

有氧與無氧能力之性別差異

王慶堂¹、林學諒²、張振崗¹

國立台灣體育學院¹

輔英科技大學²

摘要

女性運動能力與運動時的生理反應與男性不完全相同，大多數運動生理學的研究以男性為研究對象，其結果無法完全應用於女性。本文探討有氧能力與無氧能力之性別差異，以及造成此差異的可能原因。女性最大耗氧量以絕對值表示時，約為男性的64-71%，以相對體重值表示時，則可達男性的85-91%，此差異主要來自於男女性肌肉量的差別。女性以溫蓋特測驗測得的無氧能力約為男性的68-73%，但每公斤體重總作功約可達男性之85%。有氧能力與無氧能力存在顯著的性別差異，除了肌肉量不同之外，能量代謝方式不同可能也是原因之一。教練在設計訓練內容時，必須考慮性別差異。

關鍵字：性別、有氧能力、無氧能力、肌肉量、能量代謝

壹、緒論

參與日常與競技性的身體活動之女性在近 20 年來快速增加，由於女性的生理特性與男性有相當大的差別，加上荷爾蒙的影響，使得女性生理變化較男性更為複雜，以往主要針對男性的研究結果無法完全應用在女性身上。

目前絕大多數運動項目之女性世界紀錄仍不如男性，但是一些研究顯示，女性在非常長時間的運動項目中的表現有可能超越男性，例如超級馬拉松(Bam 等, 1997; Speechly 等, 1996)。有氧能力和無氧能力對運動成績有相當大的影響，本文根據以發表的文獻，探討有氧能力與無氧能力之性別差異，以及造成此差異的可能原因，以做為教練、選手和研究人員的參考。

貳、有氧能力(aerobic capacity)

許多研究指出，女性以的最大耗氧量($\dot{V}O_{2max}$)較男性為低(表一)。當 $\dot{V}O_{2max}$ 以絕對值(l/min)表示時，年輕成年女性約為同年齡男性的 64-71%，但以相對體重值(ml/kg/min)表示時，女性則可達男性的 85-91%，頂尖男性耐力型選手 $\dot{V}O_{2max}$ 可達 94 ml/kg/min，頂尖女性選手則為 77 ml/kg/min，亦約為男性的 82% (Drinkwater, 1984)，以上半身或下半身的所測得的性別差異都很相近。中年人(Wiswell等, 2000)與兒童(Mandigout等, 2001)也具有相近的性別差異幅度。

造成有氧能力性別差異的原因包括女性具有較低的心臟體積、血液量與血紅素濃度，而可能影響氧氣的輸送(Shephard, 2000)。但是當 $\dot{V}O_{2max}$ 以相對於無脂體重(fat free mass, FFM)表示時，女性僅較男性約低 5% (Cureton, 1981)，另有研究指出(Washburn & Seals, 1984)，用手搖車所測得到 $\dot{V}O_{2max}$ 以相對於手臂和肩膀的肌肉量表示時，並無顯著性別差異。因此有氧能力之性別差異有可能主要是由肌肉量的差別所造成，但是以 ml/kg FFM/min 表示的有氧能力在實際的運動表現方面所代表的意義可能不如以 l/min 或 ml/kg/min 的表示方式。

參、無氧能力 (anaerobic capacity)

無氧能力的測試主要以溫蓋特測驗(Wingate test)或類似的方式，讓受測者在 30-60 秒內以最大能力進行運動，以瞬間所作的功之最大值(peak power)，以及運動期間內的平均作功(mean power)做為無氧能力的指標。女性以溫蓋特測驗測得的平均作功約為男性的 68-73% (Shephard, 2000)。女性 10 秒與 90 秒在固定式腳踏車全力運動之總作功，亦約為男性的 70%，且此性別差異在無規律運動習慣者、爆發力型運動員或耐力型運動員均相近(Serresse 等, 1989)。

將無氧能力以相對於體重表示時，性別差異就會減少。女性馬拉松選手 10 秒全力運動之每公斤體重作功可達同類型男性選手之 80%，女性短跑選手則可達同類型男性選手之 78% (Mayhew & Salm, 1990)，以一般大學生為對象的研究也顯示，女性溫蓋特測驗每公斤體重總作功約為男性之 85% (Maud & Shultz, 1986)。而以需要承受身體重量的方式，例如垂直跳、跳遠和衝刺登階 (Margaria-Kalamen test)，測得的女性無氧能力約為男性之 60-75% (Mayhew & Salm, 1990)。

將無氧能力以相對於無脂體重表示時，性別差異更加縮小。女性馬拉松選手 10 秒全力運動之每公斤無脂體重作功可達同類型男性選手之 92%，女性短跑選手則可達同類型男性選手之 85% (Serresse 等, 1989)。但在控制無脂體重、體脂肪比例和腿部肌力後，無氧能力仍呈現顯著性別差異 (Mayhew & Salm, 1990)，顯示性別差異可能包含其他的因素。

Hill and Smith (1993) 分析溫蓋特測驗中有氧代謝與無氧代謝比例之性別差異，以絕對值表示時，女性總熱量與以無氧方式產生的熱量都約為男性的 50%，以相對於體重表示時，女性則約為男性的 70%；女性以有氧方式產生的熱量絕對值為男性的 67%，但以相對於體重表示時，則無性別差異；女性在溫蓋特測驗中所消耗的總熱量有 25% 以有氧的方式產生，男性則僅有 20% (Hill & Smith, 1993)，顯示有氧代謝的性別差異可能也會影響以全力運動 30-60 秒的方法所測得的無氧能力。

肆、結 論

女性的生理特質使她們的絕對與相對有氧能力較男性為低，但相對於體重的無氧能力則相當接近男性，此性別差異在運動選材、訓練、測試與評估的影響需要教練與選手多加注意。以女性為對象的運動生理學研究仍顯著少於男性，需要研究人員多投入此領域。運動教練在訓練選手時，也應考慮選手之性別差異，以設計更有效率之訓練課程與方法。

參考文獻

- Bam, J., Noakes, T. D., Juritz, J., & Dennis, S. C. (1997). Could women outrun men in ultramarathon races? *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 29, 244-247.
- Cureton, K. J. (1981). Matching of male and female subjects using VO₂ max. *Research Quarterly for Exercise & Sport*, 52, 264-268.
- Drinkwater, B. L. (1984). Women and exercise: physiological aspects. *Exercise & Sport Sciences Reviews*, 12, 21-51.
- Hill, D. W., & Smith, J. C. (1993). Gender difference in anaerobic capacity: role of aerobic contribution. *British Journal of Sports Medicine*, 27, 45-48.
- Mandigout, S., Lecoq, A. M., Courteix, D., Guenon, P., & Obert, P. (2001). Effect of gender in response to an aerobic training programme in prepubertal children. *Acta Paediatrica*, 90, 9-15.
- Maud, P. J., & Shultz, B. B. (1986). Gender comparisons in anaerobic power and anaerobic capacity tests. *British Journal of Sports Medicine*, 20, 51-54.
- Mayhew, J. L., & Salm, P. C. (1990). Gender differences in anaerobic power tests. *European Journal of Applied Physiology & Occupational Physiology*, 60, 133-138.
- Nindl, B. C., Sharp, M. A., Mello, R. P., Rice, V. J., Murphy, M. M., & Patton, J. F. (1998). Gender comparison of peak oxygen uptake: repetitive box lifting versus treadmill running. *European Journal of Applied Physiology & Occupational Physiology*, 77, 112-117.
- Serresse, O., Ama, P. F., Simoneau, J. A., Lortie, G., Bouchard, C., & Boulay, M. R. (1989). Anaerobic performances of sedentary and trained subjects. *Canadian Journal of Sport Sciences*, 14, 46-52.
- Shephard, R. J. (2000). Exercise and training in women, Part I: Influence of gender on exercise and training responses. *Canadian Journal of Applied Physiology*, 25, 19-34.
- Speechly, D. P., Taylor, S. R., & Rogers, G. G. (1996). Differences in ultra-endurance exercise in performance-matched male and female runners. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 28, 359-365.
- Warren, G. L., Cureton, K. J., Dengel, D. R., Graham, R. E., & Ray, C. A. (1990). Is the gender difference in peak VO₂ greater for arm than leg exercise? *European Journal of Applied Physiology & Occupational Physiology*, 60, 149-154.
- Washburn, R. A., & Seals, D. R. (1984). Peak oxygen uptake during arm cranking for men and women. *Journal of Applied Physiology: Respiratory, Environmental & Exercise Physiology*, 56, 954-957.
- Wiswell, R. A., Jaque, S. V., Marcell, T. J., Hawkins, S. A., Tarpenning, K. M., Constantino, N., et al. (2000). Maximal aerobic power, lactate

threshold, and running performance in master athletes. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 32, 1165-1170.

Abstract

Abstract text, likely containing the title and authors of the article, appearing as a faint watermark or bleed-through from the reverse side of the page.

Abstract

Main body of the abstract text, which is extremely faint and difficult to read, appearing as a watermark or bleed-through from the reverse side of the page.

Gender Difference in Aerobic and Anaerobic Capacity

Ching-Tang Wang¹, Hsueh-Liang Lin², Chen-Kang Chang¹

National Taiwan College of Physical Education¹

Fooyin University²

Abstract

There are significant gender difference in exercise capacity and physiological reactions during exercise. Most exercise physiology research used males as subjects. The results may not be completely applicable to females. In this study, gender differences in aerobic and anaerobic capacities, and possible mechanisms responsible for the differences were investigated. When expressed in absolute term, female $\dot{V}O_{2max}$ was approximately 64-71% that of male. When expressed relative to body weight, it could reach 85-91%. The major reason for the difference in aerobic capacity is the difference in muscle mass. Female's anaerobic capacity, measured by Wingate test was approximately 68-73% of that of male. It could reach 85% when expressed as W/kg body weight. In addition to muscle mass, difference in energy metabolism may be another reason for the gender variation in aerobic and anaerobic capacities. Coaches should take gender differences into consideration when designing training protocols.

Keywords: gender, aerobic capacity, anaerobic capacity, muscle mass, energy metabolism