

# 國立台灣師範大學體育學系

## 碩士學位論文

排球防守中騰空開跳步動作之應用研究



研究生:蘇宥甯

指導教授:劉錦璋

中華民國九十八年七月

中華民國臺北市

# 排球防守中騰空開跳步動作之應用研究

2009. 7

指導教授:劉錦璋

研究生:蘇宥甯

## 摘要

現代競技排球朝向求快、求變、求準的趨勢邁進，進而提升了比賽的強度以及速度，想擁有傑出的防守表現，「準確判斷」及「快速移動」已為關鍵的技術目標。而防守屬於被動技術，需隨著攻擊手的變化調整接球動作以應付瞬間移位，以目前競技水準而言，球在空中飛行時間大約在 0.3~0.5 秒之間，一般選手的反應時間約為 0.29~0.33 秒，因此，防守選手必須要能準確判斷及獲取爆發力量才能達到迅速移動的效果。本研究主要目的在比較不同層級選手騰空開跳動作型態之差異性，並討論對防守表現的影響。受試對象為受過訓練並且擁有報名參加大專排球聯賽特優級資格之台灣師大優秀甲組排球選手(共計 7 名)，另外一組則為台灣師大乙組排球選手(共計 7 名)，甲組平均年齡 20.25 歲，身高 168.25±4.1 公分、平均球齡 9.25 年；乙組選手平均年齡 21.25 歲、身高 170.75±5 公分、平均球齡 3 年。實驗儀器以兩部 JVC 高速攝影機(250HZ)同步擷取攻擊手與受試者同時進行中的攻防動作之運動學參數，影片以 Kwon3D 動作分析軟體進行 2D 直接線性轉換(2D-DLT)，所得參數以 t-test 檢定結果之差異性，顯著水準為  $\alpha = .05$ ，再以時間、角度、角速度之參數以描述統計方式說明其差異性。所得結果中發現，甲組 7 名選手騰空動作出現時間點分佈範圍較為集中，表示甲組選手動作出現時機相當接近，約在 0~0.5 區間內，另外，甲組選手平均騰空高度約 0.10~0.14 之間，下壓角度約 21.3~30.9 之間與所得關節角速度約在 169.5~231.4 之間，皆明顯大於乙組選手且達顯著差異  $p < .05$ 。因此提出以下結論，動作出現時機接近則表示接球動作較有節奏感與規律性，能隨著攻擊手動作變化來調整動作時機；而騰空高度高、下壓角度大、速度快，依地面反作用力理論及牽張反射原理得知，除可穩定身體重心接球外，下肢肌群也可獲得有效的爆發力量。

**關鍵詞:**排球、防守、牽張反射、運動學

# Applied Research on Hop Step of Volleyball Defense

July,2009

Graduate Student: Yo-Ling,Sue

Advisor: Cin-Chang,Liu

## Abstract

The “accurate judgment” and “swift movement” have become key skills for achieving outstanding defense performance. Defense is a passive skill; it requires a player to adjust his/her serve-receiving in compliance with the attacker’s movements so as to deal with instantaneous shift. Volleyball flies in the air for about 0.3 to 0.5 seconds while a player spends 0.29 to 0.33 seconds in responding. Hence, a defense player must be able to judge accurately and gain explosive force to move swiftly. The purpose of this study is to contrast the motions of hop step of players of different levels and discuss the influences on the defense performance. The subjects of this study is consisted of seven trained players from volleyball Team A of National Taiwan Normal University. The other group includes seven players from volleyball Team B of National Taiwan Normal University. The average age of Team A is 20.25 years old, the average height is  $168.25\pm 4.1$ cm, and the average playing years are 9.25 years. The average age of Team B is 21.25 years old, the average height is  $170.75\pm 5$ cm, and the average playing years are 3 years. Two JVC high speed videom camera (250HZ) simultaneously record the kinematic parameters of offense and defense motions of the attackers and the subjects respectively. The video clips are analyzed with Kwon3D for 2D direct linear transformation (2D-DLT). The parameters retrieved from the analysis are examined with t-test for difference. The result indicates a significance of  $\alpha = .05$ . Then, parameters of time, angles, and angle speeds are utilized to explain the difference by means of the descriptive statistics method. The results indicate that the distribution of hop step timing of the players in Team A is more concentrated, meaning that the hop step timing, which ranges between 0 and 0.5, of each Team A player is close to that of each other. Besides, the average height of hop step of Team A is between 0.10 and 0.14, the pushdown angle is between 21.3 and 30.9, and the joint angle speed is between 169.5 and 231.4. All of these figures are significantly larger than those of Team B and achieve significant difference ( $p < .05$ ). Therefore, this study generates the following conclusions. When the hop step timing of every player is close to that of each other in a team, it means the motions of serve-receiving of the team are rhythmic and regular, and the players can adjust the timing of their motions according to the movements of the attackers. Additionally, when the hop step is high, the pushdown angle is large, and the speed is swift, based the theories of ground reaction force and stretch reflex, a player is able to stabilize his/her body for serve-receiving and gains effective explosive force.

**Keywords: Volleyball, defense, stretch reflex, kinematics**

## 謝 誌

順利自台灣師大體育系碩士班畢業，過程中受到許多同伴及師長的幫助與鼓勵，撰寫此篇論文時曾感到心情的大起大落，但在完成論文的時刻一切都苦盡甘來，該感謝的人很多，感謝之心溢於言表！

**最感謝**我的指導教授劉錦璋老師，不離不棄的給予指導，對我總是帶著期望與鼓勵，心中總是湧上一股感動，謝謝您給予的專業知能！

**感謝**媽媽、妹妹、弟弟，有你們的鼓勵與支持，是我獨自北上求學的原動力，想到妳們，心中備感溫馨！

**感謝**黃長福老師，您指導學生的耐心是令人敬佩的！謝謝您給予的關心及指導，使我獲益良多！

**感謝**台灣師大運動競技系與體育系這塊學習環境，讓我獲得最專業的學術科教育，才能擁有與人競爭的實力！

**感謝**排球生涯中指導過我的前輩與老師，師大女排教練林竹茂老師、張恩崇老師、國立華僑高中羅仲仁老師、鄭強老師以及許多的師長，一路走來的照顧與提攜之情，讓我能順利升學，有今日成就，您們真的辛苦了！我將以感恩的心存放在心中！謝謝您們！

**感謝**曾經一起訓練的學長姐們、同伴們，因為有你們的陪伴與幫忙，才會讓我更加成長茁壯，謝謝妳們！

**感謝**師大甲組男、女排與乙組男、女排的學弟妹們，謝謝你們的配合，才能讓我順利完成實驗，辛苦你們了！

**感謝**師大力學實驗室的學長姐與同學們，在我不懂的專業知識方面，願意給予我指導，讓我學習更多！

**感謝**麗芳學姊，獲得許多妳的幫忙與支持，才能讓我更順利、更安心的完成論文，謝謝妳！

# 目次

口試委員與系主任簽字證書	I
授權書	II
中文摘要	III
英文摘要	IV
謝誌	V
目次	VI
表次	X
圖次	XI
<b>第壹章 緒論</b>	<b>1</b>
第一節 前言	1
第二節 問題背景	2
第三節 研究目的	6
第四節 研究範圍與限制	7
第五節 名詞操作性定義	7
<b>第貳章 文獻探討</b>	<b>11</b>
第一節 排球防守概念推導與應用	11
第二節 排球防守技術相關文獻	18
第三節 判斷與預測能力於排球防守上之重要性	23
第四節 牽張反射應用於運動上之相關討論	26

第五節 增強式訓練理論與騰空開跳步動作相關性之討論·····	27
第六節 文獻總結·····	30
<b>第參章 研究方法與步驟·····</b>	<b>31</b>
第一節 研究對象·····	31
第二節 實驗時間及地點·····	31
第三節 實驗儀器與設備·····	34
第四節 實驗步驟與流程·····	35
第五節 實驗資料處理流程·····	37
第六節 研究架構圖·····	39
<b>第肆章 結果·····</b>	<b>40</b>
第一節 騰空開跳步動作出現時機之探討·····	40
第二節 騰空開跳步動作之騰空高度分析·····	44
第三節 騰空開跳步動作中下蹲期最大彎曲角度之分析·····	47
第四節 探討騰空開跳步動作中膝關節角速度之差異·····	49
<b>第伍章 討論·····</b>	<b>52</b>
第一節 動作時機與防守表現的關係·····	52
第二節 騰空高度與防守表現的關係·····	55
第三節 下蹲期最大彎曲角度對防守表現的影響·····	56
第四節 角速度與防守表現的關係·····	57

<b>第陸章 結論與建議</b> .....	<b>59</b>
第一節 結論.....	59
第二節 建議.....	60
<b>參考文獻</b> .....	<b>62</b>
中文部份.....	62
英文部分.....	64
<b>附錄</b> .....	<b>65</b>
附錄一	
甲組選手騰空動作出現時機分析圖.....	65
乙組選手騰空動作出現時機分析圖.....	67
附錄二	
甲組選手騰空高度分析圖.....	70
乙組選手騰空高度分析圖.....	73
附錄三	
甲組選手下蹲期最大彎曲角度分析圖.....	77
乙組選手下蹲期最大彎曲角度分析圖.....	80
附錄四	
甲組選手膝關節角速度分析圖.....	84
乙組選手膝關節角速度分析圖.....	87
附錄五	

受試者同意書.....	91
附錄六	
受試者基本資料表.....	92

## 表次

表 3-1	受試者基本資料摘要表·····	31
表 4-1	甲、乙組選手騰空開跳步動作出現時間資料表·····	41
表 4-2	甲、乙組選手騰空動作出現時間之差異分析表·····	42
表 4-3	甲、乙組選手騰空時間(air time)與騰空高度差異分析表·····	45
表 4-4	甲、乙組選手騰空開跳步下壓最大彎曲角度差異分析表·····	48
表 4-5	甲、乙組選手下蹲期下壓總時間與角速度差異分析表·····	50

## 圖次

圖 1-1 座標方向定義示意圖	9
圖 1-2 騰空開跳步動作示意圖	9
圖 1-3 下蹲期與蹬伸期示意圖	10
圖 1-4 膝、踝關節角度示意圖	10
圖 2-1 排球扣球連續動作圖	13
圖 2-2 排球防守連續動作圖	14
圖 2-3 跑、跳動作中的牽張反射機制圖	17
圖 3-1 實驗場地佈置圖	32
圖 3-2 排球輪轉位置順序圖	33
圖 3-3 Kwon3D Motion System 影像分析軟體圖	34
圖 3-4 MIDAS 影像分析軟體圖	34
圖 3-5 研究架構圖	39
圖 4-1 時間序列設定示意圖	40
圖 4-2 甲、乙組選手騰空動作出現時間點分佈差異比較圖	43
圖 4-3 騰空開跳步動作中之空中期之示意圖	44
圖 4-4 甲、乙組選手平均騰空高度差異分別比較示意圖	46
圖 4-5 騰空開跳步動作中之下蹲期示意圖	47
圖 4-6 甲、乙組選手下蹲期平均最大彎曲角度差異分別比較示意圖	48
圖 4-7 甲、乙組選手平均膝關節角速度分別比較示意圖	50

# 第壹章 緒論

## 第一節 前言

研究者自接觸排球運動以來，從選手角色轉換為基層教練的訓練工作，過程中深深感受到排球運動仍是普遍性被大眾接受的團體性運動，常見以社團活動、體育教學、競技等性質出現於運動場上。隨著 2008 北京奧運的落幕，六人制室內排球與沙灘排球仍然吸引大量的觀眾並獲得奧運會的轉播權，這也顯示排球運動與日俱增的影響力及發展成效，近年來，因應新規則的改變加上大專體育總會將大專排球聯賽重新分級，可見排球運動仍相當受矚目且獲得大專生的熱愛，能夠感受到學生對於排球運動的堅持與熱愛及在競技場上積極追求技術進步的渴望，讓研究者更希望藉由多方面的資訊來協助教學與訓練。以一個教學訓練者而言，必須了解，基層球員所接受的訓練是為奠定未來成為優秀運動員的重要歷程，也是技術養成的重要關鍵，何況，現代競技運動已漸漸朝向全方位技能的養成，仰賴科學化訓練早已成為競技場上的一種趨勢。但當研究者在接觸訓練工作的同時，仍觀察到許多教練仍以經驗法則指導學生，這樣一層不變的訓練方式一再複製，對於技術的盲點也無法清楚解釋，這樣一來，不免也流失掉專業工作的價值。因此，研究者藉以提醒自己，直到開始研究運動生物力學才懂得如何將科學理論與實際訓練相結合，經由與指導教授不斷的觀察、討論與收集資料，甚至是實戰的探訪，終於歸納出一些基礎力學理論

應用於排球防守技術上，因此研究者仍深信研究貴在應用，所有的學術研究不外乎要提供教練或教師在訓練或教學上應用參考。如何將制式化的理論深入淺出的應用在實際動作中，並供給選手技巧的關鍵，使選手能夠掌握技術要點，以跳躍式的方式迅速提升競技成績，是身為學術研究者與實務工作者必須共同努力的目標。

## 第二節 問題背景

近年來，我國排球運動於國際比賽中屢創佳績，包括 1998 年男子亞運銅牌、2005 年女子世大運金牌、2006 年女子杜哈亞運銅牌以及 2008 第七屆亞洲青少女排球錦標賽銀牌，使得排球運動漸受矚目。以目前世界競賽的核心來看，各項競技運動已趨於追求全面化技術為主的狀況，表面上看似為獎牌的爭奪而實質上已演變成運動科學優勢的競逐，唯有佔有最新科學技術和資訊，才能真正獲得主動權而取得領先的地位(許樹淵，1997)。因此，傳統的競技訓練已逐漸受科學的進步產生重大的變革，藉著科學儀器方法理論的結合與應用，使競技選手在動作技術上獲得最明確的資訊而進步，以為在競爭激烈的環境中脫穎而出。綜觀目前國內排球相關研究，扣球動作仍一直最先到、大家最想去探究的議題，防守方面的文獻就顯得相當不足，但現代競技排球發展到至今，為了提高觀賞性及激烈程度，排球的規則一再修改，加上國際排球總會為因應世界排壇變化，增訂了自

由球員的設置，改變以往攻守不均的情況，也明顯提升了防守在比賽中的重要性。而在比賽中，防守屬於防禦性的被動技術，並不像主動的扣球技術那樣吸引觀眾，但如果強力的扣球被對方後排球員成功守起進而反擊得分，相信也能激發隊友們的士氣。因為防守並非為比賽中主要得分的方式，所以造成許多球隊無不致力於提升球員身高及增加彈跳能力，一昧的追求高度而忽略了基本的防守技術(王明揚等人，2003)，殊不知排球是先由接球來展開一連串進攻戰術的。目前國內針對排球防守所做的研究議題大多提供有關接球訓練方式或是判斷能力的培養等，較少看見動作分析的相關研究，因此，希望本研究能透過新的觀念協助教學者在防守訓練上有效的提升效果。

一般而言，防守是由準備姿勢、判斷、啟動、取位、接球等一連串技術動作結合而成，需根據攻擊手動作型態或球飛行方向來啟動接球動作的被動技術，根據文獻指出，目前世界級男子排球運動員扣球速度達 30m/s；女子選手也達到 25m/s(溫志勤，2004)，也就是說，球由扣球者的手中扣出至球落地之間所飛行的時間大約為 0.3~0.5 秒(林竹茂，1987c)，由此可見，在這極短的時間內，防守員要從準備姿勢去完成一連串的技术動作，可說是相當不容易的。一般運動員的反應時間大約為 0.33 秒的時間(辛傳，2004)，幾乎與球飛行的時間相近，在判斷反應後，防守員還必須移位並完成接球，可想而知，防守選手要有優秀的接球表現，選手本身必須加強訓

練敏捷能力外，對於防守的移動步伐及接球動作也需熟悉並流暢，這也是最難掌控的技術要點。

自研究者開始接觸教練工作以來，仍發現國內教學訓練工作上依然存在幾個盲點，引起研究者者想去探究其原因，根據國內許多文獻指出，防守在比賽中的確佔有一席之地，但發現我國排球訓練中，仍是攻擊優先於防守的情況，雖然攻擊屬於積極主動的手段，而防守則是被動而消極的，但兩者在比賽中應是相輔相成的。並且，防守在比賽中時常要因攻擊手扣出的來球方向變化而產生瞬間的移位動作，球員又必須在 0.3~0.5 秒的時間內完成一連串的接球動作，實為困難。所以研究者認為，傑出的防守球員應有優於其他人的生理條件，如：敏捷能力、反應速度等，但是，目前在訓練場上仍常見到，有經驗的球員雖生理條件無年輕球員來的好，但在比賽或練習中依然能夠從容應對對隊扣殺或虛攻，而年輕球員卻常疲於奔命且效果不彰，其原因為何？傑出防守球員是否在接球中存在「優勢動作」？根據蘇巧文、劉錦璋、劉麗芳(2008)曾分析過有關優秀球員與非優秀球員在防守接球動作上之差異的相關研究，其中發現，優秀球員在防守動作中明顯出現向前躍進的騰空開跳步動作(以下簡稱開跳步)，且結果說明，此開跳步動作的力學原理是因下肢內在肌肉透過跳躍動作，執行牽張反射(SSC)的收縮機制，讓肌肉能儲存彈性能釋放爆發力量，主要目的是讓防守員在接球過程中，下肢能有足夠的力量做出瞬間快速移位的技術動作，因

此得知，優秀防守球員能夠在短時間內呈現完整的接球技術，此開跳步動作可能是優秀球員存在的優勢動作。另外，針對防守中向前躍進的動作，也有學者做過其他相關說明，在王銘揚、莊文典、李來福(2003)防守技術分析文獻中也曾強調跳躍動作的重要性，其中指出，要有良好的接扣球技術，須掌握其中向前躍進的「制動式」動作要點，其目的在於(一)依慣性定律，靜者恆靜，動者恆動，身體保持移動要改變方向或接虛攻球比較容易(二)有向前躍進的動作，注意力才能比較集中(三)躍進動作可擴大防守範圍(四)能增加反應速度，增加接球機會。而在網球運動中，林俊宏、鍾志明(2005)也有提及，其中提到網球比賽中的網前截擊動作是相當重要的技術與戰略，能夠在第一時間給予對手具威脅性的回球而直接得分。但因網球來回進行的球速相當快，所以要在最佳時機將球截住，必須靠快速的移動步伐，隨時準備瞬間的移位，向網前截擊過程中，正在向前移動的雙腳，應在對手揮拍回擊前的剎那，運用墊步(split step)緩衝，控制身體的重心，此墊步動作是為了要克服慣性，如果處於「跳躍」的狀態，落地時雙膝微曲，就像彈簧一樣，可及時快速的向前推進。根據以上敘述，優秀選手在防守過程中能明顯使用開跳步動作，或許已佔有相當優勢，若本研究能進一步給予選手開跳步動作中更細微的技術指導，使選手能獲的動作的關鍵技巧，相信必能加速提升運動表現，這也是研究者做此研究最主要的動機。

畢竟研究貴在應用，所有的研究主要目的就是要提供教練或教師在訓練上或教學上的應用價值，因此，如何將學術研究深入淺出提供最確切而實用的關鍵技巧給訓練者或選手，讓選手能清楚掌握技術的要點並了解其理論基礎，將教學與訓練理論與實務做結合，同時藉由優秀選手動作輔以乙組選手，深入探討防守動作中最關鍵的要點，試圖引導出最整體扼要的接球概念，方能發揮研究的最大價值。

### 第三節 研究目的

根據本研究之問題背景而衍生出其研究目的：一、導證並闡述排球防守動作的力學理論基礎；二、並比較不同層級排球選手的實例騰空開跳步動作之差異，概述如下：

#### (一)開跳步動作出現時機之分析：

比較不同層級選手騰空開跳步動作出現時機之差異並描述與防守表現之關係

#### (二)描述騰空開跳步動作之運動學特徵：

##### 1. 騰空高度分析(跳得多高?)

分析騰空時間(Air time)之差異

##### 2. 下蹲期最大彎曲角度分析(蹲的多低?)

分析下蹲期左膝關節最大彎曲角度之差異

### 3. 動作速度分析(速度多快?)

分析左膝關節角速度之差異

## 第四節 研究範圍與限制

- 一、本研究僅探討大專優秀甲組排球選手、乙組排球選手防守接球動作之動作時間及運動學參數，將所收集之資料做為主要研究範圍。
- 二、研究過程中，為求實驗動作之一致性，於實驗中設定防守球員接球範圍。
- 三、本研究受試對象為師大優秀甲組排球選手及乙組選手，因此，對於選手年齡、訓練年限、身高條件上之差異，無法加以考慮。
- 四、測試情境不同於比賽實際情況。

## 第五節 名詞操作性定義

- 一、甲組選手：以擁有報名參加大專排球聯賽特優級資格之臺灣師大甲組男子排球選手。
- 二、乙組選手：以報名參加大專聯賽資格之臺灣師大乙組男子排球選手。
- 三、防守(Defense)：當對隊攻擊手將球扣出後，我方球員以合法動作將球接起，稱之為防守。
- 四、座標方向定義(The Definition of Coordinate Direction)：座

標軸方向為 X 軸-水平(前後)方向，Y 軸-垂直(上下)方向(圖 1-1)。

五、啟動:防守員在準備接球時，當判斷後開始執行動作的瞬間稱之。

六、騰空開跳步動作(Hop Step):即為防守員在接球過程中，產生向前躍進、雙腳騰空後下壓的跳步動作，因下壓後下肢動作面積加大，所以本研究定義為開跳步(圖 1-2)。

七、下蹲期:本研究將騰空開跳步動作分為兩期，其中下蹲期為雙腳著地後至膝關節下壓到最大彎曲角度(圖 1-3)。

八、蹬伸期:其中蹬伸期定義為膝關節由下壓最大彎曲角度上升至接球瞬間。(圖 1-3)

九、膝關節角度(The Angle of Knee Joint):髌關節、膝關節、踝關節所形成之夾角稱之。(圖 1-4)

十、攻防動作:本研究所定義的攻防動作，意思是指攻擊手與防守員兩者同時進行互相扣接的動作。

十一、運動學(Kinematics):由空間、時間來描述物體運動的現象，如:探討人體運動時身體的位置、速度與加速度等物理量之變化，不涉及質量。

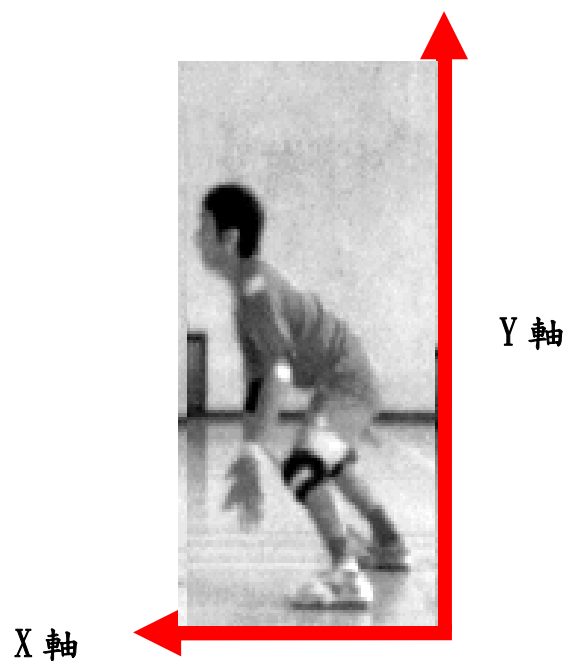


圖 1-1 座標方向定義示意圖

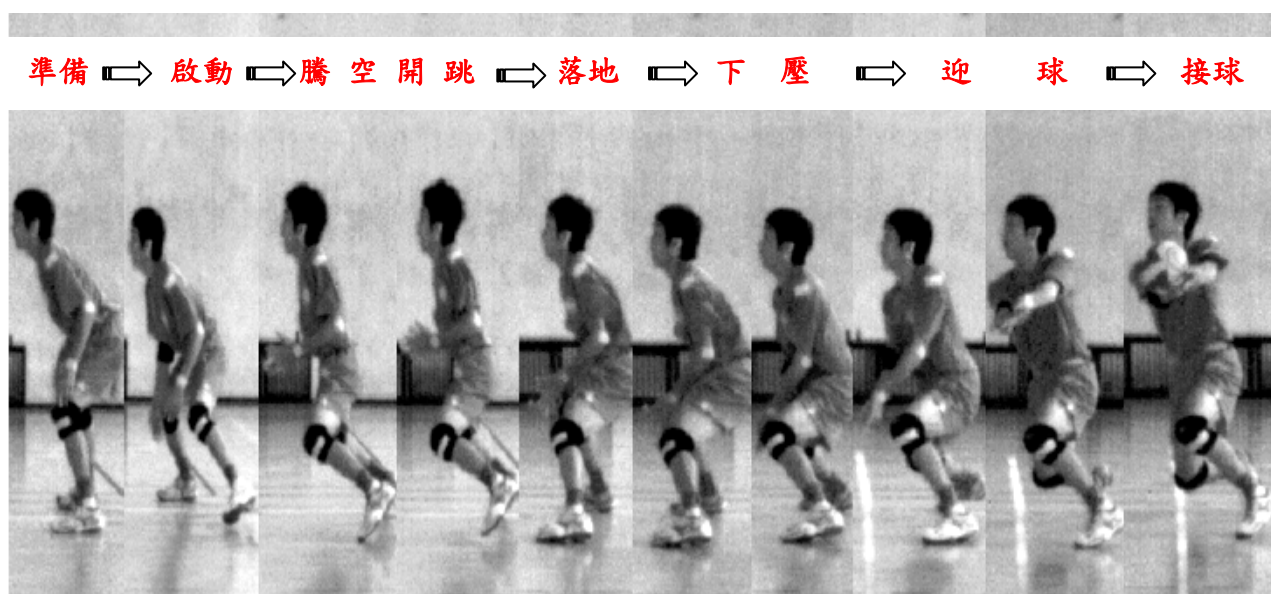


圖 1-2 騰空開跳步動作示意圖：接球過程中，產生向前躍進、雙腳騰空後下壓的跳步動作

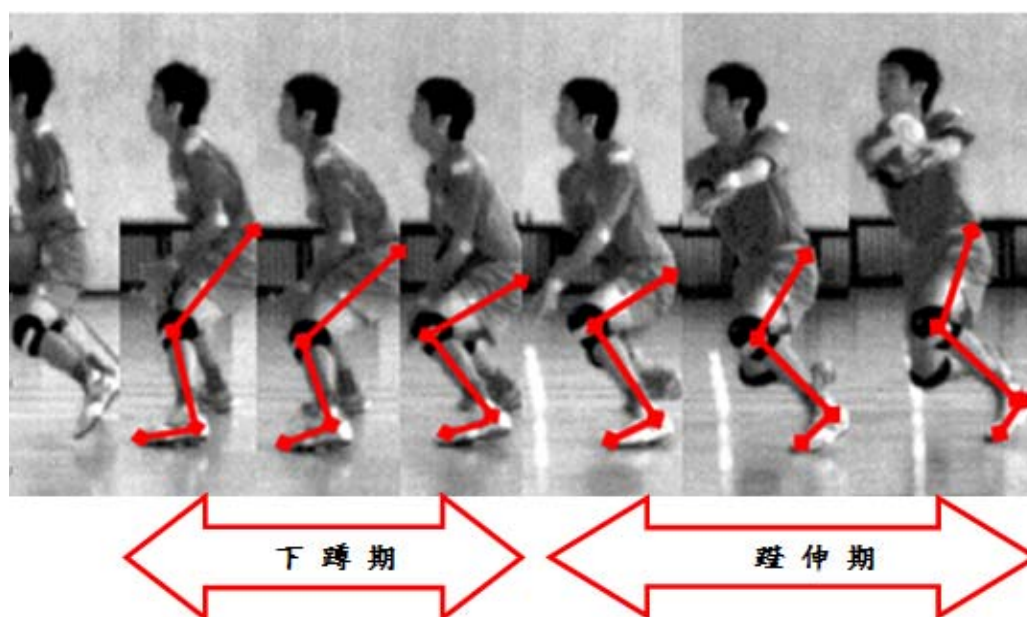


圖 1-3 選手由騰空落地後至下壓到最大彎曲角度稱為「下蹲期」與最大彎曲角度至接球瞬間定義為「蹬伸期」



圖 1-4 膝、踝關節角度示意圖

## 第貳章 文獻探討

### 第一節 排球防守概念推導與應用

#### 一、「時間」概念

本研究引用蔡葉榮(1999)以跆拳道踢擊動作所做的相關研究，其研究中將主要踢擊動作做以下分期定義：(一)反應時間：當選手接收到訊號燈刺激後，至攻擊腳蹬離測力板之間所需時間。(二)動作時間：在選手執行踢擊動作的過程中，從開始產生動作的瞬間，至完成動作之間所需時間，意思是指選手啟動後至踢擊到目標所需時間定義為動作時間。

因排球防守在比賽進行中必須根據對隊球員攻擊動作型態或球飛行方向的落點來取位接球，因此，本研究將上述所定義的分期意涵應用於排球防守動作上，將動作分為兩期：(三)當扣球者擊到球至防守員啟動防守動作瞬間，之間所需時間定義為「反應時間」；(四)而防守員開始啟動至接到球的瞬間，之間所需時間定義為「動作時間」。而一般排球選手平均反應時間約 0.29~0.33 秒(辛傳，2004)，而在本實驗中利用拍攝影片張數所計算出防守員平均動作時間約為 0.6 秒，可想而知，若防守員等到攻擊手擊到球時，才準備反應接球，在執行防守技術上實為困難。另外，根據文獻指出，目前世界級男子排球運動員扣球速度達 30m/s；女子選手也達到 25m/s(溫志勤，2004)，也就是說，球由扣球者的手中扣出至球落地之間所飛行的時間大約為 0.3~0.5 秒(林竹茂，

1987c)，幾乎與選手的反應時間接近，所以要成為一位優秀的防守球員必須擁有比一般球員還要好的判斷能力及敏捷速度，才能在極短的時間內執行一連串的接球動作。

## 二、「動作節奏」概念

由黃品靜(2001)以視覺角度探討預測能力在防守中的重要關係之相關研究，其中指出，球員在執行防守的過程中，必須接收外在環境給予的訊息，當訊息刺激出現時(亦指球被攻擊手扣出的瞬間)，球員才啟動接球是相當困難的。根據此說法，研究者認為若製造訊息刺激的「前置動作」能以一個有規律、有節奏性的方式反覆出現，讓個體能夠去預測，從不斷反覆的動作練習中找到訊息刺激出現的時機，那麼就能夠將反應時間及動作時間提前，提早執行防守動作，讓動作在極短的時間內能有充裕的時間完整呈現，進而達到運動表現。如果將這樣的觀念帶入排球防守中，防守員在接球過程中必須根據攻擊手扣出球的方向、速度來改變防守位置或調整動作，換言之，防守過程中，產生訊息刺激的前置動作指的就是「攻擊動作」。在劉麗芳(2004)研究中提到，攻擊動作主要由助跑、起跳、拉臂、手臂轉折、擊球等一連串技術動作結合而成，是屬於有規律、有節奏性的連續動作。由此可知，優秀的防守員能夠根據攻擊手的動作去預測何時球將被擊出，然後提前準備反應，在球落地之前完成完整的

接球動作。除此之外，若將防守技術細分的話，可分為判斷、準備、移動、接球等一連串動作(王銘揚等人，2003)，所以當防守員在進行接球時，也能以規律有節奏的方式呈現防守技術。結合上述概念可知，攻擊手與防守員在動作的執行上，皆能以一個連續、規律、有節奏的方式完成並且攻擊與防守動作是需要相互呼應的，因此研究者將連續的扣球動作定義為攻擊手的動作節奏稱之為「扣球節奏」(圖 2-1)；而防守員連續的接球動作則定義為「接球節奏」(圖 2-2)，又因防守必須隨著攻擊變化，所以在攻防動作中，扣球與接球動作應是互相配合的。

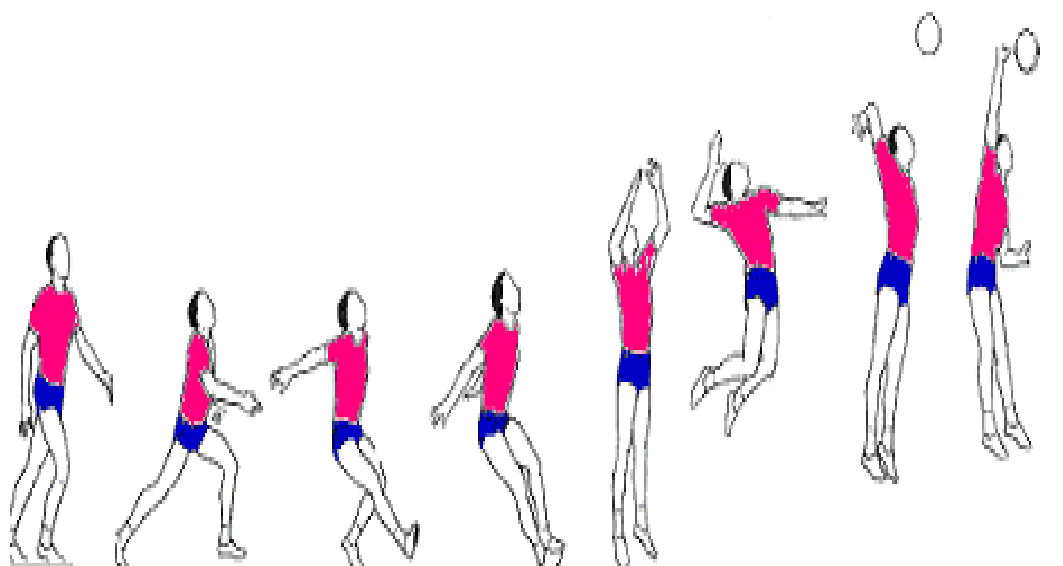


圖 2-1 排球扣球連續動作圖:攻擊需經過預備、助跑、起跳、拉臂、擊球等動作順序，因此本研究定義為攻擊手的「扣球節奏」

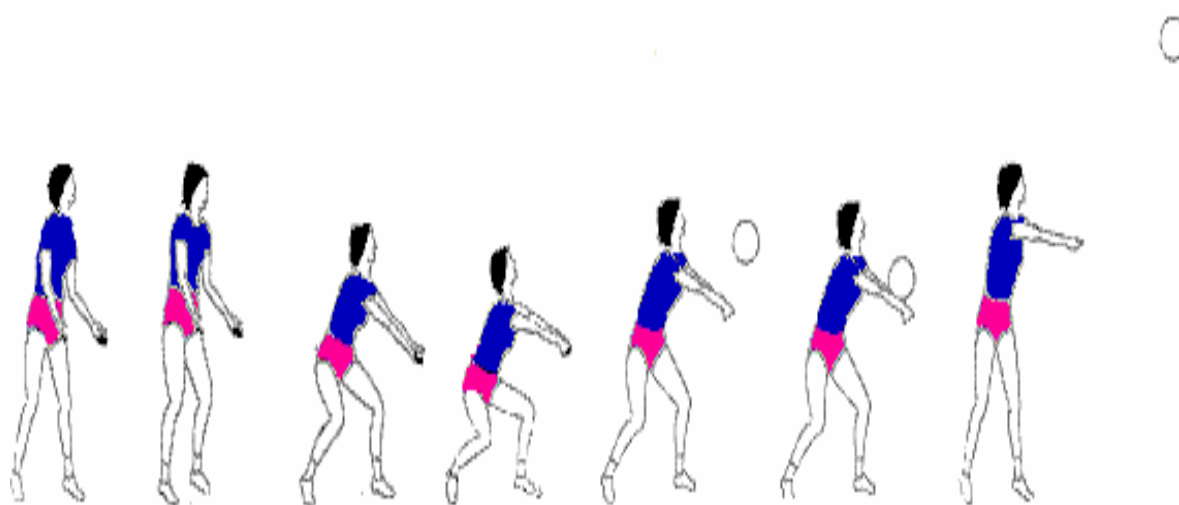


圖 2-2 排球防守連續動作圖：因防守者需經過預備、判斷、移位、伸臂、接球等動作順序，因此將其定義為防守者的「接球節奏」

綜合概念一與概念二，研究者認為，防守球員要能在短時間內完成主要接球動作並達到優秀的運動表現，必須擁有以下條件：

- (一) 準確判斷攻擊手扣球動作，在球被擊出前『提早預測、準備啟動』防守動作。
- (二) 防守員在執行接球動作時，應隨著攻擊手的動作變化將防守技術連續且規律的呈現出來。

### 三、爆發力與牽張反射(SSC)基礎理論於防守動作上之相關性

本文引用有關肌肉運動的理論基礎並加以敘述：

### (一) 爆發力

爆發力(Power)又稱瞬發肌力(Explosive Strength)，根據 power 物理意義，可以將它稱為快速肌力或速度力量(Speed Strength)。還有學者從外部現象出發，認為快速肌力是最大限度產生加速度以及速度的能力，無論哪一種解釋，基本意涵都相同，都是盡可能在最短時間內以最快的速度發揮最大的力量。根據力學定律，力以及這一力的作用效果及運動速度都和有限時間內最大限度產生作功的能力有關，因此，也可將爆發力將定義為：肌肉系統在有限的時間內產生最大作功的能力，即為速度與肌力簡單的結合。

### (二) 牽張反射(Stretch-Shortening-Cycle 簡稱 SSC)

爆發力是競爭性運動的一項素質，舉凡鉛球、跳遠、跳高、排球、足球等運動都需要該項素質。SSC 是爆發力訓練中相當重要的一個方法，即先離心收縮後馬上向心收縮的肌肉作用方式，在彈性能和牽張反射的雙重機制影響下，能夠增進力量，產生較大的爆發力(Komi, 1984)。肌肉收縮之前的牽張有助於向心階段的運動表現，在動物和人的實驗中發現，此一現象是由於肌肉中彈性組織所儲存的彈性釋放所致，肌肉中儲存的彈性能由牽張速度和偶聯時間所決定；即牽張速度越快和離心收縮轉向心收縮之間沒有延遲則能有效的利用彈性能(林政東、劉宇、呂宏進, 2000)，若離心轉向心階段之間的牽張速度過慢或偶聯時間過長，肌肉中的彈性能將轉成熱能，則無法產生有效的肌肉力量。在

許多運動最終，身體環節周期性的受到衝力的作用，例如：在跑跳中肌肉受到外力作用而被拉長，此時肌肉首先做離心工作，然後跟著向心工作，這種離心和向心收縮的結合實際上完成了一種肌肉自然的機能。SSC 的目的主要是使最終運動(向心收縮階段)比單一的向心工作更有效率，SSC 的瞬間肌力反應了神經肌肉有機體通過制動(離心)動作，在有限的時間內盡可能產生向心收縮衡量的能力，這一種運動過程通常被稱之為反射性運動。SSC 可分為兩種：一種時間較長，一種時間較短，長 SSC 的特徵是髖關節、膝、踝關節角度變化大，且運動時間長於 250ms，例如：籃球的投籃起跳；短的 SSC 的特徵是上述關節角度變化較小，運動持續時間在 100~250ms 之間，例如：跳高、跳遠的起跳階段。而林政東、陳全壽、劉宇、趙峻郁(2000)曾針對跳躍練習的肌電現象做過相關研究，比較下肢肌群中的比目魚肌及股直肌的肌電振幅，發現淺蹲跳在離心階段產生較大的肌電振幅表示單位時間內徵召較多的運動單位參與工作如此說明了淺蹲跳法可以產生較大的肌肉神經刺激較適合爆發力訓練時使用。

根據以上肌肉運動型態的基礎理論得知，運動中為能達到短時間內產生最大力量執行「快速反應」動作，肌肉必須經過 SSC 機制，進而使肌肉儲存彈性能來產生爆發力。而排球防守時常為因應球的方向變化必須有忽前、忽後、忽左、忽右的動作出現，所以要能在比賽中達到良好的防守技術表現，除了有好的判斷能力及生理條件外，下肢肌群可透過騰空開跳步動作來執行 SSC 收縮機

制(圖 2-3)，並在防守過程中，將防守技術以規律、協調的自然方式完整呈現。過去在教學與訓練經驗中，往往我們可以觀察到生理條件都很好的球員，如果沒有將防守動作協調的完成，是無法發揮「移動快」的目的，而這其中影響的因素就是動作與時間的有效配合(蘇巧文、劉錦璋、劉麗芳，2008)。

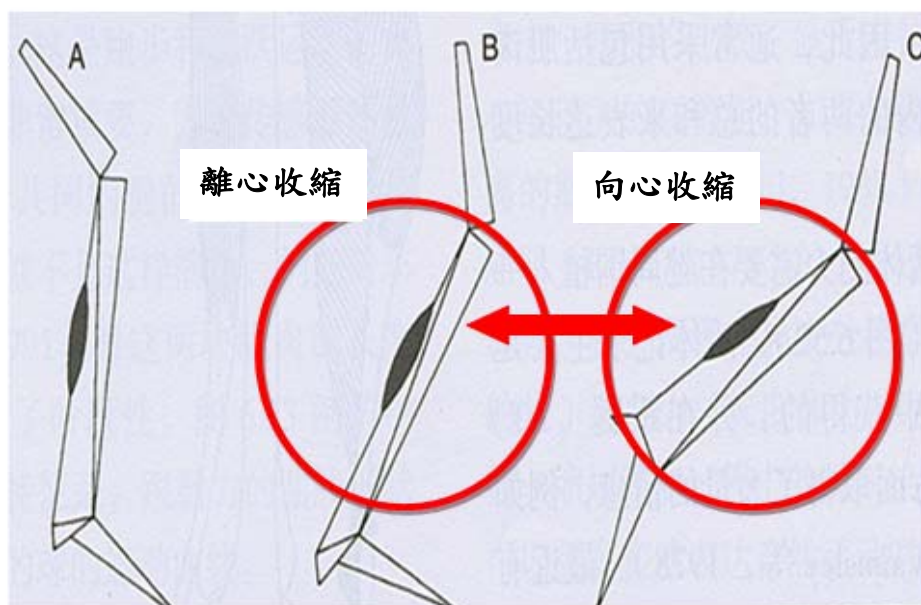


圖 2-3 跑、跳動作中的牽張反射機制，因在與地面接觸時，會產生負荷量，所以接觸地面前，肌肉會先被激活(A)，為對抗衝擊，肌肉先被拉長(離心收縮)(B)；拉長後出現縮短(向心收縮)(C)，本圖表示肌肉功能的自然形式(摘自 Komi，1984)

## 第二節 排球防守技術相關文獻

### 一、技術分析

國內有關排球防守的相關文獻可說是相當稀少，只有在早期書籍中針對防守技術做分析研究，其他文章多半都是以排球的攻擊為重心，因防守技術在近幾年開始受到重視，所以漸漸的有關防守的相關研究才受到注目。根據王銘揚等人(2003)所作研究中，針對防守的技術動作解析如下：

#### (一) 準備姿勢

接球的種類很多，但無論是哪一種接球技術都是採重心低、並向前移動的姿勢、後腳跟離地及雙足微動的狀態來做準備動作，其目的在於：

1. 縮短反應時間：反應速度的快慢與運動員注意力是否集中有直接相關，結合視覺、聽覺和運動神經中樞都保持一定的興奮度是加快反應速度的有效手段。
2. 利於快速移動：啟動速度的快慢取決於腿部肌群的收縮速度，降低身體重心有利於肌肉蹬地發力便於快速啟動。

#### (二) 移動技術分析

1. 在移動的過程中如果重心上升幅度過大，勢必因克服重力作功而消耗時間，同時也加長移動距離進而影響移動速度。
2. 快速移動必須要有制動動作：依照人體移動的慣性，如一昧的移動而無預定的制動動作，將使其達不到預想之目的。

### (三) 擊球動作分析

1. 確定手臂合理的反彈面:原則是依照入射角與反射角原理調整適合的角度才能在瞬間擊球獲得效果。
2. 擊球重心前移的發力動作:接球時的發力動作是利用下肢蹬地送髖及跟腰的動作，以便使重心隨蹬地方向前移，否則會改變已確定的蹬地方向。
3. 確定擊球手法的技術:
  - (1) 靠攏:靠緊手臂內側，使橈骨內側翻出而形成一個大而平的接擊面。
  - (2) 伸入:使擊球點保持在腕關節上 10 公分處。
  - (3) 夾臂:使兩臂成為一體的動作，可防止力量大的來球。
  - (4) 提肩:提肩以固定肩關節，防止在擊球時肩關節所做的退讓動作。
  - (5) 壓腕:可固定手臂反射角度。

另外，在許樹淵(1982)的《排球運動技術分析》一書中針對防守中的救球技術做過相關說明，救球技術也隸屬於防守的其中動作，通常使用在離身體較遠的來球，球員必須改變身體重心及快速移動，才有辦法在球落地之前觸碰到球。救球技術是被動而非主動的，救球者需視球對方扣球員與攔網者之位置作判斷，預先站在可能來球的方向做救球的動作，影響救球的因素如下:

#### 1. 準備判斷與反射動作能力:

準備判斷對方扣球員的扣球姿勢、高度位置及可能各種的來球變化、攔網者的

位置配合動作都要精確判斷，做好各種準備姿勢，預備接球，藉著優良的救球動作完成任務。

## 2. 防守的基本技術：

防守的基本姿勢比傳球略低，幾乎能由下往上瞄準球的方向，雙腳打開、雙手放低、上體前傾、切忌上體高、重心高、由下往上做動作較難，這是與肌肉關節同屈同伸有關。

## 3. 了解扣球員的運動型態：

### (1) 助跑路線與起跳時雙腳起跳的方向：

助跑路線決定擊球位置及有利的攻擊路線和力量，順助跑路線起跳，扣擊動作速度力量和球的變化大，而違背助跑路線的起跳速度、力量及變化球之施行較小。在不得已的情況下才改變助跑路線，助跑路線決定後，其起跳之姿勢變化及可能的球軌跡變化來自於起跳動作，而起跳動作之優異則操之於雙腳所指的方向，應注意扣球員的助跑路線後，接著注意其起跳方向，有利於防守姿勢之確定。

### (2) 扣擊球姿勢和球的位置：

一切空中姿勢來自於起跳動作的決定，起跳之優劣決定身體之滯空力及隨之而來的扣擊快慢和打擊位置，滯空力若較長，就有較長的時間選擇而打出不同變化球的可能，因此，注視扣球員的姿勢就能預測可能打擊的方向。

### (3) 攔網球員的位置:

攔網者之位置影響到防守，若動作不一致，防守員有太多空隙便難以判斷。

根據本研究之最終目的，就是希望能夠提升防守者的移動速度進而改善接球表現，在林竹茂《排球基本技術動作生物力學分析》教學講義中提及有關排球防守中移動步伐的種類與影響因素之相關討論，其內容如下：「移動」之主要目的，是使球員與球保持合理的關係，以提升技能戰術的應用績效。移動速度與準備姿勢是否正確乃至與啟動快慢有密切的相關；從移動快慢觀察，是受運動能力優劣的影響，而何排球技術在球場上移動與判斷預測能力有甚大關係；同時在排球運動中專用步法若能熟練運用，則必須強化雙足交換率。茲將移動步法及促進快速移動的因素分析如下：

#### 1. 移動步法分析：

- (1) 滑步：主要優點是隨時都可制動，採取有利之準備姿勢，故變換身體重心快變換移動方向較及時。只適用於短距離移動中用。
- (2) 跨步：只有在來不及移動接低手時才使用。不僅步幅要大，有益於制動及降低身體重心，還要求重心穩，故跨步後就不能再移動，所以其亦是一種制動動作。
- (3) 測移步：主要優點便於觀察來球和制動，可即時進行調整和做有效擊球

動作，適用於短、長距離使用。

(4) 交叉步:主要優點是速度快，便於觀察和及時對準球，但不便及時制動。

(5) 跑步:移動速度最快，皆可隨時制動和改變方向，長短距離都適合應用。

## 2. 影響移動速度因素分析:

(1) 預測能力:球員具有對該項運動豐富知識，優異技能與臨機應變的能力。

(2) 判斷反應:動作反應快慢首要依據判斷。判斷宜根據對方動向與球飛行變化。

(3) 身體重心變換快慢能力:在技術方面，欲使移動快速，首應降低身體重心。

(4) 下肢蹬地肌肉之爆發能力:先決條件是要平衡好重心，爆發力才具有有效之水平分力。爆發力是指球員在短時間內能發揮最大力量，使身體在最短時間內獲得更大的加速度。

(5) 雙足快速交換頻率能力:在第一步出去後，除蹬地爆發力影響速度外，雙足交換蹬地之頻率越高，移動也越快。

## 三、防守中「制動式」動作的相關討論

因本研究所探討的騰空開跳動作之動作特性原理與防守技術中的制動式動作之基本力學意涵相同，以下針對防守制動式動作，做簡單說明。在林竹茂《排球基本技術動作生物力學分析》教學講義中提及，在快速移動後為立即停止移動所採取的動作稱為「制動」，其目的是使球員在快速移動中立即穩定身體重心，以便能準確的完成好所要做的技術動作。包括：助跑起跳時之蹬地以及在快速移動後進行接球等制動動作。從運動狀態到靜止狀態沒有外力作用是不可能的。作用方向與運動方向相反產生負向加速度的力就是制動力。當移動最後跨出一大步制動時，跨出足支撐地面，地面對人體產生支撐反作用力，制動時支撐反作用力越大，減速越快，身體越容易制動。身體重心越低，蹬地角越小，越容易制動。另外，在黃漢升《球類運動—排球》一書中也提到，影響制動技術動作快慢的因素為：

1. 支撐反作用力的大小。支撐反作用力越大，制動越快。
2. 支撐反作用力與地面夾角的大小。夾角越小，制動越快。

### 第三節 判斷與預測能力在排球防守技術上之重要性

隨著排球運動的發展和技戰術水平的提高，進攻戰術多變化、扣球的高度、力量、速度與進攻掩護的逼真都發展到了一定的水平，要在比賽中贏的勝利，判斷力在比賽中是不可被忽視。排球比賽中判斷力的培養是多方面的，必

需隨著各項因素來做正確的判斷，文獻中說明，排球運動員普遍反應速度約為 0.33 秒，優秀運動員反應速度約為 0.29 秒，而優秀運動員扣出的球速度為 30m/s 左右(辛傳，2004)，扣出到落地約為 0.3~0.5 秒(林竹茂，1987c)。由此可見，僅靠敏捷速度來提高防守的表現是相當不容易的，所以一個優秀的防守員應具有的判斷如下：

一、攔網的判斷:攔網是防守的第一道防線，準確的攔網是可以減低後排防守的負擔，縮小防守範圍。

二、根據對手的特點判斷:運動員的特性各有不同，都有個人習慣性的打法，應要依據特性作判斷。

三、根據舉球員的習慣判斷:需了解舉球員舉球的習慣和獨特的手法，根據舉球的位置、舉球的角度、舉球的路線做判斷。

四、對全體及個人的判斷:在比賽中依據對方戰術特點進行防守判斷。

五、對舉球組織的判斷:對舉球與球之間的位置關係做判斷。

六、對球與網關係的判斷:球距離球網的遠近和高低是造成扣球點差異的主要因素，球高且距離網近的時候，防守位置可稍前，反之，防守位置可後退些。

七、對進攻隊員的判斷:一般來說，防守員應該站在扣球員扣球的延長線上，水準高的球員可利用手法的變化改變球的方向與線路。

而黃品靜(2001)曾以心理學的角度研究有關預測能力與防守上的相關及其重要性，以視動的理论基礎去說明，其中提到，排球運動員在球場上的救球技術其誘因來自對隊扣殺者的扣球行為或本隊球員的攔網行為等外在環境誘因的影響而形成。然而，對於應付排球扣殺的救球，來球速度極快行程極短且動作感覺屈進直覺反射的運動技能之行使，視覺才是吸收外界訊息的最主要武器，而視動是一種感覺如果不斷出現同樣或類似的情形來自技能牽移及訊息累積，球員的視動時間便會縮短。排球運動員的救球若欠缺利用視覺來吸收外界的訊息如：攻擊手的位移、出手時宜、角度等不斷的儲存訊息，從失敗中逐次修正以建立知覺與動覺聯合，若等到攻擊手扣出球後才要從基本防守位置移動救球，除非運氣否則根本救不了快速的扣殺球，所以勤練球員的判斷和預測能力是相當重要的。防守必須隨著球賽行進中對隊球員與球的變化來執行動作，所以防守在排球六大技術中是屬於完全被動的技術動作。而隨著規則的一再演變，縮短了球在比賽中的飛程時間也加快了各隊進攻的速度，若一昧的以被動的方式訓練球員的防守技術，在比賽中很難獲得成效。所以將被動轉換為主動是現代排球在防守訓練上的趨勢，當然，要能夠主動積極的進行防守，判斷力及預測是不可或缺的先決條件，唯有這樣才能預測出對方的進攻戰術，進而主動提前取位防守。

#### 第四節 牽張反射理論應用於其他運動上之相關討論

本研究主要目的是從牽張反射的理論基礎去探討排球防守中騰空開跳步動作的特性及重要性，因此在這針對牽張反射的其他相關研究，做以下的歸納與說明：

一、冉冰(1997)根據牽張理論在跳躍項目中所做研究中說明，力量素質是跳躍項目中重要的素質之一，力量訓練中所採用的超等長練習，特點是在動態中進行，使特定部位肌肉爆發力能得到更有效的發展和提高。起跳過程中，起跳腿伸肌群主要完成離心收縮-等長收縮-向心收縮，而起跳效果主要取決於離心和向心收縮兩種能力，訓練中忽視任何一種肌肉工作能力的提高，將影響跳躍成績。

二、林政東、陳全壽、劉宇、趙峻郁(2000)比較兩種不同牽張幅度深跳練習的兩階段肌電現象。結果說明，淺蹲跳法在離心收縮階段產生較大的肌電振幅，而產生的較大肌電振幅是牽張反射所造成的，同時較大的肌電振幅表示單位時間內徵召較多的運動單位參與工作，所以爆發力訓練時宜採用淺蹲跳法。

## 第五節 增強式訓練理論與騰空開跳步動作相關性之討論

### 一、前言

針對本研究問題背景，騰空開跳步動作是透過肌肉的牽張反射來儲存彈性，以提供防守選手爆發力進行移位接球，目的是希望能提升運動表現。而蔡豐任(2006)提到，爆發力是速度與肌力簡單的結合，意思是肌肉快速產生功的能力，一般而言，在運動過程中人體肌肉收縮的主要特性大致有兩種特性(馮樹勇、李愛東，1995):

#### (一) 伸展反射:

肌肉在收縮之前如果預先牽拉(離心)肌肉使肌肉長度拉長可增加收縮(向心)時產生的力量而牽拉速度越快，收縮的力量越大，這就是肌肉的伸展反射(streth reflex)。

#### (二) 肌肉彈性能的儲存與釋放特性:

肌肉拉長時可使肌肉內儲存的彈性能增加，並在縮短時釋放出來如此可獲得增加收縮力量的作用。

因此得知，爆發力是經由肌肉收縮的特性所產生的，目前爆發力一直是提高運動表現的方法，它可經由彈跳訓練(如: jumping、bounding、hopping等)來作為訓練方式，直至目前才將爆發力的訓練方式統稱為增強式訓練(plyometrics)。

## 二、增強式訓練的意義

增強式訓練原文為 Plyometrics，原意思「增強」、「加大」的之意。在歐洲和前蘇聯國家將這種獨特性的反射動作型態稱為牽張縮短循環(簡稱 SSC)。Schmitdtbleicher, D. (1992)、劉宇、江界山、陳重佑(1996)、Fleck & Kraemer(1997)則認為應以 SSC 一詞取代增強式訓練，更可準確描述其特性。Chu & Plummer(1984)曾為增強式所下定義為是一種「結合力量和動作速度」以產生瞬發性反應的動作型態之訓練。Hogger 等人(1994)則認為增強式的最佳定義應為「爆發的跳躍訓練」目的是為了在最短時間內產生最大力的總和。

## 三、增強式訓練的肌肉力學原理

肌肉在一個快速離心收縮的動作中，可達到肌肉所能產生的最大力量值，然而，我們必須了解的是，肌肉在運動期間很少以單一收縮型態存在，當肌肉進行離心收縮時，如果能立刻伴隨向心收縮，則可增加力量。但是，如果離心收縮未能立刻伴隨最大努力的向心收縮，將造成能量大量的散失，這個肌肉力學的認知對運動訓練是非常重要的。

## 四、增強式訓練的功能

Hoegger 等人(1994)認為，增強式訓練的反彈起跳動作是為了獲得肌肉

的牽張縮短和伸展反射特性的利益，而著地期間快速的伸展肌肉，也被認為可增大肌肉的收縮力量，進而可獲得更大的爆發力。增強式訓練的主要表現在以下三點(陳墩禮，1996)：

- (一) 激發肌肉的伸展反射使神經系統產生大而快的爆發力。
- (二) 發展肌肉與神經系統，使其能在運動中自動產生快速的爆發力
- (三) 促進肌肉本身和肌群間協調能力的改善以協調在高速進行中的動作。

Chu & Plummer(1984)建議以增強式訓練來發展神經肌肉系統，也就是說以增強式訓練作為訓練神經肌肉的方法，以求在一牽張縮短型態動作中達到快而有力的反射動作。

## 五、小結

騰空開跳步動作是為提供選手爆發力的一項關鍵動作，而增強式訓練則是訓練爆發力最好的方式，為了獲得增強式的潛在效益，訓練時應該實施牽張縮短的 SSC 動作型態，就是將肌肉先拉長再快速收縮的運動，其中影響爆發力效果的因素，則是離心轉向心的轉換時間必須儘可能的短、收縮速度快而有力，才能有效獲的彈性能而產生爆發力量。

## 第六節 文獻總結

大凡一座大廈建造必須要有穩固的基石才能有雄偉壯觀的建築，排球防守的觀念就好比大廈的地基，有堅固的地基才能要求防守技術，已不至於因噎廢食。防守水準的好與不好已成為比賽成敗的核心因素，甚至是決定因素，提高防守能力成為比賽制勝的主導因素和取勝關鍵。因此，根據以上文獻得知，要提高防守能力需注意以下幾個問題，將其歸納以下幾點：

一、培養運動員觀察及思維能力，在排球運動的訓練和比賽中，任何一個防守技術動作的運用和應變都取決於能否在瞬間做出周密的觀察與正確的判斷，所以在防守技術訓練中必須重視培養觀察習慣和判斷能力，提高思維能力。

二、結合理論與實務，增強後排防守判斷能力、移動速度，是決定防守的成敗關鍵。要守起快速的扣球只能賴於正確的判斷，先移動取位，球到人剛好也到，這其中跟防守員的判斷能力有著相當大的關係。

三、要重視身體素質訓練及加強技術動作的要點，增進球員下肢肌肉爆發力，提高身體全身動作的反應速度及敏捷性的訓練，才能應付瞬間動作的變化。

## 第參章 研究方法與步驟

### 第一節 研究對象

本實驗研究對象共分成兩組，一組為受過訓練並且擁有報名參加大專排球聯賽特優級資格之台灣師大優秀甲組排球選手(共計 7 名)，另外一組則為台灣師大乙組排球選手(共計 7 名)，因此參與這次實驗受試者共計 14 名(表 3-1)，其中幾位選手更代表國家參賽。每位受試者均需了解本研究目的、過程以及實驗中可能發生的危險，並請受試者填寫基本資料、簽署受試者須知與同意書，以保障受試者自身權利。

表 3-1 受試者基本資料摘要表

受試者	平均年齡(歲)	身高 (cm)	體重 (kg)	球齡 (年)
		M±SD	M±SD	
甲組男子選手	20.25	168.25±4.1	65±9.6	9.25
乙組男子選手	21.25	170.75±5	64±3.4	3

### 第二節 實驗時間及地點

一、實驗時間：中華民國 98 年 2 月 9 日(一)、2 月 10 日(二)

二、實驗地點：國立臺灣師範大學分部體育館三樓排球場

### 三、實驗場地佈置圖：

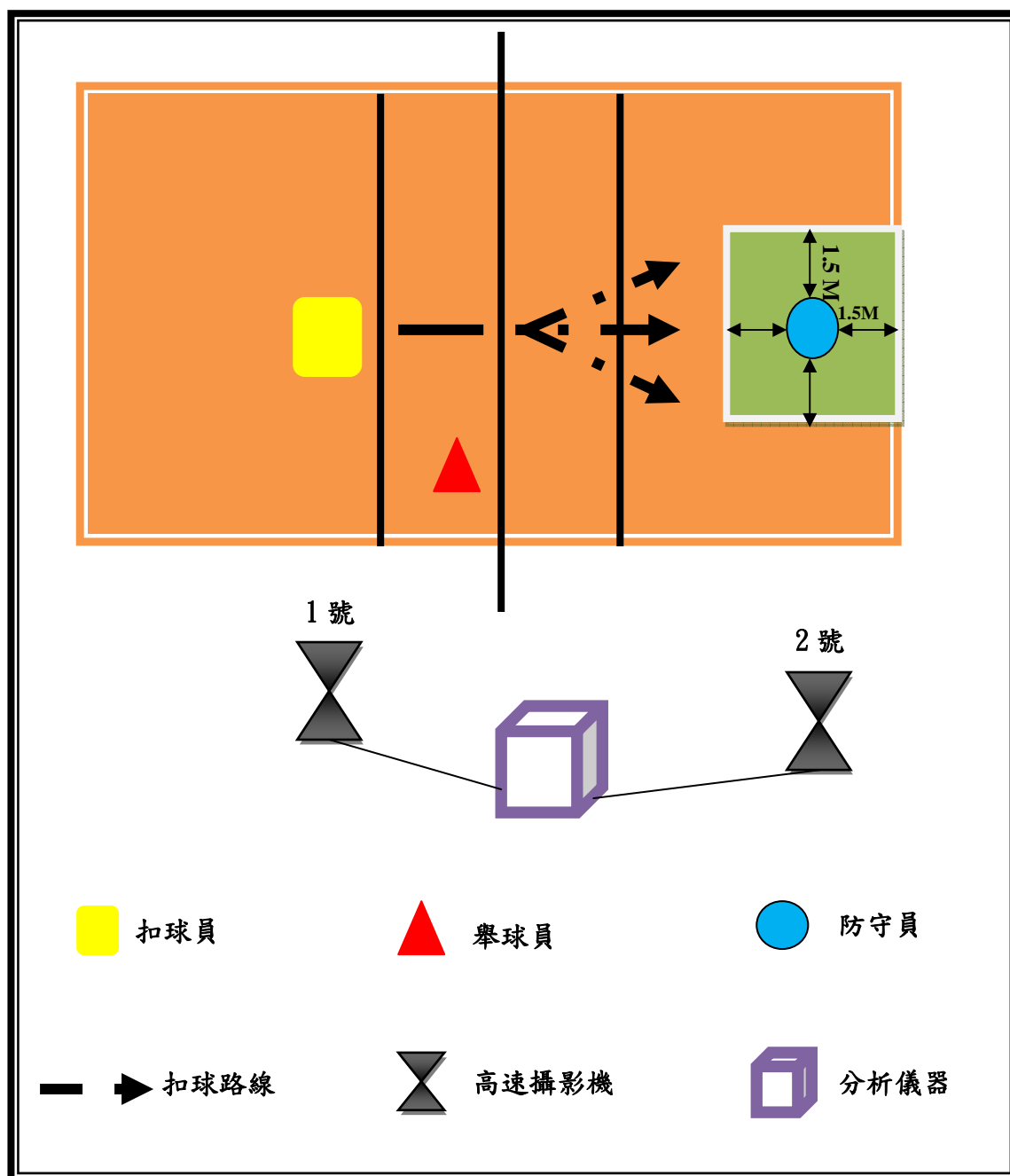


圖 3-1 實驗場地佈置圖

#### (一) 攝影機架設：

攝影機架設與實驗場地方方向呈  $90^\circ$ ，1 號攝影距離扣球者 12.5m；

2 號攝影機距離防守員約 12.95m。防守員於 6 號位置(圖 3-2)執行實驗動作。

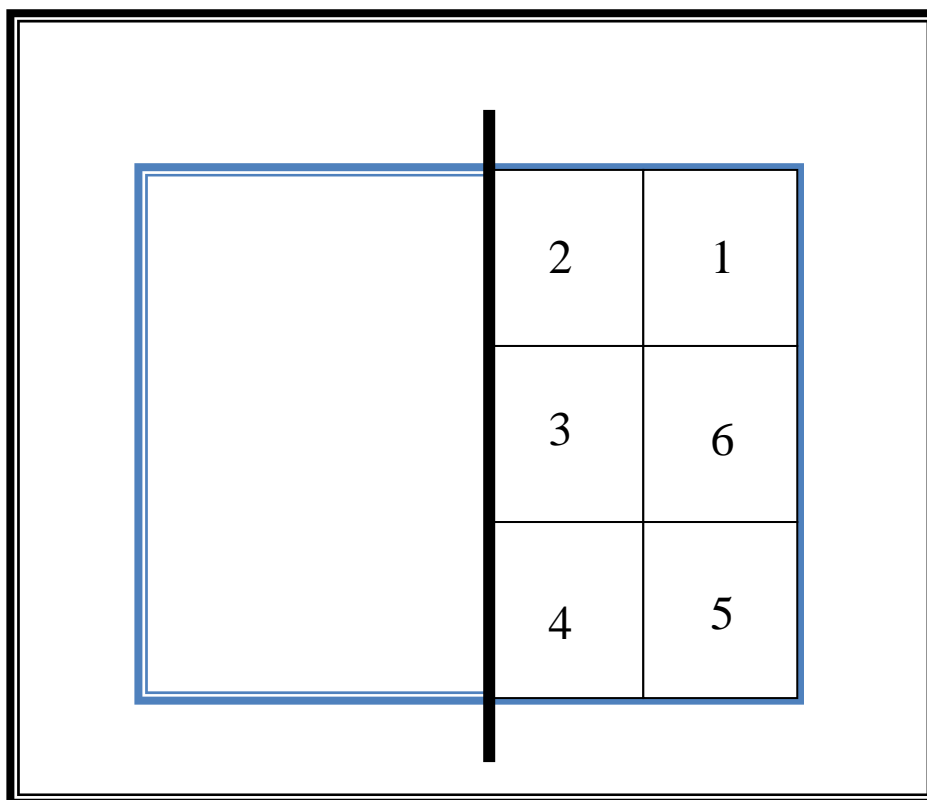


圖 3-2 排球輪轉位置順序圖

## (二) 攝影方式:

實驗開始時，按下同步攝影開關(Trigger)，目的是使兩部攝影機同步拍攝攻擊手與受試者的實驗動作。

### 第三節 實驗儀器與設備

本實驗所使用的研究工具主要有：

1. JVC 高速攝影機二台	7. 球網一副
2. ACER 筆記型電腦二台	8. 照明燈三支
3. 比例尺一張	9. 桌子兩張
4. 腳架兩台	10. 皮尺一卷
5. 多插座延長線三條	11. MIDAS 影像分析軟體(圖 3-3)
6. Mikasa 排球十五顆	12. Kwon3D Motion System 影像分析軟體(圖 3-4)

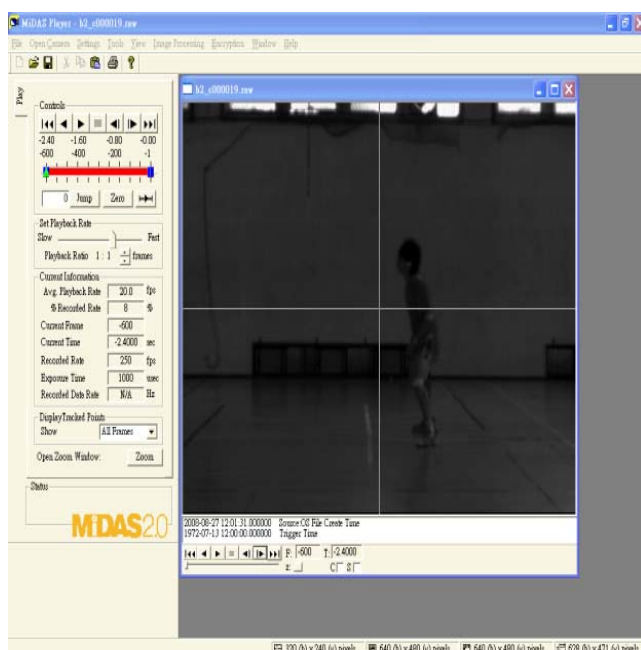


圖 3-3 Kwon3D Motion System

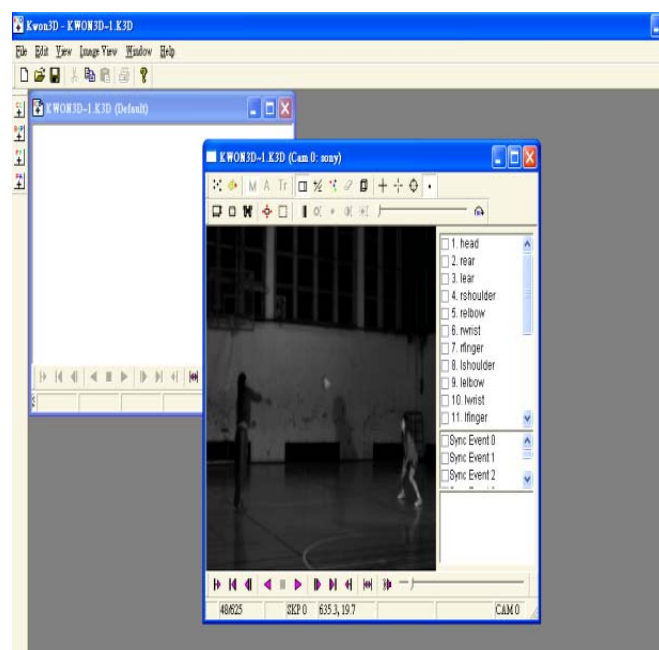


圖 3-4 MIDAS 影像分析軟體

影像分析軟體

## 第四節 實驗步驟與流程

本研究實驗步驟與流程可分為實驗前準備與預備實驗，其步驟與要領如下：

### 一、實驗前準備

#### (一) 受試者確認：

與受試者事先確認實驗時間與日期，並了解受試者身心狀況，以提高實驗研究的信度。

#### (二) 登入資料：

工作助理人員將受試者基本料表與同意書交給受試者填寫交回，以提供研究者做資料建檔。

#### (三) 場地佈置：

事先佈置實驗場地，受試者防守位置為 6 號位，範圍為 3m\*3m 見方。另外，扣球者與受試者實驗動作位置的攝影機架設，須準確測量後固定。

#### (四) 儀器校正：

場地佈置完成後，進行實驗儀器的校正，設定高速攝影機(250HZ)拍攝張數(1/250)、快門(1/1000)、光圈、距離等，確認儀器無誤後，進行預備實驗。

### 二、預備實驗

#### (一) 熱身：

受試者須著深色短褲及上衣、排球鞋、護膝進行實驗，實驗前進行 10~15 分鐘的靜態伸展操與動態熱身運動。

## (二) 黏貼關節標誌點：

受試者關節點擷取順序如下：1. 左耳 2. 左肩關節 3. 左手肘 4. 左手腕 5. 左手指 6. 左腕關節 7. 左腳膝關節 8. 左腳踝關節 9. 左腳腳跟 10. 左腳腳尖 11. 頭頂處。

## (三) 進行分組與流程說明：

將受試者分為二組，分別為甲組球員及乙組球員，編號依序為 1~14 號。分組完成後，為避免受試者發生運動傷害，研究者必須詳細說明實驗流程及動作並確認受試者已清楚了解。

## (四) 進行實驗動作測試：

每位受試者先試接三球，了解防守範圍。扣球者聽見工作人發出『開始』口令後，將球拋給舉球員進行 3 號位強扣球，扣球者須「隨機」將球扣入防守範圍內。而每位受試者須成功守起 3 顆有效的強扣球(指守起球必須在球場範圍內，並可給予舉球員進行組織攻擊)為分析樣本，過程中全程拍攝錄影，每次測試需由工作助理人員詢問受試者該次動作之感覺並將其記錄，以作為日後分析動作之參考。

## (五) 資料存檔與收集：

將擷取後的資料進行存檔，並詳細記錄每個成功守起的樣本實際情況，

可提供日後分析之參考。

## 第五節 實驗資料處理流程

本研究的資料處理大致可分為兩部分：

### 一、資料收集

#### (一) 時間資料：

利用影片拍攝所設定之張數(Frame Rate)計算所需時間資料。

#### (二) 運動學資料：

透過 Kwon3D 進行影片分析，本實驗影片分析是採用 14 肢段(Segment)11 關節點的人體模型。其點取順序如下：1. 左耳 2. 左肩關節 3. 左手肘 4. 左手腕 5. 左手指 6. 左腕關節 7. 左腳膝關節 8. 左腳踝關節 9. 左腳腳跟 10. 左腳腳尖 11. 頭頂處。資料經比例尺轉換後，依 Dempster(1995)研究的人體慣性參數(intertial parameter)進行 2D 數位化的處理。

### 二、資料分析處理

(一) 本研究將十四位受試者在 6 號位置平均防守起三次成功球數所得參數資料，以 SPSS for windows 12.0 版統計軟體進行統計分析，顯著水準定為  $\alpha = .05$ 。

(二) 利用影片擷取與設定特殊定點(Special event)做資料分析。

(三) 以描述統計說明各參數之實驗結果。

(四) 以獨立樣本 T 考驗(t- test)進行甲組選手與乙組選開跳步動作型態  
是否有其差異性。

## 第六節 研究架構圖(圖 3-5)

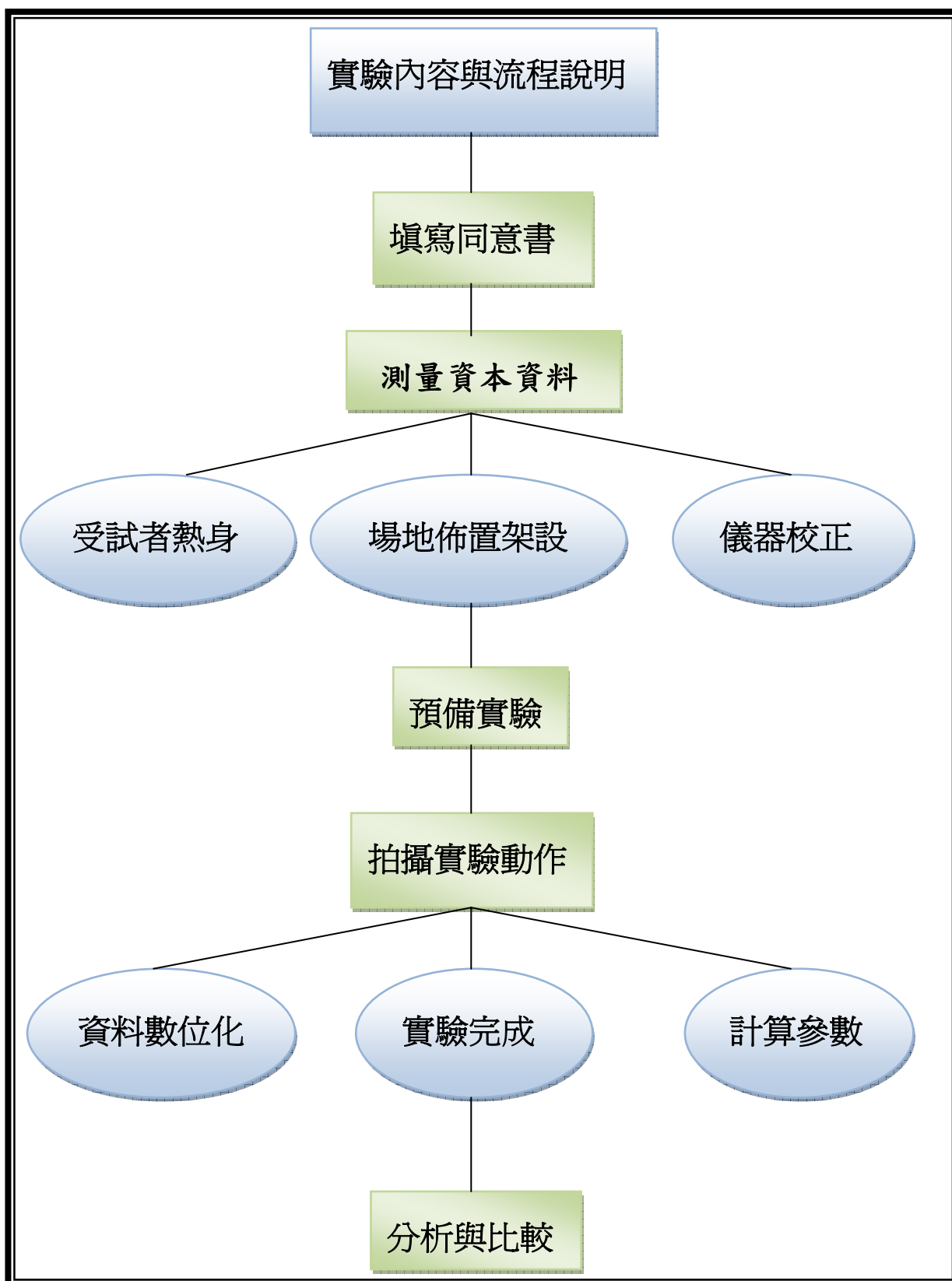


圖 3-5 研究架構圖

## 第肆章 結果

本研究針對既定之目的，並經由運動學實驗，依據所獲得之資料經統計分析結果，來了解優秀甲組選手與乙組選手騰空開跳步動作型態之差異性，經分析檢查後，有效動作為優秀甲組選手 7 名每人平均 3 次成功接球，共 21 次動作；乙組選手每人平均 3 次成功接球，共 21 次動作，結果分析如下：

### 第一節 騰空開跳步動作出現時機之探討

本研究將攻防動作中之攻擊手擊球瞬間設定為「時間序列」原點 0 秒(圖 4-1)，再透過影片分析，找出兩組選手騰空開跳步動作出現時間點，並比較其差異性。

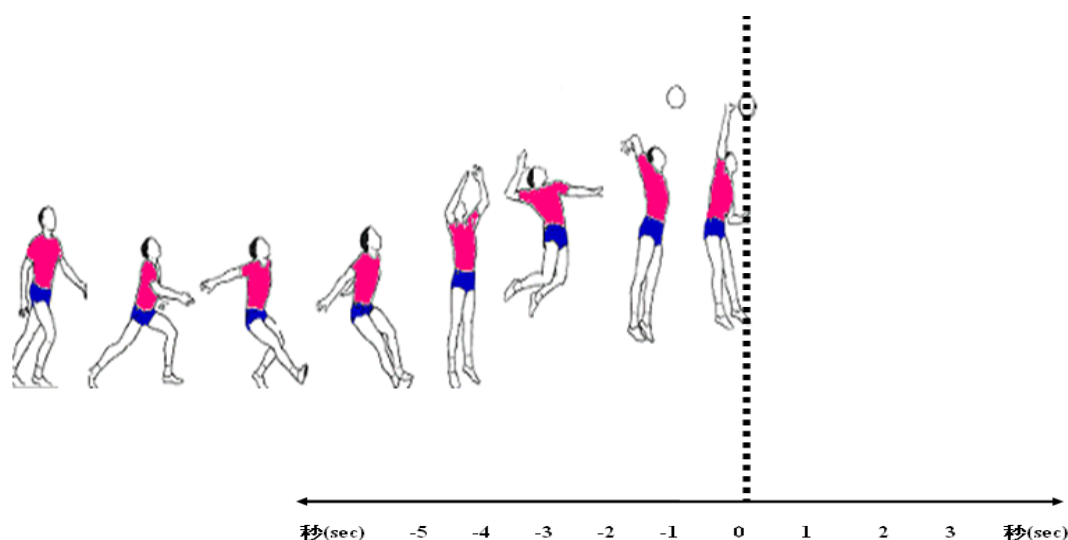


圖 4-1 時間序列設定示意圖：本研究將攻擊手擊球瞬間設為時間原點 0 秒，若在擊球前出現的騰空動作以「負數」時間數值表示；而在擊完球後出現之騰空動作以「正數」時間數值表示

表 4-1 甲、乙組選手騰空開跳步動作出現時間資料表(單位:sec)

組別編號	騰空瞬間	組別編號	騰空瞬間
甲 1	0.004	乙 1	<b>-0.064</b>
	0.012		<b>-0.044</b>
	0.044		<b>-0.06</b>
甲 2	0.024	乙 2	0.012
	0.02		<b>-0.076</b>
	0.02		0.016
甲 3	<b>0.008</b>	乙 3	0.192
	<b>0.004</b>		0.024
	<b>0.004</b>		<b>-0.164</b>
甲 4	0.012	乙 4	<b>-0.096</b>
	0.008		0.008
	0.008		0.12
甲 5	<b>0.006</b>	乙 5	0.012
	<b>0.008</b>		<b>-0.076</b>
	<b>0.006</b>		<b>-0.082</b>
甲 6	0.008	乙 6	<b>-0.09</b>
	0.004		0.018
	0.01		<b>-0.166</b>
甲 7	0.014	乙 7	<b>-0.028</b>
	0.009		<b>-0.028</b>
	0.004		0.018

從表 4-1 看出，甲組選手 7 人、乙組選手 7 人每人共 3 次騰空動作，在甲組選手動作出現時間結果中發現，7 人共 21 次動作數值皆呈現正值，約在 0.004~0.044 之間出現，這表示甲組選手騰空動作皆在攻擊手擊完球後才出現，從甲 3 與甲 5 選手資料中看出，騰空動作出現時間約在 0.004~0.008 之間，出現時間與時間原點(攻擊手擊球瞬間)相當接近。而在

乙組選手方面，騰空動作出現時間約在-0.096~0.024 之間，乙 1 選手 3 次動作皆呈負值，表示乙 1 選手皆是在攻擊手擊球前就執行騰空動作；而乙 2、乙 3、乙 4 三位選手平均 3 次接球中有各有 2 次在擊球後出現，其中 1 次出現於擊球前；相反的乙 5、乙 6、乙 7 三位選手動作中則有 2 次在擊球前出現，其中 1 次動作出現於擊球後。

表 4-2 甲、乙組選手騰空動作出現時間之差異分析表

	組別	次數(N)	M ± SD	t 值
動作出現時間 (sec)	甲組	21	0.011286±0.007081	0.009 <sup>*</sup>
	乙組	21	-0.02638±0.083584	

\*  $p < .05$

表 4-2 為甲、乙組選手騰空動作出現時間差異分析表，經由 t 考驗統計後得知，甲組選手 7 人共 21 次接球動作中，騰空動作平均在 0.011、標準差 0.007 出現；而乙組選手則平均在-0.026、標準差 0.083 出現騰空動作，結果顯示兩組選手動作出現時間達顯著差異 ( $p < .05$ )。

由下圖 4-2 進一步來觀察甲、乙組選手各 7 人、每人 3 次動作共 21 次動作出現時間點平均分佈情形，從中看出，甲組選手動作時間點分佈範圍約在 0~0.05 之間，區間相同；而乙組選手約在 -0.2~0.2 之間，區間內有正值與負值，以分佈情形得知，甲組選手動作出現時間點分佈範圍較集中；而乙組選手分佈範圍較廣而分散。

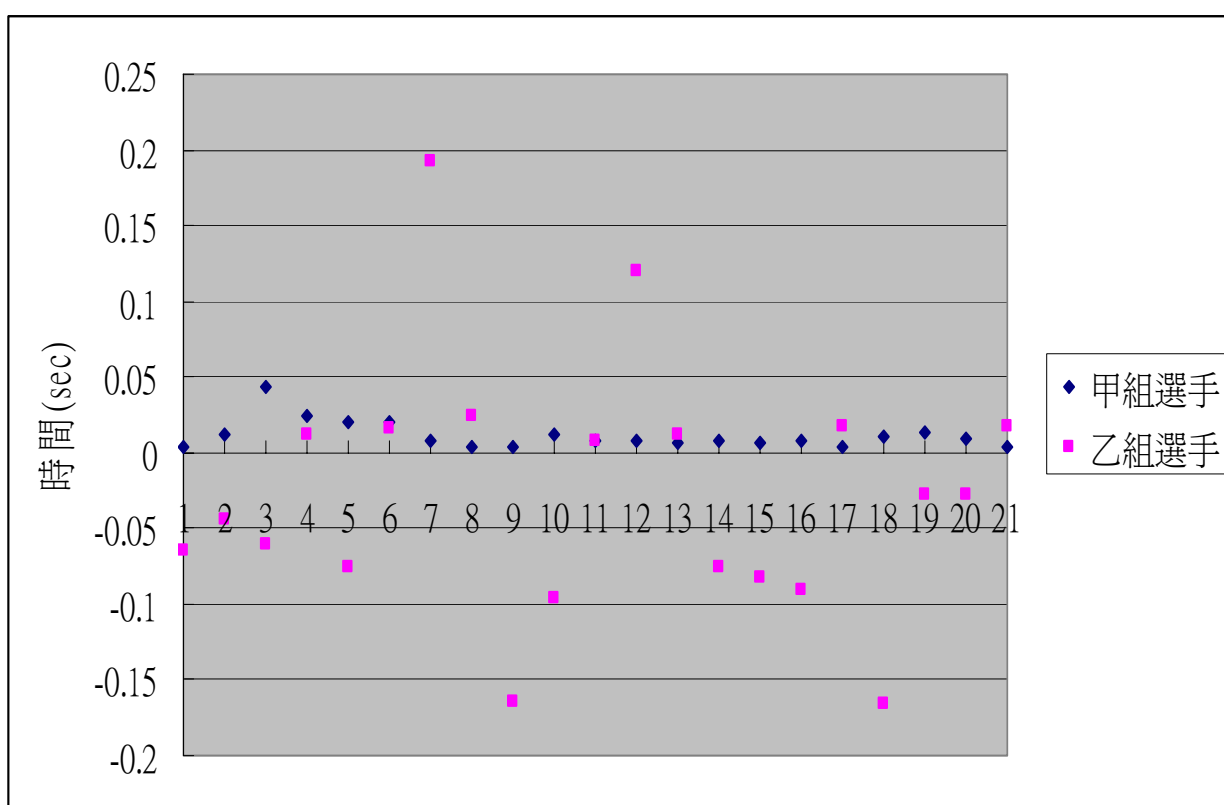


圖 4-2 甲、乙組選手騰空動作出現時間點分佈情形比較圖

## 第二節 騰空開跳步動作之騰空高度分析

本研究以公式  $\Delta h = 1/2 g (t/2)^2$  的概念計算各組選手開跳步動作之騰空高度 $\Delta h$ 。圖 4-3 為騰空開跳步動作中之『空中期』示意圖，經由影片張數換算後所得空中時間 t(Air time)資料，並代入公式中求出騰空高度。

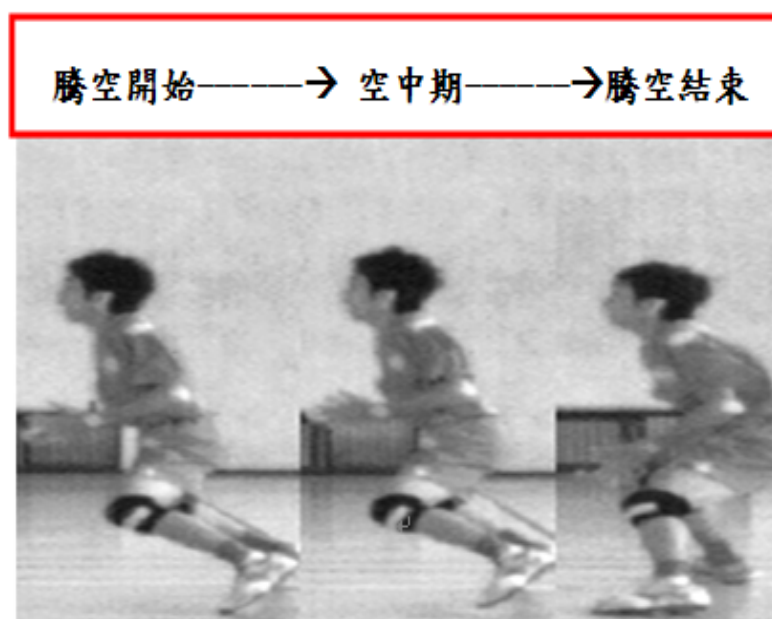


圖 4-3 騰空開跳步動作中之空中期之示意圖

表 4-3 甲、乙組選手騰空時間(air time)與騰空高度差異分析表

	組別	次數(N)	M ± SD	t 值
平均空中時間 (sec)	甲組	21	0.33981 ± 0.062869	0.000 *
	乙組	21	0.13919 ± 0.042499	
平均騰空高度 (m)	甲組	21	0.115±0.029	0.000 *
	乙組	21	0.026±0.014	

$P < .05$

表 4-3 表示甲、乙兩組選手各 3 人、每人 3 次動作共 21 次騰空動作中之平均騰空時間與騰空高度分析結果，經 t 考驗統計後結果得知，甲組選手騰空動作中空中期平均約 0.33、標準差為 0.0628；與乙組選手平均空中時間 0.13、標準差 0.0424 相較結果，達顯著差異 ( $P < .05$ )。而在騰空高度方面，甲組選手動作中平均高度為 0.115、標準差 0.029 與乙組選手平均高度 0.026、標準差 0.014 相較結果達顯著差異 ( $P < .05$ )。

圖 4-4 進一步分別比較甲、乙組選手各 7 人每人 3 次動作平均高度之差異性，因  $\Delta h = 1/2 g (t/2)^2$  中 g 值等於 9.81 為固定不變之數值，因此 t 若越長，所得之騰空高度越高，反之，t 越短則高度越低。由圖中看出，甲組 7 位選平均騰空高度分別介於 0.10~0.14 之間，騰空高度最高為甲 6 選

手、最低為甲 1、甲 4 選手；而乙組選手平均高度只介於 0.01~0.04 之間，最高的乙 5 選手高度只有 0.04，甲組選手騰空高度明顯大於乙組選手。

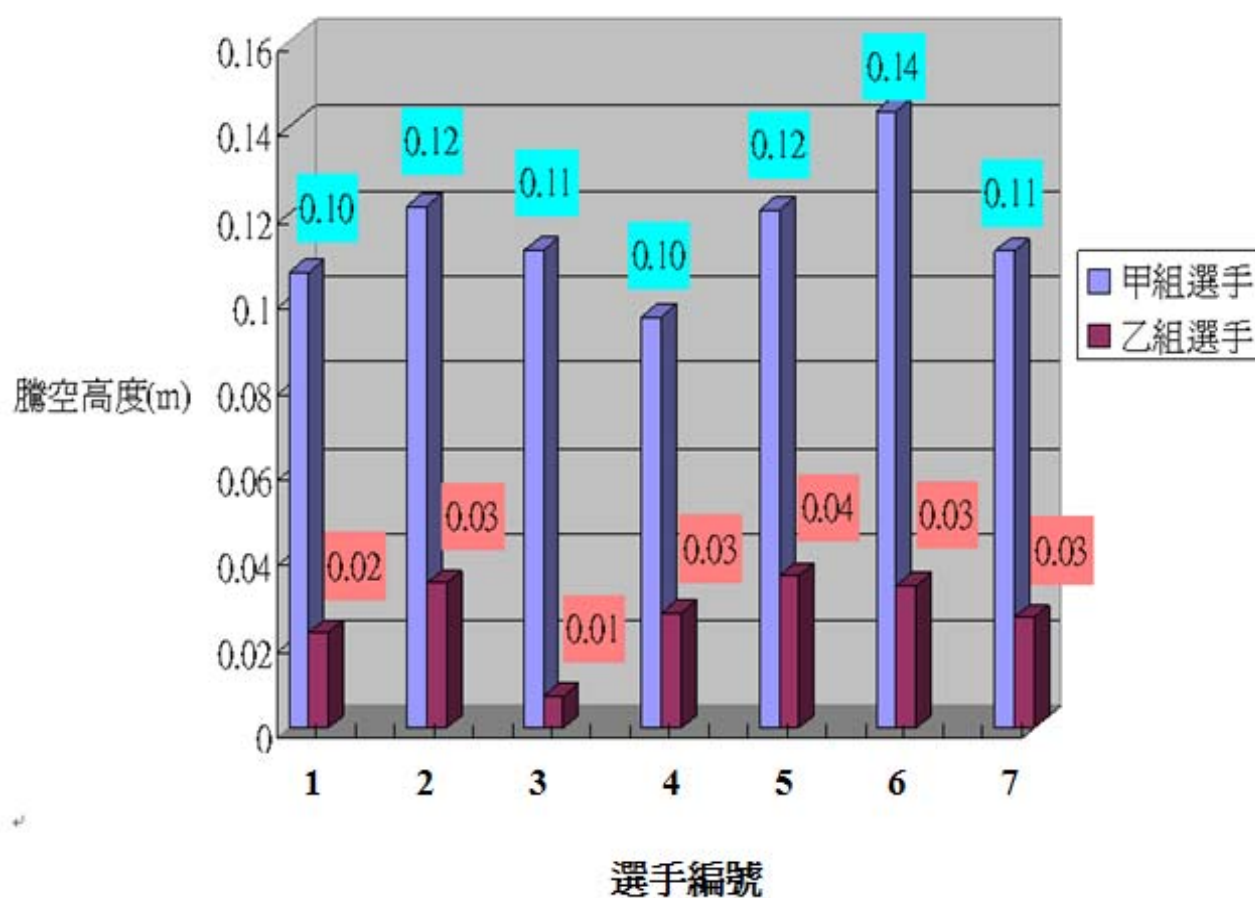


圖 4-4 甲、乙組選手平均騰空高度差異分別比較示意圖

### 第三節 騰空開跳步動作中下蹲期最大彎曲角度之分析

本研究以下蹲期左膝關節之最大彎曲角度  $\Delta\theta$  來表示。圖 4-5 為騰空開跳步動作中之下蹲期示意圖，以下壓最大彎曲角度比較甲、乙組選手騰空落地後分別能夠下蹲的多低，所產生的膝關節角位移變化差異多大。

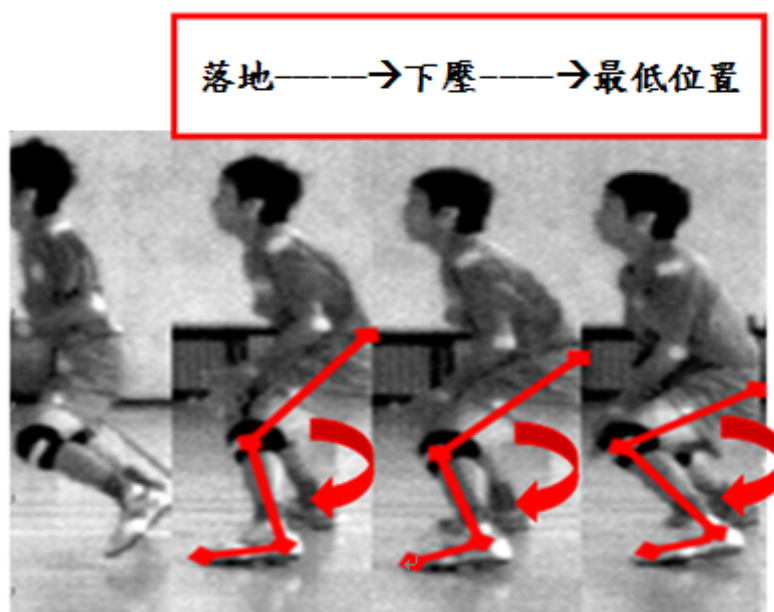


圖 4-5 騰空開跳步動作中之下蹲期示意圖

表 4-4 甲、乙組選手騰空開跳步下壓最大彎曲角度差異分析表

	組別	次數 (N)	M ± SD	t 值
平均下壓最大彎曲角度 (deg)	甲組	21	26.71±4.54	0.000*
	乙組	21	16.515±4.828	

\* $p < .05$ 

由表 4-4 看出，甲、乙兩組選手在下蹲期最大彎曲角度之差異情形。經 t 考驗統計結果後，其中甲組選手 7 名共每人 3 次動作共 21 次動作中，平均最大彎曲角度為 26.71、標準差 4.54 明顯高於乙組選手平均 16.515、標準差 4.828，且達顯著水準 ( $P < .05$ )。

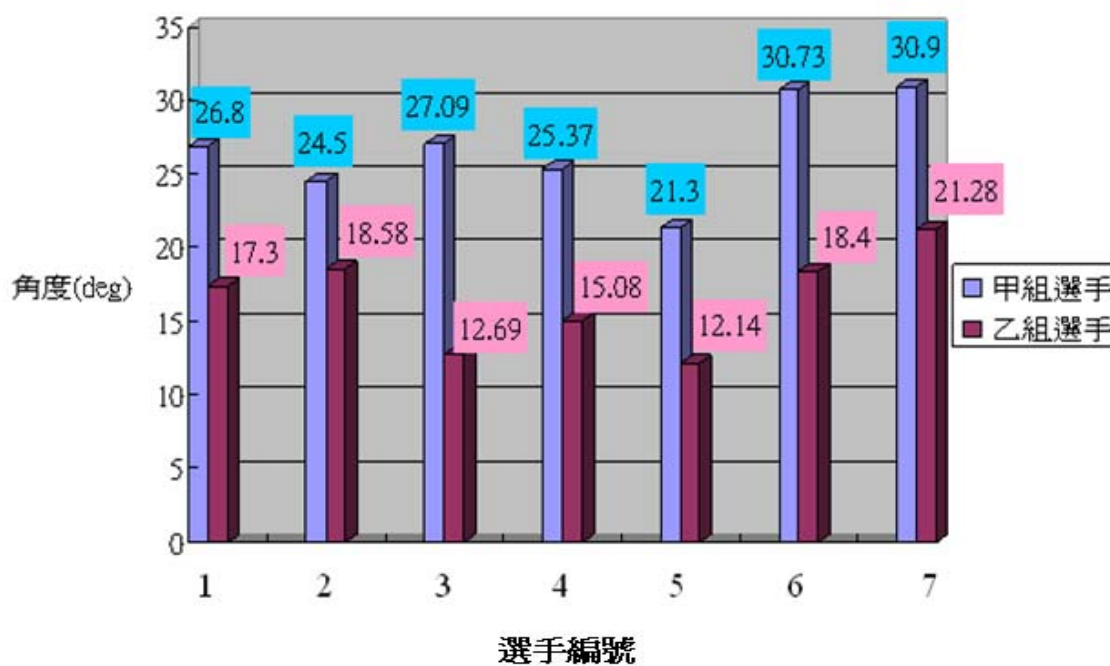


圖 4-6 甲、乙組選手下蹲期平均最大彎曲角度差異分別比較示意圖

圖 4-6 進一步比較甲、乙組選手平均下壓最大彎曲角度之差異性，由甲組選手 7 人、乙組選手 7 人分別比較動作結果後發現，甲組選手平均最大彎曲角度介於 21.3~30.9 之間；而乙組選手則介於 12.14~21.28 之間，甲組最大彎曲角度的甲 7 選手(30.9)明顯大於乙組最大角度的乙 7 選手(21.28)，這表示甲組選手下壓動作中角位移變化較乙組選手大。

#### 第四節 探討騰空開跳步動作中膝關節角速度之差異

本研究以下蹲期左膝關節之最大彎曲角度與收縮時間資料結果，透過公式  $\text{平均角速度(下蹲期)} = \Delta\theta / \Delta t$  的概念計算出平均膝關節角速度，並比較兩組選手角速度之差異性。

表 4-5 甲、乙組選手下蹲期下壓總時間與角速度差異分析表

	組別	次數(N)	M ± SD	t 值
左膝關節平均下壓總時間 $\Delta t(\text{sec})$	甲組	21	0.14266 ± 0.031	0.000*
	乙組	21	0.18185 ± 0.039	
左膝關節平均角速度 (deg/s)	甲組	21	194.878 ± 47.74	0.000*
	乙組	21	95.307 ± 37.805	

\*  $p < .05$

表 4-5 分別表示甲、乙組選手在下蹲期膝關節平均下壓總時間與角速度差異分析摘要表，經 t 考驗統計結果後得知，甲組選手 7 人、每人 3 次動作共 21 次動作中，下蹲期平均下壓時間約 0.14、標準差 0.031；而乙組選手下蹲期平均下壓時間約 0.18、標準差 0.039，所得結果甲組選手下壓所花總時間明顯小於乙組選手且達顯著差異 ( $P < .05$ )。在膝關節平均角速度分析方面，甲組選手 21 次動作中所得平均角速度約為 194.878；而乙組選手約為 95.037，經考驗後兩組選手平均角速度達顯著差異 ( $P < .05$ )。

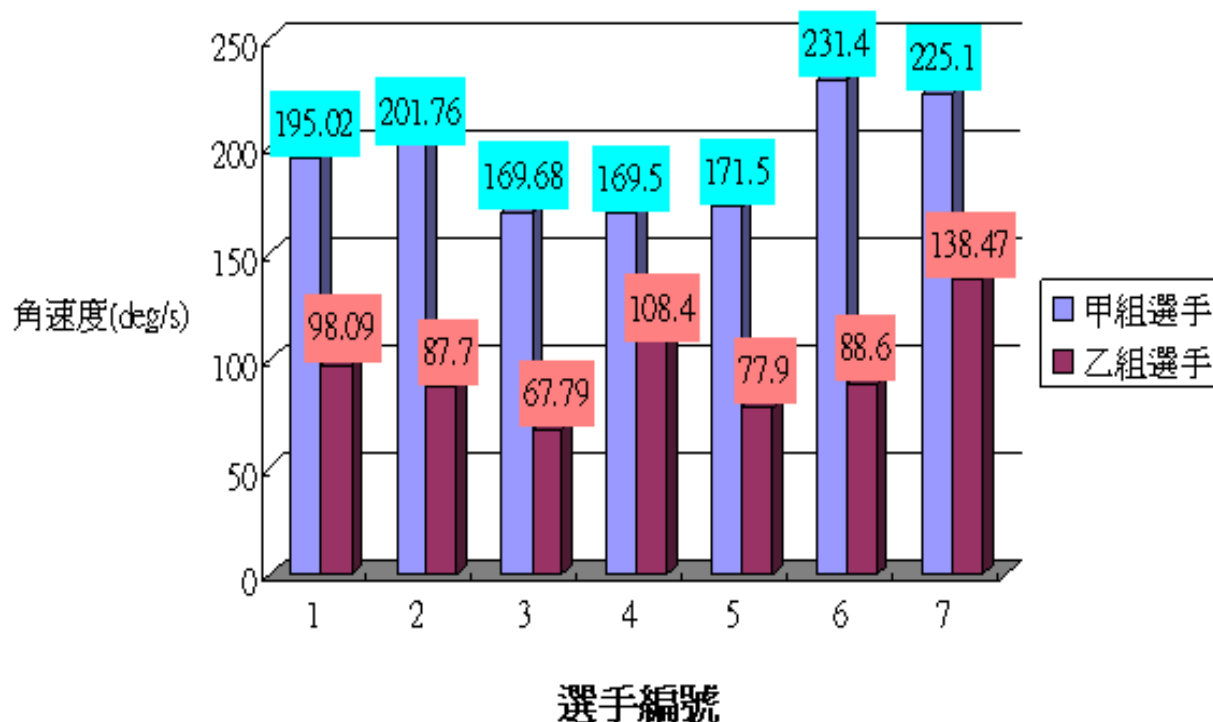


圖 4-7 甲、乙組選手平均膝關節角速度分別比較示意圖

透過公式換算後得知，彎曲角度大、下壓時間短，所得平均角速度較大；彎曲角度小、下壓時間長，而所得平均角速度相對較小。圖 4-7 進一步分別比較甲、乙組選手各 7 人 3 次接球動作中所得平均角速度，由圖中看出，甲組選手 7 人平均膝關節角速度介於 169.5~231.4 之間；而乙組選手則介於 67.79~138.47 之間，相較之後角速度最大的甲 6 選手(231.4)明顯大於角速度最快的乙 7 選手(138.47)。

## 第五章 討論

「準確判斷」及「快速移動」為優秀防守選手主要的技術目標，但要達到以上兩種水準的能力，單擁有傑出的生理條件(如:敏捷、速度、反應等)是難達成有效的防守表現，必須要能夠清楚了解接球動作的特性及科學原理，再配合訓練或參賽經驗的累積，把理論帶入實務訓練上，才能真正迅速提升運動表現，因此，本研究以深入淺出的觀念將結果做以下相關討論：

### 第一節 動作時機與防守表現的關係

#### 一、規律性與動作表現的關係

由表 4-2 中可看出，甲、乙組選手騰空開跳步動作出現時機達顯著差異( $p < .05$ )，在甲組選手分析結果中，組內數值呈正值且區間僅分佈於(0~0.05)之間；而乙組方面，數據分散區間則有正值與負值存在(-0.2~0.2)，這也顯示甲組 7 位選手的動作出現時機較為相近，而乙組 7 位選手則差異性較大。以這樣的分析結果看來，甲組選手騰空動作出現時機較為整齊，並不會因攻擊手動作的快慢變化而改變騰空動作出現的時間點，若從外觀動作來推想甲組 7 人的接球動作，我們可知道，騰空動作說不上相當一致，但動作執行的時機卻相似。然而，在許多運動中，不論是跑步、游泳、球類運動等，幾乎都可觀察到動作的「規律性」，在運動的過

程中唯有規律的動作才能表現出所謂的動作流暢性，進而使肢體達到力與美的表現，當然排球防守動作也不例外。舉例說明，從甲3、甲5選手的結果中看出，兩位選手分別三次接球動作中，開始騰空時機幾乎接近扣球者擊球瞬間，這也表示兩位選手接球動作表現上是有規律性的，能夠將騰空動作調整在扣球者擊到球瞬間時執行。而在乙組選手方面，因分散範圍較大，表示選手動作出現時機差異性較大，在7位選手分別比較之後，部份選手動作結果中有正值也有負值，動作時機較不規律。從這樣的規律性可了解，甲組選手在接球動作的表現上能夠比乙組選手呈現更「流暢且協調」，能準確的判斷攻擊手的動作型態，進而調整騰空開跳步動作於防守過程中的使用時機。

## 二、動作時機對防守表現的影響

由結果中發現，當攻擊手與防守員進行同步的扣接動作時，甲組選手的騰空動作約在攻擊手擊完球時，甚至部份選手與擊球時間接近，而在乙組選手方面，除出現時機較不規律外，甚至少部分的選手沒有明顯使用騰空開跳步動作。若根據牽張反射的基礎概念，在肌肉運動型態中，離心收縮後必須緊接著伴隨著向心收縮，才能夠產生最大爆發能力，而影響爆發力結果的其中因素則是離心轉換向心之間的速度及時間。因此，在乙組選手平均出現時機大多分佈在攻擊手擊到球前，更有少部份選手在攻擊手扣

完球後一段時間才執行騰空開跳步，所以我們容易在乙組選手接球動作中發現以下幾種動作情形：

（一）當攻擊手尚未擊到球前，則防守員已事先向前躍進在原地等待來球時，可能導致在下壓時肌肉的離心收縮期停滯時間過長，所儲存的彈性能轉化為熱能，而無法釋出有效的爆發力量，在防守時容易出現「雙腳站死」的情況，意思是指，當球離防守員身體較遠或突然改變方向時，下肢已無有效的爆發力應付瞬間移動，造成選手只能選擇原地下蹲接球的動作。

（二）若等攻擊手將球擊出後才準備執行開跳步，因球體由攻擊手手中扣出至落地之間所飛行的時間短且球速相當快，容易導致選手在尚未穩定防守姿勢且身體重心尚未降低穩定動作則必須迎接來球，使接球動作無法完整完成，而影響防守表現。

透過研究者至訓練場及競賽場地實際觀察發現，部份選手的確有上述兩種情形，而在接球表現優異的選手動作中也觀察的到，當攻擊手在擊球的瞬間，選手會出現向前躍進的動作，研究者認為，此動作時機為優秀防守選手所調整出的「最適時機」，其目的是能夠在球落地之前，使下肢肌群透過跳步動作中的 SSC 收縮機制，使下肢肌肉產生爆發力量(power)，能夠應付「瞬間移位」的接球動作，以不致於出現接球來不及的狀況。

## 第二節 騰空高度與防守表現的關係

除動作規律性與騰空動作的使用時機容易影響防守表現外，多數教練在訓練過程中較少會注意到有關防守動作的科學理論背景。由本研究結果看出，甲組選手騰空高度比乙組選手明顯來的高，因此甲組選手可能比乙組選手獲得更大的衝量，來提供下肢動作最大的地面支撐反作用力，以應付瞬間移位，進而達到瞬間加速的效果。我們知道，當防守員在離地瞬間必須倚賴地面給予的支撐反作用力，才能做出移位動作，依牛頓第三運動定律，作用力與反作用力必須同時存在，若防守選手要能夠即時轉換身體重心方向或由準備姿勢加速身體移位，都必須依賴地面給予的反作用力才能達成，又因作用力與反作用力為一力量相等、方向相反的概念，當防守選手向前騰空落地後，必獲得一反作用力，而反作用力大小將受落地後衝量大小所影響，而衝量是力量與時間曲線所構成的面積，增加衝量的其中一種方式則是增加力的大小。因此得知，騰空高度越高，落地後所獲得的衝量相對越大，反之，高度越低，則越小。在此，研究者必須強調，騰空開跳步動作的執行必須符合實際的接球情況，雖本節中提到騰空開跳步動作能夠幫助選手在蹬地瞬間獲得地面反作用力，而反作用力大小會受到騰空高度的影響，但是，選手並不能為獲得最大的地面反作用力而將騰空時間拉至比球體飛行時間還長，這樣雖能夠增加選手蹬地時的反作用力，但因球速太快，所以無法在球落地之前呈現完整的騰空開跳步動作，而導致事

倍功半的效果。依照上述第一、二節的重點說明，優秀甲組球員能比乙組選手有更好的接球表現，可能受騰空開跳步執行的規律性與流暢度有關，此外，並能加大騰空高度，使下肢動作在落地的同時獲取較大的地面反作用力，以利選手在離地瞬間能夠迅速移位。

### 第三節 下蹲期最大彎曲角度對防守表現的影響

本節則針對騰空開跳步動作的「力學原理」與「生理特性」來說明與防守表現的關係，並從動作的主要特徵來了解如何才能達到快速反應的最大效果。從結果中看出，甲組選手在下蹲期平均最大彎曲角度(26.71)明顯大於乙組選手(16.515)，則代表甲組選手下蹲期下壓角度較大而明顯，若下蹲期彎曲角度大，則表示甲組選手向前躍進後能夠蹲的較低，也代表此時身體重心位置較低，若依防守特性而言，接球時身體重心降低利於迅速移動，並能增加身體的穩定度，是影響動作表現中的一個關鍵因素。另外，根據牽張反射(SSC)概念，肌肉在運動過程中透過離心一向心的收縮循環機制能儲存彈性能而產生爆發力，而跳躍動作則是牽張反射最具代表性的動作之一，跳躍動作中的「曲—伸」動作，則表示下肢肌群正進行離心一向心收縮，便可獲得爆發力量。而騰空開跳步動作屬跳躍動作的一種，也能透過牽張反射使下肢動作產生爆發力來應付瞬間移位，達到快速反應的效果。本研究將開跳步分為下蹲期與蹬伸期兩期，當選手向前躍進後成「曲」

的姿勢，則為下蹲期，此時肌肉已預先牽拉(離心收縮)；當準備上升迎球時，下肢動作呈「伸」的姿勢，則定義為蹬伸期，此時肌肉已轉為向心收縮，這樣離心緊接著向心收縮的機制，則可產生爆發力。因此，甲組選手在下蹲期動作較大而明顯的話，則代表在下壓時能確實拉長下肢肌群，依肌肉收縮特性而言，肌肉張力與彈性能和肌肉牽拉長度有密切的關係，肌肉未能適度的伸展，對動作表現自然也有所限制，意思是說，若選手在下蹲期沒有明顯的下壓動作的話，表示肌肉在 SSC 機制中未能確實達到伸展與收縮，其中所儲備的彈性能則不完全，而影響爆發力量。

#### 第四節 角速度與防守表現的關係

由結果中來看，甲組選手平均膝關節角速度(194.8)大於乙組選手(95.3)，這表示甲組選手在落地後膝關節能迅速的在短時間內執行最大動作，使肌肉在下蹲期能快速伸展與收縮，這也符合了肌肉運動在牽張反射(SSC)原理中所要求的基本要件之一。一般而言，在運動過程中人體肌肉收縮的主要特性大致有兩種:(馮樹勇、李愛東，1995)

一、伸展反射:肌肉在收縮之前如果預先牽拉(離心)肌肉使肌肉長度拉長可增加收縮(向心)時產生的力量而牽拉速度越快，收縮的力量越大，這就是肌肉的伸展反射(streth reflex)。

二、肌肉彈性能的儲存與釋放特性:肌肉拉長時可使肌肉內儲存的彈性能

增加，並在縮短時釋放出來如此可獲得增加收縮力量的作用。

因此，要獲得較大的爆發力量，除了肌肉在執行動作的過程中要能確實的伸展外，當被牽拉開的肌肉(離心收縮)，未能伴隨著快速的向心收縮，則肌肉中的彈性能將因而消失。根據以上敘述得知，肌肉收縮的速度在騰空開跳步動作中也成為影響爆發力的關鍵。另外，在蔡豐任(2006)針對「增強式訓練」的動作型態作過詳細的研究，其中提到，增強式訓練是肌肉活動中一種獨特的反射性動作，結合力量與動作速度以產生瞬發性的動作型態，是利用肌肉的生理特性:一是伸展反射，二是彈性能的儲存，當快速的伸展一肌群緊接著快速的縮短此一肌群，可產生強而有力的收縮力量，SSC肌肉收縮循環機制是增強式訓練中主要的工作型態，而跳躍動作則是增強式訓練中最具代表性的動作。依照此說法，騰空開跳步動作的肌肉生理特性與增強式訓練動作型態主要意涵是相同的，那麼快速的收縮肌肉則是影響騰空開跳步動作效果的一項重要條件，因此，本研究所分析的關節角速度就是要了解選手在下蹲期動作速度的快慢，動作速度快則表示下肢肌肉能快速伸展，若又緊接著伴隨快速的收縮，則能產生強而有力的爆發力進而達到瞬間發力的動作表現。

## 第陸章 結論與建議

將研究結果與討論歸納，並針對研究資料中提出參考意見與建議，希望可以提供初學者、優秀選手與教練對於排球防守動作的技術及訓練有所助益，也做為訓練、教學時參考依據，進而達到最佳訓練成效與教學效果，提升國內排球運動之風氣。本研究提供以下幾點結論與建議給排球訓練工作者作為訓練上的參考。

### 第一節 結論

- 一、甲組選手能夠依扣球者的動作來調整騰空開跳步動作的使用時機，而乙組選手動作出現時機則較不整齊，所以在接球動作上，甲組選手能比乙組選手看起來更有規律性、更有節奏感，也表示肢體動作的展現較協調。
- 二、乙組選手在攻擊手未擊球時已向前躍進完成騰空開跳步動作，因下蹲時間太長，導致無法瞬間移動，而甲組選手則是在擊完球瞬間已執行開跳步，所以在球落地之前，選手能確實完成伸-收縮動作產生力量去執行移位動作。
- 三、乙組選手騰空高度小於甲組選手，甚至部份乙組選手無明顯的做出騰空開跳步動作，因動作的不確實而導致無法獲得有效的地面反作用力。
- 四、甲組選手最大彎曲角度大於乙組選手，表示甲組選手騰空落地後姿勢蹲的較低，能確實伸展肌肉並降低身體重心，可使下肢獲得力量以利迅速

移動。

五、彎曲角度大且角速度快，則代表下肢肌群能夠快速伸展，符合了增強式訓練動作中 SSC 機制的基本條件，因此，甲組選手不但能確實伸展下肢肌群外，同時也能增加伸展速度，使下肢獲取最大的瞬間爆發力。

## 第二節 建議

### 一、未來研究方向

(一) 因排球防守動作需結合時間與空間的配合，常有移位或離身接球等動作，未來可利用三維動作分析方法來了解有關騰空開跳步中更細微的動作特性。

(二) 可運用肢段鏈模式(linked-segment model)建立逆向動力學(inverse dynamic)方程式，推算下肢關節力矩，更明確的界定開跳步動作的離心與向心收縮期。

(三) 利用測力板求得不同層級選手開跳步落地後，其支撐期之垂直地面反作用力之差異並將求得之值量化說明。

(四) 以表面肌電系統分析方式，測得下肢肌群在執行開跳步動作時之電位活動訊號，並描述不同層級選手動作中的肌肉運動特徵及差異性。

### 二、訓練實務上的建議

(一) SSC 收縮機制能提升爆發力運動中的力量效果，而防守移位屬瞬間

改變方向的爆發性動作，所以騰空開跳步動作的產生可能是提升防守技術表現的關鍵動作，教練可於訓練上加強此動作。

(二) 整合優秀選手的動作特點，騰空開跳步動作出現的最佳時機為攻擊手擊到球或擊完球瞬間開始執行騰空開跳步動作，才能在球體飛行的短時間內完整完成 SSC 機制，產生最佳力量以應付移位接球，因此在訓練上可以加強選手判斷能力，預測攻擊手擊球時機來調整騰空開跳步動作。

(三) 在訓練上可加強上跳、下壓的動作訓練，除要求選手準確的掌握擊球時機外，並確實執行向前跳躍及加大下壓幅度的動作要求。

(四) 建議訓練者可培養防守選手準確判斷攻擊動作、加強接球動作的節奏感及規律性，能夠提升動作的協調性及流暢度。

(五) 在體能訓練方面，除加強一般常見的速度、敏捷訓練外，建議教練能夠於訓練課中加入增強式訓練，加強選手下肢肌肉快速伸展及快速收縮的能力，能夠提升騰空開跳步的動作效果。

## 參考文獻

### 一、中文部份

丁新民(2004)。論排球比賽中自由的自由人。新余高專學報，第9卷，第5期。

王明揚、莊文典、李來福(2003)。排球運動防守技術之深層分析。教練科學，第2卷，頁305-381。

辛傳(2004)。談排球防守判斷能力與培養。遼寧體育科技，第26卷，第2期。

林竹茂(1987C)。排球教學指引。台北市:健行文化出版社。

林政東、劉宇、呂宏進(2000)。不同牽張幅度深跳練習對於SSC控制變數與運動表現之影響。大專體育，第50期，頁39-43。

林政東、陳全壽、劉宇、趙峻郁(2000)。兩種不同牽張幅度深跳練習的二階段機電現象之比較。體育學報，第28輯，頁329-338。

林俊宏、鍾志明(2005)。網球截擊技術與戰略應用分析。大專體育，第77期，頁32-37。

莊文典(2003)。排球運動基礎防守技術解析。高雄應用科技大學體育，第3期，頁54-64。

許樹淵(1982)。排球運動技術分析。台北市:協進出版社。

黃品靜(2001)。視動與排球運動員救球關係探討。大專體育，第54期，頁

45-51。

溫志勤(2004)。後排防守理念探析。吉林體育學院學報，第20卷，第4期。

陳敦禮(1996)。淺談 *Plyometrics* 訓練。體育與運動雙月刊，98，49-53。

馮樹勇、李愛東(1995)。針對跳遠起跳中肌肉用力特點安排力量訓練的體會。I. A. A. F Regional Development Center (R. D. C), Beijing Bulletin.

蔡葉榮(1999)。跆拳道下壓踢擊動作之生物力學分析。國立台灣師範大學體育學系碩士研究論文。

蔡豐任(2007)。優秀女子排球選手下肢負重增強式動作的神經力學分析。國立台灣師範大學體育學系博士研究論文。

劉麗芳(2004)。排球扣球空中手臂動作揮擺時機與扣球表現分析研究。國立台灣師範大學體育學系碩士研究論文。

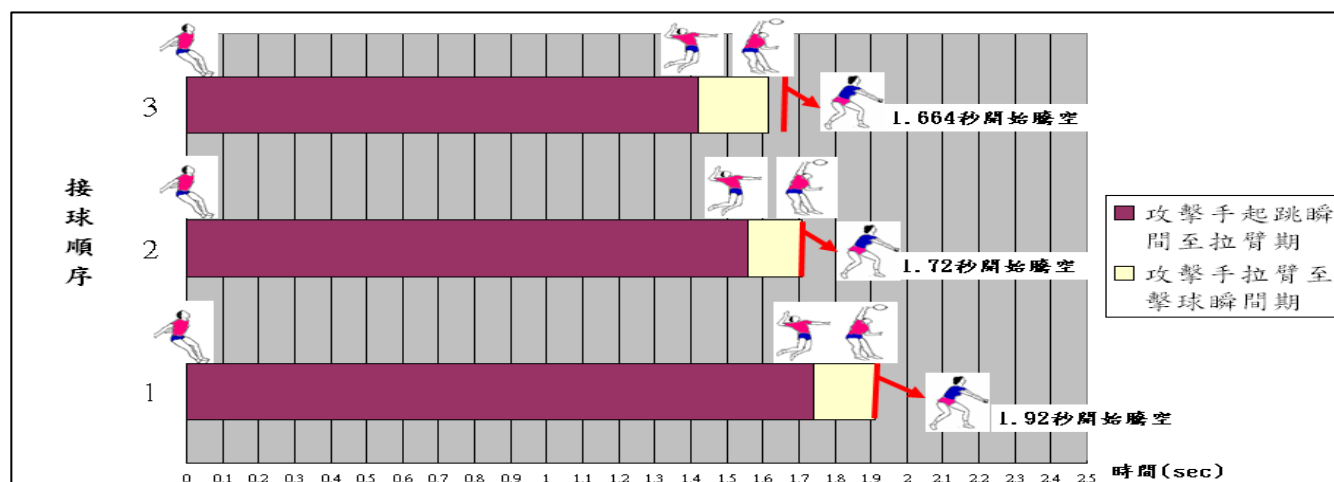
劉宇、江界山、陳重佑(1996)。肌力與肌力診斷的生物力學基礎。台灣師大體育研究，2，151-179。

蘇巧文、劉錦璋、劉麗芳(2008)。排球防守前開跳步技術使用時機與理論基礎之探討。2008台灣運動生物力學暨台灣生物力學年會和國科會工程醫學成果報告論文集(頁65-66)。臺中市，國立台中教育大學體育學系。

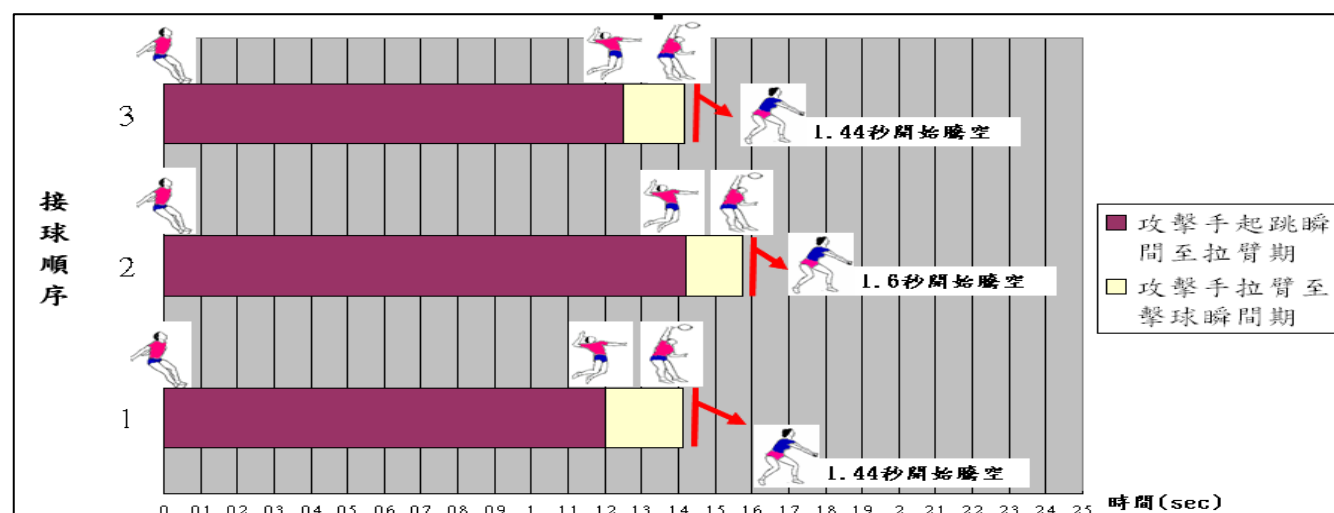
## 二、英文部分

- Aura, Ossi & Komi, P.V. (1987). Coupling time in stretch-shortening cycle: influence on mechanical efficiency and elastic characteristics of leg extensor-muscle. In Jonsson, Bengt (eds.) *Biomechanics*. XI-A, PP. 507-511. Human Kinetics: Champaign IL.
- Chu, D.a., & Plummer, L. (1984). The language of plyometrics. *National Strength and Conditioning Association Journal*, 6, 30-31.
- Fleck, S. J., & Kraemer, W. J. (1997). *Designing resistance-training programs* (2<sup>nd</sup> ed). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Hoeger, W. k., & Hoeger, S. (1994). *Principles & labs for physical fitness and wellness* (3<sup>rd</sup> ed.). Colorado: Morton Publishing Company. pp. 129-135.
- Komi, P.V. (1984). Physiological and biomechanical correlates of muscle function: Effects of muscle structure and stretch-shortening cycle on force and speed. In Terjung, R.L. (Ed.), *Exercise and Sport Sciences-Reviews* (Vol. 12, pp. 81-121). The Collamore Press. Lexington, Mass.
- Schmitdtbleicher, D. (1992). Training for power events. In P.V. Komi (Ed.) : *Strength and power in sport* (pp. 381-395). Oxford Blackwell Scientific Publications.

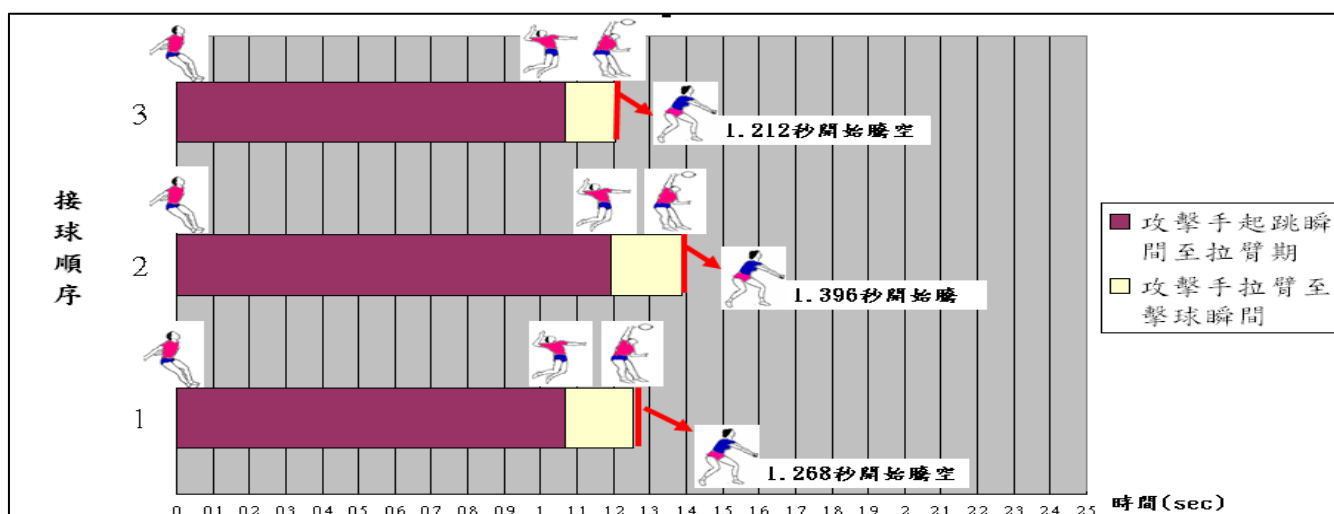
## 附錄一



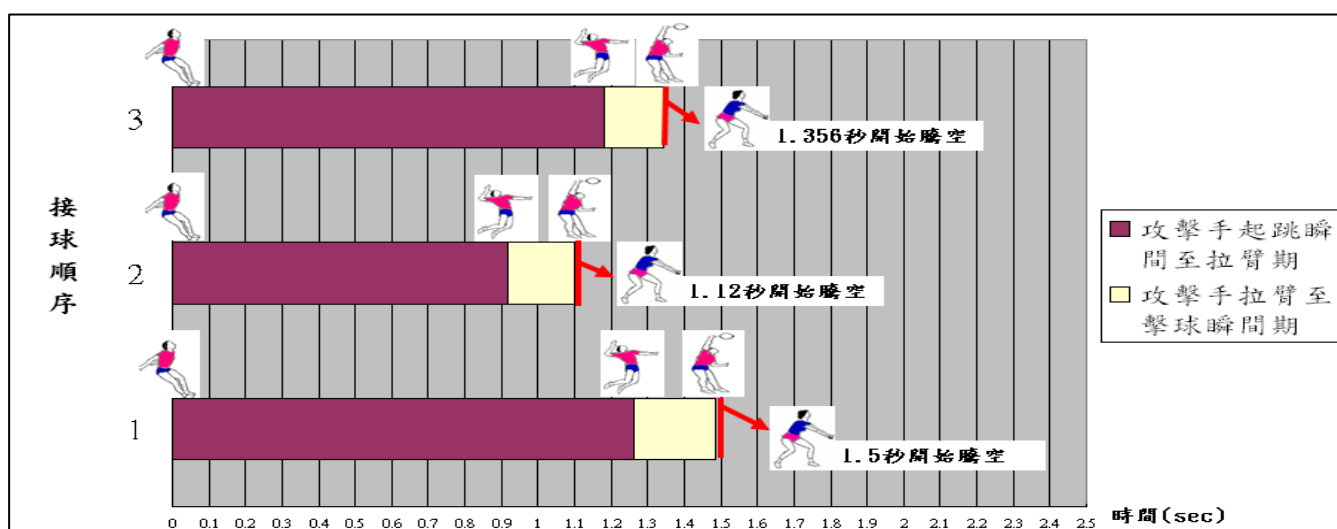
甲 1 選手三次防守中騰空動作出現時機圖



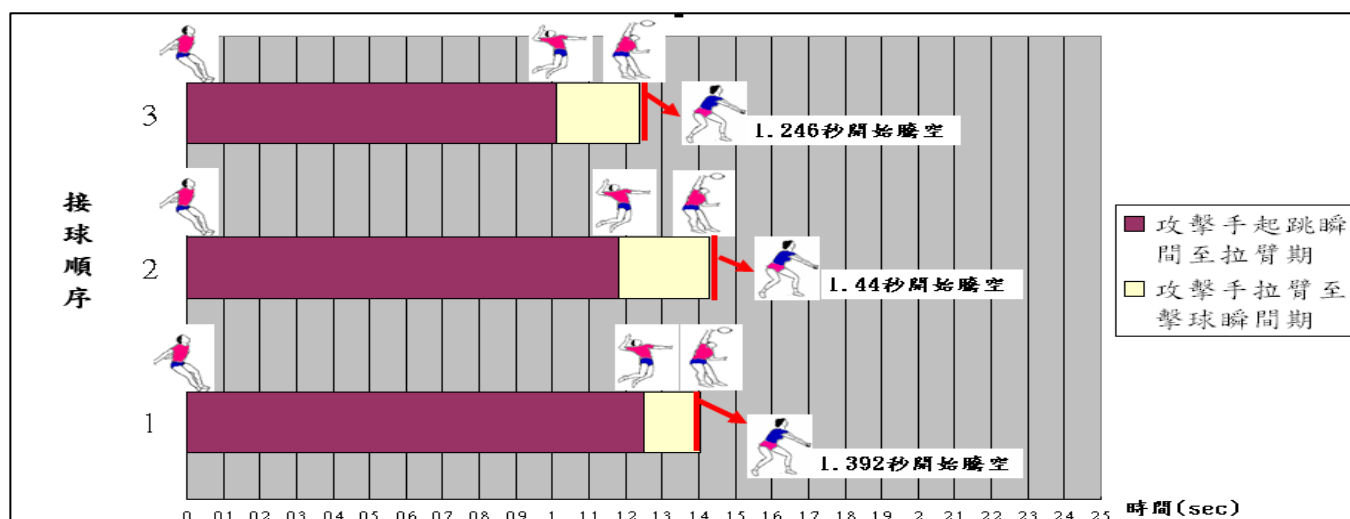
甲 2 選手三次防守中騰空動作出現時機圖



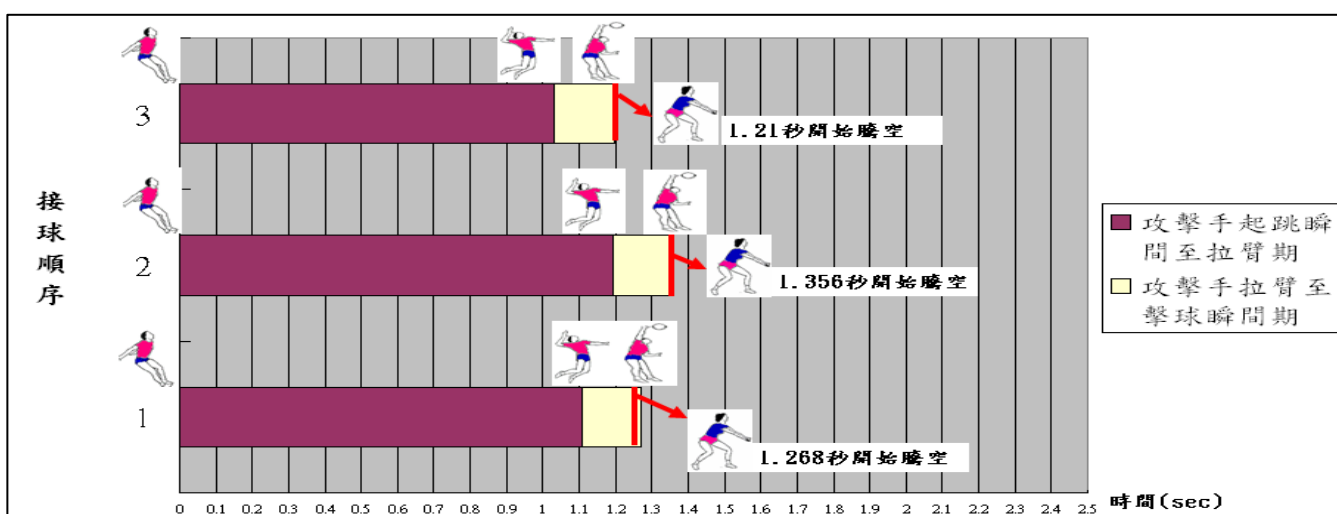
甲 3 選手三次防守中騰空動作出現時機圖



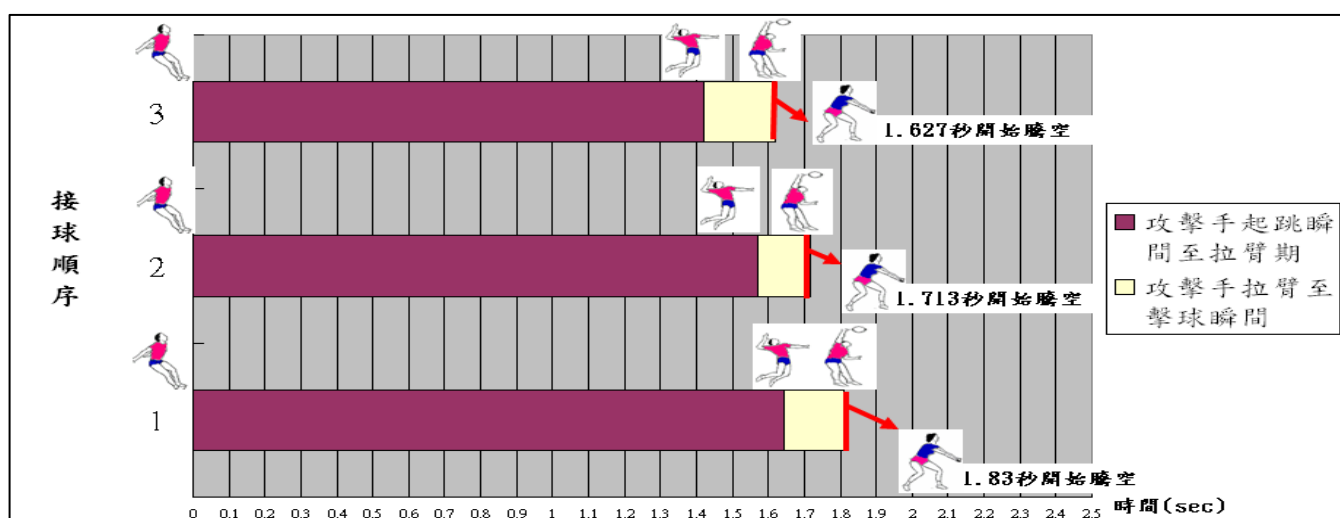
甲 4 選手三次防守中騰空動作出現時機圖



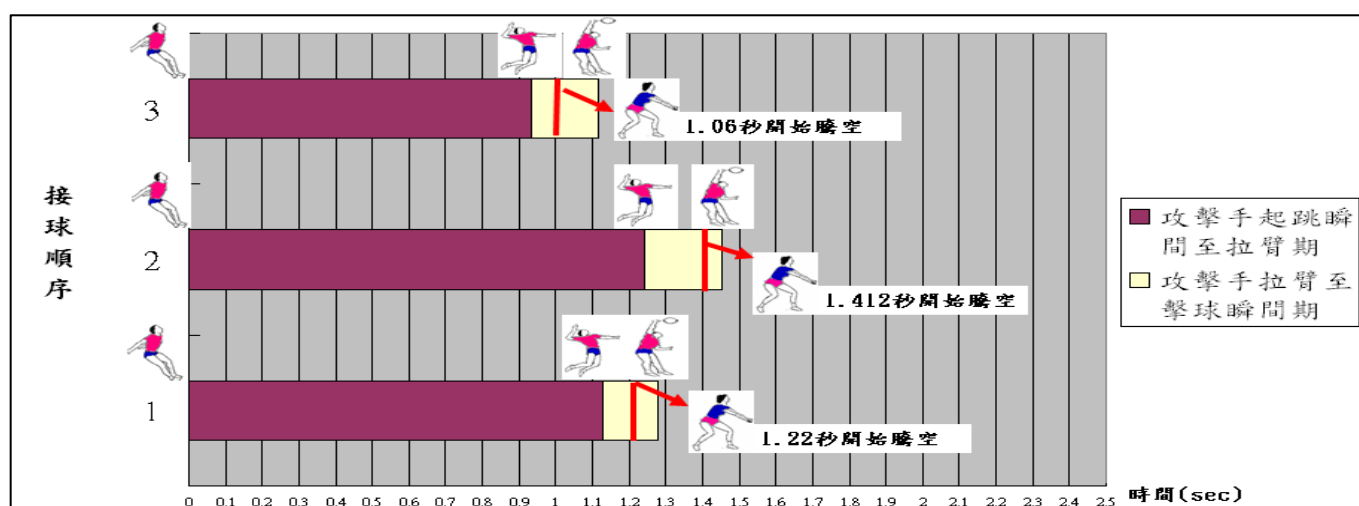
甲 5 選手三次防守中騰空動作出現時機圖



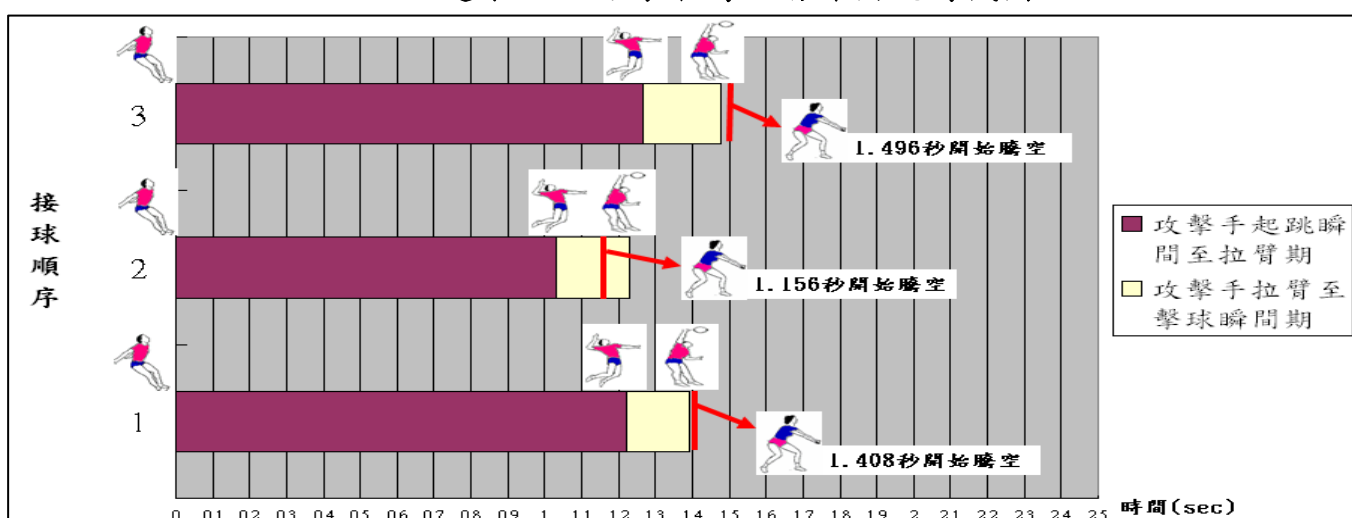
甲 6 選手三次防守中騰空動作出現時機圖



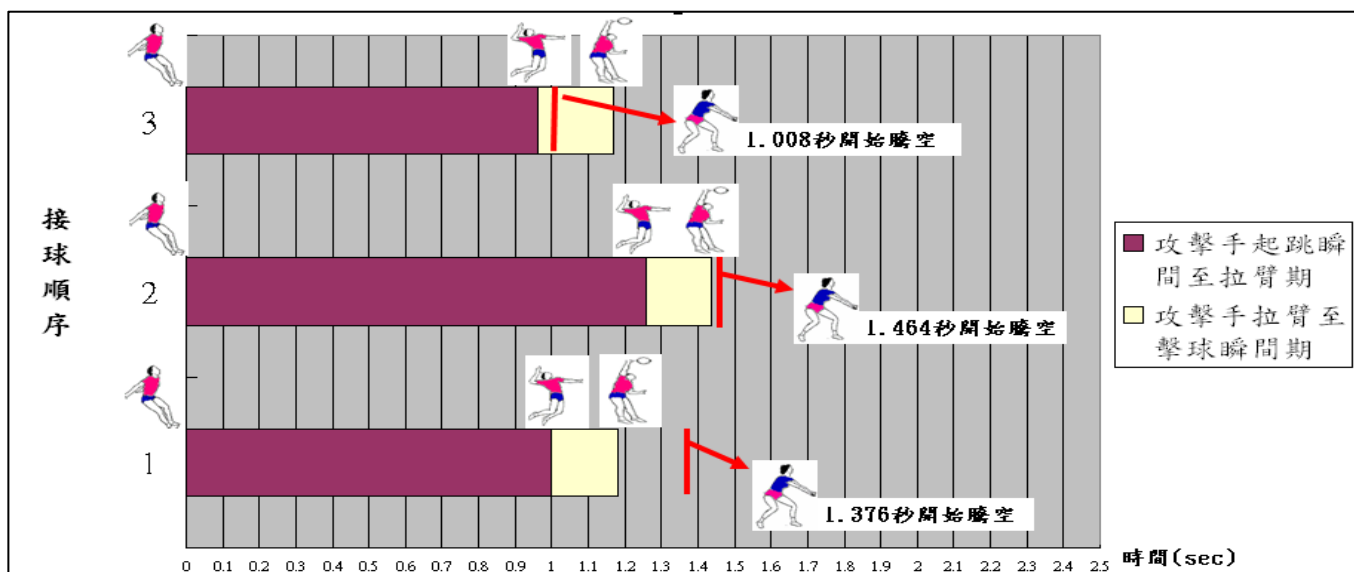
甲7選手三次防守中騰空動作出現時機圖



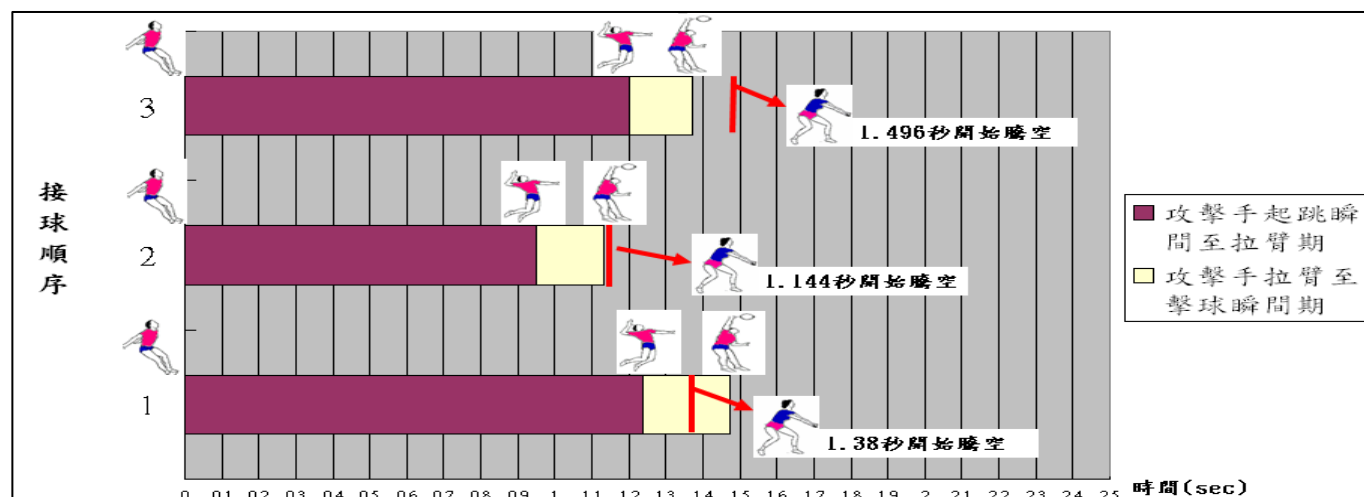
乙1選手三次防守中騰空動作出現時機圖



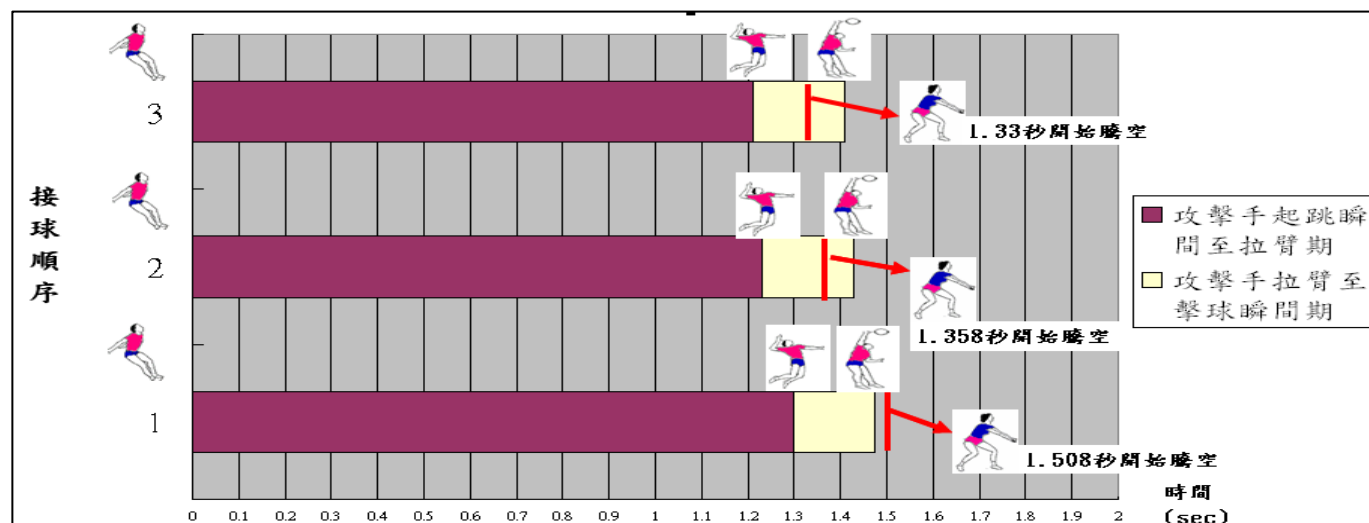
乙2選手三次防守中騰空動作出現時機圖



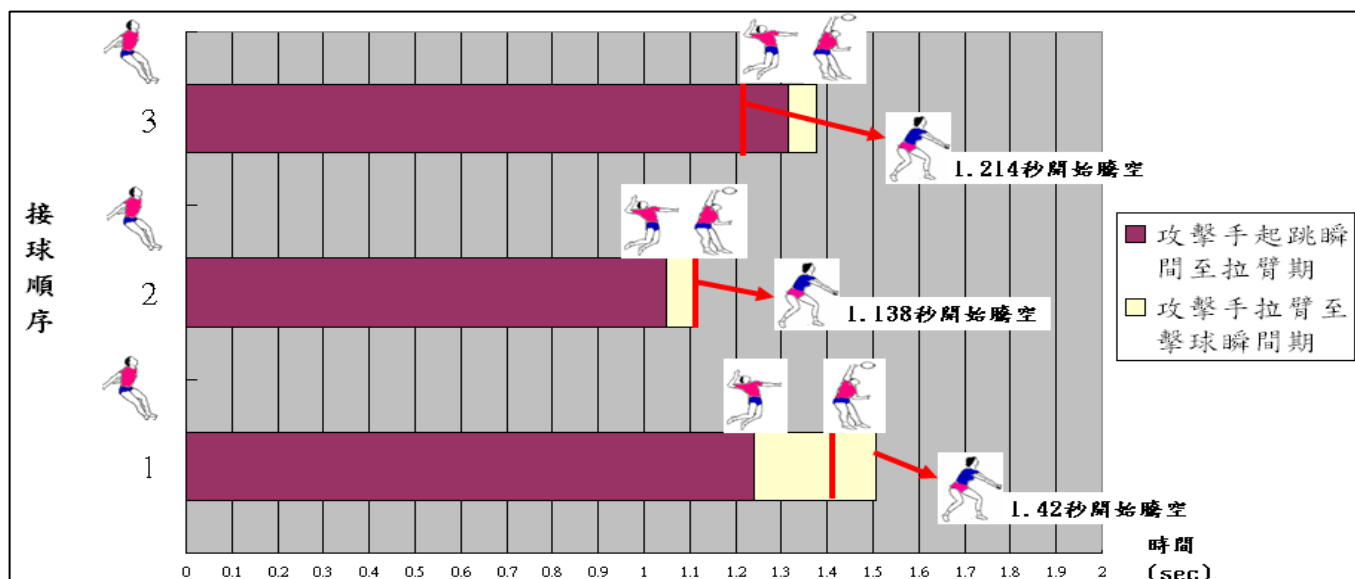
乙3選手三次防守中騰空動作出現時機圖



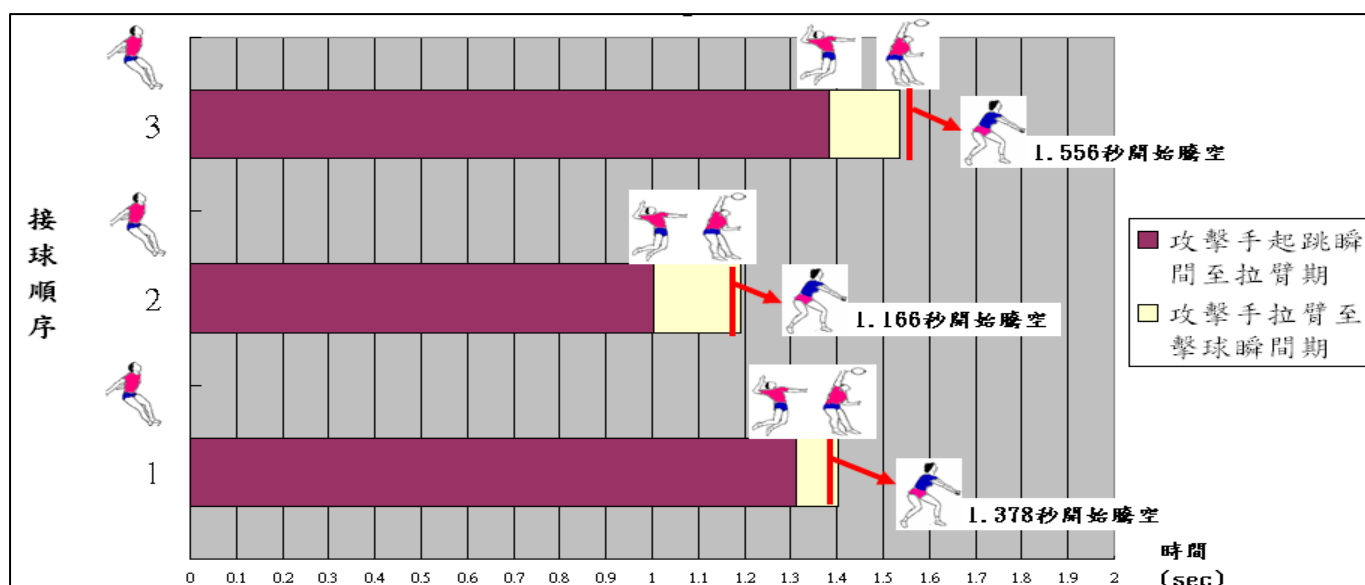
乙4選手三次防守中騰空動作出現時機圖



乙5選手三次防守中騰空動作出現時機圖

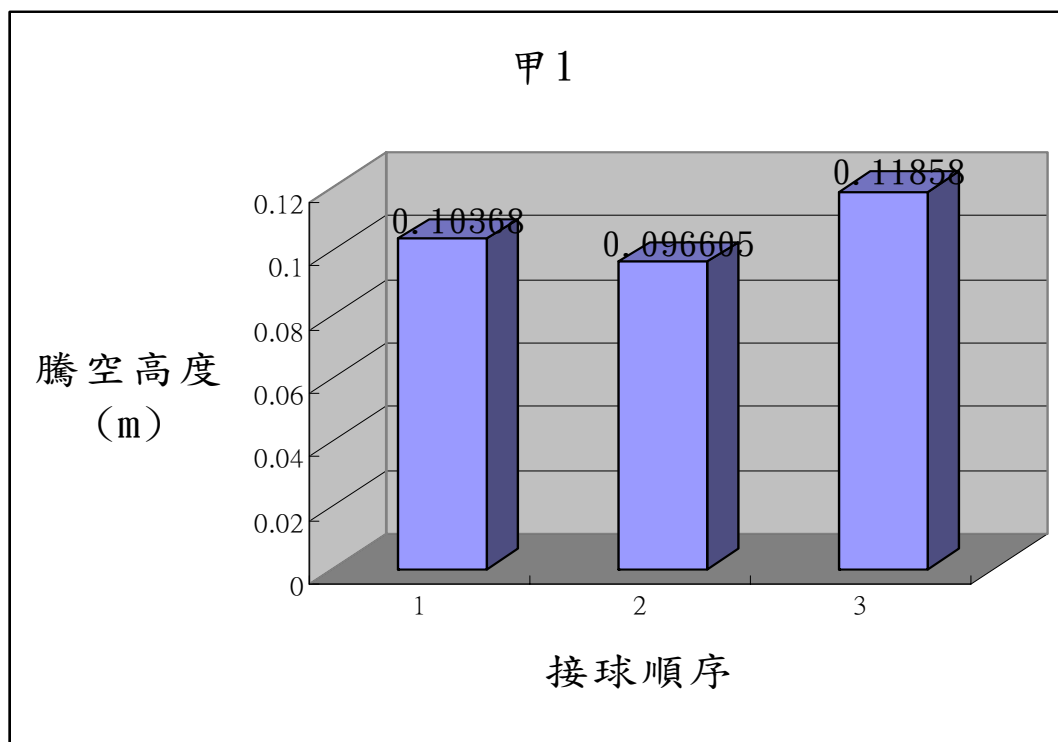


乙6選手三次防守中騰空動作出現時機圖

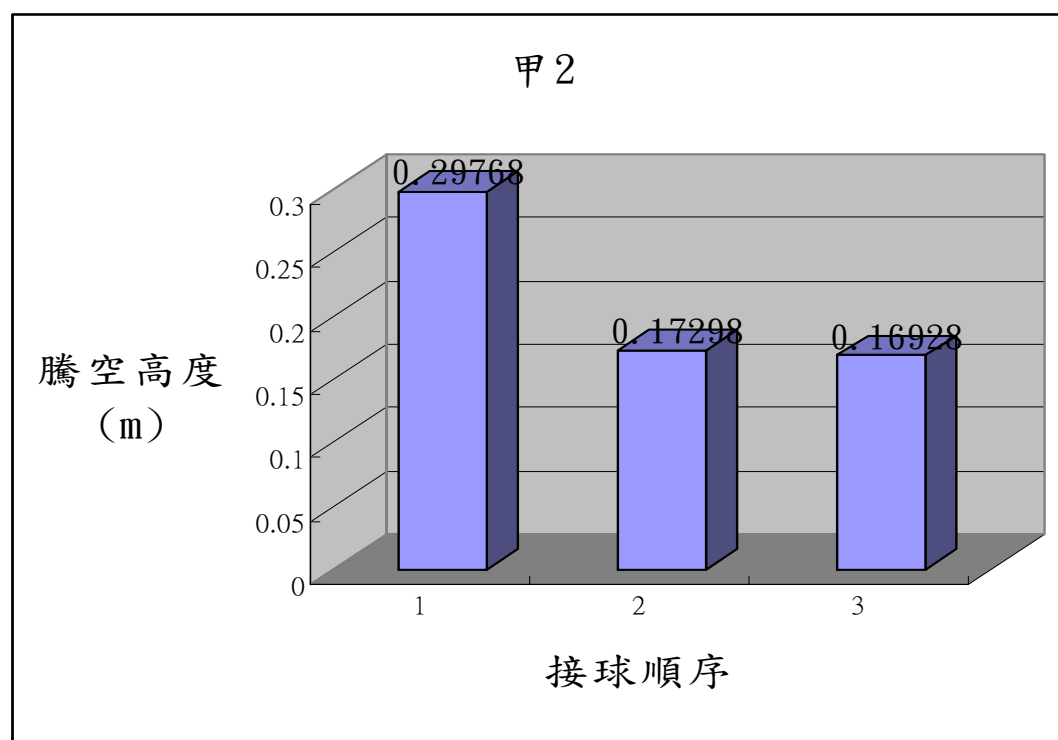


乙7選手三次防守中騰空動作出現時機圖

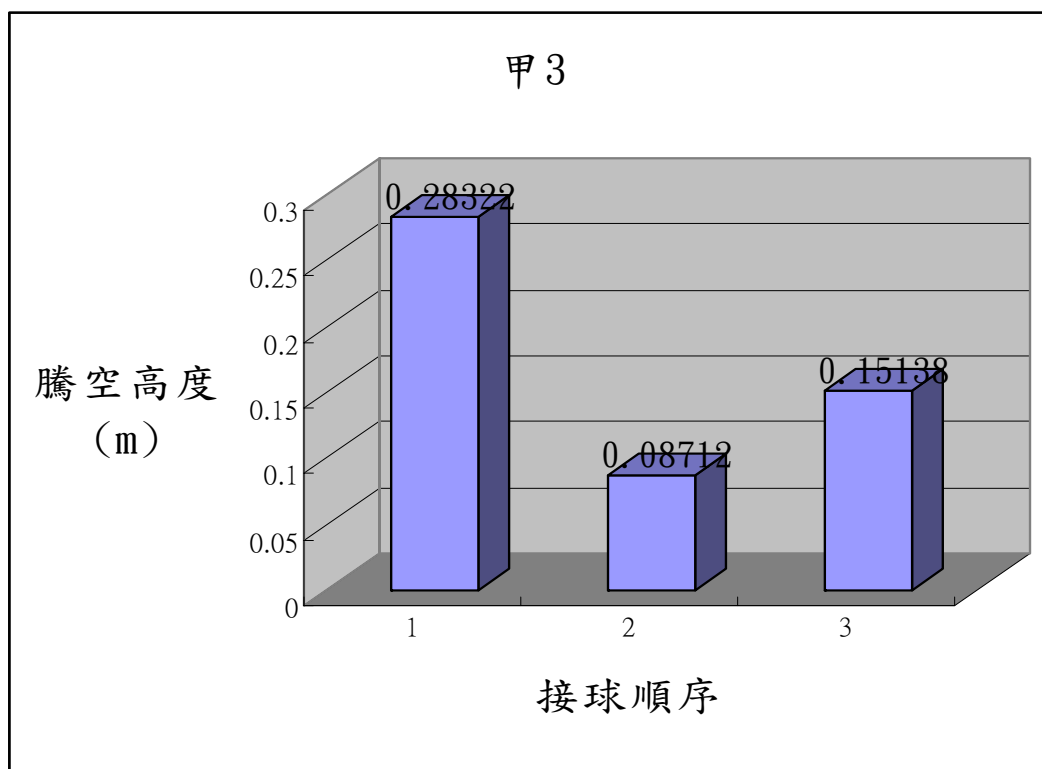
## 附錄二 騰空高度分析圖



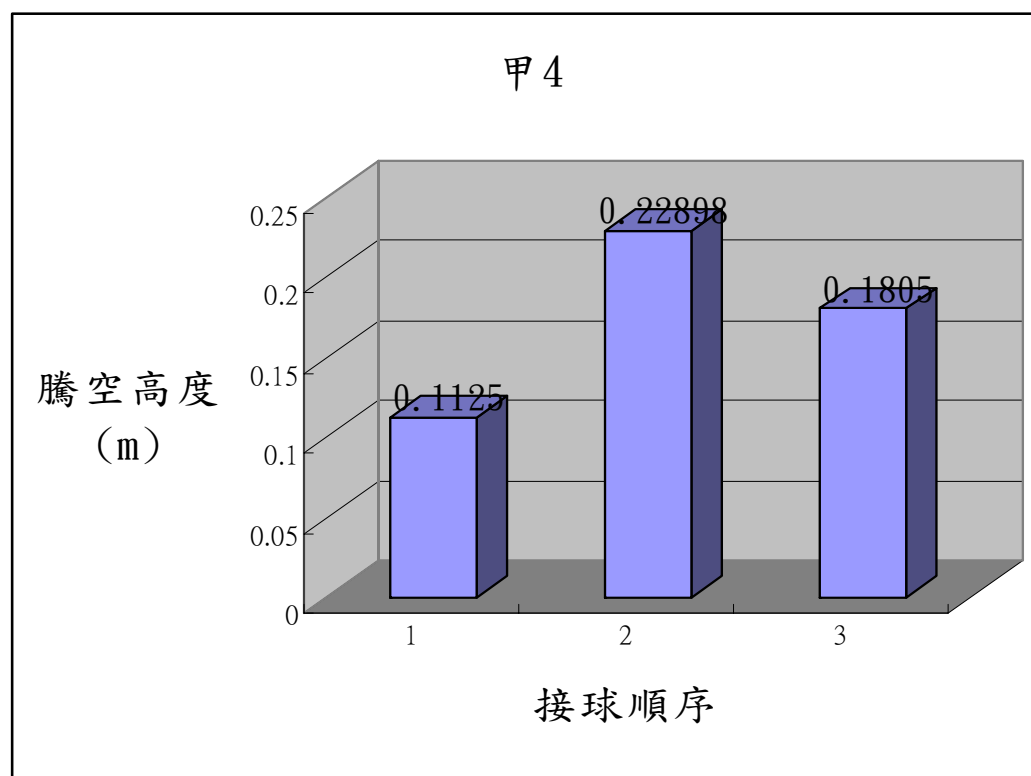
甲 1 選手



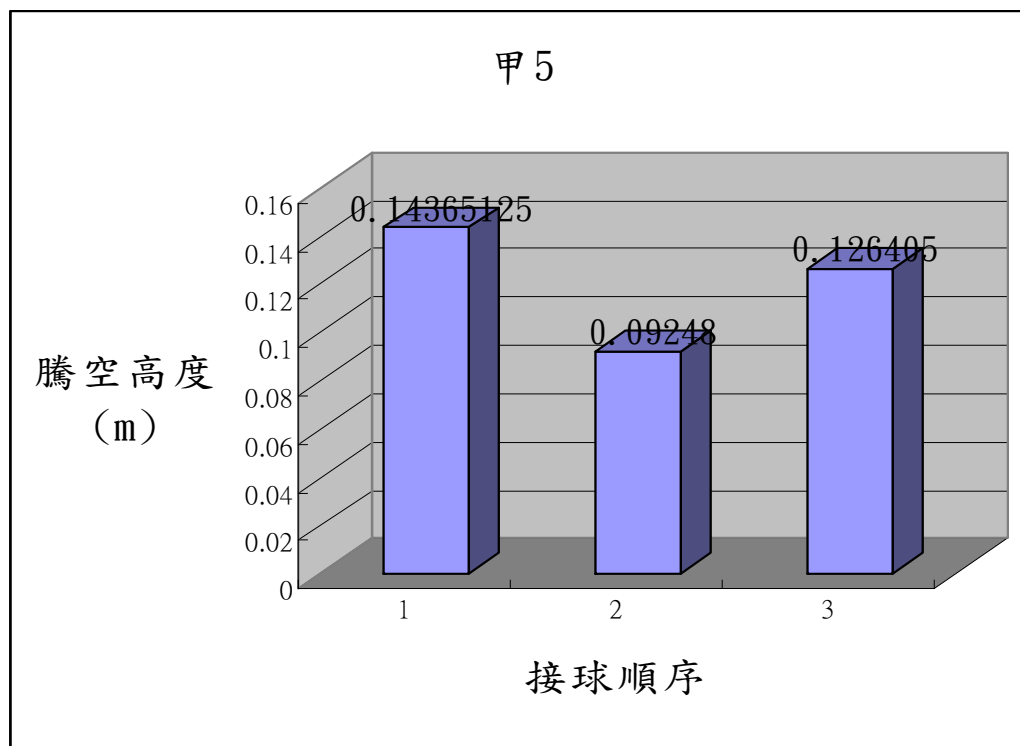
甲 2 選手



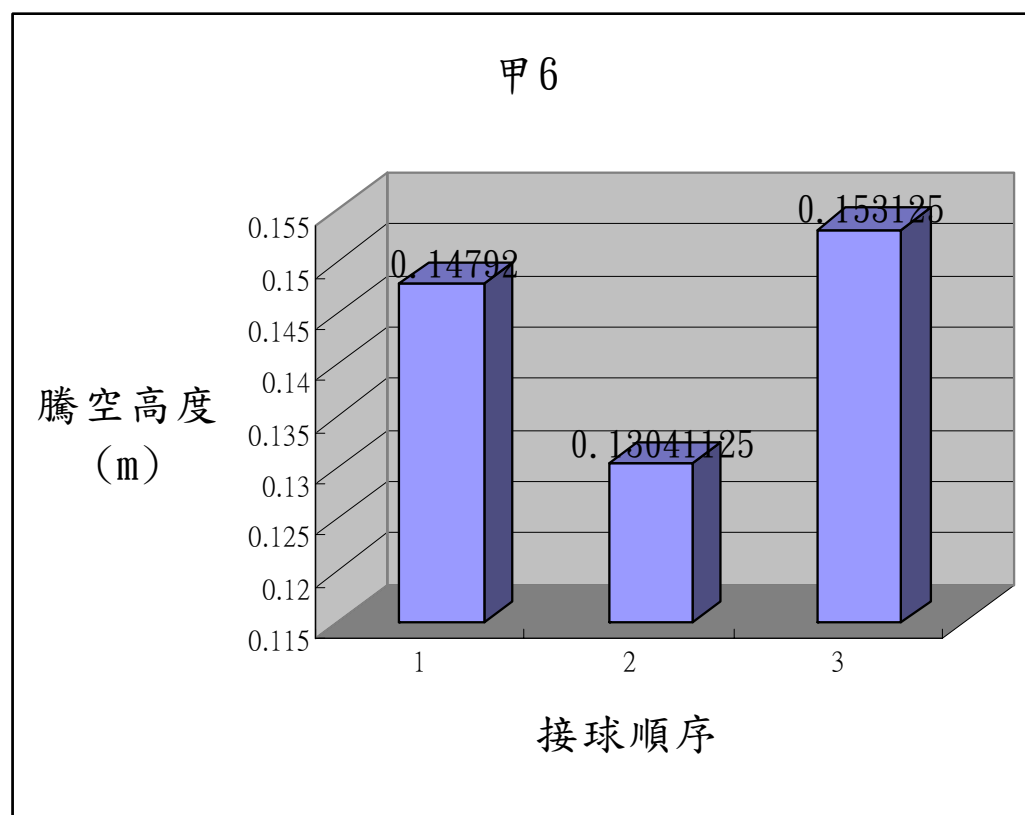
甲 3 選手



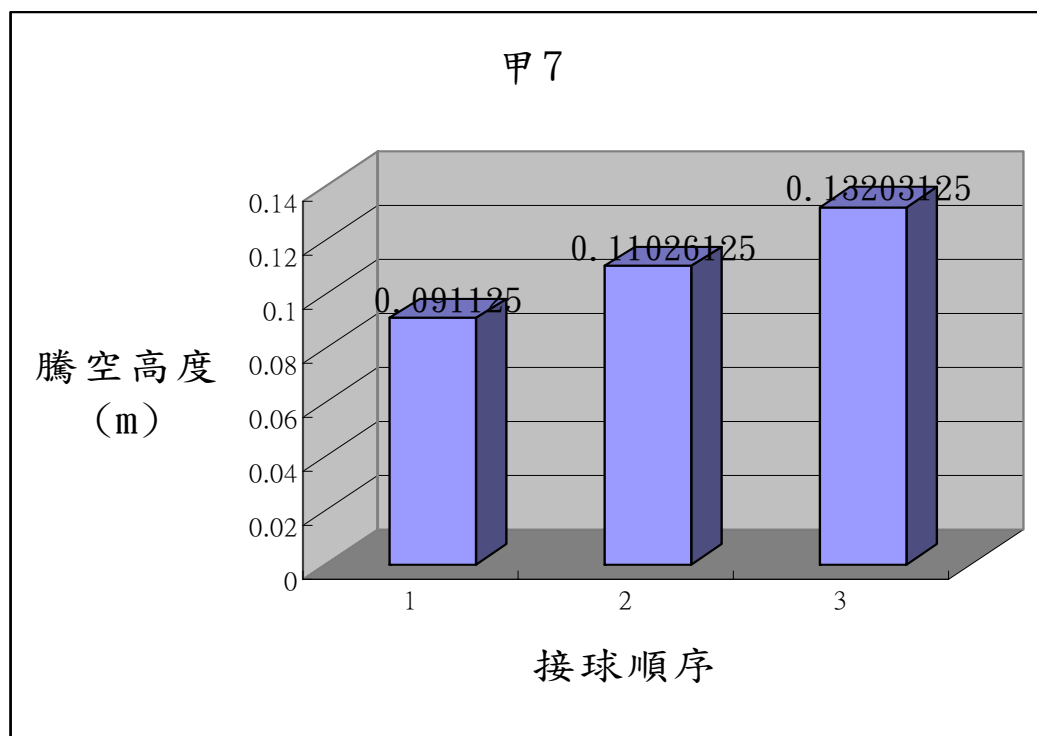
甲 4 選手



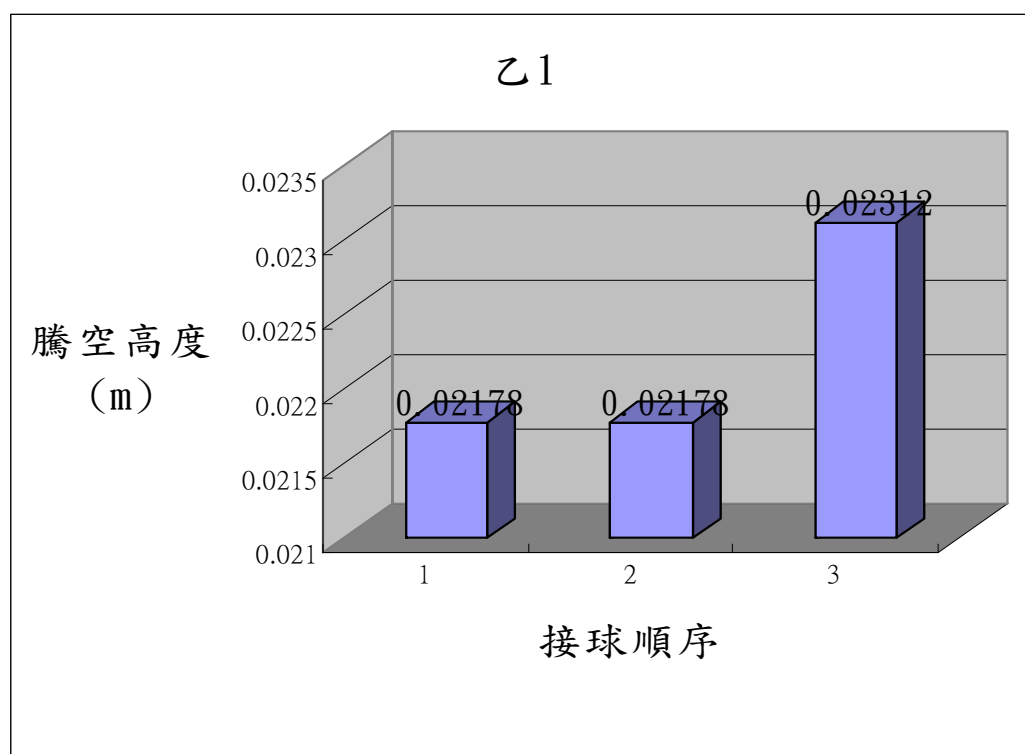
甲5選手



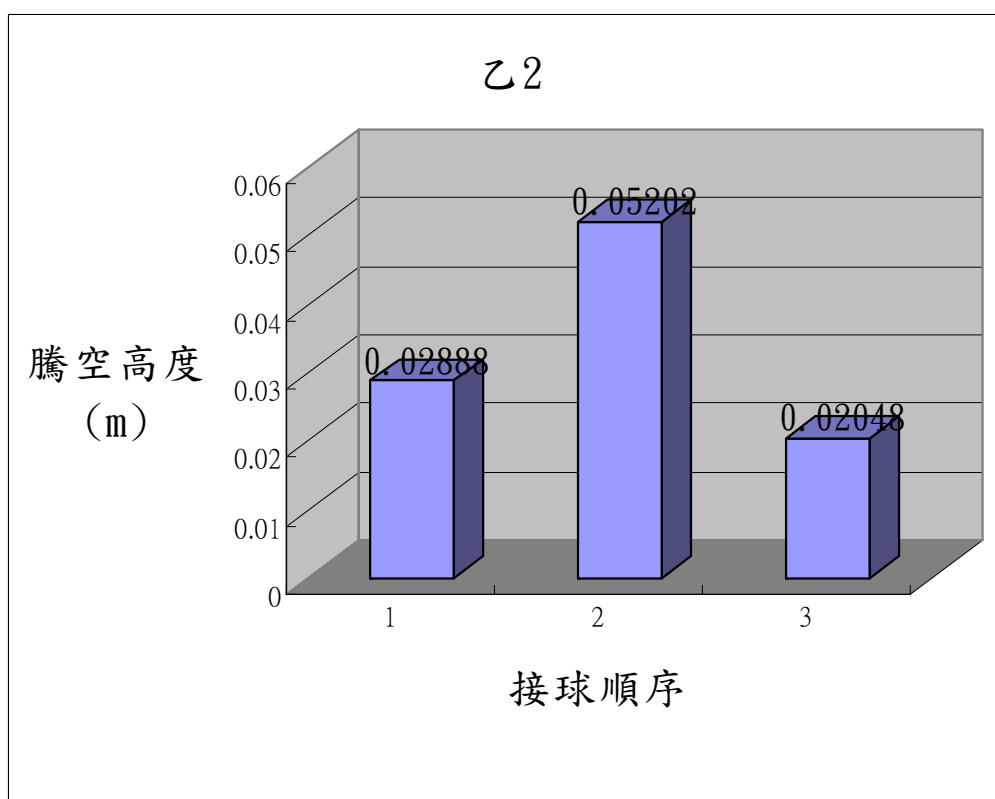
甲6選手



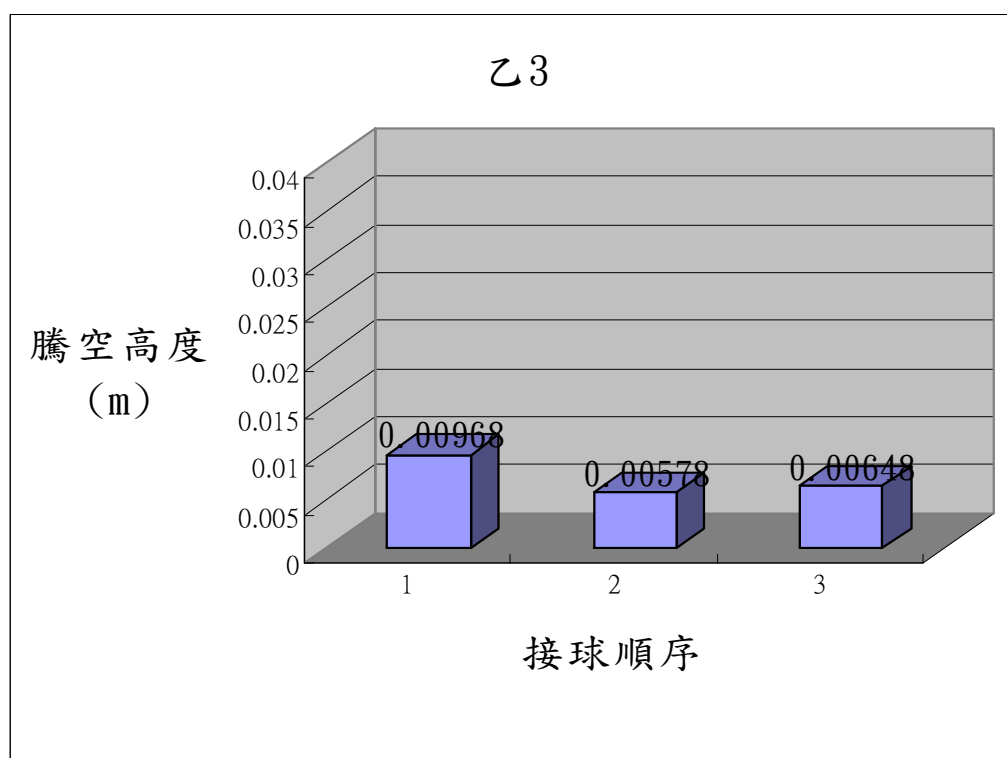
甲 7 選手



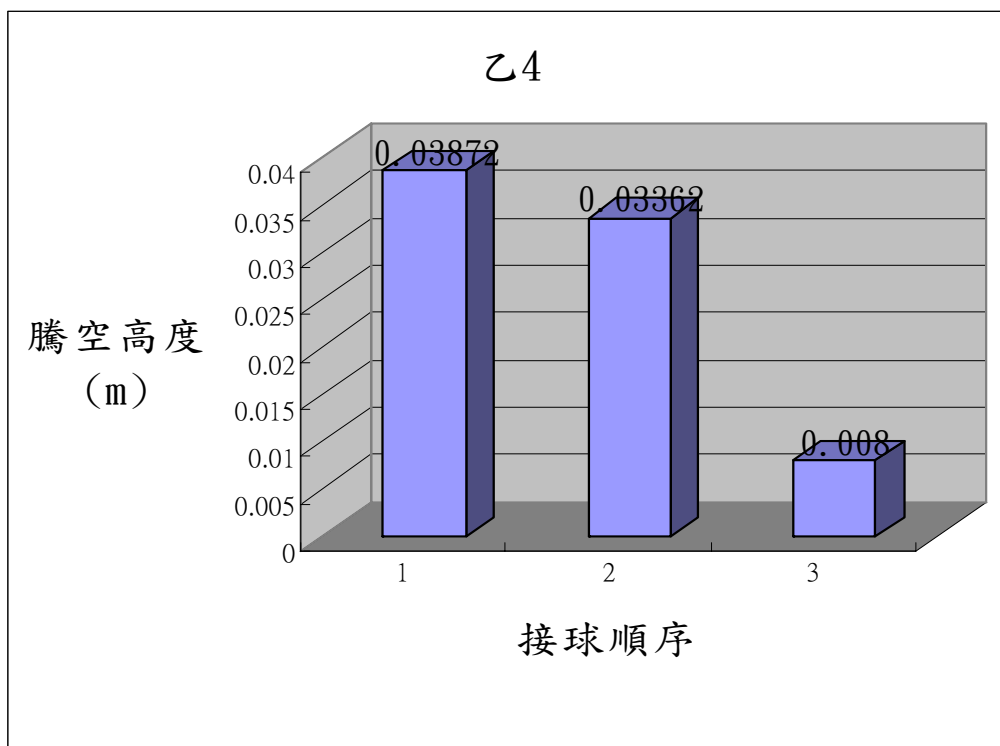
乙 1 選手



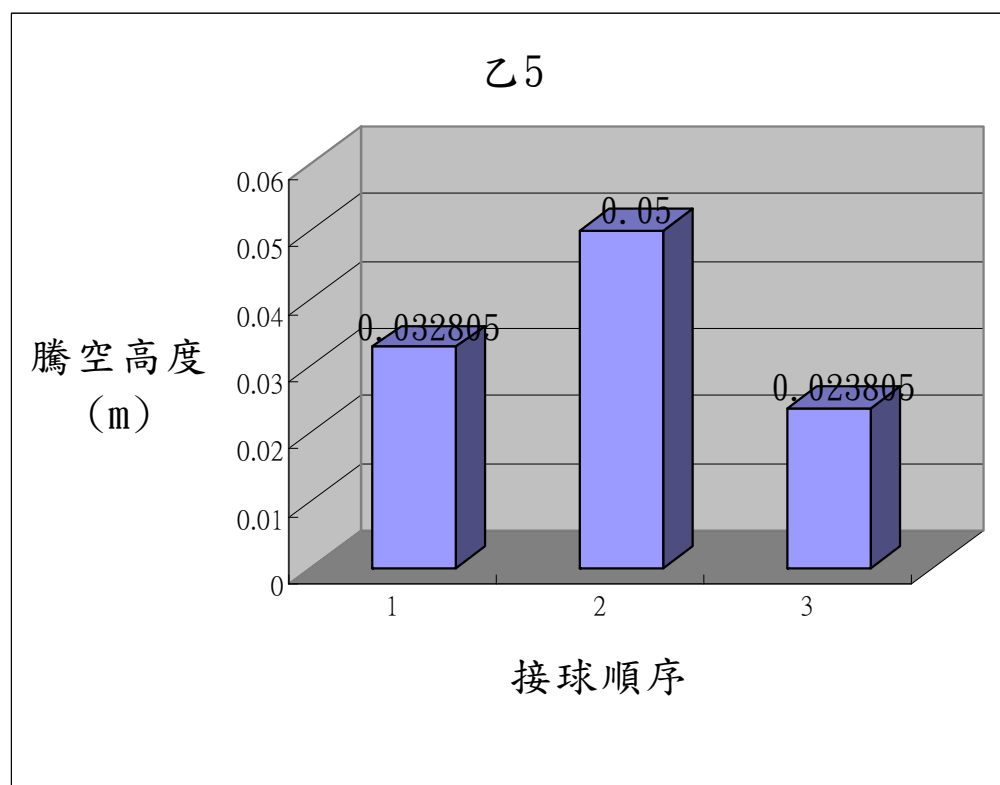
乙2選手



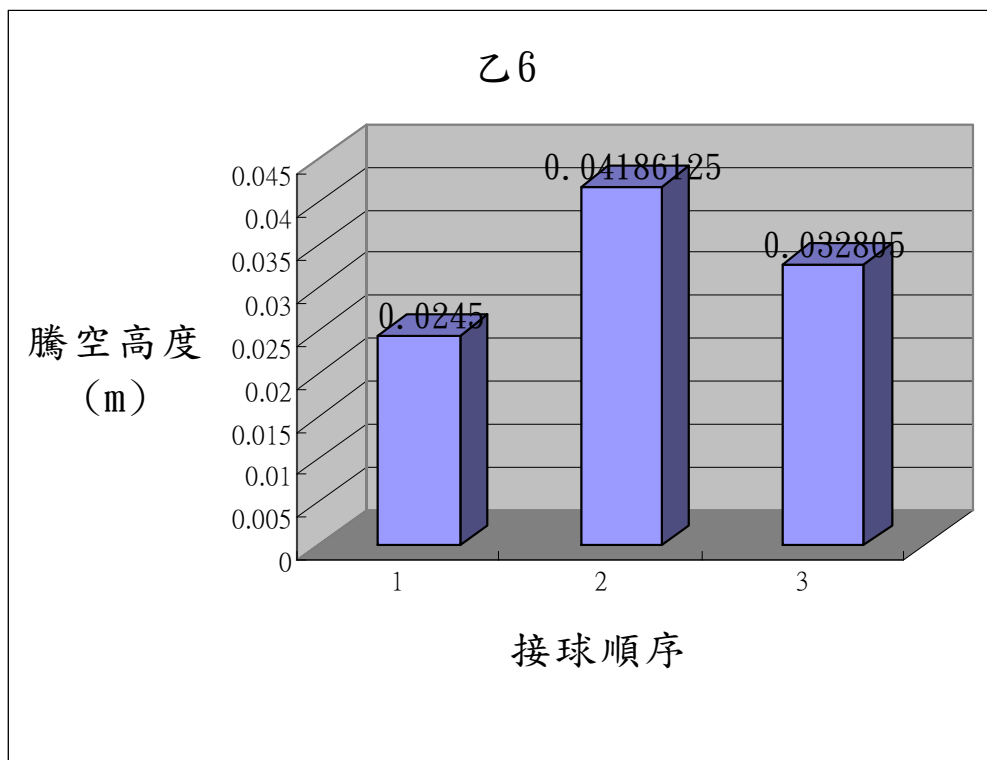
乙3選手



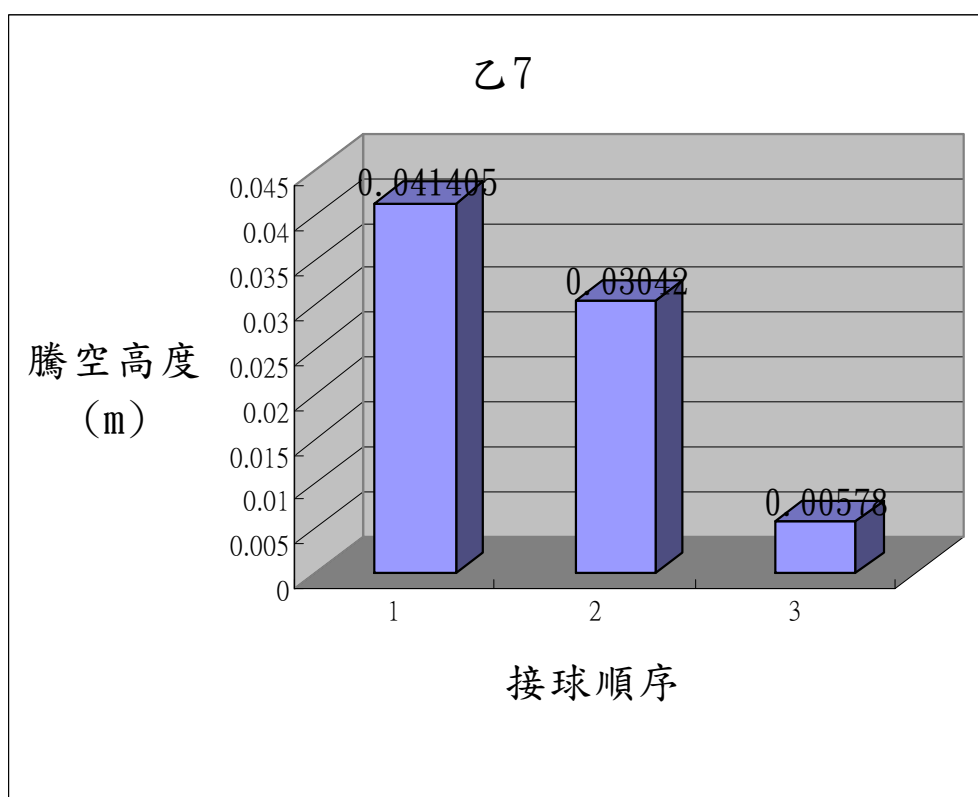
乙4選手



乙5選手

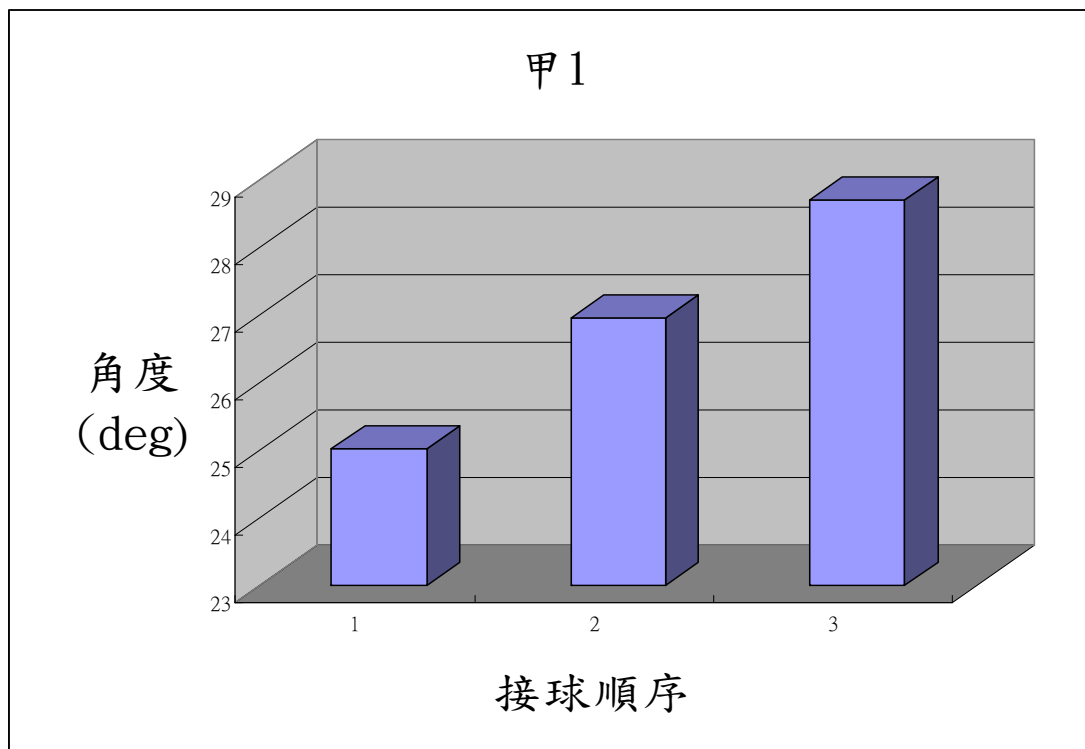


乙6選手

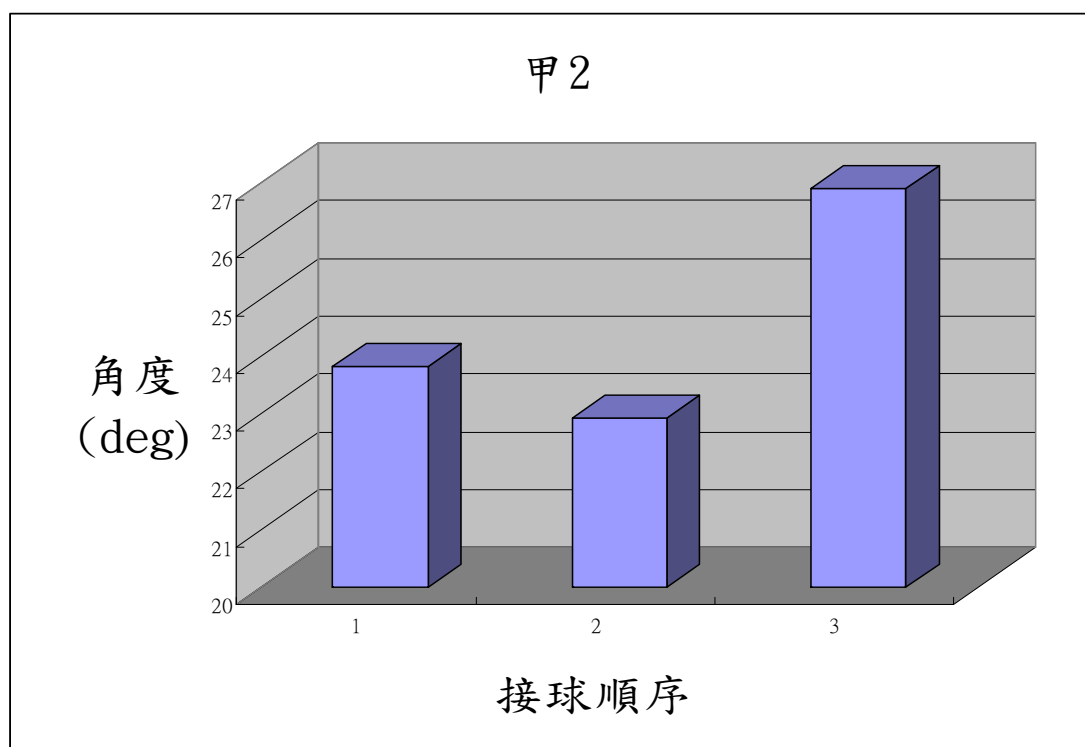


乙7選手

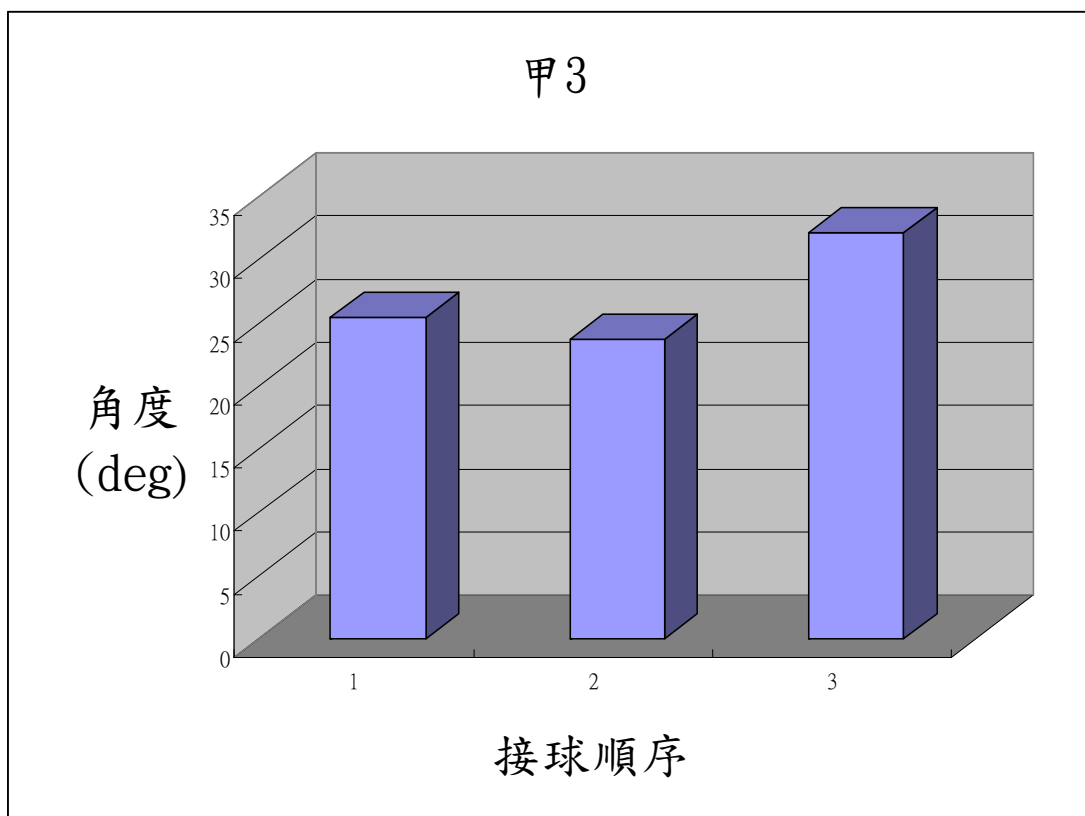
## 附錄三 下蹲期最大彎曲角度分析圖



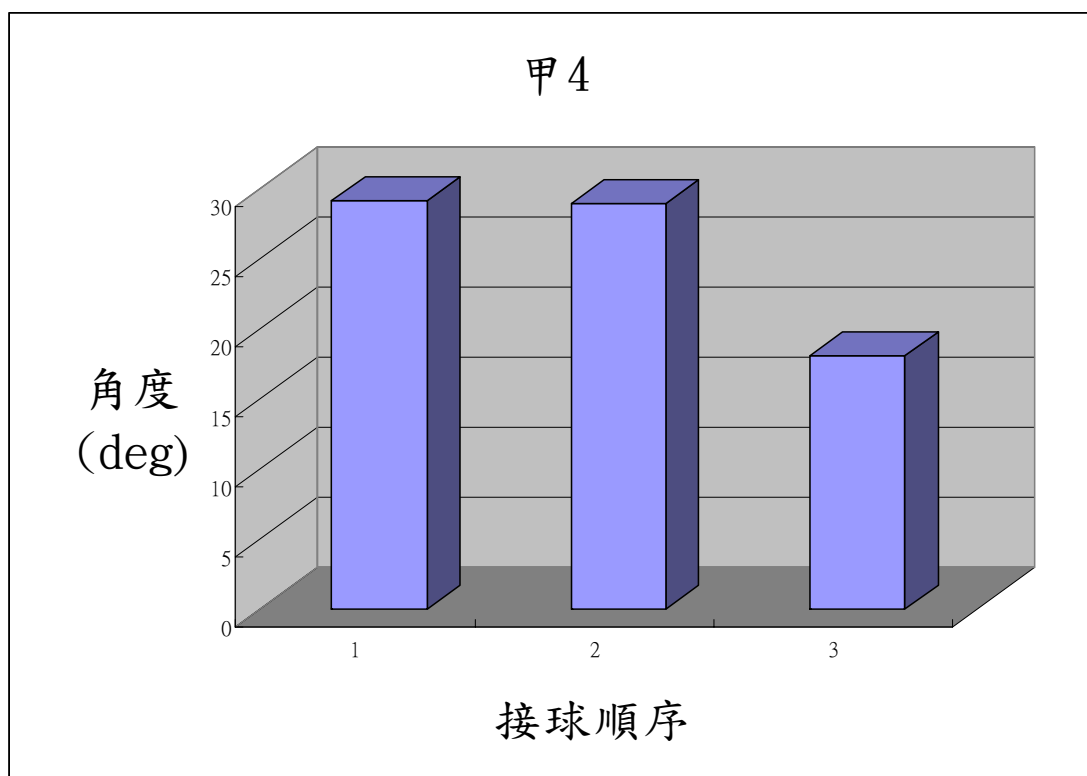
甲1選手



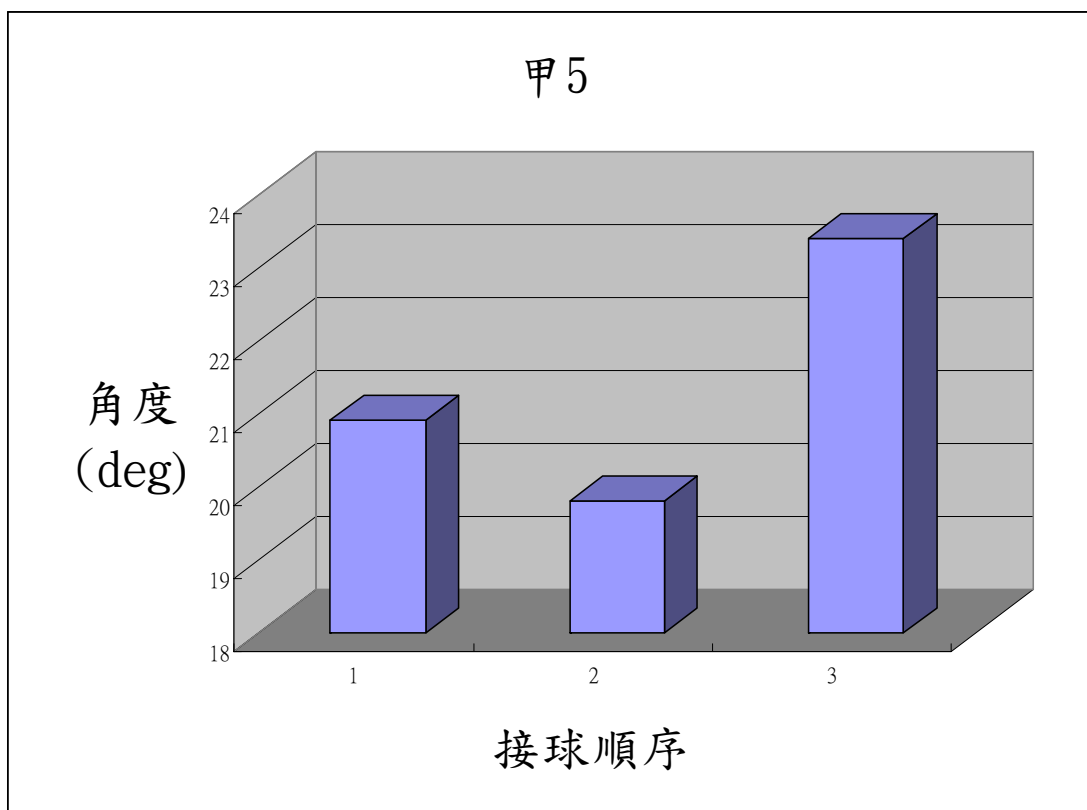
甲2選手



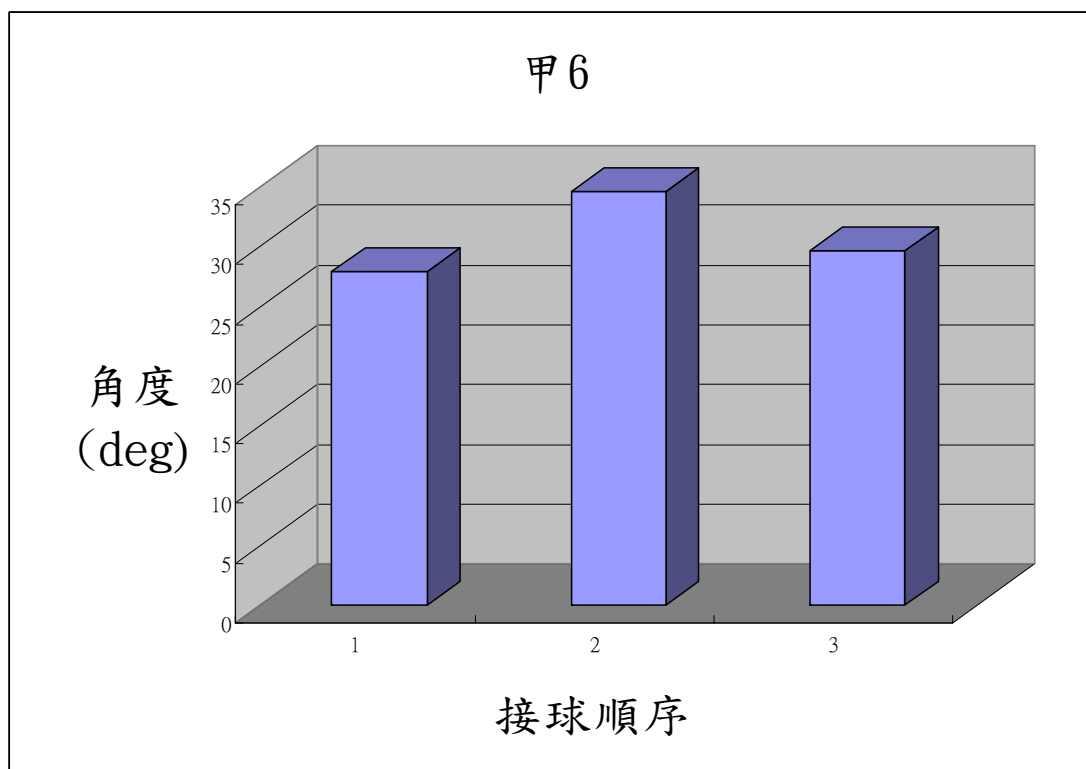
甲3選手



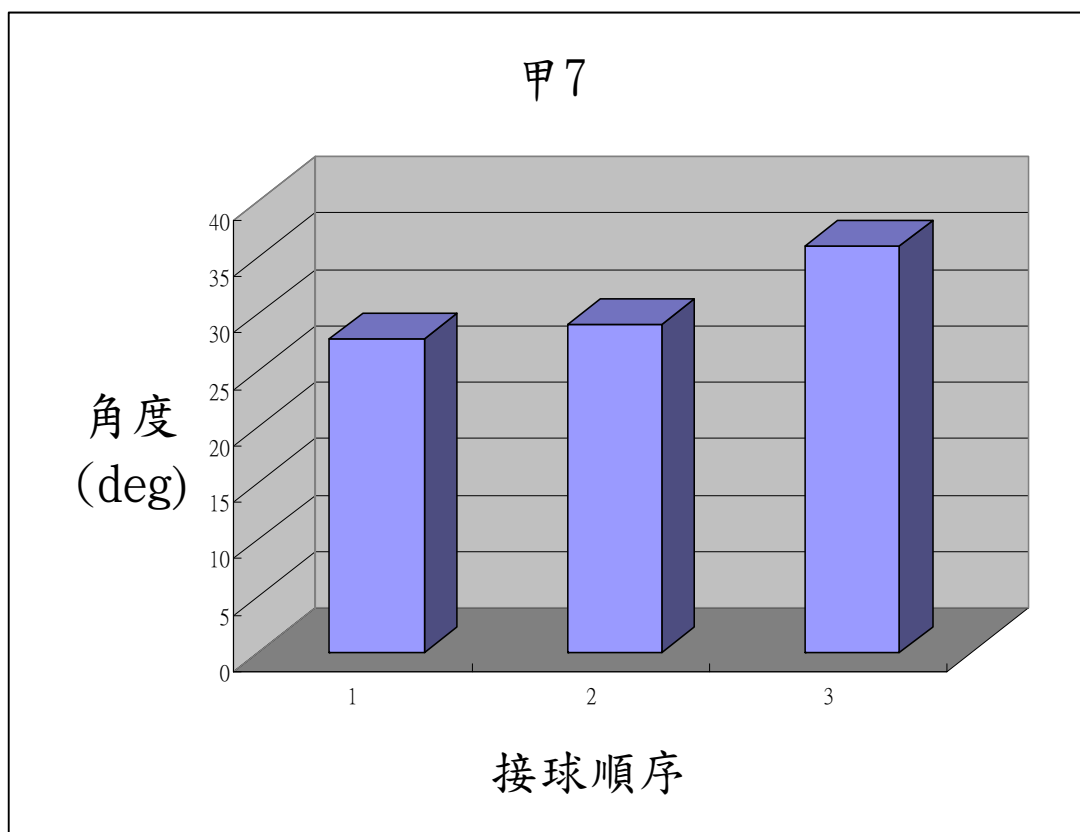
甲4選手



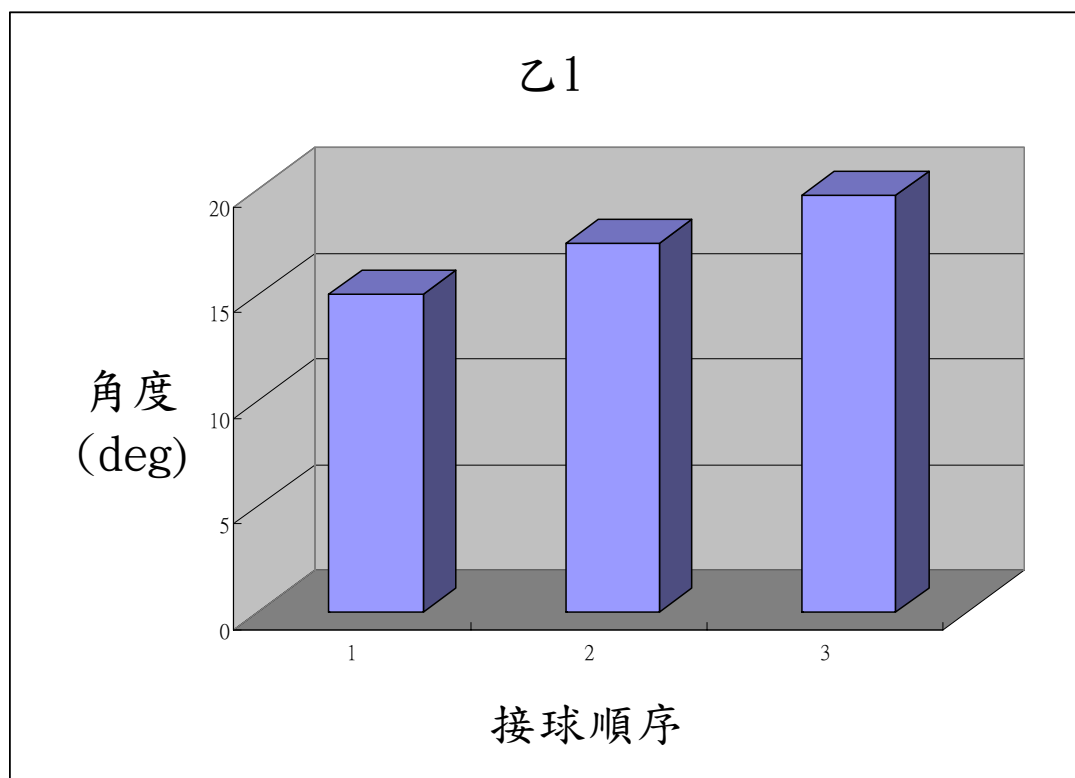
甲5選手



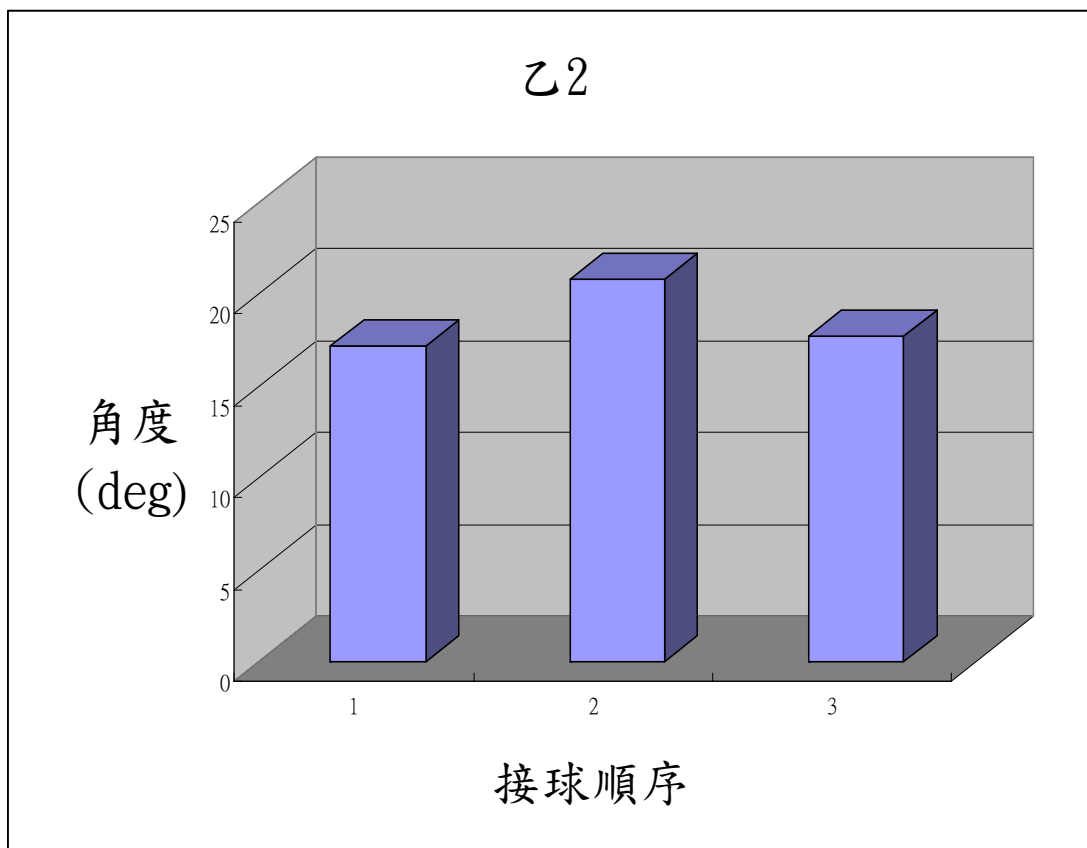
甲6選手



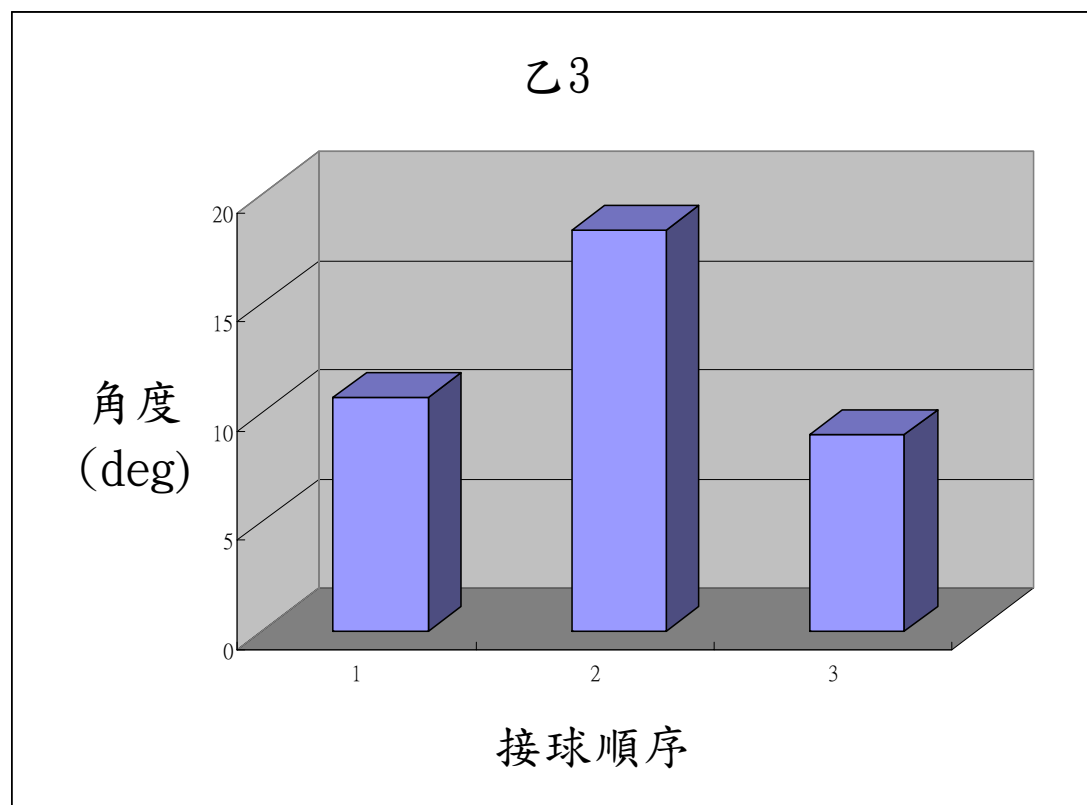
甲7選手



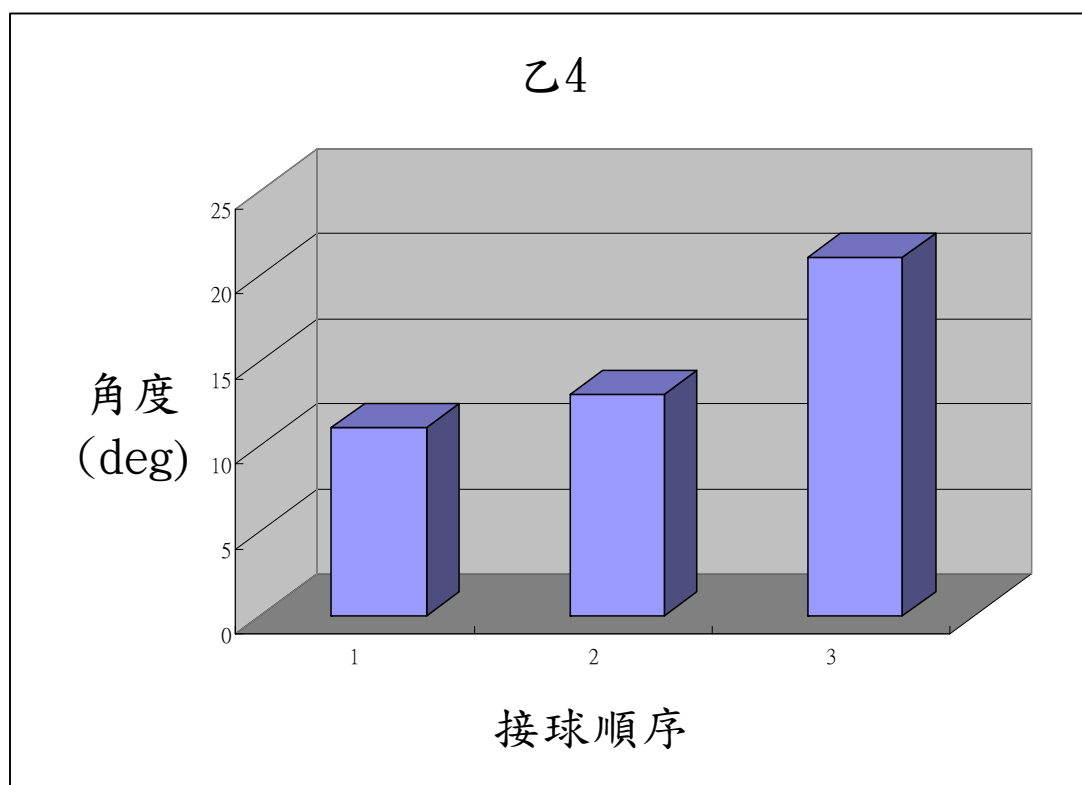
乙1選手



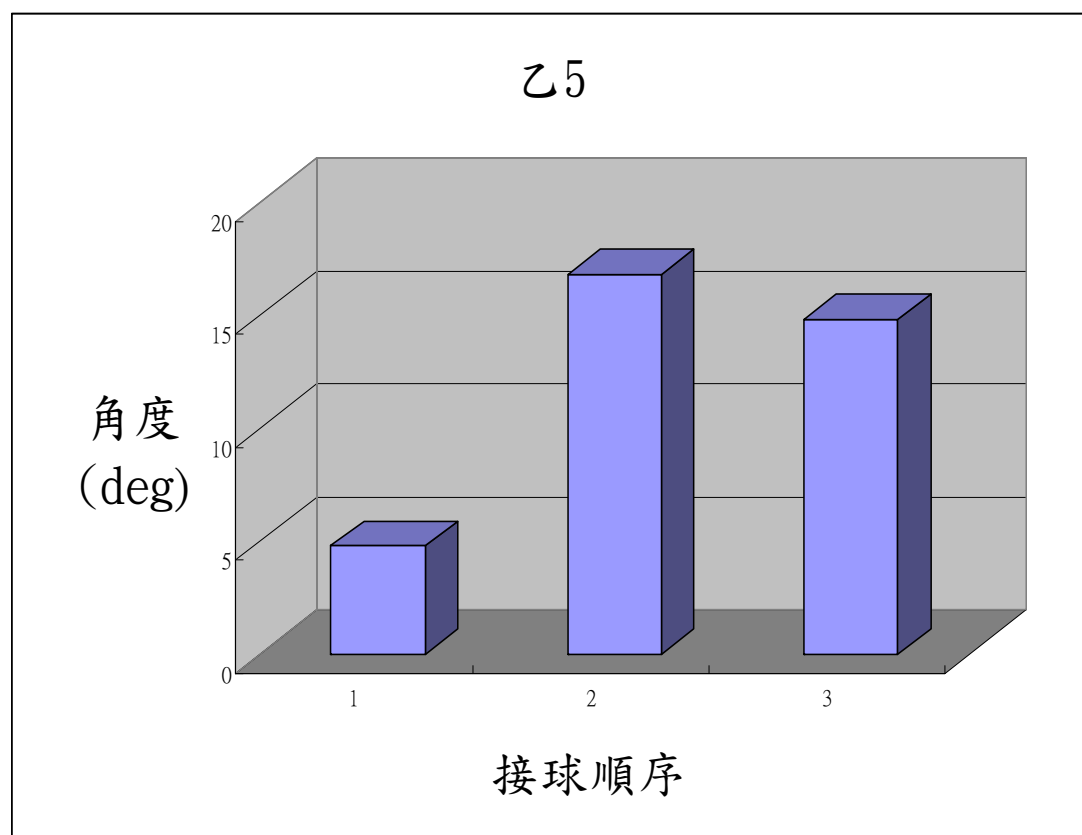
乙2選手



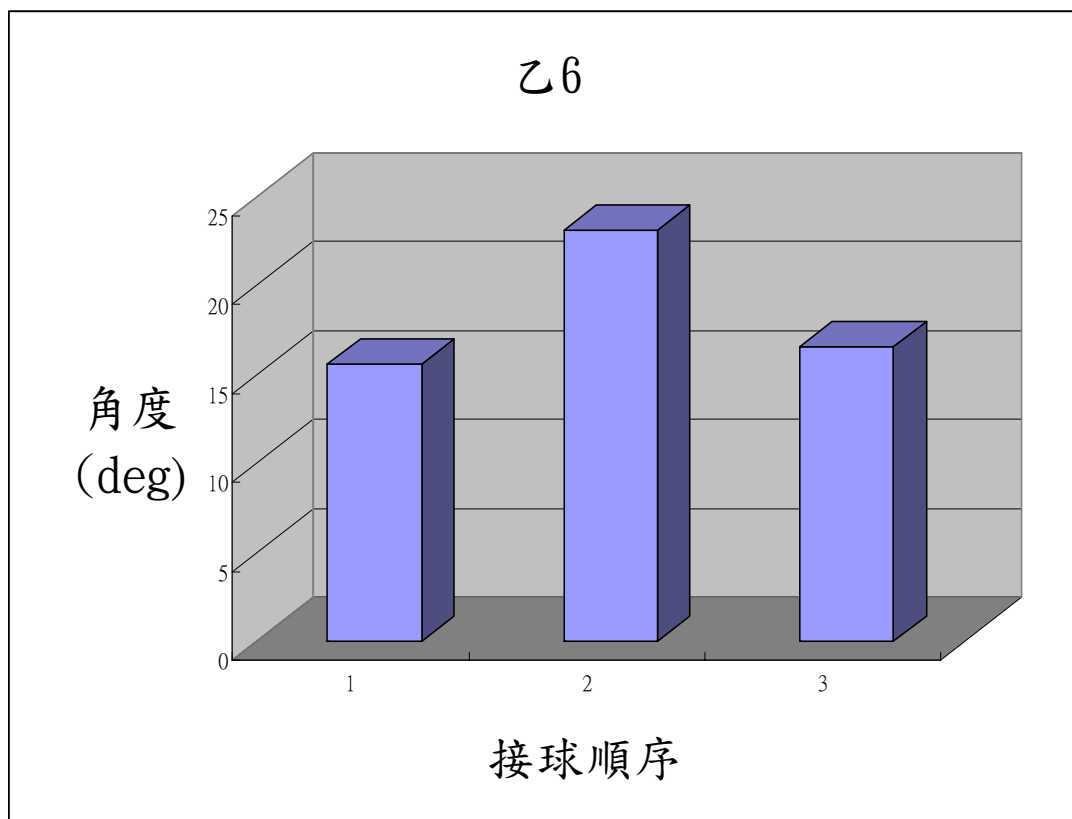
乙3選手



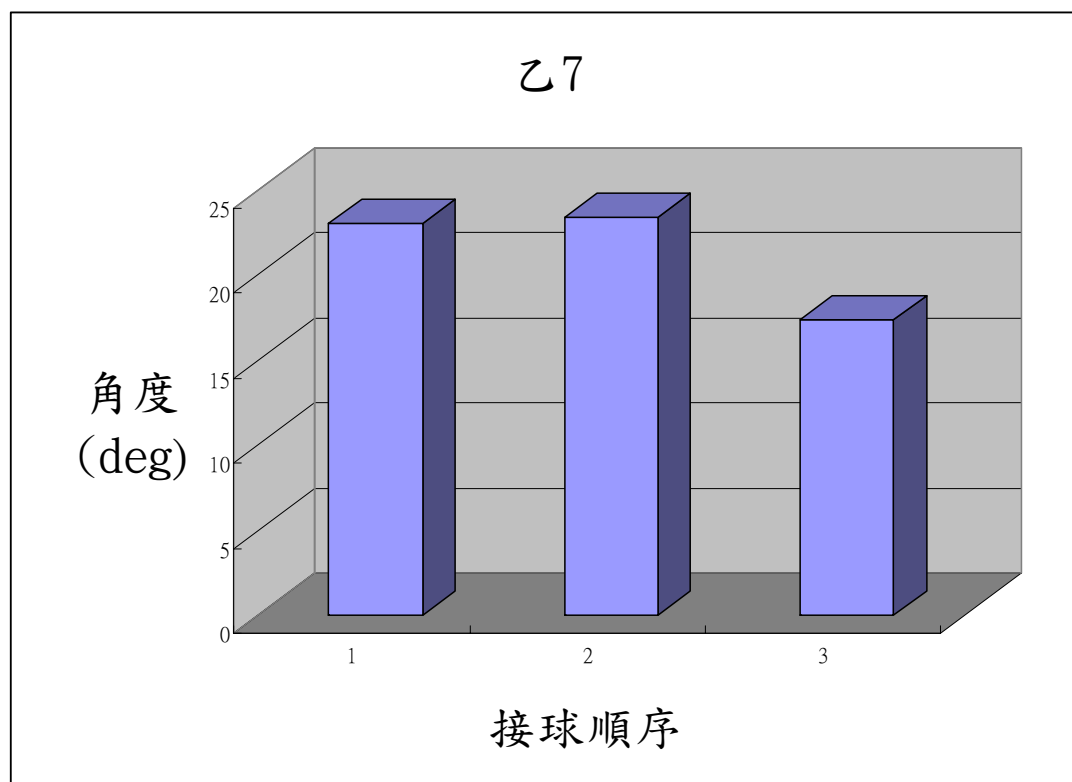
乙4選手



乙5選手

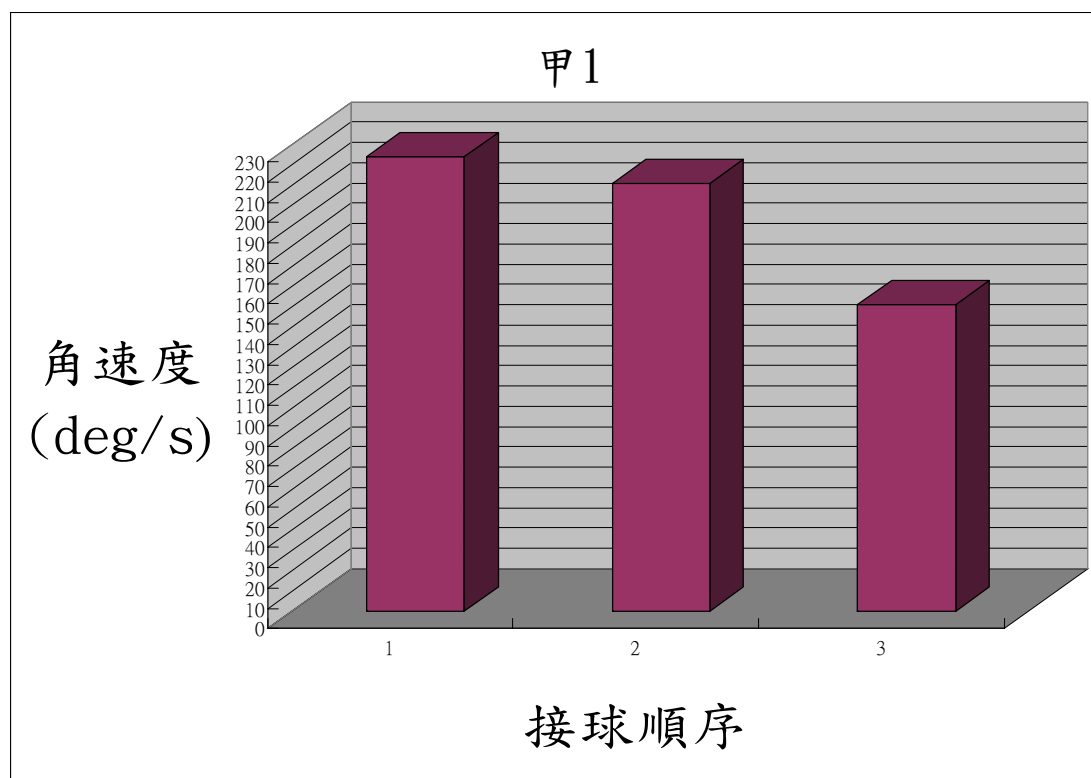


乙6選手

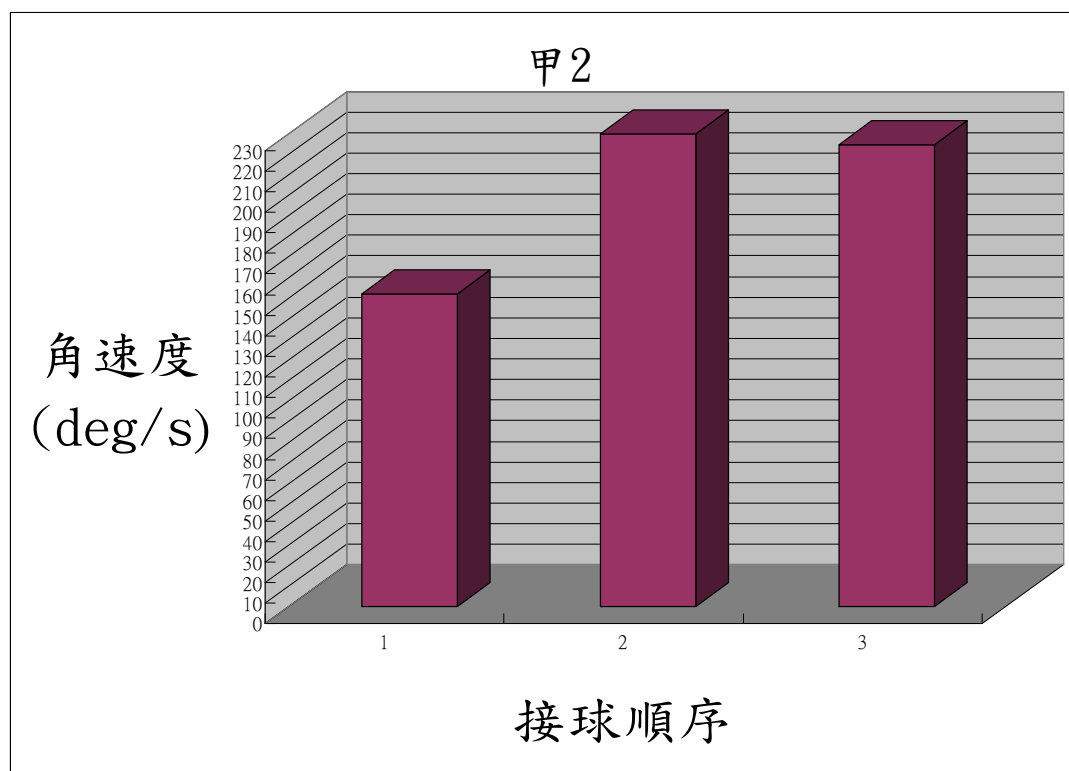


乙7選手

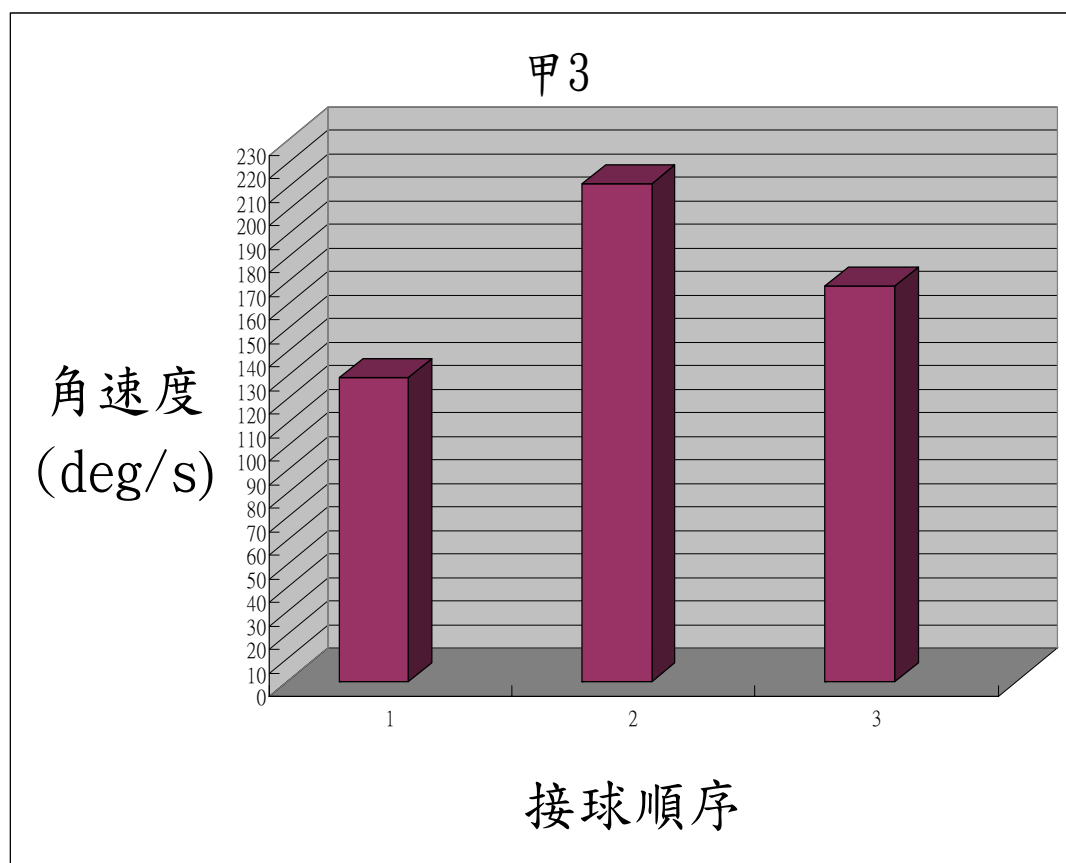
## 附錄四 下蹲期膝關節角速度分析圖



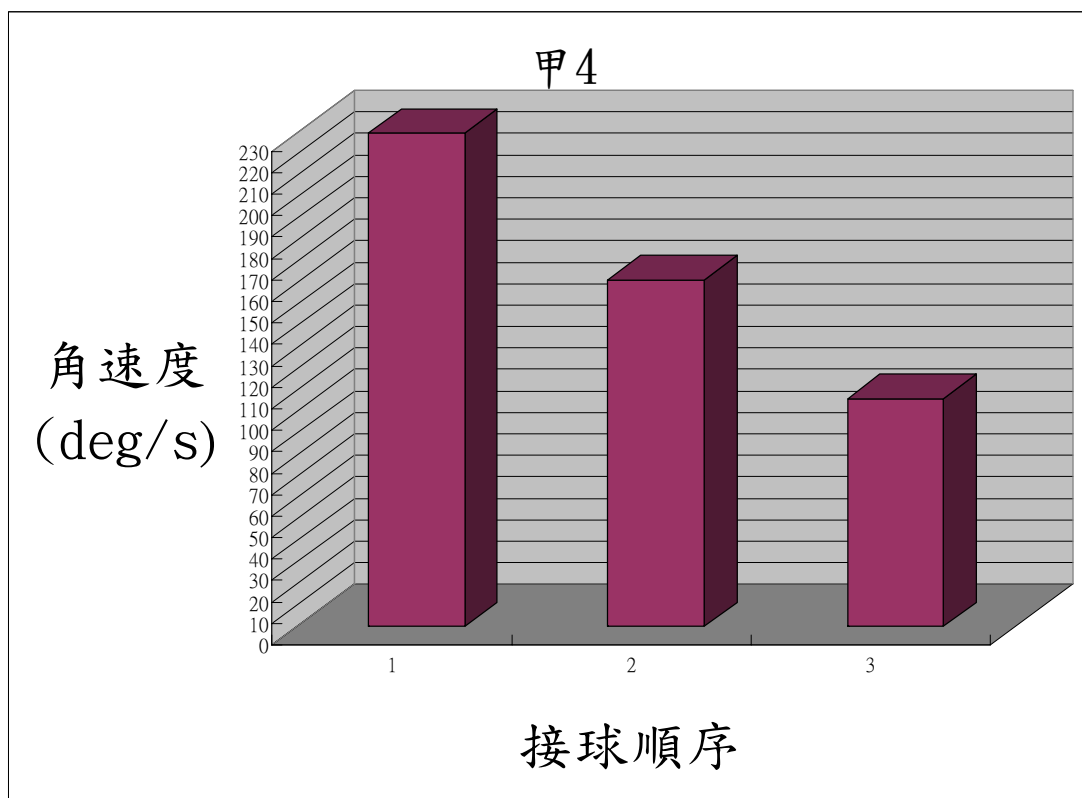
甲1選手



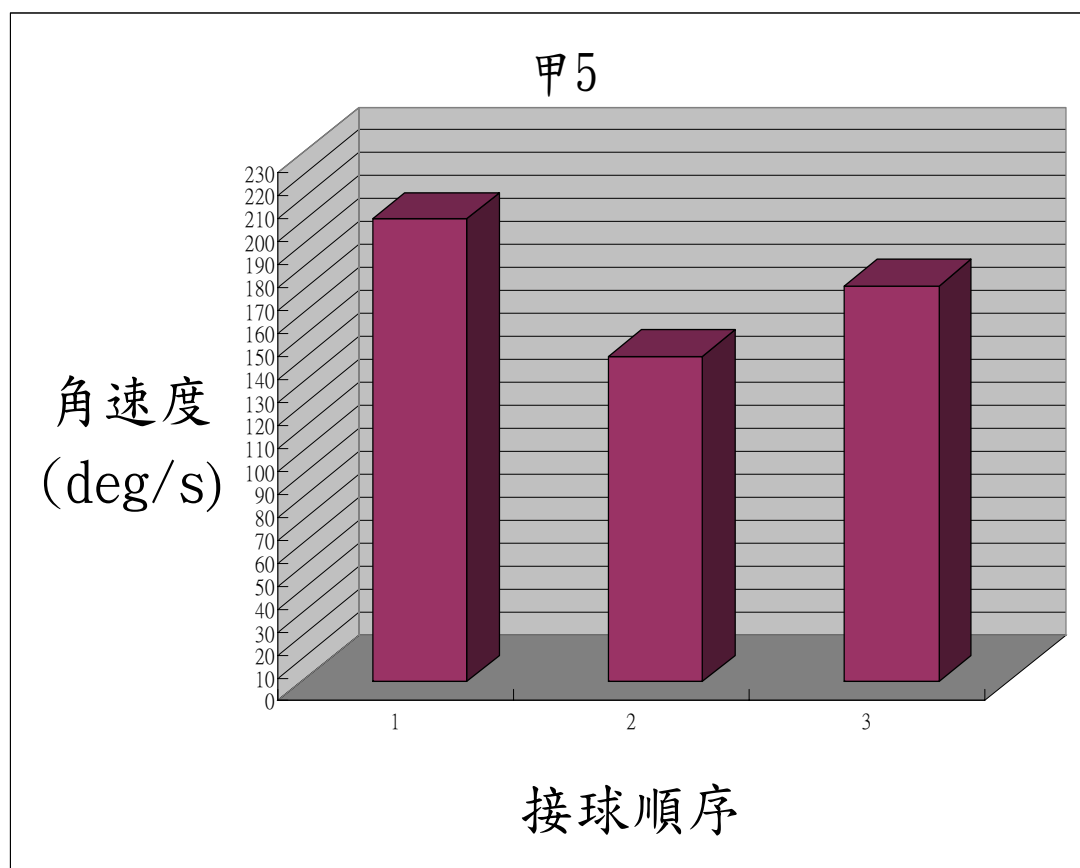
甲2選手



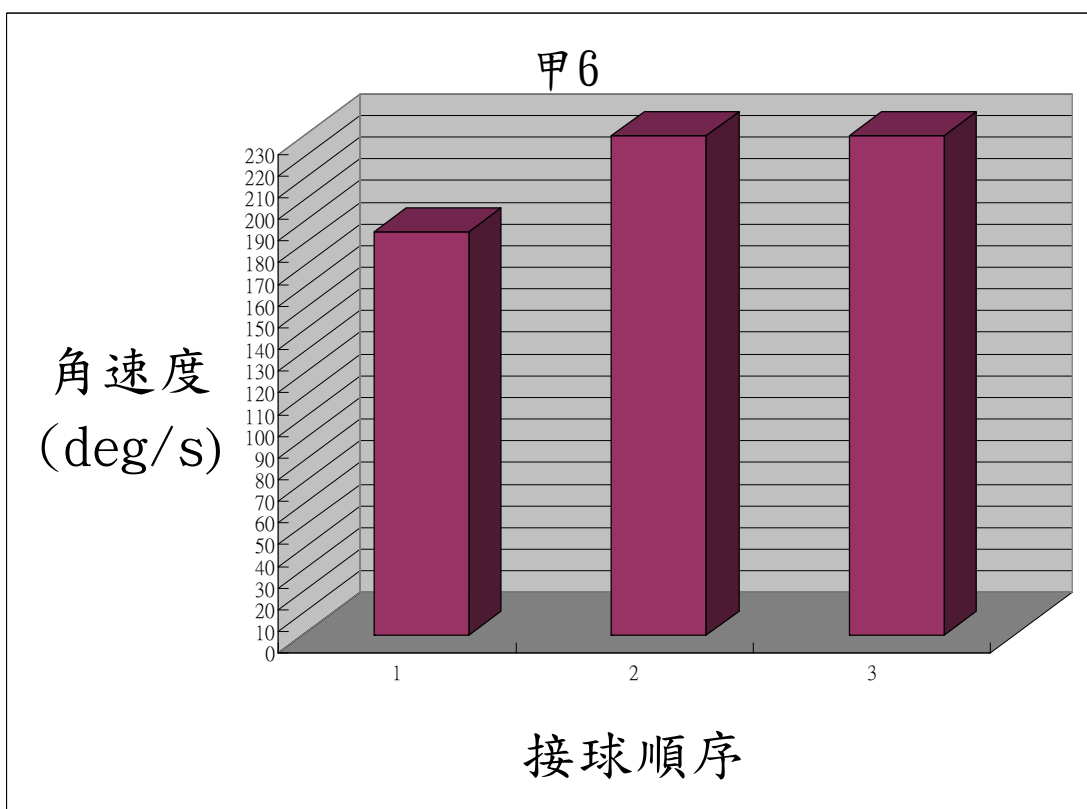
甲3選手



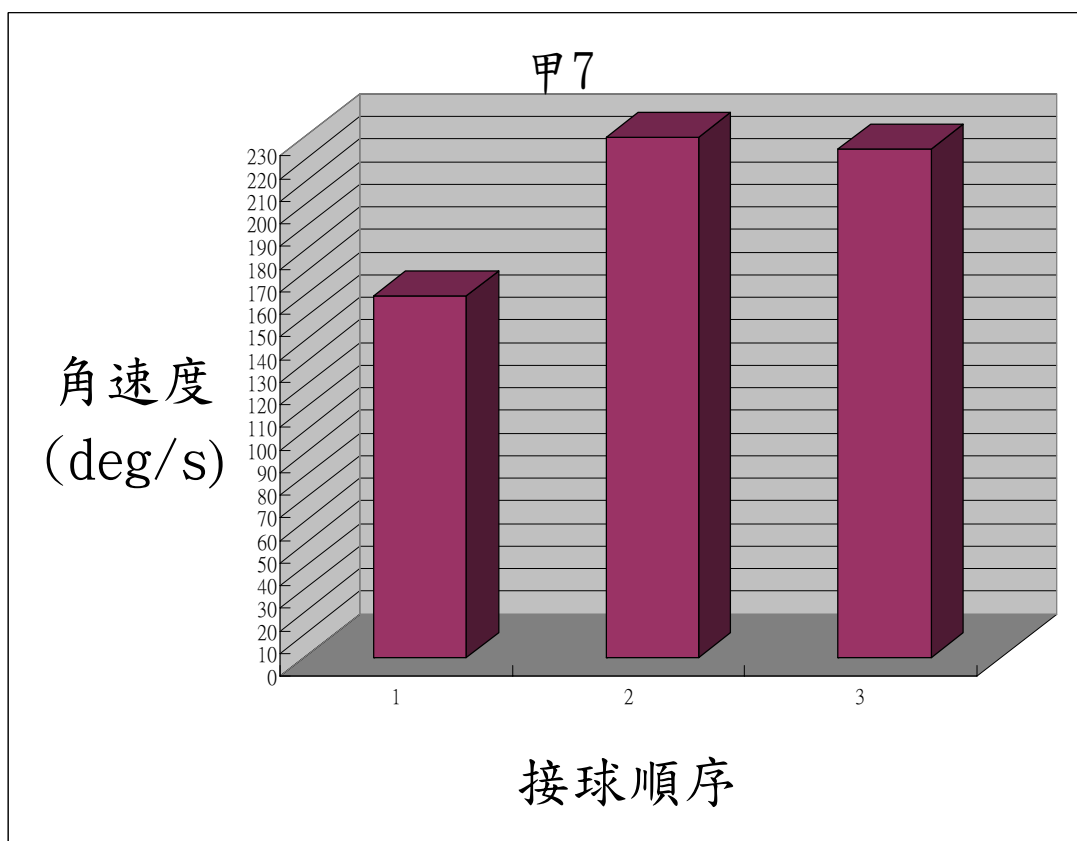
甲4選手



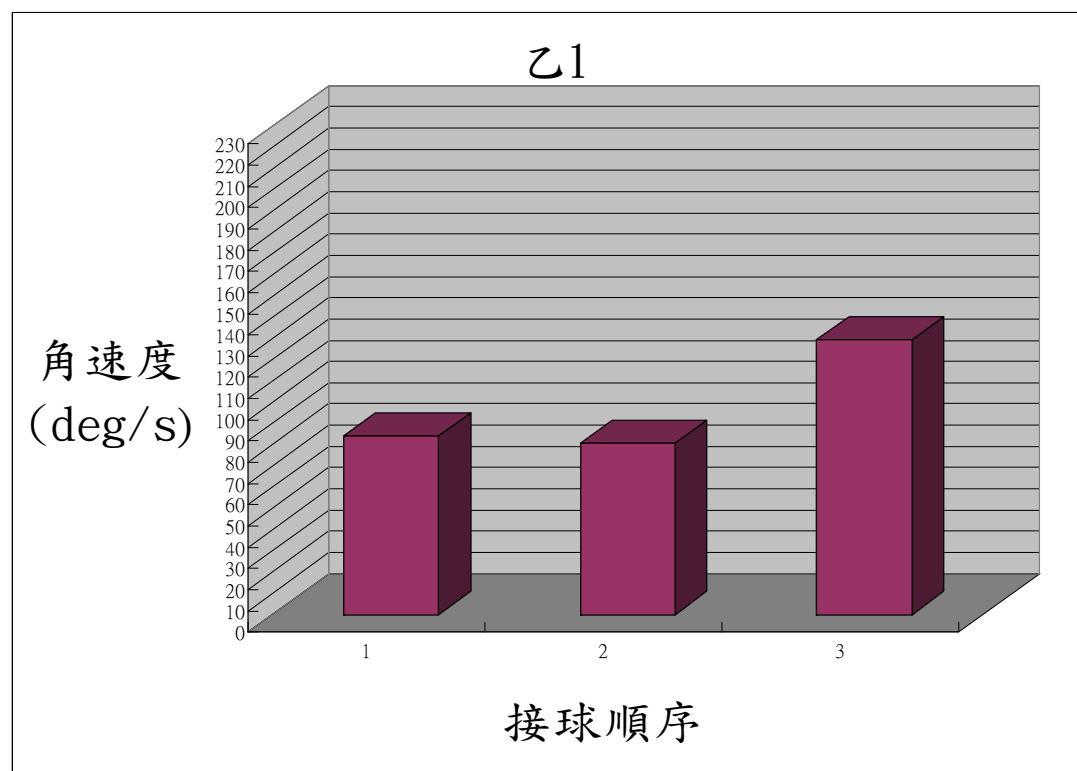
甲5選手



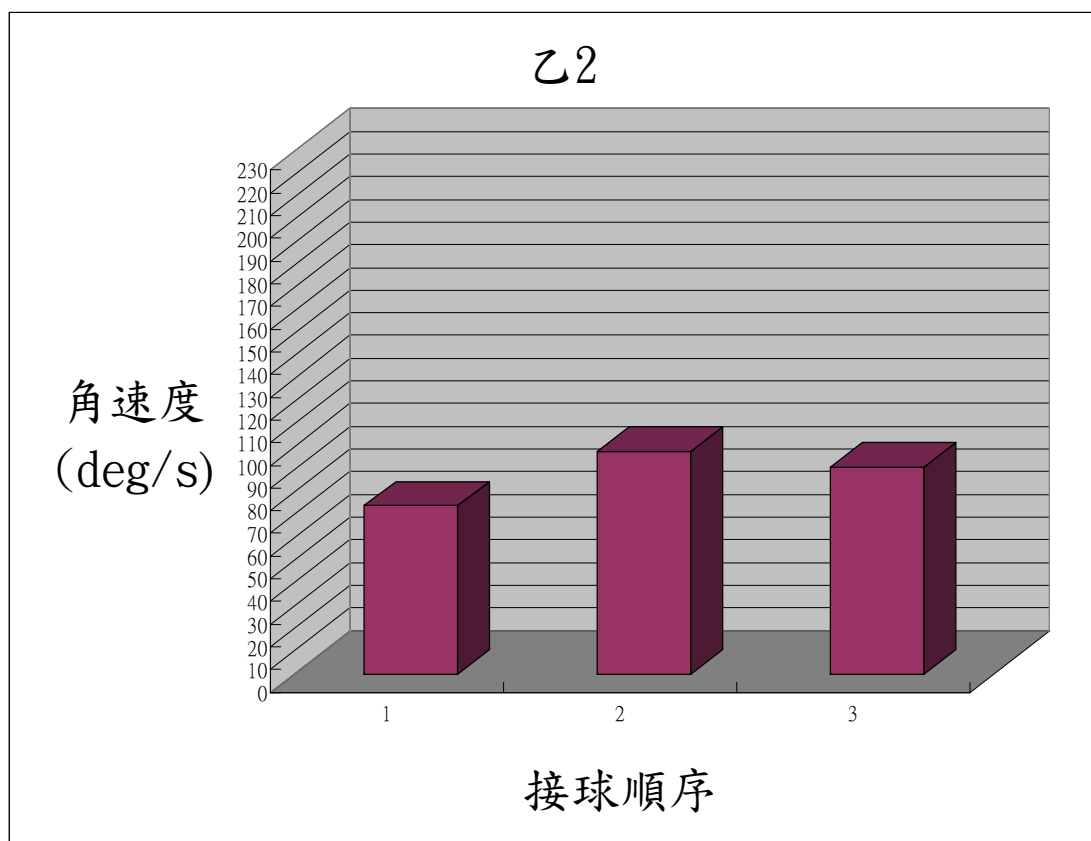
甲6選手



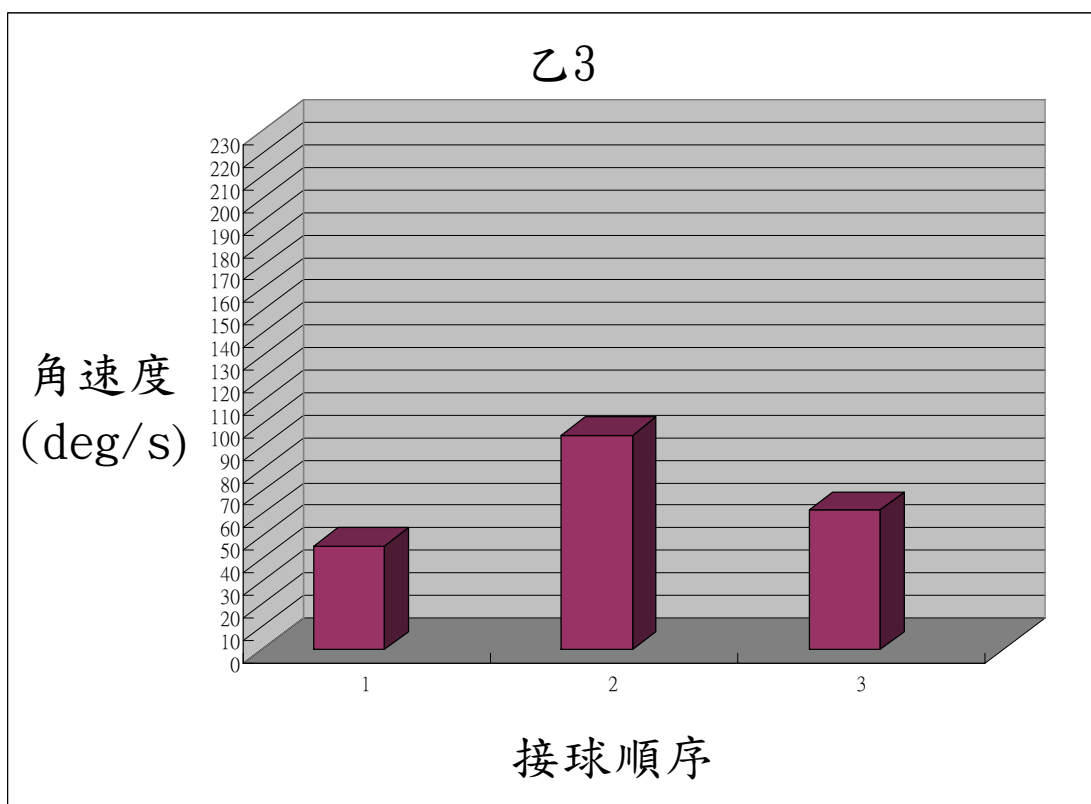
甲7選手



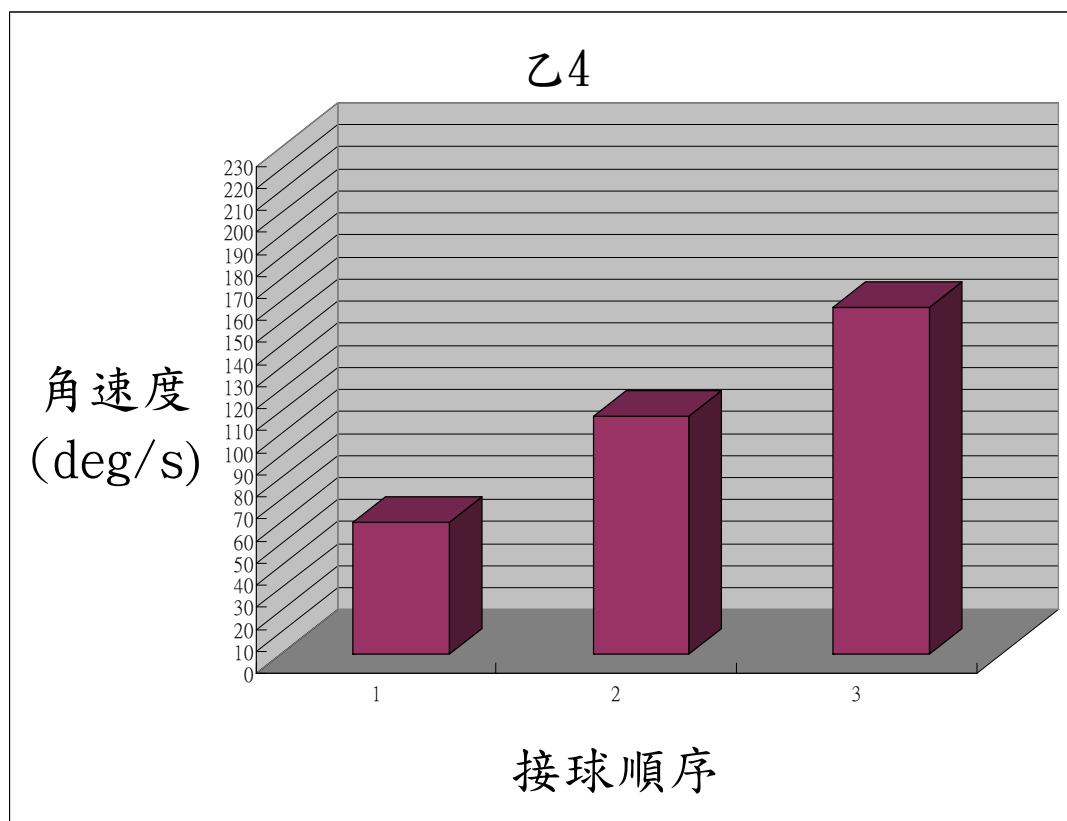
乙1選手



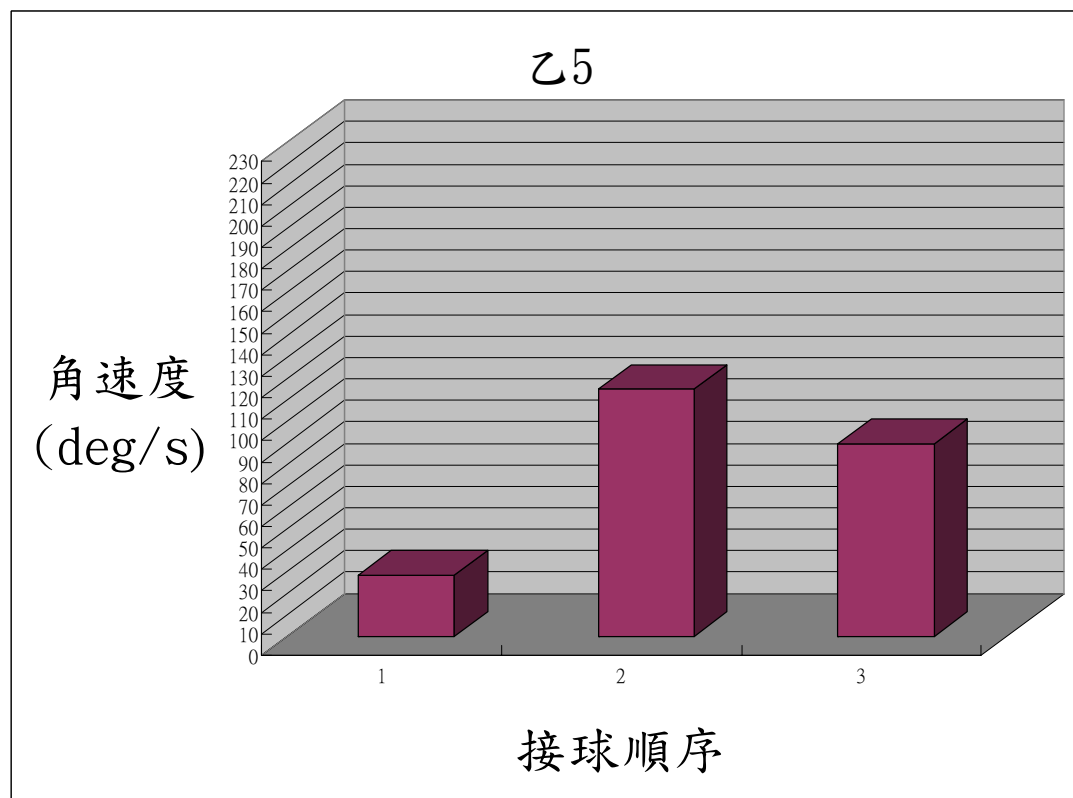
乙2選手



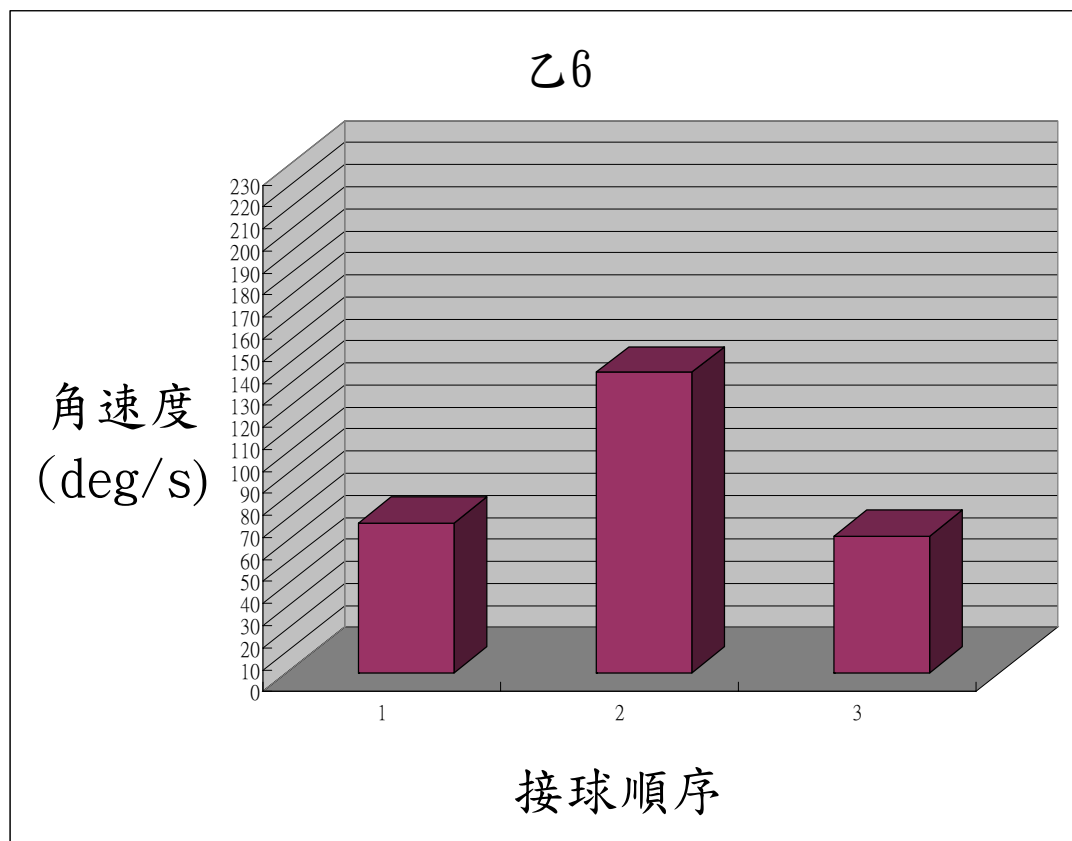
乙3選手



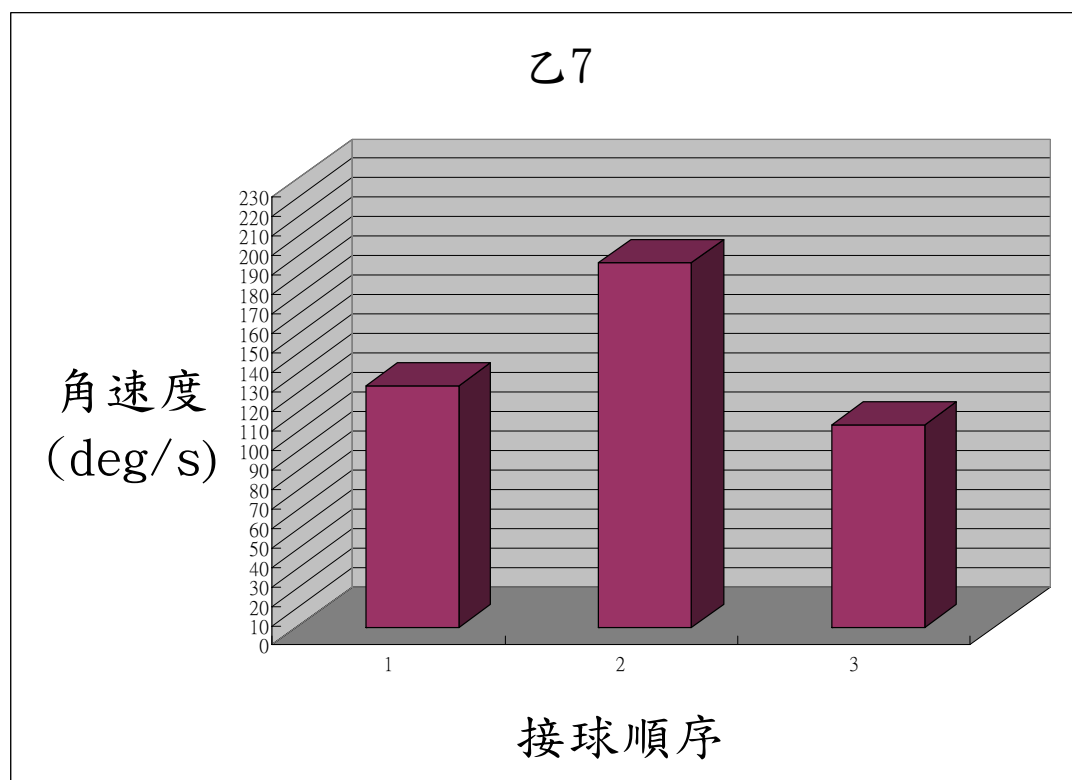
乙4選手



乙5選手



乙6選手



乙7選手

## 附錄五

### 受試者同意書

論文題目：排球防守中騰空開跳步動作之應用研究

指導教授：劉錦璋

研究生：蘇宥甯

依實驗研究之規定，在實驗前研究者有義務將本研究過程與研究中所可能造成的危險性向受試者說明，並在實驗過程中應盡其所能保護受試者之安全與權利。受試者如改變參與研究之意願，可隨時退出本實驗，而不受任何限制，惟應於實驗前告知研究者。

為使實驗過程能夠順利進行，則您需瞭解並同意配合下列所述事項：

- 一、 請在指定時間內 20 分鐘前到達實驗場地，並於實驗中著運動服裝與裝備。
- 二、 在實驗過程中，受試者對於接球動作優劣與感覺好壞，應向工作人員告知，工作人員將予以記錄，作為事後影片處理之參考。
- 三、 本研究所或得知資料僅供研究使用，並無其他用途，敬請放心。
- 四、 請受試者於個人基本資料表中確實填寫並不得謊報或虛構個人資料。
- 五、 非常感謝受試者配合，宥甯由衷感謝！

## 附錄六

## 受試者基本資料表

受試者編號: \_\_\_\_\_

姓名: \_\_\_\_\_ 出生日期: \_\_\_\_年\_\_\_\_月\_\_\_\_日 年齡: \_\_\_\_\_

身高: \_\_\_\_\_ cm 體重: \_\_\_\_\_ kg 球齡: \_\_\_\_\_

專長位置: \_\_\_\_\_

代表隊名稱: \_\_\_\_\_

最佳運動成績: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

本人已閱讀過受試者須知並且經過研究者解說後對於實驗目的與步驟已相當瞭解，同意為本實驗之受試者且以上所填寫之基本資料均屬事實。

受試者: \_\_\_\_\_ (簽名)

日期: 年 月 日