

# 穿著高跟鞋於上下階梯時對下肢肌肉的影響

## Effects of wearing high-heeled shoes on lower limb muscles during stair ascent and descent

高敬棠, 洪維憲\*, 蘇韻筑, 陳奎汝

中國醫藥大學 運動醫學系, 台中市北區學士路 91 號

\*通訊作者 email: whhong@mail.cmu.edu.tw

### 摘要

本研究的目的是在測試穿著高跟鞋於上下樓梯時對下肢肌肉活化的影響。徵召 8 位健康平常有穿著高跟鞋習慣的女性, 利用可攜式記錄器搭配肌電訊號(EMG)感測元件和一雙軸電子量角器提供肌電訊號及膝關節角度的同步收集。使用可攜式資料記錄器擷取受測者在下肢肌肉包括: 股內斜肌(VMO)、股外肌(VL)、腿後肌(HAM)、脛前肌(TA)、內側腓腸肌(MGM)、及外側腓腸肌(LGM)。實驗過程請受測者赤腳或穿著 3.5 吋高跟鞋分別完成平地行走、上樓梯及下樓梯的動作。結果顯示平地走路時, 穿著高跟鞋時下肢肌肉皆大於赤腳時( $p < 0.05$ ); 上下樓梯時除了 VMO 或 HAM 外, 穿著高跟鞋肌肉活化皆大於赤腳時( $p < 0.05$ ); 同時 VMO、VL、和 MGM 的活化皆會明顯增加。結論: 穿著高跟鞋將增加下肢肌肉的負荷, 特別在上下樓梯時, 結果易造成肌肉疲勞及膝關節的負荷, 長期使用可能造成累積性傷害, 因此, 女性選擇鞋子時應注意到鞋跟的高度。

關鍵詞: 上下樓梯、肌電圖、高跟鞋

### Abstract

The purpose of this study was to investigate effects of wearing high-heeled shoes on lower limb muscles during stair ascent and descent. Eight healthy females with wearing high-heeled shoes regularly were recruited. The study onsite measured EMGs and knee angles of subjects using a portable data logger. The EMG measures included vastus medialis oblique (VMO), vastus lateralis (VL), hamstrings (HAM), tibialis anterior (TA), medial gastrocnemius (MGM), and lateral gastrocnemius (LGM). EMG data were collected when the subjects walked level, ascended and descended stairs in two conditions: barefoot and wearing high-heeled shoes (3.5 inches). The results showed that the level ground walking, lower limb muscle activations at wearing high-heeled shoes are larger than at barefoot ( $p < 0.05$ ). When ascended and descended stairs; muscle activations at wearing high-heeled shoes are larger than at barefoot except for VMO or HAM ( $p < 0.05$ ). Moreover, more activation are found in VMO, VL, and MGM activations during stair ascent and descent. Conclusion: wearing high heels will increase the load on the lower limb muscles, especially in stair ascent and descent, results in accelerating muscle fatigue and increasing knee joint loading, and long-term use may cause cumulative injury. Therefore, women should be aware of the high-heeled problems when choosing shoes.

Keywords: Stair ascent and descent, Electromyography, High-heeled shoes

### 1.前言

美國足部醫學協會(American Podiatric Medical Association, APMA)發現在 503 位女性中, 72% 穿著高跟鞋有一段時間, 其中 39% 的人則是每天穿著(APMA, 2003)。這表明大多數女性認為高跟鞋是時髦的, 且讓自己看起來比較高(Ebbeling et al., 1994)。然而這可能引起肌肉骨骼疾病, 造成足部

變形和下肢肌肉的不平衡(Frey et al., 1993; Dawson et al., 2003), 但這些不利的影響似乎並沒有阻止女性繼續穿著高跟鞋(Linder and Saltzman, 1998)。

平地行走(level walking)及上下樓梯(stair ascent and descent)是日常生活最常見的活動。上樓梯比平地行走更費力, 因為它更需要額外能量及向

前推進以提升身體(Spanjaard et al., 2007)。研究顯示上樓梯時的最大膝屈曲角度和力矩是平地行走的3倍(Andriacchi et al., 1980)；而膝伸肌如股內斜肌(vastus medialis oblique, VMO)、和股外肌(vastus lateralis, VL)和腿後肌(hamstrings, HAM)的活化顯著增強(Reeves et al., 2007)，同時VMO和VL間的活化強度及活化時間點不平，導致膕骨外移，同時由於增加膝伸肌力矩導致重複應力作用在膝關節上，這情形也發生在下樓梯時(Andriacchi et al., 1980)。然而，只有研究針對穿高跟鞋上樓梯時的運動學及動力學的研究(Esenyel et al., 2003; Opila-Correia, 1990)，少數針對下肢肌電圖的分析，而此研究只針對上樓梯時卻無下樓梯時時(Yoon et al., 2009)。因此，本研究在測試穿著高跟鞋於上下樓梯時對下肢肌肉活化的影響，以了解穿著高跟鞋上下樓梯時的著地策略，提供女性穿著高跟鞋之參考。

## 2. 方法

### 2.1. 受測者

8位健康的女性，平均年齡 $22.3 \pm 3.2$ 歲，平均身高 $161.2 \pm 5.0$ 公分，體重 $45.5 \pm 4.8$ 公斤，收案條件：平常有穿高跟鞋的習慣，且有平均3.5吋細跟高跟鞋，六個月內無下肢神經肌肉骨骼疾病與傷害，過去無任何嚴重的骨骼肌肉疾病經驗。每位受試者實驗前均須閱讀受試者須知，最後簽者受試同意書。

### 2.2. 儀器設備

可攜式記錄器搭配肌電訊號(EMG)感測元件(SX230, BioMetrics Ltd., UK)和一雙軸電子量角器(SX65, BioMetrics Ltd., UK)提供肌電訊號及膝關節角度的同步收集。使用可攜式資料記錄器擷取受測者在下肢肌肉包括：股內斜肌(VMO)、股外肌(VL)、腿後肌(HAM)、脛前肌(tibialis anterior, TA)、內側腓腸肌(medial gastrocnemius, MGM)、及外側腓腸肌(lateral gastrocnemius, LGM)。肌電訊號感測元件依據該公司建議之使用方式，先以醫學用雙面膠帶黏附於上肢肢段上，再用透氣膠帶於外部加強固定；此外，須有一接地訊號線接至肢體接近骨頭突出部位，方可降低外在雜訊之干擾。感測元件黏貼安置完畢之後，需於進行資料擷取前先對各肌電訊號進行現場簡易校正；資料擷取同時並以數位攝影機進行數位攝影，記錄動作姿勢以作為往後資料分析參考比對之用。

### 2.3 實驗流程

1. 說明實驗動作、程序：和受試者說明此實驗需要的動作要求，並告之實驗流程及注意事項，以確定受試者熟悉實驗程序。
2. 記錄受試者的基本資料：量測人體的計測資料，包括年齡、身高、體重、腿長、膝寬及踝寬等。
3. 接著在受測者下肢貼電子量角器及六個肌肉位置的肌電圖電極，貼好電極後進行各肌肉之最

大自主收縮(Maximal Voluntary Contraction, MVC)的測試。

4. 請受測者以隨機方式選擇二種狀況：赤腳和穿著高跟鞋。
5. 測量動作包括平地行走、上下樓梯，二個動作的順序也是隨機分配，而每個動作試驗三次，每次動作結束後休息一分鐘。

## 2.4 資料處理與分析

步態分析的週期定義是從一腳的腳跟開始接觸地面(heel strike)至腳尖離地(toe off)為止稱為著地期(stance phase)，而從腳尖離地到腳跟再度接觸地面為止稱為擺動期(swing phase)。上、下樓梯的週期定義為一腳接觸階梯開始至腳尖離地稱為著地期，當這腳從腳尖離地至接觸到下一階梯為止稱為擺動期。

Viewlog 分析軟體結合影片及訊號的同步分析本研究記錄器以1000Hz 取樣頻率擷取訊號，連續記錄之資料相當龐大，資料分析中透過Viewlog分析軟體批次處理功能。於擷取之前先對各角度及肌電訊號進行簡易校正，作為單位轉換與最大自主收縮百分比(Maximum Voluntary Contraction, %MVC)計算之依據；為量化作業中肌肉活動程度(EMG)及肢體角度資料，資料分析前先行對所擷取之各訊號進行位準校正、單位轉換、低通濾波(5Hz)等訊號處理；對EMG之處理而言，則進行位準校正、%MVC正規化等處理過程，圖1為各週期下肢肌肉活化的圖形，圖中粗黑橫線的範圍為分析此範圍的最大EMG值。

## 2.5 統計分析

利用SPSS 12.0統計軟體以相依樣本t檢定(pair t test)檢定在不同動作下各肌群的EMG在赤腳和穿高跟鞋間的比較，統計檢定採用 $P < 0.05$ 作為顯著水準。

## 3. 結果與討論

圖1為在三種不同動作過程中下肢肌肉活化的情形。平地行走及上樓梯時VMO及VL在著地初期有最大的活化為產生向心收縮；而下樓梯時兩肌肉則在著地後膝關節最大彎曲時產生最大的離心收縮。HAM穿著高跟鞋時不管在平地行走及上、下樓梯在著地末期皆會產生較大的收縮；而在走路及上樓梯時最大的腓腸肌活化在著地末期(terminal stance)，而下樓梯時則在擺動末期(terminal swing)，可能是下樓梯時為能安全有效地接觸下一階需先腳尖接觸，此時產生最大的踝關節蹠曲(plantar flexion)，需最大腓腸肌的活化。而在上、下樓梯時VMO、VL及腓腸肌在上、下樓梯時皆可能超過100%MVC。

圖2為平地行走時穿著高跟鞋和赤腳間最大肌肉活化的比較。各下肢肌肉在穿著高跟鞋時皆明顯大於赤腳時( $p < 0.05$ )，值得注意的是MGM和LGM

活化於過程中可能大於 100%MVC。

圖 3 為上樓梯時穿著高跟鞋和赤腳間最大肌肉活化的比較。除了 VMO 和 HAM 外，其餘穿著高跟鞋時皆大於赤腳時( $p < 0.05$ )；而穿著高跟鞋時 VMO、VL、MGM 和 LGM 活化更是明顯增加。

圖 4 為下樓梯時穿著高跟鞋和赤腳間最大肌肉活化的比較。除了 VMO 外其餘肌肉的 EMG，穿著高跟鞋時皆大於赤腳時( $p < 0.05$ )；其中 VMO、VL、和 MGM 活化更是明顯增加。

圖 5 為三種不同動作時穿著高跟鞋和赤腳間 VMO/VL ratio 的比較。在平地行走及上樓梯的 VMO/VL ratio，穿著高跟鞋時明顯大於平地行走時( $p < 0.05$ )。

有研究顯示女性股四頭肌的慢肌比例較高，而股四頭肌在走路和上下樓梯時扮演重要角色 (Staron et al., 2000; O'Reilly et al., 1998)；此肌肉無力將直接降低執行日常生活的活動的功能 (Bean et al., 2002)。研究顯示穿著高跟鞋上樓梯鞋跟接觸階梯時，VMO 和 VL 的活化明顯高於無接觸時 (Yoon et al., 2009)，這和我們高跟鞋和赤腳比較情形有相似結果。上樓梯時高跟鞋提昇身體到至下一階，而增加身體重心和膝關節間的距離，造成膝屈曲力矩的增加 (Yoon et al., 2009)，有研究說明上樓梯時最大膝屈曲力矩是平地行走的 3 倍 (Andriacchi et al., 1980)，增加膝關節的負荷。而 VMO 和 VL 經常被比較，特別在膕股骨疼痛 (patellofemoral pain) 的患者，主要是這類患者一般 VMO 較無力，因此臨床上都強調在 VMO 復健作為治療膕股骨疼痛 (McConnell, 1996)。我們研究顯示正常人 VMO/VL ratio 在平地行走、上下樓梯時這比率皆大於 1.0；當 VMO 無力時，此指標就會下降。

穿著高跟鞋造成質量中心的改變，須藉由提高肌肉活化來維身體的穩定平衡。穿著高跟鞋於平地走路時腓腸肌活化會顯著增加，這是為什麼高跟鞋穿久後主要在小腿疼痛；而穿高鞋上、下樓梯時、VMO、VL 和腓腸肌活化皆會顯著增加 (Yoon et al., 2009)，這可能是造成股四頭肌容易疲勞的原因，特別在下樓梯時，由於股四頭肌是處於離心收縮的情況，過大的負荷可能會造成肌肉累積性的傷害。

#### 4. 結論

穿著高跟鞋將增加下肢肌肉的負荷，特別在上下樓梯時，此過程中 VMO、VL 及腓腸肌可能會超過 100%MVC，結果易造成肌肉疲勞及膝關節的負荷，長期使用可能造成累積性傷害，因此女性選擇鞋子時應注意到鞋跟的高度。

#### 參考文獻

1. American Podiatric Medical Association (APMA). 2003 High heel survey. [http://www.apma.org/s\\_apma/doc.asp?CID=1233&DID=17112](http://www.apma.org/s_apma/doc.asp?CID=1233&DID=17112). 2003/.
2. Andriacchi TP, Andersson GB, Fermier RW, et al. A study of lower-limb mechanics during stair-climbing. *J Bone Joint Surg Am* 1980;62:749-57.
3. Bean JF, Kiely DK, Herman S, Leveille SG, Mizer K, Frontera WR, et al. The relationship between leg power and physical performance in mobility-limited older people. *J Am Geriatr Soc* 2002;50:461-7.
4. Dawson J, Juszczak E, Thorogood M, et al. An investigation of risk factors for symptomatic osteoarthritis of the knee in women using a life course approach. *J Epidemiol. Community Health* 2003;57: 823-30.
5. Ebeling CJ, Hamill J, Crussemeyer JA. Lower extremity mechanics and energy cost of walking in high-heeled shoes. *J Orthop Sports Phys Ther* 1994;19:190-6.
6. Esenyel M, Walsh K, Walden JG, et al. Kinetics of high-heeled gait. *J Am Podiatr Med Assoc* 93:27-32, 2003.
7. Frey C, Thompson F, Smith J, et al. American Orthopaedic Foot and Ankle Society Women's Shoe Survey. *Foot Ankle* 1993;14:78-81.
8. Linder M, Saltzman, CL. A history of medical scientists on high heels. *Int J Health Serv* 1998;28:201-25.
9. McConnell J. The advanced McConnell patellofemoral treatment plan. Course notes. Lidcombe, NSW, Australia: University of Sydney; 1996.
10. Opila-Correia KA. Kinematics of high-heeled gait. *Arch Phys Med Rehabil* 1990;71:304-9.
11. O'Reilly SC, Jones A, Muir KR, Doherty M. Quadriceps weakness in knee osteoarthritis: the effect on pain and disability. *Ann Rheum Dis* 1998;57:588-94.
12. Reeves ND, Spanjaard M, Mohagheghi AA, et al. Older adults employ alternative strategies to operate within their maximum capabilities when ascending stairs. *J Electromyogr Kinesiol* 2007.
13. Spanjaard M, Reeves ND, van Dieën JH, et al. Gastrocnemius muscle fascicle behavior during stair negotiation in humans. *J Appl Physiol* 2007;102:1618-23.
14. Staron RS, Hagerman FC, Hikida RS, et al. Fiber type composition of the vastus lateralis muscle of young men and women. *J Histochem Cytochem* 2000; 48:623-9.
15. Yoon JY, An DH, Yoo WG, Kwon YR. Differences in activities of the lower extremity muscles with and without heel contact during stair ascent by young women wearing high-heeled shoes. *J Orthop Sci* 2009;14:418-22.

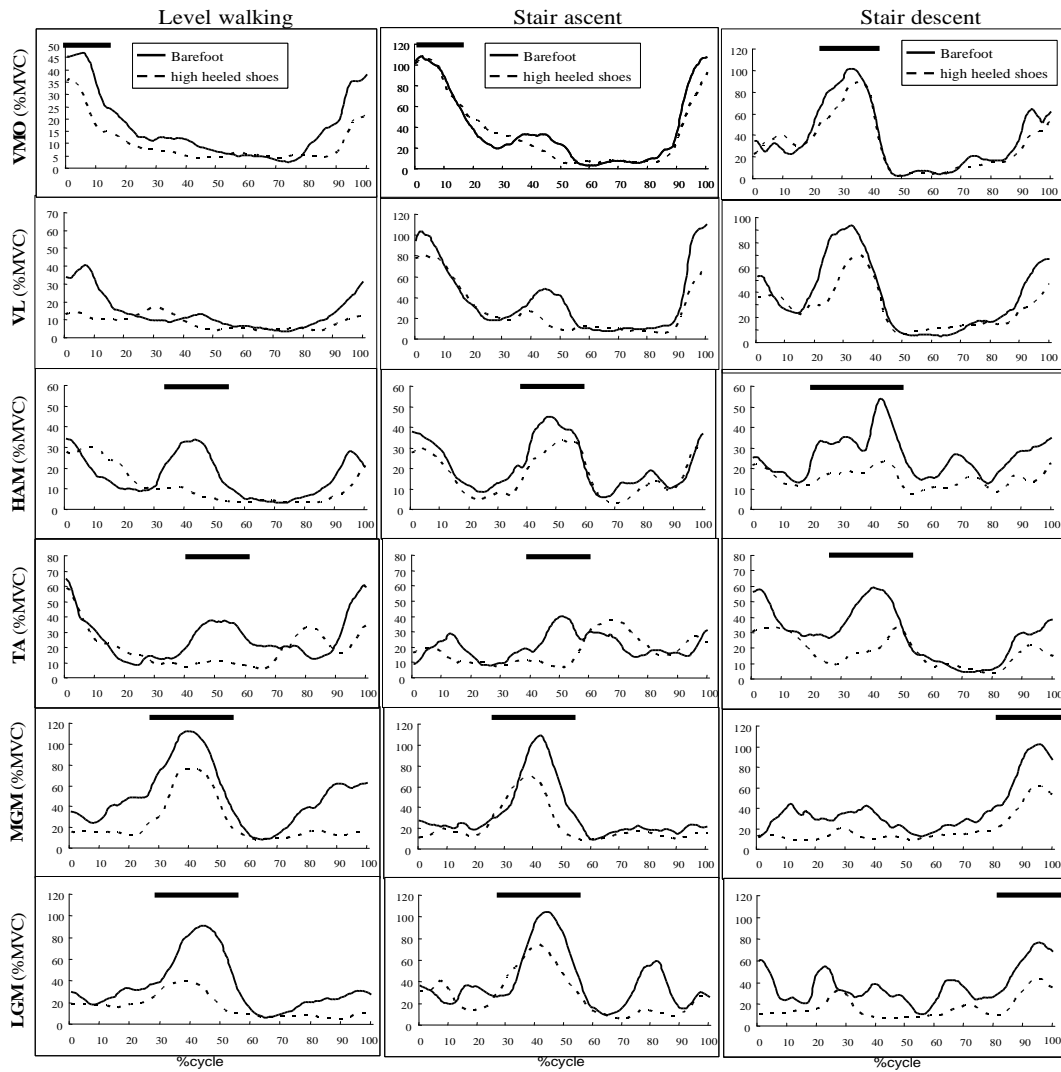


圖 1. 在三種不同動作過程中下肢肌肉活化的情形；黑色粗橫線為分析參數值的位置

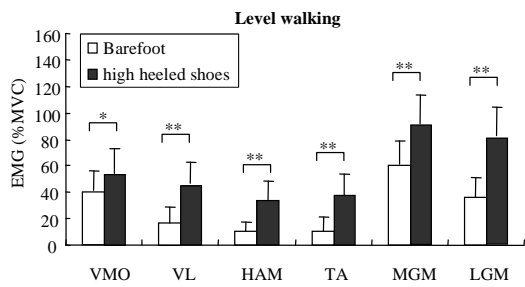


圖 2. 平地行走時穿著高跟鞋和赤腳間最大肌肉活化的比較

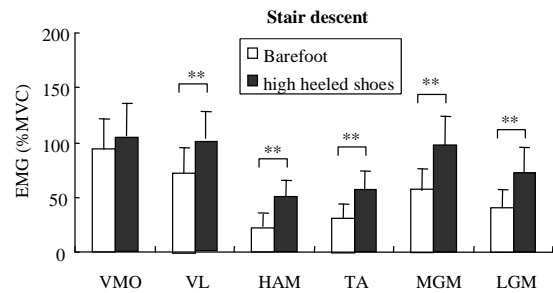


圖 4. 下樓梯時穿著高跟鞋和赤腳間最大肌肉活化的比較

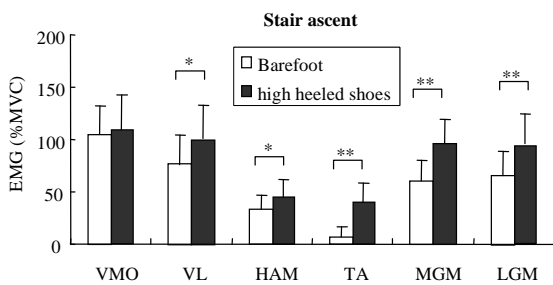


圖 3. 上樓梯時穿著高跟鞋和赤腳間最大肌肉活化的比較

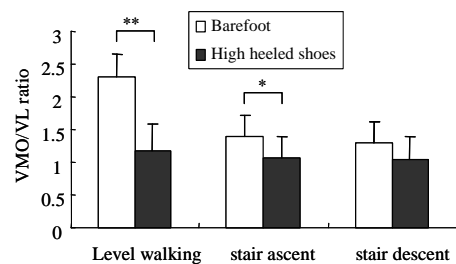


圖 5. 三種不同動作時穿著高跟鞋和赤腳間 VMO/VL ratio 的比較