

鞋墊介入拔河選手之足底壓力變化分析

國立臺灣體育運動大學 高明峰

國立臺灣體育運動大學 楊珏

摘要

本研究旨在瞭解足弓式鞋墊介入後在拔河選手足底壓力變化，以 7 名大學女子拔河選手 (20.09 ± 0.6 y; $159.43 \text{ cm} \pm 7.14 \text{ cm}$; $64.36 \text{ kg} \pm 7.94 \text{ kg}$)，進行六周的鞋墊介入對於足底壓力變化情形，運用光學感應式足壓機（每公分 25 個感應點）於受測之前、後期（以獨立樣本 t 考驗進行足底之左右腳的壓力百分比與足底各區壓力分佈進行使用鞋墊前後比較，進行差異比較。其研究結果發現使用鞋墊六周的壓力分區重心百分比測試中，在左腳壓力百分比($p=0.029$)、左腳後側區百分比($p=0.035$)、右腳百分比($p=0.030$)使用鞋墊前後在統計上皆有達到顯著水準($P<0.05$)。在雙腳足底壓力之壓力峰值百分比使用鞋墊前後呈現上左腳的藍區($p=0.005$)和左腳綠色區($p=0.048$)、右腳藍色區($p=0.005$)右腳綠色區($p=0.023$)以及雙腳的藍色區($p=0.000$)綠色區($p=0.003$)以及黃色區($p=0.047$)皆有達到統計上皆有達到顯著水準($P<0.05$)。結論鞋墊的使用對於拔河選手足底壓力分散有實質上的幫助。

關鍵字：光學感應式足壓機、壓力峰值百分比、壓力分區重心百分比

壹、緒論

足弓式鞋墊可給予足弓適當的支撐，其功能不但可達到調節吸震作用及平衡作用的效果，這對於選手在運動表現上可以提供良好的表現的基石。依照牛頓第三定律作用力等於反作用力，人類作用於地面的力量作用於足底時便會產生足底壓力，而關節的負荷及足底受力的分佈便可以使用足底壓力分析（羅明哲，2005）。因而可以從分析足底壓力得知人體在運動時給予地面所反饋回身體的力量。國內也針對幾項運動項目探討足底的壓力分佈與成績的相關性；周明熙（2008）研究 14 名甲組射箭選手分成開放式與閉鎖式兩種站姿，在滿弓期與放箭期分析足底壓力前足區足弓區足跟區的變化，研究發現開放式站姿比較好，因為基底寬度能讓重心穩定在中間的位置。邱文信（2009）研究 58 名大專女性投擲動作與前足、中足、後足分區上壓力分佈的差異，由距離遠近分成優秀組與普通組。研究發現優秀組在壓力中心移動有明顯優於普通組，表示腳步動作的明確與腰部旋轉動作有相關。從上述研究可知，由足底壓力的反饋以及重心位移的狀態可以影響選手在運動表現上的優異度。

每種運動項目的足底壓力分佈區塊也有所不同，有學者研究舉重選手抓舉動作與足底壓力分佈的情形，得以發現動作特性與壓力中心線之間的關係可瞭解不同動作特性之選手在足底壓力中心變化上之差異（劉于詮，2000）。洪毓智（2010）以 10 名國家女子足球隊球員做為受測者，將足底分成八個區塊，進行不同動作技術的足底壓力分析比較，結果表示力量時間積分、壓力峰值和接觸面積在不同區塊皆有顯著影響。Pedro, Salvador, Gaspar, Jose, Juan & Roland (2010) 以 15 名男子體操選手做為受試者進行落地動作至體操墊上收集墊子硬度給予足底壓力的反饋，將足底區分為 11 個區域，結果表示而體操選手的在落地時的壓力較多集中在外側蹠骨和內側蹠骨。由此可知足底壓力的呈現可得知選手動作時的施力位置的變化。

許多相關研究使用不同的測量足底壓力以及平衡能力之儀器，學者石翔至、謝仕福、林冠綸、相子元（2011）表示測量方式也從過去的油墨擷取足印至今日電子感應測量的系統儀器，其新式足印設備與統油墨轉印測量有高度相關性且在

使用上較為方便及環保。先前學者的研究大多以鞋墊式測量系統與測力板系統兩種儀器做測量分析，而本研究是以測力板式跑步機系統及光學式足壓機做為測量足底壓力中心及分區之分析儀器。鞋墊能達到吸震減壓的效果有益於預防運動對足部造成的傷害（林建宏，2005；張志凌，2008），因此步態足壓檢測，以及鞋墊的使用，是可以減少足部壓力過度集中在特定區域（劉怡君，1996）。且足底壓力的反饋不只能了解運動特性，在醫療上對降低與舒緩病痛有著極大的貢獻。Sneyers (1995) 評估下肢受傷的運動員發現單一局部壓力過大容易造成傷害，便指出分散足底壓力可以減少運動傷害的發生。現今有多位學者使用 3D 足部有限元素模型分析一般鞋墊、客製化鞋墊以及不同客製化鞋墊的型狀、材質及厚度等等，在這當中發現貼合足弓形狀的鞋墊對於分散足底壓力的效果最佳（Cheung et al, 2005; Cheung et al, 2008; Hsu et al, 2008）。

市面上販售的鞋款不下上萬種，而一雙舒適的鞋在結構上必定需經過多項特殊設計的配件所組成，而其中鞋墊不單單只是一項配件，更是分散足部壓力的重要角色。過去鞋墊研發市場在吸震力、舒適度及透氣度上費盡苦心的要帶給人類最優質的舒適感，但在壓力的分散上卻往往被忽視。經過多年研究發現今市面上已出現多種能分散足底受力的分佈並改變人體重心位置的多款新設計鞋墊，且在醫療層面更是進一步的突破，因為它不僅僅只是分散足底壓力也針對矯正做出特別的設計，若能將此設計運用在運動比賽中或許能成為突破成績提升運動表現的工具之一。

拔河運動的比賽過程中，除了保持低姿勢將重心穩定之外良好的肌力以及下肢的穩定性也是取的勝負的關鍵之一，依據平衡原理當靜態拔河姿勢達到水平時作用於地面的蹬立值會等於拔河繩拉力的水平分力（涂瑞洪，2001），針對穩定性的提升就力學之觀點可簡單分為三點，降低重心位置、增加重量及增加接觸底面積，且提出第三點來進行討論，增加接觸底面積亦指支撐面所接觸到的部分之邊緣連線所構成的區塊，若雙足所支撐基底區域較窄站立時會比較不穩定，當雙足支撐基底區域較寬，站立時較為穩定（林威秀、黎俊彥、鄭秀琴，2002）。所以假設拔河選手足部的接觸面積增加能促使穩定性提升，且因下肢穩定性提升進而影響拉力值發揮的空間。作為未來探討鞋墊的介入對於拔河選手日常足底壓力分散是否有影響，以舒緩運動傷害發生後的不適。因此本研究之研究目的在於比較穿

戴足弓式鞋墊之前後在拔河選手足底壓力面積的變化。

貳、研究方法

一、研究對象

7 名大學女子拔河選手 (20.09 y \pm 0.6 y ; 159.43 cm \pm 7.14 cm ; 64.36 kg \pm 7.94 kg)，進行六周的鞋墊介入對於足底壓力變化情形，受測者以雙腳與肩同寬雙眼注視前方一點之站姿站立至機台上三秒後立即取得足壓資料，每份資料收集三次以取用平均值。運用光學感應式足壓機（旭鋒科技，台灣，機台尺寸:55cm*45cm*10cm，每公分 25 個壓力感應點）於受測之前、後期，每次測試前皆會使用內建軟體進行光源校正，以獨立樣本 t 考驗進行足底之左右腳的壓力百分比與足底各區壓力分佈進行使用足墊前後比較，進行差異比較，受測者的身體特徵如表 1 所示。

二、實驗儀器

光學式動態足底壓力檢測儀：旭鋒科技研發，台灣生產，機台尺寸 55cm*45cm*10cm，機台重量 7kg，機台最大承重 200kg，足型測量誤差度 ± 1 ，每公分 25 個壓力感應點，可收集彩色、灰階、裸足影像，為行政院衛生署第一等級醫療器材許可證衛署醫器製壹字第 004426 號。而本研究只使用彩色影像收集壓力百分比及壓力分佈分散之情形。

三、資料收集

本研究以光學感應式足壓機於穿戴鞋墊之前、後進行足底壓力之分佈情形，將就足底之左右腳的壓力百分比與足底各區壓力分佈進行資料收集（圖 1）。左右腳的壓力百分比將雙腳分成左上、左下、右上和右下四個區域的百分比；壓力分佈依據壓力的分佈集中情形分成五個等級顏色代表雙腳的壓力分佈，分別為淺藍色 0.49kg/cm²、綠色 1.28kg/cm²、黃色 1.43kg/cm²、橘色 1.69 kg /cm² 和紅色 1.86 kg /cm²。

足壓機主畫面的壓力百分比

壓力百分比			
左上	27.46%	左邊	49.06%
		右邊	50.94%
右上	28.32%		
左下	21.60%		
		右下	22.62%

左右雙足左右壓力百分比 < 2%
 左上右上或左下右下壓力相差 < 3%

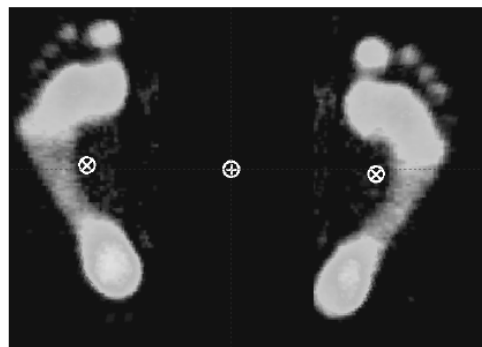


圖 1 足壓機主畫面的壓力百分比圖

四、資料處理

本研究中資料分析以 EXCEL 將所收集到之資料進行整理，統計部分是以 SPSS Ver.12(SPSS Inc., Chicago, IL, USA) 統計分析軟體，進行統計分析結果以平均數 ± 標準差 (mean ± SD) 進行受試者之描述性統計，以相依樣本 t 檢定進行穿戴鞋墊之前後差異比較，其考驗顯著水準設定為 $p < 0.05$ 。

參、結果與討論

本研究以足弓式鞋墊介入拔河選手之日常訓練藉以觀察其足底壓力變化，以 7 名大學女子拔河選手 ($20.09 \text{ y} \pm 0.6 \text{ y}$; $159.43 \text{ cm} \pm 7.14 \text{ cm}$; $64.36 \text{ kg} \pm 7.94 \text{ kg}$)，進行六周的鞋墊介入對於足底壓力變化情形，受測者基本資料顯示中六周後的體重並未呈現變化，對於總壓力值並無造成影響，實驗運用光學感應式足壓機（每公分 25 個感應點）於受測之前、後期（以獨立樣本 t 考驗）進行左右腳的足底壓力百分比與足底各區壓力分佈進行使用足墊前後比較，進行差異比較。其研究結果分別以左右腳的足底壓力百分比與足底各區壓力分佈進行結果與討論。

一、左右腳的足底壓力百分比

在使用足墊左右腳的足底壓力百分比比較中，於前後左右腳的足底壓力皆有顯著的差異(表 1 和圖 3)，受測者的左腳於前測時其足底壓力百分比為 48.42% 在於六週的足墊使用後足底壓力百分比為 52.97%，顯示足墊對於足底壓力的百分比有顯著的影響 ($t = -3.32, p < .05$)，同樣的在右腳的足底壓力的前後測百分比也是有顯著的差異 ($t = -3.31, p < .05$)。若以左右腳之前後端之足底壓力的前後百分比變化進行比較發現在左腳後端足底壓力百分比之前後測有顯著的差異 ($t = -3.14, p < .05$)。將各區的足底壓力百分比與理想的足底壓力平均分配值進行比較發現各區的足底壓力百分比會因為使用足墊後會有所改變，但是其變化的規律並無法觀察，因為在本研究所使用足墊是一般值的足墊並無事先進行個人的足底壓力進行客制化的訂製，但是若能事先進行足底壓力的變化進行客制化的足墊訂製應可以協助其足底壓力的變化。

表 1 雙腳足底壓力分區百分比統計表

項目	平均值(%)	標準差	t	P	前後差值	與理想平均之差值
左腳	前測	48.42 ± 3.65	-3.32*	0.029	-4.56	1.58
	後測	52.97 ± 2.51				-2.97
左腳前端	前測	24.59 ± 1.13	2.06	0.108	2.37	0.41
	後測	22.22 ± 2.41				2.78
左腳後端	前測	23.83 ± 3.98	-3.14*	0.035	-6.93	1.17
	後測	30.75 ± 1.41				-5.75
右腳	前測	51.59 ± 3.66	3.31*	0.030	4.56	-1.59
	後測	47.03 ± 2.50				2.97
右腳前端	前測	24.34 ± 5.01	1.57	0.192	3.90	0.66
	後測	20.45 ± 2.76				4.55
右腳後端	前測	27.25 ± 2.72	0.44	0.684	0.67	-2.25
	後測	26.59 ± 3.65				-1.59

註：* $p < .05$ ；前後差值：表示前後腳各區之前後測百分比比差值；與理想平均之差值：表示與理想兩腳之足底壓力分區百分比差值如各腳之重心分佈為 50% 為理想分佈。

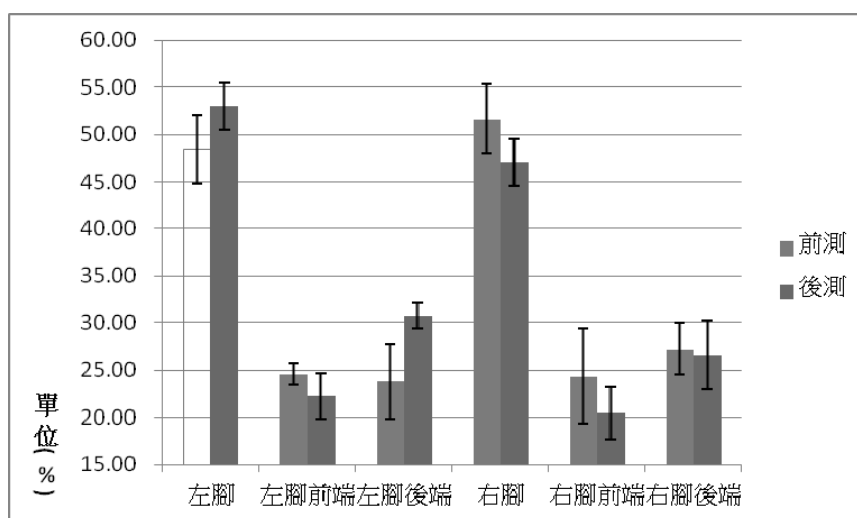


圖 3 足墊使用前後雙腳足底壓力分區百分比比較圖

二、足底各區壓力分佈

人體給予足部的力量過度集中於一點時容易造成足底壓力過大而產生使用之傷害，若壓力沒有被分散的情形持續發生較容易有問題產生 (Rodgers,1988)。在使用足墊左、右腳的足底各區壓力分佈比較，如表 2 所示。以左、右腳與雙腳之前、後測資料比較中於藍區、綠區及黃區皆有顯著差異，受測者雙腳前測其藍區百分比為 50.44%，綠區百分比為 42.26%，黃區百分比為 4.69%，在於六周的足墊使用後藍區百分比為 66.89%，綠區百分比為 42.26%，黃區百分比為 2.42%，顯示足墊對於拔河選手足底壓力分區百分比有顯著的影響。其圖 4 可觀察足底壓力分區前後測之差值，可得知穿著鞋墊對於拔河選手足底壓力面積的分散有顯著的成效，亦指足部的接觸面積是有達到增加的效益。而在 Owings (2008) 研究中證實足底壓力的分散對於高足弓、踝關節不穩定及足底筋膜炎之下肢症狀有明顯的改善。本研究可知鞋墊可舒緩拔河選手足底壓力集中所造成的不適及分散足底壓力的分佈增加抓地面積提升下肢的穩定性。

表 2 雙腳足底壓力之前後測壓力峰值差異比較表

項目		平均值(%)	標準差	T	P	前後測 差值
左腳						
藍區	前測	50.13	± 5.66	-5.55*	0.005	13.214
	後測	63.34	± 5.54			
綠區	前測	42.78	± 6.61	2.82*	0.048	-10.248
	後測	32.53	± 9.75			
黃區	前測	5.43	± 3.25	1.99	0.117	-2.764
	後測	2.67	± 3.15			
橘區	前測	0.57	± 0.87	1.81	0.145	-0.278
	後測	0.29	± 0.65			
紅區	前測	1.10	± 1.84	-0.16	0.878	0.076
	後測	1.18	± 2.63			
右腳						
藍區	前測	50.75	± 3.94	-5.52*	0.005	19.684
	後測	70.43	± 7.52			
綠區	前測	41.74	± 8.00	3.57*	0.023	-15.582
	後測	26.16	± 5.83			
黃區	前測	3.95	± 2.97	1.11	0.328	-1.764
	後測	2.18	± 3.97			
橘區	前測	0.43	± 0.60	0.58	0.591	-0.064
	後測	0.36	± 0.73			
紅區	前測	3.14	± 5.27	1.46	0.217	-2.294
	後測	0.84	± 1.89			
雙腳						
藍區	前測	50.44	± 1.59	-10.75*	0.000	16.450
	後測	66.89	± 4.92			
綠區	前測	42.26	± 5.34	6.59*	0.003	-12.914
	後測	29.34	± 6.66			
黃區	前測	4.69	± 1.96	2.85*	0.047	-2.266

	後測	2.42	±	3.52			
橘區	前測	0.50	±	0.73	1.65	0.175	-0.170
	後測	0.33	±	0.69			
紅區	前測	2.12	±	3.55	1.60	0.184	-1.098
	後測	1.02	±	2.25			

註：* $p < .05$ ；前後差值：表示前後腳各區之前後測百分比比差值

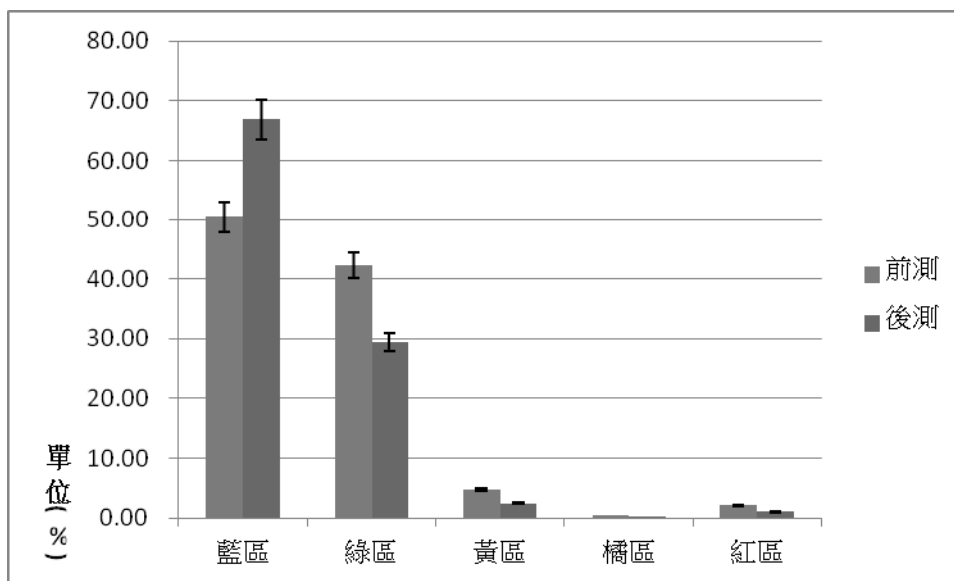


圖 4 足墊使用前後雙腳足底各區壓力分佈百分比比較圖

肆、結論與建議

本研究針對 7 名女子拔河選手進行六周的鞋墊介入對於足底壓力變化情形，運用光學感應式足壓機於受測之前、後期進行足底之左右腳的壓力百分比與足底各區壓力分佈進行使用足墊前後比較，進行差異比較。結果顯示穿著足墊六周後左右腳壓力百分比有顯著影響，但無規律之變化，而足底各區壓力分佈百分比在使用足墊前後比較藍區百分比明顯提升，其他壓力分區降低，其表示使用鞋墊六週對於拔河選手足底壓力面積分散有實質上的幫助，亦可推斷拔河選手足部接觸面積增加而穩定性能藉此提升，本文所收集之數據為靜態站立測驗的足底壓力分佈，未來可深入研究拔河選手動態姿勢下的足底壓力分佈以及拉力值的變化。

本研究針對七位選手對於使用鞋墊前後測之比較，建議後續的相關研究可以深入的針對其拔河選手執行比賽動作時加入足墊的比較研究及增加未使用鞋墊以及使用鞋墊後的比對組，可以提供後續的深入研究。

參考文獻

- 石翔至、謝仕福、林冠綸、相子元 (2011)。新式簡易足弓測量系統之信效度考驗。
體育學報, 44(3), 381-391。
- 邱文信 (2009)。過肩投擲足壓模試之探討。*體育學報*, 42(3), 29-44。
- 林建宏 (2005)。足底軟組織與鞋內墊力學性質對足壓分佈影響之有限元素分析。
未出版碩士論文，中原大學，桃園縣。
- 林威秀、黎俊彥、鄭秀琴 (2002)。人體站立平衡能力之研究－生理參數與
KAT2000。中華民國大專院校九十一年度體育學術研討會專刊。
- 周明熙。射箭選手足底壓力分佈之特徵。未出版碩士論文，國立體育大學，桃園
縣。
- 洪毓智 (2010)。女性足球選手專項動作技術之足底壓力分析，未出版碩士論文，
國立嘉義大學，嘉義市。
- 涂瑞洪 (2001)。八人制室內拔河最佳隊形之研究，未出版碩士論文，國立台灣師
範大學，臺北市。
- 張志凌、李開偉、林房儻 (2006)。專項運動鞋動態人體檢測吸震力和反彈力的研
究。九十五年度體育學術論文發表會。
- 劉于詮 (2000)。足底壓力在舉重抓舉動作分析上之應用。未出版碩士論文，國立
體育大學，桃園縣。
- 劉怡君 (1996)。滿幫圓口女鞋其跟高與鞋內墊材質對腳底壓力分佈之研究。未出
版碩士論文，國立成功大學，臺南市。
- 潘玉龍、陳五洲 (2001)。論我國是內八人制拔河運動之推管。*大專體育*, 55, 41-49。
- 羅明哲 (2005)。足底壓力測試版開發其應用之研究。未出版碩士論文，國立陽明
大學，臺北市
- Cheung, J. T. M. & Zhang, M. (2008). Parametric design of pressure-relieving foot or
this is using statistics-based finite element method. *Medical Engineering & Physics*.
30, 269-277.
- Cheung, J. T. M., Zhang, M., Leung, A. K. L., & Fan, Y. B. (2005). Three-dimensional
finite element analysis of the foot during standing - a material sensitivity study.
Journal of Biomechanics. 38, 1045-1054,

- Donatelli R, Hurlbert C, Conaway D, et al. (1988) Biomechanical foot orthotics: a retrospective study. *J Orthop Sports Phys Ther.* 10(6), 205-12
- Hsu, Y. C., Gung, Y. W., Shih, S. L., Feng, C. K., Wei, S. H., Yu, C.H., & Chen, C. S. (2008) . Using an Optimization Approach to Design an Insole for Lowering Plantar Fascia Stress-A Finite Element Study. *Annals of Biomedical Engineering.* 36(8), 1345-1352.
- Owings TM, Woerner JL, Frampton JD, et al. (2008) Custom therapeutic insoles based on both foot shape and plantar pressure measurement provide enhanced pressure relief. *Diabetes Care.* 31(5), 839-44.
- Pérez-Soriano, P., Llana-Belloch, S., Morey-Klapsing, G., Perez-Turpin, J. A., Cortell-Tormo, J. M., van den Tillaar, R. (2010). Effects of mat characteristics on plantar pressure patterns and perceived mat properties during landing in *gymnastics*. *Sports Biomechanics.* 9(4), 245-257.
- Rodgers, M.M. (1988) . Dynamic biomechanics of the normal foot and ankle during walking and running. *Physical Therapy.* 68(12), 1822-1830.
- Sneyers CJ., Lysens R., Feys H., & Andries R. (1995). Influence of malalignment of feet on the plantar pressure pattern in running. *Foot & Ankle International.* 10, 624-32.