

# 階梯式負荷上升對球類運動員能量調節與心跳率之影響

何孟霖<sup>1</sup>、陳佳慧<sup>1</sup>、張嘉澤<sup>2</sup>

<sup>1</sup>國立體育大學教練研究所、<sup>2</sup>國立體育大學運動競技研究所

## 壹、緒論

球類運動的動作型態是屬於「短時間高強度」其能量系統是屬於「無氧非乳酸」及「無氧醣酵解」。無氧能量代謝系統可依短時間高強度持續情形，氧能量代謝系統在運動訓練項目中，皆是屬於基礎體能需求，且有氧能力越強，其能量再恢復能力越快 (Neumann & Berbalk, 1991)。ATP-PC 系統恢復的速率很快，在完全耗竭的狀況下，運動結束後約 30 s 內即可恢復 70 %，而在運動後 3 至 5 min 內即可完全恢復 (Janssen, 2001)。而擁有優異的有氧能力，對於無氧能力也有相當的益處，ATP-PC 系統恢復速度，與有氧能力之關係為正相關。ATP-PC 為球類項目主要供能來源，而有氧閾值在於提升 PC 快速再生的能力 (張嘉澤, 2008)。

Mader 等 (1976) 使用階梯式負荷之方式，將個人乳酸曲線之 2 mmol/l 定義為有氧閾值，此強度下能量代謝來源為脂肪與碳水化合物；介於 2 mmol/l 與 4 mmol/l 時為有氧-無氧混合區域，此時能量代謝碳水化合物使用率大於脂肪；4 mmol/l 則被定義為無氧閾值。而此測試方式經過許多討論與研究之後，已成為標準之基礎耐力檢測方式 (張嘉澤、詹元碩, 2005)。當選手血液乳酸值達到 6~8 mmol/l，會影響技術表現，使其穩定性下降 (Liesen, Ludemann, Schmengler, Föhrenbach, & Mader, 1985；Janssen, 2001)，進而影響到球類運動的得分效益。因此藉助階梯式負荷上升方式進行運動能力診斷分析，探討能量調節與心跳率之變化。

## 貳、研究方法

### 一、研究對象

以大專甲組球類運動選手男性 9 名和女性 2 名 (n=11) 為實驗參與者，平均年齡為 20±1.2 歲；平均身高與體重分別為 177±11.4cm、72±13.1kg；訓練年數為 9.2±2.5 年。

### 二、方式

本研究以 Mader 等人 (1976) 階梯式負荷上升方式進行，在 295 m 田徑場實施檢測，每隔 49.2 m 為一間具放置角錐，在進行測試時應控制速度，當音樂響時應離角錐±1 m。開始速度為 2.5 m/s，每階上升 0.5 m/s，每階持續時間為 5 min，每階間歇 30 s 進行耳垂採血(10μl) 與記錄心跳率。最大負荷為 3.5m/s。

### 三、資料處理

所有數據以平均數±標準表示，以相依樣本 t-Test 進行統計分析，比較各階段數值之差異，統計顯著差異訂為 p<0.05。

## 參、結果分析與討論

結果顯示在速度 2.5 m/s 與 3.5 m/s，兩者乳酸濃度呈現顯著差異。此症狀顯示肌肉能量提供路徑，在持續性階梯式負荷造成肌肉無氧症狀，因而造成乳酸堆積。過去文獻 (Brooks & Divine-Spurgeon, 1982; Nadel, 2003) 指出此現象為疲勞堆積理論。

Young (2005) 指出運動時會刺激昇糖激素 (glucagon) 的分泌，使得肝臟中肝醣進行肝醣分解 (glycogenolysis) 及糖質新生作用 (gluconeogenesis)，進而迅速提高血糖濃度以提供運動所需能源，但是在本研究在兩個不同速度下，血糖濃度未隨著血乳酸濃度上升而上升(如圖一)，此症狀代表選手之糖質新生轉換能力不好 (張嘉澤, 2010)。在速度 2.5 m/s 時血乳酸值已達 2.3±0.9 mmol/l，心跳率達為 149±16min<sup>-1</sup>；在速度 3.5 m/s 時血乳酸堆積濃度高達 6.1±2.9 mmol/l，心跳率亦達 183±13 min<sup>-1</sup>，指症狀顯示選手有氧閾值及無氧閾值能力需要再加強，張煥清、黃怡仁與張嘉澤(2007)其檢測症狀為有氧閾值速度低及高乳酸堆積時，代表有氧能力差及專項恢復能力差，需運用持續跑方式改善基礎耐力能力。

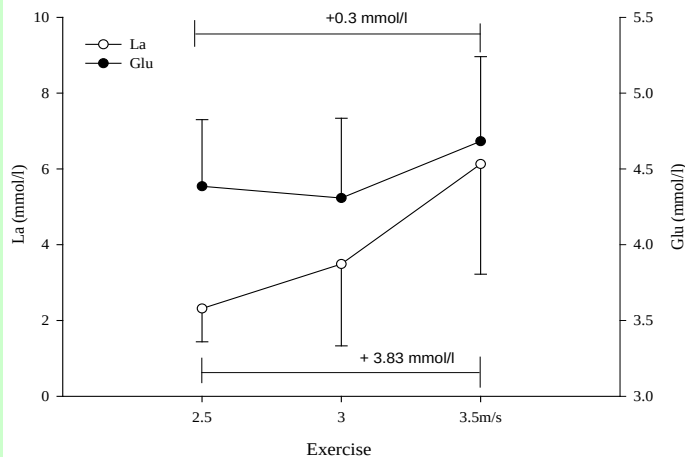


圖-1: 不同速度之血乳酸與血糖變化

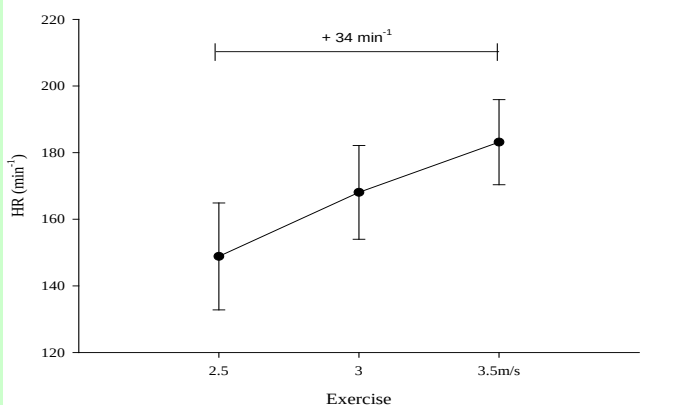


圖-2: 不同速度之心跳率變化

## 肆、結論與建議

結果顯示乳酸濃度隨著負荷上升，而增加堆積，但是血糖值，並未與乳酸曲線呈現上升趨勢。此現象將導致選手無法持續比賽，亦延緩恢復機制。體循環心跳率對負荷反應之調節能力，在結果分析顯示心跳率呈現直線上升。此結果反應受試者之體循環對負荷調節之能力不穩定，將影響比賽初期之體循環調節，而造成疲勞堆積。因此建議球類選手，應著重持續跑速度變換方式，進行基礎耐力訓練。

## 伍、參考文獻

- 張嘉澤 (2010)。運動能力診斷與訓練調整。臺北縣：臺灣運動能力診斷協會。
- 張嘉澤與詹元碩 (2005)。運動能力之診斷與訓練調整。國民體育季刊，146 期，頁 44-52。
- Hollmann, H.; Schürch, P.; Heck, H.; Mader, A.; Rost, R.; & Hollmann, W. (1987). Kardiopulmonale Reaktion und aerob anaerobe Schwelle bei verschiedenen Belastungsformen. Dtsch. Z. Sportmed. 38 (4), 144-156.
- Nadel E. (2003). Exercise Physiology and Sports Science. In: Walter F. Boron & Emile L. Boulpaep (Eds.), *Textbook of Medical Physiology*, (pp. 769-779). Philadelphia: W. B. Saunders.

