

國立臺灣體育大學（臺中）  
競技運動學系碩士班碩士學位論文

優秀跆拳道選手滑步旋踢的慣用腳  
與非慣用腳動作之差異  
**DIFFERENCE BETWEEN DOMINANT AND  
NON-DOMINANT LEG DURING THE  
SLIDE-ROUNDHOUSE KICK FOR ELITE  
TAEKWONDO ATHLETES**



研 究 生：洪俊安 撰  
指 導 教 授：張立羣 副教授  
協同指導教授：何維華 博士

中 華 民 國 97 年 6 月

# 優秀跆拳道選手滑步旋踢的慣用腳與非慣用腳 動作之差異

## 中文摘要

跆拳道是以左右腳搭配的方式來攻擊，故雙腳都要能具備良好得分能力。本研究旨在比較優秀跆拳道選手慣用腳與非慣用腳之滑步旋踢動作之差異。本研究以六名（3男、3女）跆拳道國家代表隊選手為受試者，平均身高 $177.2\pm 7.6$ 公分，平均體重 $67.7\pm 6.8$ 公斤，平均年齡 $22.0\pm 2.3$ 歲。以問卷之方式來評定選手滑步旋踢之慣用腳，並利用兩台 AMTI 測力板測量受試者啟動動作後對地之作用力及後腳與前腳離地之時間差，以三軸加速規及數位攝影機測量攻擊腳踢擊之力量與速度。以獨立樣本 t 檢定來考驗兩腳的運動學與動力學參數之差異。本研究發現慣用腳與非慣用腳在反應時間、動作時間、攻擊時間以及慣用邊與非慣用邊於前後腳之離地時間差，皆無顯著差異。在前後方向衝量為慣用邊之前腳顯著大於非慣用邊，而垂直方向的前、後腳之地面反作用力則無顯著差異，但後腳在垂直與前後方向之地面反作用力有大於前腳的趨勢。在踢擊速度與力量上，雙腳均達顯著差異，其慣用腳踢擊速度快於非慣用腳，但踢擊力量卻小於非慣用腳。這研究結果顯示優秀跆拳道選手在踢擊動作過程中，雙腳間仍是有差異存在。

關鍵詞：滑步旋踢；慣用腳；跆拳道

# **Difference Between Dominant and Non-Dominant Leg During the Slide-Roundhouse Kick for Elite Taekwondo Athletes**

## **Abstract**

Kicking is one way to attack and score in Taekwondo, both legs have to get adequate ability in kicking skills. The purposes of this study were to compare the differences between dominant and non-dominant leg during Slide-Roundhouse kick for elite Taekwondo athletes. Six national Taekwondo team players, 3 males and 3 females, were participated in this study (a mean height of  $177.2 \pm 7.6$  cm, a mean body weight of  $67.6 \pm 6.8$  kg and a mean age of  $22.0 \pm 2.3$  yrs). The dominant leg preference during Slide-Roundhouse Kick was based on the previous questionnaire results. The ground-reaction forces after initiating the movement in all six subjects and the time differences between front leg and back leg takeoffs were measured by two AMTI Force Platforms. The force and speed during kicking were recorded by three-axis accelerometer and one digital camcorder. Differences between both legs in kinematic and kinetic variables were analyzed by using the independent t-test. The finding indicated that the comparison between dominant leg and non-dominant leg in reaction time, motion time, attacking time and takeoff time from both legs between dominant and non-dominant side had no statistical significant differences.

In comparison of the impulse from anterior-posterior direction, the front leg from dominant side had a greater impulse volume than non-dominant side. No significant difference in comparison of the ground-reaction force between legs in the vertical direction, however, the ground-reaction force in both vertical and anterior-posterior direction of the back leg is greater than the front leg. The data of speed and force during both legs Slide-Roundhouse Kick showed significant differences. Although the speed of kick speed of dominant leg is faster than non-dominant leg, the force of kick is weaker than non-dominant leg. The result of this study revealed that during the process of kicking in elite Taekwondo athletes still had differences between legs.

Key Words: Slide-Roundhouse Kick, dominant leg,  
Taekwondo.

## 誌謝

首先要感謝河龍成教練、周桂名老師與莊艷惠老師在我大學期間指導我、鼓勵我，讓我能有機會能繼續往研究所深造。研究所班導吳昇光老師，總是很有耐心的教導我們這群沒有學術基礎的運動員，不斷的引導我們，建立我們起們在學術上的觀念，以及學習到許多知識與常識，讓我們感到受益良多。此外，還要感謝競技運動學系林華韋主任、忠政老師、海吟老師、佩欣學姐、維哲、穎祈、安倫，幫忙我在學校行政事務以及論文上的疑問，並時時的關心我。

在這次的研究中，要對參與本研究跆拳道隊的學弟學妹們，感謝你們在實驗期間的全力配合。感謝正欣、念芹、玉齡、瓊萱，還有北體婉菁學姊、昌榮、伍佰、雯雯教我有關儀器上的操作及使用，以及實驗細節上不懂的地方，感謝妳們協助研究實驗，得以讓實驗順利進行。還要謝謝我女友巧雯，在我寫論文這段忙碌的期間，時時督促我、關心我並鼓勵我。

最後要感謝的是我敬愛的指導教授張立羣老師，在研究所這段期間，老師總是不厭其煩的幫我在論文及文章的修改，謝謝您指導我寫作上的觀念及想法，以及學術上應有的態度，老師對我的用心讓我銘記在心；以及感謝協同指導教授何維華老師對我的鼓勵與建議，在此向老師們說聲您辛苦了，由衷的感謝您！

## 目 錄

中文摘要 .....	I
英文摘要 .....	II
誌謝 .....	IV
目 錄 .....	V
表目錄 .....	VII
圖目錄 .....	VIII
第壹章 緒 論 .....	1
第一節 前 言 .....	1
第二節 問題背景 .....	2
第三節 研究目的 .....	5
第四節 研究假設 .....	5
第五節 研究範圍 .....	6
第六節 研究限制 .....	6
第七節 名詞解釋與操作性定義 .....	7
第貳章 文 獻 探 討 .....	8
第一節 跆拳道滑步旋踢動作特徵 .....	8
第二節 踢擊動作之運動學與動力學 .....	9
第三節 慣用腳與非慣用腳之比較 .....	13
第四節 文獻總結 .....	16
第參章 研 究 方 法 與 步 驟 .....	17
第一節 研究對象 .....	17
第二節 研究時間與地點 .....	18
第三節 實驗儀器與設備 .....	18
第四節 實驗流程與步驟 .....	22
第五節 資料收集與處理 .....	24
第六節 統計分析 .....	26

第肆章	結果	27
第一節	攻擊動作之反應時間、動作時間和攻擊時間	27
第二節	慣用邊與非慣用邊之前後腳離地時間差與地面作用力	30
第三節	攻擊腳之踢擊速度與力量	36
第伍章	討論	38
第一節	慣用與非慣用腳之反應、動作和攻擊時間	38
第二節	慣用邊與非慣用邊前後腳離地時間差與地面反作用力	41
第三節	攻擊腳之踢擊速度與力量	43
第陸章	結論與建議	46
第一節	結論	46
第二節	建議	47
參考文獻		48
一、	中文部份	48
二、	西文部份	51
附錄一	受試者實驗同意書	53
附錄二	受試者基本資料	55
附錄三	受試者運動學原始資料	56
附錄四	受試者動力學原始資料一	58
附錄五	受試者動力學原始資料二	60

## 表目錄

表 3-1	受試者基本資料表 .....	17
表 4-1	慣用腳與非慣用腳之反應時間 .....	28
表 4-2	慣用腳與非慣用腳之動作時間 .....	29
表 4-3	慣用腳與非慣用腳之攻擊時間 .....	30
表 4-4	全體受試者反應及動作時間佔攻擊時間之比 率 .....	30
表 4-5	慣用邊與非慣用邊之前後腳離地時間差 ..	31
表 4-6	慣用邊與非慣用邊之前後腳垂直方向地面反 作用力 .....	32
表 4-7	慣用邊與非慣用邊之前後腳垂直方向衝量	33
表 4-8	慣用邊與非慣用邊之前後腳前後方向地面反 作用力 .....	34
表 4-9	慣用邊與非慣用邊之前後腳前後方向衝量	35
表 4-10	慣用腳與非慣用腳之踢擊速度 .....	37
表 4-11	慣用腳與非慣用腳之踢擊力量 .....	38

## 圖目錄

圖 1-1	滑步旋踢動作分解圖 .....	7
圖 3-1	三軸加速規 .....	19
圖 3-2	三維測力板 .....	19
圖 3-3	踢擊靶 .....	19
圖 3-4	Biopac MP150 訊號收集系統 .....	20
圖 3-5	實驗場地儀器配置 .....	21
圖 3-6	實驗場地實景 .....	21
圖 3-7	滑步旋踢實驗流程圖 .....	22
圖 3-8	得分攻擊位置 .....	23

# 第壹章 緒論

## 第一節 前言

跆拳道(Taekwondo)運動起源於韓國，我國在民國 55 年從韓國引進跆拳道運動，經過四十餘年的努力經營，始在臺灣根深蒂固；跆拳道男子組於 1986 年列為第 10 屆亞運會的比賽項目，在 1988 年成為漢城奧運會的表演項目，從跆拳道運動列為世界性運動賽會開始，我國便在國際舞台上締造佳績，並於 2004 年雅典奧運會創下二金一銀的最佳歷史成績，在我國體壇上寫下歷史一頁，使跆拳道運動在我國興起一股潮流。

跆拳道運動為一種開放式雙人格鬥的武術技擊項目，其運動特性是以雙腳來做移位、閃躲與攻擊，但實際上有 90% 以上的動作技術是由腿部踢擊技術所構成（洪商來，1997）；在 2005 年，世界跆拳道聯盟（World Taekwondo Federation）為了增加跆拳道比賽的可看性與精彩度，以及避免因選手雙方實力的差距過大，而顧及安全性考量，將比賽獲勝的規則修改為：在雙方得分數相差七分或先得十二分者，則提前結束比賽並判定獲勝。此規則修訂後，比賽戰術轉為以積極得分為主的策略，使得比賽場上雙方的攻擊節奏加快，促使選手在技、戰術的選擇，以及反應和速度上要更為提升。

自從 2000 年跆拳道運動成為奧運會正式競賽項目後，各國家為爭取奧運金牌紛紛展開了奧運奪金計畫，透過運動科學的協助提昇選手在國際上的競爭力，使得奪牌的困難度愈來愈高，因此，我國為了要延續 2004 年奧運會的優勢，也必

須借重於科學儀器的精密監控與學者專家的知識見解，來了解及提升選手在技術、體能與心理層面上的能力，並期能有所突破，才能締造更高的運動成績。

## 第二節 問題背景

由於跆拳道規則的修訂，使得跆拳道比賽場上有了一些改變，比賽趨勢為攻擊速度快，以取得得分為主，因此選手在場上的反應及攻擊速度將成為比賽獲勝的關鍵因素之一；此外選手為了要先達到獲勝的條件，將會以主動的攻擊作為主要的戰術（蔡明志，1997；許峯池，2002）。在跆拳道常見的得分動作包含有旋踢、下壓、後踢、後旋等幾種類型，其中，以旋踢為選手使用率以及得分率最高的動作（蔡明志、江界山、陳鴻雁，1988；錢紀明，1991；黃志雄，2001；洪佳君，2002；許峯池，2002；黃慶豐，2005）；而旋踢動作的攻擊速度及動作反應也是最快的（周桂名，1996；錢紀明、李志文，1984）；為了因應現今比賽戰術的變化，旋踢動作也發展出許多不同的變化，如直接後腳旋踢、前腳旋踢、滑步旋踢、上步旋踢、360度背轉旋踢等動作。洪佳君（2002）研究發現滑步旋踢動作為2000年奧運女子跆拳道選手使用最多的主動攻擊動作，可見在跆拳道比賽中，滑步旋踢動作為選手作為主動攻擊的首選。

滑步旋踢（Slide—Roundhouse Kick）為旋踢所細分的一種攻擊動作，其動作要領為踢擊時由身體重心迅速轉換移至前腳，藉由臀部的瞬間扭轉向前踢擊對手，由於身體滑向前

的衝力，可使踢擊力道增大（劉昭晴，1997），此動作是以前腳為攻擊腳，利用雙腳帶動身體快速向前滑步踢擊，屬於主動攻擊型態的動作（洪佳君，2002），為比賽中前腳攻擊主要的得分動作之一。攻擊的距離可長可短，可攻擊對手的中端部位（護胸）亦可攻擊上端部位（頭部），因前腳直接攻擊對手的距離較為接近，能有效掌握速度與攻擊時機並擁有靈活的移動性（湯惠雯，2001），過去研究發現前腳與後腳旋踢在動作速度上，因前腳旋踢的動作過程中，身體轉身動作小，前腳距離目標近，使得前腳動作的速度快於後腳的動作（Lee, Chin & Lin, 2005）；而另一項研究比較五種旋踢動作的差異中發現，反應時間最快的動作為滑步旋踢，攻擊速度最快的為前腳旋踢，此兩種動作的攻擊腳皆為前腳（湯惠雯，2001）。

在跆拳道比賽中，雙腳的靈活度與協調性扮演著非常重要的角色，如果選手只能以單一邊的腳來做踢擊，其攻擊面就只侷限於做單一面的動作，使得動作變化少；若選手雙腳能均衡發展，無論對手的得分面是站哪一邊，都能視時機狀況來做攻擊，且戰術、技術上能變化多端，讓對手難以捉摸猜測，增加獲勝機會。雖然我們人體是左右對稱的，但可能因個人習慣或平常訓練，而發展出慣用腳與非慣用腳之區別；一般人所謂的慣用腳可歸因於習慣所造成，但也可能因一般人在日常生活上雙腳使用頻率相當，所以慣用腳與非慣用腳的一些生理特質並無顯著差異（蔡佳良、黃啟煌、吳昇光，2005）；但吳昇光（2000）在研究正常年輕男性之股四頭肌等速肌力之特性時卻發現，其慣用腳的股四頭肌肌力大於非慣用腳。

在運動員的研究方面，錢紀明、李志文（1984）測試六種跆拳道踢擊動作，比較左右腳的踢擊速度，發現兩腳並沒有差異；另外彭皎婷（2007）也發現跆拳道選手在雙腳肌力與平衡上均無差異，但在雙腳踢擊速度上，慣用腳於膝部之速度顯著比非慣用腳快。而與跆拳道運動類似都需要雙腳均衡發展的足球運動，也發現優秀足球員踢球動作的慣用腳足部踢擊之速度以及膝部的角速度大於非慣用腳（Dorge, 2002）；但另一項研究卻發現足球員在雙腳膝部之肌力是沒有差異（Capranica, 1992）。

經由以上文獻看出，跆拳道和足球選手在兩腳的肌力上差異不大，但執行動作時，可能因神經肌肉系統或動作協調等因素的影響，而導致雙腳執行動作上有了一些差異。然而，在過去許多跆拳道動作研究都只針對單側的腳（慣用腳）來分析（周桂名，1996；湯惠雯，2001；Tsai, 2005；蔡葉榮，2008），但跆拳道比賽需要雙腳動作的搭配應用，在比賽中，會因對手所站的面，而以不同的戰術及不同腳來執行攻擊，故為了雙腳能全方位來得分，兩腳能力則必須相當，來縮小兩腳間運動能力差異，以能提高在比賽中獲勝的機會。因此本研究期望藉由生物力學的方法，探討跆拳道運動常見的滑步旋踢動作，比較以慣用腳與非慣用腳為攻擊腳時動作的差異，提供教練與選手在訓練時戰、技術上的結合應用。

### 第三節 研究目的

本研究目的為比較以慣用腳與非慣用腳為攻擊腳時，在執行滑步旋踢動作之差異，進行各項參數比較：

- 一、慣用腳與非慣用腳之反應時間。
- 二、慣用腳與非慣用腳之動作時間。
- 三、慣用腳與非慣用腳之攻擊時間。
- 四、慣用腳與非慣用腳之踢擊速度。
- 五、慣用腳與非慣用腳之踢擊力量。
- 六、慣用邊與非慣用邊前後腳離地之時間差。
- 七、慣用邊與非慣用邊前後腳地面反作用力。

### 第四節 研究假設

本研究假設跆拳道選手做滑步旋踢，分別以慣用腳與非慣用腳為攻擊腳時，其在：

- 一、反應時間上有差異。
- 二、動作時間上有差異。
- 三、攻擊時間上有差異。
- 四、踢擊速度上有差異。
- 五、踢擊力量上有差異。
- 六、慣用邊與非慣用邊前後腳離地之時間差有差異。
- 七、慣用邊與非慣用邊前後腳地面反作用力有差異。

## 第五節 研究範圍

本研究以國立臺灣體育大學(臺中)跆拳道隊，近兩年內曾為國家跆拳道代表隊之男、女各三名選手為受試者，針對選手做滑步旋踢動作時，使用慣用腳與非慣用腳為攻擊腳之動作進行研究，以後腳啟動至攻擊腳踢到靶之間的動作為研究範圍，其他動作不在本研究範圍內。以測力板測得受試者於動作開始時，前後腳之地面反作用力力量峰值，及兩腳離地之時間差。以三軸加速規測得攻擊腳撞擊靶之最大合加速度值，以及利用攝影機測得攻擊腳啟動至踢擊靶之腳踢擊速度。

## 第六節 研究限制

跆拳道為對抗性的運動，與對手同場競技比賽，由於研究儀器的受限，使得本研究無法在實際比賽中進行實驗，故在實驗室中模擬比賽情境，但因受試者在實驗室做踢擊動作，無法像比賽時有競爭對手可引起攻擊動機及臨場感覺，而做出最快的速度及力量，所以於實驗開始時，研究人員以口頭方式激勵受試者以全力來踢擊動作，因此無法判斷受試者是否盡最大努力，為本研究的限制。

## 第七節 名詞解釋與操作性定義

- 一、**滑步旋踢 (Slide—Roundhouse Kick)**：準備姿勢後，由後腳啟動迅速向前腳靠攏，同時前腳膝關節彎曲抬高，小腿呈半月形向目標踢出（湯惠雯，2001）。如圖 1-1。



圖 1-1 滑步旋踢動作分解圖

- 二、**慣用腳**：以問卷方式由受試者自行評估認為在滑步旋踢動作時最有自信之攻擊腳，即為慣用腳。
- 三、**慣用邊**：指做滑步旋踢動作時，慣用腳為前腳，而另一腳為後腳時，其身體所站的那一側為慣用邊。
- 四、**反應時間**：指從啟動 LED 燈光亮起至受試者後腳離開地面瞬間之間所經過的時間。
- 五、**動作時間**：指從後腳離開地面瞬間，至前腳踢中靶（加速規出現訊號瞬間）之間所經過的時間。
- 六、**攻擊時間**：即為反應時間與動作時間之和。
- 七、**踢擊速度**：指受試者攻擊腳蹬離測力板後至踢中靶之間的速度。
- 八、**踢擊力量**：指攻擊腳踢中靶，由加速規所測得的最大合加速度值。

## 第貳章 文獻探討

跆拳道是一種開放式的運動項目，比賽的勝敗因素常與對手、裁判及場地有關，但這幾種因素通常是無法避免的，選手必須要提高自己的技術、體能和心理狀態，才能增加獲勝的機率。就技術層面而言，動作的好壞會影響整個動作的流暢性及連貫性、速度及力量；另外能掌控適當的攻擊時機，往往為最後贏得比賽的關鍵因素。本章將分為四個部份，針對過去的文獻進行探討：一、跆拳道滑步旋踢動作特徵；二、踢擊動作之運動學與動力學；三、慣用腳與非慣用腳之比較；四、文獻總結。

### 第一節 跆拳道滑步旋踢動作特徵

在比賽時，跆拳道選手利用步法來移動身體或執行攻擊動作，快速且靈活的調整與對手之間的距離，以有效獲得最佳的攻擊與防守位置，進而增加得分機會。在跆拳道所應用的步法包括有跑步、滑步、切邊、後退、換邊等類型；其中滑步(slide)為用在比賽中突擊對手之步法，其動作要領為後腳向前滑進一步，而前腳貼近地面跟進向前（劉昭晴，1997）。

滑步旋踢(Slide-Roundhouse Kick)動作是一種利用滑步步法，以前腳為攻擊腳的踢擊動作，其動作要領為踢擊時由身體重心迅速轉換移至於前腳，藉由臀部瞬間的扭轉向前踢擊對手，加上身體滑向前的衝力，可使踢擊力道增大（劉昭

晴，1997)。通常使用在當雙方對峙不同邊時(雙方均是右腳或左腳在後)，利用此動作做為主動攻擊；洪佳君(2002)分析2000年雪梨奧運會跆拳道女子49公斤以下級比賽的十二位選手，在比賽中主動攻擊與被動攻擊動作使用情形，研究發現在34種的動作技術裡，以主動攻擊的踢擊動作中，使用最多的動作為左腳滑步旋踢、右腳滑步旋踢、左腳兩段旋踢、右腳兩段旋踢和右腳下壓此五項動作技術。林仁彬、江界山、向淑惠(1997)研究發現跆拳道滑步側踢踢擊力量大於原地側踢動作。然而滑步旋踢動作為前腳攻擊，雖然攻擊速度快，但前腳的踢擊力量不及後腳旋踢的踢擊動作來得大(Lee等人, 2005)。

滑步旋踢是結合滑步步法與前腳旋踢的動作，利用滑步的向前推進，便可更增加動作的速度，以及踢擊力量，所以為比賽中常被使用作為主動突擊的動作。

## 第二節 踢擊動作之運動學與動力學

### 一、攻擊時間及速度

跆拳道的攻擊動作必須要「快、狠、準」，其中「快」代表在比賽中執行攻擊動作的速度快，閃躲時移位快速；「狠」為踢擊至目標時的力量要大；而「準」則為攻擊的動作能準確的命中得分部位，這三項指標也是許多運動項目所必須具備的。跆拳道具有爆發力及速度性的攻擊動作，往往是不到一秒鐘時間，錢紀明、李志文(1984)測得跆拳道六種基本踢擊動作的攻擊時間為0.70~0.91秒之間；迅速的反應是跆拳道

道比賽中成功的要素 (Vieten, 2007)，因為具有快速判斷的反應能力，才能在最適合的距離及時機攻擊到對手，所以反應時間會影響運動時的判斷及表現，而反應時間則會因刺激與反應的複雜性、注意力、準備姿勢、作用肌群的肌力、疲勞、練習及預測效果所影響(林正常，2000)。就跆拳道這種開放性對抗運動比賽而言，攻擊時間越短，越能在攻擊時機上取得優勢，而攻擊時間是由反應時間及動作時間所構成(蔡葉榮、許志耀，2002)。湯惠雯(2001)以聲光反應器測量體育科系男生六名跆拳道選手，輕、重量級各三名選手，測得前腳旋踢、滑步旋踢、上步旋踢、空中兩腳旋踢、360度背轉旋踢五種動作的反應時間，以滑步旋踢的反應時間最快(0.254 sec)，其次為上步旋踢(0.286 sec)、空中兩腳旋踢(0.341 sec)、前腳旋踢(0.350 sec)，最慢為360度背轉旋踢(0.441 sec)。這顯示出滑步旋踢為一種反應快、速度快的攻擊動作，所以在比賽時可以利用滑步旋踢來做突擊。

根據周桂名(1996)的研究，在旋踢、後踢、下壓踢、後旋踢踢法中，反應時間佔攻擊時間的56~68%，動作時間則佔32~44%之間；顯示若要縮短動作時間就要加快肢體移動的速度，而速度為技擊項目的另一個重點。周桂名(1996)以十九位體育科系跆拳道選手(男11名、女8名)為受試者，利用聲光反應器及加速規針對四種跆拳道攻擊動作(旋踢、後踢、下壓踢、後旋踢)進行踢擊速度分析，結果以旋踢的速度最快，其次為後踢、後旋踢以及下壓踢。另外錢紀明、李志文(1984)利用電動計時器對七名國家級跆拳道選手進行六種踢擊動作(腳背旋踢、前踢、下壓、側踢、後踢、後旋踢)的攻擊速度進行分析比較，發現速度最快動作為腳背旋踢，

其次依序為側踢、後踢、前踢、後旋踢、下壓。從上述兩篇研究均發現旋踢的速度最快；這是因為旋踢動作是屬於正面直接攻擊的動作，其動作原理為大關節帶動小關節，由近端到遠端，故能產生較快的加速度。Lee, Chin & Lin (2005) 以六名有世界比賽經驗的跆拳道選手，利用加速規測量兩種前腳旋踢（前腳旋踢、滑步旋踢）及兩種後腳旋踢（後腳直接旋踢、反擊旋踢）動作，比較後腳及前腳旋踢之踢擊速度，結果發現前腳攻擊之速度顯著快於後腳；從上述研究得知，在跆拳道六種基本踢擊動作中，旋踢為踢擊速度最快之動作；而旋踢所細分的五種不同旋踢踢法中，又以滑步旋踢動作的反應最快，而此動作屬於前腳攻擊，因此在踢擊速度上也比後腳攻擊的旋踢快，所以滑步旋踢為一種反應快、踢擊速度快的攻擊動作。

## 二、踢擊力量及地面反作用力

比賽得分的判定，裁判會由腳撞擊護胸之聲音大小來判定是否給分，因此踢擊力量為跆拳道致勝的重要因素之一，而且在攻擊上，如果有強而有力的攻擊能使對手感到畏懼，並增加擊倒對手的機會。雖然滑步旋踢動作具有反應快、速度快的優勢，但是否有較大的踢擊力量呢？Lee 等人(2005) 以六名有世界比賽經驗的跆拳道選手，利用 Biovision 加速規測量兩種前腳旋踢（前腳旋踢、滑步旋踢）及後腳旋踢（後腳直接旋踢、反擊旋踢）之力量，結果顯示後腳之踢擊力量顯著大於前腳；雖然前腳旋踢動作於踢擊力量上小於後腳旋踢動作，但滑步旋踢利用雙腳的向前滑進移動，使前進時產生衝量來增加速度及力量，來提升攻擊效果；林仁彬等人（1997）

透過 Fscan 鞋底測力器分析跆拳道左、右腳原地側踢攻擊和滑步側踢攻擊，發現右腳滑步側踢力量最大，其次為左腳滑步側踢和右腳原地側踢，而左腳原地側踢力量最小。所以滑步旋踢動作是在旋踢動作前加上滑步的步法，更提升了前腳踢擊動作的速度及力量，所以比一般前腳動作更具優勢。

根據牛頓第二運動定律：衝量等於動量的變化

( $Ft = mv_2 - mv_1$ )，所以腳作用地面所產生的衝量大小將影響到起腳的速度和動作時間。Tsai 等人 (2005) 分析八位體院跆拳道選手前腳下壓踢的地面反作用力，結果顯示垂直地面反作用力和衝量分別為 0.96 BW 和 77.57 N-s，經作者的進一步指出，若要縮短下壓踢擺動時間，必須增加下肢末端的動力和彈力。蔡葉榮 (2008) 分析跆拳道預蹲及跳動兩種預備站姿於跳後踢動作中，在中端與上端踢擊時之動力學參數。研究結果發現，跳動站姿上端踢擊在踢擊速度及踢擊力量，分別為 8.12 m/s、2117.4 N 顯著大於預蹲站姿上端踢擊動作的 7.80 m/s 與 1757.4 N，而且在中、上端踢擊，攻擊腳於跳動站姿在前後及垂直方向之地面反作用力力量峰值均顯著高於預蹲站姿。

在不同踢擊動作對力量的影響，張榮三、相子元 (1997) 分析跆拳道旋踢動作在一般和屈膝兩種踢法時，其反應、動作、末端時間及踢擊力量差異，使用聲光反應器、張力計及角度計針對 12 名體院選手作測試，結果發現在反應及動作時間上無差異，但攻擊力量為 182.83 nt 及 216.90 nt，與踢擊過程中三個角度(動作前角度、踢中靶角度、回收角度)有顯著負相關，表示收腿與踢中靶的角度及動作完成之膝關節回收角度越小時，則產生越大的力量。而戴淑華 (2007) 分析

24名高中生在跆拳道旋踢踢擊動作時，腳踝蹠屈與非蹠屈姿勢攻擊力量之差異。結果顯示非蹠屈姿勢（81.45 g）踢擊力量顯著大於蹠屈（62.48 g）。而羅月英（2000）研究中以聲光反應器、三軸加速規、高速攝影機，測量女子選手上端踢擊時，柔軟度優劣對於兩種踢擊動作之相關與差異研究，發現柔軟度與上端旋踢反應時間、動作時間、相對力量及攻擊速度達顯著相關。

從以上研究得知，滑步旋踢動作在反應時間及踢擊速度都較其他旋踢動作來的快，且利用滑步動作來增加踢擊的力量；雙腳啟動對地面的衝量大小將影響到起腳的踢擊速度和踢擊動作的時間；而踢擊過程中，需要雙腳騰空離地之動作，如跳後踢，其所需之地面反作用力比原地踢擊的動作大。而踢擊過程中，肢體動作也會影響到踢擊力量，如膝關節收縮角度的大小，以及腳的踝部有無蹠屈，這些動作的姿勢都會造成力量上有所差異。

### 第三節 慣用腳與非慣用腳之比較

人體是對稱平衡發展的，藉由雙手與雙腳精密的相互搭配，組合出多種肢體動作，以便能使運動技術或戰術應用上更具多元化，例如籃球的雙手交叉運球、足球左右腳盤球等。然而因為個人使用習慣或訓練量的不同，往往造成雙腳的使用頻率不平均；王世椿等人（1997）指出，如果過度使用慣用腳將會使左右兩側膝關節肌力有嚴重不對稱的情形，以及大腿後肌與股四頭肌肌力（H/Q）比值有過大的差異，以致造成

膝關節肌肉受傷。

在研究慣用腳與非慣用腳之差異時，研究者在設計慣用腳之評定方法，主要依三個方向來設計，一、運動表現的能力（如踢球的球速或準確性）；二、個人的習慣動作（如登階或往前踩步）；三、受試者的自覺（用問卷的方式評定）（洪俊安、張立羣、周桂名，2008）。作者進一步指出，在評定運動員之慣用腳時，應能盡量符合運動時所需的能力。而運動員在比賽中常以最有自信的一側來執行動作，所以在評定跆拳道運動員之慣用腳時，應以個人認知的最佳踢擊力量及速度來評定，比以個人的習慣動作之評定方式更為適當。

#### 一、足球之相關研究

過去的研究在比較慣用腳與非慣用腳能力之差異，為了避免雙腳間發展有不平衡的情形，也希望能夠更提升運動表現，Capranica 等人（1992）使用等速腳踏測速儀測試一般青少年及青少年足球選手慣用腳與非慣用腳之力量及動力，分別以 160、130、100、70 和 40 rev/min 五種轉速，每種轉速測五秒，中間休息三分鐘，研究結果發現雙腳間無顯著差異。Dorge 等人（2002）利用踢球的球速來分辨慣用腳，使高速攝影機與 Kin-Com 等速肌力測速儀來分析優秀足球員雙腳在運動學及動力學之差異，發現在慣用腳足部的踢擊速度以及膝部的角速度大於非慣用腳。從以上文獻得知，等速肌力測試在不同速度作用下，造成雙腳間的肌力會存在著差異情形，但大部分研究發現慣用腳的肌力大於非慣用腳，但仍有些研究卻發現雙腳間是無差異，或者是非慣用腳大於慣用腳等情形出現。

## 二、跆拳道之相關研究

過去的研究在比較慣用腳和非慣用腳，為了使雙腳的發展上能夠平衡，來減少因雙腳之肌力或動作不一致，而發生運動傷害的機會，也為了能夠更提升技術層面及戰術的運用。然而有關於在跆拳道針對慣用腳與非慣用腳差異的研究文獻是非常少的，而過去研究，錢紀明等人（1984）利用電動計時器測量國家級跆拳道選手六種踢擊動作（腳背旋踢、前踢、下壓、側踢、後踢、後旋踢）在雙腳的踢擊速度，結果顯示六種動作在左、右腳踢擊速度上並無顯著的差異。而彭皎婷（2007）研究一般與優秀青少年跆拳道選手在慣用腳與非慣用腳之肌力與上端旋踢動作中速度與平衡之間的差異，研究結果也發現到兩組選手在雙腳的肌力與平衡能力上均無差異，但在雙腳踢擊速度上，卻發現到慣用腳於膝部之速度（ $177.73 \pm 36.16$ ）顯著比非慣用腳（ $133.88 \pm 39.22$ ）快。另外黃秋琴（2007）研究優秀跆拳道選手在360度旋踢與360度後踢動作慣用腳與非慣用腳的運動學參數，研究結果發現360度旋踢在反應時間、末端最大合速度、踢到靶時末端合速度、身體重心最大合速度、踝關節最大合線速度、出腳時膝關節最大合腳速度、前腳最大垂直分力、前腳垂直衝量、前腳水平衝量等九項與360度後踢在末端最大合速度、踢到靶時末端合速度、踝關節最大合線速度、出腳時膝關節最大合角速度、踝關節最大合角速度、前腳最大垂直分力等六項參數顯示，皆是慣用腳比非慣用腳好。Mendonça等人（2007）比較巴西跆拳道國家隊6男6女選手慣用腳與非慣用腳H/Q比值，使用Biodex 3等速測力機測量60和300°/s兩種角速度。結果顯示所有選手H/Q比值在角速度60°/s為60%以下，角速

度  $300^{\circ}/s$  為 75% 以下；而慣用腳在 H/Q 比值和屈肌肌力皆是比非慣用腳差。從跆拳道文獻中得知，選手雙腳間的肌力以及平衡能力上都沒有差異，在踢擊速度上，雙腳間大都是無差異，而在各關節之速度則是慣用腳顯著優於非慣用腳，另外在 H/Q 比值和屈肌肌力卻是慣用腳比非慣用腳差。

#### 第四節 文獻總結

總結以上文獻資料，滑步旋踢為比賽中使用率與得分率較高的主動攻擊動作，而在各種旋踢動作中，屬於踢擊速度和反應較快的旋踢動作，故於跆拳道比賽中常用來作為突襲對手的動作。在跆拳道的踢擊動作中，反應時間均佔攻擊時間大部分的比例 (56~68%)，顯示出反應在整個攻擊動作時的重要性。運動員在動作執行中，雙腳的膝關節彎曲角度之大小，以及腳踝有無蹠屈姿勢，這些動作都會造成踢擊力量上有所差異。過去跆拳道動作的研究大多是比較不同動作之間的差異，探討何種動作最具有較佳的反應、速度及力量，且都是針對受試者的慣用腳來研究，而運動員慣用腳的評定方式，應以運動能力來測試較符合比賽時主要所使用的慣用邊。由於跆拳道並不是都只用單一腳來做攻擊，而是因應對手的攻擊面，並以雙腳搭配來攻擊，故跆拳道選手的雙腳動作都很重要，但選手本身雙腳的攻擊能力是相等嗎？目前在跆拳道這方面的研究卻相當少，所以本研究將針對跆拳道選手雙腳之動作來進行探討，希望此研究能對跆拳道訓練上有所貢獻。

## 第參章 研究方法與步驟

本研究旨在探討跆拳道選手在滑步旋踢動作，以慣用腳與非慣用腳為攻擊腳時，兩腳動作的生物力學差異，根據研究的目的將其研究方法與步驟分為六個部份說明：一、研究對象；二、研究時間與地點；三、實驗儀器與設備；四、實驗流程與步驟；五、資料收集與處理；六、統計分析。

### 第一節 研究對象

本研究以國立臺灣體育大學(臺中)跆拳道隊，近兩年內曾為國家跆拳道代表隊之男、女各三名選手為受試者，全體受試者在實驗前六個月均無下肢傷害。身高平均為  $177.2 \pm 7.6$  公分，體重平均為  $67.7 \pm 6.8$  公斤，平均年齡為  $22.0 \pm 2.3$  歲，平均訓練年齡為  $11.0 \pm 2.1$  年，滑步旋踢之慣用腳皆為左腳。

表 3-1 受試者基本資料表

	身高 (公分)	體重 (公斤)	年齡 (歲)	專項訓練 (年)	最佳成績
男	A 173	65	20	11	亞洲錦標賽選拔第一名
	B 182	76	22	13	亞洲錦標賽選拔第一名
	C 190	76	25	12	世界大學運動會第三名
女	D 169	60	24	13	世界大學錦標賽第二名
	E 174	63	22	9	世界錦標賽選拔第一名
	F 175	66	19	8	亞洲錦標賽選拔第一名
平均數	177.2	67.7	22.0	11.0	
標準差	7.6	6.8	2.3	2.1	

## 第二節 研究時間與地點

本研究之實驗時間與地點如下：

- 一、實驗時間：民國九十七年五月。
- 二、實驗地點：台北市立體育學院運動器材科技研究所。

## 第三節 實驗儀器與設備

本研究採用的實驗儀器與設備有攝影機 1 台、AMTI 測力板 2 塊、LED 燈光、三軸加速規進行同步的測量，來收集跆拳道選手在執行滑步旋踢動作時，以慣用腳與非慣用腳為攻擊腳的反應時間、動作時間、攻擊時間、攻擊腳踢擊速度與力量、前腳與後腳離地之時間差以及前腳與後腳之地面反作用力資料。以下為本研究之實驗儀器：

一、測量儀器設備：

- 1、LED 燈光。
- 2、三軸加速規（Crossbow CXL25 LP3,  $\pm 25$ ），見圖 3-1。
- 3、三維測力板（AMTI, 60cm $\times$ 40cm、60cm $\times$ 90cm）二塊，見圖 3-2。
- 4、SONY DCR-TRV15 數位攝影機一台。
- 5、踢擊靶，見圖 3-3。
- 6、皮尺。



圖 3-1 三軸加速規



圖 3-2 三維測力板



圖 3-3 踢擊靶

## 二、收集系統及擷取軟體：

- 1、Biopac MP150 多功能訊號紀錄系統，見圖 3-4。
- 2、Acqknowledge 3.8.1 訊號分析軟體。
- 3、EVAR 資料處理軟體。
- 4、APAS 動作分析系統 (Ariel Performance Analysis System)。



圖 3-4 Biopac MP150 訊號收集系統

### 三、場地儀器架設配置：

在地面上安裝兩塊 AMTI 測力板並連接至 EVaRT 資料系統，踢擊靶架設在天花板的軌道上，且距離測力板適當位置，並可依受試者習慣之距離可在軌道上來移動。而 LED 燈黏貼於沙袋上方，且面對受試者，光源的訊號線連接至 EVaRT 資料分析系統作為各項儀器測驗起始同步訊號，並由 Trigger 來啟動。另外三軸加速規則固定於靶的正下方，由 Biopac MP150 訊號收集系統及 Acqknowledge 3.8.1 訊號分析軟體來收集訊號與分析資料，並連接至 EVaRT 資料分析系統。而攝影機主光軸則距離測力板中線 4 公尺處，拍攝範圍涵蓋受試者的動作、LED 燈及靶（如圖 3-5、3-6）。

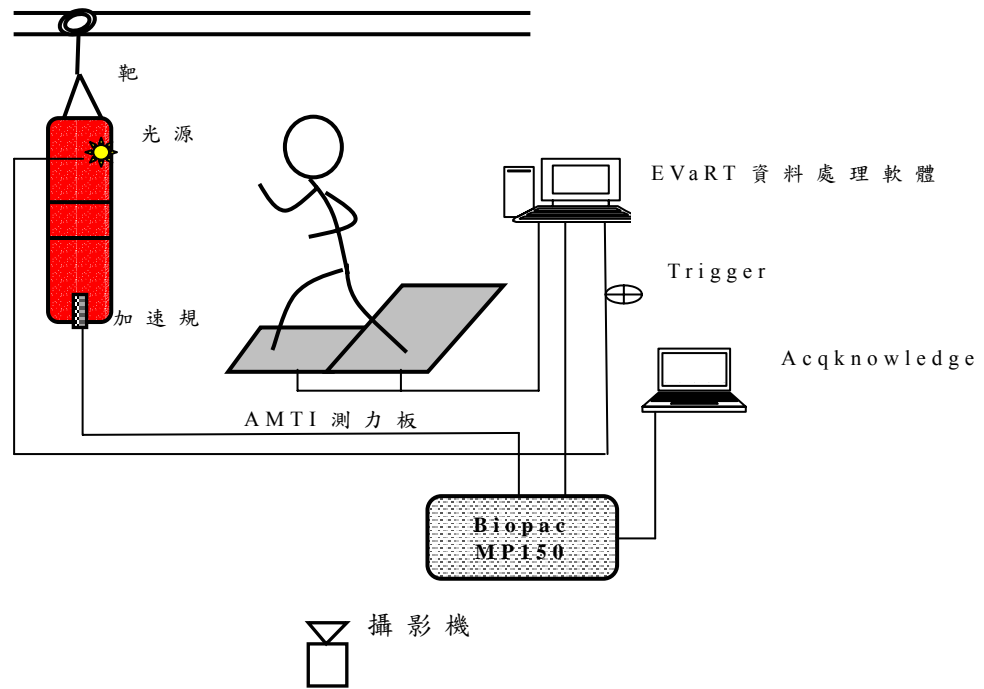


圖 3-5 實驗場地儀器配置



圖 3-6 實驗場地實景

#### 第四節 實驗流程與步驟

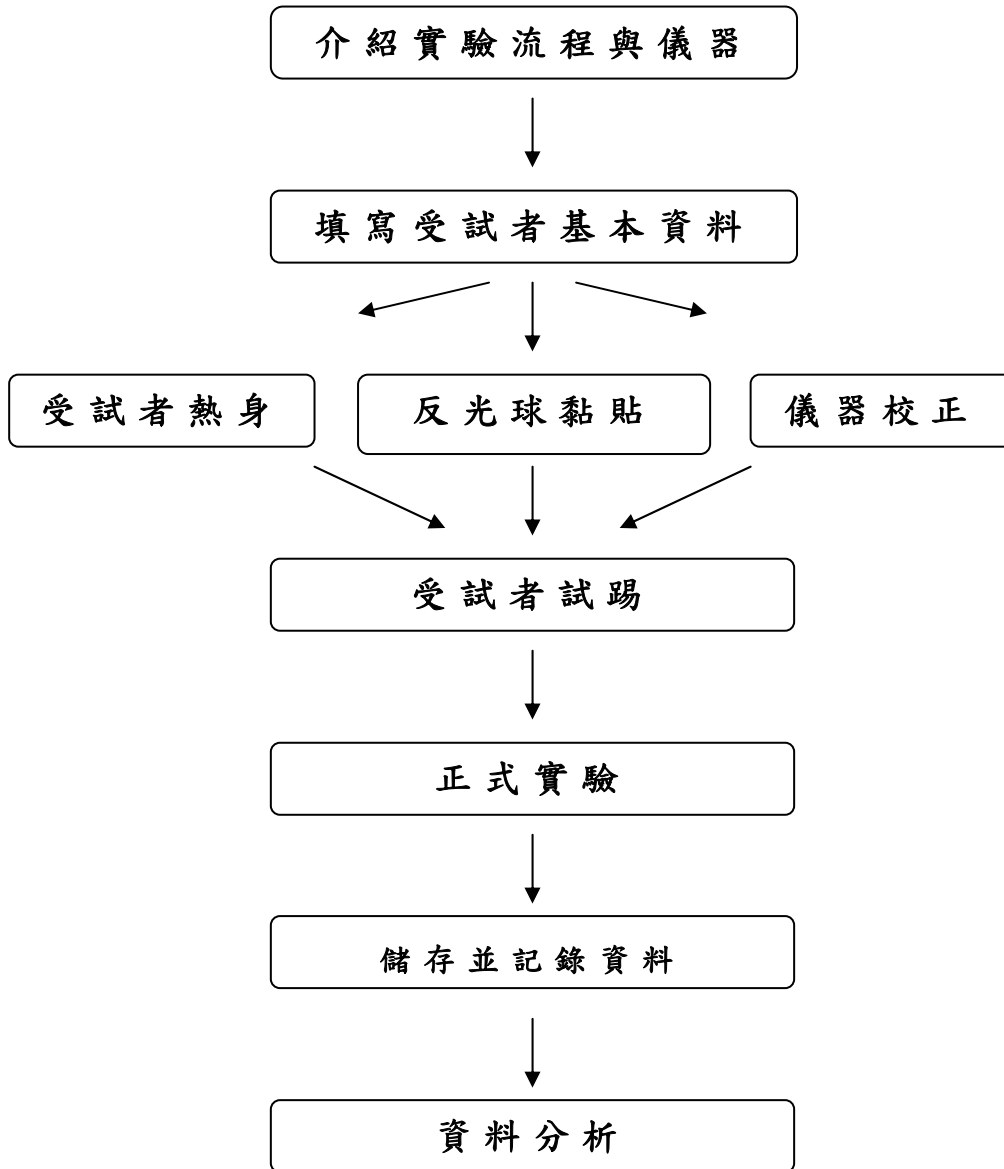


圖 3-7 滑步旋踢實驗流程圖

- 一、在實驗前，首先向受試者說明實驗的目的與流程以及各實驗儀器設備與用途，讓受試者對本研究有深入的瞭解，方能全力投入實驗。
- 二、受試者填寫實驗同意書及個人基本資料（附錄一、二），表示願意配合參與本實驗，並以問卷方式調查受試者的慣用腳（附錄二）。
- 三、受試者自行進行熱身活動十五分鐘。
- 四、受試者身著黑色短袖及短褲，並於受試者攻擊腳之腳踝外側黏貼一個標記點。
- 五、各實驗儀器之測試、校正與訊號同步之確認。
- 六、調整靶的高度至受試者的中端攻擊部位（即受試者身著護胸，從肩鎖骨至髌骨之部位，圖 3-8），本實驗以六位受試者中端攻擊部位之平均值做為踢擊部位（其範圍距離地面之高度在 95~142 公分之間）。

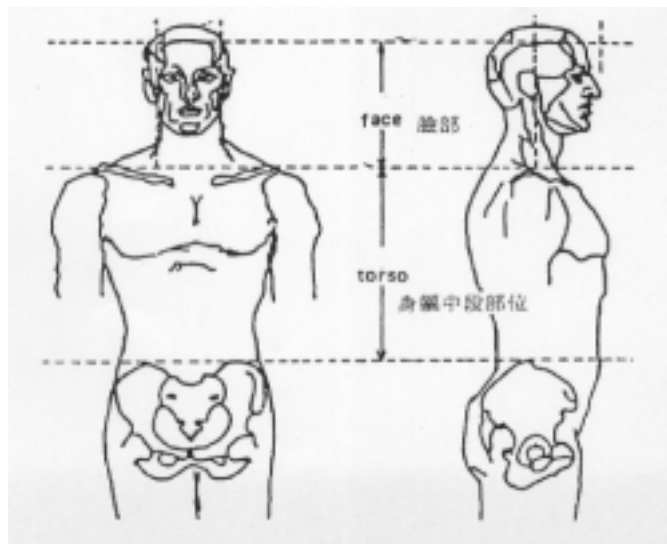


圖 3-8 得分攻擊位置

（中華民國跆拳道協會競賽規則，2002）

- 七、正式實驗前，每位受試者以滑步旋踢動作試踢 6 次（左右腳各試踢 3 次）。
- 八、在正式實驗時，受試者自行選擇最佳的攻擊距離，並記錄受試者攻擊腳與靶的水平距離，受試者左右腳各踢擊五次，且每次的攻擊距離都相同。由於實驗儀器設備不易移動，所以全體受試者皆測驗完左腳之後，將靶移至另一邊，再進行右腳的測驗。
- 九、實驗開始時，受試者先站於測力板旁，等待口令後再踩上測力板，前後腳各踩一塊力板，以攻擊腳在前，受試者待攻擊訊號出現（LED 燈光源亮時），立即開始踢擊，動作結束後，受試者再站回測力板旁，等待下一次的口令開始。實驗於燈光亮起時，並同步紀錄攝影機、測力板及加速規之訊號。
- 十、判定踢擊有效得分的方法，是由一位具有跆拳道 B 級裁判資格者來做判定，若裁判判定此踢擊無達得分標準，受試者則再增加一次踢擊測試。

## 第五節 資料收集與處理

### 一、燈光資料

以 LED 燈光作為受試者開始踢擊的訊號，當受試者站於測力板上後，由研究員按下 Trigger 啟動光源隨即亮起，同時也在訊號擷取系統中出現一個訊號。而此訊號也是攝影機、加速規及測力板之同步訊號，而從燈光訊號出現至受試者的後腳離開測力板時，則為反應時間。

## 二、測力板資料

以 AMTI 兩塊測力板 (60cm×40cm、60cm×90cm)，採樣頻率為 1000Hz，收集當受試者踢擊滑步旋踢動作過程中，由動作開始至雙腳足尖離地瞬間之地面反作用力，從後腳離地至前腳離地之間的時間，即為左右腳離地時間之差，以及收集前後腳啟動蹬地期間之前後與垂直方向作用力之最大力量峰值及衝量。實驗前首先經由測力板記事簿中設定測力板三軸方向，並進行環境校正，開始時使三軸歸零。測力板所收集之資料以 EVaRT 資料處理軟體分析，測力板傳出電荷訊號 (Charge Signal)，經由擴大器轉換成電位 (Voltage) 訊號，此為類比訊號 (Analog Signal)，再經過 A/D Board 轉換成數位訊號 (Digital Signal)，即成為可供電腦處理的資料，取得測力板三軸方向之地面反作用力值，並定義前後方向為 X 軸，左右方向為 Y 軸，垂直方向為 Z 軸。

## 三、加速規資料

加速規 (Accelerometer) 之校正為使三個方向分別先將箭頭朝下靜置於一個平面上，設定為 1g，再將其反置 (箭頭朝上) 設定為 -1g，因靶為連接固定於天花板上的軌道，故無法秤得整個靶的重量，所以本研究則以攻擊腳撞擊靶時，加速規所產生的加速度值來代表踢擊的力量。以 Biopac MP150 訊號收集系統收集加速規之訊號，再以 Acqknowledge 3.8.1 訊號分析軟體分析所擷取之資料。當受試者撞擊靶，加速規因震動而產生電子訊號，得到左右、前後及垂直三個方向之加速度訊號，由加速規之訊號的大小，經公式  $\sqrt{g_x^2 + g_y^2 + g_z^2}$  可算得三個方向之合加速度值 (g) ( $1g=9.81 \text{ m/s}^2$ )。

#### 四、攝影機

攝影機位置與受試者成垂直且距離 4 公尺，鏡頭所拍攝之範圍為受試者、靶及光源。利用 APAS 動作分析系統，將各受試者從攝影機所擷取的影片進行數位化處理。首先以手動方式分別點取影片中靶垂直於地面的中心點、攻擊腳腳尖在地面的點及攻擊腳的腳踝，共三點標記點。其踢擊速度的計算由前腳腳尖與靶垂直於地面的中心點之水平距離，以及腳碰到靶的腳踝標記點位置與地面之垂直高度，經畢氏定理可算得前腳離地瞬間，從地面至碰到靶的直線距離，已知踢擊腳攻擊時間，可得到踢擊動作過程中腳踝的速度值。

### 第六節 統計分析

本研究經資料處理後，將實驗所得之數據，以 SPSS for Windows 10.0 版統計軟體進行統計分析。將每位受試者及全體受試者兩腳各五次之滑步旋踢踢擊動作各項數據，以描述統計之平均數與標準差表示；比較雙腳分別在踢擊時之運動學與動力學差異，假設受試者的左腳與右腳各為獨立的個體，利用獨立樣本 t 檢定統計方法來考驗慣用腳與非慣用腳為攻擊腳時，在踢擊動作的各項數據之差異，顯著水準定為  $\alpha = .05$ 。

## 第肆章 結果

本研究利用測力板、加速規及攝影機蒐集慣用腳與非慣用腳為攻擊腳，於跆拳道滑步旋踢動作過程中，雙腳之反應時間、速度、力量和地面反作用力資料。將蒐集之資料經處理與分析後，所得的結果分為三個部分加以闡述：一、攻擊動作之反應時間、動作時間和攻擊時間；二、慣用邊與非慣用邊之前後腳離地時間差與地面反作用力；三、攻擊腳之踢擊速度與力量。

### 第一節 攻擊動作之反應時間、動作時間和攻擊時間

#### 一、反應時間

表 4-1 表示受試者與全體受試者的慣用腳與非慣用腳為攻擊腳之反應時間。從表得知，受試者之慣用腳反應時間介於 0.43~0.53 sec 之間，非慣用腳則介於 0.42~0.54 sec 之間。每位受試者的雙腳間之比較，僅有受試者 B 在雙腳間達顯著差異，慣用腳為  $0.52 \pm 0.02$  sec，非慣用腳為  $0.42 \pm 0.02$  sec，顯示非慣用腳的反應比慣用腳快 ( $p < .05$ )。而全體受試者雙腳間之比較，則無達顯著差異 ( $p > .05$ )。

表 4-1 慣用腳與非慣用腳之反應時間 (平均數  
±標準差) (sec)

受試者	慣用腳	非慣用腳	t 值
A	0.43±0.03	0.42±0.02	.739
B	0.52±0.02	0.42±0.02	7.241*
C	0.50±0.05	0.54±0.05	-1.132
D	0.45±0.05	0.43±0.04	.732
E	0.53±0.01	0.51±0.02	1.686
F	0.43±0.06	0.44±0.05	-.356
全體受試者	0.48±0.06	0.46±0.06	1.058

\* 表示雙腳間達顯著差異  $p < .05$

## 二、動作時間

表 4-2 表示受試者與全體受試者的慣用腳與非慣用腳之動作時間。從表得知，受試者的慣用腳動作時間介於 0.28~0.32 sec 之間，非慣用腳介於 0.28~0.32 sec 之間。每位受試者的雙腳間之比較，僅有受試者 A 在雙腳間達顯著差異，慣用腳為  $0.29 \pm 0.004$  sec，非慣用腳為  $0.30 \pm 0.009$  sec，顯示慣用腳的動作比非慣用腳快 ( $p < .05$ )。而全體受試者雙腳間比較，則無達顯著差異 ( $p > .05$ )。

表 4-2 慣用腳與非慣用腳之動作時間 (平均數  
±標準差) (sec)

受試者	慣用腳	非慣用腳	t 值
A	0.29±0.004	0.30±0.009	-2.995*
B	0.30±0.01	0.29±0.01	.213
C	0.30±0.04	0.29±0.01	.660
D	0.32±0.02	0.32±0.01	.534
E	0.28±0.02	0.28±0.01	.314
F	0.32±0.02	0.32±0.04	-.394
全體受試者	0.30±0.03	0.30±0.02	.049

\* 表示雙腳間達顯著差異  $p < .05$

### 三、攻擊時間

表 4-3 表示受試者與全體受試者的慣用腳與非慣用腳之攻擊時間。從表得知，受試者的慣用腳攻擊時間介於 0.71~0.82 sec 之間，非慣用腳介於 0.71~0.83 sec 之間。而每位受試者的雙腳間之比較，僅有受試者 B 在雙腳間達顯著差異，其慣用腳為  $0.82 \pm 0.03$  sec，非慣用腳為  $0.72 \pm 0.03$  sec，顯示非慣用腳的攻擊時間比慣用腳快 ( $p < .05$ )。而全體受試者雙腳間之比較，則無顯著差異 ( $p > .05$ )。在反應時間和動作時間佔攻擊時間的比重方面 (表 4-4)，慣用腳與非慣用腳在反應時間上分別為 61.17% 和 60.17%，而動作時間則為 39.17% 和 39.50%，顯示出在整個攻擊動作中，反應時間佔攻擊時間大部份的比重。

表 4-3 慣用腳與非慣用腳之攻擊時間 (平均數  
±標準差) (sec)

受試者	慣用腳	非慣用腳	t 值
A	0.71±0.03	0.71±0.01	-.232
B	0.82±0.03	0.72±0.03	5.209*
C	0.80±0.02	0.83±0.05	-1.270
D	0.78±0.04	0.75±0.05	.872
E	0.81±0.02	0.79±0.03	1.565
F	0.75±0.05	0.77±0.04	-.712
全體受試者	0.78±0.05	0.76±0.05	1.118

\* 表示雙腳間達顯著差異  $p < .05$

表 4-4 全體受試者反應及動作時間佔攻擊時間之比率 (平均數±標準差) (%)

	慣用腳	非慣用腳
反應時間	61.17±3.13	60.17±3.82
動作時間	39.17±2.99	39.50±3.62

## 第二節 慣用邊與非慣用邊之前後腳離地時間差與地面反作用力

### 一、前後腳離地時間差

表 4-5 表示受試者與全體受試者在不同慣用邊踢擊時，前腳與後腳離地之時間差。從表得知，在慣用邊時，兩腳離地時間差介於 0.06~0.12 sec 之間，而非慣用邊介於 0.05~0.12 sec 之間。每位受試者在不同邊之比較，僅有受試者 E 達顯

著差異 ( $p < .05$ )，慣用邊與非慣用邊分別為  $0.06 \pm 0.005$  與  $0.05 \pm 0.01$  sec，表示慣用邊兩腳離地時間比非慣用邊來的長。而全體受試者的慣用邊與非慣用邊之比較，則無顯著差異 ( $p > .05$ )。

表 4-5 慣用邊與非慣用邊之前後腳離地時間差  
(平均數±標準差)(sec)

受試者	慣用邊	非慣用邊	t 值
A	$0.08 \pm 0.007$	$0.08 \pm 0.004$	1.101
B	$0.06 \pm 0.001$	$0.06 \pm 0.04$	1.109
C	$0.09 \pm 0.01$	$0.08 \pm 0.01$	.359
D	$0.12 \pm 0.005$	$0.12 \pm 0.007$	1.792
E	$0.06 \pm 0.005$	$0.05 \pm 0.01$	3.439*
F	$0.12 \pm 0.01$	$0.12 \pm 0.01$	.000
全體受試者	$0.08 \pm 0.03$	$0.08 \pm 0.03$	1.075

\* 表示雙腳間達顯著差異  $p < .05$

## 二、前後腳地面反作用力

表 4-6 表示受試者與全體受試者在不同慣用邊踢擊時，前後腳垂直方向的地面反作用力之力量峰值。從表得知，受試者於慣用邊之前腳力量介於 976.2 ~1691.26 N，後腳力量介於 1287.91~1762.09 N 之間；而非慣用邊之前腳力量介於 1030.96~1713.13 N，後腳力量介於 935.26 ~1885.44 N 之間。而全體受試者在慣用邊與非慣用邊之比較，前後腳都無顯著差異 ( $p > .05$ )。每位受試者兩邊之前後腳比較，在前腳與後腳垂直方向力量，僅受試者 B 和 D 達顯著差異 ( $p < .05$ )，

慣用邊和非慣用邊前腳分別為  $1293.52 \pm 102.87$  和  $1713.13 \pm 281.43$ 、 $994.12 \pm 51.44$  和  $1284.46 \pm 127.85$  N，後腳為  $1762.09 \pm 127.09$  和  $1431.07 \pm 89.66$  和  $1325.41 \pm 81.81$ 、 $935.26 \pm 85.24$  N，表示慣用邊後腳垂直方向之地面反作用力大於非慣用邊，但慣用邊前腳垂直方向之地面作用力小於非慣用邊。

表 4-6 慣用邊與非慣用邊之前後腳垂直方向地面反作用力  
(平均數±標準差)(N)

受試者	慣用邊	非慣用邊	t 值	
A	前	$1233.40 \pm 255.93$	$1077.94 \pm 331.37$	.830
	後	$1642.96 \pm 409.48$	$1603.50 \pm 165.59$	.200
B	前	$1293.52 \pm 102.87$	$1713.13 \pm 281.43$	-3.136*
	後	$1762.09 \pm 127.09$	$1431.07 \pm 89.66$	4.750*
C	前	$1126.60 \pm 128.95$	$1284.93 \pm 41.95$	-2.611
	後	$1674.17 \pm 187$	$1885.44 \pm 276.25$	-1.416
D	前	$994.12 \pm 51.44$	$1284.46 \pm 127.85$	-4.711*
	後	$1325.41 \pm 81.81$	$935.26 \pm 85.24$	7.384*
E	前	$1691.26 \pm 443.54$	$1537.68 \pm 491.32$	.519
	後	$1689.17 \pm 121.76$	$1731.31 \pm 266.38$	-.322
F	前	$976.20 \pm 42.95$	$1030.96 \pm 74.46$	-1.425
	後	$1287.91 \pm 217.56$	$1436.87 \pm 223.67$	-1.067
全體	前	$1219.18 \pm 316.77$	$1321.62 \pm 349.94$	-1.189
	後	$1563.62 \pm 274.35$	$1504.00 \pm 355.33$	.727

\*表示雙腳間達顯著差異  $p < .05$

表 4-7 表示受試者與全體受試者在不同慣用邊踢擊時，前後腳垂直方向之衝量。從表得知，全體受試者於慣用邊的前腳垂直方向之衝量介於  $83.80 \sim 241.98$  N-s，後腳介於

201.19~317.70 N-s 之間；而非慣用邊的前腳介於 76.02~241.76 N-s，後腳力量介於 179.11~329.32 N-s 之間。而全體受試者在慣用邊與非慣用邊的前腳及後腳之比較，皆無顯著差異 ( $p > .05$ )。而每位受試者兩邊之比較，受試者 B 的前後腳及受試者 D 和 E 的後腳達顯著差異 ( $p < .05$ )，表示慣用邊前後腳顯著大於非慣用邊，而受試者 C 後腳及受試者 D 前腳則是非慣用邊顯著大於慣用邊 ( $p < .05$ )。

表 4-7 慣用邊與非慣用邊之前後腳垂直方向衝量 (平均數 ± 標準差) (N-s)

受試者	慣用邊	非慣用邊	t 值
A 前	125.25±68.89	117.24±39.46	.226
後	224.71±48.05	224.19±9.94	.023
B 前	205.46±16.14	114.85±3.05	12.337*
後	317.70±11.45	251.06±14.50	8.065*
C 前	241.98±6.76	241.76±26.67	.018
後	300.35±10.70	329.32±16.72	-3.262*
D 前	132.20±9.35	179.25±38.46	-2.658*
後	219.93±25.09	179.11±28.03	2.426*
E 前	83.80±14.68	76.02±11.12	-.966
後	295.19±9.67	268.12±7.18	5.018*
F 前	202.37±58.39	180.36±85.46	.464
後	201.19±37.76	184.22±37.06	-.718
全體 前	165.18±60.35	151.58±59.94	.628
後	259.85±50.01	239.34±56.50	1.045

\* 表示雙腳間達顯著差異  $p < .05$

表 4-8 表示受試者與全體受試者在不同慣用邊踢擊時，前後腳前的後方向之地面反作用力。從表得知，全體受試者

於慣用邊前腳力量介於 157.98 ~ 441.74 N，後腳力量介於 478.87~703.53 N；而非慣用邊前腳力量介於 138.50 ~284.65 N，後腳力量介於 417.61~847.99 N。而全體受試者在慣用邊與非慣用邊之比較，前後腳都無顯著差異（ $p > .05$ ）。每位受試者兩邊之前腳與後腳比較，在前腳之前後方向力量僅受試者 E 達顯著差異（ $p < .05$ ），表示慣用邊前腳比非慣用邊後腳前後方向力量大；而後腳前後方向力量僅受試者 D 達顯著差異（ $p < .05$ ），表示慣用邊後腳比非慣用邊後腳前後方向力量大。

表 4-8 慣用邊與非慣用邊之前後腳前後方向地面反作用力  
(平均數±標準差)(N)

受試者	慣用邊	非慣用邊	t 值
A 前	296.02±75.88	276.92±112.13	.445
後	703.53±162.76	656.27±43.46	.627
B 前	157.98±5.01	284.65±133.15	-2.126
後	651.77±79.30	608.57±49.38	1.034
C 前	241.66±45.18	209.98±29.60	1.311
後	673.16±152.57	847.99±157.93	-1.780
D 前	257.40±127.56	279.91±89.72	-.323
後	570.31±35.10	417.61±28.66	7.535*
E 前	441.74±132.33	268.92±45.75	2.642*
後	656.89±48.82	574.65±114.11	1.482
F 前	172.89±58.17	138.50±6.80	1.313
後	478.87±88.08	508.03±68.25	-.585
全體 前	261.28±102.62	243.15±58.19	.624
後	622.42±83.10	602.19±146.34	.552

\* 表示雙腳間達顯著差異  $p < .05$

表 4-9 表示受試者與全體受試者在不同慣用邊踢擊時，前後腳前後方向之衝量。從表得知，全體受試者於慣用邊前腳介於 13.12 ~ 18.13 N-s，後腳介於 57.52~96.38 N-s；而非慣用邊前腳介於 5.37~19.88 N-s，後腳介於 55.68~112.64 N-s。而全體受試者在慣用邊與非慣用邊之比較，前腳達顯著差異 ( $p < .05$ )，表示慣用邊前腳前後方向的力量比非慣用邊大。每位受試者兩邊之前後腳比較，受試者 D 和 E 前後腳及受試者 B 後腳的前後方向衝量達顯著差異 ( $p < .05$ )，表示慣用邊前後方向的力量比非慣用邊大；而受試者 C 則是非慣用邊前後腳前後方向力量顯著比慣用邊大 ( $p < .05$ )。

表 4-9 慣用邊與非慣用邊之前後腳前後方向衝量 (平均數 ± 標準差) (N-s)

受試者	慣用邊	非慣用邊	t 值
A 前	18.13±7.72	16.05±1.49	.591
後	84.76±19.86	75.16±4.96	1.048
B 前	14.63±3.11	11.52±4.59	1.253
後	93.66±6.90	80.31±3.08	3.954*
C 前	13.12±3.79	19.88±2.22	-3.442*
後	96.38±7.72	112.64±4.50	-4.069*
D 前	15.00±5.13	5.51±2.29	3.781*
後	85.25±6.85	69.74±7.43	3.433*
E 前	15.57±2.49	5.37±1.13	8.343*
後	94.36±5.22	71.93±4.45	7.312*
F 前	16.14±6.54	8.87±2.78	2.291
後	57.52±10.34	55.68±5.49	.351
全體 前	15.37±1.67	11.20±5.84	3.001*
後	85.32±14.47	77.58±19.06	1.718

\* 表示雙腳間達顯著差異  $p < .05$

### 第三節 攻擊腳之踢擊速度與力量

#### 一、踢擊速度

表 4-10 表示，受試者與全體受試者之慣用腳與非慣用腳，為攻擊腳之踢擊速度與最大踢擊速度。從表得知，受試者的慣用腳踢擊速度介於 7.18~8.91 m/sec，非慣用腳介於 6.96~8.75 m/sec 之間。每位受試者的雙腳間之比較，A 和 F 受試者雙腳間達顯著差異 ( $p < .05$ )，慣用腳與非慣用腳踢擊速度分別為  $8.09 \pm 0.56$ 、 $7.10 \pm 0.17$  和  $7.85 \pm 0.21$ 、 $6.96 \pm 0.18$  m/sec，表示慣用腳踢擊速度比非慣用腳快。而全體受試者之比較，慣用腳與非慣用腳之踢擊速度分別為  $7.99 \pm 0.63$ 、 $7.63 \pm 0.77$  m/sec，也達到顯著差異 ( $p < .05$ )，表示慣用腳踢擊速度比非慣用腳快。

表 4-10 慣用腳與非慣用腳之踢擊速度 (平均數±標準差) (m/sec)

受試者	慣用腳	非慣用腳	t 值
A	$8.09 \pm 0.56$	$7.10 \pm 0.17$	3.786*
B	$7.18 \pm 0.48$	$7.26 \pm 0.22$	-.343
C	$8.91 \pm 0.18$	$8.75 \pm 0.13$	1.655
D	$8.23 \pm 0.41$	$8.29 \pm 0.37$	-.241
E	$7.67 \pm 0.09$	$7.43 \pm 0.85$	.634
F	$7.85 \pm 0.21$	$6.96 \pm 0.18$	7.209*
全體受試者	$7.99 \pm 0.63$	$7.63 \pm 0.77$	1.969*

\*表示雙腳間達顯著差異  $p < .05$

## 二、踢擊力量

表 4-11 表示受試者與全體受試者之慣用腳與非慣用腳為攻擊腳時，踢擊到靶的最大合加速度值。從表得知，受試者的慣用腳之踢擊力量介於  $28.78 \pm 8.45 \sim 47.53 \pm 4.45$  g 之間，非慣用腳介於  $39.97 \pm 2.73 \sim 48.75 \pm 1.65$  g 之間。每位受試者雙腳間之比較，受試者 A、B、D、E 和 F 皆達顯著差異 ( $p < .05$ )，表示非慣用腳之踢擊力量比慣用腳大。而全體受試者慣用腳之踢擊力量為  $37.47 \pm 6.85$  g，非慣用腳為  $45.19 \pm 2.95$  g，也達顯著差異 ( $p < .05$ )，表示非慣用腳之踢擊力量大於慣用腳。

表 4-11 慣用腳與非慣用腳之踢擊力量 (平均數 ± 標準差) (g)

受試者	慣用腳	非慣用腳	t 值
A	$34.68 \pm 2.43$	$39.97 \pm 2.73$	-3.236*
B	$41.16 \pm 1.25$	$44.31 \pm 2.41$	-2.129*
C	$47.53 \pm 4.45$	$48.75 \pm 1.65$	-.573
D	$28.78 \pm 8.45$	$46.42 \pm 3.21$	.208*
E	$40.47 \pm 2.26$	$46.36 \pm 1.24$	-3.882*
F	$32.22 \pm 3.91$	$45.30 \pm 2.74$	-6.125*
全體受試者	$37.47 \pm 6.85$	$45.19 \pm 2.95$	-5.152*

\* 表示雙腳間達顯著差異  $p < .05$

## 第五章 討論

### 第一節 慣用腳與非慣用腳之反應、動作和攻擊時間

跆拳道之攻擊速度在比賽中佔有重要成分，由於跆拳道動作的攻擊時間只有短短的 0.70~0.91 sec 之間(錢紀明等人，1984)，所以攻擊的時間越短，相對的對手可反應的時間就越短，在對手反應不及下，就有更高的機會來踢中對手。攻擊時間是由反應時間及動作時間所構成(蔡葉榮、許志耀，2002)；而反應時間代表著對於刺激或信號產生回應動作時間的快慢。但是，刺激出現的模式與回應動作的複雜性，會影響反應時間；影響反應時間的因素有注意力、事先的練習、準備姿勢、作用肌群的肌力等(林正常，2000)。而動作時間的長短則取決於動作的速度及作用距離的影響。在跆拳道各種踢法中，本研究反應時間佔攻擊時間的 60~62%，與周桂名(1996)研究所得的 56~68%相當接近，由此可看出反應時間於跆拳道踢擊動作過程佔有相當重要的比重，故選手的反應必須非常快速，反應快者，當有機會進攻或反擊時，就能抓住那短短的攻擊機會，給予一擊，所以反應時間是決定是否踢中對手的重要因素之一；相較於其他運動的反應，本研究所測得滑步旋踢之反應時間，比田徑短、中、長跑的運動員(0.13~0.16 sec)慢了許多(林正常，2000)，可能為運動的型態和動作的不同所致，如短跑選手在起跑時，是以鳴槍的聲音來作為反應的開始，並以靜態的方式預備，聞槍響之後就立即向前跑步衝刺，但跆拳道選手則是以對手的身體

動作來作為反應的依據，判斷對手的攻擊動向後，則需改變自己身體重心的位置及腳與身體的方向後在進行踢擊，本研究在實驗時，受試者雖然是採用靜態的攻擊預備姿勢，但反應開始時有前腳預備動作和身體重心的轉移，而影響到反應的快慢；此外，不同特性的踢擊動作其所需的反應時間也就不同，如前腳、直接、轉身或滑步等踢擊形式，雖然反應時間對於大部分之運動員都是相當重要的，但每種運動的動作發展及特性卻造就了該項目特有的反應能力。

本研究受試者的反應時間平均為 0.46~0.48 sec，相較於湯惠雯（2001）研究在五種不同旋踢動作中，滑步旋踢的反應時間為 0.236 sec；以及周桂名等人（1996）分析跆拳道選手的旋踢動作之反應時間平均是 0.45 sec。顯示本研究受試者比過去研究在反應時間是較慢的；經由實驗影片慢動作看出，本研究多數受試者在踢擊動作開始時，前腳都會有先微抬的動作，之後後腳再開始啟動離地，這前腳的預備動作則會使反應時間變慢，以致本研究之結果較過去研究慢；而選手會出現預備動作之原因，是因在實際比賽中，原本選手都會習慣以跳動方式來準備攻擊，但本研究是讓受試者採用原地預備站姿為準備動作，故受試者在非刻意情況下自然就有了預備動作，蔡葉榮（2008）研究發現，跳動站姿於動作時間、力量及地面反作用力上，有優於預蹲站姿的趨勢，所以跳動站姿有助於跆拳道選手在比賽時能有更佳的攻擊效果。在動作時間方面，相較於湯惠雯（2001）滑步旋踢的動作時間 0.421 sec，而本研究受試者慣用腳與非慣用腳皆是比過去研究快，張榮三（1997）研究發現，腳踢擊過程中，動作前膝關節角度越大，則動作時間也就越長，所以本研究受試者可能

在踢擊前膝關節彎曲的角度比過去研究的受試者要小，故動作上所花的時間就較短。

在慣用腳與非慣用腳反應時間和動作時間之比較方面，僅有 B 受試者的非慣用腳之反應時間顯著的快於慣用腳；而影響兩腳反應時間差異的因素，可能是攻擊時預備姿勢上的不同，會因啟動腳腳尖的方向較為向前，而使得較利於發動攻擊（蘇泰源，2006）；也可能是因下肢柔軟度不同的關係，羅月英（2001）研究指出柔軟度與上端旋踢反應時間達顯著相關，表示柔軟度的好壞會影響反應的快慢。而本研究全體受試者在反應時間、動作時間和攻擊時間皆未達顯著差異，相較於彭皎婷（2007）研究中，慣用腳與非慣用腳於上端旋踢動作中，雖然雙腳肌力與平衡上均無差異，而在雙腳踢擊加速度上，慣用腳在膝部之速度顯著比非慣用腳快，但其它部位則無差異，而本研究只在受試者的腳踝貼上標記點，分析腳從地面到碰擊靶這段期間腳踝之速度，因此本研究受試者在其它部位的速度上可能會有差異，但不在本研究分析範圍內。雙腳間無差異之原因，可能為受試者左右兩邊在練習上較平均，所以不管站姿為哪一面，基本的反應能力都無差異。而在動作時間上，這可能是跆拳道運動攻擊時的得分面，分左右兩個得分面（對手為右腳在後或左腳在後的站姿），所以必須依對手不同的站姿面來發動左腳或右腳的攻擊，而且在比賽時，判斷是否攻擊的時間較短，必須立即做出反應，所以跆拳道運動在兩腳使用的頻率上較為接近，故左右腳的能力差異較小。

## 第二節 慣用邊與非慣用邊前後腳離地時間差與地面反作用力

### 一、前後腳離地時間差

滑步旋踢動作是以後腳啟動蹬地之後滑步向前移動，前腳隨即離地向前向上做踢擊動作，其動作時間包含了滑步動作和攻擊腳踢擊至靶這兩個動作的時間，因此後腳與前腳離地之間的時間差距將會影響到動作時間的長短，當兩腳離地時間差越長，會影響並延後攻擊腳踢中目標的時間，使動作時間變長，本研究結果也出現這樣的趨勢，例如：D 受試者慣用腳與非慣用腳雙腳離地時間差分別為 0.12、0.12 sec，比 E 受試者雙腳離地時間差 0.06、0.05 sec 來得長，而在動作時間上，D 受試者的動作時間（0.32、0.32 sec），也確實的比 E 受試者（0.28、0.28 sec）所花費的動作時間長。所以選手若要縮短動作時間，首先要使滑步動作速度加快，來減少雙腳間離地之時間差。本研究全體受試者滑步旋踢動作於慣用邊和非慣用邊時，其前腳與後腳之離地時間差無顯著差異，表示受試者雙腳間之滑步動作較一致，因跆拳道在步法的運用非常頻繁也很重要，其中滑步步法也是比賽和練習中常使用之動作，故左右兩邊都有相當的步法移位能力。

### 二、前後腳地面反作用力

根據衝量-動量定理： $Ft = mv_2 - mv_1$ ，當力的作用時間不變時，攻擊腿蹬地力量越大，產生的動量變化也越大（蔡葉榮等人，2002）。本研究大部分的受試者在前後腳作用力之比重，為後腳力量大於前腳力量，這是因為後腳是滑步旋踢動

作最先啟動離地之腳，為身體推進向上向前的動力來源；而衝量大小將影響起腳的速度和動作時間，所以要縮短雙腳能迅速離地向前，需增加更多的力量 and 下肢末端的彈力（Tsai 等人, 2005）。本研究發現 E 受試者垂直方向地面反作用力大於 F 受試者，而在於動作時間上也是 E 受試者快於 F 受試者，所以本研究也發現了當地面反作用力越大時，其動作時間也有越短的趨勢。在我們的一般認知裡，腳給予地面反作用力的大小會影響起腳後的速度，也就是說地面反作用力越大速度就會越快，但為了求得更大反作用力，就要儲存更多的能量，相對的就必須花更多的時間在離地上，對於跆拳道運動來說，藉由這種方式來得到更快的速度並不理想，因準備時的動作則會讓對手識破你準備要攻擊，所以過大的地面反作用力則會造成反效果，而跆拳道選手為了縮小攻擊前的預備動作，身體的重心就會保持的較高，使身體在攻擊時上下起伏較小，而在腳啟動離地時，為了能使攻擊腳更快抬離地面，也會藉用身體本身的腰部及屈髖的肌肉用力，來增加腳抬離地面的速度，這樣可免過於依賴地面反作用力的幫助，而暴露自己攻擊的動機。

本研究滑步旋踢動作垂直方向之衝量為 151.58~259.85 N-s，相較於 Tsai 等人（2005）針對前腳下壓踢對地反作用力的研究，所測得最大衝量為 108.20 N-s 來的大，由於滑步旋踢的動作過程中必須雙腳騰空離地，故與無離地之原地動作相比，顯示出垂直方向的地面反作用力對於滑步旋踢動作相當重要。而相較於跳躍離地之動作研究，蔡葉榮（2008）研究跳後踢動作垂直方向之地面反作用力為 1207.6~1706.6 N 之間，前後方向地面反作用力為 440.6~659.1 N 之間，發現

垂直方向之地面反作用力對於滑步旋踢與跳後踢動作都相當重要；而滑步旋踢在前後方向作用力比跳後踢小，可能是兩種動作的腳對地面作用的方向不同所致。在雙腳間的比較方面，本研究在前後腳之垂直方向地面反作用力的資料中，顯示受試者 B 和 D 的非慣用邊在前腳顯著大於慣用邊，但非慣用邊的後腳卻顯著比慣用邊小，與其他受試者相反，另外在前後方向之衝量方面，也僅有受試者 C 是非慣用邊前後腳均大於慣用邊，與其他受試者相反，這結果可能是受試者在訊號亮起時，在非慣用邊的身體重心會有先前移至前腳，然後恢復到中間位置再啟動踢擊的動作所造成，但這對於動作時間似乎沒影響。

### 第三節 攻擊腳之踢擊速度與力量

#### 一、攻擊腳之踢擊速度

踢擊的速度為構成跆拳道比賽中優勢的重要因素之一，速度越快者，就會讓對手可反應的時間越短，而攻擊得分成功率相對就提高。本研究相較於湯惠雯（2001）分析優秀跆拳道選手滑步旋踢的踢擊速度  $4.25 \pm 1.56$  m/sec，顯然高出許多，主要是計算踢擊速度的方式不同所造成，湯惠雯的研究是以腳趾至靶之間的水平距離除以動作時間來獲得踢擊速度，而本研究為了更能求得攻擊腳踢擊過程中，腳實際經過路徑的速度，所以是以腳尖離地至腳踝碰到靶的位置為踢擊距離，顯然與過去研究在計算踢擊速度的方式不同，故在踢擊速度上會比本研究來得慢的原因。

在雙腳間之比較方面，本研究滑步旋踢慣用腳的踢擊速度是顯著大於非慣用腳，相較於錢紀明等人（1984）利用電動計時器測量國家級跆拳道選手六種基本踢擊動作在雙腳的踢擊速度，結果顯示六種動作在左、右腳踢擊速度上並無顯著的差異。而彭皎婷（2007）測得在上端旋踢踢擊的腳踝速度上兩腳也是無差異的。從過去研究發現，在雙腳的踢擊速度都沒太大的差異，而造成本研究雙腳之差異，可能受試者於踢擊時，慣用腳的踢擊軌跡弧度較接近直線，而非慣用腳踢擊的弧度較大，使得踢擊路徑較長，故所花費時間也較長一些，但因本研究僅使用二度空間分析，所以無法得知攻擊腳踢擊的軌跡。另外雙腳肌力的差異也可能是其中原因，Nunome等人（2006）研究在足球踢球腳之足部離開地面至踢擊到球的過程中，發現膝部的肌力和踢擊的速度是有關的，以及膝部肌力的大小會影響踢擊時下肢的速度表現，所以踢擊軌跡弧度及肌力可能是造成本研究兩腳踢擊速度差異之原因，而未來可朝向這方面再做進一步探討。

## 二、攻擊腳之踢擊力量

跆拳道比賽中，在得分的判定上，裁判人員會依踢擊時碰撞護胸的位置及聲音大小來給予按分，所以踢擊的力量越大，承認得分的成份就越高，而且給予對方的威脅性也相對提高，所以攻擊力量也是致勝的關鍵因素之一。

在雙腳間的比較方面，本研究受試者非慣用腳之踢擊力量顯著大於慣用腳，雖然慣用腳比非慣用腳有較佳的踢擊速度，但踢擊力量卻比較小，主要是因為大多的跆拳道選手習慣之慣用腳為右腳，攻擊時會將右腳放在後來執行後腳旋踢

動作，而置於前面的左腳，則發展出屬於前腳攻擊型態的滑步旋踢動作，因此左腳就成為滑步旋踢動作的慣用腳，原本為慣用腳的右腳，在滑步旋踢動作則變成了非慣用腳；因滑步旋踢動作的非慣用腳為原本常使用的慣用攻擊腳，所以可能在踢擊過程中的動作及攻擊腳的肌力上會有所差異，故造成滑步旋踢非慣用腳的踢擊力量會比慣用腳來的大之原因。另外可能是兩腳於末端動作踢擊方式差異所造成，張榮三等人（1997）比較旋踢動作採用一般與屈膝踢擊方法，發現旋踢攻擊動作時的收腿角度、踢中靶角度，以及踢擊動作完成時之膝關節回收角度越小，則會產生越大的踢擊力量。另外在踢擊時，腳踝的細部動作也會影響到踢擊的力量，戴淑華（2006）研究中發現習慣非踮屈者的踢擊力量上顯著大於習慣踮屈者。另外本研究從實驗影片中透過慢動作播放發現，受試者於非慣用腳快撞擊到靶時，受試者的髖部有轉腰動作出現，而在慣用腳則無此情形，柯鳳梅（2001）研究指出，轉腰對於空手道之攻擊力量有幫助，所以因轉腰的施力，而造成非慣用腳於踢擊力量大於慣用腳的原因，可見執行動作的差異會影響作用的力量。

綜合以上的討論，跆拳道優秀選手在腳踢擊之前的動作，雙腳之間的差異並不大，但攻擊腳從離地開始至碰到靶之間的踢擊速度及腳撞擊到靶的踢擊力量上，雙腳間則有明顯的差異，而這差異可能來自雙腳的肌力有所不同，此外在攻擊腳離地之後的過程中，身體腰部的轉動，以及攻擊腳所經過的軌跡與弧度大小，和膝關節與腳踝彎曲的程度，都將是可能影響雙腳間之攻擊腳差異的原因，所以儘管是優秀的跆拳道選手，雙腳間仍是有些微差異的存在。

## 第陸章 結論與建議

### 第一節 結論

運動的技術動作是長年累月的練習與改進才能得到現有的精湛技巧，但在練習過程中，細微的技巧以及個人習慣因素等，都可能影響動作而有所差異。本研究比較優秀選手在滑步旋踢動作中，慣用腳與非慣用腳在踢擊過程中之參數，得到以下結論：

- 一、慣用腳與非慣用腳於攻擊時間上無顯著差異；其反應時間在跆拳道攻擊動作過程中佔有相當重要的成份，在攻擊前的預備動作，身體和腳的姿勢以及身體柔軟度，將會影響反應的快慢。
- 二、當滑步動作階段，前後腳離地時間差越短，踢擊時的動作時間也就越短，所以縮短滑步旋踢動作前、後腳離地之時間差，即前、後腳啟動離地動作用越一致，可使動作時間越短，將讓對手有來不及反應之效果。其非慣用邊於前後腳之離地時間差與慣用邊是無顯著差異。
- 三、滑步旋踢動作之垂直方向作用力力量越大時，則有助於縮短動作時間的趨勢；而垂直方向地面反作用力，慣用腳與非慣用腳則無顯著差異；大部分選手的慣用邊前後腳之地面反作用力力量有大於非慣用邊，僅前腳之垂直方向地面反作用力為非慣用邊比慣用邊大；在前後方向之衡量為慣用邊前腳顯著大於非慣用邊。

- 四、雙腳在踢擊速度與力量上有顯著的差異，慣用腳的踢擊速度比非慣用腳快，但是踢擊力量卻比非慣用腳來的小，在踢擊動作時，身體腰部的轉動、腳膝關節的肌力大小、屈膝的角度及腳踝有無蹠屈姿勢等，是造成雙腳差異之原因。
- 五、滑步旋踢動作在攻擊腳踢擊前，慣用腳與非慣用腳在攻擊各項時間裡並無顯著差異；但在攻擊腳踢擊過程中，則會因雙腳執行動作的不同、肌力的不同以及膝與踝關節角度不同的影響，而使得雙腳踢擊結果出現差異，所以優秀跆拳道選手在雙腳間仍是有差異的存在。

## 第二節 建議

雙腳的對稱發展是有助於運動技術的提昇及突破的，訓練上必須更去注重於人體對稱的均衡發展；就跆拳道運動而言，雙腳的能力一致，可使戰術及技術運用到極致，來提升攻擊能力及得分能力。從本研究得知，慣用腳與非慣用腳在滑步旋踢中，攻擊腳踢擊時，雙腳在速度和力量上有顯著的差異，可能為踢擊姿勢不同所致，所以日後在訓練上，應要注重雙腳在髖部與攻擊腳膝與踝關節之動作，以及攻擊腳膝部之肌力的訓練；在日後研究上，則能針對攻擊腳肢體的動作，來更全面性的分析雙腳間之差異，並能以更符合實際比賽之情境來研究，將能得到更有助於提升跆拳道技術之資訊。

## 參考文獻

### 一、中文部份：

- 中華民國跆拳道協會 (2005)。世界跆拳道聯盟跆拳道競賽規則。台北市：中華民國跆拳道協會。
- 中華民國跆拳道協會編印 (2002)。中華民國跆拳道協會競賽規則。台北市：中華民國跆拳道協會。
- 王世椿、余瑩瑛、徐台閣、徐廣明、陳進龍 (1997)。女子足球選手膝關節等速肌力與膝部伸肌及屈肌傷害之研究。體育學報，24，157-168。
- 林正常 (2000)。運動體適能--反應。2008年6月25日，取自運動生理學網站 <http://www.epSPORT.idv.Tw/epSPORT/fitness/show.asp?repno=61&page=1>
- 林燕慧、許文蔚、黃美涓 (1991)。正常年輕成人膝伸肌與屈肌之等速肌力。中華民國物理治療學會雜誌，16(1)，52-57。
- 林仁彬、江界山、向淑惠 (1997)。跆拳道原地側踢與滑步側踢力量比較。中華民國大專院校八十六年年度體育學術研討會專刊(頁144-153)。台北市：中華民國大專院校體育總會。
- 吳昇光 (2000)。男性正常年輕人股四頭肌等速肌力特性分析。中國醫藥科學雜誌，1(1)，53-61。
- 周桂名 (1996)。跆拳道攻擊動作之反應及動力學分析。未出版之碩士論文，國立體育學院，桃園縣。
- 柯鳳梅 (2001)。轉腰對空手道直線攻擊動作上肢力量的助益。大專體育，52，63-67。

- 洪商來 (1997)。最新跆拳道。高雄縣：世峰出版社。
- 洪佳君 (2002)。2000年雪梨奧運女子跆拳道49公斤以下級比賽之技戰術分析與探討。未出版之碩士論文，中國文化大學，台北縣。
- 洪俊安、張立羣、周桂名 (印刷中)。踢擊動作的慣用腳與非慣用腳之探討。競技運動，10(1)。
- 許峯池 (2002)。2001年第八屆女子世界跆拳道錦標賽中華隊、韓國隊女子組選手的主動攻擊、被動攻擊及得分動作攻擊型態分析研究。未出版之碩士論文，國立臺灣師範大學，台北市。
- 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。
- 彭皎婷 (2007)。青少年跆拳道選手慣用腳與非慣用腳肌力與在旋踢動作中速度和平衡之差異。未出版之碩士論文，國立體育學院，桃園縣。
- 湯惠雯 (2001)。跆拳道不同旋踢攻擊動作之生物力學分析。中華體育，15(2)，90-98。
- 黃秋琴 (2007)。跆拳道兩種360度旋轉動作之運動生物力學分析。未出版之碩士論文，國立台灣師範大學，台北市。
- 黃慶豐 (2006)。2004雅典奧運男子組第一量級跆拳道之技戰術分析。未出版之碩士論文，中國文化大學，台北縣。
- 黃志雄 (2001)。2000年雪梨奧運女子跆拳道第一量級之技戰術分析。未出版之碩士論文，中國文化大學，台北縣。
- 蔡佳良、黃啟煌、吳昇光 (2005)。不同定義之慣用腳靜態

- 平衡能力、對地反作用力及速度之探討。大專體育，7(2)，227-240。
- 蔡葉榮、許志耀(2002)。跆拳道踢擊動作之技術分析。中華體育，16(2)，14-19。
- 蔡葉榮(2008)。跆拳道兩種預備站姿跳後踢之生物力學分析。未出版之博士論文，國立臺灣師範大學，台北市。
- 蔡佳良、黃啟煌(2000)。「慣用腳」的謎思。中華體育，13(4)，14-21。
- 蔡明志(1998)。世界跆拳道錦標賽女子得牌選手攻擊動作型態之攻擊率、得分率及成功率之分析研究。未出版之碩士論文，中國文化大學，台北縣。
- 蔡明志、江界山、陳鴻雁(1998)。女子跆拳道選手各類攻擊動作型態之攻擊率、得分率及成功率分析以第28屆全國大專運動會跆拳道女子甲組比賽為例。大專體育，37，75-82。
- 錢紀明、李志文(1984)。跆拳道腿踢擊動作速度研究。國民體育季刊，13(1)，95-102。
- 劉昭晴(1997)。跆拳道。未出版之碩士論文，國立體育學院，桃園縣。
- 戴淑華(2006)。跆拳道旋踢動作踝關節蹠屈及無蹠屈攻擊力與穩定度分析。未出版之碩士論文，台北市立體育學院，台北市。
- 羅月英(2000)。柔軟度對於女子跆拳道選手上端旋踢及下壓踢踢擊動作之影響。未出版碩士論文，國立體育學院，桃園縣。

蘇泰源 (2006)。優秀跆拳道選手主動與被動空中兩腳旋踢之運動學分析。未出版之碩士論文，台北市立體育學院，台北市。

## 二、西文部份：

Capranica, L., Cama, G., Fanton, F., Tessitore, A. & Figura, F. (1992). Force and power of preferred and non-preferred leg in young soccer players. *Journal of Sports Medicine Physical Fitness*. 32(4), 358-363.

Dorge, H.C., Anderson, T.B., Sorensen, H. & Simonsen, E.B. (2002). Biomechanical differences in soccer kicking with the preferred and the non-preferred leg. *Journal of Sports Sciences*, 20(4), 293-299.

Lee, C. L., Chin, Y. F. & Lin, Y. (2005). Comparing the difference between front-leg and back-leg round-house kicks attacking movement abilities in Taekwondo. *ISBS*, 877-880.

Mendonça, L. D. M., Bittencourt, N. F. N., Guimarães, C. Q., Silva, A. A. D. & Fonseca, S. T. D. (2007). Isokinetic analysis of hamstrings and quadriceps muscles in the male and female taekwondo Brazilian national team. *Proceedings of International Symposium on Biomechanics in Sports* (pp.595-597). 2008年4月26日，取自 <http://w4.ub.uni-konstanz.de/cpa/article/view/553/492>

Nunome, H., Lake, M., Georgakis, A. & Stergioulas, L. K.

- (2006). Impact phase kinematics of instep kicking soccer. *Journal of Sports Sciences*, 24(1), 11-22.
- Tsai, Y. J., Gu, G. H., Lee, C. J., Huang, C. F. & Tsai, C. L. (2005). The biomechanical analysis of the taekwondo front-leg Axe-Kick. In Q. Wang (Ed.), *Proceedings of XXIII International Symposium on Biomechanics in Sports: Volume 1* (pp. 437-440). China: Beijing.
- Vieten, M., Scholz, M., Kilani, H. & Kohloeffel, M. (2007). Reaction time in Taekwondo. *Proceedings of International Symposium on Biomechanics in Sports: Ouro Preto - Brazil* (pp. 293-296). 2008 年 4 月 26 日, 取自 <http://w4.ub.uni-konstanz.de/cpa/article/view/403/463>

## 受試者實驗同意書

研究題目：跆拳道滑步旋踢動作慣用腳與非慣用腳之  
差異

研究人員：洪俊安

研究單位：國立臺灣體育大學(臺中)競技運動學系暨  
碩士班

實驗地點：台北市立體育學院運動器材科技研究所

聯絡電話：0912-381361      [an10556@yahoo.com.tw](mailto:an10556@yahoo.com.tw)

感謝您參與本研究計畫，為了保護您的權益，並協助您決定是否適合參與本研究，請仔細閱讀同意書內容，如有疑問可以隨時提出。

### 研究主題簡介：

跆拳道運動是以腳為主的攻擊動作，在踢擊過程中，踢擊力量與速度是得分的重要關鍵要素。雖然人體是呈現兩側對稱性，但左右邊其實是不相同的，即所謂的慣用側與非慣用側。而在踢擊中端動作時，雙腳間的反應、速度、力量變化是否有差異呢？因此本實驗的目的為比較跆拳道國家隊選手在踢擊滑步旋踢動作時，其慣用腳與非慣用腳間的反應、速度與力量之差異。

### 實驗的程序說明：

- 一、受試者填寫實驗同意書及個人基本資料。
- 二、受試者自行進行熱身活動十五分鐘。
- 三、身著緊身黑色小短褲，男受試者上半身赤膊，女受試者上半身著緊身黑色上衣(或運動內衣)，並在受試者下半身的關節處貼標誌點。
- 四、受試者踢擊時面對目標(移動式踢靶)，雙腳分別站在兩塊測力板上，攻擊腳在前，實驗前左右腳各進行三次試踢。
- 五、正式實驗開始，首先受試者靜止站立於測力板上，由研究員發出「預備」口令後，等待光源亮時則立刻反應踢擊，踢擊動作完成後則靜止，等待口令再站回原位，每腳各做五次踢擊。

本人\_\_\_\_\_在完全詳讀與理解上述之內容後，同意參與本實驗。並願配合填寫一份個人資料表。

受試者簽名：

日期： 年 月 日



附錄三

受試者運動學原始資料

受試者	攻擊腳	反應時間 (sec)	動作時間 (sec)	攻擊時間 (sec)	前後腳離地時間差 (sec)	踢擊速度 (m/sec)
A	慣用腳	0.455	0.2965	0.7515	0.083	8.89
		0.446	0.2888	0.7348	0.081	8.2
		0.395	0.2897	0.6847	0.082	8.24
		0.4	0.2847	0.6847	0.083	7.65
		0.432	0.2861	0.7181	0.085	7.46
	非慣用	0.425	0.2931	0.7181	0.027	6.92
		0.416	0.3021	0.7181	0.075	7.15
		0.387	0.3144	0.7014	0.084	6.92
		0.425	0.3098	0.7348	0.086	7.18
		0.423	0.2951	0.7181	0.081	7.3
B	慣用腳	0.501	0.3006	0.8016	0.064	6.5
		0.55	0.3184	0.8684	0.08	7.87
		0.525	0.2933	0.8183	0.059	7.22
		0.523	0.2786	0.8016	0.067	7.13
		0.494	0.2909	0.7849	0.052	7.18
	非慣用	0.434	0.3175	0.7515	0.057	6.98
		0.445	0.2898	0.7348	0.055	7.16
		0.43	0.2881	0.7181	0.064	7.37
		0.396	0.2887	0.6847	0.055	7.23
		0.413	0.2884	0.7014	0.063	7.57
C	慣用腳	0.412	0.3729	0.7849	0.077	8.73
		0.551	0.2673	0.8183	0.084	8.85
		0.508	0.2769	0.7849	0.093	8.82
		0.514	0.2876	0.8016	0.098	8.97
		0.526	0.309	0.835	0.101	9.18
	非慣用	0.507	0.2946	0.8016	0.083	8.77
		0.57	0.2984	0.8684	0.093	8.58
		0.511	0.2673	0.8183	0.085	8.72
		0.622	0.2965	0.9185	0.095	8.94
		0.493	0.2919	0.7849	0.088	8.74

受試者運動學原始資料(續)

受試者	攻擊腳	反應時間 (sec)	動作時間 (sec)	攻擊時間 (sec)	前後腳離地時間差 (sec)	踢擊速度 (m/sec)
D	慣用	0.501	0.3173	0.8183	0.119	8.16
		0.467	0.3346	0.8016	0.122	7.76
		0.427	0.3412	0.7682	0.138	8
		0.49	0.2949	0.7849	0.125	8.39
		0.374	0.3278	0.7018	0.132	8.84
	非慣用	0.474	0.3276	0.8016	0.12	7.8
		0.421	0.3138	0.7348	0.113	8.13
		0.43	0.3215	0.7515	0.125	8.27
		0.459	0.3259	0.7849	0.119	8.81
		0.366	0.302	0.668	0.123	8.44
E	慣用	0.522	0.2796	0.8016	0.074	7.55
		0.52	0.2983	0.8183	0.072	7.71
		0.549	0.286	0.835	0.069	7.64
		0.539	0.2793	0.8183	0.061	7.78
		0.532	0.2529	0.7849	0.063	7.67
	非慣用	0.501	0.2839	0.7849	0.059	6.99
		0.51	0.2749	0.7849	0.058	7.37
		0.51	0.2582	0.7682	0.033	6.99
		0.552	0.283	0.835	0.05	6.88
		0.486	0.2822	0.7682	0.036	8.91
F	慣用	0.437	0.3312	0.7682	0.125	7.62
		0.485	0.2999	0.7849	0.109	8.02
		0.5	0.3016	0.8016	0.117	8
		0.36	0.3247	0.6847	0.128	7.98
		0.371	0.3304	0.7014	0.126	7.63
	非慣用	0.477	0.3413	0.8183	0.132	7.04
		0.401	0.3338	0.7348	0.112	6.99
		0.509	0.2592	0.7682	0.116	7.07
		0.443	0.3419	0.7849	0.113	6.64
		0.388	0.3468	0.7348	0.132	7.07

附錄四

受試者動力學原始資料一

受試者	攻擊腳	垂直方向地面 --後腳 (N)	前後方向地面 --後腳 (N)	垂直方向地面 --前腳 (N)	前後方向地面 --前腳 (N)		
A	慣用	1841.38	807.35	1546.08	422.31		
		1761.44	775.63	1250.89	311.41		
		1289.35	550.66	922.76	246.25		
		1165.56	509.86	1040.28	258.61		
		2157.09	874.14	1407	241.54		
	非慣用	1884.55	704.15	1211.96	304.7		
		1570.55	696.19	1602.07	413.49		
		1589.89	605.11	846.06	127.15		
		1455.26	624.25	833.75	207.7		
		1517.24	651.75	895.84	295.56		
		B	慣用腳	1958.75	763.28	1404.15	150.18
				1697.91	641.48	1387.47	157.47
				1787.94	634.46	1242.13	163.02
				1748.57	676.12	1275.61	157.56
1617.29	543.5			1158.23	161.67		
非慣用	1571.79		681.23	1893.6	260.25		
	1391.87		563.37	1769.44	376.79		
	1457.87		620.59	2053.82	462.49		
	1334.85		561.39	1425.95	156.97		
1401.99	616.29	1425.86	166.76				
C	慣用腳	1469.66	501.05	1344.63	215.23		
		1781.7	748.25	1093.1	297.63		
		1544.24	591.32	1076.65	205.12		
		1935.72	895.18	1115.47	206.6		
		1639.51	630.02	1003.16	283.71		
	非慣用	1989.97	923.89	1238	174.7		
		1711.35	713.88	1305	182.82		
		2023.68	895.96	1281.72	237.62		
		1502.85	661.21	1344.53	218.67		
		2199.34	1045.05	1255.42	236.11		

受試者動力學原始資料一(續)

受試者	攻擊腳	垂直方向地	前後方向地	垂直方向地	前後方向地
		面反作用力 --後腳 (N)	面反作用力 --後腳 (N)	面反作用力 --前腳 (N)	面反作用力 --前腳 (N)
D	慣用	1407.22	570.67	980.3	147.34
		1362.08	574.17	1025.91	294.02
		1235.01	550.76	980.56	161.46
		1382.65	624.94	924.12	223.6
		1240.07	531	1059.7	460.59
	非慣用	970.72	425.2	1451.48	290.65
		981.2	423.46	1143.42	259.6
		991.3	456.99	1289.14	345.33
		947.51	402.35	1361.6	365.64
		785.57	380.06	1176.64	138.35
E	慣用	1592.84	636.35	2114.7	625.8
		1652.83	616.15	1649.68	468.67
		1697.62	663.27	2053.06	485.23
		1608.26	630.01	1634.45	338.66
		1894.32	738.67	1004.42	290.34
	非慣用	1569.34	511.29	1680.91	229.94
		1636.23	733.49	772.48	271.81
		1787.67	655.73	2136.96	330.77
		1496.06	467.94	1557.54	285.88
		2167.25	504.81	1540.5	280.21
F	慣用	1251.31	441.6	1014.1	274.63
		1577.34	623.9	951.12	140.75
		1393.06	493.37	951.9	149.38
		988.31	396.2	933.68	133.45
		1229.53	439.27	1030.2	166.25
	非慣用	1634.86	520.47	923.71	147.51
		1190.27	433.99	1042.65	137.32
		1591.72	612.76	1024.66	132.63
		1571.47	509.9	1030.38	143.26
		1196.03	463.05	1133.42	131.76

附錄五

受試者動力學原始資料二

受試者	攻擊腳	後腳垂直 方向衝量 (N-s)	後腳前後 方向衝量 (N-s)	前腳垂直 方向衝量 (N-s)	前腳前後 方向衝量 (N-s)	踢擊力量 (g)		
A	慣用	269.09	104.03	67.53	11.53	35.2		
		260.25	98.68	70.26	15.3	36.04		
		184.58	66.49	187.24	23.9	32.21		
		162.38	60.44	211.85	28.53	37.73		
		247.26	94.14	89.38	11.38	32.21		
	非慣用	228.01	77.51	80.74	13.41	42.11		
		236.6	81.15	89.15	16.88	42.88		
		209.79	67.75	154.03	16.92	36.01		
		220.32	73.75	165.54	16.72	38.89		
		226.3	75.62	96.73	16.32	39.97		
		B	慣用	305.66	93.69	209.29	9.84	42.27
				325.3	101.71	223.5	13.27	42.76
333.15	95.77			195.64	16.25	39.83		
315.54	94.46			215.76	16.15	42.49		
308.85	82.69			183.12	17.63	40.89		
非慣用	265.23		83.84	114.37	4.02	41.78		
	266.7		82.03	113.56	10.26	45.93		
	248.52		80.58	119.63	14.3	45.52		
234.43	75.66	111.33	13.97	41.46				
240.45	79.45	115.34	15.06	46.68				
C	慣用	288.1	83.48	236.02	9.29	50.51		
		313.37	101.35	249.4	13.71	48.96		
		295.1	95.17	237.01	12.57	51.96		
		295.5	102.34	249.26	10.82	45.3		
		309.71	99.56	238.22	19.2	40.93		
	非慣用	314.66	107.02	229.52	19.42	51.16		
		344.6	114.37	247.23	17.86	47.09		
		325.6	110.13	221.06	17.74	47.41		
		348.9	118.98	285.99	21.99	49.45		
		312.82	112.68	225	22.4	48.63		

受試者動力學原始資料二(續)

受試者	攻擊腳	後腳垂直 方向衝量 (N-s)	後腳前後 方向衝量 (N-s)	前腳垂直 方向衝量 (N-s)	前腳前後 方向衝量 (N-s)	踢擊力量 (g)
D	慣用	249.01	90.37	128.65	9.58	33.29
		237.81	90.89	118.97	9.84	25.84
		193.64	77.18	144.5	17.44	32.06
		224.58	89.42	134.88	21.3	37.16
		194.62	78.39	134	16.85	25.53
	非慣用	202.65	75.12	165.57	3.7	45.48
		185.58	72.47	148.75	3.58	42.2
		176.69	69.28	167.43	4.33	50.88
		198.18	74.71	167.91	8.47	47.89
		132.45	57.11	246.57	7.47	45.65
E	慣用	296.42	97.65	77.79	11.84	36.83
		278.59	86.54	90.54	14.76	43.81
		302.43	100.13	81.58	18.19	42.07
		301.62	94.92	62.78	15.65	41.99
		296.87	92.56	67.39	17.4	39.67
	非慣用	275.17	75.76	79.89	4.15	47.33
		265.81	77.33	70.78	7.04	46.93
		270.7	70.28	82.98	5.19	43.43
		272.3	66.7	108.92	4.64	47.05
		256.84	69.6	77.24	5.85	47.04
F	慣用	175.81	52.86	144.33	21.83	30.9
		225.62	71.97	133.45	5.22	36.03
		219.88	64.69	245.8	15.86	34.33
		143.59	48.02	250.43	20.29	26.05
		156.19	50.06	234.84	17.52	33.78
	非慣用	246.45	62.9	115.63	10.82	41.5
		189.57	53.38	205.67	6.73	45.73
		201.77	58.4	130.24	8.74	43.92
		222.42	55.51	130.64	5.67	46.63
		145.78	48.21	319.63	12.38	48.73