

科技部補助專題研究計畫報告

八週震動訓練對體操選手下肢基礎能力和運動表現之影響

報告類別：精簡報告
計畫類別：個別型計畫
計畫編號：MOST 108-2410-H-003-113-
執行期間：108年08月01日至109年07月31日
執行單位：國立臺灣師範大學體育學系（所）

計畫主持人：黃長福

計畫參與人員：碩士班研究生-兼任助理：張育安
博士班研究生-兼任助理：高裕軒

本研究具有政策應用參考價值：否 是，建議提供機關
（勾選「是」者，請列舉建議可提供施政參考之業務主管機關）
本研究具影響公共利益之重大發現：否 是

中華民國 109 年 10 月 28 日

中文摘要：緒論：競技體操選手從基礎動作扎根朝向高難度動作發展的過程中，爆發力、速度、敏捷等下肢基礎能力扮演著極為重要的角色，而震動訓練可有效的增進這些基礎下肢能力。唯有擁有良好的基礎能力，對於體操動作與動作之間的連貫、技術的正確性、動作的穩定性與體能的持久性才能達到理想且完美的總體表現，進而提升專項之運動表現。目的：探討短期四週和長期八週震動訓練介入後對於競技體操選手下肢基礎能力（爆發力、速度、敏捷）及專項運動表現（後空翻）之影響。方法：招募16名體操選手，並隨機配對分成二組，實驗組（n=8）及控制組（n=8），皆進行每週三次，為期八週的震動訓練。受試者們在訓練前、四週、八週皆進行下蹲跳、30公尺衝刺、折返跑、後空翻測驗，使用測力板（1000Hz）擷取下蹲跳和後空翻測驗之動力學的數據以及同時利用肌電儀系統收集肌肉活化情形，衝刺和折返跑則使用燈光反應系統記錄最快時間。數據以相依樣本單因子變異數分析比較下肢基礎能力和專項運動表現之差異，顯著水準設為 $\alpha = .05$ 。結果：(1) 爆發力表現未達顯著差異（ $p > .05$ ）。(2) 下蹲跳肌肉活化表現實驗組的內側腓腸肌和股內、外側肌於四週和八週訓練後都顯著優於前測（ $p < .05$ ）。(3) 速度表現實驗組於四週和八週訓練後都顯著優於前測（ $p < .05$ ）。(4) 敏捷表現實驗組於八週訓練後顯著優於前測（ $p < .05$ ）。(5) 專項運動表現未達顯著差異（ $p > .05$ ）。(6) 後空翻肌肉活化表現實驗組的股外側肌於四週和八週訓練後顯著優於前測（ $p < .05$ ）。結論：競技體操選手透過長期八週震動訓練可有效活化下肢神經肌肉系統，並促進提升下肢速度和敏捷表現，而短期和長期的震動訓練對於下肢爆發力和專項運動表現還有待後續研究持續追蹤和驗證其最佳的訓練課表。

中文關鍵詞：後空翻、下蹲跳、衝刺、折返跑、競技體操

英文摘要：Introduction: In the process of developing artistic gymnastics from basic movements to difficult movements, explosive power, speed, agility and other basic lower limb abilities play an extremely important role, and vibration training can effectively increase these basic lower limb abilities. Only with good basic abilities, the continuity between gymnastics movements, technical correctness, movement stability and physical durability can achieve the ideal and perfect overall performance, and improve the athletics performance. Purpose: To explore the impact of short-term four-weeks and long-term eight-weeks vibration training on the basic ability of artistic gymnasts' lower limbs (explosive power, speed, agility) and athletics performance (back somersault). Methods: recruit 16 gymnasts, and randomly match two groups, the experimental group (n=8) and the control group (n=8), to perform vibration training three times a week for eight weeks. Aim at them to perform countermovement jump, 30-meter sprint, shuttle run, back somersault test before training, four weeks and eight weeks, use force plate (1000Hz) to capture

the dynamic data of countermovement jump and back somersault test. The electromyography system collects muscle activation, and the FitLight Trainer is used to record speed for sprints and shuttle run. The data was analyzed by one-way variance of dependent samples to compare the differences between basic lower limb abilities and athletics performance, and the significance level was set to $\alpha = .05$. Results: (1) There was no significant difference in explosive power ($p > .05$). (2) The muscle activation performance of the countermovement jump, the medial gastrocnemius, vastus medialis and vastus lateralis muscles in the experimental group were significantly better than the pre-test after four and eight weeks of training ($p < .05$). (3) The speed performance of the experimental group was significantly better than the pre-test after four and eight weeks of training ($p < .05$). (4) The agility performance of the experiment group was significantly better than the pre-test after eight weeks of training ($p < .05$). (5) There is no significant difference in the athletics performance ($p > .05$). (6) Back somersault muscle activation performance, the vastus lateralis muscles of the experimental group were significantly better than the pre-test after four and eight weeks of training ($p < .05$). Conclusion: Artistic gymnasts can effectively activate the neuromuscular system of the lower limbs through long-term eight weeks vibration training, and promote the speed and agility performance of the lower limbs. Short-term and long-term vibration training have no effect on explosive power and athletic performance. It is suggested more studies are needed and find the best training schedule

英文關鍵詞：back somersault, countermovement jump, sprint, shuttle run, artistic gymnastics

三、研究計畫內容（以中文或英文撰寫）：

- （一）研究計畫之背景。請詳述本研究計畫所要探討或解決的問題、研究原創性、重要性、預期影響性及國內外有關本計畫之研究情況、重要參考文獻之評述等。如為連續性計畫應說明上年度研究進度。
- （二）研究方法、進行步驟及執行進度。請分年列述：1.本計畫採用之研究方法與原因及其創新性。2.預計可能遭遇之困難及解決途徑。3.重要儀器之配合使用情形。4.如為須赴國外或大陸地區研究，請詳述其必要性以及預期效益等。

【研究方法】

主要以 16 名健康甲組運動員為受試者，探討在經過震動訓練介入後對下肢基礎能力和運動表現之影響，以了解震動訓練對體操專項運動之作用為何，將研究方法列述之：

本研究之研究方法分為七個部分，依序為：一、研究對象；二、實驗時間與地點；三、實驗儀器與設備；四、實驗流程與說明；五、資料收集與處理；六、預計可能遭遇的困難及決解途徑，依序說明如下：

一、研究對象

本研究受試對象第一年和第二年皆分別招募 18 名健康體操選手，共 36 名受試者。第一年將隨機配對為震動訓練組和控制組，兩組各為 9 人，第二年則隨機配對為震動結合不穩定表面訓練組和震動訓練組，兩組各為 9 人，研究對象必備包含條件如下：

（一）收納條件

- 1.十八歲以上身體健康成年者。
- 2.競技體操選手十年以上經驗者。
- 3.能熟練實施空翻動作者。
- 4.曾參與過全國性各大賽事者。

（二）排除條件

- 1.有運動傷害且影響動作實施者。
- 2.有酗酒及抽煙者。
- 3.有服用提升運動表現之禁藥者。

二、實驗時間與地點

（一）實驗研究時間（預計）

第一年的測驗時間：民國 108 年 09 月~12 月間。

（一）實驗研究地點

將於國立臺灣師範大學公館校區力學實驗室和室內操場進行實驗數據收集，訓練將會於國立臺灣師範大學和平校區體操館進行。

三、實驗儀器與設備

(一) 震動訓練機 (Pro5, Power Plate, USA)

1. 器材尺寸 87cm × 109cm × 155 cm
2. 平台尺寸 86 cm × 94 cm
3. 震動頻率可設定 30, 35, 40, 50Hz 預設按鍵，可微調增減 1Hz
4. 振幅可設定 High 高 / Low 低



圖 2 Pro5 震動訓練機

(二) 平衡板 (Domyos, Lille, France)

1. 直徑 40cm，高 8cm，板面 2cm
2. 表面為防滑材質



圖 3 平衡板

(三) 動力學-地面反用力擷取設備

1. Kistler 測力板二台(Kistler 9281: 60×40 cm², Kistler 9287: 90×60 cm²; Kistler Instrumente AG, Winterthur, Switzerland)。
2. 放大器二台 (Kistler 9865; Kistler Instrumente AG, Winterthur, Switzerland)。
3. A/D 類比-數位訊號轉換器。

(四) 無線表面肌電儀 (Noraxon TeleMyo 2400T, Noraxon USA. Inc., Scottsdale, Arizona)

1. TeleMyo 2400 G2 無線接受器：是介於電腦與 Belt Receiver 之間的傳輸媒介。
2. Belt Receiver：負責接受來自 EMG Sensor PreAmps 的訊號，並將訊號傳送至 TeleMyo

2400 G2。

3. EMG Sensor PreAmps：利用金屬夾連接電極片，將 EMG 訊號以無線方式傳送至 Belt Receiver。



圖 4 無線表面肌電儀量測系統

(五) 無線燈光系統反應訓練器 (FitLight Trainer)

1. 感應燈光器：每次使用時可設定以熄滅或切換燈光為目標，並利用手、腳、頭或任何運動器械（例如球拍…等）進行訓練或測量，燈光可設定為觸摸解除或近距離感應測量。
2. 控制平板：可控制燈光感應距離、反應時間、燈光顏色及聲音調整。並可即時記錄測量結果並可下載到電腦作為以後分析用。
3. 充電攜帶盒



圖 5 無線燈光系統反應訓練器

四、實驗流程與說明

- (一) 研究前皆發給每位受試者一份受試者知情同意書，並向受試者說明有關研究目的、過程及回答相關問題，當受試者表示理解研究性質及內容與願意配合參與本研究時，將會請受試者在同意書上填寫基本資料與簽名，研究期間受試者皆可隨時選擇退出研究。
- (二) 正式研究當天，先於公館校區力學實驗室進行下蹲跳和後空翻測驗，架設實驗器材並進行校正，設備就緒後，會請受試者先進行 30 分鐘的熱身運動，再開始測驗；之後再於室內操場進行衝刺和折返跑測驗，每項測驗進行流程如圖所示。

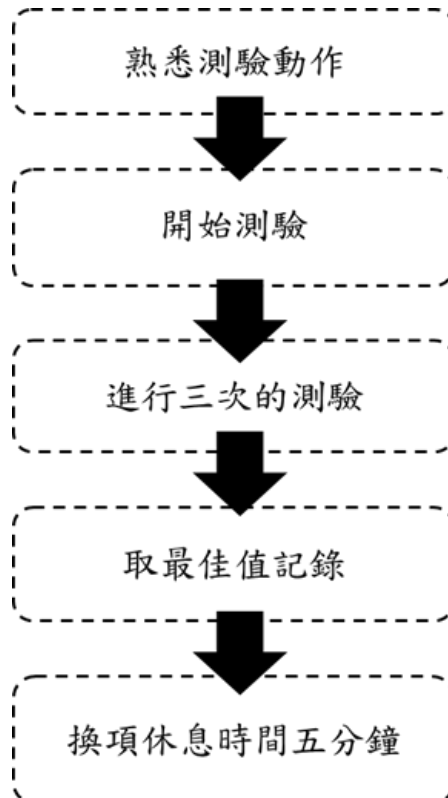


圖 6 測驗流程示意圖

(三) 前測結束後，將在和平校區體操館內進行為期八週，每週三次的訓練，受試者將以半蹲姿勢站立於震動訓練機器平台上，屈膝約 90 度，將進行十組訓練，總計二十分鐘，訓練課表如表 3 所示。本研究參考 Manimmanakorn et al. (2014) 之震動訓練課表建議，較佳的震頻刺激為 30-50 Hz，而震幅刺激為 4mm，因此將震動訓練訂在 50 Hz 之高震頻和 4 mm 之高振幅。震動訓練時的動作如圖 7 所示。

表 3 震動訓練課表

週數	震幅	震頻	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)	(次/週)	(組)	(秒)	(秒)
8	4.0	50	3/1	10	60	60

註：震動訓練課表參考 Manimmanakorn, Hamlin, Ross, & Manimmanakorn (2014)。



圖 7 震動訓練動作示意圖

圖 8 震動結合不穩定表面訓練動作示意圖

(四) 會於四週訓練後及八週訓練後分別進行相同測驗流程與資料收集處理，且取最佳數值進行統計分析，實驗流程如圖 9 所示。

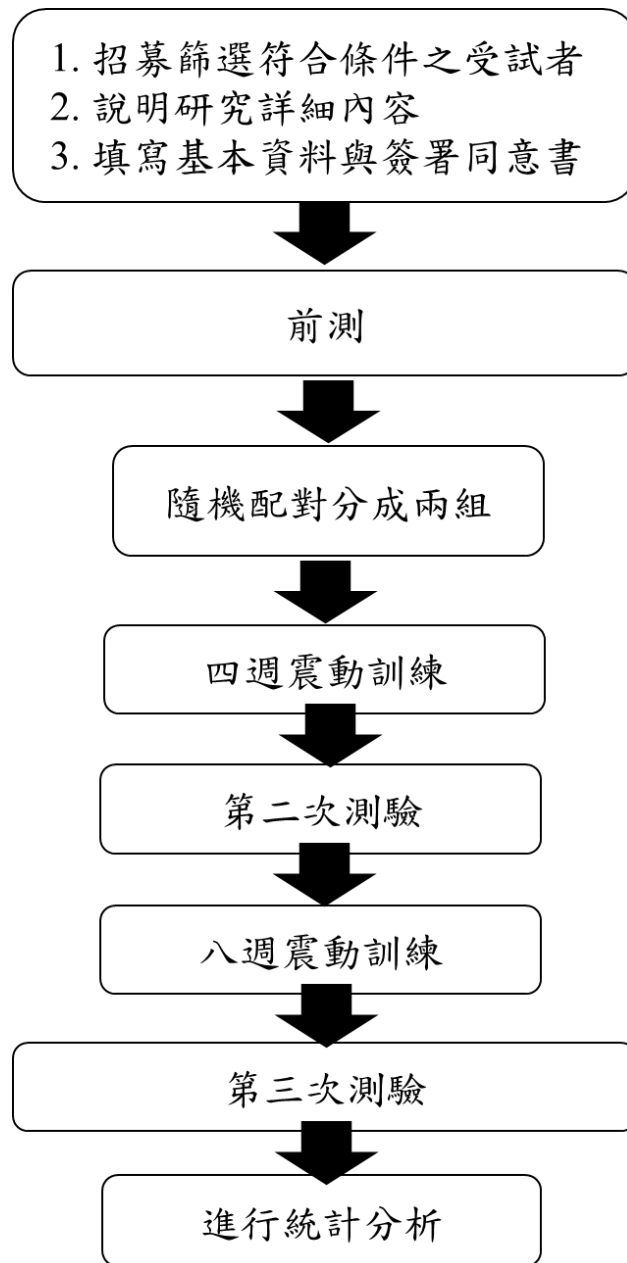


圖 9 實驗流程示意圖

五、測驗資料收集與處理

(一) 下蹲跳測驗

下蹲跳會同時紀錄下肢的肌肉活化情形，因此開始前會先利用刮刀與酒精棉去除需黏貼肌電儀貼片位置的毛髮與角質，將電極貼片黏貼在受試者下肢慣用腳的各肌群肌腹上(表 4，圖 11)，要求受試者依照 Konrad (2005) EMG 指導手冊上的動作，依序蒐集各肌群之最大努力的等長收縮之肌肉電訊號 5 秒鐘。接著，請受試者站上測力板上預備，預備動作時身體呈立正姿勢，雙手虎口向上插腰，聽口令後，受試者膝關節向下彎曲後，再盡全力向上垂直起跳，動作流程如下圖所示。

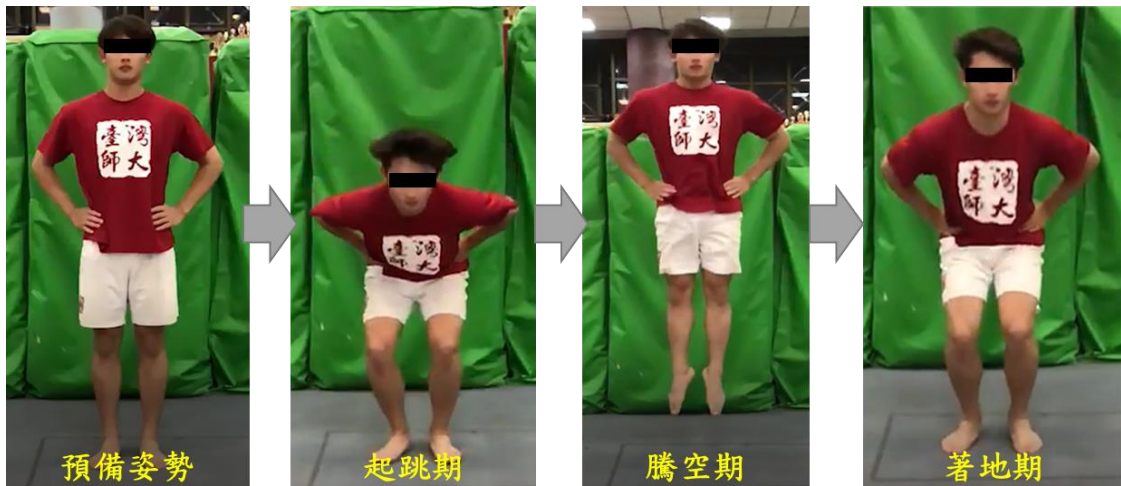


圖 10 下蹲跳示意圖

表 4 表面肌電黏貼位置

編號	肌肉名稱	黏貼位置
A	脛前肌	約小腿一半，脛骨外側肌肉面積最大處
B	內側腓腸肌	脛窩下一個掌幅的內側小腿肌
C	外側腓腸肌	脛窩下一個掌幅的外側小腿肌
D	股內側肌	內側髕骨上四指間距之肌腹
E	股外側肌	外側髕骨上五指間距之肌腹
F	股直肌	髌前上棘至髕骨中點
G	半腱肌	大轉子與膝關節背面兩端點約 2/3 處的內側
H	股二頭肌	大轉子與膝關節背面兩端點約 2/3 處的外側

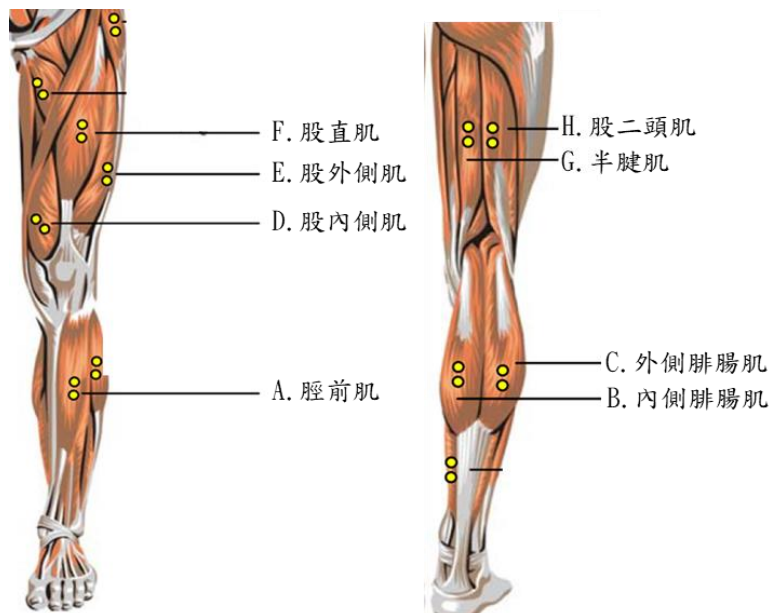


圖 11 電極貼片黏貼位置示意圖
(Konrad, 2005)

(二) 後空翻測驗

後空翻測驗會同時紀錄下肢的肌肉活化情形，接著，請受試者自起始線準備進行原地後空翻測驗，預備起跳時需將雙腳踩於測力板上，起跳騰空實施後空翻動作，動作流程如圖所示；而落地時雙腳需著地在測力板上，回復到自然站立姿勢，為一次成功的後空翻。



圖 12 後空翻示意圖

(二) 30m 衝刺測驗

測驗開始前，在起點處、10 公尺處與 30 公尺終點處放置燈光儀系統；受試者採站立式起跑姿勢，於起點之燈光儀系統後方，待燈光儀系統燈號亮起時，受試者即可開始進行 30 公尺之全速衝刺測驗。

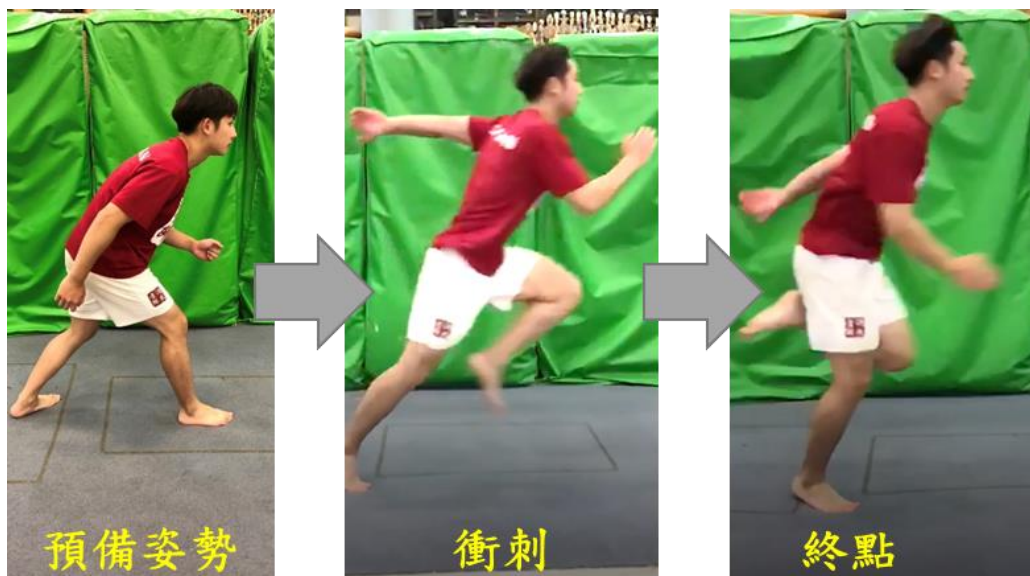


圖 13 衝刺示意圖

(三) 折返跑測驗

本研究將會在起點與終點使用兩條線標記且間隔 30 英尺，兩條線上分別會設置燈光儀。受試者將採站立式起跑為預備姿勢，當燈號亮起的同時，受試者必須在兩條平行線之間盡可能快速地前後移位，並且分別都要碰觸起點與終點線上的燈光儀，前後移位算一次共兩次。



圖 14 折返跑示意圖

(五) 資料收集

1. 下蹲跳測驗：跳躍力量、跳躍高度、肌肉活性
2. 後空翻測驗：起跳力量、空翻高度、肌肉活性
3. 30m 衝刺測驗：0~10 公尺啟動期、10~30 公尺加速期
4. 折返跑測驗：最快時間

(六) 資料處理

1. 下蹲跳測驗：經由測力板所測得之地面反作用力，收集起跳期時的最高峰值之數據，單位為牛頓 (N)，而跳躍高度利用公式 $= \frac{1}{2} * g * t^2$ ，用下蹲跳之騰空時間來計算跳躍高度 (Byrne & Eston, 2002)，單位為公分 (CM)。

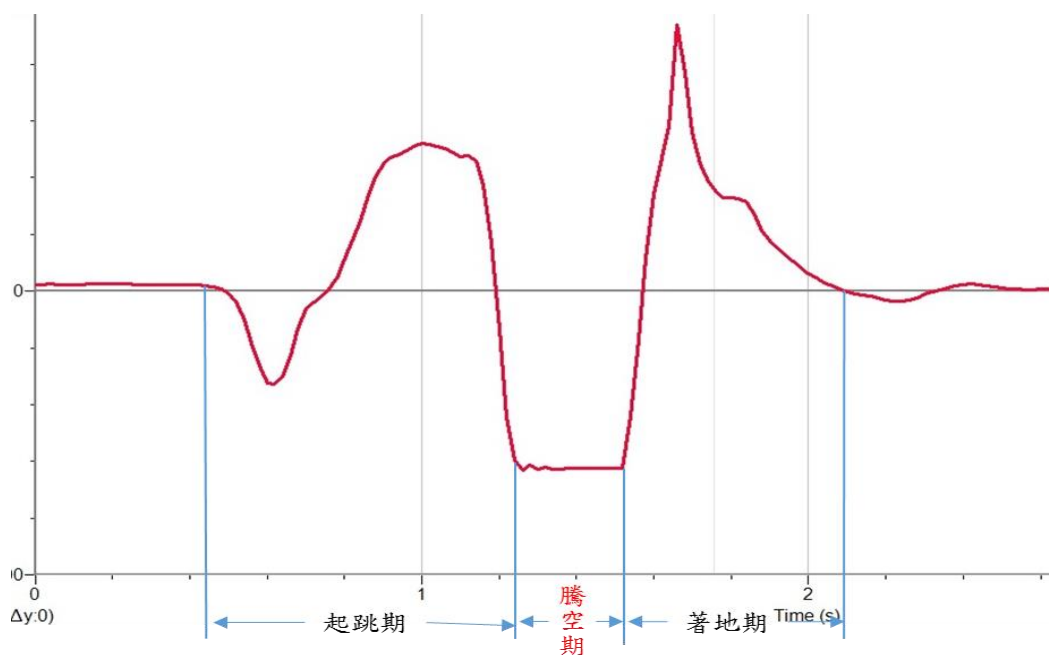


圖15 測力板參數示意圖

2.後空翻測驗：

(1) 起跳力量：經由測力板所測得之地面反作用力，收集起跳期時的最高峰值之數據，單位為牛頓 (N)。

(2) 空翻高度：空翻高度利用公式 $= \frac{1}{2} * g * t^2$ ，用空翻之騰空時間來計算空翻高度 (Byrne, & Eston, 2002)，單位為公分 (CM)。

5.肌肉活性：使用 Noraxon 無線肌電儀的套裝軟體進行分析。先將測力板的資料與肌電儀的資料作同步處理，找出在下蹲跳和後空翻起跳期的肌電訊號，以 10-500Hz 帶通濾波後，接著進行全波整流翻正，最後以均方根肌電 (RMS EMG) 與個人的最大自主收縮 (MVC) 進行標準化處理，肌肉活化百分比計算方式為後空翻起跳期的肌電平均值除以 MVC 的肌電平均值乘以百分之百，以獲得肌肉活化的百分比 MVC (單位：%MVC)。

3.30m衝刺測驗：經由無線燈光系統反應訓練器即時回饋測驗結果並且紀錄之，單位為秒數 (S)。

4.折返跑測驗：經由無線燈光系統反應訓練器即時回饋測驗結果並且紀錄之，單位為秒數 (S)。

(七) 統計方法

- 1.將蒐集到的各項參數以 SPSS 22.0 版統計軟體進行相依樣本單因子變異數分析考驗受試者各依變項 (爆發力、速度、敏捷、專項運動表現、肌肉活化) 的平均數之差異。
- 2.所有分析過後之數據將以描述性統計 (平均數 ± 標準差) 來呈現。
- 3.研究數據達顯著水準採用 $\alpha = .05$ 。

108年度專題研究計畫成果彙整表

計畫主持人：黃長福		計畫編號：108-2410-H-003-113-			
計畫名稱：八週震動訓練對體操選手下肢基礎能力和運動表現之影響					
成果項目		量化	單位	質化 (說明：各成果項目請附佐證資料或細項說明，如期刊名稱、年份、卷期、起訖頁數、證號...等)	
國內	學術性論文	期刊論文	0	篇	
		研討會論文	0		
		專書	0	本	
		專書論文	0	章	
		技術報告	0	篇	
		其他	0	篇	
國外	學術性論文	期刊論文	0	篇	
		研討會論文	0		
		專書	0	本	
		專書論文	0	章	
		技術報告	0	篇	
		其他	0	篇	
參與計畫人力	本國籍	大專生	0	人次	
		碩士生	1		幫忙資料收集和分析，收集及閱讀文獻
		博士生	1		幫忙資料收集和分析，收集及閱讀文獻
		博士級研究人員	0		
		專任人員	0		
	非本國籍	大專生	0		
		碩士生	0		
		博士生	0		
		博士級研究人員	0		
		專任人員	0		
其他成果 (無法以量化表達之成果如辦理學術活動、獲得獎項、重要國際合作、研究成果國際影響力及其他協助產業技術發展之具體效益事項等，請以文字敘述填列。)					