

漸增式運動負荷對沒有運動習慣大專生心跳率與肌肉能量代謝之影響

曾鈺純¹ 張雲婷¹ 張宴菱¹ 張嘉澤²

¹國立臺灣體育學院 運動健康科學系

²國立體育大學 運動技術研究所



緒論

在過去的研究中顯示，於耐力性運動的能力表現中，降低呼吸中氧氣濃度會造成呼吸急促，心跳率上升，其主要原因為供氧不足進而減少有氧代謝路徑的使用量，轉而依賴較多的無氧代謝量，最終造成肌肉收縮的提早疲勞產生乳酸。反應出運動負荷過程中的強度變化情況，而且與運動時的心跳率和血乳酸堆積等生物參數成正比。運動時心跳會呈現不穩定的現象，研究指出運動過程中心跳率會受到交感神經與副交感神經交互作用影響，當安靜休息時，副交感神經作用提升，心跳率趨於穩定；低強度運動時，副交感神經驅策下降，心跳率上升；當運動強度增加時，交感神經驅策心跳率增加(Wood, Hondzinski, & Lee, 2003)；再者心跳率也會隨著年齡、溫度、神經系統、情緒、運動時間、運動強度等改變(Gappmaier, 2002)。尤其當身體狀況不佳時，運動心跳率也會有顯著的提升。進一步的研究指出在漸增負荷的運動過程中，心跳率會隨運動強度增加而上升，與攝氧量呈現近共線性的關係(Achten & Jeukendrup, 2003)。

因此，在最大努力運動下，心跳率是一個簡便且具參考價值的生理指標。在許多的運動項目中「漸增式運動負荷」是無氧動力的訓練方式，漸增式運動中加入不斷增高的運動負荷及固定的休息時間，可以讓選手在短期間回復到再次做無氧運動的狀態。但恢復的速度也會隨著運動型態、方式及休息的時間而改變；180秒的運動使用98%磷酸化，20~30秒恢復了50~70%，最慢3分鐘內都會恢復(Tudor O. Bompa PhD, 2004)。身體肌肉組織在無氧狀態下動用最大的能量使用法式是：ATP-PC，這個狀態下並不會產生乳酸，也有助於選手短時間內可再運動的頻率。

男子的心臟體積和容積較大。心臟體積大能產生較大的心肌收縮力，心臟容積大則使舒張期末的容量相對也大。在呼吸循環機能方面，男子的紅血球數為500萬/mm³，但女性則為450萬/mm³，在每毫升血液量內的血紅素量，男子也比女子高出6~15%。這些有利條件使男子的最大每搏輸出量和最大心輸出量都大於女子。以毫升/公斤體重為單位，男、女在完成某一負荷的需氧量相同，因此女子的心跳率必須高於男子。

最大心跳率運動標準依據WHO方式，220-年齡百分比作為從事身體活動負荷指標。最大心跳率75~80%為有氧耐力訓練範圍(Tanaka et al. 2001)，可以提昇體循環系統。因此本研究目的旨在探討，沒有運動習慣大學生，在單次漸增負荷方式運動，對其體循環與新陳代謝是否產生影響。

實驗方法

本實驗研究對象為一般大專生，且沒有固定的運動訓練和習慣。男性平均年齡為22.3±2.2歲(n=10)、女性則為21.6±0.7歲(n=10)；身高：男性與女性分別為175.2±5.4cm與163.9±6.7cm；男性體重平均值為68.8±5.9kg、女性則為54.0±7.7kg，如表一所示。

表一 受試者人體資料 (Anthropometric)

	年齡(yr)	身高(cm)	體重(kg)
男 (n=10)	22.3±2.2	175.2±5.4	68.8±5.9
女 (n=10)	21.6±0.7	163.9±6.7	54.0±7.7

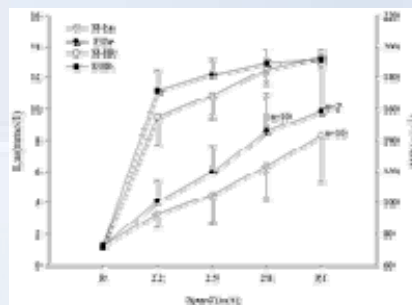
實驗測試於標準400公尺的田徑場執行。受測者分為男性組與女性兩組，所有受試者皆於測試前戴上心跳率偵測錶(POLAR725)，並採安靜值血液，作為乳酸與血糖分析。第一階段開始速度2.2m/s，持續800m。第二階段速度上升0.3m/s，持續800m。第三階段速度2.8m/s，持續1200m；第四階段以3.1m/s的速度跑1200m。每階段間歇60秒採血並記錄看心跳率。實驗儀器：採血設備(含冰桶、紅血球破壞劑、酒精、10μ毛管、採血針、手套、消毒用具、測速器、角錐。數據分析以平均值與標準差呈現，以t-Test進行男女每階段血液乳酸堆積差異。所有圖形以SigmaPlot進行繪製。

結果與討論

男性受試者最大負荷速度為3.1m/s，女性則為2.8m/s，其中兩位達3.1m/s。血液乳酸平均值於開始速度2.2 m/s，男女受試者分別為3.27±0.89、4.07±1.32 mmol/l，女性高於男性受試者+0.8mmol/l (p>0.05)。女性心跳率為172±13.5min⁻¹ (最大心跳率86.3%)，男性則為155±18.2 min⁻¹ (最大心跳率78.5%)，女性高於男性+16min⁻¹ (p<0.05)。速度上升至2.8m/s 女性乳酸堆積達8.57±2.42mmol/l，男女差異+2.24mmol/l (p<0.05)。男性在最大負荷3.1m/s血液乳酸堆積與心跳率平均值分別為8.29±2.97mmol/l、193±5.97min⁻¹，女性受試者則為191±0.7 min⁻¹ (n=2)，如圖一。

男女受試者的血液乳酸在運動初期(2.2m/s)均低於4 mmol/l以下，此時能量主要來源以ATP-PC，但隨著強度增加，ATP耗盡，能量來源隨即進入無氧糖酵解，而乳酸堆積速率隨之上升。心跳率會隨運動強度增加而上升，與攝氧量呈現近共線性的關係，因此心跳率越高身體所需氧氣越大。而男性無論是心跳或是乳酸值皆較女性來的小。在心跳來看女性的心跳在一開始就上升很高，但在運動負荷2.8與3.1m/s時，其心跳率卻呈現穩定，這可能女性受試者之無氧耐力能力較男性佳。

B. J. Maron 等指出為確保心臟負擔不要過大，適當的運動強度將可以預防猝死的可能。



圖一 漸增式負荷血液乳酸堆積與心跳率

結論與建議

在開始速度(2.2m/s)男女受試者心跳率即呈現快速上升症狀，男性達最大心跳率78.5%；女性則達86.3%，體循環系統已呈現極大壓力。

因此建議沒有運動習慣一般民眾，欲進行相關身體活動，運動心跳率應在最大心跳率(220-年齡)75%以下，避免心肌瞬間缺氧而造成傷害。