

國立體育學院教練研究所碩士論文

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

The Effect of Plyometric Training and Weight Training of Two
Consecutive Vertical Jumps with High School Basketball Players

國立體育學院
N.C.P.E.S.

指導教授：張嘉澤 博士

研究生：李伯倫 撰

中華民國九十四年六月



國立體育學院

NATIONAL COLLEGE OF PHYSICAL EDUCATION

AND SPORTS TAIWAN REPUBLIC OF CHINA

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

摘要

本研究的主要目的是在探討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。研究係以 16 位高中籃球選手為受試對象(平均年齡 17.2 ± 1.03 歲,球齡 4.3 ± 2.2 年,身高 186.5 ± 6.5 公分,體重 78.4 ± 7.9 公斤),並以隨機分配的方式,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。所得資料以混合設計二因子變異數分析處理,並以獨立樣本單因子變異數分析考驗兩組改變幅度的差異性,結果發現:一、第一跳檢測,增強式訓練組與重量訓練組,兩組訓練方式之前後測皆達顯著差異($P < .05$),而兩組之間則未達顯著差異($P > .05$)。二、第二跳檢測顯示,經訓練後,增強式訓練組達顯著差異($P < .05$),重量訓練未達顯著($P > .05$),而兩組之間達顯著差異($P < .05$)。三、牽張縮短循環(SSC)時間顯示,經訓練後,增強式訓練組達顯著差異($P < .05$),重量訓練未達顯著($P > .05$),而兩組之間達顯著差異($P < .05$)。四、在木箱落下垂直跳之檢測中,增強式訓練組呈現顯著差異($P < .05$),重量訓練組未達顯著($P > .05$),而兩組之間達顯著差異($P < .05$)。五、木箱落下牽張縮短循環(SSC)時間,增強式訓

練組呈現顯著差異 ($P < .05$)，重量訓練組未達顯著 ($P > .05$)，而兩組之間達顯著差異 ($P < .05$)。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。

關鍵詞：增強式訓練、重量訓練、連續二次垂直跳、木箱落下垂直跳



The Effect of Plyometric Training and Weight Training of Two Consecutive Vertical Jumps with High School Basketball Players

Abstract

The purpose of the study was to investigate the effect of plyometric training and weight training on two consecutive vertical jumps of junior basketball players. Sixteen male high school basketball players were using the random distribution to divide into plyometric training group and weight training group. There were sixteen players (age 17.2 ± 1.03 yrs; time involved in basketball training 4.3 ± 2.2 yrs; height 186.5 ± 6.5 cm; weight 78.4 ± 7.9 kg) concluded this test. The test consisted with the height of first and second jump of the parameter of 2 consecutive vertical jump, Stretch -Shortening-Cycle (SSC), Stretch -Shortening-Cycle (SSC) of depth jumps and the height of (depth jump) vertical jump' s parameter. Five tests were given to get the average parameter of the samples. Multivariate ANOVA was performed with two independent variables of group (Plyometric and weight) and test occasion (pre- and post- training period) The results revealed that: (1) the difference between pre- and post- training of the first jump with Plyometric training of these two groups was significantly correlated ($P < .05$), and was not significantly correlated between these two groups ($P > .05$). (2) Second jump parameter revealed that after Plyometric Training, The difference between pre- and post-training of these two groups, plyometric training was significantly

correlated ($P < .05$), weight training was not significantly correlated ($P > .05$), and it was significantly correlated between these two groups ($P < .05$). (3) Stretch–Shortening–Cycle (SSC) time has revealed that the difference between pre- and post- training of these two groups, plyometric training was significantly correlated ($P < .05$), weight training was not significantly correlated ($P > .05$), and it was significantly correlated between these two groups ($P < .05$). (4) Parameters of (depth jump) vertical jump, The difference between pre- and post- training of these two groups, plyometric training was significantly correlated ($P < .05$), weight training was not significantly correlated ($P > .05$), and it was significantly correlated between these two groups ($P < .05$). (5) The time of (depth jump) Stretch–Shortening–Cycle (SSC), the difference between pre- and post- training of these two groups, plyometric training was significantly correlated ($P < .05$), weight training was not significantly correlated ($P > .05$), and it was significantly correlated between these two groups ($P < .05$). 2 consecutive vertical jumps is an important role in the basketball. This study has revealed that plyometric training and weight training have significant improved the first jump of 2 consecutive vertical jump, and plyometric training has revealed significantly better than weight training after all other abilities have been trained.

**Keyword : plyometric training, weight training,
two consecutive vertical jumps, depth jumps**

謝誌

本論文得以順利完成，承蒙指導教授張嘉澤博士的悉心指導與鞭策，學生由衷感謝，國立體育學院張思敏教授、台灣藝術大學呂青山教授撥冗批閱指正，特此敬申謝意。

求學期間要感謝國立體育學院季力康所長、高三福教授、陳月娥助教等諸多教師的督促與教導，讓我習得更多的專業知識。我的母校再興中學張光主董事、楊明發校長、葉勝夫督導、鄧德周老師、劉瀧澤教官，以及開啟我走入教練生涯的許晉哲教練，感謝您們一路的支持與鼓勵，同時也更要感謝好同學季燕學姊、韋成、建龍、聯華、正明、小馬、雅惠、曉潔等同窗好友的相互討論和合作，在我研究的生活中更增添了幾許溫馨的氣息。

兩年求學的日子裡，生活就在學業與教球之中充實的度過，尤其在大家努力下再興中學今年再獲佳績，回想起其中更多一份欣慰與榮耀，最後要感謝一路走來對伯倫照顧及幫助的所有人，也願老天保佑您們健康順心。

目錄

中文摘要-----	I
英文摘要-----	III
謝誌-----	V
目錄-----	VI
表目錄-----	VIII
圖目錄-----	IX
第壹章 緒 論-----	1
第一節 前 言-----	1
第二節 研究背景-----	2
第三節 研究目的-----	4
第四節 研究範圍及限制-----	5
第五節 名詞解釋-----	5
第貳章 文獻探討-----	9
第一節 肌肉收縮的形態與機轉-----	9
第二節 增強式訓練理論之探討與相關研究-----	12
第三節 重量訓練理論基礎之探討與相關研究-----	20
第四節 文獻總結-----	27
第參章 研究方法與步驟-----	28
第一節 研究對象-----	29
第二節 研究地點與時間-----	29
第三節 研究儀器與設備-----	30
第四節 研究設計與步驟-----	33
第五節 實驗流程圖-----	42
第六節 資料處理與統計分析-----	43
第肆章 結果-----	44
第一節 不同訓練對連續二次垂直跳中第一跳之影響-----	45
第二節 不同訓練對連續二次垂直跳中第二跳之影-----	46
第三節 不同訓練對連續二次垂直跳中牽張縮短循環(SSC)之影響-----	47
第四節 不同訓練對木箱落下垂直跳之影響-----	48
第五節 不同訓練對木箱落下牽張縮短循環(SSC)之影響-----	49

第五章 討論 -----	50
第一節 不同訓練對連續二次垂直跳中第一跳能力之影響-----	51
第二節 不同訓練對連續二次垂直跳中第二跳之影響-----	51
第三節 不同訓練對連續二次垂直跳中牽張縮短循環(SSC)之影響-----	53
第四節 不同訓練對木箱落下垂直跳之影響-----	54
第五節 不同訓練對木箱落下牽張縮短循環之影響-----	55
第六章 結論 -----	56
結論-----	56
參考文獻 -----	58
附錄 -----	67
附錄一 受試者同意書-----	67
附錄二 受試者健康資料調查表-----	68



表目錄

表 1	牽張縮短循環(Stretch-Shortening-Cycle)-----	6
表 2	增強式訓練的訓練量-----	17
表 3	短時間最大力量投入訓練-----	23
表 4	受試者人體測量資料 (anthropometric data)-----	29
表 5	本研究增強訓練動作安排與方法-----	39
表 6	增強式訓練計畫-----	40
表 7	重量訓練的動作安排與方法-----	41
表 8	重量訓練的訓練計畫-----	41
表 9	重量訓練與增強式訓練對連續二次垂直跳中第一跳影響-----	45
表 10	重量訓練與增強式訓練對連續二次垂直跳中第二跳影響-----	46
表 11	重量訓練與增強式訓練對牽張縮短循環(SSC)的影響-----	47
表 12	重量訓練與增強式訓練對木箱落下垂直跳的影響-----	48
表 13	重量訓練與增強式訓練對木箱落下偶聯時間的影響-----	49



圖目錄

圖 1	實驗動作連續二次垂直跳-----	8
圖 2	肌力的型態-----	11
圖 3	AMTI 測力板-----	31
圖 4	MP150 訊號接收轉換器-----	31
圖 5	Silicon Coach 動作分析軟體-----	32
圖 6	連續二次垂直跳之檢測動作-----	35
圖 7	木箱落下垂直跳之檢測動作-----	36
圖 8	垂直彈跳高度參數擷取的方法與步驟-----	37
圖 9	AMTI 三軸測力板擷取牽張縮短循環(SSC)的方法與步驟-----	38
圖 10	實驗場地佈置-----	38
圖 11	研究架構圖-----	42
圖 12	不同訓練對連續二次垂直跳中第一跳之影響-----	45
圖 13	不同訓練對連續二次垂直跳中第二跳之影響-----	46
圖 14	不同訓練對連續二次垂直跳中牽張縮短循環之影響-----	47
圖 15	不同訓練對木箱落下垂直跳之影響-----	48
圖 16	不同訓練對木箱落下牽張縮短循環之影響-----	49

第壹章 緒論

第一節 前言

籃球運動也一直是國人喜愛的運動項目之一，不管是美國職業籃球(NBA)或是國內籃球殿堂超級籃球聯賽(SBL)，甚至於拼勁十足的高中籃球聯賽(HBL)，都是國人及媒體矚目的運動賽事，這股風氣也使得參加國內籃球運動的人口日愈增多。籃球(basketball)運動是自西元 1891 年，在美國麻州春田青年會學院(Springfield College)，由 James Naismith 博士所發明的一種活動，迄今發展已有百餘年的歷史，從當初一個僅是娛樂性質的遊戲，而發展成目前全球參與人口最多的一項運動之一；自發明以來有越來越多的人投入這項運動，再如此受重視情況下，也開始有人專為此項運動展開資料的研究、探討，以及在技術、戰術、體能、規則、使用材料、場地各方面的檢討、修正和改進。為提昇比賽精彩程度，籃球競賽規則不斷進行修正與改革，因此增加了比賽強度與節奏，現今籃球比賽是以快(時間)為主，以快制快、速戰速決、攻守轉換快、戰術變化快、進攻快、技術動作節奏快、分秒必爭、使整個比賽在高速度中進行(謝鐵兔，1998)。籃球場上進攻與防守都在瞬息萬變中進行，球員需要純熟的技巧以外，優異的基本體能更不能缺少，其中彈跳能力對籃球選手更是不可或缺的運動能力，因為擁有優異彈跳能力的一方，越能有效提升籃球場上技術層面的表現。本研究將藉由常見於用來訓練彈跳能力的增強式訓練與重量訓練，探討訓練前後連續二次彈跳能力之差異。

第二節 研究背景

現今籃球運動趨勢是向著高速度、高技巧、高空優勢，綜合多變的攻守激烈爭奪方向發展(王家宏等，2000)，籃球運動進行中，肌肉並非只是單純的向心、離心或等長收縮，而是在快速的節奏中，進行複雜交替且連續變化的收縮作用，所以籃球運動訓練必須依照動作進行的模式、型態與強度，尋找一種合乎專項能力的訓練方法，作為選手提升技術表現的最佳訓練方式。當一場籃球比賽激烈進行時，場上技術動作的執行，皆處於連續變化且需要爆發力的狀態下完成，包括運球急停跳投、阻攻及籃板球的爭奪等都市場上常發生的狀況，然而完成這些動作，肌肉都必先離心隨即快速向心收縮來完成，此種獨特的肌肉收縮模式稱之為牽張縮短循環(SSC) (劉宇等人，1996；林政東，2004)。其中場上最能代表牽張縮短循環(SSC)這種獨特收縮方式的動作，為連續二次垂直跳，舉例來說：兩名選手同時躍起爭搶籃板球，勢均力敵的情況下，球又再度被向上撥起，兩名選手落地後大腿的股直肌先進行離心收縮，中間經過短暫的偶聯時間(coupling time)，此時偶聯時間越短的選手，越能有效的償還離心收縮時所儲存的能量，在肌肉向心收縮的階段擁有較好的彈跳表現(Bosco et al,1981)，進而搶下第二波的籃板。

從肌肉收縮方式探討可知，連續二次垂直跳能力訓練，不只考慮肌肉機制和機械效率，更需要知道神經因素所造成的影響，這些神經因素可以從運動單位的徵召、激發頻率、肌肉之間的協調等各方面加以探討。而最常被用來探討垂直跳能力的訓練方式為增強式訓練或重量訓練，但文獻皆著重在探討單一

垂直跳的表現，而忽略連續二次垂直跳能力在籃球運動中的獨特性與重要性，其中具有探討價值的包括第一跳高度、第二跳高度，及從第一跳落地大腿股直肌進行離心收縮至向心收縮使第二跳離地所花的牽張縮短循環(SSC)時間。本實驗將另以全體受試者第一跳高度之平均值設計一木箱，作為控制全體受試者第一跳在均值的狀態下進行檢測，此設計將可避免因受試者第一跳高度的差異，而影響了牽張縮短循環(SSC)時間與第二跳高度的結果。兩組訓練共進行五週，探討經增強式訓練及重量訓練，兩組訓練前後在各項參數上是否能達顯著差異。



第三節 研究目的

本研究將探討增強式訓練組與重量訓練組在施予五週的訓練後，對於連續二次垂直跳與木箱落下垂直跳中各項參數的影響。希望將來能幫助籃球教練及選手在連續二次垂直跳訓練上，提供更具成效與效率的訓練方式。

- 一、 比較經訓練後增強式訓練組與重量訓練組在連續二次垂直跳中第一跳的高度上，是否有顯著差異。
- 二、 比較經訓練後增強式訓練組與重量訓練組在連續二次垂直跳中第二跳的高度上，是否有顯著差異。
- 三、 比較經訓練後增強式訓練組與重量訓練組在連續二次垂直跳，從離心收縮至向心收縮完成所花的牽張縮短循環(SSC)時間，是否有顯著差異。
- 四、 比較經訓練後增強式訓練組與重量訓練組在木箱落下垂直跳的高度上，是否有顯著差異。
- 五、 比較經訓練後增強式訓練組與重量訓練組在木箱落下垂直跳，從離心收縮至向心收縮完成所花的牽張縮短循環(SSC)時間，是否有顯著差異。

第四節 研究範圍及限制

本研究目的在探討增強式訓練與重量訓練，對連續二次垂直跳及木箱落下垂直跳各項能力影響。所有參與本實驗的受試者，皆為優秀高中籃球（HBL）選手，實驗期間除了接受實驗安排的增強式訓練與重量訓練外，兩組受試者尚須接受相同訓練，其中包括籃球技術、基礎體能及專項體能之訓練。



第五節 名詞解釋

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「牽張縮短循環 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；當時教練與運動員稱之為跳躍訓練(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、重量訓練(weight training)

「重量訓練」是指使用啞鈴、槓鈴或是機械式機器等重量訓練器材，並且用以增進肌肉力量的訓練；當然就廣泛的定義來講，也包含了徒手的訓練、器具的訓練以及機械式機器的鍛鍊。肌力訓練(strength training)是藉由個人體重、器械或其它設備為負荷，以各種不同的訓練動作，來增強肌力、爆發力及肌耐力的訓練方式。肌力訓練與阻力訓練、重量訓練是指同一件事(林政東，2004)。

三、牽張縮短循環(Stretch-Shortening-Cycle,SSC)

SSC 機制，包含了彈性能和伸張機制的雙重效果，使得肌肉在短時間內，募集最多的肌纖維。SSC 主要有三個階段：離心收縮期、偶聯時間(coupling time)以及向心收縮時期(Baechle 等人,2000；Komi,1984)，如表 1。

表 1 牽張縮短循環(Stretch-Shortening-Cycle)

動作階段	動作時期	動作形式	生理機制
I	離心收縮時期	作用肌伸展	彈性能的儲存；肌梭受到刺激
II	偶聯時間(coupling time)	介於階段 I 與階段 III 之間的停留	神經衝動由 Ia 纖維傳導 α 運動神經元； α 運動神經元將神經衝動傳導至作用肌
III	向心收縮時期	作用肌縮短	彈性能的釋放； α 運動神經元的神經衝動刺激作用肌

(摘自 Baechle 等人,2000)

四、牽張反射(Stretch-reflex)

當肌肉被拉長時，則啓動肌纖維中的肌梭，藉 Ia 神經纖維通過脊椎弧(spinal arc)通知運動神經纖維，對該肌纖維進行收縮，以避免肌肉過度拉長而受傷。

五、肌肉彈性能(Mechanical efficiency,ME)

肌肉離心收縮時伸展了序列彈性成份而產生彈性能(ME)，這與伸展彈簧所產生的彈性能一樣，如果能有效利用，則彈性能提高肌纖維的能量，向心階段釋放此一能量，提升力量。肌肉牽張時，部分的肌肉張力由串聯的肌肉彈性組織所取代，同時儲存更多的彈性能，而串聯的肌節彈性組織也包含許多的肌凝蛋白和肌動蛋白的橫橋作用(Komi，1984)。

六、偶聯時間(coupling time)

指離心收縮結束至向心收縮開始的時期，它是從克服外力轉變至身體動作加速的階段，偶聯時間的長短直接影響離心收縮轉換成向心收縮的效能(林政東，2004)。

七、直立蹲踞跳(counter movement jump，CMJ)：

準備時動作型態是先呈站立狀，雙手放在腰際，以避免手部擺動影響跳躍表現，然後快速下蹲再隨即盡全力向上垂直躍起。

八、連續二次垂直跳：

本研究所定義的連續二次垂直跳為起始動作採 (CMJ)，受試者聞訊後以 (CMJ) 方式向上躍起，跳落地後隨即向上再度躍起，兩跳皆以最大力量完成 (圖 1)。

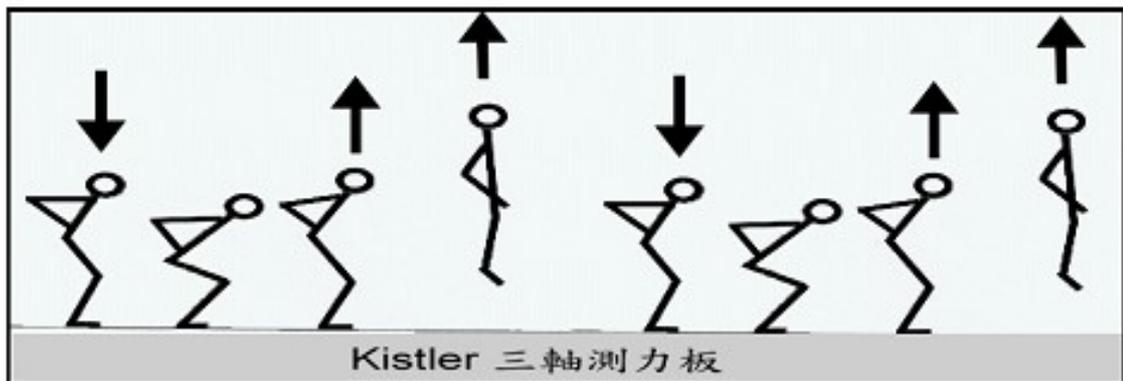


圖 1 實驗動作連續二次垂直跳

第貳章 文獻探討

無論是高個選手還是矮個選手，身體素質提高、彈跳能力增強，使空中爭奪的高度已發展到 3.50 公尺以上，女子也在 3.10 公尺左右，這也使比賽中可以隨心所欲地進行各種扣籃、補籃、阻攻等技術(孫民治，于振峰 2001)，探討連續二次垂直跳訓練，牽涉生理範圍包括肌肉收縮的機轉與神經反射的機制，本研究將以最常被廣泛應用在單一垂直彈跳訓練的兩種方法進行探討，本章將分為以下幾方面探討：一、肌肉收縮的形態與機轉，二、增強式訓練理論基礎之探討與相關研究，三、重量訓練理論基礎之探討與相關研究，四、文獻總結。

第一節 肌肉收縮的形態與機轉

一、肌肉收縮的型態

探討增強式訓練與重量訓練，必須先了解肌肉收縮型態與機轉，進而給予正確的訓練方式與劑量，林正常(1998)將肌肉收縮的型式分成靜性收縮與動性收縮兩種，其中動性收縮又可分為向心收縮、離心收縮、等速收縮與增強式收縮等型態。然而，這些肌肉收縮的型態都可以用作訓練肌力的方式，而肌肉收縮型態的不同可訓練出的肌力強度也會有所不同，每個運動項目在肌肉比率與肌肉收縮的型態上也會有不同。

蘇志雄、袁慧儀(1996)依據肌肉收縮變化的情形，可分為等長、向心與離心等三種收縮方式：

(一)等長(isometric contraction 或 isometrics)：是指肌肉發生張力時，肌肉之長度維持不變的收縮。當肌肉發生張力，抵抗阻力時，阻力如果大於或等於肌肉產生的張力時，肌肉沒有產生動作。

(二)向心收縮(concentric contraction)：是指肌肉收縮時，肌肉長度縮短，身體朝肌肉收縮方向移動。

(三)離心收縮(eccentric contraction)：是指肌肉在反覆伸長收縮作用中產生適應和抵抗外來力量能力時，肌肉會有被拉長的作用。

劉宇等(1996)將肌力定義為神經肌肉系統產生衝量的能力，它是將物理學上陳述的力和生理學上陳述的肌力兩者結合起來，即做為診斷肌力之理論基礎。由此可知，所有的運動動作都是向心和離心的動作在交互下完成。林正常(1998)提出，拔河運動的是屬於典型的肌肉靜性收縮 (static contraction)，又稱為等長性收縮(isometric contraction 或 isometrics)。

二、肌肉收縮的機轉

Albert(1991)提到儲存彈性能量的能力受到三個可變因素影響：

- 1.肌肉伸長的時間
- 2.肌肉伸長量的大小
- 3.肌肉伸長的速度

Albert(1991) 提出：肌肉作用伴隨著三種機械要素的參與：

- (一)可收縮的組成要素(CC, contractile component)
- (二)串聯的彈性要素(SEC, series elastics component)
- (三)並聯的彈性要素(PEC, parallel elastics component)

肌力的產生是由神經肌肉系統產生力量的能，它可得自於傳統式漸增負荷的重量訓練及阻力訓練。從事人體的活動時可以藉由重力、等速機械、固定阻力器及電刺激等來產生肌肉的收縮或張力。肌力可因不同的運動方式(動態肌力、靜態肌力)而產生不同的表現方式。張博夫(1992) 將肌力的型態分成二類、三種型態，如下圖 2 所示：

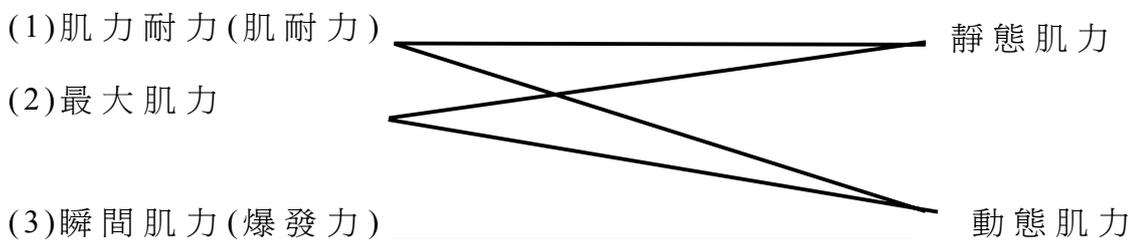


圖 2 肌力的型態

三、結語

肌肉收縮方式共分為：等長、向心與離心等三種收縮方式，本實驗所探討連續二次垂直跳中第二跳與牽張縮短循環(SSC)皆為一種獨特的肌肉收縮方式，此種收縮方式肌肉將先進行離心收縮隨即快速向心收縮，收縮過程中離心轉換向心的時間如果縮短，越能得到較佳的肌肉效能。牽張縮短循環(SSC)時，肌肉離心收縮伸展了序列彈性成份而產生彈性能(ME)，這與伸展彈簧所產生的彈性能相同，如果能有效利用，則彈性能將提高肌纖維的能量，向心階段釋放此一能量，使肌肉更能產生效能(Komi, 1984)，其中影響彈性能釋放的因素包括肌肉伸長的時間、肌肉伸長量的大小、肌肉伸長的速度 (Albert, 1991)。

第二節 增強式訓練理論之探討與相關研究

一、增強式訓練的來源

Plyometrics 來自希臘文中 Pleythyein，意思是增強或加大，或是指來自希臘字根的 Plio 及 metric，分別代表「更多的」及「量」。有另外一種說法是：Plyometrics 是一種爆發力訓練，它起源於 1960 年代蘇聯及東歐國家 (Radcliffe & Farentinos, 1985)。Ply 於源於中古英語的字 Plien 意為「應用」，而 metric 來自希臘字 metron，意為「測量」(measure)。目前 Plyometric 這個字代表的意義是「一種快速活動的負荷或伸展下，做強有力的肌肉收縮的運動」。而由於大部分的運動都需要跑、跳等最基本的運動能力，所以增強式訓練勢必為培養高強度競技運動能力的訓練方法之一。

二、增強式訓練理論基礎

增強式訓練的理論，來自牽張縮短(Stretch-Shortening-Cycle, SSC, Chu, 1992)。所謂的 SSC，是一種先離心收縮，然後立即向心收縮的肌肉作用方式，且在彈性能與伸展反射機制的影響下，使肌肉產生較大的瞬發力(Komi, 1984)。因此，增強式訓練在生理作用的機制上，主要有兩個層面，彈性能的儲存與釋放以及伸張反射(stretch reflex)的機制(Baechle 等人, 2000; Chu, 1992)。而 SSC 之所以能提升力量，產生較大的爆發力是因為受到彈性能、伸展反射兩個機制的影響；伸展反射其主要目的是監控肌肉並預防過度伸展而導致傷害，所以當肌肉被拉長時，則啟動肌纖維中的肌梭，借 Ia 神經纖維通過脊椎弧(spinal arc)通知運動神經纖維，對該肌纖維進行收縮，以避免肌肉過度拉長而受傷。肌肉自主性收縮力量結合此種反射性機制，產生更大的爆發力，研究也指出，肌肉向心收縮前的伸展，能促進快速強力的收縮。除了伸張反射，增強式訓練也受彈性能的影響。肌肉收縮的元素是肌纖維，然而一些非收縮部分形成所謂「序列彈性成份」(series elastic component)，肌肉離心收縮時伸展了序列彈性成份產生彈性能，這與伸展彈簧所產生的彈性能一樣，如果能有效的利用，彈性能提高肌纖維的能量，向心階段釋放此一能量，提升肌肉收縮力量(林政東, 2004)。

(一)牽張反射(Stretch-reflex)

牽張反射是 SSC 一個重要的機制，此一機制能快速的連結離心神經與向心神經，利用身體的本體感受器的刺激，以最短時間內增加運動單位的徵召。人體的活動必須經由中樞神經系

統(Central Nervous System，簡稱 CNS)，從本體感受器，利用感覺回饋調整，身體本體感受器包括肌梭、高爾肌腱何關節囊，而肌肉產生 SSC 動作的主要本體感受器為肌梭(muscle spindle) 極高爾肌腱(golgi tendon organ)。

肌梭廣泛存在肌梭纖維中，每一肌梭包在結締組織內 2~10 條無收縮能力的肌纖維組成，稱為梭內纖維(intrafusar fibers)，這些纖維的橫紋較其他縮外纖維來的不明顯，但其位置和縮外纖維平行。梭內纖維是否傳遞訊息至中樞神經，必須藉由肌梭的二種感覺末梢，Ia 型和 II 型來考量肌肉的靜止長度、變長度、長度變化率和壓力(Chu,1984；Lundin,1985)，當機縮被伸張，初級接受器(primary afferent neuron)變上行性神經興奮，由 Ia 纖維通過脊髓的背根傳入脊髓，在藉由運動神經元從脊髓腹根傳導運動訊息，至梭外纖維產生反射性收縮(Chu，1983)。

高爾基健是一種感受肌肉張力變化的感受器，位於緊接著肌肉的肌腱內。高爾肌腱與肌梭功能上最大不同處，在於肌梭偵測肌肉的相對長度，而高爾基健則偵測肌肉的張力。肌肉的張力強時，肌腱也受到極強的張力，此時腱器官所發出的抑制作用大幅度的增加，使肌肉立即放鬆，此肖像硬又稱為增長反應(lengthening reactoin)，增長反應是一種保護性機轉，以防止肌肉撕裂或肌腱從骨骼附著處撕除；而加速神經反射和減低神經的抑制控制，是增進肌力相當重要的機轉，這可透過訓練產生變化(Schmidtbleicher,1981)。

(二)肌肉彈性能(elastic energy)

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，而與其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。

SSC 動作時，離心收縮的彈性能儲存對向心收縮所作用的功有著相當的影響，而離心末期力量除了意味向心期的起始力量，也代表彈性能儲存的能力(Bosco 等人 1983)。



二、增強式訓練原則

在增強式訓練中，下肢訓練被廣泛應用在爆發力訓練上，而實施增強式訓練前，應具備適當水準的肌力基礎 (Chu, 1992)。許多學者建議 (Verkhoshansky, 1989; Chu, 1992; Allerheligan, 1994; Baechle, 2000) 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。或是能在五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的熱身 (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; Radcliffe, 1985)。

學者（Mager，1998；Chu，1992）建議實施增強式訓練後適當地休息是必須的，每次訓練後至少休息48小時至72小時，所以每週的訓練量為1至3次。組間休息（set）1至4分鐘，次數間休息5至10秒（Chu，1992）。

增強式訓練屬於高強度的訓練，所以實施時，運動員需盡最大努力，在最短的時間內完成訓練動作（Chu，1983），藉以利用增加肌梭的敏感性，使產生更大肌肉的彈性能儲存與釋放，而達到強力向心收縮的目的（Lundin，1985）。此外，在增強式訓練初期，選手應在草地或墊子上進行訓練，以預防著地時的衝擊所造成的運動傷害（Klinzing，1991）。

四、訓練計畫排定

（一）訓練計劃需遵循下列幾個原則：

1. 評估運動員的體能是否適合進行增強式訓練。
2. 確定運動的目標。
3. 確定訓練計劃的時間長度。
4. 適當的熱身活動。
5. 訓練強度由弱至強。
6. 訓練份量由少至多。
7. 應選擇運動員神經傳導系統較抗奮的狀態下訓練較有效
率。而訓練的組數（Set）、反覆次數（Repetition）、休息時間（Recovery）必須依照訓練強度、運動型態和選手的生理條件而定。

(二) 增強式訓練訓練量的安排

表：2 增強式訓練的訓練量

運動員的經驗	落地次數(次)	練習距離(公尺)
初學程度	80~100	30
中等程度	100~120	60
進階程度	120~140	100

(摘自 Baechle 等人，2000)

Neumann Georg(1991) 依據生理適應原理 4-6 週以每週三天維持四週觀察。

鄭景峰(2002)認為無論是何種訓練手段，練習前的熱身與訓練後的收操，都是提高訓練品質與預防運動傷害的最佳保證。

五、增強式訓練之相關研究

Gledile 與 Marshall(1996)的研究發現，大學男子籃球選手在經過 14 週的增強式訓練後，在垂直跳能力方面平均增加 2.14 公分，最多還增加了 5 公分。

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有幫助(Allerheiligan，1994；Brown 等，1986；Steben R. 和 Seben A，1981)。

Brown 等人(1986)的研究發現，以 26 位高一與高二的籃球選手進行 3 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。

Clutch 等人(1983)的研究中，將一般大學生分成三組，除接受重量訓練外，分別接受 4 週的(1)垂直跳訓練、(2)30 公分高台落下跳躍訓練、(3)75 及 110 公分高台落下跳躍訓練。結果顯示垂直跳成績、訓練後蹲舉最大肌力及膝伸肌等長肌力，皆顯著進步($P < .001$)，但三組並無顯著差異。

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)。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 (Bosco, Luhtanen 和 Komi, 1983)。

Timmons (1996) 以 24 名高中籃球選手分成兩組，比較增強式訓練及加重跳繩的訓練對垂直跳的影響，結果顯示，受試者的前後測有顯著效果，而兩種訓練方法之間則沒有顯著差異。

王冷 (2003) 以 33 位大專乙組女性籃球選手分成三組，比較增強式訓練及重量訓練對彈跳能力、敏捷性及下肢肌肉適能之影響，研究指出可藉由垂直跳及四點折返跑來評估籃球選手的運動表現。

陳九州與鄭鴻文(2000)認為增強式訓練強度應採漸進原則，由低強度開始，在適應此種訓練負荷後，逐漸增加動作強度；在訓練量的總合方面，小於80次為低訓練量，80-120次為中訓練量，120-160次為高訓練量，160次以上則為非常高之訓練量；一般而言，每次訓練的建議次數約為100次。

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。

蔡豐任、劉宇(1998)的研究，以控速增量及控量增速的深跳訓練(增強式訓練代表項目)為手段，實施每週兩次共八週的增強式訓練負荷定量方式，結果顯示：垂直跳分別進步了7公分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%，但最大肌力卻未顯著改變。

六、結語

基於充份利用肌肉彈性能(elastic energy)與牽張反射(stretch reflex)的特性，並使訓練更逼近競賽狀況，適應大多數動態的運動表現，而發展出增強式訓練(plyometrics training)以做為發展爆發力的手段(林正常，1993)，文獻指出增強式訓練對於爆發力或單一垂直能力皆有著顯著的訓練效果，而其訓練方式的設計原理乃出自於千張縮短循環(SSC)，一種肌肉先離心隨即向心的獨特收縮方式，此一收縮方式與連續二次垂直跳中第二跳的肌肉收縮方式相同，基於訓練方式必須符合專項動作需求的原則，本實驗將以增強式訓練作為探討對連續二次垂直跳能力影響的訓練方式之一。

第三節 重量訓練理論基礎之探討與相關研究

一、重量訓練理論基礎

重量訓練(weight training)主要是以超載、漸增阻力、金字塔系統以及特殊性等原則，利用槓鈴、槓鈴片或其他重量訓練器械，對肌肉施以高強度的負荷訓練(林正常，1990；Pauletto,1991)，增加肌肉橫斷面積、改善神經肌肉的支配機能、使肌肉接受更高的神經刺激頻率、增進肌肉自身和肌肉間的協調能力以及使更多的運動單位參與收縮，進而增加其最大肌力、爆發力或肌耐力等運動表現(Stone,1982)。實施重量訓練必須考慮訓練強度與訓練量之問題。訓練強度指的是作用在肌肉上的張力或負荷，基本上是由訓練的重量來決定，但同時也受組數、反覆次數、休息間隔及訓練持續時間所影響。

林貴福、盧淑雲(2000)指出，肌力與阻力、重量等三種訓練在訓練的型態中比較其特殊性，阻力訓練涵蓋的訓練型態範圍最廣泛；重量訓練是阻力訓練型態的其中之一種；肌力訓練則較傾向於肌肉功能的表現，如最大肌力或產生最大肌力的特殊速度。最大肌力又可分為：1.最大靜力性之等長收縮肌力：指的是肌肉在作最大收縮時對抗一個不可移動的物體所發揮出力量的最大值。2.最大向心收縮肌力：指的是肌肉在作向心收縮時所能克服的最大阻力。3.最大離心收縮肌力：指的是肌肉在作最大收縮時與收縮方向相反被動拉長，此時所發揮出肌力的最大值。

不同運動項目都有其運動的特殊性，需要動用不同型態的肌力，和不同比例的肌群。所以針對不同的運動項目會有不同的運動訓練方式。大陸學者馬鐵等人(1990)指出運用各種人為手段發展力量，可以比僅僅靠專項技能訓練發展力量快 8-12 倍。

肌力是各項運動的基礎，從生理學和生物力學角度來講，肌力包含二種解釋：(1)肌力是神經肌肉系統的一種功能。(2)肌力的外在表現形式是力和力矩，亦是人體運動時骨骼肌所收縮引起的活動，其中包括產生的力量(force generation)及運動的表現等，均可用力、力矩、功、功率和速度等物理量描述(Knuttgen & Komi,1992)。



二、重量訓練的原則

林正常(2001)指出許多運動選手在從事肌力訓練時希望多增加肌力而少增加肌肉，尤其是需要以體重分級的比賽，譬如：舉重、拳擊、角力等，因為一旦長了肌肉，也同時會增加體重；因此，他提出如果要肌力而不要肌肉發達的肌力訓練，重量需大些(1RM 的 85-100%)，反覆數則需較少(1-5 反覆)，此為訓練的簡要方向。每位教練應該了解每一位運動員的最大肌力，用一次嘗試或一次最大反覆(1RM)測量最大肌力，以評量選手的主要作用肌的 100%肌力。然後教練再根據運動的特性、運動員的需求及肌力的型態來決定負荷的百分比範圍，以便訓練時使用。選擇一個肌力訓練的方法，必須和所要增強的肌力型態有關，肌力的進步更可以從增加負荷表現看出。

Schmidtbleicher(1987)進一步指出最大等長收縮肌力和最大向心收縮肌力的相關數大於.85， α 值則在.90-.95之間，其最大肌力的相同性可達70%-90%。因此，將肌力劃分為最大向心收縮肌力、最大等長收縮肌力和最大離心收縮肌力並不妥當，因素分析的結果表明，所有的肌肉收縮型態可以將其綜合歸納為一種能力，即「最大肌力」的能力(Gollhofer，1987；Schmidtbleicher，1987)。

黎俊彥等人(2000)提出肌力訓練計劃擬定的基本原則應該遵循：準備原則、特殊原則、超負荷原則、漸進原則以及規律原則。而對於可塑性高的青少年來說，隨著成長發育，身體能力尚處於發展的階段，教練更應掌握選手生理因素，針對運動專項的特殊性及技術需求，安排訓練課程及方法，以利其以後的運動生涯發展。

林正常譯(2003)訓練的第一要素：訓練量，是高度技術、戰術、身體成就的量化之先決條件。然而訓練量有時候被誤認為是訓練的持續時間，它包含下列之整合：

- 1.訓練的時間或持續時間。
- 2.單位時間的距離或試舉的重量。
- 3.運動的反覆數或規定時間運動員執行技術要素的反覆數。

蔚順華(2000)指出肌力、爆發力、肌耐力與肌肉肥大的訓練方法，是一個可以用量化來測量的方法，如此一來才能評量出訓練者在肌肉適能上的進步，更可作為專業者在客觀上對肌力訓練的評估。

肌力訓練中，短時間最大力量投入訓練，是最能夠有效的提升選手的最大肌力及瞬發力的方式，其中包括最大力量訓練最大力量、金字塔方式、肌肉能力 閾值原則，如下表 3。

表 3 短時間最大力量投入訓練

		最大力量	接近最大力量	肌肉能力閾值原則	金字塔方式
收縮型態		向心收縮	向心收縮	向心收縮	向心收縮
強度	速度	快速	快速	快速	快速
	強度 100 %	100%	90-95 -100%	55-60%	80-85-90-95 -100-90-80 %
範圍	重複次數	1-2	4-3-2(~2)	6-8	7 - 5 - 3 - 2 - 1 - 3 - 7
	Set 持續時間	5	2-2-2	3-5	1
頻率	RM 休息時間	10 s	10 s	10 s	10 s
	Set 休息時間	≥ 3min	≥ 3min	≥ 3min	≥ 3min

(Schmidtbleicher, 1999)

Prentice(2001) 指出採用不同類型的重量訓練儀器來增加肌力時，可採用的訓練方式很多，其中慢慢的增加重量來增加肌力的漸進式阻力運動是一種很適合的方式。

Sale(1986) 曾概述訓練效果的獨特性：

- 1.主動肌力的增加是由於在訓練課程中的肌肉收縮形式。
- 2.快速肌力的增加是在高速收縮的訓練中。
- 3.在獨特的額外練習，會有特別的肌力訓練效果。訓練的特殊性產生在漸進的抵抗練習 (progressive resistance exercises,PRE) 。增加負荷或抵抗可使肌肉更強壯，在此訓練的課程中，肌力水準的改變得自於強度負荷(intensity) 。

Stone(1982)在重量訓練中所指之強度，通常是以選手最大肌力的百分比來表示，如此才能使訓練變的更精確，並符合個別差異原則。訓練量是指訓練的項目、組數及反覆次數的多少，而不是指負重之重量。

在肌力訓練課程中，進步的結果，常取決於設計一個與實際測驗或運動動作相似的訓練動作(Sale，1986；溫怡英,2000)

。

三、重量訓練之相關研究

陳九州(2000)以增加最大肌力與瞬發力為目的時，其訓練量應適中，並要求選手以接近最大肌力之重量來進行訓練。如果是改善肌耐力，則應以高量而強度較輕的負荷來訓練。

MacDougall (1992)、Schmidtbleicher & Buehrle (1987)、Schmidtbleicher & Haralambie (1981)、Stone (1988)、林正常(2001)、林政東(2004)、林晉利(2001)、黃榮松(2001)、蔣明雄(1998)等多位學者提出的觀點：欲增加最大肌肉力量，負荷量的安排，應以高負荷低反覆次數為原則。

Clutch et.al.(1983)結合重量訓練及增強式訓練計劃，實驗隨意指派 32 各受試者，16 各大學間的排球選手以及 16 各上重量訓練課的學生，第一組做重量訓練及增強式訓練，第二組僅做重量訓練，實施每週兩次共 16 週之訓練，結果發現僅做重量訓練的這一組，在垂直跳方面沒有顯著增加，而重量訓練結合增強式訓練組，在垂直跳部份則達顯著進步。

Rutherford et al.(1986)研究結果呈現出：為期 12 週的下肢重量訓練，雖然使舉重重量大大提升，但在腳踏車測試的爆發力峰值(peak power)卻沒有因訓練而改變。

劉北湘(1994)探討以最佳肌肉輸出衝量的載荷量訓練的效果。他以 17 名受試者為對象，採用測力系統測定了受試者腿部力量訓練動作，根據所獲得的動力學數據確定了受試者所採用的適宜負荷，然後進行三個月的力量訓練。結果發現：

- 1.戴荷量變化時，人體完成動作時的肌肉輸出沖量不同，且存在極值。
- 2.肌肉輸出沖量極值所對應的戴荷量來訓練肌肉力量，更能有效的來發展爆發性力量。
- 3.用動力學指標的方法來確定戴荷量的方法，較合理的考慮了人體體重、不同練習動作差異、肌肉成分差異和完成動作速度等問題，使力量訓練更具針對性、準確性和時效性。

Hollmann(1990) 認為快速肌力是單位時間內最大限度所發揮的力量。由此可推論。運動員如想要有好的爆發力，必須在力量與速度兩者下功夫。

四、結語

欲增加最大肌肉力量，負荷量的安排，應以高負荷低反覆次數為原則，本研究所安排之重量訓練，必須安排之至最大力量之訓練，因為垂直彈跳須在短時間內徵招大量的肌纖維收縮，所以以選手個人之最大力量做為訓練安排，效果較能顯著。文獻中重量訓練對於垂直跳有著顯著的訓練效果，但與增強式訓練一樣，文獻僅止於探討單一垂直跳能力，對於第二跳與牽張縮短循環(SSC)時間，皆未能詳加探討，所以本實驗也將重量訓練列入探討連續二次垂直跳的訓練方式之一。

第四節 文獻總結

綜合以上文獻可以發現，增強式訓練的機轉來自於神經肌肉系統發生刺激適應、運動神經產生興奮反應、運動單位持續獲得徵召、肌肉纖維發生類別轉化，最後達到訓練目的與效果，重量訓練則增加了肌肉的橫斷面積，提升了最大肌力，文獻上兩者對下肢肌力及爆發力的訓練上均有顯著的進步。

在現今高速度的籃球比賽中分秒必爭，生理機能啟動的速度更扮演重要的決勝關鍵，但在過去的實驗重於探討單一垂直跳的能力與表現，卻缺乏忽略了受神經傳導與肌纖維收縮速度所影響的連續二次垂直跳中第二跳及牽張縮短(SSC)時間，本研究將探討經五週增強式訓練及重量訓練後，對連續二次垂直跳中第一跳、第二跳能力及牽張縮短循環是否能有顯著的進步。訓練安排為五週，因為生理的適應週期為 4~6 週，所以訓練的安排皆以 4~6 週，其週期安排對於訓練幫助最大，效果最佳 (Neumann, 1991)。

第參章 研究方法與步驟

本研究將以 Silicon Coach 動作分析軟體，分析第一跳與第二跳的高度，同時以 AMTI 測力板所測得的數據加以轉換運算，所得參數將擷取第一跳落地到第二跳離地中間停留於測力板上的牽張縮短循環(SSC)時間，最後將所有參數統整，做為檢測訓練前後是否有顯著進步及兩組之間的差異，實驗的方法與步驟將分成以下幾個部份來分別說明：

- 一、研究對象
- 二、實驗時間與地點
- 三、實驗儀器與設備
- 四、實驗步驟
- 五、實驗流程圖
- 六、資料收集與統計分析

第一節 研究對象

一、參與者

本研究係以高中聯賽(HBL)冠軍再興中學男子籃球隊員 16 名為受試對象，實驗前每位受試者均發給「受試者須知」，並填寫「參與實驗同意書」、「家長同意書」及「健康狀況調查表」，受試者平均球齡為 4.3 ± 2.2 年，(表 4)。

表 4 受試者人體測量資料 (anthropometric data)

	身高 (cm)	體重 (kg)	年齡 (歲)	球齡 (年)
M±SD	186.5±6.5	78.4±7.9	17.2±1.03	4.3±2.2
max	197.9	98.6	18.7	8
min	176.5	68.7	15.8	2

第二節 研究地點與時間

- (一)檢測時間：中華民國 94 年 03 月 01 日、94 年 04 月 09 日
- (二)訓練時間：中華民國 94 年 03 月 04 日~94 年 04 月 08 日
- (三)實驗地點：台北市私立再興中學體育館

第三節 研究儀器與設備

一、實驗儀器

- | | |
|--------------------------|------------|
| (一) AMTI 三軸測力板 | (五)比例尺 |
| (二)Sony DV 攝影機 | (六)皮尺 |
| (三) Silicon Coach 動作分析軟體 | (七)55cm 木箱 |
| (四)筆記型電腦 | |

二、AMTI 三軸測力板：

測力板系統：本實驗採用之測力板為美國 AMTI 公司所製造之產品(如圖 3)，主要由測力板 (force plate)、放大器 (charge amplifier)以及電腦系統內之分析軟體(computer, Acknowledge software)，可以測得人體無論是跑、跳、站立、步行等各種動作時，腳底對地面三個不同軸向(X、Y、Z 軸)之作用力、壓力作用中心等。在測力板的底部四個角邊分別裝置了可以測得三個不同方向的壓電材料，並利用石英晶體所產生的壓電效應，可接收到從測力板即時收集到的上下、左右和前後三種不同方向的力量數值，由測力板傳出電位訊號 (signal)，透過放大器轉換成電位 (voltage) 訊號，此訊號為一類比訊號 (analog signal)，再經由類比數位轉換器 MP150 (A/D board) 轉換成數位訊號 (digital signal) 後，便可供電腦作資料處理 (如圖 4)，本實驗的資料取樣頻率定為 100Hz。

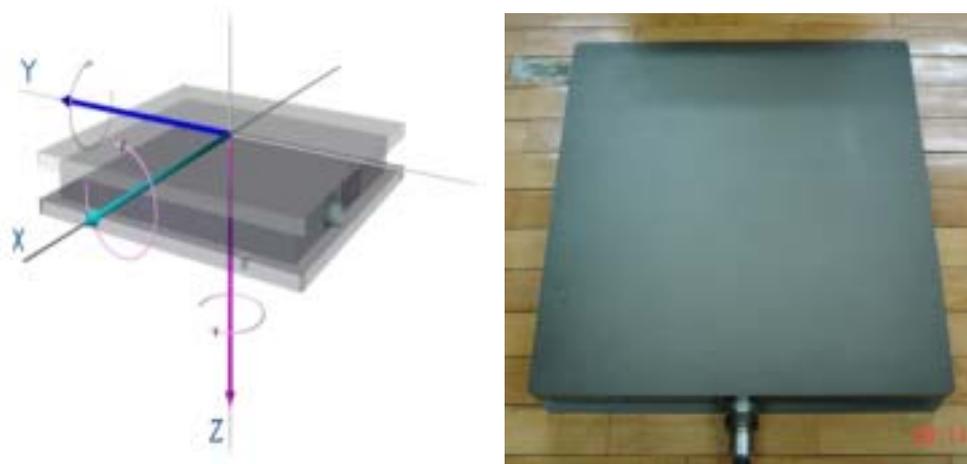


圖 3 AMTI 測力板



圖 4 MP150 訊號接收轉換器

三、Silicon Coach 動作分析軟體：

(一)研究先以 SONY DV 攝影機，將受試者於測力板上進行實驗所要求之連續二次垂直跳動作記錄下來，再將其動作影像轉換匯入擁有 Silicon Coach 動作分析軟體的筆記型電腦中進行分析。

(二)進行動作分析：先於電腦軟體上可見一比例尺，比例尺為實驗過程中所設定，設計比例尺為 20 公分作為單位距離設定用，最後擷取受試者於影像中最高點之畫面，再從踝關節之實驗黏貼點，拉至測立板之位置，Silicon Coach 軟體即可顯示該名受試者彈跳之高度(圖 5)。



圖 5 Silicon Coach 動作分析軟體：

第四節 研究設計與步驟

一、受試者分組

本實驗以高中聯賽(HBL)冠軍再興中學男子籃球隊員 16 名為受試對象，以隨機分配分為兩組，分別接受五週的增強式訓練及重量訓練。

實驗組別如下：

增強式訓練組：8 名受試者將接受五週的增強式訓練，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。

重量訓練組：8 名受試者將接受五週的下肢重量訓練，每週訓練星期一、三、五，除下肢重量訓練，不另外接受任何下肢訓練

二、實驗準備與受試者須知：

- (一)實驗流程說明以及填寫實驗同意書和基本資料：為了使實驗順利進行，以及受試者在實驗過程中的安全性，必須先向受試者說明詳細的實驗流程，實驗時如何配合所應完成的動作、每次測量的時間或順序和應注意的安全事項。再請受試者填寫健康情況調查表、受試者同意書、受試者基本資料，並記錄測力板所測得之體重。
- (二)熱身活動：為了避免受試者在實驗中因為不當用力而造成的傷害，以及確保受試者在個人最佳狀態下量測，必須請受試者熱身 10 分鐘，尤其強調的是下肢和背部各主要肌群的伸展活動。

二、實驗設計

本實驗分為利用科學儀器檢測連續二次垂直跳能力以及分組進行五週的增強式訓練(plyometric training)與下肢重量訓練(weight training)，實驗將探討連續二次垂直跳中的第一跳高度、第二跳高度與牽張縮短循環(SSC)；以及由 55 公分木箱落下的牽張縮短循環(SSC)與垂直彈跳高度，在經過五週訓練後是否能達顯著的差異。

以下將以實驗分為五部份介紹：

- (一)連續二次垂直跳的實驗方法與步驟。
- (二)監控第一跳高度的木箱落下垂直跳實驗步驟與方法
- (三)實驗參數的擷取方法與步驟
- (四)場地佈置
- (五)增強式訓練與重量訓練的進行方式與步驟。

(一) 連續二次垂直跳的實驗方法與步驟

- 1、連續二次垂直跳檢測時，受試者於踝關節黏貼記號點並直立於 AMTI 三軸測力板上，雙手置於腰部兩側，聞訊號後身體迅速下蹲至膝關節彎曲角度為 90 度，立即盡最大力量向上垂直躍起，落地隨即再度躍起，過程皆以最個人最快速度及最大力量完成連續二次垂直跳測驗，如圖 6。
- 2、總共施予 5 次的測驗，所得參數皆取樣本之平均值，因測試為最大力量輸出，所以每次測驗結束受試者皆需獲得完全的休息，再進行下一次的測驗，以確保所測得參數之品質。本實驗採與籃球項目較為接近的直立蹲踞跳(CMJ)，作為連續二次垂直跳的起始動作，使本研究更能有效預測訓練效果，以及提高實驗的應用價值。



圖 6 連續二次垂直跳之檢測動作

(二) 監控第一跳高度的木箱落下垂直跳實驗方法與步驟

- 1、實驗設計以全體受試者平均值，設計木箱高度為 55cm 作為控制第一跳高度的實驗工具，檢定受試者於第一跳同質時所呈現的第二跳能力與牽張縮短循環(SSC)，此設計將可避免受試者間，因第一跳高度的不同，使得落地衝擊力與反作用力之差異，進而影響第二跳能力，如圖 7。
- 2、木箱落下垂直跳檢測時，受試者於踝關節黏貼記號點並直立於 55 公分之木箱上，雙手置於腰部兩側，聞訊號後身體向前跨走，落於 AMTI 三軸測力板上，隨即以最大力量向上垂直躍起，過程皆以最快速度及最大力量完成，總共施予 5 次的測驗，所得參數皆取樣本之平均值，因測試為最大力量輸出，所以每次測驗結束受試者皆需獲得完全的休息，再進行下一次的測驗，以確保所測得參數之品質，如圖 7。



圖 7 木箱落下垂直跳之檢測動作

(三)實驗參數的擷取方法與步驟

1、垂直彈跳高度參數擷取的方法與步驟

於受試者之踝關節黏貼記號點，以 SONY DV 攝影機，拍攝受試者於 AMTI 三軸測力板上，完成連續二次垂直跳的動作，最後將影像匯入電腦以 Silicon Coach 動作分析軟體，進行分析，分析連續二次垂直跳中第一跳、第二跳及木箱落下垂直跳的質心高度變化，如圖 8。

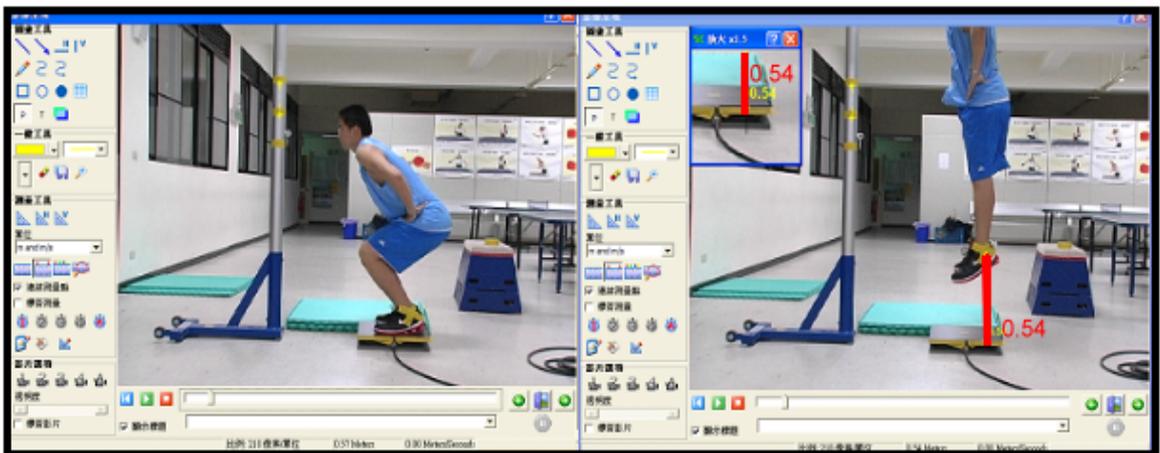


圖 8 垂直彈跳高度參數擷取的方法與步驟

2、AMTI 三軸測力板擷取牽張縮短循環(SSC)的方法與步驟

本實驗將以 AMTI 三軸測力板，擷取第一跳落地肌肉快速離心收縮至肌肉快速向心收縮產生第二跳離地，受試者於 AMTI 三軸測力板上所使用之時間，將此段時間定義為牽張縮短循環(SSC)，如圖 9。

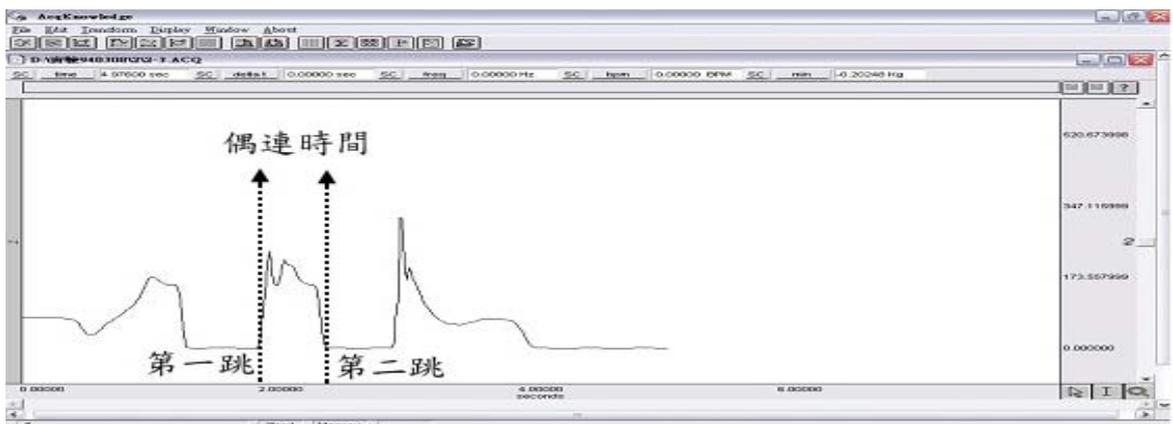


圖 9 AMTI 三軸測力板擷取牽張縮短循環(SSC)的方法與步驟

(四)實驗場地佈置

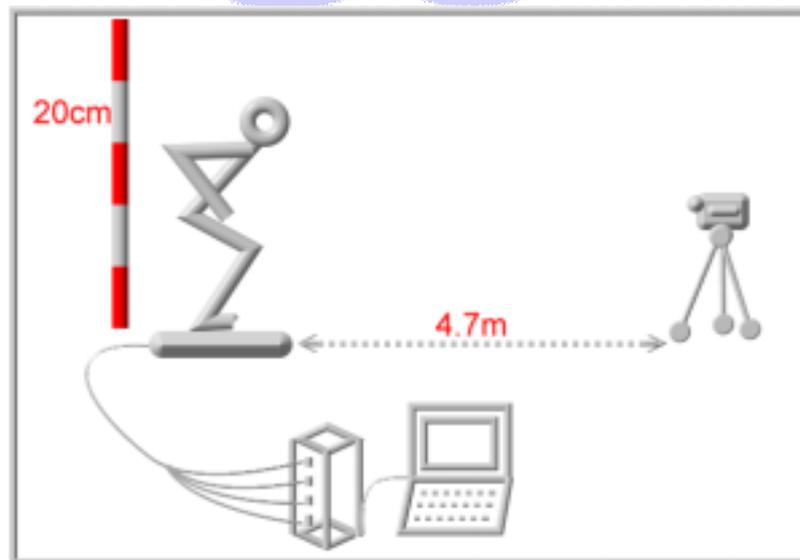


圖 10 實驗場地佈置

(五)訓練方法與步驟

本實驗將探討進行五週增強式訓練(plyometric training)與下肢重量訓練(weight training)，對連續二次垂直跳能力與木箱落下垂直跳能力，訓練前後是否達顯著差異，所以本節將介紹增強式訓練與下肢重量訓練的訓練方法與訓練安排。

1、增強訓練(plyometric training)動作安排與方法

增強式訓練是藉由深跳(depth jumping)、跳躍(hopping)、彈跳(bounding)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)，如表 5。

表 5 本研究增強訓練動作安排與方法

動作種類	原理
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)	利用重力與運動員的體重來增加訓練強度。選手由木箱上跳落地面，於著地瞬間隨即用躍起的訓練。木箱高度主要是依據運動員的身材、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。

(摘自 Baechle 等人，2000)

2、增強式訓練(plyometric training)訓練安排：

- (1)訓練週數：共五週
- (2)每週訓練次數：三次
- (3)訓練強度安排：見表 6。

表 6 增強式訓練計畫

plyometric training	Week	Set	RM	Set Rest
(Jumps in place)	1、3、5	3	12	2min
(Multiple jumps)	1、3、5	3	12	2min
(Box drills)	1、3、5	3	12	2min
(Depth jumps)	1、3、5	3	10	3min

3、重量訓練(weight training)動作安排與方法

「重量訓練」是指使用啞鈴、槓鈴或是機械式機器等重量訓練器材，並且用以增進肌肉力量的訓練；當然就廣泛的定義來講也包含了徒手的訓練、器具的訓練以及機械式機器的鍛鍊。

表 7 重量訓練的動作安排與方法

動作種類	訓練目的	訓練部位	訓練肌群
蹲舉	最大力量	伸髖、 伸膝肌群	股四頭肌 臀大肌
斜躺腿部推舉	最大力量	伸髖、 伸膝肌群	股四頭肌 臀大肌
坐姿伸肌	最大力量	伸膝肌群	股四頭肌
俯臥腿部捲舉	最大力量	屈膝肌群	腿後腱肌群

4、重量訓練(weight training) 訓練安排

- (1)訓練週數 ：共五週
- (2)每週訓練次數：三次
- (3)訓練強度安排：見表 8

表 8 重量訓練的訓練計畫

訓練目的	收縮型態	強度		範圍		頻率	
		速度	強度 100 %	重複 次數	Set	RM 休息 時間	Set 休息 時間
最大力量	向心	快速	100%	1-2	5	10 s	≥ 3min

第五節 實驗流程圖

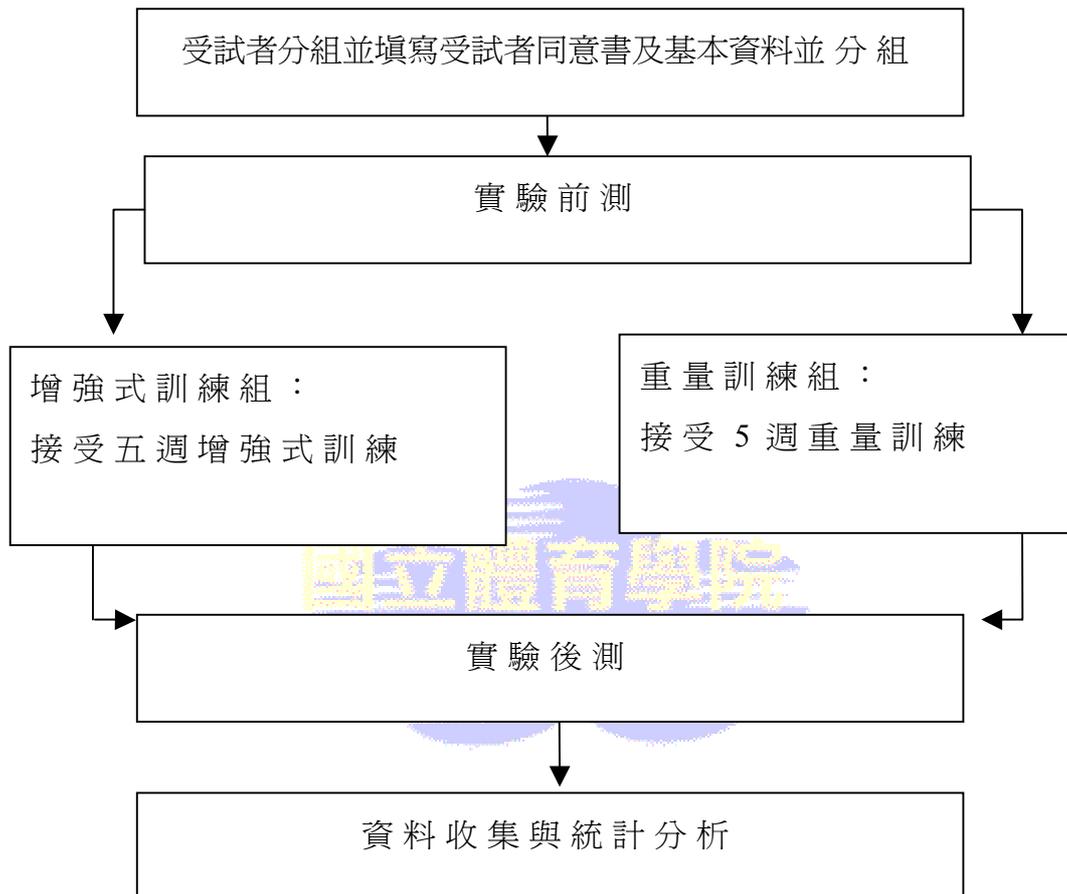


圖 11 研究架構圖

第六節 資料處理與統計分析

- 一、以 SPSS10.0 統計套裝軟體進行分析，檢驗增強式訓練與重量訓練對連續二次垂直跳能力的影響。
- 二、以 SPSS10.0 統計套裝軟體進行所得資料以混合設計二因子變異數分析處理，並以獨立樣本單因子變異數分析考驗兩組改變幅度的差異性。



第肆章 結果

參與實驗共 16 名受試者，分為重量訓練組及增強式訓練組，實驗儀器採用 AMTI 三軸測力板、Sony DV 攝影機、Silicon Coach 動作分析軟體，擷取參數為第一跳、第二跳高度、牽張縮短循環(SSC)、木箱落下牽張縮短循環(SSC)、木箱落下垂直跳高度。再以 SPSS10.0 統計套裝軟體進行分析，統計方法以二因子混合設計變異數分析，檢驗增強式訓練與重量訓練對連續二次垂直跳能力的影響。本研究將探討重量訓練與增強式訓練對於連續二次垂直跳的影響，實驗分兩個部份如下：

一、受試者直立於 AMTI 三軸測力板上，以最大力量完成連續二次垂直跳，擷取參數為第一跳、第二跳高度與第一跳落地至第二跳離地之牽張縮短循環(SSC)時間。

二、實驗設計將控制所有受試者第一跳高度的木箱落下垂直跳實驗，此設計將可避免第二跳高度與牽張縮短循環(SSC)，因受第一跳能力影響而出現的差異性，進而提升實驗的價值，因此，將使用全體受試者第一跳平均值所設計的 54cm 木箱，作為控制第一跳高度的實驗工具，進而探討牽張縮短循環(SSC)時間及落下垂直跳高度。

第一節 不同訓練對連續二次垂直跳中第一跳之影響

增強式訓練組於後測之第一跳平均值為 $56.19 \pm 3.39\text{cm}$ ，最大值為 61cm ；重量訓練組第一跳之平均值與最大值分別為 $56.59 \pm 2.15\text{cm}$ ， 59.4cm (表 9)。增強式訓練組之前測與後測差異為 2.01cm ，其最大值為 4.6cm ；重量訓練組於後測增進 2.08cm ，最大值在 4.8cm 。兩組訓練方式之前測與後測比較呈現顯著差異($P < .05$)，而兩組之間則未達顯著差異($P > .05$)，如圖 12。

表 9 重量訓練與增強式訓練對連續二次垂直跳中第一跳影響

第一跳 (cm)	weight training		plyometric training	
	前測	後測	前測	後測
M±SD	54.51 ± 1.83	$56.59 \pm 2.15^*$	54.18 ± 2.76	$56.19 \pm 3.39^*$
Max	57.1	59.4	57.9	61
Min	52.1	53.3	50.5	52.3

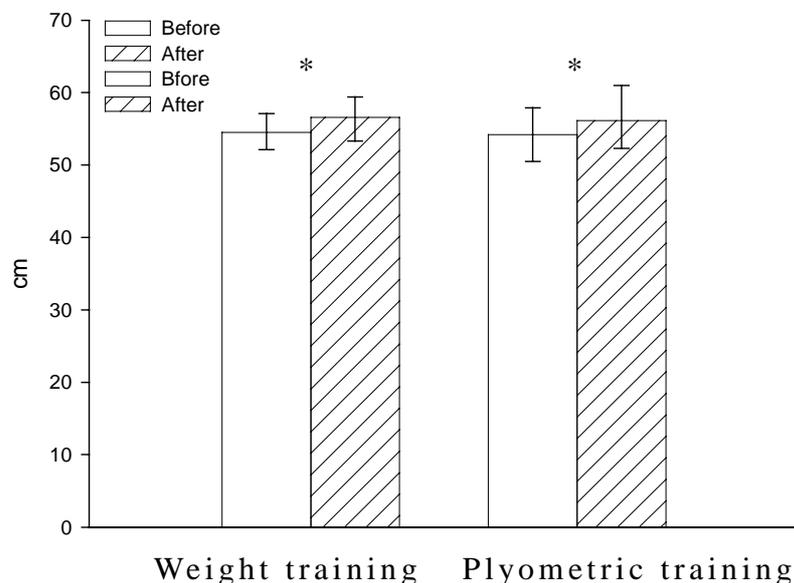


圖 12 不同訓練對連續二次垂直跳中第一跳之影響

(* $P < .05$)

第二節 不同訓練對連續二次垂直跳中第二跳之影響

增強式訓練組於後測之第二跳平均值為 $55.68 \pm 2.28\text{cm}$ ，最大值為 59.5cm ；重量訓練組第二跳之平均值與最大值分別為 55.61 ± 2.68 ， 61cm (表 10)。增強式訓練組之前測與後測差異為 2.7cm ，其最大值為 7.1cm ；重量訓練組於後測增進 0.54cm ，最大值在 2cm 。兩組訓練方式之前測與後測比較增強式訓練呈現顯著差異($P < .05$)，重量訓練未達顯著($P > .05$)，而兩組之間達顯著差異($P < .05$)，如圖 13。

表 10 重量訓練與增強式訓練對連續二次垂直跳中第二跳影響

第二跳 (cm)	weight training		plyometric training	
	前測	後測	前測	後測
M±SD	55.07 ± 2.74	55.61 ± 2.68	52.98 ± 1.96	$55.68 \pm 2.28^*$
Max	60	61	55.9	59.5
Min	52	53	50.5	52.9

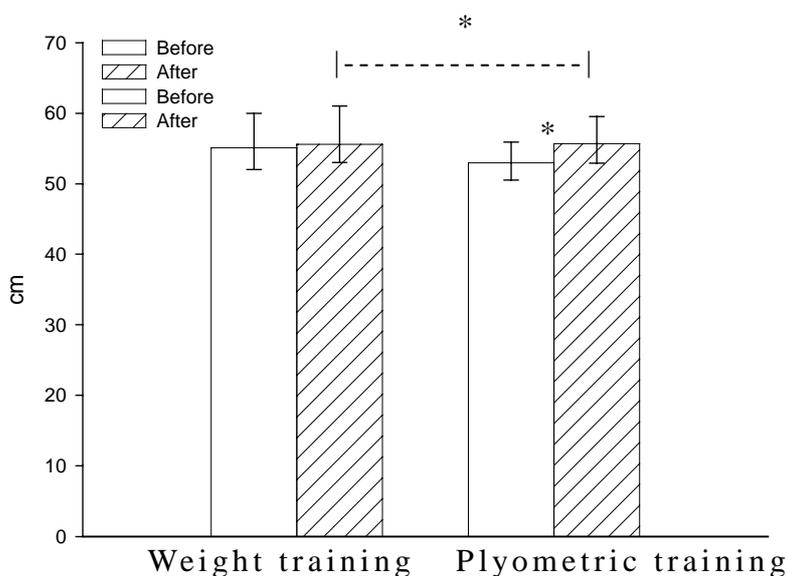


圖 13 不同訓練對連續二次垂直跳中第二跳之影響

(* $P < .05$)

第三節 不同訓練對連續二次垂直跳中牽張縮短循環 (SSC)之影響

增強式訓練組於後測之牽張縮短循環 (SSC) 平均值為 $0.437 \pm 0.073 \text{sec}$ ，最小值為 0.35sec ；重量訓練組牽張縮短循環 (SSC) 之平均值與最小值分別為 0.549 ± 0.039 ， 0.48sec (表 11)。增強式訓練組之前測與後測差異縮短 0.125sec ，其最佳值為縮短 0.272sec ；重量訓練組於後測縮短 0.059sec ，最佳值為縮短 0.128sec 。兩組訓練方式之前測與後測比較，增強式訓練組呈現顯著差異 ($P < .05$)，重量訓練未達顯著 ($P > .05$)，而兩組之間達顯著差異 ($P < .05$)，如圖 14。

表 11 重量訓練與增強式訓練對牽張縮短循環 (SSC) 的影響：

SSC (sec)	weight training		plyometric training	
	前測	後測	前測	後測
M \pm SD	0.549 ± 0.058	0.549 ± 0.039	0.562 ± 0.056	$0.437 \pm 0.073^*$
Max	0.608	0.592	0.64	0.544
Min	0.44	0.48	0.464	0.35

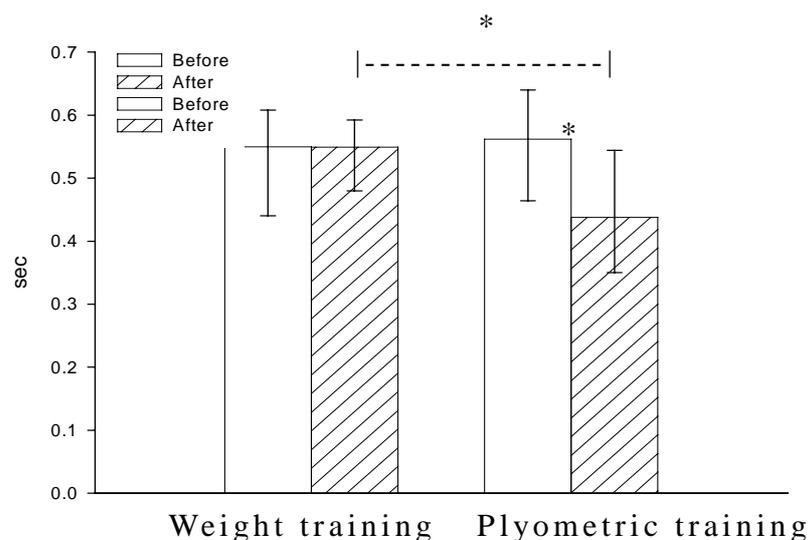


圖 14 不同訓練對連續二次垂直跳中牽張縮短循環之影響

(* $P < .05$)

第四節 不同訓練對木箱落下垂直跳之影響

增強式訓練組於後測之木箱落地垂直跳平均值為 57.47 ± 1.59 cm，最大值為 59.5cm；重量訓練組第二跳之平均值與最大值分別為 56.46 ± 1.96 ，60cm(表 12)。增強式訓練組之前測與後測差異 2.86cm，其最大值為 7.7cm；重量訓練組於後測增進 0.2cm，最大值在 0.7cm。兩組訓練方式之前測與後測比較增強式訓練組呈現顯著差異 ($P < .05$)，重量訓練組未達顯著 ($P > .05$)，而兩組之間達顯著差異 ($P < .05$)，如圖 15。

表 12 重量訓練與增強式訓練對木箱落下垂直跳的影響：

木箱垂直跳 (cm)	weight training		plyometric training	
	前測	後測	前測	後測
M±SD	56.26 ± 1.97	56.46 ± 1.96	54.61 ± 2.35	$57.47 \pm 1.59^*$
Max	59.6	60	58.4	59.5
Min	54.3	54.9	51.2	55

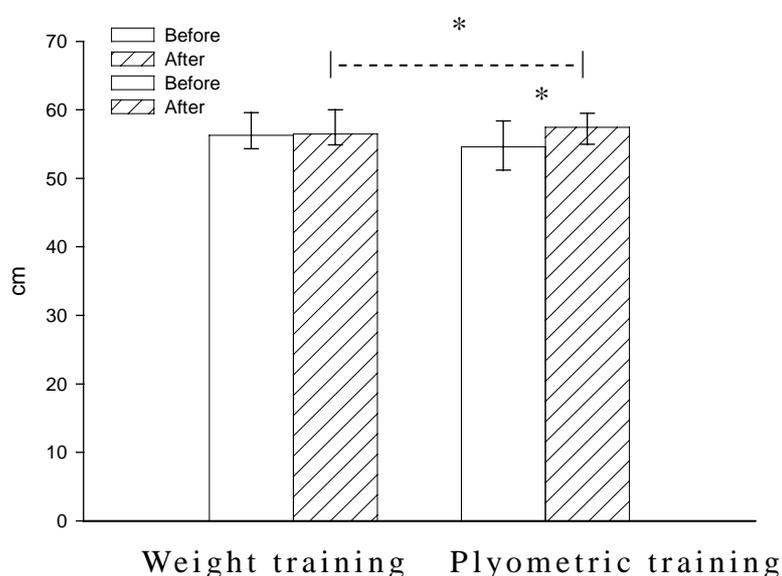


圖 15 不同訓練對木箱落下垂直跳之影響

(* $P < .05$)

第五節 不同訓練對木箱落下牽張縮短循環之影響

增強式訓練組於後測之木箱落下牽張縮短循環(SSC)時間，平均值為 $0.417 \pm 0.039 \text{ sec}$ ，最小值為 0.35 sec ；重量訓練組牽張縮短循環(SSC)之平均值與最小值分別為 0.532 ± 0.031 ， 0.48 sec (表 13)。增強式訓練組之前測與後測縮短了 0.114 sec ，其最佳值為縮短 0.224 sec ；重量訓練組於後測增加 0.001 sec ，其中一名受試者最佳值縮短 0.02 sec 。兩組訓練方式之前測與後測比較，增強式訓練組呈現顯著差異 ($P < .05$)，重量訓練組未達顯著 ($P > .05$)，而兩組之間達顯著差異 ($P < .05$)，如圖 16。

表 13 重量訓練與增強式訓練對木箱落下偶聯時間的影響：

木箱偶聯時間 (sec)	weight training		plyometric training	
	前測	後測	前測	後測
M±SD	0.531 ± 0.033	0.532 ± 0.031	0.531 ± 0.054	$0.417 \pm 0.039^*$
Max	0.57	0.57	0.64	0.46
Min	0.48	0.48	0.48	0.35

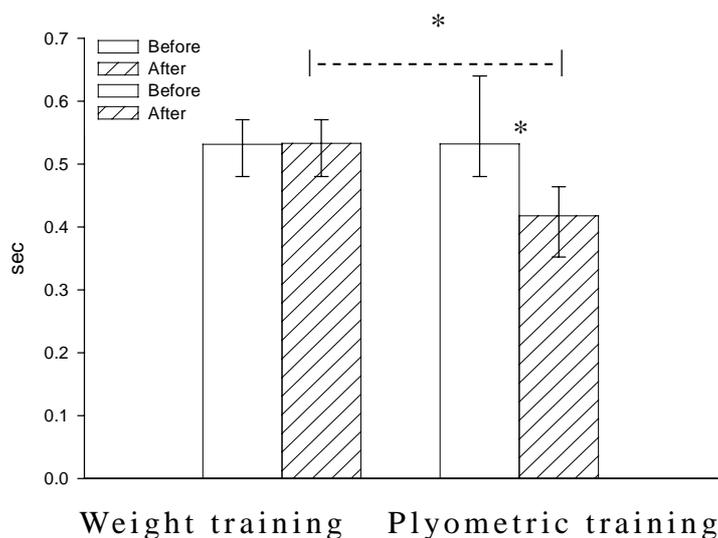


圖 16 不同訓練對木箱落下牽張縮短循環之影響

(* $P < .05$)

第五章 討論

籃球是一項團隊運動，動作型態屬於非循環運動，所謂非循環意指：進行的動作皆處於連續且多變化的狀態。由於籃球比賽規則不斷的進行修訂，以至於現今籃球場上不論是進攻或防守都在一種高速度、高強度的狀態下進行，因此要如何使選手在技術與體能上達到最佳的表現將成為現今籃球教練的一個重要課題。我們了解技術的展現建立在優異的基礎體能及專項體能之上，且因不同項目有不同的專項體能，而籃球項目中連續二次垂直跳與牽張縮短循環(SSC)皆為重要的專項能力，所以本研究將探討經過五週增強式訓練與重量訓練後，這兩項能力是否有顯著的進步。當須進一步討論不同訓練對連續二次垂直跳與牽張縮短循環(SSC)的影響時，就必須了解影響彈跳能力的生理因素以及增強式訓練與重量訓練的原理與機轉 Schmidtbleicher (1999)為肌力訓練提供生理學基礎；研究顯示，高強度的肌力訓練，可增進快速運動員較大的神經支配活動之能力，這些能力表現在以下幾個方面：

- (一)更快速的募集運動單位
- (二)增進運動員的激活速率
- (三)運動神經元釋放更趨同時性(synchronized)
- (四)肌群間協調能力(intermuscular coordination)的改善
- (五)單一肌肉的興奮(excitatory)與抑制(inhibitory)作用機轉的改善

第一節 不同訓練對連續二次垂直跳中第一跳能力之影響

根據研究結果指出經過增強式訓練與重量訓練，第一跳平均進步分別為 2.01、2.08cm，兩組訓練方式對第一跳皆達到顯著的訓練效果，Adams et al.(1992)的研究也顯示，經過六週訓練，增強式訓練組於訓練後，單一垂直跳增進了 3.3cm，重量訓練組則進步 3.3cm，本實驗印證大部份單一垂直彈跳文獻，原因為增強式訓練增加了肌肉單位的激活速率，以及改善了單一肌肉的興奮(excitatory)與抑制(inhibitory)作用機轉，重量訓練組所安排最大力量訓練，強化了下肢肌肉最大力量，改善肌群間協調能力(intermuscular coordination)，進而影響單一垂直跳的能力。單一垂直跳的能力屬於基礎運動能力的展現，所呈現為單次能力最佳的高度，其中不包括過程中的彈跳速度，因為爭搶籃板球、快速上籃或急停跳投，皆須在對手防備不及的情況下先發制人，所以除了優異的彈跳高度，彈跳速度也是值得深思與探討的專項能力。

第二節 不同訓練對連續二次垂直跳中第二跳能力之影響

在分析第二跳的數據之後發現，增強式訓練組增進 2.7 cm，最大值為 7.1cm。重量訓練組增進 0.54cm，最大值在 2cm。結果顯示增強式訓練組在第二跳的能力上顯著優於重量訓練組。Komi (1984)認為，當肌肉做離心收縮時，肌肉伸長會像一

個有彈性的物體，串聯的彈性要素(SEC)也隨著被拉長，並提供力量的產生。因此，產生的力量總和=可收縮的組成要素(CC)+串聯的彈性要素(SEC)-此機械作用使伴隨發生的向心收縮力量增加，是利用串聯的彈性要素(SEC)來產生力量。結合離心與向心收縮的組合，一般稱為伸展縮短循環(stretch-shortening cycle)，此過程在最後的動作(向心收縮)時會產生比單純向心收縮大的力量與動力輸出，從連續二次垂直跳肌肉收縮的方式來看，連續二次垂直跳中第二跳，落地後肌肉會先進行離心收縮，隨即快速向心收縮，為動態中完成的運動能力，此種肌肉收縮方式受牽張縮短循環(SSC)所花時間長短而影響，其中包括第一跳落地時肌肉進行離心收縮肌肉產生兩種機轉：牽張反射(Stretch-reflex)效應及彈性能(Mechanical efficiency, ME)儲存，兩個離心收縮的生理機轉能夠在肌肉向心收縮時得到越好的償還，越能有效提升第二跳的能力。

增強式訓練就是以牽張反射SSC機轉所設計的一種訓練方法，訓練過程肌肉皆以先離心隨即向心收縮的方式進行，這與第二跳肌肉收縮方式相同，且此一機制能快速的連結離心神經與向心神經，利用身體本體感受器的刺激，以最短時間內增加運動單位的徵召。第一跳檢測中重量訓練組與增強式訓練組有著相同的訓練效果，第二跳檢測卻全然不同，原因在於重量訓練肌肉皆以單純向心收縮，與增強式訓練中獨特的先離心再向心收縮方式有很大的不同。

第三節 不同訓練對連續二次垂直跳中牽張縮短循環(SSC)之影響

增強式訓練組於訓練後縮短 0.125sec，其最佳值為縮短 0.272Sec，重量訓練組縮短 0.059sec，最佳值為縮短 0.128sec，增強式訓練組的訓練效果顯著優於重量訓練組。Kimo(1984)認為，SSC 可以刺激神經肌肉系統，加速神經反射和減低神經抑制，所以能夠使力量增加，產生較大的爆發力；研究指出 SSC 應是一種獨立的肌肉工作方式，是由牽張反射和彈性能連結肌肉先離心再向心收縮的一種獨特的收縮方式(劉宇等人，1996)。而離心收縮後馬上向心收縮，可以提高向心收縮的力量，並發現 SSC 速度越快，偶聯時間越小時，則肌肉使用彈性能的能力越好，所產生力量所完成的功就越大，其主要原因在小牽張幅度產生較短偶聯時間，使彈性能有效償還，偶聯時間過長時，彈性能轉換為熱能而消失，故彈性能要在向心收縮階段完全被釋放出來有一要素，就是轉換期必須小於 0.5sec，否則彈性能將轉換為熱能而無法被使用(Cavagna,1974)。實驗結果得知增強式訓練組由 0.562sec 縮短為 0.437sec，轉換時間縮短至 0.5sec 內，重量訓練組則保持在 0.549sec 未因訓練而改變，以本實驗結果與牽張縮短循環(SSC)之理論基礎推測，此段時間縮短，為訓練後增強式訓練組第二跳能力顯著優於重量訓練組的重要因素。

第四節 不同訓練對木箱落下垂直跳之影響

實驗設計以全體受試者平均值，設計木箱高度為 55cm 作為控制第一跳高度的實驗工具，檢定受試者於第一跳同質時所呈現的第二跳能力，此設計將可避免受試者間，因第一跳高度的不同，使得落地衝擊力與反作用力之差異，進而影響第二跳能力。結果顯示控制第一跳高度為 55cm 的第二跳測驗中，接受增強式訓練組之前後測差異 2.86cm，其最大值為 7.7cm。重量訓練組於後測增進 0.2cm，最大值在 0.7cm，增強式訓練組顯著優於重量訓練組，且結果與第二節所討論之連續二次垂直跳中的第二跳結果相同。但本節所探討之第二跳能力皆為在相同的第一跳能力下進行檢測，所以更能在控制第一跳的狀態下凸顯肌肉先離心隨即向心收縮的獨特收縮方式，而兩組訓練方式各為不同，增強式訓練設計機轉屬 SSC，動作多屬肌肉離心隨即快速向心收縮的動作模式，我們稱這種落地後肌肉先離心收縮，再快速的向心隨即躍起的肌肉收縮型態，稱為「牽張縮短循環 SSC」(林政東，2004)，此肌肉收縮模式與第二跳收縮方式相同，重量訓練雖增加肌肉最大力量，但肌肉收縮方式屬於單純向心收縮，雖有效提升下肢最大力量，對於 SSC 肌肉先離心再向心收縮的方式並無其訓練效果，重量訓練可以有效的增進肌肉最大力量，但不足以改變動態的運動表現。此兩項訓練肌肉收縮方式的差異，為增強式訓練方式對於提升落地後垂直跳能力顯著優於重量訓練的原因。

第五節 不同訓練對木箱落下牽張縮短循環(SSC)之影響

實驗控制所有參與者第一跳高度，檢測經訓練後牽張縮短循環(SSC)時間是否顯著縮短，在第一跳多相同的條件下，增強式訓練後縮短 0.114sec，其最佳值為縮短 0.224sec，顯著優於重量訓練組於訓練後不減反增 0.001sec。牽張縮短循環(SSC)主要有三個階段：離心收縮期、向心收縮時期以及離心轉換向心收縮間的偶聯時間(coupling time) (Baechle 等人,2000；Komi,1984)，SSC 應視為一種獨立的肌肉工作方式，由牽張反射和彈性能聯結肌肉離心和向心收縮的一種獨特的收縮方式(劉宇等人，1996)，其目的是使最終的運動，向心收縮的階段比單一向心工作更加有效(Komi,1992)，木箱落下後牽張縮短循環(SSC)時間的縮短能有效提升垂直跳高度，以結論中第五節的結果與第四節對照後來討論，在不受第一跳高度影響的狀態下，增強式訓練的牽張縮短循環時間縮短，而其垂直跳高度相對獲得提升，反之重量訓練組因無法縮短其牽張縮短循環之時間，而在垂直彈跳能力上未能獲得顯著的改善。

第六章 結論

本研究主要探討增強式訓練與重量訓練對於連續二次垂直跳能力中第一跳、第二跳高度及從第一跳落地至第二跳離地之牽張縮短循環(SSC)的時間，並以全體受試者第一跳之平均高度，設計出高度為 55cm 的木箱，此木箱的作用在控制參與者能保持第一跳均質的情況，以利分析木箱落下牽張縮短循環(SSC)與木箱落下垂直跳檢測的結果，其結果如下：

- 一、不同訓練對連續二次垂直跳中第一跳之影響，增強式訓練之前測與後測差異為 2.01cm，其最大值為 4.6cm；重量訓練組於後測增進 2.08cm，最大值在 4.8cm，兩組訓練方式之前測與後測比較呈現顯著差異($P < .05$)，而兩組之間則未達顯著差異($P > .05$)
- 二、不同訓練對連續二次垂直跳中第二跳之影響，增強式訓練之前測與後測差異為 2.7cm，其最大值為 7.1cm，重量訓練組於後測增進 0.54cm，最大值在 2cm，兩組訓練方式之前測與後測比較，在增強式訓練呈現顯著差異($< .05$)，重量訓練未達顯著($P > .05$)，而兩組之間達顯著差異($P < .05$)。

- 三、不同訓練對連續二次垂直跳中牽張縮短循環(SSC)之影響，增強式訓練組之前測與後測差異縮短 0.125sec，其最佳值為縮短 0.272sec；重量訓練組於後測縮短 0.059sec，最佳值為縮短 0.128sec。兩組訓練方式之前測與後測比較，增強式訓練呈現顯著差異($P < .05$)，重量訓練未達顯著($P > .05$)，而兩組之間達顯著差異($P < .05$)。
- 四、不同訓練對木箱落下垂直跳之影響，增強式訓練組之前測與後測差異 2.86cm，其最大值为 7.7cm。重量訓練組於後測增進 0.2cm，最大值在 0.7cm。兩組訓練方式之前測與後測比較，增強式訓練組呈現顯著差異($P < .05$)，重量訓練組未達顯著($P > .05$)，而兩組之間達顯著差異($P < .05$)。
- 五、不同訓練對木箱落下牽張縮短循環之影響，增強式訓練之前測與後測差異縮短為 0.114sec，其最佳值為縮短 0.224sec；重量訓練組於後測增加 0.001sec，其中一名受試者最佳值為縮短 0.02sec。兩組訓練方式之前測與後測比較，增強式訓練呈現顯著差異($P < .05$)，重量訓練未達顯著($P > .05$)，而兩組之間達顯著差異($P < .05$)。

參考文獻

一、 中文部份

于振峰(2002)：論現代籃球對抗技術的訓練。2002，143。

王家宏、于振峰(2000)：籃球。北京：高等教育出版社。

林正常(1990)：重量訓練法；增強式運動。運動科學與訓練-運動教練手冊-增訂版：銀禾文化事業公司。

林正常(1993)：運動科學與訓練。運動教練手冊(增訂二版)。台北縣：銀禾文化事業公司。

林正常(1998)：運動生理學。台北市：師大書苑。

林正常(2001)：運動訓練法。台北市：藝軒圖書出版社。

林正常譯(2003)：運動訓練法。藝軒圖書出版社。

林政東(2004)：運動員肌力訓練。師大書苑。

林裕川(2003)不同形式跳躍訓練探討對垂直跳爆發力與落地衝擊力之影響

林晉利 (2001)：重量訓練的基本認識。2001年重量訓練研習會研討手冊，中華民國體育學會運動生理學研究委員會，桃園縣，國立體育學院，34-45頁。

林貴福、盧淑雲(2000)：認識健康體能。台北：師大書苑有限公司出版。

陳九州(2000)：增強式跳躍訓練與複合訓練對下肢運動能力與速度的影響。科正股份有限公司。

陳九州與鄭鴻文(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頁。

- 孫民治(2001)：**球類運動-籃球**。北京：高等教育出版社。
- 馬鐵、郭小燕、周豐、馬挺 譯。(1990)。**生物運動能力及其提高方法**。運動訓練理論與方法，316—387頁。北京：人民體育出版社。
- 黃榮松 (2001)：**重量訓練理論與實際**。2001年重量訓練研習會研討手冊，中華民國體育學會運動生理學研究委員會，桃園縣：國立體育學院，14-33頁。
- 張博夫(1992)：**運動訓練理論與方法**。台北市：盈泰出版社。
- 溫怡英 (2000)：**比較陳氏肌力增強器不同運動型態之下肢肌電活動**。國立體育學院教練研究所碩士論文。
- 蔣明雄 (1998)：**肌力與肌耐力適能的訓練**。國民體育季刊，第27卷，第2期，58-117頁。
- 蔡豐任與劉宇(1997)：**增強式訓練負荷定量控制效果之研究**。中國文化大學運動教練研究所碩士論文，未出版，台北市。
- 鄭景峰(2002)：**增強式訓練的理論與應用**。中華體育，16(1)，36-45頁。
- 蔚順華(2000)：**肌肉適能**。行政院體育委員會中華民國體育學會，運動訓練法，223-237頁。
- 黎俊彥、林威秀(2000)：**拔河運動的訓練方法**。大專體育，期，125—131頁。
- 劉宇、江界山、陳重佑(1996)：**肌力與肌力診斷的生物力學基礎**。台灣師大體育研究，第2期，151-179頁。
- 劉北湘(1994)：**發展肌肉爆發力的最大動量訓練法研究**。成都體育學院學報，20卷1期，78-85頁。
- 盧英治(2000)：**衝擊式訓練的理論與實際**。大專體育，51，

92-102 頁。

- 謝鐵兔 (1998)：籃球運動項目的時間、空間特徵、供能特點與專項體能訓練。北京體育大學學報，21 卷 3 期，83-84 頁。
- 蘇志雄、袁慧儀。(1996)。肌肉特色。載於陳啟明，運動醫學與科學，135-139 頁。

二、英文部分

- Adams, k., O'Shea, J.P., O'Shea, K.L. and Climstein, M(1992). The effect of six weeks of squat, *plyometric and Squat Sports Science Research*, 6(1), 36-41.
- Albert, M. (1991). *Eccentric muscle training in sports and orthopaedics*. New York : Churchill livingstone.
- 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.
- Allerheiligen, B. and R. R. Rogers. (1995). *Plyometrics program design, Part 1 and 2*. *Strength and Conditioning*. ,26-31, 33-39.
- Allerheligan, 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., & Earle, R. (2000). *Essentials of strength training and conditioning* (2nd ed., pp.427-470). Champaign IL : Human Kinetics Publishers.
- Bobbert, M.F. (1990). *Drop jumping as a training method for jumping ability*. *Sports Medicine*, 9, 7-22.
- Bosco, C., Komi, P. V., & Ito, A. (1981). *Prestretch potentiation of human skeletal muscle during ballistic movement*. *Acta Physiologica Scandinavica*, 111, 135-140.
- Bosco C., Luhtanen, P. and Komi P.V. (1983). A simple method for measurement of mechanical power in jumping. *European Journal of Applied Physiology*, 50, 573-282.
- 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.
- Cavagna, G. A., and Citterio, G., (1974). *Effect of stretching on the elastic characteristics and the contractile component of frog striated muscle*. *Journal of Physiology (London)* . 239, 1-14.
- Chu, D. (1983). Plyometrics: The link between strength and speed. *National Strength and Conditioning Association*, 5, 20-21.
- Chu, D. A., and L. Plummer. (1984). The language of plyometrics. *National Strength and Conditioning Association Journal*. 6(5), 30-31.

- Chu, D. A. (1992). *Periodization: Theory and methodology of training* (4th ed., pp.339-340). Champaign IL: Human Kinetics Publishers.
- Chu, D.A. (1992). *Jumping Into Plyometrics*. Champaign, Ill.: Leisure Press.
- Chu, D.A. (1996). *Explosive Power and Strength: complex training for maximum results*. Champaign, Ill.: Human Kinetics Publishers.
- Cluteh, D., M. Wilton, C. MCGOWN, and G.R. Bryce. (1983). *The Effect of depth jumps and weight training on leg strength and vertical jump*. Research Quarterly For Exercise And Sport. 54(1),5-10.
- Costello , F. (1986) . Roundtable : Practical considerations for utilizing plyometric. *National Strength and Conditioning Association* , 8 (3) , 14-22
- Durck, C. (1986). *Squat and power clean relationships to sprint training*. National Strength and Conditioning Association Journal. 8(6). 40-41.
- Ebben, W.P., & Watts, P.B. (1998). *A review of combined weight training and plyometric training modes: complex training*. Strength and Conditioning, October, 18-27.
- Gleddie, N. and Marshall, D. (1996). *Plyometric training for basketball*. Strength and Conditioning, 18(6), 20-25.
- Gollhofer, A. (1987). *Komponenten der Schnellkraftleistung im Dehnungs-Verkuerzungs-Zyklus (Components of Power in Stretch-Shortening Cycle)*. Sport Fitness Trainong.

- Henson, P.(1994).*Plyometric training*. Track and Field Quarterly Review. 94(4), 53-55.
- Hettinger T., and Muler.(1953). *Muskelleistung and Muskeltraaining*. Arbeitsphysiologie 15: pp.111-126.
- Hollmann, W., & Hettinger, T. (1990).*Sportmedizin: Arbeits-und Trainings Grundlagen*. Stuttgart:Schattauer.
- Knuttgen, H. G. & Komi, P. V. (1992). *Basic Definitions for Exercise*. In :P. V. Komi (Eds.):Strength and Power in Sport (pp.3-6). Oxford Blackwell Scientific Publications.
- Komi, P. V.(1992). *Physiological and biomechanical correlaties of muscle function:Effects of muscle structure and stretch-shortening cycle on force and speed*. Exercise and Sport Sciences Reviews, 12, 81-121.
- Komi, P. V., (1984). Physiological and biomechanical correlates of muscle function :*Effects of muscle structure andd stretch-shortening cycle on force and speed. Exercise and Science Reviews*. 12, 81-121.
- Komi., P.V.(1984). *Physiological and biomechanical correlates of muscle function: Effect of muscle structure and stretch-shortening cycle on force and speed*. In Terjung, R.L., (ed), *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 12, 81-121. The Collamore Press:Indianapolis, U.S.A.
- Komi, P. V., & Gollfer, A. (1997). *Stretch reflexs can have an important role in force enhancement during SSC exercise*. Journal of Applied Biomechanics, 13(4), 451-460.

- 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.
- Lundin, P. (1985) . A review of plyometric training. *National Strength Coaches Association Journal*,7(9) ,69-74.
- MacDougall, J. D. (1992). *Hypertrophy or hyperplasia*. In P. V. Komi, (Ed). *Strength and power in sport* (pp.230-238), English, Oxford: *Blackwell Scientific Publications*.
- Mager, J.(1998).plyometrica. *Track and Field Coaches Review*, 98(4),12-14.
- Matavulj, D., Kukolj, M., Ugarkovic, D., Tihanyi, J. and Jaric, S.(2001). *Effects of plyometric training on jumping performance in junior basketball players*. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 41(2), 159-164.
- Norman, R. W.,& Komi, P. V..(1979). *Electromyographic delay in skeletal muscle under normal movement conditions*. *Acta Physiologica Scandinavica*, 106, 241-248.
- Neumann.G.(1991). *Zur Leistung stru Ktur der Kurz-und Mittelzeitausdauer-Sportarten aus sportmedizinischer Sicht.Leistungssport*. 21.S.29-31.
- Pauletto, B. (1991). *Strength training for coaches*. *Strength*

- training principles. Leisure Press. 49-57.
- Prentice, W.E. (2001). *Get Fit Stay Fit* (2th ed.). New York : The McGraw-Hill Companies.
- Radcliffe, J.C. (1985). *A power perspective. Strength and Conditioning Champaign-I11* , 16(5), 46-47.
- Sale, D. G. (1986). *Neural adaptation in strength and power training*. In Jones, N. L., McCartney, N. & McComas, A. J. (Eds.), *Human Muscle Power*. Illinois : Human Kinetics Publishers.
- Stone, M. H. (1982). *Considerations in gaining a strength-power training effect*. National Strength and Conditioning Association Journal. 15(3), 7-15.
- Stone, M. H. (1988). *Considerations in gaining a strength-power training effect*. National Strength and Conditioning Association Journal, 4, 22-24.
- Schmidtbleicher, D., & Haralambie, G. (1981). *Changes in contractile Properties of muscle after strength training in man*. European Journal of Applied Physiology, 46, 221-229.
- Schmidtbleicher, D. & Buehrle, M., (1987). *Neuronal adaptations and increase of cross-sectional area studying different strength training methods*. In G, Johnson (Ed.) *Biomechanics X-B, 6-B*, (pp.615-620). Champaign, IL: Human Kinetics Publishers.
- Schmidtbleicher, D. (1999). *Stretch-shortening-cycle of neuromuscular system: From research to the practice of*

- training*. 1999 International coaching symposium (p.187-201). 中國文化大學運動教練研究所。
- Steben R. and Steben A.(1981). *The validity of the stretch shortening cycle in selected jumping events*. Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, 21, 28-37.
- Terjung,R.L.,(ed),*Exercise and sport Sciences Reviews*,12, 81-121.The CollamorePress:Indianapolis, U.S.A.
- Timmons, S. A.(1996). Increase vertical jump: a comparison between two training programs. *International Inst Sport & Human Performance, University of Oregon*.
- Verkhoshansky, Y.V. and Lazarev., V.V.(1989). Principles of planning speed and strength/speed endurance training in sports. *Journal of National Strength and Conditioning*, 11(2), 58-61.



附錄一 受試者同意書

本人經研究者詳細解說，確實瞭解研究內容及步驟，同意參與研究，並接受一切必須的各項檢測。

研究名稱：

研究者：國立體育學院 --- 教練研究所 李伯倫

受試者： 簽名 日期： 年 月 日

由於您的參與，使本研究得以順利完成，期望能對運動訓練科學領域有所貢獻。以發展利用輔助訓練器材來設計出一套適合高中籃球選手連續二次垂直跳訓練用。

再一次感謝您的參與

附錄二 受試者健康資料調查表

學校： 填表日期： 年 月 日
姓名： 出生年月日： 年 月 日
身高： 體重：
住址：
緊急聯絡人： 電話：
(請在適合之內打 v)

1. 您認為現在的體能狀況如何？

(1) 極佳 (2) 很好 (3) 普通 (4) 稍差 (5) 極差



曾有但已痊癒
未治療
治療中
無

2 您現在有或曾有下列病症嗎？

- (1) 先天性心臟病
- (2) 心臟病
- (3) 心律不整
- (4) 癌症
- (5) 殘障
- (6) 骨骼疾病
- (7) 運動官能障礙
- (8) 甲狀腺疾病
- (9) 精神異常

(10) 癩癩症

(11) 腦部病變

(12) 肌肉嚴重發炎

(13) 身體部位急性發炎

(14) 胰臟疾病

(15) 高血壓

(16) 糖尿病

(17) 肝病

(18) 胰臟炎

(19) 胃、十二指腸、小腸潰瘍

(20) 結腸炎或直腸炎

(21) 關節炎(痛風、風濕症)

(22) 氣喘病(支氣管炎)

(23) 肺病(肺結核、肺水腫)

(24) 腎臟疾病

(25) 皮膚病

(26) 貧血或其他血液疾病

(27) 尿道炎

(28) 其他：請說明
