

國立臺灣體育運動大學
National Taiwan University of
Physical Education and Sport
體育研究所碩士學位論文

六週振動訓練對國小籃球選手
爆發力與柔軟度的影響

The Effect of Six-weeks Vibration Training on
Power and Flexibility of Basketball Players at
Elementary School



研 究 生：洪俊豪 撰

指 導 教 授：高明峰 博士

中 華 民 國 101 年 8 月

六週振動訓練對國小籃球選手爆發力與柔軟度的影響

摘要

目的：本研究目的在探討六週振動訓練對國小籃球選手爆發力與柔軟度的影響。方法：以臺中市樹義國小五、六年級籃球選手共 24 名為研究對象（平均年齡 12.13 ± 0.74 歲；身高 149.28 ± 9.80 公分；體重 44.25 ± 10.41 公斤）。分組採隨機分組，平均分派至實驗組（接受六週振動訓練）與控制組各 12 人。實驗組每週進行三次振動訓練，振頻 50Hz、每次持續 1 分鐘後休息 1 分鐘、重複 4 次、振動型式為間接刺激法，比較六週振動訓練前、中、後實驗組與控制組爆發力與柔軟度的差異。結果：經獨立樣本 T 考驗兩組在六週振動訓練後，對爆發力與柔軟度的影響，顯示實驗組接受六週振動訓練後，爆發力與控制組未達顯著差異；柔軟度與控制組達顯著差異 ($p < .05$)。結論：六週振動訓練介入國小籃球選手訓練，能有效的提升國小籃球選手的柔軟度，但是對爆發力則無顯著的提升。

關鍵詞：振動訓練、爆發力、柔軟度

The Effect of Six-weeks Vibration Training on Power and Flexibility of Basketball Players at Elementary School

Abstract

Purpose : The purpose of this research was to study the effect of six-weeks vibration training on power and flexibility of basketball players at elementary school. Method : The basketball players are from Shu-I elementary school in Taichung City. They are in their fifth or sixth year. We have twenty-four basketball players, the average age is 12.13, the average height 149.28cm and the average weight 44.25kg. The grouping adopted random packet, twelve of the players are assigned to the experimental group (accept six-weeks vibration training) and the other twelve of them to the control group. The experimental group accepts vibration training three times every week, vibration frequency 50 Hz, the duration one minute, one-minute break between trainings (repeating four times), indirect stimulus for vibration pattern. We can compare the difference of power and flexibility between them before six-weeks vibration training, during and after. Result : Through the analysis of the effect of six-weeks vibration training on power and flexibility, it shows that the power of the experimental group after six-weeks vibration training is not better than the control

group, but the flexibility of the experimental group after six-weeks vibration training is better than the control group ($p < .05$). Conclusion: To intervene six-weeks vibration training for the basketball players at elementary school can not improve their power, but can improve their flexibility effectively.

Keywords : vibration training, power, flexibility

目錄

摘要.....	I
英文摘要.....	II
目錄.....	IV
表目錄.....	V
圖目錄.....	VI
第一章 緒論.....	1
第一節 研究背景與動機.....	1
第二節 研究目的.....	2
第三節 研究範圍與限制.....	2
第四節 名詞解釋與操作性定義.....	3
第二章 文獻探討.....	4
第一節 振動訓練理論基礎.....	4
第二節 振動訓練對爆發力的影響.....	8
第三節 振動訓練對柔軟度的影響.....	13
第四節 本章文獻總結.....	18
第三章 研究方法與步驟.....	19
第一節 研究架構.....	19
第二節 研究對象.....	22
第三節 研究時間與地點.....	22
第四節 測驗方法及儀器.....	22
第五節 資料處理與分析.....	26
第四章 研究結果.....	28
第一節 研究對象之基本資料.....	28
第二節 六週振動訓練對爆發力的影響.....	28

第三節 六週振動訓練對柔軟度的影響.....	31
第五章 討論.....	35
第一節 不同訓練時期的爆發力變化.....	35
第二節 不同訓練時期的柔軟度變化.....	36
第三節 本章總結.....	36
第六章 結論與建議.....	37
第一節 結論.....	37
第二節 建議.....	37
參考文獻.....	39

表目錄

表 3-1	資料收集	26
表 4-1	研究對象之基本資料.....	28
表 4-2	六週振動訓練爆發力實驗結果資料表.....	29
表 4-3	六週振動訓練前爆發力差異比較.....	29
表 4-4	六週振動訓練中爆發力差異比較.....	30
表 4-5	六週振動訓練後爆發力差異比較.....	30
表 4-6	實驗組爆發力單因子變異數分析摘要表.....	31
表 4-7	控制組爆發力單因子變異數分析摘要表.....	31
表 4-8	六週振動訓練柔軟度實驗結果資料表.....	32
表 4-9	六週振動訓練前柔軟度差異比較.....	32
表 4-10	六週振動訓練中柔軟度差異比較.....	33
表 4-11	六週振動訓練後柔軟度差異比較.....	33
表 4-12	實驗組柔軟度單因子變異數分析摘要表.....	34
表 4-13	控制組柔軟度單因子變異數分析摘要表.....	34

圖目錄

圖 3-1	研究架構圖	20
圖 3-2	實驗流程圖	21
圖 3-3	爆發力測量	23
圖 3-4	柔軟度測量.....	24
圖 3-5	箭頭型坐姿體前彎測定器	24
圖 3-6	指推器	25
圖 3-7	振動刺激訓練機	25

六週振動訓練對國小籃球選手爆發力與柔軟度的影響

第一章 緒論

第一節 研究背景與動機

體育活動是一種追求力與美的表現，而現今的競技運動是追求更快、更高的極限能力，為了有更卓越的運動成績表現就必須有紮實的競技體適能、精湛的運動技術及成熟穩定的心理素質。競技體適能包含了肌力、爆發力、敏捷性、速度、平衡及反應能力，其中爆發力、速度是體育競賽中致勝的關鍵，也是體能訓練中重要的一環。

柔軟度好的人活動自如、體態優美，柔軟度不好的人關節活動範圍會受到限制。具有比較良好的柔軟度，可以使我們運動時更有效率，在運動過程中，避免運動傷害的發生。

全身振動訓練（whole-body vibration training, WBVT）是近年來所發展出的神經肌肉訓練方式，起初是應用於減緩太空人在無重力狀態中，骨質密度與肌肉質量的流失，而後隨者科技的普及與商品化的應用，全身振動儀器成功的進入大眾市場。通常要求個體以不同姿勢站立於振動平台上，再由儀器以預先設定的頻率與振幅產生反覆振動，引致局部性或全身性的振動刺激，刺激肌肉的本體感受器，讓骨骼肌產生張力性振動反射（tonic vibration reflex, TVR），進而激活 α 神經元與肌肉收縮，招募更多運動單位的參與數量（王國

慧、潘寶如，2006；Rehn, Lidstrom, Skoglund, & Lindstrom, 2007)。

近十餘年來，全身振動訓練是許多研究者或研究團隊藉由振動訓練儀器作為柔軟度、肌力及爆發力的訓練器材，其訓練效果部分亦被相關的科學研究所證實(洪金昌，2010)。因此，以振動訓練來增進國小籃球選手的爆發力以及柔軟度是可行的，而國小階段正是神經肌肉快速發展的時期，如果能將振動訓練應用在國小籃球選手的訓練上，相信對於爆發力的增強與柔軟度的提昇會有加成的效果。

第二節 研究目的

根據前述的研究背景，本研究探討六週全身振動訓練對國小籃球選手爆發力與柔軟度的影響，其研究目的為：

- 一、探討國小籃球選手經過六週的全身振動訓練之後，對爆發力的影響。
- 二、探討國小籃球選手經過六週的全身振動訓練之後，對柔軟度的影響。
- 三、探討不同訓練時期爆發力與柔軟度的變化差異。

第三節 研究範圍與限制

本研究擬以臺中市南區樹義國民小學籃球隊24名選手為研究對象。

本研究限制如下：

- 一、本研究為實地測試，研究對象的心理狀態與生理狀態無

法完全控制，為本研究之限制。

二、影響選手成績表現之因素相當多元，除了選手個人因素之外，尚有許多因素可能產生影響，例如訓練的環境、氣候因素、時段安排等均可能影響其運動表現。

第四節 名詞解釋與操作性定義

本研究所使用的名詞，就其概念與操作性定義加以解釋如下：

一、爆發力 (power)：

爆發力是眾多力量表現的一種，是指單位時間內肌肉增加力量的比例。在單位時間內，肌肉所增加的力量越多，爆發力越強。本研究以立定跳遠之成績代表爆發力，單位為公分，計算到小數點第一位。

二、柔軟度 (flexibility)：

柔軟度指單一關節或一連續關節的活動範圍 (range of motion, ROM)，或指在關節生理限制內，伸展肌肉和肌腱的能力。本研究以坐姿體前彎之成績代表柔軟度，單位為公分，計算到個位。

第二章 文獻探討

本章共分四節進行相關文獻探討，第一節為振動訓練理論基礎；第二節為振動訓練對爆發力的影響；第三節為振動訓練對柔軟度的影響；第四節為本章文獻總結。

第一節 振動訓練理論基礎

一、振動訓練的起源與發展

振動 (Vibration) 是指物體之振盪運動 (Oscillatory motion)，舉凡具有質量與彈性的物體都有振動的能力，因此大部分的結構、工程機械以及人體都會產生振動。

隨著工業革命的成功，科技日新月異、日趨發達，許多電動設備被廣泛的開發與運用，例如：電鑽、各種運輸工具...等，當人們以雙手握住電鑽工作時，電鑽所產生的振動會傳遞至全身；乘坐於行駛中的火車時，亦可以感受到微小的全身性的振動。這些振動刺激人體的肌肉與神經系統，在許多運動項目也有相同的振動刺激 (vibration stimulus) 現象，例如：籃球、足球、排球、滑雪、衝浪、騎馬...等，也會對從事各種運動項目的人們產生影響。

早期學者發現長期駕坐馬背的馬伕，與需手持振動機具之敲打工人，會因為持續反覆的刺激而產生下背痛等慢性骨骼肌肉傷害；而後相關研究也發現藉由適當的振動刺激，能有效的改善疼痛、痙攣及癱瘓患者的肌肉收縮活動，振動刺激開始運用於人體傷害復健及物理治療上 (Mester, Spitzen, Schwarzer, & Seifriz, 1999)；俄國學者 Nazarov 和 Spivak 更

進一步嘗試將振動刺激與阻力訓練相結合並運用於運動員的訓練上，結果發現可以有效的增進運動員的靈活度與力量，此種形式的訓練便被稱為「振動訓練或運動 (vibration training or exercise)」。

振動訓練依其發展的先後可分為局部振動、不規則下半身振動、二維空間振動以及全身垂直律動。局部振動如按摩棒、按摩椅等，以局部振動達成局部的運動效果。不規則下半身振動如氣血循環機，以高頻率、高速螺旋的方式帶動、刺激腳底反射區。二維空間振動如凸輪式、蹺蹺板式全身律動機，左右兩端交替上下振動，由身體左右兩側肌肉交替輪流接受振動刺激，在交替過程中就形成了動態平台。全身垂直律動如有氧律動機，運用上下垂直律動原理來進行運動，並依各頻率配合不同律動幅度即可達到身體任何部位的律動。

目前振動型式 (vibration type) 可分為局部振動和全身振動兩種 (胡國興、吳慧君、張瀨文、鄭維伶，2006)。兩種型式造成的訓練效果不同，局部振動因為刺激的傳導距離較近，減弱的程度較小，對目標肌群的效果較好；而全身振動則可以刺激較多肌群，效果比局部振動更加全面。局部振動，是透過手握或是橡皮帶的方式將振動器直接固定在肌腹或肌腱的位置上，屬於直接刺激法；全身振動則是將振動器放置於欲訓練肌群的遠端，藉由身體將振動刺激傳遞到欲訓練之肌群上，屬於間接刺激法，目前市售的振動訓練器材則多屬此類 (鄭景峰，2005)，使用者能夠以不同的姿勢 (站立、半蹲、全蹲或輕跳) 在能夠產生垂直振動的平台，藉由機械振動的刺激，產生全身性振動訓練，以達到刺激肌肉與神

經系統的效果。

全身振動訓練是近年來所發展出的神經肌肉訓練方式，起初是應用於減緩太空人在無重力狀態中，骨質密度與肌肉質量的流失，而後隨者科技的普及與商品化的應用，全身振動儀器成功的進入大眾市場。此訓練通常是要求個體以不同姿勢站立於堅固平台上，再由儀器以預先設定的頻率與振幅，來產生正弦曲線（sinusoidal）的反覆振動，引致局部性或全身性的振動刺激，刺激肌肉的本體感受器，讓骨骼肌產生張力性振動反射，進而激活 α 神經元與肌肉收縮，招募更多運動單位的參與數量，提升肌力、爆發力及平衡的訓練效果（王國慧、潘寶如，2006；Rehn, Lidstrom, Skoglund, & Lindstrom, 2007）。

二、振動訓練的機制

人體的結構分工十分精緻，各系統間職司不同的作用與功能，各司其職，其中神經系統的控制作用非常錯綜複雜，它同時接收不同感覺受器（sensor receptors）的眾多訊息並加以整合處理，然後透過運動器官（motor effectors）執行反應，最重要的功能在於保護身體不受外來刺激的衝擊，維持體內功能的穩定，並完成生活所需之身體活動。其中與振動刺激有關的人體感受器有兩類：1.人體皮膚及深部組織中不同的機械觸覺感受器，如巴齊尼氏小體（Pacinian corpuscles）、游離神經末梢（free nerve endings）、梅斯納氏小體（Meissner's Corpuscle）、牟克爾氏神經末梢盤（Merkel's

discs) 等，其功能是提供中樞神經系統人體周遭的感覺訊號；2.肌肉骨骼系統中特化組織，如肌梭 (muscle spindle) 及高爾氏肌腱 (Golgi Tendon organs)，提供有關肌肉長度及長度變化速率，與肌肉張力等相關訊息 (賴亮全，1998)。

振動訓練能提升運動能力，是安全又可量化的訓練方式 (孫正諺，2008；莊廷玉、高英傑與李來發，2007；鄭景峰，2005)。振動訓練是一種利用機械來引起肌腱或肌腹產生非自主性收縮，增強神經中樞功能，激發更多肌纖維參與運動，進而增加運動單位的徵召。其概念源自於張力性振動反射，生理機制與增強式訓練法中的牽張縮短循環 (stretch-shortening cycle, SSC) 有異曲同工之妙，都是利用肌肉伸張時儲存彈性能，引發牽張反射，在最短時間促進肌肉的運動單位徵召，產生最大收縮力量，來達到訓練的目的並提升運動表現 (Warman, Humphries, & Purton, 2002)。

當肌肉中的本體感受器受到刺激，肌梭會因刺激而產生強烈的興奮訊號，透過 Ia 感覺神經纖維，以最快的時間將訊號傳送到脊髓的 α 運動神經纖維，再傳送至骨骼肌纖維，引起肌肉非自主反射性收縮，被活化的肌梭透過單突觸或多突觸路徑招募更多運動單元 (Falempin & In-Albon, 1999)。此外，Ross, Leveritt, & Riek (2001) 的研究也指出，透過振動訓練的快速反覆刺激，可促使 Ia 感覺神經纖維釋放出更多神經傳遞物質，進一步增加神經突觸的傳導效率。

人體及其各種組織與器官都有其自身的共振頻率，人體能感知的振動頻率範圍為 1-1000Hz，而人體對 1-80 Hz 的頻率反應特別敏感，主要因為是人體各組織的共振頻率都集中在此範圍內，人站立時對 4-8 Hz 的振動最為敏感，躺臥時則

對1-2Hz 的振動較為敏感（董霜、朱元清，2004）。當物體受到外力的干擾時，會因為慣性而產生抵抗，當外力干擾的頻率與物體的自然頻率接近時，物體便不再對外力產生對抗，轉而與外力和諧地同步運作，此現象稱為共振。如眼球的共振頻率為20Hz，內臟器官與脊椎的共振頻率為8Hz，頭部的共振頻率為18Hz，全身的共振頻率為5Hz，肌肉的共振頻率約為15Hz，各部位各有不同的共振頻率。所以在從事振動訓練時，應依頻率、振幅來設定訓練強度（Luo, McNamara, & Moran, 2005）。Mester, Spitzenpfeil, & Yue（2002）則建議在振動訓練時，振動頻率應大於20Hz，以避免振動與身體產生共振對人體造成傷害。

第二節 振動訓練對爆發力的影響

一、爆發力對運動表現的重要性

爆發力是力量與速度的結合，也是體能的基本要素之一。在許多的運動競賽中扮演相當重要的角色，對短時間高強度的運動更是重要，亦是達到優異運動成績的基本要求。例如：籃球的搶籃板球、棒球的揮棒、田徑的起跑、跳與投擲、排球的攻擊、羽球的殺球、拳擊的出拳、柔道的取位施術、游泳的出發和水中的轉身蹬牆動作...等。

爆發力又稱為瞬發力或動力，它包含肌力（力量）和速度（距離/時間），對很多運動來說爆發力都是必要的。Kindall（1992）與Cloeman（2000）的研究指出棒球運動的動作都是非常快速且具爆發性的，是一項需要肌力、速度、爆發力、耐力為基礎的運動。黃憲鐘（2000）則指出在運動競技中，爆

發力扮演相當重要的角色。例如：籃球選手具有較佳的下肢爆發力，在比賽中，較能搶到籃板球。葉志仙、李明憲、朱峯亮（2003）也指出一個棒球投手，擁有很優異的投球技巧，若缺乏良好的肌力及爆發力，則無法發揮他的投球威力，投球表現將大打折扣。呂昭正、吳建龍、郭癸賓（2004）也指出柔道也是一種爆發力型的運動項目，特別是在雙方對峙時如能在最短的瞬間中，發揮最大的動力做破勢動作，進而取位、施術擊敗對手，因此對爆發力的訓練是不可輕忽的。蔡崇濱（2008）指出排球運動的成績表現，相當程度取決於跳得高、跑得快的爆發式跳躍能力，包括扣球、攔網及跳躍發球在內的排球技術動作，都是需要力量的爆發性發揮。李文濤（2008）指出游泳的出發和水中的轉身蹬邊動作均需要腿部的爆發力。雖然出發和轉身在整個游泳成績中所佔時間的比例很小，但隨著競技游泳水平的不斷提升，世界各國游泳水準日益接近，往往是決定比賽勝負的關鍵差距。

籃球運動起源於1981年美國，已有百餘年的歷史，順應籃球運動的演進，球員也必須具備跑、跳、投、擲等基本手腳並用之能力，才能在球場上情發揮。自從規則將籃框的高度訂於3.05公尺高（國際籃球規則中文版，2000）的空中時，其競爭性也由地面延伸至空中，變成一項三度空間的運動。擁有制空權的球隊，因為距離籃框較近，搶得的先機也越多，例如：攻或守的籃板球，贏球的機率也相對提高。因為先天基因的差異、人種的不同，讓亞洲的選手身材普遍劣於歐美選手，所以藉由訓練下肢的肌力，提升選手的彈跳能力，讓自己身材向上延伸，更具競爭力（張慧英、林寶城，2005）。

綜合以上研究可知，爆發力對運動表現確實是相當重要

且影響深遠的，因此，如何安全又有效的提升爆發力是一個重要的課題。

二、振動訓練對爆發力的短期效果

Issurin 和 Tenenbaum (1999) 針對不同層級的運動選手施以頻率 44Hz、振幅 3mm 的振動刺激，比較振動刺激對肌力的影響，研究結果顯示職業運動選手不論在振動刺激時或是振動刺激後的最大肌力表現 (10.4%) 均顯著優於業餘運動員 (7.9%)。

Bosco, Iacovelli, Tsarpela, Cardinale, Bonifazi, & Tihanyi (2000) 以 14 名男性為研究對象，以屈膝 100° 的墊腳尖姿勢，實施振幅 4 mm、頻率 26 Hz 的振動刺激，連續 5 次、每次持續 10s、次與次之間休息 60s，結果顯示在振動刺激之後，實驗參與者的下蹲垂直跳明顯增加 1.4 公分。

Cochrane, & Stannard (2005) 將 18 位女性優秀曲棍球員分為三組 (全身振動刺激組、固定腳踏車訓練組、控制組)，探討全身性振動刺激對手握力、擺臂下蹲垂直跳以及柔軟度的急性效果表現。實驗組以四種不同的姿勢 (站姿、曲膝 120 度、跪姿、弓箭步) 實施 3 次振動頻率為 26Hz、振幅為 3mm 的全身性振動刺激，持續 30s- 60s。結果顯示全身性振動刺激能增強牽張縮短循環的神經活化，增加擺臂下蹲垂直跳的高度。

黃茂穎、相子元 (2005) 以 9 名體育學院田徑隊短跑選手為實驗參與者，探討振動刺激後對淺蹲跳的短期效果與恢復的情形。實驗參與者採屈膝 150 度，分別於第一天施以 30Hz、第二天施以 40Hz 兩種不同頻率的振動刺激，振動刺

激持續 90 秒，並於接受振動刺激後的 1 分鐘、2 分鐘、3 分鐘、4 分鐘，各測量淺蹲跳三次並取平均，研究結果顯示不論是 30Hz 或是 40Hz 的振動訓練，在第 4 分鐘時較前測均有明顯的進步。

然而也有學者的研究出現了不一樣的結果，Delecluse, Roelants, Diels, Koninckx, & Verschueren (2005) 對 20 位 17-30 歲有短跑訓練經驗的運動員進行頻率 35-40Hz，振幅 1.7-2.5mm 的腿部震動訓練並與控制組互相比較，結果顯示不論是在起跑時的初速、加速和衝刺跑速度以及力量的表現上，兩組均無差異 ($p > .05$)。

吳神佑 (2007) 以 18 名健康體育系男性為實驗受試者，探討不同型態的震動刺激對大腿等常縮收肌力的表現，研究結果顯示大腿肌力表現，各組最大拉力值並無法有效的提升，未達顯著差異 ($p > .05$)。

三、振動訓練對爆發力的長期效果

Issurin, Liebermann, & Tenebaum (1994) 將 28 名男運動員分為振動訓練組與傳統訓練組，分別實施持續 3 週，每週 3 次的訓練（振動訓練組的振動刺激頻率為 44Hz、振幅為 3mm）。結果顯示振動訓練組最大等張力量平均增加 49.8%、柔軟度中兩腿分腿距離測驗上，增長了 14.5cm；傳統訓練組最大等張力量平均增加 16%、柔軟度中兩腿分腿距離增長了 4.1cm。

Torvinen, Kanus, Sievanen, Järvinen, Pasanen, Kontulainen, Oja, & Vuori (2002) 比較垂直式全身性振動訓練對於運動表現及平衡的效果，他們將 56 位健康受試者平均

隨機分兩組，實驗組站在振動頻率 25-40Hz、振幅 $\pm 2\text{mm}$ 的振動平面上進行簡易的全身性六項訓練；控制組則在訓練過程中無振動刺激，經過四個月每星期 3-5 次，每次四分鐘的全身訓練，結果證明實驗組在垂直跳的運動表現有顯著進步。

Mahieu, Witvrouw, Van de Voorde, Michilsens, Arbyn, & Van den Broecke (2006) 以 33 位 9-15 歲的競技滑雪青少年選手為研究對象，探討全身性振動訓練與等速阻力訓練。分為全身性振動訓練組與等速阻力訓練組，實施 6 週的訓練，每週 3 次。二組的膝關節肌力及爆發力顯著進步，並且對姿勢的控制都有良好的改善。

Fagnani, Giombini, Cesare, Pigozzi, & Salvo (2006) 以 26 位年齡介於 21-27 歲的年輕女性選手為受試者，包含排球、籃球、田徑與體操等不同運動項目，實施 8 週，每週 3 次的振動訓練，結果實驗組的垂直跳、下肢等速肌力與柔軟度皆顯著提升。

胡金榮 (2006) 針對 20 名青少年田徑隊選手探討振動訓練對步頻的影響，分為實驗組(振動訓練)與控制組(半蹲立訓練)。實驗組實施為期六週，每週三天，每天三組，每組 60 秒，振動頻率為 30Hz、振幅為 8mm 的振動訓練，另一控制組實施六週半蹲肌力訓練。結果顯示實驗組的下肢交換頻率提升，在分段速度、加速度與高速期都有顯著的增強效果。

鄒春蘭 (2008) 以 47 位非體育系男大學生為對象，分為實驗組與控制組，採取站姿實施振動訓練，受試者為避免頭部共振，可自行調整膝關節角度參與訓練。實驗組於振動平台上從事每週三次、每次三組、每組一分鐘、組間休息一分鐘，振動頻率前三週為 35Hz，後二週為 50Hz 的振動訓練。

結果顯示實驗組在垂直跳高、立定跳遠以及三十公尺衝刺的訓練成效皆優於控制組。

蔡佩穎（2009）以20位高中女子籃球員為受試者，探討複合振動組、單一振動組及控制組，三種訓練方法經八週訓練後對速度、敏捷和爆發力之差異。其研究計畫為每週三次，每次三組，實驗組受試者屈膝120°站在振動平台上接受90秒的刺激；複合振動組每次依25Hz、30Hz、35Hz三組不同頻率逐漸增強；單一振動組固定30Hz的單一頻率，控制組維持三組蹲舉重量訓練。結果顯示不同振動頻率刺激對高中女子籃球員的速度、爆發力表現皆有顯著進步。

但是Torvinen, Kanus, Sievanen, Jarvinen, Pasanen, Kontulainen, & Jarvinen（2002a）的研究指出實驗參與者進行震動頻率第1分鐘為25 Hz，隨後每隔1分鐘增加5Hz的頻率，在振幅2 mm的震動平台上震動4分鐘時間，為期2週。結果發現實驗參與者的下肢伸展肌力、垂直跳高度、握力以及衝刺跑都未達到顯著差異。

第三節 振動訓練對柔軟度的影響

一、柔軟度對運動表現的重要性

柔軟度是指人體各關節的活動範圍，影響柔軟度的因素與骨骼、肌肉、肌腱、韌帶、皮膚及其他關節囊有關。提升柔軟度可使肌肉和肌腱的延展性增加並增進活動能力，減少神經肌肉的緊張與降低肌肉骨骼的黏滯性，幫助肌肉放鬆、降低肌肉疲勞程度，而肌肉僵硬或柔軟度不足都是導致骨骼、肌肉受傷的原因，所以良好的柔軟度能預防因關節活動

範圍較小所帶來的運動傷害。

Roland, & Tillaar (2006) 認為肌肉拉傷是一種最常見的運動損傷，因為肌肉或關節的伸展動作範圍受到侷限而導致肌肉在伸張時容易受傷，顯示柔軟度訓練具有相當的重要性。

對於提昇柔軟度最大的限制是伸展時肌肉的疼痛閾值提升，振動刺激對肌肉有顯著的止痛效果 (Lundeberg, Nordemar, & Ottoson, 1984)，此外振動刺激也可以使血流速度加快，使肌肉產生熱，皮膚的血管舒張 (Oliveri, Lynn, & Hong, 1989)，因此振動刺激被認為具有提升柔軟度的效果 (Issurin, 2005)。

二、振動訓練對柔軟度的短期效果

Cardinale, & Lim (2003) 研究不同頻率的全身振動訓練 (頻率分別為 20Hz 與 40Hz) 對運動功能表現，結果發現在低頻率 (20Hz) 的振動下會顯著增加大腿後肌之柔軟度與蹲跳表現。

Sands, McNeal, Stone, Russell, & Jemni (2006) 以 10 位男子體操選手 (平均年齡為 10.1 ± 1.5 歲) 為受試者，用前劈腿 (左腳在前，右腳在後) 的方式對前腳及後腳進行單次與為期四週的振動訓練 (頻率 30Hz、振幅 2mm)，探討振動訓練能否增加柔軟度。研究結果發現單次的振動訓練對兩隻腳的柔軟度均有顯著提升，而四週的振動訓練只有右後腳的柔軟度有顯著增加。

賴仲亮、曾炫諭、王淳厚、高木榮和張特彰 (2011) 以 30 名平均年齡 31.42 ± 6.7 歲的女性為研究對象，在不同的兩天分別接受 5 分鐘的低頻 (20Hz) 以及高頻 (40Hz) 水平式全身振動訓練，振幅固定為 4mm。結果發現低頻組 (20Hz) 的坐姿體前彎從 25.14 ± 9.81 公分變化為 31.44 ± 5.77 公分，顯著增加 25.05% ($P < .05$)。

黃俊華、何維華 (2011) 以 32 名青少年男性橄欖球選手為對象 (平均年齡 13.8 ± 1.70 歲)，分為實驗組 (振動訓練組) 與控制組。實驗組屈膝 100 度，實施振動頻率 32Hz、振幅 1.9mm、持續時間 60s、組間休息 1 分鐘、重覆 3 組的振動刺激，結果顯示振動訓練組在接受單次的振動訓練後，下肢柔軟度與敏捷性成績皆明顯優於控制組。

三、振動訓練對柔軟度的長期效果

Issurin, Liebermann, & Tenenbaum (1994)以 28位男性運動員為研究對象，並隨機分成三組，在訓練過程中介入振動刺激，振動刺激頻率為 44Hz、振幅 $\pm 3\text{mm}$ 。第一組為傳統手臂屈曲肌力訓練及振動刺激下肢柔軟度訓練，第二組為傳統下肢柔軟度訓練及振動刺激手臂屈曲肌力訓練，第三組則為相同運動時間的隨意性身體活動。在接受 3週的訓練之後，研究結果顯示在柔軟度方面，第一組（配合振動刺激訓練）柔軟度進步 14.5公分，第二組（傳統分腿訓練）柔軟度增加 4.1公分，第三組（隨意性身體活動）只進步 2公分。

Sands, Mcheal, Stone, Russell, & Jemni (2006)以 10位男子體操選手（平均年齡為 10.1 ± 1.5 歲）為受試者，用左腳在前、右腳在後的前劈腿方式對前腳及後腳進行單次與為期四週的振動訓練（頻率 30Hz、振幅 2mm）。研究結果發現單次的振動訓練對兩隻腳的柔軟度均有顯著提升，而四週的振動訓練只有右後腳的柔軟度有顯著增加。

Fagnani, Giombini, Cesare, Pigozzi, & Salvo (2006)以 26位排球、籃球、田徑和體操等不同運動項目之女性運動員（年齡 21-27歲）為受試對象，隨機分配為實驗組與控制組，進行為期 8週，每週 3次的全身振動訓練（頻率 35Hz，振幅 4mm），研究結果發現實驗組坐姿體前彎有顯著進步。

Roland 與 Tillaar (2006)認為肌肉拉傷是一種最常見的損傷，因肌肉或關節伸展動作範圍受限而導致肌肉伸張時容易受傷，顯示柔軟度的訓練的重要性。並以 19位體育系學生（12位女性和 7位男性，年齡 21.5 ± 2.0 歲）為研究對象，隨機分派到實驗組或對照組。實驗組以半蹲姿勢膝關節彎曲 90度

進行全身振動訓練（持續四週，每週3次，每次30秒進行6次，頻率28 Hz，振幅10mm）來提升腿部的柔軟度；而控制組先以等長收縮肌力訓練5秒之後，再分別對左、右腿進行3次（每次30秒）的伸展，研究結果顯示實驗組的柔軟度提升30%，控制組的柔軟度提升14%。因此，認為全身振動訓練能增加腿後肌群伸展並改善關節柔軟度。

王依雯(2007)以16位中、小學韻律體操隊女子選手（年齡 11.6 ± 1.7 歲）為研究對象，以前測成績分派至實驗組與控制組各8人，進行四週的訓練。實驗組在伸展訓練時同時用兩台振動儀器（頻率30 Hz、振幅2mm）對左右腳縱向劈腿姿勢實施振動訓練（每次15秒，次間休息5秒，反覆三次後換腳）；而控制組僅以相同姿勢與相同時間進行伸展訓練。研究結果顯示，經過四週的訓練之後，振動訓練對左右腳縱向劈腿的柔軟度達顯著差異。

第四節 本章文獻總結

綜合以上文獻可歸納成以下幾點：

- 一、振動訓練能提升爆發力和柔軟度已經有許多相關研究加以證實，但是訓練方式的組合均有所不同，頻率、振幅和訓練時間均為重要的影響因子，這三個因素的組合甚多，因此目前仍無法歸納出最理想的訓練組合，未來尚待更多的相關研究加以證實。
- 二、人體結構是一個複雜系統，每個部位器官各有不同的共振頻率，為了避免人體在接受振動刺激時產生共振現象，在從事振動訓練時，振動頻率應避免小於20Hz。

第三章 研究方法與步驟

本章的主要目的在敘述本研究之研究對象取樣、研究流程、研究工具以及資料的處理方式等。全章分為五節：第一節研究架構、第二節研究對象、第三節研究時間與地點、第四節實驗儀器與設備、第五節資料收集與處理等五個部份進行說明，其詳細內容如下。

第一節 研究架構

本研究目的在探討六週振動訓練對國小籃球選手爆發力與柔軟度之影響，分析其整體之研究架構如圖 3-1 所示。本研究實驗流程如圖 3-2 所示。

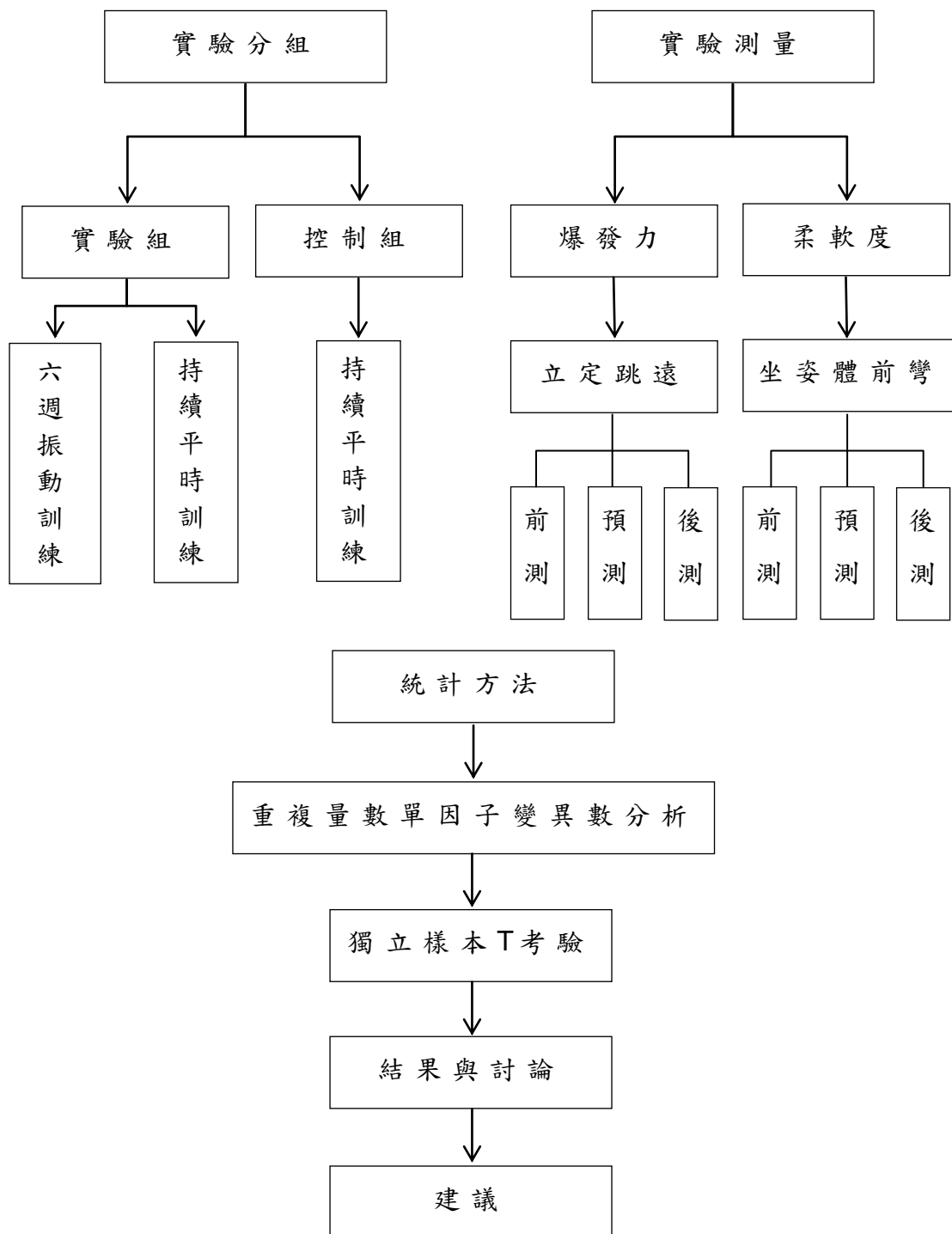


圖 3-1 研究架

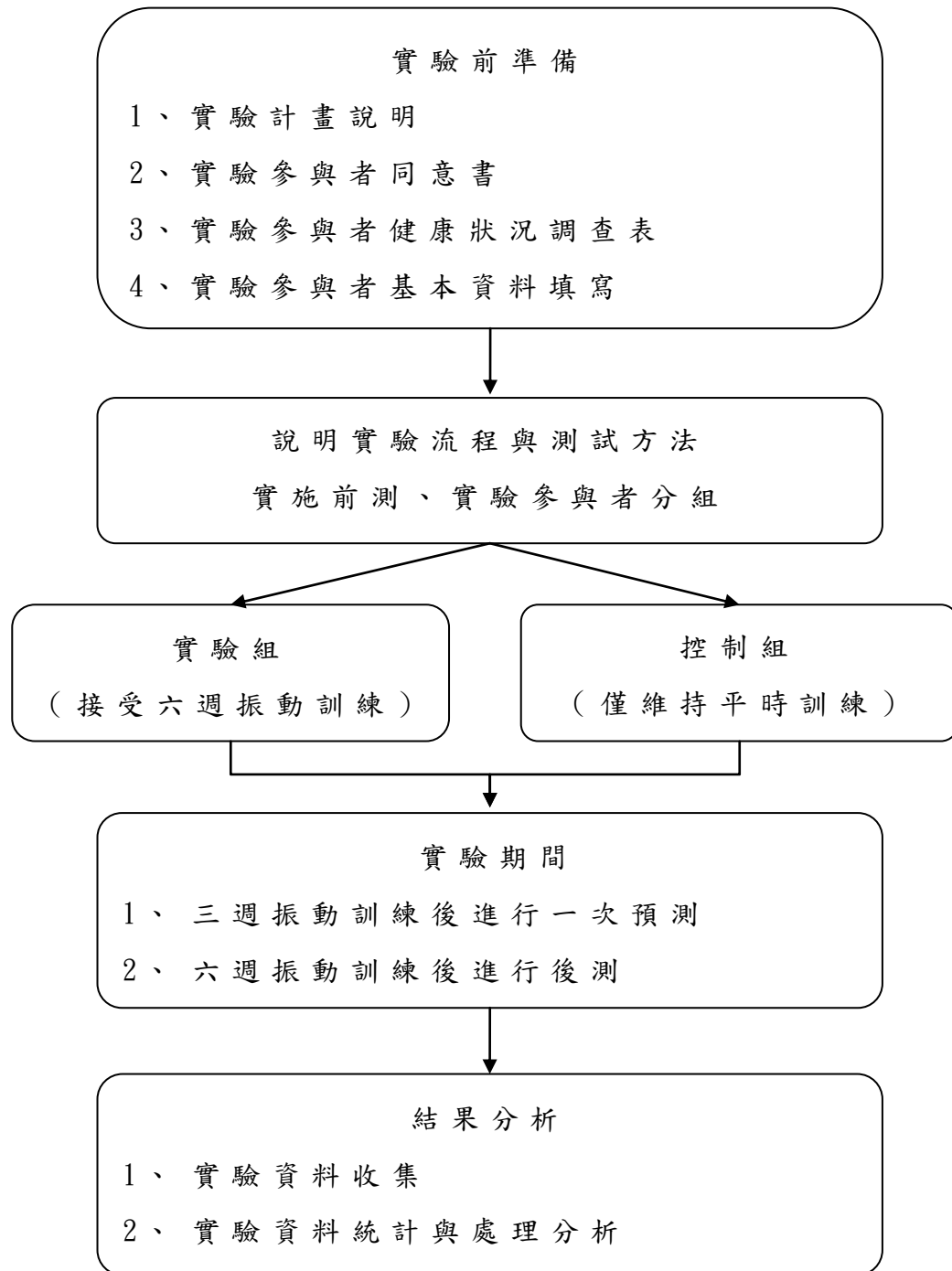


圖 3-2 實驗流程圖

第二節 研究對象

本研究擬以臺中市樹義國民小學籃球隊的 24 名籃球隊員為研究對象，平時進行每週四次，每次 40 分鐘的訓練。本研究分為實驗組 12 人與控制組 12 人。實驗組除了平時的訓練之外，接受六週的振動訓練（振頻 50Hz，每週三次，每次持續 1 分鐘後休息 1 分鐘，重複 4 次）；控制組僅持續平時的訓練。平時訓練內容：1、1 公里跑步。2、籃球場半場來回折返衝刺跑每次 3 趟，共 3 次。3、伏地挺身每次 15 下，共 3 次。4、原地垂直向上蹲跳每次 20 下，共 3 次。錄研究對象之相關資料列表，包括年齡、身高、體重、BMI 等。

第三節 研究時間與地點

本研究依據研究目的，進行為期六週的振動訓練，研究時間於 2011 年 11 月至 2012 年 1 月期間進行資料收集，研究地點為臺中市南區樹義國民小學。

第四節 測驗方法及儀器

本研究測驗項目為爆發力與柔軟度，其測驗方法、相關儀器使用與流程分述如下：

一、測驗方法

- (一) 基本資料：身高、體重、出生年月日、身體有無受傷歷史等相關資料。

(二) 爆發力測量：以立定跳遠為測量方法，如圖 3-3。

- 1、實驗參與者立於起跳線後，雙腳打開與肩同寬，雙腳半蹲，膝關節彎曲，雙臂置於身體兩側後方。
- 2、雙臂自然前擺，雙腳「同時躍起」、「同時落地」。
- 3、每次測驗一人，每人可試跳 2 次。
- 4、成績丈量由起跳線內緣至最近之落地點為準。
- 5、成績記錄為公分，可連續試跳 2 次，以較遠的一次為紀錄成績，犯規不計成績。



圖 3-3 爆發力測量：立定跳遠

(三) 柔軟度測量：以坐姿體前彎為測量方法，如圖 3-4。

- 1、測量工具為壓克力材質箭頭型坐姿體前彎測定器，如圖 3-5。
- 2、測量時，請實驗參與者坐在平坦地面上，膝關節貼地兩腳伸直，腳尖朝上、兩腳腳跟抵住腳踏墊。
- 3、實驗參與者兩手中指重疊，身體自然的向前緩慢

伸展，以重疊的中指將指推器，如圖 3-6。盡量向前推至最遠處，停留 1~2 秒，記錄指推器後緣停留的位置。



圖 3-4 柔軟度測量：坐姿體前彎



圖 3-5 壓克力材質箭頭型坐姿體前彎測量器

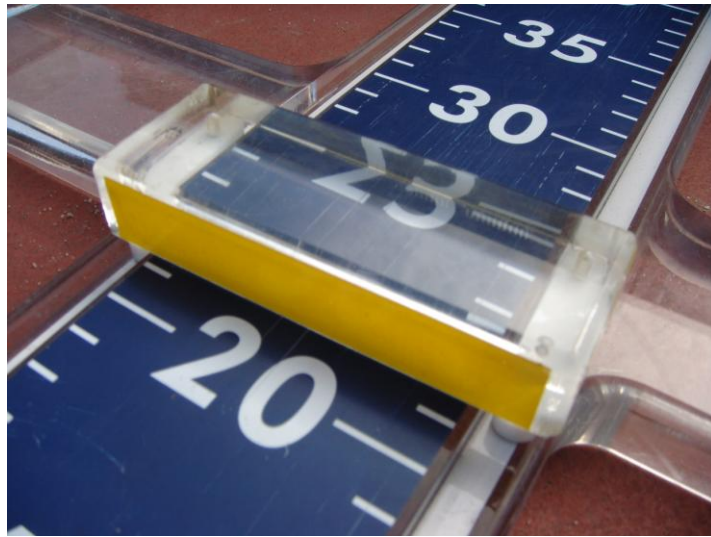


圖 3-6 指推器（圖中黃色處）

二、實驗儀器

- （一）振動刺激訓練機：Well-Net VibroCell專業訓練機，型號AD-2012，35~50Hz(如圖3-7)。



圖 3-7 Well-Net VibroCell 專業訓練機

第五節 資料處理與分析

一、資料收集

資料收集主要分為三個部份：一、研究對象的基本資料（選手身高、體重、年齡、BMI）；二、爆發力的測量（立定跳遠成績）；三、柔軟度的測量（坐姿體前彎成績）。

表 3-1 資料收集

項目	收集對象	收集內容	備註
研究對象 基本資料	每位研究對象	研究對象的身高、 體重、年齡、BMI	
爆發力的 測量	每位研究對象	研究對象的立定跳 遠成績	
柔軟度的 測量	每位研究對象	研究對象的坐姿體 前彎成績	

二、資料分析與處理

本研究以統計軟體 SPSS for windows 12.0 版套裝軟體進行資料處理與統計分析，所有統計考驗皆以 $\alpha=.05$ 作為統計顯著水準。將實驗組與控制組在振動訓練前、中、後的爆發力與柔軟度實驗結果以重複數量數單因子變異數分析三個不同時期爆發力與柔軟度的差異，並以獨立樣本 T 考驗檢驗實

驗組和控制組在振動訓練前、中、後不同時期的差異。

第四章 研究結果

本章主要是依據研究目的與研究問題，以探討六週全身振動訓練對國小籃球選手爆發力與柔軟度的影響。本章共分三節：第一節為研究對象之基本資料；第二節為六週振動訓練對爆發力的影響；第三節為六週振動訓練對柔軟度的影響。根據前述的研究背景，將收集到的資料進行統計分析後，茲將結果描述於下。

第一節 研究對象之基本資料

本研究之研究對象為臺中市南區樹義國民小學籃球隊 24 名選手研究對象之基本資料以描述性統計分析，如表 4-1 所示。

表 4-1 研究對象之基本資料

組別	個數	身高 (cm)		體重 (kg)		BMI (kg/m ²)		年齡 (y)	
		M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
實驗組	12	151.41	9.58	45.34	11.21	19.57	3.08	12.08	0.67
控制組	12	147.18	9.94	42.01	10.06	19.21	2.90	12.17	0.84
總和	24	149.28	9.80	44.25	10.41	19.68	3.09	12.13	0.74

第二節 六週振動訓練對爆發力的影響

六週振動訓練前、中、後實驗組與控制組爆發力實驗結果的平均數與標準差以描述性統計分析，如表 4-2 所示。

表 4-2 六週振動訓練爆發力實驗結果資料表

組別	個數	前測		預測		後測	
		M	SD	M	SD	M	SD
實驗組	12	182.83	15.14	186.08	14.88	186.75	13.63
控制組	12	174.83	30.05	172.83	30.28	174.00	29.22
差值		008.00		013.25		012.75	

註：差值為各階段兩組測試結果之差距。

將實驗組與控制組於六週振動訓練前、中、後三個時期的爆發力測驗結果以獨立樣本 T 考驗進行兩組間於六週振動訓練前、中、後三個時期的差異分析。

在六週振動訓練前，兩組間的爆發力比較並無顯著差異 ($p > .05$)，兩組的差值為 8.00 cm，如表 4-3 所示。

表 4-3 六週振動訓練前爆發力差異比較

組別	個數	M	SD	t	p
實驗組	12	182.83	15.14	0.82	0.42
控制組	12	174.83	30.05		
差值		008.00			

註：差值為各階段兩組測試結果之差距。* $p < .05$ 。

經過三週振動訓練之後，兩組間的爆發力比較仍無顯著差異 ($p > .05$)，但是可以發現兩組間的差值增加為 13.25 cm，

如表 4-4 所示。

表 4-4 六週振動訓練中爆發力差異比較

組別	個數	M	SD	t	p
實驗組	12	186.08	14.88	1.36	0.19
控制組	12	172.83	30.28		
差值		013.25			

註：差值為各階段兩組測試結果之差距。* $p < .05$ 。

在六週振動訓練之後，兩組間的爆發力比較未達顯著差異 ($p > .05$)，而差值略減為 12.75 cm，如表 4-5 所示。

表 4-5 六週振動訓練後爆發力差異比較

組別	個數	M	SD	t	p
實驗組	12	186.75	13.63	1.37	0.19
控制組	12	174.00	29.22		
差值		012.75			

註：差值為各階段兩組測試結果之差距。* $p < .05$ 。

將實驗組與控制組於六週振動訓練前、中、後三個時期的爆發力測驗結果以重複量數單因子變異數分析，結果顯示兩組的爆發力在六週振動訓練前、中、後並無顯著差異 ($F=3.12, 2.65, p > .05$)，如表 4-6、4-7。由此可知，六週振動訓練對爆發力的提升並沒有明顯的助益。

表 4-6 實驗組爆發力單因子變異數分析摘要表

變異來源	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>
組間	0105.39	02	052.69	3.12
組內				
受試者間	6631.56	11	602.87	
殘差	0371.28	22	016.88	
全體	7108.23	35		

表 4-7 控制組爆發力單因子變異數分析摘要表

變異來源	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>
組間	00024.22	2	0012.11	2.65
組內				
受試者間	29306.89	11	2664.26	
殘差	00100.44	22	0004.57	
全體	29431.55	35		

第三節 六週振動訓練對柔軟度的影響

六週振動訓練前、中、後實驗組與對照組柔軟度實驗結果的平均數與標準差以描述性統計分析，如表 4-8 所示。

表 4-8 六週振動訓練柔軟度實驗結果資料表

組別	個數	前測		預測		後測	
		M	SD	M	SD	M	SD
實驗組	12	25.50	6.04	29.75	4.56	34.83	3.66
控制組	12	21.08	5.85	21.17	6.22	21.33	6.37
差值		04.42		08.58		13.50	

註：差值為各階段兩組測試結果之差距。

將實驗組與控制組於六週振動訓練前、中、後三個時期的柔軟度測驗結果以獨立樣本 T 考驗進行兩組間於六週振動訓練前、中、後三個時期的差異分析。

在六週振動訓練前，兩組間的柔軟度比較並無顯著差異，兩組的差值為 4.42 cm，如表 4-9 所示。

表 4-9 六週振動訓練前柔軟度差異比較

組別	個數	M	SD	t	p
實驗組	12	25.50	6.04	1.82	0.08
控制組	12	21.08	5.85		
差值		04.42			

註：差值為各階段兩組測試結果之差距。* $p < .05$ 。

經過三週振動訓練之後，實驗組與控制組的柔軟度達顯著差異 ($p < .05$)，同時兩組間的柔軟度測驗差值從 4.42 cm 增加

為 8.58 cm，如表 4-10 所示。

表 4-10 六週振動訓練中柔軟度差異比較

組別	個數	M	SD	t	p
實驗組	12	29.75	4.56	3.86	0.00
控制組	12	21.17	6.22		
差值		08.58			

註：差值為各階段兩組測試結果之差距。* $p < .05$ 。

經過六週振動訓練之後，實驗組與控制組的柔軟度達顯著差異 ($p < .05$)，而兩組間的柔軟度測驗差值從 8.58cm 增加為 13.50cm，如表 4-11 所示。

表 4-11 六週振動訓練後柔軟度差異比較

組別	個數	M	SD	t	p
實驗組	12	34.83	3.66	6.36	0.00
控制組	12	21.33	6.37		
差值		13.50			

註：差值為各階段兩組測試結果之差距。* $p < .05$ 。

將六週振動訓練前、中、後三個時期之柔軟度測驗結果以重複量數單因子變異數分析。實驗組與控制組的柔軟度在六週振動訓練前並無顯著差異，在進行三週振動訓練之後、六週振動訓練後發現兩組間的柔軟度均達顯著差異，如表 4-12、4-13 所示。因此，在六週振動訓練之後，實驗組與控

制組的柔軟度達顯著差異，實驗組的柔軟度有明顯提升。

表 4-12 實驗組柔軟度單因子變異數分析摘要表

變異來源	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>
組間	524.06	2	262.03	90.15
組內				
受試者間	712.97	11	064.82	
殘差	063.94	22	002.90	
全體	1300.97	35		

表 4-13 控制組柔軟度單因子變異數分析摘要表

變異來源	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>
組間	0000.39	2	000.19	0.15
組內				
受試者間	1220.31	11	110.94	
殘差	0028.94	22	001.32	
全體	1248.64	35		

第五章 討論

本章主要是依據研究結果進行討論。全章共分三節：第一節為不同訓練時期的爆發力變化；第二節為不同訓練時期的柔軟度變化；第三節為本章總結。各節之討論如下：

第一節 不同訓練時期的爆發力變化

本研究以六週振動訓練進行實驗組與控制組爆發力的差異比較，實驗組與控制組兩組在振動訓練前、中、後三階段的爆發力測試經重複量數單因子變異數分析，結果兩組之爆發力並無差異（ $F=3.12, 2.65, p>.05$ ），顯示有無振動訓練對爆發力並無顯著的差異，但是實驗組的爆發力測試的平均值仍有提升，顯示在經過六週的振動訓練之後，實驗組的爆發力雖然沒有顯著的差異，但是爆發力仍有所進步。

因為本研究之爆發力測驗方式是以立定跳遠為代表，在進步上仍有其他因素會影響其成績，如技巧和動作的測量變化等誤差因素，但是從不同訓練時期兩組的爆發力差值進行觀察可以發現兩組於振動訓練前的 12.95 公分差距到振動訓練後的 15.87 公分差距，其爆發力的測試結果實驗組是有進步的，而另一組控制組則呈現退步的狀況，這個結果顯示六週振動訓練對於爆發力的表現仍有一定成效。

第二節 不同訓練時期的柔軟度變化

將六週振動訓練前、中、後三個時期之柔軟度測驗結果以重複量數單因子變異數分析三個時期實驗組與控制組之柔軟度差異，並將實驗組與控制組進行獨立樣本 T 考驗進行各時期兩組間的差異分析，於訓練的三個時期發現訓練前兩組實驗參與者在柔軟度並無顯著的差異，但是在接受三週振動訓練後（訓練中）和六週訓練後，皆顯示接受六週振動訓練的實驗組其柔軟度顯著進步於未接受六週振動訓練之控制組。

本研究和學者研究的結果相一致，對於提昇柔軟度最大的限制是伸展時肌肉的疼痛閾值提升，振動刺激對肌肉有顯著的止痛效果（Lundeberg, Nordemar, & Ottoson, 1984），此外振動刺激也可以使血流速度加快，使肌肉產生熱，皮膚的血管舒張（Oliveri, Lynn, & Hong, 1989），因此振動刺激被認為具有提升柔軟度的效果（Issurin, 2005）。

第三節 本章總結

本研究結果顯示，在爆發力方面實驗組與控制組在六週振動訓練前、中、後均未達顯著差異。在柔軟度方面，實驗組與控制組在六週振動訓練前並沒有明顯差異，但是實驗組在六週振動訓練中、六週振動訓練後柔軟度比未接受六週振動訓練的控制組明顯進步許多，達顯著差異水準。

第六章 結論與建議

第一節 結論

本研究針對國小籃球隊員為研究對象，進行六週振動訓練之爆發力與柔軟度變化的研究。結果顯示，在爆發力方面，實驗組與控制組在接受六週振動訓練前、中、後均未達顯著差異，但是實驗組與控制組之爆發力差值有增加的現象，顯示六週振動訓練對爆發力的提升仍有一定的幫助。

在柔軟度方面，接受六週振動訓練的實驗組在柔軟度有顯著的進步，且在比較六週振動訓練前、中、後發現柔軟度在六週振動訓練後的變化最大，顯示六週振動振動訓練有助於國小籃球隊員柔軟度的改善。

第二節 建議

一、在訓練上的建議：

許多文獻皆證實在介入六週的振動訓練之後，對運動員的柔軟度有顯著的提升效果。由於振動訓練與增強式訓練法有異曲同工之妙，如能利用振動訓練可減少運動傷害發生的優點，應用在國小的籃球訓練上，將有助於專項體能的提升，並能減少運動傷害的發生。

二、未來研究上的建議：

建議未來研究上可以相關的訓練方式以增加柔軟度，但是在爆發力的檢測方面可以用比較容易看出肌力變化的檢測

方式，如此應可以看出振動訓練成效的細微變化。

參考文獻

一、中文部分

- 王依雯 (2007)。振動訓練對韻律體操選手下肢柔軟度表現之影響。未出版碩士論文，國立台南大學，台南市。
- 王國慧、潘寶如 (2006)。震動式訓練對運動表現影響之探討。大專體育，85，170-174。
- 吳神佑 (2007)。不同震動刺激型態對膝關節肌運動效果之研究。未出版碩士論文，國立屏東教育大學，屏東市。
- 呂昭正、吳建龍、郭癸賓 (2004)。柔道選手不同取位動作之上肢爆發力量之相關研究。2004 臺灣運動生物力學學術研討會論文集。
- 李文濤 (2008)。對游泳運動員下肢力量練習的探討。體育網刊，9。2008 年 11 月 12 日，取自 http://www.chinatyxk.com/gb/tywk_v.asp?anclassid=5&nclassid=23&bookid=415
- 林正常、陳文詮、黎俊彥、溫富雄、彭郁芬合譯 (2004)。Martens R 著。成功運動教練學 (The success of school sport coaches) 臺北市：藝軒。
- 柯志宏、王依雯 (2008)。振動刺激對肌肉柔軟度與激勵的影響。大專體育，94，146-151。
- 洪金昌 (2010)。不同頻率之全身振動訓練對高中足球選手柔軟度、爆發力及敏捷性之影響。未出版碩士論文，國立中正大學，嘉義縣。
- 胡金榮 (2006)。振動訓練對青少年短跑選手步頻及速度之影響。未出版碩士論文，國立體育學院，桃園縣。
- 胡國興、吳慧君、張瀨文、鄭維伶 (2006)。全身振動刺激

- 阻力訓練對肌力與血清激素值之影響。運動生理暨體能學報，5，157-167。
- 孫正諺（2008）。振動式訓練對於高中橄欖球選手肌力與速度之影響。未出版碩士論文，台北市立體育學院，台北市。
- 張慧英、林寶城（2005）。增強式肌力訓練對高中女子籃球選手跳躍表現之影響。北體學報，13，150-159。
- 莊廷玉、高英傑、李來發（2007）。單次不同負荷範圍振動訓練對下肢動力反應之影響。中華民國大專院校96年度大專體育學術研討會。
- 莊榮仁、相子元（2008）。全身式震動對不同運動型態運動員的影響。大專體育，3(10)，123-135。
- 許加、王信淵（2006）。震動訓練對肌力和爆發力的效果。中華體育季刊，20(1)，40-47。
- 陳韋翰、楊貴羽、莊榮仁、劉強、陳婉菁、相子元（2009）。8週長期中頻率震動訓練對下肢柔軟度與垂直跳的效果。運動生物力學研究彙刊。
- 陳婉菁（2004）。新式肌力訓練：振動刺激肌力訓練機制與運用。大專體育，70，32-37。
- 黃俊華、何維華（2011）。單次振動刺激對青少年橄欖球員下肢柔軟度與敏捷性表現立即成效之影響。2011育達商業科技大學休閒運動學術研討會論文集。
- 黃茂穎、相子元（2005）。使用不同振動頻率對淺蹲跳法之短期效應。亞太生物力學學術研討會。
- 黃憲鐘（2000）。運動體適能--爆發力。運動生理網站。2008年1月16日，取自

[http://www.epsport.idv.tw/epsport/fitness/show.asp?re
pno=57&page=1](http://www.epsport.idv.tw/epsport/fitness/show.asp?re
pno=57&page=1)

葉志仙、李明憲、朱峯亮（2003）。棒球聖經。61-68。台北市：成邦。

董霜、朱元清（2004）。環境震動對人體的影響。噪音與震動控制，3，22-25。

鄒春蘭（2008）。振動式訓練對大學生爆發力的影響。未出版碩士論文，中國文化大學，台北市。

蔡佩穎（2009）。振動訓練法對高中女籃球員專項體能之影響。未出版碩士論文，台北市立體育學院，台北市。

蔡崇濱（2008）。排球運動的專項性體能訓練～起跳爆發力。排球教練科學，10，1-4。

蔡崇濱、顏克典（2007）。振動訓練在提升肌力表現的應用。中華體育季刊，21(2)，90-97。

鄭景峰（2005）。振動訓練法的理論與應用。運動生理週訊，199，2009年5月20日，取自

[http://epsport.ccu.edu.tw/epsport/week/show.asp?rep
no=199&page=1](http://epsport.ccu.edu.tw/epsport/week/show.asp?rep
no=199&page=1)

賴仲亮、曾炫諭、王淳厚、高木榮、張特彰（2011）。兩種不同頻率之全身震動訓練對平衡能力與柔軟度之立即影響。台灣復健醫誌，39(1)，17-23。

賴亮全、林則彬、林富美合譯(1998)。蓋統生理學－生理及疾病機轉。台北：華杏。

二、英文部分

Bosco, C., Iacovelli, M., Tsarpela, O., Cardinale, M., Bonifazi,

- M., & Tihanyi, J.(2000). Hormonal responses to whole-body vibration in men. *European Journal of Applied Physiology*, 81, 449–454.
- Cardinale, M., & Lim, J. (2003). Electromyography activity of vastus lateralis muscle during whole-body vibrations of different frequencies. *Journal Strength Conditions Research*, 17 (3), 621–624.
- Cochrane, D.J., Stannard, S. R. (2005). Acute whole body vibration training increases vertical jump and flexibility performance in elite female field hockey players. *British Journal of Sports Medicine*. 39, 860–865.
- Coleman, A. E. (2000). *52-Week Baseball Training*. Champaign, IL: Human Kinetics, 34, 157–196 .
- Delecluse, C., Roelants, M., & Verschueren, S. (2003). Strength increase after whole-body vibration compared with resistance training. *Medicine and science in sports and exercise*, 35(6), 1033–1041.
- Fagnani, F., Giombini A., Di Cesare A., Pigozzi F., & Di Salvo V. (2006). The effects of a whole-body vibration program on muscle performance and flexibility in female athletes. *American Journal physiology Medicine Rehabil*, 85, 956–962.
- Falempin & In-Albon, (1999). Influence of brief daily tendon vibration on rat soleus muscle in non-weight-bearing situation. *Journal of applied physiology*. 87(1), 3–9.
- Issurin, V. B. (2005). Vibrations and their applications in

- sports. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 45(3), 324–336.
- Issurin, V. B., & Tenenbaum, G. (1999). Acute and residual effects of vibratory stimulation on explosive strength in elite and amateur athletes. *Journal of Sports Sciences*, 17 (3), 177–182.
- Issurin, V. B., Liebermann, D. G., & Tenenbaum, G. (1994). Effect of vibratory stimulation training on maximal isometric force and flexibility. *Journal of Sports Science*, 12, 561–566.
- Kindall, J. (1992) . *Science of coaching baseball* . Champaign, IL: Leisure Press.
- Lundeberg, T., Nordemar, R., & Ottoson, D. (1984). Pain alleviation by vibratory stimulation. *Pain*, 20(1), 25–44.
- Luo, J., McNamara, B., & Moran, K. (2005). *The use of vibration training to enhance muscle strength and power. Sports Medicine*, 35(1), 23–41.
- Mahieu, N.N., Witvrouw E., Van de Voorde D., Michilsens D., Arbyn V., Van den Broecke W. (2006). *Improving strength and postural control in young skiers: whole-body vibration versus equivalent resistance training*, *Journal of Athletic*, 41(3),286–293.
- Mester, J., Spitzen, P., Schwarzer, J., & Seifriz, F (1999) . Biological reaction to vibration-implications for sport. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 2(3),211–226.
- Mester, J., Spitzenpfeil, P., & Yue, Z. (2002). *Vibration Loads:*

- potential for strength and power development. In P. V. Komi, (2nd Eds.), *Strength and Power in Sport* (p.488–501). Malden, MA: Blackwell Science.
- Oliveri, D. J., Lynn, K., & Hong, C. Z. (1989). Increased skin temperature after vibratory stimulation. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, *68*, 81–85.
- Rehn, B., Lidstrom, J., Skoglund, J., & Lindstrom, B. (2007). Effects on leg muscular performance from whole-body vibration exercise: A systematic review. *Scandinavian Journal of Medicine and Sciences in Sports*, *17*, 2-11.
- Roland, V. D., & Tillaar. (2006). Will Whole-Body Vibration Training Help Increase the Range of Motion of the Hamstrings? *The Journal of Strength and Conditioning Research*, *20*(1), 192–196.
- Ross, A., Leveritt, M., & Riek, S. (2001). Neural influences on sprint running. *Sports Medicine*, *31* (6) , 409–425.
- Sands, W. A., Mcheal, J. R., Stone, M. H., Russell, E. M., & Jemni, M. (2006). Flexibility enhancement with vibration: acute and long- term. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *38*(4), 720–725.
- Torvinen, S. Kannus P., Sievänen H., Järvinen T.A.H., Pasanen M., Kontulainen S., Järvinen T.L.N., Järvinen M., Oja P. & Vuori I. (2002a). Effect of four-month vertical whole body vibration on performance and balance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *34*(9), 1523–1528.

- Torvinen, S., Kanus, P., Sievanen, H., Jarvinen, T. A. H.,
Pasanen, M., Kontulainen, S., Jarvinen, T.L. N., et al.
(2002a). Effect of four-month vertical whole
bodyvibration on performance and balance. *Medicine &
Science in Sports & Exercise*, 34 (9), 1523–1528.
- Warman, G., Humphries, B. & Pirton, J.(2002). The effects of
timing and application of vibration on muscular
contractions. *Aviation, Space, and Environmental
Medicine*, 37(2), 119–127.