

兩週高強度負荷對西式划船 2000m 測功儀能力 與血液乳酸之影響-個案探討

劉展明¹，周玉清¹，陳德盛¹，張嘉澤²

¹國立體育大學教練研究所²國立體育大學運動技術所

摘要

目的:主要探討進行兩週高強度負荷訓練對西式划船選手血液乳酸之影響。
個案研究受試者為西式划船單人 2000m 選手，體重 90kg，身高 194cm。室外最佳 2000m 比賽成績 6.30m/s，室內划船機 Concept-II 為 6.20m/s。方法:每週進行三天測功儀訓練速度、快速耐力，重量訓練則針對力量耐力，每週兩天則進行水上技術划船訓練，共維持兩週。結果:2000m 單人雙槳測驗中，受試者後測(T2)為每秒速度 5.21m/s，優於前測(T1) 5.19m/s。後測運動結束後乳酸值(La)，高於前測乳酸值。結論:從運動時間及乳酸推論，兩週高強度負荷訓練產生適應性進而提升速度，強度增加而乳酸被大量生成，由此可知兩週高強度負荷訓練是能使人體產生適應並且提升測功儀成績。

關鍵字：乳酸、西式划船、高強度負荷

問題背景

壹、 前言

高強度的負荷訓練藉由人體的生物參數來界定強度，常用於訓練上有最大攝氧量(VO₂peak 90%)、心跳率、乳酸...等等，而心跳率是最方便、也是最容易執行，高強度負荷常結合其他訓練做結合達到更好效果：如高強度間歇訓練、高強度重複訓練...等等；高強度間歇訓練是目前廣泛被使用的訓練方式，利用高強度的進行運動負荷，在配合短暫的動態恢復數秒到數分鐘之間 (Gibala and McGee, 2008)，以達到訓練效果。除了水上的訓練外，測功儀是西式划船選手專項訓練所使用的器 Lamb(1989)指出測功儀訓練時，上半身動作會因為入水角度、水流阻力等問題會與水上划船時有落差，而在眾多實驗結果指出兩者的生物參數是相似，而在下半身(軀幹、腿部)的用力方式幾乎與水上划船一樣；Smith & Spinks(1995)利用電腦分析測功儀與划船運動成績發現優秀選手在水上與測功儀訓練上，鑑別優秀選手可達 100%，可得知優秀選手在測功儀成績與水上成績是呈現正相關。由上述可知測功儀訓練，雖無法與水上訓練動作達到一樣，但接近相似，尤其是優秀選手在兩種訓練之間，相關性可達 100%。西式划船 2000m 單人雙槳競賽中，無氧能量系統佔了約 33%左右 (Mäestu et al., 2005)，在固定距離內以快速劃槳配合最大力量划水完成比賽，想要長距離維持高速並穩定速度就必須具備最大力量耐力與高無氧糖酵解代謝效率(Mader et al1988)。在激烈的運動當中，會產生大量的乳酸而開始堆積，身體中的氫離子濃度會開始升高，而 pH 值失去平衡，產生酸化現象(Sahlin, Harris, Ny Lind, & Hultman, 1976)。無氧糖酵解能量系統又稱為乳酸系統，乳酸是肌肉快速收縮代謝出來的產物，當運動越激烈收縮速度愈快時，乳酸的產生的速度就越快、產生的量也就愈多。而乳酸在肌肉中開始大量堆積，身體中的酸鹼值將會失去平衡，而氫離子濃度逐漸升高，就產生所謂酸化現象(Sahlin, Harris, Ny Lind, & Hultman, 1976)，此時人體會因為

大量的乳酸堆積啓動保護機制讓肌肉收縮下降，而無法持續運動下去。乳酸的排除對於耐力性運動來說是一個很重要的能力，Jones & Carter (2000)研究中提到如要減少運動中乳酸的堆積，藉由有氧耐力訓練提高克勞伯循環(Krebs cycle)接受丙酮酸(pyruvate)的能力，也提高碳水化合物的利用率，來延緩醣類在高強度負荷下耗盡。乳酸的排除型態是藉由人體的器官排除：肝臟排除約 50%、而不活動肌群 約 30%、心臟 10%和腎臟 10%(Neumann, 1991)，此時乳酸是有 2%轉換為葡萄糖及 10%轉換成胺基酸，5-10%成爲蛋白質構成物，20%轉換成爲肌肉或肝醣，有 55-70%透過氧化轉化成爲 H₂O 和 CO₂ 等方式進行移除(Gasser & Brook, 1984)。而經過訓練之後身體器官會產生適應現象，在同樣的運動負荷下，乳酸會產生下降的效果（葉明春、呂欣善、張嘉澤，2006）。

由上述文獻可知，划船在運動中會產生大量的乳酸生成，如能利用高強度負荷訓練刺激身體器官進而產生適應，搭配輔助工具-測功儀，在西式划船專項訓練中測功儀已被廣泛使用，在室內不用考慮到天候的因素方可進行訓練，利用電腦輸出的功能配合高強度負荷的訓練，讓教練及選手知道選手接受訓練的狀況進而調整最佳方式。

貳、實驗方法與步驟

本實驗對象以西式划船單人 2000m 選手一位，室外最佳 2000m 比賽成績 6.30s，室內划船機 concept-II 為 6.20s。體重 90kg，身高 194cm，練習年數 6 年，曾獲得全國性運動會金牌。

表一 兩週訓練課表

Day	訓練單元			
		1	2	3
Mon	目的	速度	快速耐力	力量耐力
	方式	重複	重複	循環
	負荷	100%	100%	60%
	範圍	3x30s	1x500m	5 循環
	休息	3 min		Set 60s
Tue	目的	速度	快速耐力	Cool down
	方式	重複	間歇	持續
	負荷	100%	90%	9 km/h
	範圍	2x30s	2x3x200m	15 min
	休息	3 min	Set 10 min, Rep2min	
Wed		石門水庫-進行水上技術划船訓練		
Thu		石門水庫-進行水上技術划船訓練		
Fri	目的	速度	快速耐力	降低最大心跳率
	方式	重複	重複	循環
	負荷	100%	100%	60%
	範圍	3x30s	1x500m	4x 力量耐力, 10min 腳踏車(9-7) 2 min 划船器(400m) 5 min 跑步機(9 km/h)
	休息	3 min		Set 60s

重量訓練-1.深蹲、2.滑輪下拉 3.臥推 4.坐姿伸展

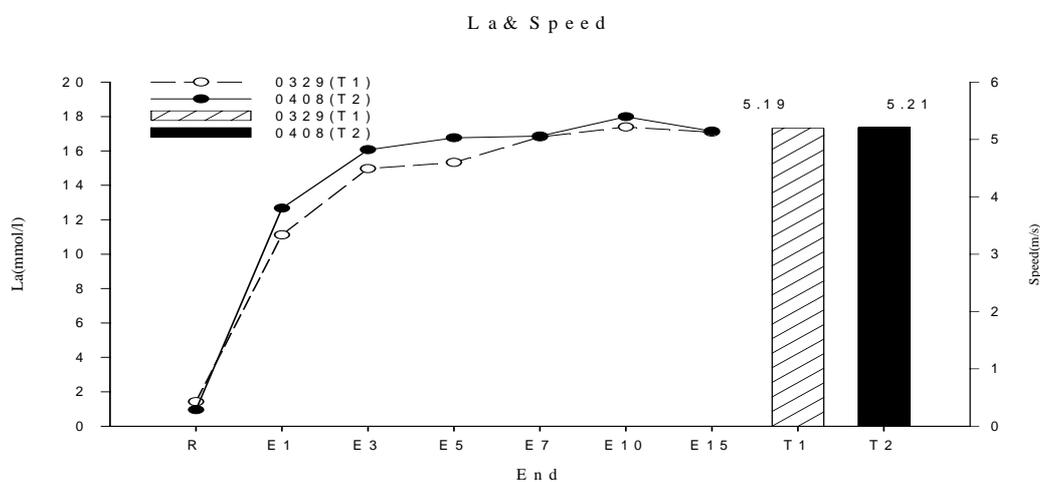
二、研究方式

本研究訓練週期為兩周，訓練效果分析以室內划船機 Concept-II 進行 2000m 測試。測試儀器設定每 500m 分段速度、獎頻(SPM)、瓦特(Watt)以及總時間。生物參數分析為安靜值乳酸與運動結束第 1 分鐘 (E1)與 3-5-7-10(E3-5-7-10)分鐘。所有數據均以平均值與標準差呈現，另以皮爾森基差相關探討獎頻與瓦特之關係。

參、結果分析與討論

一、兩週訓練後乳酸變化情形

本研究結果如圖一，受試者 2000min 後測(T2)每秒速度 5.21m/s，是優於前測(T1) 5.19m/s，而在結束後的乳酸值(La)，2 週訓練後在運動結束後第 1 分鐘(E1)到第 15 分鐘(E15)的乳酸值是高於前測的乳酸值，而在前後測結束後的最高乳酸值皆出現在第 10 分鐘(E10)分別為 17.39 和 17.99mmol/l。前後測結束後(E1)乳酸值分別為 11.12 和 12.67 mmol/l 差異為+1.55mmol/l，E3 為 14.97、16.07mmol/l 差異為+1.1mmol/l，E5 則為 15.33 和 16.76mmol/l 差異為-1.43mmol/l，E7 為 16.81 和 16.86mmol/l，差異為+0.5mmol/l，E15 為 7.21 和 7.15mmol/l，差異為-0.06mmol/l。

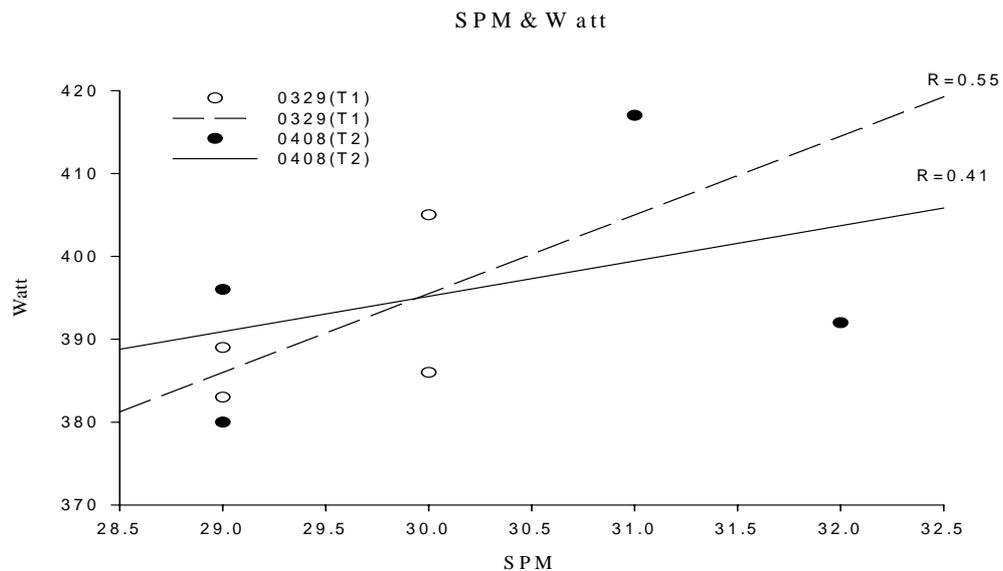


圖一、運動時間與運動結束後乳酸

此結果與 Gasser & Brooks (1984) 指出當運動強度增加時，乳酸即被大量的產生，而產生堆積作用，造成疲勞；也與 Hultman and Sahlin 在 1980 年所提出的理論相似，文章中提到運動強度的強弱和運動中持續的時間會影響，乳酸生成數量的多寡。由圖二結果可知，後測(T2)的速度約增加為 0.02 m/s，運動持續時間優於前測，經過訓練之後身體產生適應效果，進而激發出肌肉收縮及用力情形，改善運動持續時間，卻生成大量乳酸產生堆積效果，會產生大量的乳酸是因為人體經過訓練之後在肌肉收縮情形獲得改善，增加了收縮用力情形，而乳酸也會伴隨的收縮用力情形增加而大量生程。本研究在運動強度與乳酸生成結果與之前國內外學者研究結果相近。

二、兩週訓練後槳頻與瓦特之相關

本研究結果如表一，實驗參與者前測(T1)槳頻(SPM)最高為 30 槳，最低為 29 槳，後測(T2)最高為 32 槳，最低為 29 槳；前測輸出功率(Watt)最高為 405，最低為 383(Watt)，後測最高為 417(Watt)，最低為 380(Watt)，前測相關係數 R 值為 0.55 後測則為 0.41

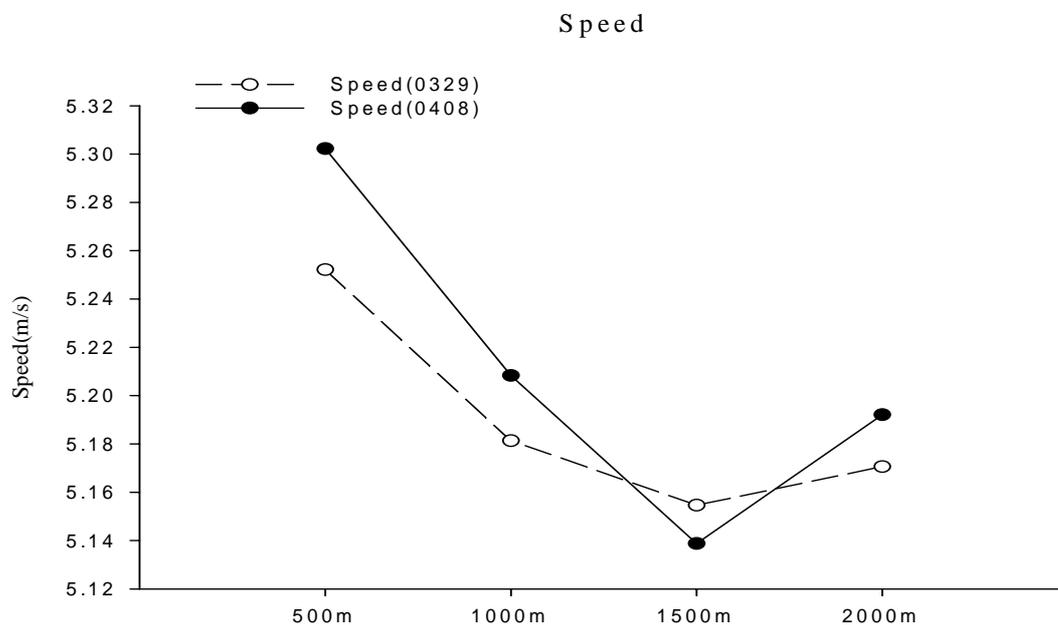


圖二、前後測槳頻與瓦特之相關

由圖二可知，槳頻與瓦特之數據分析結果為正相關，而國外 Mäestu et al.(2005) 提到，西式划船選手需具備每槳能夠輸出高功率的相對肌力，與實驗結果相當類似。船速是最決定勝負的最重要因素，為了使船有效率的前進，每分鐘槳頻和力量就相當的重要（蔡聰敏，2008）。由上述可知，每槳頻必須搭配高力量，只有高槳頻低力量的劃槳方式是不會有效率的使用使船前進，必須在兩者之間找到平衡點維持每分鐘槳頻速度又能輸出高力量，船才會有效率的前進。

三、2000m 分段速度之差異

前後測分段速度中兩者最慢速度皆出現在 1000-1500m，分別為 5.15m/s 和 5.13m/s，速度最快皆出現在起跑時 0-500m 為 5.25m/s 和 5.30m/s，後測速度在 1000-1500m 是低於前測分別為 5.15m/s 和 5.13m/s，在最後 500m 前測速度 5.17m/s、後測為 5.19m/s，訓練後僅 1000-1500m 速度是低於前測，在其他分段速度上後測是優於前測。



圖三、專項 2000 公尺每 500 公尺分段速度

結果由圖三可知，前後測分段速度中，第一段速度(0-500M)最高，而再第三段速度 1000m-1500m 為最慢。第一段速度為最高與預期結果相符，起步槳時需用高槳頻和最大力氣劃槳輸出最大功率使船前進，而這時候會用到磷酸系統(Crp)和乳酸系統進而產生堆積，有氧耐力好的選手會在後面距離開始排除掉乳酸，竟而儲存能量在最後 1500-2000m 衝刺。

在前面討論部分有提到學者 Gasser & Brooks (1984) 指出運動強度增加時，乳酸即被大量的產生，在後測 0-500-1000m 的速度是高於前測的，可以推估後測到 1000m 時乳酸生成略高於前測，所以導致後測在 1000-1500m 速度掉至最低，經過恢復後在最後一段衝刺時把速度衝出來。

肆、結論與建議

一、討論

本研究以個案探討方式進行 2 週高強度負荷訓練，藉以探討測功儀之專項能力及血液乳酸能力，而從以上的結果與討論得知以下之結論：

- (一) 進行 2 週高強度負荷訓練在測功儀專項 2000m 成績上是有進步從 5.19m/s 到 5.21m/s，顯示 2 週高強度訓練是可以增加專項 2000m 測功儀之速度。
- (二) 對本研究之實驗參與者進行訓練後乳酸變化情形，專項 2000m 測功儀檢測成績進步，在乳酸值方面是後測高於前測，此結果與學者所提到研究結果相符，乳酸會隨著身體產生適應而有所改變，在相同強度下經過訓練，乳酸會有下降趨勢，但時間縮短即強度提高會影響身體，產生大量乳酸進而堆積產生疲勞了，可以藉由乳酸的堆積情形來觀察選手的生理變化。
- (三) 本研究探討瓦特與槳頻之相關性，前後測顯示為正相關，顯示槳頻數越高

輸出功率越高而 r 值達到 0.5 及 0.4 以上，提高選手槳頻時將能提昇輸出功率進而使船速提高。

二、建議

- (一) 提供教練在訓練上不一樣的新訓練觀念，距離長不代表強度增加。
- (二) 將實驗參與者若能增加人數將更具有代表性。

參考文獻

- 葉明春、呂欣善、張嘉澤（2006）徑賽中長距離快速耐力訓練與效果判斷藉助 Mader 2×Test。大葉大學研討會。
- 蔡聰敏 陳太正 謝茂松（2008）西式划船動作之力學分析。輔仁大體育學刊。1-15。
- Gasser, G., and G. Brooks. (1984). Metabolic bases of excess post-exercise oxygen consumption: a review. *Med. Sci. Exerc.* 16, 29-43.
- Gibala, M. J., & McGee, S. L. (2008). Metabolic Adaptation to Short-term High-Intensity Interval Training : A Little Pain a Lot of Gain? *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 36(2), 58-63.
- Hultman, E., & Sahlin, K. (1980). Acid-base balance during exercise. *Exercise and Medicine Sport Science Reviews*, 8, 41-128. Mäestu, J., Jürimäe, J., & Jürimäe, T. (2005). Monitoring of performance and training in rowing. *Sports Medicine*, 35(7), 597-617.
- Letzelter, M. (1978): Trainingsgrundlagen. Reinbek. Weicker, H., Strobel, G. (1994). *Sportmedizin-Biochemischphysiologische Grundlagen und ihre sportartspezifische Bedeutung*. 48-50.
- Lamb, D. H. (1989). A kinematic comparison of ergometer and on-water rowing. *American Journal of Sports Medicine*, 17(3), 367-373.
- Mader, A., Hartmann, U., Hollmann, W. (1988). Der Einfluss der ausdauer auf die 6 minütige maximale anaerobe und aerobe arbeitskapazität eines Eliterruders. Mäestu, J., Jürimäe, J., & Jürimäe, T. (2005). Monitoring of performance and training in rowing. *Sports Medicine*, 35(7), 597-617.
- Sahlin, K., Harris, R. C., Nyland, B., & Hultman, E. (1976). Lactate content and pH in muscle obtained after dynamic exercise. *Pflügers Archiv*, 367(2), 143-149.

Smith, R, M. Spinks, W, L. (1995). Discriminate analysis of biomechanical differences between novice, good, and elite rower. *Journal of Sports Sciences*, 13, P 377-385.

Spencer, M., Bishop, D., Dawson, B., & Goodman, C. (2005). Physiological and Metabolic Responses of Repeated-Sprint Activities. *Sports Medicine*, 35(12), 1025-1044.

Thomas E. Weil (2002-2003). A Brief Time-Line of Rowing, RowHist- Time. Line. <http://www.rowinghistory.net/Time%20Line/Time%20Line.html>.

Effects of Speed Performance on 2000m Ergometer in
Rowing Player after Two Weeks High Intensity Load Training:
A Case Study

Chan-Ming, Liu¹, Yu- Ching, Chou¹, Te-Sheng, Chen¹, & Jia-Tzer, Jang²

¹Graduate Institute of Coaching Science, National Taiwan Sport University &

²Graduate Institute of Sports Training Sciences, National Taiwan Sport
University

ABSTRACT

Purpose: The purpose of this study was to compare the effect of 2 weeks high intensity training on watt, SPM, lactate (L_{max}) and every 250 m speed performance of 2000 meter ergometer in a rowing players. **Method:** a male athlete (age: 26 yrs, high: 194 cm, weight: 90 kg, experience: 6 yrs, best performance of concept-II 6.20m/s, outdoor 6.30m/s) performed the combination with high intensity training (HIT) and endurance training (ET) in 2 weeks. Assessments for the every 250 m speed, and L_{max} were tested at pre- and post-test. **Results:** There was increase in the velocity of 0.02m/s in the initial phase (0-2000m).0-500 m, 500-1000 m and 1500-2000m were increased 0.05m/s, 0.02m/s and 0.02m/s. The 1000-1500m were decreased 0.02m/s.**Conclusion:** The finding are as following: (1) 2 weeks HIT can improve the velocity of 2000 m. (2) HIT was increased the performance at the same intensity.

Key: Rowing 、 Intensity 、 Training