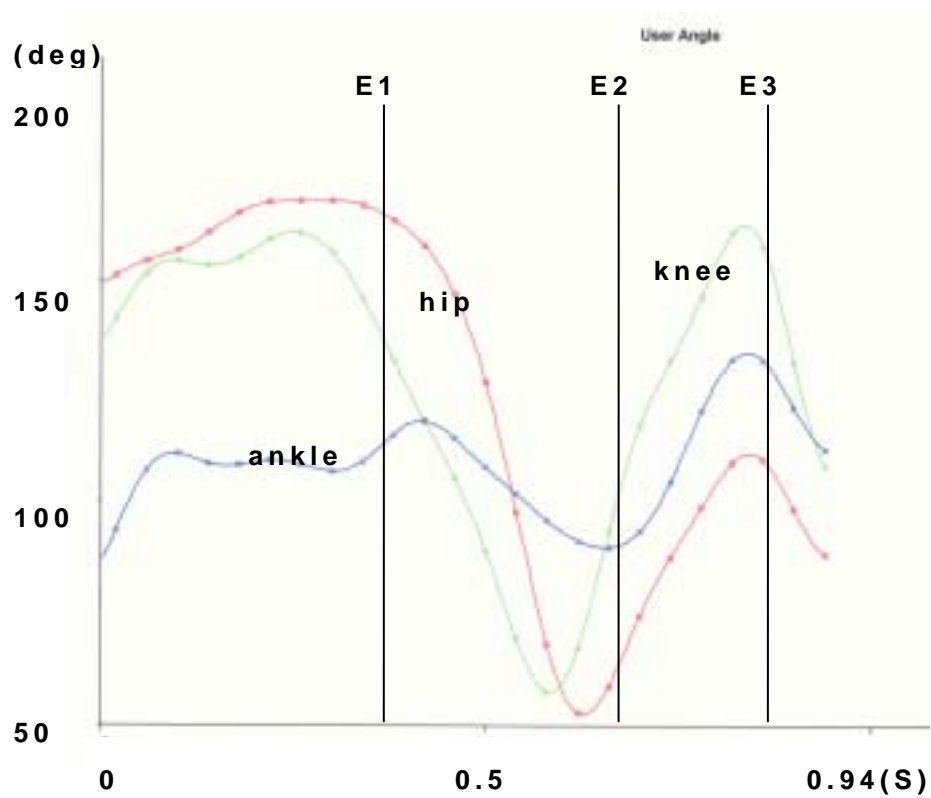


圖 4-5 一位實驗參加者側踹腿動作的攻擊腿髖、膝、踝關節角度變化

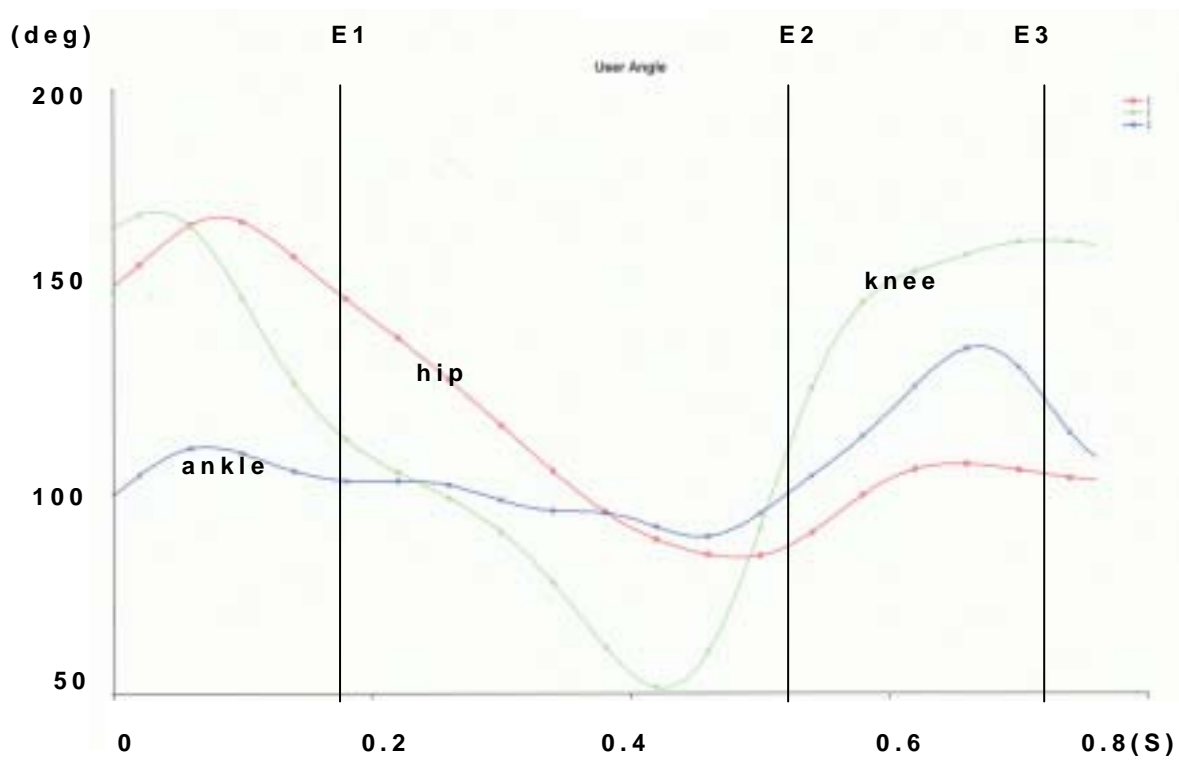


圖 4-6 一位實驗參加者者側踢動作的攻擊腿髖、膝、踝關節角度變化

表 4-5 實驗參加者 (n=4) 側踹腿動作的攻擊腿髖、膝、踝關節
角度變化

關鍵時相	E 2 (角度值)			E 3 (角度值)			E 3- E 2 (角度變化)		
	Hip	Knee	Ankle	Hip	Knee	Ankle	Hip	Knee	Ankle
實驗參加者									
A 1	82.30	84.87	108.40	104.92	141.06	122.68	22.62	56.19	14.28
A 2	88.89	69.76	111.53	118.20	142.73	150.66	29.31	72.97	39.13
A 3	59.09	93.91	90.34	109.93	157.91	132.34	50.84	64.00	42.00
A 4	96.67	94.82	113.78	132.58	175.66	113.78	35.91	80.84	24.65
平均數	81.74	85.84	106.01	116.41	154.34	136.03	34.67	68.50	30.02
標準差	16.20	11.62	10.68	12.09	16.11	11.71	12.07	10.71	12.95

(角度單位：度)

表 4-6 實驗參加者 (n=4) 側踢動作的攻擊腿髖、膝、踝關節角度變化

關鍵時相	E 2 (角度值)			E 3 (角度值)			E 3- E 2 (角度變化)		
	Hip	Knee	Ankle	Hip	Knee	Ankle	Hip	Knee	Ankle
實驗參加者									
A 1	102.55	112.38	102.85	115.67	151.76	127.71	13.12	39.38	24.86
A 2	73.76	107.02	80.67	98.15	159.89	133.47	24.39	52.87	52.80
A 3	87.88	116.46	101.45	104.62	162.78	121.80	16.74	46.32	20.35
A 4	101.32	104.07	111.66	119.47	164.45	142.08	18.15	60.38	30.42
平均數	91.38	109.98	99.16	109.48	159.72	131.27	18.10	49.74	32.11
標準差	13.49	5.52	13.13	9.83	5.63	8.64	4.70	8.98	14.40

(角度單位：度)

圖 4-5 及表 4-5 為側踹腿之攻擊腿在動作過程中髖關節、膝關節及踝關節角度的變化情形。在髖關節的角度變化上，角度在接近攻擊腿離地瞬時接近於最大值，之後開始慢慢的下降，髖關節角度最小值出現的時間接近於攻擊腿擊中目標物瞬時（E2），在擊中目標物之後髖關節的角度又開始慢慢的增加。實驗參加者（n=4）攻擊腿在接觸到目標時（E2）的關節角度為 81.74 ± 16.20 度、在離開目標物時（E3）的關節角度為 116.41 ± 12.09 度、所有的實驗參加者在碰撞期間，髖關節仍然持續的進行伸展，伸展角度為 34.67 ± 12.07 度。

在膝關節角度變化方面，由於膝關節在整個動作的過程中，是從事先曲後伸的蹬腿動作，因此攻擊腿在離地瞬時（E1）前膝關節角度接近於最大值，之後膝關節角度開始慢慢的下降。膝關節角度的最小值出現的時間接近於攻擊腿擊中目標物瞬時（E2）。實驗參加者（n=4）攻擊腿在接觸到目標時（E2）的關節角度為 85.84 ± 11.62 度、在離開目標物時（E3）的關節角度為 154.34 ± 16.11 度、本研究中的實驗參加者（n=4）在碰撞期間膝關節皆持續的進行伸展，而且伸展的角度遠大於髖關節及踝關節，平均伸展角度為 68.50 ± 10.71 度。

在踝關節角度變化的情形方面，踝關節角度在動作初期並無顯著性的變化，實驗參加者（n=4）攻擊腿在接觸到目標時（E2）關節角度的平均值為 106.01 ± 10.68 度、角度最小值出現在攻擊腿擊中目標物（E2）之後，在離開目標物瞬時（E3）關節角度的平均值為 136.03 ± 11.71 度，所有的實驗參加者在接觸到目標物之後，踝關節仍然持續的進行伸展，一直到攻擊腿離開目標物前。伸展角度在碰撞期間的變化量為 30.02 ± 12.95 度。

圖 4-6 及表 4-6 為側踢之攻擊腿在動作過程中髖關節、膝關節及踝關節角度的變化情形。在髖關節的角度變化上，角度最大值在攻擊腿離地瞬時之前出現，之後開始慢慢的下降，髖關節角度最小值出現的時間接近於攻擊腿擊中目標物瞬時（E2）。實驗參加者（n=4）攻擊腿在接觸到目標時（E2）的關節角度為 91.38 ± 13.49 度、在離開目標物時（E3）的關節角度為 109.48 ± 9.83 度、碰撞期間髖關節角度變化為 18.10 ± 4.70 度。

在膝關節角度變化方面，實驗參加者（n=4）攻擊腿在接觸到目標時（E2）的關節角度為 109.98 ± 5.52 度、在離開目標物時（E3）的關節角度為 159.72 ± 5.63 度、本研究中的實驗參加者（n=4）在碰撞期間膝關節亦持續的進行伸展，平均伸展角度為 49.74 ± 8.98 度。

在踝關節角度變化的情形方面，踝關節角度在接觸到目標物前（E2）並無顯著性的變化，實驗參加者（n=4）攻擊腿在接觸到目標時（E2）關節角度的平均值為 99.16 ± 13.13 度。碰撞期間實驗參加者踝關節持續的進行伸展，一直到攻擊腿離開目標物前，伸展角度在碰撞期間的變化量為 32.11 ± 14.40 度。

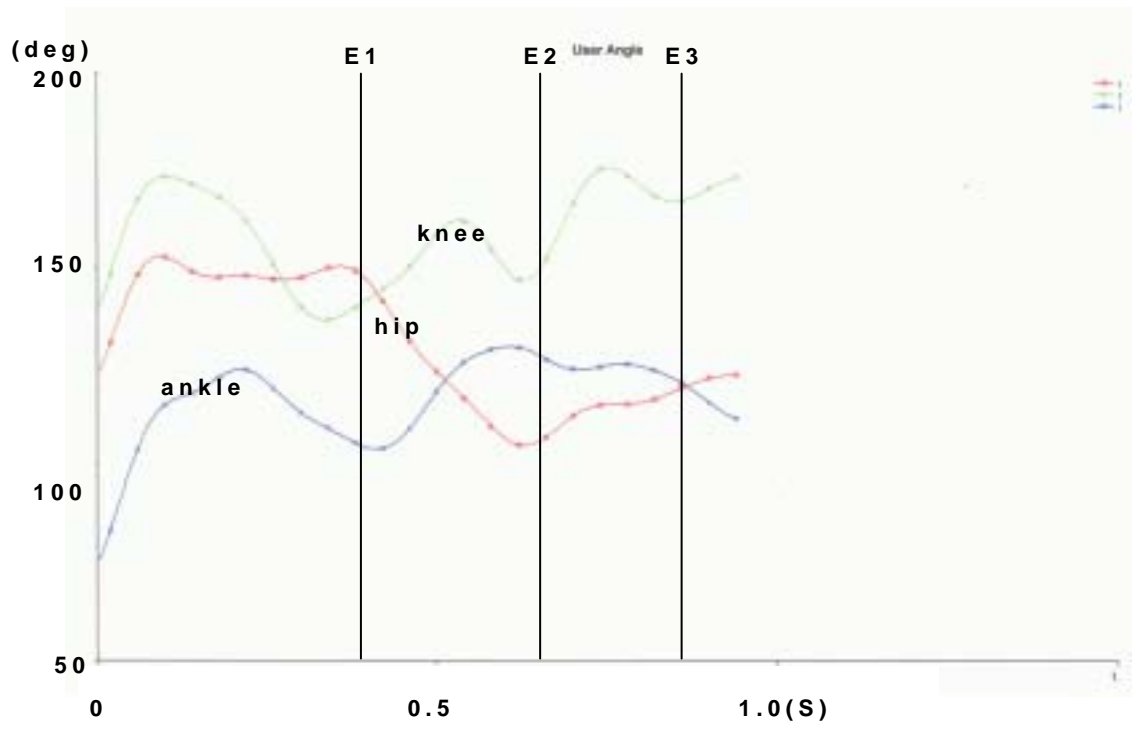


圖 4-7 一位實驗參加者側踹腿動作的支撐腿髖、膝、踝關節角度變化

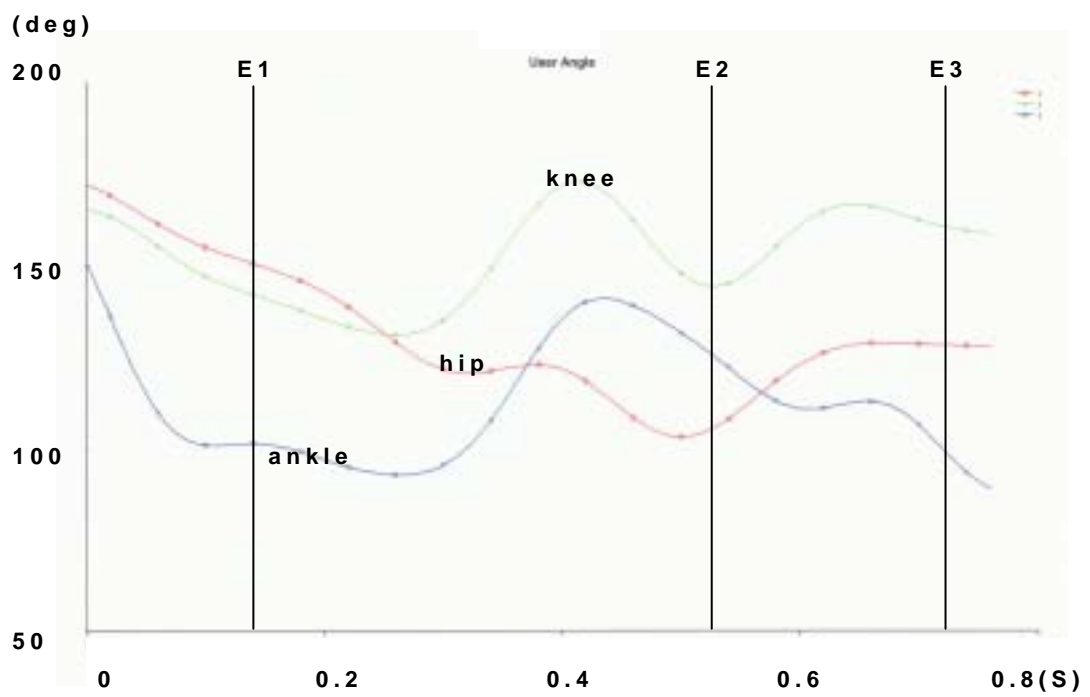


圖 4-8 一位實驗參加者側踢動作的支撐腿髖、膝、踝關節角度變化

表 4-7 實驗參加者 (n=4) 側踹腿的支撐腿髖、膝、踝關節角度變化

關鍵時相	E 2			E 3			E 3- E 2		
	(角度值)			(角度值)			(角度變化)		
實驗參加者	Hip	Knee	Ankle	Hip	Knee	Ankle	Hip	Knee	Ankle
A 1	108.47	172.53	140.17	123.41	177.94	111.53	14.94	5.41	-28.64
A 2	105.46	157.06	121.43	96.13	169.35	119.99	-9.33	12.29	-1.44
A 3	107.01	152.24	126.96	119.61	167.23	120.86	12.60	14.99	-6.10
A 4	96.39	172.51	134.26	95.77	164.80	115.62	-0.62	-7.71	-18.64
平均數	104.33	163.59	130.71	108.73	169.83	117.00	4.40	6.25	-13.71
標準差	5.44	10.50	8.21	14.83	5.72	4.31	11.43	10.14	12.32

(角度單位：度)

表 4-8 實驗參加者 (n=4) 側踢的支撐腿髖、膝、踝關節角度變化

關鍵時相	E 2			E 3			E 3- E 2		
	(角度值)			(角度值)			(角度變化)		
實驗參加者	Hip	Knee	Ankle	Hip	Knee	Ankle	Hip	Knee	Ankle
A 1	97.98	157.77	123.05	103.31	146.45	102.85	5.33	-11.32	-20.20
A 2	93.39	153.15	124.61	119.56	157.34	118.79	26.17	4.19	-5.82
A 3	105.88	144.54	125.41	128.55	160.70	98.63	22.67	16.16	-26.78
A 4	101.06	173.92	134.32	105.24	173.99	112.98	4.18	0.07	-21.34
平均數	99.58	157.35	126.85	114.17	159.62	108.31	14.59	2.28	-18.53
標準差	5.25	12.34	5.08	12.02	11.35	9.22	11.45	11.35	8.95

(角度單位：度)

支撐腿在側踹腿的動作過程中主要是起蹬伸作用；所以各個關節角度的變化情形也與攻擊腿有著很大的差異性。由圖 4-7 及表 4-7 可以看出支撐腿在動作過程中髖關節、膝關節及踝關節角度的變化情形。髖關節角度在剛開始的角度變化並不明顯，而在攻擊腳離地瞬時（E1）後角度開始開始下降，一直到攻擊腿擊中目標物（E2）後角度才又慢慢的增大。實驗參加者（n=4）支撐腿的髖關節角度在攻擊腿擊中目標物瞬間（E2）的角度值為 104.33 ± 5.44 度、離開目標物瞬間（E3）的角度值為 108.73 ± 14.83 度、四名實驗參加者的髖關節在碰撞期間的角度變化值都不大，平均為 4.40 ± 11.43 度。

在膝關節角度的變化方面，四名實驗參加者的膝關節角度值在動作的過程中共出現了兩個峰值，第一個峰值出現在攻擊腿離地至擊中目標物之間。第二個峰值出現在攻擊腿擊中目標物至攻擊腿離開目標物之間。這代表著實驗參加者的支撐腿蹬伸動作共有兩次，一次是在攻擊腿擊中目標物（E2）之前，支撐腿主動肌群配合側踹腿動作過程中所作的蹬伸動作、另一次則是在攻擊腿擊中目標物（E2）之後，支撐腿作用肌群的持續作用。在攻擊腿擊中目標物瞬間（E2）支撐腿關節角度的平均值為 163.59 ± 10.50 度、在離開目標物瞬時（E3）關節角度的平均值為 169.83 ± 5.72 度、大部分實驗參加者在碰撞階段膝關節皆持續的蹬伸，膝關節角度變化的平均值為 6.25 ± 10.14 度。

在支撐腿踝關節角度變化方面，踝關節角度的最大值在攻擊腳離地瞬時（E1）前出現，之後角度開始緩緩的變小直到攻擊腿離開目標物。實驗參加者（n=4）支撐腿踝關節角度在攻擊腿擊中目標物瞬時（E2）角度的平均值為 130.71 ± 8.21 度、在攻擊腿離開目標物瞬時（E3）角度的平均值為

117.00±4.31 度、在碰撞階段，四名實驗參加者角度變化的平均值為 -13.71±12.32 度。

由圖 4-8 及表 4-8 可以看出支撐腿在側踢動作過程中髖關節、膝關節及踝關節角度的變化情形。髖關節角度在開始動作時，髖關節角度即開始下降，髖關節角度最小值出現在攻擊腿擊中目標物（E2）之前。實驗參加者（n=4）支撐腿的髖關節角度在攻擊腿擊中目標物瞬間（E2）的角度值為 99.58±5.25 度、離開目標物瞬間（E3）的角度值為 114.17±12.02 度、四名實驗參加者的髖關節在碰撞期間的角度變化值平均為 14.59±11.45 度。

在膝關節角度的變化方面，四名實驗參加者的膝關節角度最大值出現在攻擊腿擊中目標物至攻擊腿離開目標物之間。支撐腿主動肌群配合側踹腿動作過程中所作的蹬伸動作。在攻擊腿擊中目標物瞬間（E2）支撐腿關節角度的平均值為 157.35±12.34 度、在離開目標物瞬時（E3）關節角度的平均值為 159.62±11.35 度、大部分實驗參加者在碰撞階段膝關節皆持續的蹬伸，但角度變化值皆不大，膝關節角度的變化在碰撞階段平均值為 2.28±11.35 度。

在支撐腿踝關節角度變化方面，踝關節角度的最大值在攻擊腳離地瞬時（E1）前出現，之後角度開始緩緩的變小直到攻擊腿離開目標物。實驗參加者（n=4）支撐腿踝關節角度在攻擊腿擊中目標物瞬時（E2）角度的平均值為 126.85±5.08 度、在攻擊腿離開目標物瞬時（E3）角度的平均值為 108.31±9.22 度、在碰撞階段，四名實驗參加者角度變化的平均值為 -18.53±8.95 度。

綜合上述，可發現側踹腿在運動過程中的攻擊腿髖、膝及

踝關節角度上的變化明顯大於側踢動作，此一現象在碰撞階段的髖及膝關節角度變化尤其明顯，顯示出側踹腿在碰撞階段相較於側踢而言，主要是透過攻擊腿先曲後伸的蹬腿動作在擊中目標物後對目標物進行攻擊；而側踢動作則比較傾向於是在擊中目標物之前，因主動肌群作用所獲得的動量來對目標物進行撞擊。在踝關節角度變化方面，側踹腿及側踢動作有著相同的運動學特徵，在碰撞階段踝關節皆持續的進行伸展。

在一般武術教學的觀念上為了延長側踹腿及側踢的攻擊距離以及延長碰撞階段的時間，大部份的教練皆會要求練習者在攻擊時應先以整個足底對目標物進行撞擊，之後不管擊中目標物與否，再伸展踝關節以增加擊中目標物的機會及延長攻擊的作用時間。就人體節構而言，以整個足底進行攻擊可以較以腳尖進行攻擊降低不必要的緩衝，因此可以加大攻擊的力量(李文森，1991)。

二、側踹腿及側踢動作攻擊力量之探討

表 4-9 實驗參加者 (n=4) 側踹腿及側踢的攻擊力量最大值

實驗參加者	側踹腿攻擊 力量最大值	側 踢 攻 擊 力量最大值
A 1	28.17	38.77
A 2	45.18	51.29
A 3	25.11	28.89
A 4	32.41	40.51
平均數	33.72	39.87
標準差	8.83	9.18

(力量單位：G)

在攻擊力量的探討方面，有 Sung (1987)、Bae (1988)、Park (1989)、周桂名 (1996)、松下雅雄等 (1987) ..等學者以測力板、打擊測力器、高速攝影機等測試工具直接或間接的對攻擊力量、衝量、肌肉力矩進行測量或推算。一般而言，我們可以將這些直接對攻擊力量進行測試的儀器歸類為兩大類，一類是固定式的，如松下雅雄等 (1987) 在其研究中將測力板固定於牆壁上進行測試、另外一類則是移動式的，如周桂名 (1996)、相子元等 (1995) 在其研究中所使用的移動式測力規。以上二種力量值的採樣方式各有其優缺點。固定式的採樣方式最容易取得實驗參加者的最大力量值，但卻容易造成實驗參加者在實驗過程中的傷害或因害怕造成傷害而不敢施以全力。移動式的採樣方式對於實驗參加者而言，應是屬於較安

全的方式，但力量的採證值卻極容易受目標物重量所影響，而不容易取得實驗參加者的力量最大值。

在本研究的實驗設計中，為了保護實驗參加者在實驗過程中的安全並期望所得出的力量值儘量接近於最大值，因此特別採用移動式的採樣方式，加上重達 80 公斤的沙包，讓實驗參加者能夠盡全力踢擊。本研究中所得出的側踹腿的力量最大值為 45.18 G、最小值為 25.11 G、平均值 (n=4) 為 33.72 ± 8.83 G。側踢力量最大值 51.29 G、最小值為 28.89 G、平均值 (n=4) 為 39.87 ± 9.18 G。

三、側踹腿及側踢動作之差異性比較。

對於武術散手擂台賽而言，動作時間愈短、攻擊力量愈大愈能夠在攻擊時機及攻擊效果上取得優勢，因此動作時間及攻擊力量就成為決定比賽勝負的重要因素之一。同時它也是許多對於技擊性運動項目研究有興趣的學者所一直圍繞探討的課題之一。所以本章節主要是以動作時間及攻擊力量為主體，對武術散手擂台賽側踹腿及側踢這兩種動作進行分析比較，本研究中的資料統計分析主要是使用 SPSS/WINDOWS10.0 統計軟體，以相依樣本 t 檢定的統計方法，對實驗參加者側踹腿與側踢兩組動作之運動學及動力學參數之差異性進行檢定，其顯著水準定為 $\alpha = .05$ 。

表 4-10 實驗參加者 (n=4) 側踹腿及側踢的動作及碰撞階段時間值

實驗參加者	側踹腿		側踢	
	動作時間	碰撞階段	動作時間	碰撞階段
A 1	0.416	0.385	0.270	0.158
A 2	0.296	0.193	0.221	0.240
A 3	0.272	0.200	0.392	0.197
A 4	0.188	0.193	0.165	0.185
平均數	0.293	0.243	0.262	0.195
標準差	0.094	0.095	0.097	0.034

(時間單位：秒)

表 4-9 為側踹腿及側踢攻擊力量最大值。以相依樣本 t 檢

定的統計方法對實驗參加者側踹腿與側踢兩組動作的攻擊力量最大值進行差異性比較後發現兩組動作達顯著性差異 ($t=-4.928$, $p<.05$)。

表 4-10 為側踹腿及側踢動作及碰撞階段時間值。側踹腿動作時間平均值為 0.293 ± 0.094 秒、碰撞時間平均值為 0.243 ± 0.095 秒。側踢動作時間平均值為 0.262 ± 0.097 秒、碰撞時間平均值為 0.195 ± 0.034 秒。以相依樣本 t 檢定的統計方法對實驗參加者側踹腿與側踢兩組動作的動作時間及碰撞階段時間值進行差異性比較後發現兩組動作在動作時間 ($t=0.551$, $p>.05$) 及碰撞階段時間值 ($t=0.782$, $p>.05$) 並未達顯著性差異。

側踹腿動作在攻擊腿擊中目標物之後的髖關節及膝關節角度變化明顯大於側踢動作，但其攻擊力量值卻明顯小於側踢動作，更顯示出側踹腿相較於側踢而言，主要的攻擊機轉是透過碰撞階段攻擊腿的蹬腿動作。在動作時間部分，雖然兩組動作並未達顯著性差異，但側踢動作相較於側踹腿的動作時間是較短的，相對的也比較容易在攻擊時機點上取得優勢。因此如果不考量對手反應動作的情況下，側踢相較於側踹腿而言是比較佔優勢的動作，因為其速度快、力量大。但因為散手擂台比賽經常包含了遠踢、近打、貼身摔的攻防技法，因此有時單純的速度快或者是力量大在比賽的過程中反而不是件好事，因為身體在移動的過程中慣性過大，很容易造成對手有機會可以施以反摔的動作。因此，在遭遇以摔法見長的對手時，本研究建議應施以側踹腿動作，儘管其攻擊力量較小，但因其接觸到目標物時的髖關節及膝關節角度皆明顯小於側踢，所以在碰撞階段，仍有機會可以藉由改變身體型態來因應對手不同的動

作，達到克敵制勝的效果。

第五章 結論與建議

一、結論

本研究以四名武術散手擂台賽國家代表隊的選手作為研究受試對象。使用 AcqKnowledge Biopack system 加速規測量系統對實驗參加者的攻擊力量進行測試，並以二部 Redlake motion scope 1000 高速攝影機以 250HZ 的拍攝頻率對實驗參加者的側踹腿及側踢動作進行同步的攝影。每名實驗參加者皆針對二組動作進行三次的測試，之後再依攻擊力量的大小由三次的測試之中挑選出一次最佳值，以作為動力學探討及運動學的分析及量化處理。在運動學及動力學的量化處理上主要是計算並分析攻擊力量、動作時間、碰撞階段時間以及在攻擊腿離地瞬間(E1)、攻擊腿擊中目標物瞬間(E2)、攻擊腿離開目標物瞬間(E3)等關鍵時相的位移、速度及下肢各關節的角度。以進行側踹腿及側踢動作之運動學特徵描述、探討攻擊力量與比較兩組動作間的差異性，以提供教練教學或選手練習時之參考。

綜合上述結果與討論，本研究獲得底下結論：

- (一) 側踹腿及側踢攻擊腿髖關節、膝關節及踝關節速度最大值出現時間，依序為髖關節、踝關節、最後才是膝關節，此活動順序與人體由大關節到小關節的運動順序及鞭打原理並不相符。原因與其動作型態的專項性及動作不需要克服大的阻力有關。
- (二) 支撐腿除需支撐身體體重外並須配合攻擊動作進行蹬伸動作，因此側踹腿及側踢支撐腿髖關節、膝關節及踝關節速度最大值出現時間，依序為髖關節、膝關節、踝關節。

節。此活動順序與人體由大關節到小關節的運動順序及鞭打原理相符。

- (三) 側踹腿相較於側踢在擊中目標物時(E2)，有較小的髖、膝關節角度。在碰撞階段的角速度變化亦明顯大於側踢動作，顯示出側踹腿在碰撞階段相較於側踢動作，主要是透過攻擊腿先曲後伸的蹬腿動作在擊中目標物後對目標物進行攻擊；而側踢動作則比較傾向於是在擊中目標物前因主動肌群作用所獲得的動量來對目標物進行撞擊。
- (四) 在動作時間方面，雖然側踹腿及側踢兩者間未達顯著差異($p>.05$)，但大部分實驗參加者側踢動作時間卻明顯短於側身體軀幹旋轉速度外腿動作，顯示側踢動作相較於側踹腿動作，在攻擊的時機點上具有較佳的優勢。
- (五) 在攻擊力量方面，側踹腿及側踢動作兩者間達顯著差異($p<.05$)，側踢動作在攻擊力量上明顯大於側踹腿。

在訓練指導意義方面，綜合上述結論本研究提出以下看法供教練或選手在從事側踹腿及側踢教學或訓練時之參考：

- (一) 在模擬練習或臨場比賽時應針對不同的情境進行動作反應。例如：當對手非摔法見長之選手，且要求在較短時間擊中對手並希望能造成對手較大的直接或間接傷害時，可考慮採用側踢動作。
- (二) 當對手為摔法見長之選手或於比賽初期欲施以試探性動作時，可考慮採用側踹腿動作。

二、建議

- (一) 武術散手擂台項目雖然是新興的運動項目，但卻是一項非常適合東方人體型發展的運動項目，且就技術層面的發展而言，國內選手的整體技術亦領先歐美國家。因此，如何利用運動生物力學的學理及科學儀器對其他動作進行探討，以延續這種領先的優勢，將是本研究的後續研究之一。
- (二) 受限於儀器設備的不足，動作的反應時間並未在本研究之研究範圍內。事實上就攻擊的意義而言，它是相當重要的；因此建議研究者在進行類似研究時可將動作反應時間合併進行探討。
- (三) 為了更深入的對側踹腿及側踢動作內部的作用機轉進行探討，除了建立生物力學的模型之外、更可在日後的研究中加入肌電儀進行同步計測，以瞭解主要作用肌群的工作順序以及作功情形。以提供教練在教學或訓練時之依據。

參考文獻

中文部份：(依作者姓氏筆劃排列)

- 中國大陸體育院教材編審委員會(1986)。運動生物力學。北京：人民體育出版社。
- 中華民國國術總會編印(1997)。武術散手競賽規則。臺北市：中華民國國術總會。
- 王金成、王順正、邱靖華、許高魁、蔡虔祿(1990)。不同數量的立方體佈置形式之參考點對三度空間直接線性轉換影片精確度之研究。中華民國大專院校體育總會七十九學年度體育學術研討會專刊，175-184。
- 世界跆拳道聯盟(1995)。跆拳道運動競賽規則。臺北市：中華民國跆拳道協會。
- 李文森(1991)。解剖生理學。臺北市：華杏出版股份有限公司。
- 李良標、呂秋平(1991)。運動生物力學。北京：北京體育學院出版社。
- 周桂名(1996)。跆拳道攻擊動作之反應及動力學分析。未出版碩士論文，國立體育學院運動教練研究所，桃園縣。
- 林清山(1992)。心理與教育體統計學。臺北市：東華書局。
- 邱文瑛(2000)。武術散手的動作技巧與得分之關係。未出版碩士論文，中國文化大學運動教練研究所碩士論文，臺北市。
- 邱仕友(1996)。跳馬落地穩定性的生物力學探討。臺北市：中儀科技圖書出版社。
- 柯玉貞(2002)。跆拳道後旋踢之運動學分析。未出版碩士論文，國立台灣師範大學體育研究所，臺北市。
- 洪商來(1994)。圖解跆拳道新教材。臺北市：世峰出版社。

- 洪彰岑(2003)。跆拳道後踢動作技術之生物力學分析。**體育學報**，35，69-81。
- 相子元、陳俊忠(1995)。技擊運動(1995)上半身攻擊動作之反應及力量探討。**體育學報**，20，269-278。
- 莊英泰(2003)。**空手道迴旋踢神經動作反應時間與動作時間之研究**。未出版碩士論文，中國文化大學運動教練研究所，臺北市。
- 湯惠雯(2002)。**跆拳道五種不同類型旋踢攻擊動作之運動學與動力學分析比較**。未出版碩士論文，國立體育學院教練研究所，桃園縣。
- 黃長福(1995)。**不同高度著地動作之生物力學分析**。行政院國家科學委員會專題研究計劃成果報告，計劃編號: NSC84-2413-H-003-003。
- 張榮三、相子元(1997)。跆拳道旋踢動作膝關節角度對攻擊力量之影響。**體育學報**，23，177-188。
- 詹世嵩(1997)。**跆拳道旋踢動作下肢主要作用肌探討**。未出版碩士論文，中國文化大學運動教練研究所，台北市。
- 劉宇、莊榮仁等(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。
- 蔡葉榮、黃長福(1998)。跆拳道屈伸式與直擺式下壓踢法之運動學分析。**體育學報**，25，81-90。
- 錢紀明、李志文(1984)。跆拳道攻擊動作速度研究。**國民體育季刊**，1，95-102。

外文部份：(依作者姓氏筆劃排列)

- Ahn, B. H. (1985). *Kinematics and kinetic analysis of Taekwondo kicking motion*. Unpublished master's thesis, Purdue University, Indiana.
- Bae, Y. S. (1988). Mechanical energy flow in a kicking leg during turning back kick motion of taekwondo. *The Journal of Taekwondo Research*, 1, 75-81.
- Dempster, W. T. (1955). Space requirements of the seated operator. *WADC technical report*, 55-159. Wright Patterson Air Development Center, 0. 16.
- Elliott, B. & Marsh, T. (1989). A biomechanical comparison of the multisegment and single unit topspin forehand drives in tennis. *International Journal Sport Biomechanics*, 5(3), 350-364.
- Hong, Y., et al. (2002). *Biomechanical analysis of Taekwondo kicking technique, Performance & Training Effects*. Hong Kong Sports Development Board Research Report No.2.
- Hwang, I. S. (1986). Mechanical analysis of Taekwondo spin-kick. *Journal of Taekwondo*, 58, 133-145.
- Hwang, I. S. (1987). Analysis of the kicking leg in Taekwondo. In J. Terauds & J. N. Barham (Eds.), *Biomechanics in Sport III & IV*, 39-47. Del Mar, CA: Academic.
- Lee, S. K. (1983). Frequency analysis of the Taekwondo techniques used in a tournament. *Journal of Taekwondo*, 46, 122-130.

- Menzel, H. J. (1986). *Biomechanics of javelin throwing*. IN :
Iaaf, New Study in Athletics. Rome.
- Park, Y. J. (1989). *A biomechanical analysis of Taekwondo front-kicks*. Unpublished doctoral dissertation, University of Minnesota, Minnesota.
- Stull, R. A. (1986). *A kinematics analysis of the karate reverse punch in front stance*. Unpublished doctorate of education dissertation, University of Northern Colorado.
- Sung, R. J. (1984). *Mechanical analysis of Taekwondo ax-kick*. Unpublished master thesis, Seoul National University, Korea.
- Sung, R. J. (1987). Mechanical analysis of the basic Taekwondo kicks. *Journal of Taekwondo*, *61*, 106-115.
- Vos, J. D., & Binkhorst, R. A. (1966). Velocity and force of some karate arm movement. *Nature*, *211*, 89-90.
- Winter, D. A. (1990). *Biomechanics and motor control of human movement*. New York: A Wiley.
- 松下雅雄(1987)。空手道前踢的衝擊力及腳部動作。 *Japan Journal Sport Science*, *6*(6)。

附錄一

實驗參加者同意書

論文題目：武術側踹腿及側踢動作之生物力學分析

指導教授：陳全壽 博士

研究生：吳錫銘

單位：國立台灣體育學院體育研究所

依實驗研究的規定及保護實驗參加者之權益，研究者應將研究過程中可能發生的危險及法律上的責任等事宜，向實驗參加者說明清楚。且研究者應盡其所能的保護實驗參加者的健康與權益，並隨時回答實驗參加者的問題。在其實驗過程中，實驗參加者如有改變意願時，應通知研究者，並可隨時退出實驗而不受任何限制。

參與研究實驗的實驗參加者應明瞭並注意下列事項：

- 一、實驗時間為民國九十三年三月十三日。
- 二、在指定時間內至國立台灣體育學院體育研究所，參與『武術側踹腿及側踢動作之生物力學分析』的實驗，每一組動作拍攝三次。
- 三、實驗參加者上身裸露，身著貼身短褲進行測試。
- 四、參與本實驗的實驗參加者可藉由實驗的結果瞭解『武術側踹腿及側踢』的動作特徵及差異性，並藉此作為臨場比賽或教學時之參考依據。

謝謝您對本實驗的參與及合作。現在請您填寫一份您的個人資料。並於底下姓名欄內簽名，表示同意並遵守同意書內的各項規定。

實驗參加者：_____簽名

日期：_____年_____月_____日

附錄二

實驗參加者基本資料

姓 名：_____

出生日期：____年 ____月 ____日

身 高：_____公分

體 重：_____公斤

參與武術運動的時間：____年

個人最常參賽量級：_____公斤

最近一次參賽時間：____年 ____月 ____日