

國立臺灣師範大學運動競技學系

碩士學位論文

振動式訓練對大專公開男子
競技體操選手跳馬項目運動表現之影響



研究生：翁士航

指導教授：俞智贏

中華民國台北市九十八年五月

05, 2009

振動式訓練對大專公開男子 競技體操選手跳馬項目運動表現之影響

民國 98 年 5 月

指導教授：俞智贏 研究生：翁士航

摘要

本研究目的旨在探討振動式訓練對體操跳馬運動表現的影響。將募集 12 名大專公開男子組體操選手為受試對象，並將選手隨機分派為兩組各 6 名，一組控制組（進行八週，每週 3 次的一般跳馬訓練），另一組實驗組（進行八週，每週 3 次的一般跳馬訓練與振動式訓練），在訓練前、後分別進行「25 公尺衝刺時間、跳馬運動表現、下肢 DJ 與 SJ 之垂直力量與高度」的測驗，並以獨立樣本 t 考驗與相依樣本 t 考驗分別進行考驗比較（ $\alpha=.05$ ）。研究結論如下：一、進行為期八週的振動式訓練後，實驗組運動員檢測項目統計結果全部達到顯著性的進步，而控制組經實驗後檢測，則未達顯著性差異。二、實驗組與控制組經過八週訓練後，雖然第二飛程騰空時間、DJ 之垂直高度與力量皆未達顯著性差異，但由實驗比較圖中亦可清楚發現，經實驗過後實驗組跳馬運動表現確實有改善。三、研究結果中了解到，利用振動式訓練模式介入跳馬訓練，有助於跳馬整體技術的提升。

關鍵詞：跳馬、振動訓練

The Effect of Flexibility Vibration Training on Men's Collegiate Artistic Gymnastics Vault Performance

Abstract

In this study, we have examined the effects of flexibility vibration training toward the performance of men's collegiate gymnastics vault. Twelve varsity college male gymnasts were divided into two groups for an eight week experimental period. Each group contained six gymnasts; the first being the controlled group. In those eight weeks, they practiced regularly three times a week on the men's vault. The experimental group included the flexibility vibration training. For eight weeks, this group practiced three times a week.

Before and after practice, we proceeded to each start test and end test during the eight weeks. This experimental item contained the following: "25M sprint running time, the performance of vault and lower limbs vertical strength and the height of Drop Jump (DJ) and Squat Jump (SJ)." After the experiment, we will use the independent sample t-test and interdependent sample t-test to proceed a sample comparison ($\alpha=.05$).

In conclusion, (1) According to the statistics, after eight weeks of flexibility vibration training, gymnasts in the experimental group had obvious progress, but the controlled group did not. (2) After eight weeks of flexibility vibration training, both the second air time on men's vault and the vertical strength and height of Drop Jump (DJ) did not reach an obvious difference. However, by comparing charts, we can find out that after the experiment, there is an obvious progress in the performance of the experimental group. (3) We can comprehend that using flexibility vibration training is helpful to the promotion of artistic men's gymnastics vault technique.

Keyword: Vault, Flexibility Vibration Training (FVT)

謝 誌

本篇論文承蒙指導教授 俞智贏博士的悉心指導，並陪伴與教育士航如何面對種種挑戰，撰寫的過程雖然辛苦，但卻也交織著知福與惜福的感受，在此獻上最深的謝意。論文並承林正常教授與張家豪教授不吝傾囊的指導和建議，由衷的感謝二位。在收集資料的過程中，所幸有鄭景鋒教授、學長陳佑與學妹瓊恩的鼎力相助，使論文的撰寫得以更順暢，以及學妹俞姍校稿的協助，衷心感謝。

隨著論文即將完成，回首過程中的點點滴滴，繼而想起剛拿到臺師大學生證時，站在校門口落淚的喜悅心情，感謝母校使我擁有以臺師大為榮的驕傲。再次感謝 俞智贏教授的細心栽培，在您的教育下讓我了解了人生的道理與如何編織夢想，使我成長、茁壯，於此士航心中充滿無盡的感動與謝意。

從選手轉變為教練，有太多的巧合與契機，讓我不得不相信臺師大體操隊的奇蹟，感謝卓俊辰院長、謝伸裕主任、俞智贏教授、臺師大師長們與體操寶寶們給予我的支持及鼓勵。

最後感謝鍾瑩、哲瑋、裕宸、柏毅、姿榕所給予的許多幫助，詩瑁精神上的全力支持、體諒與包容，大哥士勛對家庭的付出與照顧，更感謝父親翁明敏與母親孫素雲對我無盡的關心，在我最低潮時給予我的信心與鼓勵，讓我無後顧之憂地衝刺於學術的跑道，謝謝你們，成為我背後的翅膀，有你們真好。

感謝所有支持與關心我的人，這份喜悅與成功是屬於所有人的，因為有大家的幫助才有現在的士航，也才能順利的完成碩士學位，並成為我持續前進、堅持與努力不懈的原動力。在此，士航也希望將這份喜悅與榮耀獻給所有陪伴我與支持我的人，祝福大家，謝謝大家。

目次

中文摘要.....	I
英文摘要.....	II
謝誌.....	III
目次.....	IV
表次.....	VII
圖次.....	VIII
第壹章、緒論.....	1
第一節 問題背景.....	1
第二節 研究目的.....	5
第三節 研究假設.....	6
第四節 研究限制.....	6
第五節 名詞操作性定義.....	7
第貳章、文獻探討.....	8
第一節 振動式訓練對人體生理表現之影響.....	8
第二節 下肢動力相關研究.....	11
第三節 跳馬相關研究探討.....	13
第四節 文獻總結.....	15
第參章、研究對象與方法.....	16
第一節 研究對象.....	16
第二節 研究日期與地點.....	16

第三節	器材與設備.....	17
第四節	儀器架設.....	18
第五節	實驗方法與步驟.....	19
第六節	資料處理.....	24
第肆章、結果.....		25
第一節	實驗組振動式訓練前後測 25 公尺衝刺時間、跳馬運動表現（第二飛程騰空時間、直體塚原跳最後得分）、下肢垂直力量與高度之比較分析.....	26
第二節	控制組訓練前後測 25 公尺衝刺時間、跳馬運動表現（第二飛程騰空時間、直體塚原跳最後得分）、下肢垂直力量與高度之比較分析.....	31
第三節	兩組（實驗組與控制組）受試者經振動式訓練後之 25 公尺衝刺時間、跳馬運動表現（第二飛程騰空時間與直體塚原跳最後得分）、下肢垂直力量與高度之相互比較分析.....	36
第伍章、討論.....		45
第一節	實驗組振動式訓練前後 25 公尺衝刺時間、跳馬運動表現（第二飛程騰空時間與直體塚原跳最後得分）、下肢垂直力量與高度之相關討論.....	46
第二節	控制組訓練前後 25 公尺衝刺時間、跳馬運動表現（第二飛程騰空時間與直體塚原跳最後得分）、下肢垂直力量與高度之相關探討.....	48
第三節	兩組（實驗組與控制組）受試者經振動式訓練後之 25 公尺衝刺時間、跳馬運動表現（第二飛程騰空時間與直體塚原跳最後得分）、下肢垂直力量與高度之比較討論.....	50
第四節	綜合討論.....	52

第陸章、結論與建議	54
第一節 結論	54
第二節 建議	55
參考文獻	
中文部分.....	56
英文部分.....	58
附 錄	
附錄一、實驗原始資料表（一）.....	62
附錄二、實驗原始資料表（二）.....	63
附錄三、受試者須知及參與實驗同意書.....	64
附錄四、競技體操原始評分單前測.....	65
附錄五、競技體操原始評分單後測.....	66

表 次

表 3-1	受試者平均資料表.....	16
表 3-2	體操選手八週跳馬訓練課表.....	20
表 3-3	體操選手八週振動訓練課表.....	21
表 4-1	實驗組 25 公尺平均衝刺時間比較表.....	26
表 4-2	實驗組第二飛程騰空平均時間比較表.....	27
表 4-3	實驗組直體塚原跳平均得分比較表.....	28
表 4-4	實驗組 DJ 垂直高度平均比較表.....	28
表 4-5	實驗組 SJ 垂直高度平均比較表.....	29
表 4-6	實驗組 DJ 垂直力量平均比較表.....	29
表 4-7	實驗組 SJ 垂直力量平均比較表.....	30
表 4-8	控制組 25 公尺平均衝刺時間比較表.....	31
表 4-9	控制組第二飛程騰空平均時間比較表.....	32
表 4-10	控制組直體塚原跳平均得分比較表.....	33
表 4-11	控制組 DJ 垂直高度平均比較表.....	33
表 4-12	控制組 SJ 垂直高度平均比較表.....	34
表 4-13	控制組 DJ 垂直力量平均比較表.....	34
表 4-14	控制組 SJ 垂直力量平均比較表.....	35
表 4-15	兩組受試者經訓練後 25 公尺平均衝刺時間比較表.....	36
表 4-16	兩組受試者經訓練後第二飛程騰空平均時間比較表.....	38
表 4-17	兩組受試者經訓練後直體塚原平均得分比較表.....	39
表 4-18	兩組受試者經訓練後 DJ 垂直高度平均比較表.....	40
表 4-19	兩組受試者經訓練後 SJ 垂直高度平均比較表.....	41
表 4-20	兩組受試者經訓練後 DJ 垂直力量平均比較表.....	43
表 4-21	兩組受試者經訓練後 SJ 垂直力量平均比較表.....	43

圖 次

圖 3-1	實驗場地佈置圖.....	18
圖 3-2	實驗場地佈置圖.....	19
圖 3-3	實驗流程圖.....	23
圖 4-1	實驗組與控制組 25 公尺後測比較圖.....	37
圖 4-2	實驗組與控制組第二飛程騰空時間後測比較圖.....	38
圖 4-3	實驗組與控制組直體塚原跳動作得分後測比較圖.....	39
圖 4-4	實驗組與控制組 DJ 下肢垂直高度後測比較圖.....	41
圖 4-5	實驗組與控制組 SJ 下肢垂直高度後測比較圖.....	42
圖 4-6	實驗組與控制組 DJ 下肢垂直力量後測比較圖.....	44
圖 4-7	實驗組與控制組 SJ 下肢垂直力量後測比較圖.....	44

第壹章、緒論

第一節 問題背景

近幾年來我國在國際比賽場上跳馬的成績一直都有相當好的表現(2001年東亞運跳馬銀牌、中華汽車盃國際體操邀請賽跳馬銀牌——林永錫選手；2003年亞錦賽跳馬銅牌、2004年子龍盃國際體操邀請賽跳馬金牌——吳凌誼選手)，2005年黃怡學選手更為我國拿下第一面世大運體操賽跳馬金牌。韓宏飛(2001)指出進入九十年代，隨著競技體操的複雜化及規則的改變，使世界體操的格局變得更加複雜，而金牌的分布也趨於多級化，一些原來體操水準並不發達的國家整體實力雖然不高，但他們調整了訓練作戰策略，猛攻單項，努力向上爭取突破取得了非常滿意的成績。俞智贏(2004)更指出從我國目前整體訓練環境及戰術策略的角度來看，我國選手在跳馬的整體實力上在亞洲，甚至世界上都有一定水準。

在體操跳馬的相關研究中，大部份的研究都針對選手動作技術進行運動學分析，以獲得優秀選手實施高級動作之力學參數資料(宋曉東等，1994；姚俠文，1992；姚俠文等，1994；袁志華，1996；薄云霄等，1996；姚俠文等，2004；徐元玉等，2004；趙蘭革等，2004)。俞智贏(1998)針對我國全運會參加單項跳馬比賽選手進行動作頻率統計結果發現，塚原類動作為最多選手選用的動作。而

黃玉彬與姚俠文（2000）及姚俠文等（2004）也預測今後跳馬的發展趨勢仍是朝向塚原類動作發展，因此近幾年來有相當多文獻針對塚原類動作進行研究（梁梅宗，2003；梁梅松，2003；林永錫，2004；薄雲霄等，1996；姚俠文等，2004）。有關跳馬訓練的文獻與書籍大多也是針對動作技術訓練方法來進行研究（黃玉斌、姚俠文，2000；崔鳴周，1990），對於利用相關的訓練方法，如提升跳馬所需體能要素進而能提升運動表現則較少著墨。

在國外已發展一段時日的振動訓練或振動運動（Vibration Training or Vibration Exercises），是作為強化肌力與爆發力的手段之一。早在 1960 年代，就有學者利用一種小型圓桶狀的振動器（vibrator），放置於肌腹或肌腱上，以誘發身體的張力性振動反射（tonic vibration reflex），例如 Hagbarth 與 Eklund（1966）便使用這種振動器來刺激癱瘓患者的肌肉活動。Matthews（1966）指出張力性振動反射的現象，與傳統的伸張反射（stretch reflex）概念相近。在國內，陳全壽與相子元（1998）在 1997 年時，曾利用類似的概念共同研發出一套稱為「陳氏被動反覆衝擊式肌力增強器（Chen's Passive Repeatedly Plyometric Power Machine）」，它的振動訓練的生理機制與增強式訓練的牽張縮短循環（stretch-shortening cycle, SSC）類似，SSC 是一種利用離心收縮後立即作向心收縮的作用方式，透

過彈性與伸張反射（stretch reflex）機轉的影響下，使肌肉產生較大的爆發力（Komi, 1984）。振動訓練主要是針對肌肉的肌力與爆發力進行強化的手段之一，其生理機制與時下流行的增強式訓練法有異曲同工之妙。

跳馬在動作技能分類上屬於閉鎖性且是不連續的動作技能，其動作技術流程基本上分成七個部份：助跑、跨步、踏跳、第一飛程、推撐、第二飛程、落地等步驟，此運動特性是短時間爆發力的運動項目，因此要提升選手的跳馬成績需針對力量與速度也就是爆發力（power）來進行訓練（俞智贏，2001）。就能量系統而言，短時間爆發力型的項目基本上屬於磷化物系統（ATP-CP）的運動項目。馮瑾莉（2002）針對跳馬訓練提出總體設計的方法，也就是加強跳馬專項素質能力、基本技術訓練、落地穩定性訓練、心理訓練等方法，其中對跳馬專項素質指出專項素質與能力直接影響動作質量與難度的發展，而專項能力主要表現在快速奔跑能力、下肢彈跳力、上肢推撐力等，而這些能力是完成高難度動作的基礎，就算是高水平運動員對此也不能放鬆。

綜上所述，跳馬是項典型爆發力的運動項目，而振動訓練對提升運動員的爆發力有相當大的助益，在跳馬及振動訓練相關的研究上尚無針對大專男子體操選手進行討論與研究。因此，本文希望透

過振動訓練來評估其對跳馬運動表現的影響，以提供國內體操教練與選手在未來跳馬訓練上的新思維與方法。

第二節 研究目的

本研究目的為探討振動式訓練對於大專公開男子組競技體操選手跳馬項目運動表現之影響，具體研究目的如下：

- 一、實驗組振動式訓練前後 25 公尺衝刺時間、跳馬運動表現（第二飛程騰空時間與直體塚原跳最後得分）、下肢垂直力量與高度之差異。
- 二、控制組訓練前後 25 公尺衝刺時間、跳馬運動表現（第二飛程騰空時間與直體塚原跳最後得分）、下肢垂直力量與高度之差異。
- 三、兩組（實驗組與控制組）受試者經訓練後之 25 公尺衝刺時間、跳馬運動表現（第二飛程騰空時間與直體塚原跳最後得分）、下肢垂直力量與高度之差異。

第三節 研究假設

- 一、實驗組受試者振動訓練前後 25 公尺衝刺時間、跳馬運動表現（第二飛程騰空時間與直體塚原跳最後得分）、下肢垂直力量與高度無顯著差異。
- 二、控制組受試者訓練前後 25 公尺衝刺時間、跳馬運動表現（第二飛程騰空時間與直體塚原跳最後得分）、下肢垂直力量與高度無顯著差異。
- 三、兩組（實驗組與控制組）受試者經訓練後之 25 公尺衝刺時間、跳馬運動表現（第二飛程騰空時間與直體塚原跳最後得分）、下肢垂直力量與高度無顯著差異。

第四節 研究限制

- 一、本研究僅針對訓練後的結果討論，並不探討選手心理方面問題。
- 二、本研究僅針對部分大專男子體操選手進行研究，其結果應用於其他人須謹慎。

第五節 名詞操作性定義

一、跳馬：跳馬為男女競技體操共同項目之一，男子跳馬高度為 135 公分，此項目於 2000 年雪梨奧運後改變為現代較寬也較安全的器材，動作技術的發展也跟著躍進一大步，且男女跳馬項目原本女子為橫馬，男子為直馬，現已改變為相同方向的比賽器械了，唯一不同的只有高度，男子跳馬高度較女子跳馬高(體操大辭典編輯委員會，1999)。

二、振動式訓練(vibration training)：將振動刺激介入傳統抗阻訓練等形式的一種訓練方法稱之為振動訓練。它是一種利用機械來引起肌肉振盪，以達到刺激神經肌肉系統的效果，其強度取決於機器的頻率與振幅 (Luo 等，2005)。

三、直體塚原跳(Tsukahara Stretch)：雙腳起跳後擺動雙腿，身體呈直體並側轉 180 度，雙手前撐馬背，推離馬背後身體向後繞橫軸翻轉一圈。

第貳章、文獻探討

根據研究中指出「振動刺激」(vibration stimulation)對於人體具有多種正面效果 (Jordan, Norris, Smith, & Herzog, 2005)。根據 Dieman (2002) 的文獻資料, 1991 年蘇聯教練 Nasarov 首將振動刺激應用於處理體操選手的關節問題, 短期之內, 即有增加可動範圍及舒緩疼痛的效果顯示, 其後, 又有更多學者投入探討其對提升平衡能力、強化肌力表現及強固骨質密度的影響, 並且逐漸將之結合於重量訓練之中, 發展成為一種提升肌力表現的訓練手段, 稱之為「振動訓練」。本章共分為四節, 第一節、振動訓練對人體生理表現之影響; 第二節、下肢動力學相關研究; 第三節、跳馬相關研究探討; 第四節、文獻總結。

第一節 振動式訓練對人體生理表現之影響

振動式訓練能夠有效提升肌肉表現的原因, 主要在於神經肌肉適應的結果 (Bosco 等, 1998)。振動訓練法是一種利用機械來引起肌肉振盪, 以達到刺激神經肌肉系統的效果, 其強度取決於機器的頻率與振幅 (Luo 等, 2005)。其中頻率是指振動器在每單位時間內所產生的週期, 其單位為 Hz, 而振幅則是指週期性振動中, 最大值與最小值的差值之一半。振動訓練的機械式振動所造成的肌肉長度

的細微改變，可以喚起肌梭 Ia 傳入神經纖維的興奮，然後經脊髓，由 α 運動神經纖維傳出，引發同一肌肉的強直性反射收縮，這種強直性振動反射，本質上就是一種牽張反射 (Matthews, 1996)。牽張反射對肌肉力量與爆發力的發揮，扮演著重要的角色，可以透過訓練加以提升 (Bongiovanni, Hagbarth & Stjernberg, 1990)。

依據實施方法的不同將振動運動區分成直接刺激法與間接刺激法 (Luo 等, 2005)。直接刺激法在實施時，將振動器直接放置在肌腹或肌腱的位置上，而振動器的固定方式則是透過手握或是橡皮帶的固定。間接刺激法則是將振動器放置於欲訓練肌群的遠端，振動的情形便藉由身體的傳遞而達到欲訓練之肌群上，目前市售的振動訓練器則多屬此類，例如可訓練下肢的全身性振動訓練 (whole-body vibration training, WBV)，便是一種放置於地面上，可供雙腳或單腳站立而達到振動全身的振動器。事實上，早在 1960 年代時，便有學者利用一種小型圓桶狀的振動器 (vibrator)，放置於肌腹或肌腱上以誘發身體的「張力性振動反射 (tonic vibration reflex)」，而 Hagbarth 與 Eklund (1966) 便使用這種振動器來刺激癱瘓患者的肌肉活動。Matthews (1966) 指出張力性振動反射的現象，與傳統的伸張反射 (stretch reflex) 概念相近。近年來，已有許多研究發現，單次 (Bosco et al, 1999; Issurin & Tenenbaum, 1999; Sands et al., 2006) 與長期

(Fagnani et al., 2006; Mahieu et al., 2006; Sands et al., 2006) 的振動運動或訓練 (vibration exercise or training) 有助於提升運動員的肌力、爆發力與柔軟度。

Cardinale 與 Bosco (2003) 指出振動運動或訓練造成肌力與爆發力的提升，其下可能的機制在於促進作用肌群中肌梭的牽張反射、增進作用肌群中高爾基腱器對拮抗肌群的抑制作用、荷爾蒙分泌的改變以及對於中樞運動神經區的影響。Romaiguère 等 (1993) 的研究顯示，單次的振動運動會降低運動單位被徵召的頻率閾值，同時也會增加肌梭對自主性等長收縮時的反射敏感性。而 Bosco 等 (2000) 利用肌電訊號均方根振幅除以平均功率 (EMGrms/ average mechanical power) 的方式來計算肌肉作功的神經效率，結果發現受試者在單次的振動運動之後，明顯地改善了肌肉作功的神經效率，同時，Bosco 等 (2000) 也發現在單次的振動運動之後，受試者血液中的睪固酮 (testosterone) 與生長激素 (growth hormone) 濃度均明顯增加，而皮質固醇 (cortisol) 的濃度則顯著降低。因此，振動訓練在增加主動機活性與收縮力量的同時，也能相應的協調增加拮抗肌的力量，克服傳統力量訓練無法同步發展伸肌與屈肌力量的侷限，可以避免伸肌與屈肌力量發展不均，而造成肌肉拉傷以及運動成績停滯不前的現象 (彭春政、葉新新，2005)。Torvinen (2003)

指出，振動訓練具有增加柔軟度、提升平衡性、強化肌力及強固骨質密度等多重效果。Leo 等（2005）普遍認同動態訓練，徒手或負重的加做一些動作（半蹲、全蹲或輕跳）對於神經肌肉的發展，較之靜態訓練（靜止的站在台上）為佳，因此，多數研究大多採用動態的訓練動作。

第二節 下肢動力相關研究

Torvinen 等（2002）將 56 名受試者（年齡 19–38 歲）隨機分成振動訓練組與控制組，振動訓練組須進行為期十六週的振動訓練（WBV；振幅，2 mm；頻率，25 Hz/60 s + 30 Hz/60s + 35 Hz/60s + 40 Hz/60s；每次 4 組 60 秒；每週訓練 3–5 次），結果發現在第八週時，振動訓練組明顯地提升了 CMJ 與膝伸肌最大等長肌力的表現，到了第十六週時振動訓練組僅明顯提升 CMJ 的運動表現，但是在第八週與第十六週時，振動訓練的介入並不會改變受試者的握力、30 公尺折返跑以及平衡能力。Delecluse 等（2003）將 67 名未受過訓練女性（年齡 21.4 ± 1.8 歲）隨機分成四組，包括重量訓練組（訓練強度，10–20 RM [repetition maximum]；訓練動作，下肢推蹬與伸膝訓練；每次 2 組；每週 3 次）、振動訓練組（WBV；振幅，2.5–5 mm；頻率，35–40 Hz；每次 3 組；每週 3 次）、安慰劑組（同振動訓練組，但振幅為 0）

以及控制組（不接受任何訓練），在十二週的訓練後發現，振動訓練可以促進年輕婦女的膝伸肌肌力與 CMJ 表現，但是並未能促進膝關節的動作速度，而此效果與傳統的重量訓練相似。除此之外，該研究也證實了振動訓練所引起的肌力促進效果，並非安慰劑的效應。

Mahieu 等（2006）讓 33 名青少年男女滑雪選手（年齡 9–15 歲）分別從事六週的重量訓練加上 WBV（2–4 mm，28 Hz）或單獨從事等量的重訓課表，結果發現相較於單獨的重量訓練而言，WBV 訓練課程的加入，對於側跳跳箱的爆發力以及蹠屈的等速肌力（速度為 $30^{\circ}\cdot\text{s}^{-1}$ 時）之提升具有加成的效果。Fagnani 等（2006）讓 26 名各類運動項目（排球、籃球、田徑與體操）的年輕女性運動員（年齡 21–27 歲），平均分成從事八週的 WBV 組與控制組，結果發現八週振動訓練（4 mm，35 Hz）明顯促進各種運動項目的女性選手的 CMJ、下肢等速肌力與坐姿體前彎之柔軟度。Sands 等（2006）讓 10 名青少年體操選手（年齡 10.1 ± 1.5 歲）隨機分成振動刺激組（2 mm, 30 Hz）與控制組，結果發現單次 4 分鐘的振動刺激（10 秒振動，5 秒休息），明顯地提升受試者左右腳前後劈腿的柔軟度，而該作者也發現在每週五天，連續四週的振動訓練之後，振動訓練組右腳向後劈腿柔軟度的提升明顯高於控制組。Delecluse, Rolelants, 與 Verschueren（2003）進行十二週的 WBV 訓練（每周三次、每次平均 10 個回合、每回合振

動 30–60 秒)，伸膝力量顯著增加 16.6%；但是在 de Ruite, van Raak, Schilperoort, Hollander, 與 de Hann (2003) 所實施的十一周訓練（每周三次、每次平均 5–8 個回合、每回合振動 60 秒），卻無顯著效果。

大多數振動訓練研究所顯示的結果都是對訓練上有較正面的幫助，但是上述兩篇研究訓練期間與頻率相似，其結果卻相反，顯示出振動訓練似乎仍有研究其效果之必要。

第三節 跳馬相關研究探討

競技體操跳馬項目由於助跑距離只有 25 公尺，從動作開始到動作結束不到 10 秒鐘的時間，因此，跳馬的運動特性是屬於短時間爆發力的運動項目。從爆發力（power）的公式裡可得知爆發力 = 力量 × 速度（ $P = F \times V$ ），因此想要提升選手在跳馬的成績，必需重視力量及速度的訓練，而從動量 = 質量 × 速度（ $bv = ft$ ）的公式裡可了解，如果選手質量及動作時間不變，想要增加速度必須從提升力量開始，因此對於跳馬訓練，重量訓練及速度訓練為其技術訓練外非常重要的一環（俞智贏，2001）。

在跳馬當中，助跑水平速度不僅決定著騰空的高度及遠度，而且起跳與推撐時獲得的垂直速度和翻轉速度都與助跑的水平速度密切相關（劉志成，1987；金季春，1990；徐永億，1993）。助跑速度

是完成各階段動作水平移動的主要動力，然而體操跳馬的助跑不能達到最高速度，因為它必須將水平速度轉換成起跳抬升身體的動作，所以正確且快速的助跑，可以幫助選手以最有力的踩板做出最好的騰越（余鴻堅、崔鳴周，1989）。且黃玉斌、姚俠文（2000）也認為跳馬選手必須具有較佳的快速奔跑能力、較強的彈跳力和推撐力等身體素質以及勇敢果斷的意志品質和良好的心理素質，才能具有較高的跳馬技術。黃紹仁（1988）針對國內青少年體操選手所做的研究中發現，國內青少年選手的各項跳馬數據與奧運選手相比較皆呈現較慢的現象，由於奧運選手平均年齡介於 20 至 24 歲，而國內青少年選手平均年齡介於 16 至 18 歲，在跳馬技術能力上與奧運選手亦有一段差距，因此造成踏板瞬間速度較慢，身體角度較小，以致於無法將水平速度改變為垂直速度，以致於其後的飛程高度低，使得整體動作產生實施不順暢的現象。由此可知，踏板瞬間速度將影響後半段的技術表現，而踏板瞬間速度的來源就在於助跑過程的水平速度。郭榮全（2002）以八位參加 2002 年亞運會男子體操培訓選手為對象，利用高頻測速槍（拍攝頻率為 100Hz）測量跳馬全程助跑速度，結果發現運動員經 2 個月短跑訓練後，在實施個人最高起評分動作時之最大助跑速度達 $8.89\pm 0.22\text{m/s}$ ，且有較佳的助跑速度才能實施高難度的跳馬動作。

跳馬動作各階段的基本技術和要求具有相對的獨立性，對於各階段的基本技術可進行分段訓練（黃玉斌、姚俠文，2000）。因此，綜合以上文獻所述，對於跳馬助跑的單獨訓練就顯得特別重要了。

第四節 文獻總結

透過相關文獻可了解到，振動訓練有助於提升運動員的肌力、爆發力以及柔軟度，甚至對於青少年體操選手的柔軟度亦有所助益。除了 Sands 等（2006）曾探討過振動訓練在體操選手的影響之外，根據筆者所蒐集的相關文獻中顯示，目前並沒有針對大專男子成年體操選手透過長期振動訓練相關研究，同時，Sands 等（2006）僅針對柔軟度部分做探討，並未針對肌力、爆發力與體操運動表現，特別是像跳馬這種強調爆發力的項目加以探究，而有關跳馬訓練的文獻與書籍大多也是針對動作技術訓練方法來進行研究（黃玉斌、姚俠文，2000；崔鳴周，1990），對於利用相關的訓練方法，如提升跳馬所需體能要素進而能提升運動表現則較少著墨。因此，振動訓練是否對於大專公開男子組體操選手亦具有提升肌力與爆發力等跳馬專項素質運動表現的效果，仍是一個值得探討的問題。

第參章、研究對象與方法

第一節 研究對象

本研究以 12 名大專公開男子組體操選手為研究對象，並分為實驗組與控制組，受試者平均資料如表 3-1。

表 3-1 受試者平均資料表

	N	M±SD	單位
年齡	12	21±3	歲
身高	12	165±10	公分
體重	12	62±5	公斤
訓練年齡	12	13±3	年

第二節 研究日期與地點

一、研究日期：2009 年 2 月 4 日 與 2009 年 3 月 31 日。

二、研究地點：(一) 國立臺灣師範大學本部體育館體操房。

(二) 國立臺灣師範大學本部操場。

(三) 國立臺灣師範大學分部生物力學實驗室。

第三節 器材與設備

一、臺師大體操房

- (一) AAI 廠牌比賽用跳馬及跳板一座、落地墊二塊。
- (二) SONY 筆記型電腦一台。
- (三) Silicon COACH pro 分析軟體。
- (四) 皮尺 (50m)。
- (五) 攝影機 (型號：SONY DCR-Pc115)。
- (六) 競技體操評分單。
- (七) 振動式訓練機一台 (型號：AV-001A)。

二、國立臺灣師範大學本部操場

- (一) 碼錶。
- (二) 自製記錄表。

三、臺師大運動生物力學實驗室

- (一) Kistler 測力板 9281 型。
- (二) 電源線與傳輸線。

第四節 儀器架設

一、臺師大體操房

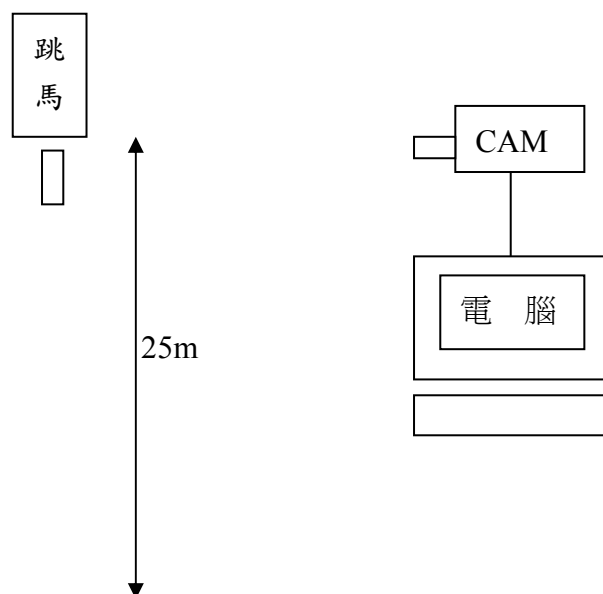


圖 3-1 實驗場地佈置圖

二、臺師大運動生物力學實驗室

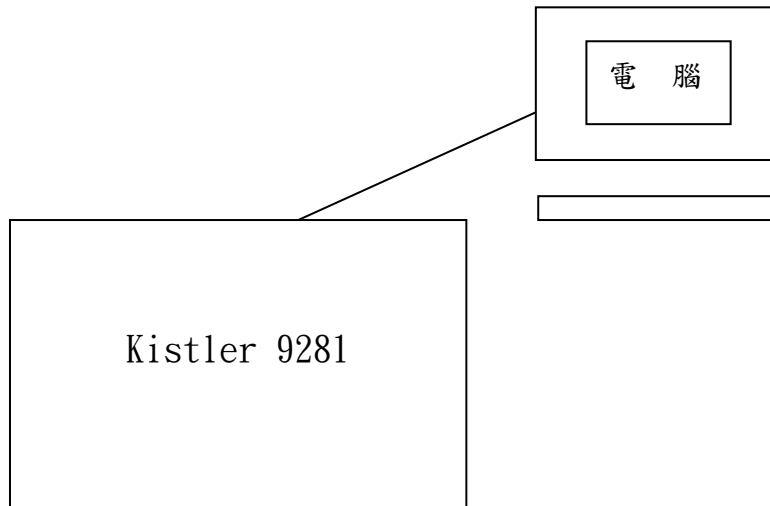


圖 3-2 實驗場地佈置圖

第五節 實驗方法與步驟

- 一、本研究訓練將進行為期八週（2009 年 2 月 4 日至 2009 年 3 月 31 日），每週三次的訓練，並募集 12 名競技體操大專男子公開組選手為受試對象，且將選手隨機分派為兩組各 6 位，第一組為實驗組，第二組為控制組。
- 二、實驗前發給每一位受試者一份受試者同意書，並向受試者說明有關研究目的、過程及回答相關問題，同時要求受試者在同意書上簽名，表示願意參予配合本實驗。測驗當天再向受試者詳述測驗流程、方法及相關細節，實驗期間隨時回答受試者任何疑問。

三、實驗組除了一般體操跳馬訓練模式(如表 3-2)之外，再加入振動式訓練(如表 3-3)，控制組只實施一般體操跳馬訓練。正式實驗前先進行兩組運動表現前測「25 公尺衝刺時間、直體塚原跳動作得分、第二飛程騰空時間及下肢動力學參數（DJ、SJ 之垂直高度、力量）」，經過八周振動訓練後再進行後測。

表 3-2 體操選手八週跳馬訓練課表

星期	訓練內容	備註
星期一	一、25m 助跑踏跳 * 15 二、直體前空翻 * 10	
	一、直體塚原推撐 * 10 二、躺包 * 15	
星期三	一、直體塚原跳推撐 * 15 二、躺包 * 10	
	一、直體塚原跳 * 10 二、入海棉池 * 20	
星期五	一、直體塚原跳 * 10 二、登陸練習 * 15	

表 3-3 體操選手八週振動訓練課表

週次	振幅	頻率	訓練強度	訓練頻率	訓練組數	每組運動持續時間	組間休息時間
(週)	(mm)	(Hz)	(g)	(次/週)	(組)	(秒)	(秒)
1	0.6	30	1.09	二	10	60	60
3	0.8	30	1.45	四	10	60	60
5	1	30	1.81	六	10	60	60
6	1.2	30	2.18		10	60	60
8	1.4	30	2.54		10	60	60

依據鄭景峰（2005）指出，振動訓練法在實際實施時，應包括振幅介於 2.5-7.0 mm、頻率介於 30-50 Hz、訓練頻率約每週 3-5 次、訓練組數約 3-13 組、間歇休息 1 分鐘等原則。振動訓練儀器所提供的強度，可透過振幅與頻率換算而獲得振動訓練儀器所提供的重力加速度值(g 值)。而先前利用明根公司所製作的振動訓練儀器的研究(Lee 等，2007；Hsu 等，2007)也發現，單次振動運動（強度分別為 0.27 g, 0.68 g, 1.09 g）對於爆發力與肌肉活性的影響，會隨著 g 值的增加而有逐漸增加的趨勢。因此，本研究嘗試以超過 1 g 的強度作為訓練強度，以達到肌肉刺激的效果。除此之外，為達到下肢的訓練效果，每位受試者在從事下肢訓練時，於振動訓練儀器上皆採半蹲姿進行下

肢訓練。

四、正式測驗當天上午先進行 25 公尺衝刺及塚原跳測驗，每人每次均進行 2 次，下午再進行 DJ (Drop Jump)、SJ (Squat Jump) 測力板測驗，每人每個動作均進行 2 次。

五、25 公尺衝刺時間檢測於臺師大本部田徑場進行，而跳馬直體塚原跳檢測於臺師大體操房進行，受試者按照平時所做之熱身活動進行熱身，熱身結束後各組受試者依序輪流進行一次「直體塚原跳」動作，並邀請 4 位國家級競技體操裁判評分，受試者最後得分為去掉最高分與最低分，取中間兩位裁判的平均得分為最後得分，裁判原始評分單如附錄四。

六、實驗流程如圖 3-3。

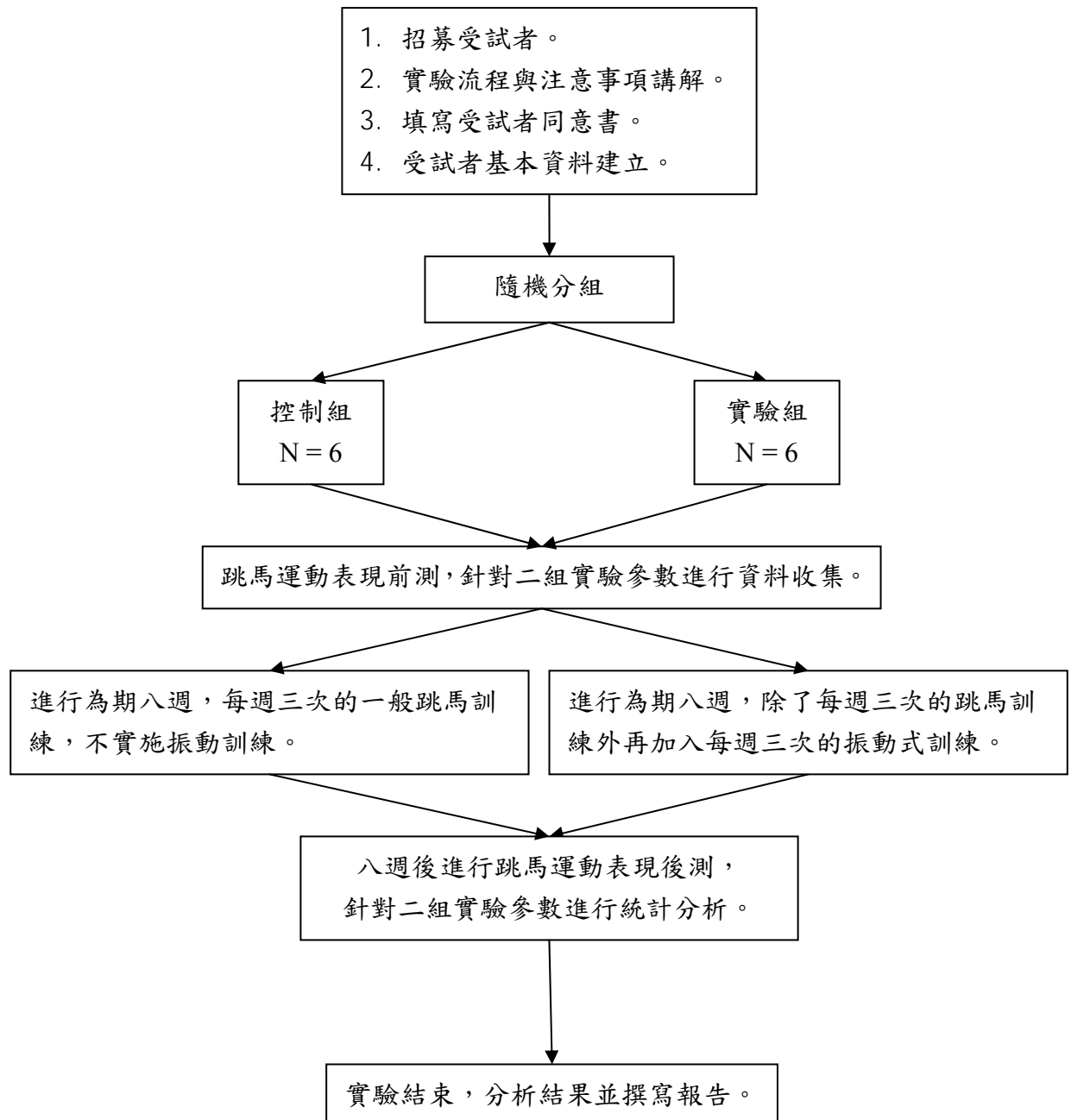


圖 3-3 實驗流程圖

第六節 資料處理

本研究的 25 公尺衝刺跑，於臺師大田徑場實施，以碼表記錄前測與後測時間。直體塚原跳第二飛程騰空時間以 Silicon COACH Pro 軟體進行分析，而跳馬直體塚原跳之最後得分則聘請 4 位國家級裁判進行正式動作評分，再比較前後測得分差異，透過臺師大力學實驗室 Kistler9281 測力板（1200Hz）進行下肢 DJ 與 SJ 之高度、力量前後測比較分析。以上進行實驗每項均進行兩次以輪流實施方式進行，最後分析時以成績較優一次統計。統計方法將蒐集到的各項參數利用 SPSS10.0.7C 版統計軟體進行各項數據統計分析：

- 一、以獨立樣本 t-test 檢驗實驗組與控制組兩組後測統計差異，並利用相依樣本 t-test 進行實驗組前後測與控制組前後測比較統計差異。
- 二、本研究檢測項目「25 公尺衝刺時間、跳馬騰空時間、直體塚原跳最後得分、DJ 與 SJ 下肢垂直高度與力量」各項參數統計數據顯著水準 $\alpha=.05$ 。

第肆章、結果

本研究目的是希望透過振動式訓練來探討其對跳馬運動表現的影響，藉以找出日後大專公開男子組體操選手跳馬訓練的重要方向。

因此，本研究結果分為以下三個部分加以闡述：

- 一、實驗組振動式訓練前後測 25 公尺衝刺時間、跳馬運動表現（第二飛程騰空時間、直體塚原跳最後得分）、下肢垂直力量與高度之比較分析。
- 二、控制組訓練前後測 25 公尺衝刺時間、跳馬運動表現（第二飛程騰空時間、直體塚原跳最後得分）、下肢垂直力量與高度之比較分析。
- 三、兩組（實驗組與控制組）受試者經訓練後之 25 公尺衝刺時間、跳馬運動表現（第二飛程騰空時間與直體塚原跳最後得分）、下肢垂直力量與高度之相互比較分析。

第一節 實驗組振動式訓練前後測 25 公尺衝刺時間、跳馬運動表現
 (第二飛程騰空時間、直體塚原跳最後得分)、下肢垂直力
 量與高度之比較分析

一、25 公尺衝刺時間之比較分析

如表 4-1，本研究利用相依樣本 t 考驗來檢驗實驗組 25 公尺前測與後測衝刺時間是否有差異，統計結果顯示前測與後測達到顯著性差異 ($p<.05$)。

表 4-1 實驗組 25 公尺平均衝刺時間比較表 單位：秒

		N	M±SD	t 值
實驗組	前測	6	4.289±0.1745	12.169*
	後測	6	3.657±0.1201	

* $p<.05$

二、跳馬運動表現（第二飛程騰空時間、直體塚原跳最後得分）之比較分析

如表 4-2，以相依樣本 t 考驗來分析實驗組跳馬第二飛程騰空平均時間前測與後測是否有達顯著效果，結果發現振動訓練前測與後測達到顯著性差異 ($p<.05$)。

表 4-2 實驗組第二飛程騰空平均時間比較表 單位：秒

		N	M±SD	t 值
實驗組	前測	6	0.869±0.0314	-6.571*
	後測	6	0.934±0.0353	

* $p<.05$

如表 4-3，一樣以相依樣本 t 考驗來檢驗實驗組直體塚原跳動作前測與後測最後得分之差異，結果發現振動訓練前測與後測達顯著性差異 ($p<.05$)。

表 4-3 實驗組直體塚原跳平均得分比較表

單位：分

		N	M±SD	t 值
實驗組	前測	6	12.842±0.1985	-11.912*
	後測	6	13.742±0.0847	

* $p < .05$

備註：直體塚原跳起評分為 14.6

三、下肢垂直高度與力量之比較分析

利用相依樣本 t 考驗分析 DJ (Drop Jump) 與 SJ (Squat Jump) 之垂直高度前測與後測經過八週振動式訓練後，是否達到顯著性差異，根據統計結果顯示 DJ 垂直平均高度前測與後測呈現顯著性差異， $p < .05$ (如表 4-4)，且 SJ 垂直平均高度前測與後測也達顯著性差異， $p < .05$ (如表 4-5)。

表 4-4 實驗組 DJ 垂直高度平均比較表

單位：公尺

		N	M±SD	t 值
實驗組	前測	6	0.407±0.0413	-9.5*
	後測	6	0.47±0.0465	

* $p < .05$

表 4-5 實驗組 SJ 垂直高度平均比較表

單位：公尺

		N	M±SD		t 值
實驗組	前測	6	0.378±0.0343	0.0343	-13*
	後測	6	0.443±0.0378	0.0378	

* $p < .05$

以相同統計方法相依樣本 t 考驗來檢驗 DJ (Drop Jump) 與 SJ (Squat Jump) 之垂直力量實驗組前測與後測之差異，統計結果發現 DJ 垂直力量前測與後測呈現顯著性差異， $p < .05$ (如表 4-6)，且 SJ 垂直力量前測與後測也達顯著性差異， $p < .05$ (如表 4-7)。

表 4-6 實驗組 DJ 垂直力量平均比較表

單位：牛頓

		N	M±SD	t 值
實驗組	前測	6	1798.047±110.9	-5.296*
	後測	6	2006.444±141.29	

* $p < .05$

表 4-7 實驗組 SJ 垂直力量平均比較表

單位：牛頓

		N	M±SD	t 值
實驗組	前測	6	1794.7±145.87	-9.259*
	後測	6	1972.03±154.52	

* $p < .05$

第二節 控制組訓練前後測 25 公尺衝刺時間、跳馬運動表現 (第二飛程騰空時間、直體塚原跳最後得分)、下肢垂直力量與高度之比較分析

一、25 公尺衝刺時間之比較分析

如表 4-8，以相依樣本 t 考驗來分析控制組前測與後測，25 公尺平均衝刺時間是否有達顯著性差異，統計結果顯示前測與後測並無達到顯著性差異 ($p=.44$)。

表 4-8 控制組 25 公尺平均衝刺時間比較表 單位：秒

		N	M±SD	t 值
控制組	前測	6	4.278±0.1559	0.837
	後測	6	4.213±0.1263	

二、跳馬動作表現（第二飛程騰空時間、直體塚原跳最後得分）之比較分析

如表 4-9，統計結果以相依樣本 t 考驗來檢驗控制組前測與後測，跳馬第二飛程騰空平均時間是否達到顯著效果，結果顯示前測與後測沒有達到顯著性效果 ($p=.48$)。

表 4-9 控制組第二飛程騰空平均時間比較表 單位：秒

		N	M±SD	t 值
控制組	前測	6	0.897±0.0484	0.759
	後測	6	0.892±0.0486	

如表 4-10，以相依樣本 t 考驗來分析控制組前測與後測，跳馬直體塚原跳平均得分之差異，統計結果發現沒有實施振動訓練組，前測與後測並沒有顯著差異，($p=1$)。

表 4-10 控制組直體塚原跳平均得分比較表

單位：分

		N	M±SD	t 值
控制組	前測	6	13.017±0.4535	0
	後測	6	13.017±0.5517	

備註：直體塚原跳起評分為 14.6

三、下肢垂直高度與力量之比較分析

利用相依樣本 t 考驗分析控制組 DJ (Drop Jump) 與 SJ (Squat Jump) 之垂直高度前測與後測經過八週振動式訓練後，是否達到顯著性差異。統計結果顯示 DJ 垂直平均高度前測與後測並無顯著性差異， $p=.71$ (如表 4-11)，而 SJ 垂直平均高度前測與後測也沒有達到顯著性差異， $p=.72$ (如表 4-12)。

表 4-11 控制組 DJ 垂直高度平均比較表

單位：公尺

		N	M±SD	t 值
控制組	前測	6	0.422±0.0462	-0.395
	後測	6	0.425±0.0409	

表 4-12 控制組 SJ 垂直高度平均比較表

單位：公尺

		N	M±SD	t 值
控制組	前測	6	0.367±0.0561	0.378
	後測	6	0.363±0.0644	

以相同統計方法相依樣本 t 考驗來檢驗 DJ (Drop Jump) 與 SJ (Squat Jump) 之垂直力量控制組前測與後測之差異，統計結果發現 DJ 垂直力量前測與後測沒有顯著性差異， $p=.93$ (如表 4-13)，而 SJ 垂直力量前測與後測也沒有顯著性差異， $p=.58$ (如表 4-14)。

表 4-13 控制組 DJ 垂直力量平均比較表

單位：牛頓

		N	M±SD	t 值
控制組	前測	6	1822.25±186.43	0.091
	後測	6	1819.70±159.21	

表 4-14 控制組 SJ 垂直力量平均比較表

單位：牛頓

		N	M±SD	t 值
控制組	前測	6	1740.21±185.5	-0.585
	後測	6	1754.25±178.26	

第三節 兩組（實驗組與控制組）受試者經訓練後之 25 公尺衝刺時間、跳馬運動表現（第二飛程騰空時間與直體塚原跳最後得分、下肢垂直力量與高度之相互比較分析

一、25 公尺衝刺時間之互相比較分析

如表 4-15，本研以獨立樣本 t 考驗比較 25 公尺平均衝刺時間在兩組後測中是否有差異，結果發現兩組後測呈現顯著差異 ($p<.05$)。

表 4-15 兩組受試者經訓練後 25 公尺平均衝刺時間比較表

	組別	M±SD	t 值
後測	實驗組	3.657±0.1201	-7.82*
	控制組	4.213±0.1263	

* $p<.05$

單位：秒

從圖 4-1 中可得知實驗組與控制組 25 公尺平均衝刺時間在經過八週的振動訓練訓練後，有實施振動訓練的實驗組 25 公尺衝刺時間，明顯比無實施振動訓練組短。

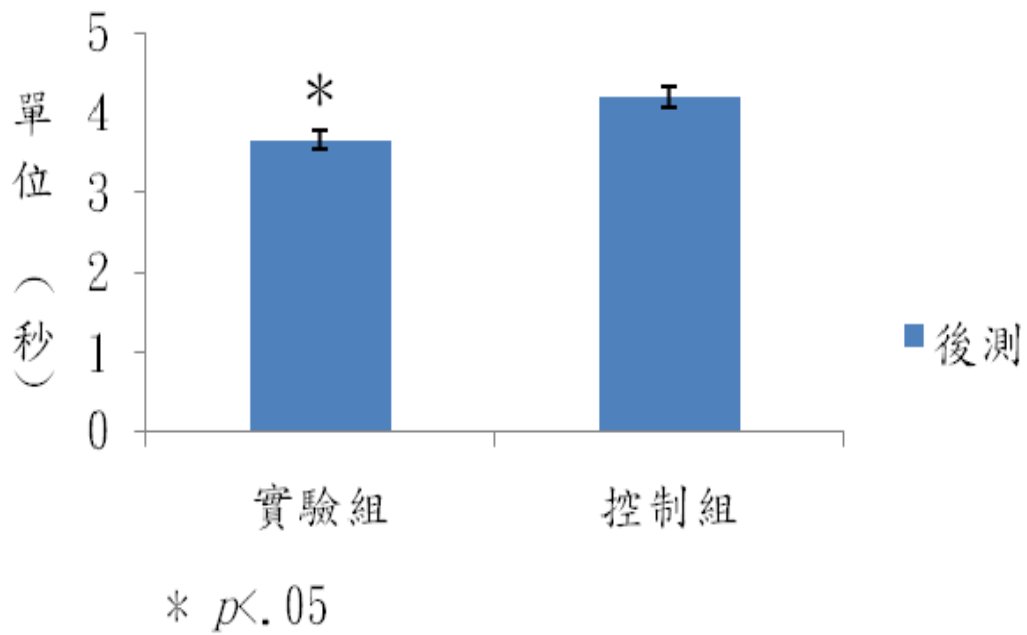


圖 4-1 實驗組與控制組 25 公尺後測比較圖

二、跳馬運動表現（第二飛程騰空時間、直體塚原跳最後得分）之比

較分析：

本研究使用獨立樣本 t 考驗來比較振動訓練後測兩組第二飛程騰空時間是否達到顯著差異，統計數據顯示後測兩組檢測結果沒有顯著性差異 ($p=.11$)。

表 4-16 兩組受試者經訓練後第二飛程騰空平均時間比較表

組別		M±SD	t 值
後測	實驗組	23.367±0.8824	1.740055805
	控制組	22.3±1.2149	

單位：秒

雖然獨立樣本 t 考驗結果顯示後測實驗組與控制組無顯著差異，但由圖 4-2 仍可以發現實驗組經過八週的振動訓練後呈現明顯的進步，且平均騰空時間也比控制組要來的久。

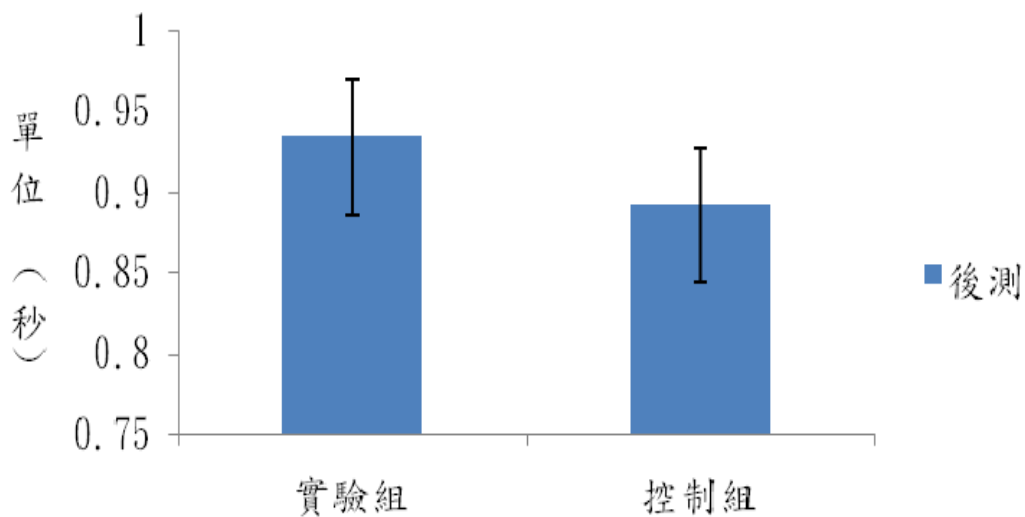


圖 4-2 實驗組與控制組第二飛程騰空時間後測比較圖

如表 4-17，利用獨立樣本 t 考驗來比較振動訓練後實驗組與控制組塚原跳動作最後得分是否有差異，數據統計後發現振動訓練後兩組動作得分呈現顯著差異 ($p < .05$)。

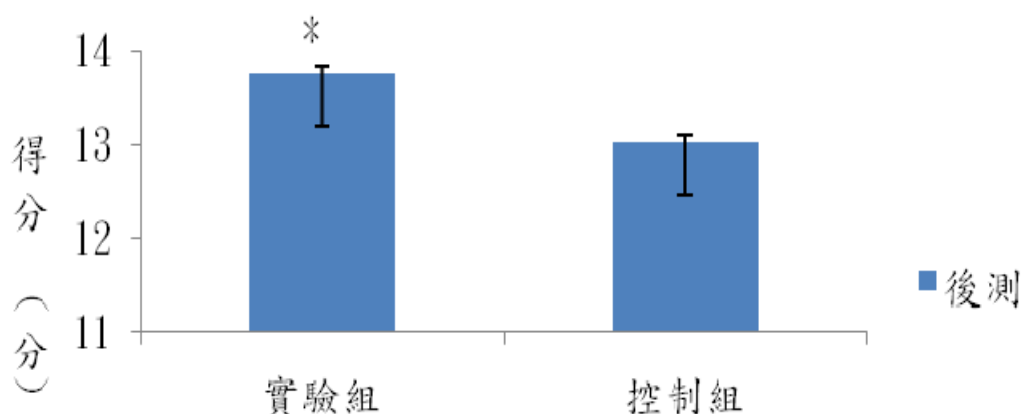
表 4-17 兩組受試者經訓練後直體塚原最後得分平均比較表

	組別	M±SD	t 值
後測	實驗組	13.742±0.0847	3.18*
	控制組	13.017±0.5517	

* $p < .05$

單位：分

經由圖 4-3 可得知實驗組明顯經過八週的振動式訓練後，直體塚原跳動作得分確實有顯著的進步，且最後得分也比控制組要來的高。



* $p < .05$ 註：塚原跳起評分為14.6分

圖 4-3 實驗組與控制組直體塚原跳最後得分後測比較圖

三、下肢垂直高度與力量之比較分析

如表 4-18，一樣以獨立樣本 t 考驗來檢驗振動訓練後測實驗組與控制組 DJ (Drop Jump) 垂直高度之統計數據差異，發現後測並沒有達到顯著性差異 ($p=.11$)。

表 4-18 兩組受試者經訓練後 DJ 垂直高度平均比較表

	組別	M±SD	t 值
後測	實驗組	0.47±0.0465	1.7811
	控制組	0.425±0.0409	

單位：公尺

如表 4-19，本研究利用獨立樣本 t 考驗來比較振動訓練後測實驗組與控制組 SJ (Squat Jump) 之垂直高度，統計顯示後測兩組達顯著差異 ($p<.05$)。

表 4-19 兩組受試者經訓練後 SJ 垂直高度平均比較表

	組別	M±SD	t 值
後測	實驗組	0.443±0.0378	2.6249*
	控制組	0.363±0.0644	

* $p < .05$

單位：公尺

雖然表 4-18 統計結果發現兩組並無顯著性差異，但是透過圖 4-4 與圖 4-5 仍然可以很明顯的發現兩組之間的差異，實驗組經過八週的振動訓練後，平均騰空高度是有改善的，且平均騰空高度也比控制組要來的高。

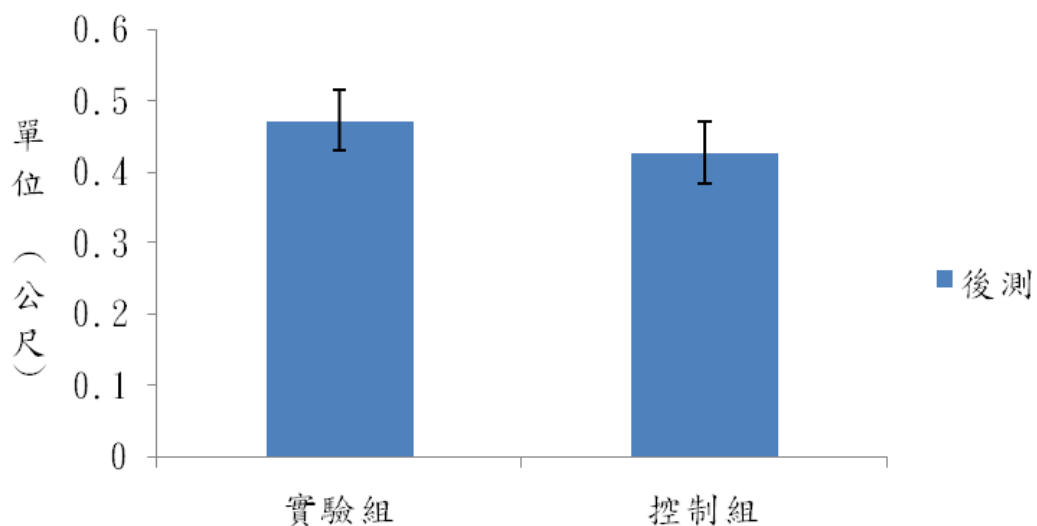


圖 4-4 實驗組與控制組 DJ 下肢垂直高度後測比較圖

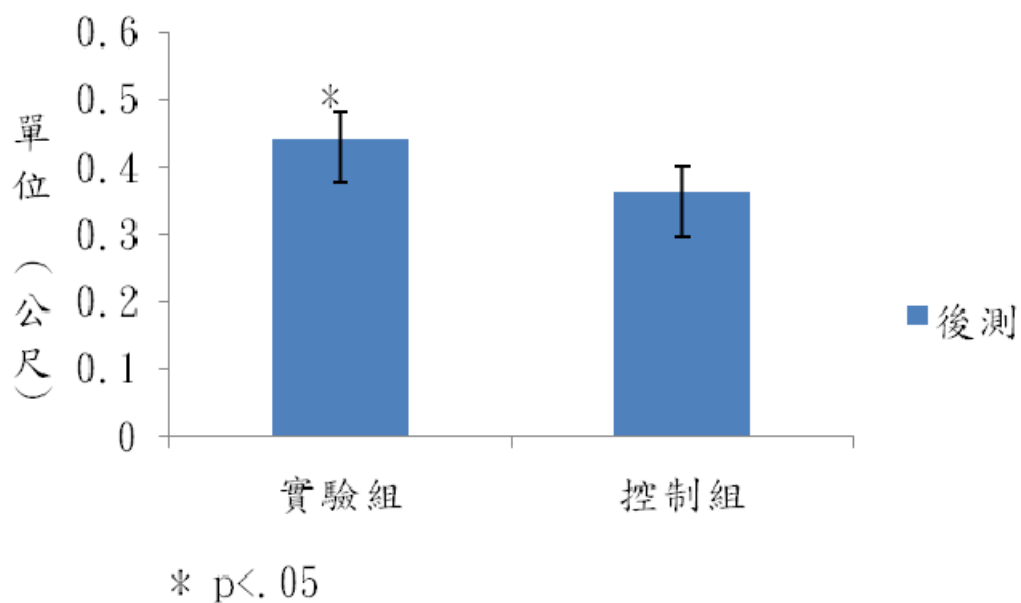


圖 4-5 實驗組與控制組 SJ 下肢垂直高度後測比較圖

如表 4-20，利用統計方法獨立樣本 t 考驗來比較振動式訓練後測實驗組與控制組 DJ (Drop Jump) 之垂直力量是否有差異，經數據統計後發現振動訓練後測沒有顯著差異 ($p=.06$)。

表 4-20 兩組受試者經訓練後 DJ 垂直力量平均比較表

組別		M±SD	t 值
後測	實驗組	2006.44±141.29	2.149
	控制組	1819.70±159.21	

單位：牛頓

如表 4-21 以獨立樣本 t 考驗檢驗 SJ (Squat Jump) 垂直力量於振動訓練實驗組與控制組後測中是否有達顯著效果，統計發現兩組後測達顯著差異 ($p<.05$)。

表 4-21 兩組受試者經訓練後 SJ 垂直力量平均比較表

組別		M±SD	t 值
後測	實驗組	1972.03±154.52	2.261*
	控制組	1754.25±178.26	

* $p<.05$

單位：牛頓

雖然根據表 4-20 統計結果發現實驗組與控制組並無顯著差異，但是透過圖 4-6 與圖 4-7 仍然可以清楚看出實驗組經過八週的振動式訓練後，平均力量是有進步的，且實驗組平均力量明顯也比控制組要來的高。

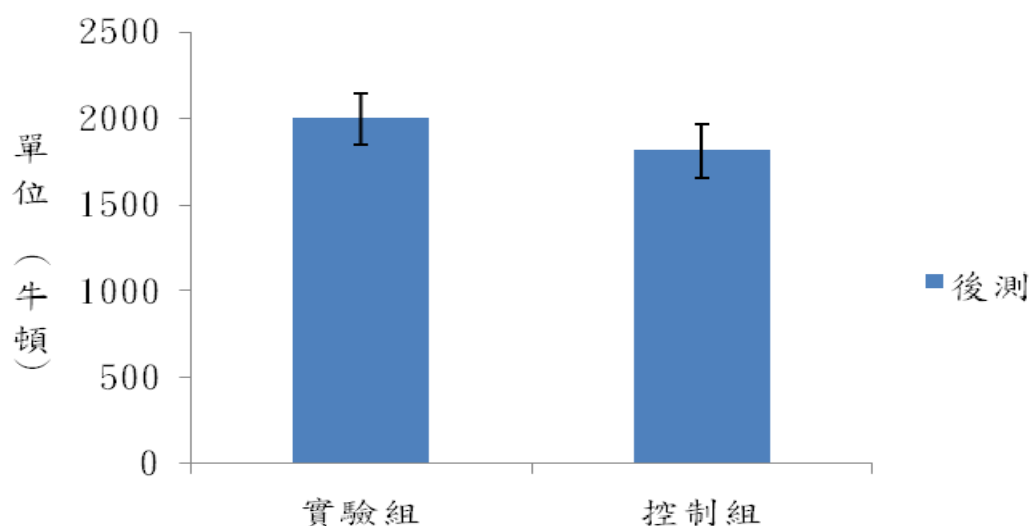


圖 4-6 實驗組與控制組 DJ 下肢垂直力量後測比較圖

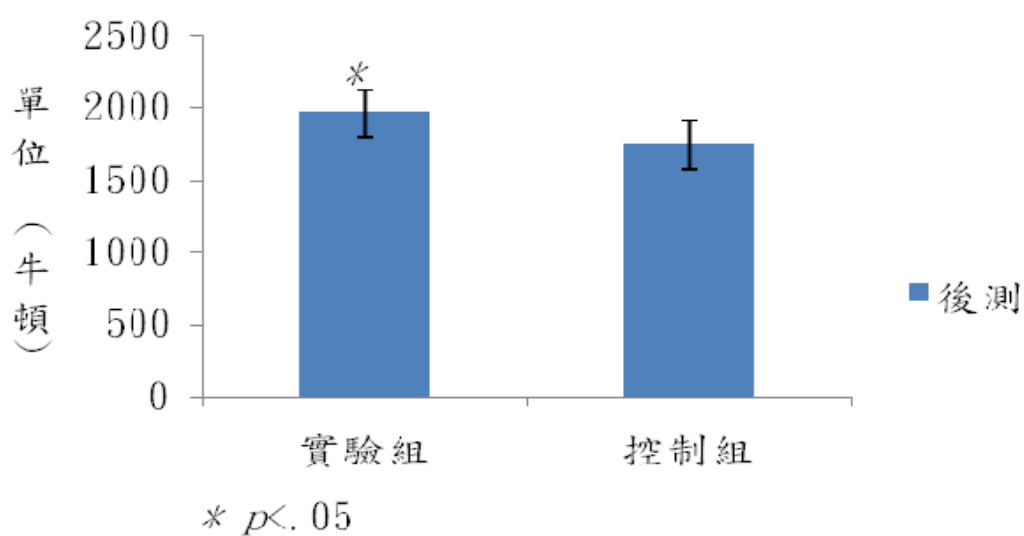


圖 4-7 實驗組與控制組 SJ 下肢垂直力量後測比較圖

第伍章、討論

本研究目的欲探討振動式訓練是否能有效的提升競技體操運動員跳馬項目之運動表現，共分四節進行討論：

- 一、實驗組振動式訓練前後 25 公尺衝刺時間、跳馬運動表現（第二飛程騰空時間與直體塚原跳最後得分）、下肢垂直力量與高度之相關討論。
- 二、控制組振動式訓練前後 25 公尺衝刺時間、跳馬運動表現（第二飛程騰空時間與直體塚原跳最後得分）、下肢垂直力量與高度之相關探討。
- 三、兩組（實驗組與控制組）受試者經訓練後之 25 公尺衝刺時間、跳馬運動表現（第二飛程騰空時間與直體塚原跳最後得分）、下肢垂直力量與高度之比較討論。
- 四、綜合討論。

第一節 實驗組振動式訓練前後 25 公尺衝刺時間、跳馬運動表現(第二飛程騰空時間與直體塚原跳最後得分)、下肢垂直力量與高度之相關討論。

競技體操規則中，跳馬的助跑距離為 25 公尺，因此選手如何在 25 公尺內達到最大的水平速度是一重要課題。而陸保鍾、鄭吾真(1990)指出跳馬助跑有二種方式，第一種為漸進加速式，第二種為全速衝刺式。隨著動作技術的進步，跳馬動作在難度上有越來越難的趨勢，因此有越來越多發展高難度動作的教練及選手，為爭取更好的技術發揮，在助跑的技術上選擇了全速衝刺式的助跑方法來取代漸進加速式以爭取更大的助跑水平速度，為之後的動作奠下更好發揮技術的基礎。

本研究是運用全速衝刺的方式來檢測振動式訓練前測與後測選手在時間上的差異，利用統計相依樣本 t 考驗來分析 25 公尺衝刺時間。統計結果發現實驗組經過八週的振動式訓練(如表 3-3)後，前測與後測確實是有明顯的進步，平均進步時間為 0.63 秒。而跳馬運動表現(第二飛程騰空時間與直體塚原跳最後得分)方面，經過八週的振動式訓練後也有明顯的改善，第二飛程騰空時間於振動訓練前與訓練後平均進步 7%，而直體塚原跳最後得分也出現顯著性的差異，最後平均得分增加 0.9 分。由此可知，經過振動式訓練後，運動員其

助跑水平衝刺時間上已有明顯的改善與進步

，而在郭榮全（2002）研究中指出，針對八位 2002 年亞運會男子體操培訓選手為對象，利用高頻測速槍（拍攝頻率為 100Hz）測量跳馬全程助跑速度，結果發現運動員經兩個月短跑訓練後，在實施個人最高起評分動作時之最大助跑速度達 $8.89\pm 0.22\text{m/s}$ ，且有較佳的助跑速度才能實施高難度的跳馬動作，與 Takei 等（2000b）針對 1995 年世界盃體操賽 122 位選手所實施的跳馬動作研究中，發現速度與得分是有顯著相關的理論一致。

而本研究進行實驗組下肢 DJ 與 SJ 之垂直力量與高度前後測，統計結果中也證實了，實驗組經過八週的振動式訓練（如表 3-3），每週三次、每次平均 10 個回合、每回合振動 60 秒，下肢 DJ 與 SJ 垂直高度平均顯著增加 10% 與 9%，與 Delecluse 等（2003）的十二周下肢振動式訓練垂直跳高度平均提升 7.6% 差異不大，結果皆為明顯進步；而下肢力量部份，經過本實驗數據結果顯示 DJ 與 SJ 的垂直力量（ $p<.05$ ）也平均進步 13% 與 15%，與 Delecluse, Rolelants, 和 Verschueren（2003）實施十二周的下肢振動式訓練，每週三次、每次平均 10 個回合、每回合振動 30~60 秒，力量顯著增加 16%，剛好和本實驗結果相仿。

第二節 控制組訓練前後 25 公尺衝刺時間、跳馬運動表現（第二飛程騰空時間與直體塚原跳最後得分）、下肢垂直力量與高度之相關探討

本研究利用統計相依樣本 t 考驗，來分析沒有實施振動式訓練，而僅實施體操選手八週跳馬訓練課表（如表 3-2）的控制組，於 25 公尺衝刺時間上的差異，統計結果發現，控制組前測與後測並沒有達到顯著性的差異，而前測與後測進步秒數平均時間僅 0.07 秒，幾乎與前測的 25 公尺平均衝刺秒數相同。至於跳馬運動表現騰空時間統計結果也發現控制組前測與後測並無明顯進步，且後測反而出現騰空平均時間退步的情形（-0.005 秒）。而跳馬直體塚原跳最後得分統計結果亦相同，結果皆顯示無實施振動式訓練控制組前測與後測並沒有達到顯著性的差異。

透過力學實驗室測力板分析數據，結果顯示控制組前測與後測經過八週的無實施振動式訓練，僅實施一般跳馬訓練（如表 3-2），統計結果皆發現控制組下肢 DJ 與 SJ 之垂直高度幾乎沒有進步，反而有退步的情形，且下肢力量部份經過本實驗數據結果顯示 DJ 與 SJ 的垂直力量也幾乎沒有提升。

所以，控制組經過八週一般跳馬訓練，於 25 公尺衝刺、跳馬運動表現（第二飛程騰空時間與直體塚原跳最後得分）、下肢垂直力量

與高度的所有檢測當中，前測與後測並無項目明顯達到顯著性差異，因此，振動式訓練是影響競技體操公開男子組體操選手跳馬運動表現與下肢能力的重要因素，值得教練與選手的高度重視。

第三節 兩組（實驗組與控制組）受試者經訓練後之 25 公尺衝刺時間、跳馬運動表現（第二飛程騰空時間與直體塚原跳最後得分）、下肢垂直力量與高度之比較討論

利用統計獨立樣本 t 考驗來分析，實驗組與控制組於後測統計結果顯示，在振動式訓練實施經過八週後，可以發現後測實驗組與控制組於 25 公尺衝刺時間上出現顯著差距。

而跳馬運動表現第二飛程騰空時間與塚原直體最後得分，雖然經過統計結果後發現，實驗組與控制組在後測實施第二飛程騰空時間沒有顯著性差異，但是透過圖 4-2 還是可以發現實驗組騰空時間明顯比控制組要來的久，且利用統計交叉比較後也發現，未實施振動訓練前，兩組（實驗組與控制組）受試者程度相當，但經過振動式訓練實驗後，結果發現兩組程度上已出現明顯的落差，所以，實驗組經過八週的振動式訓練後，騰空時間確實有明顯的改善。而直體塚原跳最後得分統計結果顯示，經過八週的振動式訓練後，實驗組與控制組後測數據呈現顯著差異，而實驗組平均成績比控制組多了 0.725 分，透過圖 4-3 也可以很清楚的發現實驗組平均得分比控制組要來的高。

經統計結果顯示實驗組與控制組下肢 DJ 垂直高度與力量後測，雖然並無達到顯著性差異，但是透過圖 4-4 與圖 4-6，依然可以發現實驗組垂直高度明顯比控制組要來的高，而實驗組與控制組 SJ 垂直

高度與力量後測，統計結果皆呈現顯著性差異。

由此可知，八週的振動式訓練後，實驗組與控制組並不是所有檢測項目皆達顯著性差異，但是從統計比較圖中亦可以發現有經振動式訓練的實驗組，各項檢測與控制組比較的確明顯進步許多。

第四節 綜合討論

本研究經過八週的振動式訓練後，運動員在助跑水平衝刺時間上已有明顯的改善與進步，而關於運動表現在第二飛程階段大部份的研究都指出較長的第二飛程騰空時間 (Takei, 1989; Takei & Kim, 1990; Takei, 1991)，是成功動作的要素。從本實驗第二飛程騰空時間與直體塚原跳最後得分的差異中就可以驗證這樣的結果。

Takei (1991) 利用高速攝影機 (100Hz) 針對參加 1988 年奧運會體操賽 51 位選手進行研究，並將選手分成二組，一組為高分組 11 位選手，一組為低分組 11 位選手，比較選手實施前手翻團身前空翻一周之動作，結果發現第二飛程時間越久且越長，裁判評分分數會有越高的情形。除此之外，俞智贏 (2004) 進行跳馬助跑速度檢測，利用測速槍進行研究，結果發現助跑速度與得分有顯著相關。所以，第二飛程可以說是裁判判定跳馬動作技術好壞的重要關鍵 (俞智贏, 2006)。而本研究實施振動訓練實驗組騰空時間明顯改善，與塚原直體最後得分也明顯增加，似乎顯露出此研究與文獻中所指出的騰空時間會影響跳馬動作最後得分相互呼應。再者，文獻中指出在競技體操跳馬項目中，助跑水平速度不僅決定著騰空的高度及遠度，也和起跳與推撐時獲得的垂直速度、翻轉速度密切相關 (劉志成, 1987; 金季春, 1990; 徐永億, 1993)。而本研究實驗組於水平衝刺時間上亦達

顯著性差異，剛好本研究結果也與部分學者的理論一致。

振動式訓練已經普遍的被應用於極需爆發力與下肢肌力的運動項目，並做為輔助練習。而 Rittweger (2003) 等也指出下肢振動式訓練可以提高運動員的垂直跳高度，並提升運動員的最大力量和爆發力，這些力量的增加則是運動員取得競技項目勝利的關鍵。在此研究中所饒富的意義是，振動式訓練對下肢表現能有明顯的助益，且對於下肢需求量較大的運動項目，似乎可以利用此種方式來進行有效的輔助訓練。

第陸章、結論與建議

第一節 結論

有鑑於此，競技體操跳馬項目的動作呈現可謂是環環相扣，本研究亦顯露出振動式訓練可以有效的增加競技體操運動員在跳馬項目的運動表現，並提供國內競技體操教練與運動員針對跳馬項目，在日後下肢訓練上的參考。本研究實驗組在實施八週的「振動式訓練」後，利用統計軟體 SPSS10.0.7C 版，執行獨立樣本 t 考驗與相依樣本 t 考驗，具體研究結論如下：

- 一、本研究進行為期八週的振動式訓練後，實驗組運動員檢測項目 25 公尺衝刺時間、第二飛程騰空時間、直體塚原跳最後得分、DJ 與 SJ 之垂直高度與力量，統計結果全部達到顯著性的進步，而控制組經實驗後檢測，則未達顯著性差異。
- 二、實驗組與控制組經過八週訓練後，雖然第二飛程騰空時間、DJ 之垂直高度與力量皆未達顯著性差異，但由實驗比較圖中亦可清楚發現，經實驗過後實驗組跳馬運動表現確實有改善。
- 三、研究結果中了解到，利用振動式訓練模式介入跳馬訓練，有助於跳馬整體技術的提升。

第二節 建議

競技體操跳馬項目是著重於爆發力的運動項目，如何將針對爆發力做出較有利於選手訓練的方式，一直是國內外教練與選手極欲探討的重點之一。透過本文可發現，振動式訓練對於大專男子競技體操選手具有明顯提升跳馬運動表現的能力，因此，筆者希望本文能提供國內從事體操訓練工作的教練一些啟示與幫助，藉由振動式訓練來增加國內競技體操選手於跳馬項目上的新突破，並使我國體操層次能更上一層樓，以為國爭光。

參考文獻

中文部分

- 宋曉東、姚俠文、羅蒞生、葛明津 (1994)。胡軍跳馬前手翻團身前空翻二周的運動學分析。《成都體育學院學報》，20 (3)，43-51。
- 余鴻堅、崔鳴周 (1989)。女子跳馬側翻內轉後手翻技術的運動學分析。《北京體育學報》，61-69。
- 金季春 (1990)。《冠軍的技術分析》。北京：人民體育。
- 林永錫 (2004)。《男子直體塚原轉體 900 度跳馬動作之運動學比較研究》。未出版碩士論文，國立台灣師範大學體育學系，台北市。
- 俞智贏 (1998)。男子體操加分技能及成績分析——86 年台灣區運動會體操賽男子第 III 競賽。《體育學報》，26，105-112。
- 俞智贏 (2001)。《運動科學對競技體操跳馬項目訓練之應用——以東亞運銀牌林永錫選手為例》。2001 年國際運動教練科學研討會口頭發表，台中市。
- 俞智贏 (2001)。男子跳馬羅杰跳之技術分析及訓練法之研究。《中華體育季刊》。
- 俞智贏 (2004)。《跳馬「前手翻直體前空翻轉體 540°」動作技術分析之個案研究——以我國優秀跳馬選手之動作技術表現輔以生化指標之應用為例》。未出版博士論文，國立台灣師範大學體育學系，台北市。
- 俞智贏 (2006)。我國與世界優秀跳馬選手「前手翻直體前空翻轉體 900°」之運動學比較研究。《運動教練科學》，7，79-86。
- 姚俠文 (1992)。克勞爾跳馬前手翻團身前空翻轉體 540°動作的運動學分析。《北京體育學院學報》，15 (1)，30-34。
- 姚俠文、翟建中、饒旺生 (1994)。樓云和克勞爾跳馬前手翻屈體前空翻轉體 180°動作運動學特徵的對比。《北京體育大學學報》，17 (2)，91-95。
- 姚俠文、李吉、李翠玲 (2004)。邢傲偉跳馬側手翻直體側空翻轉體 810°的運動學分析。《北京體育大學學報》，27 (3)，402-404。

- 徐元玉、姚俠文、紀仲秋 (2004)。李小鵬陸彬跳馬前手翻直體前空翻轉體 900° 的運動學分析。 *中國體育科技*, 40 (4), 73-77。
- 徐永億 (1993) 競技體操男子跳馬的運動力學淺談。 *體育與運動*, 85, 26-30。
- 陸保鍾、鄭吾真 (1990)。 *競技體操訓練學*。北京市：北京體育學院出版社。
- 袁志華 (1996)。對柳玉烈、張峰治、李小雙、跳馬跳馬前手翻高難空翻動作技術的研究。 *成都體育學院學報*, 22 (3), 26-34。
- 陳全壽、相子元 (1998)。 *陳氏被動反覆衝擊式肌力增強器對肌力、動力訓練效果之探討*。1998 國際大專運動教練科學研討會報告書, 105-107。
- 郭榮全(2002)。 *短跑訓練對跳馬助跑的影響*。未出版碩士論文，國立台灣體育學院，台中市。
- 崔鳴周 (1990)： *競技體操概論*。載於鄭吾真、陸保鍾 (主編) *競技體操訓練學*。北京市：北京體育學院出版社，18-19。
- 黃玉斌、姚俠文 (2000)。 *男子跳馬*。全國體育院校教材委員會編， *競技體操高級教程*。北京市：人民體育出版社。
- 黃紹仁 (1988)。 *男子跳馬之運動學分析*。未出版碩士論文，國立臺灣師範大學，台北市。
- 梁梅宗 (2003)。 *男子跳馬直體塚原轉體二周半之運動學分析—以我國選手林永錫為例*。未出版碩士論文，國立台灣體育學院，台中市。
- 梁梅松 (2003)。 *女子體操運動員實施新舊式跳馬上肢推稱之運動學分析*。未出版碩士論文，國立台灣體育學院，台中市。
- 馮瑾莉 (2002)。對女子跳馬訓練方法的探討。 *山西體育科技*, 22 (4), 74-77。
- 彭春政、葉新新 (2005)。 *交變負荷訓練法對肌肉力量訓練效果影響的實證研究*。 *中國體育科技*, 41 (5), 119-122。
- 趙蘭革、姚俠文、劉桂成 (2004)。王恬恬跳馬前手翻直體前空翻轉體 540° 的運動學分析。 *中國體育科技*, 40 (4), 78-80。

- 劉志成 (1987)。《*競技體操力學原理*》。北京：人民體育。
- 鄭景峰 (2005)。《*振動訓練法的理論與應用*》。《*運動生理學週訊*》，199。
- 薄雲霄、李子英、呂曉青、崔紹濤 (1996)。《*李泉跳馬側手翻團身後空翻二周的訓練與運動學分析*》。《*北京體育大學學報*》，19 (3)，88-92。
- 韓宏飛 (2001)。《*現代體操教學理論與方法*》。北京市：北京體育大學出版社。
- 《*體操大辭典*》 (1999)。《*體操大辭典*》。北京：人民體育出版社。

英文部分

- Bongiovanni, L. G., Hagbarth, K. E., & Stjernberg, L. (1990). *Prolonged muscle vibration reducing motor output in maximal voluntary contractions in man. Journal of Physiology*, 423, 15-26.
- Bosco, C., Colli, R., Introini, E., Cardinale, M., Tsarpela, O., Madella, A., et al. (1999). *Adaptive responses of human skeletal muscle to vibration exposure. Clin Physiol*, 19(2), 183-187.
- Bosco, C., Colli, R., Introini, E., Cardinale, M., Iacovelli, M., Tihanyi, J., et al. (1998). *Adaptive responses of human skeletal muscle to vibration exposure. Clinical Physiology*, 19(2), 183-187.
- Bosco, C., Iacovelli, M., Tsarpela, O., Cardinale, M., Bonifazi, M., Tihanyi, J., et al. (2000). *Hormonal responses to whole-body vibration in men. Eur J Appl Physiol*, 81(6), 449-454.
- Cardinale, M., & Bosco, C. (2003). *The use of vibration as an exercise intervention. Exerc Sport Sci Rev*, 31(1), 3-7.
- Dieman, A. (2002). *Vibration training: Mechanisms and possible mechanisms relating to structural adaptation and acute effects*. ADMOTION Performance consultancy: Sweelinckpleini, Den Hagg, Nederland.

- 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.
- de Ruiter, C. J., Van Raak, S. M., Schilperoort, J. V., Hollander, A. P., & de Hann. (2003). The effects of 11 weeks whole body vibration training on jump height, contractile properties and activation of human knee extensor. *European Journal of Applied Physiology*, 90, 595-600.
- Delecluse, C., Roelants, M., & Verschueren, S. (2003). Strength increases 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. *Am J Phys Med Rehabil*, 85(12), 956-962.
- Hagbarth, K. E., & Eklund, G. (1966). Tonic vibration reflexes (TVR) in spasticity. *Brain Res*, 2(2), 201-203.
- Hsu, W. C., Cheng, C. F., Lee, C. L., Huang, Y. L., & Chang, M. F. (2007, December). Acute effects of whole-body vibration on power performance and physiological indices in elite male rowers [Abstract]. *Poster session presented at 6th Annual Conference for Society of Chinese Scholars on Exercise Physiology and Fitness*, p.179. South China Normal University, Guangzhou, China.
- 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.
- Jordan, M. J., Norris, S. R., Smith, D. J., & Herzog, W. (2005). Vibration training: An overview of the area, training consequences, and future considerations.

Journal of Strength and Conditioning Research, 19(2), 459-466.

Komi, P. V. (1984). Physiological and biomechanical correlates of muscle function: effects of muscle structure and stretch-shortening cycle on force and speed.

Exercise and Sport Sciences Reviews, 12, 81-121.

Lee, C. L., Cheng, C. F., Hsu, W. C., & Lin, J. C. (2007, December). Acute effects of whole-body vibration on muscle activity of Wingate anaerobic power test in elite male rowers [Abstract]. *Oral session presented at 6th Annual Conference for Society of Chinese Scholars on Exercise Physiology and Fitness*, p.69.

South China Normal University, Guangzhou, China.

Luo, J., McNamara, B., & Moran, K. (2005). The use of vibration training to enhance muscle strength and power. *Sports Med*, 35(1), 23-41.

Matthews, P. B. (1966). Reflex activation of the soleus muscle of the decerebrate cat by vibration. *Nature*, 209(5019), 204-205.

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. *J Athl Train*, 41(3), 286-293.

Romaiguere, P., Vedel, J. P., & Pagni, S. (1993). Effects of tonic vibration reflex on motor unit recruitment in human wrist extensor muscles. *Brain Research*, 602,32-40.

Sands, W. A., McNeal, J. R., Stone, M. H., Russell, E. M., & Jemni, M. (2006). Flexibility enhancement with vibration: Acute and long-term. *Med Sci Sports Exerc*, 38(4), 720-725.

Torvinen, S., Kannus, P., Sievanen, H., Jarvinen, T. A., Pasanen, M., Kontulainen, S., et al. (2002a). Effect of a vibration exposure on muscular performance and body balance: randomized cross-over study. *Clinical Physiology and*

Functional Imaging, 22, 145-152.

Torvinen, S. (2003). *Effect of body vibration on muscular performance, balance, and bone*. Unpublished academic dissertation, University of Tampere, Finland.

Takei, Y. (1991). A comparison of techniques used in performing the men's compulsory gymnastics vault at the 1988 Olympics. *International Journal of Sport Biomechanics*, 7(1), 54-75.

Takei, Y. (1989). Techniques used by elite male gymnasts performing a handspring at vault at the 1987 Pan American games. *International Journal of Sport Biomechanics*, 5 (1), 1-25.

Takei, Y. & Kim ,E.J (1990). Techniques used in performing the handspring and salto forward tucked vault at 1988 Olympic games. *International Journal of Sport Biomechanics*, 6 (2), 111-138.

附錄一、實驗原始資料表（一）

姓名	25m 衝刺 前測 (秒)	25m 衝刺 後測 (秒)	塚原跳 前測 (分)	塚原跳 後測 (分)	騰空 時間 前測 (秒)	騰空 時間 後測 (秒)
受試者 1	4''24	3''74	13.100	13.800	0.924	0.988
受試者 2	4''58	3''78	12.750	13.600	0.864	0.904
受試者 3	4''22	3''61	12.750	13.725	0.844	0.916
受試者 4	4''37	3''76	13.000	13.725	0.852	0.896
受試者 5	4''06	3''56	12.900	13.850	0.888	0.952
受試者 6	4''25	3''49	12.550	13.750	0.844	0.952
受試者 7	4''10	4''15	13.400	13.250	0.96	0.964
受試者 8	4''49	4''38	12.900	13.325	0.896	0.876
受試者 9	4''38	4''15	12.300	11.900	0.824	0.816
受試者 10	4''10	4''33	12.900	13.300	0.88	0.888
受試者 11	4''33	4''04	13.000	13.125	0.88	0.892
受試者 12	4''27	4''23	13.600	13.200	0.94	0.916

附錄二、實驗原始資料表 (二)

姓名	DJ 垂直 高度 前測 (M)	DJ 垂直 高度 後測 (M)	DJ 垂直力 量前測 (N)	DJ 垂直力 量後測 (N)	SJ 垂直 高度 前測 (M)	SJ 垂直 高度 後測 (M)	SJ 垂直力 量前測 (N)	SJ 垂直力 量後測 (N)
受試者 1	0.45	0.50	1854.215	1957.802	0.37	0.42	1949.558	2172.311
受試者 2	0.41	0.46	1894.516	2044.151	0.33	0.41	1804.890	1916.900
受試者 3	0.33	0.38	1776.112	2109.021	0.35	0.40	1526.539	1731.901
受試者 4	0.40	0.49	1687.876	1806.245	0.40	0.47	1889.681	2065.889
受試者 5	0.43	0.50	1922.321	2201.321	0.42	0.49	1824.632	2042.422
受試者 6	0.42	0.49	1653.244	1920.122	0.40	0.47	1772.872	1902.752
受試者 7	0.50	0.47	2085.747	1955.615	0.47	0.47	1945.968	1990.231
受試者 8	0.39	0.41	1760.481	1806.120	0.32	0.33	1660.828	1665.852
受試者 9	0.37	0.37	1523.454	1530.440	0.33	0.30	1409.448	1472.989
受試者 10	0.43	0.45	1785.541	1775.137	0.35	0.37	1815.535	1723.256
受試者 11	0.40	0.39	1911.122	1920.006	0.34	0.31	1803.359	1866.230
受試者 12	0.44	0.46	1867.127	1930.870	0.39	0.40	1806.095	1806.956

附錄三、受試者須知及參與實驗同意書

研究題目：振動式訓練對大專公開男子體操選手跳馬運動表現之影響

本研究為碩士論文的實驗，為保護受試者的健康與權利，研究者有責任將研究過程向受試者說明，隨時回答受試者所提出的問題，並應盡力保護受試者的健康與權益，受試者如改變可以隨時退出，但請事先通知研究者。

實驗期間您將進行以下內容：

- 一、檢測日期：98.2.4(三)前測、98.3.31(二)後測。
- 二、測驗項目：25公尺衝刺速度、直體塚原跳最後得分、DJ與SJ之垂直高度與力量。
- 三、實驗期間依據各組課表（如表3-2、3-3）進行訓練。

本人已詳細閱讀過受試者實驗須知，並經研究者解說後，對於此研究方法、步驟與目的均已瞭解，本人同意參與本項實驗。

研究者：國立臺灣師範大學競技系碩士研究生 翁士航

聯絡電話：0938-272-252

因為您的參與使得本研究得以順利進行，並將運動科學領域融入體操運動領域，且做出貢獻，再次誠摯的感謝您的參與及支持。

受試者簽名：

日期：

聯絡電話：

附錄四、競技體操原始評分單前測

姓名	裁判一	裁判二	裁判三	裁判四
受試者 1	-2.0	-1.35	-1.0	-1.7
受試者 2	-1.75	-2.4	-1.3	-2.0
受試者 3	-1.6	-1.7	-1.65	-2.1
受試者 4	-1.8	-1.35	-1.85	-1.35
受試者 5	-1.75	-1.95	-1.45	-1.5
受試者 6	-2.55	-1.55	-1.9	-2.2
受試者 7	-1.45	-1.2	-0.95	-1.2
受試者 8	-2.0	-2.2	-1.2	-1.7
受試者 9	-2.8	-1.8	-2.5	-2.3
受試者 10	-2.0	-2.2	-1.5	-1.2
受試者 11	-1.85	-1.8	-1.5	-1.35
受試者 12	-1.5	-1.5	-1.25	-0.75

附錄五、競技體操原始評分單後測

姓名	裁判一	裁判二	裁判三	裁判四
受試者 1	-0.55	-1.05	-0.725	-1.0
受試者 2	-0.8	-0.8	-0.75	-1.25
受試者 3	-0.625	-0.7	-1.125	-0.725
受試者 4	-1.2	-1.375	-0.375	-0.5
受試者 5	-1.2	-1.25	-0.725	-0.25
受試者 6	-0.6	-0.725	-0.9	-1.1
受試者 7	-1.1	-1.5	-1.6	-1.2
受試者 8	-0.75	-1.8	-1.2	-1.5
受試者 9	-2.175	-3.2	-3.225	-2.8
受試者 10	-1.525	-1.2	-0.775	-1.825
受試者 11	-1.7	-1.8	-0.95	-2
受試者 12	-1.525	-1.925	-1.2	-0.875