



閾值耐力對急性負荷心跳率與無氧能量路徑之影響

吳宥緯 張嘉澤 陳德盛
國立體育大學競技與教練科學研究所

壹、緒論

在比賽中極短暫的間歇時間，是否能快速恢復 CrP，是依據運動員之有氧能力而決定的 (Weicker et al., 1994)。有氧閾值代表運動員在運動中與運動後的恢復能力。透過耐力訓練可以提昇運動員供氧系統的能力，改善心肺適能、增加每跳輸出量與紅血球數量，以及降低安靜時的血壓 (Jackson, Beard, and Wier, 1995)。Hollmann 等人 (1987) 指出競技運動員有氧閾值最低標準為 2.8 m/s，心跳率為 140 min⁻¹。無氧閾值標準為 3.5 m/s，心跳率為 156 min⁻¹。

無氧閾值能力於運動高強度運動負荷下為是否能提供穩定能量輸出的關鍵。Howley (2002) 認為無氧閾值可以因運動訓練而提昇，維持肌肉的力量輸出品質，而無氧閾值能力愈好，在高強度負荷下，乳酸濃度愈低，可將此作為耐力型運動訓練指標。

從心跳率 (HR) 高低可判斷負荷劑量與運動者對負荷型態生理症狀反應，是否適合此身體活動。在最大運動負荷結束後的第 5 分鐘 (E5) 可做為恢復機轉之依據 (Böhmer et al., 1975)。

乳酸的產生是依據運動的時間、運動強度和運動的項目而有高低，也要視當時之訓練情況促使肝糖分解而影響乳酸的產生。

郭嘉琳、張嘉澤 (2013) 等人以划船測功儀來進行高強度的急性負荷運動，能讓無運動習慣者在極短時間產生無氧症狀，同時對心臟的負荷並不過高，建議沒有時間運動者能以划船測功儀作為急性負荷的訓練器材。

貳、研究方法

對象

本研究受試者為 7 名體育科系學生，平均年齡為 22±2.8 歲。身高與體重分別為 174.5±4.6 公分、69.7±11.2 公斤。

方式

本研究以階梯式負荷上昇與 3 次 300 m (3x300 m) 個人最大努力划船測功儀作為測試。跑步機開始速度為 2.5 m/s，每階持續 5 min，每次速度增加 0.5 m/s。每階歇 30 s，並記錄心跳率 (HR) 與採集血液 10 μl，測試進行至個人最大負荷為止。間隔一天休息，再進行划船測功儀測試。划船測功儀負荷強度定為 Level 5，每次 300 m 結束後，間歇 2 min。測功儀數據收集為平均瓦特數、結束時間、恢復心跳率及採集運動結束後恢復期第一分鐘 (E1) 與 3、5、7、10、15 分鐘血液乳酸。兩項測試間隔一天。

參、結果分析與討論

圖-1 為無氧閾值 (4 mmol/l) 耐力與測功儀負荷心跳率平均值直線回歸分析顯示呈現負相關 ($r=-0.5$, $p<0.05$)，個人 4 mmol/l 速度最大值達 3.7 m/s，測功儀最大心跳率則為 198 min⁻¹。高競技能力者在高負荷劑量運動訓練，呈現低乳酸堆積與低心跳率反應。鍾忻宸、陳佳慧、張嘉澤 (2015) 探討溫蓋特 (Wingate) 腳踏車最大心跳率測試與其無氧閾值之影響，發現兩者呈負相關，無氧能力與其運動負荷心跳率應呈現高負荷低心跳，與本實驗結果相符。

圖-2 為個人閾值耐力 (2-4 mmol/l) 速度分析。Gollnick (1973) 指出有氧能力的訓練，也會相對提升無氧能力。詹蕙真、張嘉澤 (2005) 以手球隊選手作為研究，計算個人無氧閾值心跳率作為訓練強度發現乳酸代謝能力明顯提升，運動後恢復能力及專項速度方面也有顯著差異。本實驗結果分析顯示兩項閾值耐力呈現正相關 ($r=0.9$, $p<0.05$)。個人最高閾值速度分別為 3.7 m/s (4 mmol/l)、3.1 m/s (2 mmol/l)。因此可得知有-無氧閾值速度能力有交互關係。

圖-3 為無氧閾值耐力與測功儀負荷乳酸堆積濃度分析顯示，兩者呈現無相關 ($r=0.3$, $p>0.05$)。過去研究顯示個人無氧閾值耐力能力影響高強度型態肌肉供應能量路徑，黃俊霖、陳佳慧、張嘉澤 (2013) 使用腳踏車探討閾值耐力對急性高強度負荷肌肉代謝之影響，無氧閾值耐力佳者，其急性負荷的能力會

呈現較好的反應。但本研究划船測功儀負荷後最大乳酸堆積濃度並無相關，推測可能因為為受試者力量耐力不足所造成，且有一位受試者未達 Hollmann et al. (1987) 提出的競技運動員基礎耐力 4 mmol/l 之標準。

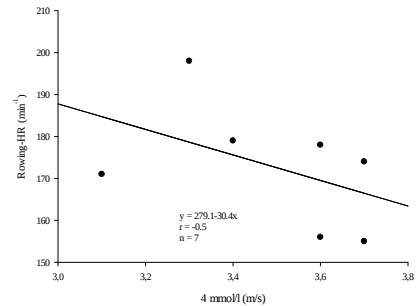


圖 1：無氧閾值 (4 mmol/l) 耐力速度與測功儀負荷心跳率

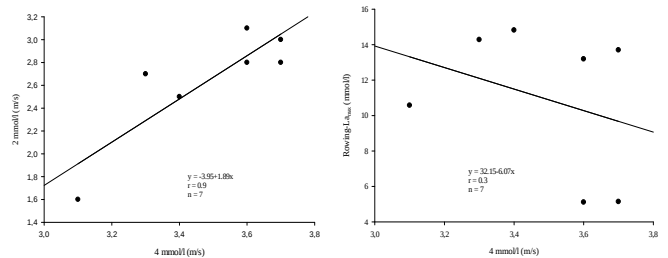


圖-2：有乳閾值 (2 mmol/l) 與無乳閾值 (4 mmol/l) 速度相關分析

圖-3：無乳閾值 (4mmol/l) 速度與測功儀最大乳酸堆積濃度分析

肆、結論與建議

結果分析發現，個人有乳閾值耐力速度佳者，其無氧閾值速度亦快。但是閾值耐力能力，並未對測功儀阻力性運動型態產生影響。因此建議訓練上除了改善個人閾值耐力外，也必須增加力量耐力訓練模式。提高肌肉在阻力壓力下，不會提早呈現缺氧症狀。

參考文獻

- 郭嘉琳 陳佳慧 王月琪 張嘉澤 (2013)。急性划船測功儀負荷對沒有運動習慣大專學生心跳率與血液乳酸濃度之影響 (Oral)。
黃俊霖 陳佳慧 張嘉澤 (2013)。有乳-無乳閾值耐力對急性高強度負荷心跳率與肌肉無氧糖酵解代謝之影響。運動科學學術研討會。國立體育大學。
詹蕙真 張嘉澤 (2005)。不同閾值心跳率訓練對手球隊選手有乳及無乳閾值能力影響之研究。國立體育學院教練研究所，碩士論文，桃園縣。
鍾忻宸、陳佳慧、張嘉澤 (2015)。無氧閾值心跳率對溫蓋特最大心跳率之影響 (Oral)。國際教練科學研討會。國立體育大學。
Böhmer et al., (1975). Das sportmedizinische Untersuchungssystem. Leitungssport
Gollnick, P. R., Armstrong, C., Sanbert, W., Sembrowich, R., Sepherd, & Saltin, B. (1973). Glycogen depletion patterns in human skeletal muscle fibers during prolonged works. Pflugers archive, 334, 1-12.
Neumann, G. (1991). Zur Leistungsstruktur der Kurz- und Mittelzeitausdauer-Sportarten aus sportmedizinischer Sicht. Leistungspot 21, 29. In: 張嘉澤，運動能力診斷與訓練調整。
Mader, A., U. Hartmann, and W. Hollmann. Der Einfluß der Ausdauer auf die 6 minütige maximale anaerobe Arbeitskapazität eines Eliteruderers, J. M. Steinacker (Ed.). Berlin: Springer, 1988, pp. 62-78.
Weicker, H.; Strobel, G. (1994). Sportmedizin und Biochemischphysiologische Grundlagen und ihre sportartspezifische Bedeutung.