

國立臺灣體育運動大學競技運動學系
碩士學位論文

增強式訓練對大專田徑短跑選手的速度與爆發
力之影響

EFFECT OF PLYOMETRIC TRAINING ON SPEED AND
POWER IN COLLEGE SPRINTER ATHLETES



研 究 生：王文堂 撰

指導教授：吳昇光 教授

共同教授：張立羣 副教授

中 華 民 國 103 年 7 月

增強式訓練對大專田徑短跑選手的速度與爆發力之影響

中文摘要

目的：探討介入六週增強式訓練對大專田徑短跑選手速度及爆發力之影響。方法：以男性 8 名、女性 4 名，共 12 名大專田徑短跑選手為研究對象，介入連續六週，每週三次之增強式訓練，主要訓練項目為：深跳、大步跨越跳、欄架跳；並於介入前、介入後及停止訓練四週後，分別進行速度及爆發力相關檢測，測驗項目包括：起跑 30 公尺衝刺跑、垂直跳、立定跳及膝關節等速肌力測驗，研究資料以單因子變異數進行統計分析。結果：介入六週增強式訓練前、後及停止訓練四週後，在三次不同測驗別中，參與者的垂直跳皆達顯著差異水準 ($p<.05$)，經事後比較發現，後測及追蹤測驗成績均顯著優於前測值，立定跳遠則在前、後測達顯著差異水準 ($p<.05$)；等速肌力測驗，慣用腳僅 $240^{\circ}/\text{sec}$ 角速度屈曲力量達顯著水準 ($p<.05$)，而非慣用腳皆達顯著水準 ($p<.05$)，後測及追蹤測驗成績均優於前測值；速度測驗則在訓練前、後未達顯著水準 ($p>.05$)。結論：介入六週增強式訓練，對大專田徑短跑選手爆發力似乎有提升的效果。

關鍵詞：增強式訓練、田徑短跑、等速肌力

EFFECT OF PLYOMETRIC TRAINING ON SPEED AND POWER IN COLLEGE SPRINTER ATHLETES

Abstract

Purpose: To investigate the influences between speed and power after 6-week plyometric training for university sprinters. **Methods:** Twelve university sprinters, 8 men and 4 women, were recruited. They executed plyometric training 3 times per week for 6 weeks. The training included deep jump, forward jump by large stride, jumping through hurdle. Speed and power examination would be tested at before, after intervention and 4 weeks after the end of training. The examination included sprint time for 30 meters from block, height of vertical jump, length of stand jump, and knee joint isokinetic test. One-way ANOVA, were used to test the results. **Results:** After 6-week plyometric training, there were significant differences at height of vertical jump, length of stand jump among 3 test times ($p < .05$). Post-hoc tests revealed the height of vertical jump result of post-test and 4-week follow-up were significantly better than the pre-test ($p < .05$). Moreover, post-test of length of stand jump was better than pre-test ($p < .05$). There was a significant difference at length of stand between pre-test and post-test. There was a significant difference in dominant leg flexion strength at

240°/sec of isokinetic test ($p < .05$). Results of post-test and 4 weeks after the end of training were significantly better than the pre-test in all isometric test of non-dominant leg ($p < .05$). However, speed tests were not significant differences between before and after training ($p > .05$). **Conclusion:** Power would increase after 6-week plyometric training for university sprinters.

Key words: plyometric training, sprint, isometric examination

謝誌

這不稱職的研究學習生涯轉眼間就過四年多了，在這學習與訓練必須並重的階段，我選擇了全心投入訓練，在田徑這條路上，我努力地追逐夢想，不想錯過任何比賽的機會，內心的想法也總是告訴自己，書不讀，以後有的是機會，而年經只有一次，我要勇敢追夢，所以論文一事，我總是一拖再拖，但最後才發現我錯了，這樣的念頭只是辜負了所有支持、幫助我在研究這路上的老師、朋友及可愛又無怨無悔當我研究參與者的學弟、妹們，沒有你們我想我真的無法完成這碩士學位。

在此要非常感謝立羣老師的細心指導，讓我了解到做研究真的需要認真、嚴謹，一點也馬虎不得。再者要感謝大學教練陶武訓老師以及短跨隊的學弟妹們，在實驗的訓練階段，供我折磨當我強力的後盾。最後也要感謝昇光老師的指導，在我對研究陷入迷惘、出包的時候，願意挺身收留我，幫助我完成這最後的論文寫作，大家對我的幫助，沒齒難忘。

另外，俗話說的好，出外真的要靠朋友!!慶幸能有這麼一群堅強又專業的研究團隊幫忙，特別感謝我的大學同學偉達、銘修以及學弟妹芸蔓、漢城、俊瀚，協助我完成所有實驗工作，再來是系辦的佩欣學姊以及工讀的佑瑋、柏智，幫我處理校內的各大、小事，有了大家的幫忙，我才能順利完成學業。

研究真的是一條漫長的道路，投入過後才知道它的價值可貴，從中學習到的知識與技能更是這輩子受用無窮的，再次感謝所有人為我的付出，讓我能完成學業，除了感謝再感謝，已經想不到其他的形容詞了，謹以此論文獻給我最摯愛的師長、同學、朋友、隊友及家人們。

文堂 謹致

目 錄

中文摘要·····	I
英文摘要·····	II
謝 誌·····	IV
目 錄·····	VI
表 目 錄·····	VIII
圖 目 錄·····	X
第壹章 緒 論·····	1
第一節 研究背景·····	1
第二節 研究目的·····	4
第三節 研究假設·····	4
第四節 研究範圍與限制·····	4
第五節 名詞解釋·····	5
第貳章 文 獻 探 討·····	7
第一節 增強式訓練的理論·····	7
第二節 增強式訓練的原理與效果·····	10
第三節 增強式訓練對速度、爆發力之影響·····	15
第四節 總結·····	17
第參章 研究方法與步驟·····	18
第一節 實驗流程·····	18
第二節 測驗項目與程序·····	20
第三節 參與者·····	20
第四節 實驗時間與地點·····	21
第五節 實驗儀器與設備·····	21

第六節	測驗實施應注意事項·····	22
第七節	參與者準備與測驗方法·····	23
第八節	增強式訓練計畫·····	28
第九節	資料處理與分析·····	33
第四章	結果·····	34
第一節	增強式訓練對爆發力的影響·····	34
第二節	增強式訓練對速度的影響·····	37
第三節	增強式訓練對等速肌力測驗的影響·····	38
第五章	討論·····	50
第一節	六週增強式訓練對爆發力之影響·····	50
第二節	六週增強式訓練對速度之影響·····	53
第三節	六週增強式訓練對等速肌力測驗之影響·····	56
第六章	結論與建議·····	63
第一節	結論·····	63
第二節	建議·····	63
參考文獻	·····	65
一、中文部分	·····	65
二、外文部分	·····	69

表 目 錄

表 2-1	牽張縮短循環動作階段表·····	9
表 2-2	肌力訓練週期表·····	12
表 3-1	六週增強式訓練的訓練課程·····	33
表 4-1	參與者基本資料·····	34
表 4-1-1	垂直跳數據描述性統計摘要表·····	35
表 4-1-2	垂直跳之相依樣本單因子變異數分析摘要表·····	35
表 4-1-3	立定跳數據描述性統計摘要表·····	36
表 4-1-4	立定跳之單因子變異數分析摘要表·····	36
表 4-2-1	30 公尺衝刺跑數據描述性統計摘要表·····	37
表 4-2-2	30 公尺衝刺跑之相依樣本單因子變異數分析摘要表·····	37
表 4-3-1	膝關節等速肌力測驗最大力矩數據表·····	38
表 4-3-2	慣用腳之 F/E ratio 差異情形比值表·····	39
表 4-3-3	非慣用腳之 F/E ratio 差異情形比值表·····	39
表 4-3-4	慣用腳與非慣用腳之 E/E ratio 差異情形比值表·····	40
表 4-3-5	慣用腳與非慣用腳之 F/F ratio 差異情形比值表·····	41
表 4-3-6	60°/sec 慣用腳伸直肌力測驗之相依樣本單因子變異數分析摘要表·····	42
表 4-3-7	240°/sec 慣用腳伸直肌力測驗之相依樣本單因子變異數分析摘要表·····	43
表 4-3-8	60°/sec 慣用腳屈曲肌力測驗之相依樣本單	

	因子變異數分析摘要表·····	44
表 4-3-9	240°/sec 慣用腳屈曲肌力測驗之相依樣本 單因子變異數分析摘要表·····	45
表 4-3-10	60°/sec 非慣用腳伸直肌力測驗之相依樣本 單因子變異數分析摘要表·····	46
表 4-3-11	240°/sec 非慣用腳伸直肌力測驗之相依樣 本單因子變異數分析摘要表·····	47
表 4-3-12	60°/sec 非慣用腳屈曲肌力測驗之相依樣本 單因子變異數分析摘要表·····	48
表 4-3-13	240°/sec 非慣用腳屈曲肌力測驗之相依樣 本單因子變異數分析摘要表·····	49

圖目錄

圖 3-1	實驗流程圖	19
圖 3-2	Newtest Powertimer 300 系列測試系統	22
圖 3-3	Biodex System 3 多關節等速肌力訓練系	22
圖 3-4	垂直跳測驗	24
圖 3-5	立定跳遠測驗	25
圖 3-6	30 公尺測驗場地佈置圖	26
圖 3-7	膝關節等速肌力測驗	26
圖 3-8	深跳 (Depth Jump)	30
圖 3-9	跨步跳 (Stride Jump Crossover)	30
圖 3-10	欄架跳 (hurdle jump)	31

第壹章 緒論

第一節 研究背景

田徑運動一直以來都是世界各國的主流競技項目，在世界各大型運動賽會上更是獎牌產量最多的項目，在田徑比賽中，最為人們關注且精彩的項目非 100 公尺競賽莫屬了，選手們使出全力，在這短短不到 10 秒的時間內，將各項體能及技術發揮得淋漓盡致，為的就是爭取那最高榮耀以及那最快的稱號。

短跑乃是透過起跑姿勢，把處在靜止的人體，在最短暫的時間內產生最快的速度。田徑比賽中 100 公尺、200 公尺、400 公尺是屬於短跑項目，選手必須具備速度、肌力、肌耐力、瞬發力、平衡、協調性及敏捷等運動能力。若就技術觀點而言，選手應注重起跑、加速跑、高速跑、速耐力及衝線等基本技術（翁梓林，2000）。

金良元（2008）指出，100 公尺比賽依其技術分期可分為起跑階段、起跑後的加速跑階段、途中跑及終點跑等階段。加速跑階段的距離大約為起跑出發後 20 至 25 公尺。起跑後的加速跑是指起跑蹬離起跑架後即進入的加速階段。其任務是在最短的距離內儘快發揮速度，不斷地提升步長和步頻，順利銜接途中跑的過程階段。因此其技術與途中跑技術有明顯的區別。Coh, Peharce 與 Bacic (2007) 指出，起跑和起跑後加速階段是一個非常複雜的過程，需要運用強大的肌力。肌電圖上最大的活動幅度出現在第一步的支撐階段和推進階段的過程點上。完善的肌力是運動員克服地面的反作用力，有效地完成支撐階段的最重要一環。更高的肌肉強度能更有

效的利用儲存在肌肉內彈性力量。

就起跑蹬離踏板後的加速跑技術分析，加速跑要求運動員自起跑後第一步就加強後蹬，逐漸加快步頻和加大步幅，以極快的速度和加速能力向前跑進，使步頻在 20 公尺處達到最快，30 公尺處使速度可達到最高速的 95% (陳維科，2000)。起跑和起跑後加速是兩個直接影響短跑競賽結果的重要階段。衝刺速度的展現就在於起跑和起跑後加速這兩要素所衍生的。Tellez & Doolittle (1984) 表示，在 100 公尺中，這兩要素佔總結果的 64%。

田徑短跑是一項極需爆發力與速度的競賽項目，關於爆發力與速度的訓練方式有很多種，而增強式訓練就是其中一種被廣泛運用的方式。增強式訓練 (Plyometrics Training) 或稱衝擊式訓練，是一種鍛鍊肌肉動力運動之總稱，首由蘇聯田徑教練 Verohoshanski 於 1968 年以衝擊法 (shock method) 名稱提出，並於訓練出多位奧運金牌選手後，風靡東歐，廣被採用 (張木山，2004)。其主要是利用下肢進行跳躍動作的訓練，過程中肌腱組織在受力牽張與彈性位能儲存再加上肌肉快速收縮的加速效果為主要依據，而於 1970 年代初期開始被東歐選手所採用，並在獲得優異成績後，逐步的推廣於各運動項目中，由於大部分的運動項目都需要跑、跳等最基本的運動能力，所以至今已成為在訓練運動能力中非常重要的輔助訓練方式之一。它亦是一種結合力量和速度以產生爆發力的動作型態之訓練，常以跳躍訓練和深跳訓練為主要的訓練內容 (黃至論，2009)。

鄭景峰 (2002) 指出，增強式訓練計畫的長度，一般建議為 6 至 10 週 (Baechele et al., 2000)。在設計訓練計畫時，

須考慮訓練的季期，可將增強式訓練安排在訓練計畫的大週期 (macrocycles) 之中，亦可安排於小週期 (microcycles) 裡，並且配合漸進式超負荷 (overload) 的原則。小週期是指一年中重複出現的週訓練，為了產生效果，運動員必須重覆 2 至 3 次具有相同目標和內容的訓練課程，重複練習是學習技術或發展體能的要素；大週期代表一個包含 2 至 6 週訓練 (或小週期) 的階段，雖然準備階段不同期間有不同的訓練目標和類型，一般來說，4 至 6 週組成的大週期通常安排於準備階段。一個大週期循環可以視為發展或磨練技術或戰術所需的時間，所以，為使運動員能臻於完美，決定大週期最佳的持續時間，是訓練計畫中重要的一環 (林正常，2001)。

增強式訓練是一種發展爆發力的訓練方式，這對於分秒必爭、甚至勝負往往小於半秒之間的田徑短跑來說，無非是個訓練的利器。而田徑短跑的起跑加速階段是屬於一個高爆發力的運動過程，作者本身是現役的田徑短跑選手，發現國外針對增強式訓練的研究很多且有成效，但在所屬的代表隊中，無論是學校校隊，甚至是國家隊，卻鮮少將這一訓練方式有計畫、系統的納入訓練課程之中，而日前也接受了國家隊聘請的俄羅斯籍教練指導訓練，訓練中，外籍教練皆以目前主流的訓練法來安排訓練課程，但成效卻不如預期，引發了增強式訓練是否也會因種族相異而有不同成效的念頭，再加上國內對田徑競賽項目所設計的增強式訓練研究並不多，因此確立了本研究的研究動機，想針對增強式訓練對於田徑短跑的起跑加速度及爆發力表現之影響來加以探討。希望能透過增強式訓練來提升起跑加速度階段的成效，未來能提供給教練或選手們在訓練上之參考。

第二節 研究目的

本研究目的如下：

- 一、探討六週增強式訓練，對田徑短跑選手在 30 公尺衝刺跑的速度表現影響。
- 二、探討六週增強式訓練，對田徑短跑選手在垂直跳、立定跳遠、下肢等速肌力測驗的爆發力表現影響。
- 三、比較介入六週增強式訓練前、後及停止增強式訓練四週後，田徑短跑選手在速度與爆發力之變化情形。

第三節 研究假設

針對研究目的，本研究提出以下假設加以驗證：

- 一、六週增強式訓練，對於田徑短跑選手 30 公尺衝刺跑測驗之速度表現有顯著影響。
- 二、六週增強式訓練，對田徑短跑選手垂直跳、立定跳遠、下肢等速肌力測驗之爆發力表現有顯著影響。
- 三、介入六週增強式訓練前、後，及停止增強式訓練四週後，參與者的速度與爆發力表現，測驗組間（三次）有顯著差異。

第四節 研究範圍與限制

- 一、本研究以大專校院田徑短跑選手為研究對象，所有參與者皆有 3 年以上的專長訓練經驗，且參加過全國性運動會、全國性田徑錦標賽或大專運動會公開組之選手，並非一般沒接受過專業訓練之運動員。
- 二、本研究訓練時間僅為期六週，要求參與者除了平時的術科課程以及專長訓練課程外，應避免其他訓練或激

烈運動，以減少對研究結果的影響。

三、本研究為了掌控實施增強式訓練之選手的訓練進度，皆以國立臺灣體育運動大學田徑短距離校隊選手為對象，造成參與者人數較少的現象，是本研究的限制之一。

四、本研究進行過程中，研究者以口頭鼓勵方式，激勵參與者以最大努力來完成訓練以及測驗，不探討參與者心理因素。

第五節 名詞解釋

一、增強式訓練

增強式訓練是肌肉在快速、動性負荷或伸展後的一種爆發性收縮運動，也是一種發展爆發力（動力）的肌肉鍛鍊法（林正常，1993）。增強式訓練是指主要作用肌群透過預先伸展的收縮方式，隨後立即產生快速而強力的動作表現，包含了收縮前的伸展，或以反向動作來刺激牽張-縮短循環（stretch-shortening-cycle, SSC）。因此，任何運動的動作中，先利用主要作用肌群進行離心收縮，然後再快速的進行向心收縮動作，即可稱為增強式訓練。

二、速度

最初的加速階段一般是從蹬離起跑架到大约 30 公尺處為止。而本研究所要探討的起跑加速度，類指此加速階段，參與者使用起跑架採蹲距式起跑，以 30 公尺衝刺跑做為速度表現之參數，單位為秒。黃志忠（2006）探討增強式訓練對國中生無氧運動能力之影響亦以 30 公尺衝刺跑作為速度測驗之指標。

三、爆發力

爆發力是一種快速產生的肌肉收縮力量，肌肉力量輸出表現 (force) 與肌肉收縮速度 (velocity) 的乘積，也就是單位時間內所能徵召最大的力量 (Hakkinen, 1989)；速度越快、力量越大所得乘積就越大，也代表爆發力的輸出越佳。而本研究所要探討的爆發力，是以垂直跳、立定跳遠及等速肌力測驗作為表現之參數。蘇福仁 (1997) 以橄欖球選手為參與者的研究，亦以上述項目作為測驗之指標。

四、垂直跳

本研究的垂直跳動作以下蹲跳為主，參與者站立在測力板上，身體挺胸雙腳直立站著，雙手叉腰，聞口令後快速下蹲，至最適起跳點，再迅速盡力向上做最大的垂直跳，過程中必須連續而無停滯，跳躍高度做為測試下肢爆發力表現之參數，單位為公分。

五、立定跳遠

參與者兩腳同時用力向地面做推蹬動作，使身體向前產生斜拋運動，落地時，兩腳同時著地，落點最靠近起始點的跳躍距離做為測試下肢爆發力表現之參數，單位為公尺。

六、等速肌力測驗

本研究以 Biodex system 3 等速肌力測試訓練機為測試儀器。等速肌力測試最主要的是設定測試中的運動速度，單位為度/秒 ($^{\circ}/\text{sec}$)。為了瞭解肌肉神經不同性能，以低速 ($60^{\circ}/\text{sec}$)、高速 ($240^{\circ}/\text{sec}$) 進行膝關節向心伸直、屈曲的肌力測試，主要用於判斷最大肌力。本研究測試次數為 5 次重複動作，設定膝關節活動範圍為 $0-70^{\circ}$ ，以等速肌力測試之最大力矩作為指標，單位為 Nm。

第貳章 文獻探討

本章主要探討增強式訓練的理論，以及國內外相關的研究文獻，分為下列四個部分進行：一、增強式訓練的理論，二、增強式訓練的原則與效果，三、增強式訓練對速度、爆發力之影響，四、總結。

第一節 增強式訓練的理論

Plyometrics 這個名詞源自於希臘字 Pleythyein，意思是「提高」或「增加」，而較短的希臘字 plio「較多」與 plyo「移動」，Metrics 的意思是「量測」或「長度」。Pliometrics 的拼法用來指離心收縮或肌肉伸長是被接受的。Plyometrics 一詞，最早出現在 1966 年俄羅斯運動的文獻中，在 Zaciorskij (Zanon, 1989) 所完成的作品內。1975 年，一位美國田徑教練 Fred Wilt 對這個名詞提供了解釋，許多人隨之跟從 (Radcliffe & Farentions, 1999/2012)。臺灣目前翻譯成較常使用的「增強式訓練」。

增強式訓練的目的在於發展運動動作所需之爆發力，其基本原理是透過神經與肌肉之間的協調，以增加肌肉收縮的速度。換言之，這項運動的重點在於如何運用肌肉離心收縮的彈性潛能，來加強向心收縮的能力與速度，進而產生最大爆發力的方式。

Wilson, Murphy, & Giorgi (1996) 指出，增強式訓練主要起源於田徑訓練，在一些體能訓練的教科書中指出，增強式訓練是一種快速、高功率的運動，這種運動預先拉伸肌肉並激發肌肉的牽張-縮短循環，從而產生強大的向心收縮力量。

從這定義上來解釋，增強式訓練是一種以提高爆發力為目的的訓練方式（王力男，2012）。

增強式訓練是一些肌肉在快速、動態負荷或伸展後的各種爆發性收縮運動，是一種有效發展爆發力的肌肉鍛鍊法，其理論基礎為牽張-縮短循環（stretch-shortening cycle, SSC）（林正常，1993）。在許多的文獻資料裡，肌力訓練的理論中都提及了牽張-縮短循環，其理論是基於一個預先快速拉長肌肉的離心收縮，藉由肌肉彈性能的儲存跟釋放，產生一個更有力的向心收縮過程，這是一種發展爆發力的肌肉訓練法。更有文獻指出，跑、跳、舉重的運動中，速度與爆發力表現的動作過程，是肌肉快速作最大收縮、起動瞬間動力，藉由肌肉進行離心收縮再結合向心收縮的肌肉收縮過程稱之為牽張-縮短循環（林正常，1997；吳顥照，2003）。SSC在動作時間上有三個階段及三個時期：離心收縮期、過渡期及向心收縮期。如表 2-1。

表 2-1 牽張縮短循環動作階段表

動作階段	動作時期	動作型式	生理機能
1	離心收縮期	作用肌的伸展	彈性能的儲存；肌梭受到刺激。 神經衝動由 Ia 纖維
2	過渡期	介於 1-3 階段之間的停留	傳導至 α 運動神經元 將運動神經衝動傳導至作用肌。 彈性能的釋放； α 運動神經元的
3	向心收縮期	作用肌的縮短	神經衝動刺激作用肌。

資料來源：摘自林正常 (1997) ；吳顥照 (2003) 。

SSC 之所以能夠增強力量、產生較大爆發力之生理機制有二：

一、肌肉彈性能

肌肉彈性能 (elastic energy) 依動作型態而有所不同，一整條的肌肉是由許多不同彈性係數之彈簧串聯 (series elastic) 及並聯 (parallel elastic) 而成，其中與可收縮之肌纖維平行的組織有肌膜等結締組織，在串聯的組織有肌腱等。這些彈簧被拉長時，便會儲存彈性位能於其中，而在肌肉的離心收縮期，肌肉因被牽張而儲存了彈性能量，而採用不同的負荷會產生不同的彈性能 (張硯涵，2009)。

二、牽張反射

SSC 的另一個重要機制為牽張反射 (stretch reflex)，當肌肉被拉長時，啟動肌纖維中的肌梭 (muscle spindle)，藉 Ia 神經纖維通過脊髓弧 (spinal arc) 之 α 運動神經元誘發運動神經纖維，對該肌纖維進行收縮，以避免肌肉過度拉長。由於此種反射性機制結合肌肉自主性收縮力量，所以能夠產生更大的爆發力 (林政東、劉宇、呂宏進，2000)。

第二節 增強式訓練的原則與效果

一、增強式訓練原則

增強式訓練是一種針對運動員肌肉產生瞬間爆發力的養成手段，它可包含上肢、軀幹以及下肢瞬發力的練習，並運用彈性能和牽張反射的雙重轉機，讓肌肉在離心伸展之後，產生更大的向心收縮力量。在實際應用時，融合了木箱、藥球、標誌筒、欄架等的運用，使得訓練的內容更具多樣化與特殊性 (鄭景峰，2002)。

劉志華、洪偉欽 (2008) 指出訓練過程中必須注意以下重點：

- (一) 實施增強式訓練之前，必須考量受測者的體能水準的評估、年齡與體重、環境與器材等。
- (二) 實施下肢增強式訓練前，必須具備蹲舉 1RM 自身體重重 1.5 倍至 2.5 倍。或是能在 5 秒內蹲舉自身體重的 60% 達五次。
- (三) Chu(1992)建議實施增強式訓練後，適當的休息是必須的，每次訓練後至少休息 48 小時至 72 小時，每周的訓練量 1 至 3 次。

(四) Von Duvillard(1990)建議初期每周訓練一次，逐漸增加至兩次，組間休息 1 至 4 分鐘，次數間休息 5 至 10 秒。

(五) 實施增強式訓練，每次應包括 3 至 5 種訓練動作，每組動作 3 至 10 組，每組 4 至 10 次反覆次數。

增強式訓練的動作項目有許多種，最為廣泛運用的是跳箱訓練，根據研究顯示，自 20、40、60 公分的高台落下，所產生的地面反作用力，分別為體重的 3.8、5.0 以及 6.4 倍（陳九州、鄭鴻文，2000）。因此，使用的跳台高度，也會影響到跳躍的高度。關於跳箱，設計一座 40 公分高的平台上往下跳，落地後直接向上或向前做最大的跳躍，不斷反覆進行這項動作，使膝關節作屈膝造成股四頭肌被迫伸展，在瞬間利用肌梭反射原理，讓肌肉產生更有力的收縮以增進爆發力；通常臺高約 40 公分，可獲得最大的跳躍高度，臺高太高有傷害到跟腱的可能性，因此，在肌力未鍛練至相當水準時，不宜使用太高的跳臺，以免產生運動傷害（林正常，1993）。

一個增強式訓練計畫必須具有阻力的、空間的及時間的超負荷，超負荷迫使神經肌肉系統以更大的強度進行運動，藉由控制高度、距離、外在的負荷或力量，以及每個變數的訓練量來調節適當的超負荷。不當的超負荷可能會使運動變成無效，甚至造成傷害（Radcliffe & Farentions, 1999/2012）。

高水準的運動成績是多年精心設計訓練計畫、重視訓練方法和努力實施的訓練成果，這段期間內，運動員試著調整器官功能，適應該項運動的特殊要求，適應程度的高低，可由運動成績的好壞反應出來，適應程度越高，運動成績越好；

從最初開始訓練到成為優秀運動員，訓練負荷的生理基礎，在身體的機能效率及工作能力方面，經過一段長期訓練之後會逐漸提高（林正常，2001）。因此，在進行增強式訓練的課表安排時，必須考慮漸進式的原則，訓練強度必須有要適應後才繼續增強。蘇福仁（1997）探討增強式跳躍訓練對橄欖球選手的影響。實驗組接受六週、每週三次，每次一小時的訓練，以40公分的木箱，訓練內容為10公尺連續跳躍、左右單腳側跳、側跳上下木箱等三種，訓練採次數固定，組數增加的間進式原則進行，第一週每次訓練3 x 3組，到第六週每次訓練增至3 x 6組。結果發現在50公尺衝刺、立定三次跳遠、垂直跳、30秒仰臥起坐，具顯著效果。

由於增強式訓練是屬於高爆發力的訓練方式，故在安排的訓練時間點也必須妥當、正確，建議將訓練的課程安排在專項準備期或比賽前期以符合訓練階段的專項能力養成，如表2-2。

表 2-2 肌力訓練週期表

	準備		比賽			過渡
	一般準備	專項準備	賽前	主要比賽		過渡
肌力	解剖適應	最大肌力	轉換 爆發力 肌耐力 兩者	維持	比賽	補償

資料來源：摘自林正常（2001）運動訓練法。

二、增強式訓練效果

現在已有許多運動種類藉由實施增強式訓練來增強，甚至改善各運動專項的特殊性能力。

李金為 (2007) 以大學女子壘球選手 13 名為參與者，透過持續六週的增強式訓練，來瞭解女子壘球選手上肢關節最大肌力、投擲距離及投擲速度，經過訓練前後之差異。利用 Biodex 等速肌力儀來測量參與者的最大肌肉力量，以及利用 JUGS 雷達測速槍來獲得參與者投擲 5 次後的最快球速以及平均球速，並利用皮尺測量參與者投擲最大距離以及平均距離。結果發現，經過六週訓練過後，最快球速及平均速度都有明顯的增加，並達到顯著的差異；投擲最遠距離及平均距離都有明顯的增加，並達到顯著的差異；上肢關節最大肌力方面，4 個關節動作「90 度肩部內轉」、「肩部對角轉動」、「肘關節收縮」及「腕關節收縮」的最大肌力都有明顯的增加，僅肘關節收縮未達顯著差異。

蔡佩芬 (2008) 以接受常規訓練之國中女子拔河選手 10 名為研究對象，依其拔河位置隨機分配至增強式訓練組與傳統式訓練組，以增強式訓練拔河機，於例行訓練中介入共八週，每週 3 次之增強式訓練計畫。研究結果：八週增強式訓練後對於個人基本能力之立定跳遠能力與垂直跳能力有顯著的提升 ($p < .05$)。組間之立定跳遠與垂直跳高的進步程度，無顯著差異 ($p > .05$)。增強式訓練的進步程度雖有優於傳統式的趨勢，但未達顯著差異 ($p > .05$)。此研究結論：增強式訓練對拔河訓練的成效有顯著的差異，且增強式訓練後對繩子的敏感度與判斷能力較有敏銳的效果。

陳炳宏 (2009) 以 20 位擊劍專長選手為研究對象，以隨機分配的方式分為增強式訓練實驗組 10 人與對照組 10 人。實驗組接受為期六週之下肢增強式訓練，訓練內容分別為：原地跳（雙腳蹬踝跳躍）、分腿蹲跳、側邊跳箱、向後跨步跳、跳上跳箱前進及跳下箱前進一步長刺（持劍）。並於訓練前、後參與者分別接受 30 公尺衝刺跑、反覆側步跑、立定三次跳遠、垂直跳（蹲踞跳）之測驗。以成對樣本 t 考驗進行六週訓練效果的組內差異性考驗，以獨立樣本單因子共變數分析進行前後測各組間的同質性以及後測的差異性考驗，結果顯示：30 公尺衝刺跑速度能力、反覆側步敏捷反應力、立定三次跳遠及垂直跳爆發力組內與組間皆達顯著差異。

李成碩、姚承義、林威秀和黎俊彥 (2011) 以 28 名高中乙組籃球選手為研究對象，目的在探討七週增強式訓練對籃球選手動態平衡與專項運動表現之影響。均分為增強組與控制組，兩組皆進行每週五次之籃球專項訓練，而增強組需額外進行連續七週、每週三次之增強式訓練。動態平衡是以八向穩定限度 (limit of stability, LOS) 測試得分來作為評估指標，而專項運動表現則是以跳躍觸牆高度與 T 型測試時間來作為評估指標。結果顯示增強組訓練後顯著改善個體整體、右方、左前與左後等方向之 LOS 測試表現，並顯著增加垂直跳躍高度與縮短 T 型測試時間。

第三節 增強式訓練對速度、爆發力之影響

一、對速度之影響

有關增強式訓練對速度訓練效果之研究，大多數有關增強式訓練的文獻皆指出，增強式跳躍訓練對速度與爆發力有很重要的訓練價值。大多數的跑或跳之動作，皆是由肌肉做快速的牽張-收縮循環所構成，此種形態的爆發肌力，稱為反射肌力。單純由重量訓練與慢收縮速度所發展而來的肌力，並不能有效地轉換至需要快速肌肉收縮的運動技巧中，而增強式訓練，如高台落下跳躍，所形成的運動能 (kinetic energy) 則可提供快速度的高阻力，此與跑或跳的肌肉收縮速度與強度較類似，因此對改善爆發力與速度有很重要的意義 (張慶豐，2007)。

吳茂盛 (2002) 研究結果顯示實施六週，每週三次的增強式訓練對 2002 年釜山亞洲運動會中華橄欖球培訓選手之影響，結果發現對 50 公尺速度有顯著的增進效果。

張慶豐 (2007) 研究結果顯示實施八週，每週二次的增強式訓練，發現對大專甲組橄欖球選手 100 公尺速度有顯著的增進效果。

吳志賢 (2010) 研究結果顯示實施八週，每週二次的增強式訓練，對大專優秀橄欖球選手 10 公尺初速度有顯著的增進效果。

由上述研究結果得知，透過六至八週，每週二至三次的增強式訓練，能有效的改善速度能力。

二、對爆發力之影響

增強式訓練可以增加肌力和爆發力，也可以訓練肌肉神經系統的傳導，透過爆發力公式 [爆發力=力量×速度] 來說

明可了解，在一定的肌力時，若能再加強動作速度，則爆發力就越大，故在訓練時應注意迅速起跳減少緩衝時間的訓練重點，才可儲存大量能量於肌肉中，增加爆發力的訓練效果。

王冷、李鴻棋（2003）將 20 位籃球選手隨機分成兩組，訓練組除日常籃球訓練模式之外，再加入每週 2 次，連續六週的增強式訓練，控制組只接受日常籃球訓練，結果顯示訓練組的蹲跳肌力（squat jump strength）、下蹲跳躍肌力（counter-movement jump strength）及蹲跳爆發力（squat jump power）均有顯著的提升。

楊明達、黃合庸、詹貴惠與盛世慧（2011）以 24 位國中籃球選手為對象，分成漸進高度組、固定高度組及控制組（各 8 人），參與者在實驗期間除接受基本的籃球技術訓練外，漸進高度組與固定高度組則分別另外進行每週 3 次持續八週的增強式跳箱訓練，探討漸進高度之增強式跳箱訓練對下肢肌力及爆發力之影響，研究以漸進高度組利用漸進高度 20、30、40 公分之木箱、固定高度組則利用 40 公分固定高度之木箱作為增強式跳箱訓練的工具，控制組只接受一般籃球訓練課程。結果發現漸進高度組訓練後調整之腿部推蹬肌力、下蹲跳及助跑單腳垂直跳成績平均數顯著高於固定高度組（ $p<.05$ ）；同時漸進高度組之腿部推蹬肌力、下蹲跳、助跑單腳垂直跳及墊步垂直跳成績的調整後平均數顯著高於控制組（ $p<.05$ ），而固定高度組與控制組間則無差異。

由上述研究結果得知，透過六至八週，每週二至三次的增強式訓練，能有效的改善下肢爆發力。

第四節 總結

增強式訓練主要的生理機制來自於兩個要素：（一）肌肉彈性能的儲存、釋放。（二）牽張反射。主要利用跳躍運動的方式來作為增強式訓練基本原則，使之運用在下肢訓練上，在使用增強式訓練前，必須先做好體能水準的評估、環境與器材的準備等，考量訓練量及休息時間，以避免訓練中的運動傷害；透過增強式訓練六週以上，每週 2 至 3 次的課表安排，就能提升跳躍高度、速度、肌力及爆發力。增強式訓練主要在於增進爆發力與動作速度，但對於最大肌力的發展可能有限，若能配合重量訓練應可更加的提升爆發力。在訓練課程與安排訓練計畫時，必須依照運動訓練法原則，且在合理的負荷之下，並且有計畫的列入訓練計畫之中，對於選手的速度及爆發力的提升將有很大幫助。

第參章 研究方法與步驟

第一節 實驗流程

本研究 12 名參與者實驗期間均接受相同的專長訓練課程，而在專長訓練主要課表前先實施為期六週的增強式訓練，每週訓練三次。

在實驗前與實驗後（第六週後）以及停止增強式訓練四週後，全體參與者均實施速度（30 公尺衝刺跑）和下肢爆發力（垂直跳、立定跳遠、等速肌力）測驗。其前測時間為中華民國 102 年 03 月 01 日至 02 日，後測時間為中華民國 102 年 04 月 15 日至 16 日，追蹤測驗時間為中華民國 102 年 05 月 16 日至 17 日。其實驗流程見圖 3-1。

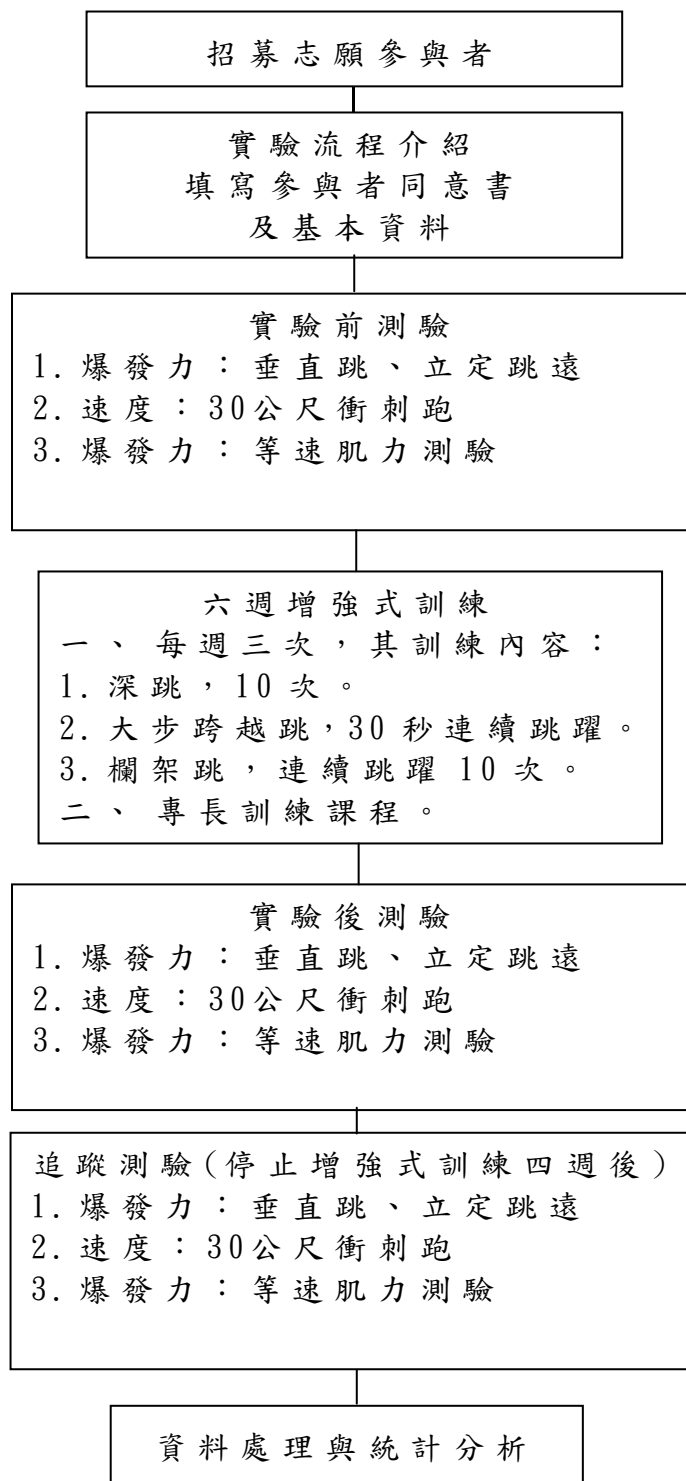


圖 3-1 實驗流程圖

第二節 測驗項目與程序

本研究測驗日數定為二天，測驗項目包括：一、身高、體重。二、垂直跳測驗。三、立定跳遠測驗。四、30 公尺衝刺跑測驗。五、等速肌力測驗。第一天先進行一至四個項目，第二天則進行第五個項目。

首先參與者先至衛保組進行身高、體重的量測，完畢後前往田徑場進行第二項垂直跳測驗。

垂直跳測驗，每人依序測驗二次，每次休息約 3 分鐘，測驗完畢後進行第三項立定跳遠測驗。

立定跳遠測驗，每人依序測驗二次，每次休息約 3 分鐘，測驗完畢後進行第四項 30 公尺衝刺跑測驗。

30 公尺衝刺跑測驗，每人依序測驗二次，每次休息約 5 分鐘，二次 30 公尺衝刺跑結束後，第一天測驗完畢。

第二天實施等速肌力測驗，每人依序測驗一次，依序測驗完畢後，結束測驗。

第三節 參與者

本研究招募 12 名大專校院田徑短跑選手為研究對象，男生 8 名、女生 4 名，每位參與者皆為大專公開組選手，接受田徑專門訓練至少 3 年以上，曾經接觸過增強式訓練，但無系統規劃出一套訓練模式。在正式實驗前與教練和選手進行溝通討論，說明實驗的目的、內容與注意事項以確保每位志願參與者能全力配合實驗。接著讓參與者填寫「參與實驗同意書」（附錄一）與「參與者基本資料」（附錄二）。

第四節 實驗時間與地點

- 一、實驗時間：中華民國 102 年 03 月 01 日 至 102 年 05 月 17 日
- 二、實驗地點：國立臺灣體育運動大學田徑場及運動科學實驗室

第五節 實驗儀器與設備

- 一、身高測量器 (KDS テツタル身長計 DSN-90) 。
- 二、體重測量器 (JADEVER) 。
- 三、發令槍 (EVERNEW EGA201) 。
- 四、起跑架 (NISHI F155A) 。
- 五、Newtest Powertimer 300 系列測試系統，如圖 3-2。
- 六、Biodex System 3 多關節等速肌力訓練系統，圖 3-3。
- 七、皮尺 (50 公尺、Fiberglass measuring tape) 。
- 八、木箱 (長度 60 公分、寬度 53 公分、高度 40 公分) ， 2 個。
- 九、欄架 (NISHI F105) ， 10 個。



圖 3-2 Newtest Powertimer 300 系列測試系統



圖 3-3 Biodex System 3 多關節等速肌力訓練系統

第六節 測驗實施應注意事項

一、測驗前

- (一) 測驗前所使用之儀器設備校正。
- (二) 研究者及協助人員事先熟練操作儀器、器材成績丈量方式及各項測驗方法。
- (三) 充分準備所需之儀器、設備及文具等。

(四) 妥善布置場地之所需設備。

二、測驗中

(一) 詳細講解及示範測驗方法。

(二) 依編號順序依序測驗。

(三) 管理測驗場地避免外物干擾並鼓勵參與者認真試驗。

三、測驗後

(一) 妥善收拾保管測驗之儀器設備。

(二) 檢討及改進測驗事宜。

(三) 研究者收齊資料紀錄及妥善保管。

(四) 準備下次測驗之相關事宜。

第七節 參與者準備與測驗方法

一、參與者準備

(一) 測驗前向參與者說明測驗方法、流程與相關注意事項。

(二) 要求參與者於測驗前一天及當天均不可作激烈運動。

(三) 須穿著短袖上衣、短褲、運動鞋或田徑釘鞋接受測驗。

(四) 參與者於測驗前做適當之熱身運動，約 40 分鐘。

二、測驗方法

(一) 身高、體重：

1. 參與者著輕便短衣、褲，赤腳接受測量。

2. 脫下身上任何裝飾物厚重衣物後，站上身高體重測量器，於測量器上時需要立正站好，雙手自然放於

身側，眼直視前方，切勿亂動。

3. 待測量器產生數值後即可離開。

4. 器材：身高（單位：公分）、體重（單位：公斤）測量器。

（二）垂直跳測驗，如圖 3-4：

1. 參與者穿著短衣、褲以及慢跑鞋接受測試。

2. 首先，參與者先站立於測力墊上，身體放鬆，雙手叉腰，待研究員發令後，即可進行跳躍測試。

3. 測驗採用下蹲跳動作（Counter Movement Jump，簡稱 CMJ）進行跳躍，雙手叉腰，避免上肢擺動的作用力增進跳躍表現，起跳動作，雙腳微蹲後盡最大能力向上跳躍，雙腳離地後至落地前，雙腳必須伸直不可彎曲。

4. 每位參與者測驗兩次，取最好成績（單位：公分）。

5. 器材：Newtest Powertimer 300 系列測試系統。



圖 3-4 垂直跳測驗

(三) 立定跳遠測驗，如圖 3-5：

1. 參與者穿著短衣、褲以及慢跑鞋接受測試。
2. 首先，參與者立於起跳線後，採用下蹲跳動作進行跳躍，雙臂自然擺動向後，向前跳躍，落地後雙腳距離起點最近的垂直位置為測量點。
3. 每位參與者測驗兩次，取最好成績。(單位：公尺)。
4. 器材：皮尺。



圖 3-5 立定跳遠測驗

(四) 30 公尺衝刺跑測驗，場地布置如圖 3-6：

1. 在跑道上架設一組有線分段計時器，將一感應器放置在測驗起點線前 40 公分，避免參與者在進行起跑預備姿勢時，身體前傾通過感應器，然後在 30.4 公尺處架設另一支無線感應器為測驗終點。
2. 參與者穿著短衣、褲以及田徑釘鞋接受測試。
3. 依田徑 100 公尺比賽規則程序進行測驗，參與者必須使用起跑架，並遵照發令員口令進行。

4. 鳴槍出發後，通過第一感應器後開始計時，當參與者衝刺通過 30 公尺處的第二感應器後，計時結束。
5. 每位參與者測驗兩次，取最好成績。（單位：秒）。
6. 器材：Newtest Powertimer 300 系列測試系統、發令槍、起跑架。

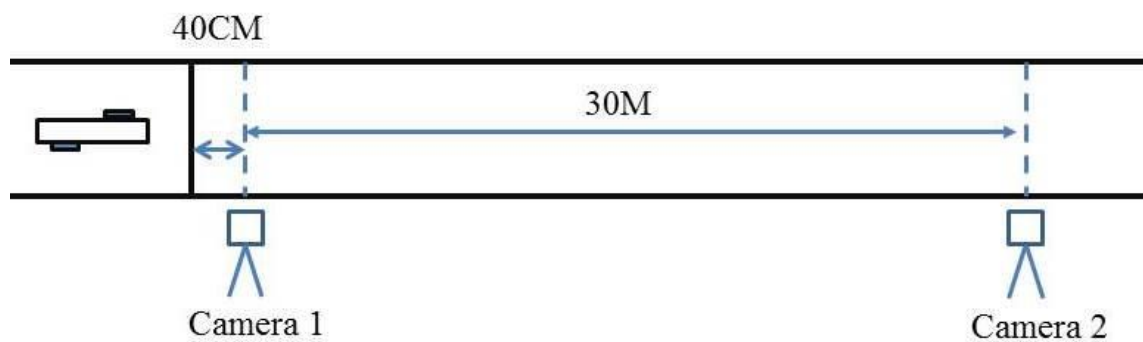


圖 3-6 30 公尺測驗場地佈置圖

（五）膝關節等速肌力測驗，如圖 3-7：

1. 本研究以 Biodex System 3 等速肌力測試評估系統測試膝關節之伸直—屈曲收縮，測驗之角速度設為 $60^{\circ}/\text{sec}$ 和 $240^{\circ}/\text{sec}$ ，測驗每角速度之最大力矩。
2. 參與者採坐姿，髖關節、軀幹及作用腳大腿以固定帶固定住，雙手握於兩側握把。
3. 等速肌力測試儀之軸點對準作用腳股骨外髁，腳踝固定墊之下緣約與踝關節處切齊，膝關節活動角度定為 70° 。
4. 實施測驗部位肢段重量校正後，測驗開始。
5. 先以 $60^{\circ}/\text{sec}$ 角速度練習 3 下非最大努力之膝關節伸直—屈曲收縮後，再進行 5 次正式最大用力測

驗。

6. 等速肌力測驗進行中，研究者給予參與者口頭鼓勵，以激發參與者盡最大努力完成測試。
7. 第一角速度完成後休息 30 秒，休息完畢進行 $240^{\circ}/\text{sec}$ 角速度測驗，步驟重覆如 5~6 點。
8. 完成兩種角速度後換腳進行測驗之，步驟重覆如 2~7 點，完成雙腳測試後，換下一位參與者。
9. 每位參與者測驗一次，取最大力矩值。（單位：Nm）。



圖 3-7 膝關節等速肌力測驗

第八節 增強式訓練計畫

一、 增強式訓練動作及執行方法

本研究根據 Radcliffe & Farentions (1999/2012) 所建議適合田徑短跑選手的增強式訓練動作，從中選擇深跳 (depth jump)、大步跨越跳 (stride jump crossover) 與欄架跳 (hurdle jump) 三種動作來實施增強式訓練，其執行方法如下：

(一) 深跳，圖 3-8。

1. 開始姿勢：首先，雙腳站立在跳箱上前面邊緣，膝蓋保持微彎，雙臂在身體兩側放鬆。此一姿勢目的在於由邊緣滑下或落下，而非跳下，以及預防無意中設定動作的節奏。
2. 動作順序：從跳箱上向下落到地面，在下落時，彎屈膝蓋和髖部以準備著地。同時雙肘向後擺臂及踝關節背屈。進行深跳時，在落地的同時而非在落地之後，利用雙臂向上用力及將身體盡可能向上伸展來做起跳的動作。在力量產生上，必須保持最短的接觸地面時間，並用最大強度和努力得到最大的跳躍高度（跳箱長度 60 公分、寬度 53 公分、高度 40 公分，放置在跑道上）。

(二) 大步跨越跳，圖 3-9。

1. 開始姿勢：將內側的作用腳踩在跳箱上，雙臂自然擺放在身體兩側。
2. 動作順序：迅速以擺動雙臂身體向上的動作開始，在跳箱上面的作用腳用力使身體向上並離開跳箱越高越好，而且盡量伸展全身，已持續向上的動力。此時，

將身體帶至跳箱上方，而且稍微向前，並讓作用腳觸及跳箱另一方的地面，而另一跟隨腳則落在跳箱上。當原先的作用腳觸及地面，立即重複上述動作，但原先在後面的跟隨腳則成為作用腳。在跳箱上來回重複這動作，每次跳躍時用雙臂協助舉起身體，以達到最大高度。盡量減少雙腳與地面及跳箱的接觸時間，動作的執行越快越好（跳箱長度 60 公分、寬度 53 公分、高度 40 公分，放置在跑道上）。

(三)欄架跳，圖 3-10。

1. 開始姿勢：採放鬆、雙臂在兩側的站立姿勢，保持適當距離面對欄架。
2. 動作順序：使用快速的下蹲跳動作，跳躍騰空時可屈曲髖關節以增加垂直的高度，並在安全動作時以繞圈動作向上收起腳趾、膝蓋及腳跟越過欄架。以雙臂擺動的方式保持平衡及身體直立的姿勢。執行的過程如下：單一反應跳越，在越過第一個欄架後，以雙腳著地而雙膝和髖部跟隨在後。在穩定落地後，注意下一個欄架之間的距離，隨後進行下一個欄架跳躍（在跑道上放置 10 個欄架，欄架間隔距離 1.5 公尺，欄架高度，男生為 0.840 公尺、女生為 0.762 公尺）。



(a)



(b)

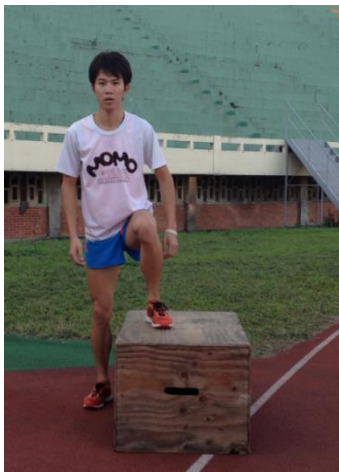


(c)

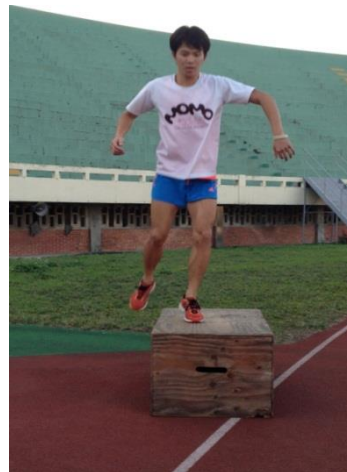


(d)

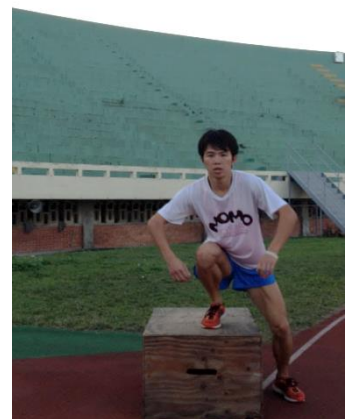
圖 3-8 深跳



(a)



(b)



(c)

圖 3-9 大步跨越跳



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)

圖 3-10 欄架跳

二、增強式訓練的課程安排

(一) 訓練內容：由三種動作所組成，三種動作項目都完成後為一組。採次數固定，組數增加的方式進行訓練，每週訓練三次，最初兩週訓練 2 組，之後，每兩週增加一組數訓練。

(二) 訓練次數與休息時間

1. 深跳：跳躍 10 次為一組動作。參與者盡最大努力完成一次跳躍動作後，接著由下一位參與者執行跳躍，全部參與者依序輪流完成 10 次跳躍後，休息 3 分鐘進入大步跨越跳。
2. 大步跨越跳：30 秒連續跳躍為一組動作。參與者在 30 秒內盡最大努力完成最多連續跳躍次數後，休息 3 分鐘後進入欄架跳。
3. 欄架跳：連續跳躍 10 個欄架為一組動作。參與者盡最大努力完成雙腳連續跳躍 10 個欄架後，即完成一組動作，休息 5 分鐘再進行下一組的循環。

六週增強式跳躍訓練內容如表 3-1：

表 3-1 六週增強式訓練的訓練課程

週次	動作名稱	次數	動作間 休息 時間	訓練 組數	組間 休息 時間
第一、二週	1.深跳	10 次		2	5 分鐘
	2.大步跨越跳	30 秒	3 分鐘		
	3.欄架跳	10 個			
第三、四週	1.深跳	10 次		3	5 分鐘
	2.大步跨越跳	30 秒	3 分鐘		
	3.欄架跳	10 個			
第五、六週	1.深跳	10 次		4	5 分鐘
	2.大步跨越跳	30 秒	3 分鐘		
	3.欄架跳	10 個			

第九節 資料處理與分析

本研究使用 SPSS for Windows 12.0 統計套裝軟體，以描述性統計方法計算各項數據之平均數與標準差。以相依樣本單因子變異數分析 (ANOVA) 分析訓練前、訓練後與追蹤測驗之差異性，最後以最小平方差異法 (Least square difference; 簡稱 LSD 法) 進行事後比較。本研究之顯著水準定為 $\alpha = .05$ 。

第肆章 結果

本研究之目的在探討介入六週增強式訓練對大專校院田徑短跑選手速度及爆發力之影響。本研究所得資料，經統計分析後，分為三個部份來加以闡述：第一節為增強式訓練對爆發力的影響；第二節為增強式訓練對速度的影響；第三節為增強式訓練對等速肌力測驗的影響。參與者基本資料如表 4-1：

表 4-1 參與者基本資料

項目	平均數	標準差	最大值	最小值
年齡 (year)	19.92	1.98	25	18
運動年齡 (year)	7.58	2.84	12	3
身高 (cm)	170.83	6.83	179	155
體重 (kg)	64.25	9.44	77	45

第一節 增強式訓練對爆發力的影響

本研究主要評估爆發力的指標為：垂直跳、立定跳測驗共二項。

- 一、垂直跳：訓練前平均為 28.88 ± 4.73 公分，訓練後平均為 37.93 ± 5.50 公分，訓練後平均進步 9.05 公分，進步幅度為 23.85%，而追蹤測驗平均為 46.26 ± 5.69 公分，如表 4-1-1。

表 4-1-1 垂直跳數據描述性統計摘要表(單位：公分)

實驗測驗	人數	平均數	標準差	最小值	最大值
前測	12	28.88	4.73	19.8	36.1
後測	12	37.93	5.50	28.1	46.4
追蹤測驗	12	46.26	5.69	33.7	51.8

表 4-1-2 垂直跳之相依樣本單因子變異數分析摘要表

變異數來源 (SV)	離均差平方 和(SS)	自由度 (df)	均方 (MS)	F值	事後 比較
受試者間	711.636	11	51,136. 284	790.43 1	
受試者內	2036.600	24			3 > 2 >
處理效果	1814.157	2.00			1*
殘差	222.443	22			
全體	2748.236	35.00			
		0			

$p < 0.05^*$ ，1=前測，2=後測，3=追蹤測驗

本研究經相依樣本變異數分析結果發現，在垂直跳測驗當中，參與者的表現達顯著水準 ($F(35)=790.431$ ， $p=.00$)，如表 4-1-2。以 LSD 進行事後比較發現，追蹤測驗 ($M=46.26$) 的成績優於後測 ($M=37.93$)，後測 ($M=37.93$) 成績優於前測 ($M=28.88$)，皆達顯著差異。

二、立定跳：訓練前平均為 2.44 ± 0.23 公尺，訓練後平均為 2.47 ± 0.21 公尺，訓練後平均進步 0.03 公尺，進步幅度為 1.47%，而追蹤測驗平均為 2.46 ± 0.20 公尺，如表 4-1-3。

表 4-1-3 立定跳數據描述性統計摘要表(單位：公尺)

實驗測驗	人數	平均數	標準差	最小值	最大值
前測	12	2.44	0.23	2.09	2.82
後測	12	2.47	0.21	2.15	2.76
追蹤測驗	12	2.46	0.20	2.19	2.76

表 4-1-4 立定跳之相依樣本單因子變異數分析摘要表

變異數來源 (SV)	離均差平方 和(SS)	自由度 (df)	均方 (MS)	F 值	事後 比較
受試者間	1.464	11	0.133	1630.9	
				67	1 < 2*
受試者內	0.038	24			
處理效果	0.008	2.00			
殘差	0.030	22			
全體	1.502	35			

$p < 0.05^*$ ，1=前測，2=後測，3=追蹤測驗

本研究經相依樣本變異數分析結果發現，在立定跳測驗當中，參與者在前、後測表現達顯著水準 ($F(35)=1630.967$ ， $p=.023$)，如表 4-1-4。

第二節 增強式訓練對速度的影響

本研究主要評估速度的指標為：起跑30公尺衝刺跑，訓練前平均為 4.11 ± 0.22 秒，訓練後平均為 4.09 ± 0.20 秒，訓練後平均進步0.03秒，進步幅度為0.40%，而追蹤測驗平均為 4.14 ± 0.20 秒，如表4-2-1。

表 4-2-1 30 公尺衝刺跑數據描述性統計摘要表(單位：秒)

實驗測驗	人數	平均數	標準差	最小值	最大值
前測	12	4.11	0.22	3.820	4.610
後測	12	4.09	0.20	3.888	4.594
追蹤測驗	12	4.14	0.20	3.915	4.608

表 4-2-2 30公尺衝刺跑之相依樣本單因子變異數分析摘要表

變異數來源 (SV)	離均差平方 和(SS)	自由度 (df)	均方 (MS)	F值	事後 比較
受試者間	1.336	11	0.121	5016.2	
受試者內	0.078	24		28	2 > 3*
處理效果	0.014	2			
殘差	0.064	22			
全體	1.414	35			

$p < 0.05^*$ ，1=前測，2=後測，3=追蹤測驗

本研究經相依樣本變異數分析結果發現，在30公尺衝刺跑測驗當中，參與者在後測與追蹤測驗表現達顯著水準($F(35)=5016.228$ ， $p=.019$)，如表4-2-2。

第三節 增強式訓練對等速肌力測驗的影響

本研究以Biodex System 3多關節等速肌力機做肌力測驗，以單因子變異數分析比較參與者前測、後測、追蹤測驗之膝關節等速肌力變化，最大力矩數據表如表4-3-1，再以描述性統計呈現慣用腳與非慣用腳之伸直、屈曲肌力差異情形，比值表如表4-3-2、4-3-3、4-3-4、4-3-5。

表4-3-1 膝關節等速肌力測驗最大力矩數據表(單位：Nm)

測驗別	角速度	慣用伸直	慣用屈曲	非慣用伸直	非慣用屈曲
前測	60°	207.1±56.1	95.1±29.2	202.4±61.1	106.8±28.4
後測	/sec	220.7±61.5	100.9±33.0	214.2±56.6	115.3±24.7
追蹤		209.9±49.5	89.8±25.2	213.3±44.5	111.4±19.8
前測	240°	106.2±35.4	61.1±22.4	105.8±33.2	61.8±22.3
後測	/sec	116.2±30.9	70.4±21.6	117.8±21.5	77.2±21.0
追蹤		114.7±32.4	66.6±13.2	112.1±26.0	74.6±16.1

表 4-3-2 慣用腳之 F/E ratio 差異情形比值表

測驗別	角速度 (°/sec)	伸直	屈曲	H/Q 值 (%)
前測	60	207.1±56.1	95.1±29.2	46
後測		220.7±61.5	100.9±33.0	46
追蹤		209.9±49.5	89.8±25.2	43
前測	240	106.2±35.4	61.1±22.4	56
後測		116.2±30.9	70.4±21.6	61
追蹤		114.7±32.4	66.6±13.2	58

慣用腳之 F/E ratio 差異情形，在 60°/sec 角速度前測、後測及追蹤測驗兩腳差異分別為 46%、46%、43%；而在 240°/sec 角速度前測、後測及追蹤測驗兩腳差異分別為 56%、61%、58%。

表 4-3-3 非慣用腳之 F/E ratio 差異情形比值表

測驗別	角速度 (°/sec)	伸直	屈曲	H/Q 值 (%)
前測	60	202.4±61.1	106.8±28.4	53
後測		214.2±56.6	115.3±24.7	54
追蹤		213.3±44.5	111.4±19.8	52
前測	240	105.8±33.2	61.8±22.3	58
後測		117.8±21.5	77.2±21.0	66
追蹤		112.1±26.0	74.6±16.1	67

非慣用腳之 F/E ratio 差異情形，在 60°/sec 角速度前測、後測及追蹤測驗兩腳差異分別為 53%、54%、52%；而在 240°/sec 角速度前測、後測及追蹤測驗兩腳差異分別為 58%、66%、67%。

表 4-3-4 慣用腳與非慣用腳之 E/E ratio 差異情形比值表

測驗別	角速度 (°/sec)	慣用伸直	非慣用伸直	H/Q 值 (%)
前測	60	207.1±56.1	202.4±61.1	2
後測		220.7±61.5	214.2±56.6	3
追蹤		209.9±49.5	213.3±44.5	2
前測	240	106.2±35.4	105.8±33.2	0
後測		116.2±30.9	117.8±21.5	1
追蹤		114.7±32.4	112.1±26.0	2

慣用腳與非慣用腳兩腳 E/E ratio 差異情形，在 60°/sec 角速度前測、後測及追蹤測驗兩腳差異分別為 2%、3%、2%；而在 240°/sec 角速度前測、後測及追蹤測驗兩腳差異分別為 0%、1%、2%。

表 4-3-5 慣用腳與非慣用腳之 F/F ratio 差異情形比值表

測驗別	角速度 (°/sec)	慣用屈曲	非慣用屈曲	H/Q 值 (%)
前測	60	95.1±29.2	106.8±28.4	12
後測		100.9±33.0	115.3±24.7	14
追蹤		89.8±25.2	111.4±19.8	24
前測	240	61.1±22.4	61.8±22.3	1
後測		70.4±21.6	77.2±21.0	9
追蹤		66.6±13.2	74.6±16.1	12

慣用腳與非慣用腳兩腳 F/F ratio 差異情形，在 60°/sec 角速度前測、後測及追蹤測驗兩腳差異分別為 12%、14%、24%；而在 240°/sec 角速度前測、後測及追蹤測驗兩腳差異分別為 1%、9%、12%。

一、膝關節力矩慣用腳方面

表 4-3-6 60°/sec 慣用腳伸直肌力測驗之相依樣本單因子變異數分析摘要表

變異數來源 (SV)	離均差平方和 (SS)	自由度 (df)	均方 (MS)	F 值	事後 比較
受試者間	8593.391	11	390.609	189.258	NS
受試者內	1720738.88	24			
處理效果	1626220.054	2.00			
殘差	94518.826	22			
全體	1729332.271	35.000			

NS：無顯著差異

本研究經相依樣本變異數分析結果發現，在 60°/sec 慣用腳伸直肌力測驗當中，參與者表現皆未達顯著水準 ($F(35)=189.258$ ， $p>.05$)，如表 4-3-6。

表 4-3-7 240°/sec 慣用腳伸直肌力測驗之相依樣本單因子變異

數分析摘要表

變異數來源 (SV)	離均差平方 和 (SS)	自由度 (df)	均方 (MS)	F 值	事後 比較
受試者間	7490.502	11	340.477	176.10	NS
				2	
受試者內	482795.0533	24			
處理效果	454410.810	2.00			
殘差	28384.243	22			
全體	490285.555	35.000			

NS：無顯著差異

本研究經相依樣本變異數分析結果發現，在 240°/sec 慣用腳伸直肌力測驗當中，參與者表現皆未達顯著水準 ($F(35)=176.102$ ， $p>.05$)，如表 4-3-7。

表 4-3-8 60°/sec慣用腳屈曲肌力測驗之相依樣本單因子變異
數分析摘要表

變異數來源 (SV)	離均差平方 和 (SS)	自由度 (df)	均方 (MS)	F值	事後 比較
受試者間	4435.532	11	201.615	150.3	
				41	
受試者內	350693.4967	24			NS
處理效果	326783.723	2.00			
殘差	23909.774	22			
全體	355129.028	35.000			

NS：無顯著差異

本研究經相依樣本變異數分析結果發現，在 60°/sec慣用腳屈曲肌力測驗當中，參與者表現皆未達顯著水準 ($F(35)=150.341$ ， $p>.05$)，如表 4-3-8。

4-3-9 240°/sec慣用腳屈曲肌力測驗之相依樣本單因子變異數

分析摘要表

變異數來源 (SV)	離均差平方 和 (SS)	自由度 (df)	均方 (MS)	F值	事後 比較
受試者間	2422.329	11	110.106	169.7	
				73*	
受試者內	473398.8	24			2 > 1*
處理效果	450598.938	2.00			
殘差	22799.862	22			
全體	475821.129	35.000			

$p < .05^*$, 1=前測 , 2=後測 , 3=追蹤測驗

本研究經相依樣本變異數分析結果發現，在240°/sec慣用腳屈曲肌力測驗當中，參與者在前、後測表現達顯著水準 ($F(35)=169.773$, $p=.039$) , 如表4-3-9。以LSD進行事後比較發現，後測 ($M=70.4$) 的成績顯著優於前測 ($M=61.1$) 。

二、膝關節力矩非慣用腳方面

表 4-3-10 60°/sec 非慣用腳伸直肌力測驗之相依樣本單因子變異數分析摘要表

變異數來源 (SV)	離均差平方 和 (SS)	自由 度 (df)	均方 (MS)	F 值	事後 比較
受試者間	5573.025	11	253.319	188.735*	
受試者內	1679996.183	24			2 > 1*
處理效果	1587474.003	2.00			
殘差	92522.181	22			
全體	1685569.208	35.000			

$p < .05^*$, 1=前測 , 2=後測 , 3=追蹤測驗

本研究經相依樣本變異數分析結果發現，在 60°/sec 非慣用腳伸直肌力測驗當中，參與者在前、後測表現達顯著水準 ($F(35)=188.735$, $p=.039$) , 如表 4-3-10。

表 4-3-11 240°/sec 非慣用腳伸直肌力測驗之相依樣本單因子

變異數分析摘要表

變異數來源 (SV)	離均差平方 和 (SS)	自由度 (df)	均方 (MS)	F 值	事後 比較
受試者間	1858.073	11	84.458	217.3	
				96*	
受試者內	473398.8	24			2 > 1*
處理效果	450598.938	2.00			
殘差	22799.862	22			
全體	475256.873	35.000			

$p < .05^*$, 1=前測 , 2=後測 , 3=追蹤測驗

本研究經相依樣本變異數分析結果發現，在 240°/sec 非慣用腳伸直肌力測驗當中，參與者在前、後測 ($F(35)=217.396$, $p=.024$) 表現達顯著水準，如表 4-3-11。

表 4-3-12 60°/sec 非慣用腳屈曲肌力測驗之相依樣本單因子變

異數分析摘要表

變異數來源 (SV)	離均差平方 和 (SS)	自由度 (df)	均方 (MS)	F 值	事後 比較
受試者間	2284.868	11	103.858	276.9	
				93*	
受試者內	462417.8267	24			2 > 1*
處理效果	444755.610	2.00			
殘差	17662.217	22			
全體	464702.695	35.000			

$p < .05^*$, 1=前測 , 2=後測 , 3=追蹤測驗

本研究經相依樣本變異數分析結果發現，60°/sec 非慣用腳屈曲肌力測驗當中，參與者前、後測表現達顯著水準 ($F(35)=276.993$, $p=.032$) , 如表 4-3-12。

表 4-3-13 240°/sec 非慣用腳屈曲肌力測驗之相依樣本單因子變

異數分析摘要表

變異數來源 (SV)	離均差平方 和 (SS)	自由 度 (df)	均 方 (MS)	F 值	事後比較
受 試 者 間	2072.315	11	94.196	181.3	
				08*	2 > 3 > 1*;
受 試 者 內	193617.47	24			2 > 1*;
處 理 效 果	182542.563	2.00			3 > 1*
殘 差	11074.908	22			
全 體	195689.785	35.000			

$p < .05^*$, 1=前測 , 2=後測 , 3=追蹤測驗

在 240°/sec 非慣用腳屈曲肌力測驗當中，參與者前、後測 ($F(35)=181.308$, $p < .05$) 及前測與追蹤測驗 ($F(35)=181.308$, $p < .05$) 表現均達顯著水準，如表 4-3-13。

第伍章 討論

本研究主要目的在於探討大專校院田徑短跑選手經過六週增強式訓練後，其速度及爆發力之差異，將訓練前、訓練後及停止訓練四週後之結果，以相依樣本單因子變異數分析來了解變化情況。本章節將研究結果分為三個部分進行探討之，第一節為六週增強式訓練對爆發力之影響；第二節為六週增強式訓練對速度之影響；第三節為六週增強式訓練對等速肌力測驗之影響，分別如下所述：

第一節 六週增強式訓練對爆發力之影響

本研究以垂直跳和立定跳做為測驗爆發力的指標項目，(一) 垂直跳：訓練前平均為 28.88 ± 4.73 公分，訓練後平均為 37.93 ± 5.50 公分，訓練後平均進步 9.05 公分，進步幅度為 23.85%，達顯著水準 ($p < .05$)；(二) 立定跳：訓練前平均為 2.44 ± 0.23 公尺，訓練後平均為 2.47 ± 0.21 公尺，訓練後平均進步 0.03 公尺，進步幅度為 1.47%，達顯著水準 ($p < .05$)。研究結果顯示，介入六週增強式訓練後，確實對於大專校院田徑短跑選手，在垂直跳及立定跳有顯著提升效果。

研究結果中發現，經過介入六週每週三次增強式訓練後，參與的短跑選手在垂直跳及立定跳測驗成績進步幅度分別為 23.85% 與 1.47%，停止訓練四週後平均分別為 46.26 ± 5.69 與 2.46 ± 0.2 ，與訓練前成績相互比較發現，進步幅度仍有 37.58% 與 1.02%，結果顯示介入增強式訓練後，對於田徑短跑選手垂直跳及立定跳有顯著提升效果，且持續有效。而停止訓練

四週後，參與者垂直跳及立定跳分別為進步 18.00%與退步 0.47%。

在垂直跳測驗方面，Tipsword (2006) 針對十位高中女排球隊員，實施為期五週每週兩次增強式訓練及一次阻力訓練，在實驗前及實驗後測試垂直跳高度，待休息兩週後再測驗一次，結果顯示，前測與後測、休息兩週後測之間達顯著差異，其中，前測垂直跳之高度平均為 14.95 英吋，後測為 17.6 英吋，休息兩週後再測之平均數為 18.95 英吋，研究結果發現，增強式訓練對垂直跳高度會有顯著的進步而停止訓練後兩週成績更為進步，此一結果與本研究大致相符合。

會有此一現象，作者推論或許與增強式訓練安排的項目有關，本研究中所安排的訓練項目恰巧皆以發展垂直向上跳躍能力為主，因此作者認為，此一訓練項目安排確實有效提升垂直的跳躍能力。

而 Luebbers 等 (2003) 研究指出，在四周與七週兩組別進行增強式訓練後，沒有明顯的變化，其垂直跳之高度與爆發力甚至呈現顯著下降，可是在停止訓練後的四週，兩組的垂直跳高度和垂直爆發力則均有顯著的提升，這可能與訓練後肌肉的恢復期有關。研究中提到恢復的時間沒有一定的準則，但一個恢復期確實是需包括在增強式訓練計畫之中。

張芬華 (1997) 以跨欄初學者下肢增強式與等張肌力訓練對速度、動力、跨欄成績之影響，以高苑工商專校 41 名田徑社團男性學生為研究對象，參與者分成三組：兩組訓練組分為下肢增強式和等張肌力訓練組，另一組則為控制組，經八週訓練後研究結果發現：下肢增強式和等張肌力訓練組在速度、下肢動力方面、立定跳遠及垂直跳，皆達顯著差異。

黃志忠 (2006) 則以 50 名國中男生為參與者，分為實驗組與對照組各 25 名，經八週增強式訓練後得知，實驗組在蹲踞跳和下蹲跳平均進步 3.22cm，結果顯示，增強式訓練對國中男生之垂直跳能力有提升的效果。另外，Kent, John, Katie, & Mike(1992)的研究將 48 位參與者分成 4 組，深蹲組、增強式組、深蹲加增強式組以及控制組，以垂直跳來測驗下肢爆發力，除控制組外，其餘接接受 7 週，每週兩天的訓練，第一週為學習技巧週，結果顯示，透過 6 週的各組別訓練後 3 組與對照組皆有顯著差異 ($p<.05$)，深蹲組進步 3.30 公分，增強式組進步 3.81 公分，而深蹲加增強式組則進步最多為 10.67 公分。由此一研究發現，增強式訓練搭配深蹲訓練最能有效提升下之爆發力。

本研究結果大致與上述研究相符，由上述的研究顯示：增強式訓練對於爆發力確實能有效的提昇，而跳躍的高度和遠度可作爆發力的檢測標準之一。訓練課程與訓練計畫，必須著重個人的需求，設計一些具有高難度爆發力技巧且合理的負荷的訓練課表 (林芳英，2002)，若能將增強式訓練課程作一系統的設計與實施，有計畫的列入訓練課程中，對於短跑選手爆發力的提升應會有所幫助。

第二節 六週增強式訓練對速度之影響

本研究以起跑 30 公尺衝刺跑作為測驗速度的指標項目，由研究結果中發現，經過介入六週每週三次增強式訓練後，30 公尺衝刺跑：訓練前平均為 4.11 ± 0.22 秒，訓練後平均為 4.09 ± 0.20 秒，訓練後平均進步 0.02 秒，進步幅度為 0.40%，未達顯著水準 ($p > .05$)。

研究結果中發現，經過介入六週每週三次增強式訓練後，參與者起跑 30 公尺衝刺跑測驗成績進步幅度為 0.40%。停止訓練四週後平均為 4.14 ± 0.2 秒，與訓練前成績相互比較發現，退步幅度為 0.55%，結果顯示介入增強式訓練後，對於田徑短跑選手起跑 30 公尺衝刺跑有提升效果，但未達顯著標準。而停止訓練四週後，參與者起跑 30 公尺衝刺跑成績則退步 1.15%，達顯著水準。

後測與追蹤測驗成績達顯著水準作者推測論，主要與參與者的訓練安排有關，以訓練的習性來說，當一場大比賽（全大運）結束之後，通常會安排一個過渡期來恢復身體的疲勞，在此階段會進行些許的運動來維持體能或者完全休息，而在此狀況下會停止速度相關訓練，造成速度能力大幅下滑。

黃志忠 (2006) 探討增強式訓練對國中生無氧運動能力之影響，研究發現實施八週增強式訓練，包含 10 公尺×4 折返跑、立定跳遠、踞蹲跳、下蹲跳...等無氧運動能力有顯著的提升，而 30 公尺衝刺跑無氧運動能力沒有顯著進步，此一結果與本研究相符合。另外 Kotzamanidis (2006) 以 30 名健康不愛運動的男孩為研究對象（訓練組 15 人、控制組 15 人），進行為期十週的增強式訓練後，測驗其 30 公尺及蹲跳能力，

研究顯示，訓練組（ 11 ± 0.5 歲）在 0-30 公尺階段中，0-10 公尺無顯著進步，在通過 10-20 公尺及 20-30 公尺階段時有顯著進步，蹲跳表現也有顯著進步，而控制組皆無太大改變。此一結果也與本研究相類似。

本研究在 30 公尺衝刺跑成績未有顯著進步，作者認為有二點原因：（一）以臺灣 100 公尺全國紀錄為例，2006 年，劉元凱及蔡孟霖兩位選手，以 10.29 秒成績共同保持全國紀錄，直到 2012 年才由易緯鎮選手以 10.28 秒刷新紀錄，而進步這 0.01 秒總共經過了六年的時間，由此可見，在這樣短距離項目上，要有很大的進步幅度，實屬困難，而本研究所測驗的距離是更短的 30 公尺，加上參與者人數過少且都是有三年以上訓練經驗的選手，實力有一定水準，因此很難在短時間訓練後有顯著進步。（二）由於後測驗的日期較接近全國大專校院運動會，經由參與者口述，為了賽前一星期的減量調整，因此預先增加了訓練量，導致身體疲勞，無法及時完全回復，以至於測驗時，或許無法發揮出最佳的表現。

本研究在速度項目測驗中，儘管成績略為進步，結果還是未達顯著水準，但在其他專長項目研究中，還是有許多透過增強式訓練後，速度能力進步的案例，例如：張威政（2009）以 24 名高中橄欖球選手為研究對象，依實驗設計分為實驗組（12 名）與控制組（12 名），在訓練前、後測驗 50 公尺衝刺跑、10 公尺折返跑...等體能測驗。結果在 50 公尺速度，實驗組平均進步 0.13 秒，達顯著水準。控制組平均進步為 0.07 秒未達顯著水準。在 10 公尺折返跑項目中，實驗組平均進步 0.21 秒，達顯著水準，控制組平均進步為 0.15 秒也達顯著水準。另外張硯涵（2009）以大學男子乙組籃球隊 16

名球員為研究對象，探討被動反覆衝擊式肌力訓練及增強式訓練對籃球選手垂直跳、立定跳遠、30公尺衝刺之訓練效果及兩種訓練效果有無顯著差異，參與者接受六週，每週兩次的被動反覆衝擊式肌力訓練及增強式訓練。結果顯示：被動組和增強組實驗前後的成績差異，皆達統計上顯著水準($p<.05$)。

本研究經六週的增強式訓練，30公尺衝刺跑僅未有顯著進步，而研究僅測驗起跑30公尺衝刺速度，未能做到全程100公尺測驗，亦無法明確得知是否改善起跑能力就能促使100公尺成績有所進步，因此希望往後能更深入朝這一方面去探討。

第三節 六週增強式訓練對等速肌力測驗之影響

本研究亦以膝關節等速肌力測驗作為測驗下肢爆發力的指標項目，而依測驗內容作二部分來討論，一、膝關節角速度最大力矩，分別為：（一） $60^{\circ}/\text{sec}$ 角速度慣用腳伸直、屈曲最大力矩。（二） $240^{\circ}/\text{sec}$ 角速度慣用腳伸直、屈曲最大力矩。（三） $60^{\circ}/\text{sec}$ 角速度非慣用腳伸直、屈曲最大力矩。（四） $240^{\circ}/\text{sec}$ 角速度非慣用腳伸直、屈曲最大力矩。二、慣用腳與非慣用腳之伸直、屈曲肌力差異情形，分別為：（一）慣用腳與非慣用腳 F/E ratio 之差異情形。（二）慣用腳與非慣用腳 E/E ratio 及 F/F ratio 之差異情形。

一、膝關節角速度最大力矩方面

經研究發現，經過介入六週每週三次增強式訓練後，結果如下：

（一） $60^{\circ}/\text{sec}$ 角速度慣用腳伸直最大力矩訓練前平均為 $207.1 \pm 56.1 \text{ Nm}$ ，訓練後平均為 $220.7 \pm 61.5 \text{ Nm}$ ，訓練後平均進步 13.6 Nm ，進步幅度為 6.16% ；而 $60^{\circ}/\text{sec}$ 角速度慣用腳屈曲最大力矩訓練前平均為 $95.1 \pm 29.2 \text{ Nm}$ ，訓練後平均為 $100.9 \pm 33.0 \text{ Nm}$ ，訓練後平均進步 5.8 Nm ，進步幅度為 5.75% 。結果顯示，皆未達顯著水準 ($p > .05$)。

研究結果中發現，經過介入六週每週三次增強式訓練後，參與者 $60^{\circ}/\text{sec}$ 慣用腳伸直、屈曲最大力矩成績進步幅度分別為 6.16% 與 5.75% 。停止訓練四週後平均為 $209.9 \pm 49.5 \text{ Nm}$ 與 $89.8 \pm 25.2 \text{ Nm}$ ，與訓練前成績相互比較發現，進步幅度分別為 1.33% 與退步 5.90% 。而停止訓練四週與後測比較，則分別退步了 3.54% 與 5.98% 。結果顯示介入增強式訓練後，

對於田徑短跑選手膝關節伸直、屈曲最大力矩有提升效果。

(二) $240^{\circ}/\text{sec}$ 角速度慣用腳伸直最大力矩訓練前平均為 $106.2 \pm 35.4 \text{ Nm}$ ，訓練後平均為 $116.2 \pm 30.9 \text{ Nm}$ ，訓練後平均進步 10 Nm ，進步幅度為 8.61% ；而 $240^{\circ}/\text{sec}$ 角速度慣用腳屈曲最大力矩訓練前平均為 $61.1 \pm 22.4 \text{ Nm}$ ，訓練後平均為 $70.4 \pm 21.6 \text{ Nm}$ ，訓練後平均進步 9.3 Nm ，進步幅度為 13.21% 。結果顯示，僅屈曲力矩達顯著水準 ($p < .05$)。

研究結果中發現，經過介入六週每週三次增強式訓練後，參與者 $240^{\circ}/\text{sec}$ 慣用腳伸直、屈曲最大力矩成績進步幅度分別為 8.61% 與 13.21% 。停止訓練四週後平均為 114.7 ± 32.4 與 66.6 ± 13.2 ，與訓練前成績相互比較發現，進步幅度分別為 7.41% 與 8.26% ，結果顯示介入增強式訓練後，對於田徑短跑選手膝關節伸直、屈曲最大力矩有提升效果。而停止訓練四週與後測比較，則分別退步 1.31% 與 5.71% 。

董曉明、徐春華、沈達政 (2001) 以 8 名男子三級跳遠選手為研究對象，選擇了單腿負重跳、單腳跳、負重跨步走、跨步跳、單腳連續欄架跳、單腳連續跳箱深跳作為訓練內容，訓練 8 週，每週進行 3 次力量訓練，負重重量 40 kg ，跳箱高度為 40 cm ，在膝關節 $60^{\circ}/\text{sec}$ 角速度伸直力量測試時，訓練前、後，最大力矩提高 4% ，並無顯著性差異，膝伸直最大力量沒有顯著提升。從訓練的效果來看，雖然平均功率和總功率都有提高，但前、後測無顯著差異，訓練對提高膝伸直最大力量的作用相當有限。在 $240^{\circ}/\text{sec}$ 膝伸直最大力矩訓練前、後提高了 7.36% ，兩項指標訓練前、後的差異雖沒有達到顯著水準，但能作為反映爆發力和肌肉工作能力情況的平均功率和總作功量，兩者訓練前、後都有提高 ($p = 0.328$)，研究

建議要提升三級跳遠選手膝關節伸直肌群的動力性力量，還需要以較大的負重或較高的跳深高度進行訓練，才能取得比較理想的訓練效果。

(三) $60^{\circ}/\text{sec}$ 角速度非慣用腳伸直最大力矩訓練前平均為 $202.4 \pm 61.1 \text{ Nm}$ ，訓練後平均為 $214.2 \pm 56.6 \text{ Nm}$ ，訓練後平均進步 11.8 Nm ，進步幅度為 5.51% ；而 $60^{\circ}/\text{sec}$ 角速度非慣用腳屈曲最大力矩訓練前平均為 $106.8 \pm 28.4 \text{ Nm}$ ，訓練後平均為 $115.3 \pm 24.7 \text{ Nm}$ ，訓練後平均進步 8.5 Nm ，進步幅度為 7.37% 。結果顯示，皆達顯著水準 ($p < .05$)。

研究結果中發現，經過介入六週每週三次增強式訓練後，參與者 $60^{\circ}/\text{sec}$ 非慣用腳伸直、屈曲最大力矩成績進步幅度分別為 5.51% 與 7.37% 。停止訓練四週後平均為 213.3 ± 44.5 與 111.4 ± 19.8 ，與訓練前成績相互比較發現，進步幅度分別為 5.11% 與 4.13% ，結果顯示介入增強式訓練後，對於田徑短跑選手膝關節伸直、屈曲最大力矩有提升效果。而停止訓練四週後，則分別退步了 0.42% 與 3.50% 。

(四) $240^{\circ}/\text{sec}$ 角速度非慣用腳伸直最大力矩訓練前平均為 $105.8 \pm 33.2 \text{ Nm}$ ，訓練後平均為 $117.8 \pm 21.5 \text{ Nm}$ ，訓練後平均進步 12 Nm ，進步幅度為 10.19% ；而 $240^{\circ}/\text{sec}$ 角速度非慣用腳屈曲最大力矩訓練前平均為 $61.8 \pm 22.3 \text{ Nm}$ ，訓練後平均為 $77.2 \pm 21.0 \text{ Nm}$ ，訓練後平均進步 15.4 Nm ，進步幅度為 19.95% 。結果顯示，皆達顯著水準 ($p < .05$)。

研究結果中發現，經過介入六週每週三次增強式訓練後，參與者 $240^{\circ}/\text{sec}$ 非慣用腳伸直、屈曲最大力矩成績進步幅度分別為 10.19% 與 19.95% 。停止訓練四週後平均為 $112.1 \pm 26.0 \text{ Nm}$ 與 $74.6 \pm 16.1 \text{ Nm}$ ，與訓練前成績相互比較發現，

進步幅度分別為 5.62%與 17.16%，結果顯示介入增強式訓練後，對於田徑短跑選手膝關節伸直、屈曲最大力矩有提升效果。而停止訓練四週後，則分別退步了 5.08%與 3.49%。

本研究中的非慣用腳測驗結果皆達顯著水準，作者推論，一般的田徑訓練並不會針對慣用腳及非慣用腳做個別訓練，而恰巧本研究的增強式訓練動作設計之一有個別訓練動作操作，因此在非慣用腳的訓練上有了補強，進而改善了非慣用腳的肌力。

本研究在膝關節等速肌力測驗中，儘管成績有所進步，但結果並未全數達顯著水準，但在其他專長項目研究中，還是有許多透過增強式訓練後，速度能力進步的案例，如：林永華（1993）的研究顯示，實施八週，每週三次的增強式跳躍訓練，對大專女子網球選手膝伸直等長肌力與角速度為 $180^{\circ}/\text{sec}$ 與 $300^{\circ}/\text{sec}$ 之等速肌力，以及膝屈曲等長肌力與角速度為每秒 $60^{\circ}/\text{sec}$ 與 $180^{\circ}/\text{sec}$ 之等速肌力測驗顯示，有顯著的提升效果。

蘇福仁（1997）的研究顯示，實施六週，每週三次的增強式跳躍訓練，對大專橄欖球選手膝關節伸直與屈曲角速度分別為每秒 60° 、 180° 以及 300° 之等速肌力，皆有顯著的增進效果。

另外，蔡豐任和劉宇（1998）的研究結果顯示，以控速增量及控量增速的深跳訓練（增強式訓練的代表性項目）為手段，實施為期八週，每週兩次的增強式訓練負荷定量控制方式，結果顯示：垂直跳分別進步了 7 公分及 7.8 公分，動作速度進步了 10.26% 及 10.52% 爆發力進步了 10.72% 及 10.23%，但最大肌力的發展卻未顯著改變。而且所造成的爆

發力提昇之效果，是因此訓練方式提昇了動作速度而非動作力量。這個研究說明了增強式訓練在增進爆發力與動作速度上有很大的助益，但對於最大肌力的發展有其限制。因此研究建議：增強式訓練若能結合重量訓練應可更全面性地發展爆發力。

本研究以田徑短跑選手為參與者，平時鮮少以跳躍動作做為訓練方式，藉由六週每週三次增強式訓練後，膝關節伸直-屈曲的最大力矩皆有進步，顯示肌力確實有因此提升，可惜尚未有顯著進步，說明了增強式訓練在最大肌力的發展有其限制，但要是能結合其他訓練方式或是訓練的週數還要再增加，或許對增進爆發力與動作速度上有很大的助益。

二、慣用腳與非慣用腳之伸直、屈曲肌力差異情形

(一) 慣用腳與非慣用腳 F/E ratio 之差異情形：

陳志中 (1993) 的研究指出，以往學者的研究建議 F/E ratio 參考值介於 56% 到 80% 之間，當選手肌力比值低於這個參考數值，則表示屈曲肌力與伸直肌力出現力量不平衡的現象，因此在運動中可能會造成肌肉拉傷或關節不穩定的情況。

本研究在慣用腳 F/E ratio 的 60°/sec 角速度前測、後測及追蹤測驗兩腳差異分別為 46%、46%、43%；而在 240°/sec 角速度前測、後測及追蹤測驗兩腳差異分別為 56%、61%、58%。；非慣用腳 F/E ratio 在 60°/sec 角速度前測、後測及追蹤測驗兩腳差異分別為 53%、54%、52%；而在 240°/sec 角速度前測、後測及追蹤測驗兩腳差異分別為 58%、66%、67%。結果顯示，經六週增強式訓練後，稍微改善 F/E ratio 之比值。

Michelle 等人 (2004) 的研究中也提出，等速肌力在 $60^{\circ}/\text{sec}$ 測試結果，H/Q 比值應介於 60 到 80% 之間，而本研究在低角速度之比值低於參考值 56%，或許是短跑的運動特性，亦有可能是參與者先前之運動傷害所造成的現象。劉瑩芳、呂芳陽、邱憲祥、莊國上 (2012) 的研究中顯示，運動員下肢在受傷之後，雖然仍維持一定之運動訓練，但對於肌力的維持與訓練還是有所影響，尤其在腿後肌肌力更是不足，因此容易造成下肢肌群肌力的不平衡。

(二) 慣用腳與非慣用腳各肌力差異情形：

以 100 公尺為例，是屬於一種規律且動作重複循環的項目，其作用肌與拮抗肌之肌力不平衡易造成運動傷害，而慣用腳與非慣用腳之肌力差異評估，亦可作為說明因肌力不足而導致運動表現的降低或傷害危險性增加的指標 (Gore, 2000)，若下肢兩腳肌力間差異超過 10%，即代表下肢肌力不平衡，容易造成運動傷害 (Hageman, 1988)。因此雙腳的肌力平衡是為重要。

本研究慣用腳與非慣用腳之 E/E ratio 差異情形，在 $60^{\circ}/\text{sec}$ 角速度前測、後測及追蹤測驗兩腳差異分別為 2%、3%、2%；而在 $240^{\circ}/\text{sec}$ 角速度前測、後測及追蹤測驗兩腳差異分別為 0%、1%、2%。此結果與 Tourney 等 (2000) 分析足球選手膝關節等速肌力表現之研究發現，兩腳相同肌群的對稱比較之比值差異皆低於 10%，其伸直肌力差異比值 (E/E ratio) 約為 2%，此一結果與本研究大致相同，而屈肌力差異比值 (F/F ratio) 則為 4-5%。

另外，慣用腳與非慣用腳之 F/F ratio 差異情形，在 60°/sec 角速度前測、後測及追蹤測驗兩腳差異分別為 12%、14%、24%；而在 240°/sec 角速度前測、後測及追蹤測驗兩腳差異分別為 1%、9%、12%。在 60°/sec 角速度屈曲肌力測驗方面，兩腳的差異超過文獻所提及的 10% 範圍，主要是在低速的測驗中需要較強的腿後肌收縮力量，但大部分的參與者或者田徑短跑選手多少有過單腳或雙腳的腿後肌拉傷經驗，因此造成了此肌力不平均之現象。這主要與短跑選手的運動型態有關，因為在短跑起跑時需要較大的啟動歷來帶動全身的運動，而如此強大之爆發力主要由股四頭肌來提供，所以短跑選手在長期股四頭肌的向心肌力訓練之結果，使得股四頭肌的肌力較高發達，而腿後肌之肌力相對較弱，而此一現象也容易造成運動過程中腿後肌拉傷等肌肉傷害（劉瑩芳、陳志忠，2009）。

短跑運動在快速反覆向心與離心肌肉收縮轉換時，容易造成肌肉傷害，尤其當一百公尺快速運動時，肌肉收縮型態快速的改變及產生強大爆發力，容易有腿後肌拉傷的現象。因此可見，除了增強股四頭肌的訓練外，也應同時注重腿後肌的肌力提升。

第陸章 結論與建議

第一節 結論

本研究主要在探討介入六週每三次增強式訓練對大專田徑選手速度及爆發力之影響，並比較介入增強式訓練前、訓練後及停止訓練四週後，其在速度與爆發力訓練效果之變化情形。實驗所得資料，經統計分析與討論後獲得結論如下：

一、介入六週的增強式訓練，對於大專公開組田徑選手的下肢爆發力，均有提升的效果，但在等速肌力膝關節角速度最大力矩測驗之下，並未全達顯著水準。

二、介入六週的增強式訓練，對於大專公開組田徑選手在起跑 30 公尺衝刺跑之速度方面，並未有顯著提升。

三、在追蹤持續效果部份，介入六週增強式訓練後，田徑短跑選手的速度及爆發力訓練持續效果約在四週後逐漸降低，甚至會慢慢地恢復至增強式訓練前之水準。

第二節 建議

一、本研究為確保訓練內容與計劃的一致性，參與者僅限於國立台灣體育運動大學之田徑公開組選手，共 12 名短跑 100 及 200 公尺專長之男、女選手參與研究，參與者人數實屬過少，未來的研究對象希望能找尋非公開組專業訓練之一般組選手協同參與，可進一步做以組別比較，更深入探討增強式訓練之效益。

二、本研究在速度與等速肌力測驗中，未有顯著進步，因此建議增強式訓練若能延長訓練週數或結合其他訓練方法，

或許對增進速度與最大肌力有很大的助益。

三、本研究參與者停止增強式訓練四週後，所測驗之平均成績與訓練前成績作比較，顯示了增強式訓練效果在停止訓練四週後仍然持續有效，但效果可能逐漸恢復至訓練前之運動水準，未來或許能將停止訓練週數減少或者增加，以界定出訓練效果維持與身體恢復之時間點，以助於教練與選手作為訓練及賽前調整之參考，亦值得後續研究者加以探討。

四、本研究在等速肌力僅探討膝伸直及屈曲的向心肌力，並未測試及分析等速離心肌力，由於增強式訓練也強調到肌群離心肌力訓練，這一方面未來也可進一步探討。

參考文獻

一、中文部分

- 王冷、李鴻棋 (2003)。研究增強式訓練對大專女子籃球選手彈跳能力之影響。大專體育學刊，1(5)，231-237。
- 王力男 (2012)。增強式訓練：釋義與應用。北京體育大學學報，35(4)，133-136。
- 吳茂盛 (2002)。增強式跳躍訓練對橄欖球選手下肢動力和敏捷性及速度的影響。新北市：科正有限公司。
- 吳顯照 (2003)。複合式訓練的理論與應用。中華體育，66，1-10。
- 吳志賢 (2010)。增強式跳躍訓練對大專優秀橄欖球選手的速度、爆發力及敏捷能力之影響 (未出版之碩士論文)。臺北市立體育學院，臺北市。
- 李金為 (2007)。增強式訓練對女子壘球選手上肢肌力影響之研究 (未出版之碩士論文)。臺北市立體育學院，臺北市。
- 李成碩、姚承義、林威秀、黎俊彥 (2011)。增強式訓練對籃球選手動態平衡與專項運動表現之影響。大專體育學刊，13(4)，418-426。
- 林永華 (1993)。增強式跳躍訓練對大專女子運動員垂直跳，無氧動力及腿部肌力影響之研究。臺北市：網球報導雜誌社。
- 林正常 (1993)。運動科學與訓練。臺北：銀禾文化。
- 林正常 (1997)。運動生理學。臺北：師大師苑。
- 林正常 (2001)。運動訓練法。臺北：藝軒圖書。

- 林政東、劉宇、呂宏進 (2000) 。不同牽張幅度深跳練習對於 SSC 控制變數與運動表現之影響。大專體育，50，38-43。
- 林芳英 (2002) 。籃球運動的增強式訓練對排球選手跳躍力之應用。大專體育，60，43-45。
- 林敏政、曾應龍、王淑華 (譯) (2012) 。高爆發力 派勒瑪翠克。新北市：易利圖書。(Radcliffe, J.C., & Farentions, R.C., 1999)
- 金良元 (2008) 。我國優秀男子百公尺運動員加速跑階段之運動學分析 (未出版之碩士論文)。國立體育學院，桃園縣。
- 翁梓林 (2000) 。影響短距離起跑之生物力學分析。國立台北師範學院學報，13，569-587。
- 張芬華 (1997) 。跨欄初學者下肢增強式訓練與等張肌力訓練對速度、動力、跨欄成績之影響。大專體育，30，21-29。
- 陳志忠 (1993) 。田徑選手伸膝肌與屈膝肌等速向心肌力分析探討，北體學報，2，129-160。
- 陳維科 (2000) 。100m 跑的生物力學分析。固原師範學報，21(3)，90-93。
- 陳九州、鄭鴻文 (2000) 。增進跳躍能力、瞬發力以及速度的有效方法－複合訓練之介紹。大專體育，51，103-108。
- 陳炳宏 (2009) 。增強式訓練對擊劍選手下肢專項肌力差異比較之研究--以台東體中擊劍隊為例 (未出版之碩士論文)。國立台東大學，台東縣。

- 張木山 (2004) 。不同訓練方法對彈跳能力發展與評估模式之研究 (未出版之博士論文) 。國立體育學院，桃園縣。
- 張慶豐 (2007) 。增強式跳躍訓練對優秀橄欖球選手的速度及爆發力之影響 (未出版之碩士論文) 。臺北市立體育學院，臺北市。
- 張威政 (2009) 。增強式跳躍訓練對高中橄欖球選手的爆發力與速度之影響 (未出版之碩士論文) 。臺北市立體育學院，臺北市。
- 張硯涵 (2009) 。被動反覆衝擊式肌力訓練與增強式訓練對籃球選手下肢爆發力之比較研究 (未出版之碩士論文) 。國立臺北教育大學，臺北市。
- 黃志忠 (2006) 。增強式跳躍訓練的效果與應用。大專體育，81，31-44。
- 黃至論 (2009) 。增強式訓練對大專乙組棒球選手速度及爆發力之影響 (未出版之碩士論文) 。聖約翰科技大學，新北市。
- 董曉明、徐春華、沈達政 (2001) 。三級跳遠運動員膝關節力量訓練效果的研究。北京體育大學學報，24(4)，547-549。
- 楊明達、黃合庸、詹貴惠、盛世慧 (2011) 。組合增強式訓練對籃球選手下肢肌力與爆發力的影響。大專體育學刊，13(4)，427-435。
- 劉志華、洪偉欽 (2008) 。增強式訓練效果之探討。嘉大體育健康休閒期刊，7(2)，219-226。

- 劉瑩芳、陳志忠 (2009) 。不同運動項目膝關節向心等速肌力與 H/Q 比值之研究。新生學報，4，213-224。
- 劉瑩芳、呂芳陽、邱憲祥、莊國上 (2012) 。下肢運動傷害對腿後肌與股四頭肌向心肌力比值之影響。輔仁大學體育學刊，11，167-176。
- 鄭景峰 (2002) 。增強式訓練的理論與應用。中華體育，16(1)，36-45。
- 蔡豐任、劉宇 (1998) 。增強式訓練定量控制效果之研究。國際大專運動教練科學研討會論文集。臺北市：供學出版社。223-235。
- 蔡佩苓 (2008) 。增強式肌力訓練對八人制拔河拉力之影響(未出版之碩士論文)。國立臺中教育大學，臺中市。
- 蘇福仁 (1997) 。增強式跳躍訓練對橄欖球選手體能和膝關節屈伸等速肌力的效果研究。臺北市：一品文化。

二、外文部分

- Baechle, T. R., & Earle, R. W. (2000). *Essentials of strength training and conditioning (2nd ed.)*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Chu, D. A. (1992). *Jumping into plyometrics*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Coh, M., Peharce, S., & Bacic, P. (2007). The sprint start: Biomechanical analysis of kinematic dynamic and electromyographic parameters. *New Studies in Athletics*, 22(3), 29-38.
- Gore, C. J. (2000). *Physiological test for elite athletes/australian sports commission*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Hageman, P. A., Gillaspie, D. M., & Hill, L. D. (1988). Effects of speed and limb dominance on eccentric and concentric isokinetic testing of the knee. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 10, 59-65.
- Hakkinen, K. (1989). Neuromuscular and hormonal adaptations during strength and power training. *Journal of Sport Medicine*, 29, 9-26.
- Kent, A., John P. O., Katie L. O., & Mike C. (1992). The effect of six weeks of squat, plyometric and squat-plyometric training on power production. *Journal of Applied Sport Science Research*, 6(1), 36-44.

- Kotzamanidis, C. (2006). Effect of plyometric training on running performance and vertical jumping in perpubertal boys. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(2), 441-445.
- Luebbers, P. E., Potteiger, J. A., Hulver, M. W., Thyfault, J. P., Carper, M. J., & Lockwood, R. H. (2003). Effects of Plyometric training and recovery on vertical jump performance and anaerobic power, *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17(4), 704–709.
- Michelle R. D., Linda S. P., Pouran F., & Jeffery A. (2004). A prospective study of overuse knee injuries among female athletes with muscle imbalance and structural abnormalities. *Journal of Athletic Training*, 39(3), 263-267.
- Tellez, T., & Doolittle, D. (1984). Sprinting from start to finish. *Track Technique*, 88, 2802-2805.
- Tourney, C. C., Leroy, D., Léger, H., & Beuret, B. F. (2000). Isokinetic knee muscle strength of soccer players according to their position. *Isokinetic and Exercise Science*, 8, 187-193.
- Tipsword, S. C. (2006). Increasing vertical jump height in high school female volleyball player through the use of plyometric training and recovery. *unpublished master's thesis*, University of California, Pennsylvania.

- Von Duvillard, S. (1990). Plyometrics for speed and explosiveness. *School Coach*, 8, 80-81.
- Wilson, G. J., Murphy, A. J., & Giorgi, A. (1996). Weight and plyometrics training: Effects on eccentric force production. *Canadian journal of applied physiology* , 21, 301-315.
- Zanon, S. (1989). Plyometrics:Past and present. *New Studies in Athletics*, 4(1), 7-17.

附錄一 參與實驗同意書

研究題目：增強式訓練對大專田徑短跑選手的速度與爆發力之影響。

指導教授：吳昇光

共同指導教授：張立羣

研究生：王文堂

研究單位：國立臺灣體育運動大學 競技運動學系

連絡電話：0987-456434

各位參與此實驗研究的同學你們好，首先，先感謝你們的參與，本研究是為了更進一步瞭解「增強式訓練對大專田徑短跑選手的速度與爆發力之影響」，如您對本研究有任何疑問，歡迎不吝指教。

增強式訓練，可以培養肌力與爆發力，並促進肌肉反應的效率。尤其對一些高爆發力、速度、敏捷性方面的運動，例如：田徑短跑與跳遠、籃球與排球的跳躍動作、橄欖球與足球的橫向運動...等，經由增強式訓練後，皆能對專項運動能力達到改善的效果。

依實驗研究之規定，請您仔細閱讀本同意書內容，研究者在研究過程中可能發生的危險應向參與者說明清楚，若有無法參與實驗之情形，請勿勉強參加，研究者應盡保護參與者健康與權益，並隨時回答參與者的問題。參與者如有改變意願時應通知研究者，可隨時退出實驗不受任何限制，若無反對意見，請於同意書之簽名欄內親自簽名，以示負責。

參與實驗研究的參與者必須明瞭並注意下列事項：

- 一、請填寫個人基本資料表。
- 二、所有參與者皆為自願參與此研究，因此再實驗進行時，參與者有權力瞭解每項測驗的意義與目的。如果實驗期間您有任何不適，您有權力停止參與實驗。
- 三、參與實驗之參與者必須進行的測驗包括：身高、體重、垂直跳、立定跳遠、30公尺衝刺跑及等速肌力測驗。
- 四、接受各項測驗的前一天及當天，請勿從事激烈的活動，並且請維持正常作息。
- 五、測驗前一小時，參與者請進行熱身、伸展操。
- 六、測驗當天穿著運動服裝。

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，表示同意並遵守參與者須知與同意書內所列之各項有關規定。最後，謝謝您的協助與合作。

我已詳細閱讀過參與者須知，瞭解實驗目的與內容，同意參與此研究。

參與者簽名：_____

日期： 年 月 日

附錄二 參與者基本資料表一

編號：

姓 名		年 齡	
出 生 年 月 日	／ ／	性 別	
身 高		體 重	
專 項		最 佳 成 績	
運 動 年 齡			

附錄三 參與者基本資料表二

參與者	性別	身高 (cm)	體重 (kg)	年齡 (year)	訓練年齡 (year)	慣用 腳
A	女	162	47	22	11	左
B	女	167	63	20	12	左
C	女	155	46	20	9	左
D	女	173	61	19	7	右
E	男	173	71	25	12	左
F	男	170	63	20	6	左
G	男	171	69	20	5	左
H	男	177	65	20	7	左
I	男	175	77	18	3	左
J	男	177	74	18	6	左
K	男	179	73	19	7	左
L	男	171	69	18	6	左

附錄四 參與者前測運動能力表

參與者	性別	垂直跳(cm)	立定跳遠(m)	30公尺衝刺跑(sec)
A	女	31.8	2.23	4.320
B	女	26.5	2.12	4.238
C	女	24.7	2.30	4.287
D	女	19.8	2.09	4.610
E	男	36.1	2.58	3.974
F	男	30.2	2.60	3.909
G	男	32.3	2.54	3.968
H	男	31.4	2.40	4.043
I	男	31.9	2.70	3.950
J	男	27.8	2.46	4.083
K	男	31.6	2.82	3.820
L	男	22.4	2.38	4.172

附錄五

參與者 60°/sec 膝關節等速肌力前測數據(單位：Nm)

參與者	性別	慣用腳 伸直	慣用腳 屈曲	非慣用腳 伸直	非慣用腳 屈曲
A	女	103.0	50.5	100.2	75.0
B	女	147.4	70.4	155.8	69.8
C	女	132.6	55.2	110.1	58.3
D	女	172.6	107.2	188.1	119.8
E	男	250.2	136.1	218.9	133.3
F	男	219.3	66.4	254.1	147.3
G	男	247.7	124.9	261.4	120.4
H	男	235.7	88.7	232.9	125.4
I	男	285.8	129.7	295.9	110.7
J	男	253.5	93.6	210.0	116.4
K	男	203.9	113.1	158.2	80.3
L	男	232.9	104.8	243.4	124.4

附錄六

參與者 240°/sec 膝關節等速肌力前測數據(單位：Nm)

參與者	性別	慣用腳 伸直	慣用腳 屈曲	非慣用腳 伸直	非慣用腳 屈曲
A	女	57.4	24.8	56.1	38.8
B	女	54.7	32.9	59.4	30.6
C	女	68.0	37.2	69.5	32.4
D	女	80.4	44.6	82.6	48.2
E	男	135.0	91.8	116.7	83.5
F	男	142.6	69.2	148.1	87.7
G	男	90.8	55.9	107.3	50.0
H	男	134.5	92.6	131.4	90.2
I	男	138.2	77.8	149.0	76.6
J	男	151.1	75.6	133.5	74.0
K	男	97.3	63.0	92.9	50.4
L	男	124.4	67.8	122.6	79.6

附錄七 參與者後測運動能力表

參與者	性別	垂直跳 (cm)	立定跳遠 (m)	30 公尺衝刺跑 (sec)
A	女	36.4	2.24	4.265
B	女	33.8	2.15	4.138
C	女	34.8	2.32	4.198
D	女	28.1	2.18	4.594
E	男	46.4	2.65	3.912
F	男	44.9	2.63	3.889
G	男	33.3	2.67	3.988
H	男	40.1	2.43	4.035
I	男	34.3	2.71	3.888
J	男	37.6	2.47	4.014
K	男	42.5	2.76	4.027
L	男	43.0	2.45	4.129

附錄八

參與者 60°/sec 膝關節等速肌力後測數據(單位：Nm)

參與者	性別	慣用腳 伸直	慣用腳屈 曲	非慣用腳 伸直	非慣用腳 屈曲
A	女	117.3	72.7	117.1	74.2
B	女	199.1	84.0	170.0	78.7
C	女	142.6	41.6	122.2	80.2
D	女	182.5	113.4	190.9	111.0
E	男	247.0	145.4	220.7	136.2
F	男	236.4	74.4	243.2	144.3
G	男	267.1	143.8	260.6	118.1
H	男	228.3	119.6	228.4	139.0
I	男	347.4	125.6	301.2	127.7
J	男	204.9	115.2	243.3	126.8
K	男	200.0	63.5	203.6	114.1
L	男	275.2	112.0	269.5	132.8

附錄九

參與者 240°/sec 膝關節等速肌力後測數據(單位：Nm)

參與者	性別	慣用腳 伸直	慣用腳 屈曲	非慣用腳 伸直	非慣用腳 屈曲
A	女	83.9	54.0	85.1	50.8
B	女	89.6	56.4	103.3	49.8
C	女	56.1	27.5	91.2	52.1
D	女	95.8	58.6	103.6	69.2
E	男	130.2	95.3	113.3	109.7
F	男	132.5	84.5	145.1	89.6
G	男	109.6	58.4	127.5	55.3
H	男	127.3	91.1	129.0	101.6
I	男	162.6	88.5	141.1	92.3
J	男	126.4	72.3	137.0	84.2
K	男	121.5	58.4	96.4	87.5
L	男	158.6	99.2	140.8	83.8

附錄十 參與者追蹤測驗運動能力表

參與者	性別	垂直跳(cm)	立定跳遠(m)	30公尺衝刺跑(sec)
A	女	42.8	2.23	4.338
B	女	41.2	2.19	4.245
C	女	39.3	2.35	4.267
D	女	33.7	2.22	4.608
E	男	51.8	2.67	4.112
F	男	50.2	2.53	3.953
G	男	48.8	2.61	4.048
H	男	48.3	2.37	4.078
I	男	51.2	2.71	3.915
J	男	47.7	2.44	4.008
K	男	50.5	2.76	4.002
L	男	49.6	2.43	4.075

附錄十一

參與者 60°/sec 膝關節等速肌力追蹤測驗數據

(單位：Nm)

參與者	性別	慣用腳 伸直	慣用腳 屈曲	非慣用腳 伸直	非慣用腳 屈曲
A	女	130.3	66.2	131.7	88.2
B	女	187.1	95.8	189.6	94.9
C	女	158.0	54.2	152.0	79.0
D	女	176.2	90.8	192.9	101.2
E	男	285.7	123.1	262.1	122.8
F	男	211.4	80.2	233.6	135.0
G	男	241.7	117.7	261.4	139.0
H	男	206.5	87.1	214.6	130.4
I	男	304.5	128.9	282.0	130.6
J	男	218.3	74.8	222.6	105.6
K	男	189.1	55.3	194.6	98.9
L	男	210.2	104.0	222.9	111.6

附錄十二

參與者 240°/sec 膝關節等速肌力追蹤測驗數據

(單位：Nm)

參與者	性別	慣用腳 伸直	慣用腳屈 曲	非慣用腳 伸直	非慣用腳 屈曲
A	女	71.6	55.1	70.8	50.0
B	女	104.0	61.5	93.1	69.6
C	女	98.1	49.5	85.5	48.2
D	女	73.5	54.4	87.8	56.3
E	男	157.7	89.1	111.2	81.4
F	男	138.8	67.6	132.3	97.5
G	男	133.4	71.5	118.4	82.4
H	男	91.5	68.3	123.7	83.1
I	男	166.3	92.0	159.8	94.6
J	男	146.4	60.2	138.2	71.8
K	男	92.2	57.9	95.5	80.7
L	男	102.6	72.2	128.8	80.0