



無氧急性負荷血糖濃度與 NH₃ 代謝之影響

李凱琳¹ 張嘉澤¹ 陳德盛¹

¹ 國立體育大學競技與教練科學研究所

壹、緒論

現今訓練方式呈現多樣化的趨勢，在運動訓練模式的改變之下，我們將如何在短時間內透過無氧性運動負荷來達到訓練效果，進而提升無氧運動能力來提高運動表現。無氧機制是當氧對運動肌肉的供給不足時，開始啟動無氧代謝，作為能量補充的來源，也是刺激氧輸送能力提升最佳強度，更是反映人體耐力性工作能力的指標。在人體之肌肉三大能量來源系統中，10 秒內短時間高強度運動負荷其主要能量來源為 ATP-PC 系統或磷酸物系統，而 90 秒以內之高強度運動，主要能量來源為 ATP-PC 系統以及糖酵解系統(Neumann, 1990)，然而 Mader(1998)指出短時間高強度負荷節奏運動型態所造成之疲勞，取決於肌肉是否儲存足夠之三磷酸腺苷(Adenosine triphosphate, ATP)，我們可透過無氧負荷訓練方式來增強肌肉在無氧狀態下的續航力，並有效提升體循環與新陳代謝功能(張嘉澤, 2010)。

人體在短時間內對於 ATP(三磷酸腺苷)的需求急劇，致使大量的 ADP(二磷酸腺苷)與磷酸根(Pi)結合以供給 ATP 的來源，則每 2 分子的 ADP 與 Pi 結合就會產生 1 分子的 ATP 與 1 分子的 AMP(一磷酸腺苷)，而 AMP 接著會再進入嘌呤核苷酸循環(purine nucleotide cycle, PNC)，並在過程中受到腺苷酸脫氫酶的催化作用而產生 IMP(肌核苷)與 NH₃(Weicker 1988)。而 Buono, Clancy&Cook(1984)研究中發現運動負荷強度若在 60%~70% V_{O2}max 時血氣的生成是顯著升高，當運動負荷強度到達 90%~100%時血氣的生成斜率最大。且在短時間高強度的運動中，血氣值的升高反映了身體無氧能量系統的失衡，造成骨骼肌的能量代謝受到影響進而產生疲勞(Urhausen & Kindermann, 1992)。另外，在運動中的血糖穩定與糖質新生皆賴於胰島素促使糖酵解作用，穿入肌肉細胞與蛋白質分解作為能量提供來源(Weicker, 1994)。然而運動後乳酸堆積排除則是由肝臟的糖質新生路徑來進行分解，且在高強度運動下可促使皮質醇(cortisol)濃度上升，提高肝糖、脂肪與蛋白質分解，促進糖質新生作用最終增加血液葡萄糖含量。

貳、研究方法

研究對象

本研究對象為 7 名體育科系學生，平均年齡為 23±1.5 歲，運動習慣每週 3-4 次，每次 30 - 50 min。

方式

研究測試分為徒手力量耐力與划船測功儀兩項。兩項測試間隔 24 小時進行，受試者在測試前需熱身 10 min。徒手力量耐力測試需完成 10s 原地抬腿跑，6x(次) 跳躍縮腿，10s 伏地交互跑，6x(次) 托比運動。第二項划船測功儀以個人最大速度進行 30s 測試，阻力 Level 為 5。兩項測試皆採集血糖與 NH₃。血糖採集時間為運動前安靜值(R) 與運動結束後第一分鐘(E1)、E3、E5、E7、E10、E15min。血液 NH₃則為安靜值(R)以及運動結束後 E1、E5、E10min。

參、結果分析與討論

圖-1 為徒手力量耐力與划船測功儀血糖與 NH₃ 平均值之比較。結果分析顯示徒手力量耐力血糖濃度與 NH₃ 分別為 4.33±0.66 mmol/l vs. 85±17 μmol/l (E1)；結束後第五分鐘(E5) 則為 4.89±0.51 mmol/l vs 101.1±27.1 μmol/l；E10 則為 4.47±0.55 vs. 89.2±32.3 μmol/l。划船測功儀血液血糖濃度與 NH₃ 代謝則分別為 4.7±0.7 mmol/l vs. 63.63±11.72 μmol/l；第五分鐘 4.9±0.7 vs. 65.38±23.63 (E5)；E10 則為 4.9±0.7 mmol/l vs. 49.88±14.41

μmol/l。兩項測試血糖濃度，並未達顯著差異 (p>0.05)。血液 NH₃ 濃度在 E1 平均值差異 22 μmol/l (p<0.05)，運動結束 E5 與 E10 則分別差異 36 μmol/l (p<0.05)、40 μmol/l (p<0.05)。

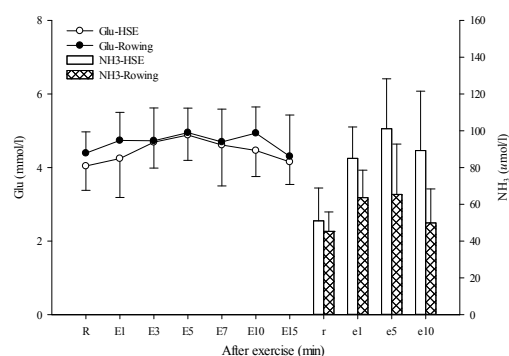


圖-1：徒手力量耐力 HSE 與划船測功儀血液血糖與 NH₃ 分析 (Hand strength endurance)

划船測功儀之血糖值在運動結束後各時間點平均數均高於徒手力量耐力檢測，而 NH₃ 值檢測結果徒手力量耐力在運動結束後各時間點平均數均高於划船測功儀。在無氧性運動負荷下快縮肌纖維需被最大限度使用，同時產氮能力將會增強，而鄭陸等人(2004)指出在短時間高強度運動中，血氮主要源於腺苷酸降解，因此血氮的升高反映無氧供能系統失衡，使得工作肌 ATP 大量消耗，ADP 再磷酸化速率相對慢於 ATP 水解速率，ADP 水平升高導致腺苷酸脫氫酶提升其活性，產氮增加，骨骼肌細胞膜的生理特性受到干擾，進而影響肌肉做功能力並產生疲勞。然而運動負荷肌肉能量代謝路徑是依據負荷強度與時間決定，肌肉型態將影響能量提供之效率與疲勞反應(張嘉澤, 2008)。我們透過圖-1 可知，經無氧性運動負荷肌肉收縮方式的不同，可依據 NH₃ 擬定訓練內容與劑量，在短時間內達到有效的訓練效果。

肆、結論與建議

結果分析顯示在徒手力量耐力負荷，提高肌肉能量路徑以蛋白質為主。此症狀反應，顯示徒手力量耐力運動型態強度與肌肉缺氧速度快。因此建議，可在移地訓練或者無器械式重量器材的訓練環境時，加入徒手力量耐力訓練以維持肌肉耐力。

參考文獻

- 張嘉澤(2008)。訓練學。新北市：運動能力診斷協會。
張嘉澤(2010)。訓練學，運動能力診斷協會。
鄭陸，潘力平，隋波，高麗，劉強，周瑞霞，萬麗(2004)。短距離衝刺跑與中距離重複跑對血氣及血乳酸水平的影響及其特點。運動人體科學，山東體育學院，西安體育學院學報，第21卷第3期。
英文部分
Buono, M. J., Clancy, T. R., & Cook, J. R. (1984). Blood lactate and ammonium ion accumulation during graded exercise in humans (Vol. 57). Science.Toronto: Wiley.
Power, S. K., & Howley, E. (2002). 運動生理學：體適能與運動表現的理論應用(林貴福，徐台閣&吳慧君，Trans. 林正常總校閱ed)。台北市：麥格羅希爾國際股份有限公司。
Weicker, H. (1988). Purinnukleotidzyklus und muskulare ammoniakproduktion. Dtsch Z Sportmed39, 172-178.
Urhausen, A., & Kindermann, W. (1992). Biochemical Monitoring of Training. Clinical Journal of Sport Medicine, 2(1), 52-61