



# 高濃度氧氣與超低溫應用在急性 HIIT 負荷對肌肉疲勞之影響

王昱中<sup>1</sup> 張嘉澤<sup>1</sup> 黃俊霖<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 國立體育大學競技與教練科學研究所

## 壹、緒論

高強度間歇訓練 (High intensity interval training, HIIT) 能快速改善心肺功能、運動表現、代謝能力。但達到效果的關鍵在於強度，設定至少達 90%  $\text{VO}_{2\text{max}}$ ，才有足夠訓練刺激 (Laursen, 2010)。相較中低強度長時間的持續訓練，HIIT 能有時間效率地增加粒腺體、最大攝氧量、有氧能力，也降低練習量大導致體液流失過多、疲勞、甚至過度訓練症狀 (Burgomaster et al., 2008)。

為了提高訓練效果與降低運動後疲勞和損傷的發生，許多恢復應用快速發展，高氧 (Hyperoxia) 與超低溫 (Cooling) 為可以加速代謝物質移除的方式。超低溫使用液態氮，讓身體短暫且大面積的處於冷艙室中 (-110 ~ -195°C) 持續 1-5 分鐘，能立即促使血管收縮和降低肌肉溫度，冷卻後血管舒張提高微血管血流量，使氧氣與營養物質進入肌肉中，肌肉收縮產生的代謝物質移除亦加快 (Klimek et al., 2011)，達到促進恢復的效果。吸取高氧能增加血液的氣體交換率 (Kajiser, 1969)，高氧應用在訓練中能增加有氧代謝路徑的使用量，提高訓練強度，達到更高的運動刺激 (Perry et al., 2007)，訓練後使用能提升血氧飽和濃度與降低心跳、血壓、乳酸等功能 (Haseler et al., 1999)。

HIIT 能快速改善無氧代謝，但強度亦伴隨著神經和肌肉疲勞，練習量勢必受到局限。對選手而言，一天常有 2-3 個訓練單元，如何應用 HIIT 和恢復輔助，讓後續訓練單元保持較好狀態，將影響訓練成效。因此，本研究探討高氧與超低溫應用在急性 HIIT 負荷之後，針對運動代謝物質 (血乳酸、血氣)，以及運動表現 (划船測功儀平均輸出功率)，探討肌肉疲勞之影響。

## 貳、研究方法

### 對象

參與者為 6 位體育系所學生，週運動頻率為 4~5 天，平均年齡  $27 \pm 3.64$  歲，身高體重分別為  $171 \pm 8.03$  (cm)、 $71 \pm 9.04$  (kg)。

### 方式

本研究測試分為兩項，一為「300 m 划船測功儀最大平均功率測試」，第二項則為急性「高強度間歇跑步機負荷」，恢復期應用為超低溫 (Cooling) 與高濃度氧氣 (Hyperoxia)。300 m 划船測功儀最大平均功率測試使用 Concept 2 室內划船機，風扇阻力設為 level 5，參與者盡個人最大努力劃 300 m，測量平均輸出功率。高強度間歇跑步機訓練為參與者穿戴安全式腰帶於 h/p/cosmos 高速跑步機上進行 4 x 20s 的跑步，速度設定為個人 30 m 衝刺平均速度 90%，每趟間走動方式動態休息 2 min。超低溫應用使用 Space Cabin 超低溫艙，參與者進行 3 次 90s 超低溫 (-130 °C)，每次間隔離開艙室 3 min。高氧應用為參與者戴吸取 80% 高濃度氧氣 15 min。

參與者於第一天進行急性負荷「高強度間歇跑步機訓練」，結束後休息 15 min，在這 15min 內進行超低溫，接著進行「300m 划船測功儀最大平均功率測試」；第三天進行急性負荷「高強度間歇跑步機訓練」，結束後休息 15 min 並吸取高氧，接著進行「30m 划船測功儀最大平均功率測試」，第一天和第三天會採集生理參數的乳酸與血氣，乳酸採集時間點為急性負荷前、後與恢復期第 5、7、10、15 分鐘，血氣採集時間點為急性負荷前、後與恢復期第 5 和第 10 分鐘。

## 參、結果分析與討論

圖-1 顯示為 300m 划船測功儀平均功率。應用超低溫的測試功率為  $341 \pm 76$  Watt，高氧組平均值輸出功率為  $364 \pm 81$  Watt，兩項差異 +23 Watt ( $p < .05$ )。高氧應用的乳酸和血氣值較低，可能與應用模式 (高氧：持續，超低溫：3 x 90s) 不同所影響。

過去研究顯示吸取高氧能增加血液氣體交換率 (Kajiser, 1969)，高氧亦能比常氧狀態提升最大耗氧量和動力輸出 (Perry et al., 2005)。Rutkove 研究 (2001) 發現超低溫應用可能減緩肌肉收縮和神經傳導速度，造成最大力量與持續收縮的能力下降，本研究在急性負荷後的划船運動表現上，使用高氧恢復應用的表現顯著高於超低溫，推測可能與血氧濃度上差別，以及低溫誘發的神經傳導速度減緩有關。

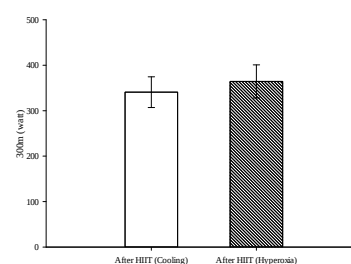


圖-1：300m 划船測功儀最大平均功率

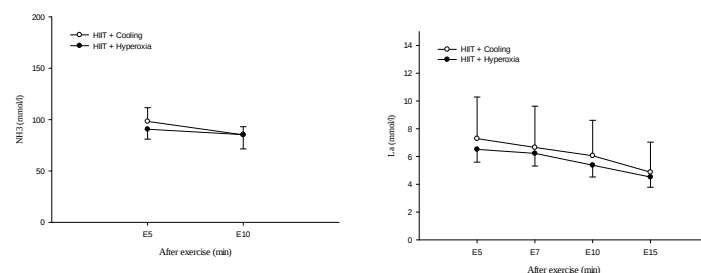


圖-2：HIIT 恢復期之血氣與乳酸曲線

## 肆、結論與建議

本研究結果顯示，應用高氧在急性 HIIT 負荷後，恢復期可以加速降低肌肉的疲勞指標，效果比起超低溫好。因此建議在訓練中的間歇期和結束後，可應用高氧加快恢復速度。

## 參考文獻

- Haseler, L. J., Hogan, M. C., & Richardson, R. S. (1999). Skeletal muscle phosphocreatine recovery in exercise-trained humans is dependent on O<sub>2</sub> availability. *Journal of Applied Physiology*, 86(6), 2013-2018.
- Klimek, A., Lubkowska, A., Szygula, Z., Frączek, B., & Chudecka, M. (2011). The influence of single whole body cryostimulation treatment on the dynamics and the level of maximal anaerobic power. *International journal of occupational medicine and environmental health*, 24(2), 184-191.
- Kajiser, L. (1969). Limiting factors for aerobic muscle performance. The influence of varying oxygen pressure and temperature. *Acta physiologica Scandinavica. Supplementum*, 346, 1-96.
- Laursen, P. B. (2010). Training for intense exercise performance: high-intensity or high-volume training?. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 20(s2), 1-10.
- Perry, C. G., Reid, J. U. L. I. E., Perry, W., & Wilson, B. A. (2005). Effects of hyperoxic training on performance and cardiorespiratory response to exercise. *Medicine and science in sports and exercise*, 37(7), 1175.
- Rutkove, S. B. (2001). Effects of temperature on neuromuscular electrophysiology. *Muscle & nerve*, 24(7), 867-882.