

國立臺灣體育運動大學競技運動學系
碩士學位論文

排球單、雙腳移位攻擊起跳動作運動學分析
THE KINETIC ANALYSIS OF MOVING SPIKE BY USING
ONE-LEG AND TWO-LEGS



研究生：莊明叡 撰
指導教授：高明峰 博士

中華民國 102 年 1 月

摘要

本研究旨在分析排球單、雙腳移位攻擊動作運動學表現，其主要目的為探討排球單、雙腳移位攻擊時位移速度、起跳速度、起跳膝關節角度與起跳高度差異情形。本研究以國立臺灣體育運動大學公開一級男子排球隊選手為受試對象，每人分別以單腳與雙腳兩種起跳方式進行分析。本研究以 Silicon Coach 動作分析系統進行分析，以成對樣本 t 檢定分析各項參數（單、雙腳起跳攻擊的位移速度、起跳速度、起跳膝關節角度和起跳高度）差異，統計顯著水準定為 $\alpha = 0.05$ 。經資料處理與結果分析討論之後，獲得下列研究發現：單腳位移速度（ $2.38 \pm 0.04 \text{ m/s}$ ）明顯快於雙腳位移速度（ $2.28 \pm 0.07 \text{ m/s}$ ）（ $p < .01$ ）；單腳的起跳速度（ $0.43 \pm 0.01 \text{ s}$ ）表現明顯優於雙腳起跳速度（ $0.61 \pm 0.03 \text{ s}$ ）（ $p < .001$ ）；起跳膝關節角度方面，雙腳起跳（ $118.55 \pm 7.42^\circ$ ）度顯著低於單腳起跳角度（ $144.29 \pm 4.73^\circ$ ）（ $p < .01$ ），但是單腳的起跳高度（ $0.65 \pm 0.07 \text{ m}$ ）則顯著低於雙腳的起跳高度（ 0.70 ± 0.09 ）（ $p < .05$ ）。單腳起跳攻擊有較佳的位移速度與較短的攻擊時間，建議各級教練人員可嘗試讓選手針對單腳移位攻擊進行訓練，進而幫助球隊發展更多元的進攻戰術。

關鍵詞：單腳起跳、移位攻擊、速度

Abstract

The aim of this study is to determine physical performance of volleyball game by using one leg jump or two legs jump spike. We analysis the differences of period, velocity, angle of knee joint and height. All the candidates are the open grade division one volleyball players in National Taiwan University of Physical Education and Sport. Silicon Coach software to catch the data in this study. Paired-t test was used to analysis the differences between parameters which including the velocity of movement, the velocity of jumping, the angle of knee joint and the height. The statistically significant difference(α) is 0.05. This results are follows: the velocity of movement by using one-leg ($2.38 \pm 0.04 \text{m/s}$) is faster than using two-legs ($2.28 \pm 0.07 \text{m/s}$) ($p < .01$); the velocity of jumping by using one-leg ($0.43 \pm 0.01 \text{s}$) is faster than that of two-legs ($0.61 \pm 0.03 \text{s}$) ($p < .01$); the angle of knee joint by using two-legs jump ($118.55 \pm 7.42^\circ$) is lower than using one-leg ($144.29 \pm 4.73^\circ$) ($p < .01$); however, the height of one-leg ($0.65 \pm 0.07 \text{m}$) is lower than that with two-legs (0.70 ± 0.09) ($p < .05$). Moving spike with one-leg has faster moving velocity and shorter spike timing. We suggest all trainers could arrange more practice on one-leg moving spike, which could help the ball team to arrange different tactic.

Key words: one-leg jumping, moving spike, and velocity.

謝 誌

時光飛逝，在臺灣體大碩士班的日子隨著本論文的完成即將結束。首先要感謝指導教授：高明峰博士，在碩班期間對我和藹及親切的指導，讓我了解如何歸納、統整及撰寫論文的方法，且細心指導整個研究的過程。感謝排球隊教練兼口試委員吳忠政老師在碩班期間的指導與鼓勵，如長兄般的照顧我，即使在異鄉，也讓我倍感溫暖。也特別感謝口試委員，中國醫藥大學體育室主任鄭國平老師前來擔任口試委員，並在過程中給予許多寶貴建議，使本論文更為完整及嚴謹，萬分感激，在這也要特別感謝在碩班一年級時擔任協同指導教授及論文計畫大綱口試委員的張力羣老師，雖然只有短短的幾個月但也讓我受益良多。

感謝臺灣體大男子排球隊的學弟，有你們的參與，使得研究能順利完成。也感謝在研究所就讀的兩位導師吳昇光與石佑翎老師，和系辦佩欣學姊給予的照顧與鼓勵，還有在這幾年當中陪我熬夜趕報告過無數個夜晚的同學們。

最後感謝親愛的爸爸和媽媽給予的無數鼓勵、關心，是我最大的後盾，讓我無後顧之憂的完成學業。

莊明叡 謹誌

中華民國一百零二年一月

目次

中文摘要	I
英文摘要	II
謝誌	III
目次	IV
表次	VI
圖次	IV
第壹章 緒論	1
第一節 研究背景	1
第二節 問題背景	3
第三節 研究目的	3
第四節 研究假設	4
第五節 研究範圍與限制	4
第六節 名詞操作型定義	4
第貳章 文獻探討	6
第一節 排球攻擊技術相關之探討	6
第二節 單腳起跳攻擊之優勢	9
第三節 單腳起跳動作相關研究之探討	11
第四節 文獻總結	13
第參章 研究方法與步驟	14
第一節 研究對象	14
第二節 實驗時間與地點	15
第三節 實驗儀器與設備	15
第四節 場地佈誌	16
第五節 實驗流程與步驟	18

第六節	資料處理	20
第肆章	結果	21
第一節	研究參與者基本資料	21
第二節	單、雙腳起跳運動學參數差異比較	22
第三節	單、雙腳起跳運動學各參數相關	28
第伍章	討論	30
第陸章	結論與建議	33
參考文獻	34
中文部分	34
英文部分	37
附錄	受試者同意	38

表 次

表 1 研究對象基本資料	14
表 2 受試者基本資料表	21
表 3 單、雙腳位移與起跳參數表	23
表 4 單腳起跳各項參數相關表	28
表 5 雙腳起跳各項參數相關表	29

圖 次

圖 1	虛擬場地佈誌圖	16
圖 2	實體場地佈誌圖	17
圖 3	研究流程圖	19
圖 4	單、雙腳位移速度比較圖	24
圖 5	單、雙腳起跳速度比較圖	25
圖 6	單、雙腳起跳膝關節角度比較圖	26
圖 7	單、雙腳起跳高度比較圖	27

第壹章 緒論

第一節 研究背景

排球運動的發展至今已有百年歷史，從最基本的簡單傳接球演變為現今的強力排球，在充滿高張力及高強度的國際排球賽上，除了精彩的防守救球外，就以扣球攻擊動作最吸引人，也是比賽中得分的方法之一。近年來，排球規則也有部份修改，1995年取消了發球區3公尺的限制、1998年增加了自由球員到了1999年則實施落地得分制。比賽規則改為落地得分之後得分手段中又以扣球的60%為最高（張桂青，2000）。排球運動戰術的發展日新月異且發展迅速，從早期單獨的前排扣球演變至今的立體進攻戰術，各隊除了呈現強力發球與強力扣球外，攻擊型態也從早期的高球打法發展至快攻、時間差進攻、後排攻擊等技術，國際各國更以短、平快球之攻擊型態為發展方向，使排球運動進攻技、戰術快速又多變，複雜且多樣。目前我國男子排球以時間差與空間差等攻擊戰術為常用之進攻策略。單腳移位攻擊俗稱「單腳背飛」（backward flight），也可簡單稱為背飛。然而從1981年大陸女子排球隊開始使用的單腳跳躍扣球（背飛）技術是由中國男排所發明的一項空間差扣球技術（郭為民，1995；李安格，1987；郭立平，1988）。過去排球比賽中的高舉高打，進階變成如今的平快攻擊方式，同時也創造越來越多不同的助跑和起跳方式，主要目的就是為了要突破對方的攔網障礙及增加對手的防守困難度，由此可見攻擊的助跑及速度在比賽中佔有相當重要的地位。比賽中如無技巧性的扣球變化，而只是單純的強扣，將不會有效果（洪盛朗，1982），在一般

排球場上所看到的各種扣球技術中，都是以雙腳著地起跳為主，在 1981 年大陸女子排球隊就開始使用的單腳移位跳躍的扣球技術就是其中一種（郭為民，1995）。因單腳移位攻擊的攻擊點較多，節奏也比雙腳要來的快，在比賽時有利於避開對方的攔網。在助跑的步伐，也可應距離不同而有所增加和減少。余年華（2006）與韓素萍（2009）的研究中發現，國內外女子排球選手在主動進攻技術表現中，雖然四號位置長攻為主要攻擊技術，但得分率最佳的是二號位置移位單腳跳躍攻擊。而現今國內男子排球選手只有少數使用移位單腳跳躍攻擊技術，因多數男排選手認為單腳起跳扣球的效果比雙腳差，進而影響其進攻效果（郭權、柴全義，2003）。

吳忠政、莊明叡（2010）提出男子選手先天身體素質較女子選手佳的情況下，推論男子排球選手之助跑移位速度表現可比女子選手佳，同時單腳起跳之助跑速度應可比雙腳起跳之助跑速度來的更快。較快之助跑移位速度除了可幫助攻擊起跳外，在現今講求快速移位以及多變的進攻戰術下，男子排球選手以快速移位的單腳起跳方式進行攻擊，將可為球隊爭取更佳之時效性與空間性之攻擊。若能將此移位單腳跳躍攻擊技術應用於男子排球比賽中，應可使球隊之進攻戰術更佳靈活與多變。

韓素萍（2009）在北京奧運會中獲得前四名的隊伍裡，進行攻擊效果分析中大陸隊和美國隊快攻手使用單腳移位攻擊次數最多成功率也最高。

綜觀國際排球比賽中，可以發現國內排球選手的身高在

國際上處於劣勢，如果要在成績上有所突破，必須將訓練重心移至技術和戰術上，才能彌補臺灣選手在身高上的缺陷；因此本研究將探討不同起跳方式對於助跑攻擊的各項運動學表現為何，希望能藉此了解單腳起跳攻擊動作的表現情形，以提供作為國內排球訓練的參考指標。

第二節 問題背景

以目前排球比賽場上贏球的趨勢就是以多變化的強力的攻擊技術，無論在男子組的比賽或女子組的比賽都是一樣，因國內不論男排、女排身材普遍都不如歐美國家的選手，所以必須增加技戰術的變化來幫助球隊贏球。因此本研究希望藉由探討單、雙腳起跳的方式，並分析其優劣處，期望能提供往後臺灣排球選手與教練作為單腳起跳攻擊訓練的參考指標。

第三節 研究目的

本研究目的旨在探討單腳移位攻擊與雙腳移位攻擊之動作技術分析，並研討出以下要項：

- 一、探討單腳移位攻擊的起跳速度是否與雙腳移位攻擊的起跳速度有差異。
- 二、探討單腳移位攻擊的起跳膝關節角度是否與雙腳移位攻擊的起跳膝關節角度有差異。
- 三、探討單腳移位攻擊的位移速度是否與雙腳移位攻擊的位移速度有差異。
- 四、探討單腳移位攻擊的起跳高度是否與雙腳移位攻擊的起跳高度有差異。

- 五、探討單腳移位攻擊的位移速度、起跳速度、起跳膝關節角度、起跳高度是否有相關。
- 六、探討雙腳移位攻擊的位移速度、起跳速度、起跳膝關節角度、起跳高度是否有相關。

第四節 研究假設

本研究主要探討排球選手單腳及雙腳移位攻擊起跳速度及膝關節角度的影響為何：

- 一、單腳移位攻擊的起跳速度較快於雙腳移位攻擊的起跳速度。
- 二、單腳移位攻擊的起跳膝關節角度大於雙腳移位攻擊的起跳膝關節角度。
- 三、單腳移位攻擊的位移速度較快於雙腳移位攻擊的位移速度。
- 四、雙腳移位攻擊的起跳高度較高於單腳移位攻擊的起跳高度。

第五節 研究範圍與限制

一、研究範圍

(一) 研究對象：以國立臺灣體育運動大學公開一級男子排球隊選手為受試對象，慣用手皆為右手。

(二) 研究變項：

- 1. 單、雙腳移位攻擊起跳速度分析。
- 2. 單、雙腳移位攻擊起跳膝關節角度分析。
- 3. 單、雙腳移位攻擊位移速度分析。
- 4. 單、雙腳移位攻擊起跳高度分析。

二、研究限制

- (一) 研究過程中，激勵受試者盡最大努力完成該項動作測試，因本研究是利用固定式球架，球的高度一定，不會依舉球員舉出的球速度及高度的增加或減少。
- (二) 因本研究受試者為 6 名大專公開一級選手，研究結果對於公開一級選手較能有實用性，對於乙組球員效果會有所限制。
- (三) 本研究在實驗過程中所需的時間會造成參與者一定程度的干擾，對在激烈比賽中環境有所不同。
- (四) 研究參與者在研究前三個月內皆正常參與球隊訓練。
- (五) 研究前，對於參與者之生活作息只盡力要求配合，並未加以限制。

第六節 名詞操作型定義

- 一、位移速度：本研究將位移速度定義為從助跑開始至最後起跳下蹲之前，所測得之位移速度。
- 二、起跳膝關節角度：起跳時下蹲到最低點時，髖關節、膝關節與踝關節三點所形成之夾角。
- 三、起跳速度：當單腳之起跳腳著地瞬間至起跳離地瞬間與雙腳跳躍之先行腳踏入至起跳離地瞬間之時間。
- 四、起跳高度：當起跳最高點髖關節高度減掉站立髖關節高度。

第貳章 文獻探討

本章將統整過去文獻資料來分析排球攻擊單、雙腳間的差異。內容主要分別為排球的攻擊技術、單腳起跳攻擊的優勢以及攻擊起跳動作，以及最後的文獻總結，依各相關的文獻做完整的探討。

第一節 排球攻擊技術相關之探討

在排球比賽中，攻擊是得分的主要關鍵，所以排球攻擊的成功率，直接影響了比賽的勝負。排球規則從發球得分改為落地得分制後，排球比賽的型態大幅改變，因一落地對方即會得分，所以必須把握每一次的得分機會，因此排球攻擊的威力和成功率以及戰術的運用將變得相對重要。排球選手的個人攻擊能力將會直接影響到球隊進攻戰術的成效；排球攻擊技術可分為單、雙腳攻擊動作，一般傳統的攻擊動作係以雙腳起跳為主，但由於雙腳起跳的攻擊型態路線較為單調且又礙於無法進行複雜及多變的戰術，所以進攻能力非常有限。

在排球比賽得分位置相關研究中，林顯丞（2004）針對2003年亞洲男子排球四強挑戰賽的隊伍進行進攻戰術分析的研究發現，前排攻擊績效表現是以三號位置快攻型態及二號位置的強攻為最好；在林獻龍（2004）針對2002年釜山亞運男子排球前六強隊伍進行攻擊型態的研究發現，除了四號位置的應用扣球次數為最多之外，二號位置的強攻及修正球攻擊的應用次數為次之；而在鄭強（2009）以2008年亞洲青年女子排球錦標賽前四名隊伍進行研究發現，二號位置的攻

擊得分績效表現為最佳；另在林杏麗與陳麗蘋（2004）針對2003年世界青少年女子排球錦標賽的隊伍進行研究發現，四號位置的攻擊運用次數為最高，二號位置的攻擊應用次數為次之，在扣球型態效率方面是以長高球為最佳、其次則是二號位置的D式快攻，在扣球位置實質效率方面是以二號位置的D式快攻為次優攻擊位置。從前述相關研究可得知，不論男子或是女子排球比賽中，二號位置的攻擊在應用情形與得分績效等方面皆佔有重要的地位。

在二號位置的攻擊型態除了長高球攻擊之外，是以女子排球常運用的單腳跳躍攻擊為最具代表性。在1981年大陸女子排球隊第一次有選手使用單腳跳躍的攻擊型態（郭為民，1995），此項技術對於排球運動可說是一大突破。單腳起跳多半為快攻型式的攻擊型態，可於空中移位近2公尺的距離，此法不但能增加排球選手的攻擊路線，也能進行更多複雜且多變的戰術。黃娟娟（1995）在1994年世界女子排球錦標賽中，測得九種攻擊技術表現中，以單腳移位攻擊失誤率最低僅有7.6%，這表示在高層級的比賽中單腳移位攻擊是一項很好的得分武器。吳忠政、莊明叡（2010）指出單腳攻擊可製造出對方攔網者空間錯位的優勢，達成欺敵的效果。以慣用手為右手的選手為例，攻擊手從四號位置向三號位置助跑，在舉球員前面以單腳方式起跳後，於空中移位至舉球員的後方並擊出C式快攻（背向），此動作可欺騙對方攔網球員誤以為攻擊手是要作A式（正向）快攻的攻擊；再者以相同方式，攻擊手從二號位助跑至三號位置時，在舉球員的後方作假跳的動作以雙腳著地的方式，以要打C式快攻的動作跟時間作假動作誘使對方移動來攔網，在以最快的單腳移位

起跳方式往右邊的二號位置，將舉球員舉出的背後平球擊出，此時對方就算沒跳起攔網，在想移動前來攔網時，攻擊手已將球從二號位置擊出。相對比較下雙腳在做此移位動作時，在空中位移距離沒有單腳來的遠。Coleman (1993) 表示，排球起跳攻擊可分為以下六個階段：助跑、擺臂、起跳、飛行、擊球動作和著陸恢復。他們研究了 10 名在 1991 舉辦的世界大學運動會中的男性排球運動員。在他們的研究報告中，起飛時的質量中心的平均垂直速度為 3.59m/s 和跳躍的高度為 0.62 公尺。Saunders (1980) 的研究則提到助跑速度影響雙腳垂直跳的表現。3 名排球隊員和 3 名籃球運動員擔任研究對象，研究發現，雙腳起跳的垂直速度所測量到的高峰值是當助跑速度達到最大衝擊速度的 50% ~ 60%，而單腳起跳的垂直速度所測到的高峰值是當助跑速度可增加至最大衝擊速度的 60 ~ 70%。Vint & Hinrichs (1996) 的研究是利用 14 名男性學生作為研究對象，進行單、雙腳垂直跳的動作分析，結果發現在騰空期，單腳起跳的水平速度明顯高過雙腳起跳 (分別為 1.88m/s ; 1.01m/s)，即為單腳跳在騰空期的移位動作及瞬間速度都比雙腳起跳來的還要遠和快速。

第二節 單腳起跳攻擊之優勢

排球攻擊動作是一項需要搭配多項技術配合來達成的，在一場高水準比賽中，當兩隊的發球、接發球、舉球、攔網、防守都不相上下時，如有一隊攻擊節奏較另一方來的快，將可突破對方的攔網和防守，以增加勝利的機率。有效率的應用助跑可以增加起跳速度及高度，過去的研究發現雙腳起跳的助跑水平速度為 3.14m/s，而單腳起跳助跑水平速度為 3.77m/s，明顯可以看出單腳水平速度要比雙腳來的快（Vint & Hinrichs, 1996）。另一研究中針對單腳起跳攻擊助跑動作的分析，結果發現單腳跳的助跑速度平均高達 4.477 ± 0.776 m/s，以中國的縣隊主力為例（鄭紅波、耿福權，2005）。用不同兩種助跑方式攻擊時，單腳攻擊最後一步起跳至空中扣球花 0.38 秒而雙腳攻擊要花 0.52 秒，單腳和雙腳比較下快了 0.14 秒，所以也證明了單腳跳躍扣球在起跳時間上較快於雙腳跳要扣球（林芳英，1994）。又另一學者也指出單腳移位攻擊最後起跳動作，不用與雙腳起跳一樣有雙腳併步擺臂的動作，而是右手直接拉起，因此在扣球的時間上快了雙腳起跳攻擊 0.2 秒的時間（郭為民，1995）。賴永成（1997）在分析單腳移位攻擊與雙腳移位攻擊起跳時，單腳移位攻擊在助跑動作完成後身體重心的橫移速度大於雙腳移位攻擊。從趙國玖（1994）早期的研究指出，男子排球選手運用單腳跳躍方式於起跳後在空中移位幅度明顯優於雙腳跳躍方式。同時林竹茂（1999）亦指出男子排球選手運用單腳方式起跳後於空中可飛行將近 3 公尺遠的距離，而女子排球選手則約為將近 2 公尺遠的距離。而在張歡（1998）及裘雅麗（1994）等人的研究中，指出單腳跳躍技術的助跑距離不可過長，從起跳

點至落地點的距離應在 2.4~2.9 公尺的範圍內較為適當，同時助跑速度應避免速度太快以免影響身體往上跳起之高度。

從以上相關研究可得知，單腳移位攻擊除了在速度上的優勢外，當攻擊手和球的方向是相反時，扣球的點是比較少的，相反的向舉球員後方作攻擊動作時，人和球都是往同一方向移動可以有很多的出手點，並在同一助跑距離中當舉球員舉出兩顆相同的球時，用於單腳攻擊選手可以較雙腳的選手慢一點的時間出發，在快節奏的比賽中給予充分時間準備，相對攻擊時間縮短也造成對方攔網的困難度。

第三節 單腳起跳動作相關研究之探討

一場正式的排球比賽中，每位攻擊手的起跳次數總合約 200 至 300 次（陳松，1996）。攻擊手在起跳前將水平速度轉換成垂直速度來增加起跳高度，所以有良好的起跳高度是每一位優秀攻擊手應該具備的。擁有良好的起跳高度，除了先天條件好，再加上後天練習之外，助跑動作的流暢度也會影響起跳高度，因可幫助在起跳前有好的動能與速度（張恩崇，2001）。過去研究中發現國內男子優秀排球隊員，平均助跑末速度為 6.55m/s，在研究中發現幫助球員增加起跳之動能最多的動作為助跑動作（張資榮，1982）。在林芳英（1994）針對單、雙腳跳躍扣球研究結果發現，單腳跳躍扣球的最後一步從著地到空中完成扣球僅需 0.38 秒，而雙腳跳躍扣球因為需要等到第二隻腳著地後才能起跳的關係，故從起跳到完成扣球則需要到 0.52 秒。同時在莊仲庭（2007）針對國內女子大專甲組排球選手進行單腳跳躍扣球動作分析的研究發現，所測出單腳跳躍扣球的平均起跳時間為 0.29 秒，並指出欲提升起跳高度則需加快身體重心水平及垂直速度，且於起跳時的身體重心不宜降於過低，將可減少起跳時間所需時間。而在賴永成（1997）針對女子排球選手移位扣球兩種不同起跳動作的分析結果發現，單腳跳躍扣球的起跳時間僅需 0.22 秒，而在雙腳跳躍扣球方面則為 0.32 秒，並指出單腳跳躍在空中動作期的橫向位移明顯大於雙腳跳躍的方式，且其起跳時間及空中完成攻擊的時間皆比雙腳跳躍動作快，因此單腳跳躍扣球的型態是有利於現今發展快速進攻戰術的排球比賽。

在黃長福（1994）以大專男子排球隊選手的研究中發現，

下蹲角度之髖關節角度為 125.6° 、膝關節角度 101.6° 而踝關節角度為 80.8° ；且另一研究結果也相同發現雙腳起跳扣球的下蹲角度之髖關節為 113.5° 、膝關節角度 107.7° 而踝關節角度 77.9° （張資榮，1982）。由上述雙腳攻擊跳躍時的下蹲角度可以發現髖關節角度平均為 $119.58^{\circ} \pm 9^{\circ}$ 、膝關節角度為 $104.68^{\circ} \pm 4^{\circ}$ 、踝關節角度 $79.1^{\circ} \pm 2^{\circ}$ 。

在其他單腳跳躍方式的相關研究中，張志銘（1993）以四名優秀跳高選手做為研究對象，以背向式做為實驗動做，研究結果發現膝關節下蹲角度平均為 158° ；膝關節起跳角度為 168° ，可以得知單腳起跳時下蹲及起跳的膝關節角度皆大於雙腳起跳角度，而達到較快的起跳速度和位移速度，雙腳起跳的下蹲較為完整，其功能是將助跑的水平速度完全轉換為垂直速度，因此下蹲的膝關節角度較小，而單腳則是將水平速度加快將整個身體往斜上拋出，以達到位移的功能，因此膝關節角度不做完全的下蹲，所以角度才會大於雙腳的膝關節角度。

第四節 文獻總結

綜合以上文獻可以發現，扣球得分在比賽中佔了相當大的比例，要有效的破壞對方攔網和防守，就必須發揮良好的扣球技術，才能在比賽中獲得勝利。而要發揮良好的扣球技術，助跑速度、起跳速度與起跳高度要素是不可或缺的。

許多學者透過動力學與運動學的方法，來分析各種攻擊動作的差異性，以了解單、雙腳移位攻擊時，何種攻擊動作的效益最大。由上述文獻結果發現單、雙腳移位攻擊，在戰術的應用上單腳移位攻擊可有更多的戰術變化，主要在於移位的距離較雙腳遠；在運動學與動力學參數中，單腳移位攻擊在水平速度、助跑速度與起跳角度，皆比雙腳攻擊佔優勢。可以確定的是單腳起跳的移位距離及各運動參數幾乎都勝過於雙腳，但過去文獻較少以實際攻擊方式針對單、雙腳起跳間的瞬間速度和單腳起跳膝關節角度進行研究，因此本研究將以大專優秀男子排球運動員，以實際攻擊助跑方式針對單、雙腳移位扣球動作進行運動學分析，比較兩種不同起跳方式的瞬時速度和起跳膝關節角度，希望藉由本研究結果得知這兩種起跳方式的起跳速度及起跳時膝關節角度是否有不同的運動參數表現。

第參章 研究方法與步驟

本章旨在說明研究過程中所採用的研究方法與步驟。研究以測量的方式，進行排球攻擊動作：單腳移位攻擊與雙腳移位攻擊，兩項跳躍動作的技術分析與比較。本章共分為五節，依序為第一節研究對象；第二節實驗時間與地點；第三節實驗儀器與設備；第四節實驗場地佈置；第五節實驗流程與步驟。

第一節 研究對象

本研究受試者為六名國立臺灣體育運動大學男子排球代表隊隊員為研究對象，其平均身高為 181 ± 3.46 .cm、體重為 76.17 ± 14.91 kg、年齡為 19.83 ± 1.33 yrs、球齡為 8 ± 3.46 yrs。研究對象必須為有受過訓練單腳移位攻擊之選手，及慣用手為右手的攻擊手，實驗參與者在受試前三個月有正常參與球隊訓練。基本資料如表 1 所示：

表 1：研究對象基本資料

	最小值	最大值	平均數
身高 (cm)	171	189	181
體重 (kg)	60	94	76.17
年齡 (yrs)	19	22	19.83
球齡 (yrs)	3	13	8

第二節 實驗時間與地點

- 一、實驗前研究期間：中華民國 99 年 7 月至 99 年 10 月。
- 二、正式實驗時間：中華民國 100 年 1 月至 100 年 3 月。
- 三、實驗地點：國立臺灣體育運動大學體育館。

第三節 實驗儀器與設備

本研究所需要的實驗儀器與設備，包含實驗測量部份及資料處理部份：

一、實驗測量部份：

1. Silicon Coach 動作分析系統。
2. 攝影機兩部。
3. HP 筆記型電腦一部。

二、資料處理部份：

1. Microsoft Excel 2007 版資料處理系統。
2. SPSS for Windows 12.0 版統計分析軟體。

三、球具部份：

1. 排球柱一組。
2. 球網一面。
3. 排球一顆。
4. 標誌竿一組。
5. 固定式排球架一具。
6. 小型三角錐八個。
7. 白貼一捲。

第四節 場地佈誌

以兩部攝影拍攝於受試者在實驗時會經過的路線，紫色三角形為受試者起跑點；每個橘色三角形間隔 1 公尺，做為拍攝時比例尺之用；藍色圓形為排球；虛線為助跑路線，黑色方形為攝影機，攝影機 1 位置於球場內，距離中線 7 公尺、距離邊線 0.5 公尺；攝影機 2 位置於球場外，距離中線 1 公尺、距離邊線 3 公尺。（如圖 1）

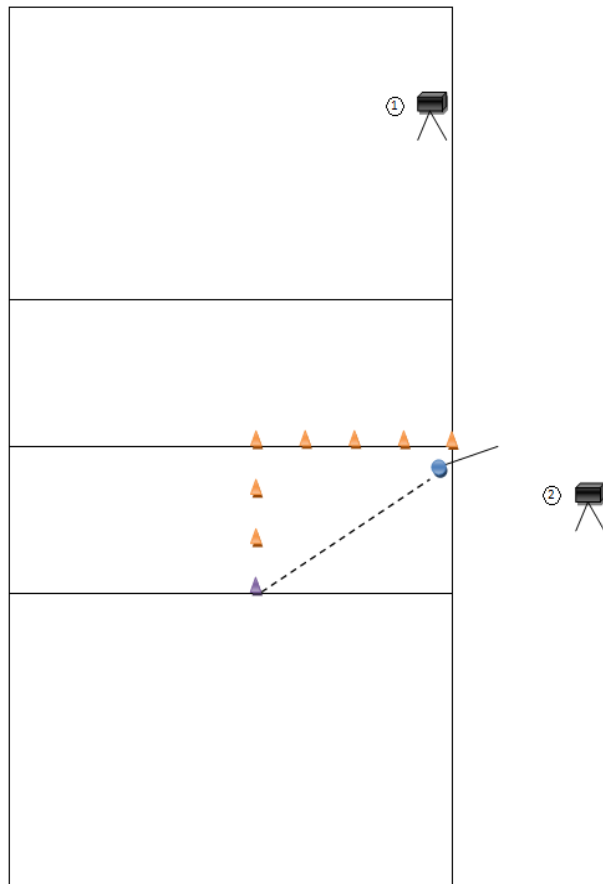


圖 1 虛擬場地佈誌圖

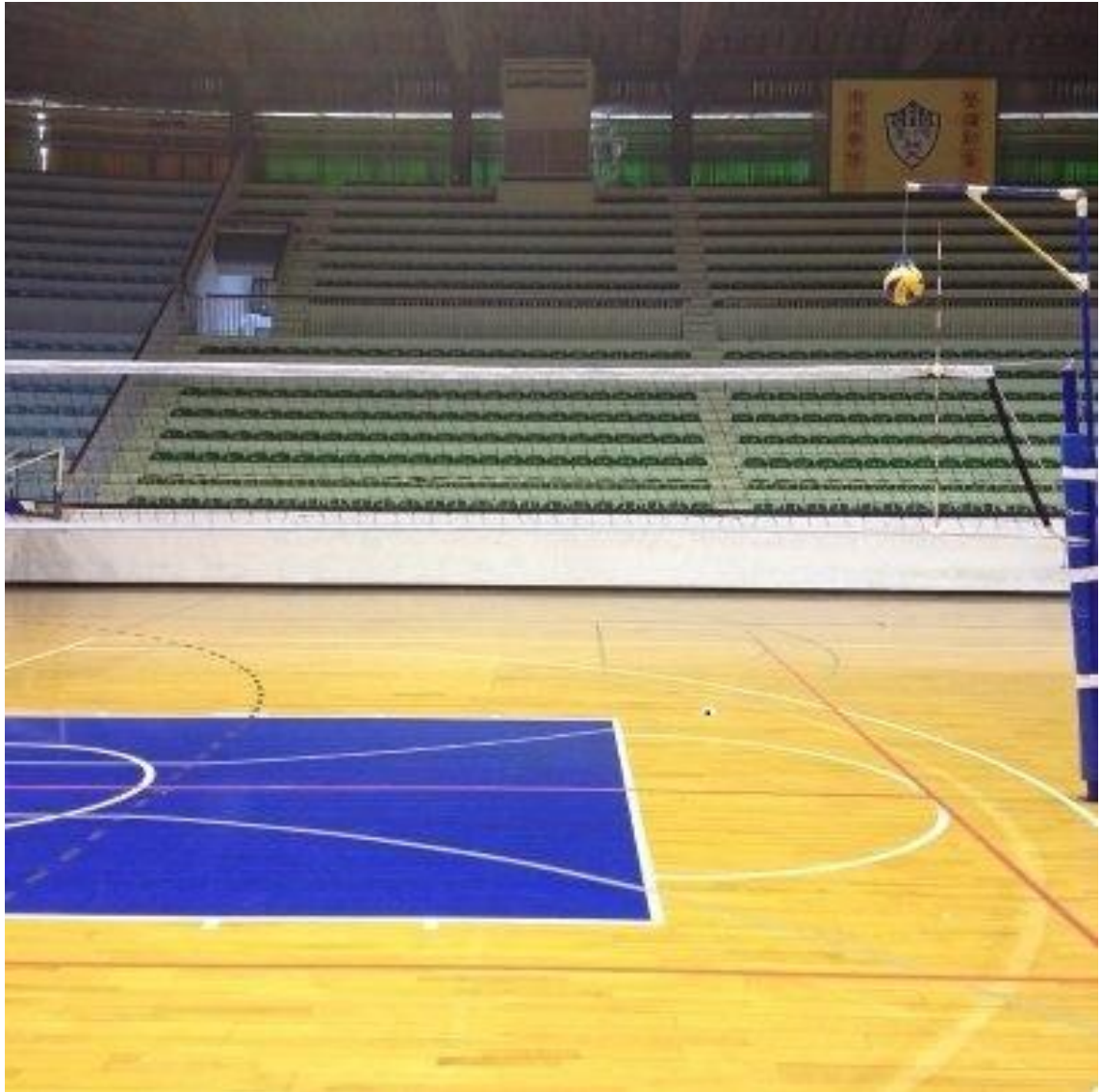


圖 2 實體場地佈誌圖

第五節 實驗流程與步驟

本研究進行排球運動攻擊動作：單腳移位攻擊和雙腳移位攻擊，排球單、雙腳攻擊動作實驗之時間進度均事先與實驗對象進行協調並取得同意後，再制訂時間並通知地點，並按時進行測量（如圖 3）。

一、實驗前向受試者說明測量方法及注意事項。

二、實驗地點於國立臺灣體育運動大學（體育館）。

三、研究測量步驟流程如下：

（一）國立臺灣體育運動大學男子排球代表隊選手共 6 名，實驗參與者在受試前三個月內均有正常參加球隊訓練，且在一週前避免過度疲勞的劇烈運動及比賽。

（二）實驗開始前必須先集合實驗者，說明實驗流程及注意事項，並取得受試者之同意。

（三）實驗前再加以確定整個正式的實驗流程，並檢測器材有無問題。

（四）實驗參與者必須先進行熱身活動，並聽取兩項指定動作單腳移位攻擊和雙腳移位攻擊，均以三號位置開始移動至二號位置起跳。每項動作均作五次，第一次試跳後間隔 10 秒後進行第二次動作，以此類推。

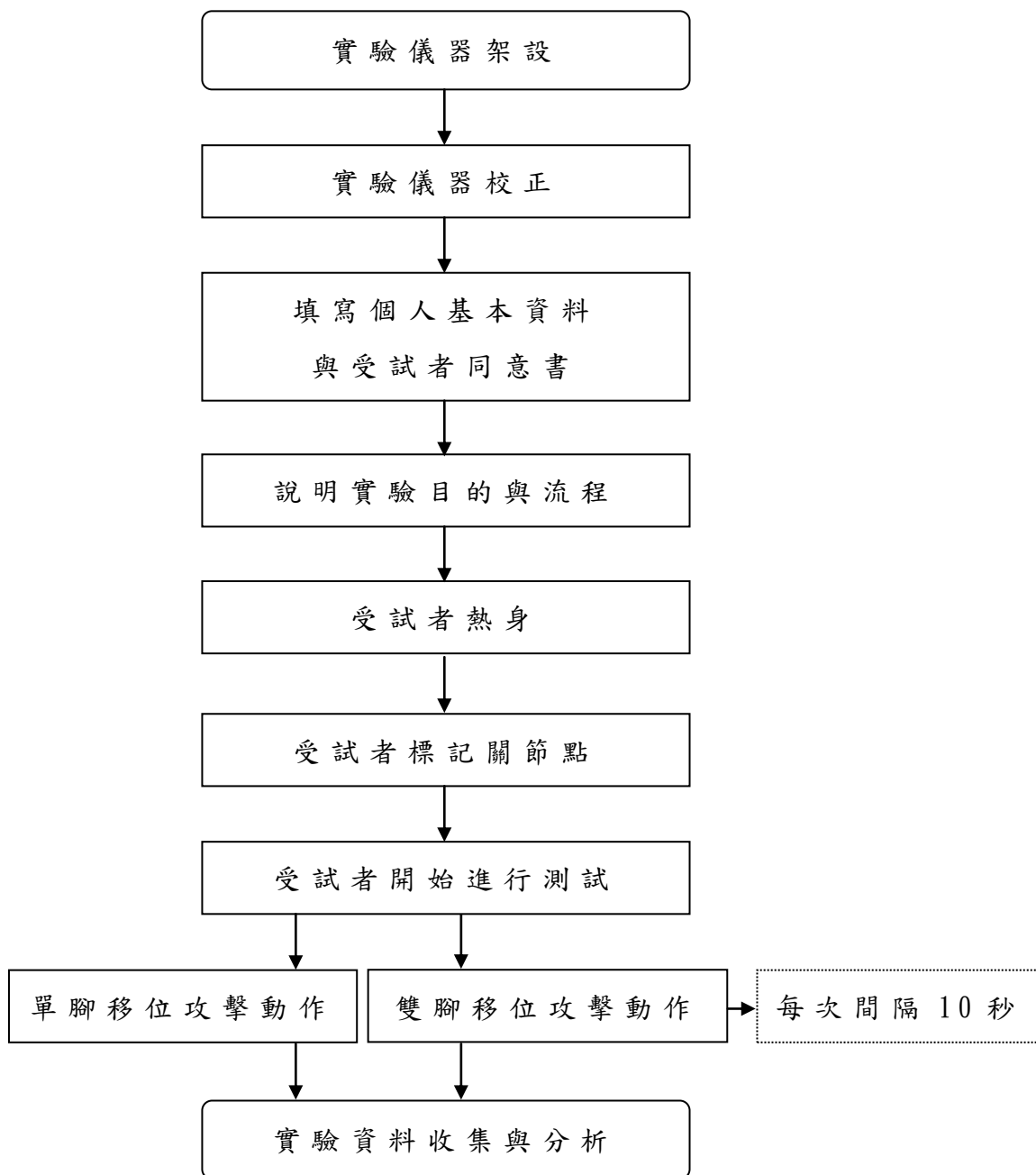


圖 3 研究流程圖

第六節 資料處理

本研究透過實驗操作後，將原始資料輸入 PC 個人電腦，利用 SPSS 12.0 For Windows 統計軟體進行統計分析，本研究主要以成對樣本 t 檢定分析，排球單、雙腳移位攻擊的位移速度、起跳速度、起跳角度與起跳高度兩種起跳方式的差別。

本研究各項統計資料處理方式說明如下：

- 一、以敘述性統計之平均數、標準差，呈現實驗研究對象之基本資料與各項實驗紀錄資料。
- 二、以成對樣本 t 檢定分析各項參數（單、雙腳起跳攻擊的位移速度、起跳速度、起跳膝關節角度和起跳高度）差異，顯著水準定為 $\alpha = 0.05$ 。
- 三、以皮爾森積差相關分析各項參數（單、雙腳起跳攻擊的位移速度、起跳速度、起跳膝關節角度和起跳高度）的相關情形，顯著水準定為 $\alpha = 0.05$ 。

第肆章 結果

本研究旨在探討「排球單、雙腳移位攻擊」是否對排球選手在移位攻擊起跳方式不同時，在助跑速度、起跳膝關節角度、起跳速度、起跳高度有何差異。本章共分三節，第一節研究參與者基本資料；第二節單、雙腳起跳運動學參數差異比較；第三節單、雙腳起跳運動學參數相關。

第一節 研究參與者基本資料

本研究之參與者皆為排球攻擊手包括主攻手、快攻手，慣用手皆為右手，其基本資料如表 2 所示：

表 2 受試者基本資料表 (N = 6)

	平均數	標準差	最大值	最小值
球齡 (yrs)	8.00	3.46	13.00	3.00
身高 (cm)	181.00	6.32	189.00	171.00
體重 (kg)	76.16	14.90	94.00	60.00
BMI	23.09	3.23	27.17	18.51

第二節 單、雙腳起跳運動學參數差異比較

以不同的助跑方式單腳移位攻擊與雙腳移位攻擊，在排球選手完成攻擊起跳動作時測（助跑位移速度、起跳膝關節角度、起跳速度、起跳高度）不同助跑動作的差異情形進行分析與探討。經統計（見表 3）結果顯示：排球選手在攻擊移位攻擊起跳方式不同時，在助跑速度、起跳膝關節角度、起跳速度、起跳高度都有顯著的差異。

表 3：單、雙腳位移與起跳參數表

	雙腳	單腳	t 值	P 值
位移速度 (m/s)	2.28 ± 0.07 (2.20~2.34)	2.38 ± 0.04 (2.31~2.42)	6.588	.001
起跳速度 (s)	0.61 ± 0.03 (0.55~0.64)	0.43 ± 0.01 (0.42~0.45)	12.641	.00
起跳膝關節角度 (°)	118.55 ± 7.42 (107.55~125.72)	144.29 ± 4.73 (140.42~152.61)	-5.941	.002
起跳高度 (m)	0.70 ± 0.09 (0.56~0.83)	0.65 ± 0.07 (0.60~0.75)	3.003	.03

註： $p < .05$

本研究讓 6 名受試者各進行 5 次的單腳與雙腳動態起跳測驗。經成對樣本 t 檢定分析後發現，單腳位移速度 (2.38 ± 0.04 m/s) 明顯快於雙腳位移速度 (2.28 ± 0.07 m/s) (圖 4 , $p < .01$) ; 單腳的起跳速度 (0.43 ± 0.01 s) 表現明顯優於雙腳起跳速度 (0.61 ± 0.03 s) (圖 5 , $p < .001$) ; 起跳膝關節角度方面，雙腳起跳角 (118.55 ± 7.42°) 度顯著低於單腳起跳角度 (144.29 ± 4.73°) (圖 6 , $p < .01$) , 但是單腳的起跳高度 (0.65 ± 0.07 m) 則顯著低於雙腳的起跳高度 (0.70 ± 0.09 m) (圖 7 , $p < .05$) 。

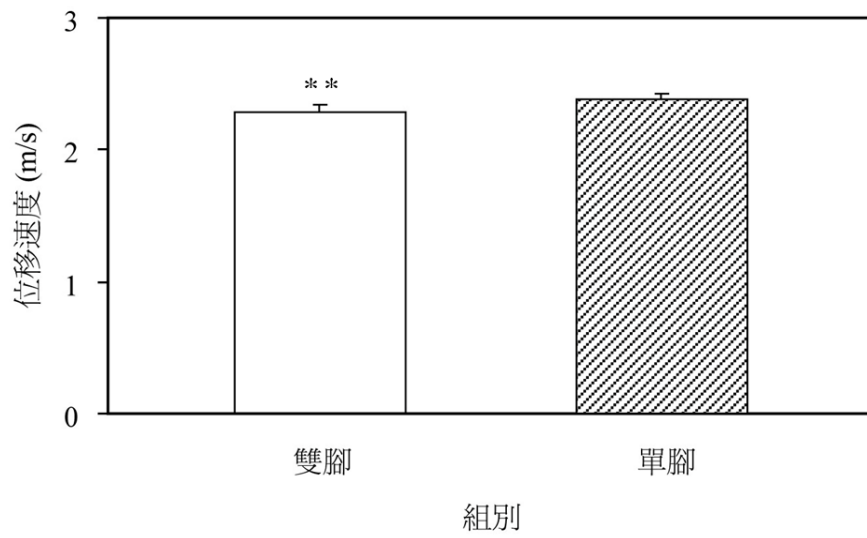


圖 4 單、雙腳位移速度比較圖

圖 4. 受試者分別使用雙腳與單腳進行動態移動時的位移速度表現反應。 **表示組別之間達到統計上顯著差異 ($p < .01$)。

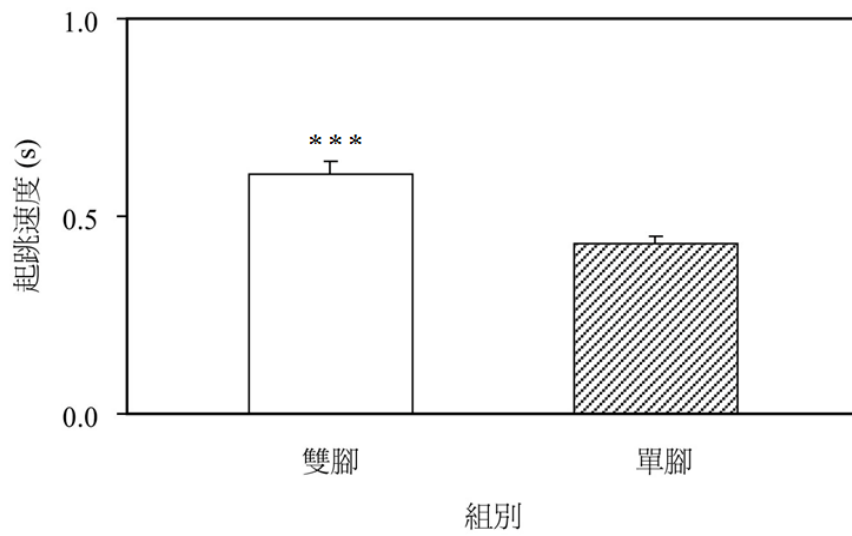


圖 5 單、雙腳起跳速度比較圖

圖 5. 受試者分別使用雙腳與單腳進行動態移動時的起跳速度表現反應。***表示組別之間達到統計上顯著差異 ($p < .001$)。

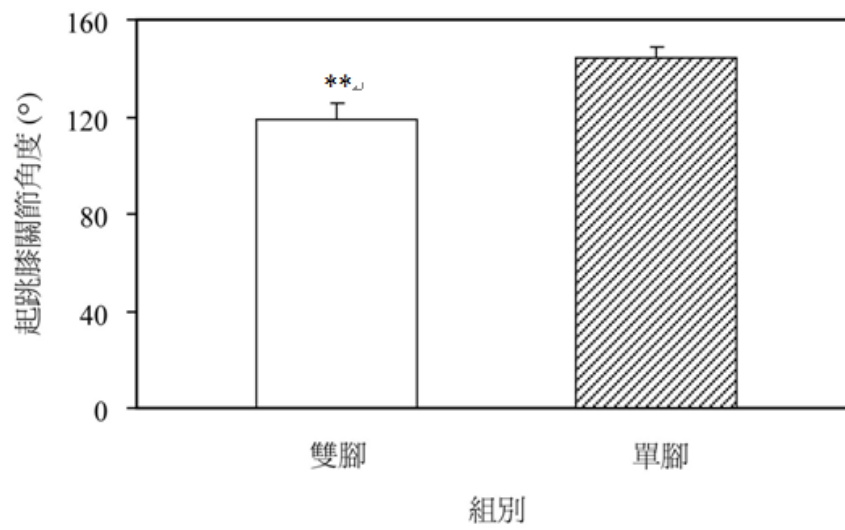


圖 6 單、雙腳起跳膝關節角度比較圖

圖 6. 受試者分別使用雙腳與單腳進行動態移動時的起跳角度表現反應。 **表示組別之間達到統計上顯著差異 ($p < .01$)。

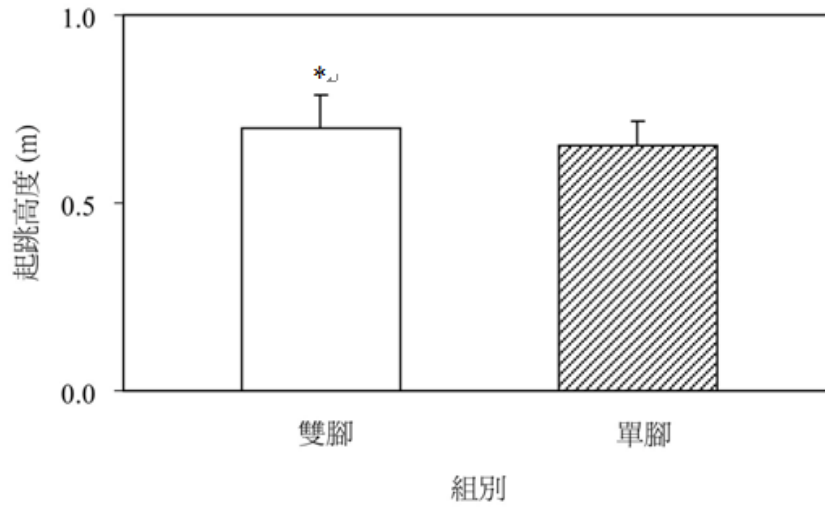


圖 7 單、雙腳起跳高度比較圖

圖 7. 受試者分別使用雙腳與單腳進行動態移動時的起跳高度表現反應。*表示組別之間達到統計上顯著差異 ($p < .05$)。

第三節 單、雙腳起跳運動學各參數相關

以單、雙腳起跳動作各參數表現，分別為位移速度、起跳速度、起跳膝關節角度以及起跳高度，以皮爾森積差相關分析兩種跳躍方式的各項參數相關情形，結果如下：

一、單腳起跳各項參數相關

將單腳起跳組之各項運動參數表現進行皮爾森積差相關分析，結果顯示單腳起跳速度與單腳起跳高度達顯著正相關 ($r=.530, p<.001$)，即單腳起跳速度越快，單腳所獲得的起跳高度越高，如表 4 所示。

表 4：單腳起跳各項參數相關表

	單腳位移 速度	單腳起跳膝關 節角度	單腳起跳 速度	單腳起跳 高度
單腳位移 速度	1			
單腳起跳 角度	.113	1		
單腳起跳 速度	.161	.031	1	
單腳起跳 高度	-.161	.171	.530 (**)	1

** 在顯著水準為 0.01 時 (雙尾)，相關顯著。

* 在顯著水準為 0.05 時 (雙尾)，相關顯著。

二、 雙腳起跳各項參數相關

將雙腳起跳組之各項參數表現進行皮爾森積差相關分析，結果顯示雙腳起跳角度與雙腳起跳高度達顯著負相關（ $r=-.562, p<.001$ ），這代表著起跳角度越大則所獲得的高度就越低；雙腳起跳速度與雙腳起跳高度達顯著正相關（ $r=.683, p<.001$ ），即表示起跳速度越快，所獲得的高度越高，如表 5 所示。

表 5：雙腳起跳各項參數相關表

	雙腳位移 速度	雙腳起跳角 度	雙腳起跳速 度	雙腳起跳 高度
雙腳位移 速度	1			
雙腳起跳 角度	-.056	1		
雙腳起跳 速度	.260	-.074	1	
雙腳起跳 高度	.068	-.562 (**)	.683 (**)	1

** 在顯著水準為 0.01 時（雙尾），相關顯著。

* 在顯著水準為 0.05 時（雙尾），相關顯著。

總結上述，如欲使跳躍獲得較佳的高度，起跳角度應避免過大，另無論單腳或雙腳起跳，起跳速度越快將可使起跳高度有較佳的表現。

第五章 討論

本研究以 6 名大專公開一級排球選手進行單、雙腳起跳動作分析，本研究結果發現，單腳起跳動作除了在起跳高度外，無論在位移速度、起跳速度與起跳膝關節角度皆明顯優於雙腳起跳動作。因此，本研究將針對各項動作參數進行討論。

一、位移速度相關討論

本研究結果發現單腳的位移速度顯著優於雙腳位移速度，此與先前的研究結果相似（黃長福，1997），而在 Vint and Hinrichs（1996）的研究發現，雙腳起跳的助跑水平速度為 3.14m/s，而單腳起跳助跑水平速度為 3.77m/s，明顯可以看出單腳水平速度要比雙腳來的快。另根據相關動作分析研究（趙國斌、黃長福，1994）結果顯示，位移速度包含了助跑期（approach phase）與併步期（plant phase），單腳起跳時由於步幅顯著大於雙腳起跳，且併步次數低於雙腳起跳。因此，步幅與併步次數可能是造成單腳起跳時的位移速度優於雙腳位移的主要因素。

二、起跳速度相關討論

本研究起跳速度意指單腳或雙腳於起跳期下蹲時腳跟著地至腳尖離地時所需時間，結果顯示單腳起跳時的起跳速度明顯快於雙腳起跳。造成單雙腳起跳差異可能與起跳期時的步伐差異有關，如同先前研究（趙國玖，1994）發現雙腳起跳多了最後的併步踩踏，因此相較於單腳起跳所需時間較長。

林芳英（1994）的研究發現用不同兩種助跑方式作攻擊時單腳攻擊最後一步起跳至空中扣球花 0.38 秒，而雙腳攻擊則為 0.52 秒，單腳比雙腳快了約 0.14 秒，所以也證明了單腳起跳攻擊在起跳時間上較快於雙腳起跳攻擊。

三、起跳高度與起跳膝關節角度相關討論

本研究起跳高度雖然並無明顯差異，但起跳膝關節角度可能間影響了起跳高度的表現。本研究結果發現，雙腳起跳時起跳膝關節角度顯著小於單腳起跳，此表示雙腳起跳時下蹲的角度明顯大於單腳起跳，藉由牽張縮短循環之肌肉收縮理論（stretch-shortening cycle, SSC；Komi,1984）可以推論本研究起跳高度的結果。而本研究結果與趙國斌、黃長福（1994）及張資榮（1982）等人研究雙腳攻擊跳躍時的下蹲角度，發現膝關節角度約為 $104.68^{\circ} \pm 4^{\circ}$ 之結果稍有不同，但綜合前述研究與相關文獻，推論雙腳起跳前下蹲角度較大，引起股四頭肌群的離心收縮程度高於單腳起跳，因此在隨後股四頭肌進行向心收縮時引起較大的彈性位能與伸張反射，最終反應於起跳後的騰空高度可明顯高於單腳起跳。而本研究結果與張志銘（1993）研究結果發現選手單腳起跳膝關節起跳角度平均為 158° 之結果相近，該研究並指出單腳起跳時下蹲及起跳的膝關節角度皆大於雙腳起跳角度，進而幫助選手達到較快的起跳速度和位移速度。

四、單腳及雙腳起跳各參數相關結果討論

本研究經由相關分析結果發現，無論使用單腳或雙腳起跳方式，起跳速度與起跳高度具有顯著正相關的結果，意即

表示起跳速度越佳者其起跳高度亦可越高，故起跳速度與起跳角度兩者之間可能也存在著漣漪效應，因此如何提升起跳速度將是未來可進一步研究的參考方向。而此結果亦與史轍與林菁菁（2002）所提出的觀點相符合，並可支持推論單腳移位攻擊的快速度，可以使選手充分發揮彈跳的高度，所以在腿部力量一樣的情況下，單腳起跳的彈跳高度將可能會比雙腳起跳要來的高，此亦說明了單腳起跳攻擊的優勢。

第陸章 結論與建議

一、結論

現今排球比賽節奏較為快速，攻擊手如何在攻擊時提高成功率的方法是很重要的。以具有提升隱密性、透過時間差或快速位移攻擊騙過對手攔網將有助於攻擊得分成功率。因此，當舉球員將球傳給攻擊手時，攻擊手接收到攻擊訊息必須做出快速位移至最佳攻擊起跳位置，才能有助於接下來一連串的起跳與攻擊。排球攻擊是一項沒有辦法獨力完成的技術，需要其他技術的結合與協助，但在比賽中是主要得分來源，除了在各項技術的提升外，提高攻擊得分成功率更是獲勝的關鍵之一。根據本研究結果發現，儘管單腳的起跳高度不及於雙腳的高度表現，但是從單腳的位移速度與起跳速度皆明顯快於雙腳表現的結果來看，排球選手可以在比賽時多利用單腳起跳攻擊技術，並於訓練期時加強慣用腳的肌力訓練與速度訓練，皆可能有助於提升時效性與空間性之攻擊效率。

二、建議

就目前臺灣排球攻擊技術現況，男子排球運用單腳移位攻擊比起其他國家要來的生疏與稀少，一方面有可能是國內單腳移位攻擊技術分析研究並不多見，另一方面對此技術打法及訓練方式熟知的教練可能也較為少數，故男子排球各級選手在攻擊時依然採雙腳起跳的方式居多。為此，建議各級教練人員可嚐試讓選手針對單腳移位攻擊進行訓練，進而幫助球隊發展更多元的進攻戰術。當單腳移位攻擊廣泛運用在男子排球比賽後，未來研究亦可針對實際攻擊成效進行分析，進而驗證本研究之相關推論。

參考文獻

中文部份

- 史轍、林菁菁 (2002)。單腳起跳技術在排球快攻中的運用。
武漢體育學院學報，36 (5)，67-68。
- 余年華 (2006)。碩士論文 (碩士論文)。臺北市，國立臺灣師範大學體育學研究所。
- 李安格 (1987)。論排球單腳背飛技術的發展。中國體育科技，8，9-11。
- 林竹茂 (1999)。當今排球技戰術主要特徵與展望研析。大專排球研究論集，5，1-28。
- 林杏麗、陳麗蘋 (2004)。女子排球不同扣球位置、扣球戰術的應用分析。2004年全國大專院校運動會體育學術研討會之論文集 (上集，頁117-128)。台中：國立臺灣體育學院。
- 林芳英 (1994)。女子排球單腳背飛攻擊的技術分析。永達專刊，27，9-11。
- 林婉婷 (2007)。排球單腳起跳移位扣球動作探討與技戰術應用之分析。大專體育，88，153-161。
- 林獻龍 (2004)。2002年韓國釜山亞運會男子排球賽前六強攻擊型態探討。大專體育，70，38-43。
- 林顯丞 (2004)。2003亞洲排球四強挑戰賽攻擊戰術之分析研究 (未出版碩士論文)。國立臺灣體育學院，台中市。
- 吳忠政、莊明叡 (2010)。男子排球應用單腳起跳攻擊技術之探析。大專體育，111，33-38。

- 洪盛朗 (1982)。排球扣球技術的研究。台北師專學報，9，9-11。
- 黃娟娟 (1995)。論排球比賽中後排攻擊與跳躍發球。大專排球研究論集，2，129-136。
- 郭立平 (1998)。淺析排球 2 號位背飛扣球成功率高的原因。吉林體育學院學報，14 (1)，26。
- 郭為民 (1995)。排球單腳跳躍式扣球技巧淺析。大專體育，21，57-60。
- 郭權、柴全義 (2003)。影響男排運動員單腳起跳效果的主要因素。上海體育學院學報，2，28-33。
- 陳松 (1996)。重點力量暨彈跳能力的訓練與實際。中華民國八十五年度國家高級排球教練講習會講義。
- 張歡 (1998)。單腳背飛扣球運動軌跡與速度解析。西安體育學院學報，1，42-45。
- 張資榮 (1982)。排球正面攻擊之起跳動力研究 (未出版碩士論文)。台北市，國立台灣師範大學體育研究所。
- 張志銘 (1933)。國內優秀背向式跳高選手運動生物力學分析。體育學報，15，239-262。
- 張恩崇 (2001)。我國優秀三級男子排球選手四號位強攻扣球運動分析 (未出版碩士論文)。桃園縣，國立體育學院教練研究所。
- 張桂青 (2000)。每球得分制對排球技術戰術影響的研究。濱洲師範學報，16 (4)，57-61。
- 莊仲庭 (2007)。單腳起跳扣球動作之生物力學分析 (未出版碩士論文)。國立臺北教育大學，台北市。

- 裘雅麗 (1994)。王怡的單腳背飛扣球技術特徵。西安體育學院學報，3，57-64。
- 趙國玖 (1994)。試論單腳起跳扣球在後排進攻中運用的可行性。開封教育學院學報，2，60-65。
- 趙國斌、黃長福 (1994)。排球前後排扣球之運動學分析。體育學報，17，243-254。
- 鄭強 (2009)。2008 亞洲青年女子排球錦標賽不同時機攻擊分析與探討 (未出版碩士論文)。國立臺灣師範大學，台北市。
- 鄭紅波、耿福權 (2005)。遼寧、天津女排主力隊員單腳起跳扣球技術的對比研究。瀋陽體育學院學報，24(2)，90-91。
- 賴永成 (1997)。女子排球背後扣球兩種不同起跳動作之運動學差異分析 (未出版碩士論文)。國立體育學院運動科學研究所，桃園縣。
- 韓素萍 (2009)。北京奧運會女子排球強隊進攻效果比較。北京體育大學學報，32(11)，135-138。

英文部份

Coleman, S., Benham, A., Northcott, S. (1993) . A Three-Dimensional Cinematographical Analysis of the Volleyball Spike. *Journal of Sports Sciences* 11 , 259-302.

Saunders, H. L. (1980) , A cinematographical study of the relationship between speed of movement and available force. Unpublished doctoral dissertation, Texas A & M University, College Station.

Vint, P. F., & Hinrichs, R, N. (1996) . Differences between one-foot and two-foot vertical jump performances. *Journal of Applied Biomechanics*, 12, 338-358.

附錄

研究者參加同意書

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「大專排球代表隊單、雙腳移位攻擊動作運動學起跳分析」，目的是透過 Silicon Coach 動作分析系統比較單、雙腳移位攻擊動作表現。

研究共分為二種起跳方式，第一種為單腳起跳第二種為雙腳起跳，受試者在比賽中皆會使用單腳起跳與雙腳起跳攻擊為得分途徑。每人單腳跳躍與雙腳跳躍各做 5 次，每次完成動作皆有 10 秒休息時間，並請每次跳躍盡最大努力完成。

為使研究進行順利並求得正確的研究結果，請配合以下說明事項：

- 1、施測時間：第一階段：101 年 2 月 20 日下午 3：00
第二階段：101 年 2 月 21 日下午 3：00
- 2、集合地點：國立臺灣體育運動大學體育館

本研究參加者之基本資料與研究結果僅供學術研究參考，不用作其他用途。而在研究過程中，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研究者，請您填寫以下參加者基本資料：

研究參加者： _____
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： 莊明叡 手機： 0910815358
指導教授： 高明峰 博士
單位： 國立臺灣體育運動大學競技系碩士班