

穿著壓縮腿套對肌肉損傷與踝臂脈波傳導速率之影響 Effects of lower limb compression garments on muscle damage and brachial-ankle pulse wave velocity

¹林世仁 Shi-Ren Lin¹ 王鶴森 Ho-Seng Wang*

¹國立臺灣師範大學體育學系 Department of Physical Education, National Taiwan Normal University

投稿日期：2017 年 5 月；通過日期：2017 年 7 月

摘 要

結論：探討下坡跑運動時穿著壓縮腿套對運動後誘發肌肉損傷及動脈硬化指標-踝臂脈波傳導速率 (brachial-ankle pulse wave velocity, baPWV) 的影響。**方法：**12 名無規律運動習慣之成年男性，採隨機方式於運動中單腳穿著壓縮腿套 (試驗腳)，以另一腳為控制腳，接受一次 70 % 保留心跳率 (70 %HRR) 強度，坡度為 -10 度之 30 分鐘原跑步機下坡跑運動，並於下坡跑運動前 (前測) 及下坡跑運動後 24 小時 (後測) 分別進行依變項的檢測，檢測項目包含：肌酸激酶、baPWV、酸痛指數、主動關節活動度、肌肉腫脹圍、最大自主等長收縮肌力及超音波股直肌肌肉厚度。**結果：**1、下坡跑運動後 24 小時之 CK 值 (467.08 ± 229.64 U/L) 顯著高於前測 (240.92 ± 189.67 U/L) ($p < .05$)；2、baPWV 在試驗處理及時間因子的交互作用未達顯著，僅時間因子顯示後測的 baPWV (1110.71 ± 51.30 cm/s) 顯著高於前測 (1042.92 ± 38.17 cm/s; $p < .05$)；3.酸痛指數、主動關節活動度、肌肉腫脹圍、最大自主等長收縮肌力及超音波股直肌肌肉厚度等在試驗處理及時間因子亦無交互作用存在，且試驗處理之主要效果亦未達顯著 ($p > .05$)。**結論：**穿著壓縮腿套並無法減緩下坡跑運動所引起的肌肉損傷，及隨後的延遲性肌肉酸痛與暫時性的 baPWV 上升之現象。

關鍵詞：壓縮服飾、離心運動、延遲性肌肉酸痛、動脈硬化

壹、緒論

近年來運動風氣盛行，運動人口逐年成長，人們希望藉由運動促進身體健康，達到預防或改善心血管疾病、糖尿病與高血壓等疾病的好處 (Barnes, & Schoenborn, 2012)。雖然運動有許多正面的效益，但一般運動愛好者或運動員，可能會因長時間的運動訓練或比賽激增的運動量及強度，或從事不熟悉的動作形式及離心運動，導致肌纖維結構受到輕微的損傷，稱之為運動誘發肌肉損傷 (exercise-induced muscle damage, EIMD)，它會引起延遲性肌肉酸痛 (delayed onset muscle soreness, DOMS) 的產生，使身體機能短暫下降，對運動員而言會影響到運動表現，對一般民眾則將影響其日常生活品質。通常在 EIMD 後 24 至 72 小時 DOMS 的現象會達到高峰，同時也可以伴隨觀察到肌肉發炎指標肌酸激酶 (creatinine kinase, CK) 之濃度上升、肌肉力量與關節活動度 (range of motion, ROM) 下降，以及損傷之肌肉腫脹，而這些指標通常

於第 5 至 7 天後逐漸恢復 (Howatson, & Van Someren, 2008; Nikolaidis et al., 2008; Lee, Bae, Hwang, & Kim, 2015)。為了減緩因 DOMS 所產生的酸痛感及肌肉力量的流失，先前有許多研究採取不同的療法來觀察 DOMS 的變化，包括：冷療法 (泡冰水)、熱療法、伸展療法等 (Connolly, Sayers, & McHugh, 2003; Cheung, Hume, & Maxwell, 2003)，不過這些方法對減緩 DOMS 卻僅有些許的效果，有些甚至沒有幫助。

壓縮服飾 (compression garments, CG) 是給予身體表面施加器械性的壓力，穩定或支撐身體的運動服飾，依穿著部位又可以分為上半身的壓縮衣及下半身的壓縮褲、壓縮腿套及壓縮襪。其中壓縮褲又包含長度至大腿以及長度至小腿之壓縮褲；而壓縮腿套又包含大腿之壓縮腿套、小腿之壓縮腿套以及涵蓋大腿與小腿之壓縮腿套等。過往，壓縮褲主要用於臨床醫療上，由 Herzog (1993) 提出穿著包覆小腿的壓縮襪可

*通訊作者: 王鶴森 Email: memory061017@gmail.com

地址：106 台北市大安區和平東路 1 段 162 號

改善血液流動，並幫助靜脈血液回流。而後 Brennan and Miller (1998) 研究穿著漸進式壓力的壓縮褲，發現具有防止血栓形成、促進心血管循環的效果。接著研究開始探討運動中穿著壓縮褲的效益，有研究指出運動中穿著壓縮褲可減少跑步時的能量消耗 (Bringard, Perrey, & Belluye, 2006)。不過，穿著壓縮褲對減緩 DOMS 的現象，目前仍然沒有定論，部分研究對運動中穿著壓縮褲提出支持的結果 (Goh, Laursen, Dascombe, & Nosaka, 2011; Valle et al., 2013)，也有一些研究認為並無影響 (Sperlich et al., 2013)。造成此結果不一致可能的原因為：(一) 受試者間個別的差異 (包括：年齡、身高、體重、體能水準及運動的方式) (Hill, Howatson, Van Someren, Leeder, & Pedlar, 2014; Beliard et al., 2015)；(二) 重複訓練效應 (Howatson, Van Someren, & Hortobagyi, 2007)；(三) 安慰劑效應 (Jakeman, Byrne, & Eston, 2010)。此外，先前的研究幾乎都是以雙腳穿著或未穿著的實驗處理方式進行，僅有 Valle et al., (2013)，採用單腳穿著之設計，將大腿壓縮短褲隨機裁掉一邊，以穿著腳為試驗腳，未穿著腳為控制腳之實驗設計，藉此排除受試者間的差異，其研究使用肌肉生檢的方法觀察兩隻腳細胞發炎指標 (myeloperoxidase (MPO) 和 CD3)，結果認為運動中穿著壓縮褲可有效減緩 EIMD 所引起的發炎現象，不過，該研究並無常見之酸痛指數、肌肉腫脹圍 (muscle swelling circumferences, MSC)、股直肌肌肉厚度、主動關節活動度 (active range of motion, AROM)、最大自主等長收縮力量 (maximal voluntary isometric contractions, MVIC) 等常見於評估 DOMS 指標之相關結果，因此本研究希望實施單腳穿著壓縮腿套，並藉由下坡跑誘發 DOMS 後，觀察穿著壓縮腿套對上述指標的影響。

脈波傳導率 (pulse wave velocity, PWV) 為非侵體性測量動脈硬化的方式，方法簡易且能精確判斷是否有動脈硬化之現象，被認為是用來判斷動脈硬化程度最理想的指標 (Blacher, Asmar, Djane, London, & Safar, 1999)。PWV 又可分為中心 PWV (carotid-femoral pulse wave velocity, cfPWV)、踝股 PWV (femoral-ankle pulse wave velocity, faPWV) 及踝臂 PWV (brachial-ankle pulse wave velocity, baPWV)，且三者間經實驗證實呈正相關 (Tanaka et al., 2009; Choo et al., 2014)。由於 baPWV 的檢測方式簡易且迅速，只需脈壓帶固定於四肢，就能觀察到動脈順應性，是能用來快速評估心血管疾病的有效方法，其正常值應小於

1400 cm/s (Yamashina et al., 2003)。先前有研究表明，從事單次離心運動後 24 與 48 小時的 PWV 皆顯著高於運動前，且 CK 的反應與 PWV 的增加呈正相關 (Barnes, Trombold, Dhindsa, Lin, & Tanaka, 2010)。Barnes et al., (2010) 認為單次離心運動會導致血管功能降低而引起 PWV 上升，亦即產生短暫動脈硬化現象，而此現象是否可藉由穿著壓縮褲來促進血液回流，進而增加血管的順應性而獲得改善，目前仍然不清楚。因此，本研究目的為單腳穿著的壓縮腿套，進行下坡跑運動以誘發肌肉損傷，觀察壓縮腿套是否可有效減緩 EIMD 後 PWV 的上升與降低肌肉損傷的程度。

貳、方法

一、研究對象

無規律運動習慣共 12 名男性 (23.0 ± 2.8 歲；身高 174.9 ± 5.0 公分；體重 70.1 ± 9.3 公斤)，並符合下列條件的自願參與者。本研究對象納入條件為：(一) 無規律運動者；(二) 無心血管疾病、糖尿病、呼吸功能障礙、胸痛、神經肌肉及骨關節疾病史者；(三) 無抽菸及喝酒習慣者；(四) 無服用心血管疾病之藥物；(五) 無醫師診斷為不適宜運動，且無行動障礙者。

二、實驗方法與步驟

(一) 實驗設計

本研究採用 XOU (澳洲) 之壓縮腿套，壓力值為 21-23 mmHg，長度涵蓋大腿及小腿。受試者先於下坡跑運動前完成前測後，依隨機分配方式讓受試者僅於左腳或右腳穿著壓縮腿套，以穿著腳為試驗腳，未穿著腳為控制腳，並於完成下坡跑後立即脫下壓縮腿套，後續在 24 小時後回實驗室完成後測。

(二) 下坡跑運動誘發 DOMS

每位受試者進行下坡跑運動前先採臥姿安靜休息 10 分鐘，再以中指與食指放置橈動脈或頸動脈量測 15 秒之脈搏，依量測數值乘以 4，所得數值為安靜心跳率，並計算最大預估心跳率 ($220 - \text{年齡}$) 後，接續計算保留心跳率 (heart rate reserve, HRR) (最大心跳率 - 安靜心跳率)，再以 HRR 計算出 70 % 目標心跳率 (target heart rates, THR)，然後使用特殊訂製鐵架將 Momentum T5 跑步機 (Momentum T5 Smooth Fitness, Taiwan) 架起，並設置在 -10 度的斜度，進行 30 分鐘的下坡跑運動，以讓受試者誘發 DOMS (Frimpong et al., 2013)。進行 30 分鐘的下坡跑運動時，會先讓受試者在跑步機上以 4.0 km/hr 速度進行 5 分鐘的熱身，隨後依受試者的目標心跳率予以調整跑步機的速度，並

讓受試者的心跳率控制於 ± 5 次/分之範圍內。

(三)依變項測量

1. 血液採集：由護士在受試者之肘靜脈抽取 5 ml 血液樣本，隨後將血清管置入離心機 (RPM 2000) 15 分鐘後抽出血清，並放入 -70°C 冰箱保存，於日後統一分析CK。CK的檢測採乾式化學法進行，使用儀器為全自動生化分析儀 VITROS5-1 FS (Ortho-Clinical Diagnostics, Inc, USA)，使用試劑為 Vitros Chemistry Products CK slides，檢測極限之最低濃度為 20 U/L。
2. 運動自覺努力量表：本研究使用之 RPE 為 Borg 量表 (6-20)，詢問時間點為運動結束前 1 分鐘詢問。
3. 肌肉腫脹圍：量測方式為受試者原地站立，測量髂前上棘 (anterior superior iliac spine, ASIS) 至髌骨上緣，並取兩點之間的中點，用記號筆進行標記，之後進行大腿圍量測，量測兩次取平均值作為受試者肌肉腫脹程度的判別，量測單位為公分。
4. 股直肌肌肉厚度：係以 MyLabTMFive 超音波儀 (Esaote Europe B.V., Maastricht, Netherlands) 進行檢測，量測方式為受試者仰臥於床上，並在髂前上棘至髌骨上緣取兩點之間的中點，用記號筆進行標記，確保兩次量測皆為相同位置。採用 18mhz 線性探頭，分別拍攝垂直面與水平面之肌肉並記錄股直肌之肌肉厚度。
5. 酸痛指數及主動關節活動度：採視覺類比量表 (visual analogue scale, VAS)之方式，讓受試者主觀的評估肌肉酸痛程度。評估時，讓受試者側躺，接續請受試者小腿後勾接近臀部，當受試者後勾過程中，出現大腿酸痛的情形時即停止後勾，維持三秒後讓受試者畫出量表上酸痛情形，「0」為無酸痛感，「10」為非常酸痛 (Maridakis, O'Connor, Dudley, & McCully, 2007)，隨後保持此位置，並使用 true angle goniometer 關節活動度量尺進行量測，最後由終點角度減去起點角度，即為主動關節活動度。
6. 最大自主等長收縮力量：
 - (1) 熱身活動：測試前需在跑步機以 4.0 km/hr 進行 5 分鐘的動態熱身及 5 分鐘腿部的靜態伸展，共 10 分鐘的標準化熱身，刺激肌肉進入準備狀態。
 - (2) 檢測方法：本研究使用 Biodex 等速肌力分析系

統 (System 3 Pro, Biodex Medical Systems, Inc, USA) 進行檢測。受試者臀部與軀幹需固定並緊靠於座椅上，設定關節活動範圍 (0-90 度)，膝關節彎曲於 70 度測試位置，接受三次測驗，且每次需進行最大努力等長收縮並維持 3 秒鐘，次與次間隔 1 分鐘，取 3 次加總平均值作為受試者 MVIC (Maridakis et al., 2007)。

7. 50%MVIC-酸痛指數：後測時，增加實施依前測所得之 MVIC，計算受試者個別之 50 %MVIC，然後依最大自主等長力量測試實施過程，且受試者需觀看儀器螢幕中的力量曲線圖，當達到 50 %MVIC 時即維持 3 秒，讓受試者畫出量表上酸痛情形，「0」為無酸痛感，「10」為非常酸痛，以記錄 50 %MVIC 的肌肉酸痛程度。
8. baPWV 檢測：本研究採取非侵體性方式，以 Colin VP-1000 (Colin Co.Ltd, Komaki, Japan)檢測動脈硬化程度。受試者以臥姿安靜休息 5 分鐘後開始量測，測量環境為一個安靜且完全獨立的房間，由固定一位測量員實施標準施作流程並記錄結果 (Tomiyama et al., 2003)。

三、資料處理

本研究所得結果以 SPSS 23.0 統計套裝軟體進行考驗與分析，所有測得之數據皆以平均數 (M) 標準差 (SD) 進行描述性統計。除運動後 24 小時 CK 值及試驗腳與控制腳運動中的 RPE 與運動後 24 小時的 50 %MVIC-酸痛指數係採相依樣本 t 檢定進行考驗外，其餘依變項係採重複量數二因子變異數分析，考驗試驗處理因子 (試驗腳與控制腳) 及時間因子 (前測與後測) 之交互作用顯著情形。本研究之事後比較採杜凱法進行，顯著水準訂為 $\alpha = .05$ 。

參、結果

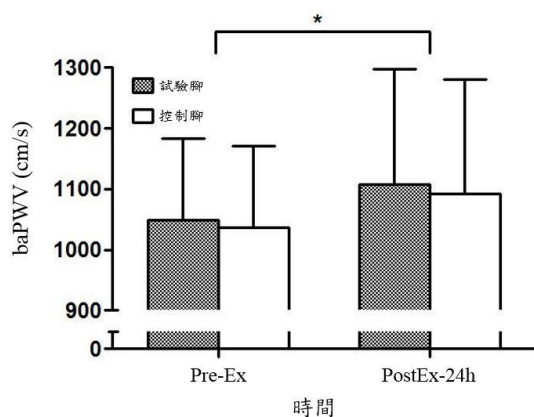
一、肌酸激酶 (CK)

本研究運動中穿著壓縮腿套實驗在下坡跑運動前 (240.92 ± 189.67 U/L) 與運動後 24 小時 (467.08 ± 229.64 U/L) 所測得 CK 之數值，經相依樣本 t 檢定分析後，達顯著差異 ($t = -48.4, p < .05$)。

二、踝臂脈波傳導速率 (baPWV)

本研究在下坡跑運動前和運動後 24 小時所測得 baPWV 之數值，經由重複量數二因子變異數分析後，交互作用未達顯著 ($F = 0.12, p > .05$)，主要效果部分，試驗腳與控制腳兩者也未達顯著 ($F = 2.52, p > .05$)，僅時間因子有顯著差異 ($F = 6.33, p < .05$)，經事後比

較發現，運動後 24 小時之 baPWV (1110.71 ± 51.30 cm/s；試驗腳 1120.58 ± 179.68 cm/s、控制腳 1100.83 ± 180.34 cm/s) 顯著高於運動前 (1042.92 ± 38.17 cm/s；試驗腳 1049.00 ± 133.81 cm/s、控制腳 1036.83 ± 134.22 cm/s)，如圖一所示。



圖一、有 (試驗腳) 無 (控制腳) 穿著壓縮腿套之 baPWV 變化

*表示運動前與運動後 24 小時有顯著差異 ($p < .05$)；註：Pre-Ex，運動前；PostEx-24h，運動後 24 小時

三、主觀指標：RPE、50% MVIC-酸痛指數、酸痛指數

本研究下坡跑運動時的 RPE (試驗腳： 15.17 ± 2.44 、控制腳： 14.50 ± 1.98)、後測的 50 %MVIC-酸痛指數 (試驗腳： 5.53 ± 1.30 、控制腳： 5.44 ± 1.27) 經相依樣本 t 檢定分析後，皆未達顯著差異 ($p > .05$)。而在酸痛指數的部分，酸痛指數的試驗處理因子與時間因子之交互作用未達顯著 ($p > .05$)，僅時間因子的主要效果達顯著，亦即運動後 24 小時雙腳的酸痛指數皆顯著上升，但試驗腳與控制腳間並無顯著差異，如表一所示。

四、其他客觀指標：MSC、AROM、MVIC、股直肌厚度

在客觀指標的部分，MSC、AROM、MVIC、股直肌厚度，經由重複量數二因子變異數分析後，交互作用皆未達顯著，僅時間因子達顯著差異，經事後比較後發現，MSC 在運動後 24 小時，顯著高於運動前 (試驗腳增加 0.7%、控制腳增加 1.2%)、AROM 在運動後 24 小時顯著低於運動前 (試驗腳減少 6.3%、控制腳減少 6.5%)、MVIC 在運動後 24 小時顯著低於運動前 (試驗腳減少 22.1%、控制腳減少 20.4%)、股直肌厚度在運動後 24 小時顯著高於運動前 (試驗腳增加 3.9%、控制腳增加 3.0%)，如表一所示。

表一、運動中穿著壓縮腿套實驗之各項指標變化

依變項	時間	運動前 (基礎值)	運動後 24 小時	F
肌肉腫脹圍 (MSC) (公分)	試驗腳	53.25 ± 4.22	$53.63 \pm 4.35^*$	3.72
	控制腳	52.98 ± 4.31	$53.64 \pm 4.14^*$	
酸痛指數 (0-10)	試驗腳	1.90 ± 1.33	$4.71 \pm 1.84^*$	1.09
	控制腳	2.15 ± 1.35	$4.40 \pm 1.41^*$	
主動關節活動 度 (AROM) (度)	試驗腳	121.08 ± 7.77	$113.42 \pm 8.13^*$	0.01
	控制腳	120.08 ± 5.79	$112.25 \pm 5.01^*$	
最大自主等 長收縮力量 (MVIC) (Nm)	試驗腳	206.88 ± 44.05	$161.08 \pm 43.18^*$	0.08
	控制腳	216.24 ± 48.14	$172.03 \pm 54.41^*$	
股直肌厚度 (公厘)	試驗腳	24.03 ± 2.46	$24.96 \pm 2.70^*$	0.69
	控制腳	24.13 ± 3.32	$24.86 \pm 2.92^*$	

*表示運動前與運動後 24 小時有顯著差異 ($p < .05$)

肆、討論

本研究目的為單腳穿著的壓縮腿套，進行下坡跑運動以誘發肌肉損傷，觀察壓縮腿套是否可有效減緩 EIMD 後 PWV 的上升與降低肌肉損傷的程度。離心運動會誘發 DOMS 現象的產生，促使血液中的 CK 上升，而 CK 的上升是用來評估肌肉損傷情形的重要指標 (Totsuka, Nakaji, Suzuki, Sugawara, & Sato, 2002)。雖然本研究在下坡跑運動後，同樣觀察到運動後 24 小時 CK 值的上升，不過因本研究實驗設計採取單腳穿著壓縮腿套進行下坡跑運動，因此 CK 上升僅是用來說明受試者確實有肌肉損傷的情形，並非用來比較穿著壓縮腿套對 CK 可能產生的影響。

由於先前文獻指出，從事下坡跑運動後所造成的肌肉損傷，會促使 PWV 在運動後 24 和 48 小時明顯上升 (Barnes et al., 2010)，可能與下坡跑後誘發 DOMS 所造成身體的急性發炎有關。因此本研究於下坡跑運動中，給予穿著壓縮腿套處理，觀察是否能抵抗激烈運動後所造成的肌肉損傷，進而促使 baPWV 上升的風險，結果顯示，運動後 24 小時 baPWV 試驗腳上升 6.8%，控制腳上升 6.2%，但兩腳間並無顯著差異，顯示在運動中穿著壓縮腿套並無法減緩肌肉損傷後所引起的 baPWV 之上升。

運動中穿著壓縮腿套並不會影響 RPE 的結果，及代表穿著壓縮腿套並不會降低運動中的疲勞感，此結果與先前文獻的結果類似 (Ali, Caine, & Snow, 2007; Ali, Creasy, & Edge, 2011)，但也與部分的文獻研究結果相異 (Duffield, Cannon, & King, 2010; Goh et al., 2011; Sperlich et al., 2013)，而造成此相異結果的可能原因，先前有文獻認為穿著經驗也會是影響主觀指標的因素之一，若過去皆無穿著壓縮服飾經驗的人，在

穿著壓縮服飾進行運動時,穿著組的 RPE 會顯著高於未穿著組。由於本研究所招募之受試者過去亦皆無穿著壓縮服飾之經驗,與上述實驗條件類似,因此本研究穿著壓縮腿套之試驗腳與控制腳在進行下坡跑運動時的 RPE 並無顯著差異,也可能是受到穿著經驗的影響。另外,本研究在運動後 24 小時測量的 50% MVIC-酸痛指數結果同樣顯示,兩腳之間並無顯著差異 ($p > .05$),表示運動中穿著壓縮腿套也不會降低 24 小時後腿部自主等長施力時的酸痛感。

本研究的結果與先前文獻並不一致, Ali et al., (2007) 使用 14 名規律運動的男性,穿著壓縮襪進行 10 公里的跑步運動,實驗結果認為穿著壓縮襪可降低運動中的酸痛指數,後續 Ali, Creasy, and Edge (2010) 實驗結果也支持穿著壓縮襪可以降低運動中的酸痛指數,推測造成不一致的影響原因或許與壓力值有關。Ali et al., (2011) 的研究結果認為穿著輕度 (12-15 mmHg) 與中度 (18-21 mmHg) 壓力值的壓縮襪感覺較舒適,而重度 (23-32 mmHg) 則感覺較不舒適,且對運動表現(跳躍高度)並無幫助,而本研究所使用壓縮腿套的壓力值為 21-23 mmHg,與上述文獻比較,壓力值接近為重度,可能是影響酸痛指數的原因之一。

不過,有別於其他研究多以不同個體雙腳穿著壓縮褲所進行的研究設計,本研究採取單腳穿著之設計,藉此可以排除個體的性別、體能水準、訓練量及運動努力程度等的差異所帶來的實驗結果之可能干擾,有鑑於本研究在運動中的 RPE,運動後 24 小時的酸痛指數與 50% MVIC-酸痛指數等主觀指標,試驗腳並未有較佳改善之結果,因此本研究認為運動中穿著壓縮腿套並不會為上述之主觀指標帶來正面的效益。

文獻指出從事下坡跑運動後會促使 AROM、MVIC 下降及 MSC 上升 (Howatson, & Van Someren, 2008; Nikolaidis et al., 2008; Lee et al., 2015),而本實驗藉由穿著壓縮腿套觀察對上述客觀指標的影響,對於 AROM 與 MSC 的部分,本研究結果顯示,運動中穿著壓縮腿套並無法減緩 AROM 的下降及 MSC 的上升,故壓縮腿套並無法有減緩 DOMS 損傷之作用;而在 MVIC 的部分, Lee et al., (2015) 使用 18 位手球選手進行一場上、下半場各 30 分鐘,共 60 分鐘的手球比賽,並分別於運動前與運動後量測 MVC (最大力量收縮),實驗結果發現穿著壓縮腿套可以減緩 MVC 的下降,然而此現象與本研究結果並不符合,可能是因為受試者的族群,或者是運動方式所造成的肌肉損傷程度不

一,導致研究結果不一致。不過若從先前同樣使用下坡跑運動的類似研究, Valle et al., (2013) 使用 15 位足球選手作為受試對象,採用單腳穿著之設計,將大腿壓縮短褲隨機裁掉一邊,並在跑步機上進行 10 分鐘自選速度的下坡(-10 度) 走路熱身,隨後使用 73 % 最大攝氧量進行 40 分鐘下坡跑運動,所有受試者完成運動後立即脫下壓縮褲,並於運動後 24 與 48 小時,以肌肉生檢的方法觀察兩隻腳細胞發炎指標 (MPO 和 CD3) 及 MRI 觀察大腿肌肉纖維的損傷程度,結果發現試驗腳的 MPO、CD3 及大腿肌肉纖維的損傷程度,顯著低於控制腳,研究結果支持運動中穿著壓縮褲可有效減緩 EIMD 所引起的發炎現象,作者推論是穿著壓縮服飾可減少肌肉的振盪,進而減輕 EIMD 的產生;雖然本研究 and Valle et al., (2013) 所觀察的指標並不一樣,不過 RPE、MSC、MVIC、股直肌厚度、酸痛指數、50% MVIC-酸痛指數等是常見的評估 DOMS 之指標,而根據本研究結果顯示出,壓縮腿套對這些指標並無正面效益,亦即無法減輕 EIMD,由於 Valle 等和本研究同為在跑步機進行下坡跑運動 (-10 度),除了本研究的受試族群為一般人而 Valle 為運動員之外,本研究的相對運動強度與持續時間也相較 Valle et al., (2013) 的研究低,或許也是研究結果不一致的可能影響因素。

超音波影像因具由操作簡便,價錢合理,且可依照施測者的需求進行不同切面的檢查,加上解析度的提升,讓影像變得更加清晰,近年來被廣泛用來檢查骨骼肌肉系統。本研究讓受試者在運動前與運動後 24 小時接受超音波掃描,藉此觀察壓縮腿套的效益,結果顯示試驗腳與控制腳在運動後 24 小時的股直肌肌肉厚度皆顯著增加 ($p < .05$),但兩者之間並無顯著差異,代表運動中穿著壓縮腿套並無法減緩肌肉的腫脹,亦即無法減緩肌肉的損傷程度。因此,從本實驗的結果認為,無論是主觀指標的感受 (RPE、酸痛指數、50 %MVIC-酸痛指數),或是客觀指標 (AROM、股直肌厚度、MSC、MVIC、baPWV),在運動中穿著壓縮腿套並未能對這些指標帶來實質的效益。

伍、結論與建議

依據本研究的結果與討論,顯示運動中穿著壓縮腿套 (廠牌 XOU) 並不會影響受試者在主觀指標 (RPE、酸痛指數及 50 %MVIC-酸痛指數) 及客觀指標 (AROM、MVIC、MSC、股直肌厚度及 baPWV) 的改變,因此,穿著壓縮腿套並無法減緩下坡跑運動所引

起的肌肉損傷，及隨後的延遲性肌肉酸痛與暫時性的baPWV上升之現象。

引用文獻

- Ali, A., Caine, M. P., & Snow, B. G. (2007). Graduated compression stockings: Physiological and perceptual responses during and after exercise. *Journal of Sports Sciences*, 25(4), 413-419.
- Ali, A., Creasy, R. H., & Edge, J. A. (2010). Physiological effects of wearing graduated compression stockings during running. *European Journal of Applied Physiology*, 109(6), 1017-1025.
- Ali, A., Creasy, R. H., & Edge, J. A. (2011). The effect of graduated compression stockings on running performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(5), 1385-1392.
- Barnes, J. N., Trombold, J. R., Dhindsa, M., Lin, H. F., & Tanaka, H. (2010). Arterial stiffening following eccentric exercise-induced muscle damage. *Journal of Applied Physiology*, 109(4), 1102-1108.
- Barnes, P. M., & Schoenborn, C. A. (2012). *Trends in adults receiving a recommendation for exercise or other physical activity from a physician or other health professional*. US Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Health Statistics.
- Beliard, S., Chauveau, M., Moscatiello, T., Cros, F., Ecartot, F., & Becker, F. (2015). Compression garments and exercise: No influence of pressure applied. *Journal of Sports Science & Medicine*, 14(1), 75-83.
- Blacher, J., Asmar, R., Djane, S., London, G. M., & Safar, M. E. (1999). Aortic pulse wave velocity as a marker of cardiovascular risk in hypertensive patients. *Hypertension*, 33(5), 1111-1117.
- Brennan, M. J., & Miller, L. T. (1998). Overview of treatment options and review of the current role and use of compression garments, intermittent pumps, and exercise in the management of lymphedema. *Cancer*, 83(12), 2821-2827.
- Bringard, A., Perrey, S., & Belluye, N. (2006). Aerobic energy cost and sensation responses during submaximal running exercise—positive effects of wearing compression tights. *International Journal of Sports Medicine*, 27(5), 373-378.
- Cheung, K., Hume, P. A., & Maxwell, L. (2003). Delayed onset muscle soreness. *Sports Medicine*, 33(2), 145-164.
- Choo, J., Shin, C., Barinas-Mitchell, E., Masaki, K., Willcox, B. J., Seto, T. B., ... & Mackey, R. H. (2014). Regional pulse wave velocities and their cardiovascular risk factors among healthy middle-aged men: A cross-sectional population-based study. *BMC Cardiovascular Disorders*, 14(1), 1-8.
- Connolly, D. A., Sayers, S. E., & McHugh, M. P. (2003). Treatment and prevention of delayed onset muscle soreness. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 17(1), 197-208.
- Duffield, R., Cannon, J., & King, M. (2010). The effects of compression garments on recovery of muscle performance following high-intensity sprint and plyometric exercise. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13(1), 136-140.
- Frimpong, E., Antwi, D. A., Asare, G., Antwi-Boasiako, C., & Dzudzor, B. (2013). Effects of acute eccentric exercise stimulus on muscle injury and adaptation. *Journal Exercise Physiology online*. 16(6), 18-30.
- Goh, S. S., Laursen, P. B., Dascombe, B., & Nosaka, K. (2011). Effect of lower body compression garments on submaximal and maximal running performance in cold (10 °C) and hot (32 °C) environments. *European Journal of Applied Physiology*, 111(5), 819-826.
- Herzog, J. A. (1993). Deep vein thrombosis in the rehabilitation client: Diagnostic tools, prevention, and treatment modalities. *Rehabilitation Nursing*, 18(1), 8-11.

- Hill, J., Howatson, G., Van Someren, K., Leeder, J., & Pedlar, C. (2014). Compression garments and recovery from exercise-induced muscle damage: A meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 48(18), 1340-1346.
- Howatson, G., Van Someren, K., & Hortobagyi, T. (2007). Repeated bout effect after maximal eccentric exercise. *International Journal of Sports Medicine*, 28(7), 557-563.
- Howatson, G., & Van Someren, K. A. (2008). The prevention and treatment of exercise-induced muscle damage. *Sports Medicine*, 38(6), 483-503.
- Jakeman, J. R., Byrne, C., & Eston, R. G. (2010). Efficacy of lower limb compression and combined treatment of manual massage and lower limb compression on symptoms of exercise-induced muscle damage in women. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(11), 3157-3165.
- Lee, Y. S., Bae, S. H., Hwang, J. A., & Kim, K. Y. (2015). The effects of kinesio taping on architecture, strength and pain of muscles in delayed onset muscle soreness of biceps brachii. *Journal of Physical Therapy Science*, 27(2), 457-459.
- Maridakis, V., O'Connor, P. J., Dudley, G. A., & McCully, K. K. (2007). Caffeine attenuates delayed-onset muscle pain and force loss following eccentric exercise. *The Journal of Pain*, 8(3), 237-243.
- Nikolaidis, M. G., Jamurtas, A. Z., Paschalis, V., Fatouros, I. G., Koutedakis, Y., & Kouretas, D. (2008). The effect of muscle-damaging exercise on blood and skeletal muscle oxidative stress. *Sports Medicine*, 38(7), 579-606.
- Sperlich, B., Born, D. P., Swarén, M., Kilian, Y., Geesmann, B., Kohl-Bareis, M., & Holmberg, H. C. (2013). Is leg compression beneficial for alpine skiers? *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 5(1), 1-12.
- Tanaka, H., Munakata, M., Kawano, Y., Ohishi, M., Shoji, T., Sugawara, J., ... & Ozawa, T. (2009). Comparison between carotid-femoral and brachial-ankle pulse wave velocity as measures of arterial stiffness. *Journal of Hypertension*, 27(10), 2022-2027.
- Tomiyama, H., Yamashina, A., Arai, T., Hirose, K., Koji, Y., Chikamori, T., ... & Hinohara, S. (2003). Influences of age and gender on results of noninvasive brachial-ankle pulse wave velocity measurement: A survey of 12517 subjects. *Atherosclerosis*, 166(2), 303-309.
- Totsuka, M., Nakaji, S., Suzuki, K., Sugawara, K., & Sato, K. (2002). Break point of serum creatine kinase release after endurance exercise. *Journal of Applied Physiology*, 93(4), 1280-1286.
- Valle, X., Til, L., Drobnic, F., Turmo, A., Montoro, J. B., Valero, O., & Artells, R. (2013). Compression garments to prevent delayed onset muscle soreness in soccer players. *Muscles, Ligaments and Tendons Journal*, 3(4), 295-302.
- Yamashina, A., Tomiyama, H., Arai, T., Hirose, K. I., Koji, Y., Hirayama, Y., ... & Hori, S. (2003). Brachial-ankle pulse wave velocity as a marker of atherosclerotic vascular damage and cardiovascular risk. *Hypertension Research*, 26(8), 615-622.

Effects of lower limb compression garments on muscle damage and brachial-ankle pulse wave velocity

¹Shi-Ren Lin ¹Ho-Seng Wang*

¹Department of Physical Education, National Taiwan Normal University

Submit date : May 2017 ; Qualified date : July 2017

Abstract

Introduction: To investigate the effects of downslope jogging, with compression leggings, on exercise-induced muscle injury and an arteriosclerosis marker, brachial-ankle pulse wave velocity (baPWV). **Methods:** Twelve adult men with no habit of regular exercise were randomized to wear a compression leggings on one leg (test leg), while their other leg was designated as the control leg. These subjects underwent 30 minutes of downslope jogging exercise on a treadmill with 70% heart rate reserve (70% HRR) intensity and a gradient of -10° . Dependent variable tests were carried out prior to the simulation of downslope jogging (pre-test) and 24 hours after the simulation of downslope jogging (post-test). The test items included: creatine kinase (CK), baPWV, soreness index, active joint mobility, muscle swelling circumference, maximum autonomous isometric contraction muscle strength, and ultrasonic rectus muscle thickness. **Results:** a) The CK values at 24 hours after downslope (467.08 ± 229.64 U/L) jogging were significantly higher than those during the pre-test period (240.92 ± 189.67 U/L) ($p < 0.05$). b) The interaction effects of experimental treatment and time factor on baPWV did not reach a level of significance, with only the time factor showing the post-test baPWV (1110.71 ± 51.30 cm/s) as being significantly higher than the pre-test baPWV (1042.92 ± 38.17 cm/s; $p < .05$). c) No interaction effects between experimental treatment and time factors were found with respect to soreness index, active joint mobility, muscle swelling circumference, maximum autonomous isometric contraction muscle strength, and ultrasonic rectal muscle thickness. None of the major effects of the experimental treatment were significant ($p > 0.05$). **Conclusion:** Wearing compression leggings did not decrease muscle damage caused by downslope jogging, nor did it reduce subsequent delayed-onset muscle soreness and temporary baPWV rise.

Keywords: compression garment, eccentric exercise, delayed-onset muscle soreness, arteriosclerosis
