

# 四週被動反覆衝擊式訓練對女性運動員下肢運動表現之影響：試驗性研究

王子瑋<sup>1</sup> 劉強<sup>1</sup> 相子元<sup>2</sup>  
臺北市立體育學院<sup>1</sup> 國立台灣師範大學<sup>2</sup>

Email: jw\_0127@hotmail.com

## 摘要

本研究目的為探討被動反覆衝擊式訓練(PRI後)對運動員下肢運動表現之影響。方法為台北體育學院女子排球與手球隊隊員各兩名分別接受四週PRI訓練及半蹲訓練，並測得運動表現及股四頭肌與股二頭肌在跳躍時肌肉活化程度和著地策略之分析。結果顯示一、經過PRI訓練後，爆發力與敏捷性呈現進步的現象。二、經過PRI訓練後，在反向跳(CMJ)的表現發現不論股四頭肌及股二頭肌在離心收縮期肌電量增加的比例明顯多於向心期；半蹲跳(SJ)肌肉活化程度則皆增加。三、力板分析表現則是經過PRI訓練之後，在著地瞬間之衝擊力減少的程度明顯優於控制組。因此，經過PRI訓練可在爆發力與敏捷性呈現明顯進步，高頻率肌肉收縮訓練能更有效增進離心收縮期肌肉的活化程度，並改變肌肉的使用策略減少著地衝擊力。

關鍵詞：肌肉收縮速度、離心收縮

## 壹、前言

增進肌力與收縮速度為促進爆發力的基本條件，傳統肌力訓練中等長及等張是肌力訓練是最普遍且實用的方法，但卻無法有效增進肌肉收縮的速度，對於神經適應性方面的訓練成果有限對神經適應的訓練效果有限，然而骨骼肌的第一個適應機制即是神經系統，運動表現提升即是增加運動單元的效率、參與率和肌肉協調之結果。被動反覆衝擊式訓練(PRI)能誘發肌肉牽張縮短循環，使肌肉收縮前先伸長儲存彈性能量再加上快速的 PRI 訓練，可有效刺激神經肌肉系統、提昇肌肉勁度調節能力，使肌肉可以承受較高的衝擊而有良好動作表現。被動反覆衝擊式訓練對肌肉快速收縮力量有其訓練效果，且高頻訓練對  $\alpha$  運動神經元終池興奮性和肌梭敏感性更具顯著的影響(劉強，民 95)。因此，本研究目的為探討被動反覆衝擊式訓練頻率的增加對於運動員之柔軟度、速度、爆發力、敏捷、跳躍過程肌肉活化程度以及著地策略之分析。

## 貳、研究方法

本研究對象為臺北體育學院女子排球與手球隊隊員各兩名且分別接受兩組訓練，排球隊隊員為 PRI 組而手球隊的隊員則是控制組(Control)。實驗主要是以 PRI 機台做訓練，頻率為 2-3.5Hz，震幅為 11.4cm；而控制組為利用節拍器每 1.5 秒 1 次的頻率半蹲。PRI 組以每週增加頻率改變負荷量(2、2.5、3、3.5Hz)；控制組則為改變半蹲次數(40、50、60、70)。每位受試者每週訓練 3 次共四週，每次訓練 5 組，組間休息 2 分鐘。本實驗以立定跳檢測爆發力、30 公尺衝刺為速

度表現、繞圓椎跑為敏捷測試、坐姿體前彎為柔軟度測試、以及不同跳躍方式下(Counter Movement Jump, CMJ; Squat Jump, SJ)股四頭肌與股二頭肌肌電訊號分析和利用測力板做著地策略的比較。

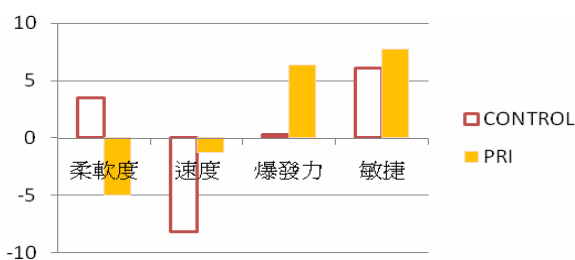
本研究皆使用標準的儀器來測試運動表現，並以 BIOPAC system/MP-150 進行下半身肌肉群肌肉活性放電的資料收集。資料處理以 AcqKnowledge 3.8.1 版分析下肢肌肉活性的放電量，並將肌電訊號進行訊號全波整流處理，並以 10Hz 至 500Hz 的 band pass filter 進行濾波，分析跳躍過程中的平均肌電(mEMG)再除以 MVC 之肌電值做為標準化。其他資料也皆以平均數做比較。

## 參、結果與討論

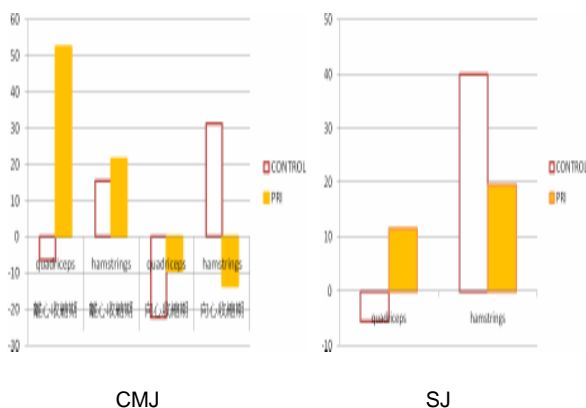
資料經過處理之後，可以觀察各項運動表現之進步率(如圖一)，PRI 組在敏捷與爆發力之表現明顯優於控制組；然而在柔軟度及 30 公尺衝刺速度上則是控制組較優異。而肌肉活化程度經過四周訓練之後，PRI 組之肌肉活化程度會來的比控制組大，也表示選手能更有效的徵召更多運動神經元工作，而不論 Quadriceps 及 Hamstrings 在離心收縮期肌電量增加的比例明顯增加(如圖二)。

在比較兩組之跳躍高度之後發現並沒有明顯的增加與退步，但圖三的衝量進步率顯示經過 PRI 訓練之後，在著地瞬間之衝擊力減少的程度明顯優於控制組。**運動表現之分析**：爆發力是肌力與速度共同作用下的結果(陳全壽、相子元，民 88)，而 PRI 訓練可有效的促進肌肉的爆發力主要就是因為 PRI 能促進神經肌肉

的適應性，對於肌肉的收縮速度與協調性上產生訓練的效果，藉由被動的動作模式使得肌肉可以達到比先前傳統訓練所不能達到的收縮速度，可有效針對神經肌肉系統做訓練，提升肌肉反應的速度增進敏捷性。



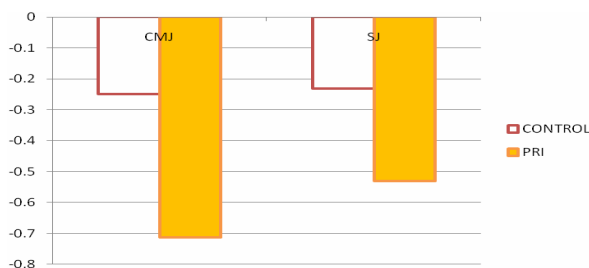
圖一 運動表現之進步率



圖二 不同跳躍方式之肌肉活化程度進步率

此外，PRI 組在柔軟度的訓練效果比控制組來的差，因為柔軟度的訓練主要就是透過伸展的運動，分析動作可知控制組半蹲的動作為主動動作，而 PRI 組為被動的動作，肌肉經過主動的半蹲訓練較能對肌肉產生伸展的效果，反觀 PRI 組則是維持姿勢，對於肌肉伸展的效果確實有限。而在速度的表現上則是控制組進步的較多則可能是因為場地因素造成的實驗限制，更待進一步的實驗與分析。

**不同跳躍方式肌肉活化程度之分析：**在 CMJ 的跳躍模式裡發現離心期肌電量增加的比例會大於向心期可



圖三 不同跳躍方式著地時之衝量進步率

見被動反覆衝擊式訓練較能有效刺激離心收縮肌群(盧英治, 民 90)，顯示快速且反覆的刺激並維持半蹲的姿勢，使股四頭肌可以維持在稍微伸長的姿勢而有較好的長度與張力關係，可使得股四頭肌能有效的被訓練，並使得在平時不易被訓練到之離心收縮的肌群達到更明顯的訓練效果；經過 PRI 訓練後，在離心期肌肉即儲存更多的彈性能，因此改變了肌肉活化的習慣，使 CMJ 向心收縮肌肉群活化程度下降，而 SJ 向心期的活化程度增加，則可能是肌肉處於訓練恢復期當中，使其需要徵召更多運動單位的參與。

**不同跳躍方式著地策略之分析：**PRI 訓練之後，不論在 CMJ 或是 SJ 皆可發現衝擊力減少的程度明顯較多，再加上觀察前、後測受試者跳躍的高度並無明顯進步與退步，可顯示出經過 PRI 訓練後著地期下肢肌肉收縮的策略變的更好而能有效的降低衝擊力。

#### 肆、結論與建議

四周 PRI 的訓練在爆發力與敏捷性的表現有明顯進步，而更高頻率的訓練能更有效增進離心收縮期肌肉的活化程度，並改變肌肉的使用策略減少著地衝擊力。此外，訓練過後造成疲勞恢復期較長而導致運動表現下降，也是在往後實驗數據收集時所必須要注意的。本實驗的結果希望可以幫助瞭解排球員的肌肉收縮模式而能找到更好的訓練方式。

#### 伍、參考文獻

- 陳全壽、相子元(1999)：被動反覆衝擊式肌力增強器之研發。國科會專題研究計劃成果報告書。
- 劉強(2006)：被動反覆等速肌力訓練之神經肌肉適應性。國立體育學院教練研究所博士論文。
- 盧英治(2001)：不同速度之下肢被動反覆衝擊式訓練肌電活動分析。國立體育學院教練研究所碩士論文。