



持續與間歇負荷對肌肉缺氧路徑乳酸曲線之影響

李寶潤¹ 張嘉澤² 陳德盛³

¹ 國立體育大學競技與教練科學研究所

壹、緒論

不同的訓練方式將影響訓練的效果，而選手在什麼階段應用那一種訓練方式將會影響選手最終比賽的結果。近代所有科學家與教練研究的方向主要趨勢以高強度間歇訓練。高強度間歇訓練 (High Intensity Interval Training, HIIT) 是指在高強度的運動後採用不完全休息的方式，緊接著進行高強度的訓練，過程中處於高強度負荷，以獲得更高的生理刺激。並能夠改善無氧效率、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)，且高強度間歇訓練除了能夠改善乳酸排除速度以及無氧能量路徑下的運動表現之外，也能更使得有氧及無氧之間能量轉換效率，並且在高負荷劑量與重複接受刺激，可提升肌肉對無氧能量提供路徑產生適應，並增加無氧糖酵解的活性 (Helmut, Weicker & Strobel, 1994)。而在持續性方面，持續性的訓練主要是在培養選手的力量與耐力方面，訓練效果於肌肉能量代謝的效率、改善有氧-無氧能量路徑與肌肉周邊微血管增生。有關耐力訓練的效果上，Hollmann et al. (1982) 指出，耐力訓練主要效果在於提升體循環與新陳代謝的能力。本次研究運用了持續與間歇兩種方式互相比較。張嘉澤 (2008) 指出，當身體接受運動訓練時，人體的器官與組織即開始進入調整階段，然而器官為了應付各種不同的刺激所需的能量消耗，將會伴隨著訓練負荷的增強而增加活性。也可從血乳酸來判斷運動負荷強度的標準，還可以用於訓練強度的評定、監控、訓練方法的選擇、運動疲勞的診斷。

貳、研究方法

對象

本研究受試者為體育科系學生 9 名。平均年齡 24±1.8 歲，身高和體重分別 166±6 cm、65±6.1 kg。

方式

本研究測試分為持續組與間歇組兩項：持續組為一次個人最大速度 600 m 划船測功儀測試，間歇組為測試則以測功儀重複方式進行 3 次 200 m 負荷 (100%)，每次間歇 3 分鐘。實驗進行共兩天。生物參數收集為划船測功儀平均 Watt 與結束時間。測功儀數據則紀錄每 200 m 分段速度 (s) 與輸出功率 (Watt)。實驗前受試者先進行個人最大 5 槳划船測試，再以平均輸出功率進行兩項測試，以平衡次序法進行。

參、結果分析與討論

測功儀持續負荷恢復期最大乳酸堆積為 12.19±2.95 mmol/l，3x200 m 則為 12.30±2.94 mmol/l，未達顯著差異。

測功儀輸出功率在間歇性負荷 3x200 m (每 200 m) 與持續性 1x600 m 分段 (200 m) 平均值差異分別為 54.7、55.9、62.2 Watt (p<0.05)。

3x200 m 第一次 (1x) 與第 3 次 (3x) 輸出功率平均值差異 -0.11 Watt (p<0.05)，持續 600 m 負荷在第一段 (1x) 與最後 200 m (3x) 輸出功率平均值分別為 266.89±61、226.78±68.12 Watt，兩次差異 -40.11 Watt (p<0.05)。如圖-1 所示。

結果分析顯示持續性與間歇方式負荷，在輸出功率 (Watt) 隨著距離與頻率增加均呈現顯著下降趨勢。

這個生理機制在於肌肉缺氧反應，而造成疲勞累積。Lehmann (1953) 與 Fleck (1994) 分別指出任何一種運動型態在運動頻率增加或持續時間延長，均會造成肌肉疲勞，而這個現象是可以透過訓練改善。

持續組的負荷強度較低，間歇組擁有較高的負荷強度。兩者相比，持續組沒有恢復時間，間歇組有短暫的 2 min 恢復時間，Janssen (2001) 研究指出，ATP-CP 系統運動結束後在完全消耗的狀態下，大約休息 30 s 即可恢復 70%，因此較能維持負荷強度。

結果分析另一現象是最大乳酸堆積濃度。間歇性與持續方式均達高乳酸堆積，此現象顯示肌肉組織已呈現高無氧狀態。Weicker, H., & Strobel, G. (1994) 研究指出當肌肉產生乳酸進入血液，乳酸濃度高於 7 mmol/l，血液中 pH 值將開始呈現下降趨勢。過去研究亦指出血液 pH 值下降，將誘發壓力荷爾蒙產生 (Schmidt & Thews 1990)。可能是這種生理反應症狀，造成 3x200 m 與 1x600 m 運動，在最後 200 m 輸出功率下降。

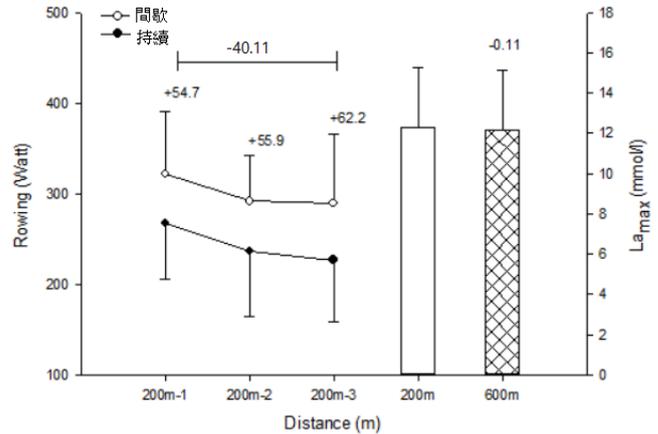


圖-1: 划船測功儀 200 m 與 600 m 負荷輸出功率與最大乳酸堆積濃度分析

肆、結論

本研究結果顯示划船測功儀在持續性與間歇方式負荷皆呈現高乳酸現象，此現象顯示肌肉組織呈現高無氧狀態。而運動員在比賽中所體驗的強度往往比平時訓練的負荷劑量高，此原因主要在於比賽情境，增加選手的腎上腺與壓力荷爾蒙分泌。本研究結果顯示，划船測功儀在持續性與間歇方式負荷，皆呈現高乳酸現象，但是間歇訓練方式強度較高。因此，可在訓練時安排接近比賽刺激劑量以刺激產生比賽狀態的荷爾蒙分泌。在專項期時可透過間歇方式，來提高訓練強度和無氧機制。

參考文獻

- 張嘉澤 (2008)。訓練學。運動能力診斷協會。
- 張嘉澤 (2008)。訓練學。運動能力診斷協會。
- Brooks, G.A. (2007). Lactate: link between glycolytic and oxidative metabolism. *Sports Med.*, 37 (4-5), 341-343.
- Fleck, S.J. (1994). Kardiovaskuläre Reaktionen und Adaptationen während Belastungsuntersuchungen in der Praxis. *Grundlagen Technik und Interpretation ergometrischer Untersuchungsverfahren.* 120-126.
- Hollmann et al.: *Sportmedizin.* 120.125.
- Janssen P. (2001). Lactate Threshold Training. *Champaign : Human Kinetics.* Kraftbelastung. In: *Kraft und Schnelkraft im Sport.* Deutscher Ärzte-Verlag. 303-308.
- Lehmann, G. (1953). *Praktische Arbeitsphysiologie.* Thieme. Stuttgart.
- Mader, A. (1988). A Transcription-translation Activation Feedback Circuit as a Function of Protein Degradation, with the Quality of Protein Mass Adaptation Related to the Average Functional Load. *J. Theor. Biol.* 134-135.
- Newsholme, E. A., Blomstrand, E., Mcaudrew, N., Parry-Billings. (1992). Biochemical Causes of Fatigue and Overtraining. In: *Hollmann et al.: Sportmedizin.* 120.125.
- Schmidt, R.T., Thews, G. (1990). *Physiologie des menschen.* 24 Auflage. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York.
- Stamford BA, Weltman A, Moffatt R, Sady S (1981) Exercise recovery above and below anaerobic threshold following maximal work. *Journal of Applied Physiology* 51: 840-844.
- Weicker, H., & Strobel, G. (1994). *Sportmedizin: biochemisch-physiologische Grundlagen und ihre sportartspezifische Bedeutung;* 27 Tabellen: Fischer.