



壹、緒論

力量耐力訓練主要目的是改善肌肉之能量流動與維持高力量衝刺能力的持續時間，在運動負荷的狀況下，主要是呈現在肌肉內的能量代謝效率，並且改善有氧及無氧能量供應路徑及增加肌肉周邊微血管數量、增加左心室壓縮、提昇恢復再生能力。張嘉澤（2013）循環式力量訓練，主要生理反應機制在於肌肉在沒有快速收縮下，肌肉纖維間擠壓產生缺氧症狀。因此提高血管內皮神經營養因子(VEGF-Receptor)活性，增加血管新生。循環式力量耐力訓練，此訓練特色在於每項動作與動作間沒有休息，組間只有短暫間歇（一般人 90s，競技選手 60s）。運動負荷之強度會影響生理之間的平衡，較常會反應在新陳代謝與體循環，在運動負荷進行時，有研究指出，在運動中此兩種能力變化可反應出個人負荷承受情形，其中心跳率最能反應運動員體循環之能力，新陳代謝則反應在乳酸的改變 (Hottenrott, 1993)。短時間最大負荷運動，將會造成乳酸堆積，因初期肌肉收縮肢能能量是由肌肉肝糖所供應，從肝糖與葡萄糖到丙酮酸是無氧糖酵解路徑，最後產生乳酸，若運動負荷時高於有氧能量代謝，乳酸開始堆積，乳酸超過 8 mmol/l 將造成動作緩慢及肌肉疲勞 (Di Prampero, Ferretti, 1990)。Hottenrott (1993) 指出心跳率可以用來判斷個人身體在訓練時的效果與承受強度負荷能力。最大心跳率計算方式以 WHO 設定之公式為 $220 - \text{年齡}$ ，以最大心跳率之 70-80% 為最佳耐力運動負荷劑量 (Engelhardt & Neumann, 1994) 綜合上述內容，循環力量耐力及划船測功儀訓練皆為阻力訓練，所以想探討划船測功儀訓練對肌肉無氧代謝與心跳率之影響、循環式力量耐力對肌肉無氧代謝與心跳率之影響

貳、研究方法

對象

本研究受試者為 8 位男性有規律運動習慣的體育系學生，平均年齡 25 ± 1.8 歲，平均身高 172.14 cm，平均體重 73kg。

方式

本研究運動測試分為器具 Weight Maschine (WM) 與划船測功儀兩項負荷阻力。力量負荷 (WM) 為個人最大力量 (1RM) 的 40%，划船測功儀負荷則為個人最大功率輸出的 80%，測功儀阻力定為 Level-5。器具 (WM) 力量耐力負荷範圍為 3x 20 (4 上肢、4 下肢)，組間休息 60s。划船測功儀負荷則為 3x 500 m，每次間歇 90s。兩項運動負荷生物參數收集皆為乳酸 (La) 與心跳率 (HR)。心跳率記錄為每次運動結束，血液乳酸則在每次負荷結束與恢復期第 3-5-7-10-15 min。兩項運動負荷測試間隔 2 天 (圖-1)。所有數據以平均值與標準差呈現，並以相依樣本 t 考驗進行差異分析。

參、結果分析與討論

力量耐力測試心跳率在第一個組 (1x) 為 $156 \pm 16 \text{ min}^{-1}$ ，第三組 (3x) 負荷心跳率則達 $175 \pm 18 \text{ min}^{-1}$ ，兩次平均值差異 19 min^{-1} ($p < 0.05$)。划船測功儀負荷心跳率在 1x 與 3x 平均值分別為 $163 \pm 20 \text{ min}^{-1}$ 、 $176 \pm 24 \text{ min}^{-1}$ ，平均值差異 13 min^{-1} ($p < 0.05$)。力量耐力與划船測功儀負荷在 1x 心跳率差異 7 min^{-1} ($p > 0.05$)，兩組在第三次 (3x) 負荷心跳率平均值亦未達顯著差異 ($p > 0.05$)。如圖-1 所示。結果分析顯示循環式力量耐力負荷第一組 (1x) 時心跳率明顯低於划船測功儀運動，此現象顯示運動型態影響肌肉收縮方式，因此造成運動中肌肉需氧量，亦有所不同。Neumann & Buhl (1981) 指出間歇性負荷在運動初期，因獲得短暫間歇，因此未造成體循環壓力。但是在持續性運動負荷，則容易造成疲勞的累積，對於心臟的壓力是明顯的。Pansold. (1982) 指出，當運動中乳酸介於 2-4 mmol/l 為有氧和無氧混合的能量系統。而運動強度持續上升到乳酸在 4 mmol/l 以上，能量來源將完全由無氧糖酵解提供。Neumann (1981) 提出訓練中心跳率介於 153-179 間屬於基礎耐力訓練。以最大心跳率之 70-80% 為最佳耐力運動負荷劑量 (Engelhardt & Neumann, 1994)。本研究測試負荷心跳率反應，亦介於此心跳率之間。

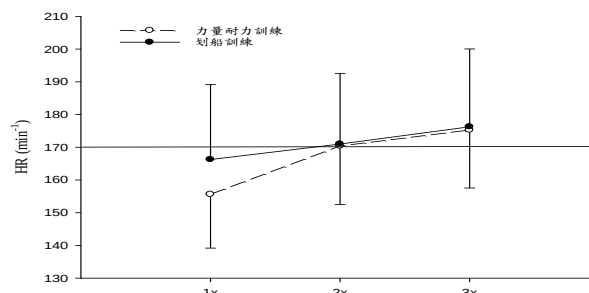


圖-1：力量耐力與划船訓練中心跳率之分析

圖-2 為兩項運動負荷血液乳酸堆積分析。在結果分析顯示，力量耐力血乳酸堆積濃度高於划船測功儀負荷，但力量耐力血乳酸最高值出現在第三次 (3x) 負荷結束，平均值達 $9.62 \pm 1.59 \text{ mmol/l}$ 。划船測功儀負荷最高乳酸堆積濃度，則顯現在恢復期第三分鐘 (E3)，平均值為 $8.34 \pm 2.81 \text{ mmol/l}$ 。兩項運動負荷最高乳酸濃度平均值差異 1.28 mmol/l ($p > 0.05$)。此現象顯示力量耐力運動負荷對肌肉缺氧反應快。張嘉澤 (2013) 指出循環式力量負荷，主要生理反應機制在於肌肉在沒有快速收縮下，肌肉纖維間擠壓產生缺氧症狀。因此提高無氧糖酵解能量使用率，而造成高乳酸現象。Neumann (1991) 提出最佳乳酸曲線症狀，在運動結束後恢復期乳酸的堆積出現時間分析：1) 運動結束後第一分鐘乳酸值是否已經出現最高乳酸值與最大乳酸濃度出現時間點，2) 最高乳酸值出現時間在運動結束後出現時較佳。從上述理論分析發現，本研究之划船測功儀負荷所呈現乳酸曲線症狀，符合最佳乳酸曲線反應。

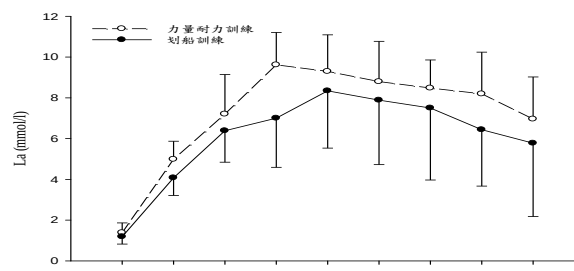


圖-2：力量耐力與划船訓練中乳酸之分析

肆、結論與建議

結果分析顯示，循環式全身負荷型態，肌肉缺氧速度快。因此造成高乳酸堆積，但是體循環心跳率並無高於划船測功儀負荷。因此建議在準備期可以應用 循環式力量耐力訓練，提高肌肉無氧糖酵解耐力。

參考文獻

- 胡浩陽 陳佳慧 張嘉澤 (2015)。Wingate 負荷心跳率對多次折返跑負荷心跳率之影響。國際教練科學研討會(Oral)。國立體育大學
- 張嘉澤 (2008)。訓練學。桃園縣：台灣運動能力診斷協會。
- 蕭敬衡、陳佳慧、張嘉澤 (2011)。低氧環境對於 2000m 划船測功儀負荷之生理反應與運動表現之影響。臺灣體育學術研究。
- Neumann, G., Buhl, H. (1981). Biologische Leistungsvoraussetzungen und trainingsphysiologische Aspekt bei trainierenden Frauen. Med Sport 21. 154-160.
- Schabert, E., Hawley, J., Hopkins, W., & Blum, H. (1999). High reliability of performance of well-trained rowers on a rowing ergometer. J Sports Sci, 17(8), 627-632.
- Yoshiga, C. C. (2002). Heart rate is lower during ergometer rowing than during treadmill running. European Journal of Applied Physiology, 87(2), 97-100.
- Hottenrott, K. (1993). Trainingssteuerung im Ausdauersport: Theorien-Untersuchungen Beispiele. Sportwissenschaft und sportpraxis. Bd. 92, Czwalina Verlag.

Fox, S. I. (2002). Human Physiology. Dubuque, IA: McGraw-Hill.
Badkte, G, U, A. (1987). *Sportmedizinische Grundlagen der Körpererziehung und des sportlichen Trainings*. Leipzig.