

國立臺灣體育學院體育研究所
碩士學位論文

增強式訓練介入對女子體操選手
實施垂直分腿跳之影響

Effects of Plyometric Training on Vertical Jump to
Straddle Performance in Female Gymnastic Players



研究生：蔡惠凰 撰

指導教授：高明峰 博士

中華民國九十五年六月

論文名稱：增強式訓練介入對女子體操

選手實施垂直分腿跳之影響

總頁數：70 頁

院校組別：國立臺灣體育學院體育研究所

畢業時間及提要別：九十四學年度第二學期碩士學位論文提要

研究生：蔡惠凰

指導教授：高明峰博士

中文摘要

本研究的主要目的是探討增強式訓練介入對女子體操選手實施垂直分腿跳能力之影響。本研究係以 12 位女子體操選手為實驗對象，(平均年齡 14.2 ± 2.3 歲，身高 148.4 ± 5.6 公分，體重 35.8 ± 3.5 公斤)。每週二次、每次三十分鐘共為期六週的增強式訓練，並每二週共四次以 KISTLER 測力板(1200HZ)進行垂直分腿跳能力的測量，測驗內容包括直立蹲踞跳(counter movement jump, CMJ)垂直蹲踞跳(squat jump, SJ)、深跳(drop jump, DJ)。收集後的運動學參數經重複量數單因子變異數分析與杜凱法進行統計分析，統計的顯著水準定為 $\alpha = .05$ 。研究結果顯示一、直立蹲踞跳(CMJ)部分的騰空高度、最大爆發力、最大蹬地速度、平均爆發力方面均有明顯改變($p < .05$)，尤其是騰空高度由前測的 46.38 ± 2.78 cm 進步到 50.04 ± 2.84 cm；二、在垂直蹲跳(SJ)部分的騰空高度、最大爆發力、最大蹬地力量、最大蹬地速度、平均爆發力方面均有明顯改變($p < .05$)，尤其是騰空高度由前測的 38.23 ± 3.20 cm 進步到 43.46 ± 4.03 cm；三、在深跳(DJ)部分的騰空高度及伸展縮短循環時間均有明顯改變($p < .05$)，騰空高度從 33.33 ± 1.97 cm 進步到 36.49 ± 2.69 cm；四、在不同年齡組的研究結果顯示，增強式訓練對於不同年齡的選手訓練成果均有明顯改善，本實驗 14 至 16 歲選手在實施直立蹲踞跳(CMJ)的騰空高度由前測的 44.77 ± 2.74 cm 進步到 48.18 ± 2.29 cm；垂直蹲跳(SJ)由前測的 38.42 ± 3.57 cm 進步到 41.72 ± 4.33 cm；深跳(DJ)的騰空高度由前測的 33.20 ± 2.11 cm 進步到 35.27 ± 1.75 cm。12 至 14 歲選手在實施直立蹲踞跳(CMJ)的騰空高度由前測 48.00 ± 1.80 cm 進步到 51.90 ± 2.04 cm；垂直蹲跳(SJ)的騰空高度由前測的 38.05 ± 3.12 cm 進步為 45.20 ± 3.12 cm；深跳(DJ)的騰空高度由前測 33.45 ± 2.20 cm 進步為 37.72 ± 2.21 cm。因此增強式訓練對於 12 至 16 歲的女子體操選手均有其訓練效果。

關鍵詞：增強式訓練、垂直分腿跳、體操系動作

Effects of Plyometric Training on Vertical Jump to Straddle Performance in Female Gymnastic Players

ABSTRACT

The purpose of this study was to investigate the effect of plyometric training on vertical jump to straddle performance in female gymnastic players. Twelve female gymnastic players (Age:14.2±2.3years; High:148.4±5.6cm; Weight:35.8±3.5kg) were intervened the plyometric training for six weeks(30 minutes, twice a week), tested by the KISTLER(1200 HZ) force platform to measure their jumping to straddle performance. It consisted counter movement jump (CMJ),squat jump (SJ) and drop jump(DJ). After treatment, the vertical ground reaction force and related parameters was analyzed by repeated measures one-way ANOVA. The results of this study revealed that: (1)After training, There were significant difference on CMJ jumping performance parameter in HF、Pmax、Vmax、Pavg ($p < .05$), especially the HF advance from 46.38±2.78cm to 50.04±2.84cm. (2) After training, There were significant difference of the SJ jumping performance parameter were HF、Pmax、Fmax、Vmax、Pavg ($p < .05$), especially the HF advance from 38.23±3.20cm to 43.46±4.03cm. (3) After training, the significant difference of the DJ jumping performance parameter were HF、SSC ($p < .05$), especially the HF advance from 33.33±1.97 cm to 36.49±2.69cm. (4) After training, the results revealed that the plyometric training on 12-16 year-old female gymnastic players made the effect improved obviously, either on CMJ、SJ and DJ. It is a safe and efficient training.

Keywords: plyometric training, vertical jump to straddle, series of Gymnastics

謝 誌

本論文能順利完成，非常感謝惠鳳的指導教授---高明峰博士這些日子來的指導，讓我受益良多，此份情誼永銘於心。感謝許所長壬榮不時給予勉勵及對於人生哲理的獨特剖析，讓我感受人生就是不斷的學習與成長。感謝口試委員陳嘉遠老師對於本論文研究方法所提供的寶貴建議、蔡亨老師對於文句格式的修飾及數據呈現上的建議。同時感謝在兩年的學習過程導師陳重佑老師對我們的關愛與豐富經驗的傳予。

實驗期間特別感謝榮全學長在論文內容方面所提供的專業建議，讓本論文更能達到理論與實務相互結合，另外在兩年的學習中班長少東及班上同學不斷給予惠鳳鼓勵與扶持，此份情誼永生難忘，再此一併致謝。

最後僅將本論文獻給摯愛-無怨無悔在背後支持我的先生梅宗與我的孩子梁毅、梁恩，以及好友慧珠感謝你們在我的人生的成長歲月中給予的關懷與鼓勵，相信有你們的相伴人生的道路上會走的更踏實，有你們的肯定一切的辛苦都值得。

蔡惠鳳 謹誌

2006年6月

目次

中文摘要	
英文摘要	
謝誌	
目次	
表次	
圖次	
第壹章 緒論	1
第一節 研究背景	1
第二節 研究動機	3
第三節 研究目的	4
第四節 研究假設	4
第五節 名詞解釋與操作性定義	5
第六節 研究限制	6
第貳章 文獻探討	7
第一節 下肢肌力訓練理論之相關研究	7
第二節 垂直跳能力與運動表現之相關研究	15
第三節 文獻總結	18
第參章 研究方法與步驟	19
第一節 實驗參加者	19
第二節 實驗時間與地點	19
第三節 實驗儀器與設備	20
第四節 場地佈置	21
第五節 實驗步驟	22
第六節 資料處理	24

第肆章 結果與討論	25
第一節 直立蹲踞跳(CMJ)垂直跳能力分析	25
第二節 垂直蹲跳(SJ)垂直跳能力分析	37
第三節 深跳(DJ)垂直跳能力分析	49
第四節 增強式訓練對不同年齡女子體操選手實施垂直 跳騰空高度之影響	54
第五節 綜合討論	56
第伍章 結論與建議	58
第一節 結論	58
第二節 建議	59
參攷文獻	60
中文部分	60
外文部分	62
附 錄	
附錄一 受試者須知及同意書	65
附錄二 健康狀況調查表	66
附錄三 六週增強式訓練計劃表	67
附錄四 直立蹲踞跳(CMJ)垂直跳能力分析表	68
附錄五 垂直蹲跳(SJ)垂直跳能力分析表	69
附錄六 深跳(DJ)垂直跳能力分析表	70

表次

表 1 實驗參加者基本資料	19
表 2 直立蹲踞跳 (CMJ) 垂直跳騰空高度之分析	28
表 3 直立蹲踞跳 (CMJ) 垂直跳最大爆發力之分析	29
表 4 直立蹲踞跳 (CMJ) 垂直跳最大蹬地力量之分析	31
表 5 直立蹲踞跳 (CMJ) 垂直跳最大蹬地速度之分析	33
表 6 直立蹲踞跳 (CMJ) 垂直跳平均爆發力之分析	35
表 7 垂直蹲跳 (SJ) 垂直跳騰空高度之分析	39
表 8 垂直蹲跳 (SJ) 垂直跳最大爆發力之分析	41
表 9 垂直蹲踞跳 (SJ) 垂直跳最大蹬地力量之分析	43
表 10 垂直蹲跳 (SJ) 垂直跳最大蹬地速度之分析	45
表 11 垂直蹲跳 (SJ) 垂直跳平均爆發力之分析	47
表 12 深跳 (DJ) 垂直跳騰空高度之分	50
表 13 深跳 (DJ) 垂直跳伸展縮短循環 (SSC) 時間之分析	52
表 14 14-16 歲組分腿垂直跳騰空高度	54
表 15 12-14 歲組分腿垂直跳騰空高度	55

圖次

圖 1	Kistler 單軸測力板	20
圖 2	實驗場地佈置圖	21
圖 3	實驗流程圖	23
圖 4	CMJ 垂直跳動作的地面反作用力	26
圖 5	增強式訓練前後四次測驗區間的直立蹲踞跳 (CMJ) 騰空高度的平均數與標準差直條圖	28
圖 6	增強式訓練前後四次測驗區間的直立蹲踞跳 (CMJ) 最大爆發力的平均數與標準差直條圖	30
圖 7	增強式訓練前後四次測驗區間的直立蹲踞跳 (CMJ) 最大蹬地力量的平均數與標準差直條圖	32
圖 8	增強式訓練前後四次測驗區間的直立蹲踞跳 (CMJ) 最大蹬地速度的平均數與標準差直條圖	34
圖 9	增強式訓練前後四次測驗區間的直立蹲踞跳 (CMJ) 平均爆發力的平均數與標準差直條圖	36
圖 10	SJ 垂直跳地面反作用力、動作速度、重心位移、爆發力曲線圖	38
圖 11	增強式訓練前後四次測驗區間的垂直蹲跳 (SJ) 騰空高度的平均數與標準差曲線圖	40
圖 12	增強式訓練前後四次測驗區間的垂直蹲跳 (SJ) 最大爆發力的平均數與標準差曲線圖	42
圖 13	增強式訓練前後四次測驗區間的垂直蹲跳 (SJ) 最大蹬地力量的平均數與標準差曲線圖	44
圖 14	增強式訓練前後四次測驗區間的垂直蹲跳 (SJ) 最大蹬地速度的平均數與標準差曲線圖	46
圖 15	增強式訓練前後四次測驗區間的垂直蹲跳 (SJ) 平均	

	爆發力的平均數與標準差曲線圖	48
圖 16	增強式訓練前後四次測驗區間的深跳 (DJ) 騰空高度的平均數與標準差曲線圖	51
圖 17	增強式訓練前後四次測驗區間的深跳 (DJ) 垂直跳伸展縮短循環 (SSC) 時間的平均數與標準差曲線圖 ...	53

第壹章 緒論

目前國際女子體操發展趨勢已走向難度高、體勢美、具創意的動作發展結構，因而造成各國科學化的訓練理論，薄云霄、邵斌（2000）認為競技體操的訓練理論是有關概念、理論體系的精闢講述，是對其系統化的理性認識。只有在訓練實踐基礎上產生和發展，並且經過訓練實踐檢驗和證明是正確可行的規律才可稱之為理論，因此他是對訓練實踐本質及規律性的正確反映。

第一節 研究背景

一、女子體操運動發展概況

在1928年第9屆奧運會和1934年第11屆世界體操錦標賽才開始有女子體操選手參賽。直到50年代以後才逐步形成現代女子跳馬、高低槓、平衡木、地板四個項目，並發展出較有系統的女子規則。蘇聯女子體操隊從1952—1992年的40年中，一直保有比賽成績的絕對優勢僅在1966年第16屆世界體操錦標賽以0.5分之差輸給斯洛伐克隊，另在1979年第20屆世界體操錦標和1987年第24屆世界體操錦標賽以微小差距輸給羅馬尼亞隊。1993年以後由於蘇聯解體，前蘇聯各共和國以獨立國家參賽，更增加世界女子體操競賽的白熱化。

目前國際當中羅馬尼亞、美國、俄羅斯、中國四隊的水準相當接近，美國女子體操隊在本屆2005年世界體操錦標賽中奪得團體冠軍，而烏克蘭、法國、白俄羅斯也表現相當的

實力。

二、女子體操運動訓練的重點方向

李誠志(1994)認為體操訓練的發展重點應該(一)更加重視單項技術的提高與發展因為規則的修改與實施，使那些只要進入單項前八名決賽的選手，就有爭冠的可能，從而培養、訓練全能選手的同時更加重視培養訓練一些單項水準更高，更頂尖的選手，以便在單項決賽中爭冠。(二)教練的主導作用更為突出，沒有高水準的教練，就難以培養出世界冠軍。各不同層次的教練，雖然承擔的具體任務不盡相同，但都要很好地發揮在訓練中的主導作用，不斷提高自身的水準，提高觀察、分析、保護幫助、現場指揮等多方面的能力。否則難以勝任體操訓練工作。(三)科學訓練進一步加強，目前競技體操正在從過去單純經驗型，發展為科學型。這是競技體操訓練的重大變革。訓練方法的改革、更新，器材、器械的改進，都是要求科學研究的有力支持。除了微觀的動作技術應用研究外，多科學、綜合性、宏觀的系統研究，探討訓練規律，將會進一步引導、推動競技體操發展。(四)堅持大負荷訓練，提高訓練成效，根據選手的年齡、訓練水準所要完成的任務，在科學技術指導下，從事大負荷訓練是其發展趨勢。現在年訓練日有的已達350天，幾乎每週七天都按計畫訓練。每日早操也要進行一次完整的訓練計畫，針對性地解決訓練中的某個問題。

而自從1994年國際體聯69次技術代表會議決議取消規定動作比賽和女子選手參加世界運動會由年齡15歲提高至16歲才能參賽的規定，這樣的規定使得女子體操技術朝著“高難

度、多變化、重質感”的方向發展。

因此，目前整體國際女子體操發展趨勢中，必須具備高起評分才能獲取高分，而在女子體操四個項目中就有地板、跳馬、平衡木等三個項目需要運用下肢來表演動作編排，而且動作內容中地板及平衡木就必須編配體操系的跳躍動作，尤其地板項目中體操系跳躍動作連接加分是獲取高起評分的要素之一。因此，彈跳能力較佳的選手會充分運用這類動作來獲取較高的起評分，而身為體操教練或選手應該透過科學化的訓練方式將跳躍動作列為訓練項目之一。

第二節 研究動機

競技體操是一個典型非週期性項目，訓練中的動作即有大量動力性，也有相當數量靜力性。而隨著運動技術的提高，完成動作日益驚險、複雜、多變，動作之間前後連貫地編成整套動作。選手的級別、層次越高，動作難度驚險也就越大，編排越來越巧妙，對質量要求越高。因此在訓練過程中，如何把握有效的訓練成效，訓練方法的適用性極為重要，目前國內教練利用增強性訓練來加強女子體操選手的下肢彈跳能力並不普遍，因此引發本研究的研究動機。這是值得探討的課題。

第三節 研究目的

本研究主要探討以增強式訓練介入女子體操運動訓練，對女子體操選手在地板及平衡木項目上實施體操系動作所產生的影響，希望藉由此研究的成果傳達從事女子體操訓練時較有效的訓練方式，以利往後教練及選手運動訓練時的參考。因此本研究具體研究目的為：

- 一、比較施行增強式訓練前後，在直立蹲踞跳(CMJ)垂直跳能力分析表現上的差異。
- 二、比較施行增強式訓練前後，在垂直蹲跳(SJ)垂直跳能力分析表現上的差異。
- 三、比較施行增強式訓練前後，在深跳(DJ)垂直跳能力分析表現上的差異。
- 四、比較增強式訓練對不同年齡女子體操選手實施垂直跳騰空高度上的差異。

第四節 研究假設

依據研究目的提出本研究的研究，研究假設如下：

- 一、比較施行增強式訓練前後，在直立蹲踞跳(CMJ)垂直跳能力分析表現上並無顯著差異。
- 二、比較施行增強式訓練前後，在垂直蹲跳(SJ)垂直跳能力分析表現上並無顯著差異。
- 三、比較施行增強式訓練前後，在深跳(DJ)垂直跳能力分析

析表現上並無顯著差異。

四、比較增強式訓練對不同年齡女子體操選手實施垂直跳騰空高度上並無顯著差異。

第五節 名詞解釋與操作性定義

一、增強式訓練 (plyometric training)

增強式訓練是一些肌肉在快速、動性負荷或伸展後的各種瞬發性收縮運動，是一種發展瞬發力的肌肉鍛鍊法，其理論基礎為「伸展縮短循環SSC」(林正常，1993)。而歐洲是最早將增強式訓練 (plyometric) 應用於訓練中的地方；當時教練與選手稱之為跳躍訓練 (jump training)。Costello(1986)提出增強式訓練的設計是用來刺激快縮肌的活動，所以對於跳躍能力、敏捷性與速度有著正面的效果。

二、體操系動作：女子體操評分中特殊要求的動作內容之一。
例如：垂直分腿跳。

三、直立蹲踞跳 (Counter Movement Jump：CMJ)：於測力板上雙手插腰由站立位置開始向下屈膝後往上垂直彈跳。

四、垂直蹲跳 (Squat Jump：SJ)：於測力板上雙手插腰直接由屈膝動作開始往上垂直彈跳。

五、深跳 (Drop Jump：DJ)：於24公分高的踏墊雙手插腰往測力板垂直跳下後直接往上彈跳。

六、垂直地面反作用力 (Vertical ground Reaction Force)：在垂直跳過程中由測力板測得的縱軸地面反作用力，向上為正。

第六節 研究限制

- 一、本研究只針對增強式訓練後進行垂直跳施測的結果討論，所以不探討參與者從事該項專長運動項目訓練之時間。
- 二、參與者進行測驗時，研究者僅以口頭鼓勵方式，激勵參與者盡最大努力完成該項動作測試，而不探討參與者心理、意志、技術等因素。

第貳章 文獻探討

Tudor(2001, 林正常等編譯)指出不論出自經驗或研究,許多運動科學知識,都是用來瞭解和增進運動對於人體的影響,因此,運動訓練成為現今運動科學得研究焦點,許多科學研究,充實了運動訓練的理論與方法,使之成為一門科學,而目前針對下肢肌力訓練的相關理論相當多。因此,本章將針對相關的研究分為三個部份來進行探討:一、下肢肌力訓練理論之相關研究;二、垂直跳能力與運動表現之相關研究;三、文獻總結。

第一節 下肢肌力訓練理論之相關研究

一、跳躍訓練理論之相關研究

跳躍訓練的內容包含伸展運動、增強式跳躍訓練、重量訓練等的訓練計畫(Hewett,1996),而其中增強式跳躍訓練是利用屈膝伸張反射的原理提高神經系統與肌肉間的興奮性,做快速的跳躍訓練,以達到增加神經-肌肉系統的反射能力。

(一) 跳躍訓練的研究理論

跳躍訓練是由Plyometric Jump Training 這個單字翻譯而來,Plyometrics 的實用意義為一個快速且力量大的動作,其訓練的原理包含了收縮前的伸展或以反向動作來激發伸展-收縮循環,這樣跳躍訓練的過程,我們可以簡易的分成三個階段(陳敦禮,1996):

1、離心收縮階段(eccentric phase):肌肉收縮前,肌肉纖維

因伸展而感受到負荷。

- 2、償債階段(amortization phase)：從離心收縮階段至肌肉向心收縮前，有及短暫的時間稱為償債階段。
- 3、向心收縮階段(concentric phase)：做有力且強的收縮。

Plyometrics 的訓練是要降低 amortization 的時間，這階段是介於離心收縮及後來向心收縮之間，也就是落地的緩衝時間與起跳的準備時間。簡而言之，任何運動的動作中，有先利用離心伸展(eccentric prestretch)，然後再做爆發性的向心收縮(concentric contraction)，則便可稱"Plyometrics"。其主要目的是將神經的興奮性提高，來增加神經肌肉系統的反應能力，也就是說當肌肉被瞬間拉長時，肌梭會感受到拉扯的刺激，進而產生反射性的收縮反應，徵召更多的運動單位參與收縮活動。在需要大量及快速力量的運動中，爆發力對選手的勝負佔很大的關鍵。過去多年中，教練、學者們都希望找出一個可以加強訓練肌力的訓練法。有藉由練習動作技巧以增加速度及效率，即力量產生所花的時間，這對爆發力的大小有很大的影響。

(二) 跳躍訓練的課程設計

跳躍訓練的方法有許多，像利用 Jumps、Bounds、Hops、Leaps、Skips 等應用原理(陳敦禮，1996；James,1999)，來設計跳躍訓練的內容，像是深跳訓練(Drop Jump)，是跳躍訓練最常使用的方式，其方式是從一座數十公分高的平台上往下跳，落地後立即向上或向前做最大的跳躍，不斷反復進行這項動作，使膝關節彎曲造成股四頭肌被迫伸展，在瞬間利用肌梭反射的原理，讓肌肉產生更有力的收縮以增進爆發

力。這種訓練爆發力的方式，可以有效地增進運動的表現。陳敦禮(1996)與James(1999)提出常見的增強式跳躍訓練方法有以下幾種：

- 1、 Bounds 此方法是要獲得最大的水平距離與垂直高度。
- 2、 Hops 使腿部的跳躍運動達到最快。
- 3、 Jumps 此種跳法要訓練最大垂直跳的能力。
- 4、 Leaps 強調在一次跳躍中得到最大的水平與垂直距離。
- 5、 Skips 以左右腳輪流單足跳躍，並強調最大的水平與垂直距離。
- 6、 Ricochets 強調下肢快速的彈跳動作。

跳躍訓練是需要相當高的柔軟度與敏捷性，訓練時並要強調動作的準確性，採循序漸進的原則，從動作簡單、低強度與低負荷來逐漸增加訓練的質與量(陳敦禮，1996；James, 1999)，所以訓練前一定要有足夠的熱身，之後依序完成伸展運動、增強式跳躍訓練課程與重量訓練課程，為了訓練的效果，訓練的頻率以每週3次為佳，並且須休息1日以上才可以再接受下一回的訓練，以及維持6週以上的訓練期(James,1999)。

Newton(2000)等人藉由彈震式訓練(ballistic training)，增加優秀排球選手的垂直跳能力，研究的結果顯示訓練組在跳躍力量的輸出、接觸時間、速度、力量的進步比率都是成長的，並且皆優於對照組；Juka(1998)比較運動選手與非運動選手在0.4與0.8公尺的平台上跳落的情形，結果在Drop Jump的垂直高度成績上，選手組明顯地大於非選手組(32%in DJ40；34%in DJ80)，此外，落地的接觸時間，非選手組的緩衝時間與總時間皆大於選手組。

林正常(1999)等人，以17名中年男性Cybex 6000在等速

測力儀從事每秒 60 度及 120 度的等速膝伸展最大肌力測試，並配合蹲踞跳及下蹲跳兩種跳法於 Kistler 測力板取最佳表現一次，研究發現下蹲跳能較快達到最大力量，提高垂直跳躍高度。

現今美國多數的高中與大學的運動隊伍，以及奧運選手都已經採用這樣的訓練方式。

二、增強式訓練之相關研究

增強式訓練在各運動項目的訓練上應用地相當廣泛，許多研究也針對增強式訓練在各方面的影響進行探討。

(一) 增強式訓練的理論：

Plyometrics 這個名詞最早是由美國田徑教練 Fred Wilt 在 1975 年所提出，源自於希臘字「pleythyein」，意即增加或增大的意思，它是由希臘字根「plio」與「metric」所構成，分別指「更加」與「測量」的意義（林正常，1993）。

增強式訓練 (plyometrics) 是指肌肉透過預先伸展的離心收縮方式，隨後藉由彈性能的儲存與釋放，立即產生快而強力的向心收縮的運動表現 (Baechle 等人，2000)。

Baechle(2000) 等人採用定點跳躍 (Jumps in place) 起跳與落地於同一點上。強調連續且快速垂直跳的能力。組合式訓練 (Multiple jumps) 定點跳躍與立姿跳躍的結合。木箱訓練 (Box drills) 利用木箱高度變化，來增加組合式跳躍的強度。使用的方式包括跳上或跳下木箱。木箱訓練亦包含單腳、雙腳或交換腳步等應用。深跳訓練 (Depth jumps) 利用重力與選手的體重來增加訓練強度。選手由木箱上跳落地面，於著

地瞬間隨即用力躍起的訓練。木箱高度主要是依據選手的身材、地面材質及訓練計畫的目標而決定。深跳訓練亦包含單腳與雙腳的實施。

增強式訓練是藉由肌肉的離心收縮所造成的急速伸展，使肌纖維、肌腱等結締組織拉長，因為肌肉具有彈性的特質，而產生彈性能的儲存。隨後的立即向心收縮，使得這些彈性能得以釋放，並產生增強肌肉力量的表現。這種藉由肌肉先離心收縮再結合向心收縮的肌肉收縮過程，又稱為牽張縮短循環(stretch-shortening -cycle)，簡稱SSC(Norman和Komi, 1979)。

Chu(1992)指出增強式訓練與牽張縮短循環的功能最主要是來自兩個因素：肌肉彈性能的利用與伸展反射(stretch reflex)。肌肉的彈性是造成力量增大的重要因素，好比我們將一條橡皮筋拉長，當一手放開時，橡皮筋所具有的彈性特質，會快速的使橡皮筋回到原來的長度。而伸展反射是牽張縮短循環的另一個重要機制。藉由肌纖維中肌梭(muscle spindle)對肌肉長度的敏感性，當肌肉被急速伸展時，會使肌梭產生神經衝動，此神經衝動經由傳入神經元，向心傳導至脊髓背根，再藉由 α 運動神經元將神經衝動傳至作用肌群上，使作用肌群的肌肉產生肌肉收縮，稱為伸展反射(林正常，1997)。此種反射動作主要在保護肌肉，避免因快速伸展而造成傷害，所產生的反射性收縮動作。這種伸展反射，可以使肌肉收縮力量增加。增強式訓練是藉由深跳(depth jumping)、跳躍(hopping)、彈跳(bounding)所預先產生的離心收縮動作，而產生強力的向心收縮，以達到鍛鍊爆發力的功效(Brown等人，1986)。

李伯倫(2005)以16位高中籃球選手為受試對象，以隨機分配的方式，分為增強式訓練組與重量訓練組。擷取參數為連續二次垂直跳中第一跳、第二跳高度、牽張縮短循環(SSC)及木箱落下牽張縮短循環(SSC)、木箱落下垂直跳高度之參數，共施予5次的測驗，所得參數皆取樣本之平均值。結果發現：增強式訓練組在第一跳彈跳高度、第二跳彈跳高度、牽張縮短循環(SSC)時間、木箱落下垂直跳之檢測、木箱落下牽張縮短循環(SSC)時間等方面皆達顯著差異($p < .05$)，而重量訓練組僅在第一跳彈跳高度方面達顯著差異($p < .05$)，其他部分皆未達顯著差異($p > .05$)。連續二次垂直跳能力在籃球運動中扮演非常重要的角色，本研究結果顯示經五週增強式訓練與重量訓練後，除連續二次垂直跳中第一跳能力兩組皆達顯著進步外，其它能力經訓練後，增強式訓練組皆顯著優於重量訓練組。

在Robeter與William(2000)等人的研究中，找來16名NCAA成績優異的男性排球選手並隨機分為訓練組與對照組，這16名選手除了須接受相同的重量訓練外，訓練組須再接受增強式跳躍訓練，而對照組則須再接受下肢的阻力訓練，經過了8週的訓練之後，研究的結果顯示訓練組在跳躍力量的輸出、接觸時間、速度、力量的進步比率都是成長的，並且皆優於對照組，這樣的結果表示增強式跳躍訓練比較阻力訓練更適合排球的運動特殊性，更能夠增加排球的運動表現。

近年來，國內外推出許多有關爆發力的訓練方法，如有負荷的一般槓鈴蹲舉之重量訓練及無負荷的增強式訓練等，都證明了可以有效提升肌力及爆發力與改善肌間協調，所以

都廣泛的被使用。所以學者 Wilson(1997) 比較傳統的重量訓練與跳躍訓練在跳躍能力的改善情形，以 30 名參與者分組進行重量訓練與跳躍訓練，結果發現進行傳統重量訓練的受試者訓練後在垂直跳的成績與滑步跳遠表現都有顯著的進步，但是跳躍訓練則否，這樣的原因可能是跳躍訓練強度設計的問題，所以學者認為只要適當的跳躍訓練是可以有效提升跳躍的表現。

(二)實施增強式訓練的方法

1、實施增強式訓練前的準備：

Chu(1992)認為在增強式訓練中，下肢的訓練是最被廣泛應用的，而實施增強式訓練前，應具備適當水準的肌力基礎，並且在實施下肢增強式訓練前，必須具備蹲舉 1RM 自身體重的 1.5 倍至 2.5 倍。或是能在 5 秒內蹲舉自身體重的 60 % 達到五次。這些都是為了使骨骼肌系統對即將接受高強度負荷的訓練做準備，避免因增強式訓練而造成運動傷害。實施訓練前應做適當地熱身(warm-up)，5-10 分鐘的熱身活動是必要的，而熱身動作應包括慢跑、快跑與伸展(Lombardi, 1989)。

2、適當的休息時間：

Chu(1992)建議實施增強式訓練後，適當地休息是必須的，每次訓練後需至少休息 48 小時至 72 小時，所以每週的訓練量為 1 至 3 次；Von Duvillard(1990)建議初期每週訓練 1 次，逐漸增加至每週 2 次。組間休息(set)1 至 4 分鐘，次數間休息 5 至 10 秒(Chu, 1992)。Baechle 等人(2000)建議增強式訓練

計劃需持續6至10週，其中組間休息為2至3分鐘。

3、適當的訓練量：

實施增強式訓練，每次應包括3到5種訓練動作，每種動作3到10組(set)，每組4至10反覆次數(reps)。而增強式訓練的訓練量是以腳與地面接觸的次數作為評量標準，所以在下肢訓練時，每次大約有100至200次接觸地面的總數，並依照訓練的強度而有所改變(Von Duvillard, 1990)。

4、其他應注意事項：

增強式訓練應該是高強度地訓練，所以實施時，選手需盡最大努力，在最短的時間內完成訓練動作，藉以利用增加肌梭的敏感性，使產生更大肌肉彈性能的儲存與釋放，而達到強力向心收縮的目的(Lundin, 1989)。此外，在增強式訓練初期，選手應在草地或墊子上進行訓練，特別是在進行深跳訓練(depth jumping)時，以預防著地時的衝擊所造成的運動傷害(Klinzing, 1991)。

三、結語

增強式訓練對爆發力的增強是有幫助的，跳躍的高度可作為預測肌肉力量(爆發力)的標準測驗之一，而增強式訓練對垂直跳能力的影響效果仍值得研究，以幫助國內體操教練與選手們了解增強式訓練的效果。

第二節 垂直跳能力與運動表現之相關研究

立定垂直跳躍動作其難度在於充分的推蹬肌力與建構身體姿勢的能力，故常被用來作為測驗腿部爆發肌力的指標 (Elvira, Rodriguez, Riera, & Jodar, 2001)。立定垂直跳動作的目標是期望身體能產生最多的能量且有效的運用在垂直方向的推蹬上，讓跳躍高度達最高。因此，如何讓下肢以最有效的動作產生最大能量的釋放便是增進跳躍表現的重要關鍵。人體下肢是由髖、膝、踝三個關節所組成，其貢獻於垂直跳躍動作之總能量的百分比率分別約為 28~33%、38~49% 與 23~29% (Hubley & Wells, 1983)，由此發現，肢末端的踝關節對於跳躍表現的貢獻不容忽視，因此，過去研究便指出，肢末端充分的蹬伸是提升跳躍表現的重要技能 (Bobbert & Van Ingen Schenau, 1988)。由動量定理： $F \cdot t = mv_1 - mv_0$ 。可以瞭解當蹬地衝量值越大時就可以得到更大的離地初速度，而使得人體上昇高度越高，因此針對如何加大蹬地時的衝量是各領域積極研究的方向。

一、垂直跳運動測量方法之相關研究

垂直跳的成績好壞是取決於腿部的爆發力，所以垂直跳也就成了測量下肢爆發力的方式；James(1999)的書中給了爆發力(POWER)解釋： $P=(F \times D)/T$ ，也就是爆發力等於力量乘上速度，換句話說，爆發力與力量、速度和敏捷性成正比的關係；跳躍的表現裡，決定爆發力優劣的因素如下簡單的來說為：神經運動單位因素、肌肉肥大因素，以及機械力學因素等三者間相互作用的關係(陳俊忠譯，1991)，神經運動單位因素包含了更快募集運動單位數目、增加運動單位的活化速度，與運動神經元的釋放更接近同步。

鍾寶弘(1999)認為垂直蹲跳的動作在起跳前是屬於封閉式運動鍊的型式，深跳(Drop Jump)的動作型態與垂直蹲跳類似，但是在肌肉能量的儲存上較垂直蹲跳大，因此造成不同跳躍運動產生不同高度表現的重要影響因素是肌肉彈性能量的儲存與使用，也就是增強式跳躍訓練的基礎理論；另外學者洪彰岑、莊榮仁、劉宇(1997)研究發現透過肌肉本身的牽張反射作用及彈性能的儲存，使得直膝垂直跳(CMJ)能夠獲得一個比屈膝垂直跳(SJ)更大的衝量，而使其跳得更高。由此看來，跳躍運動的過程是繁複的，除了肌肉與身體槓桿的作用之外，還包括起跳與落地時的肌肉結抗與本體反應等多種因素控制著。

在垂直蹲跳與地面反作用力的相關研究中，早期 Miller 與 Nelson(1973)研究垂直跳時身體質心高度的變化與地面反作用力的關係，結果發現起跳時地面的衝量與身體質心的上昇有明顯的正比關係；Hunebelle(1973)比較跳躍對地面反作

用力的變化發現，起跳後的飛行時間亦可以推論出身體質心的上昇高度。翁梓林、蔡葉榮(2002)針對體育系學生所做的實驗結果發現，單腳直膝垂直跳在支撐階段之地面反作用力，由負加速度階段轉至正加速度階段。

二、垂直跳能力與增強式訓練之相關研究

爆發力被定義為在最短時間內釋放最大力量的能力。一些研究顯示增強式訓練對爆發力的增強是有幫助的(Allerheligan, 1994)。學者廣泛地認為，跳躍的高度可作為預測肌肉力量(爆發力)的標準測驗之一(Driss, Vandewalle & Monod, 1998)。因此，大多數的研究都針對增強式訓練對跳躍能力的影響作探討。

Gledile & Marshall(1996)的研究發現，大學男子籃球選手在經過14週的增強式訓練，在垂直跳能力方面平均增加2.14公分，有的還甚至增加5公分；而在40公尺衝刺跑中，平均減少0.047至0.115秒，最多為0.33秒。

Adams, O'Shea, O'Shea & Climstein(1992)以48位非選手為受試者的研究中發現，在進行每週2次，共6週的增強式訓練後(三種訓練動作)，垂直跳能力平均增加3.81公分。

Brown, Mayhew & Boleach(1986)的研究發現，以26位高一與高二的籃球選手進行38週的增強式訓練，在用手擺動做輔助的垂直跳中，有12.5%的力量增幅，而在沒有以手擺動做輔助的垂直跳中，也有11.2%的增幅。

Mata Vulj, Kukolj, Tihanyi, & Jaric (2001)以33位年齡為15至16歲的優秀籃球選手，其中7位為青少年國家代表隊成員，在進行6週的深跳訓練後(箱子高度分別為50與100公

分)，平均分別增加4.8公分與5.6公分，但兩者增加的高度並無顯著差異，即指箱子高度增加並不代表效果就較好。其他大部分的研究則在探討深跳訓練時箱子高度的不同對增加垂直跳能力有無影響(Adams, 1984)。箱子的高度約在40至50公分的訓練效果較佳(Matavulj等人, 2001)，木箱太高時，則容易增加跟腱傷害的危險性。但也有部分研究結果顯示增強式訓練對跳躍能力並沒有顯著的效果(Morrissey, Harman & Johnson, 1990)，所以增強式訓練對垂直跳能力的影響效果仍值得研究。

第三節 文獻總結

透過相關的文獻可瞭解到，下肢的增強式訓練對大部分的運動項目是一種有效的下肢肌力訓練的方法，但是如何正確有效的達到訓練效果卻是目前各項研究所亟欲探討的課題，不論是安排的實施次數、負荷量及動作的正確性都將影響訓練成效。因此本研究特別針對增強式的介入女子體操選手的訓練，是否會對於下肢肌力的增強達到有效的幫助來加以探討，希望對於未來體操教練及選手能有所助益。

第參章 研究方法與步驟

第一節 實驗參加者

本研究的實驗參加者為 10 至 16 歲的青少年女子體操選手，但是目前國內女子體操選手是分散於各訓練站進行訓練，因此本次參與實驗的選手是以在國訓中心練習的 12 位女子體操選手為研究對象，進行維持六週的增強式訓練。

表 1 實驗參加者基本資料

	平均數	標準差
年 齡 (year)	14.2	2.3
身 高 (cm)	148.4	5.6
體 重 (kg)	35.8	3.5
學習體操年齡	6.2	2.1

第二節 實驗時間與地點

- 一、實驗時間：民國 94 年 12 月 25 日至 2 月 5 日，共六週。
- 二、實驗地點：左營國家運動選手訓練中心。

第三節 實驗儀器與設備

本實驗使用的相關儀器設備包括：

1、 Kistler 單軸測力板。



圖 1 Kistler 單軸測力板

2、 筆記型電腦一台。

3、 SPSS 8.01 for Windows 分析軟體。

4、 Microsoft Office Excel 2003 軟體。

5、 Origin 6.0 版 專業科學繪圖與數值分析系統。

第四節 場地佈置

本實驗的相關設備佈置如下：



圖 2 實驗場地佈置圖

(取自 <http://www.you-shong.com.tw/camals/kistler.htm>)

第五節 實驗步驟

針對 12 名實驗參與者實施為期六週的增強式，每週訓練星期一、三、五，除增強式訓練外，不另外接受任何下肢訓練。正式實驗時先向實驗參與者 (Participate) 說明整個實驗架構及功能，並親自講解與示範所需垂直跳之動作，以及讓參與者練習數次後操作其動作。本實驗所用之儀器是以測力板取得動力學資料後加以資料處理。

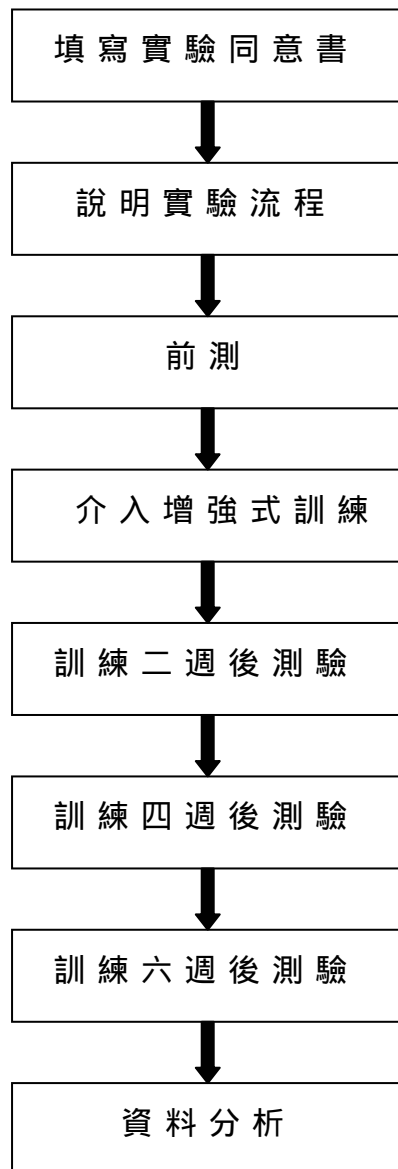


圖 3 實驗流程圖

第六節 資料處理

在測力板系統設定採樣頻率為 1200HZ, 經過 BioWare2.0 軟體將原始資料進行低通濾波 (low pass) 之濾波, 且截取頻率 (cut-of frequency) 設定為 300HZ, 經處理後取得地面反作用力資料。本研究所收集的前後測數據在選取整理後, 使用軟體 SPSS 中文版 for Windows 進行統計分析, 統計的主要方法如下: (一) 以敘述統計分析的方式呈現受試者的資料 (平均數與標準差), 以及使用進步百分率顯示運動表現的成績比較; (二) 以重複量數單因子變異數分析, 瞭解依變項差異性; (三) 事後比較的方式是採杜凱法來考驗其顯著性, 所有差異考驗的顯著水準設為 $\alpha = .05$ 。每次受試者測量 3 次取最佳數據加以分析每次選取的相關數據如下:

- 一、騰空高度 (HF): 指的是跳躍過程的最大質心高度, 而質心高度是本研究測量數據依據; 單位為 cm。
- 二、最大爆發力 (Pmax): $Power = w/kg$, 指的是下肢作用於地面產生的功率除以體重。
- 三、最大蹬地力量 (Fmax): 指的是離地瞬間與測力板所產生的最大反作用力; 單位為牛頓 (N)。
- 四、最大蹬地速度 (Vmax): 指的是離地瞬間最大速度。
- 五、平均爆發力 (Pavg): 從推蹬到離地時平均爆發力。
- 六、伸展縮短循環 (SSC) 時間: 從下蹲至推升離地時間。

第肆章 結果與討論

本研究的主要目的是在探討經過增強式訓練後，對於女子體操選手分腿垂直跳(體操系)的動作能力是否產生改變。將實驗取得數據經數位化處理及統計分析後將所得結果分為五個部分來加以闡述：一、直立蹲踞跳(CMJ)垂直跳能力分析；二、垂直蹲跳(SJ)垂直跳能力分析；三、深跳(DJ)垂直跳能力分析；四、增強式訓練對不同年齡女子體操選手實施垂直跳騰空高度之影響；五、綜合討論。

第一節 直立蹲踞跳(CMJ)垂直跳能力分析

本節主要針對增強式訓練前後，以選手進行直立蹲踞跳(CMJ)垂直跳能力相關數據進行分析，實驗數據以重複量數單因子變異數分析，實驗參與者六週的訓練過程中，進行四次數據測驗包含：前測及第二、四、六週共四次，實驗要求選手在測力板上進行直立蹲踞跳(CMJ)垂直跳測驗，實驗過程當中主要擷取的相關參數為：騰空高度(HF)、最大爆發力(Pmax)、最大蹬地力量(Fmax)、最大蹬地速度(Vmax)、平均爆發力(Pavg)；當統計顯著水準達.05時，進行杜凱式事後比較。圖4則顯示直立蹲踞跳(CMJ)垂直跳動作的相關參數曲線圖。

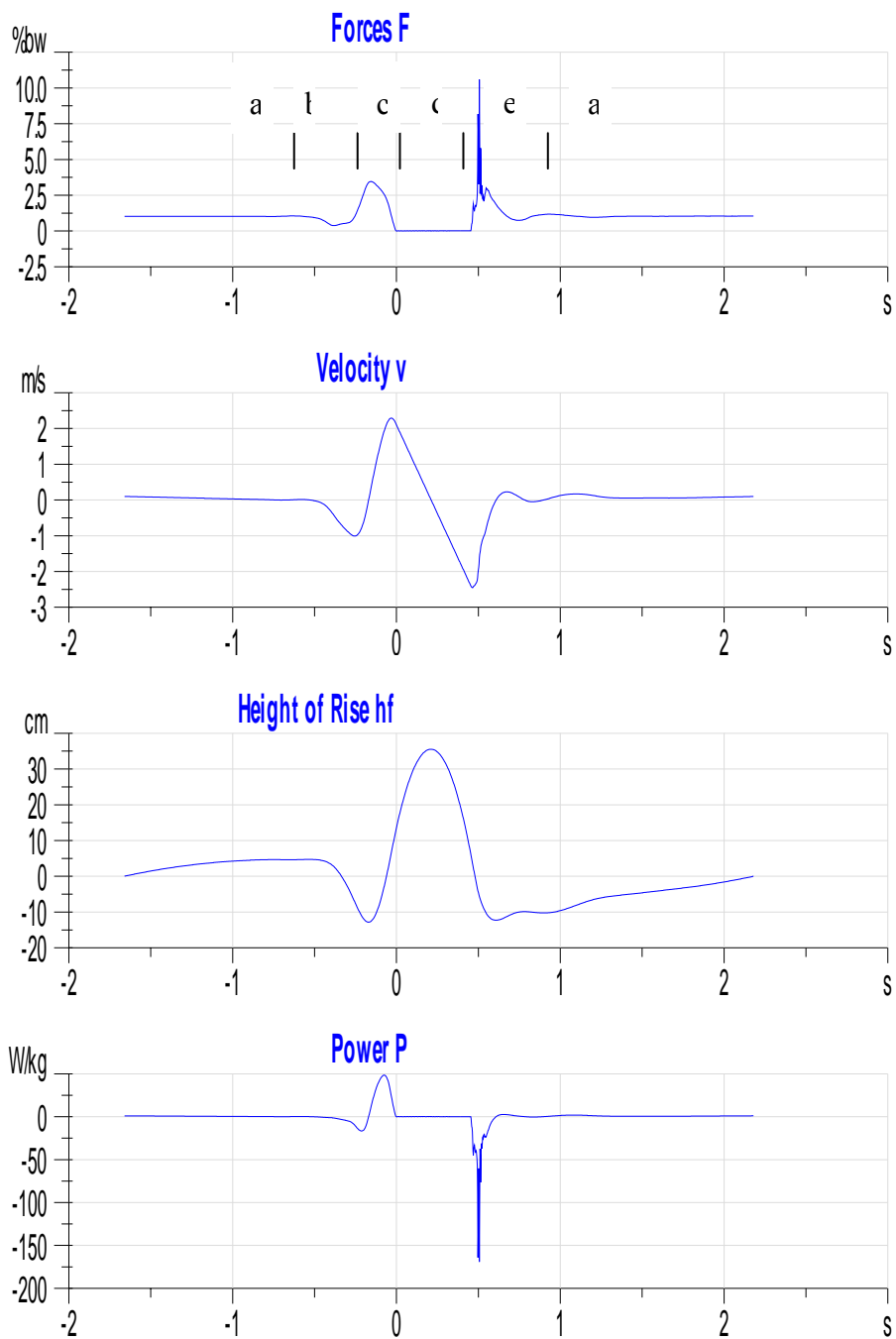


圖 4 CMJ 垂直跳動作的地面反作用力、動作速度、重心位
移、爆發力曲線，(a) 靜止站立期；(b) 下蹲預備
期；(c) 跳躍上升期；(d) 離地騰空期；(e) 著
地期。

一、騰空高度

本研究主要目的是要瞭解增強式訓練對於女子體操選手實施體操系動作（例如：分腿垂直跳），是否有所助益？

表2是選手在經過六週訓練後，在測力板上進行直立蹲踞跳（CMJ）垂直分腿跳測驗，共實施四次測驗，每項測驗跳三次，實驗數據從四次測驗中取得其中包含：前測及第二、四、後測，並擷取最佳的騰空高度，以重複量數單因子變異數其進行相關參數分析，其差異性考驗顯著水準，均訂為 $\alpha = .05$ 。

由表2中可看訓練前後實驗者的騰空高度均明顯增加，從前測的 $46.38 \pm 2.78 \text{cm}$ 增加到，後測的 $50.04 \pm 2.84 \text{cm}$ 進步幅度達7.9%，而且最小值由41.3cm增加到45.6cm，最大值由50.8cm增加至54.5cm，由此相關的研究數據可發現增強式訓練對於女子體操選手的分腿垂直跳高度有明顯進步，這樣的結果對於選手在實施其他體操系動作會有連動關係。

騰空高度越佳對於動作的實施，可以獲得較佳的滯空時間，如此將有助於選手實施空翻及轉體動作，相對有較佳的騰空高度在實施高難度動作時會有較佳的成功機率及充裕的時間將動作完成的優雅，因為體操項目所要求是充分表現高難度的動作並表現人體美及動作美。

表 2 直立蹲踞跳 (CMJ) 垂直跳騰空高度之分析

	前測	第二次	第三次	後測
	M±SD	M±SD	M±SD	M±SD
騰空高度 (cm)	46.38±2.78	48.23±3.33	49.16±3.36	50.04±2.84
最小值 (cm)	41.3	42.1	43.1	45.6
最大值 (cm)	50.8	52.4	53.4	54.5
進步幅度 (%)	0	4	6	7.9

圖 5 為訓練前後四次測驗區間騰空高度的平均數與標準差的直條圖。由圖 5 可看出，實驗參與者訓練前後的直立蹲踞跳 (CMJ) 的最佳騰空高度達統計顯著差異 ($p < .05$)，且在經過六週增強式訓練後，其最佳騰空高度是逐步增加的現象。

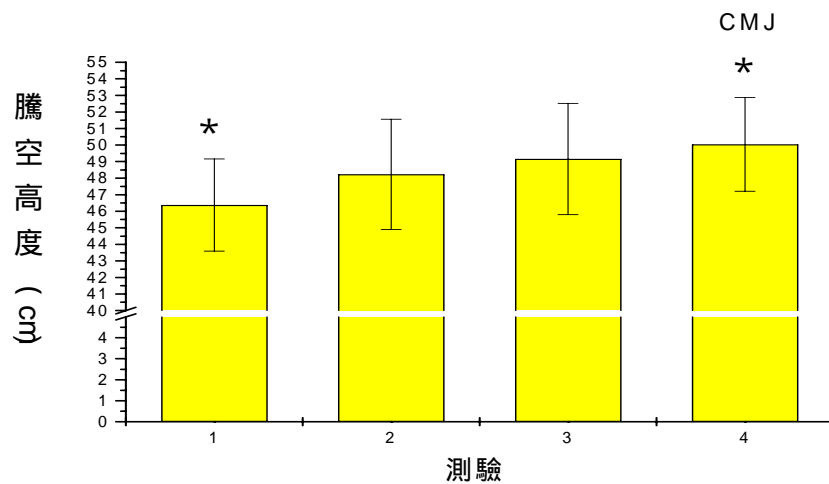


圖 5 增強式訓練前後四次測驗區間的直立蹲踞跳 (CMJ) 騰空高度的平均數與標準差直條圖。 (* $p < .05$, $n = 12$)

二、最大爆發力

表3是選手在經過六週訓練後，在測力板上進行直立蹲踞跳(CMJ)垂直分腿跳測驗，共實施四次測驗其中包含：前測及第二、四、後測，並擷取最佳的最大爆發力，以重複量數單因子變異數其進行相關參數分析，其差異性考驗顯著水準，均訂為 $\alpha = .05$ 。

由表3中可看訓練前後實驗者的最大爆發力均明顯增加，從前測的 50.37 ± 2.59 增加到後測的 53.13 ± 2.21 進步幅度達5.4%，而且最小值由46.5w/kg增加到50.1w/kg，最大值由54.6w/kg增加至56.4w/kg。

表3 直立蹲踞跳(CMJ)垂直跳最大爆發力之分析

	前測	第二次	第三次	後測
	M±SD	M±SD	M±SD	M±SD
最大爆發力 (W/kg)	50.37±2.59	51.08±2.54	52.01±2.85	53.13±2.21
最小值 (W/kg)	46.5	46.2	47.2	50.1
最大值 (W/kg)	54.6	54.8	56.2	56.4
進步幅度(%)	0	1.4	3.2	5.4

圖6為訓練前後四次測驗區間最大爆發力的平均數與標準差的直條圖。由圖6可看出，實驗參與者訓練前後的直立蹲踞跳(CMJ)的最大爆發力達統計顯著差異($P < .05$)，且在經過六週增強式訓練後，其最大爆發力是逐步增加的現象。

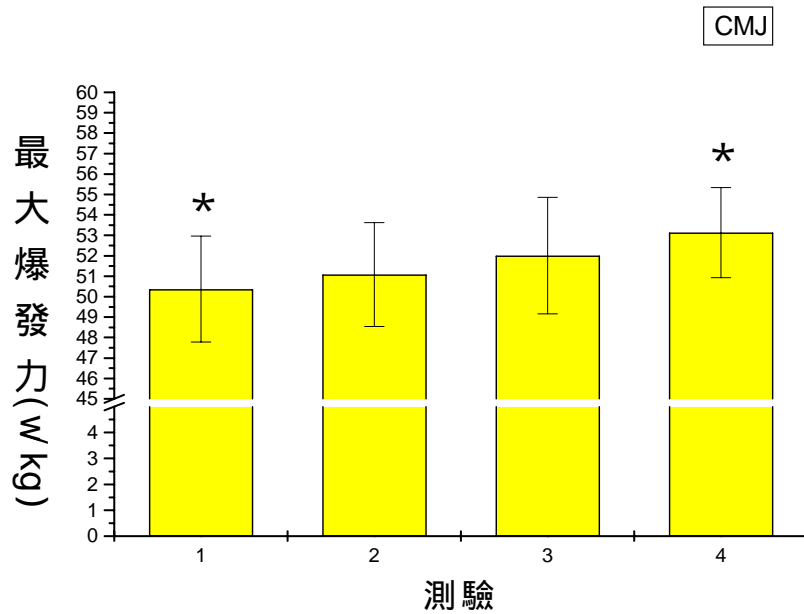


圖 6 增強式訓練前後四次測驗區間的直立蹲踞跳 (CMJ) 最大爆發力的平均數與標準差直條圖。 (* $p < .05$, $n = 12$)

三、最大蹬地力量

表 4 是選手在經過六週訓練後，在測力板上進行直立蹲踞跳 (CMJ) 垂直分腿跳測驗，共實施四次測驗其中包含：前測及第二、四、後測，並擷取最佳的最大蹬地力量，以重複量數單因子變異數其進行相關參數分析，其差異性考驗顯著水準，均訂為 $\alpha = .05$ 。

由表 4 中可看訓練前後實驗者的最大蹬地力量，並無明顯增加，從前測的 $1347.71 \pm 48.22\text{N}$ 增加到後測的 $1366.41 \pm 29.32\text{N}$ ，進步幅度只達 1.4%，最小值由 1262.65N 增加到 1298.65N ，

最大值亦僅由 1423.85N 增加至 1465.65N。

表 4 直立蹲踞跳 (CMJ) 垂直跳最大蹬地力量之分析

	前測	第二次	第三次	後測
	M±SD	M±SD	M±SD	M±SD
最大蹬地力量 (N)	1347.71± 48.22	1353.46± 56.81	1354.86± 43.32	1366.41± 29.32
最小值 (N)	1262.65	1265.32	1278.26	1298.65
最大值 (N)	1423.85	1445.65	1454.36	1465.65
進步幅度 (%)	0	0.1	0.1	1.4

圖 7 為訓練前後四次測驗區間最大蹬地力量的平均數與標準差的直條圖。由圖 7 可看出，實驗參與者訓練前後的直立蹲踞跳 (CMJ) 的最大蹬地力量並無顯著差異 ($P > .05$)，且在經過六週增強式訓練後，其最大蹬地力量並無明顯增加的現象。

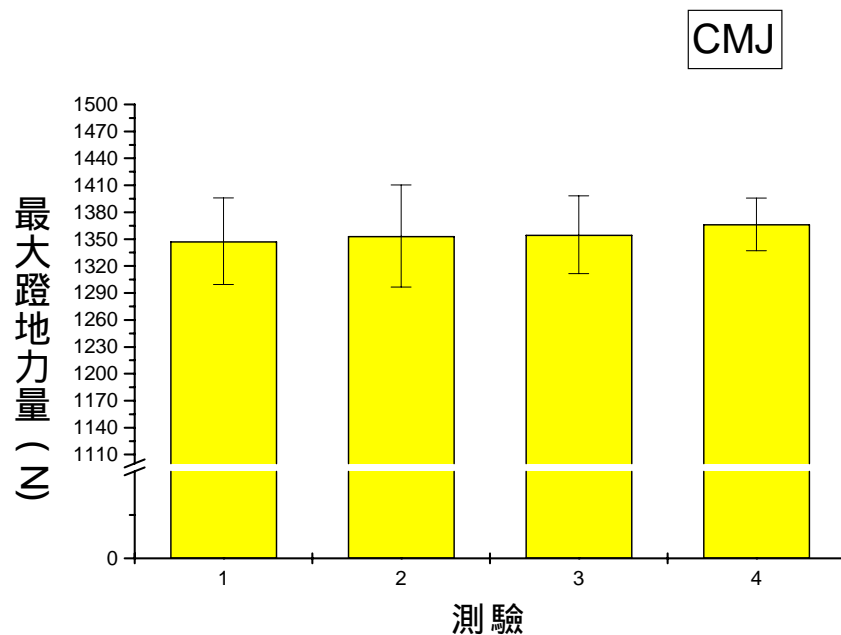


圖 7 增強式訓練前後四次測驗區間的直立蹲踞跳 (CMJ) 最大蹬地力量的平均數與標準差直條圖。 (* $p < .05$, $n = 12$)

四、最大蹬地速度

表 5 是選手在經過六週訓練後，在測力板上進行直立蹲踞跳 (CMJ) 垂直分腿跳測驗，共實施四次測驗其中包含：前測及第二、四、後測，並擷取最佳的最大蹬地速度，以重複量數單因子變異數其進行相關參數分析，其差異性考驗顯著水準，均訂為 $\alpha = .05$ 。

由表 5 中可看訓練前後實驗者的最大蹬地速度均明顯增加，從前測的 $2.49 \pm 0.15 \text{ m/s}$ 增加到後測的 $2.62 \pm 0.18 \text{ m/s}$ 進步幅度達 5.2%，而且最小值由 2.12 m/s 增加到 2.21 m/s ，最大值由 2.67 m/s 增加至 2.78 m/s 。

表 5 直立蹲踞跳 (CMJ) 垂直跳最大蹬地速度之分析

	前測	第二次	第三次	後測
	M±SD	M±SD	M±SD	M±SD
最大蹬地速度 (m/s)	2.49±0.15	2.52±0.17	2.65±0.09	2.62±0.18
最小值 (m/s)	2.12	2.13	2.45	2.21
最大值 (m/s)	2.67	2.72	2.79	2.78
進步幅度 (%)	0	1.2	6.4	5.2

圖 8 為訓練前後四次測驗區間最大蹬地速度的平均數與標準差的曲線圖。由圖 8 可看出，實驗參與者訓練前後的直立蹲踞跳 (CMJ) 的最大蹬地速度達統計顯著差異 ($P < .05$)，且在經過六週增強式訓練後，其最大蹬地速度是逐步增加的現象。

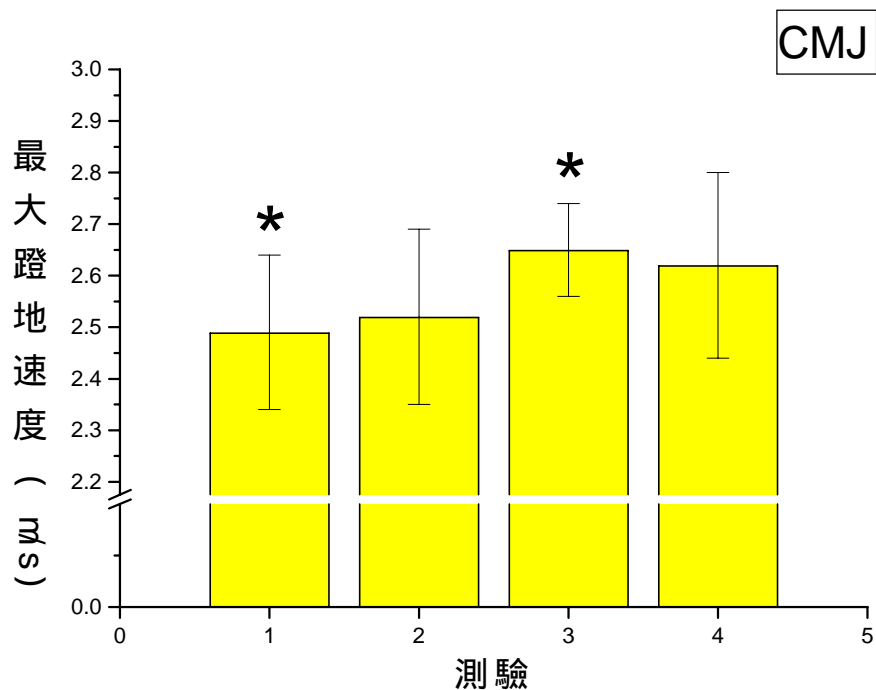


圖 8 增強式訓練前後四次測驗區間的直立蹲踞跳 (CMJ)最大蹬地速度的平均數與標準差直條圖。
(* $p < .05$, $n = 12$)

五、平均爆發力

表 6 是選手在經過六週訓練後，在測力板上進行直立蹲踞跳 (CMJ) 垂直分腿跳測驗，共實施四次測驗其中包含：前測及第二、四、後測，並擷取最佳的平均爆發力，以重複量數單因子變異數其進行相關參數分析，其差異性考驗顯著水準，均訂為 $\alpha = .05$ 。

由表 6 中可看訓練前後實驗者的平均爆發力均明顯增加，從前測的 $27.99 \pm 2.72 \text{ w/kg}$ 增加到第三測的 $29.60 \pm 2.03 \text{ w/kg}$ 進步幅度達 5.3%，而且最小值由 24.0 w/kg 增加到第三測時的

26.5w/kg，最大值由32.2w/kg增加至第三測時的34.6w/kg。

表6 直立蹲踞跳(CMJ)垂直跳平均爆發力之分析

	前測	第二次	第三次	後測
	M±SD	M±SD	M±SD	M±SD
平均爆發力 (W/kg)	27.99±2.72	28.36±3.12	29.60±2.79	29.44±2.03
最小值 (W/kg)	24.0	23.5	26.5	24.3
最大值 (W/kg)	32.2	33.4	34.6	32.9
進步幅度(%)	0	1.3	5.3	5.1

圖9為訓練前後四次測驗區間平均爆發力的平均數與標準差的曲線圖。由圖9可看出，實驗參與者訓練前後的直立蹲踞跳(CMJ)的平均爆發力，前測與第三測達統計顯著差異($P < .05$)，且在經過六週增強式訓練後，其平均爆發力是逐步增加的現象。

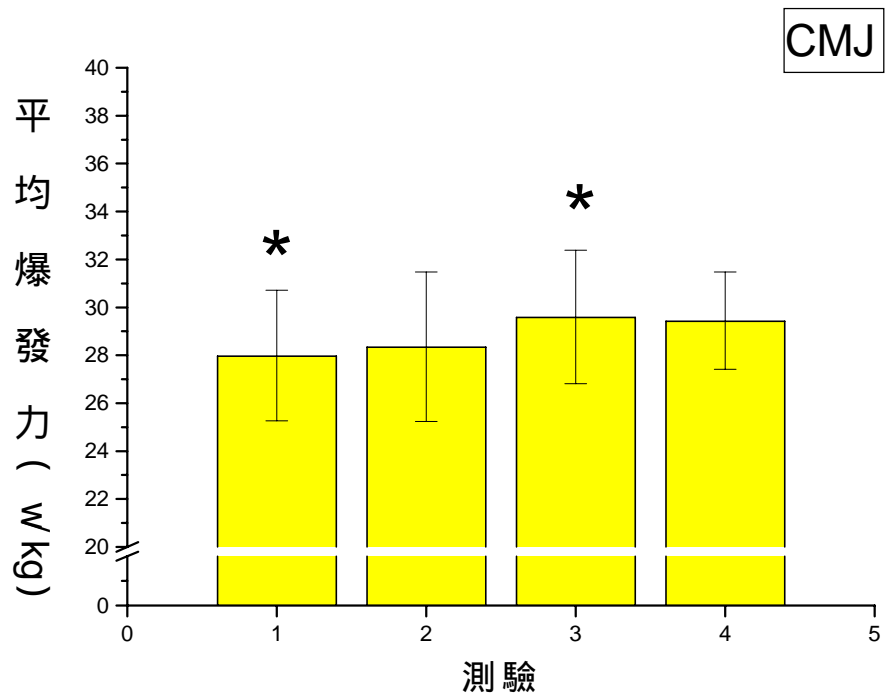


圖9 增強式訓練前後四次測驗區間直立蹲踞跳 (CMJ)平均爆發力的平均數與標準差直條圖。
 (* $p < .05$, $n = 12$)

第二節 垂直蹲跳(SJ)垂直跳能力分析

本節主要針對增強式訓練前後，以選手進行垂直蹲跳(SJ)垂直跳能力相關數據進行分析，實驗數據以重複量數單因子變異數分析，實驗參與者六週的訓練過程中，進行四次數據測驗包含：前測及第二、四、六週共四次，實驗要求選手在測力板上進行垂直蹲跳(SJ)垂直跳測驗，實驗過程當中主要擷取的相關參數為：騰空高度(HF)、最大爆發力(P_{max})、最大蹬地力量(F_{max})、最大蹬地速度(V_{max})、平均爆發力(P_{avg})；當統計顯著水準達.05時，進行杜凱法事後比較。圖10則顯示垂直蹲跳(SJ)垂直跳動作的相關參數曲線圖。

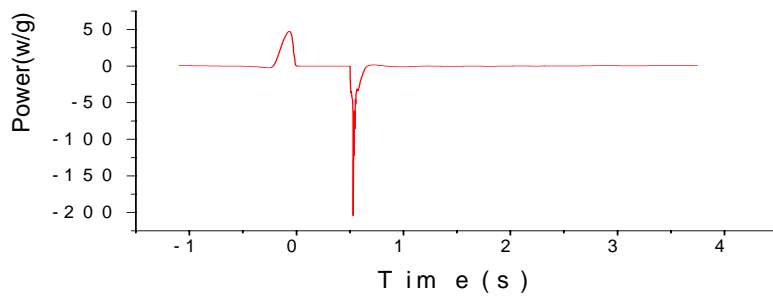
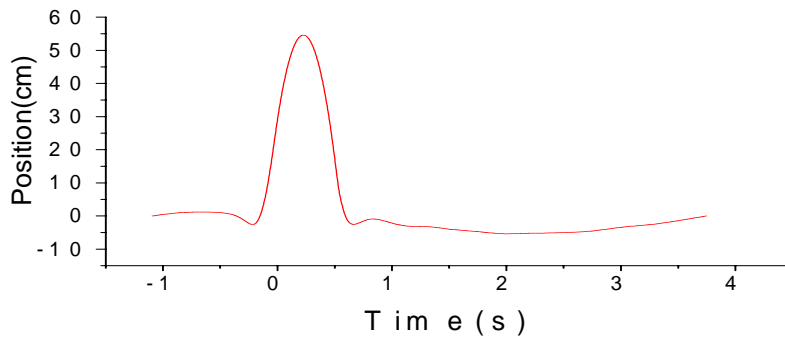
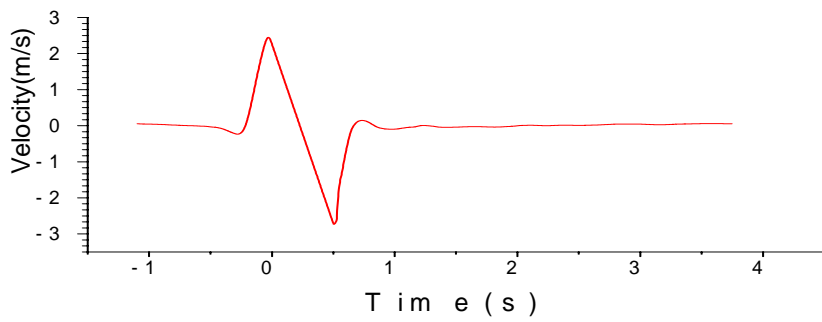
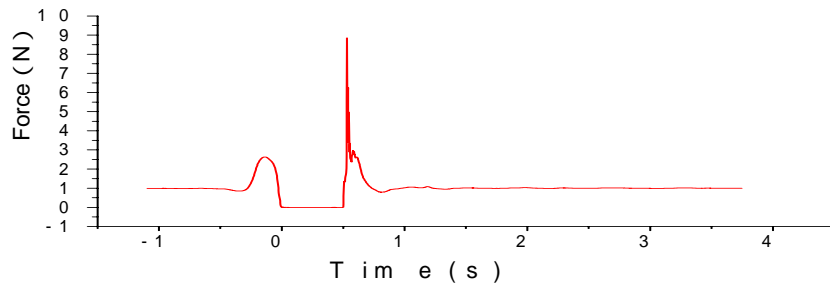


圖 10 SJ垂直跳地面反作用力、動作速度、重心位移、爆發力曲線圖。

一、騰空高度

表7是選手在經過六週訓練後，在測力板上進行垂直蹲跳(SJ)垂直分腿跳測驗，共實施四次測驗其中包含：前測及第二、四、後測，並擷取最佳的騰空高度，以重複量數單因子變異數其進行相關參數分析，其差異性考驗顯著水準，均訂為 $\alpha = .05$ 。

由表7中可看訓練前後實驗者的騰空高度均明顯增加，從前測的 38.23 ± 3.20 cm增加到，後測的 43.46 ± 4.03 cm進步幅度達13.7%，而且最小值由33.6cm增加到36.6cm，最大值由44.9cm增加至50.1cm。

表7 垂直蹲跳(SJ)垂直跳騰空高度之分析

	前測	第二次	第三次	後測
	M±SD	M±SD	M±SD	M±SD
騰空高度(cm)	38.23±3.20	40.87±4.28	42.23±3.89	43.46±4.03
最小值(cm)	33.6	36.7	36.6	36.6
最大值(cm)	44.9	48.9	49.2	50.1
進步幅度(%)	0	6.9	10.4	13.7

圖11為訓練前後四次測驗區間騰空高度的平均數與標準差的直條圖。由圖4-8可看出，實驗參與者訓練前後的垂直蹲跳(SJ)的最佳騰空高度達統計顯著差異($p < .05$)，且在經過六週增強式訓練後，其最佳騰空高度是逐步增加的現象。

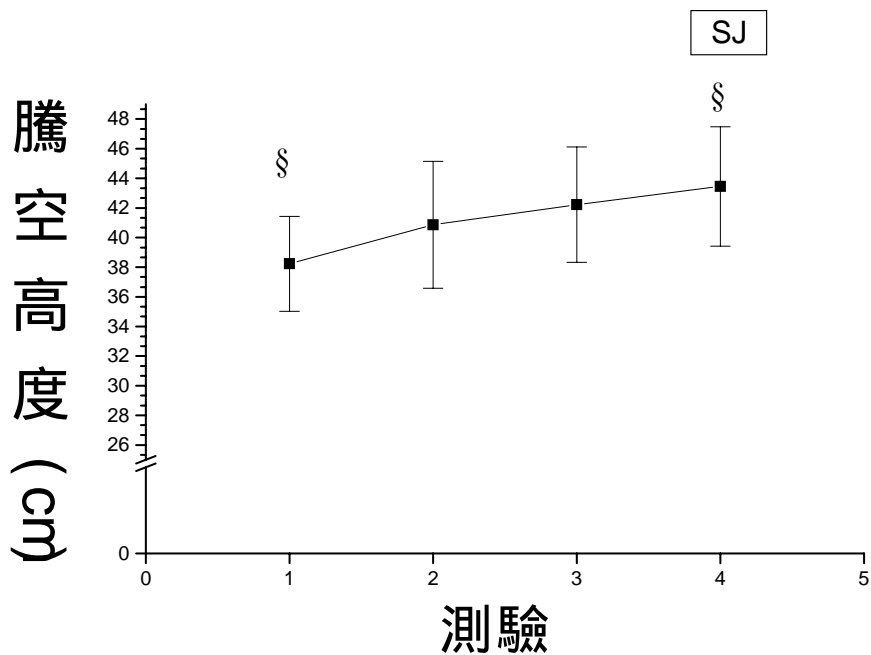


圖 11 增強式訓練前後四次測驗區間垂直蹲跳 (SJ)騰空高度的平均數與標準差曲線圖。
(§ $p < .05$, $n = 12$)

二、最大爆發力

表 8 是選手在經過六週訓練後，在測力板上進行垂直蹲跳 (SJ) 垂直分腿跳測驗，共實施四次測驗其中包含：前測及第二、四、後測，並擷取最佳的**最大爆發力**，以重複量數單因子變異數其進行相關參數分析，其差異性考驗顯著水準，均訂為 $\alpha = .05$ 。

由表 8 中可看訓練前後實驗者的**最大爆發力**均明顯增加，從前測的 $52.93 \pm 2.42 \text{ w/kg}$ 增加到第三測的 $54.57 \pm 2.16 \text{ w/kg}$ 進步幅度達 3.0%，而且最小值由 48.6 w/kg 增加到 52.2 w/kg ，

最大值由 56.2w/kg 增加至第三測時的 58.3w/kg。

表 8 垂直蹲跳 (SJ) 垂直跳最大爆發力之分析

	前測	第二次	第三次	後測
	M±SD	M±SD	M±SD	M±SD
最大爆發力 (W/kg)	52.93±2.42	54.23±2.49	54.57±2.16	54.48±1.59
最小值 (W/kg)	48.6	51.3	51.6	52.2
最大值 (W/kg)	56.2	58.2	58.3	56.8
進步幅度 (%)	0	2.5	3.0	2.9

圖 12 為訓練前後四次測驗區間最大爆發力的平均數與標準差的直條圖。由圖 4-9 可看出，實驗參與者訓練前後的垂直蹲跳 (SJ) 的最大爆發力達統計顯著差異 ($p < .05$)，且在經過六週增強式訓練後，其最大爆發力是逐步增加的現象。

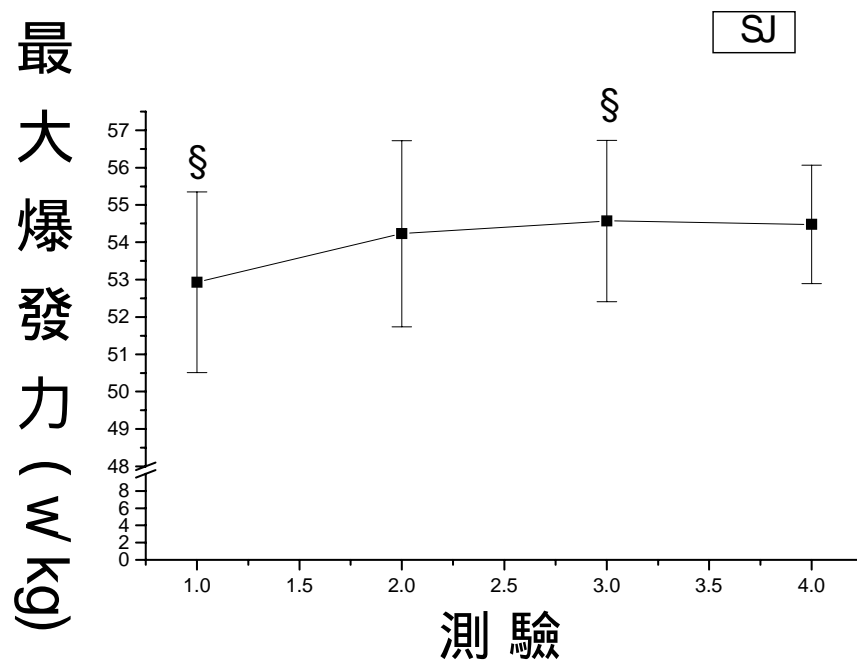


圖 12 增強式訓練前後四次測驗區間垂直蹲跳 (SJ) 最大爆發力的平均數與標準差曲線圖。
(§ $p < .05$, $n = 12$)

三、最大蹬地力量

表 9 是選手在經過六週訓練後，在測力板上進行垂直蹲跳 (SJ) 垂直分腿跳測驗，共實施四次測驗其中包含：前測及第二、四、後測，並擷取最佳的最大蹬地力量，以重複量數單因子變異數其進行相關參數分析，其差異性考驗顯著水準，均訂為 $\alpha = .05$ 。

由表 9 中可看訓練前後實驗者的最大蹬地力量，均明顯增加，從前測的 $1510.05 \pm 83.52\text{N}$ 增加到第三測的 $1527.92 \pm 75.93\text{N}$ ，進步幅度達 1.4%，最小值由 1345.26N 增加到 1382.31N ，

最大值由 1675.24N 增加至第三測時的 1684.12N。

表 9 垂直蹲踞跳 (SJ) 垂直跳最大蹬地力量之分析

	前測	第二次	第三次	後測
	M±SD	M±SD	M±SD	M±SD
最大蹬地力量 (N)	1510.05±83.52	1519.95±76.71	1527.92±75.93	1523.41±62.23
最小值 (N)	1345.26	1364.25	1372.35	1382.31
最大值 (N)	1675.24	1682.25	1684.12	1610.56
進步幅度 (%)	0	1	1.2	1

圖 13 為訓練前後四次測驗區間最大蹬地力量的平均數與標準差的直條圖。由圖 13 可看出，實驗參與者訓練前後的垂直蹲踞跳 (SJ) 的最大蹬地力量達顯著差異 ($p < .05$)，且在經過六週增強式訓練後，其最大蹬地力量有逐步增加的現象。

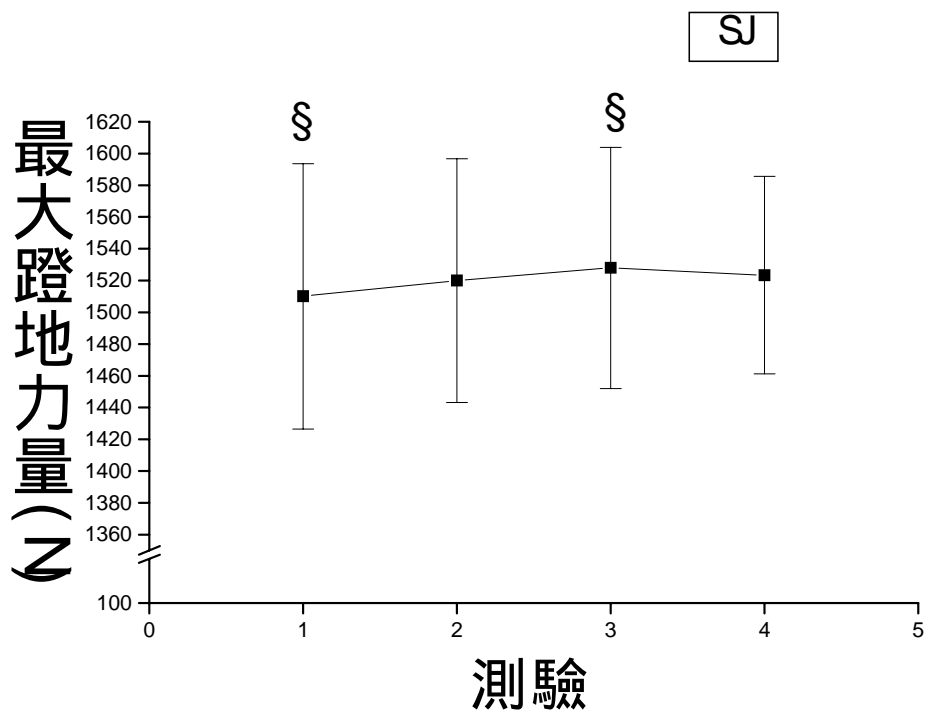


圖 13 增強式訓練前後四次測驗區間垂直蹲跳 (SJ) 最大蹬地力量的平均數與標準差曲線圖。
(§ $p < .05$, $n = 12$)

四、最大蹬地速度

表 10 是選手在經過六週訓練後，在測力板上進行垂直蹲跳 (SJ) 垂直分腿跳測驗，共實施四次測驗其中包含：前測及第二、四、後測，並擷取最佳的最大蹬地速度，以重複量數單因子變異數其進行相關參數分析，其差異性考驗顯著水準，均訂為 $\alpha = .05$ 。

由表 10 中可看訓練前後實驗者的最大蹬地速度均明顯增加，從前測的 $2.26 \pm 0.10 \text{ m/s}$ 增加到第三測的 $2.34 \pm 0.12 \text{ m/s}$ 進步

幅度達 3.5% ，而且最小值由 2.10m/s 增加到 2.18m/s ，最大值由 2.43m/s 增加至 2.48m/s 。

表 10 垂直蹲跳 (SJ) 垂直跳最大蹬地速度之分析

	前測	第二次	第三次	後測
	M±SD	M±SD	M±SD	M±SD
最大蹬地速度 (m/s)	2.26±0.10	2.30±0.10	2.34±0.12	2.33±0.08
最小值 (N)	2.10	2.11	2.14	2.18
最大值 (N)	2.43	2.45	2.48	2.43
進步幅度 (%)	0	1.8	3.5	3.1

圖 14 為訓練前後四次測驗區間最大蹬地速度的平均數與標準差的曲線圖。由圖 14 可看出，實驗參與者訓練前後的垂直蹲跳 (SJ) 的最大蹬地速度達統計顯著差異 ($p < .05$)，且在經過六週增強式訓練後，其最大蹬地速度是逐步增加的現象。

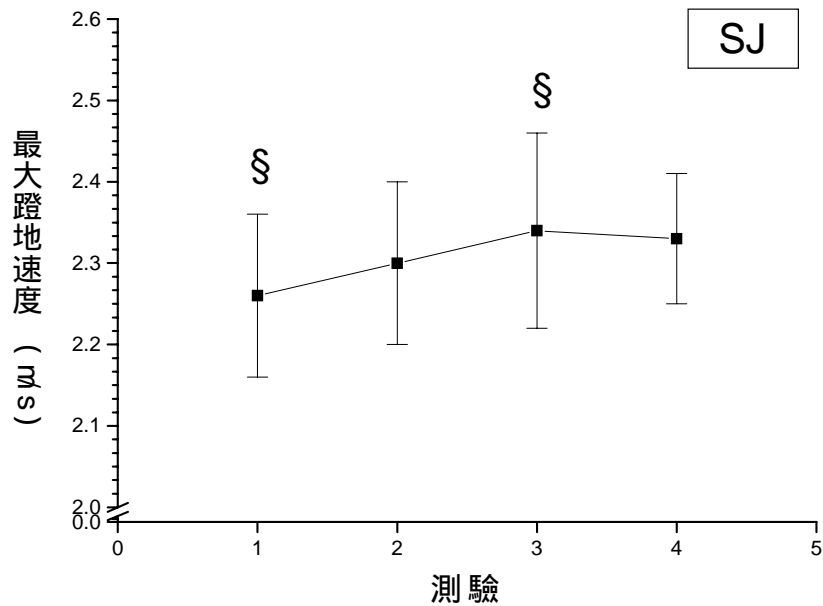


圖 14 增強式訓練前後四次測驗區間垂直蹲跳 (SJ)最大蹬地速度的平均數與標準差曲線圖。
 (§ $p < .05$, $n = 12$)

五、平均爆發力

表 11 是選手在經過六週訓練後，在測力板上進行垂直蹲跳 (SJ) 垂直分腿跳測驗，共實施四次測驗其中包含：前測及第二、四、後測，並擷取最佳的平均爆發力，以重複量數單因子變異數其進行相關參數分析，其差異性考驗顯著水準，均訂為 $\alpha = .05$ 。

由表 11 中可看訓練前後實驗者的平均爆發力均明顯增加，從前測的 $19.88 \pm 1.45 \text{ w/kg}$ 增加到第三測的 $22.36 \pm 1.81 \text{ w/kg}$ 進步幅度達 12.5%，而且最小值由 17.4 w/kg 增加到第三測時的 20.2 w/kg ，最大值由 23.7 w/kg 增加至第三測時的 24.5 w/kg 。

表 11 垂直蹲跳 (SJ) 垂直跳平均爆發力之分析

	前測	第二次	第三次	後測
	M±SD	M±SD	M±SD	M±SD
平均爆發力 (W/kg)	19.88±1.45	20.85±1.90	22.36±1.81	22.16±1.57
最小值 (N)	17.4	18.1	20.2	19.5
最大值 (N)	23.7	23.9	24.5	24.2
進步幅度 (%)	0	4.9	12.5	11.5

圖 15 為訓練前後四次測驗區間平均爆發力的平均數與標準差的曲線圖。由圖 4-6 可看出，實驗參與者訓練前後的垂直蹲跳 (SJ) 的平均爆發力，前測與第三測達統計顯著差異 ($P < .05$)，且在經過六週增強式訓練後，其平均爆發力是逐步增加的現象。

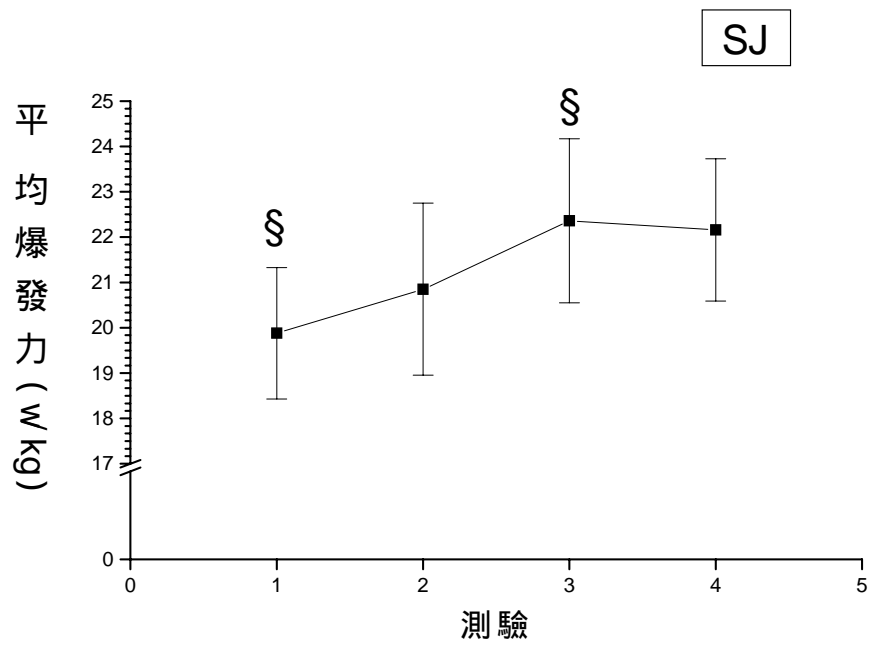


圖 15 增強式訓練前後四次測驗區間垂直蹲跳 (SJ) 平均爆發力的平均數與標準差曲線圖。
 (§ $p < .05$, $n = 12$)

第三節 深跳(DJ)垂直跳能力分析

本節主要針對增強式訓練前後，以選手進行深跳(DJ)垂直跳能力相關數據進行分析，實驗數據以重複量數單因子變異數分析，實驗參與者六週的訓練過程中，進行四次數據測驗包含：前測及第二、四、六週共四次，實驗要求選手在測力板上進行深跳(DJ)垂直跳測驗，實驗過程當中主要擷取的相關參數為：騰空高度(HF)、伸展縮短循環(SSC)時間；當統計顯著水準達.05時，進行杜凱法事後比較。

一、騰空高度

表12是選手在經過六週訓練後，在測力板上進行深跳(DJ)垂直分腿跳測驗，共實施四次測驗其中包含：前測及第二、四、後測，並擷取最佳的騰空高度，以重複量數單因子變異數其進行相關參數分析，其差異性考驗顯著水準，均訂為 $\alpha = .05$ 。

由表12中可看訓練前後實驗者的騰空高度均明顯增加，從前測的 $33.33 \pm 1.97\text{cm}$ 增加到，後測的 $36.49 \pm 2.29\text{cm}$ 進步幅度達9.5%，而且最小值由30.9cm增加到33.6cm，最大值由36.8cm增加至41.2cm。

表 12 深跳 (DJ) 垂直跳騰空高度之分析

	前測	第二次	第三次	後測
	M±SD	M±SD	M±SD	M±SD
騰空高度 (cm)	33.33±1.97	34.48±2.16	36.11±1.98	36.49±2.29
最小值 (cm)	30.90	31.90	33.50	33.60
最大值 (cm)	36.80	37.80	38.90	41.20
進步幅度 (%)	0	3.5	8.3	9.5

圖 16 為訓練前後四次測驗區間騰空高度的平均數與標準差的曲線圖。由圖 16 可看出，實驗參與者訓練前後的深跳 (DJ) 的最佳騰空高度達統計顯著差異 ($p < .05$)，且在經過六週增強式訓練後，其最佳騰空高度是逐步增加的現象。

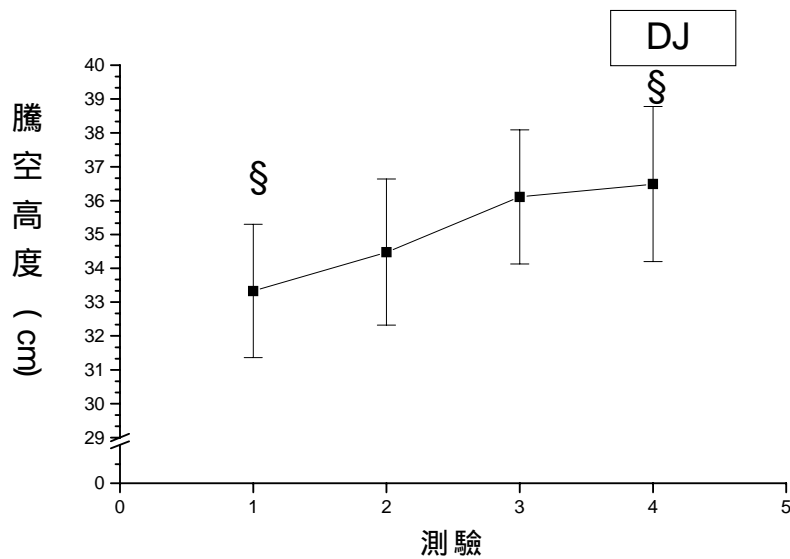


圖 16 增強式訓練前後四次測驗區間深跳 (DJ) 騰空高度的平均數與標準差曲線圖。

(§ $p < .05$, $n = 12$)

二、深跳 (DJ) 垂直跳伸展縮短循環時間 (SSC) 之影響

表 13 是選手在經過六週訓練後，在測力板上進行深跳 (DJ) 垂直分腿跳測驗，共實施四次測驗其中包含：前測及第二、四、後測，並擷取最佳的伸展縮短循環 (SSC) 時間，以重複量數單因子變異數其進行相關參數分析，其差異性考驗顯著水準，均訂為 $\alpha = .05$ 。

由表 13 中可看訓練前後實驗者的伸展縮短循環 (SSC) 時間均明顯進步，從前測的 $0.353 \pm 0.018S$ 進步到後測的 $0.336 \pm 0.018S$ 進步幅度達 4.8%，而且最小值由 0.312S 進步到第三測時的 0.301S，最大值由 0.376S 進步到 0.356S。

表 13 深跳 (DJ) 垂直跳伸展縮短循環 (SSC) 時間之分析

	前測	第二次	第三次	後測
	M±SD	M±SD	M±SD	M±SD
牽張時間 (S)	0.353±0.018	0.343±0.019	0.337±0.019	0.336±0.018
最小值 (S)	0.312	0.306	0.301	0.315
最大值 (S)	0.376	0.364	0.358	0.356
進步幅度 (%)	0	2.8	4.5	4.8

圖 17 為訓練前後四次測驗區間騰空高度的平均數與標準差的曲線圖。由圖 17 可看出，實驗參與者訓練前後的深跳 (DJ) 的伸展縮短循環 (SSC) 時間達統計顯著差異 ($p < .05$)，且在經過六週增強式訓練後，其伸展縮短循環 (SSC) 時間有逐漸縮短的現象。

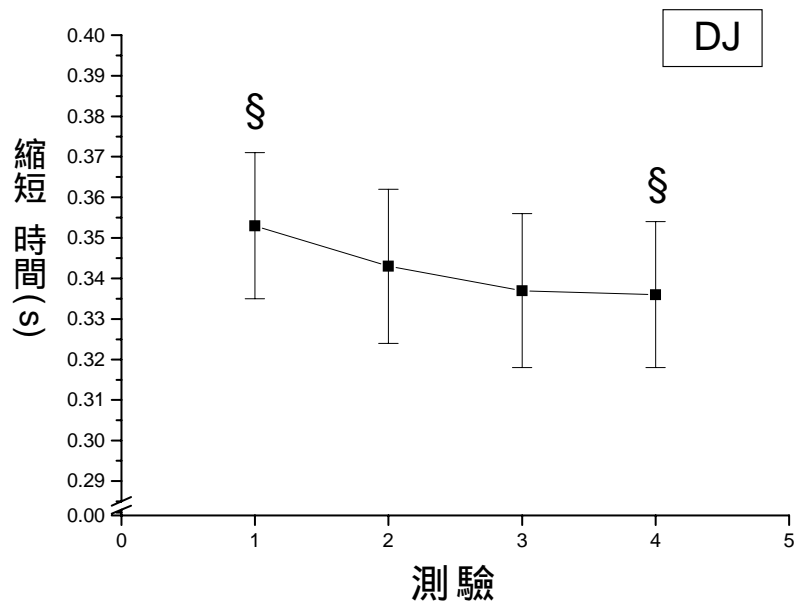


圖 17 增強式訓練前後四次測驗區間深跳 (DJ) 垂直跳伸展縮短循環 (SSC) 時間的平均數與標準差曲線圖。 (§ $p < .05$, $n = 12$)

第四節 增強式訓練對不同年齡女子體操選手實施垂直跳騰空高度之影響

本節最主要針對不同年齡女子體操選手，是否在經過增強式訓練後不同年齡的選手騰空高度進步幅度是否有差異。本節將選手分成 14-16 歲組及 12-14 歲組各六位進行前後測騰空高度的比較。

由表 14 中可發現增強式訓練對於 14-16 組的女子體操選手在實施直立蹲踞跳 (CMJ) 垂直跳的騰空高度前後測有顯著差異 ($p < .05$) 前測由 44.77 ± 2.74 ，改變為 48.18 ± 2.29 ；垂直蹲跳 (SJ) 垂直跳的騰空高度前後測有顯著差異 ($p < .05$) 前測由 38.42 ± 3.57 ，改變為 41.72 ± 4.33 ；深跳 (DJ) 垂直跳的騰空高度前後測有顯著差異 ($p < .05$) 前測由 33.20 ± 2.11 改變為 35.27 ± 1.75 。由這樣的研究結果發現增強式訓練對於 14-16 歲組的女子體操選手的騰空高度有明顯改進。

表 14 14-16 歲組分腿垂直跳騰空高度

	直立蹲踞跳 (CMJ)	垂直蹲跳 (SJ)	深跳 (DJ)
前測	$44.77 \pm 2.74^*$	$38.42 \pm 3.57^*$	$33.20 \pm 2.11^*$
後測	$48.18 \pm 2.29^*$	$41.72 \pm 4.33^*$	$35.27 \pm 1.75^*$

* $p < .05$

由表 15 中可發現增強式訓練對於 12-14 組的女子體操選手在實施直立蹲踞跳 (CMJ) 垂直跳的騰空高度前後測有顯著

差異 ($p < .05$) 前測由 48.00 ± 1.80 , 改變為 51.90 ± 2.04 ; 垂直蹲跳 (SJ) 垂直跳的騰空高度前後測有顯著差異 ($p < .05$) 前測由 38.05 ± 3.12 , 改變為 45.20 ± 3.12 ; 深跳 (DJ) 垂直跳的騰空高度前後測有顯著差異 ($p < .05$) 前測由 33.45 ± 2.20 改變為 37.72 ± 2.21 。由這樣的 research 結果發現增強式訓練對於 12-14 歲組的女子體操選手的騰空高度有明顯改進。

表 15 12-14 歲組分腿垂直跳騰空高度

	直立蹲踞跳 (CMJ)	垂直蹲跳 (SJ)	深跳 (DJ)
前測	$48.00 \pm 1.80^*$	$38.05 \pm 3.12^*$	$33.45 \pm 2.20^*$
後測	$51.90 \pm 2.04^*$	$45.20 \pm 3.12^*$	$37.72 \pm 2.21^*$

* $p < .05$

由以上的 research 結果發現增強式訓練對於不同年齡的女子體操選手的垂直分腿跳騰空高度均有明顯改善，並不會受到年齡的不同而有所差異。因此身為教練者在編排訓練計畫時可以將增強式排入訓練計畫中。

第五節 綜合討論

本研究的訓練內容對於體操選手的下肢彈跳能力是一種值得參考的訓練法。由研究結果中發現，經過增強式訓練的選手在直立蹲踞跳(CMJ)部分的騰空高度、最大爆發力、最大蹬地速度、平均爆發力方面有明顯改變($p<.05$)，尤其是騰空高度由前測的 $46.38\pm 2.78\text{cm}$ 進步到 50.04 ± 2.84 ，但是在最大蹬地力量方面並無明顯改變($p>.05$)；在垂直蹲跳(SJ)部分的騰空高度、最大爆發力、最大蹬地力量、最大蹬地速度、平均爆發力方面均有明顯改變($p<.05$)，尤其是騰空高度由前測的 $38.23\pm 3.20\text{cm}$ 進步到 $43.46\pm 4.03\text{cm}$ ；在深跳(DJ)部分的騰空高度及伸展縮短循環時間均有明顯改變($p<.05$)。騰空高度從 $33.33\pm 1.97\text{cm}$ 進步到 $36.49\pm 2.69\text{cm}$ 。

在不同年齡組的研究結果得知，增強式訓練對於不同年齡的選手訓練成果均有明顯改善，本實驗 14-16 歲組的騰空高度明顯由實施直立蹲踞跳(CMJ)垂直跳的騰空高度前測由 $44.77\pm 2.74\text{cm}$ ，改變為 $48.18\pm 2.29\text{cm}$ ；垂直蹲跳(SJ)由前測的 $38.42\pm 3.57\text{cm}$ ，改變為 $41.72\pm 4.33\text{cm}$ ；深跳(DJ)垂直跳的騰空高度由前測的 $33.20\pm 2.11\text{cm}$ 改變為 $35.27\pm 1.75\text{cm}$ 。12-14 組的女子體操選手在實施直立蹲踞跳(CMJ)垂直跳的騰空高度由前測 $48.00\pm 1.80\text{cm}$ 改變為 $51.90\pm 2.04\text{cm}$ ；垂直蹲跳(SJ)垂直跳的騰空高度由前測 $38.05\pm 3.12\text{cm}$ 改變為 45.20 ± 3.12 ；深跳(DJ)垂直跳的騰空高度由前測 $33.45\pm 2.20\text{cm}$ 改變為 $37.72\pm 2.21\text{cm}$ 。

綜上所述，本研究利用增強式訓練的方法，來介入女子

體操選手的下肢訓練，明顯對於實施下肢彈跳能力動作有其正面助益，因為下肢彈跳能力的提升對於女子體操選手在實施地板體操系跳躍動作有所幫助，另外對於平衡木跳躍動作亦有所幫助，雖然體操動作並非完全以騰空高度來決定分數高低，但是擁有較佳的騰空高度對於動作的實施能有充裕時間表現空翻或轉體動作，藉此可以獲得較高難度動作，亦可藉此將動作的美感表現出來。

第五章 結論與建議

本研究主要是利用增強式訓練的方式，介入女子體操選手的下肢訓練。以下針對研究結果，總結研究的發現，並對於本研究課題的後續研究提供可行的建議。

第一節 結論

研究結果發現，增強式訓練對於女子體操選手，在實施分腿垂直跳方面的騰空高度、最大爆發力、最大蹬地力量、最大蹬地速度、平均爆發力上會有顯著的增進，尤其騰空高度部分是體操選手必須具備的基本能力，因為有極佳的彈跳能力可以讓動作完成的更優美協調，如此對於最後得分有相對的關係，尤其對於女子體操選手實施地板體操系及技巧系動作會更有助益，因為女子體操選手的地板及平衡木中的體操系動作及技巧系動作，就必須具備較佳的彈跳能力。另外對於平衡木上跳躍動作穩定性應會有幫助。本實驗利用增強式訓練介入女子體操選手的下肢訓練後發現，除了騰空高度明顯進步外，在最大爆發力方面亦有明顯進步，這對於跳馬踏板瞬間的踩板速度亦會有所幫助。

另外研究結果發現，增強式訓練對於 12 至 16 歲年齡層的女子體操選手的垂直跳騰空高度會有明顯進步。

第二節 建議

最後針對增強式肌力訓練在女子體操訓練上的運用提出一些建議：

- 一、在實施訓練前，必須充分瞭解選手基礎肌力，最好在選手具備基本肌力的基礎下，再進行增強式訓練，否則將未蒙其利先受其害。
- 二、本次實驗選手年齡層在 12 至 16 歲，訓練結果中在騰空高度部分有明顯進步，因此可在往後的研究中針對其他年齡層的選手進行研究。
- 三、增強式訓練不只運用在女子體操選手，亦可加入男子體操選手的訓練課題當中。

參考文獻

中文部分

林正常編譯（2001）：**運動訓練法**。台北市：藝軒圖書出版社。

林正常（1993）：**運動科學與訓練：運動教練手冊**。台北縣：銀河文化事業公司。

林正常（1997）：**運動生理學**。台北市：師大書苑有限公司。

林正常、黃勝裕、陳重佑（1999）：**蹲踞跳與下蹲跳之垂直跳躍指標與等速肌力相關之探討**。**體育學報**，27，P91-97。

林政東（2004）：**運動員肌力訓練**。台北：師大書苑。

李誠志（1994）：**教練訓練指南**。台北：文史哲出版社。

李伯倫（2005）：**增強式訓練與重量訓練對優秀高中籃球選手連續二次垂直跳之影響**。國立體育學院教練研究所碩士論文。

洪彰岑、莊榮仁、劉宇（1997）：**直膝與屈膝垂直跳的生物力學分析比較**。**大專體育**，29。

全國體育院校教材委員會審定(2000):**競技體操高級教程**。
北京:人民體育出版社。

鍾寶弘(1999):**垂直跳與跨步跳之生物力學分析比較**。國立體育學院教練研究所碩士論文。

陳俊忠 譯(1991):**肌力與瞬發力訓練:科學理論基礎及其應用**。**中華體育**, 5(3), 27~29 頁。

陳敦禮(1996):**淺談PLYOMETRICS 訓練**。**體育與運動**, 98期, 49~53 頁。

翁梓林、蔡葉榮(2002):**運動生物力學不同測量方法之探討~以單腳直膝垂直跳為例**。**91學年度師範院校教育學術論文發表會論文集**。P.2267 2278。

王金成、蘇榮基(1991):**垂直跳地面反作用力的影響**。*Journal of Physical Education and Sport*, (1), p51-58。

外文部份

- Adams, T.(1984). An investigation of selected plyometric training exercises on muscular leg strength and power. *Track and Field Quarterly Review*, 84(4), 36-39.
- Adams, K., O'Shea , J.P., O'Shea , K.L. and Climstein, M.(1992). The effect of six weeks of squat, plyometrics and squat-plyometric training on power production. *Journal of Applied Sports Science Research*, 6(1), 36-41.
- Allerheiligan, W.B.(1994). Speed development and plyometric training. In T.R. Baechle(ED.), *Essentials of strength training and conditioning*(pp.314-344). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Baechle, T. R. and Earle, R.(2000). *Essentials of strength training and conditioning*(pp.427-470). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Brown M., Mayhew J. and Boleach L.(1986). Effect of plyometric training on vertical jump performance in high school basketball players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 26(1), 1-4.
- Bobbert, M. F., & van Ingen Schenau, G. J. (1988). Coordination in vertical jumping. *Journal of Biomechanics*, 21(3), 249-262.
- Chu, D.(1992). *Jumping Into Plyometrics*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Driss T., Vandewalle H. and Monod, H.(1998). Maximal power and force-velocity relationships during cycling and cranking exercise volleyball players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 38, 286-293.
- Elvira, J. L. L., Rodriguez, I. G., Riera, M. M., & Jodar, X. A. (2001). Comparative study of the reliability of three jump tests with two measurement systems. *Journal of*

- Human Movement Studies*, 41(5), 369-383.
- Gleddie, N. and Marshall, D.(1996). Plyometric training for basketball. *Strength and Conditioning*, 18(6), 20-25.
- Hunebelle, G., Damoiseau, J., (1973). Relation between Performance in High Jump and Impulsion . *Medicine and Sports*, 8(3),p417-425.
- Hubley, C. L., & Wells, R. P. (1983). A work-energy approach to determine individual joint contributions to vertical jump performance. *European Journal of Applied Physiology*, 50, 247-254
- James, C. R. and Robert, C. F., (1999). *HIGH-POWERED Plyometrics*. Champaign: Human Kinetics.
- Klinzing, J. E.(1991).Training for improved jumping ability of basketball players. *National Strength and Conditioning Association Journal*, 13(3), 27-32.
- Lombardi, V. P.(1989). The safe and effective way. *Beginning Weight Training*(pp. 100-120). Dubuque, IA: Wm. C. Brown.
- Lundin, P.(1989). A Review of plyometric training. *Track and Field Quarterly Review*, 89(4), 37-40.
- Matavuli, M., Kukolj, D., Tihanyi, J., & Jaric, S. (2001). Effects of plyometric training on jumping performance in junior basketball performance. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. 41, 159-164.
- Morrissey, M. C., Harman, E.A. and Johnson M. J.(1990). Resistance training modes: specificity and effectiveness. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 9, 7-22.
- Miller, D. I., Nelson, R. C. (1973). *Biomechanics of Sport*. Lea and Febiger.

- Newton, R. U., Kraemer, W. J., Hakkinen, K., (2000). Effects of plyometric jump training on bone mass in adolescent girls. *Medicine & Science in Sport & Exercise*, p1051-1057.
- Norman, R. and Komi, P.V.(1979). Electromechanical delay in skeletal muscle under normal movement conditions. *Acta Physiologica Scandinavia*, 106, 241-248.
- Von Duvillard, S.(1990). Plyometrics for speed and explosiveness. *School Coach*, 8, 80-81.
- Wilson, G. J., Murphy, A. J., Walshe, A. D. (1997). Performance benefits form weight and plyometric training: effects of initial strength level. *Coaching and sports science journal*. 2(1), p3-8.
- Wilson , G . J . , Murphy, A . J . , Walshe, A . D . (1997) : Performance benefits form weight and plyometric training; effects of initial strength level. *Coaching and sports science journal*. 2(1), 3-8.

附錄一 受試者須知及同意書

題目：增強式訓練介入對女子體操選手實施垂直分腿跳之影響

依實驗研究之規定，研究者應將研究過程中可能發生的危險向受試者說明清楚，且應盡其所能保護受試者之健康與權益，並隨時回答受試者的問題。受試者如有改變意願時應通知實驗者，可隨時退出實驗而不受任何限制。參與實驗研究的受試者必須明瞭並注意下列事項：

- 一、請據實填寫健康狀況調查表。
- 二、參與之受試者必須進行的測驗包括：CMJ(counter movement jump)垂直跳、SJ(squat jump)垂直跳、DJ(drop jump)垂直跳。
- 三、在指定時間內穿著運動短褲，以便實驗之進行。
- 四、實驗前30分鐘請提早至實驗室安靜休息。

本研究所獲得的資料僅供研究之用，並絕對保密。本研究需要您的參與和合作。請在下表姓名欄內簽名，表示同意並願遵守受試者須知與同意書內所列之各項有關規定。謝謝您的協助與合作！

志願者：

日期： 年 月 日

研究者： 蔡惠凰 敬上

單位：國立台灣體育學院體育研究所

附錄二 健康狀況調查表

本表旨在幫助您瞭解自身之健康狀況，並協助研究人員在實驗前是否需要更進一步的健康檢查與篩選。本表僅供研究用，絕不外流。請據實以答，過去一年內，醫生是否告訴您有下列狀況：（請您在有、無、不確定欄中打 \surd ）。

	有	無	不確定
1. 高血壓	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. 心臟病或血管硬化症	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. 糖尿病	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. 支氣管炎	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. 貧血	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. 心率不整	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. 緊張、情緒或心理失常	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. 氣喘	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. 很快站起來時，會頭暈或輕微頭痛	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. 暈倒或失去知覺	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. 經常性胃痛	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12. 運動或跑步後，極端疲憊很難恢復	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13. 腦部是否有受傷過？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14. 過去半年是否有扭傷過腳踝？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15. 過去半年是否有扭傷過膝關節？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16. 過去半年是否有其他病症發生？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13.14.15.16.題若答有，請說明：			

姓名：

填表日期 年 月 日

附錄三 六週增強式訓練計劃表

實驗參與者需經過六週的增強式訓練，其訓練主要內容參照 Gleddie 與 Marshall(1996)的訓練模式，並經過訓練週數與強度上的考量，而予以修改，主要訓練內容如下：

第一至二週

Double speed hops 3 組 10 次/組

Rim jumps 4 組 10 次/組

Front cone hops 4 組 8 次/組

Side hops 3 組 8 次/組

第三至四週

Double speed hops 4 組 10 次/組

Rim jumps 4 組 10 次/組

Front cone hops 5 組 8 次/組

Side hops 5 組 8 次/組

第五至六週

Skipping 3 組 25 公尺/組

Double speed hops 3 組 8 次/組

Double leg bounds 3 組 8 次/組

Side jumps 4 組 8 次/組

Depth jump to rim jumps 3 組 5 次/組

Depth jumps(40cm box) 3 組 3 次/組

實驗組受試者於增強式訓練前進行10分鐘的熱身與伸展，並於訓練後進行10分鐘的收操與伸展，以避免運動傷害的發生。每週進行2次的增強式訓練，組間休息3分鐘，兩次訓練的間隔至少為48小時。

附錄四 直立蹲踞跳 (CMJ) 垂直跳能力分析表

	前測	第二次	第三次	後測
騰空高度 (cm)	46.38±2.78	48.23±3.33	49.16±3.36	50.04±2.84
最大爆發力 (W/kg)	50.37±2.59	51.08±2.54	52.01±2.85	53.13±2.21
最大蹬地力量 (N)	1347.71±48	1353.46±56	1354.86±43	1366.41±29
	.22	.81	.32	.32
最大蹬地速度 (m/s)	2.49±0.15	2.52±0.17	2.65±0.09	2.62±0.18
平均爆發力 (W/kg)	27.99±2.72	28.36±3.12	29.60±2.79	29.44±2.03

附錄五 垂直蹲跳 (SJ) 垂直跳能力分析表

	前測	第二次	第三次	後測
騰空高度 (cm)	38.23±3.20	40.87±4.28	42.23±3.89	43.46±4.03
最大爆發力 (W/kg)	52.93±2.42	54.23±2.49	54.57±2.16	54.48±1.59
最大蹬地力量 (N)	1510.05±83	1519.95±76	1527.92±75	1523.41±62
	.52	.71	.93	.23
最大蹬地速度 (m/s)	2.26±0.10	2.30±0.10	2.34±0.12	2.33±0.08
平均爆發力 (W/kg)	19.88±1.45	20.85±1.90	22.36±1.81	22.16±1.57

附錄六 深跳 (DJ) 垂直跳能力分析表

	前測	第二次	第三次	後測
	M±SD	M±SD	M±SD	M±SD
騰空高度 (cm)	38.23±3.20	40.87±4.28	42.23±3.89	43.46±4.03
牽張時間 (S)	0.353±0.018	0.343±0.019	0.337±0.019	0.336±0.018