

急性划船測功儀負荷對一般大專生肌肉能量路徑與負荷反應之影響

¹郭嘉琳 ²陳佳慧 ¹呂欣善 ²張嘉澤

¹國立體育運動大學 運動健康科學系

²台灣運動能力診斷與訓練調整中心

摘要

本研究目的旨在探討一般大專生在急性運動下肌肉無氧症狀反應與負荷表現。受試者為 18 名大專生 (男 7 名, 女 11 名), 平均年齡 21 ± 1.4 歲, 身高與體重分別為 166 ± 7.0 cm、 62 ± 11.5 kg, 沒有運動習慣。方法: 負荷型態為 3 次 10 槳 (3x10), 測功儀負荷設定在 Level 3, 每次間歇 90s。所有受試者必須以個人最大速度進行測試。結果: 第 1 次(1x)負荷血液乳酸平均值為 2.7 ± 0.9 mmol/l, 測功儀負荷則為 243 ± 108.7 Watt, 第 2 次 (2x) 乳酸堆積與負荷, 則分別為 3.9 ± 0.9 mmol/l、 251 ± 111.8 Watt, 第 3 次 (3x) 乳酸堆積與負荷分別是 4.8 ± 1.7 mmol/l、 252 ± 97.5 Watt, 第 1 與第 3 次 (3x) 乳酸平均值差異 $+2.1$ mmol/l ($p < 0.001$), 測功儀負荷則差異 $+9$ Watt ($p > 0.05$)。個人最大乳酸堆積濃度達 10.0 mmol/l, 測功儀負荷達 432.9Watt。結論: 結果分析顯示受試者無氧反應呈現直線上升趨勢, 但是在乳酸平均值反應顯示, 測功儀負荷並未造成極大的無氧症狀。因此建議若沒有運動時間, 可以藉助划船測功儀儀器, 作為運動方式。

問題背景

高強度間歇訓練 (High Intensity Interval Training, HIIT) 指在高強度的運動後伴隨著不完全休息, 再緊接著進行高強度的訓練, 過程反覆處於高強度負荷, 以獲得更高的生理刺激。能夠改善無氧效率、快速耐力能力以及增強心臟壓縮與呼吸的工作能力 (張嘉澤, 2008)。而高強度運動對生理功能的改善已得到許多研究的證實, Weicker et al. (1994) 指出, 處於高負荷劑量, 反覆接受刺激的狀態下, 可提昇肌肉對無氧收縮之適應, 進而增加無氧糖酵解的活性。Gibala MJ and McGee SL (2008) 的研究顯示, HIIT 在代謝的適應上能以最短的時間, 增加骨骼肌氧化能力、耐力表現以及改善運動中的代謝機制。Glenn A. Gaesser and Siddhartha S. Angadi (2011) 則指出, HIIT 能讓缺乏時間者以極短時間達到運動的效果, 是能夠維持身體健康的訓練方式。

Martin J. Gibala., Jonathan P. Little., Maureen J. MacDonald.; John A. Hawley (2012) 的回顧顯示過去高強度間歇訓練多以 Wingate test 來進行, 多以腳踏車測功儀來進行。

紀瑤璇 (2007) 回顧過去文獻指出, 划船測功儀和其他健身器材相比, 能以較低的心跳率、較高的攝氧量與更高的能量消耗, 來促進體適能, 並且能夠藉全身的肌肉運用來達到塑身的效果。綜合以上文獻發現, 追求最短的時間來達到最佳的運動效果, 高強

度負荷的間歇運動已成為一種趨勢，而划船測功儀相較其他器材，是全身性的運動，且能以較低的心跳率來促進健康。本研究認為一般無規律運動習慣者，若以划船測功儀來進行高負荷的運動，能對生理達到一定的刺激且不造身體的負擔，將能成為時間缺乏者運動時的最佳選擇。

實驗方法

一、研究對象

以 18 名沒有規律運動習慣的大專學生為對象，男性 7 名、女性 11 名，平均年齡 21 ± 1.4 歲，身高與體重分別為 166 ± 7.0 cm、 62 ± 11.5 kg。所有受試者須於測試前閱讀並填寫「疾病調查表」做為個人基本資料的依據，並親自簽名表示同意全程參與。

表 1-受試者資料表

Rep	男	女	男&女
年齡(歲)	21 ± 1.7	21 ± 1.2	21 ± 1.4
身高 (cm)	172 ± 5.7	162 ± 4.9	166 ± 7.0
體重 (kg)	68 ± 14	57 ± 6.6	62 ± 11.5

二、方式

以划船測功儀 (Concept 2) 進行 3 組 10 槳 (3x10)測試，每組間歇 90s，負荷強度為個人最大速度，紀錄每一槳之測功儀瓦特數，求其平均瓦特數。測試前及每組間歇時間進行採血，測試後則採第 3、第 5、第 7 分鐘之血液，觀察其乳酸值變化，測試流程如圖-1 所示。

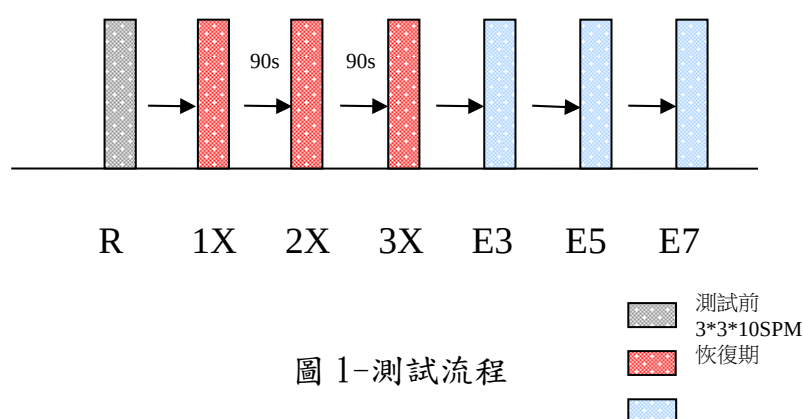


圖 1-測試流程

結果分析與討論

圖-2 顯示第 1 次(1x)負荷血液乳酸平均值為 2.7 ± 0.9 mmol/l，第 2 次(2x)為 3.9 ± 0.9 mmol/l，第 3 次(3x)則為 4.8 ± 1.7 mmol/l。第 1 與第 3 次 (3x) 乳酸平均值差異 $+2.1$ mmol/l ($p=0.00$)，其中個人最大乳酸堆積值出現在 3x，濃度達 10.0 mmol/l，平均最大堆積值則出現在結束後第三分鐘(E3)，濃度為 5.1 ± 1.6 mmol/l。Pansold. (1982) 指出，在低強度負荷時，肌肉活動能量來源為有氧的糖酵解和脂肪的代謝提供，而其乳酸值將在 2 mmol/l 以下。當運動強度上昇，乳酸介於有氧和無氧 (2-4 mmol/l) 混合的能量系統。而運動強度持續上昇到乳酸在 4 mmol/l 以上，能量來源將完全由無氧糖酵解提供。本研究多數受試者自第二組(2x)負荷後超越無氧閾值，乳酸持續上昇。並在結束後第三分鐘(E3)堆積到最大值，而極少數受試者在訓練過程中僅達 2-4 mmol/l 的有氧和無氧混合系統。

圖-3 顯示第 1 次(1x)測功儀負荷為 243 ± 108.7 Watt，第 2 次 (2x)負荷 251 ± 111.8 Watt，第 3 次(3x)負荷則是 252 ± 97.5 Watt，第 1 與第 3 次 (3x) 平均值差異 $+9$ Watt ($p>0.05$)。個人最大乳酸堆積濃度者測功儀負荷最大值達 432.9Watt，而個人瓦特數最大值則是 572.2。圖 2 與圖 3 發現三次負荷的瓦特數平均值未達顯著差異，但乳酸持續上昇，代表測功儀負荷是藉由負荷次數的增加令受試者感到強度的上昇，並進入無氧的能量系統。

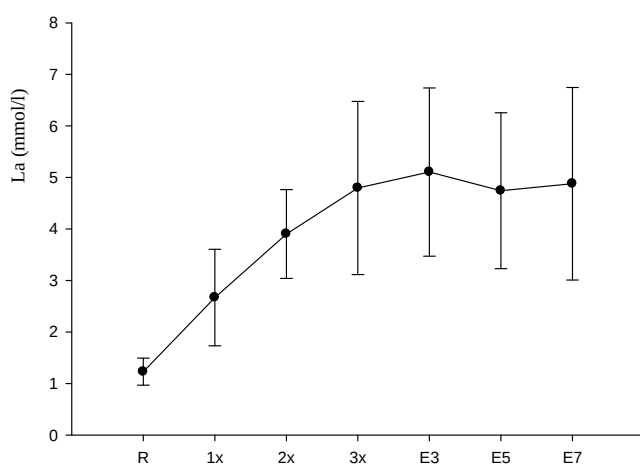


圖-2 –測試前後血乳酸平均值變化

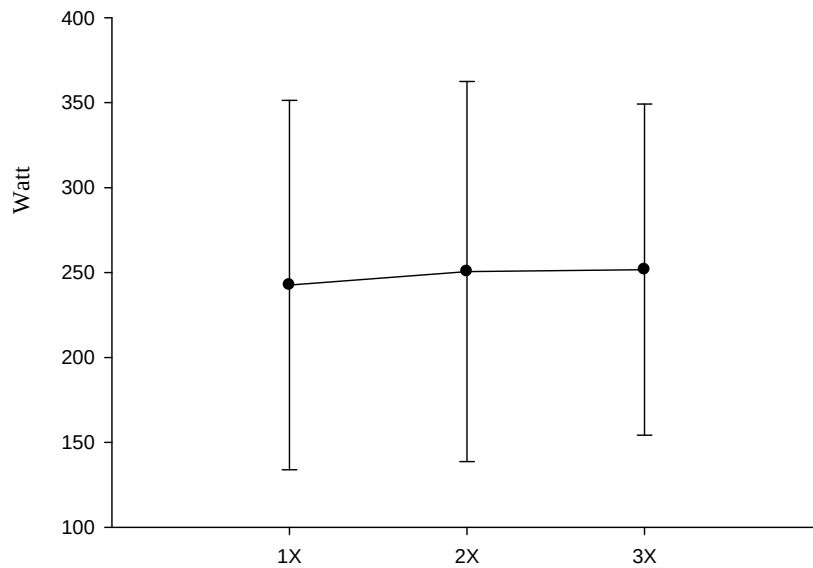


圖-3 –三組測試之測功儀瓦特數平均數

結論與建議

結果顯示受試者無氧反應有直線上昇趨勢，但乳酸平均值顯示，測功儀負荷並未造成極大的無氧症狀，不會造成無運動習慣者的負擔。因此本研究建議沒有運動時間者，可以藉助划船測功儀儀器進行高強度負荷，作為運動方式。

文獻

紀瑤璇（2007）。划船測功儀的使用。運動生理週訊，240期。

張嘉澤（2008）。訓練學。運動能力診斷協會。

Gibala MJ, McGee SL. (2008). Metabolic adaptations to short-term high-intensity interval training: a little pain for a lot of gain? *Exerc Sport Sci Rev*, Apr;36(2), p58-63.

Glenn A. Gaesser and Siddhartha S. Angadi. (2011). High-intensity interval training for health and fitness: can less be more? *Journal of Applied Physiology* December 1, . 111 no. 6 1540-1541.

Mader, A.; Lisen, H.; Heck,; Philippi, H Rost, R.; Schurch, P.; Hollamnn, w. (1976). Zur Beurteilung der sportspezifischen Ausdauerleistungsfähigkeit in Labor. *Sportarzt und Sportmed.* 27(4),80.

Martin J. Gibala, Jonathan P. Little, Maureen J. MacDonald and John A. Hawley. (2012). Physiological adaptations to low-volume, high-intensity interval training in health and disease. *The Journal of Physiology*, Volume 590 ,Issue 5, 1077-1084.

Weicker, H., & Strobel, G. (1994). *Sportmedizin: Biochemisch-physiologische Grundlagen und ihre sportartspezifische Bedeutung*; G. Fischer. Verlag, S.25-28.