

運動教練科學

SPORTS COACHING SCIENCE

Vol. 26 June 2012

承蒙

教育部體育司指導出版

特此申銘謝忱



中華民國運動教練協會

FORMOSA SPORTS COACH ASSOCIATION

《運動教練科學》學刊

第26期

中華民國101年6月

ISSN : 1818-2801

發行人／張思敏

總主編／林華韋

副主編／邱炳坤

執行編輯／鄭世忠

編輯委員／陳鴻雁 江界山 謝仲裕 湯文慈 詹貴惠 高三福 蔡崇濱 張振崗
吳昇光 葉志仙 康世平

編輯助理／蕭愛美

出版者／中華民國運動教練協會

地址／10489臺北市中山區朱崙街20號10樓1003室

電話／02-8771-1808

傳真／02-8771-1960

網址／<http://www.coach.org.tw/>

線上投稿與電子期刊／<http://paper.coach.org.tw>

E-mail／sports.coach@msa.hinet.net

編印發行／華藝數位股份有限公司

地址／23452新北市永和區成功路一段80號18樓

電話／02-2926-6006

傳真／02-2221-7711

網址／<http://www.airitipress.com/>

E-mail／press@airiti.com

《運動教練科學》學刊版權為中華民國運動教練協會與Airiti Press Inc.共同所有，
非經許可不得轉載

運動教練科學

Sports Coaching Science

第26期 Vol. 26

目錄 Contents

[原創性研究]

- 負重式振動訓練對男子軟式網球選手反應時間、移位速度及下肢爆發力的影響
朱文慶、黃軍晟、李淑惠、陳膺成1

Effect of Weight-Bearing Vibration Training on Reaction Time, Movement Speed and Lower Limbs Power in Male Soft Tennis Players
Wen-Chin Chu, Chun-Cheng Huang, Shu-Hui Lee, Ying-Cheng Chen

- 以三段技術分析探討我國優秀少年男子桌球選手戰型打法
王晨峰、王佩凡、杜美華、詹貴惠15

Investigation of Table Tennis Strategy by Three Stage Skill Analysis in Elite Taiwan Early Youth Table Tennis Players
Chen-Fun Wang, Pei-Fan Wang, Mei-Hua Tu, Kuei-Hui Chan

- 不同阻力訓練對國中室內拔河選手肌力與拉力表現的影響
邱定璿、楊明達、詹貴惠29

Effects of Different Resistance Training on Strength and Pulling Force Performance in Indoor Tug of War Players
Ting-Chun Chiu, Ming-Ta Yang, Kuei-Hui Chan

- 不同運動項目大專男子運動員無氧動力表現之分析
陳天文41

Analysis of Anaerobic Power Performance in Male Collegiate Athletes of Different Sport Disciplines
Tien-Wen Chen

- 國高中輕艇競速運動員參與歷程之調查研究
邱秀玟、張立羣、王建興51

The Study on the Participation of Junior and Senior High School Canoe Sprint Athletes

Hsiu-Wen Chiu, Li-Chun Chang, Chien-Hsin Wang

[運動技術報告]

- 2011年鉛球選手張銘煌美國移地訓練技術報告
Donald George Babbitt、張銘煌、林家瑩、鄭世忠65

Rotational Shot Put Development: Ming-Huang Chang (2011 Season in USA)

Donald George Babbitt, Ming-Huang Chang, Chia-Ying Lin, Shih-Chung Cheng

- 《運動教練科學》學刊投稿須知85
- 中華民國運動教練協會 會員入會辦法87

負重式振動訓練對男子軟式網球選手 反應時間、移位速度及下肢爆發力的影響

朱文慶¹、黃軍晟¹、李淑惠¹、陳膺成^{2,*}

¹正修科技大學運動健康與休閒系

²文藻外語學院體育運動組

摘要

目的：本研究旨在瞭解實施負重式振動訓練前、後反應時間、移位速度、下肢爆發力之變化情形，並比較有、無實施負重式振動訓練反應時間、移位速度、下肢爆發力的差異。**方法：**本研究以24名高中男子軟式網球選手為研究對象。分為實驗組12名、控制組12名；實驗組接受常規軟式網球訓練，並進行8週每週3次負重式振動訓練，控制組只接受常規軟式網球訓練，以聲光反應訓練器測試反應時間及移位速度，以Kistler Gymmy Jump測力板作為測驗爆發力的研究工具。所得資料以成對 t 檢定及單因子共變數進行分析（ $\alpha = .05$ ）。**結果：**一、負重式振動訓練介入後反應時間有顯著進步。二、負重式振動訓練介入後移位速度有顯著進步，且進步幅度顯著優於控制組。三、負重式振動訓練前介入後下肢爆發力有顯著進步，且進步幅度顯著優於控制組。**結論：**負重式振動訓練介入能有效提升高中男子軟式網球選手的反應時間、移位速度及下肢爆發力表現。

關鍵詞：牽張反射循環，測力板，全身振動訓練儀

* 通訊作者：陳膺成；文藻外語學院體育運動組；E-mail: 93038@mail.wtuc.edu.tw

壹、緒論

一、研究背景

2010年廣州亞運賽事中，軟式網球男子團體項目為我國奪下第一面金牌，且總得牌數為兩金兩銀三銅。軟式網球在臺灣發展已有九十幾年，我國軟式網球運動在國際比賽的成績表現優異，除上述2010年廣州亞運的優良表現外，如1990年北京亞運、1991年漢城世界盃、1992年雅加達亞洲盃、1993年上海東亞運（中華民國軟式網球協會，2009）及2006年第十五屆杜哈亞運中華軟式網球代表隊榮獲三金一銀一銅，顯示我國軟式網球運動競技成績表現，已是國際軟式網球賽會的佼佼者。

依據軟式網球運動專項的特殊性，軟式網球是一項技巧性及變化很高的運動，由於球是軟的會因施力大小產生形變，透過擊球時手腕變化動作不同會產生不同的變化球（簡秋紅、涂瑞洪，2008），甯芙（1984）指出軟式網球是利用手支援動力握住球拍，以推進球體之「打擊運動」，需仰賴球員個人基本運動能力，如運動視覺、身體移位能力、敏捷反應、精神力、協調性、判斷力、瞬間思考能力、基本體能等皆是學習軟式網球時所需具備的。而軟式網球選手在比賽中擁有敏捷的移動能力、瞬間的爆發力、迅速的判斷力及良好的協調能力是技能表現的主要因素（林俊宏、甘能斌，2006）。

陳俊汕（1995）指出，在時間極短、球速非常快的運動項目中（如網球、羽球、足球十二碼罰球及棒球投手投球等），從刺激到反應所佔的時間是極短的，也就是從刺激的出現到引發反應之間是非常快速的，通常是以毫秒計，在快速的運動項目中，運動員的反應時間是非常重要的決定因素；而速度是指人體快速運動的能力，是運動員重要運動素質之一，其對運動的重要性包括：良好的速度素質對其他運動素質有積極的影響、有助於運動員更好地掌握合理而有效的運動技巧、在不同運動項目中，速度素質都有著重要作用。爆發力是肌力和速度二種要素所構成，亦為體能重要的基本要素之一，對短時間高強度的運動最為重要（陳定雄，1989）。因此，軟式網球選手的反應時間越快，便能迅速正確的判斷對手回擊球，且能快速的移位，使擊球方向更為廣大，其中爆發力也是影響上述二項體能的重要因素之一，而獲得致勝的得分點。

增進競技運動體能的方法，是運動科學領域努力的方向之一，近年來，利用振動訓練則成為許多研究者及教練關注的技術之一。振動式訓練主要是讓受試者站於能產生垂直振動的平台，其目的是藉由機械振動的刺激激發身體感覺受器，如肌梭，進而增進 α 神經元的激活與肌肉收縮，最後得到肌肉表現的改善（Bosco, Cardinale, Colli, Tihanyi, Duvillard, & Viru, 1999）。振動式的刺激誘發張力振動反射（Tonic Vibration Reflex, TVR），當肌肉受到振動刺激作用時，肌肉因振動受到伸張，肌纖維中的肌梭會感受到這種肌肉長度的變化，立刻產生強烈的興奮性訊號，並經由Ia感覺神經纖維以

最短的時間直接傳入神經纖維的 α 神經元調控經訊後，再傳至骨骼肌纖維，進一步激活肌肉的反射性收縮，但其也可能經過肌梭的激活與多突觸路徑來招募更多的運動單位（Falempin & In-Albon, 1999），有學者認為肌梭的感覺終極反應會較TVR刺激（Roll, Vedel, & Ribot, 1989）。不過研究仍證實TVR 能夠在招募運動單位及維持肌肉疲勞時運動單位的參與率（Griffin, Garland, Ivanova, & Gossen, 2001; Martin & Park, 1997）。

振動式訓練增加神經肌適應及運動表現的效果已得到相關研究的證實，但其確實機制仍未被釐清。另外，研究也發現人體對於振動刺激的反應取決於二種因素：（一）振動振幅，（二）振動頻率（Luo, McNamara, & Moran, 2005; Martin & Park, 1997）。振幅越大則離心作用越強，而振動頻率越高，也就代表著肌肉所要承受的加速度越大。當振動頻率越大，肌肉接受的刺激越大，也就越容易疲勞。振動刺激持續時間的不同也會對振動訓練的效益造成不同的影響。加上其他實驗研究（Bosco, Tarpela, Cardinale, Bonifazi, & Tihanyi, 2000）發現膝伸肌最大自主力量配合振動刺激有助於提升下肢伸肌肌力表現，綜合這些研究可以推論振動訓練的影響因素包含：振動振幅、振動頻率和運動處方，Luo et al. (2005) 整合文獻後認為30至50 Hz為活化肌肉最有效的範圍，Mester, Kleinöder, and Yue (2006) 則認為需低於20 Hz，Jackson and Turner (2003) 研究發現振動刺激為30 Hz時，對股四頭肌的肌肉活化程度較大。另外，Luo et al. (2005) 與國內學者鄭景峰 (2007) 亦指出，採用振頻30 ~ 50 Hz會出現較大的效果。蔡崇濱與顏克典 (2007) 整合文獻後認為上肢的局部訓練多採40至50 Hz，下肢則為5至25 Hz，而兩者差異在於快慢縮肌組成比例的不同（Mealing, Long, & McCarthy, 1996）。洪國欽、顏克典、林川景、李淑惠與蔡崇濱 (2008) 探討不同振動訓練負荷組合的肌電活動表現時發現，不同的振動負荷組合產生的肌肉活動量（iEMG）及徵召的運動單位，均以「20 Hz + 8 mm」的組合為最高。李淑惠、林川景、洪國欽、顏克典與蔡崇濱 (2009) 以國內舉重無限量級選手為對象，以無振動刺激70% 1RM的20秒連續蹲舉，及振動刺激（20 Hz + 4 mm）70% 1RM的20秒連續蹲舉，振動刺激對於舉重選手在活化肌纖維及徵召運動單位方面，均有明顯成效。Owen (2004) 以橄欖球員為研究對象，進行為期6週，每週2次，每次6 ~ 8組，並執行30% 1RM的負重振動訓練，結果顯示反應時間及速度有提升效果。

由許多研究發現（洪國欽、謝謨郁、林川景，2010；黃茂穎，2007；劉元凱，2008；鄒春蘭，2008；Delecluse, Roelants, Diels, Koninckx, & Verschueren, 2005; Paradisis & Zacharogiannis, 2007）振動訓練對於運動專項的強化提升效果顯著性不明確，但負重後的肌肉活化程度有明顯效果。再者，軟式網球運動中，不論專長位置，靈敏的反應、快速的移位及優良的下肢爆發力均是完成每一個擊球動作的必備要素，觀察前者研究減少採用負重式振動訓練來提升反應時間、移位速度及下肢爆發力能力，因此，利用負重式振動訓練能否縮短軟式網球選手反應時間及移位速度，並能提升下肢爆發力，則是本研究重點與探討的要項。

二、研究目的

本研究依研究背景，探討負重式振動訓練對高中男子軟式網球選手反應時間、移位速度、爆發力的影響，研究目的如下：

- (一) 探討負重式振動訓練介入對高中男子軟式網球選手反應時間的影響。
- (二) 探討負重式振動訓練介入對高中男子軟式網球選手移位速度的影響。
- (三) 探討負重式振動訓練介入對高中男子軟式網球選手下肢爆發力的影響。

貳、研究方法

一、實驗設計

本研究實驗首先請受試者填寫同意書及基本資料表並隨機分為實驗組及控制組，接著進行實驗前測，測驗項目包括身高體重、最大肌力、反應時間、移位速度及測力板（下肢爆發力），實驗前測後實施負重式振動訓練，其中實驗組除常規訓練外，另接受8週，每週3次負重式振動訓練，而控制組則常規訓練外，不接受負重式振動訓練，第9週則實施實驗後測，測驗項目如前測，最後收集測驗資料後再進行統計分析，以完成本研究實驗。

二、研究對象

本研究以24名高中男子軟式網球選手為研究對象（其中一年級7人、二年級7人、三年級10人），所有受試對象隨機分為實驗組及控制組，因考量成長對於研究結果所影響，以年級均分後隨機將選手分為實驗組12名（一年級4人、二年級3人、三年級5人）、控制組12名（一年級3人、二年級4人、三年級5人）；兩組均接受常規軟式網球訓練，但實驗組另進行8週負重式振動訓練。為確保承受負重式振動訓練，所有研究對象的身體健康狀況良好，肩部、背部及下肢各關節必須沒有疾患、外傷及手術史（見表一）。

表一 受試者基本資料統計表

變項	實驗組 (n = 12)	控制組 (n = 12)
身高 (cm)	169.94 ± 3.15	172.49 ± 3.78
體重 (kg)	60.90 ± 8.44	64.01 ± 6.50
球齡 (y)	7.42 ± 1.31	7.25

三、研究工具

本研究旨在實施負重式振動訓練，比較訓練前後反應時間、移位速度及爆發力之影響，所需研究工具為全身性振動訓練儀、聲光反應訓練器、彈跳測力板、身高體重器、桿鈴。

(一) 全身性振動訓練儀

本實驗以Body Green AV-002-1全身性振動訓練儀為訓練器材，其配備包含一個遙控器。其實驗步驟如下：

1. 檢測儀器是否正常運作。
2. 受試者準備完成就位且實驗儀器操作無誤即開始實驗。
3. 訓練開始，為期8週。
4. 訓練方式如表二。

表二 負重式振動訓練計畫表

訓練動作	固定屈膝
負重重量	30% 最大肌力負荷
膝蓋彎曲角度	100度
振動頻率	25 Hz
振動幅度	4.0 mm
訓練頻率	每週3次，每次6個循環
訓練持續時間	每次30秒，組間休息120秒
訓練週數	8週

(二) 聲光反應訓練器

本研究以有聲電子有限公司研發之聲光反應器（RT-HB-001）做為反應時間及移位速度的測驗工具。其實驗步驟如下：

1. 運動訓練前1週與訓練結束後1週，請受試者穿著輕便衣物。
2. 測試時放置3個訊號燈，受試者預備動作後，看到不定向訊號光亮後的刺激時，跳至燈號亮的方向感應板上。
3. 以跳離感應板上的時間做為觀察數值。

(三) 移位速度測試

本研究以反應時間訓練儀做為移位速度測驗工具。其實驗步驟如下：

1. 所有儀器校正。

2. 以球場底線T點至右對角線距離6.85 m、直線距離6.85 m、左對角線距離6.85 m測試。
3. 在球場底端中線設置起點，放置3個訊號燈，受試者預備動作後，以不定向訊號光亮顯示後，迅速移位至感應墊上，
4. 以到達目標感應板上的時間做為觀察數值。

(四) Kistler Gymmy Jump彈跳測力板

本研究以Kistler Gymmy Jump彈跳測力板作為測驗爆發力的研究工具。本研究實施的爆發力測試，係採Bosco研訂的測試方法，測試工具為彈跳測力板，測試動作包括：

1. 蹲踞跳評估下肢伸肌肌群在無伸展——縮短循環（SSC）作用下的爆發力。
2. 下蹲跳評估下肢伸肌肌群在有伸展——縮短循環（SSC）作用下的爆發力。

四、資料分析

本研究以測驗所收集的原始資料，進行登錄與編碼，並以SPSS12.0 for Windows套裝軟體依本研究目的，進行各項統計分析。

- (一) 以描述性統計（平均數 ± 標準差）計算各參數檢測結果。
- (二) 以成對 t 檢定（Paired t test）考驗各組內訓練前後各參數之差異情形。
- (三) 以單因子共變數（One way ANCOVA）比較兩組訓練前後對反應時間、移位速度與下肢爆發力的差異情形。
- (四) 本研究顯著水準定為 $\alpha = .05$ 。

參、結果

一、負重式振動訓練對選手反應時間的影響

負重式振動訓練介入對高中男子軟式網球選手反應時間之變化情形分析，以成對 t 檢定分析後（如表三）發現，「反應時間」，控制組前測 $M = 0.53 \pm 0.13$ 秒，後測 $M = .49 \pm 0.13$ 秒， t 值1.05，未達顯著水準（ $p > .05$ ）；實驗組前測 $M = 0.49 \pm 0.14$ 秒，後測 $M = .39 \pm 0.12$ 秒， t 值2.43，達顯著水準（ $p < .05$ ），後測優於前測。

表三 負重式振動訓練對選手反應時間影響摘要表

	反應時間（秒）				
	訓練前	訓練後	調整後平均數	t 值	p 值
控制組	0.53 ± 0.13	0.48 ± 0.13	0.47	1.05	.14
實驗組	0.49 ± 0.14	0.39 ± 0.12	0.39	2.43*	

* $p < .05$

為瞭解負重式振動訓練介入方式對反應時間的差異情形，以單因子共變數檢定，「反應時間」未達顯著水準 ($p > .05$)。

林耀豐 (1996) 指出反應時間是一種神經肌肉整合作用的速度表現，也是一種生理及心理潛能的發揮，反應時間越短表示對運動的適性越強，即可塑性越高。洪國欽等人 (2010) 以男性大學生為受試對象，實施一分鐘振動刺激 (振頻 20 Hz，振幅 4 mm)，結果顯示單次振動刺激可以顯著提升反應速度；而 Owen (2004) 以橄欖球員為研究對象，實施振頻 30 Hz，振幅 7.7 ~ 16.0 g，6 ~ 12.5 mm，30% 1RM 的負重振動訓練，結果顯示反應時間有明顯的進步；而本研究結果顯示負重式振動訓練介入後對高中男子軟式網球選手的反應時間有顯著提升，與控制組雖未達顯著水準，但數據仍顯示進步幅度優於控制組。由於振動訓練對反應時間的研究數量仍不多，雖然單次振動刺激可以顯著提升反應時間，且 Owen (2004) 的研究也顯示訓練對橄欖球員有明顯的效果，但因本研究將受試者分為兩組，實驗組在常規訓練下增加負重式振動訓練，控制組平日也接受常規訓練，可能因此造成兩組的反應時間都有進步，雖實驗組進步幅度達顯著，卻沒有顯著優於控制組。此結果是否因振幅、振頻或負重重量所造成，值得進一步探討。

二、負重式振動訓練對選手移位速度的影響

負重式振動訓練介入對高中男子軟式網球選手移位速度之變化情形分析，以成對 t 檢定分析後發現 (如表四)，控制組「移位速度」前測 $M = 2.28 \pm 0.20$ 秒，後測 $M = 2.21 \pm 0.24$ 秒， t 值 4.57，未達顯著水準 ($p > .05$)；實驗組前測 2.17 ± 0.37 秒，後測 $M = 2.00 \pm 0.33$ 秒， t 值 3.87，達顯著水準 ($p < .05$)，後測優於前測。

表四 負重式振動訓練對選手移位速度影響摘要表

	移位速度 (秒)				
	訓練前	訓練後	調整後平均數	t 值	p 值
控制組	2.28 ± 0.20	2.21 ± 0.24	2.16	4.57	.018*
實驗組	2.17 ± 0.37	2.00 ± 0.33	2.03	3.87	

* $p < .05$

為瞭解負重式振動訓練介入方式對移位速度的差異情形，以單因子共變數檢定，「移位速度」達顯著水準 ($p > .05$)。

速度是指人體快速運動的能力，是運動員重要運動素質之一，而運動中的速度素質包含著反應速度、動作速度及移動速度三種基本的表現形式。胡金榮 (2006) 以國中田徑隊短跑選手為研究對象，進行雙平台驅動振動系統之全身性振動刺激訓練，結果顯示振動訓練對步頻及速度的發展為正相關趨勢，振動訓練組優於半蹲肌力訓練組；而 Owen (2004) 以橄欖球員為研究對象，實施振頻 30 Hz，振幅 7.7 ~ 16.0 g，6 ~ 12.5

mm，30% 1RM的負重振動訓練，結果顯示選手的移位速度有加快之趨勢。本研究結果顯示負重式振動訓練介入後對高中男子軟式網球選手的移位速度有顯著加快，且優於控制組。

綜合上述結果發現，對於振動訓練的應用，不管在國中或高中學生均能顯著提升運動員的移位速度，且負重30% 1RM的方式也同樣印證Owen (2004) 的研究結果，顯示負重式振動訓練確能有助於提升中學生的移位速度。

三、負重式振動訓練對選手下肢爆發力的影響

負重式振動訓練介入對高中男子軟式網球選手下肢爆發力之變化情形分析，以成對t檢定分析後（如表五）發現，「下肢爆發力」，SJ控制組前測M = 55.83 ± 5.01公分，後測M = 56.55 ± 7.48公分，*t*值 -0.31，未達顯著水準（*p* > .05）；SJ實驗組前測M = 57.58 ± 12.58公分，後測M = 63.89 ± 9.70公分，*t*值 -4.63，達顯著水準（*p* < .05）。CMJ控制組前測M = 49.33 ± 5.79，後測M = 49.16 ± 7.32，*t*值 0.09，未達顯著水準（*p* > .05）；CMJ實驗組前測M = 47.52 ± 5.76，後測M = 51.75 ± 5.70，*t*值 -6.73，達顯著水準（*p* < .05）。

為瞭解負重式振動訓練介入方式對下肢爆發力的差異情形，以單因子共變數檢定後顯示，「SJ」達顯著水準（*p* < .05），實驗組訓練效果優於控制組，調整後平均數為62.79 > 55.49公分；「CMJ」，達顯著水準（*p* < .05），實驗組訓練效果優於控制組，調整後平均數為52.54 > 47.20公分。

薛國信（2009）以國小五、六年級田徑選手為研究對象，實施振動頻率30 Hz、振動幅度2 mm、持續時間60s的振動訓練，結果顯示振動訓練介入田徑訓練，能有效的提升國小田徑選手的爆發力。劉振宇、韓海濤、週勇智、賈綱與康凱（2008）以國家運動員為研究對象，採50 Hz、振幅10 mm的振動訓練，結果顯示振動刺激訓練的效果要優於常規力量訓練。Rønnestad（2004）以負重式振動訓練男性為研究對象，實施振頻40 Hz、振幅2 ~ 4 mm、時間5週，每週2 ~ 3次振動訓練，結果顯示實驗組進步幅度顯著優於控制組。李鐵軍與張林鴻（2005）以本科生為研究對象，施加85% ~ 90% RM的負

表五 負重式振動訓練對選手下肢爆發力影響摘要表

		下肢爆發力 (cm)				
		訓練前	訓練後	調整後平均數	<i>t</i> 值	<i>p</i> 值
SJ	控制組	55.83 ± 5.01	56.55 ± 7.48	55.49	-0.31	.001*
	實驗組	57.58 ± 12.58	63.89 ± 9.70	62.79	-4.63*	
CMJ	控制組	49.33 ± 5.79	49.16 ± 7.32	47.20	0.09	<.001*
	實驗組	47.52 ± 5.76	51.75 ± 5.70	52.54	-6.73*	

**p* < .05

荷，作振幅為20～30cm的振動動作20次，3組，結果顯示負重振動練習組與超等長練習組訓練後有顯著差異，負重振動練習組CMJ峰值提高幅度大於超等長練習組。林宏彥與劉立宇（2007）以運動員為研究對象，實施25 Hz、50 Hz振頻的振動訓練，結果顯示在頻率25 Hz下，立定跳遠成績皆沒有顯著差異，在頻率50 Hz下，立定跳遠成績皆沒有顯著差異。徐煒杰等（2010）以男性大學運動員為研究對象，實施低強度振頻：30 Hz、振幅：1.6 mm及高強度振頻：30 Hz、振幅：2.8 mm的振動訓練，結果顯示發現不同振幅振動運動無法促進爆發力運動表現。

以本研究結果顯示負重式振動訓練介入後對高中男子軟式網球選手的下肢爆發力有顯著提升，與上述結果有些不同，由於上述研究採用振動訓練，對於下肢爆發力的影響效果不一，但增加負重後卻都有明顯提升效果，產生這種現象的原因可能是肌群受振動加速度與神經調節機能改變的影響。本研究對象為高中男生，實驗組與控制組同樣接受常規的軟式網球訓練，介入30% 1RM的負重式振動訓練的成效非常顯著，對於仍在成長中的學生，肌力訓練強度受限制下，採用本研究設計的訓練負重式振動訓練強度，應可屏除青少年成長階段接受重量訓練強度的限制。

肆、結論與建議

一、結論

本研究為一利用負重式振動訓練做為提升高中男子軟式網球選手反應時間、移位速度及下肢爆發力的研究，經統計分析與討論後，獲得以下結論：

- （一）負重式振動訓練介入後反應時間有顯著進步。
- （二）負重式振動訓練介入後移位速度有顯著進步，且進步幅度實驗組顯著優於控制組。
- （三）負重式振動訓練介入後下肢爆發力有顯著進步，且進步幅度實驗組顯著優於控制組。

二、建議

根據以上資料分析及研究結果提出下列建議：

- （一）本研究結果顯示負重式振動訓練實驗組，訓練後反應時間、移位速度及下肢爆發力均顯著優於控制組。因此，教練及選手可運用負重式振動訓練，做為提升反應時間、移位速度及下肢爆發力表現的方法。
- （二）本研究只探討振動訓練對反應時間、移位速度及下肢爆發力的影響，後續研究可延伸其他體能因素，以健全軟式網球專項體能的提升模式。

參考文獻

- 中華民國軟式網球協會 (2009)。歷年成績2009年12月11日。資料引自<http://www.softtennis.org.tw>
- 李淑惠、林川景、洪國欽、顏克典、蔡崇濱 (2009, 12月)。振動刺激對優秀舉重選手肌電表現的影響。2009運動健康與休閒學術研討會, 高雄市, 正修科技大學。
- 李鐵軍、張林鴻 (2005)。負重振動練習與超等常練習對下肢力量影響的比較研究。西安體育學院學報, **22**(5), 61-63。
- 林宏彥、劉立宇 (2007, 5月)。振動刺激頻率對爆發力、平衡感及敏捷性的影響。國際運動生理與體能領域學術研討會 (頁116)。嘉義市, 嘉義大學。
- 林俊宏、甘能斌 (2006)。網球運動專項體能訓練與營養調節策略之探討。大專體育, **84**, 30-35。
- 林耀豐 (1996)。運動對反應時間影響之探討。中華體育, **10**(2), 113-121。
- 胡金榮 (2006)。震動訓練對青少年短跑選手步頻及速度之影響。未出版之碩士論文, 桃園縣, 國立體育學院教練研究所。
- 洪國欽、謝謨郁、林川景 (2010, 6月)。單次振動刺激對提升反應速度效益之研究。2010年運動科學學術研討會 (頁74)。高雄市, 正修科技大學。
- 徐偉杰、鄭景峰 (2010)。單次不同振幅全身振動運動對下肢爆發力的影響。體育學報, **43**(1), 1-12。
- 洪國欽、顏克典、林川景、李淑惠、蔡崇濱 (2008, 6月)。不同振動訓練負荷組合的肌電活動表現。2008臺灣臺灣運動生理暨體能學會年會及學術研討會論文集 (頁131)。臺中市, 國立中興大學。
- 黃茂穎 (2007)。不同振動頻率刺激對短跑選手之影響。未出版之碩士論文, 臺北市, 臺北市立體育學院運動器材研究所。
- 甯芙 (1984)。軟式網球。臺南市: 王家。
- 劉元凱 (2008)。不同震動振幅對短跑選手運動表現之影響。未出版碩士論文, 臺北市, 臺北市立體育學院運動技術研究所。
- 劉振宇、韓海濤、週勇智、賈剛、康凱 (2008)。振動刺激訓練提高運動員下肢力量能力的實驗研究。山東體育學院學報, **24**(6), 33-35。
- 陳俊汕 (1995)。「反應時間」與「預期」在快速運動項目的重要性。中華體育, **8**(4), 39-47。
- 陳定雄 (1989)。足球運動肌力訓練處方。省體專學報, **17**, 145-183。
- 鄒春蘭 (2008)。振動式訓練對大學生爆發力的影響。未出版之碩士論文, 臺北市, 中國文化大學運動教練研究所。

- 蔡崇濱、顏克典 (2007)。振動刺激在提昇肌力表現的應用。中華體育, 21(2), 90-97。
- 簡秋紅、涂瑞洪 (2008)。國小學童軟式網球技術訓練探討。中華體育, 21(4), 120-130。
- 鄭景峰 (2007, 5月)。振動訓練研究發展現況。國際運動生理學與體適能領域學術研討會講義 (頁33-43)。嘉義市, 嘉義大學。
- 薛國信 (2009)。八週的振動訓練對國小田徑選手爆發力與敏捷性的影響。未出版之碩士論文, 臺南市, 國立臺南大學體育學系教學碩士班。
- Bosco, C., Cardinale, M., Colli, R., Tihanyi, J., von Duvillard, S. P., & Viru, A. (1999). The influence of whole body vibration on the mechanical behaviour of skeletal muscle. *Clinical Physiology*, 2(19), 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. *European Journal of Applied Physiology*, 81(6), 449-454.
- Delecluse, C., Roelants, M., Diels, R., Koninckx, E., & Verschueren, S. (2005). Effects of whole body vibration training on muscle strength and sprint performance in sprint-trained athletes. *International Journal of Sports Medicine*, 26(8), 662-668.
- Falempin, M., & In-Albon, S. F. (1999). Influence of brief daily tendon vibration on rat soleus muscle in non-weight-bearing situation. *Journal of Applied Physiology*, 87(1), 3-9.
- Griffin, L., Garland, S., Ivanova, T., & Gossen, E. (2001). Muscle vibration sustains motor unit firing rate during submaximal isometric fatigue in humans. *The Journal of Physiology*, 535(3), 929-936.
- Jackson, S. W., & Turner, D. L. (2003). Prolonged Muscle Vibration reduces maximal voluntary knee Extension performance in both the ipsilateral and the contralateral limb in man. *European Journal of Applied Physiology*, 88(4-5), 380-386.
- Luo, J., McNamara, B., & Moran, K. (2005). The use of vibration training to enhance muscle strength and power. *Sports Medicine*, 35(1), 23-41.
- Martin, B. J., & Park, H. S. (1997). Analysis of the tonic vibration reflex: Influence of vibration variables on motor unit synchronization and fatigue. *European Journal of Applied Physiology*, 75(6), 504-511.
- Mealing, D., Long, G., & McCarthy, P. W. (1996). Vibromyographic recording from human muscles with known fiber composition differences. *British Journal of Sports Medicine*, 30(1), 27-31.

- Mester, J., Kleinöder, H., & Yue, Z. (2006). Vibration training: Benefits and risks. *Journal of Biomechanics*, 39(6), 1056-1065.
- Owen, G. J. (2004). *The influence of whole body vibration on knee extensor stiffness and functional performance*. Unpublished master's thesis, Auckland University of Technology, Auckland, New Zealand.
- Paradisis, G., & Zacharogiannis, E. (2007). Effect of whole-body vibration training on sprint running kinematics explosive strength performance. *Journal of Sports Science and Medicine*, 6, 44-49.
- Rønnestad, B. R. (2004). Comparing the performance-enhancing effects of squats on a vibration platform with conventional squats in recreational resistance-trained men. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18(4), 839-845.
- Roll, J. P., Vedel, J. P., & Ribot, E. (1989). Alteration of proprioceptive messages induced by tendon vibration in man: A microneurographic study. *Experimental Brain Research*, 76(1), 213-222.

Effect of Weight-Bearing Vibration Training on Reaction Time, Movement Speed and Lower Limbs Power in Male Soft Tennis Players

Wen-Chin Chu¹, Chun-Cheng Huang¹, Shu-Hui Lee¹, Ying-Cheng Chen^{2,*}

¹Department of Sport, Health& Leisure, Cheng Shiu University

²Physical Education Section, Wenzao Ursuline College of Languages

Abstract

Purposes: This study aims to understand the reaction time, movement speed, and explosive power of lower limbs conditions before and after the implementation of load vibration training, and by comparing with them to find out the differences between them. **Methods:** Choose 24 high school students who are soft tennis players to be the objects of this study. Those students are divided into two groups -- 12 members for experimental group and 12 members for control group. Experimental group accepts general soft tennis training, which keeps for 8 weeks, loading type vibration training 3 times a week. Control group only accepts general soft tennis training, using light reaction training reactor to test reaction time and the movement speed, and using Kistler Gymmy Jump force plate to test explosive force. Data obtained by paired test and analyzed by one way ANCOVA($\alpha = .05$). **Result:** 1. there is a significant difference in reaction time before and after vibration training. 2. there is also a significant difference in movement speed before and after vibration training. 3. loading before and after the explosive force of lower limbs extremity vibration training has a remarkable difference, and progressive range is better than the control group. **Conclusion:** The intervention of weight-bearing vibration training can improve high school

* Corresponding author: Yin-Chen Chen; Physical Education Section, Wenzao Ursuline College of Languages;
E-mail: 93038@mail.wtuc.edu.tw

male soft tennis players' reaction time, movement speed and lower limbs explosive power effectively.

Keywords: stretch-shortening cycle, force plate, vibrating plate