

國立臺灣體育學院競技運動學系
碩士學位論文

排球選手股四頭肌及大腿後肌等速肌力
與下肢爆發力之研究

ISOKINETIC STRENGTH OF QUADRICEPS FEMORIS/
HAMSTRING AND ANAEROBIC POWER OF LOWER
EXTREMITIES IN VOLLEYBALL PLAYERS



研究生：葉忠桂 撰

指導教授：吳昇光 教授

中華民國 99 年 6 月

論文名稱：排球選手股四頭肌及大腿後肌等速肌力與下肢爆發力之研究

院校所組別：國立臺灣體育學院競技運動系所

總頁數：72頁

畢業時間及提要別：九十八學度第二學期碩士學位論文提要

研究生：葉忠桂

指導教授：吳昇光 教授

中文摘要

本篇研究目的旨在探討排球選手股四頭肌及大腿後肌等速肌力與下肢爆發力之研究，研究之問題主要分析排球選手股四頭肌及大腿後肌等速向心肌力及下肢爆發力差異，並比較慣用腳與非慣用腳是否有顯著差異及瞭解股四頭肌/大腿後肌等速最大肌力與下肢爆發力之間的相關程度；以 40 名排球選手(20 名大專選手及 20 名高中選手)參與本研究，使用 Biodex 等速測力機測試排球選手於角速度 60、120、180、300°/sec 股四頭肌及大腿後肌等速向心最大肌力，下肢爆發力測試：以 Monark 腳踏車測功器進行 30 秒溫蓋特無氧動力測驗、立定垂直跳及立定跳遠的測試。主要結果如下：(一)兩組選手股四頭肌及大腿後肌最大等速向心肌力隨測試速度增加而減低的趨勢。(二)兩組選手大腿後肌與股四頭肌肌力比值隨著角速度的增加有提高的趨勢。(三)高中選手大腿後肌在 60°、120°/sec 慣用腳與非慣用腳兩腳達顯著差異；兩組選手在慣用腳與非慣用腳兩腳差異平均約在 5%左右。(四)股四頭肌及大腿後肌等速向心肌力與立定垂直跳、立定跳遠呈顯著的正相關($p < .05$)。經由本篇研究結果，排球肌力數值可提供教練及球員，在運動選材、復健治療、訓練計劃安排、調整訓練的參考依據。

關鍵字：排球、等速向心肌力、無氧動力

Abstract

Purpose : The purpose of this study was to examine the relationships between isokinetic strength of quadriceps/hamstring femoris and anaerobic power of lower extremities in volleyball players. The main analysis focused on the comparison of maximal isokinetic concentric strength and anaerobic power of lower extremities between college and high school players, and identified the relationships between the maximal isokinetic strength of quadriceps/hamstring femoris and anaerobic power of lower extremities. **Method :** Forty volleyball players (20 college players and 20 high school players) participated in this study. A Biodex isokinetic dynamometer was used to evaluate maximal concentric strength of participants. Angular velocities were set at 60, 120, 180 and 300°/sec. A Monark bicycle ergometer was used to conduct the 30-second Wingate test to measure anaerobic power of lower extremities, standing vertical jump test and standing long jump test in order to measure explosive power. **Results :** The main results were as follows: Two groups in quadriceps and hamstring maximal isokinetic strength were decreased when the velocities were increased. H/Q ratios were increased when the velocities were increased in both groups. Hamstrings strengths at 60 and 120° /sec in high school players between dominant and non-dominant legs were significantly different, and about 5% differences dominant and non-dominant legs in both groups were found. Relationships of quadriceps / hamstring isokinetic strength, vertical jump, and standing long jump had significantly positive correlations ($p < .05$). According to this study, the volleyball values may provide for coaches and the players, in the selection of elite volleyball players, training plan arrangement, and adjustment.

Keywords: volleyball, isokinetic concentric strength, anaerobic power.

謝誌

堅持是成功的唯一道路，在歷經實習與休學，花費這麼多年的時間，總算完成研究所的學業。這幾年的求學歷程，對我而言，是非常的辛苦，走過才知道自己選擇的是對還是錯，不管對錯還是堅持的自己的理想與信念，一步步完成自己的夢想。

研究所這幾年，可以說是我一生中念最多書，最努力念書的期間。在班導師吳教授昇光老師教導下，從懵懂無知的門外漢，學習如何做學術研究，以及做研究的精神與態度，雖然在研究與寫作過程中跌跌撞撞，遇到許多的挫折與瓶頸，辛苦是不在話下，是我畢生難以忘記。在這裡首先要感謝指導教授吳昇光老師的指導與教誨，才能順利完成論文，不只在學術研究的指導，更是學生的心靈導師，學習待人處事的方法及原則，提攜學生之情，銘感五內。另外，感謝兩位口試委員鄭國平教授及蔡佳良教授在百忙之中，能撥空指導學生，給與指導與建議，俾使本論文能更為充實與完善。

也非常感謝國立台灣體育學院男子排球隊與國立豐原高級商業職業學校男子排球隊，參與受試研究。還要感謝學弟思嚴、鴻鈞，給與的協助與幫忙，以及永遠在我背後默默鼓勵的志綺與家人。感謝所有幫助與鼓勵過我的朋友，使忠桂能順利完成碩士學位，謝謝！

忠桂

99年8月19日

目錄

中文摘要.....	I
英文摘要.....	II
謝誌.....	III
目錄.....	IV
表目錄.....	VI
圖目錄.....	VII
第壹章 緒論.....	1
第一節 研究背景與動機.....	1
第二節 研究目的.....	3
第三節 研究問題.....	4
第四節 研究假設.....	4
第五節 研究範圍與限制.....	5
第六節 操作型定義與名詞解釋.....	6
第貳章 文獻探討.....	8
第一節 排球運動生理特性概述.....	8
第二節 肌力、爆發力之探討.....	12
第三節 股四頭肌及大腿後肌等速運動相關研究.....	17
第四節 總結.....	21
第三章 研究方法與步驟.....	23
第一節 實驗對象.....	23
第二節 實驗時間與地點.....	24
第三節 研究設備.....	25
第四節 研究流程.....	27
第五節 研究步驟.....	29

第六節 資料收集與統計方法.....	31
第四章 研究結果.....	33
第一節 大專與高中選手肌力之比較結果.....	33
第二節 大專選手與高中選手下肢爆發力之比較結果.....	42
第三節 大專與高中選手慣用腳與非慣用腳比較結果.....	45
第四節 排球選手等速肌力與下肢爆發力彼此之關係.....	48
第五章 討論.....	51
第一節 大專選手與高中選手基本資料.....	51
第二節 大專與高中選手股四頭肌及大腿後肌等速肌力比較.....	52
第三節 大專與高中選手下肢爆發力比較.....	56
第四節 排球選手等速肌力與下肢爆發力之關係.....	58
第六章 結論與建議.....	59
第一節 結論.....	59
第二節 建議.....	60
參考文獻.....	61
附錄一、 受試者須知.....	69
附錄二、 受試者同意書.....	70
附錄三、 健康情況調查表.....	71
附錄四、 受試者基本資料.....	72

表目錄

表 3- 1 受試者基本資料.....	23
表 3- 2 本研究之研究問題與統計方法.....	32
表 4- 1 大專與高中選手股四頭肌等速向心最大力矩值.....	34
表 4- 2 大專與高中選手股四頭肌等速向心單位體重最大力矩值.....	35
表 4- 3 大專與高中選手股四頭肌等速向心單位去脂體重最大力矩值.....	36
表 4- 4 大專與高中選手大腿後肌等速向心最大力矩值.....	37
表 4- 5 大專與高中選手大腿後肌等速向心單位體重最大力矩值.....	39
表 4- 6 大專與高中選手大腿後肌等速向心單位去脂體重最大力矩值.....	40
表 4- 7 兩組選手大腿後肌與股四頭肌等速向心最大力矩比值之比較.....	41
表 4- 8 大專與高中選手下肢爆發力比較表.....	43
表 4- 9 股四頭肌及腿後肌等速向心慣用腳、非慣用腳最大力矩值比較.....	46
表 4- 10 排球選手股四頭肌等速向心最大肌力與下肢爆發力相關係數表.....	49
表 4- 11 排球選手大腿後肌等速向心最大肌力與下肢爆發力相關係數表.....	50

圖目錄

圖 2-1 肌肉收縮長度、速度與力的關係.....	13
圖 3- 1 等速肌力測試儀配合電腦控制板.....	25
圖 3- 2 摩那克(MONARK)腳踏車.....	26
圖 3- 3 研究流程圖.....	28
圖 4- 1 兩組選手股四頭肌等速向心最大力矩值比較.....	36
圖 4- 2 兩組選手股四頭肌單位體重最大力矩值比.....	35
圖 4- 3 兩組選手股四頭肌單位去脂體重力矩值比較.....	36
圖 4- 4 兩組選手大腿後肌最大力矩值比較.....	38
圖 4- 5 兩組選手大腿後肌單位體重最大力矩值比較.....	39
圖 4- 6 兩組選手大腿後肌單位去脂體重力矩值比較.....	40
圖 4- 7 兩組選手最大無氧動力與平均無氧動力比較.....	44
圖 4- 8 兩組選手立定垂直跳與立定跳遠比較.....	44
圖 4- 9 大專選手慣用腳與非慣用腳最大力矩值比較.....	47
圖 4- 10 高中選手慣用腳與非慣用腳最大力矩值比較.....	47

第壹章 緒論

第一節 研究背景與動機

二十一世紀的排球運動早已受到世界各國的喜愛，且有相當多人口正熱愛於排球運動，排球運動發展至今已成為男女老幼共同熱愛的運動之一（黃德壽，2006）；然而，隨著世界趨勢與規則的改變，排球運動戰術與技術的發展正朝著速度快、多變、身材高大、體能卓越、科學化、商業化等全面性發展（鄭子敬，2005；潘寶石，1996）。排球運動是一種非常複雜且不容易學習的團體性運動，除了必須要有先天的體材、生理條件及心理素質，亦需要加上後天的努力學習技術與戰術，才能成為頂尖的排球選手。然而，先天能力是我們所無法去控制與決定的，因此教練與選手們唯有倚靠後天努力來補足先天的不足。如能在選材上選擇優質的選手，加上運動科學訓練的輔助，相信對於我國排球運動選手未來在國際賽會能有更好的發展。研究指出，任何的一種運動項目，不論是個人性或是團隊性，體能與心理素質均佔有極重要的地位；而選手本身若擁有了良好的體能，才能有效的提升本身的運動技術發展，再加上教練人員臨場多變的戰術，如此方能達到勝利目的（陳全壽，1994）。

然而，我國在排球運動的發展還是遠遠不及世界各國，在國際運動賽會上的競技成績屢屢受挫，奪牌的機會少之又少，有時候連亞洲前四強都是我國所望塵莫及的。在世界各個排球強國都擁有著相當完善的職業運動，反觀我國排球企業聯賽才隨之起步，對於國內排球運動是一大推展，但國人對於排球運動並不熱衷，導致相關單位在發展上面臨到相當多的困難與障礙。因此，唯有提升排球專業方面的運動訓練科學，並提升與

改善國內的排球運動環境與運動水平；如此方能在亞洲及世界的國際賽事中佔有一席之地，並將我國排球運動推向國際舞臺。我國排球在運動科學上的研究，大多偏向運動心理學與運動訓練的相關研究，運動生理學的相關研究結果與資料等，在比例上是明顯較少，也正是基於此原因導致高水平的教練人員缺少相關的參考依據，而這正是值得我們加以鑽研此領域的研究原因與動機。

高水準的排球運動員，由於先天的遺傳，再加上有科學依據的選材，最後經由系統化的科學訓練，成就了現代排球員的人高馬大且具有高彈跳能力的事實，然而我國選手的跳躍高度經過去學者的統計比較後發現，與世界各強隊之間有明顯的落差存在，而這是我國未來在訓練選手時應努力加強的目標之一（林光宏，2004；潘寶石，1999）。排球運動的扣球、攔網及跳躍發球等，無不需要強大的跳躍力作為基礎，也是排球運動的生命，才能發揮克敵制勝的威力，彈跳力早已成為贏球的主要因素（詹清泉、溫良才，1999；潘寶石，1999；陳承功，1996）。研究指出，扣球攻擊技術的成效是影響比賽勝敗的最大關鍵，而扣球攻擊技術的得分成效皆在五成至六成以上，扣球進攻便佔了總得分的三分之二，由此可知，球隊攻擊威力的強弱顯著主宰球賽的勝負（林光宏，2003；林英亮、王元恩，2008）。對於排球攻擊併步助跑跳扣球的相關研究報告發現，決定排球選手彈跳高度的下肢在蹬地、展體、擺臂等連續動作過程中，對彈跳力的影響程度為 67% 左右；而伸膝肌的貢獻對於垂直跳躍的高度也被估計出約 56%（蔡崇濱，2004；Luhtanen & Komi, 1978）。排球整場比賽需要非常多的彈跳動作，它是一種需要「力量」的相關運動，優秀的運動員在短時間內必須要

能夠產生高強度的肌肉爆發力（陳寶源、黃國光、潘寶石，2006；吳昇光，2001；林正常，1995；Huber, Suter & Herzog 1998），尤其在下肢肌力表現上，強調爆發性垂直跳（石罕池、孫淑芬、吳家會、陳瑞蓮，2005）。沈佳慧（2005）綜合文獻後發現，優秀的運動員在肌力的表現較等級低或一般人來的好，由此可以證明說擁有良好的肌力表現是成為優秀運動員的基本條件。Liebermann 與 Katz (2003) 指出用垂直跳高來評估下肢肌肉能力除具有較佳的信效度外，亦為操作容易且實際獲取運動能力的方法。

此外，評估排球股四頭肌等速肌力及下肢爆發力是十分重要課題，國內高水準排球選手在股四頭肌之相關研究甚少，良好的股四頭肌肌力是優秀球員所應該需具備的必要條件之一。綜合上述，本研究藉此瞭解國內排球選手在股四頭肌與大腿後肌等速肌力與爆發力的表現與相關性，結果可以作為國內外運動教練與選手在訓練時的參考依據外，亦能提供運動選手在復健治療、自主訓練等運動處方設計參考，進而提升國內排球之水準。

第二節 研究目的

本研究主要的研究目的在於比較大專與高中排球選手這兩個族群其股四頭肌與大腿後肌等速向心肌力與下肢爆發力之特性，並比較慣用腳與非慣用腳等速肌力之差異性及探討股四頭肌及大腿後肌與下肢爆發力之相關程度。

第三節 研究問題

根據上述研究目的，本研究所擬定的研究問題如下：

- 一、比較大專與高中排球選手其股四頭肌在不同速度下等速向心肌力是否有顯著差異。
- 二、比較大專與高中排球選手其大腿後肌在不同速度下等速向心肌力是否有顯著差異。
- 三、比較大專與高中排球選手其下肢爆發力是否有顯著差異。
- 四、探討大專與高中排球選手慣用腳與非慣用腳等速肌力是否有顯著差異。
- 五、探討排球選手股四頭肌與大腿後肌在不同速度下等速向心最大收縮與下肢爆發力之相關性。

第四節 研究假設

本研究假設如下：

- 一、大專與高中排球選手其不同速度下股四頭肌等速向心肌力無顯著差異。
- 二、大專與高中排球選手其不同速度下大腿後肌等速向心肌力無顯著差異。
- 三、大專與高中排球選手其下肢爆發力無顯著差異。
- 四、大專與高中排球選手慣用腳與非慣用腳等速向心肌力無顯著差異。
- 五、排球選手股四頭肌與大腿後肌在不同速度下等速向心肌力與爆發力無顯著相關。

第五節 研究範圍與限制

一、研究範圍

- (一)、本研究之受試者以 40 名排球選手，大專選手 20 位與高中選手 20 位，膝關節一年內未受過傷害的健康男子排球選手為受試對象。
- (二)、本研究以股四頭肌與大腿後肌為測試肌群，肌肉收縮型態為向心收縮，關節活動角度(ROM)為膝關節屈曲 100 度到屈曲 10 度。
- (三)、本研究下肢爆發力的測試為；溫蓋特無氧動力、立定垂直跳及立定跳遠。
- (四)、本研究等速向心收縮測試的角速度為 60°、120°、180°、300°/sec 共四種。

二、研究限制

- (一)、本研究旨在瞭解排球選手肌力及爆發力之特性，研究數值無法直接解釋選手運動成績的優劣。
- (二)、對於影響肌力的因素如：年齡、身高、體重、體脂肪、訓練年限等，不在本研究的控制範圍，但會加以說明。
- (三)、受試者測試當中，只能給予鼓勵，使其盡可能做出最大的努力，因此假設受試者是盡全力在測試各種項目。
- (四)、實驗的測試時間為選手的訓練期。

第六節 操作型定義與名詞解釋

一、本研究操作性定義如下：

(一)大專選手

大專排球聯賽第一級選手，以國立台灣體育學院男子排球隊為實驗對象。

(二)高中選手

高中排球聯賽甲組選手，以國立豐原商業職業學校男子排球隊為實驗對象。

(三)下肢爆發力

下肢爆發力所代表的是下肢無氧動力、立定垂直跳、立定跳遠的能力。

(四)慣用腳與非慣用腳

排球攻擊基本腳步為三步，右手攻擊最後一步跳為右左併步跳，左手攻擊最後一步跳為左右併步跳，故右手攻擊慣用腳為右腳，左手攻擊慣用腳為左腳。

二、本研究名詞解釋如下：

(一) 等速運動(isokinetic exercise)

一種可固定速度的阻力運動。人體的等速肌肉收縮形式，必須利用等速機械才能做出。

(二) 等速向心收縮(isokinetic concentric contraction)

當肌肉收縮時肌肉兩端點間距離縮短，該肌肉收縮力的方向與作功的方向相同，屬於正機械功的運動。

(三) 力矩峰值(peak torque ; PT)

力矩曲線最高點之值為 PT，單位為牛頓米(Nm)，每公斤體重的力矩峰值稱為力矩體重比，是最有價值的肌肉功能指數之一。

(四) 屈伸肌比值 (hamstrings/quadriceps ratio, 又稱 H/Q ratio)

此值代表大腿後肌與股四頭肌，兩拮抗肌群肌力平衡狀況，若兩者相差太大，或許與肌肉拉傷之發生及關節的穩定性有關。

(五) 無氧動力 (anaerobic power ; PK)

在此指溫蓋特無氧動力測驗，受試者於摩那克腳踏車進行 30 秒最快速踩車其最大無氧動力及平均無氧動力的表現。

(六) 平均無氧動力 (mean anaerobic power ; MP)

在 30 秒腳踏車測量期間內，將所有的動力值加起來再除以運動時間 30 秒，即可推算出平均無氧動力。動力來源得之於磷化物及肝醣無氧分解所產生的能量。

(七) 動力遞減率 (power decline rate)

即為疲勞指數，在溫蓋特無氧動力測驗中，最大無氧動力減去最小無氧動力除以最大無氧動力乘以 100%。

(八) 去脂體重 (lean body weight)

將身體重量減去身體脂肪的體重。

第貳章 文獻探討

本章文獻探討主要分成三個部份進行相關文獻的探討，分別針對排球運動生理特性概述、肌力與爆發力之相關文獻探討、股四頭肌及大腿後肌等速運動相關研究及總結四個部分逐一討論。

第一節 排球運動生理特性概述

一、排球運動生理特質

排球是一種團體性的運動項目，是由發球、攔網、舉球、扣球及防守等技術動作所衍生出的跑、跳、移、轉、擺、騰、撲、滾、傳、擊等基本動作，這些動作是運動員的基本素質（陳寶源等，2006）。這些基本素質必需有良好的身體型態及體能搭配才能有最好的運動表現，也是成為頂尖選手的必要條件。鄭子敬（2005）綜合文獻後發現，許多研究者都一致認為理想的身體型態為：體型均稱、皮下脂肪層薄，肌肉線條清楚、頭尖脖長、肩寬背闊、四肢修長；骨盆較小、臀肌向上縮緊；手掌較大手能充分張開、跟腱清晰而長；小腿較長、膝關節細、踝關節小、足弓較高、腳掌較長。在攔網、扣球及防守的移位元速度中，沒有好的爆發力作為基礎是無法勝任，想擁有良好的彈跳力，身體型態就相當重要，選擇良好的身體型態是培養運動選手彈跳力最基礎的根本（陳寶源、黃國光、潘寶石，2006）。鄭子敬（2005）綜合國內外相關文獻後發現，排球運動員的專項體能狀態包括：跳躍力（垂直跳）、速度、敏捷性、肌力、協調性、柔軟性等，而這幾個體能要素中，又以跳躍力（垂直跳）和速度最為重要。

排球運動員開始訓練的年齡以 8 至 12 歲為宜，女性球員可望在 20 至 26 歲達到高峰，男生可望在 22 至 28 歲達到最高水準（林正常，1995）。蔡瑞祥（2007）研究結果得知，我國排球選手與世界強國的排球選手做比較，皆呈現較矮，較輕和較小的顯著差異；世界選手的身高、體重和年齡之標準模式，依序為身高 193.87 公分至 196.23 公分，體重為 84.50 公斤至 87.14 公斤，年齡為 317.68 個月至 334.77 個月。根據近幾屆奧運會統計參加奧運會的男排選手平均身高 195 公分以上，女排選手平均身高 185 公分以上，並且有逐年向上提升的趨勢（石丹青、李玉華，2003）。排球選手體脂肪百分比男子約 7% 至 15%，女子約在 10% 至 18%，所需要的能量約男子每公斤體重為 55 大卡，一日卡路里約為 4000 大卡，女子在單位體重及一日所需的能量與男子相同（林正常，2005；Wilmore & Costill, 1994）。

黃幸玲與楊振興（2005）根據國外學者的研究指出，排球運動在股外側肌的快縮肌纖維比例佔 56.5%，優秀排球選手的肌纖維類型應為快縮肌纖維。排球運動較屬於無氧性的運動，屬於 ATP-PC 及乳酸系統約佔 90% 至 95%，但整場比賽過程中，也有賴於有氧能力的氧氣供給，有氧能量系統約佔 5% 至 10%；整場比賽過程，排球選手也需具備相當程度的有氧代謝能力，何況有氧能力是場與場之間及各局之間快速恢復的基礎（林正常，1983，1995；蔡崇濱，2004）。Kunstlinger, Ludwig, 與 Stegmann (1987) 研究結果發現，傑出的排球選手在比賽後的激素及代謝產物濃度，與耐力性運動項目的選手類似。肌力、肌耐力、爆發力是體能的根本，肌肉鍛鍊應視比賽季節調整，柔軟性訓練以靜態伸展為宜，連續跳躍、

移位等，應經常實施，短距離衝刺也可定期實施（林正常，1995）。至於短期停止訓練會使其肌肉纖維橫斷面積顯著下降，離心肌力與運動專項所需的爆發力皆顯著下降（林正常，2005）。

排球運動員在訓練中常會有大量的下肢運動，而國內教練在訓練上常會出現土法煉鋼的情形，導致發生練習時間過長情況，運動員常出現過度訓練的情況。從生理角度來說明發生之原因有：忽視選手當時的體能狀況與訓練季節、訓練或競賽過於頻繁，且缺乏適當的休息與放鬆，容易導致發生特殊或一般性的疾病、以及能量攝取不足與礦物質的缺乏的情況發生。Petibois等人（2002）指出過度訓練可能發生的生理特徵：（一）運動恢復時間變長，（二）安靜心跳率增加，（三）血壓、體重異常，（四）肌力、肌耐力減退，（五）呼吸交換率下降，（六）基礎代謝率上升，（七）最大運動表現下降，（八）橫紋肌溶解，（九）食慾、胃腸功能失調，（十）異常的肌肉酸痛等，如有上述生理特徵發生應特別注意。蕭雅馨與雷文毅（2005）針對運動員過度訓練治療從生理學提出幾點建議：充分休息、注意睡眠的品質及量，配合選手體能狀況來調整訓練份量及當選手身體不適或生病時，不勉強其參加訓練或比賽。

二、排球下肢運動傷害之探討

根據運傷害的研究顯示，高水準的排球選手易發生髕骨肌腱炎，發病率高達53%，新進的排球選手有15%的軟組織疾病（Huber, Suter & Herzog, 1998；Dale & Caswell, 2007）。根據Lian, Refsnes, Lars Engebretsen, & Bahr (2003) 研究結果發現，排球選手是膝關節病變的高危險群。

排球過度的下肢跳躍訓練亦會造成下肢的運動傷害，Huber等人（1998）針對47位排球選手做臨床檢查發現，有24位（51%）選手被診斷出至少有一邊有髕骨肌腱炎，20位（42.6%）選手雙腳膝蓋未有肌腱炎，有3位（6.4%）選手曾經有髕骨肌腱炎。William與Holly（1999）整合文獻指出：排球主要運動傷害分為急性傷害與過度使用傷害，急性傷害包括：踝關節扭傷（發生率15-60%）、手指扭傷（發生率10%）、膝部扭傷或半月板受傷（發生率15%）；過度使用傷害包括：髕股肌腱炎（發生率80%）、肩部肌腱炎（發生率8-20%）、下背痛（發生率10-14%），綜合國內外研究排球運動員的傷害大多集中在足部與膝部，此外，肩部及手指的傷害亦不容忽視。排球選手有較多高彈跳的動作（亦會出現較多離心收縮）常出現下肢肌肉酸痛之情形，吳昇光（2000）從過去研究指出：高強度的離心收縮，易造成延遲性肌肉酸痛(DOMS)，主要原因是肌肉纖維受到微小的損傷，當肌肉受到傷害，血液中磷酸激酶(creatine kinase,C.K.)濃度升高。盧斯穎（2004）提出延遲性肌肉痠痛處理方法有冷療法、伸展、壓迫、按摩、超音波、電刺激及運動等，皆可適當的舒緩肌肉酸痛與較快速恢復。

肌肉不平衡的人會改變肌肉的性能特點，相對的具有較高受傷的風險或再度受傷，尤其兩腳肌力差異10%以上(Schlumberge et al., 2006；Hageman, Gillaspie, & Hill, 1988)。林政東（2007）認為台灣的體育運練方式只重視技術訓練，如果運動員本身的骨骼肌肉系統不強或是沒有全面均衡發展肌群，將導致肌力不平衡並且容易造成傷害，進而影響運動表現。優異的肌力，是有助於技、戰術的學習及提

升競技能力，亦能預防運動傷害及復建治療(蔡崇濱，2004)。因此，排球選手在這麼高強度的運動下，不得不特別注意這些影響運動表現的相關議題。

第二節 肌力、爆發力之探討

一、肌肉收縮與力量-速度之理論基礎

排球是一種開放性的運動，由許多複雜且細膩的小動作不斷重複組織而成，通常需要維持較長的時間，如：發球、接發球、舉球、扣球、攔網、防守等連貫動作組合而成，需較多的細膩動作。當身體執行行走、跑步、運動等功能性活動時，均屬所謂伸張-縮短循環(stretch-shortening cycle)，即向心收縮和離心收縮交替並用(韓嶽津、鄭素芳與詹美華，2006；李水碧、徐仁廣，1995)。排球選手有較多垂直跳躍的動作，在垂直跳躍時股四頭肌與大腿後肌進行強大向心與離心收縮，將影響排球彈跳的優劣。

由過去的相關研究結果得知，肌肉產生的力量與肌肉收縮的速度有關，速度越快，力量越小，速度越慢，可產生的力量越大，運動員的肌肉力量增加，速度也會提高(林正常，2005；北京體育科學學會，1992)。由圖 2-1 可以更清楚瞭解肌肉收縮長度、速度與力量的關係。排球的扣球與攔網動作時，股四頭肌在彈跳過程中需要盡最大的努力來做出垂直跳躍動作，使股四頭肌強力執行向心/離心收縮，瞬間產生極大的動力。下肢爆發力與短時間內發揮很大力量有很大的關係，爆發力使用 ATP-PC 能量系統產生力量與速度有關(吳昇光，2001)。排球運動員在手臂和腿部無氧運動能力測試中顯示出很高的水準，力量及速度的拿捏就能決定了爆發力的

大小，爆發力 (power) 的產生速度與力量的配合相當重要，當力量和速度各為最大值的 30 至 40% 左右時能產生最大的爆發力，爆發力的能量供給主要是以磷化物系統及乳酸系統提供，而至於由何者能量系統提供的決定與否則是因運動持續時間的長短而有所不同(黃憲鐘，2000; Driss, Vandewalle, & Monod, 1998)。肌肉收縮力量和速度是同時產生的，速度特性對於肌肉的疲勞程度有著密切的關係，人體在肌肉疲勞過後，控制肌肉的能力便會下降，尤其以最大肌力、爆發力和動作速度影響最大(杜宜憲、陳五洲，2008; Buttelli, Seek, Bandewalle, Jouanin, & Monod, 1996)。

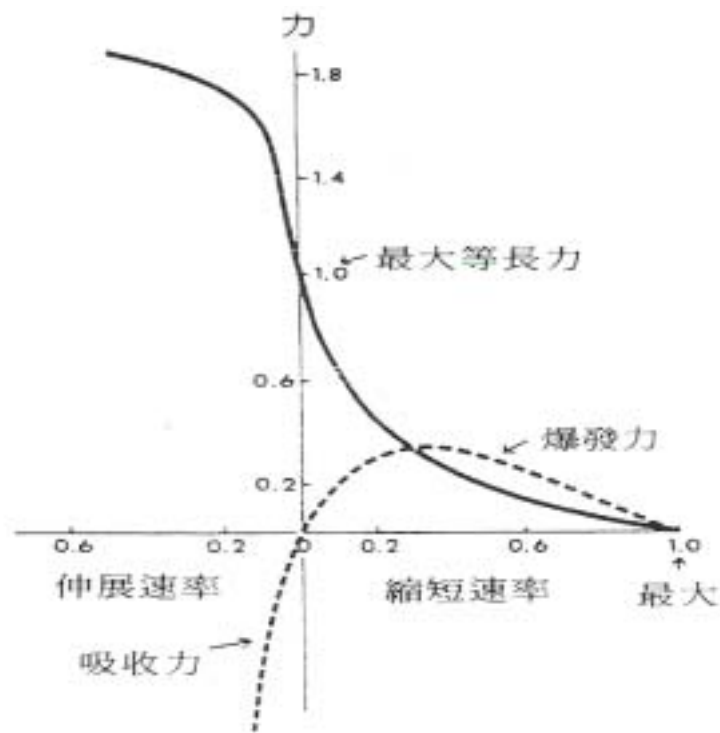


圖 2-1 肌肉收縮長度、速度與力的關係

註：引自林正常（2005）。運動生理學(126 頁)。臺北市：師大書院。

一般運動單位的徵召是由小單位到大單位，肌肉的動員是由慢縮型到快縮型，爆發力與運動表現的目標都需要徵召快縮肌，肌力訓練的最終目的是為了減少抑制，有助於徵召快縮肌，肌肉受控於神經，如果神經刺激的效率不高，則最大力量無法開啟（林政東，2006、2007）。Bongiovanni 等人（1990）認為阻力訓練能提升對於高閾值運動單位發放較高衝動頻率的能力。研究發現：震動訓練中，運動員運動單位的閾值低於自主收縮，可以更快的啟動和訓練高閾值的運動單位，亦可提高高爾基腱器的興奮閾值，降低抑制作用，因而改善離心收縮期間動員更多運動單位的可能性（Romaiguer et al., 1993；Bosco et al., 1998）。一般離心的抗力訓練或訓練中最高速度和加速度的運動已被發現會造成中樞神經系統的適應，在訓練中也會允許更多的肌肉產生完全的力量釋放（Huber, Suter, & Herzog, 1998）。李水碧與徐仁廣（1995）談到傷害治療專家和運動訓練者經常將向心和離心收縮合併使用作為復健和重量訓練，以改善病人和運動員功能性的運動能力。因此，當設計肌力測驗或訓練計畫，瞭解離心收縮和向心收縮的力量-速度之間的關係是非常重要的。而且對於運動項目的發展也有很大的影響，速度力量是各項運動中之基本素質之一（葉憲清，2003）。

二、肌力與爆發力之相關研究

肌力的訓練(strength training)亦稱阻力訓練，透過適當的肌力訓練對任何人，不論是運動員、年輕或年長者，都有助益的（杜宜憲、陳五洲，2008）。爆發力是肌力與速度結合下的產物，增加肌力是為增進爆發力的基本條件，從一秒以內的垂直跳、立定跳遠測驗，幾秒鐘的 30 至 100 公尺短距離

衝刺測驗，到 30 秒的 Wingate 無氧動力測驗，這些皆是測量爆發力的方法（王竹中，2006；李雲光、謝素貞、東方介德，2004）。

陳逸政（2005）針對 30 位排球選手，分成兩組進行下肢肌力、最大收縮速度、跳躍高度與爆發力的測量研究，結果顯示最大收縮速度與跳躍高度有高度正相關，相關係數 r 為 0.844。研究發現：增強式訓練對增快收縮速度有正面效果，而連續跳躍攻擊訓練對提升跳躍高度有所助益。另外，建議應善用動力增強式的方法對排球選手進行訓練。

陳俊良與劉兆達（2007）以 16 名排球選手，進行被動反覆衝擊式肌力訓練，以控速 (30PM、60PM) 的方式進行為期 10 周的訓練。研究結果指出：控量增速的方式進行訓練，可以有效的提升爆發力及腿肌力，如：垂直跳、跨步跳、助跑跳、立定三次跳、九公尺折返跑、三十公尺衝刺及雙腳最大肌力。李雲光、謝素貞與東方介德（2004）研究中華籃球選手發現：被動反覆衝擊式肌力增強儀器，在訓練後最大腿肌力與爆發力有顯著的進步。

王文筆（2003）比較不同負荷肌力訓練對男性肌力素質與肢圍之效果，研究發現高負荷低反覆、中負荷中反覆與低負荷高反覆三種不同負荷之肌力訓練，均能顯著的提升肌力、爆發力與肌耐力；而中負荷中反覆的肌力訓練能有效的增長肌肉。

石罕池、孫淑芬、吳家會與陳瑞蓮（2005）探討我國女子團體球類選手(排球、壘球及足球)下肢跳躍能力，結果顯示：蹲踞跳(SJ)及下蹲跳(CMJ)女排隊最佳；三隊在平均爆發力及最大速度表現相近，並無顯著差異；而在瞬間力量及衝

量表現上三隊達顯著差異。

Luebbers, Potteiger, Hulver, Thyfault, Carper, and Lockwood (2003) 以 38 位年輕的男性，經過 4 週與 7 週的增強式訓練對垂直跳之高度及爆發力之影響，結果顯示：訓練四周後，其垂直跳高度和垂直跳爆發力都顯著下降，而訓練 7 週後則沒有顯著的變化，但在停止訓練後的 4 週，兩組的垂直跳高度和垂直跳爆發力則均有顯著的上升。

Maffiuletti, Dugnani, Di Folz, and Jaric (2002) 以 10 位排球選手，進行電刺激與增強式訓練研究，結果顯示：增強式訓練在訓練 2 周時，就可以使膝關節伸肌的最大自主收縮 (maximal voluntary contraction) 肌力達顯著的提升，訓練到 4 週時肌力提升可達最大值。

Paasuke, Erline, and Gapeyeva (2001) 指出：無論絕對或相對的膝伸肌等長和等速肌力，在等長肌力發力率與垂直跳高度，國家運動員測量結果皆顯著優於大學生。多位學者研究指出：震動刺激 (vibration stimulation) 訓練加上阻力訓練發現能有效增強肌力、爆發力及運動表現，對於排球選手下肢肌力及速度力量有顯著提升效果 (Luo, Mcnamara, & Moran, 2005; Bosco, Cardinale, & Tsarpela, 1999)。Stone (2003) 談到大多數的跑或跳等動作過程，乃是由肌肉作快速的伸展-收縮循環所構成的，如果僅接受阻力訓練，並不能有效的改善此一伸展-收縮循環之能力；因此，必須配合具有快速收縮特性的增強式跳躍訓練，方能增進肌肉的速度-力量 (speed-strength) 能力。Bongiovanni, Hagbarth, 與 Stjernberg (1990) 談到牽張反射對肌肉力量與爆發力的發揮，扮演著重要的角色，可以透過訓練加以提升。

綜合上述研究得知，增強式訓練、電刺激及被動是反覆增強器能有效增強肌力與爆發力，最大收縮速度與跳躍高度有高度正相關，增強式訓練對於排球選手下肢肌力及速度力量有顯著提升效果，當訓練兩週時最大自主收縮肌力明顯提升，訓練四週時可達最大值，超過四週時垂直跳躍爆發力明顯下降。由此可知在增強式訓練應該適當調整運動員的訓練時間與訓練量，並能適當安排休息時間，在進入下一階段的訓練，方能有效提升排球選手下肢肌力與爆發力，競賽中能展現更好的空中優勢及破壞力。

第三節 股四頭肌及大腿後肌等速運動相關研究

1960年代Perrine學者最早提出等速(isokinetic)觀念，1980年代後被廣泛的應用於運動員選材評估及訓練，等速測力機評估選手肌力在近三十年來便是十分熱門的專題（韓嶽津、鄭素芳與詹美華，2006；吳昇光，2002、2001、2000）。由於商業界依據等速收縮原理，研究出各種等速肌力測量儀器，主要是運用在臨床研究與運動科學，運用在臨床上的研究較多，如幫助病人延緩肌肉萎縮、評估神經肌肉等相關問題，亦可運用在訓練上及運動選手復健治療之依據（吳昇光、吳杏仁、孫世恆、許弘昌，2002；鄭湘君，2002；李水碧、徐仁廣，1995）。根據韓嶽津等人（2006）回顧相關文獻發現：有關於下肢等速肌力評估之再測信度的資料顯示，伸膝肌的等速肌力的實驗研究可信度是相當高。過去研究談到這類似的研究流程對於受試者是十分安全，運用此等速向心/離心運動計畫於健全年輕人在臨床屬有效的肌力訓練與安全適量之心肺刺激（吳昇光，2000；鄭湘君、吳昇光、高木榮，2004）。

Bamaç, Çolak, Özbek, Çolak, Cinel and Yenigün (2008) 針對 40 名 (20 名排球、20 籃球) 優秀選手進行股四頭肌/大腿後肌等速運動的表現，使用 Biodex 等速測力機，受試者角速度為 60、180、300°/se 股四頭肌/大腿後肌等速向心收縮；研究結果顯示：最大力矩值速度由慢到快排球選手股四頭肌分別為 247、172、139(Nm)，大腿後肌分別為 127、88、82 (Nm)，H/Q 肌力比值分別為 46%、51%、56%；籃球選手股四頭肌分別為 246、159、117(Nm)，大腿後肌分別為 124、93、94(Nm)，H/Q 肌力比值分別為 49%、58%、71%。

吳昇光 (2000) 針對 32 名男性正常年輕人股四頭肌等速肌力特性分析，使用 Kin-Com 500H 等速測力肌，受試者角速度為 60、120、180°/sec 股四頭肌等速向心與離心肌力；研究結果顯示：股四頭肌最大等速向心肌力隨測試速度增加而顯著減少，但等速離心肌力隨測試速度增加而有增加的趨勢；慣用腳股四頭肌肌力大於非慣用腳，但兩腳之肌力平均差距在 10% 以內；在等速離心與向心肌力比值上，隨測試速度越快此比值越高。

吳昇光 (2001a) 分析跑步選手 (9 名短跑及 12 名長跑) 在等速向心最大肌力及下肢無氧動力之差異，使用 Kin-Com 500H 等速測力肌，受試者角速度為 60、120、180、300°/sec 股四頭肌等速向心最大肌力，使用 Monark 腳踏車測功器進行 45 秒溫蓋特無氧動力測驗。結果顯示：短跑選手等速向心最大肌力及下肢無氧動力大於長跑選手；跑步選手之 60、120 及 180°/sec 等速最大向心肌力與下肢最大無氧動力成明顯的正相關 ($r=0.52-0.57$ ， $p < .05$)。

吳昇光 (2001b) 研究短跑 (9 名) 與長跑選手 (12 名) 股四

頭肌等速向心與離心肌力特性分析，採用 Kin-Con 500H 等速測力肌，分別測試股四頭肌等速向心(等速度 60、120、180、300°/sec)、等速離心(等速度 60、120°/sec)，研究顯示短跑選手在等速向心肌力有大於長跑選手的趨勢；兩類選手慣用角與非慣用腳肌力無顯著差異，但在等速離心與向心肌力比值上，皆出現當速度越快比值越高的現象。建議注重離心肌力之訓練與向心肌力之比值平衡，要減少因向心與離心肌力不足而產生之運動傷害。

莊孟芳(1998)對健康男性，進行不同運動型態(開放式與閉鎖式)的肌力訓練對股四頭肌等速肌力與垂直跳運動表現的影響，研究結果顯示開放式與閉鎖式動力鍊型態的肌力訓練，皆可提升股四頭肌等速肌力及垂直跳運動表現的成績；閉鎖式動力鍊型態的下肢推蹬訓練在實驗後，可有效的提昇腿後肌的等速肌力和 H/Q 比值。

王國慧與潘寶如(2006)以 18 名跳遠選手膝關節屈伸肌等速肌力與運動表現之相關，採用 Cybex6000 等速測力儀進行起跳腳膝關節伸肌和屈肌測試，等速向心收縮角速度為 60、120、180、240°/sec；結果發現：最大力矩會隨著角速度增加而降低；屈/伸比值則隨角速度增加而提高；跳遠的成績表現與伸屈肌力表現無顯著相關，顯示伸屈肌力並非影響跳遠表現之主要因素。

林正常、黃勝裕與陳重佑(1999)以 17 名中年男性探討最大等速膝伸直肌力與蹲踞跳及下蹲跳之垂直跳躍之相關，受試者在 Cybex 6000 等速測力儀每秒 60 度及 120 度的等速膝伸直最大肌力測試及 Kistler 測力板進行跳躍測試；其研究結果發現下蹲跳能較快地達到最大力量，提高垂直跳的高

度；等速向心肌力不適用於作為評估垂直立定跳運動表現的工具；膝關節伸直等速向心肌力的量測並不會對量測肌群及作用肌群產生牽張反射，而量測到作用肌群的反射性肌力。

陳俊忠與吳昇光（1991）評估優秀舉重選手膝伸肌與屈肌之等速肌力，以 13 位國家級之選手自願參與為受試者（6 位男性，7 位女性），該研究使用 Lido 等速肌力測試器在角速度 60，180，300°/sec 進行測試，另外使用生物阻抗分析系統獲得每位受試者之體脂肪比例與淨體重；結果顯示：經由舉重之長期訓練課程，舉重選手於較高速度時，肌力之發展兩邊較為對稱；男性有較大之肌力主要是由於有較高的淨體重；舉重選手比一般群眾有較低之膝屈肌與伸肌之比例。

劉瑩芳與黃啟煌（2005）探討長短跑選手之向心與離心之腿後肌與股四頭肌比值(H/Q ratio)與最大肌力，使用 Biodex System III 測試 30 名選手，角速度在每秒 60 度與 300 度之等速肌力值，結果顯示：長跑選手在 300 度/秒向心測試中 H/Q(腿後肌/股四頭肌)比值高於短跑選手，而短跑選手之腿後肌與股四頭肌肌力值，比長跑選手要來的大，顯示爆發力型項目的肌力的表現值較高，不過在左右兩側皆沒有顯著差異。

陳志中（1993）探討田徑選手伸膝肌與屈膝肌等速向心肌力分析，以 39 名田徑選手參與實驗，使用 Merac 等速測力機測試等速向心 30、60、180、300°/sec；研究結果：田徑選手慣用腳與非慣用腳，兩者伸膝肌與屈膝肌等速肌力無顯著差異；伸膝肌與屈膝肌等速向心收縮所產生最大轉矩，隨測試速度增加而明顯減少；伸膝肌與屈膝肌兩者肌力比值，有隨測試速度增加而增加，與其他研究比較有偏低的趨勢。

綜合上述，從過去的研究中知道參與研究受試者主要有一般人(年輕人及中年人)、田徑選手(長跑、短跑、跳遠)、籃球、舉重等，對於排球選手等速肌力相關研究是非常稀少的；等速測力機種類是相當多主要包括：Kin-Com、Cybex、Biodex、Merac，測試的數值也就會因機器設備的不同有所差距；受試者參與研究的速度也略為不同，測試速度包含：30、60、120、180、240、300°/se 等；根據上述多位學者研究結果發現共同的特性：(一)等速肌力最大力矩值隨著速度的增加，而減少趨勢，力量與速度的關係上，速度與力量成反比；(二)大腿後肌與股四頭肌肌力比值隨著速度的增加而提高趨勢，當速度極快時，肌力比值會接近 1.0；(三)慣用腳肌力大於非慣用腳；(四)慣用腳與非慣用腳兩腳差異高於 10%，兩腳肌力不平衡有較高受傷之風險，差距越小越好。下肢等速肌力評估信度資訊是相當重要的，有關影響等速肌力測驗之結果的因素甚多，應該多加注意與克服，而提高研究之可信度(韓岳金、鄭素芳與詹美華，2006；陳志忠，1993；吳昇光，1992)。

第四節 總結

排球是屬於爆發力性的運動，在攔網、攻擊、防守移位中，沒有好的下肢爆發力，是無法成為優秀的排球運動員。現今身高與垂直跳躍能力成為影響排球比賽重要的二項因素，但身材是先天的因素，亦是教練與選手難以改變的，只有倚靠增進垂直跳躍能力來提升運動表現。然而，在排球運動中有較多垂直跳躍的動作，下肢運動傷害及膕骨肌腱炎為排球運動員常發生之現象，優異的肌力與爆發力，有助於技

術、戰術的學習，亦能有效預防運動傷害及復健治療。

瞭解肌肉收縮與力量-速度的理論基礎以及肌力、爆發力的特性，能幫助教練及運動員做有效的肌力訓練計畫。研究證實：增強式肌力訓練，已被證實有效的提升肌力、爆發力的運動表現，如何有效提升下肢肌力、爆發力以及認識其原理原則是教練與運動員不可或缺的知識。近三十年來等速肌力被廣泛應用於臨床研究與運動科學，能有效幫助教練與運動員在訓練上及復健治療之依據，瞭解排球運動等速肌力特性，提升排球下肢肌力、爆發力是非常重要之課題，進而提升運動表現。

第三章 研究方法與步驟

第一節 實驗對象

本研究以 40 名國內男子排球選手為測試對象，其中包含國立台灣體育學院男子排球隊 20 名與國立豐原高級商業職業學校男子排球隊 20 名。豐原高商此屆參與受試之選手榮獲高中甲組聯賽冠軍；國立臺灣體育學院此屆參與受試者之選手榮獲大專排球聯賽第一級第四名，兩組受試者都擁有國內甲組前四強之實力。

本研究在正式進行測試之前，先向選手說明實驗流程、注意事項及研究目的，並填寫受試者同意書、基本資料及健康情況調查表，主要是為了排除選手下肢傷害，包括半年內曾有過嚴重下肢肌肉拉傷、股四頭肌及膝關節病變，曾經動過手術者或有重大疾病者皆不適合參與研究，都會排除參與此次的實驗研究。表 3-1 為本研究受試者基本資料表：

表 3-1 受試者基本資料

	大專選手 (N=20) M±SD	高中選手 (N=20) M±SD
年齡 (yrs) **	21.45±1.9	16.8±1.1
身高 (cm)	182.1±5.8	183.6±6.4
體重 (kg)	79.5±12.0	73.9±5.0
體脂肪 (%) **	17.4±6.2	10.6±2.3
去脂肪體重 (kg)	65.0±7.6	65.8±4.4
球齡 (yrs) **	9.1±3.0	6.1±2.1
每週訓練 (hrs)	30	12

** p < .01

第二節 實驗時間與地點

一、實驗時間

實驗時間於民國 97 年 10 月 25 日至 98 年 2 月 25 日。(此時期為選手之比賽前期及比賽期)。

二、實驗地點

1. 國立臺灣學院運動科學實驗室。
2. 國立臺灣體育學院體育場大廳。
3. 國立豐原高級商業職業學校體育館。

第三節 研究設備

一、等速測力機

本研究以 Biodex 等速測力機，進行股四頭肌等速向心運動測試。其設備如下(圖 3-1)所示：



圖 3-1 等速肌力測試儀配合電腦控制板

二、機械式腳踏車

本研究以摩那克 (Monark) 腳踏車測功器搭配桌上型電腦，主要是測量下肢無氧動力，使用溫蓋特測試 (Wingate test) 流程，並紀錄最大無氧動力、平均動力、動力遞減率數值。其設備如下 (圖 3-2) 所示：



圖 3-2 摩那克 (MONARK) 腳踏車

第四節 研究流程

所有受試者都必須經過三個實驗測試程式，首先下肢爆發力(溫蓋特無氧動力)，並紀錄最大無氧動力(瓦特)、平均無氧動力(瓦特)、動力遞減率(百分比)；測試第二個實驗測試下肢爆發力(立定垂直跳及立定跳遠)，並紀錄立定垂直跳(公分)與立定跳遠(公尺)之數據；第三個實驗測試股四頭肌及大腿後肌等速運動，並紀錄股四頭肌及大腿後肌於不同速度下向心收縮最大力矩值。

在整個測試的過程當中，每位受試者在等速運動及下肢爆發力測試進行前皆給予足夠的休息時間，第一個實驗測試等速運動與第二個實驗下肢爆發力的測量，兩項測試至少相隔一週，第三個實驗爆發力測試至少與第二個實驗測試至少相隔一週。本研究實驗流程如圖 3-3 所示：

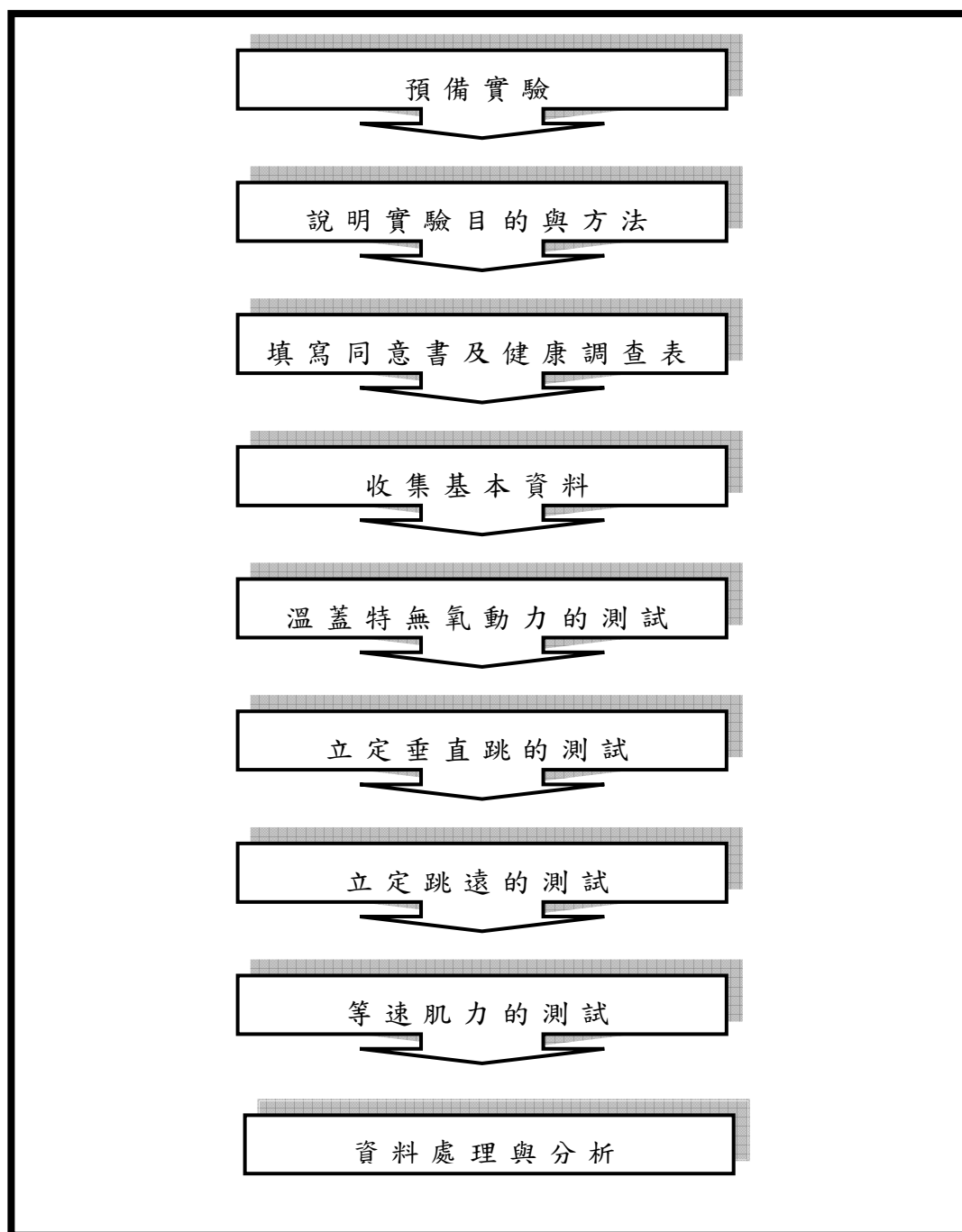


圖 3-3 研究流程圖

第五節 研究步驟

一、等速肌力測試

首先受試者進行十分鐘的熱身包括：慢跑、伸展操等，然後依照 Biodex 測力機的使用流程，採用坐姿的形式，將髖部及肩部皆以固定帶固定，雙手握兩側握把，腳踝固定墊之下緣約與髁關節外髁上方兩吋切齊，等速測力機支軸點對準股骨外側髁，受試者測試之膝關節活動角速度為彎曲 100 至 10 度，先測慣用腳後測非慣用腳，將等速測力機調整為向心/向心模式，測試角速度分別按 $60^{\circ}/\text{sec}$ 、 $120^{\circ}/\text{sec}$ 、 $180^{\circ}/\text{sec}$ 、 $300^{\circ}/\text{sec}$ 之次序，受試者在每種速度正式測試之前先練習 4 次非盡全力的收縮，一次盡全力的收縮，之後進行正式的測驗，同時每種角速度之間休息 2 分鐘；測試中，研究者給與受試者口頭上鼓勵，此時並要求受試者不准閉氣，要保持正常呼吸。

二、下肢無氧動力測試

以摩那克 (Monark) 腳踏車測功器搭配桌上型電腦進行 30 秒下肢無氧動力的測試，採。首先十分鐘下肢暖身運動，將椅墊調整為舒適的高度，腳踝固定於腳踏板上，進行 2 至 3 次為時 4 至 8 秒鐘的最快速全力的踩車，之後讓受試者在腳踏車上做三分鐘的休息，在進行實驗測試，測試者發開始口令後，受試者即盡快踩車，以克服車輪的慣性，同時逐漸調整阻力，負荷強度為每公斤體重 0.098kp ，此依調整阻力約在 2~4 秒內完成，阻力調整完畢進行 30 秒內受試者盡全力踩車，並給予口頭上的鼓勵，測試完畢讓受試者繼續踩車 2 至 3 三分鐘避免受試者發生昏倒現象。

三、立定垂直跳與立定跳遠測試

測試前先進行 10 分鐘的熱身包括：慢跑、伸展操等。立定垂直跳測試：首先受試者雙足併立站於牆邊，一手持粉筆並盡量伸直手臂在牆上劃一標記，開始起跳使雙腳不得移動，然後受試者利用自由的反作用力起跳，動作包括膝蓋彎曲和擺臂，將身體下蹲然後用力起跳至最高處，並在牆上畫另一標記。每一回合連續跳 2—3 次，每次之間有 10 到 15 秒的間歇，然後在下回合嘗試前休息 2 分鐘，每個人總共跳 5 回合。用皮尺測量兩個標記間之垂直距離，以公分為單位，每回合最好的成績被記錄下來，將 5 回合成績平均為垂直跳的數值。

立定跳遠的測試，在地上貼一條 5 公分寬的的起跳線，利用自由的反作用力向前跳，動作包括膝蓋彎曲和擺臂。每一回合連續跳 2 至 3 次，每次之間有 10 到 15 秒的間歇，然後在下回合嘗試前休息 2 分鐘。每個人總共跳 5 回合。用皮尺測量腳後跟與起跳線兩個標記間的距離，以公分為單位，每回合最好的成績被記錄下來，將 5 回合成績平均為立定跳遠的數值。

第六節 資料收集與統計方法

一、本研究資料的收集

- (一)受試者基本資料的收集包括：年齡、身高、體重、體脂肪率、去脂肪體重、慣用腳、非慣用腳、訓練年限、專項位置。
- (二)等速肌力的測試：收集大專選手與高中選手股四頭肌與大腿後肌在不同速度下等速向心肌力最大力矩值、並計算單位體重最大力矩值、去脂肪體重最大力矩值、肌力比值。
- (三)下肢爆發力的測試：收集溫蓋特下肢無氧動力(包含最大無氧動力、平均無氧動力及動力遞減率)、立定垂直跳高度(公分)及立定跳遠(公分)數值。

二、本研究統計方法

本研究統計分析軟體採用 SPSS 12.0 中文版，本研究使用的統計分析方法為描述性統計、次數分配、獨立樣本 t 檢定、配對 t 考驗、皮爾遜積差相關，本研究顯著水準定為 $p < .05$ 。本研究所採用的統計方法如下(表 3-2)：

表 3-2 本研究之研究問題與統計方法整理表

項次	研究問題	統計方法
1	比較大專與高中選手其股四頭肌等速向心肌力是否有顯著差異。	獨立樣本 t 考驗
2	比較大專與高中選手其大腿後肌等速向心肌力。	獨立樣本 t 考驗
3	比較大專與高中選手其下肢爆發力值是否有顯著差異。	獨立樣本 t 考驗
4	大專選手與高中選手慣用腳、非慣用腳股四頭肌及大腿後肌肌力是否有顯著差異。	配對 t 考驗
5	股四頭肌及大腿後肌與下肢爆發力之相關性。	皮爾遜積差相關

第肆章 研究結果

本章結果共分為三節陳述，第一節為大專與高中選手肌力之比較；第二節為大專與高中選手下肢爆發力之比較；第三節為大專與高中選手等速肌力慣用腳與非慣用腳之比較；第四節為排球選手等速肌力與下肢爆發力彼此之關係。

第一節 大專與高中選手肌力之比較結果

本節主要是在探討大專選手與高中選手股四頭肌及大腿後肌進行等速向心收縮，在速度 60° 、 120° 、 180° 、 $300^\circ/\text{sec}$ 測試慣用腳與非慣用腳。以獨立樣本 t 檢定統計分析法比較大專選手與高中選手股四頭肌及大腿後肌進等速向心肌力之間的差異，結果如下：

一、股四頭肌等速向心肌力

在股四頭肌等速最大力矩值方面，在速度 60° 、 120° 、 180° 、 $300^\circ/\text{sec}$ 下，大專選手有大於高中選手的趨勢，除了非慣用角速度 $300^\circ/\text{sec}$ 下之最大力矩值外，大專選手最大力矩值平均 147，高中選手最大力矩值平均 148，高中選手略大於大專選手趨勢，但經由 t 檢定後發現，大專與高中選手兩組慣用腳與非慣用腳在統計分析上皆未達顯著之差異(見表 4-1、圖 4-1)。

表 4- 1 大專與高中選手股四頭肌等速向心最大力矩值
(牛頓*米)

項目	速度	大專選手	高中選手	t 值
		(N = 20) M±SD	(N=20) M±SD	
慣用腳	向心 60° /sec	261 ± 32	247 ± 40	-1.17
	向心 120° /sec	216 ± 30	206 ± 28	-1.11
	向心 180° /sec	185 ± 26	178 ± 25	-0.92
	向心 300° /sec	151 ± 21	151 ± 27	-0.10
非慣用腳	向心 60° /sec	243 ± 46	238 ± 48	-0.30
	向心 120° /sec	206 ± 35	197 ± 32	-0.86
	向心 180° /sec	175 ± 31	175 ± 28	0.00
	向心 300° /sec	147 ± 30	148 ± 23	0.12

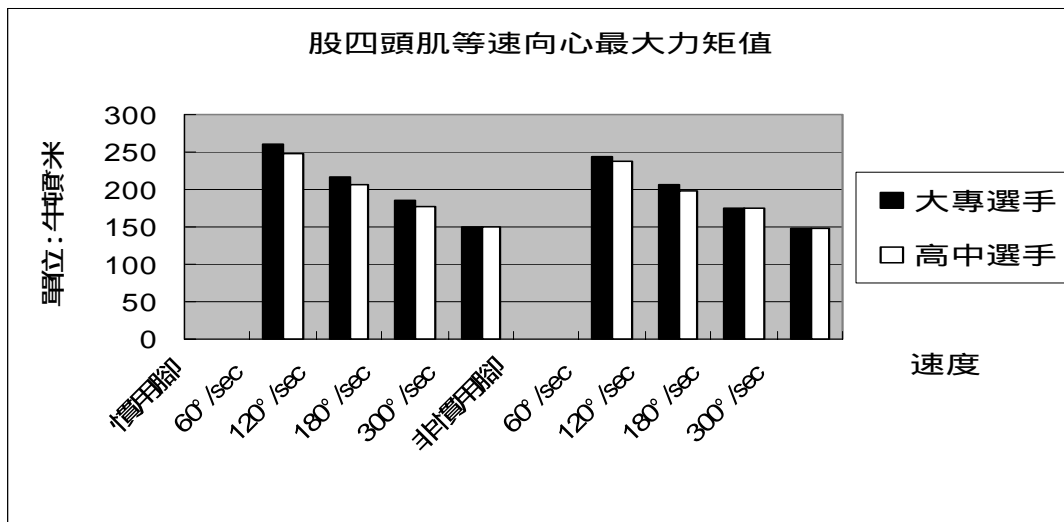


圖 4- 1 兩組選手股四頭肌最大力矩值比較

在單位體重等速向心收縮最大力矩值比較上，高中選手在不同速度下慣用腳與非慣用腳皆有略優於大專選手的趨勢，經由獨立 t 檢定兩組選手在統計分析上並無顯著的差異(見表 4-2、圖 4-2)。

表 4-2 大專與高中選手股四頭肌等速向心單位體重最大力矩值(牛頓*米%/kg)

項目	速度	大專選手	高中選手	t 值
		(N=20) M±SD	(N=20) M±SD	
慣用腳	向心 60° /sec	334 ± 55	335 ± 51	0.06
	向心 120° /sec	276 ± 43	280 ± 38	0.25
	向心 180° /sec	237 ± 37	241 ± 31	0.41
	向心 300° /sec	193 ± 29	204 ± 35	1.12
非慣用腳	向心 60° /sec	311 ± 62	322 ± 58	0.60
	向心 120° /sec	264 ± 53	267 ± 40	0.16
	向心 180° /sec	223 ± 42	237 ± 34	1.11
	向心 300° /sec	189 ± 44	201 ± 27	1.02

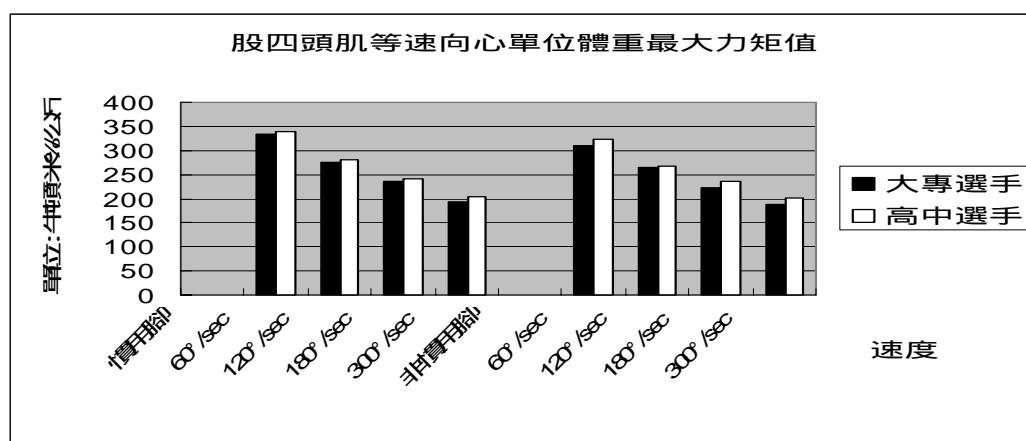


圖 4-2 兩組選手股四頭肌單位體重最大力矩值比較

單位去脂體重等速向心收縮最大力矩值比較上，大專選手在不同速度下慣用腳與非慣用腳皆有大於高中選手的趨勢，經由 t 檢定，兩組選手未達顯著之差異(見表 4-3、圖 4-3)。表 4-3 大專與高中選手股四頭肌等速向心單位去脂體重最大力矩值(牛頓*米%/kg)

項目	速度	大專選手 (N = 20) M±SD	高中選手 (N = 20) M±SD	t 值
慣用腳	向心 60° /sec	405 ± 54	376 ± 56	-1.63
	向心 120° /sec	335 ± 45	314 ± 41	-1.56
	向心 180° /sec	287 ± 35	271 ± 35	-1.40
	向心 300° /sec	234 ± 27	229 ± 40	-0.38
非慣用腳	向心 60° /sec	377 ± 70	362 ± 65	-0.69
	向心 120° /sec	320 ± 55	300 ± 46	-1.23
	向心 180° /sec	271 ± 44	266 ± 37	-0.35
	向心 300° /sec	229 ± 49	226 ± 30	-0.25

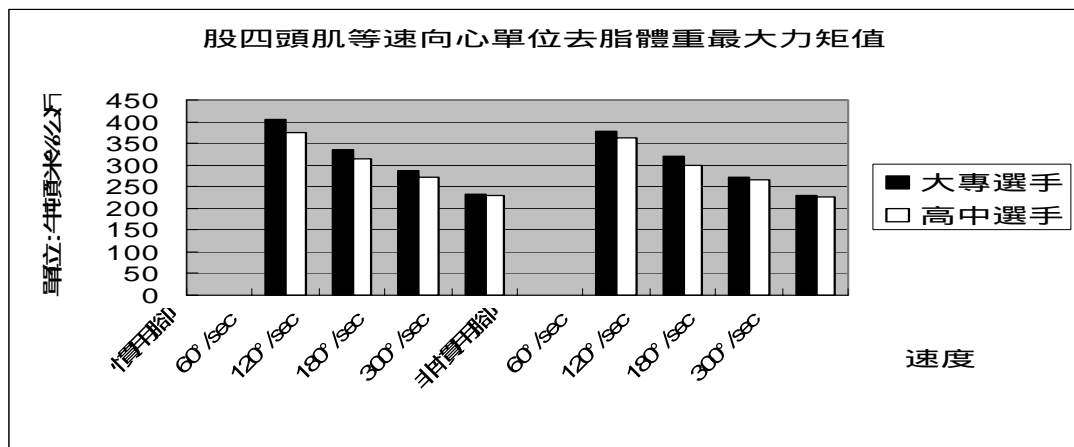


圖 4-3 兩組選手股四頭肌單位去脂體重力矩值比較

二、大腿後肌等速向心肌力

在大腿後肌等速最大力矩值方面，高中選手在在速度 $60^\circ/\text{sec}$ 、 $120^\circ/\text{sec}$ 、 $180^\circ/\text{sec}$ 、 $300^\circ/\text{sec}$ 下慣用腳與非慣用腳有優於大專選手的趨勢，但經由 t 檢定後發現，兩組選手在慣用腳與非慣用腳皆未達顯著之差異(見 4-4、圖 4-4)。

表 4-4 大專與高中選手大腿後肌等速向心最大力矩值
(牛頓*米)

項目	速度	大專選手	高中選手	t 值
		(N = 20) M±SD	(N = 20) M±SD	
慣用腳	向心 $60^\circ/\text{sec}$	140 ± 20	146 ± 26	0.90
	向心 $120^\circ/\text{sec}$	131 ± 23	140 ± 22	1.21
	向心 $180^\circ/\text{sec}$	123 ± 20	133 ± 24	1.45
	向心 $300^\circ/\text{sec}$	108 ± 20	117 ± 22	1.35
非慣用腳	向心 $60^\circ/\text{sec}$	132 ± 20	137 ± 24	0.77
	向心 $120^\circ/\text{sec}$	126 ± 20	132 ± 21	0.88
	向心 $180^\circ/\text{sec}$	123 ± 26	128 ± 23	0.63
	向心 $300^\circ/\text{sec}$	107 ± 18	114 ± 16	1.31

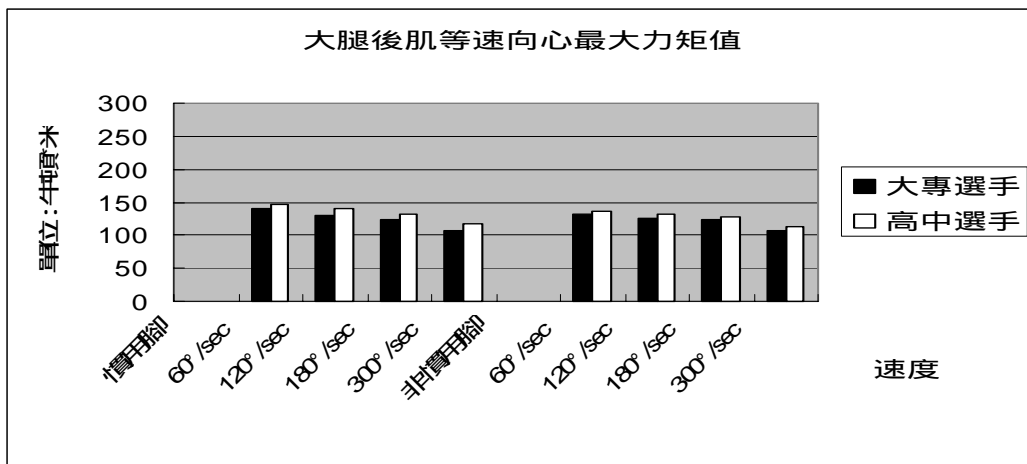


圖 4- 4 兩組選手大腿後肌最大力矩值比較

由表 4-5 及圖 4-5 中所示，單位體重等速向心收縮最大力矩值比較，高中選手慣用腳與非慣用腳皆優於大專選手，但經由 t 檢定後發現，慣用腳在速度 120°/sec、180°/sec、300°/sec，非慣用腳在速度 60°/sec、300°/sec 皆達顯著之差異，其他速度都未達顯著之差異。

表 4-5 大專與高中選手大腿後肌等速向心單位體重最大力矩值 (牛頓 * 米 % /kg)

項目	速度	大專選手	高中選手	t 值
		(N = 20) M±SD	(N = 20) M±SD	
慣用腳	向心 60° /sec	178 ± 31	198 ± 30	1.98
	向心 120° /sec	168 ± 32	189 ± 24	2.40*
	向心 180° /sec	157 ± 29	180 ± 29	2.50*
	向心 300° /sec	137 ± 21	158 ± 27	2.81**
非慣用腳	向心 60° /sec	167 ± 23	186 ± 30	2.18*
	向心 120° /sec	162 ± 31	179 ± 26	1.90
	向心 180° /sec	156 ± 35	173 ± 28	1.64
	向心 300° /sec	137 ± 25	155 ± 19	2.56*

* p < .05 ; ** p < .01

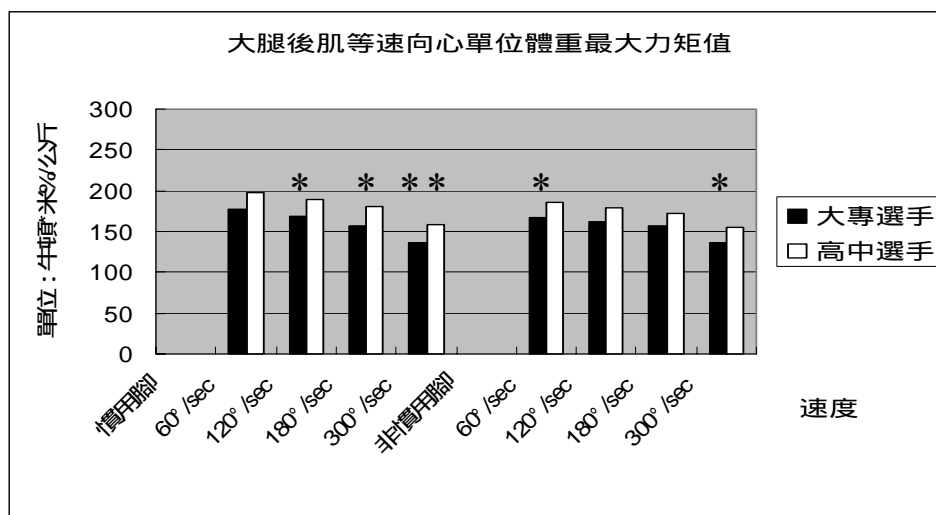


圖 4-5 兩組選手大腿後肌單位體重最大力矩值之比較

在單位去脂體重等速向心收縮最大力矩值高中選手慣用腳與非慣用腳皆有優於大專選手的趨勢，但經由 t 檢定後發現，兩組選手也未達顯著之差異(見表 4-6、圖 4-6)。

表 4-6 大專與高中選手大腿後肌等速向心單位去脂體重最大力矩值(牛頓*米%/kg)

項目	秒數	大專選手	高中選手	t 值
		(N = 20) M±SD	(N = 20) M±SD	
慣用腳	向心 60° /sec	216 ± 30	222 ± 32	0.90
	向心 120° /sec	203 ± 31	213 ± 27	1.21
	向心 180° /sec	189 ± 27	202 ± 34	1.45
	向心 300° /sec	166 ± 19	178 ± 30	1.35
非慣用腳	向心 60° /sec	203 ± 25	209 ± 31	0.77
	向心 120° /sec	196 ± 32	201 ± 28	0.88
	向心 180° /sec	189 ± 37	194 ± 30	0.63
	向心 300° /sec	166 ± 29	174 ± 21	1.31

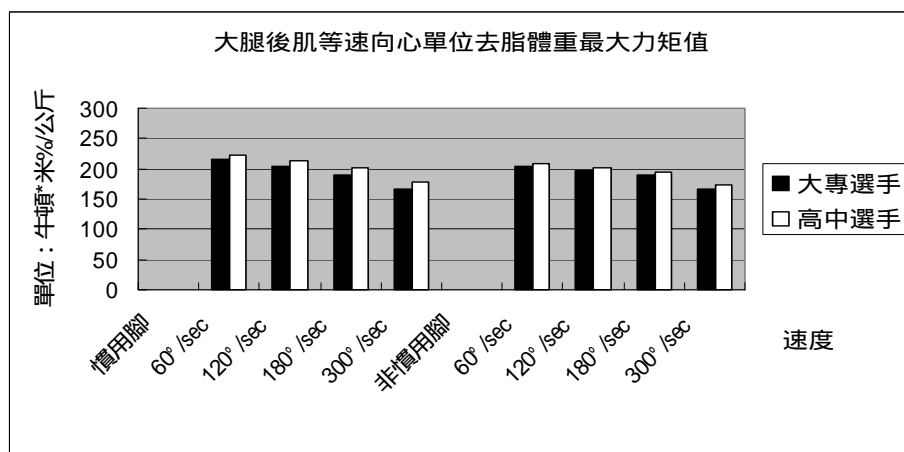


圖 4-6 兩組選手大腿後肌單位去脂體重力矩值比較

三、大腿後肌與股四頭肌肌力比值

在股四頭肌與大腿後肌肌力比值方面，由表 4-7 所示，兩組選手在不同速度下，大專選手慣用腳分別為 54%、61%、66%、71%，非慣用腳分別為 56%、62%、71%、74%；高中選手慣用腳分別為 60%、68%、74%、79%，非慣用腳分別為 59%、69%、73%、77%。

兩組選手隨著角速度的增加大腿後肌與股四頭肌肌力比值百分比有提高的趨勢；大專選手在此肌力比值非慣用腳大於慣用腳趨勢，高中選手肌力比值非慣用腳大於慣用腳，除了在非慣用腳角速度 180°/sec 及 300°/sec 略低於慣用腳外，其於速度下非慣用腳皆優於慣用腳趨勢，但皆未達顯著差異。

表 4-7 兩組選手大腿後肌與股四頭肌等速向心最大力矩比值之比較(%)

項目	大專選手 (N=20)		高中選手 (N=20)	
	慣用腳	非慣用腳	慣用腳	非慣用腳
速度	M±SD	M±SD	M±SD	M±SD
向心 60° /sec	54±9	56±16	60±12	59±11
向心 120° /sec	61±12	62±14	68±10	69±12
向心 180° /sec	66±12	71±19	74±9	73±11
向心 300° /sec	71±12	74±15	79±15	77±10

H/Q 比值 %= 大腿後肌 / 股四頭肌 * 100

第二節 大專選手與高中選手下肢爆發力之比較結果

本研究下肢爆發力採用摩那克(Monark)腳踏車測功器，進行 30 秒溫蓋特無氧動力測試以及立定垂直跳、立定跳遠，測試結果如下（見表 4-8、圖 4-7、圖 4-8）：

一、溫蓋特無氧動力結果

在單位體重最大無氧動力比較中，大專選手(平均 10 瓦特/公斤)優於高中選手(平均 7.9 瓦特/公斤)，經由 t 檢定後發現兩組選手達顯著之差異 ($t = -3.37$, $p < .01$)。

在單位體重平均無氧動力比較中，大專選手(平均 6.6 瓦特/公斤)優於高中選手(平均 5.6 瓦特/公斤)，經 t 檢定後發現兩組選手達顯著之差異 ($t = -2.24$, $p < .05$)。

在 30 秒無氧動力遞減情形，大專選手(平均 57%)顯著大於高中選手 (平均 44%)。

二、立定垂直跳

兩組選手垂直跳成績，高中選手(平均 66 公分)大於大專選手(平均 61.9 公分)，未達顯著差異。

三、立定跳遠

兩組選手立定跳遠成績，高中選手(平均 258 公分)顯著優於大專選手(平均 243 公分)趨勢。

表 4- 8 大專與高中選手下肢爆發力比較表

項目	大專選手 (N = 20) M±SD	高中選手 (N = 20) M±SD	t 值
單位體重最大無氧 動力(瓦特/公斤)	10.0±1.8	7.9±2.0	-3.37**
單位體重平均無氧 動力(瓦特/公斤)	6.6±1.2	5.6±1.5	-2.24*
動力遞減率(%)	57±7	44±13	-3.65**
立定垂直跳(公分)	61.9±7.2	66±6.4	1.89
立定跳遠(公分)	243±20	258±20	2.45*

*p < .05 ; ** p < .01

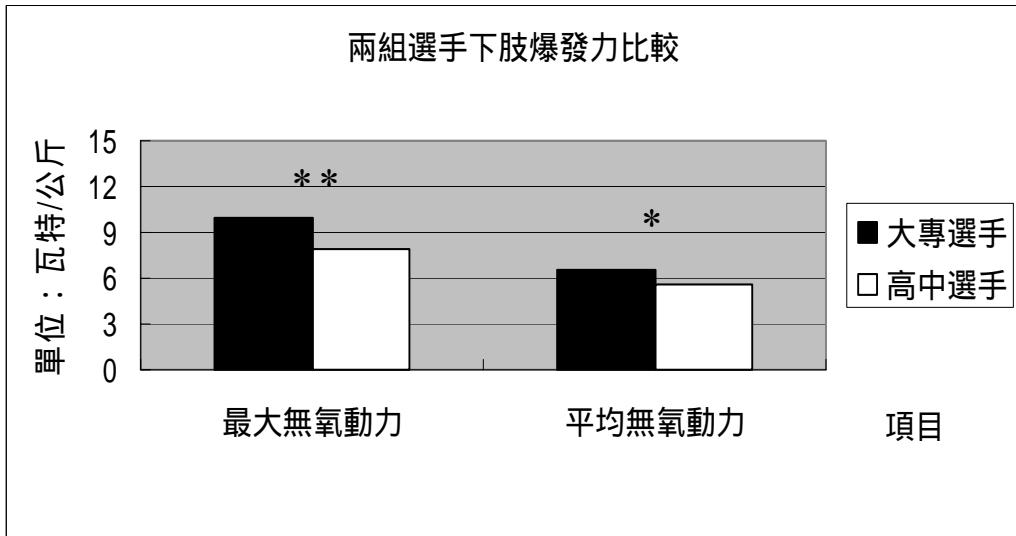


圖 4- 7 兩組選手最大無氧動力與平均無氧動力比較

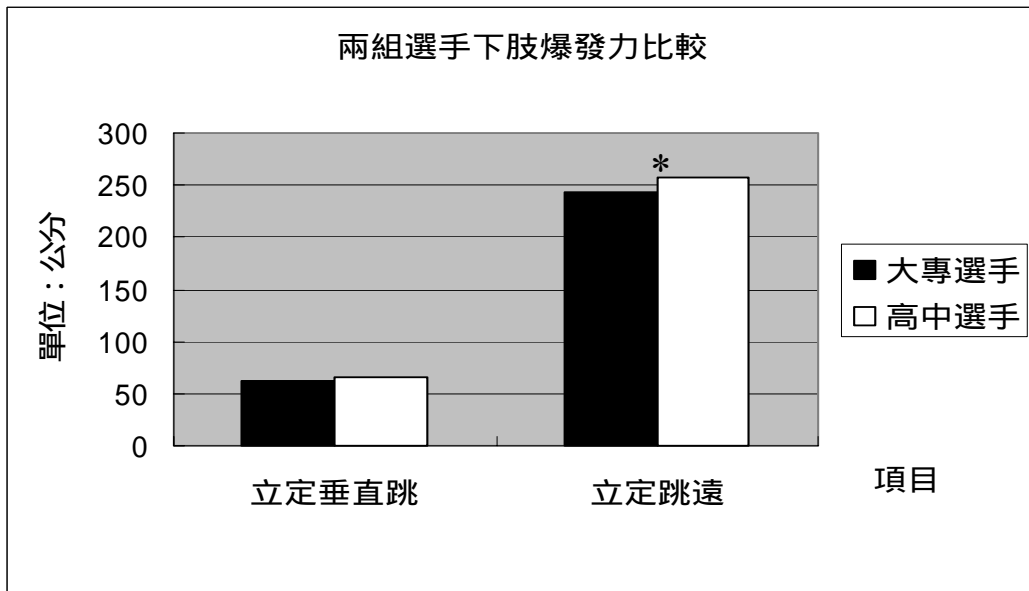


圖 4- 8 兩組選手立定垂直跳與立定跳遠比較

第三節 大專與高中選手慣用腳與非慣用腳比較結果

本節主要在探討大專選手與高中選手兩組選手的慣用腳與非慣用腳肌力的差異，以成對 t 檢定統計分析法比較兩組群慣用腳與非慣用腳兩腳肌力的差異情形，結果如下：

一、大專選手在股四頭肌及大腿後肌慣用腳與非慣用腳比較

大專選手在股四頭肌及大腿後肌慣用腳與非慣用腳比較方面，慣用腳皆優於非慣用腳，股四頭肌及大腿後肌最大力矩值隨著速度的增加而逐漸降低。大專選手股四頭肌及大腿後等速向心肌力在角速度 60° 、 120° 、 180° 、 300° /sec，皆未達顯著之差異（見表 4-9、圖 4-9）。

大專選手慣用腳與非慣用腳兩腳差異情形，隨角速度增加股四頭肌兩腳差異分別為 7%、5%、5%、3%；大腿後肌兩腳差異分別為 6%、4%、1%、1%。股四頭肌與大腿後肌隨著速度增加兩腳差異有逐漸縮小的趨勢。

二、高中選手在股四頭肌及大腿後肌慣用腳與非慣用腳比較

高中選手在股四頭肌及大腿後肌慣用腳與非慣用腳比較方面，慣用腳皆優於非慣用腳，股四頭肌及大腿後肌最大力矩值隨著速度的增加而逐漸降低。在股四頭肌方面由表 4-9、圖 4-9 及 4-10 所示，慣用腳大於非慣用腳，但經由成對 t 檢定後發現未達顯著之差異，大腿後肌在不同速度下慣用腳皆大於非慣用腳，除在速度 60° /sec ($t = 3.28$, $p < .01$)、 120° /sec ($t = 2.57$, $p < .05$) 達顯著之差異，其於未達顯著之差異。

高中選手慣用腳與非慣用腳兩腳差異情形，隨角速度增加股四頭肌兩腳差異分別為 4%、4%、2%、2%；大腿後肌兩

腳差異分別為 6%、6%、4%、3%。股四頭肌與大腿後肌隨著速度增加兩腳差異有逐漸縮小的趨勢。

表 4-9 股四頭肌及腿後肌等速向心慣用腳、非慣用腳最大力矩值比較

項目	速度	慣用腳 M±SD	非慣用腳 M±SD	兩腳 差異
大專 選手	向心 60° /sec	261±32	243±46	7%
	股四 頭肌 向心 120° /sec	216±30	206±35	5%
	向心 180° /sec	185±26	175±31	5%
	向心 300° /sec	151±21	147±30	3%
	向心 60° /sec	140±20	132±20	6%
	大腿 後肌 向心 120° /sec	131±23	126±20	4%
	向心 180° /sec	123±20	123±26	1%
	向心 300° /sec	108±20	107±18	1%
高中 選手	向心 60° /sec	247±40	238±48	4%
	股四 頭肌 向心 120° /sec	206±28	197±32	4%
	向心 180° /sec	178±25	175±28	2%
	向心 300° /sec	151±27	148±23	2%
	向心 60° /sec	146±26	137±24**	6%
	大腿 後肌 向心 120° /sec	140±22	132±21*	6%
	向心 180° /sec	133±24	128±23	4%
	向心 300° /sec	117±22	114±16	3%

*p < .05 ; ** p < .01

慣用腳與非慣用腳 % = (慣用腳膝肌力 - 非慣用腳膝肌力) / 慣用腳膝肌力 * 100

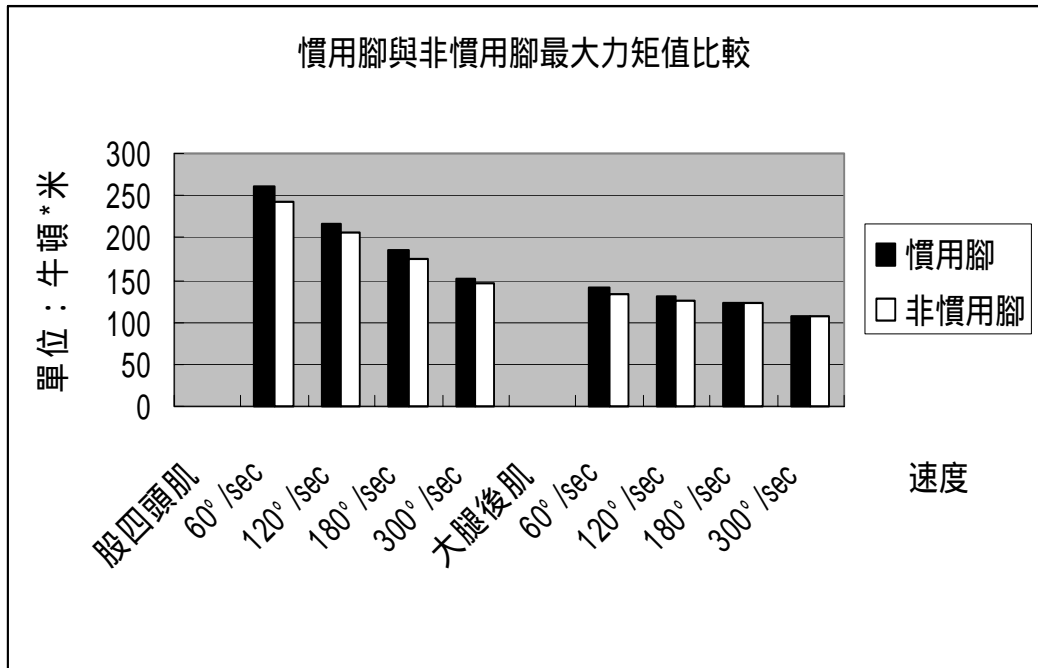


圖 4- 9 大專選手慣用腳與非慣用腳最大力矩值比較

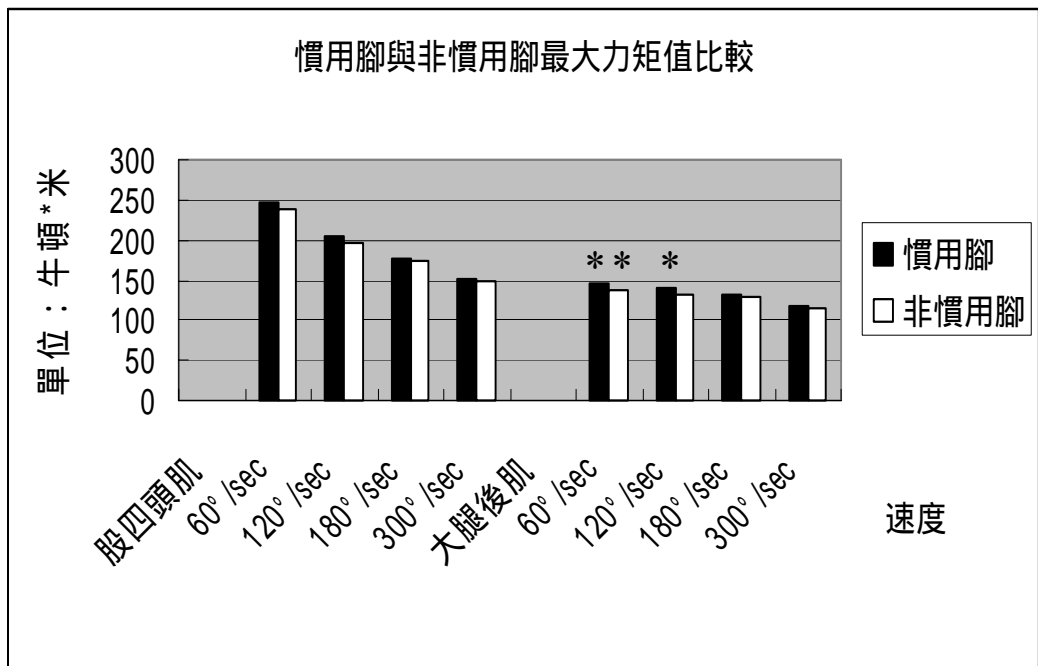


圖 4- 10 高中選手慣用腳與非慣用腳最大力矩值比較

第四節 排球選手等速肌力與下肢爆發力彼此之關係

本節主要在探討排球選手股四頭肌/大腿後肌在不同速度下等速向心最大肌力與下肢爆發力之間關係，以皮爾遜積差相關統計分析法，來瞭解肌力與下肢爆發力之間相關的程
度。兩組選手股四頭肌與大腿後肌慣用腳皆無顯著差異，因此股四頭肌與大腿後肌等速向心與下肢爆發力相關係數，是以慣用腳的資料分析比較，結果如下：

一、股四頭肌等速向心肌力與下肢爆發力之相關

由表 4-10 所示，排球選手股四頭肌等速向心肌力與最大無氧動力，在不同速度下皆呈現正相關，但未達顯著差異，除了在角速度 $60^{\circ}/\text{sec}$ 在統計上皆達顯著的正相關 ($p < .05$)。股四頭肌與平均無氧動力相關性，在不同速度下皆呈現正相關，除了在角速度 $60^{\circ}/\text{sec}$ 統計上皆達顯著正相關 ($p < .01$)。股四頭肌與動力遞減率在不同速度下皆呈現正相關，但在統計上未達顯著差異。股四頭肌與立定垂直跳在不同速度下皆呈現正相關，但在統計上未達顯著差異。股四頭肌與立定跳遠在不同速度下皆呈現正相關，但在 60° 、 180° 、 $300^{\circ}/\text{sec}$ 在統計上皆達顯著差異 ($p < .05$)。

表 4- 10 排球選手股四頭肌等速向心最大肌力與下肢爆發力
相關係數表 (N=40)

項目	最大動 力	平均動 力	動力遞減 率	垂直 跳	跳遠
60° /sec 肌力	0.36*	0.44**	0.07	0.07	0.34*
120° /sec 肌力	0.28	0.29	0.10	0.06	0.27
180° /sec 肌力	0.28	0.23	0.15	0.18	0.32*
300° /sec 肌力	0.19	0.14	0.12	0.20	0.35*

*p < .05 ; **p < .01

二、大腿後肌等速向心肌力與下肢爆發力之相關

由表 4-11 所示，排球選手大腿後肌等速向心肌力與最大無氧動力、平均無氧動力，在不同速度下皆呈現正相關，但在統計上未達顯著相關。在大腿後肌與動力遞減率方面，在 180°、300° /sec 呈現負相關，在 60°、120° 呈現正相關，但統計上均未達顯著相關。大腿後肌與立定垂直跳、立定跳遠在不同速度下皆呈現正相關，在統計上皆達顯著的正相關 (p < .01)。

表 4- 11 排球選手大腿後肌等速向心最大肌力與下肢爆發力
相關係數表 (N=40)

項目	最大動 力	平均動 力	動力遞 減率	垂直跳	跳遠
60° /sec 肌力	0.14	0.13	0.01	0.53**	0.50**
120° /sec 肌力	0.17	0.18	0.02	0.55**	0.64**
180° /sec 肌力	0.10	0.19	-0.18	0.52**	0.66**
300° /sec 肌力	0.11	0.11	-0.05	0.45**	0.54**

*p < .05 ; **p < .01

第五章 討論

第一節 大專選手與高中選手基本資料

在本研究兩組受試者中，兩組選手的年齡與球齡，因兩組選手族群不同，所以會有顯著性的差異。兩組選手在身高與體重方面：大專選手身高平均約 182.1 ± 5.8 公分，體重約 79.5 ± 12 公斤；高中選手身高平均約 183.6 ± 6.4 公分，體重約 73.9 ± 5 公斤。與世界級選手平均 193 公分以上相比較，明顯差距約十幾公分左右，兩組選手身高與體重顯然與蔡瑞祥（2007）的研究結果相類似，與世界強國選手做比較，皆呈現較矮，較輕和較小的顯著差異。因此，在身高上一直是我國選手較為弱勢的一環，這也是造成我國國家代表隊近年來在國際賽會無法拿到好成績的最大因素之一。換言之，教練人員若在運動選材上花費更多的心思，選擇可塑性較高的身體型態與素質，並透過系統化的科學訓練，方能提升競爭力。

在本研究兩組受試者體脂肪比例方面，大專選手與高中選手依序平均值為 17.4% 及 10.6%。Wilmore 與 Costill (1994) 談到排球選手體脂肪百分比約 7% 到 15%，大專選手明顯高於此數值，高中選手體脂肪還在此比例當中，顯示大專選手體脂肪有過高之現象。因國內大專選手訓練量與強度相較於高中選手是較低，加上心理處於較放鬆無壓力階段，飲食與熱量的攝取沒有節制，導致體脂肪增加。由於過高的體脂肪對成績表現有相當大的影響，應保持適當的體重與身體體脂肪的比例，方能提升競爭力與運動表現。

第二節 大專與高中選手股四頭肌及大腿後肌等速肌力比較

本節針對排球選手進行，兩組選手股四頭肌與大腿後肌最大肌力、兩組選手大腿後肌與股四頭肌肌力比值、兩組選手慣用腳與非慣用腳肌力差異情形進行深入探討。

一、兩組選手股四頭肌與大腿後肌最大肌力

在股四頭肌最大力矩值中發現，大專選手雖優於高中選手，但經過單位體重校正其肌力值時，高中選手優於大專選手，顯示高中選手股四頭肌肌力比大專選手來的好，可能高中選手有較多的訓練量，大專選手訓練量較低有關，另一方面大專選手有較高的體脂肪所致，因而降低肌力的表現，從去脂單位體重來校正肌力值時，大專選手肌力大於高中選手肌力中可明顯看出，所以肌肉量多寡是影響因素之一，大專選手體脂肪有過高的情形。

在大腿後肌最大力矩值、單位體重、去脂單位體重，高中選手皆優於大專選手，而且在單位體重來校正肌力時顯示兩組選手有顯著差異。從表 4-5 中，可以看出大專選手大腿後肌肌力明顯比高中選手來的低，大專選手也應加強大腿後肌的訓練，來增加大腿後肌肌力，可能會有助於膝關節穩定度，進而提昇大專選手的運動表現及減少膝部相關傷害。

大專選手與高中選手在股四頭肌與大腿後肌等速向心收縮最大力矩值情形，力量與速度的關係從學理角度來看，肌肉產生的力量與肌肉收縮的速度有關，速度越快，力量越小，速度越慢，可產生的力量越大，運動員的肌肉力量增加，速度也會提高（林正常，2005；北京體育科學學會，1992）。本研究結果顯示：兩組選手股四頭肌與大腿後肌最大力矩值，

隨著速度的增加，最大力矩值而減少，慣用腳大於非慣用腳，與多位學者研究結果是相符的。多位學者談到造成原因有二：在快速下徵召到運動單元為快縮肌，低速度下則快慢縮肌全部被徵召，另一個原因是速度較快時，收縮速度跟不上機器速度，肢體力量部分用於趕上機器速度，剩餘部份才被記錄下來（吳昇光，2000；陳志中，1993），運動單位的徵召是由小單位到大單位，肌肉的動員是由慢縮型到快縮型，爆發力與運動表現的目標都需要徵召快縮肌，肌力訓練的最終目的是為了減少抑制，有助於徵召快縮肌，肌肉受控於神經，如果神經刺激的效率不高，則最大力量無法開啟（林政東，2006，2007）。

本篇研究最大力矩值等速向心收縮，測試角速度為 60、120、180、300°/sec 結果顯示：大專選手股四頭肌最大力矩值慣用腳由慢到快分別為 261、216、185、151(Nm)，大腿後肌分別為 178、168、157、137(Nm)；高中選手股四頭肌分別為 247、206、178、151(Nm)，大腿後肌分別為 198、189、180、158(Nm)。最大力矩值與其他學者研究數值相較之下，其股四頭肌與大腿後肌在數值上有些微高低差距，王國慧、潘寶如（2006）研究跳遠選手進行角速度為 60、120、180、240°/sec 等速向心收縮，最大力矩值伸肌為分別 227、178、148、121(Nm)，屈肌分別為 148、137、121、100(Nm)。Bamac 等人（2007）研究排球選手進行角速度 60、180、300°/sec 等速向心收縮，結果顯示最大力矩值由慢到快，股四頭肌分別為 247、172、139(Nm)，大腿後肌分別為 127、88、82 (Nm)。吳昇光（2001a）研究短跑選手測試速度為 60、120、180、300°/sec 等速向心收縮，最大力矩值由慢到快，股四頭肌慣

用腳分別為 366、290、239、186(Nm)。主要影響肌力原因甚多，可能是實驗設計的不同、不同受試者，不同的測試儀器、操作者經驗等等變數所導致，上述多種因素的影響使得在結果比較上會有所差距（吳昇光，1992）。

二、兩組選手大腿後與肌股四頭肌肌力比值

排球選手在進行攻擊與攔網動作時，股四頭肌與大腿後肌互為拮抗肌群，兩者是相輔相成，顏政通、高俊傑（2007）談到貢獻於垂直跳動作之總能量的百分比率膝關節佔 38%到 49%，由此可見，了解大腿後與肌股四頭肌肌力比值是相當重要。大腿後肌與股四頭肌肌力比值主要可以作為（一）預估運動傷害的依據；（二）解釋運動項目特殊性依據；（三）評估運動訓練方式是否偏差的依據。

本研究由表 4-7 結果顯示，大腿後肌與股四頭肌肌力比值由角速度 60、120、180、300°/sec，大專選手慣用腳分別為 54%、61%、66%、71%、非慣用腳 56%、62%、71%、74%，高中選手慣用腳分別為 60%、68%、74%、79%、非慣用腳 59%、69%、73%、77%。以往研究學者建議參考值在 56%到 80%之間，當選手肌力比值低於這個參考數值，則表示大腿後肌與股四頭肌出現力量不平衡現象，在運動中有造成肌肉拉傷或關節不穩定的傾向（陳志中，1993）。本篇研究大專選手與高中選手肌力比值除了大專選手在慣用腳比以往研究參考數值稍低，其於肌力比值皆在參考數值之內，由此數值可以知道大專選手在慣用腳肌力比值，在進行爆發力運動時，有較高運動傷害的風險。

大專與高中兩組選手在此肌力比值與其他研究結果相較之下，在慣用腳與非慣用腳隨著速度提高時，其比值有增加

的趨勢，與其他學者的研究有相同的情形，當速度極快時，肌力比值會接近 1.0 (Bamac et al, 2008; 王國慧、潘慧如, 2006; 吳昇光, 2001a、2001b; 韓毅雄、陳鴻基、鄭誠功, 1993; 陳志中, 1993; 林燕慧、許文蔚、黃美娟, 1991; 陳俊忠、吳昇光, 1991)。

三、兩組選手慣用腳與非慣用腳肌力差異情形

本研究大專與高中選手慣用腳與非慣用腳在不同速度下等速向心肌力最大力矩值，兩組選手兩腳皆無顯著差異，除了高中選手大腿後肌在慣用腳與非慣用腳 60° 、 $120^\circ/\text{sec}$ 達統計分析上顯著差異。兩組選手慣用腳與非慣用腳兩腳差異約在 5% 左右，表示兩組選手在慣用腳與非慣用腳兩腳肌力相近的情形。

排球選手在攔網與攻擊動作中，當落地時長會出現單腳落地的情形，也有較多單腳背飛攻擊的運用，如果排球選手有較僵硬的著地方式與兩腳落地不平均，亦可能會較易導致髕骨肌腱病變，顏政通、高俊杰(2007)發現排球選手很多跳躍動作的著地動作中，是採用單腳著地的方式，是造成下肢傷害的危險因子。學者 Hagemen 指出，兩腳差異值達 10% 以上，有造成下肢傷害的危險傾向，而學者 Gleim 則認為優秀運動員的兩腳膝關節肌力差異約為 5% 左右(吳昇光, 2000、2001a、2000b; 陳志中, 1993)，本研究排球選手兩腳差異在 10% 以下，有較低傷害的風險，而且兩腳平均差異為 5% 左右，且達優秀運動員之水準。

高中選手在大腿後等速向心最大力矩值，慣用腳與非慣用腳在 60° 、 $120^\circ/\text{sec}$ 是有顯著差異，但經過兩腳差異百分比換算兩腳差異皆在 6%，兩腳差異還在標準值之內，建議高

中選手大腿後肌非慣用腳平時訓練應加強肌力訓練，避免兩腳肌力差異過大，而提高運動傷害風險。當兩腳差異過大時，出現運動傷害的情形，教練或專業人員適時評估運動員發生運動傷害的原因，應針對較弱之肌群，進行加強訓練，以及動作的改進，降低運動傷害的風險。

第三節 大專與高中選手下肢爆發力比較

一、單位體重最大無氧動力與單位體重平均無氧動力

在單位體重最大無氧動力方面，大專選手(10 瓦特/公斤)大於高中選手(7.9 瓦特/公斤)，且達顯著差異($t = -3.37$, $p < .01$)，在單位體重平均無氧動力比較中，大專選手(平均 6.6 瓦特/公斤)優於高中選手(平均 5.6 瓦特公斤)，且兩組選手達顯著之差異($t = -2.24$, $p < .05$)。由此可見高中選手在溫蓋特無氧動力 30 秒表現比大專選手來的差，最主要可能的原因是高中選手有較低的訓練年限，另一方面大專選手有較多的踩踏訓練，兩組選手在訓練型態上有所差異所致，因此，大專選手在腳踏車測試中能徵召到更多的運動單元，有較高的肌肉適應。林政東(2006、2007)談到，肌力訓練的最終目的是為了減少抑制，有助於徵召快縮肌，肌肉受控於神經，如果神經刺激的效率不高，則最大力量無法開啟。

本篇研究單位體重無氧動力值之結果與其他學者所測試之結果進行比較，本篇大專與高中選手之數值分別為 10 瓦特/公斤及 7.9 瓦特/公斤，學者吳昇光(2001a)得到短跑及長跑選手為 15.33 瓦特/公斤及 12.05 瓦特/公斤，排球選手在無氧動力表現上明顯低於田徑選手，可能原因有：受試者的不同、運動型態不同、實驗方式不同，排球選手屬於垂直跳躍較多

的運動，田徑選手是有較多衝刺與橫向的運動，另一方面是實驗方法與器材的不同，以往研究是以人工方式來計算其無氧動力的數值，本研究是搭配電腦軟體進行數值的計算，造成結果有所不同。

二、動力遞減率

在動力遞減率比較上，大專選手大於高中選手，這表示大專選手在 30 秒動力輸出，大專選手在前面幾秒中就大量消耗 ATP-PC 無氧系統能量，所以有較高的無氧動力，經時間越來越久後，中、後半段有氧系統能量慢慢介入，相對於高中選手而言，前面幾秒最大無氧動力比大專選手來的小，在中、後半段有氧系統逐漸的參與，使得動力值之減少幅度，並不像大專選手那般明顯。

因此，使用腳踏車測功器來評估下肢爆發力是運動科學常使用的方法之一，從溫蓋特 30 秒最大無氧動力測試中，瞭解最大無氧動力、平均無氧動力、動力遞減率之變化情形，教練可做為訓練之計畫，肌力、爆發力訓練，運動選材之參考依據。

第四節 排球選手等速肌力與下肢爆發力之關係

在不同速度下之股四頭肌等速向心最大肌力與下之爆發力的關係中，股四頭肌及大腿後肌最大肌力與溫蓋特無氧動力，未達顯著的正相關，與多數研究得到最大無氧動力與等速向心肌力有高度正相關有所差異(吳昇光，2001a)。股四頭肌與立定跳遠成顯著正相關($r=0.32-0.35$)，大腿後肌與立定垂直($r=0.45-0.55$)

、立定跳遠($r=0.50-0.66$)，股四頭肌與大腿後肌雖達顯著正相關，但兩者相關係數並不是很高。學者陳逸政(2005)研究排球選手結果顯示最大收縮速度與跳躍高度有高度正相關，相關係數 r 為 0.844，與本研究立定垂直跳雖有高度正相關，但相關係數也略為偏低。在與其他研究比較上有所差距，可能原因有實驗方法不同、受試者不同，儀器操作不同等等因素皆會影響結果。

由此可見，溫蓋特無氧動力是否適合用來評估排球選手股四頭肌及大腿後肌最大肌力的特性，有待更多實驗的証實。立定垂直跳與立定跳遠比較適合來評估排球選手股四頭肌/大腿後肌最大肌力的特性，由於股四頭肌與大腿後肌對於下肢爆發力貢獻極大，但其它下肢肌群也有相當程度的貢獻，並非能很精準來評估股四頭肌與大腿後肌的等速最大肌力，而等速向心肌力與立定垂直跳與立定跳遠值仍有顯著相關。

一般各級學校較少有等速測力機的器材，只有在少數專門學校才有，若能以其它簡易測試項目來預測等速肌力特性，將有助於教練在運動選材、運動訓練，來提升排球選手肌力與下肢爆發力。

第陸章 結論與建議

第一節 結論

本研究分析探討大專與高中選手股四頭肌/大腿後肌等速肌力與下肢爆發力，藉由科學化具體的證明，比較大專與高中排球選手下肢肌力的特性，將結論歸納如下：

- 一、兩組選手股四頭肌最大等速向心肌力隨測試速度增加而減低的趨勢；在最大力矩值、單位去脂體重最大力矩值，大專選手大於高中選手；單位體重最大力矩值，高中大於大專選手，兩組選手在各單位最大力矩值中，皆未達顯著差異。
- 二、兩組選手大腿後肌最大等速向心肌力隨測試速度增加而減低的趨勢；在最大力矩值、單位去脂體重最大力矩值，高中選手大於大專選手，未達顯著差異；在最大單位體重最大力矩值，在慣用腳 120° 、 180° 、 $300^{\circ}/\text{sec}$ ，非慣用腳 60° 、 $300^{\circ}/\text{sec}$ 高中選手顯著優於大專選手，達顯著差異。
- 三、下肢爆發力大專選手在最大無氧動力、平均無氧動力、動力遞減率顯著優於高中選手，達顯著差異；在立定跳遠、立定垂直跳高中選手大於大專選手，立定跳遠兩組選手達顯著差異。
- 四、兩組選手股四頭肌/大腿後肌慣用腳與非慣用腳最大力矩值，慣用腳略大於非慣用腳，除了高中選手在大腿後肌在 60° 、 $120^{\circ}/\text{sec}$ 慣用腳與非慣用腳達顯著差異；兩組選手在慣用腳與非慣用腳兩腳差異平均約在 5% 左右。
- 五、排球選手股四頭肌及大腿後肌等速向心肌力與立定垂直跳、立定跳遠呈顯著的正相關 ($p < .05$)。

第二節 建議

- 一、排球選手身高與彈跳能力是影響運動成績重要因素，運動選材是相當重要，應重視身高、身體組成、肌力特性選擇可塑性較高之選手。
- 二、大專選手大腿後肌等速向心肌力較低趨勢，應多加強訓練，有助於下肢爆發力整體的運動表現。
- 三、大專選手身體體重與體脂肪比例，有偏高之現象，建議應該適當保持身體體重及體脂肪比例，加強飲食攝取及運動營養相關知識。
- 四、高中選手在大腿後肌慣用腳與非慣用腳等速肌力有顯著差異，應特別注意兩腳肌力是否平衡現象，避免運動傷害的發生。
- 五、立定垂直跳、立定跳遠與等速肌力呈顯著相關，建議可以用立定垂直跳與立定跳遠來評估等速肌力的特性。
- 六、等速肌力與下肢無氧動力測試之結果，教練可根據結果了解選手肌力與爆發力的特性，可用於教練在選手的選材、訓練計劃安排與調整訓練的參考依據。
- 七、後續研究可針對排球專項位置(如：主攻守、快攻守、舉球員)加以分類，再進行各專項位置的比較，了解各專項位置肌力與爆發力的差異。
- 八、國內排球選手等速肌力研究資料是較缺乏的，可再增加身體其他部位等速肌力的研究。
- 九、本研究只針對大專與高中選手進行測試，往後可對其他族群進行研究如：國家隊、職業球隊或女性選手。

參考文獻

中文部份

- 王文筆(2003)。不同負荷肌力訓練對男性肌力素質與肢圍效果的研究。大專體育學刊，5(1)，175-183。
- 王國慧、潘寶如(2006)。跳遠選手膝關節屈伸肌等速肌力與運動表現之相關。大專體育學刊，8(2)，133-139。
- 石罕池、孫淑芬、吳家會、陳瑞蓮(2005)。我國女子團體球類選手下肢跳躍能力之分析探討。北體學報，13，160-168。
- 石丹青、李玉華(2003)。青少年排球運動科學選才探討。中國體育科技，24(1)，19-22。
- 李雲光、謝素貞、東方介德(2004)。被動反覆衝擊肌力訓練對中華男籃選手之最大腿肌力及爆發力之影響。大專體育學刊，6(1)，235-243。
- 李水碧、徐仁廣(1995)。肌肉向心收縮與離心收縮之探討。中華體育，9(1)，44-52。
- 李誠志(1992)。力量、速度與神經肌肉的機能。載於北京體育科學學會編輯。教練員訓練指南(頁41-53)。北京：人民體育出版社。
- 杜宜憲、陳五洲(2008)肌力訓練的動作力學與肌肉疲勞之探討。大專體育，95，179-185。
- 吳明隆、涂金堂(2006)。SPSS 與統計應用分析(修定版)。台北市：五南圖書出版。
- 吳昇光(1992)。等速肌力影響因數分析。中華體育，21，71-74。
- 吳昇光(2000)。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)，53-60。
- 吳昇光(2001a)。跑步選手股四頭肌等速向心肌力與下肢無氧動力之相關研究。中國醫藥科學雜誌，2(4)，325-332。
- 吳昇光(2001b)。短跑與長跑選手股四頭肌等速向心與離心肌力特性分析。中國醫藥科學雜誌，2(2)，107-116。
- 吳昇光、吳杏仁、孫世恆、許弘昌(2002)。不同程度網球選手間部旋轉肌群等速肌力特性分析。中國醫藥科學雜誌，1(3)，19-38。
- 邱皓政(2006)。量化研究與統計分析(第三版)。台北市：五南圖書出版。
- 林光宏(2003)。世界女子排球技戰術發展之研究—以中華女排參加2002釜山亞運為例。未出版之碩士論文。屏東市：國立屏東師範學院。
- 林光宏(2004)。參加2004雅典奧運女排資格賽報告。中華排球，112，97。
- 林政東(2007)。肌力訓練重要性之探討。北縣體育，22，20-26。
- 林政東(2006)。最大肌力訓練法-向心收縮的訓練。北縣體育，20，15-21。
- 林正常(1995a)。運動生理學實驗指引。臺北市：師大書院發行。
- 林正常(1995b)。生理學在排球訓練上的應用。中華體育，9(2)，135-145。
- 林正常(2005)。運動生理學(增訂第二版)。臺北市：師大書苑。
- 林英亮、王元恩(2008)。杜哈亞運中華女排與哈薩克隊比賽

- 得分技術表現分析。大專體育，94，52-60。
- 陳俊忠、吳昇光(1991)。優秀舉重選手膝伸肌與屈肌等速肌力之分析研究。體育學報，13，147-153。
- 陳志忠(1993)。田徑選手伸膝肌與屈膝肌等速向心肌力分析探討，北體學報，2，129-160。
- 陳寶源、黃國光、潘寶石(2006)。排球運動專項體能之應用剖析，高應科大體育學刊，5，82-93。
- 陳逸政(2005)。排球選手下肢肌力表現與不同等張肌力訓練的量化研究。未出版之碩士論文。臺北市：國立台灣師範大學。
- 陳俊良、劉兆達(2007)。被動反覆衝擊式肌力訓練對爆發力及腿肌力之效果-以臺北市立體育學院排球選手為例。排球教練科學，9，63-71。
- 陳全壽(1994)。速度、肌力、耐力的生理特性及訓練法。1994年國際運動訓練科學研討會論文集。國立台灣體育專科學校，13-34。
- 莊孟芳(1998)。不同運動型態的肌力訓練對股四頭肌等速肌力與垂直跳運動表現的影響。未出版之碩士論文。桃園縣：國立體育學院。
- 張至滿(2007)。體育測量與評價(二版)。臺北市：水牛圖書出版。
- 黃德壽(2006)。排球是當今世界的熱門運動項目。中華排球，21，4。
- 黃幸玲、楊振興(2005)。淺談排球運動員科學選材，大專體育，81，166-172。
- 黃憲鐘(2000)。運動體適能--爆發力。線上檢索日期：2007

年 11 月 17 日 。 取 自
<http://epsport.ccu.edu.tw/epsport/fitness/show.asp?repn=57&page=1>

- 詹清泉、溫良才(1999)。排球比賽中跳躍次數與勝負關係之研究。大專排球研究論文集，5，29-47。
- 葉憲清(2003)。運動訓練法。臺北市：師大書苑有限公司。
- 劉瑩芳、黃啟煌(2005)。長短跑選手股四頭肌與腿後肌等速離心與向心之研究分析。大專體育學刊，7(1)，247-255。
- 蔡瑞祥(2007)。我國排球選手和世界男排選手的身高、體重、年齡之比較。排球教練科學，9，47-55。
- 蔡崇濱(2004)。排球選手的阻抗訓練計劃。排球教練科學，5，19-23。
- 潘寶石(1999)。影響排球運動技術發展趨勢之因素探討。台灣體育，103，44-49。
- 鄭欽贏(2007)。2006年世界女子排球錦標賽與賽國選手的身高與跳躍高度之分析。淡江體育，10，81-93。
- 鄭湘君(2002)。膝部等速運動對正常年輕人心肺反應之影響。未出版之碩士論文。台中市：中國醫藥學院。
- 鄭湘君、吳昇光、高木榮(2005)。股四頭肌等速向心／離心運動對正常年青人心肺反應之影響。中台灣醫學科學雜誌，10，28-36。
- 鄭子敬(2005)。啟蒙時期之排球運動員選材分析研究。未出版之碩士論文。臺中市：國立台灣體育學院。
- 盧斯穎(2004)。延遲性肌肉雖痛之機制與處理方式。成大體育，37(4)，40-50。
- 蕭雅馨、雷文毅(2005)。運動員面對過度訓練與倦怠的因應

之道。大專體育，81，159-172。

韓岳津、鄭素芳、詹美華(2006)。下肢等速肌力評估之信度及臨床應用。物理治療，31(2)：142-155。

韓毅雄、陳鴻基、鄭誠功(1993)。股四頭肌及大腿後肌之等速動力向心離心收縮研究。中華醫學工程學刊，13(1)，69-75。

顏政通、高俊杰(2007)。排球運動中下肢關節著地動作之探究。排球教練科學，10，15-20。

外文部份

Bamaç, B., Çolak, T., Özbek, A., Çolak, S., Cinel, Y., & Yenigün, Ö. (2008). Isokinetic performance in elite volleyball and basketball players. *Kinesiology*, 40(2), 182-188.

Briner, W. W., & Benjamin, H. J. (1999). Volleyball injuries. *The Physician and Sports Medicine*, 27(3), 48-60.

Bongiovanni, L. G., Hagbarth, K. E., & Stjernberg, L. (1990). Prolonged muscle vibration reducing motor output in maximal voluntary contractions in man. *Journal of Physiology*, 423, 15-26.

Bosco, C., Colli, R., Introin, E., Cardinale, M., Iacovelli, M., Tihanyi, J., et al. (1998). Adaptive responses of human skeletal muscle to vibration exposure. *Clinical Physiology*, 19(2), 183-187.

Bosco, C., Cardinale, M., & Tsarpela, O. (1999). Influence

- of vibration on mechanical power and electromyogram activity in human arm flexor muscles. *Journal European of Applied Physiology*, 79(4), 306-311.
- Buttelli, O., Seek, D., Vandewalle, H., Jouanin, J., & Monod, H. (1996). Effect of fatigue on maximal torque during short exhausting cycling. *European Journal of Applied Physiology*, 73, 175-179.
- Barry, D. R., & Caswell, C. (2007). Functional rehabilitation for "jumper's knee". *Athletic Therapy Today*, 12(5), 7-10.
- Driss, T., Vandewalle, H., & Monod, H. (1998). Maximal power and force velocity relationships during cycling and cranking exercises in volleyball players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 38, 286-293.
- Hageman, P. A., Gillaspie, D. M., & Hill, L. D. (1988). Effects of speed and limb dominance on eccentric and concentric isokinetic testing of the knee. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 10, 59-65.
- Huber, A., Suter, E., & Herzog, W. (1998). Inhibition of the quadriceps muscles in elite male volleyball players. *Journal of Sports Sciences*, 16, 281-289.
- Jeukendrup, A., & Gleeson, M. (2004). *Sports nutrition*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Kunstlinger, W., Ludwig, H. G., & Stegmann, J. (1987). Metabolic changes during volleyball matches.

- International Journal of Sports Medicine*, 8, 87-91.
- Luebbers, P. E., Potteiger, J. A., Hulver, M. W., Thyfault, J. P., Carper, M. J., & Lockwood, R. H. (2003). Effects of plyometric training and recovery on vertical jump performance & anaerobic power. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17(4), 704-709.
- Lian, Q., Refsnes, P. E., Lars Engebretsen, L., & Bahr, R. (2003). Performance characteristics of volleyball players with patellar tendinopathy. *American Journal of Sports Medicine*, 31(3), 408-413.
- Luo, J., McNamara, B., & Moran, K. (2005). The use of vibration training to enhance muscle strength and power. *Sports Medicine*, 35, 23-41.
- Luhtanen, P. & Komi, P. V. (1978). Segmental contribution to forces in vertical jump. *European Journal of Applied Physiology*, 38, 181-188.
- Maffiuletti, N. A., Dugnani, S., Folz, M., Di Piemo, E., & Mauro, F. (2002). Effect of combined electrostimulation & plyometric training on vertical jump height. *Medicine and Science in Sport and Exercise*, 34(10), 1638-1644.
- Newhouse, I. J., & Finstad, E. W. (2000). The effects of magnesium supplementation on exercise performance. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 10, 195-200.
- Paasusuke, M., Ereline, J., & Gapeyeva, H. (2001). Knee extension strength and vertical jumping performance

- in nordic combined athletes. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 41, 354-361.
- Petibois, C., Cazorla, G., Poortmans, J. R., & Deleris, G. (2002). Biochemical aspects of overtraining in endurance sports. *Sports Medicine*, 32, 867-878.
- Romaiguere, P., Vedel, J. P., & Pagni, S. (1993). Effects of tonic vibration reflex on motor unit recruitment in human wrist extensor muscles. *Brain Research*, 602, 32-34.
- Schlumberger, A., Laube, W., Bruhn, S., Herbeck, B., Dahlinger, M., & Fenkart, G., et al. (2006). Muscle imbalances—fact or fiction? *Isokinetics and Exercise Science*, 14, 3-11.
- Stone, M. H. (1993). Literature review : Explosive exercises and training. *National Strength and Conditioning Association Journal*, 15(3), 7-15.
- Wilmore, J. H., & Costill, D. L. (1994). *Physiology of Sport and Exercise*, P.394. Champaign, IL: Human Kinetics.

附錄一、受試者須知

受試者您好：

此實驗研究的目的是在於探討和比較大專與高中排球選手股四頭肌與大腿後肌等速肌力與爆發力之研究。本研究主要分為三大部分進行實驗測試：將進行等速肌力的測試，受試者將在 Biodex 等速測力機進行股四頭肌與大腿後肌向心等速肌力測試；以摩那克(MONARK)腳踏車進行 30 秒溫蓋特無氧動力測試；以及立定垂直跳與立定跳遠測試。

以上三個實驗測試，將在不同的時間施予測試，受試者須盡全力從事每一項測驗，測驗後局部可能會產生延遲性肌肉酸痛(DOMS)，這些輕微不適可在數天內消除。受試者遇有下列情形者，應立即停止測驗：

1. 身體、腿部持續疼痛。
2. 嚴重呼吸急促。
3. 身體極劇疲勞(衰竭)。

整個實驗測試過程是非常安全，所有的個人資料將會受到完整的保密，研究結果將僅提供學術上之用途及爾後研究之參考依據，請您放心。若您同意進行此一測試，煩請您於同意書上填寫相關資料，再一次感謝您對本研究全面的支持與配合！

國立台灣體育學院 競技運動學系暨競技運動研究所 吳昇光 教授

競技運動學系暨運動競技研究所 研究生 葉忠桂 敬上

附錄二、受試者同意書

本人 _____ 在看過說明後，已瞭解檢測之內容，並且同意參加「排球選手股四頭肌及大腿後肌等速肌力與下肢爆發力之研究」的評估檢測。

同意

不同意

立同意書人：

(簽章)

中 華 民 國 九 十 七 年 月 日

附錄三、 健康情況調查表

本表只在幫助您瞭解自身之健康情況，並協助測驗人員決定在測驗前是否需要進一步的健康檢查。您若覺下列問題不便回答，可以不答；但若是您拒絕回答的問題，對本測驗非常重要，那麼您將不能參與此項測驗。

過去一年間，醫生是否告訴您有下列狀況：(請您在有，無，不確定欄中打√)

	有	無	不確定
1. 高血壓	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. 心臟病	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. 心絞痛	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. 先天心臟病	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. 風溼熱、霍亂	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. 中風	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. 糖尿病	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. 痛風	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. 腎臟病	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. 貧血	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. 癌症	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12. 緊張，情緒或心理異常	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13. 癲癇	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14. 氣喘	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15. 頭痛(痛的必須停止工作)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16. 心律不整	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17. 暈倒或失去知覺	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
18. 很快站起來時，會頭暈或輕微疼痛	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19. 不明之體重下降	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
20. 其他重大疾病	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
21. 過去一年間是否住院？為什麼？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
22. 過去一年內，您曾否做過健康檢查	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
23. 半年曾有過下肢運動傷害	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

簽 名 _____

填表日期 _____

附錄四、受試者基本資料

在您瞭解及同意配合本實驗後，請詳細填寫下列基本資料，為了配合實驗需要，所填寫的資料將會公開(姓名不予公開)作為研究資料，敬請填寫真實資料，謝謝合作與配合。

編號：_____ 姓名：_____ 年級：_____

生日：_____年_____月_____日

身高：_____

體重：_____

體脂肪重：_____

去脂肪重：_____

慣用腳：_____

訓練年限：_____

專項位置：_____ (舉球員、攻擊手、快攻手、自由球員)

最佳成績：_____

感謝您對本研究全面的支持與配合！

中 華 民 國 九 十 七 年 _____ 月 _____ 日