

五天低氧間歇訓練負荷對個人閾值能力以及乳酸濃度之影響

林鬆潛¹ 陳佳慧² 王月琪¹ 張嘉澤²

國立體育大學¹ 台灣運動能力診斷與訓練調整研究中心²

摘要

本研究目的旨在探討常壓低氧環境 (FIO₂ 13%) 一週間歇訓練對個人閾值能力與乳酸濃度之影響。方法：研究對象為 7 位有運動習慣之健康男性大專學生為受試者 (平均年齡：25.14±3.53 歲；身高：172.43±7.34 cm；體重：65.57±6.29 kg)；研究方式採一週間歇訓練於常壓低氧艙中進行(FIO₂ 13%)；訓練前一週進行一次 100 m 個人最高速度划船測功儀與跑步機階梯式負荷測試。訓練一週 5 天進行 4x 200m 划船測功儀負荷，強度採個人最高速度之 70%，並於第 1 天與第 5 天採取乳酸參數；一週結束後休息 2 天後進行有氧-無氧閾值跑步機階梯式負荷並採取參數為後測之數據。以相依樣本 t 考驗檢定前後測個人閾值能力之差異、訓練第 1 天與第 5 天乳酸濃度之變化。統計水準定為 $\alpha=0.05$ 。結果：經過 5 天低氧訓練，個人閾值能力變化未達顯著；第一天與第五天乳酸曲線變化第一次 (1x) 負荷中，第五天乳酸值明顯低於第一天之乳酸值。結論：研究結果發現 5 天低氧間歇訓練乳酸值有改善，表示身體對於本實驗刺激有得到適應。由於過去研究有證實於高地低氧訓練後，訓練效果會延遲出現，但常壓低氧的延遲性訓練效果出現時間仍不確定，因此可建議之後研究可以朝向低氧訓練後其訓練效果出現時間做研究方向。

關鍵詞：200m 划船測功儀負荷、階梯式負荷、乳酸

壹、緒論

時代的變化，運動訓練方式也隨之變化；從過去至今的研究中，在每週五天的訓練週期內，體內對於運動負荷適應很快，心跳率約一天就能夠改善、乳酸則為一週 (Neumann & Hottenrott, 2002)；因此近期許多以訓練為主題的研究大多以一週至四週的訓練週期做研究，其也得到不同的研究成果以及訓練效果。在高原低氧環境下進行訓練，會有以下幾點生理變化：提昇血液紅血球數量，提高血液氧氣傳輸、改善肌肉內氧傳輸、改善有氧以及無氧能量代謝容積等等 (Hollmann, 1986)，於平地中常壓低氧環境雖無法使得體內紅血球數量增加，但經過去研究中證實其它高原低氧下的訓練效果在常壓低氧下也有相同成效。(Hammond, Gale, Kapitan, & Wagner, 1986)；低氧環境下進行運動訓練可以改善耐力能力，利用低氧環境的刺激，提高運動負荷強度，身體獲得快速得到適應進而改善。間歇訓練是常見的訓練方式，這種方式主要是透過氫離子以及乳酸濃度的變化進而改善體內體循環系統讓身體對強度產生適應且使耐力能力提昇 (Mark Hargreaves et al., 1998)。本實驗主要目的是透過低氧環境以及間歇訓練型態兩種刺激方式進行 5 天低氧間歇訓練，來探討 5 天低氧間歇訓練對個人有氧-無氧閾值能力以及乳酸濃度之影響。

貳、研究方法

本研究以 7 位有運動習慣之健康男性大專學生為本研究之參加者，基本資料依序為年齡 25.14 ± 3.53 歲，身高 172.43 ± 7.34 cm，體重： 65.57 ± 6.29 kg。實驗步驟：首先先進行划船測功儀 1 次 100 m，負荷強度為盡個人最大努力完成，紀錄平均速度作為本次研究個人最大速度之依據。基礎測試以 Mader 等(1976) 2- 4 mmol/l 有氧-無氧閾值測試方式進行，分別於前測 (T1) 與後側 (T2) 實施；並以德國 h/p/cosmos pulsar 3p 4.0 跑步機執行。測試方式開始負荷為 2.5 m/s，每階持續時間 5 min，每次負荷上昇 0.5 m/s，每階段休息 30 s，並進行耳垂採血 (10 μ l)

與心跳率記錄，測試至個人最大負荷為止。休息兩天後，在常壓低氧艙中進行，氧氣濃度定為 13%，進行 4x 200m 划船測功儀負荷，負荷強度定為個人最高速度之 70-75%，每趟結束休息 90 秒，連續進行 5 天。第 1 天與第 5 天於第一次、第四次以及結束後第 3、5、7、10、15 分鐘採取耳垂血液分析乳酸。

結果分析與討論

表-1 為前、後測有氧與無氧閾值分析。T2 有氧閾值速度下降-0.2 m/s，心跳率下降 -7 min^{-1} ；無氧閾值速度與心跳率則獲得改善+0.1 m/s、 -2 min^{-1} 。

圖-1 為訓練第一天與第五天運動負荷時乳酸之變化曲線，在訓練第一組 (1x) 負荷第一天平均乳酸值為 3.1 mmol/l，第五天平均乳酸值則為 2.35 mmol/l，一週負荷第五天乳酸值與第一天平均乳酸值下降 0.74 mmol/l ($p<.05$)；訓練負荷中到結束後 15 分鐘恢復期第五天均低於第一天的乳酸值，但未達顯著差異。

表-1：前測(T1)與後測(T2)有氧與無氧閾值之差異

	2 mmol/l		4 mmol/l	
	Speed	HR	Speed	HR
T1	1.9 m/s	130	3.3 m/s	173
T2	1.7 m/s	123	3.4 m/s	171

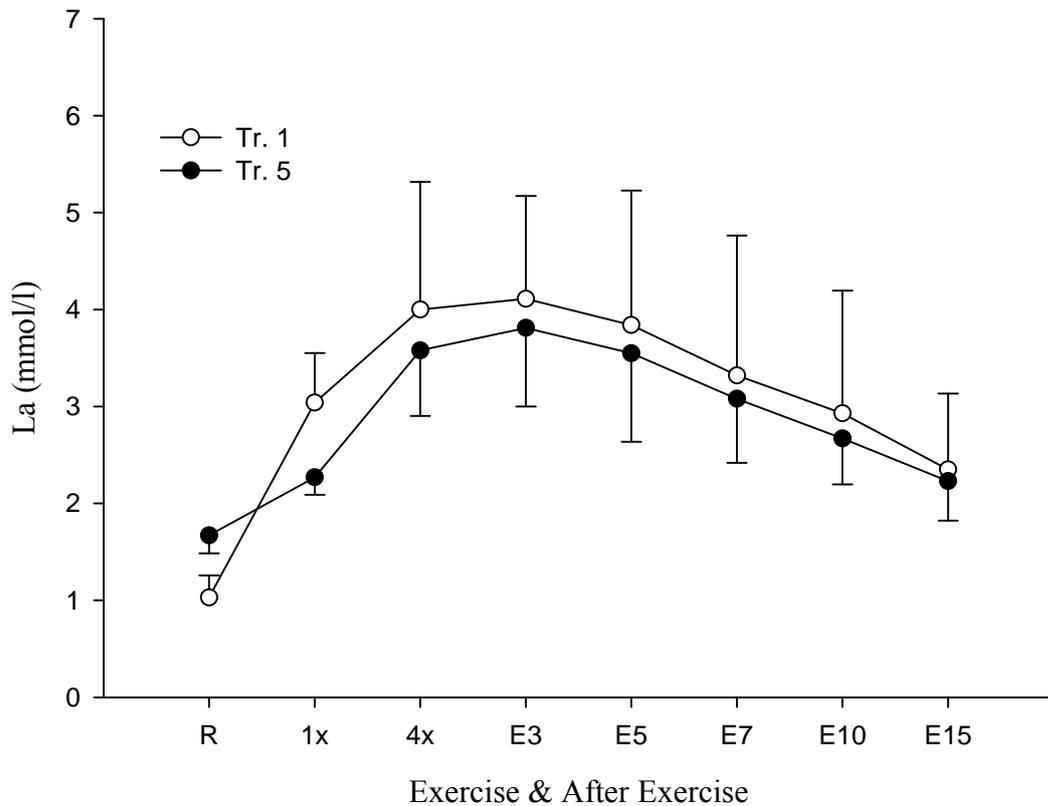


圖-1：於常壓低氧環境下進行划船機間歇訓練第一天與第五天乳酸曲線分析

實驗結果發現 (表-1)，雖然有氧-無氧閾值數據有些許變化，但是均未達顯著差異，與張家豪、王淑華 (2012)五天低氧訓練結果中，以閾值理論中個人 6 mmol/l 速度為負荷強度每天進行 4 組訓練，其結果無氧閾值達顯著差異，本研究結果與此不相符，因為本次實驗每天進行 4 組 200 m 划船機負荷以最高速度的 70 %做負荷強度可能不足，且對於理論中於低氧環境下進行負荷會因為體內氧氣濃度降低，使得能量系統提早進入無氧糖效解系統 (Ponsot et al., 2006) 的負荷刺激標準可能也不夠，才會形成閾值能力未達顯著的結果。

第一天 (Tr.1)與第五天 (Tr.5)乳酸負荷曲線圖中 (圖-1)，第一次 (1x)第五天乳酸值明顯低於第一天，根據 Neumann et al. (2002)提出生物參數適應時間中，乳酸產生適應時間為一週，因此本實驗結果第一組乳酸值第五天明顯低於第一天，甚至負荷結果後 15 分鐘雖未達顯著，但皆低於第一天，代表乳酸值在五天

低氧訓練中之負荷已產生適應。過去研究中，於低氧環境中可以誘發許多生理上的適應變化，其中心血管系統獲得適應改善的論述中，由本研究圖-1 所看出之乳酸值變化曲線中可以看出體內乳酸值因適應而降低，相對也能指出本研究受試者在心血管系統因此次低氧負荷訓練獲得改善效果 (Garcia, McMinn, Zuckerman, Fixler, & Levine, 1999)。

結論

研究結果發現 5 天低氧間歇訓練乳酸值有改善，表示身體對於本實驗刺激有得到適應。由於過去研究有證實於高地低氧訓練後，訓練效果會延遲出現，但常壓低氧的延遲性訓練效果出現時間仍不確定，因此可建議之後研究可以朝向低氧訓練後其訓練效果出現時間做研究方向。

- Garcia, McMinn, Zuckerman, Fixler, & Levine. (1999). The role of the right ventricle during hypobaric hypoxic exercise: Insights from patients after the Fontan operation. *Med Sci Sports Exerc*, 32(2), 7.
- Hammond , Gale , Kapitan , & Wagner, Ries. (1986). Pulmonary gas exchange inhumans during normobaric hypoxia exercise. *Journal of Applied Physiology*,, 61(5), 1749-1757.
- Mark Hargreaves, Michael J. McKenna, David G. Jenkins, Stuart A. Warmington, L., Jia, Li, Rodney J. Snow, & Mark A. Febbraio. (1998). Muscle metabolites and performance during high-intensity,intermittent exercise. *Journal of Applied Physiology*,, 1687-1691.
- Neumann, & Hottenrott. (2002). Das Grosse Buch vom Laufen.
- Ponsot , Dufour S. P., Zoll J., Doutrelau S., N'Guessan B., Geny B., . . . R., Richard. (2006). Exercise training normobaric hypoxia in endurance runners. Improvement of mitochondrial properties in skeletal muscle. *Journal of Applied Physiology*,, 100, 1249-1257.

張家豪、王淑華 (2012)。五天低氧間歇訓練與調整對徑賽選手專項能力力與無氧耐力力之影響。台北市立體育學院競技運動訓練研究所碩士學位論文，台北市。