

# 橢圓機步幅高度對下肢生物力學之影響

陳彥百<sup>1</sup>簡惠蓮<sup>1</sup>胡志中<sup>2</sup>呂東武<sup>1</sup>

<sup>1</sup>國立台灣大學 醫學工程學研究所 <sup>2</sup>明志科技大學

Email: <sup>1</sup> Corresponding Author, twlu@ntu.edu.tw

## 摘要

橢圓機近年來已成為室內健身器材市場的新主導性產品，並列入各類病人心肺訓練器材的建議之一。其可進行全身性運動，增強使用者之心肺功能及肌肉強度，同時避免地面對下肢的衝擊力。橢圓機軌跡的變化對人體關節會產生不同的影響，不當的設計會對關節及相關組織造成傷害。因此瞭解運動軌跡對人體的影響是必要的，才能提供安全的運動環境並避免非必要的傷害。本研究蒐集 10 位男性受試者，利用一配有七台紅外線攝影機之動作分析系統及架設在橢圓機左踏板下方之六軸力規量測受測者從事橢圓機運動時之運動學與力動學資料。受試者先以自我選定之最適步行速度行走，供橢圓機運動之步頻設定。每位受試者在與步行一致的步頻、手部擺動及零阻力下，需完成三種步幅高度（13、15 及 17 公分）之橢圓機運動。結果顯示，步幅高度增加，擺盪後期下肢關節會處於較彎曲之姿勢，踏板反作用力往後分量減少，此時期髌關節伸展力矩增加，膝關節伸展力矩減少。

關鍵詞：橢圓機、運動學、力動學、下肢、步幅

## 一、前言

橢圓機可進行全身性運動，增強使用者之心肺功能 [5] 及肌肉強度，同時避免許多不良的影響，例如地面對下肢的衝擊力。橢圓機運動軌跡的變化對人體關節會產生不同的影響，不當的設計亦會對關節及相關組織造成傷害。然而目前並無相關文獻針對肌肉骨骼系統於橢圓機運動時之生物力學分析進行探討。但是瞭解橢圓機運動軌跡對人體的影響是必要的，如此才能提供安全的運動環境並避免非必要的傷害。本研究目的在探討橢圓機步幅高度的改變對下肢生物力學的影響。



圖 1 橢圓機實驗

本實驗蒐集 10 位男性受試者（平均年齡：23.7±1.2 歲，平均身高 173.5±3.9 公分，平均體重：72.2±10.8 公斤，平均腿長：90.5±3.0 公分）在與每位受試者步頻相當之轉速、零阻力及手部擺動下，進行三種步幅高度（13、15 及 17 公分）之橢圓機實驗（圖 1）。受試者全身各肢段特定骨標記黏貼 39 顆反光標記，使用三維立體動作分析系統（VICON512, VICON Motion Systems Ltd., UK）及六軸測力單元（Bertec, USA），利用逆向動力學原理進行運動學與力動學分析。橢圓機的整個運動週期劃分為兩個時期，站立期（踏板從最前方至最後方）與擺盪期（踏板從最後方至最前方）。不同步幅高度對於質量中心移動量、關節角度、關節力矩、踏板反作用力等變數之峰值的影響則是利用 Repeated measures 進行統計分析（SPSS 11.0, SPSS Inc, U.S.A.）。各分析之顯著差異值設定在 0.05 ( $\alpha=0.05$ )。

## 三、結果與討論

當步幅高度增加，質量中心三個移動量皆無顯著差異 ( $p>0.05$ )，但會顯著減少站立前期踏板反作用力向後分量 ( $p=0.003$ )。而擺盪期髌關節與膝關節彎曲角度，皆隨著高度增加而增加 ( $p=0.002$ ,  $p=0.001$ )，但站立期髌關節伸直角度與擺盪期外展角度則隨之減少 ( $p=0.04$ ,  $p=0.02$ )。關節力矩方

## 二、研究方法

面，步幅高度增加，擺盪末期髖關節伸展力矩隨之增加，外展力矩則隨之減少。此外擺盪期膝關節伸展力矩亦隨之減少 ( $p<0.001$ )。

橢圓機運動時，步幅高度的改變對於質量中心的移動量並無顯著影響，由於站立期踝關節承受大部分的體重，因此主要是藉由擺盪腳來做推進的動作。當步幅高度增加，下肢關節擺盪期彎曲角度隨之增加，步幅的變化也不會影響運動穩定度，其主要影響下肢關節擺盪期關節角度以及站立前期踏板反作用力向後分量，進而影響關節力矩的表現。擺盪期，步幅高度增加時會使踏板的垂直位置與髖關節的距離減少，因而增加髖關節與膝關節彎曲角度以及髖關節外展角度。當步幅增加會微量減少步長，並使得踏板反作用力往後分量減少，因此在擺盪後期下肢關節處於較彎曲之姿勢，且踏板反作用力往後分量減少的情況下，會增加此時期髖關節伸展力矩並減少膝關節伸展力矩。

#### 四、結論與建議

橢圓機最大的優勢在於產生低衝擊力，對於髖關節與膝關節外展肌群之負荷亦較小。但橢圓機運動在運動過程中膝關節持續且較步行大的伸直力矩，可能增加髌骨-股骨間關節的壓力以及此關節退化的危險性。所以使用橢圓機時必須審慎考量訓練目標，並且考量使用者關節及軟組織的功能，才能在達到最佳訓練效果下避免運動傷害，尤其將橢圓機運動應用於病人時，更要謹慎評估，才能提供安全的運動環境。

#### 五、參考文獻

- Sporting Goods Manufacturers Association. (2006) *Sports Participation Topline Report*. Washington, DC: Sporting Goods Manufacturers Association, p. 2.
- Stalzer, S., M. Wahoff, M. Scanlan, and P. Dravovitch. (2005) Rehabilitation after hip arthroscopy. *Oper Tech Orthop*. 15:280-289.
- Cuff, D. J., A. Iganszewski, G. S. Meneilly, H. D. Tildesley, A. Martin, and J. J. Frohlich. (2003) Effective exercise modality to reduce insulin resistance in women with type 2 diabetes. *Diabetes Care*. 26:2977-2982.

Shelbourne, K. D., T. D. Henne, and T. Gray. (2006) Recalcitrant patellar tendinosis in elite athletes: surgical treatment in conjunction with aggressive postoperative rehabilitation. *Am J Sports Med*. 34:1141-1146.

Egana, M. and B. Donne. (2004) Physiological changes following a 12 week gym based stair-climbing, elliptical trainer and treadmill running program in females. *J Sports Med Phys Fitness*. 44:141-146.

te gait data analysis technique: application to knee osteoarthritis. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers Part H - Journal of Engineering in Medicine* 218, 271-279.

#### 六、致謝

感謝名躍國際健康科技股份有限公司提供橢圓機及自行車暨健康科技工業研究發展中心提供之六軸測力單元以利於本研究之進行。

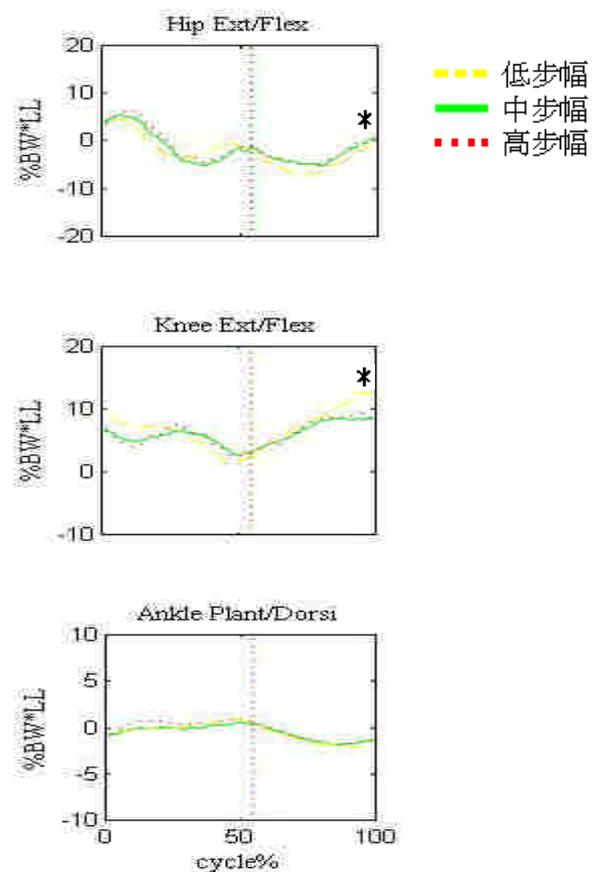


圖 2 類步行橢圓機運動，步幅高度於 13、15 與 17 公分時之關節力矩（顏色由淺至深分別為低步幅、中步幅與高步幅，\*： $p<0.05$ ）