



12-31-2009

The Research and Development of Foot Pressure Testing Piece

Mu-Jung Kao

Ming-Jor Lo

Cheng-Kung Cheng

Hung-Wen Wei

Follow this and additional works at: <https://rps.researchcommons.org/journal>



Part of the [Rehabilitation and Therapy Commons](#)

Recommended Citation

Kao, Mu-Jung; Lo, Ming-Jor; Cheng, Cheng-Kung; and Wei, Hung-Wen (2009) "The Research and Development of Foot Pressure Testing Piece," *Rehabilitation Practice and Science*: Vol. 37: Iss. 4, Article 3.
DOI: [https://doi.org/10.6315/2009.37\(4\)03](https://doi.org/10.6315/2009.37(4)03)
Available at: <https://rps.researchcommons.org/journal/vol37/iss4/3>

This Original Article is brought to you for free and open access by Rehabilitation Practice and Science. It has been accepted for inclusion in Rehabilitation Practice and Science by an authorized editor of Rehabilitation Practice and Science. For more information, please contact twpmrscore@gmail.com.

原著

簡易足底壓力測試片之研究與開發

高木榮 羅明哲¹ 鄭誠功² 魏鴻文^{1,2}

台北市立聯合醫院復健科 陽明大學物理治療暨輔助科技學系¹ 人工關節研發中心²

本研究的目的是在於研發行進間鞋墊式的足底壓力測試片，使它具有價格便宜，操作簡易且快速，可用目視直接判讀足底壓力的功能。並用以改善目前足壓量測設備因太貴且操作不便，只被應用於實驗室的精密研究，而無法大量應用於測試足部輔具如鞋墊或托足板的足底壓力評估。

本實驗所使用的測試片為 TPE-PS 吸震材料，經由材料測試發現具有下列 3 項特色：(1)可完全貼合腳底輪廓，柔軟且不傷足部，(2)易於壓縮歪變且變形後即永久定形，(3)受力過載時材料不會破損，且不會有剝落的情形。搭配使用創新設計的「複合式模組」，藉由行走時足底的荷重而於測試片表面產生類似蓋印章的效果，使測試片表面或底面產生類似足印法所產生的不同壓力圖形與色階。

實驗方法首先進行「複合式模組」的設計，經由步態實驗找出測試片的最佳使用條件，並觀察分析出測試片的造型圖案顯現與壓力分段。接著藉由「攜帶式避震反彈測試儀」做落下實驗，以建立「足底壓力測試片」造型符號顯現與足底壓力大小的量化基礎。

實驗結果證實本測試片搭配造型網布與黏扣帶的模組，體重介於 30~90 公斤的個案，行走 250 步即可於測試片表面與底面產生類似足印法所產生的不同壓力圖形與色階。本「足底壓力測試片」可具有下面幾項功能與功能：(1)成本低，免維修，(2)操作簡易，可直接由目視判讀出測試片受力所產生的五段壓力造型符號，(3)測試與分析的時間短，可快速建立足底壓力的參數，(4)可用來評估鞋墊對足底壓力的效益。(台灣復健醫誌 2009；37(4)：235 - 244)

關鍵詞：足底壓力(foot pressure)，測試片(testing piece)，足壓量測(foot pressure measurement)，步態分析(gait evaluation)，吸震材料(shock absorption foam)

前 言

步態評估方法中的足底壓力分析，目前被運用來研究比較各種運動或疾病所引致的足底壓力變化，並用來比較足部輔具治療前後的效果。尤其在臨床量身訂製鞋墊的過程中，足部的評估佔有很重要的角色，特別是如何評估鞋墊是否已對病足產生正確矯正作用，需要一套好的行進間鞋墊式足壓量測設備，^[1]而其使用的評估設備由最簡易的足印法至現代的感應器，種類繁多，價錢與功能的差異性亦相當大。以 Novel-Pedar 足壓設備為例，要價上百萬元，而其感應

器屬耗材需定期花大錢更換，因而很難應用於臨床的鞋墊功效評估。目前國內現有的足壓量測設備主要被運用於醫學的足疾評估，或運動生物力學以用來設計更舒適的足部產品，而且只被應用於少量受測者的實驗室研究工作，而無法廣泛應用於大量足部資料的收集，或臨床足部輔具如鞋墊或托足板(AFO)的使用評估。總而言之，上述情形主要是由於下列 3 種狀況所形成：

1. 現有的足壓量測設備皆為進口，價錢昂貴，耗材與維修成本很高。
2. 量測系統功能複雜，非專業人員不易操作與分析。
3. Kernozek 等人^[2]研究發現鞋墊式足壓量測系統具有

投稿日期：97 年 12 月 10 日 修改日期：98 年 5 月 19 日 接受日期：98 年 6 月 9 日

通訊作者：魏鴻文助理教授，陽明大學物理治療暨輔助科技學系，台北市 112 北投區立農街二段 155 號

電話：(02) 28223730 E-mail：hwwei@ortho.ym.edu.tw

下列二種狀況，不易快速精確評估行進間鞋具內腳底的壓力情形：

- (1) 鞋墊式量測系統由於感應器易受高溫和溼度而降低準確度，因而需重複測試多次取其平均值。
- (2) 鞋墊式量測系統易誤測感應器本身弧面所形成的壓力，並因重複施壓而造成感應器損害。

足底壓力對足部的傷害有著指標的作用，若足底局部壓力過大時，容易造成該部位的傷害，因此若能使足底壓力平均且降低，即能減少傷害發生的可能性。而 Sneyers 等人^[3]指出足部各區若足壓分佈平均，可以降低運動傷害，而足壓平均的定義為最大壓力和最小壓力的差距越小越好。Hayes 與 Seitz^[4]探討足部傷害機制時，除了考慮最大足底壓力之最大值外，亦需衡量其接觸時間長短之效應，因此最大足底壓力對時間之積分有其重要性。而足部承受之能量與足部病變有相當大的關係，為了解足部所承受的能量，必需了解步態中之作用力及足底變形量；由於足底變形量難以量測，因此只能以力量來預測足部所承受的能量，即以力量與時間的積分來預估。

張志清^[5]使用 Emed-SF 足底壓力量測系統，並請受試者將 Pedar 鞋墊式感應器穿在襪子內，以確定在實驗過程中 Pedar 不會在步行的過程中滑動。Novel Emed-SF 板片式量測系統由於具有搬動容易，不受場地限制，受外界影響程度低的特性，所以比鞋內式測量系統穩定。而鞋內式測量系統被用來測量足部與鞋子之間界面的關係，其感應器必需是柔軟可彎曲以符合足部與鞋子的形狀，面積也有各種尺寸以符合各種足部的大小。因為足部和鞋子間的界面會產生剪力，使得分離式的感應器(discrete sensors)移動，而感測到身體以外的重量和壓力。而矩陣式(matrix)系統如 EMED-Pedar 和 Tekscan-Fscan 的好處是不會量測到身體以外的力量。缺點為因為重複對感應器施以壓力而易於造成感應器的破壞。^[2]

林逸錄^[6]研究目前測量地面反作用力的最佳儀器是測力板，若想了解足底壓力的分佈情形，卻仍得依靠壓力測量系統，然而目前的壓力測量系統有擷取頻率不足的現象，若欲測量較快速的步態尚有困難。

經由上述的文獻總結發現既有的足壓量測設備仍有改良空間，因而積極思考運用既有的材料資源，搭配運用 Fuji Prescale film 及轉印式足底壓力量測設備的原理，期望能夠開發一套簡易且便宜的行進間鞋墊式足底壓力量測設備。因此，本研究的目的在於設計開發一套行進間鞋墊式的足底壓力測試片，使它具有價格便宜，操作簡易且快速，可用目視直接判讀足底壓力的功能，並得以被用來測試評估鞋墊對足底壓力

的效益，有效彌補既有足壓量測設備的缺失。

材料與方法

由於本研究為一全新的足壓量測設備，因而首先需進行測試片材料規格的選用與測試，然後做測試片功能模組設計，再經由人體步態實驗找出測試片的最佳使用方法與條件，並由測試結果觀察分析測試片的造形圖案變化與壓力分段的關係。同時藉由落下實驗機來建立測試片造形圖案變化與力量大小的量化基礎。

足底壓力測試片研發

本實驗選用的足底壓力測試片具有下列三項特色：

1. 二次發泡 TPE-PS(Thermo Plastic Elastomer - Poly Styrene)吸震墊片(圖 1)，超柔軟且不傷足部。
2. 易於壓縮變形，變形後即永久定型。
3. 受力過載時材料不會破損，且不會有剝落的情形。其材料特性如表 1 所列。

測試片模組系統設計

1. 系統原理

運用上述「足底壓力測試片」材料的特色，搭配使用「複合式模組」設計，使測試片產生不同的造形符號，而且隨著壓力與時間累積，使測試片厚度變薄，顏色深淺亦隨著做改變，並可以用目視直接判讀壓力的大小及分佈情形；由於測試足壓時可充份貼合腳底輪廓，產生測試片全面都是感應器的效果，甚至連腳底皮紋亦清晰可見，可正確記錄腳底壓力。

2. 模組設計原理

測試片之所以能夠產生不同的壓力造形圖案，主要是藉由選擇二層不同的材料：粘扣帶公布與造型網布，與測試片組合成三層不同的材料特性；運用此三種組合，搭配測試片受力超出降伏點後變形而產生造形符號的現象，可用以判讀不同的壓力。

- (1) 造型網布(圖 2)：選擇 L/S 比約為 1/1，厚 0.5 mm，孔徑 3~4mm，與黏扣帶自黏能力佳的黑色網布
- (2) 黏扣帶(圖 3)：選擇 Japan Kuraryco 2mm 厚之 #A86900 黏扣帶。
- (3) 複合式模組結構設計組合：1~5mm 厚測試片 + 造型網布 + 黏扣帶(圖 4)

落下實驗測試

為了瞭解本測試片受定量荷重撞擊所產生的效應，本實驗以相子元^[7]設計之「攜帶式避震反彈測試器」來測試足底壓力測試片(圖 5)；並由撞擊次數所累積產

生的造型變化來量化不同的壓力花紋。此「攜帶式避震反彈測試器」為依據 SATRA model STM479 訂定之測試標準，撞擊頭為曲率半徑 37.5mm 的半球型圓頭，上面的圓柱形基底直徑 45mm，撞擊器由高 5 公尺落下，並由撞擊器上的加速規測得加速度與時間曲線，及由附在儀器上的 LVDT 測量撞擊器的位置與時間曲線。

本實驗的撞擊球高度落差 8mm，扣除測試片加模組的厚度 7mm，則撞擊球高度設定為 1mm，撞擊球的總重量為 5 公斤。

測試片行進實驗

為進一步驗證測試片於人體行進時的使用效度，本研究利用 Steelflex 跑步機，受測者中男性與女性各 5 位，平均年齡 23.8 ± 3 歲，平均身高 167.8 ± 17 cm，平均體重 60.2 ± 13.8 kg，平均步頻為 112 steps/min。受測者具正常肌力及關節活動度，無下肢疼痛下背痛病史，且符合 Cavanagh 與 Rodgers^[8]所定義之正常足弓指標(arch index) $0.21 \sim 0.26$ 。跑步機設定為 incline 0(平地)，速度為 2.1 mil/hour 使用鞋技中心開發之雙黏扣帶平底保健涼鞋(圖 4)，分別以厚度為 1 mm、2 mm、3 mm、4 mm 及 5 mm 的測試片置於測試涼鞋內。

分析方法

1. 目視定性分析

本實驗先經由人體步態實驗找出測試片的最佳使用條件，再以此條件測試的結果用比較分析法目視觀察測試片的造形圖案變化與壓力分段的關係(同一測試片比較足壓相對的大小)。

2. 落下實驗機定量分析

藉由落下實驗機讓「足底壓力測試片」產生造型圖案變化，並由落下實驗機的測力計讀取力量數值，然後將二者產生的造型圖案做比對，將落下實驗機力量的數值做為「足底壓力測試片」壓力大小的量化基礎。

結 果

足底壓力測試片使用條件

由複合式測試組合結構設計結果，運用人體步態實驗測試最佳使用條件，結果如下：

1. 行走 250 步 1、4、5 mm 三種厚度測試片之正面可觀察出明顯的壓力變化(圖 6)。
2. 行走 250 步 1~5 mm 五種測試片之底面皆可觀察出明顯的壓力變化(圖 7)。
3. 5mm 厚測試片進行 50、75、100、125、250 步測試，

由底面觀察結果，100 步即可見明顯的壓力分佈差異，但以 150 步以上所得的效果最佳；至於 500 步與 250 步已不見有何特別的差異性(圖 8)。

4. 以 4、5mm 厚測試片而言，行走 150~250 步為最佳的使用條件。

足底壓力測試片壓力分段

經過測試後，於測試片底面可觀察獲得五段壓力結果(圖 9)，分別為：V 最大：厚度被壓縮剩 1mm，造型花紋錯亂。IV 次大：花紋結構破亂，產生條狀紋路，造型花紋有整體下陷而產生格狀布紋。III 中間：花紋結構完整且上凸，凹點呈圓點，造型花紋 & 花紋間有布紋產生。II 較小：造型花紋內有長條細撇或圓凹點。I 最小：顯現細圓平面造型花紋。

落下實驗機量測結果

使用「攜帶式避震反彈測試器」測試壓力測試片，測試條件為：5mm 測試片+造型網布+黏扣帶組合+落下高度 1mm。結果如圖 10 所示，發現隨著撞擊次數的增加，產生不同的壓力花紋，厚度變化越來越大，反彈力量亦隨之增大。

5mm 測試片+造型網布+黏扣帶組合之落下實驗測試，於測試片底面可觀察獲得五段壓力結果(圖 11)，與人體步態實驗測試(圖 9)有一致性的對應花紋型態。圖 12 為將各壓力分段所對應的力量進行累積，所得到對應的力量。

討 論

實驗限制

本測試片只能做定性比較壓力的相對大小，而非其絕對值；此乃由於「足底壓力測試片」無法將力量做動態的即時顯現，僅能將累積的力量做最終的累積結果顯現，也因而此定量分析只能知道其力量的分佈範圍，而無法了解行進間某一步的力量大小。此外需累積相當的經驗才能使用肉眼正確判讀足區壓力分段結果。

本實驗所設定的步態實驗被設定在跑步機上做測試。針對無跑步機的環境，規劃了 3 米 x 6 米 的平地範圍，讓受測者沿此範圍內繞圈做實驗。測試結果為測試片之壓力分佈情形與跑步機之結果相同(但是大姆指處會因繞圈的運動而增加了側向位移的影響)。此條件可做為跑步機以外的替代實驗條件。由於鞋子會影響步態測試的結果，因此本實驗統一使用同一款式的平底涼鞋做測試。於臨床使用時，可以考量由受測

者穿著自有的鞋子做測試，只是鞋子是否有足夠的空間來置放測試片是其限制。此外，劉于詮等人^[9]研究發現行進的速度與林逸錄^[6]研究發現坡度會影響到足底的壓力分佈。因而行進間速度的控制與避免上下坡度的移動為本測試控制的要件之一。

測試片與落下實驗驗證比較

本研究為了進一步量化壓力花紋，將落下實驗所產生的不同壓力花紋，與步態測試產生的壓力花紋做比對，以找出壓力花紋量化的參考依據。本研究以測試條件：5mm 測試片+造型網布+黏扣帶組合+落下高度 1mm 進行落下實驗；由圖 10 測試結果可觀察出隨著撞擊次數的增加，由於測試片的厚度被減少，使得反彈能量逐步昇高，但此改變為非線性的變化。

對於測試片花紋對應的壓力分段分析，由落下實驗的數值及觀察壓力花紋結果，綜合整理如下表 2 及圖 12，可做為壓力分段量化的參考值，而撞擊次數與力量累積的改變為非線性的變化。

測試片壓力判讀

透過落下實驗發現，10.5 公斤的力量為目前已知的測試片力量感應閥值，它代表了 I & II 段的壓力花紋顯現。一段足壓量測設備僅能測得垂直於地面的受力，無法測得橫向位移的剪切力；本測試片可以觀察出剪切力於大姆指或足後跟的影響，是本實驗意外的發現，值得做後續的研究。

測試片材料

Rome^[10]使用密度和彈性二項性質來評估鞋墊的材料，原因如下：由於鞋墊材料需不斷重複承受衝擊力，因而其功能需能夠減少衝擊力對人體的影響以避免傷害，而彈性是對於材料承受衝擊後，能量的儲存和回饋有直接的關係，減少硬度會增加彈性的材質。材料的密度對承受衝擊時的變形量有密切的關聯，密度太低的材料因受壓後快速變形，因而無法提供適當的吸震或分散壓力的效益。本研究足底壓力測試片所選用之二次發泡 TPE-PS 吸震墊片於實際測試後得到下列幾項結論：①超柔軟，吸震且不傷足部。②易於壓縮變形，變形後即永久定形。目前測試片觀察的最長保存期限已超出一一年，保持受測後原狀。③受力過載時材料不會破損，且不會有剝落的情形。由實驗證實行走 1000 步，或落下實驗 250 次撞擊皆未使材料產生破損或剝落的現象。

至於測試片厚度選擇，我們體重對測試片之影響。在受測者當中，針對體重明顯超出本實驗受測者之體重分佈範圍(60.2±13.8 公斤)者，其測試結果如下：

1. 體重低於分佈範圍者(32 公斤)

雖然 5mm 測試片底面同樣可測出 5 段壓力變化，但 4mm 測試片的正面及底面觀察效果明顯優於 5mm；因此，針對體重較輕的測試者，4mm 可為較佳的選擇。此點可做為將來臨床應用的考量因素。

2. 體重超出分佈範圍者(93 公斤)

4mm 測試片正面的最大壓力面積大於 5mm，由底面觀察二者的最大足壓分佈區域範圍相同(但 4mm 厚度較 5mm 變得更薄)。所以，由底面來判讀最大足壓是一較客觀的評估方法。另外，針對體重較重的受測者，可以考慮減少其測試的步數而不影響壓力的判讀。

本研究中發現 2mm 與 3mm 的測試片不易見造型顯現是本實驗較令人意外的結果。由於本測試片為吸震材料，所施加的外力若未超出其壓縮變形的數值，則外力會被材料吸收而無法產生造形的變化。

在環境因素如溫度、溼度及水的影響方面，由於本研究開發的「足底壓力測試片」為低玻璃轉化點的發泡材料，由 0°C 至 40°C 皆為可使用的環境溫度範圍。測試片柔軟可彎曲以符合足部與鞋子的形狀，也有各種尺寸以符合各種足部的大小，也不會產生弧面形狀而影響量測結果，更不會產生傳統設備的感應器移動與被破壞的現象，可有效彌補既有足壓量測設備的缺失。另外，本材料屬於密閉孔徑發泡，因而腳底的溼度及水氣皆不會對測試結果產生影響。

由於測試片材質已依據材料測試方法做測試，因而使用本測試片時不必再做校正，可直接置入鞋子內使用，測試時不會改變受測者的步幅，且可用它來測量走路或跑步的過程，甚至觀察到水平方向的剪應力。更重要的是不用重複多次的測試，可降低測試成本及縮短測試時間。由於模組的部份可重複被使用，只有測試片屬於耗材，而測試片一雙的材料成本低於美金 US\$1.0 元，黏扣帶與網布亦不貴，因而在價錢上具有極佳的優勢。此點為本實驗的重要目的之一。

在使用的耐久性方面，就目前實驗所累積的使用總次數，一組造型模組至少可重複使用 10,000 步仍不會產生變形。但針對衛生條件的考量，原則上一組造型模組以給單人使用為原則。

測試片被應用做為臨床足壓量測亦為本實驗的目的之一，由下圖所附的扁平足(如圖 13)與高弓足(如圖 14)測試結果，於扁平足的中足區可明顯見到第 V 段最大足壓的圖紋，而高弓足的最大足壓只出現於前足及後足區，而且中足區只於外側出現第 I、II 段的最小足壓。建立正常足及病足的壓力分佈模式亦為後續研究的重點工作。

表 1. 足底壓力測試片材料規範

測 試 項 目	測 試 結 果	測 試 標 準
抗壓縮歪 Compression set	95 %	ASTM D395 50%壓縮 50°C 6 小時
收縮率 Shrinkage	2 %	ASTM D1204 70°C 4 分鐘
撕裂強度 Tear strength	1 Kg/cm	ASTM D624
拉伸強度 Tensile strength	2 Kg/cm ²	ASTM D412
拉伸率 Tensile elongation	100 %	ASTM D412
硬度 Hardness	10~14	ASTM D2240 Shore C
回彈率 Vertical rebound	20%	ASTM D2632
發泡密度 Density	0.05~0.07 g / cm ³	ASTM D792
厚度 Thickness	1~5 mm	

表 2. 壓力分段比較表

壓力分段	撞擊次數	力量累積	測試片表面圖案	測試片底面圖案
I	0	< 10.5	N/A	細圓平面花紋
II	1	10.5	淺白霧	花紋內有長條細撇或圓凹點
III	15	187	白霧狀	花紋結構完整且上凸，凹點呈圓點，花紋&花紋間有布紋產生
IV	50	761	產生細紋	花紋結構破亂，產生條狀紋路，花紋有整體下陷而產生格狀布紋
V	150	2368	產生縐紋或凹凸點	厚度被壓縮剩 1mm，花紋錯亂



圖 1. 壓力測試片外觀

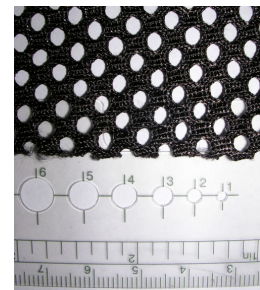


圖 2. 黏扣帶自黏能力佳的黑色網布

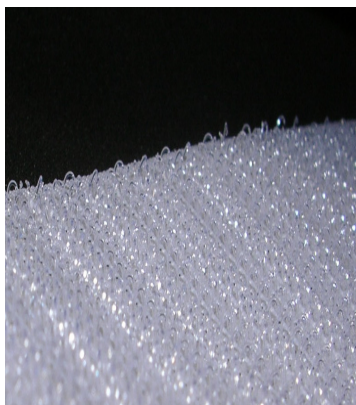


圖 3. Japan Kuraryco 2mm 厚之 #A86900 公扣黏扣帶



圖 4. 複合式模組測試片置於測試涼鞋內。由圖可見最下層為黏扣帶，上層為網布，再上層為測試片

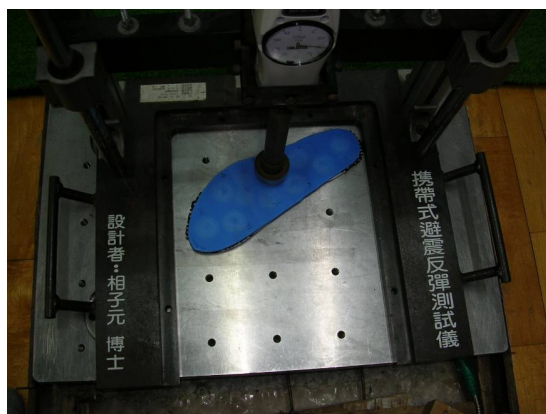


圖 5. 落下實驗場地佈置圖



1 mm 2 mm 3 mm 4 mm 5 mm
圖 6. 以單一受測者為例，測試片厚 1~5 mm，行走 250 步測試結果(正面)



1 mm 2 mm 3 mm 4 mm 5 mm
圖 7. 以單一受測者為例，測試片厚 1~5 mm，250 步測試結果(底面)

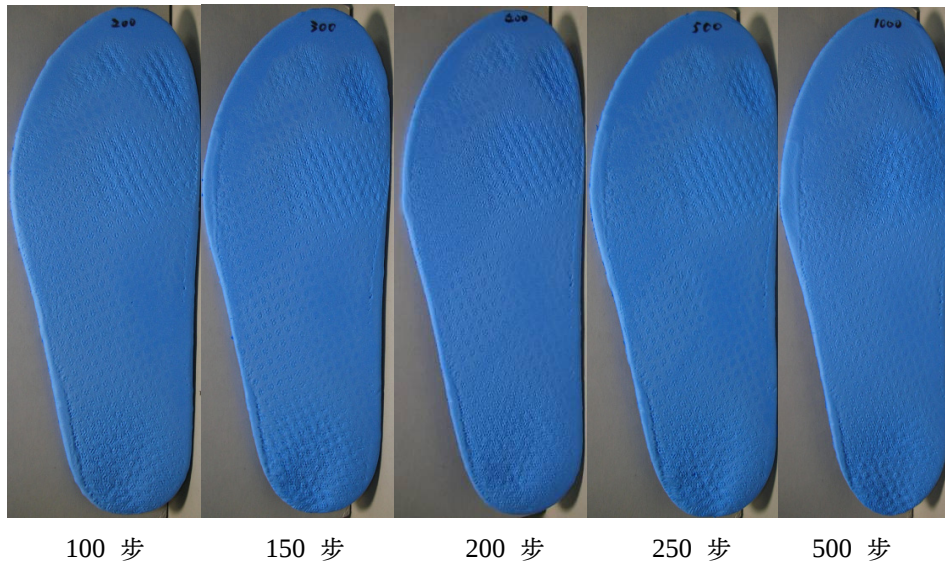


圖 8. 以單一受測者為例，使用 5mm 厚測試片，在 100、150、200、250、500 步測試結果(底面)

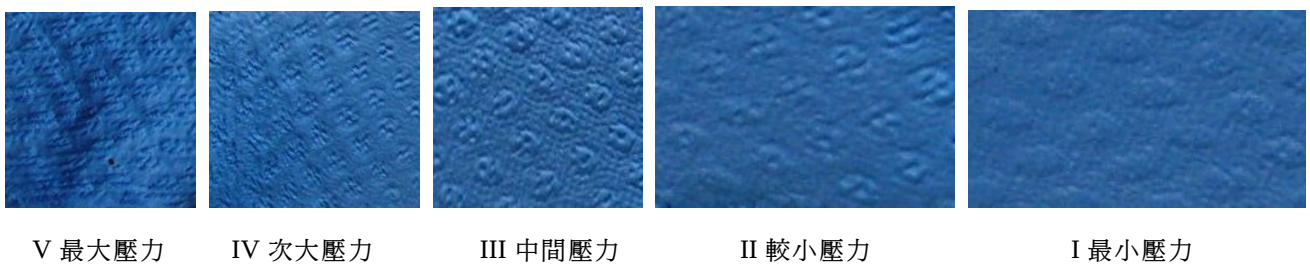


圖 9. 造型網布+黏扣帶模組所測得測試片底面五段壓力圖

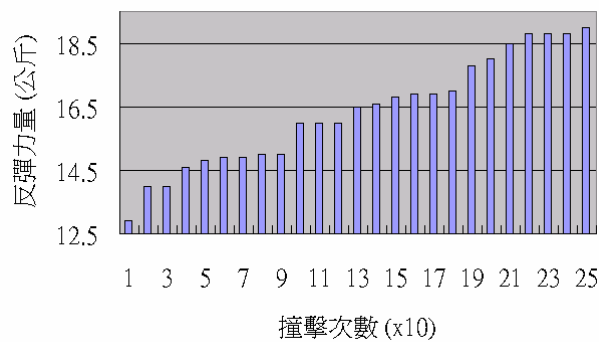


圖 10. 撞擊次數與對應的反彈力量對照圖

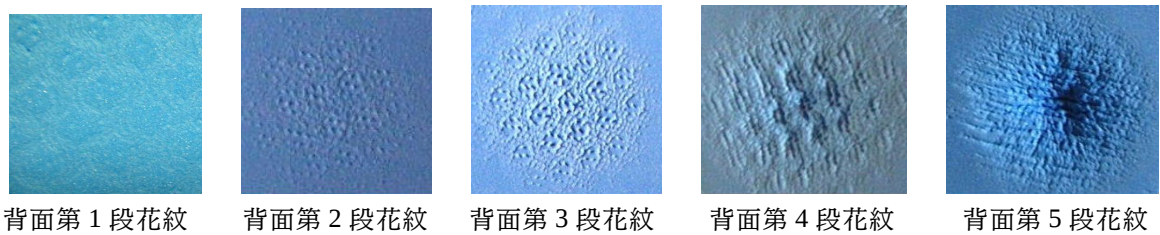


圖 11. 落下實驗機撞擊測試片壓力分段圖

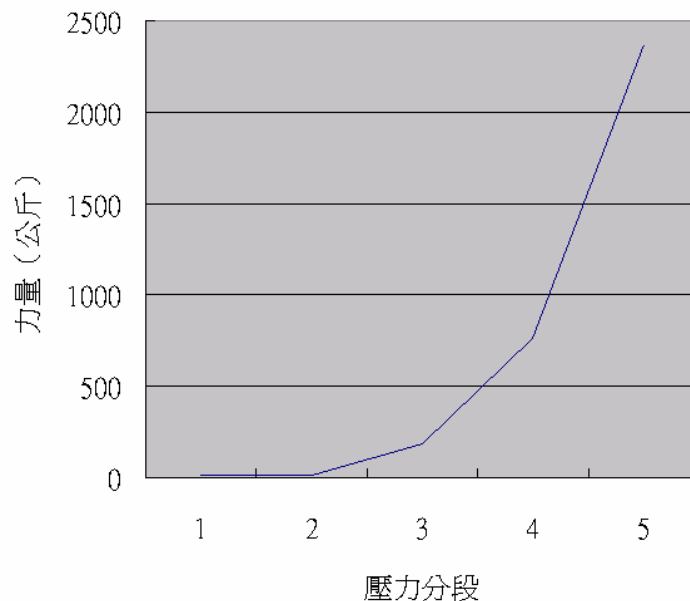


圖 12. 壓力分段比較圖。將各壓力分段所對應的力量進行累積，所得到對應的力量



圖 13. 使用測試片針對扁平足受測者測試結果



圖 14. 使用測試片針對高弓足受測者測試結果

結 論

本研究已成功設計開發一套行進間鞋墊式的足底壓力測試片，使它具有價格便宜，操作簡易且快速，可用目視直接判讀足底壓力的功能，並得以被用來測試評估鞋墊對足底壓力的效益。由前述實驗的結果，可獲得下面幾項結論：測試片步態測試條件：使用跑步機，設定為平地的條件，行走步數：250 步(左右腳合計 500 步)，行走步頻：112 步/分鐘。測試片模組設計以 5mm 厚測試片+造型網布+黏扣帶組合，可用來測試行進間的足底壓力，於測試片表面與底面產生類似足印法所產生的不同壓力圖形與色階。而且由落下實驗的比對證實，本「足底壓力測試片」可具有下面幾項功能：(1)測試片耗材成本低，免維修 (2)操作簡易，可直接由目視判讀出測試片受力所產生的五段壓力造形符號 (3)測試與分析的時間短，可快速建立足底壓力

的參數 (4)可用來測試評估鞋墊對足底壓力的效益。

參考文獻

1. Alexander IJ, Chao EY, Johnson KA. The assessment of dynamic foot-to-ground contact forces and plantar pressure distribution: a review of the evolution of current techniques and clinical applications. *Foot Ankle* 1990;11:152-67.
2. Kernozek TW, LaMott EE, Dancisak MJ. Reliability of an in-shoe pressure measurement system during treadmill walking. *Foot Ankle Int* 1996;17:204-9.
3. Sneyers CJ, Lysens R, Feys H, et al. Influence of malalignment of feet on the plantar pressure pattern in running. *Foot Ankle Int* 1995;16:624-32.
4. Hayes A, Seitz P. The average pressure distribution of the diabetic foot: can it be used as a clinical diagnostic

- aid? Clin Biomech 1997;12:S3-4.
5. 張志清：足弓墊對扁平足在後腳動作與足底壓力的影響。國立中央大學機械工程研究所碩士論文 1997。p.26-7。
 6. 林逸錄：在不同坡度上走與跑對足底壓力影響的探討。國立體育學院運動科學研究所碩士論文 1999。p.84-9。
 7. 相子元：財團法人鞋技中心委託學術機構研究報告—運動鞋與人體生物力學之研究。1998。p.35-40。
 8. Cavanagh PR, Rodgers MM. The arch index: a useful measure from footprints. J Biomech 1987;20:547-51.
 9. 劉于詮、林信良：人體在不同步行速度下之足底壓力分析。國立體育學院論叢 2001；12：349-53。
 10. Rome K. A study of the properties of materials used in podiatry. J Am Podiatr Med Assoc 1991;81:73-83.

The Research and Development of Foot Pressure Testing Piece

Mu-Jung Kao, Ming-Jor Lo,¹ Cheng-Kung Cheng,² Hung-Wen Wei^{1,2}

Department of Physical Medicine and Rehabilitation, Taipei City Hospital, Taipei;

¹Departments of Physical Therapy and Assistive Technology, and ²Joint Prosthesis Technology Research Center, National Yang-Ming University, Taipei.

The purpose of this study was to design an insole-style testing piece for a quick and easy dynamic foot pressure test. Current commercial foot pressure systems are costly and complicated to operate. These systems are not suitable for extensive evaluations of patient's foot or orthoses, either.

The material used in this research is TPE-PS shock absorption foam. This foam has three special features: (1) excellent surface contact with foot contour, soft textures that do not irritate the foot, (2) creates permanent foot pressure imprints after brief walking, (3) the foam material does not crack or break under excessive foot pressure. When being assembled within the specially designed module for dynamic foot pressure testing, the test foam pieces exhibit the stamping effect from the foot pressure. The resulting foam pieces could show similar foot pressure distributions as compared to those from the "print mat method".

The gait evaluation (foot pressure test) was designed to optimize the effectiveness of the foam within the module. This provided the best resulting foot pressure patterns for analysis and creation of a foot pressure distribution diagram. A correlation study between the data collected from a drop-weight test and pressure patterns on the foam was also conducted in order to quantify the pressure exerted on the foam.

Data from the conducted experiments showed that the specially designed foam testing piece has the following advantages: (1) low cost-of-material and zero maintenance, (2) easy and quick operation, (3) test results can be read immediately by visual inspection, (4) the foam can also be used to evaluate the foot pressure distribution of custom insoles as a follow up service for patients. (Tw J Phys Med Rehabil 2009; 37(4): 235 - 244)

Key Words: foot pressure, testing piece, foot pressure measurement, gait evaluation, shock absorption foam