

急性徒手循環式力量耐力對沒有運動習慣者乳酸曲線與心跳率之影響

¹吳聲賓 ²陳佳慧 ¹王月期 ²張嘉澤

¹國立體育大學 競技與教練科學研究所

²台灣運動能力診斷與訓練調整中心

摘要

本研究之目的旨在探討一般成人在沒有運動習慣下進行急性負荷對血液乳酸堆積曲線與體循環負荷心跳率之影響。受試者為沒有運動習慣成人 9 名，平均年齡 42.44 ± 6.21 歲，身高與體重分別為 $167.56 \pm 8.11\text{cm}$ 、 $72.78 \pm 13.02\text{kg}$ 。研究實施方法以 5 項徒手力量耐力方式進行，每項動作之間沒有休息，負荷強度為個人最大動作速度共進行 3 組，組間休息 60 秒。結果顯示血液乳酸堆積在第 1 組與第 3 組平均值為 2.96 ± 1.28 、 $7.95 \pm 1.31 \text{ mmol/l}$ ，第 3 組顯著高於第 1 組。恢復期最大乳酸堆積於第 5 分鐘(E5)出現，平均值為 $8.71 \pm 2.27 \text{ mmol/l}$ ，第 10 分鐘(E10)乳酸值則略降為 $8.20 \pm 2.27 \text{ mmol/l}$ 。心跳率在第 1 組負荷時為 $152.88 \pm 16.57 \text{ min}^{-1}$ ，第 2 與 3 組分別為 160.13 ± 14.86 、 $165.25 \pm 15.61 \text{ min}^{-1}$ ，第 3 組顯著高於第 1 組。本研究結果發現：沒有運動習慣一般成人，運動後最大乳酸堆積濃度在恢復期才呈現。沒有運動習慣一般成年人，乳酸及心跳率隨著高強度運動回合增加而顯著上昇，因此建議沒有運動習慣者，在從事身體活動時，必須注意運動強度及回合數。

問題背景

乳酸是無氧代謝下的副產物，也是影響到運動表要的因素。Holloszy (1982) 指出，當乳酸積累到某一個上限後，人體便會因為肌肉嚴重疲勞而被逼停止工作。然而，乳酸系統仍然是一個相對迅速的能量來源，而且對於那些在 1 至 3 分鐘間完成的最大努力活動（如 400 米及 800 米跑）尤為重要。乳酸排除型態(1)肝臟 50% (2)不活動肌群 30% (3)心臟 10% (4)腎臟 10%。乳酸是肌肉活動時間能量代謝產物之一。競技運動員於最大負荷結束後，乳酸排除速度可達 0.5mmol/l/min ，未經訓練者排除速度則為 0.3mmol/l/min (Neumann et al.,1991)。透過耐力訓練，會使骨骼肌粒線體數量增加、微血管密度增加，同時肌肉的血流量也會增大，並使乳酸的排除速度增快 (Spina et al.,1996)。

研究方法

一、研究對象：

受試者為 9 名沒有運動習慣成人，平均年齡 42.44 ± 6.21 歲，身高與體重分別為 $167.56 \pm 8.11\text{cm}$ 、 $72.78 \pm 13.02\text{kg}$ 。

二、實驗方式：

研究測試以 5 項徒手力量耐力進行，測試內容包含：原地提腿跑 (10s)、伏地挺身(6 次)、垂直跳躍縮腿 (6 次)、伏地交互跑(10s)、托比運動 (6 次)，共 5 項身體活動。測試範圍為 3 組，組間休息 60s。生物參數收集時間為；set-1：HR、La，set-2：HR，set-3：HR、La，恢復期生物參數觀察時間為 E3、5、7、10 min。所有數據以平均值標準差呈現，並以 t-Test 進行差異分析。

結果分析與討論

結果顯示血液乳酸堆積在第 1 組與第 3 組平均值為 3.0 ± 1.3 、 $8.0 \pm 1.3 \text{ mmol/l}$ ，兩次差異 +5 ($p < 0.05$)。恢復期最大乳酸堆積於第 5 分鐘(E5)出現，平均值為 $8.7 \pm 2.3 \text{ mmol/l}$ ，與最後採集時間乳酸值差異 -0.5 mmol/l 。個人最大值為 11.06 mmol/l (E7)。如圖-1 所示。

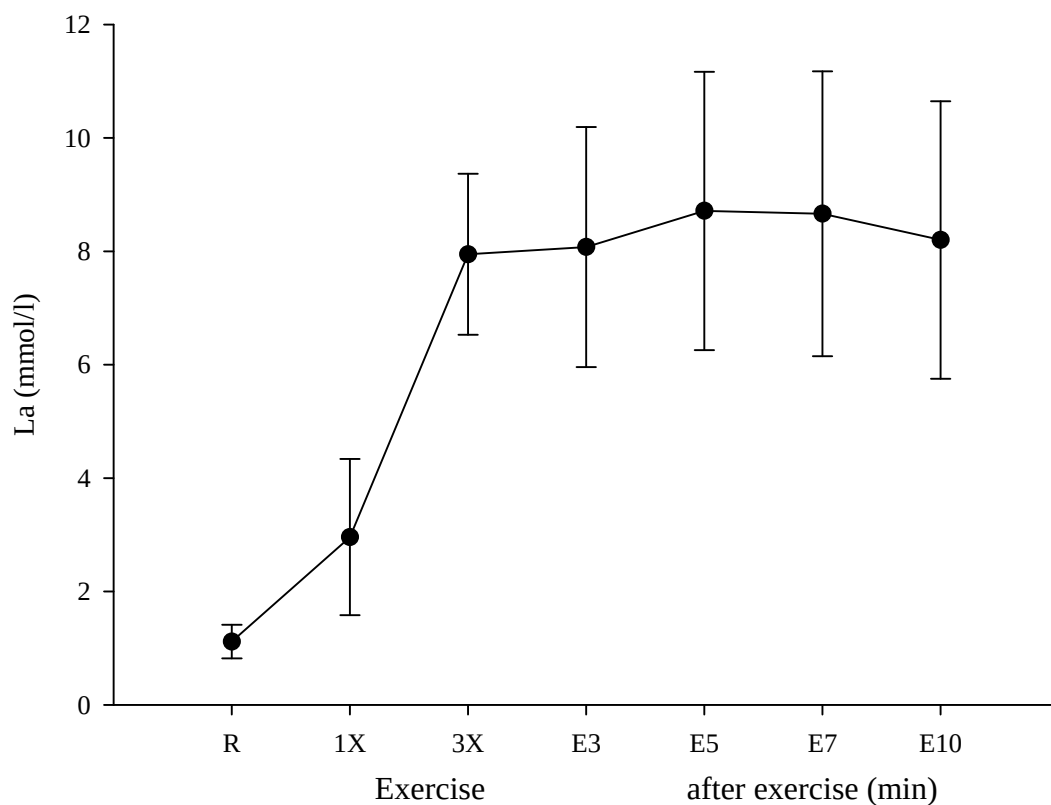


圖-1：力量耐力負荷血液乳酸堆積濃度平均值標準差

本研究結果與 Wassermann 等人 (1973) 指出透過漸增式負荷隨著強度增加會出現一個非線性的轉折，稱為無氧閾值相似。乳酸是肌肉活動時間能量代謝產物之一。競技運動員於最大負荷結束後，乳酸排除速度可達 0.5mmol/l/min ，未經訓練者排除速度則為 0.3mmol/l/min (Neumann et al.,1991)。不同項目的運動有其不同的專項體能，但是基礎體能對於任何一項運動都是重要的，研究結果 9 名受試者恢復期最大乳酸堆積於第 5 分鐘(E5)出現，平均值為 $8.7\pm 2.3\text{mmol/l}$ 。至恢復期第 10 分鐘平均值為 $8.2\pm 2.6\text{mmol/l}$ ，數據顯示受試者乳酸排除速度從第 5 分鐘至第 10 分鐘乳酸值下降 0.5mmol/l ，符合 Numann et al.所提出運動員於最大負荷結束乳酸恢復速度結果相符。

心跳率在第 1 組負荷為 $152.88\pm 16.57\text{min}^{-1}$ ，第 2 與 3 組 (2x、3x)平均值分別為 160.13 ± 14.86 、 $165.25\pm 15.61\text{min}^{-1}$ 。第 1 組與第 3 組(1x、3x)平均值差異 12min^{-1} ($p<0.05$)。個人最大心跳率於第 3 組 (3x) 呈現 (190min^{-1})，如圖-2 所示。

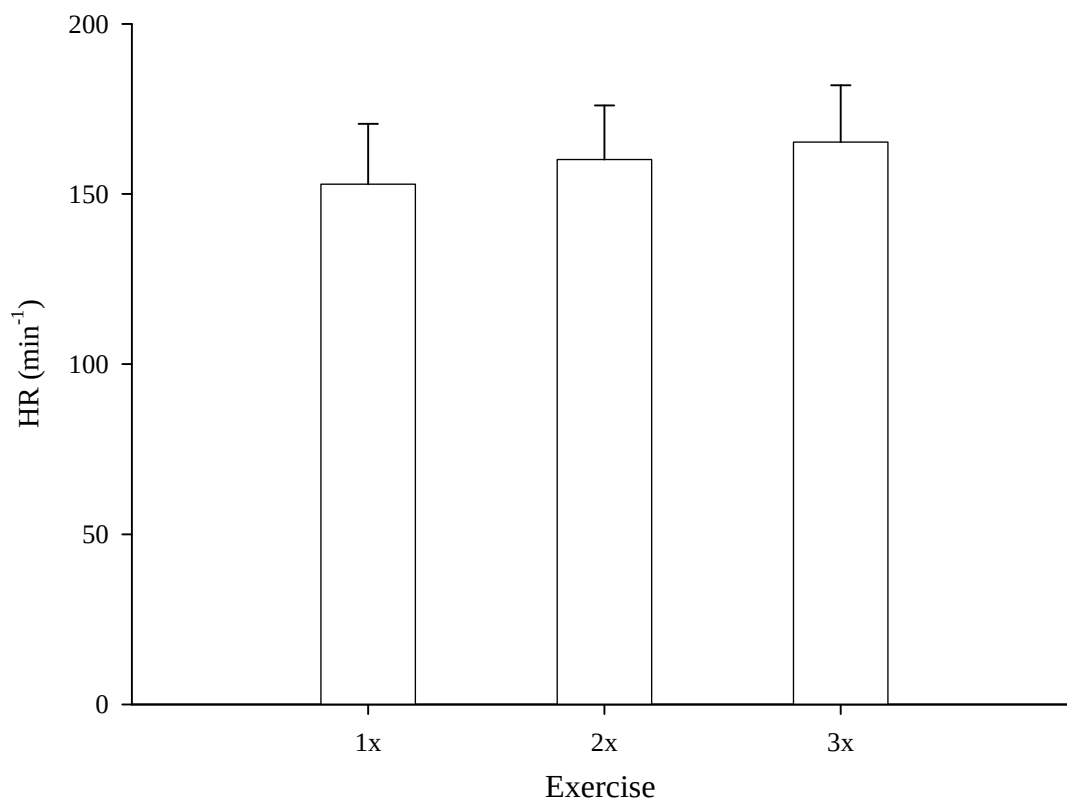


圖-2：循環式力量耐力負荷心跳率平均值與標準差

Hollmann 人(1987) 指出競技無氧閾值最低標準為 3.5m/s ，心跳率為 156min^{-1} 。不同項

目的運動有其不同的專項體能，但是基礎體能對於任何一項運動都是重要的，研究結果 9 名受試者心跳率第 1 組與第 3 組(1x、3x)平均值差異 12 min⁻¹ (p<0.05)。個人最大心跳率於第 3 組 (3x) 呈現 (190min⁻¹)，推測與受試者個人能力有關。

結論與建議

結果分析發現最大乳酸堆積濃度在恢復期才呈現，此現象顯示沒有運動習慣者在急性負荷下，其能量代謝系統呈現比較慢速度，因此也造成排除的速度緩慢。體循環壓力亦隨著運動頻率增加而上昇，因此建議沒有運動習慣者，在從事身體活動時，必須注意負荷強度。

文獻

邱奕棠、李黛安、陳佳慧、張嘉澤 (2012)。無氧閾值速度對最大乳酸堆積之影響。中華民國運動教練協會春季研討會。國立體育大學。

熊育彬、陳佳慧、張嘉澤(2006)，常氧與低氧間歇訓練方式對於人體血氧飽和濃度、乳酸、心跳率之影響

張嘉澤 (2008)。訓練學。台北縣林口鄉：運動能力診斷協會。

張嘉澤 (2010)。運動能力診斷與訓練調整。台北縣林口鄉：運動能力診斷協會。

Ren, J. M., Semenkovich, C. F., Gulve, E. A., Gao, J., & Holloszy, J. O. (1994). Exercise induces rapid increases in GLUT4 expression, glucose transport capacity, and insulin-stimulated glycogen storage in muscle. *J. Biol. Chem.*, **269**(20), 14396-14401.

Mader, A., H. Liesen, H. Heck, H. Philippi, R. Rost, P. Schürch, W. Hollmann. (1976) : Zur Beurteilung der sportartspezifischen Ausdauerleistungsfähigkeit im Labor. *Sportarzt und Sportmedizin*, **27**(4): S. 80-88.

Wassnermann, K., Whipp, B.J., Koyal, S.N., Beaver, W.L. (1973) Anaerobic threshold and Respiratory gas exchange during exercise. *J Appl Physiol* **35**:236—243

Karlsson, J., Peterson, F.B., Henriksson, J., & Knuttgen, H. G. (1975) effect of previous exercise with arm and legs on metabolism and performance in exhaustive exercise. *Journal of Applied Physiology*.