



Wingate 無氧機制對階梯式腳踏車測功儀最大負荷之影響-個案探討

林序宇¹ 張嘉澤¹

¹ 國立體育大學競技與教練科學研究所

壹、緒論

Wingate Anaerobic 測試是在 20 世紀 70 年代開發的，它通常在腳踏車測功儀上進行，主要用於測量個人的無氧能力和無氧功率輸出，目前已作為測定無氧功和無氧能力的標準方法，平定無氧功率主要測量的指標：1、最大功量 (PeakPower)，又稱功率峰值，反映了肢體肌肉在短時間內產生高機械功率的能力，則通常所說的爆發力。2、平均功量 (MeanPower)，反映肌肉維持高功率運動的耐力，則通常所說的速度耐力。Wingate Test 無氧生理機制，時間短且高強度時無氧製造 ATP 所占的比例較高，且大部分能量來自於 ATP-PC 系統。然而在持續高強度運動負荷中，ATP 和 PC 的儲存量很少，因此則需要無氧糖酵解提供肌肉所需的能量，同時乳酸就會進入血液中，並開始堆積。根據 Mader et al.(1976)指出血中乳酸濃度達 4mmol/l 以上時為無氧運動、介於 2mmol/l~4mmol/l 唯有氧無氧混和區域，低於 2mmol/l 以下則為有氧運動。Wassermann 等人 (1973)指出藉由階梯式負荷測驗至個人最大能力負荷，可以透過乳酸及強度之關係，檢測個人的有氧閾值與無氧閾值。

貳、研究方法

對象

研究對象為男性武術散打運動員一名，年齡為 23 歲，身高與體重分別為 168(cm)、58 (kg)。

方式

研究測試分別為腳踏車 Wingate 測試與腳踏車階梯式負荷測試兩項。1) 腳踏車測功儀進行 30s 無氧負荷 Wingate 測試。2) 腳踏車階梯式負荷測試，開始速度為 100 Watt，每階持續時間為 3 min，每階負荷增加 30 Watt，每階間歇 30s。研究測試生物參數收集，包含心跳率與乳酸。在 Wingate 測試恢復期 (E1、E5、E10) 採集血液 10μl 作為乳酸分析與記錄 E1 與 E5 心跳率。並記錄測功儀最大功率 PP (Peak power)。腳踏車階梯式負荷，記錄每階運動負荷心跳率與每階血液，並在恢復期 E1、E5、E10。兩項測試間隔 24h。

參、結果分析與討論

結果分析顯示，無氧動力 Wingate Test 最大輸出功率為 672 Watt (PP)，30 s 運動負荷平均值則為 534.4 Watt (AVE)。運動結束第一分鐘 (E1) 血液乳酸堆積濃度為 5.79 mmol/l，恢復期第 10 分鐘 (E10) 則為 12.43 mmol/l。運動結束心跳率則為 203 min⁻¹ (圖-1)。第二項階梯式上升測試，結果顯示血液乳酸與心跳率曲線呈現直線上升趨勢。腳踏車測功儀最高負荷為 220 Watt，血液乳酸堆積與心跳率分別 10.47 mmol/l、198 min⁻¹ (圖-2)。Karvonen & Vuorimaa (1988)指出運動時間心跳與乳酸呈正相關性。因此在本實驗結果發現，Wingate 測試與階梯式負荷都呈現高心跳率與高乳酸堆積現象。這個症狀顯示阻力性的負荷，造成肌肉快速缺氧反應。這種生理反應，將促使肌肉能量代謝進入蛋白質代謝路徑。根據 Neumann et al. (1994) 研究解說，在短時間高強度負荷，肌肉能量提供路徑包含碳水化合物與蛋白質。由於強度負荷過高，肌肉快速缺氧，因此必須動用到肌肉蛋白質進行能量供應，使壓力賀爾蒙上升，讓身體產生了高乳酸症狀。乳酸進入血液需要時間，因此運動負荷結束後乳酸將持續上升 (張嘉澤，2010)。Kindermann (1978) 提出，在運動中與運動後的最大乳酸值會因運動強度的不同而有所區別。在體循環的顯示中，兩項運動負荷的心跳率都高於 190 min⁻¹，這反

應主要於肌肉缺氧所致。Tomasits et al. (2005) 指出在肌肉缺氧下腦將會傳遞訊號促使心臟快速壓縮，供應足夠氧氣進入肌肉組織。

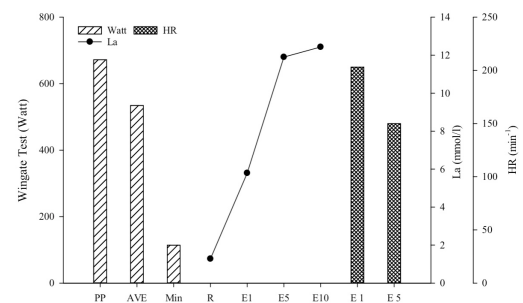


圖-1: 無氧動力 Wingate Test 輸出功率與血液乳酸、心跳率分析

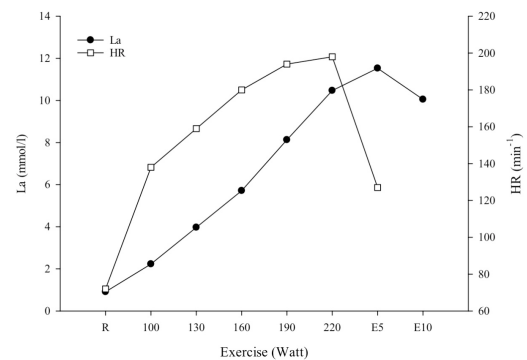


圖-2: 腳踏車測功儀階梯式負荷上升測試心跳率與乳酸濃度分析

肆、結論與建議

研究結果分析發現，兩項運動負荷均能夠達到肌肉缺氧症狀。因此，建議運動員無氧耐力訓練可以應用這兩項運動模式。可以快速達到無氧機制調節與縮短訓練時間減輕運動員心理壓力。

參考文獻

- 張嘉澤 (2010)。運動能力診斷與訓練調整。運動能力診斷協會。
- Mader, A., Liesen, H., Heck, H., Philippi, H., Rost, R., Schürch, P., et al. (1976). Zur Beurteilung der sportspezifischen Ausdauerleistungsfähigkeit im Labor. SportarztSportmed, 27(4), 80-88.
- Wassermann, K., Whipp, B.J., Koyal, S.N., Beaver, W.L. (1973) Anaerobic threshold and Respiratory gas exchange during exercise. J Appl Physiol 35:236-243.
- Karvonen, J., & Vuorimaa, T. (1988). Heart rate and exercise intensity during sports activities. Sports Medicine, 5(5), 303-311.
- Neumann, G., Schüler, K. P. (1994). Sportmedizinische Funktionsdiagnostik. 2 Auflage. 90-91.
- Tomasits, J., Haber, P. (2005). Leistungsphysiologie: Grundlagen für Trainer, Physiotherapeuten und Masseure. 2 Auflage. 75-77.