

# 被動式反覆等速訓練對爆發力與肌肉能量代謝之影響

林培賢<sup>1</sup> 陳佳慧<sup>2</sup> 王月琪<sup>2</sup> 史聖為<sup>1</sup> 張嘉澤<sup>2</sup>

台北市立體育學院運動器材科技研究所<sup>1</sup> 國立臺灣體育大學(桃園)<sup>2</sup>

## 摘要

本研究主要藉助 PRI (Passive Repeated Isokinetic) 被動式反覆等速訓練對橄欖球選手下肢力量 CMJ 與肌肉能量代謝之探討。對象：以中學男性甲組橄欖球專長選手共 10 名，持續接受專項訓練至少 2-4 年。受試者平均年齡為  $15.3 \pm 1.06$  歲，身高平均為  $172.4 \pm 4.9$  公分，體重平均為  $74.7 \pm 14.4$  公斤。方法：訓練週期為兩週，每週 4 天 PRI 訓練，負荷劑量第一、二週分別為 60、70 RPM。訓練範圍共三組，每組 2 次 30 秒。測試考驗為下肢動力以 CMJ 作為訓練效果分析，肌肉能量代謝則以血液乳酸與  $\text{NH}_3$  進行改善判斷。結果：CMJ 前測與後測未達顯著效果 ( $p > .05$ )； $\text{NH}_3$  前測與後測差異  $-29.7 \mu\text{mol/l}$  ( $p < .05$ )；運動後血液乳酸濃度差異  $+0.6 \text{mmol/l}$  ( $p > .05$ )。結論：透過兩週漸增高頻 PRI(60-70RPM)訓練，對改善 CMJ 並未產生效果，這種症狀可能是肌肉收縮時間與肌肉組織傳導適應，需要比較長期訓練時間。但對於肌肉能量代謝，肌肉蛋白質與碳水化合物方面，則呈現不一樣效果。建議：欲要肌肉能量代謝快速產生適應，訓練期間之負荷劑量必須一致，因為乳酸的產生，主要因素在於負荷強度。訓練型態只有單一 PRI 方式，對於肌肉力量的改善亦受限制。因此建議重量訓練與 PRI 交互應用，始能達有效訓練效果。

**關鍵詞：**兩週訓練，乳酸，下肢力量

通訊作者之姓名:林培賢

聯絡地址：宜蘭市泰山路 208 號

電話：0928268533

E-mail：hsien@ilc.edu.tw

# The effects of CMJ performance and muscle energy metabolizes in rugby players after PRI training

Pei. Hsien Lin <sup>1</sup> Chia-Hui Chen <sup>2</sup> Yueh-Chi Wang <sup>2</sup> Richard William Smith <sup>1</sup> Chia-Tse Chang <sup>2</sup>

Taipei Physical Education College <sup>1</sup> National Taiwan Sport UniverSity(Taoyuan) <sup>2</sup>

## Abstract

**Purpose:** The aim of this study was to investigate the effects of strength performance on lower extremities and muscle energy metabolism in rugby players following two weeks training using the passive repeated isokinetic machine (PRI). **Method:** Ten male rugby players ( $15.3 \pm 1.06$  yrs, height =  $172.4 \pm 4.9$  cm and mass =  $74.7 \pm 14.4$  Kg) were recruited for this study. During a 2-week investigation PRI training was performed before rugby training. The PRI training protocol consisted of 3x2x30s (60-70RPM) four times per week. A pre test was performed to determine baselines; following 2 weeks PRI training post tests were performed. Testing parameters included CMJ and muscle energy metabolism blood lactate and NH<sub>3</sub>. **Results:** CMJ results indicated no significance ( $p > 0.05$ ) between pre and post test. NH<sub>3</sub> results indicated significance  $-29.7\mu\text{mol/l}$  ( $p > 0.05$ ) between pre and post test. Also blood lactate results indicated significance  $+0.6\text{mmol/l}$  ( $p > 0.05$ ) between pre and post test. **Conclusion:** From this investigation results indicated that CMJ performance did not improve after two weeks of training with the PRI training machine. This phenomenon was possibly related to the short duration period the muscles had to adapt to the training protocol. However, energy metabolism results were positively affected in relation to protein and carbohydrate turnover.

**Key word :** lactate 、 lower extremity

## 壹、緒論

競技運動不斷的追求顯著的訓練效果，因此衍生出各種訓練器材。其主要目的，於如何快速改善肌肉能力。而震動訓練的應用，最早從復健醫學開始，進而延伸到競技運動訓練。目前使用震動負荷劑量從15 Hz至 45 Hz，持續時間由30秒至2分鐘(Bosco et al., 1982; Martin et al., 1997; Wessels, 2003)。而訓練效果大多以下肢力量CMJ(counter movement jump)、SJ(static jump)與DJ(drop jump)作為分析。從過去研究發現，震動訓練效果有達顯著者，亦有未達效果者，呈現效果不穩定，也因如此發展出被動式反覆等速肌力訓練PRI (Passive Repeated Isokinetic)。其主要功能在於同時兼具了等長收縮，與被動式快速反覆等速作用，而被動式反覆等速訓練的應用，目前使用之動作頻率從30RPM至150RPM之單一頻率訓練，持續時間由15秒至45秒(陳全壽，2005；張木山，2005；李雲光、謝素貞、東方介德，2004)。Grosser等人(1981)指出阻力訓練型態影響訓練效果效益，阻力訓練型態包含腳踏車測力計 (Ergometer) 登階訓練、跳躍與重量訓練，其中重量訓練效果最佳，對增進肌肉力量亦快速。雖然PRI與 Vibration負荷刺激頻率不同，但是其訓練效果要求的還是一樣 (CMJ、SJ、DJ)。Sahlin等人(1988)提出影響肌肉產生NH<sub>3</sub>因素有二，一為肌肉纖維型態，另一則為能量代謝 AMP與IMP效率。透過阻力訓練可以改善肌肉能量代謝系統，並增進肌肉酵素活性 (Weicker et al., 1994)。從訓練適應週期觀察，訓練效果顯現大約4-6週 (Neumann et al., 1991)。而Kindermann 等人(1991)亦發現2週訓練週期效果。因此本研究目的的主要在於透過2週漸增高頻PRI訓練是否可以改善下肢力量與肌肉能量代謝路徑。

## 貳、方法

本研究以10位中學男子甲組橄欖球專長選手，持續接受專項訓練至少2-4年(身高172.4±4.9公分；體重74.7±14.4公斤；年齡15.3±1.06歲)為受試對象，且半年內無神經、肌肉骨骼系統相關症狀，於專長訓練外，另外實施PRI訓練。研究訓練儀器為國內研發 Passive Repeated Isokinetic Machine(PRI)被動式反覆等速肌力訓練機2台，下肢動力測試為 New test 多功能檢測儀器(芬蘭製)。血液NH<sub>3</sub>分析儀、乳酸分析儀。受試者第一週以60 rpm頻率訓練，第二週則上昇至 70 rpm。每週訓練 4天，訓練範圍共三組，每組兩次(每次30秒、間歇30秒)，組間休息1分鐘。訓練效果分析，CMJ跳躍兩次，取最佳成績進行前測與後測差異比較。血液參數則於第一次PRI訓練後與第二週結束收集。血液NH<sub>3</sub>與乳酸(La)均以耳垂採血方式進行，血液量分別為20 µl與10 µl。所有數

據均以平均數與標準誤呈現，前測(T-1) 與後測(T-2) 則以相依樣本 $t$  檢定，考驗前後測之差異。顯著水準訂為  $\alpha = .05$ 。

### 參、結果

經統計分析經 2 週 PRI 訓練後下肢力量 CMJ 前測 (T-1) 與後測 (T-2) 分析，結果顯示兩次測試差異 +1cm ( $p>.05$ ) (如圖 1)。

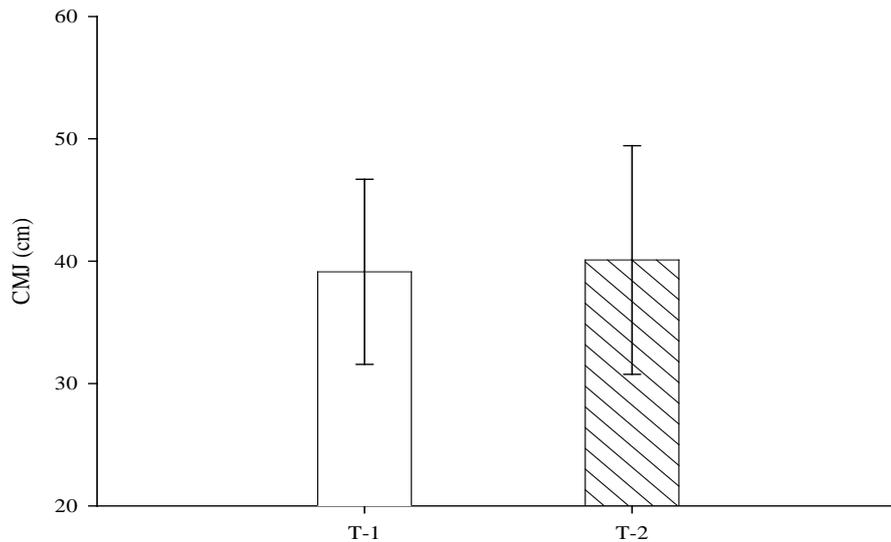


圖1 2週CMJ 前後測效果比較

2 週 PRI 訓練結束之血液乳酸濃度於前測 (T-1)與後測 (T-2)，分別為  $6.61 \pm 1.57$ 、 $7.16 \pm 1.54$  mmol/l (如圖 2)，兩次差異 +0.6 mmol/l ( $p>.05$ )

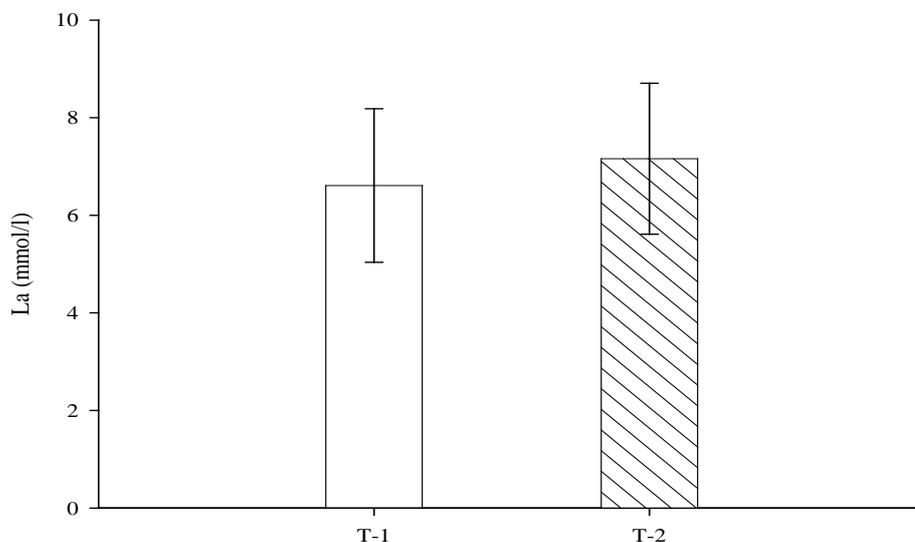


圖2 2週乳酸前後測比較

血液  $\text{NH}_3$  濃度，在前測 (T-1) 與後測 (T-2) 分別為  $127.5 \pm 32.4$  與  $97.8 \pm 26.2 \mu\text{mol/l}$  (如圖 3)，兩次差異為  $-29.7 \mu\text{mol/l}$  ( $p < .05$ )。

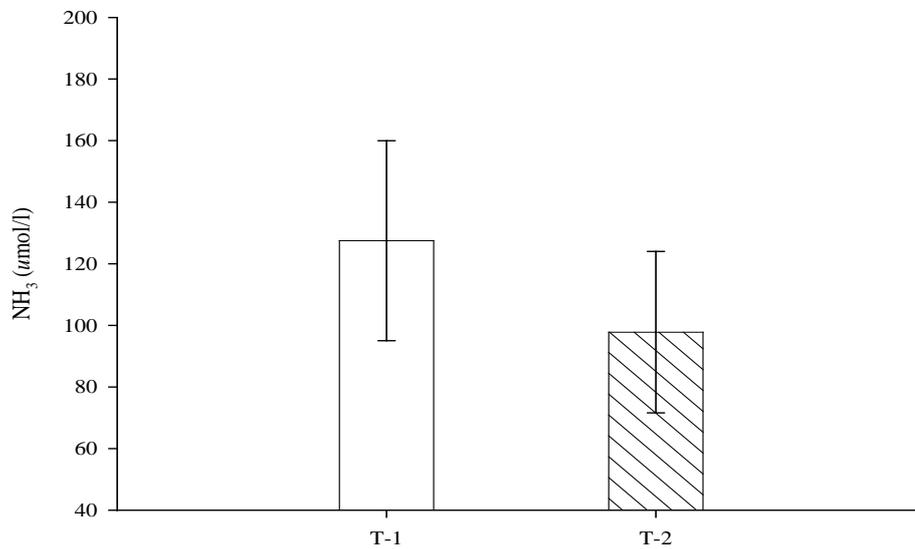


圖3 2週 $\text{NH}_3$ 前後測比較

#### 肆、討論

本研究發現2週PRI訓練，無法提昇下肢動力CMJ之高度。這與Grosser等人(1981)提出之阻力訓練型態影響訓練效果之觀點一致，要快速改善肌肉力量能力，唯有應用重量訓練的方式。從肌肉適應方面，欲達有效之力量改善與收縮機轉SSC反應，其訓練週期必須大於2週以上(Schmidtbleicher et al., 1982; Edman, 1994)。而透過2週PRI訓練在肌肉能量代謝方面，呈現兩種不一致的反應。運動結束之血液乳酸濃度於前測(T-1)與後測(T-2)，分別為 $6.61 \pm 1.57$ 、 $7.16 \pm 1.54 \text{ mmol/l}$  (如圖2)，兩次差異  $+0.6 \text{ mmol/l}$  ( $p > .05$ )，此反應是因為負荷劑量在第二週增加 10 rpm，而肌肉無法在增加負荷劑量訓練型態下產生適應。這與Tesch(1994)提出之理論相同，在短時間內增加負荷劑量，對於肌肉之壓力相對亦提昇。此症狀反應於肌肉之能量提供路徑碳水化合物，因此高負荷劑量產生高血液乳酸堆積，是無法避免的。本研究雖為2週的訓練，但是各有不同負荷劑量，亦造成在肌肉適應上產生一般適應症候群(General Adaptation Syndrome; GAS)(Hans Selye) 個體對外刺激所產生的生理反應警覺反應階段(alarm reaction stage)、震憾期(shock phase) 刺激突然出現，對特定壓力源缺乏適應力。另一比較特殊症狀反應是血液 $\text{NH}_3$ 濃度，在前測(T-1)與後測(T-2)分別為 $127.5 \pm 32.4$ 與 $97.8 \pm 26.2 \mu\text{mol/l}$  (如圖3)，兩次差異為 $-29.7 \mu\text{mol/l}$  ( $p < .05$ )。這可能與Sahlin等人(1988)提出之理論相同，應用阻力訓練型態可改善肌肉能量路徑。而由本研究發現，從血液 $\text{NH}_3$ 下降分析，是否PRI訓練提昇了AMP與IMP效率，因而降低肌肉對蛋白質分解，進而提昇肌肉對碳水化合物化合物的使用率。結論透過2週訓練週期，結果顯示2週PRI負荷遞增訓練，無法改善肌肉能量代謝與下肢力量CMJ，而2週PRI負荷遞增訓練方式，可改善肌肉蛋白質代謝。建議因此欲提昇PRI訓練對下肢力量改善，必須配合重量訓練。而負荷遞增方式，對肌

肉適應反應產生不穩定。因此建議以相同負荷劑量，進行2週以上之訓練。讓肌肉適應強度後，再增加訓練劑量。

## 參考文獻

- 張木山（2005）。不同訓練方法對彈跳能力發展與評估模式之研究 國立體育學院體育研究所博士論文。
- 李雲光、謝素貞、東方介德（2004）被動反覆衝擊式肌力訓練對中華男籃選手之最大腿肌力及爆發力之影響。大專體育學刊， 6卷1期，235-243。
- 陳全壽（2005）。被動反覆衝擊式肌力訓練法之研究--被動反覆衝擊式肌力訓練效果與神經肌肉特性之探討(III)國科會專題研究計畫成果報告。
- 陳全壽、相子元（1998）：反覆衝擊式肌力增強器對肌力、肌動力訓練效果之探討。1998 國際大專運動教練科學研討會，文化大學，105-117。
- Edman, K.A.P (1994). Die kontraktile Funktion der Skelettmuskelfaser.
- Grosser, M., Starischka, S, Zimmermann, E. (1981): Allgemeine Trainingsprinzipien und biologische adaptation. In: Koelner Beitrage zur Sportwissenschaft, Bd. 8/9, 113-132.
- Kindermann, W., Rost, R.(1991): Hypertonie und Sport. Aktuelles wissen Hoechst. In: sportkardiologie. Steinkopff Darmstadt. 21-28.
- Neumann, G.; Berbalk, A. (1991): Umstellung und Anpassung des Organismus- grundlegende Voraussetzung der sportlichen Leistungsfähigkeit. In: Alles unter Kontrolle. 25-30. 張嘉澤訓練學. P 45
- Sahlin, K., Katz, A. (1988). Purine Nucleotide metabolism. In: Sportmedizinische Funktiondiagnostik. 160-168.
- Schmidtbleicher, D., Gollhofer, A. (1982). Neuromuskuläre Untersuchungen zur Bestimmung individueller Belastungsgrößen für ein Tiefsprungtraining. 256-258.
- Tesch, P. A. (1994) Kurzzeitige und langfristige histochemische und biochemische Adaptationen im Skelettmuskel.
- Weicker, H., Strobel, G. (1994). Sportmedizin-Biochemischphysiologische Grundlagen und ihre sportartspezifische Bedeutung. 48-50
- Wessels, T. (2003). Einfluss eines 6-woechigen Hypertrophietrainings mit Vibrationsbelastung auf die Maximalkraftfaehigkeit. DA. DSHS Koeln.