

力量耐力負荷對一般人之能量代謝路徑之影響

葛姍姍¹ 王淑華¹ 張嘉澤²

¹臺北市立體育學院、²國立體育大學

摘要

目的：探討力量耐力負荷是否影響一般人之能量代謝路徑。對象：受試者為未經訓練的男性 14 名。平均年齡 35 ± 7 歲，身高與體重分別為 176.4 ± 9.9 公分、 75.6 ± 15.2 公斤。測試方式為 3 組 6 個動作（3×上肢、3×下肢）負荷，每組重複 20 次，進行方式為循環式，每組間休息 90 秒。結果：血氨濃度在 set-1 平均值為 99.43 ± 49.7 mmol/l，set-3 平均值 107.36 ± 38.1 mmol/l，差異為 $7.93\mu\text{mol/l}$ ($p<0.05$)。乳酸 Set-1 與 Set-3 平均值差異為 2.39mmol/l ($p<0.05$)。結論：一般人在接受力量耐力負荷後，體內血乳酸與血氨濃度隨著強度的增加而上昇，能量來源路徑轉換進入無氧糖酵解路徑，乳酸與血氨濃度升高將影響動作執行能力的協調性與控制動作技術的能力。

關鍵詞：血乳酸、血氨濃度

壹、問題背景

耐力運動是提昇有氧能力與加速乳酸堆積排除的能力(許樹淵,1992)。Itoh (1990) 對短跑運動員進行測試，發現最大負荷強度運動後其血氨濃度高於長跑運動員，結果顯示短跑運動員白肌纖維(FT)比例較高，有氧耐力型的長跑運動員紅肌纖維(ST)較多。Heck (1990) 指出 FT 肌肉纖維控制在輕量負荷劑量與多反覆頻率刺激下，將促使體內肌肉細胞提早進入無氧糖酵解的能量路徑。透過訓練方式可以改善人體肌肉型態的功能，但纖維型態則無法改變。紅肌纖維以長時間持續收縮為主，具備高密度微血管含量、高粒線體含量，能幫助疲勞的消除，而白肌纖維以快速提供無氧糖酵解的能量為主，具有高肝糖含量、低粒線體含量，其缺點為無法發揮長時間運動型態的表現，容易造成疲勞現象(Noth,1994)。一般人在從事休閒運動時，最多以長時間低強度的運動類型為主，在提昇肌肉適能的運動處方中，也多以肌耐力訓練為首選。提高有氧能力的耐力性運動方式對人體適應的現象有除了強化循環及呼吸系統，並能增加脂肪的利用率、改善血液的成份(徐緯珍、黃憲鍾，2010)。力量耐力負荷的運動表現透過反覆阻力訓練，需注意在運動負荷強度、運動持續時間、運動型態的規劃，是否在能量代謝上能獲得成效，值得進一步探討。因此，本研究旨在探討力量耐力負荷對一般人之能量代謝路徑之影響。

貳、研究方法

一、對象

本實驗研究受試者為沒有規律運動習慣的一般人的男性 14 名。平均年齡 35 ± 7 歲，身高與體重分別為 176.4 ± 9.9 公分、 75.6 ± 15.2 公斤。每週運動頻率平均 2.3 ± 1.2 天，每次運動時間平均 $70.0\pm 35.4\text{min}$ ，如表一所示。

表一 受試者資本資料

	年齡(age)	身高(cm)	體重(kg)
男性(n=14)	35 ± 7	176 ± 9.9	76.6 ± 15.2

二、方式

本研究測試為阻力負荷型態，以 Pampus(1989)力量耐力方式進行。測試範圍為 3 組(set)，每組 6 個動作，每次動作重複 20 次，Set 休息 90s，動作與動作之間不休息。動作型態分別為滑輪下拉、腿部外展、腿部內收、坐姿手推舉、坐姿腿推舉、引體向上。上肢負荷為個人體重 50%、下肢則為 65%。生物測試收集分別為乳酸、血氨 NH3 與心跳率。血液乳酸於每組運動負荷結束，並於恢復期第 3、5、7、10、15min 採集。NH3 則與 Set1 與 Set3 採集血液分析。心跳率記錄運動負荷與恢復期第 5min(E5)。所有數據以平均值與標準差呈現，並以重複量數分析 Set 與 Set 之間差異。如表二所示。

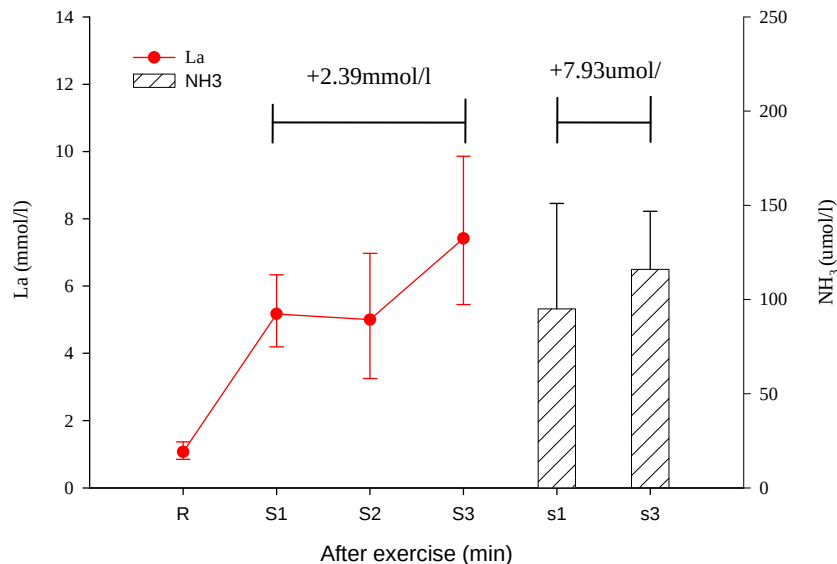
表二 力量耐力測試

負荷型態	內容	生物參數收集時間點
目的	力量耐力	HR : S1, S2, S3, E5 La : R、S1, S2, S3, E3, E5, E7, E10, E15 NH3 : S1, S3
方式	重複方式	
強度	個人體重 50%上肢、65%下肢	
範圍	3×20×3 上肢、3 下肢	
休息	Set90s,Rep20s	

參、結果分析與討論

第一組(S1)力量耐力測試血液乳酸平均值為 $5.26 \pm 1.04 \text{ mmol/l}$ ，第二組與第三組則分別為 $5.11 \pm 1.79 \text{ mmol/l}$ 、 $7.65 \pm 2.13 \text{ mmol/l}$ 。S1 與 S3 平均值差異為 $+2.39 \text{ mmol/l}$ ($p < 0.05$)。血液 NH_3 於 s1 平均值為 $99.43 \pm 49.7 \text{ mmol/l}$ ，set-3 則為 $107.36 \pm 38.1 \text{ mmol/l}$ ，兩者差異 $+7.93 \text{ umol/l}$ ，達顯著差異 ($p < 0.05$)。如圖一所示。

本研究結果發現運動負荷組數越高，乳酸值亦呈現高濃度堆積。此症狀顯示阻力負荷提早進入無氧糖酵解路徑，鄭陸(2004) 過去研究發現肌肉收縮速度與力量輸出呈正相關。這與本研究結果分析相似，力量輸出頻率越高，乳酸值越高。血氨濃度在極短時間內，肌肉呈現無氧狀態，此症狀顯示，血氨堆積使濃度升高，將影響動作執行能力的協調性與控制動作技術的能力，過去研究中指出血氨的堆積影響骨骼肌的能量代謝，肌肉纖維作功的能力會隨著短時間高強度產生疲勞現象，影響運動表現 Banister(1983)。這與本研究結果分析相似，力量輸出頻率越高，血氨值越高。



圖一 力量耐力負荷血乳酸堆積與血氨濃度之關係

肆、結論

本研究發現，一般人在接受力量耐力負荷後，體內血乳酸與血氨值濃度隨著強度的增加而上昇，能量來源路徑轉換進入無氧糖酵解路徑，乳酸與血氨濃度升高將影響動作執行能力的協調性與控制動作技術的能力。

參考文獻

- 鄭陸 (2004)。運動與氨代謝關係的研究發展。《中國山東體育學院》，20(61)，41-42。
- 徐緯珍、黃憲鍾。(2010)。耐力運動對餐後高三酸甘油血症的影響。《中華體育季刊》，24(3)，109-115。
- 張嘉澤(2010)。運動能力診斷與訓練調整。《台灣運動能力診斷協會》，104-105。
- 許樹淵 (1992)。田徑論。《偉彬體育研究社》，796。

- Banister,E.W.(1983).The time course of ammonia and lactate accumulation in blood during bicycle ergometers exercise in man. European Journal of Applied Physiology , 57,135-141.
- Heck, H (1990): Laktat in der Leistungsdiagnostik. Verlag Karl Hofmann Schorndorf. 28-30. In: 張嘉澤運動能力診斷與訓練調整。
- Itoh,H.(1990). Ammonia and lactate in blood after short term sprint exercise.Journal of European Applied Physiology Occupational Physiology,62, 22 - 25 .
- Noth,J.(1994).Die motorischen Einheiten.IN:P.V.Komi(Hrsg):Kraft und Schnellkraft im Sport.Koln.In: 張嘉澤運動能力診斷與訓練調整。