



不同氧氣濃度熱身對自由車 1000 m 最大速度負荷生理反應與輸出功率之影響個案探討

白家銘¹ 張嘉澤² 方奕晴³ 段忻⁴

國立體育大學競技與教練科學研究所

壹、問題背景

場地自由車比賽是極高無氧的運動負荷，運動員必須在比賽前有充分的熱身 (Warm up) 準備，才能在比賽初期達到最高速度與高速度維持能力。

Neumann (1991) 研究表示短距離場地自由車 (500m、1000m) 競賽，比賽前若沒有充分的 Warm up，將造成肌肉急性缺氧快速增加血液乳酸堆積濃度，影響比賽時的速度表現。

雖然，高速度維持能力也受到個人無氧閾值耐力影響。但是在 Mader et al. (1991) 的研究表示，比賽前進行個人最大負荷的 95% 與 60% 進行 500 m 划船測功儀熱身。結果顯示應用 95% 強度熱身組，提高了 1000 m 划船比賽速度。

在低氧環境進行運動，將引起肌肉快速進入無氧糖酵解路徑，增加無氧代謝的壓力。

Burtscher (2005) 的研究指出，在低氧運動後，進入常氧環境休息，因肺換氣的關係，修正大腦缺氧調節的機制，運動員感受到比較舒服的感覺。

提高 IHT (Intermittent hypoxia Training) 訓練方式的應用。身體活動呼吸高濃度氧氣，可以降低肌肉缺氧反應。過去研究在間歇訓練應用高濃度氧氣 (O₂-97%)，結果顯示降低血液乳酸堆積 (Jang 2003)。

因此，為了克服在比賽中的肌肉缺氧反應，比賽前的熱身強度與模式是所有運動科學家致力研究的方向。如何在比賽前提高熱身強度，又不影響比賽的肌肉無氧代謝調節，維持比賽高速度之穩定，是本研究主要目的。

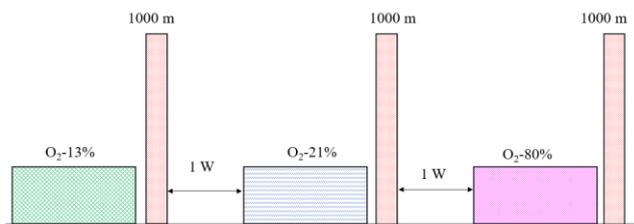
貳、研究方法

受試者為自由車運動員一名 (男性)，身高與體重分別為 170 cm、68 kg。訓練年數 16 年。

研究測試分為低氧 (O₂-13%)、高氧 (O₂-80%) 與常氧 (O₂-21%) 環境三項熱身，熱身時間皆為 20 min。熱身強度依據心跳率介於 110-135 min⁻¹ 之間。熱身工具為 Cyclus2 - Ergometer。

血液參數採集時間為恢復期第一分鐘 (E1)、E3、E5、E7、E10、E15 min，作為乳酸 (La) 與 NH₃ (E3) 分析。並記錄運動心跳率 (HR)。

實驗流程



參、結果分析與討論

表-1: 不同氧氣濃度熱身自由車 1000m 負荷輸出功率分析

Performance	Warm Up		
	O ₂ -13%	O ₂ -21%	O ₂ -80%
1000 m (s)	63.2	62.9	64.3
平均速度 (km/h)	58	58.6	57.9
平均功率 (Watt)	490	497	497
最大功率 (Watt)	1056	1089	1213
平均值踩踏 (RPM)	128	129	129
心跳率 HR (min ⁻¹)	163	167	170

O₂-13%



O₂-21%



O₂-80%

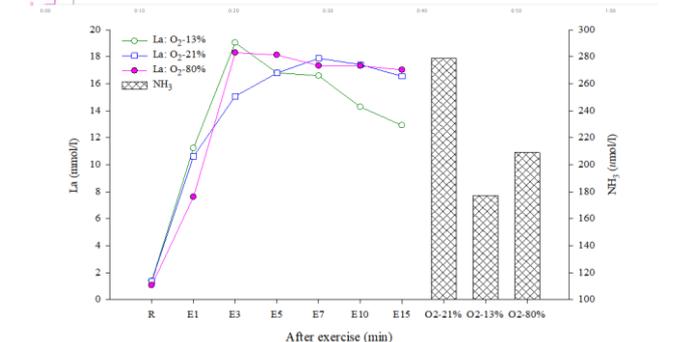


圖-1: 不同氧氣濃度熱身自由車 1000 m 負荷血液乳酸與血氨濃度分析

結果分析顯示在不同氧氣濃度進行訓練熱身 (Warm up) 對自由車 1000 m 計時速度與平均輸出功率 (Performance) 未產生顯著差異。但是研究發現在最大輸出功率則高濃度熱身達到 1213 Watt (表-1)。

此現象顯示在熱身中呼吸高濃度氧氣 (O₂-80%)，降低熱身中的肌肉缺氧症狀反應。這種現象顯示運動員在自由車 1000 m 負荷的踩踏速度。過去在訓練與研究的高濃度氧氣應用，皆顯示降低肌肉缺氧反應，可以提升運動員的運動表現 (Jang 2003 & Lisen et al., 1981)。

提高運動中的肌肉收縮的氧氣運輸，除了提高維持運動員運動表現外，也降低運動員恢復期第一分鐘 (E1) 的乳酸堆積濃度 (圖-1)。

Neumann et al. (2001) 指出在最高運動負荷，恢復期第一分鐘 (E1) 血氣乳酸濃度呈現低的反應。表示在運動中肌肉產生的乳酸，還未滲透到血液中。因此對缺氧症狀的影響比較小。這種現象也呈現在本研究的血氨 (NH₃) 濃度上 (圖-1)。

肆、結論

結果分析顯示熱身應用高濃度氧氣對運動表現與肌肉無氧代謝產生效果。因此，建議場地自由車運動員可以應用訓練熱身呼吸高濃度氧氣。