

國立臺灣體育運動大學
National Taiwan University of Physical
Education & Sport
運動健康科學學系碩士班
碩士論文

團體抗力球運動課程對跳躍生物力學的效應
THE EFFECT OF EXERCISE TRAINING USING
STABILITY BALL ON THE BIOMECHANICS OF
JUMPING



研究生：吳予藍

指導教授：吳鴻文 教授

共同指導：張怡雯 教授

中華民國 101 年 7 月

論文名稱：團體抗力球運動課程對跳躍生物力學的效應

總頁數：81 頁

院校所組別：國立臺灣體育運動大學運動健康科學學系碩士班

畢業時間及提要別：100 學年度第 2 學期碩士論文提要

研究生：吳予藍

指導教授：吳鴻文 博士

共同指導：張怡雯 博士

中文摘要

目前常用來進行核心肌力訓練的方式有傳統式、增強式以及抗力球訓練，而使用抗力球進行核心訓練已是目前普遍的方式，但目前的訓練方式皆為單一性的動作訓練。美國運動醫學學會建議，一套完整的運動課程應包含心肺、肌力/肌耐力以及柔軟度訓練，以增加完整的運動訓練效應。此外，前十字韌帶損傷為常見之下肢運動傷害，其常發生於跳躍著地動作時。過去的研究指出進行肌力訓練增強軀幹穩定性可改善造成跳躍著地時的生物力學參數，降低前十字韌帶損傷的機率。然而，之前的研究大都以傳統式及增強式訓練為主，或是抗力球單一動作的訓練效應，鮮少有探討以抗力球進行完整的運動課程效應。**目的：**(a) 探討三個月團體抗力球運動訓練課程在健康體適能上的效應。(b) 評估團體抗力球運動課程訓練後是否能改變跳躍著地時的生物力學參數。**方法：**遵循美國運動醫學學會之運動訓練原則，設計一套完整之團體抗力球運動訓練課程，包含心肺、肌力/肌耐力以及柔軟度訓練。在運動訓練前後分別收集健康體適能檢測參數以及跳躍著地之生物力學參數。以成對樣本 t 檢定比較受試者在運動訓練課程前後健康體適能以及跳躍著地生物力學參數之差異。**結果：**(a) 在健康體適能檢測結果顯示，進行三個月團體抗力球運動訓練後，最大耗氧量 (VO_{2max})、肌耐力以及柔軟度均明顯提升。(b) 在跳躍著地生物力學參數中，進行三個月團體抗力球運動訓練後，在跳躍著地時軀幹、髖關節及膝關節屈曲角度增加而膝關節外轉角度與踝關節蹠曲角度減少。(c) 在跳躍表現上，進行三個月團體抗力球運動訓練後，跳躍最大高度以及起跳時瞬時速度均顯著增加。**結論：**進行三個月團體抗力球運動訓練後，可明顯提升心肺耐力、肌耐力與柔軟度等健康體適能能力。同時，與跳躍著地時前十字韌帶損傷相關之生物力學因子，訓練後亦有顯著改變。由此可知一套完整之團體抗力球運動課程訓練後，可提升健康體適能能力，並有助於降

低跳躍著地時，發生前十字韌帶損傷之機率。

關鍵字：抗力球、體適能、跳躍著地、前十字韌帶損傷

The Effect of Exercise Training using Stability Ball on the Biomechanics of Jumping

Abstract

Nowadays, there are three main types of core strength training: traditional strength training, progressive strength training and strength training using a stability ball. Strength training using a stability ball (Swiss ball) to improve core muscles has been a common method. However, the previous studies about training using Swiss ball only focused on specific action. Few of studies have discussed the effect of training program. According to the American College of Sport Medicine's (ACSM) training guidelines, a training program should contain a set of trainings including cardiorespiratory endurance, muscle strength/muscle endurance and flexibility. Besides, anterior cruciate ligament (ACL) injury which most often occurs during landing from jumping is a common lower limb injury. Previous researches have indicated that core muscle strength training for trunk stability could improve the parameter of biomechanics during landing. Also, the published researches about for muscle strength training only studied the effect traditional and progressive training. Few studies had discussed the training effect of strength training program using a Swiss ball. **Purpose:** (a) To study the training effect of three-month stability ball training program on the health-related fitness. (b) To estimate the training effects on the biomechanical parameters of jump landing. **Methods:** We designed a training program using Swiss ball according ACSM's training guidelines, including cardiorespiratory endurance, muscle strength/muscle endurance and flexibility. The health-related physical fitness assessments and the biomechanical parameters of jump landing were recorded before and after training. Pair-*t* test was used to compare the difference of the parameters of physical fitness assessments and jump landing before and after training. **Result:** The results of health-related physical fitness assessments indicated that the VO_{2max} ,

muscular endurance and flexibility have significantly improved after three-month stability ball training. The resulted showed that the flexion angles of trunk, hip and knee joint during jump landing were increased. Also, the knee external rotation and ankle plantar flexion angles during jump landing were decreased after training. Besides, both maximal jump height and take-off velocity were increased. **Conclusion :** There were significant training effects on the cardiorespiratory endurance, muscular endurance and flexibility and biomechanical parameters during jump landing related to the factor of the ACL injuries. The training program using a stability ball in this study is helpful to improve health-related physical fitness and to reduce the chance of ACL injury.

Key word : Stability Ball, Physical Fitness, Jump Landing, Anterior Curciate Ligament Injury

誌謝

在研究所的這兩年時間過得非常快，從一開始懵懵懂懂到現在對於學術研究略懂一些，但是在這學術領域中仍有太多不足需要好好學習與了解。在這段學習過程中得到許多人的幫助，使這本論文可以順利完成，首先要感謝的是系主任呂欣善主任在百忙之中抽空提供論文撰寫的建議，讓論文內容更加充實與完整，接著要感謝我的指導教授吳鴻文老師和共同指導教授張怡雯老師撥空與我討論實驗設計與論文撰寫，每一次的討論都使我獲益良多，更讓我學習到如何進行實驗並學會獨立處理問題的能力。同時也要感謝張曉昫老師與羅世忠老師對於論文內容提供寶貴的建議，使的這本論文更為完善。另外也要感謝陳重佑老師提供實驗的儀器設備與實驗場地，令實驗研究可以順利完成。再來要特別感謝建志在實驗儀器操作的協助，以及榕津在忙碌之中抽空進行運動課程教學，更感謝凱涵學姊、姍姍、偉恩、崇富、迦達還有奕翔協助我進行實驗資料的收集，還有各位運健系及體育系的同學及學妹們：舒詠學姊、佳融、亭妤、毓嬋、宣羽、雅智、巧夢與薇雅，感謝妳們願意協助實驗測試，最後要感謝昭菁助教與系辦公室的幫助，使我可以順利完成論文。此外，更感謝我的家人一直在背後支持我，使我可以沒有顧慮的完成我的論文，謹以此文，獻給我感謝的大家。

吳予藍 謹誌

中華民國 101 年 7 月

目 錄

中文摘要	I
Abstract.....	III
誌謝	V
目 錄	VI
圖 目 錄	VII
表 目 錄	VI
第 壹 章 緒 論	1
第一節 研究背景與動機	1
第二節 研究目的	2
第三節 研究假定	3
第 貳 章 文 獻 探 討	4
第一節 核心肌群	4
第二節 抗力球核心訓練及效應	6
第三節 跳躍著地時之下肢運動傷害	9
第四節 美國運動醫學學會運動訓練原則	11
第五節 抗力球運動訓練模式	13
第 參 章 研 究 方 法 與 步 驟	16
第一節 實驗受試者	16
第二節 運動課程設計	17
第三節 實驗儀器與設備	21
第四節 實驗流程與步驟	23
第 肆 章 結 果	33
第一節 團體抗力球運動訓練在體適能的效應	33
第二節 團體抗力球運動訓練在跳躍著地生物力學 參數之效應	34

第伍章 討論	60
第一節 團體抗力球運動訓練在體適能的效應	60
第二節 團體抗力球運動訓練在跳躍著地生物力學 參數之效應	61
第陸章 結論與建議	67
參考文獻	70
附錄 A 受試者同意書	78
附錄 B 下肢功能評估表	80
附錄 C 受試者實驗記錄表	81

圖目錄

圖 2-1	腹直肌、腹橫肌、腹內斜肌與腹外斜肌	5
圖 2-2	腰大肌與髂腰肌	5
圖 2-3	豎棘肌	6
圖 2-4	坐立於抗力球上之正確位置	7
圖 3-1	Rebox 抗力球	22
圖 3-2	實驗流程圖	24
圖 3-3	ACSM Curl up 測試動作圖	25
圖 3-4	Reach-box 柔軟度測試	25
圖 3-5	運動自覺吃力程度量表	27
圖 3-6	反光標記黏貼位置	28
圖 4-1	心肺耐力檢測	33
圖 4-2	肌耐力檢測	34
圖 4-3	柔軟度檢測	34
圖 4-4	垂直跳躍著地後最大垂直力之發生時間	35
圖 4-5	跨步跳躍著地後最大垂直力之發生時間	35
圖 4-6	垂直跳躍著地後正規化最大垂直反作用力	36
圖 4-7	跨步跳躍著地後正規化最大垂直反作用力	36
圖 4-8	垂直跳躍著地後負荷增加率	37
圖 4-9	跨步跳躍著地後負荷增加率	37
圖 4-10	垂直跳躍最大高度	38
圖 4-11	跨步跳躍最大高度	38
圖 4-12	垂直跳躍著地瞬間髌關節屈曲角度	39
圖 4-13	跨步跳躍著地瞬間髌關節屈曲角度	39
圖 4-14	垂直跳躍著地瞬間膝關節屈曲角度	40

圖 4-15	跨步跳躍著地瞬間膝關節屈曲角度	40
圖 4-16	垂直跳躍著地瞬間膝關節外展/內收角度	41
圖 4-17	跨步跳躍著地瞬間膝關節外展/內收角度	41
圖 4-18	垂直跳躍著地瞬間膝關節內轉/外轉角度	42
圖 4-19	跨步跳躍著地瞬間膝關節內轉/外轉角度	42
圖 4-20	垂直跳躍著地瞬間踝關節蹠曲角度	43
圖 4-21	跨步跳躍著地瞬間踝關節蹠曲角度	43
圖 4-22	垂直跳躍著地瞬間軀幹屈曲/伸展角度	44
圖 4-23	跨步跳躍著地瞬間軀幹屈曲/伸展角度	44
圖 4-24	垂直跳躍起跳時瞬時垂直速度	45
圖 4-25	跨步跳躍起跳時瞬時垂直速度	45
圖 4-26	垂直跳躍著地瞬間髌關節伸展力矩	46
圖 4-27	跨步跳躍著地瞬間髌關節伸展力矩	46
圖 4-28	垂直跳躍著地瞬間膝關節向後側力量	47
圖 4-29	跨步跳躍著地瞬間膝關節向前側力量	47
圖 4-30	垂直跳躍著地瞬間膝關節向內/外側力量	48
圖 4-31	跨步跳躍著地瞬間膝關節向內/外側力量	48
圖 4-32	垂直跳躍著地-著地後一秒間之髌關節伸展最大力矩	49
圖 4-33	跨步跳躍著地-著地後一秒間之髌關節伸展最大力矩	49
圖 4-34	垂直跳躍著地-著地後一秒間之髌關節屈曲最大力矩	50
圖 4-35	跨步跳躍著地-著地後一秒間之髌關節屈曲最大力矩	50
圖 4-36	垂直跳躍著地-著地後一秒間之膝關節伸展最大力矩	51

圖 4-37	跨步跳躍著地-著地後一秒間之膝關節伸展最大力矩	51
圖 4-38	垂直跳躍著地-著地後一秒間之膝關節屈曲最大力矩	52
圖 4-39	跨步跳躍著地-著地後一秒間之膝關節屈曲最大力矩	52
圖 4-40	垂直跳躍著地-著地後一秒間之膝關節內收最大力矩	53
圖 4-41	跨步跳躍著地-著地後一秒間之膝關節內收最大力矩	53
圖 4-42	垂直跳躍著地-著地後一秒間之膝關節外展最大力矩	54
圖 4-43	跨步跳躍著地-著地後一秒間之膝關節外展最大力矩	54
圖 4-44	垂直跳躍著地-著地後一秒間之膝關節向前最大力量	55
圖 4-45	跨步跳躍著地-著地後一秒間之膝關節向前最大力量	55
圖 4-46	垂直跳躍著地-著地後一秒間之膝關節向後最大力量	56
圖 4-47	跨步跳躍著地-著地後一秒間之膝關節向後最大力量	56
圖 4-48	垂直跳躍著地-著地後一秒間之膝關節向內最大力量	57
圖 4-49	跨步跳躍著地-著地後一秒間之膝關節向內最大力量	57
圖 4-50	垂直跳躍著地-著地後一秒間之膝關節向外最大力量	58
圖 4-51	跨步跳躍著地-著地後一秒間之膝關節向外最大力量	58
圖 4-52	垂直跳躍著地-著地後一秒重心左右偏移量	59
圖 4-53	跨步跳躍著地-著地後一秒重心左右偏移量	59

表目錄

表 2-1	ACSM 抗力球選擇之身高對照表	7
表 2-2	ACSM 心肺運動訓練原則	12
表 2-3	ACSM 肌力訓練運動原則	12
表 2-4	ACSM 柔軟度訓練運動原則	12
表 2-5	抗力球核心肌力訓練動作	13
表 2-6	抗力球胸部及背部訓練動作	14
表 2-7	抗力球下肢訓練動作	14
表 2-8	抗力球上肢訓練動作	14
表 2-9	抗力球伸展動作	15
表 3-1	受試者基本資料	17
表 3-2	團體抗力球運動訓練課程時間配置	17
表 3-3	有氧舞蹈基本動作	18
表 3-4	運動課程設計範例	20
表 3-5	Bruce 最大耗氧量測試階段表	26
表 3-6	反光標記黏貼位置	29
表 5-1	降低前十字韌帶受傷發生之參數	65

第壹章 緒論

第一節 研究背景與動機

近年來使用抗力球 (Swiss ball/stability ball) 進行核心肌力訓練 (core muscle training) 是很普遍的方式，抗力球不僅能進行肌力訓練，也能進行心肺及柔軟度訓練。相較於國內，西方國家利用抗力球進行運動訓練較為盛行。正確及適當的使用抗力球來進行運動，可以增加運動的多樣性，提高對運動的興趣以及運動樂趣。另外抗力球運動訓練不只可以增加運動樂趣，也能有效的增加核心肌力 (core muscle strength)，是一個值得推廣的運動訓練方式。相對於傳統阻力運動，使用抗力球進行阻力訓練的方式可增加核心肌力，在抗力球上，其所產生的不穩定平面，亦可配合訓練課程進行較小負重與較長時間的訓練，增進核心肌耐力、本體感覺 (proprioception) 和反應能力，降低下肢傷害的可能。

前十字韌帶損傷 (anterior cruciate ligament injury; ACL) 是一般常見的下肢運動傷害，尤其是在籃球、排球或足球等需要大量跳躍著地 (jump landing) 動作、瞬間改變方向或折返跑的運動上。過去有許多研究探討跳躍著地時之下肢生物力學參數與運動傷害發生的相關性 (Beynon & Fleming, 1998; Kanamori, Woo & Ma, 2000; George, Iraklis, Vassilios & George, 2004; Swartz, Decoster, Russell & Croce, 2005)。研究發現跳躍著地時，軀幹姿勢、膝關節及髖關節的負荷形式與角度等因素，是影響表現以及造成前十字韌帶損傷以及踝關節扭傷 (ankle sprain) 等運動傷害的重要因

子。而在進行跳躍著地瞬間，這些因素大多受到軀幹的穩定性所影響。因此是否能藉由增加軀幹的穩定性以降低跳躍著地時受傷發生的機率，是很值得探討的一項議題。

因此本研究擬利用目前盛行的抗力球運動來進行核心肌力訓練運動，提升受試者的核心穩定能力，研究中將進行三個月的團體抗力球運動（包括心肺、肌力與伸展運動），探討其對心肺適能、核心肌力及柔軟度的效應，並進一步探討是否會對跳躍著地之下肢生物力學參數有所影響。

第二節 研究目的

目前有許多增強跳躍技巧的運動方式，目前常見的運動訓練為增強式運動訓練以及傳統核心肌力訓練。由於目前已有許多研究指出，抗力球核心肌力訓練可以比傳統式的核心肌力訓練更有效的活化肌肉以及增加身體的穩定性（Marshall & Murphy 2005; Sternlicht, Rugg, Fujii, Tomomitsu & Seki, 2007; Rafael, Clare & Duncan, 2010），但是仍沒有研究探討使用「抗力球運動課程」在增進核心肌力上的實際效應，及其對跳躍著地的影響，因此本研究之主要目的為：

1. 探討三個月的團體抗力球運動訓練課程，其在健康體適能上的效應。
2. 探討團體抗力球運動訓練是否能改變跳躍著地時的生物力學參數。

第三節 研究假定

本研究受試者為國立臺灣體育運動大學之一般學生，皆非學校內專長隊選手。所有受試者在進行三個月抗力球課程期間，均無參與其他核心肌力訓練課程，且其日常生活體能活動，不會影響抗力球課程的訓練成效。

第貳章 文獻探討

第一節 核心肌群

核心肌群 (core muscle) 即是指維持基本身體活動及功能的主要肌群，而核心肌群在作用時是由一系列的肌肉活化來執行動作 (McGill, 2001; McGill, Grenier, Kavcic & Cholewicki, 2003)，當身體在進行體能活動時，若核心肌群的活化程度較高，相對的也較能維持身體的穩定性。核心肌群包含腹部及背部淺層及深層的小肌群，例如：腹直肌 (rectus abdominus)、腹外斜肌 (external oblique)、腹內斜肌 (internal oblique)、腹橫肌 (transversus abdominus)、多裂肌 (multilidi muscle)、豎棘肌 (erector spinae)、腰大肌 (psoas major)、髂腰肌 (iliacus) 等肌肉，其位置如圖 2-1、2-2 及 2-3 所示。

軀幹及腹部大約佔 50% 的全身質量，其又稱為”動力源” (center of power)。在各種體能活動時，腹部肌肉活化以維持身體平衡及穩定，有助於肢體的運動表現，使動作更流暢。過去研究發現，在進行下肢活動時，身體核心肌群會先活化以為持身體的穩定 (Hodges & Richardson, 1997)。當進行髖關節各個方向的活動時，相對於下肢肌肉，腹橫肌及腹協肌皆會較早活化。而其中，腹橫肌是最早活化的肌肉。

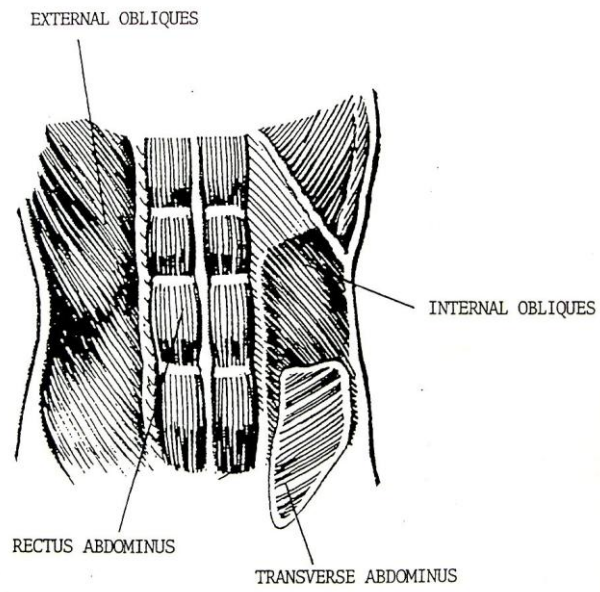


圖 2-1：腹直肌、腹橫肌、腹內斜肌與腹外斜肌

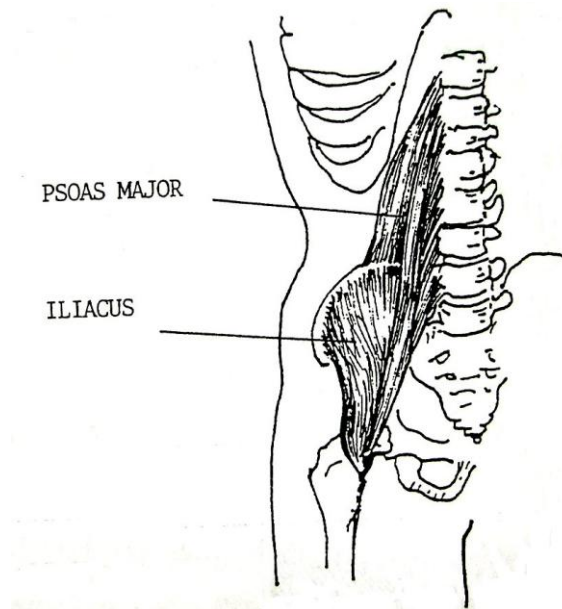


圖 2-2：腰大肌與髂腰肌

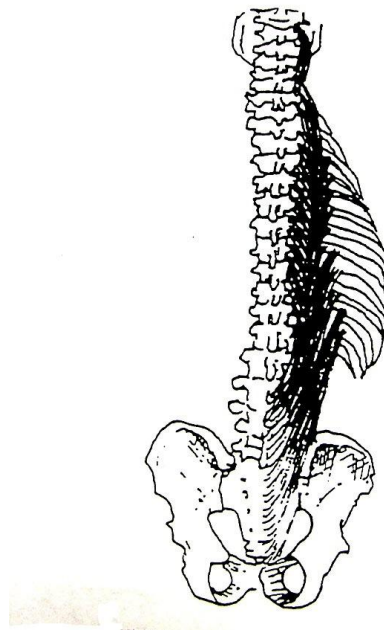


圖 2-3：豎棘肌

第二節 抗力球核心訓練及效應

抗力球的使用已有 40 年以上的歷史，而利用抗力球來進行運動最早是由瑞士的物理治療師 Berta 以及 Karel Bobath 在 1965 年使用於兒童復健上，之後流傳至美國，被大量應用於物理治療及運動上。

運動時使用之抗力球大小的選擇方式：

1. 使用者坐立於球上，雙腳著地，髖關節與膝關節需彎曲成 90° (圖 2-4)。
2. 依照美國運動醫學學會 (American College of Sport Medicine 【ACSM】) 所提出的身高分類法 (American College of Sport Medicine, 2011) 來進行選擇 (表

2-1)。

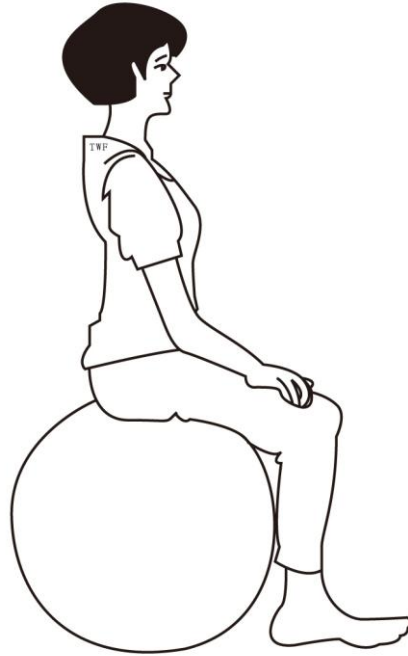


圖 2-4：坐立於抗力球上之正確姿勢

表 2-1：ACSM 抗力球選擇之身高對照表

身高	抗力球直徑大小
< 145 cm	30-35 cm
140-165 cm	45 cm
165-185 cm	55 cm
185-195 cm	65 cm
> 195 cm	75 cm
肥胖或腳很長之運動者	85 cm

近幾年來，肌力訓練（resistance training）的方式已經不只有傳統的訓練方式：自由重量訓練（free weights）、機

械式重量訓練 (variable-resistance machines) 以及無負重的地板式訓練，例如：伏地挺身 (push-up) 與仰臥起坐 (sit-up)，利用抗力球來進行肌力訓練已廣泛的被社會大眾所使用。

目前有許多研究測量在抗力球上進行腹部肌力訓練時肌肉的活化程度 (Vera-Garcia, Grenier & McGill, 2000; Cosio-Lima, Reynolds, Winter, Paolone & Jones, 2003; Mori, 2004; Sternlicht et al., 2007)，也有研究測量傳統式腹部訓練的肌肉活化程度 (Vera-Garcia et al., 2000; Escamilla, Babb & DeWitt, 2006; Sternlicht et al., 2007)，除了分別探討使用抗力球與傳統式訓練的肌肉活化程度之外，也有許多研究比較抗力球核心肌力訓練與傳統式腹部訓練間肌肉活化程度的差異 (Paul et al., 2005; Sternlicht et al., 2007; Pafael et al., 2010)，這些研究結果均顯示，利用抗力球進行核心肌力訓練的肌肉活化程度會大於傳統式腹部訓練。但是目前的研究都只針對單一訓練動作對肌肉活化的效應，還沒有研究探討抗力球運動課程的效應為何。

抗力球的核心肌力訓練除了應用在運動上，也廣泛的被應用於復健治療上，有研究指出抗力球運動對腹直肌、腹橫肌的動作控制及復健的功能有明顯的幫助 (Jull, Richardson, Toppenberg, Comerford & Bui, 1993)，此外，有研究指出核心肌群的訓練對脊椎來說是一種很安全的訓練方式 (Juker, McGill, Kropf & Stefen, 1998; Vera-Garcia et al., 2007)，因此很常被使用於治療及預防下背痛 (low back pain)。

第三節 跳躍著地時之前十字韌帶傷害

前十字韌帶損傷為目前常見的下肢運動傷害之許多研究證實，女性發生前十字韌帶損傷的機率大於男性（Arendt & Dick, 1995；Ireland, Gaudette & Crook, 1997；Decker, Torry, Wyland, Sterett & Steadman, 2003）。相對於男性，女性在跳躍著地時軀幹會較直立，膝關節及踝關節會有較多的關節活動範圍（range of motion）及較大的角速度。同時，女性會使用膝關節伸肌群（knee extensors）及踝關節蹠肌群（plantar-flexors）來吸收較多衝擊的能量，男性則會使用膝關節伸肌群及髖關節伸肌群來吸收衝擊的能量（Decker et al., 2003）。Kulas, Hortoba 與 DeVita, 2010 亦發現男性在跳躍著地瞬間，腹橫肌及腹內斜肌相對會有較大的活化，以維持身體的穩定性。此外，男性在著地前，核心肌群即有明顯的活化，作者推論其會影響軀幹的運動，進而影響到下肢著地的力學參數。除了性別因素外，還有許多可能的影響因子如：生理、荷爾蒙或男性與女性間結構的差異（Hewett, 2000、Huston, Greenfield & Wojtys, 2000）。

除研究性別的差異外，也有研究分析青春期前後（青春前期—兒童、青春後期—成人），執行跳躍著地動作時的生物力學參數差異以及發生下肢運動傷害的機率（Swartz et al., 2005；George et al., 2007）。男性在青春期前後，由於神經肌肉的發展，有明顯增加跳躍高度及降低著地衝擊力的能力，會降低著地時前十字韌帶受傷的機率（Quatman, Ford, Myer & Hewett, 2005）。此外，青春期的兒童在發生前十字韌帶損傷的機率只有 0.5%（Andrish, 2001），青春後期的

成人發生前十字韌帶損傷的機率相對高於兒童，造成此結果的可能因素有兒童的跳躍著地技巧優於成人（Devita & Skelly, 1992; Lephart, Ferris, Riemann, Myers & Fu, 2002）、生理發展或技能應用以及經驗所造成（Swartz et al., 2005）。

大多數前十字韌帶損傷都是發生在非接觸性的動作上，如：跳躍著地的動作（Hewett et al., 2000）。若在跳躍著地時髖關節及膝關節屈曲角度較小，會造成膝關節很大的負荷，此時前十字韌帶會產生很大的應變（Beynon et al., 1998; Kanamori et al., 2000），進而使前十字韌帶受傷發生的機率增加。跳躍著地時，身體直立及過多的膝外翻角度（knee valgus）會增加前十字韌帶受傷的風險。著地時，軀幹屈曲的角度較大時，會伴隨增加髖關節及膝關節屈曲角度（Blackburn & Padua, 2008）。跳躍著地時軀幹屈曲亦會降低地面的垂直力及股四頭肌的肌電訊號活化強度，進而降低前十字韌帶受傷的風險（Leetun, Ireland, Willson, Ballantyne & Davis, 2004, Blackburn & Padua, 2009）。

先前研究亦發現核心的穩定性，可當作發生膝關節前十字韌帶受傷的預測指標，特別是在女性（Zazulak, Hewett, Reeves, Goldberg & Cholewicki, 2007）。Marshall, Mckee 與 Murphy, 2009 發現踝關節功能性不穩的患者（functional ankle instability）在跳躍著地時，腹直肌及豎棘肌的活化會相對延遲，而其真正的原因仍有待進一步了解。近年來，亦有學者提出跳躍著地時髖關節內旋力矩、膝關節外翻角度、膝關節伸肌群的力矩以及軀幹的穩定性，是發生膝關節前十字韌帶受傷很好的預測指標（Hewett et al., 2000; Paterno et al., 2010）。

而有些研究則探討會運動訓練如：增強式跳躍訓練、核心肌力訓練等來比較訓練前後對跳躍著地之下肢生物力學的差異，探討是否可降低前十字韌帶受傷的因子。研究發現增強式跳躍訓練與核心肌力訓練後，皆會增加垂直跳躍高度，但核心肌力訓練組會降低著地時的垂直衝擊力，而增強式跳躍訓練組則會增加著地時的垂直衝擊力（Myer, Ford, Brent & Hewett, 2006）。Butcher, Craven, Sprigings, Chilibeck 與 Spink 於 2001 年發現三週的核心訓練後即可明顯增加跳躍的垂直速度，而九週之後，則以核心訓練結合下肢肌力訓練，會有較好的跳躍的速度。

綜合過去文獻的探討可知，核心肌力訓練可以增加肌肉的活化程度，藉此增加身體的穩定性外，也可能改變在進行跳躍著地時的力學因子（前十字韌帶損傷）。相對於一般的傳統式肌力訓練動作，抗力球核心肌力訓練動作可以更明顯的增加肌肉活化程度，但是目前仍未有研究針對執行一段時間的訓練課程後，核心肌力增長的效益。因此，若能更加瞭解利用抗力球來進行肌力訓練，其增加核心肌力情形，以及其對跳躍著地之下肢生物力學參數的影響，有助於在前十字傷害的預防、復健治療或運動訓練上有更進一步的應用。

第四節 美國運動醫學學會運動訓練原則

根據美國運動醫學學會（ACSM）所提出，一個完整的運動訓練課程需包含暖身運動、心肺訓練運動、緩和運動、肌力訓練運動以及伸展運動（American College of Sports Medicine, 2006），美國運動醫學學會提出的運動訓練原則

(ACSM, 2006)如表 2-2、2-3 及 2-4 所示：

表 2-2：ACSM 心肺運動訓練原則

項目	建議
頻率	3~5 次/週
強度	55/65~90%最大心跳率
時間	20~60 分鐘
型態	持續的、規律的大肌群的運動

表 2-3：ACSM 肌力訓練運動原則

項目	建議
頻率	2~3 次/週
強度	最大強度的 65~85%
次數	8~12 下
組數/回合	1~3 回合
間隔	每回合中間休息 2 分鐘
修復期	不同次的訓練中間需休息 48 小時
增加強度	漸進性的，不要超過 5%的重量
運動範圍	完全的關節活動範圍
呼吸	用力時吐氣，不要憋氣

表 2-4：ACSM 柔軟度訓練運動原則

項目	建議
頻率	2~3 次/週
強度	到中度不舒服的位置
時間	每個伸展動作維持 10~30 秒
組數/回合	每一肌群至少 3~4 回合
型態	靜態伸展或本體感覺神經促進術伸展動作

第五節 抗力球運動訓練模式

本研究之抗力球核心肌力訓練課程的訓練內容為一般體適能運動中常見的訓練動作，不同訓練動作所訓練的主要肌群並不相同，課堂中皆以訓練全身之大肌群及核心肌群為主，以下將詳細列出各項訓練動作及訓練的主要部位，實驗之運動課程將搭配這些動作進行課程的安排，詳細動作介紹如表 2-5、2-6、2-7 及 2-8 所示 (Goldenberg & Twist, 2007.)。

表 2-5：抗力球核心肌力訓練動作

動作名稱	主訓練肌
折疊式 (jackknife)	腹肌
軀幹平衡訓練 (prone balance)	腹肌
髖關節平衡訓練 (prone balance hip opener)	腹肌、豎棘肌
伏地挺身 (balance push-up)	三頭肌、胸大肌
反式伏地挺身 (reverse push-up)	三頭肌、胸大肌
超人式 (progressive tabletop)	腹肌
跪姿身體滑動訓練 (kneeling rollout)	腹肌
剪刀腳訓練 (supine rotator scissors)	腹肌
仰臥起坐 (sit-up)	腹肌
反式仰臥起坐 (back extension)	豎棘肌
仰臥身體捲曲 (supine reverse trunk curl)	腹肌
仰臥髖關節伸直 (supine hip extension)	腹肌
側腹部訓練 (sidelying lateral flexion)	腹內/外斜肌

表 2-6：抗力球胸部及背部訓練動作

動作名稱	主訓練肌
繞著地球轉 (ball walk-around)	胸大肌
雙人站姿胸推 (standing partner stability ball chest press)	胸大肌
雙人單手胸推 (alternating partner arm press)	胸大肌
仰臥擴胸 (supine dumbbell press and fly)	胸大肌
闊背下拉 (lat pulldowns)	闊背肌

表 2-7：抗力球下肢訓練動作

動作名稱	主訓練肌
髖關節伸直以及膝關節屈曲 (hip extension and knee flexion)	股四頭肌、 腿後肌群
髖關節旋轉 (push-up position hip opener)	外展/內收肌群
雙人單腳彎曲訓練 (leg-hip-core multidirectional control)	股四頭肌、 腿後肌群
單腳旋轉 (single-leg rotations)	外展/內收肌群
仰臥雙腳捲曲 (supine leg curl)	股四頭肌
髖關節伸直 (prone hip extension)	腿後肌群
側躺髖關節外展 (sidelying abduction)	外展肌群
側躺髖關節內收 (sidelying adduction)	內收肌群

表 2-8：抗力球上肢訓練動作

動作名稱	主訓練肌
三頭肌下壓 (seated triceps dip)	肱三頭肌
啞鈴二頭肌屈曲 (biceps curl)	肱二頭肌
啞鈴三頭肌訓練 (incline triceps extension)	肱三頭肌

在執行抗力球運動的各個動作時，並非所有的主要訓練肌群都是核心肌群，但是身體在執行運動訓練動作時，為了要維持身體的穩定性及良好的核心姿勢，同時也會持續的訓練到核心肌群的肌耐力，因此利用抗力球來進行運動訓練，可以更有效的訓練核心肌力。除了利用抗力球進行肌力訓練外，最後也會使用抗力球進行伸展運動，伸展運動動作詳細介紹如表 2-9 所示：

表 2-9：抗力球伸展動作

動作名稱	伸展肌群
後背部伸展 (posterior trunk stretch)	豎棘肌
腿後肌伸展 (hamstring stretch)	腿後肌群
外展肌群伸展 (abductors stretch)	大腿外展肌群
內收肌群伸展 (adductors stretch)	大腿內收肌群
軀幹旋轉肌群伸展 (rotary trunk stretch)	腹內/外斜肌
股四頭肌伸展 (quadriceps stretch)	股四頭肌
腓腸肌/比目魚肌伸展 (gastrocnemius / soleus stretch)	腓腸肌/比目魚肌
肱二頭肌伸展 (bicep stretch)	肱二頭肌
肱三頭肌伸展 (tricep stretch)	肱三頭肌
闊背肌伸展 (latissimus dorsi stretch)	闊背肌
胸大肌伸展 (pectoralis major)	胸大肌

第參章 研究方法與步驟

第一節 實驗受試者

本研究受試者為 15 名國立臺灣體育運動大學之學生，受試者篩選條件為：

1. 校內之一般生，包含大學部及研究所
2. 非校內專長隊及代表隊之選手
3. 半年內無下肢運動傷害及下背痛之情形
4. 未參與過抗力球（stability ball/Swiss ball）核心訓練運動（core muscle training）者。

所有受試者在參與實驗前均需簽屬「受試者同意書」，如附件 A，其主要目的在於讓受試者瞭解完整的實驗流程及內容，實驗內容包含三個月的抗力球核心訓練課程以及運動前後之生物力學參數收集。為確保受試者在半年內無任何下肢運動傷害及下背痛之情形，於實驗前均請受試者填寫下肢功能評估表（Lower Extremity Functional Scale【LEFS】），如附件 B，其評估表滿分為 80 分，臨床使用評估最低分為 9 分，分數越高表示下肢功能越穩定。共有 10 位受試者完成三個月運動課程並進行前後測實驗資料收集。本實驗共有 10 位女性受試者，均為國立臺灣體育運動大學之學生，在進行運動課程訓練前後於實驗資料收集前均測量其身高、體重、腰圍與臀圍等基本人體計測資料，於實驗前為評估受試者下肢功能使用 Lower Extremity Functional Scale（LEFS）下肢功能評估表其測量，其結果如表 3-1 所示。

表 3-1：受試者基本資料

測量項目	測量時間	
	前測	後測
身高 (cm)	159.1 ± 4.7	158.7 ± 5.1
體重 (kg)	58.4 ± 10.5	58.1 ± 11.7
身體質量指數 (BMI)(kg/m ²)	23.0 ± 3.3	22.9 ± 3.8
腰圍(肚臍上一吋)(cm)	73.21 ± 8.0	72.61 ± 8.8
臀圍 (cm)	96.38 ± 7.2	96.23 ± 9.4
LEFS 分數 (分)	77.6 ± 3.6	77.6 ± 0.5

第二節 運動課程設計

抗力球運動與一般運動相同，可以進行心肺訓練、重量訓練以及柔軟度訓練。本研究之抗力球核心訓練課程設計遵循美國運動醫學學會提出的運動訓練原則，課程中包含暖身運動、心肺訓練、肌力訓練以及伸展運動，詳細時間配置圖如表 3-2 所示。

表 3-2：團體抗力球運動訓練課程時間配置

項目	時間
運動頻率	2 次 / 週
運動時間	60 分 / 次
暖身運動	5~10 分
心肺運動	20~30 分
肌力訓練	20~30 分
伸展運動	5~10 分

每一次的運動課程中一開始會先進行暖身運動，讓受試者增加身體溫度及關節的活動度，以減少運動傷害發生的機率，接著進行 20~30 分鐘的抗力球心肺訓練，其課程安排主要依照有氧運動基本舞步（表 3-3）進行變化，並加上抗力球的使用來提高訓練強度及效果。

表 3-3：有氧舞蹈基本動作

低衝擊	高衝擊	連結步法
走步 (walk)	跑步 (running)	V 字步 (v step)
原地踏步 (march)	開合跳併步 (jumping jack)	曼波恰恰 (mambo cha cha)
踏併步 (step touch)	剪刀步 (scissor)	連續抬膝 (repeater knees)
後勾腿 (leg curl)	搖擺步 (swith)	麻花步 (grapevine)
側點步 (side touch)	小馬步 (pony)	連續後勾腿 (leg curl)
麻花步 (grapevine)	滑曳步 (shuffle)	
半蹲步 (half squat)	轉身步 (pivot turn)	
腳跟點步 (heel down)	鐘擺步 (swing)	
曼波 (mambo)	踢腿步 (kick)	
恰恰步 (cha cha)		
開開合合 (out-out-in-in)		
V 字步 (v step)		
菱形步 (diamond step)		
前、側抬膝 (knee up)		
方塊步 (box step)		
跨步抬膝 (step knee)		

心肺訓練後，接著利用抗力球進行核心肌力訓練運動，每次訓練都會訓練到身體的大肌群及核心肌群，身體的主要大肌群包含胸大肌、闊背肌、肱二頭肌、肱三頭肌、腹肌、豎棘肌、股四頭肌以及腿後肌群等，而核心肌群則包含腹直肌、腹橫肌、腹內斜肌、腹外斜肌、腰大肌、髂腰肌以及豎棘肌，其主要訓練動作如表 2-5~2-8 所示，每次課程會組合不同訓練動作來進行肌力訓練，但訓練的肌群都是一樣的。

運動課程的最後，會利用抗力球來進行伸展運動，伸展動作如表 2-9 所示，所有在運動中有訓練到的肌群都會進行伸展，放鬆肌肉、增加關節的活動度。

以上分別介紹抗力球心肺訓練動作、肌力訓練動作以及伸展動作，以下列出一課程設計的範例提供參考，如表 3-4 所示，而課程的時間分配情形則如表 3-2。

表 3-4：運動課程設計範例

訓練內容	訓練動作	訓練時間
暖身運動	走步+肩關節活動 踏併步+雙手後拉 後勾腿+闊背下拉	5~10分
心肺運動	走步+拍球 三步向前+雙手抱球上推 側點步+雙手抱球前推 麻花步+身體側轉 連續抬膝+雙手抱球碰膝	20~30分
肌力訓練	下蹲 雙人單腳彎曲訓練 側躺髖關節外展/內收 闊背下拉 伏地挺身 啞鈴二頭肌屈曲 仰臥起坐 反式仰臥起坐 側腹部訓練	20~30分
伸展運動	股四頭肌/腿後肌伸展、胸大肌伸展、闊背肌伸展、肱二頭肌/三頭肌伸展、腹肌伸展、豎棘肌伸展、頸部伸展	5~10分

第三節 實驗儀器與設備

本研究使用動作分析系統、三維測力板系統、心肺功能測試系統，以及抗力球核心訓練運動課程所需使用之抗力球等設備，詳細儀器與設備介紹如下。

一、動作分析系統

本實驗之跳躍動作資料是由 VICON NEXUS 動作分析系統 (VICON NEXUS motion analysis system, Oxford Metrics LID.UK) 所收集，使用 8 台高速攝影機，配合黏貼於受試者身上之反光標記 (markers) 量測肢體運動軌跡，使用 VICON NEXUS 系統軟體標定反光標記位置，並將收集的原始資料處理後輸出分析。

二、三維測力板系統

本實驗之動力學資料是由 KISTLER 三維測力板系統 (KISTLER force plate, Type 9260AA, Winterthur, Switzerland) 所收集，收集受試者跳躍著地時的地面反作用力資料。並藉由數位類比訊號轉換器 (A/D converter) 與 VICON 動作分析系統同步進行資料收集。將收集到的資料配合運動學參數進行計算，可得進行跳躍動作後著地時的下肢關節力量、力矩等動力學參數。

三、心肺功能測試系統

本實驗之體適能心肺功能測量是使用 Sensor Medics Vmaxst 系統 (Sensor Medics Vmaxst, Vmax29C, California, USA) 進行資料收集，此系統主要使用跑步機進行心肺功能測試，並使用採氧面罩收集測試時之最耗耗氧量。

在進行心肺功能測試前需先開機待機 30-45 分鐘，而後進行校正動作，校正方式有兩種，一為氣流校正其次為三點校正，以確保測試時資料收集之準確性，確認機器無誤即可開始進行資料收集。

四、抗力球

本研究使用一般體適能訓練常見的抗力球（Swiss ball/stability ball）（圖 3-1）來進行核心肌力運動訓練，抗力球常見的大小直徑為 35~85 公分，抗力球大小及選擇方法如圖 3-1 及表 3-1。本研究之抗力球統一為 Reebok 公司（Stoughton, Massachusetts, Britain）所出產，依照受試者身高選擇不同抗力球大小。



圖 3-1：Reebok 抗力球

第四節 實驗流程與步驟

一、實驗流程介紹

本研究主要目的是要探討抗力球核心肌力訓練對跳躍著地之生物力學的影響。因此，在運動課程開始前會先進行跳躍時生物力學參數的資料收集。

實驗前，首先會先請受試者簽屬受試者同意書，告知所有實驗內容，並去除不適當之受試者（如：半年內有下肢運動傷害者或是有進行核心肌力訓練等相關運動者）。接著，以 VICON 動作分析系統收集兩種跳躍動作（counter movement jump 及 one step run-up and vertical jump）之運動學及動力學參數。此外，本研究亦進行 ACSM 肌耐力檢測的捲胸測試（curl-up test），並記錄其分數、最大攝氧量心肺檢測以及柔軟度檢測。

收集抗力球訓練課程前之數據後，開始進行三個月的抗力球訓練運動，在運動課程開始及結束時收集受試者，重覆上述欲分析參數的收集方式進行運動後的資料收集，並進行運動前後資料處理與分析。



圖 3-2：實驗流程圖

二、ACSM 捲胸測試 (curl-up test)

捲胸測試為美國運動醫學學會 (ACSM) 所提出之測量腹部肌耐力的方法 (American College of Sports Medicine, 2007)，測量方式為：受試者仰臥並屈膝 90° ，將手置於身體兩側，在指尖處黏貼膠帶做為記號，距離交代 10 公分處在黏貼一膠帶，此為測試時雙手需達到之目標。設定節拍器速度為 50 beat/min，受測者須依照節拍執行捲胸 (curl-up) 的動作，動作時受測者雙肩應同時離開地面 (軀幹與地面夾角約 30°)，動作結束時下背皆須回到平貼地面位置；依照節拍器節奏一分鐘完成 25 次，檢測持續一分鐘，當受試者無法跟上節拍或完成一分鐘動作則結束此測試。記錄測試結果，其滿分為 25 分。本實驗為求準確性，將分 3 次收集捲胸測試之結

果，並取最大值記錄與分析。



圖 3-3：ACSM Curl up 測試動作圖

(From: Answers.com 網站網址：www.answers.com)

三、Reach-box 柔軟度測試

本實驗之柔軟度測量法是使用美國運動醫學學會（ACSM）的體適能檢測方法來進行測量（ACSM, 2007），與國內常見的三角架測量不同處為，使用柔軟度測試箱可減少軀幹的限制，確保受試者檢測數據之準確性。測量方式為：受試者雙腳碰觸柔軟度測試箱底部，雙手中指交疊吸氣向上，吐氣時背部盡可能伸直慢慢往前推動指標儀，直至無法繼續向前移動為止，並在此位置停留 2 秒鐘，過程中雙腳膝關節不屈曲，記錄測量結果，每次測試三次取最大值。



圖 3-4：Reach-box 柔軟度測試

四、心肺耐力測試

本實驗使用 Bruce 跑步機最大耗氧量測試法進行運動訓練課程前後受試者之心肺耐力指數，進行心肺功能測試之流程為：

1. 測量運動前安靜心跳及血壓，以確保受試者之身體狀況。
2. 使用跑步機進行 3 至 5 分鐘暖身運動，以減少測試時之運動傷害的發生。
3. 測試開始，依照 Bruce 最大耗氧量測試階段法（表 3-5）進行心肺測試，每 3 分鐘為一階段增加坡度及速度，直到受試者衰竭為止。
4. 記錄最大耗氧量數值。
5. 測量受試者測試後一分鐘之恢復心跳及血壓，監控受試者狀況。

表 3-5：Bruce 最大耗氧量測試階段表

階段	時間（分鐘）	速度（mph）	坡度（%）
1	1-3	1.7	10
2	3-6	2.5	12
3	6-9	3.4	14
4	9-12	4.2	16
5	12-15	5.0	18
6	15-18	5.5	20

心肺功能測試中，判定達到最大耗氧量的指標為：

1. 心跳率達到最大心跳率之 95% 以上（最大心跳率 = 220 - 年齡）。

2. 呼吸交換率大於等於 1.0。
3. 在衰竭時受試者之運動自覺吃力量表(Borg, 1990)
(圖 3-5) 分數達 10 分。

0	Nothing at all	
0.5	Extremely weak	(just noticeable)
1	Very weak	
2	Weak	(light)
3	Moderate	
4		
5	Strong	(heavy)
6		
7	Very strong	
8		
9		
10	Extremely strong	(almost max)

圖 3-5：運動自覺吃力程度量表（RPE）

五、跳躍動作分析資料收集

本研究使用 VICON 動作分析系統來收及兩種跳躍動作的下肢生物力學參數，其操作流程如下：

（一）系統校正

在進行實驗收及前須先進行系統之校正，首先，使用動態校正器（wand）於量測空間中移動軌跡，以校正攝影

機擷取影像時可能產生之誤差。再以 L 型靜態校正器 (L-frame) 定義實驗室座標系，以確保實驗資料收集的精確度。

(二) 人體計測資料測量

在實驗開始前先測量受試者身高、體重等基本人體計測資料 (arthropometry)，並測量受試者大腿、小腿等肢段的周徑長度，作為實驗後資料分析之使用。

(三) 黏貼反光標記

攝影機會藉由黏貼於身體之反光標記所反射的紅光記錄身體肢段於三維空間中的運動軌跡，採樣頻率為 250 赫茲。本研究參考 Helen Hayes 下肢反光標記之黏貼方式，於受試者身上黏貼 33 顆反光標記，位置如下圖 3-6 及表 3-6 所示：

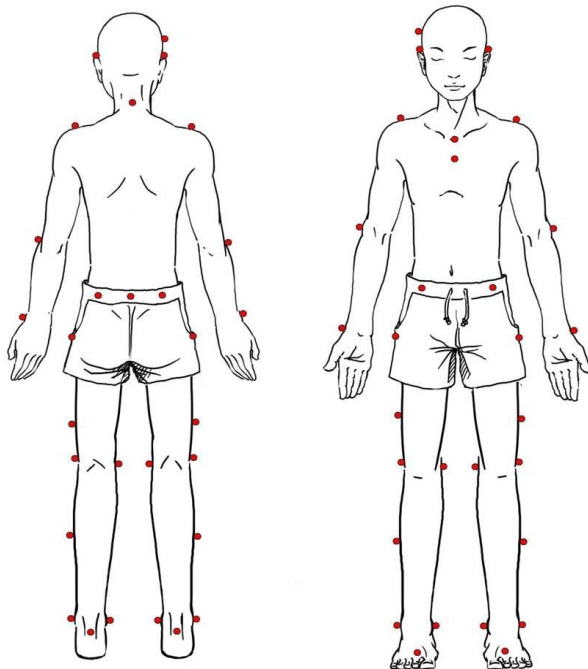


圖 3-6：反光標記黏貼位置

表 3-6：反光標記黏貼位置

肢段	黏貼位置	左右側
頭部	顳顎關節 右側上顎骨上方	左右側
軀幹	頸椎第七節 胸骨柄上端 劍突 胸椎第八節	
上肢	肩峰 肱骨外髁 橈骨莖突 髌前上棘 髌後上棘	左右側
骨盆	薦骨突上方 大轉子 股骨外上髁	左右側
下肢	股骨內上髁 足部外踝 足部內踝 第二蹠趾關節 腳跟（跟骨）	左右側

（四）靜態資料收集

受試者以解剖學姿勢站立，收集各肢段反光標記間的相對位置，計算出受試者各關節的起始角度（關節零度位置），以作為動態資料分析之基準。

(五) 動態資料收集

本研究所進行的跳躍動作(垂直跳躍、跨步跳躍)，為一般運動中常見的動作，如籃球、排球等運動。以下簡單介紹兩種跳躍動作：

1. 垂直跳躍(counter movement jump)：受試者於實驗開始時站立於力板上，待身體穩定後，朝正上方橡皮球做最大之垂直跳躍，並拍擊上方之橡皮球(Swartz et al., 2005)，然後自然落於力板上，測力板的採樣頻率為 1000 赫茲。
2. 跨步跳躍(one step run-up and vertical jump)：受試者在實驗開始時站立於力板前方之適當位置上，之後由其慣用邊向前跨步一次而後朝正上方橡皮球做最大之垂直跳躍，並拍擊上方之橡皮球(Swartz et al., 2005)，然後自然落於力板上，測力板的採樣頻率為 1000 赫茲。

六、資料分析與處理

(一) 跳躍動作運動學與動力學：

本研究是假設人體為一剛性的多體系統，利用攝影機擷取反光標記於空間座標系中位置，定義出各肢段的座標系。經由 6 赫茲低通濾波(low pass filter)過濾收集到生物力學參數資料之雜訊。藉由黏貼於受試者身上之反光標記計算出各關節中心，並配合使用人體計測資料及 Paolo, 1996 所提出之各肢段質量中心相對位置，來求得各肢段質量中心的實際位置。再將取得之各肢段於實驗室座標系下的重心加速度及尤拉參數，以尤拉角(Euler angle)方式

計算，以求得關節角度，尤拉角公式如下：

$$R_{yx'z''} = (\alpha, \beta, \gamma) = \left[\Gamma_{ij} \right]_{3 \times 3}$$

$$= \begin{bmatrix} S\alpha S\beta S\gamma + C\alpha C\gamma & S\alpha S\beta C\gamma - C\alpha S\gamma & S\alpha C\beta \\ C\beta S\gamma & C\beta C\gamma & -S\beta \\ C\alpha S\beta S\gamma - S\alpha S\gamma & C\alpha S\beta C\gamma + S\alpha S\gamma & C\alpha C\beta \end{bmatrix}$$

式子中 α 、 β 、 γ 的角度可由以下關係得知：

$$\beta = \text{Atan} 2\left(-\Gamma_{23}, \sqrt{(\Gamma_{13}^2 + \Gamma_{33}^2)}\right)$$

$$\alpha = \text{Atan} 2(\Gamma_{13}/C\beta, \Gamma_{33}/C\beta)$$

$$\gamma = \text{Atan} 2(\Gamma_{21}/C\beta, \Gamma_{22}/C\beta)$$

使用 McConville (1980) 整理之公式求得各肢段質量及質量中心之轉動慣量 (I)。以逆向動力學 (Inverse dynamics) 之原理計算牛頓－尤拉平衡方程式 (Newton-Euler equation)，求得關節力量與力矩。

$$F_p = ma - F_d - F_w$$

$$M_p = I\Omega + \omega \times I\omega - \left[M_d + r_d \times F_d + r_p \times F_p \right]$$

其中 F_p 是近端的關節力量， m 是肢段的質量， a 是肢段重心移動加速度， F_d 是遠端的關節力量， F_w 是肢段所受的重力， M_p 是近端的關節力矩， M_d 是遠端的關節力矩， r_p 是近端的力臂， r_d 是遠端的力臂， Ω 是肢段的角加速度， ω 是肢段的角速度。

(二) 參數分析：

本研究主要分析之參數為跳躍高度與停留時間、地面反作用力參數，運動學參數以及動力學參數，以下將

詳細介紹。

1. 跳躍高度：記錄跳躍時腳跟及腳趾 (toe) 之反光標記於空間中最高點以及最低點之距離，以此定義為跳躍高度 (height)。而停留時間之定義為腳跟之反光標記從最低點移動至最高點並回到力板 (跳躍著地) 時所花費的時間。
2. 地面反作用力參數：跳躍著地所產生之最大地面反作用力數值與時間。
3. 運動學參數：計算整個跳躍著地過程中髖關節、膝關節以及踝關節等下肢關節之角度。
4. 動力學參數：計算整個跳躍著地過程中髖關節、膝關節以及踝關節等下肢關節之關節力量以及關節力矩。

(三) 統計分析

本研究使用一般描述性統計來計算受試者於運動訓練前後之人體基本計測資料 (身高、體重、腰圍與臀圍)，並以平均數±標準差之方式呈現實驗資料。另外以成對樣本 *t* 檢定 (pair *t* test) 來比較抗力球訓練運動前後之生物力學參數 (垂直跳躍以及跨步跳躍) 以及體適能檢測項目 (心肺耐力指數、ACSM 捲胸測試以及 reach-bar 柔軟度測試) 的差異，本研究結果使用統計軟體 SPSS 12.0 版進行統計分析，定義 $p < .05$ 達顯著性。

第肆章 結果

本研究主要欲探討三個月團體抗力球運動訓練課程前後對體適能以及跳躍動作生物力學參數的影響，以下將逐一介紹運動訓練前後參數的變化。

第一節 團體抗力球運動訓練在體適能的效應

體適能檢測之心肺耐力、肌耐力與柔軟度結果如圖 4-1、4-2 及 4-3 所示。結果顯示，在進行三個月團體抗力球訓練課程後，心肺耐力、肌耐力與柔軟度結果均有顯著差異 ($p < .05$)，由此結果可知，一套完整的團體抗力球訓練課程，在進行訓練三個月後，可以有效的增加體適能能力。

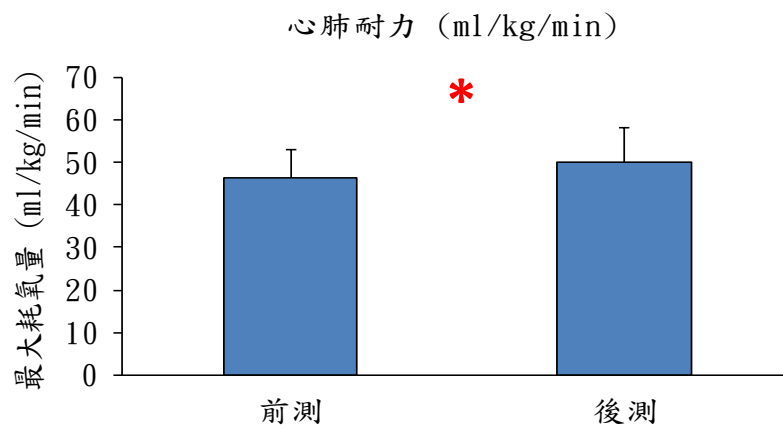


圖 4-1：心肺耐力檢測；* $p < .05$

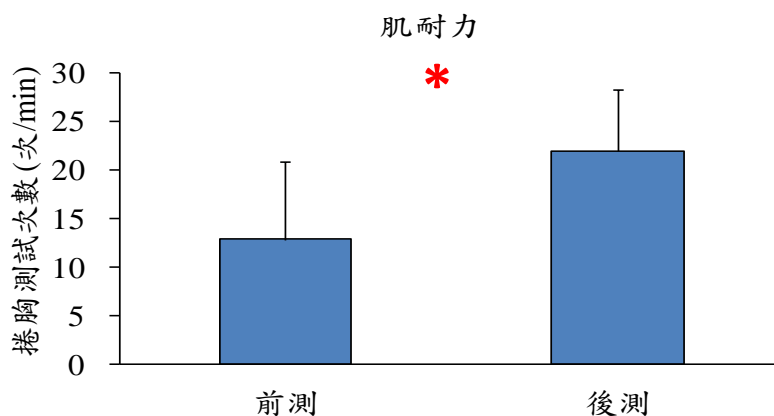


圖 4-2：肌耐力檢測；* $p < .05$

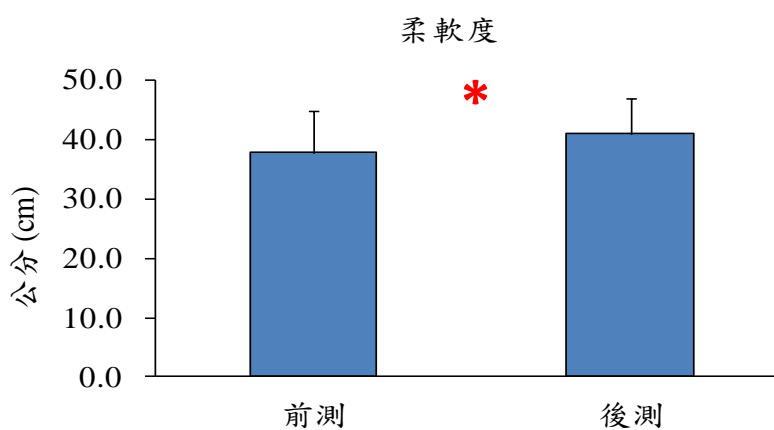


圖 4-3：柔軟度檢測；* $p < .05$

第二節 團體抗力球運動訓練在跳躍著地 生物力學參數之效應

本研究除了收集運動訓練課程前後之體適能測驗資料外，也欲探討抗力球核心穩定訓練對跳躍生物力學參數的影響。本實驗進行兩種跳躍方式之參數收集，一為垂直跳躍動作 (counter movement jump)，二為跨步跳躍動作 (one step

run-up and vertical jump)，每位受試者動作順序皆採隨機之方式進行資料收集，以下將逐一介紹常見跳躍動作之生物力學參數實驗結果。

一、著地後最大垂直力之發生時間：如圖 4-4 及圖 4-5 所示，在運動訓練課程後，垂直跳躍及跨步跳躍離地時間皆略小於運動訓練前，但未達顯著差異。

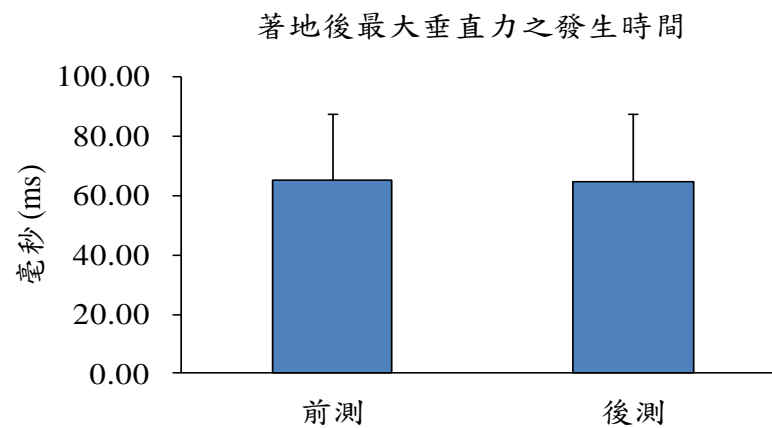


圖 4-4：垂直跳躍著地後最大垂直力之發生時間；* $p < .05$

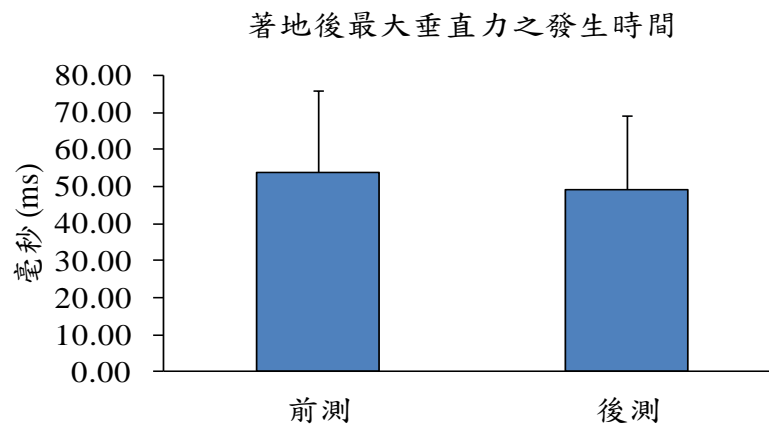


圖 4-5：跨步跳躍著地後最大垂直力之發生時間；* $p < .05$

二、著地後正規化最大垂直反作用力：為去除每位受試者體重之差異，將著地後最大垂直反作用力除以每位受試者之體重作為正規化之標準。如圖 4-6 及 4-7 所示，運動訓練後垂直跳躍產生之著地後正規化最大垂直反作用力略小於運動訓練前，跨步跳躍產生之著地後正規化最大垂直反作用力大於運動訓練前，但運動訓練前後皆無顯著差異。

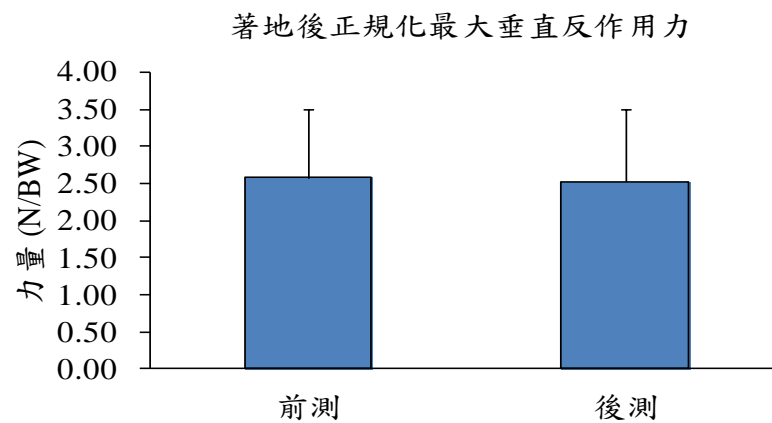


圖 4-6：垂直跳躍著地後正規化最大垂直反作用力；* $p < .05$

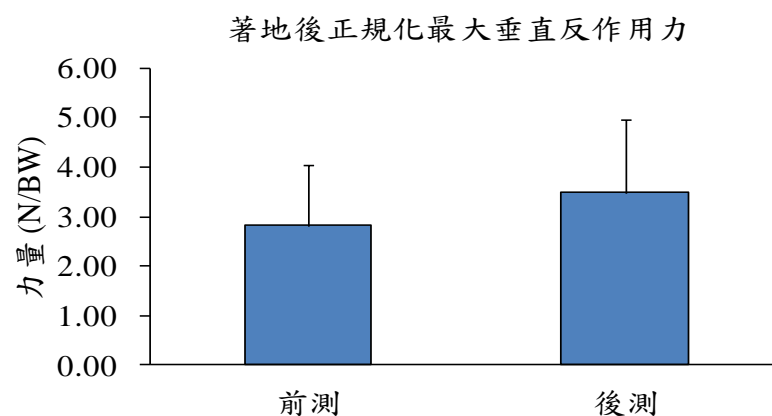


圖 4-7：跨步跳躍著地後正規化最大垂直反作用力；* $p < .05$

三、著地後負荷增加率（loading rate）：著地後負荷增加率定義為著地後正規化最大垂直反作用力除以時間。如圖 4-8 及圖 4-9，進行運動訓練後垂直跳躍及跨步跳躍著地後負荷增加率大於運動訓練前，兩者皆未達顯著差異。

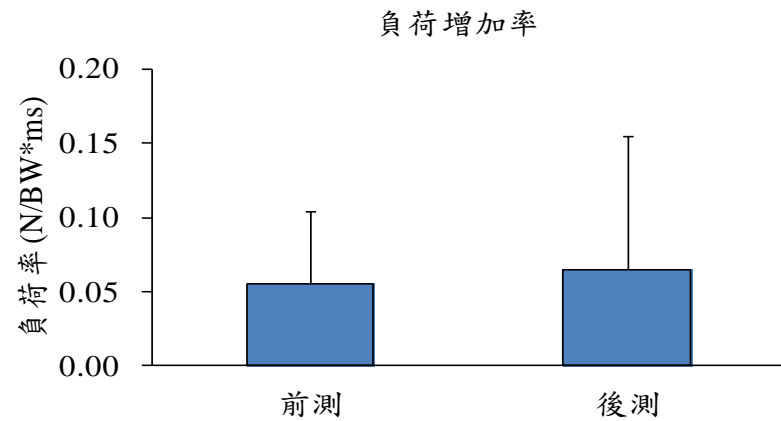


圖 4-8：垂直跳躍著地後負荷增加率；* $p < .05$

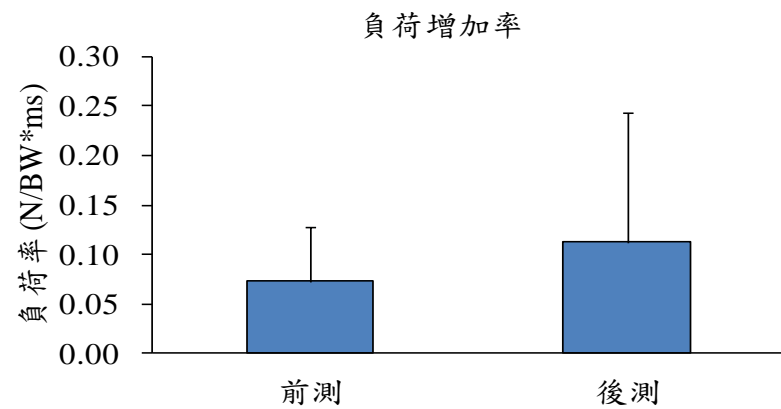


圖 4-9：跨步跳躍著地後負荷增加率；* $p < .05$

四、最大跳躍高度：最大跳躍高度定義為跳躍過程中腳趾或腳跟反光球距離地面之垂直高度（取腳趾或腳跟較低者之數值）。如圖 4-10 所示，運動訓練後進行垂直跳躍動作時的跳躍高度高於運動訓練前（ $p < .05$ ）。如圖 4-11 所示，運動訓練後進行跨步跳躍動作時的跳躍高度低於運動訓練前，但運動訓練前後未達顯著差異。

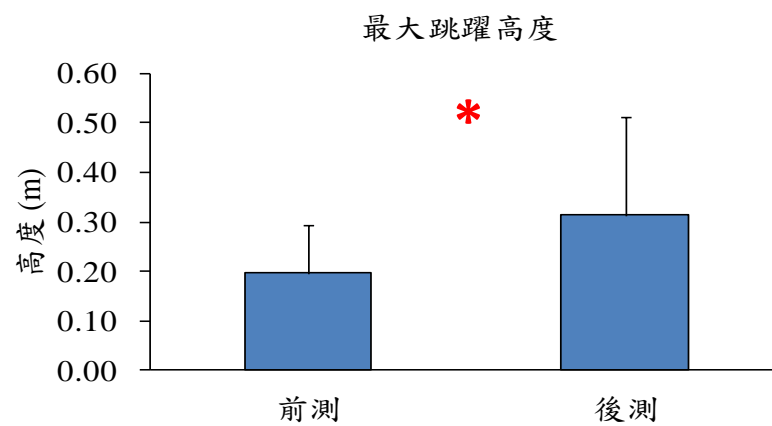


圖 4-10：垂直跳躍最大跳躍高度；* $p < .05$

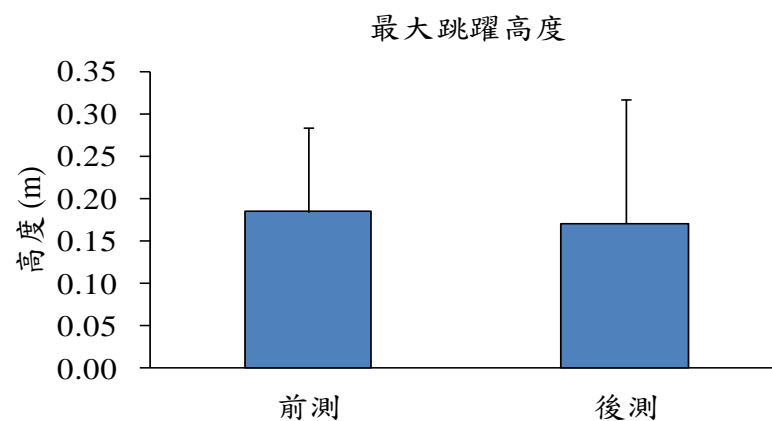


圖 4-11：跨步跳躍最大跳躍高度；* $p < .05$

五、著地瞬間腕關節屈曲角度：如圖 4-12 所示，運動訓練後垂直跳躍著地瞬間之腕關節屈曲角度大於運動訓練前，但運動訓練前後並無達到顯著差異。如圖 4-13 所示，運動訓練後跨步跳躍著地瞬間之腕關節屈曲角度略小於運動訓練前，但運動訓練前後並無達到顯著差異。

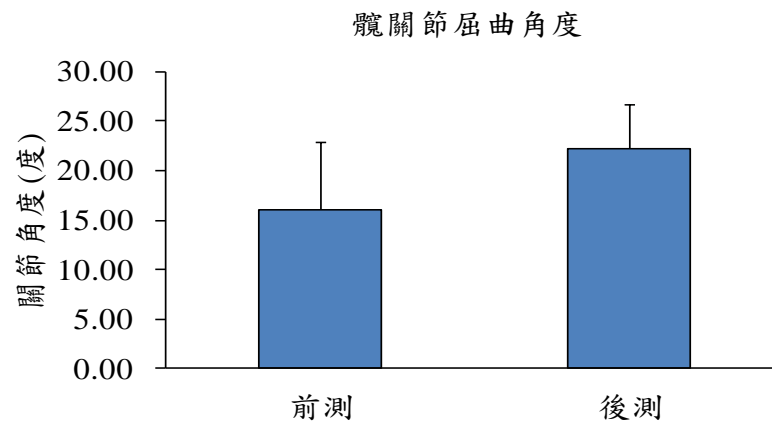


圖 4-12：垂直跳躍著地瞬間腕關節屈曲角度；* $p < .05$

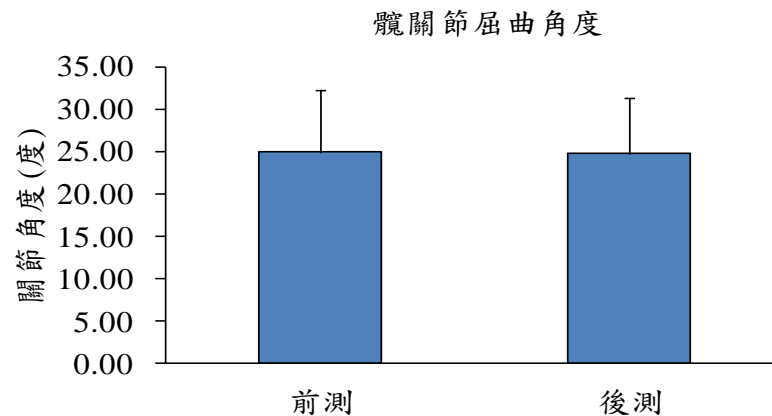


圖 4-13：跨步跳躍著地瞬間腕關節屈曲角度；* $p < .05$

六、著地瞬間膝關節屈曲角度：如圖 4-14 及圖 4-15 所示，進行運動訓練後，垂直跳躍與跨步跳躍著地瞬間之膝關節屈曲角度大於運動訓練前，但運動訓練前後並無顯著差異。

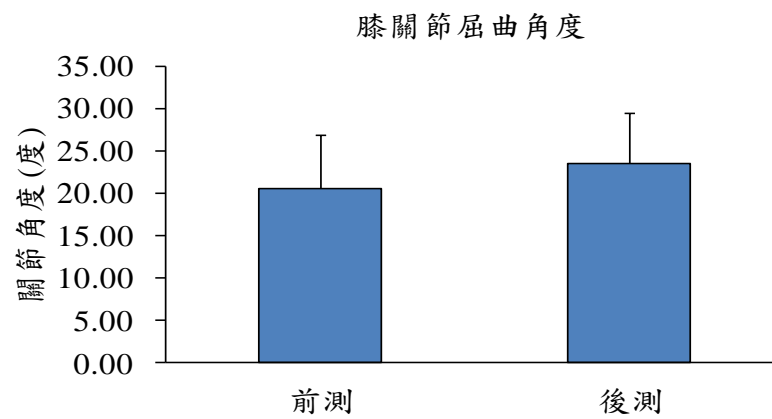


圖 4-14：垂直跳躍著地瞬間膝關節屈曲角度；* $p < .05$

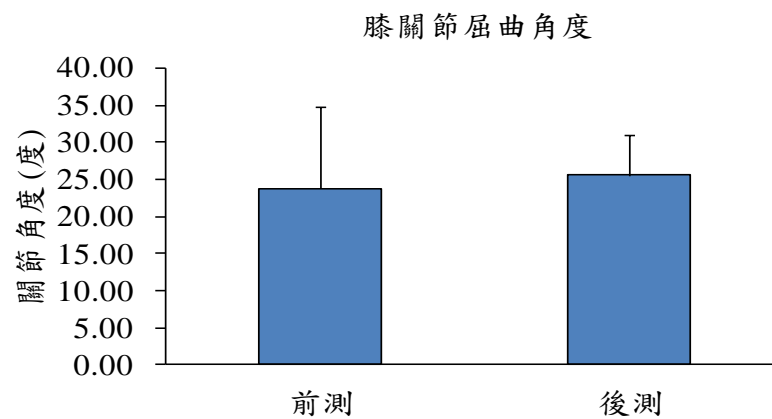


圖 4-15：跨步跳躍著地瞬間膝關節屈曲角度；* $p < .05$

七、著地瞬間膝關節外展/內收角度：如圖 4-16 所示，在運動訓練後，垂直跳躍在跳躍著地瞬間之膝關節角度從內收角度變成外展角度，但運動訓練前後皆無達到顯著差異性。如圖 4-17 所示，在運動訓練後跨步跳躍在跳躍著地瞬間膝關節內收角度小於運動訓練前，但運動訓練前後並無顯著差異。

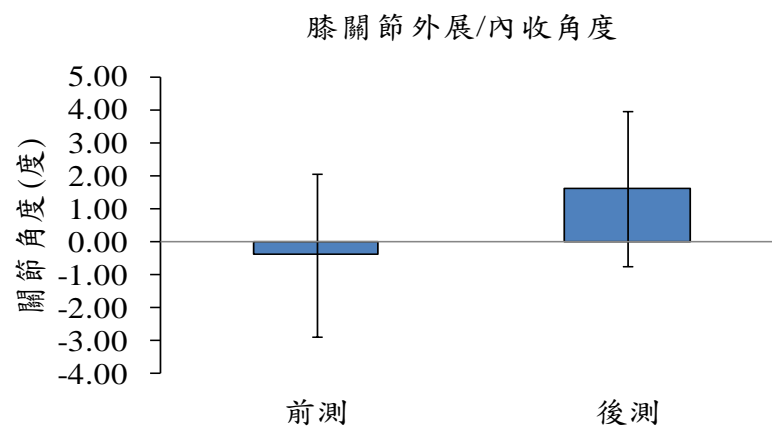


圖 4-16：垂直跳躍著地瞬間膝關節外展/內收角度；* $p < .05$

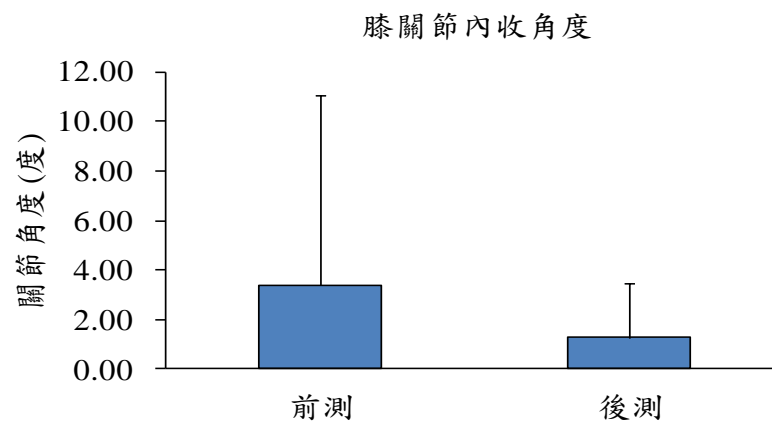


圖 4-17：跨步跳躍著地瞬間膝關節外展/內收角度；* $p < .05$

八、著地瞬間膝關節內轉/外轉角度：如圖 4-18 所示，在運動訓練後，垂直跳躍在跳躍著地瞬間膝關節由外轉角度變成內轉角度，但運動前後並無達到顯著差異。如圖 4-19 所示，在運動訓練後，跨步跳躍在跳躍著地瞬間膝關節外轉角度小於運動訓練前，但運動前後並無達到顯著差異。

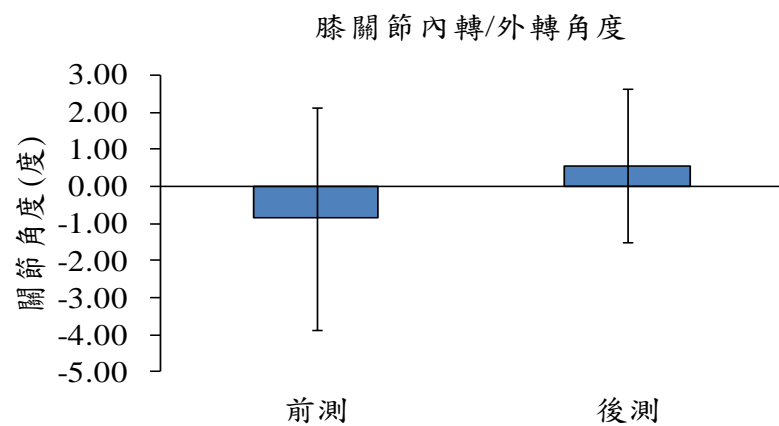


圖 4-18：垂直跳躍著地瞬間膝關節內轉/外轉角度；* $p < .05$

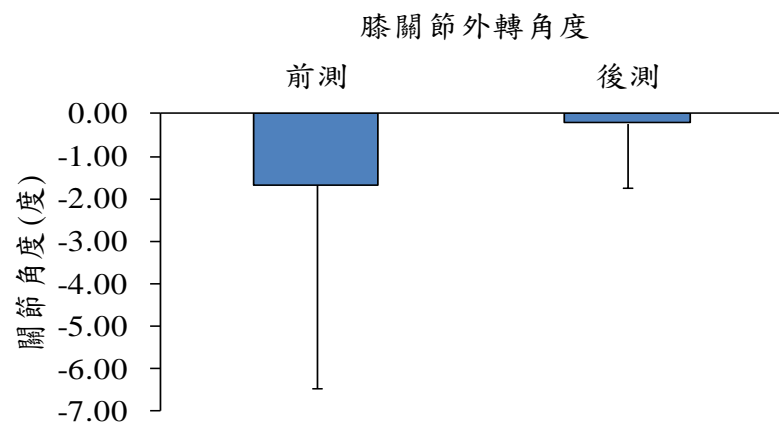


圖 4-19：跨步跳躍著地瞬間膝關節內轉/外轉角度；* $p < .05$

九、著地瞬間踝關節蹠屈角度：如圖 4-20 所示，運動訓練後，垂直跳躍著地瞬間之踝關節蹠屈角度小於運動訓練前，但兩者並無顯著的差異。如圖 4-21 所示，運動訓練後，跨步跳躍著地瞬間之踝關節蹠屈角度大於運動訓練前，但兩者並無顯著的差異。

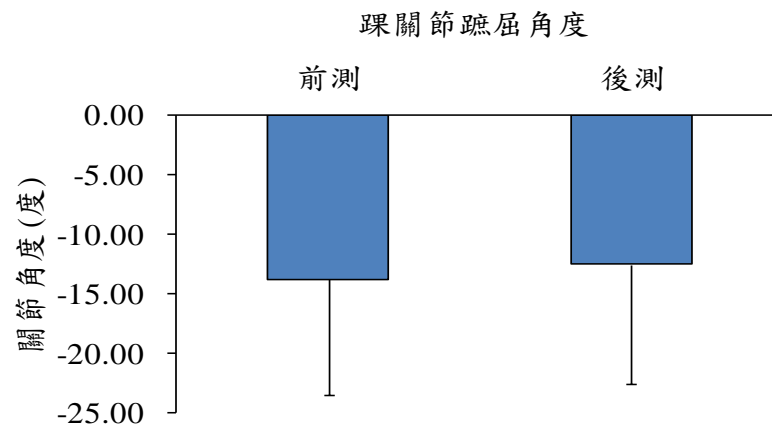


圖 4-20：垂直跳躍著地瞬間踝關節蹠屈角度；* $p < .05$

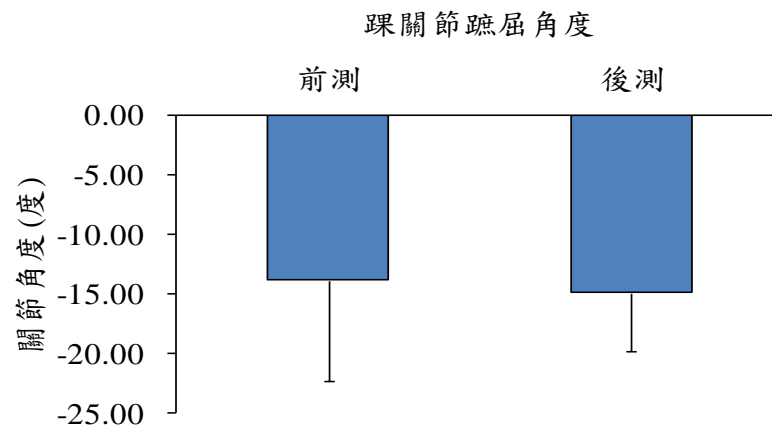


圖 4-21：跨步跳躍著地瞬間踝關節蹠屈角度；* $p < .05$

十、著地瞬間軀幹屈曲/伸展角度：本研究受試者在進行垂直跳躍著地時，軀幹皆呈現伸展之角度。如圖 4-22，在運動訓練後，垂直跳躍著地瞬間之軀幹伸展角度小於運動訓練前，但運動訓練前後並無顯著差異性。如圖 4-23，在運動訓練後，跨步跳躍著地瞬間之軀幹屈曲角度大於運動訓練前，但運動訓練前後並無達到顯著差異。

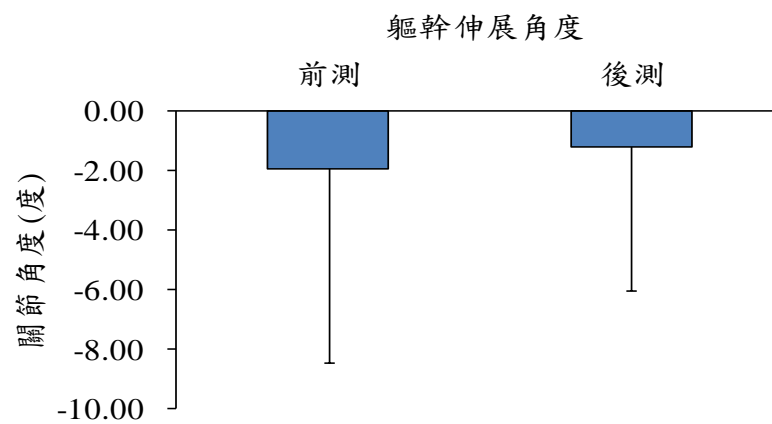


圖 4-22：垂直跳躍著地瞬間軀幹屈曲/伸展角度；* $p < .05$

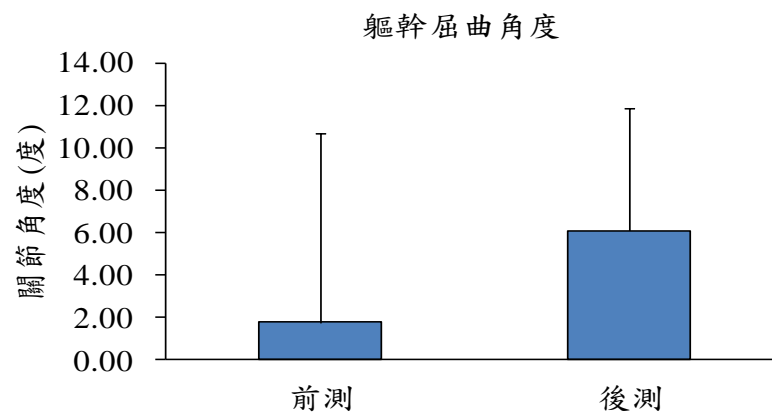


圖 4-23：垂直跳躍著地瞬間軀幹屈曲/伸展角度；* $p < .05$

十一、起跳時瞬時垂直速度：如圖 4-24 及圖 4-25 所示，垂直跳躍與跨步跳躍動作在運動訓練後起跳之速度大於運動訓練前，且兩者跳躍動作皆達到顯著差異 ($p < .05$)。

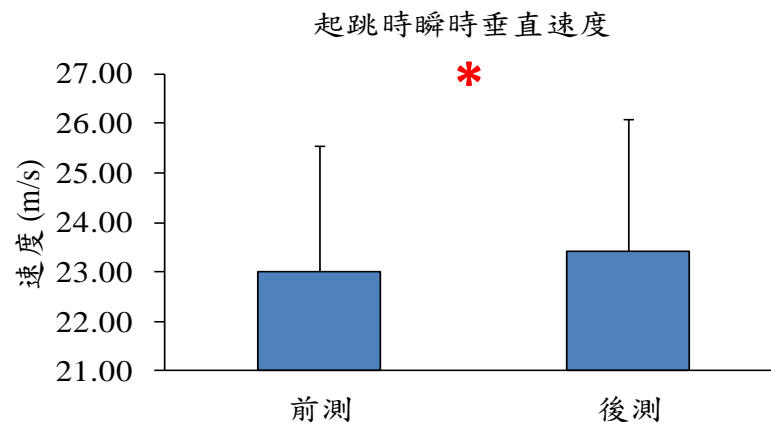


圖 4-24：垂直跳躍起跳時瞬時垂直速度；* $p < .05$

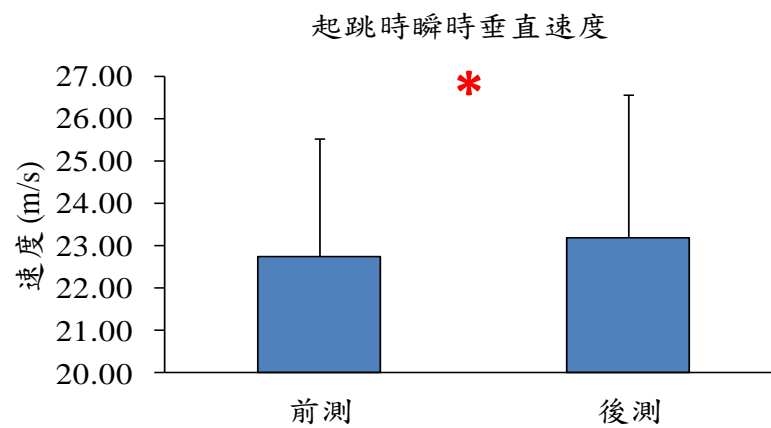


圖 4-25：跨步跳躍起跳時瞬時垂直速度；* $p < .05$

十二、著地瞬間髁關節伸展力矩：本研究受試者跳躍著地瞬間，呈現髁關節伸肌群作用，如圖 4-26 及 4-27 所示，運動訓練後，垂直跳躍與跨步跳躍在跳躍著地瞬間之髁關節伸展力矩小於運動訓練前，但運動訓練前後並無達到顯著差異。

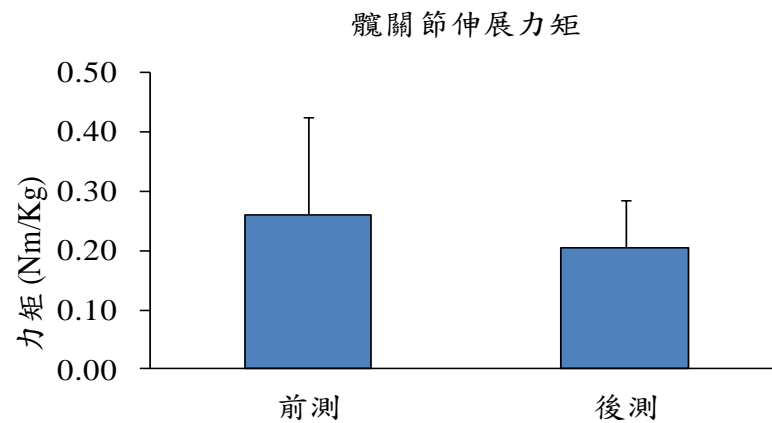


圖 4-26：垂直跳躍著地瞬間髁關節伸展力矩；* $p < .05$

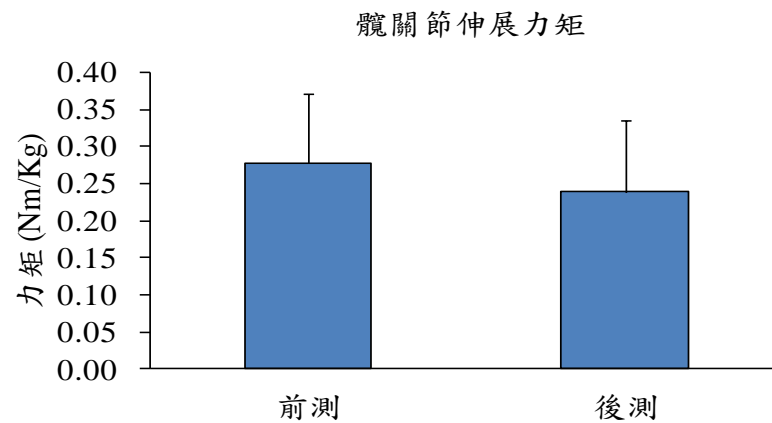


圖 4-27：跨步跳躍著地瞬間髁關節伸展力矩；* $p < .05$

十三、著地瞬間膝關節向後側力量：如圖 4-28 及 4-29 所示，在運動訓練後，垂直跳躍與跨步跳躍動作在跳躍著地瞬間膝關節向後之力量小於運動訓練前，但運動訓練前後皆無達到顯著差異。

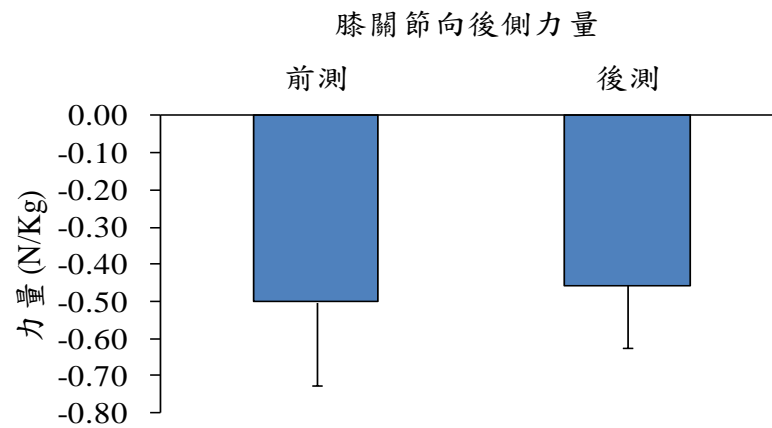


圖 4-28：垂直跳躍著地瞬間膝關節向後側力量；* $p < .05$

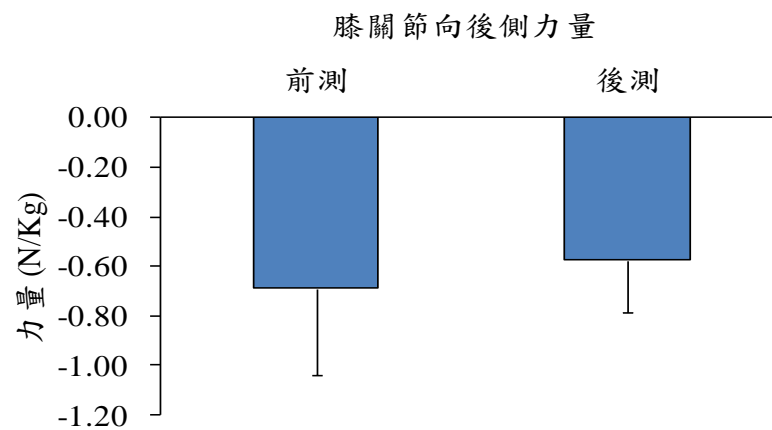


圖 4-29：跨步跳躍著地瞬間膝關節向後側力量；* $p < .05$

十四、著地瞬間膝關節向外側力量：如圖 4-30 所示，運動訓練後垂直跳躍動作在跳躍著地瞬間向外側力量小於運動訓練前，但無達到顯著差異。如圖 4-31 所示，運動訓練後跨步跳躍在跳躍著地瞬間向外側力量大於運動訓練前，但兩者皆無達到顯著差異。

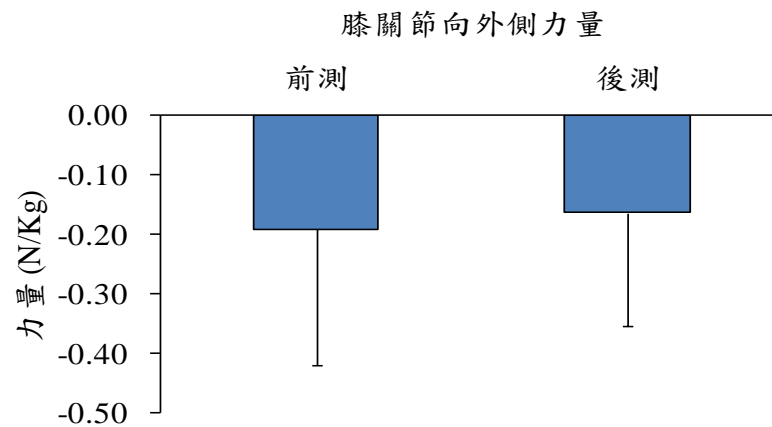


圖 4-30：垂直跳躍著地瞬間膝關節向外側力量；* $p < .05$

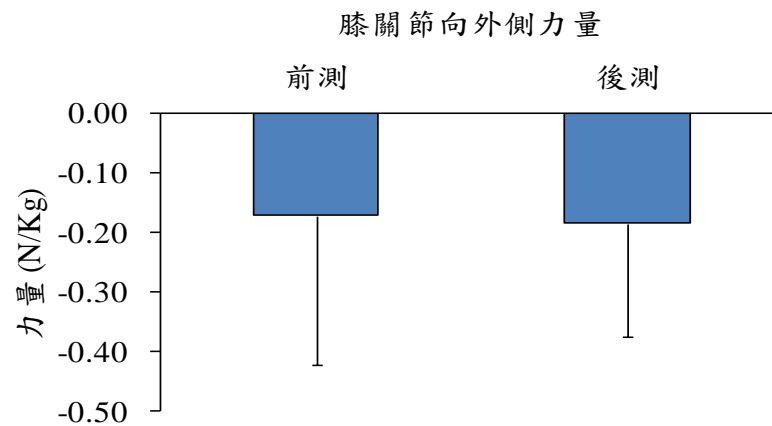


圖 4-31：跨步跳躍著地瞬間膝關節向外側力量；* $p < .05$

十五、著地－著地後一秒間之髖關節伸展最大力矩：如圖 4-32 及 4-33 所示，垂直跳躍與跨步跳躍動作在運動訓練後，著地－著地後一秒間之髖關節伸展之最大力矩略大於運動訓練前，但運動訓練前後皆無達到顯著的差異。

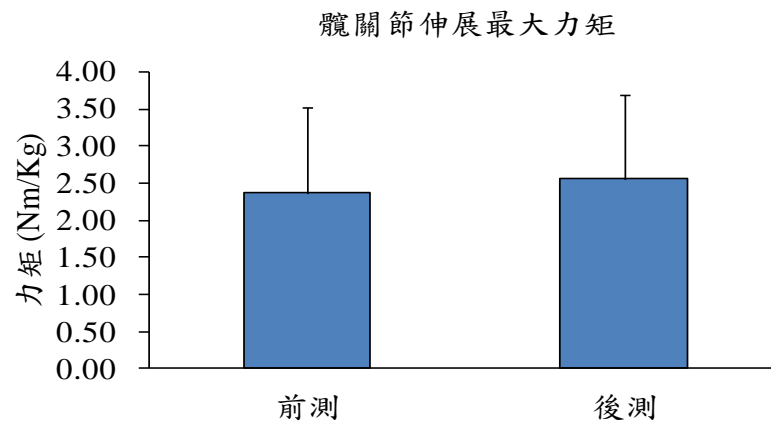


圖 4-32：垂直跳躍著地－著地後一秒間之髖關節伸展最大力矩；* $p < .05$

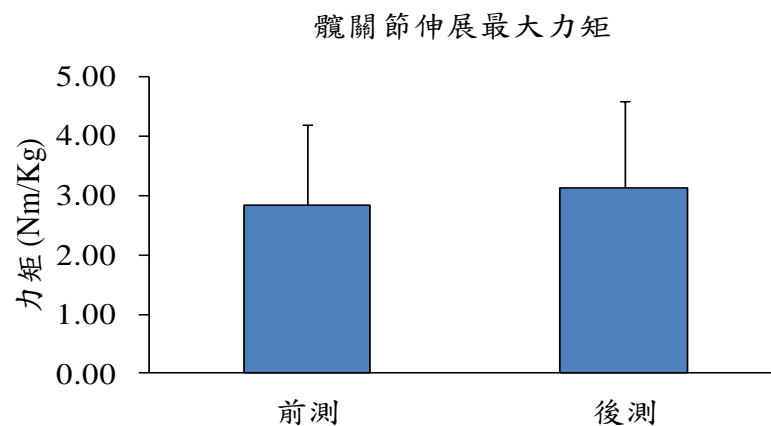


圖 4-33：跨步跳躍著地－著地後一秒間之髖關節伸展最大力矩；* $p < .05$

十六、著地－著地後一秒間之髁關節屈曲最大力矩：如圖 4-34 所示，運動訓練後垂直跳躍在跳躍著地-著地後一秒間之髁關節屈曲最大力矩略小於運動訓練前，但無達到顯著差異。如圖 4-35 所示，運動訓練後跨步跳躍著地－著地後一秒間之髁關節屈曲最大力矩大於運動訓練前，但兩者無達到顯著差異。

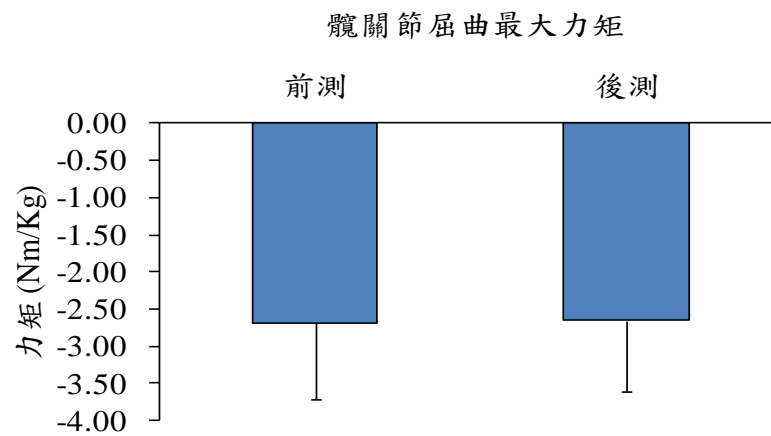


圖 4-34：垂直跳躍著地－著地後一秒間之髁關節屈曲最大力矩；* $p < .05$

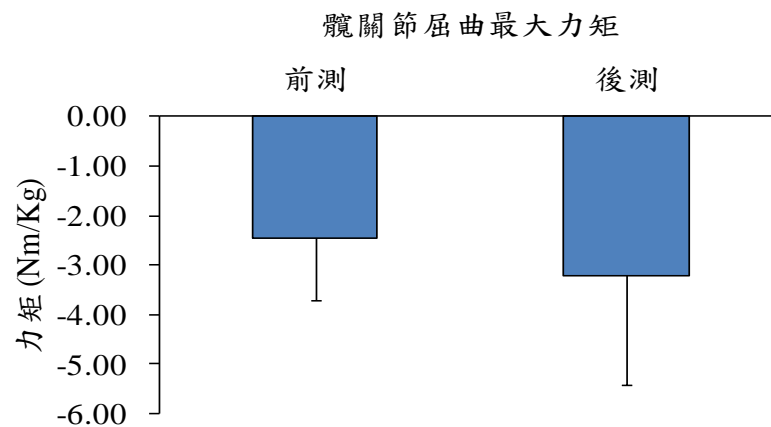


圖 4-35：跨步跳躍著地－著地後一秒間之髁關節屈曲最大力矩；* $p < .05$

十七、著地－著地後一秒間之膝關節伸展最大力矩：如圖 4-36 所示，垂直跳躍動作運動訓練後，著地－著地後一秒間之膝關節最大之伸展力矩小於運動訓練前，但無達到顯著差異。如圖 4-37，跨步跳躍動作運動訓練後，著地－著地後一秒間之膝關節最大之伸展力矩大於運動訓練前，但運動訓練前後未達到顯著差異。

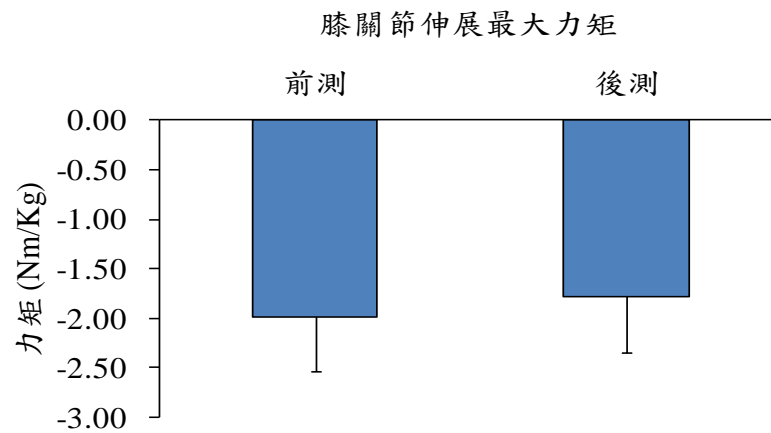


圖 4-36：垂直跳躍著地－著地後一秒間之膝關節伸展最大力矩；* $p < .05$

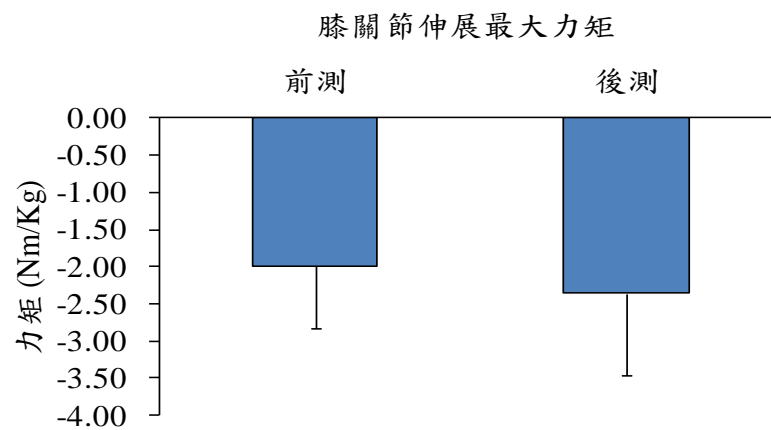


圖 4-37：跨步跳躍著地－著地後一秒間之膝關節伸展最大力矩；* $p < .05$

十八、著地-著地後一秒間之膝關節屈曲最大力矩：如圖 4-38 及圖 4-39，運動訓練後垂直跳躍與跨步跳躍動作，在跳躍著地—著地後一秒間之膝關節屈曲最大力矩皆大於運動訓練前，跳躍動作達顯著差異 ($p < .05$)，而垂直跳躍在運動訓練前後並無達到顯著差異。

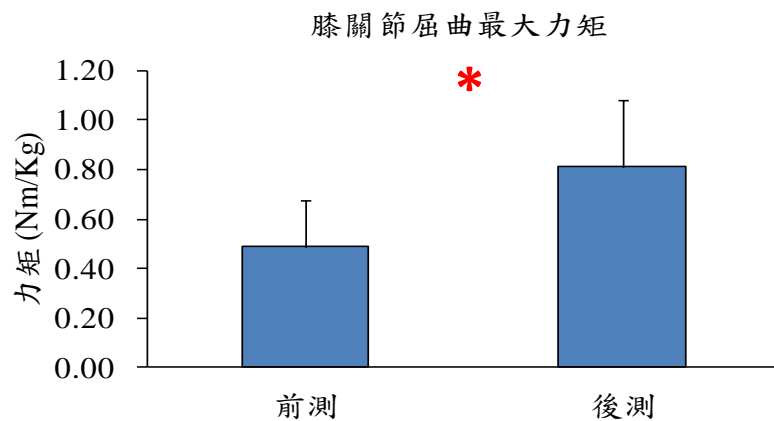


圖 4-38：垂直跳躍著地—著地後一秒間之膝關節屈曲最大力矩；* $p < .05$

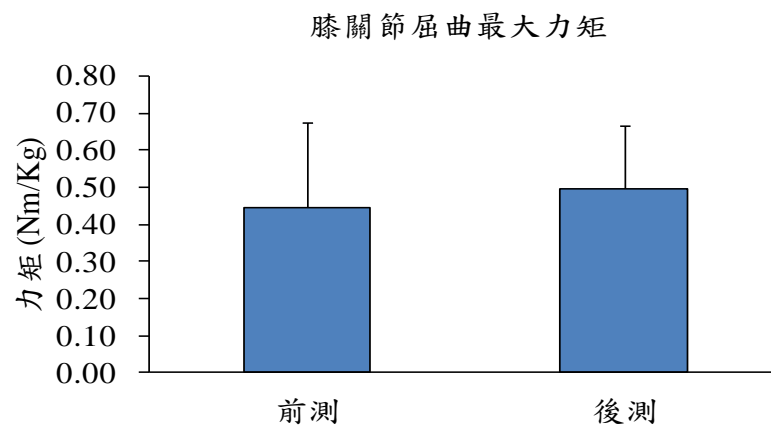


圖 4-39：跨步跳躍著地—著地後一秒間之膝關節屈曲最大力矩；* $p < .05$

十九、著地-著地後一秒間之膝關節內收最大力矩：如圖 4-40 及 4-41 所示，運動訓練後垂直跳躍與跨步跳躍動作在著地-著地後一秒間之膝關節內收最大力矩皆大於運動訓練前，但兩種跳躍動作在運動訓練前後皆無達顯著差異。

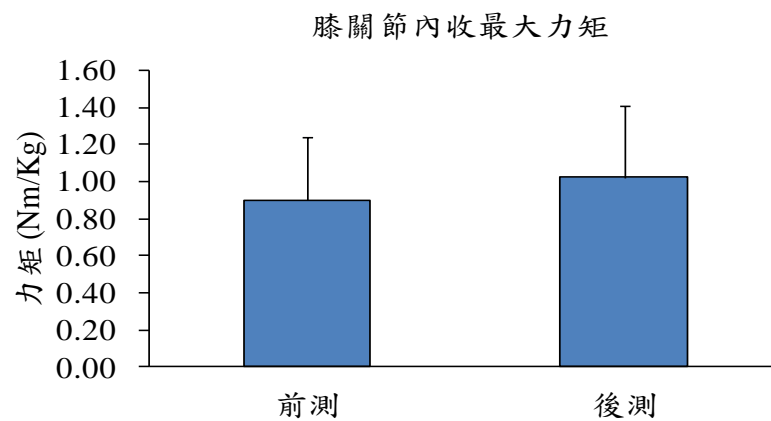


圖 4-40：垂直跳躍著地－著地後一秒間之膝關節內收最大力矩；* $p < .05$

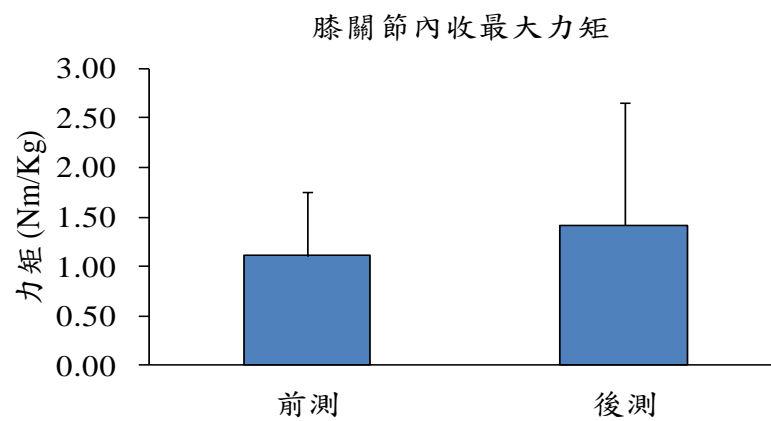


圖 4-41：跨步跳躍著地－著地後一秒間之膝關節內收最大力矩；* $p < .05$

二十、著地－著地後一秒間之膝關節外展最大力矩：如圖 4-42 及圖 4-43，運動訓練後，垂直跳躍與跨步跳躍動作在跳躍著地－著地後一秒間之膝關節外展最大力矩皆小於運動訓練前，但兩者皆無達到顯著差異。

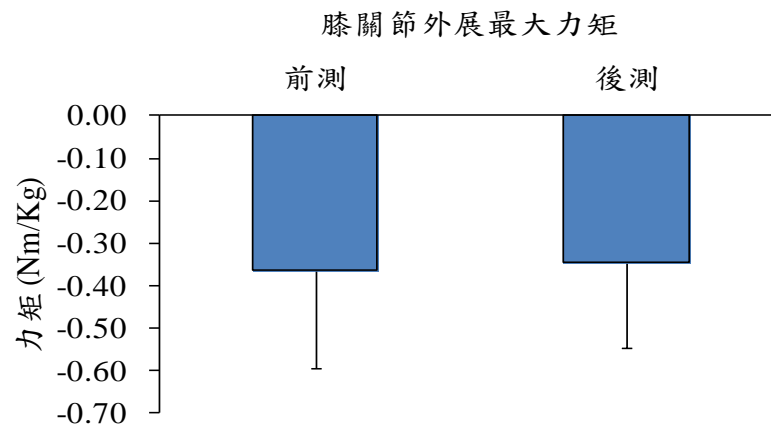


圖 4-42：垂直跳躍著地-著地後一秒間之膝關節外展最大力矩；* $p < .05$

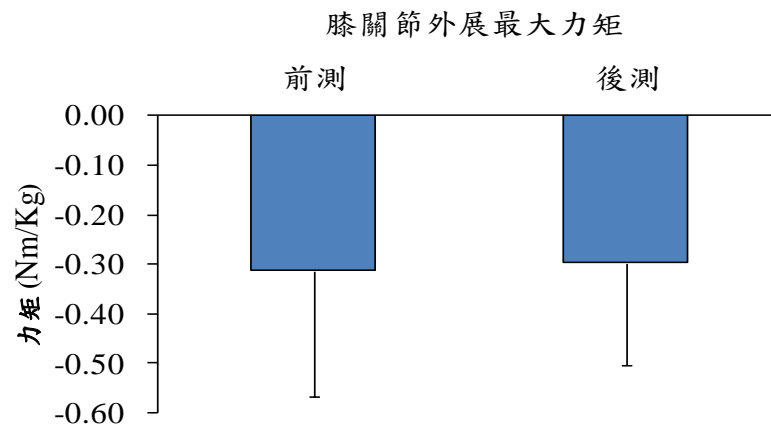


圖 4-43：跨步跳躍著地－著地後一秒間之膝關節外展最大力矩；* $p < .05$

二十一、著地—著地後一秒間之膝關節向前最大力量：如圖 4-44 所示，運動訓練前後在垂直跳躍跳躍著地—著地後一秒間之膝關節向前最大力量改變並無顯著差異。如圖 4-45 所示，運動訓練後跨步跳躍在跳躍著地—著地後一秒間之膝關節前側最大力量大於運動訓練前，但並無達到顯著差異。

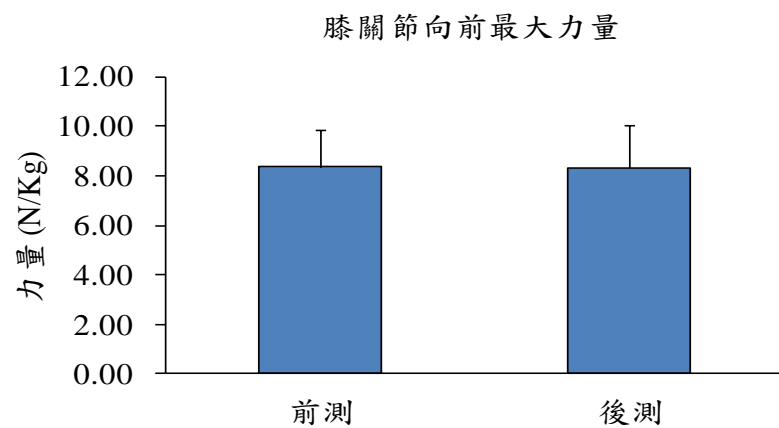


圖 4-44：垂直跳躍著地—著地後一秒間之膝關節向前最大力量；* $p < .05$

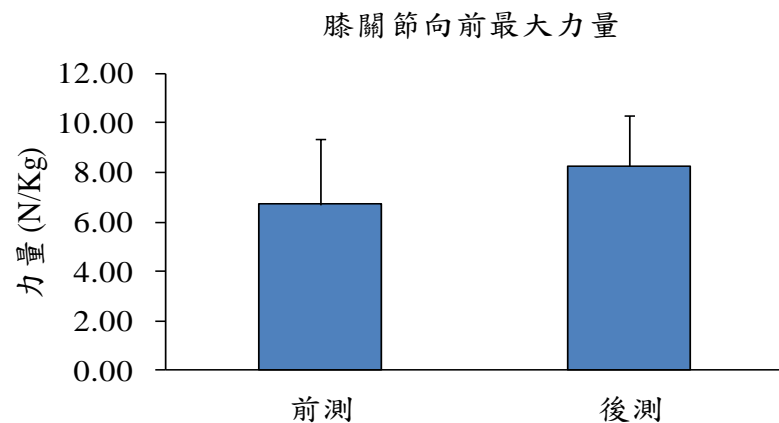


圖 4-45：跨步跳躍著地—著地後一秒間之膝關節向前最大力量；* $p < .05$

二十二、著地－著地後一秒間之膝關節向後最大力量：如圖 4-46 所示，在運動訓練後，垂直跳躍動作於著地－著地後一秒間之膝關節向後最大力量略大於運動訓練前。如圖 4-47 所示，運動訓練後，跨步跳躍動作在著地－著地後一秒間之膝關節向後最大力量小於運動訓練前，而兩者在訓練前後均無達到顯著差異。

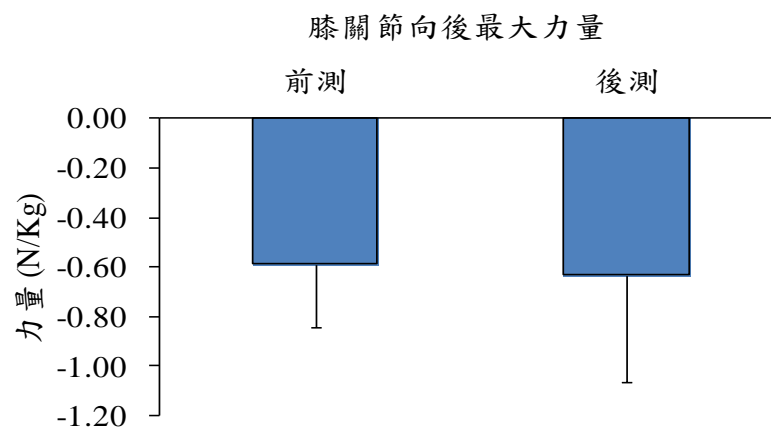


圖 4-46：垂直跳躍著地－著地後一秒間之膝關節向後最大力量；* $p < .05$

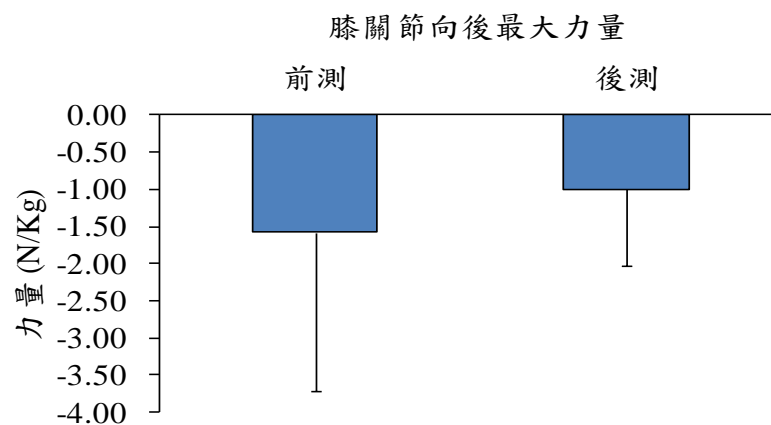


圖 4-47：跨步跳躍著地－著地後一秒間之膝關節向後最大力量；* $p < .05$

二十三、著地－著地後一秒間之膝關節向內最大力量：如圖 4-48 及圖 4-49 所示，運動訓練後，垂直跳躍與跨步跳躍動作在著地－著地後一秒間之膝關節向內最大力量均大於運動訓練前，但兩種動作在運動訓練前後並無達到顯著差異。

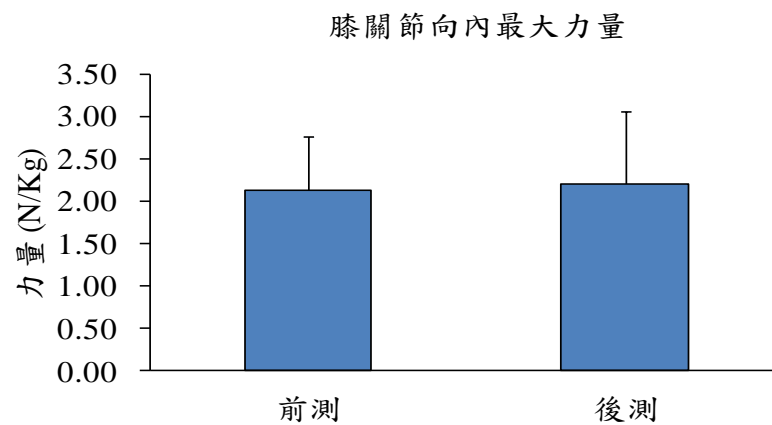


圖 4-48：垂直跳躍著地－著地後一秒間之膝關節向內最大力量；* $p < .05$

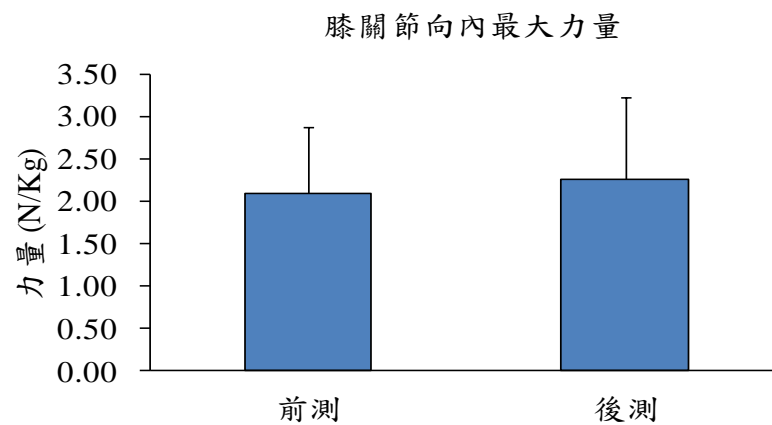


圖 4-49：跨步跳躍著地－著地後一秒間之膝關節向內最大力量；* $p < .05$

二十四、著地－著地後一秒間之膝關節向外最大力量：如圖 4-50 所示，運動訓練後在垂直跳躍著地-著地後一秒間之膝關節向外最大力量小於運動訓練前，但無達到顯著差異。如圖 4-51 所示，運動訓練後跨步跳躍在著地－著地後一秒間之膝關節向外最大力量大於運動訓練前，但運動訓練前後並無達到顯著差異。

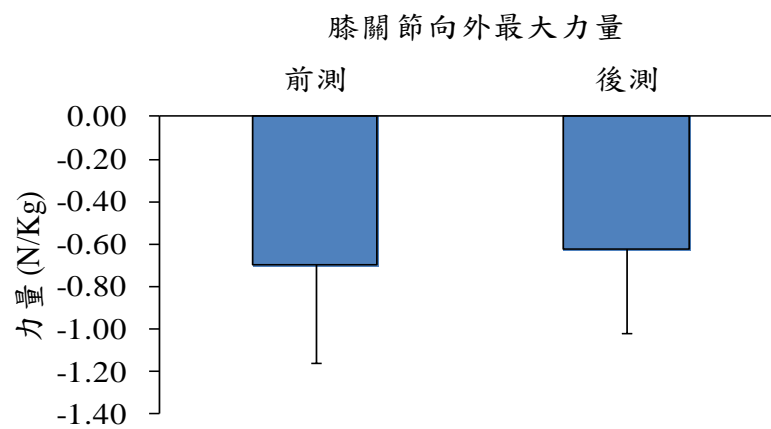


圖 4-50：垂直跳躍著地－著地後一秒間之膝關節向外最大力量；* $p < .05$

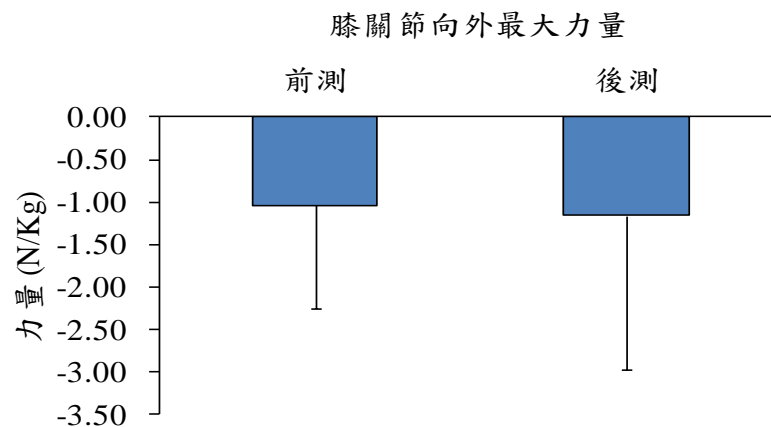


圖 4-51：跨步跳躍著地－著地後一秒間之膝關節向外最大力量；* $p < .05$

二十五、著地－著地後一秒間之重心內外側（左右側）偏移量：如圖 4-52 及圖 4-53 所示，垂直跳與跨步跳躍動作在運動訓練後，著地－著地後一秒間之軀幹內外側偏移量大於運動訓練前，但運動訓練前後並無達到顯著差異。

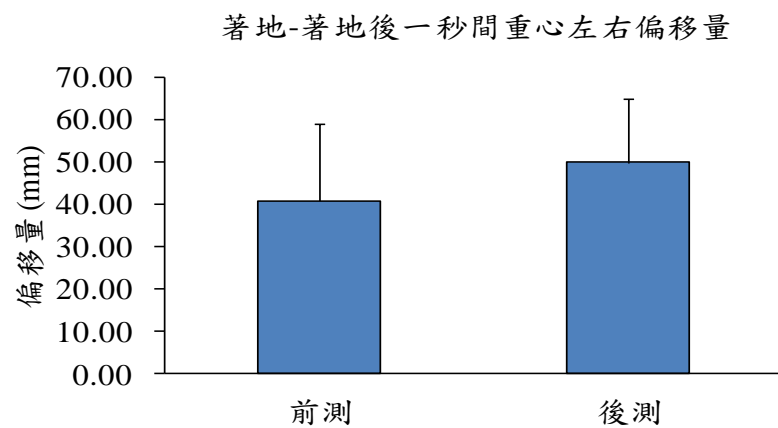


圖 4-52：垂直跳躍著地－著地後一秒重心左右偏移量；

$*p < .05$

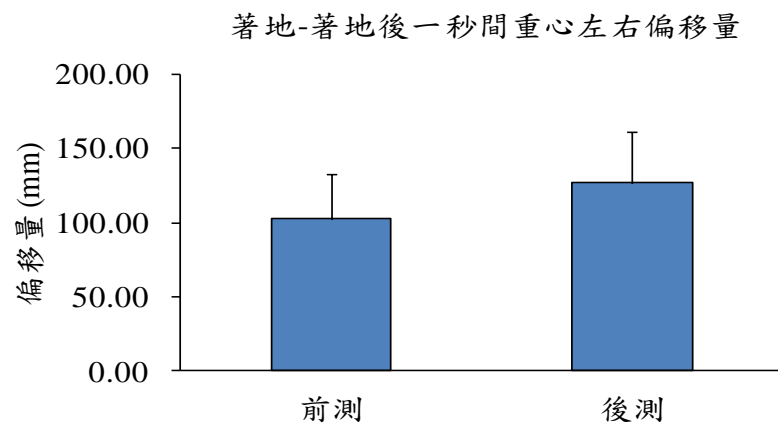


圖 4-53：跨步跳躍著地-著地後一秒重心左右偏移量；

$*p < .05$

第五章 討論

本章將逐一介紹體適能檢測參數與跳躍生物力學參數，其在抗力球運動訓練前後的差異，並與先前研究進行分析與比較，以瞭解三個月團體抗力球運動訓練前後對體適能及跳躍生物力學參數的影響

第一節 團體抗力球運動訓練在體適能的效應

本實驗在運動訓練前後均測量受試者基本資料，並比較其運動訓練前後之差異，如表 3-1 可知受試者於運動前後身高、體重、腰圍以及臀圍的平均數與標準差，經過統計分析其量測結果並無顯著差異性，但腰圍在運動訓練後略小於運動訓練前。因本研究只進行三個月運動訓練，故在身體組成檢測上較不容易有顯著性的差異。未來，若增加運動訓練時間達半年以上或每週訓練頻率增加至三次，應可在身體質量指數或腰圍上能較有顯著性的改善。

此外本實驗於運動訓練前後，為評估受試者下肢功能穩定狀況，會先請受試者填寫下肢功能評估表（LEFS），其表格滿分為 80 分，為臨床常見用來評估治療前後下肢功能之量表，在臨床中最低分為 9 分，此量表分數越高代表下肢功能越穩定。由表 3-1 中可知運動訓練前後受試者下肢功能評估所得之分數的平均數與標準差，在運動訓練前後 LEFS 分數並無達到顯著差異，可表示本實驗之受試者下肢功能極為穩定，並沒有嚴重的下肢傷害情形發生。實務上，本研究中團體抗力球運動訓練課程亦無任何受試者發生運動傷害。

本實驗之運動課程的設計，遵循美國運動醫學學會之建議，包含心肺耐力、肌力與肌耐力以及柔軟度訓練，在心肺耐力指數測試中，由圖 4-1 可知，團體抗力球運動訓練後可有效的提升受試者最大攝氧量 ($p < .05$)，增加心肺功能；在捲胸測試中，運動訓練後可明顯增加一分鐘捲胸測試的次數 ($p < .05$)，由此可知肌耐力有顯著的增加；而在柔軟度測試中，運動訓練後柔軟度大於運動訓練前 ($p < .05$)。目前常見的抗力球訓練課程常為單一性的訓練課程，通常只針對肌力、肌耐力或是柔軟度的專一訓練，還未有一套抗力球課程完全包含心肺耐力、肌力/肌耐力與柔軟度等體適能要素的設計。本研究中所設計之團體抗力球運動訓練課程，完整地包含了這些要素，同時在各體適能要素上均達到顯著的提升。因此，這樣的運動訓練課程設計內容，相當具有可行性，應可將此訓練課程做進一步的推廣，同時也可再進一步研究此運動訓練課程的中長期效應。

第二節 團體抗力球運動訓練在跳躍著地 生物力學參數之效應

由體適能檢測結果發現，受試者的肌耐力在經過三個月團體抗力球運動訓練後有顯著的增加。此核心肌耐力的增加是否會在跳躍著地上有進一步的效應，可藉由跳躍著地生物力學來探討。由先前研究可知 (Decker et al., 2001)，ACL 患者在術後重建後跳躍著地後，發生最大垂直力的時間會延後，而由本實驗結果圖 4-2 及 4-3 可知，在短暫的運動訓練後，可以減少垂直跳躍與跨步跳躍動作在跳躍著地後最大垂

直力發生之時間，雖未達顯著差異，但若將運動訓練時間或頻率再增加，或許可看到顯著的下降，降低跳躍著地受傷發生的機率。

由先前研究發現，女性在跳躍著地時發生前十字韌帶損傷的機率明顯大於男性（Arendt et al., 1995；Ireland et al., 1997；Decker et al., 2003）。其他研究也發現，男性在青春期末，明顯增加跳躍高度及降低著地衝擊力，會降低著地時前十字韌帶受傷的機率（Quatman et al., 2005）。本研究結果顯示（如圖 4-4 及 4-5），在進行三個月團體抗力球運動訓練後，在跳躍著地時的地面最大垂直反作用力並無顯著的改變。相較於之前其他研究，經由傳統的核心肌力訓練或增強式跳躍訓練後皆會降低跳躍著地時的垂直衝擊力（Myer et al., 2006），主要原因可能是本研究的運動時間較短，訓練強度不及之前研究的訓練強度，另外也可能是因為受試者核心肌耐力雖有增加，但這些受試者並非為習慣性需要進行跳躍動作的運動選手，因此並不習慣利用核心肌力來維持跳躍動作過程中身體的穩定。

先前研究發現增強式跳躍訓練與傳統式核心肌力訓練後，皆會增加垂直跳躍高度及跳躍的垂直速度（Myer et al., 2006；Butcher et al., 2001）。特別是在運動訓練初期，三週的核心訓練後即可明顯增加跳躍的速度。本研究結果亦顯示，垂直跳躍時之跳躍高度與起跳時瞬時垂直速度均有顯著性的提升（如圖 4-8 及 4-22）。但本研究中之跨步跳躍動作在跳躍高度（如圖 4-9）並無顯著的改變而在起跳時瞬時垂直速度（如圖 4-23）則與垂直跳躍相同均有顯著提高，在跳躍高度方面造成垂直跳與跨步跳躍在運動訓練前後改變不同

其可能的原因為跨步跳躍動作的形式與垂直跳躍（counter movement jump）動作不同，垂直跳躍動作為單一平面之垂直上下動作，而跨步跳躍動作包含前後及上下的運動，其在核心肌力的穩定機轉上與垂直跳躍動作略有差異。

過去研究顯示，跳躍著地時髖關節及膝關節屈曲角度較小、軀幹屈曲角度較小及過多的膝外翻角度，都可能會增加前十字韌帶受傷的風險（Beynon et al., 1998; Kanamori et al., 2000; Blackburn et al., 2008; Leetun et al., 2004, Blackburn et al., 2009）。而由本研究結果，如圖 4-10 至圖 4-21 所示，垂直跳躍與跨步跳躍動作之跳躍著地時髖關節及膝關節屈曲角度、軀幹屈曲角度、膝關節屈曲角度、膝關節外展/內收角度、膝關節內轉/外轉角度以及踝關節蹠曲角度在進行三個月團體抗力球運動訓練前後均沒有顯著的差異。同時也發現在本研究中，受試者在跳躍著地時軀幹、膝關節以及踝關節角度之標準差相當大，代表本實驗之受試者均非需要經常進行跳躍動作之運動選手，因此在進行跳躍動作時之變異性較大，造成本研究之結果較無一致性的差異。

根據先前研究可知，在跳躍著地時，女性會使用較多的膝關節伸肌群（knee extensors）及踝關節蹠肌群（plantar-flexors）來吸收衝擊的能量，而男性則會使用較多的膝關節伸肌群及髖關節伸肌群來吸收衝擊的能量（Decker et al., 2003）。前十字韌帶重建患者之術後跳躍著地時，使用較少的髖關節伸肌群，而用較多的踝關節蹠肌群來吸收衝擊的能量（Decker et al., 2001）。另外，Paterno et al., (2010) 的研究結果中也可得到類似的結果，前十字韌帶受傷患者其進行跳躍動作著地時會產生較大的膝關節力矩。由本研究結

果（如圖 4-24 至圖 4-49 所示），垂直跳躍與跨步跳躍動作之髖關節及膝關節在跳躍著地瞬間及跳躍著地-著地後一秒間之下肢各關節力矩，除了在垂直跳躍著地-著地後一秒間膝關節屈肌群之最大力矩（如圖 4-36）在運動訓練後顯著大於運動訓練前外，均無達到顯著差異。造成此研究結果之可能因素除了進行運動訓練的時間較短及頻率較少外，本研究之受試者並非經常使用跳躍動作之運動選手，跳躍動作時之變異性較大，造成本研究之結果較無顯著的差異性。

Popovich et al., (2012) 研究發現，若髖關節肌力較不足者，其在跳躍單腳著地時核心肌群的肌肉相對活化程度較高，同時其軀幹左右傾的角度及角速度也較大。本研究結果顯示（如圖 4-50 及 4-51），運動訓練後，受試者在垂直跳躍與跨步跳躍著地到著地後一秒間之重心左右位移範圍均略大於運動訓練前，此與 Popovich et al., (2012) 研究不符，可能原因為受試者在進行跳躍著地動作時，為進行實驗之資料收集，因此需在跳躍著地時位於力板放置範圍內，進而造成受試者之動作限制，降低準確性。

綜合以上體適能參數以及跳躍著地之生物力學參數的結果可知，在進行三個月團體抗力球運動訓練課程後，可以有效地提升心肺耐力、肌耐力以及柔軟度等體適能評估參數，此外，在跳躍生物力學參數中，三個月運動訓練後可以改善部分易發生前十字韌帶損傷或下肢運動傷害的生物力學因子（如表 5-1 所示），有助於降低下肢運動傷害發生的機率，也可增加運動的表現。

表 5-1：降低前十字韌帶受傷發生之參數表

跳躍著地時降低前十字韌帶受傷率之參數	本研究在團體抗力球運動訓練後之結果	顯著差異
軀幹屈曲角度大	軀幹屈曲角度增加	X
髖關節屈曲角度大	髖關節屈曲角度增加	X
膝關節屈曲角度大	膝關節屈曲角度增加	X
膝關節外轉角度小	膝關節外轉角度減少	X
踝關節蹠曲角度小	踝關節蹠曲角度減少	X
髖關節屈曲肌力矩大	髖關節屈曲肌力矩增加	X
膝關節屈曲肌力矩大	膝關節屈曲肌力矩增加	V

本研究之成果，可提供教練在進行訓練時的參考。然而，本研究之受試者並非為經常使用跳躍動作之運動選手，且運動訓練時間只有三個月，而部分的研究結果不如預期中達到顯著的變化，例如：髖關節屈曲角度、膝關節屈曲角度及軀幹屈曲角度等因子在運動訓練後可顯著大於運動訓練前。未來本研究的訓練課程設計及研究方法，可進一步應用在經常使用跳躍動作的運動選手訓練中，例如籃球、排球或是足球等運動。此外對於一般大眾，由於團體抗力球運動訓練課程可以增加體適能的功能，而使用抗力球進行運動訓練又可增加運動時的趣味性與多樣性，因此可提供一般大眾作為運動時選擇的參考。未來也可以將此運動訓練課程做更進一步的推廣與運用，例如減重的團體運動課程，因為在減重時需要進行心肺耐力、柔軟度與肌耐力的訓練，特別是需要核心肌力來維持軀幹的穩定及避免肌肉的萎縮。

由於先前之研究大多只探討，利用抗力球進行核心訓練動作時的肌肉活化程度，並與傳統式的核心肌力訓練動作互相比較，均屬於單一動作執行時之研究，而目前還未有一完整的運動訓練課程來比較其訓練前後之效應。

目前使用抗力球進行運動訓練已為一普遍的運動訓練方式，但現今的抗力球運動訓練均為單一性的訓練方式，其應用於肌力/肌耐力的訓練或是只針對柔軟度之訓練。本研究之運動課程設計遵循美國運動醫學學會之建議，在團體抗力球運動訓練課程中包含心肺耐力、肌力/肌耐力以及柔軟度的訓練，而由本研究結果可知其訓練效應，在經過三個月完整的團體抗力球運動訓練後可以有效的增加心肺耐力、肌耐力與柔軟度，由此結果可提供增加運動訓練效應之課程的選擇。

在未來的研究中，或許可以增加運動訓練課程的訓練時間以及每週運動訓練的頻率，以增加實驗結果之顯著性。而在受試者的選擇中，可選擇經常使用跳躍動作之運動選手進行實驗數據之收集，以減少在跳躍動作執行中受試者間的差異性，並提高研究結果之顯著性。而先前研究之受試者大多為前十字韌帶損傷後之患者，此也為一可能影響本研究與先前研究結果間差異的因素，未來或許也可比較下肢功能性較不穩定者在進行運動訓練前後的差異性。

第陸章 結論與建議

一、團體抗力球運動訓練在體適能的效應

抗力球運動訓練為目前常見的訓練方式之一，但目前使用抗力球進行訓練均為單一性的動作訓練，並未有一套完整的訓練課程，而美國運動醫學學會建議，一完整的團體運動課程應包含心肺訓練、肌力/肌耐力訓練以及柔軟度訓練，因此本研究遵循美國運動醫學學會之建議，設計一套團體抗力球運動課程，包含了心肺訓練、肌力/肌耐力訓練以及柔軟度訓練，並在運動訓練前後進行體適能檢測以評估運動訓練的效應，根據本研究結果可知，在進行三個月團體運動訓練課程後：

1. 心肺耐力檢測之最大耗氧量顯著提升。
2. 肌耐力檢測之捲胸測試次數明顯增加。
3. 柔軟度檢測之柔軟度明顯增加。

由以上結果可知，一完整之抗力球運動訓練課程在訓練三個月後可以有效提升體適能效應。

二、團體抗力球運動訓練在跳躍著地生物力學參數之效應

目前常見之下肢運動傷害多為前十字韌帶損傷，其大多發生在跳躍著地時，許多研究指出若能藉由肌力訓練來增加軀幹穩定性，也可降低前十字韌帶損傷的風險，而在跳躍生物力學研究中，也藉由許多下肢關節之生物力學參數來預估前十字韌帶受傷的機率，而由本研究結果可知，在經過三個月團體抗力球運動訓練後改善之生物力學參數為：

1. 跳躍著地瞬間軀幹屈曲角度增加。
2. 跳躍著地瞬間髖關節屈曲角度增加。
3. 跳躍著地瞬間膝關節屈曲角度增加。
4. 跳躍著地瞬間膝關節外轉角度減少。
5. 跳躍著地瞬間踝關節蹠曲角度減少。
6. 跳躍著地-著地後一秒間髖關節屈曲肌力矩增加。
7. 跳躍著地-著地後一秒間膝關節屈曲肌力矩增加。

由以上結果可知，在進行三個月團體抗力球運動訓練後可以改善易造成前十字韌帶損傷的因子，降低跳躍著地時前十字韌帶受傷率。

除了減少前十字韌帶損傷的機率外，先前研究也指出增加核心肌力的穩定性也可提高跳躍動作的運動表現，由本研究結果可知，在進行三個月團體抗力球運動訓練後其對跳躍表現參數的改變為：

1. 跳躍著地後最大垂直力發生時間減少。
2. 跳躍之最大跳躍高度明顯增加。
3. 起跳時瞬時垂直速度明顯增加。

由以上結果可知，在進行三個月團體抗力球運動訓練後，可以提升增加跳躍表現的因子。

三、未來研究建議

在本研究中，經過三個月團體抗力球運動訓練可以顯著提升體適能檢測效應，但在身體組成因子中並無顯著的效應出現，因此未來在運動課程設計建議可以：

1. 增加運動訓練時間，探討中期或長期之運動訓練課程對身體組成及體適能的效應。

2. 增加每周運動訓練頻率，探討其對身體組成及體適能的效應。

在跳躍著地生物力學與前十字韌帶損傷參數的效應，由本研究結果可知，進行運動訓練後可以改善跳躍著地之下肢生物力學參數，但並未達到顯著的差異，其可能原因為受試者之差異性大，進而影響到實驗結果之顯著性，因此在未來研究中建議受試者選擇為：

1. 習慣使用跳躍動作之運動選手。
2. 下肢功能不穩定患者之運動訓練效應。
3. 增加受試者樣本數。

藉由實驗中受試者的選擇，降低受試者間之差異性，以增加實驗結果之顯著性。

參考文獻

1. American college of sports medicine (2006). *ACSM's resource manual for guidelines for exercise testing and prescription*. Baltimore : Lippincott Williams & Wilkins.
2. American college of sports medicine (2007). *ACSM's health-related physical fitness assessment manual*. Baltimore : Lippincott Williams & Wilkins.
3. American college of sports medicine (2011). *ACSM information on selecting and effectively using a stability ball*. Retrieved from <http://www.acsm.org/docs/brochures/selecting-and-effectively-using-a-stability-ball.pdf>.
4. Andrish, J.T. (2001). Anterior cruciate ligament injuries in the skeletally immature patient. *The American Journal of Orthopedics*, 30 (2) , 103-110.
5. Arendt, E.A. & Dick, R. (1995) . Knee injury patterns among men and women in collegiate basketball and soccer: NCAA data and review of literature. *The American Journal Sports Medicine*, 23, 694-701.
6. Beynnon, B.D. & Fleming, B.C. (1998). Anterior cruciate ligament strain in-vivo: a review of previous work. *Journal of Biomechanics*, 31, 519-525.
7. Bisseling, R.W., Hof, A.L., Bredeweg, S.W., Zwerver, J., & Mulder, T. (2008) . Are the take-off and landing phase dynamics of the volleyball spike jump related to patellar British. *Journal of Sports Medicine*, 42, 483-489.

8. Blackburn, J.T. & Padua, D.A. (2008). Influence of trunk flexion on hip and knee joint kinematics during a controlled drop landing. *Clinical Biomechanics*, 23 (3) , 313–319.
9. Blackburn, J.T. & Padua, D.A. (2009) . Sagittal-plane trunk position, landing forces, and quadriceps electromyographic activity. *Journal of Athletic Training*, 44 (2) , 174-179.
10. Boden, B.P., Dean, G.S., Feagin, J.A., & Garrett, W.E. (2000). Mechanisms of anterior cruciate ligament injury. *Orthopedics*, 23, 573–578.
11. Borg, G. (1990). Psychophysical scaling with applications in physical work and the perception of exertion. *Scandinavian Journal of Work, Environment and Health*, 16(1), 55-58.
12. Butcher, S.J., Craven, B.R., Sprigings, E.J.C., Chilibeck, P.D., & Spink, K.S. (2001) . Influence of trunk stability and leg strength training on vertical take-off velocity in athletes. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33 (5) , Supplement abstract 891.
13. Cosio-Lima, L.M., Reynolds, K.L., Winter, C., Paolone, V., & Jones, M.T. (2003) . Effects of physioball and conventional floor exercises on early phase adaptations in back and abdominal core stability and balance in women. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 17, 721-725.

14. Devita, P. & Skelly, W.A. (1992) . Effect of landing stiffness on joint kinetics and energetics in the lower extremity. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 24, 108–115.
15. Decker, M.J., Torry, M.R., Wyland, D.J., Sterett, W.I., & Steadman, J.R. (2003) . Gender differences in lower extremity kinematics, kinetics and energy absorption during landing. *Clinical Biomechanics*, 18 (7) , 662–669.
16. Escamilla, R.F., Babb, E., & DeWitt, R. (2006) . Electromyographic analysis of traditional and nontraditional abdominal exercises: implications for rehabilitation and training. *Physical Therapy*, 86, 656-671.
17. Escamilla, R.F., McTaggart, M.S., & Fricklas, E.J. (2006) . An electromyographic analysis of commercial and common abdominal exercises: implications for rehabilitation and training. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 36, 45-57.
18. George, G., Iraklis, K., Vassilios, P., & George, P. (2004) . Biomechanical differences in elite beach-volleyball. *Sports Biomechanics*, 3 (1) , 145-158.
19. Goldenberg L. & Twist P. (second edition), (2007) *Strength Ball Training*. Illinois : Human Kinetics.
20. Gregory, F.M., Matthew, L.H., Jennifer, M.L., & Christopher, B.P. (2005) . Aquatic plyometric training ncreases vertical jump in female olleyball

- players. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 37 (10) , 1814-1819.
21. Hewett, T.E., Myer, G.D., & Ford, K.R. (1994) .
Prevention of anterior cruciate ligamentShelbourne KD,
Rowdon GA. Anterior cruciate ligament injury: the
competitive athlete. *Sports Medicine*, 17, 132–140.
 22. Hewett, T.E. (2000) . Neuromuscular and hormonal
factors associated with knee injuries in female athletes:
strategies for intervention. *Sports Medicine*, 29, 313–327.
 23. Hodges P. W. & Richardson C. A. (1997) . Contraction of
the abdominal muscles associated with movement of the
lower limb. *Physical Therapy*, 77, 132-142.
 24. Huston, L.J., Greenfield, M.L., & Wojtys, E.M. (2000)
Anterior cruciate ligament injuries in the female athlete:
potential risk factors. *Clinical Orthopaedics and Related
Research*, 372, 50–63.
 25. Ireland, M.L., Gaudette, M., & Crook, S. (1997) . ACL
injuries in the female athlete. *Journal of Sport
Rehabilitation*, 6, 97–110.
 26. Juker, D., McGill, S., Kropf, P., & Stefen, T. (1998) .
Quantitative intramuscular myoelectric activity of lumbar
portions of psoas and abdominal wall during a wide
variety of tasks. *Medicine and Science in Sports and
Exercise*, 30, 301–310.
 27. Jull, G., Richardson, C., Toppenberg, R., & Comerford, M.,
& Bui, B. (1993) . Towards a measurement of active

- muscle control for lumbar stabilization. *Australian Journal of Physiotherapy*, 39, 187-93.
28. Kanamori, A., Woo, S.L., & Ma, C.B. (2000) . The forces in the anterior cruciate ligament and knee kinematics during a simulated pivot shift test: a human cadaveric study using robotic technology. *Arthroscopy*, 16, 633–639.
29. Kulas, A.S., Hortoba , T., DeVita, P. (2010) . The interaction of trunk-load and trunk-position adaptations on knee anterior shear and hamstrings muscle forces during landing. *Journal of Athletic Training*, 45(1), 5–15.
30. Lephart, S.M., Ferris, C.M, Riemann, B.L., Myers, J.B., & Fu, F.H. (2002). Gender differences in strength and lower extremity kinematics during landing. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 401, 162–169.
31. Leetun, D.T., Ireland, M.L., Willson, J.D., Ballantyne, B.T., & Davis, I.M. (2004) . Core stability measures as risk factors for lower extremity injury in athletes. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36 (6) , 926-934.
32. Marshall, P.W. & Murphy, B.A. (2005) . Core stability exercises on and off a Swiss ball. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 86, 242-9.
33. Marshall, P.W.M., Mckee, A.D., & Murphy, B.A. (2009) . Impaired trunk and ankle stability in subjects with functional ankle instability. *American College of Sports Medicine*, 44 (8) , 1409-1619.

34. McConville, J. T. (1980). Wright-peters on air force base, ohio. *Technical report*, AFARML-TR-80-119.
35. McGill, S.M., Grenier, S., Kavcic, N., & Cholewicki, J. (2003) . Coordination of muscle activity to assure stability of the lumbar spine. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 13, 353-359.
36. McGill, S.M. (2001) . Low back stability: from formal description to issues for performance and rehabilitation. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 29, 26-31.
37. Myer, G.D., Ford, K.R., Brent, J.L., & Hewett, T.E. (2006) . The effects of plyometric vs. Dynamic stabilization and balance training on power, balance, and landing force in female athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20 (2) , 345-353.
38. Mori, A. (2004) . Electromyographic activity of selected trunk muscles during stabilization exercises using a gym ball. *Electromyography and clinical neurophysiology*, 44, 57-64.
39. Paolo, D.L. (1996) . Adjustments to zatsiorsky-seluyanov's segment inertia parameters. *Journal of Biomechanics*, 29 (9) , 1223-1230.
40. Paterno, M.V., Schmitt, L.C., Ford, K.R., Rauh, M.J., Myer, G.D., & Huang, B. (2010) . Biomechanical measures during landing and postural stability predict second anterior cruciate ligament injury after anterior

- cruciate ligament reconstruction and return to sport. *The American Journal of Sports Medicine*, 38(10), 1968-1978.
41. Quatman, C.E., Ford, K.R., Myer, G.D., & Hewett, T.E. (2005) . Maturation leads to gender differences in landing force and vertical jump performance. *The American Journal of Sports Medicine*, 34 (5) , 806-813.
42. Rafael, F.E., Clare, L., & Duncan, B. (2010) . Core muscle activation during swiss ball and traditional abdominal exercises. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 40, 268-5.
43. Sternlicht, E., Rugg, S., Fujii, L.L., Tomomitsu, K.F., & Seki, M.M. (2007) . Electromyographic comparison of a stability ball crunch with a traditional crunch. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 21, 506-509.
44. Swartz, E.E., Decoster, L.C., Russell, P.J. & Croce, R.V. (2005) . Effects of developmental stage and sex on lower extremity kinematics and vertical ground reaction forces during landing. *Journal of Athletic Training*, 40(1), 9-14.
45. Vera-Garcia, F.J., Grenier, S.G., & McGill, S.M. (2000) . Abdominal muscle response during curl-ups on both stable and labile surfaces. *Physical Therapy*, 80, 564-569.
46. Vera-Garcia, F.J., Elvira, J.L.L., Brown, S.H.M., & McGill, S.M. (2007) . Effects of abdominal stabilization maneuvers on the control of spine motion and stability

- against sudden trunk perturbations. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 17, 556–567.
47. Zazulak, B.T., Hewett, T.E., & Reeves, P., & Goldberg, B., & Cholewicki, J. (2007). Deficits in neuromuscular control of the trunk predict knee injury risk. *The American Journal of Sports Medicine*, 35 (7) , 1123-1130.

附錄 A

受試者同意書

研究名稱：團體抗力球運動課程對跳躍生物力學的效應

研究單位：國立臺灣體育運動大學運動健康科學學系暨碩士班

研究負責人：吳子藍

聯絡電話：0911-399849

我_____自願參與此研究，並無他人強迫也無關學期課程成績，我了解此研究之研究的目，測驗結果將運用統計方法加以比較，以提供運動健身教練及一般體適能運動者了解抗力球運動訓練之特性，以作為實際運動或訓練時，指導及修正動作的參考依據。

接受測驗時我的身體與四肢沒有任何肌肉、骨骼及神經方面的疾病，了解測驗內容為垂直跳躍、跨步跳躍以及跨步跳躍丟球動作於著地時之資料收集，且知道測驗時需穿著運動短褲，測驗中會盡力做出實驗內容所要求的動作。此外也了解體適能檢測內容為最大耗氧量測試、捲胸測試以及柔軟度測試，且知道在進行測驗時需穿著輕便之運動服裝，測驗中會盡最大努力完成測驗項目。

垂直跳躍、跨步跳躍以及跨步跳躍丟球動作於著地時之資料收集會於身上黏貼 33 顆反光標誌，這可能會使身體感覺到不太自在，但不會影響跳躍動作的進行。測試中共有八台高速攝影機拍攝我在進行兩種跳躍時的動作；實驗開始前會先進行熱身運動，並練習跳躍動作的執行，接著開始收集垂直跳躍、跨步跳躍以及跨步跳躍丟球著地的資料，三種跳躍動作以隨機的方式執行，每一種跳躍動作執行 5 次，每次休息 2~3 分鐘，減低因疲乏所產生的傷害風險與研究誤差。全程實驗時間約 1.5 小時，測驗結束後可能會有些許疲累的感覺，測驗過程中我可以隨時進行休息，以確保測試時身體狀況良好。

最大耗氧量測試將於運動科學中心執行，測驗時需使用跑步機來協助測試，測試前會先進行暖身運動，測驗時間約為 30 分鐘；捲胸測試及柔軟度測試各需執行 2 次，每次測試相隔一天，減低因疲乏所產生的傷害風險與研究誤差，測驗結束後可能會有些許疲累的感覺。

進行完第一次資料收集(垂直跳躍、跨步跳躍以及跨步跳躍丟球動作於著地時之資料以及最大耗氧量測試、捲胸測試和柔軟度測試)後，將執行十二週之抗力球運動訓練課程，在十二週運動訓練課程期間，我會盡力完成上課次數，但有權力隨時要求退出訓練，每次訓練課程前會有充分的暖身時間，運動後也會有足夠的時間進行緩和運動，以減少運動訓練課程中的傷害發生，同時我也了解運動訓練教練具有專業「團體訓練課程」以及「急救員」證照，若我在運動訓練中發生傷害可以受到立即的照護。訓練課程結束後進行第二次資料收集(垂直跳躍、跨步跳躍以及跨步跳躍丟球動作於著地時之資料以及最大耗氧量測試、捲胸測試和柔軟度測試)，以了解運動課程之訓練效應。

研究人員已經向我充分說明整個研究計劃的過程，我將可在測驗過程中維護應得之權益；在測驗過程中可隨時撤回同意並退出試驗，且無須提出任何理由，不會引起任何不愉快，不會遭受處罰或損失應得之利益。所有我的測驗資料將絕對保密，會以一個研究號碼取代我的姓名；測驗所得資料可能發表於學術性雜誌，但我的姓名將不會公布，我的隱私將絕對保密；除了有關機構依法調查外，研究人員將會盡力維護我的隱私。另外，參加本測驗不須繳交任何額外的費用。

我已經詳細閱讀以上資料，研究人員也已經對我詳細解釋內容，並回答我所有的疑問；我已經了解且同意參與此項研究計畫，我的年齡已滿 20 歲且自願擔任受試者，並同意本計畫研究人員使用我的資料進行分析。如果我以後有問題，我可以與研究主持人聯絡，日後如果受試者同意書內容有任何更新，或有新資訊可能影響受試者參與試驗之意願，我將隨時收到更新後的內容。

受試者簽名：

日期：

聯絡地址：

附錄 B Lower Extremity Functional Scale
下肢功能評估表

姓名：_____ 填寫日期：101 年 _____ 月 _____ 日

此量表的目的是在於了解您目前的下肢功能狀況，以下將有二十題問題請您填寫，請依日常生活狀況填寫量表。

請問您目前或曾經在執行下列活動時的困難程度為何？

身體活動	完全無法執行	非常困難	中度困難	稍微困難	沒有問題
1. 工作、做家事或在學校活動時	0	1	2	3	4
2. 從事休閒活動、娛樂或運動時	0	1	2	3	4
3. 進出浴缸時	0	1	2	3	4
4. 在房間走動時	0	1	2	3	4
5. 穿鞋子或襪子時	0	1	2	3	4
6. 執行下蹲動作時	0	1	2	3	4
7. 將物體從地面提起時	0	1	2	3	4
8. 在家裡執行簡單家務時 (如：掃地)	0	1	2	3	4
9. 在家裡執行困難家務時 (如：園藝)	0	1	2	3	4
10. 上、下車時	0	1	2	3	4
11. 走兩條街	0	1	2	3	4
12. 走一英里路(約 1.6 公里)	0	1	2	3	4
上下十個階梯(約一層樓)	0	1	2	3	4
13. 站立一小時	0	1	2	3	4
14. 坐著一小時	0	1	2	3	4
15. 在平地上跑步	0	1	2	3	4
16. 在不平的地面上跑步	0	1	2	3	4
17. 在快跑時急轉彎	0	1	2	3	4
18. 執行跳躍動作	0	1	2	3	4
19. 在床上滾來滾去	0	1	2	3	4

總分：_____ /80

感謝您的耐心填寫！

附錄 C

Sub NO. _____

測試日期：101 年 ____ 月 ____ 日

受試者基本資料

姓名		出生年月日	民國	年	月	日	性別	
慣用手	<input type="checkbox"/> 右 <input type="checkbox"/> 左	慣用腳	<input type="checkbox"/> 右 <input type="checkbox"/> 左					

人體計測資料

身高	cm	體重	kg								
肩寬	cm	Knee joint	R	mm	L	mm	Ankle joint	R	mm	L	mm
ASIS width	cm	腿長	R	cm	L	cm	大腿長	R	cm	L	cm
腰圍 (臍上一吋)	cm	小腿長	R	cm	L	cm	足長	R	cm	L	cm
腰圍 (ASIS)	cm	大腿圍	R	cm	L	cm	小腿圍	R	cm	L	cm
臀圍	cm	上臂圍	R	cm	L	cm	前臂圍	R	cm	L	cm

體適能檢測資料

心肺 測試	運動前 心跳	運動前 血壓	運動時間	VO2max	運動後 (1 min) 休息心跳	運動後 (1 min) 休息血壓
捲胸 測試	第一次測試		第二次測試		平均	
柔軟度	第一次測試		第二次測試		平均	