

壓力褲壓力對運動能力表現與服裝舒適性之研究

The Effects of Compression Tights Pressure on the Athletic Performance and Clothing Comfort

古德興, 虞秉儒

Te-Hsing Ku, Bing-Ru, Yu
輔仁大學織品服裝學系

Department of Textiles and Clothing, Fu Jen Catholic University
古德興 077637@mail.fju.edu.tw

摘要

本研究之目的為探討腿部穿著壓力褲對於跑步時的運動表現和舒適性之影響。受試者招募為平時有有氧運動習慣之男性；4位受測者年齡在22~27歲之間， VO_2Max 平均為 $45 \pm 4 (\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{Min}^{-1})$ 。受試者穿著無壓力褲(CO)和高壓力褲(CT)以最大攝氧量(VO_2Max)測試並篩選受測者。再以目標攝氧量60%進行40分鐘跑步實驗。使用運動心肺系統，採用每次呼吸測量法(一口氣法)，對呼吸過程中氣體的流量、 O_2 濃度、 CO_2 濃度、心臟參數等參數進行資料的蒐集。本研究以代謝當量(METs)表示運動的能力。跑步過程中評估服裝體感溫濕度與舒適性。實驗結果穿著高壓力的壓力褲在中運動強度(60% VO_2)運動表現沒有幫助，整體體感舒適性運動中較為舒適。

關鍵字：壓力褲、運動表現、服裝舒適性

Abstract

The study aims to the athletic performance of running exercise with different pressure levels of compression tights. The subjects be enrolled in this study were males with aerobic exercise habit in normal time, and screened with VO_2 Max testing. Four subjects in this study aged from 22 to 27, the average VO_2 Max are were $45 \pm 4 (\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{Min}^{-1})$. In main testing procedure, the subjects who wear regular and compression tights respectively, and running with 60% exercise intensity of VO_2 Max in 40 minutes. During the running exercise, the data of breathing air volume, O_2 concentration, CO_2 concentration, heart beats were collected by cardiopulmonary function system. In this study, METs were adopted to indicate the athletic performance; moreover, the evaluation of clothing comfort with body sensible temperature and humidity were performed. The results show that wearing compression tights with 60% exercise intensity of VO_2 Max which improve the athletic performance has not be proved. However, the performance in clothing comfort is better than the control group.

Keyword: Athletic Performance, Compression Tights, Clothing Comfort

前言

跑步運動是現代人經常休閒運動的選擇，在台灣每年路跑的公開活動逐年增加，有越來越多的人投入慢跑運動。隨著國民對於運動涉入程度的提升，對於慢跑運動服飾的期待也就越高。為了讓自己在運動時能有更好的表現，已經有很多人在運動時穿著壓力褲。穿著壓力褲進行跑步運動、自行車運動、籃球運動等等。運動用壓力褲(compression tights)材質大多以人造纖維聚酯纖維或尼龍纖維與彈性纖維織造，使人體穿著時感受到壓力。依照 Ali(2011)定義壓力範圍分為低壓(12~15mmHg)、中壓(18~21mmHg)、高壓(23~32mmHg)[4]和漸進式壓力(從 B 點腳踝最小圍到 G 點站立時跨下 5cm 處逐漸梯度下降)。本研究探討高壓壓力褲和無穿著壓力褲再慢跑運動中生理的差異。

目前壓力褲的產品優勢有提升血液流動速度[5]增加淋巴的循環，因而減少下肢水腫[1,2]；加速血乳酸代謝以增加運動疲勞後的恢復[3]。由於下肢受壓力褲壓力的影響提升關節本體覺及肌肉協調性[6]可以增加運動表現；穩定包覆肌肉減少震動，避免因肌肉運動時震動而做的虛功[7]。

運動心肺功能測試(cardiopulmonary exercise testing)可以測量受測者在運動過程中的生理反應，運動心肺儀可以定量評估多種資料。本研究主要評估有氧運動能力、運動時心跳的變化。

運動強度的替代方法是由[11]代謝當量值(metabolic equivalents；METs)。1MET 是表示休息狀態時的能量消耗，METs 是指每分鐘每公斤(受試者體重)消耗 3.5ml 的氧氣量(3.5ml/kg/min)。

$$\text{消耗的熱量(cal)} = \text{VO}_2(1/\text{min}) \times 5 \times 40(\text{min})$$

呼吸交換率(Respiratory exchange ratio, RER)表示外呼吸過程中肺內每分鐘 CO₂ 排除量與每分鐘 O₂ 攝取量的比值

$$\text{RER} = \text{VCO}_2 / \text{VO}_2$$

心搏量(Stroke volume, SV)是指每次心跳時從左心室打出的血量，SV 是舒張末期血量與收縮末期血量的差別。因為壓力褲具有增加靜脈血液回流的優點，減少乳酸的堆積；本研究觀察一般程度的受試者穿著壓力褲後的運動表現。

實驗

一、實驗材料

- (1) 實驗組：壓力褲材質是 20%彈性纖維、80%聚酯纖維
- (2) 對照組：無壓力褲是 20%彈性纖維、80%尼龍纖維
- (3) 上衣:100%聚酯纖維寬鬆修身版型

二、研究對象

年齡滿 20 歲到 30 歲的男性受測者每週至少一次一小時以上有氧運動習慣之健康男性。無高血壓、糖尿病、心臟病病史，無肌肉痠痛、骨折，半年內沒受過外科手術者。

三、實驗設備

- (1) 運動心肺儀 Metalyzer3B 主機採用每次呼吸測量法(Breath by Breath)生產廠商為德國 CORTEX。
- (2) 心律 POLAR 表 0~240 次/分。
- (3) 溫濕度檢測設備 Physiological test on colighting comfort RS 英商歐諾時股份有限公司。原廠製造商 Maxim Integrated Products
- (4) 壓力量測設備：MST MK IV
- (5) 單點壓力感應測試系統，廠商型號 Tekscan / SA201

四、實驗步驟

整體實驗流程分成三個階段如圖 1 所示。第一階段篩選受測者：量測體重、身高、體脂肪，以此判斷體型。穿著自己平時跑步運動時的衣服進行 Bruce Protocol (1973)登階測試[8,9,10]，是一個多重階段的原地跑步機流程，速度從 0 開始維持三分鐘靜止。第一階段期間 1~3 分鐘以 1.7mph 的速度在 10%坡度上走路；第二階段(4~6 分鐘)增加坡度 2%和 2.5mph 的速度；接著每三分鐘同時提升速度 0.8mph 與 2%坡度。每次提升皆由程式自動控制。直到判別受測者已達精疲力竭程度，取 VO₂ 最大值為最大攝氧量。

VO₂max 判定標準：

- (1) 每分鐘最高心跳數達(220-年齡)*95%以上
- (2) 運動負荷增加而耗氣量的增加小於每分鐘 150 ml 或 2.1 ml/kg.
- (3) 呼吸交換率 (RER) ≥ 1.1

- (4) 運動自覺量表 (RPE scale, 16 等第量表) ≥ 18
 (5) 主觀的疲勞表示無法繼續運動測驗。

以上條件至少滿足三項才可確認為 VO_2Max (ml/kg/min) 供後續分析。

最大攝氧量：依照 ACSM (American College of Sports Medicine) 心肺適能參考值判定受測者體能需達到等級一般平均值 32 以上才符合參予實驗的條件。

第二階段實驗設定：計算目標耗氧量[11]： $VO_2(mL \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}) = VO_2Max \times \text{預定的百分比}\%$ 。得出目標耗氧量帶入公式 $VO_2(mL \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}) = 0.2 \times \text{速度}(m \cdot min^{-1}) + 0.9 \times \text{斜度百分比} + 3.5$ 。可得出運動強度 60% 時所需設定的速度 $(m \cdot min^{-1})$ 再轉換成 $(km \cdot hr^{-1})$ 。正式實驗每位受測者接受兩次實驗，每次實驗穿著不同的壓力褲。實驗前先檢測受測者穿著後的壓力參照 RAL-GZ387/1，壓力量測三點分別是 B 點(小腿最小圍)、C 點(小腿最大圍)和 F 點(大腿圍 G 點~E 點中間)。

第三階段正式實驗：受試者著裝完成後，在跑台上進行 5 分鐘時速 6 公里的暖身(Warm up)慢跑，慢跑後進行拉筋約五分鐘。戴上呼吸面罩進行，血氧感測器進行實驗。實驗運動流程(Protocol) 0~3 分鐘 靜止狀態。第 3 分鐘跑步機啟動，開始連續 40 分鐘跑步運動。每 8 分鐘詢問受測者一次 RPE 自覺量表與服裝舒適性自覺表。第 43 分鐘進入緩和運動(cool-down) 緩速降低速度至停止。第 46 分鐘完全停止，請受試者坐在椅子上，並觀察心肺數據恢復的情況。第 56 分鐘實驗結束，可拆除所有感測器。第 64 分鐘實驗後問卷填寫

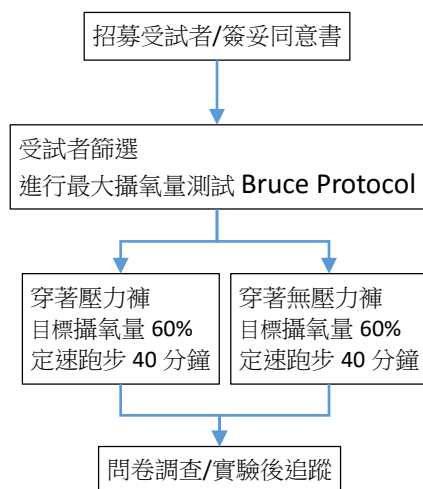


圖 1. 實驗流程

結果與討論

本研究進行穿著壓力褲對運動表現、服裝舒適與恢復能力的研究，共有四名男性受測者全程參與。每位受測者分為三個階段，第一階段招募並篩選受測者。第二階段最大攝氧量測試(VO_2Max)測量結果必須在 32 以上才納入收案條件。第三階段的正式實驗實際跑步 40 分鐘用受測者 60% VO_2 的目標攝氧量固定跑速進行。流程完畢後進行資料的蒐集，與問卷的填寫。

表 1. 受試者資訊

	平均值	範圍
年齡(year)	24.25	22~27
身高(cm)	168.225	163.7~173.8
體重(kg)	54.9	51.3~68.8
體脂肪(%)	14.975	7.4~19.9
$VO_2Max(m \cdot kg^{-1} \cdot Min^{-1})$	44.75	40~49

壓力測試：請受測者實驗前穿著壓力褲進行單點測試，測量單位是 mmHg，測量 B、C 和 F 點測試結果平均值在高壓(23~32mmHg)區間。

表 2. 壓力褲壓力實腳測試壓力紀錄

壓力褲量測點說明	壓力褲壓力值 (mmHg)	無壓力褲值 (mmHg)
B 點(腳踝最小圍長處)	22	0
C 點(小腿最大圍長處)	38	0
F 點(膝蓋中間點和站立時跨下 5cm 處的中點)	27	0

呼吸交換率(Respiratory exchange ratio, RER) 在 40 分鐘運動過程中，由於設定目標攝氧量在 60% VO_2 的狀態下，從圖 2、圖 3 觀察 RER 值穩定在 1~1.1 之間。

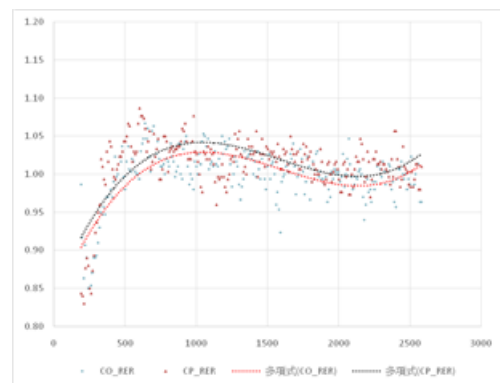


圖 2 穿著壓力褲和無壓力褲 RER 值之變化

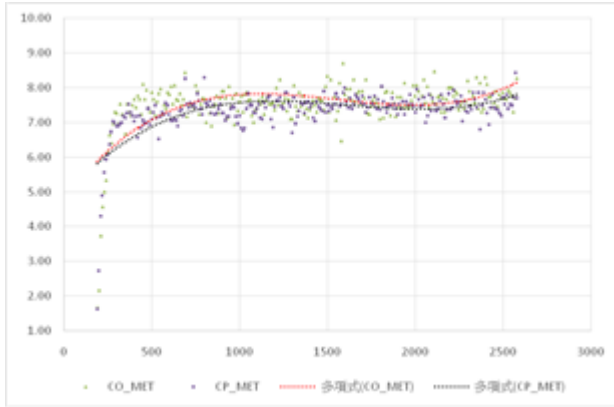


圖 3 穿著壓力褲和無壓力褲 METs 值之變化

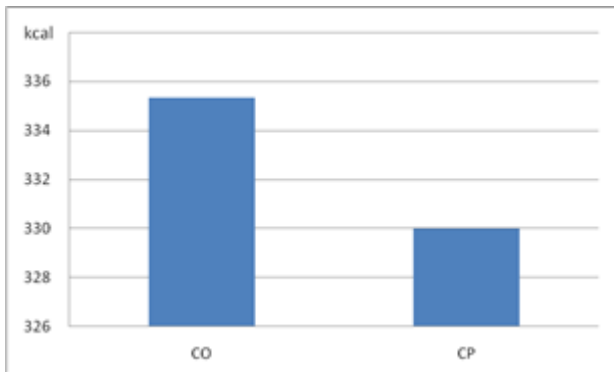


圖 4 運動過程消耗的熱量比較圖

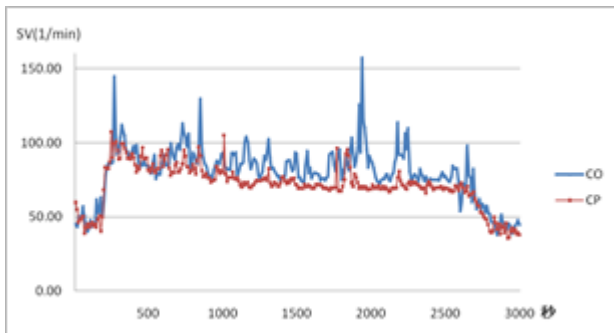


圖 5 運動過程心搏量 SV 變化

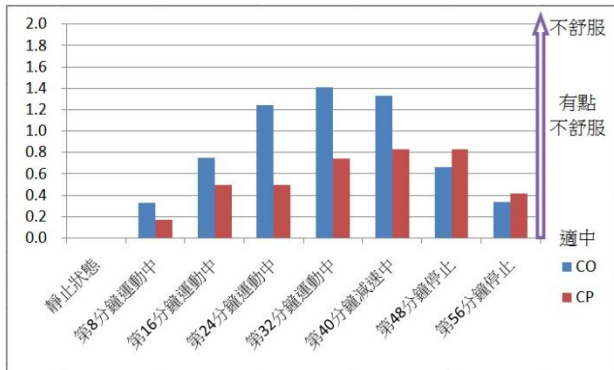


圖 6 運動過程服裝體感舒適性變化

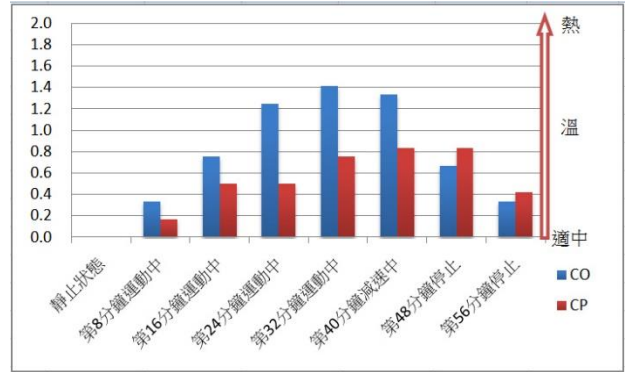


圖 7 運動過程服裝體感溫度變化

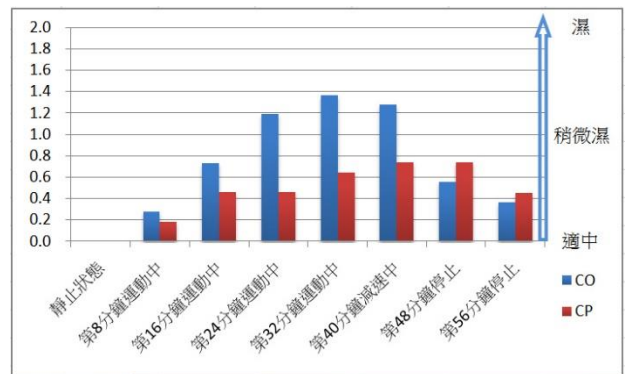


圖 8 運動過程服裝體感濕度變化

結論

1. 進行中強度定速跑步運動 40 分鐘 RER 維持在 1.00~1.05 之間，表示攝氧量和二氧化碳排除量進入平原期，呼吸狀態平穩。結果並沒有顯著差異。能量消耗以代謝當量(METs)表示運動過程中不會因為穿著壓力褲有顯著的差異，消耗熱量(kcal)有穿壓力褲(CP) 平均值 330kcal，沒穿壓力褲(CO)335kcal。所以運動時心肺能力上沒有顯著差異。但是心搏量(SV)有穿壓力褲較為穩定。
2. 溫度、濕度、舒適度在靜止狀態時沒有特別的感覺，在開始運動的 40 分鐘壓力褲(CP)的溫度、濕度、整體舒適度都優於沒穿壓力褲(CO)。反而在停止後的靜止狀態下沒穿壓力褲(CO)恢復舒適的情況較好。

參考文獻

1. Davies, Vanessa1, Thompson, Kevin, Cooper, Stephen-Mark. (2009).The Effects of Compression

- Garments on Recovery. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(6), 1786-1794.
2. Ali, A., Creasy, R. H., & Edge, J. A. (2010). Physiological effects of wearing graduated compression stockings during running. *European Journal of Applied Physiology*, 109, 1017-1025
 3. Kemmler, Wolfgang, Stengel, Simon von1, Köckritz, Christina1, Mayhew, Jerry, Wassermann, Alfred, Zapf, Jürgen. (2009). Effect of Compression Stockings on Running Performance in Men Runners *Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(1), 101-105.
 4. Ali Ajmol1, Creasy Robert H, Edge Johann A. (2011). The Effect of Graduated Compression Stockings on Running Performance *Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(5), 1385-1392.
 5. Vercruyssen, F., Easthope, C., Bernard, T., Hausswirth, C., Bieuzen, F., Gruet, M. & Brisswalter, J. (2014). The influence of wearing compression stockings on performance indicators and physiological responses following a prolonged trail running exercise. *European Journal of Sport Science*, 14(2), 144-150.
 6. Billy Sperlich, Matthias Haeghele, Silvia Achtzehna, John Linvilleb, Hans-Christer Holmbergc & Joachim Mestera. (2010). Different types of compression clothing do not increase sub-maximal and maximal endurance performance in well-trained athletes *Journal of Sports Sciences*. 28(6), 609-614.
 7. Christopher B. Copper, Thomas W. Storer. (2001). *Exercise Testing and Interpretation: A Practical Approach*.UK: Cambridge University Press
 8. 孫美蓮(2006)。不同評估心肺適能方法的強度關係。大專運動學刊，8卷1期，229-238頁。
 9. 劉錦福，林貴福(2007)。登階運動後不同恢復期心跳數與心肺耐力指數評估最大攝氧量。運動生理暨體能學報，6期，131-142頁。
 10. 劉錦謀，林貴福(2007)。不同登階高度與登階頻率之有氧適能表現研究。體育學報，40卷1期，29-38頁。
 11. 李水泉(譯)(民 101)。體適能與全人健康的理論與實務(原作者:Werner W.K.Hoeger, Sharon A.Hoeger)台北市:新加坡商聖智學習。(原作出版年:2012年)