



急性無氧負荷恢復期應用高濃度氧氣對最大乳酸堆積與排除之影響

彭昭閔¹ 張嘉澤¹ 葉庭羽¹

¹ 國立體育大學競技與教練科學研究所

壹、緒論

高強度負荷訓練是目前競技練習趨勢，隨著強度提高，選手身體壓力相對會提高，因此也產生許多應用的儀器與設備，這些儀器設備應用的目的是為了降低運動員高負荷劑量的壓力。研究指出進行高強度間歇訓練 (HIIT) 透過強烈的刺激使身體的生理機制產生變化即適應 (Hawalely et al., 1997)。過去文獻也指出進行 HIIT 的訓練效果有：1) 降低血液中乳酸堆積 2) 增加脂肪酸氧化能力 3) 增加粒線體密度 4) 增加慢收肌功能 5) 提升 PGC-1 α 活性 6) 提升無氧糖酵解能力等效果 (Laursen & Jenkins, 2002; Laursen, 2010)。但過去研究進行 HIIT 訓練會造成乳酸快速堆積至 8 mmol/l (all out) 以上 (王麟棋, 2008; 王昱中, 2018)。Stannard et al. (2008) 研究中在 HIIT 間歇期使用高濃度氧氣使身體快速恢復，可維持 HIIT 時的力量輸出並降低恢復期乳酸堆積。Nummela et al. (2002) 也指出應用高氧可增加血液和組織氧氣飽和度，降低工作肌肉對無氧的負荷，並能加速運動後的恢復。雖然對於急性運動的能量輸出維持是有效的，但是對於使用高氧來幫助快速恢復的身體機制目前還未有明確的定論 (Sperlich et al., 2016)。綜合上文獻，本研究目的為急性無氧負荷恢復期應用高氧對最大乳酸堆積與排除之影響。

貳、研究方法

對象

研究測試受試者為 6 名男性健康體育科系學生，個人運動習慣為 3-5 天/週。個人資料身高與體重分別為 172 $\pm$ 5.5 cm、69.4 $\pm$ 8.5 kg，年齡平均值則為 25.3 $\pm$ 3 歲。

方式

本研究應用腳踏車測功儀進行急性單次高強度運動負荷測試。測試頻率供兩次，每次進行 10s (2x10s)，以個人最大負荷進行。每次間歇 60 s，採安靜休息模式。實驗時間共 2 天，在恢復期應用高氧。Normal (day - 1)、O₂-75-80% (day - 2)。應用時間在運動結束後第 3 min 開始。高氧呼吸時間則持續 5 min。另一次則為控制組 (Normal)。

實驗生物參數收集為恢復期乳酸 (R-E1-E3-E5-E7-E10-E15 min)，進行分析後並記錄最大乳酸堆積值 (La_{max}) 與排除乳酸值 (La_{eliminate}) 以及腳踏車測功儀個人最大輸出功率 (Peak Power)。

參、結果分析與討論

結果發現 Peak Power 功率 Normal 組平均值第一次 (1x) 為 774 $\pm$ 105 Watt，第二次 (2x) 為 752 $\pm$ 107 Watt，平均值差異 21.5 W。O₂-80% 組平均值 1x 為 795 $\pm$ 109 Watt，2x 則為 780 $\pm$ 107 Watt，平均值差異為 14.8 Watt。Normal 與 O₂-80% 組在 1x 平均值差異 21.42 Watt，2x 則為 28.13 Watt (p>0.05, 圖-1)。

Normal 組最大乳酸堆積 (La_{max}) 為 10.87 $\pm$ 1.85 mmol/l，恢復期第 15 分鐘乳酸 (La_{E15}) 下降到 9.84 mmol/l，因此乳酸排除率 (La_{eliminate}) 為 1.7 mmol/l。O₂-80% 組 La_{max} 為 12.11 $\pm$ 1.8 mmol/l，La_{E15} 下降到 9.52 mmol/l，La_{eliminate} 為 2.6 mmol/l。O₂-80% 組與 Normal 組 La_{max} 平均值差異為 1.24 mmol/l (p>0.05)，La_{E15} 差異為 0.32 mmol/l，La_{eliminate} 差異則為 0.83 mmol/l (p>0.05, 圖-2)。

實驗發現 O₂-80% 組與 Normal 組的 Peak power 差不多，但乳酸排除 O₂-80% 組較快，與 Nummela et al. (2002) 等人研究結果相同。其機制可能是因呼吸高氧促進血液與氣體交換率，提升血氧飽和濃度 (Kaijser, 1969)，而 Hesse et al. (1981) 也提出高氧可抑制兒茶酚胺上升，也可使交感神經與血液代謝靈敏性增加，使乳酸濃度下降 (Houssiere et al., 2006)。而另一可能原因為 HIIT 可提升

PGC-1 α 活性，誘導 IGF-1 增加骨骼肌結構並活化，並改變 LDH，使新陳代謝能力獲得改善，使 La_{eliminate} 增加 (張嘉澤, 2018)。

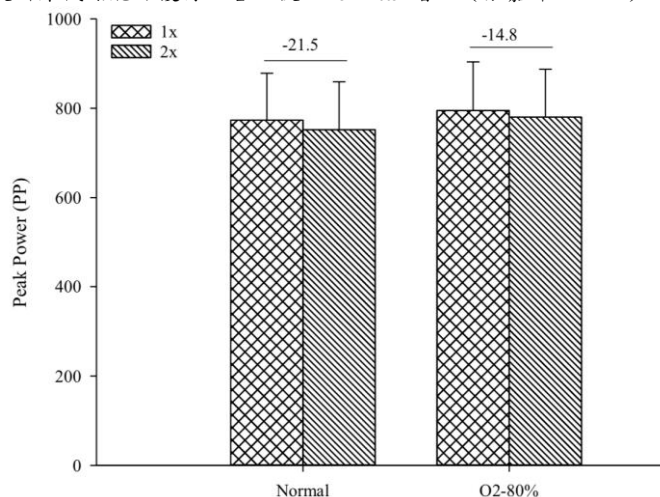


圖-1 腳踏車測功儀最大輸出功率 Peak power

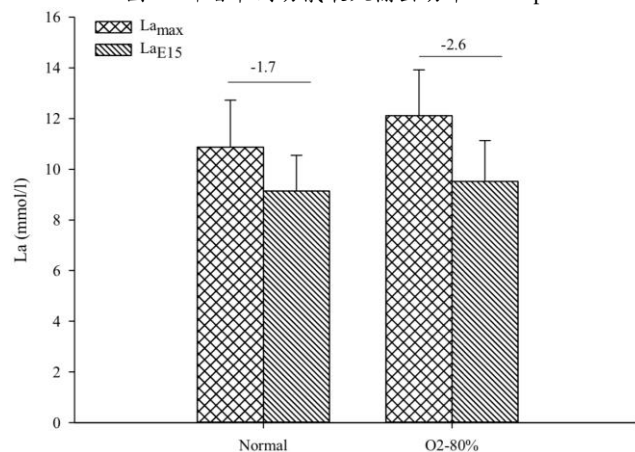


圖-2 急性運動負荷 La_{max} 與 La_{E15}

肆、結論與建議

實驗發現，在恢復期應用高氧比對照組的乳酸排除速度快，因此建議進行高負荷訓練劑量時，可以應用高氧加速乳酸排除，降低選手身體壓力及提升恢復速度，才能維持高品質的訓練。

參考文獻

- Hawley JA, Myburgh KH, Noakes TD, Dennis SC. (1997) Training techniques to improve fatigue resistance and enhance endurance performance. *J Sports Sci* 1997; 15: 325-333.
- Laursen, P. B., & Jenkins, D. G. (2002). *The Scientific Basis for High-Intensity Interval Training*. *Sports Medicine*, 32(1), 53-73.
- Laursen, P. B. (2010). Training for intense exercise performance: high-intensity or high-volume training? *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 20, 1-10.
- Kay, B., Stannard, S.R., Morton, R.H. (2008) Hyperoxia during recovery improves peak power during repeated Wingate cycle performance. *Brazilian Journal of Biomotricity*; 2 (2), pp. 92-100
- Sperlich, B., Zinner, C., Hauser, A., Holmberg, H. C., & Węgrzyk, J. (2016) The impact of Hyperoxia on human Performance and