

足弓支撐鞋墊對網球表現之影響

Effects of Arch Support Insoles on Tennis Strokes

¹蘇家勳 Chia-Hsun Su ²戴偉勳 Wei-Hsun Tai ³彭賢德 Hsien-Te Peng

¹歐立達股份有限公司 Footdisc INC, Taipei, Taiwan

²中國文化大學運動教練所 Graduate Institute of Sport Coaching Science, Chinese Culture University, Taipei, Taiwan

³中國文化大學體育學系 Department of Physical Education, Chinese Culture University, Taipei, Taiwan

投稿日期：2016 年 5 月；通過日期：2016 年 6 月

摘 要

前言：足弓支撐常用來矯正足部功能以增加下肢動作穩定，以求提高運動表現或是減少下肢負荷，本研究目的為探討網球運動員在穿著不同足弓支撐鞋墊的情況下，比較地面反作用力峰值、踝關節剪力、膝關節剪力、踝關節內翻角度與膝屈角度等參數，以及進行截擊動作與底線擊球表現的評分。方法：受試者為 20 名大學男性網球運動員 (178 ± 4 公分； 70 ± 5 公斤)，他們共執行兩種測驗，包括運動表現分數與力學參數的獲得，動作內容包含截擊動作、底線擊球與單腳跨步切入、側向急停、分腿墊步等動作，利用 12 部 Motion 高速攝影機 (200Hz) 收集動作過程中受試者身上反光球的運動學資料，以 2 塊 AMTI 測力板 (2000 Hz) 擷取受試者動力學參數，以成對樣本 t 檢定分析足弓支撐鞋墊與平版鞋墊之間在各參數間的差異。結果：穿著足弓支撐鞋墊的截擊 (3.33 ± 0.21 分) 與底線擊球 (2.25 ± 0.18 分) 表現皆顯著大於平版鞋墊 (截擊： 3.10 ± 0.34 分、底線擊球： 2.01 ± 0.22 分)，而慣用腳側向急停動作急煞腳的地面反作用力峰值 ($1.74 \pm 0.25 < 1.91 \pm 0.28$ BW)、雙側分腿墊步動作的膝關節剪力峰值 ($0.08 \pm 0.04 < 0.09 \pm 0.05$ BW) 與側向急停動作急煞腳的踝內翻角度 ($14.74 \pm 4.00^\circ < 16.54 \pm 4.02^\circ$) 等參數則以足弓支撐鞋墊顯著小於平版鞋墊 ($p < .05$)。結論與建議：足弓支撐鞋墊的介入對能提昇網球運動表現，減少網球動作對地面的撞擊力及踝、膝關節的剪力，避免下肢傷害，並且能減少在網球側向急停時踝關節的內翻角度，以增進踝關節的穩定性。

關鍵字：功能性鞋墊、運動生物力學、網球運動

壹、緒論

綜觀網球選手在比賽進行中，動作模式包含了無數的啟動、急停、改變方向等組合而成，亦即速度、大腿肌肉爆發力、反應時間和下肢本體感覺等因素對網球運動中下肢表現的重要性是無庸置疑的 (詹淑月、周玉、廖智雄, 1997)，因此，下肢運動表現對網球運動有很大的影響，尤其是快速移動、突然變換方向、急停和衝刺 (Chandler, 1995; 羅志勇、李來福, 2007)，此外，強勁的攻擊依靠的是全身的力量帶動，而力量產生的根源則來自於下肢，學者 Elliott (2006) 也提出，擊球瞬間是透過身體旋轉與作用關節動力鏈順序，由下肢踝膝關節，沿著髖關節、軀幹轉體與上肢揮擊動作，最後將速度與力量傳送至球拍進行擊球，足見下肢關節對於網球運動的重要性，尤其以首當其衝的踝關節而言。

由於網球是反覆性很高的動作型態，長時間累積便會造成下肢的損傷 (張維綱、張思敏, 2007)，Hall (2003) 也提出影響身體受傷的因素來自於負荷強度以及重覆性，而急停動作或是突然的加速變換方向更是給予踝關節劇烈的負荷，因為踝關節是下肢接觸地面第一個關節 (洪敏豪、張家豪、張博涵, 2014)，再者，曾有網球傷害研究指出，下肢的傷害會高於上肢 (Zecher & Leach, 1995)，事實上，網球運動當中下肢傷害的頻率，大約占網球運動傷害 42.2% (Gaw, 2013)，而其他的傷害像是拇指外翻與前十字韌帶 (anterior cruciate ligament, ACL) 傷害，也有非常高的好發機率，對於 ACL 傷害而言，大多經由跑、跳、急停和切入動作所引起，由於穿著不適當運動鞋，甚至鞋墊都可能影響足部和踝關節運動 (Leppänen, Aaltonen, Parkkari,

*通訊作者：彭賢德 Email : pxd@ulive.pccu.edu.tw

地址：111 台北市士林區華岡路 55 號

Heinonen, & Kujala, 2014; 杜冠樺、黃淑玲、劉宗翰、黃建峯、許維君、相子元, 2014), 進而可能會影響近端關節, 是增加 ACL 傷害因素之一 (Lyneil & Mitchell, 2008), 因此鞋墊作為足底與鞋子之間的緩衝區是有其重要性, 若鞋墊能有效的吸收足部與地面接觸所產生的衝擊力, 形成具有較佳避震能力, 並且使足底壓力能有效分散則可減輕人體下肢的負荷, 避免運動傷害的發生 (Yeung, Yeung, & Gillespie, 2011)。就正常的情況來說, 當鞋子與地面接觸時, 足部會受到地面反作用力形成力量峰值, 此時負荷率大且人類無法主動反應, 因此單位時間內受力快速增大, 可能是體重的數倍之多, 而該力稱為撞擊力峰值或被動力峰值, 易造成下肢骨骼肌肉系統的衝擊, 產生運動傷害 (Stefanyshyn & Nigg, 1998; 陳佳琳, 2012)。

人類的下肢經常用來從事各項活動, 如: 走、跑、跳等各種形式, 而足弓支撐的目的在於減低人們活動時地面對人體的衝擊力。足弓支撐讓足部擁有彈性、避震的功用, 使人類在站立、走路、跑步與跳躍時可以吸收衝擊力和分散重量。然而, 扁平足、低足弓或高足弓會導致足弓支撐失去功效, 扁平足或低足弓的人在運動時, 前足與後足外翻角度變化大, 此時足部、脛骨、股骨等部位, 將因為旋轉的角度過大而使得包裹踝關節、膝關節、髖關節等部位的組織如軟骨、黏液囊、肌鍵、韌帶、肌肉等, 承受過大的負荷, 導致運動傷害及相關病變 (Razeghi & Batt, 2000); 高足弓的人在運動時, 前足與後足內翻角度變化大, 與扁平足、低足弓相反, 且高足弓的人通常足部結構僵硬, 以至於足部在接觸地面時, 無法藉由足弓來消除衝擊, 導致衝擊傳至踝關節、膝關節、髖關節等部位的組織而形成運動傷害及相關病變 (Razeghi & Batt, 2000)。因此, 許多運動員會利用足弓支撐鞋墊來恢復足弓支撐的功效, 進而預防的傷害 (McBain et al., 2012)。

足弓支撐在運動中扮演重要的角色, 而在臨床上常藉由足弓支撐鞋墊來恢復足弓的功效 (Leppänen et al., 2014), 為了深入了解足弓支撐鞋墊對於網球運動員運動表現及執行網球專項動作的影響, 遂引發本研究之目的, 即為探討網球運動員使用足弓支撐鞋墊對網球運動表現、下肢著地動作之地面反作用力峰值、踝關節剪力、膝關節剪力、踝關節內翻角度與踮屈角度之間是否會隨著足弓支撐鞋墊的使用而有所改善。

貳、研究方法

一、實驗受試者

本研究共招募大學網球隊 20 位男性球員 (年齡介於 20-26 歲, 身高平均 178 ± 4.1 公分, 體重平均 70 ± 5.3 公斤) 自願參與本研究, 所有受試者皆為現役運動員包含右手持拍 17 人, 左手持拍 3 人, 其中包含 13 名甲組與 7 名乙組網球運動員, 而足弓部份包含了高足弓 1 人、正常足弓 12 人與扁平足 7 人。過去 6 個月內無下肢傷害經驗, 所有受試者接被告知實驗風險, 並且簽署同意書後始進行實驗, 由於本研究為碩士論文的一部分, 研究流程與受試者知情同意之過程均符合赫爾辛基宣言。

二、實驗儀器與設備

使用 12 部高速攝影機 (200Hz, Motion Analysis Corporation, Santa Rosa, CA, USA) 收集動作過程中受試者身上反光球的運動學資料, 以測力板 (2000 Hz, AMTI Inc., Watertown, MA, USA) 擷取受試者下肢地面反作用力, 另外使用光柵系統 (Smart Speed, Function Sport) 隨機閃燈的特性進行模擬來球的方向, 以及動作發令的訊號。本研究所使用之足弓支撐鞋墊為富足康醫療鞋墊 (歐立達股份有限公司, 台北市), 其足弓支撐原理採 3DBS (Three dimensional biomechanics system - 3DBS) 設計, 主要材料性質共分有三層, 上層為奈米科技吸溼布料、中層為記憶竹炭泡棉與下層的橡膠 EVA 材料, 其中上層主要功能為避免過多摩擦而生水泡, 中層材料為記憶墊的一種可以形塑適合使用者的腳型, 底層則是提供整體的避震功能, 整體而言, 該功能性鞋墊中層最軟、底層最硬而頂層次之。而平板鞋墊為愛迪達 (Adidas) 網球運動專用鞋之原廠鞋墊。實驗過程中受試者皆著統一愛迪達網球運動專用鞋與適合網球運動之運動襪。

三、實驗流程

本實驗分成二個部分, 依序為網球運動表現評量與生物力學測量, 其中在網球運動表現評量部份主要有截擊測驗與底線抽球測驗, 而生物力學測量則是針對單腳跨步切入、側向急停與分腿墊步三種動作類型進行運動學與動力學參數資料的收集。

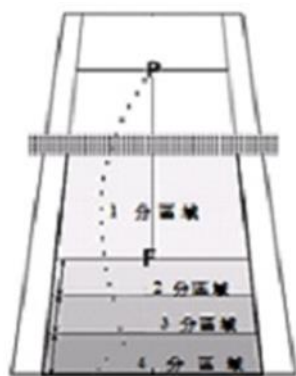
(一) 網球運動表現評量

網球運動表現參考 ITN 測驗模式 (International Tennis Federation [ITF], 2004)。針對中場截擊深度 (volley depth) 與底線抽球深度 (groundstroke depth) 作為評分標準。

1. 截擊測驗:

截擊落點區域分為 1、2、3、4 共 4 個得分區塊, 實驗設計將 1 分區域定義為淺球, 代表未能有效利用

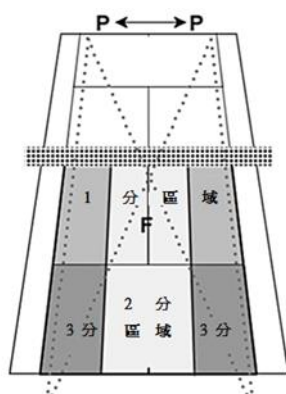
下肢力量進行擊球；2 與 3 分區域定義為安全並且具有深度；4 分區域定義為具有威脅性且具有深度（圖一），實驗受試者站於發球線處，進行 8 顆正反拍交替的截擊動作，並計算落於各區的得分。



圖一、截擊深度評分配置圖

2. 底線抽球測驗：

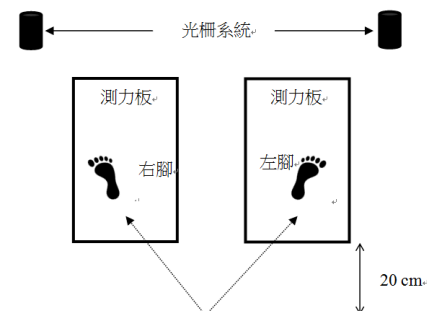
該項方法目的在測驗選手們在底線移位之下肢穩定於擊球後的落點與精準性；1 分區域定義為淺球，代表下肢動作不完整；2分區域定義為標準下肢穩定；3 分定義為下肢穩定並能有效控制落點（圖二），實驗受試者在底線位置進行 8 顆正反拍交替的底線抽球動作，其中擊球順序為：直(正)、直(反)、斜(正)、斜(反)。



圖二、底線擊球深度評分配置圖
(註：P= 實驗受試者；F= 饅球員)

(二) 生物力學參數測量

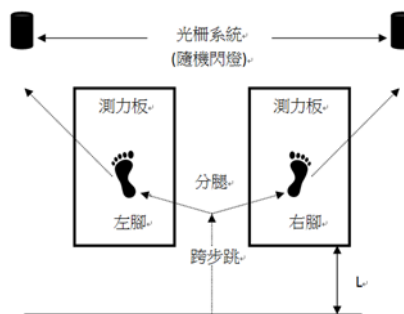
實驗受試者充分暖身準備後，在下肢黏著反光球，接著穿著鞋墊進行三種實驗動作，包含：單腳跨步切入（圖三）、側向急停（圖四）與分腿墊步（圖五）。



圖三、單腳跨步切入動作示意圖

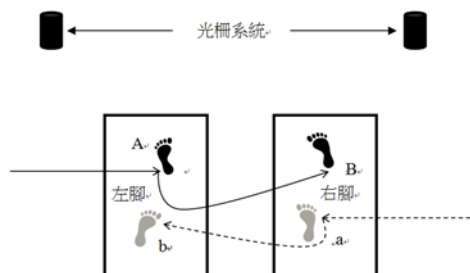
(雙腳站姿距離測力板 20 公分處，單腳跨步以 45 度角切入並截斷光柵光源，左右交替實驗，次數 6 次，每次休息 5-8 秒。

主要獲取切入時的地面反作用力參數進行比較。)



圖四、分腿墊步動作示意圖

(受試者站於測力板後一步位置，聽從指示人員號令，執行該實驗時依受試者慣用腳進行單腳跨步，於測力板前做小跳躍，雙腳著地瞬間判斷閃光方向（隨機）進行左右前方向移動，次數 6 次，每次休息 5-8 秒。主要獲取分腿墊步進行左右前方向移動時的地面反作用力峰值與向左、右前方向移動時的踝關節、膝關節剪力峰值進行比較。)



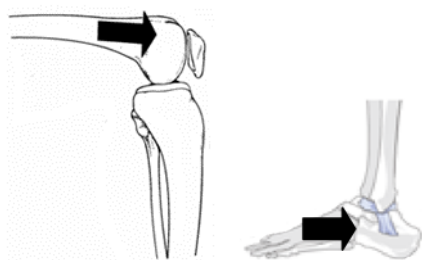
圖五、側向急停動作示意圖

(受試者距離測力板左(右)約 5~6 步水平位置，隨後聽從指示進行側向移動於測力板處急停，實驗 6 次，每次休息 5-8 秒。註：A、a 為著地支撐腳；B、b 為急煞腳；實線為由左向右移動；虛線為由右向左移動。主要獲取側向急停時的軸心腳與急煞腳地面反作用力

峰值以及急煞腳最大踝關節屈與內翻角度。)

(三) 資料處理及分析

實驗採用 The MotionMonitor 動作分析軟體進行逆動力學方程式計算可得出人體各個關節的受力，並計算出踝關節及膝關節剪力峰值，其中剪力指的是作用力與骨骼長軸垂直的力（圖六），例如在本研究中運動員進行急煞動作時，膝關節會承受股骨作用而產生的剪力。同時分析足弓支撐鞋墊與平版鞋墊的介入之影響，針對網球下肢著地動作地面反作用力峰值、踝關節剪力、膝關節剪力、踝關節內翻角度與屈屈角度之間的差異比較。本研究以 IBM SPSS Statistics v22 for Windows (IBM SPSS Statistics 20.0.0, Somers, New York, USA) 統計軟體，方法採用成對樣本 *t* 考驗著足弓支撐鞋墊與平版鞋墊之差異，統計顯著水準皆訂為 $\alpha = 0.05$ 。



圖六 膝關節與踝關節剪力示意圖

參、結果與討論

一、網球運動表現

截擊與底線擊球主要是評量擊球落點區域及深度，而著足弓支撐鞋墊的運動員對截擊落點分數 ($p = 0.02$) 與底線擊球落點區域分數 ($p = 0.01$) 都顯著優於著平版鞋墊 (表一)。整體而言著足弓支撐鞋墊在截擊與底線擊球都有較好的網球動作表現。截擊的跨步動作是擊球的主要力量來源，因此跨步腳著地後必須支撐身體重量與向前作用力，當下肢力量傳遞不良可能會影響擊球的深度與速度以及準確性；另外底線擊球著重於下肢的穩定性，足部與地面接觸的穩定尤其重要，擊球的瞬間必須從移動中至下肢穩定狀態隨後進行扭轉擊球，學者 Elliott (2006) 曾提出，擊球瞬間是透過身體旋轉與作用關節動力鏈順序，由下肢踝、膝關節，沿著髖關節、軀幹轉體與上肢揮擊動作，最後將速度與力量傳送至球拍進行擊球，當足部得到良好的穩定性時，關節動力鏈將會有良好的作用順序，進而影響擊球深度與速度的提升，因此要獲得較高的落點分數，勢必依賴更穩定的下肢支撐以及力量的傳遞，在這樣

的條件下，著足弓支撐鞋墊效果確實要比平版鞋墊要好 (Leppänen et al., 2014)。

二、生物力學測量

單腳跨步切入動作用來模擬截擊過程時的下肢運動型態，相較於平版鞋墊 (左腳： 1.54 ± 0.22 BW，右腳： 1.54 ± 0.13 BW)，兩腳在使用足弓支撐鞋墊 (左腳： 1.44 ± 0.17 BW，右腳： 1.43 ± 0.15 BW) 的情況下，進行截擊時的受力皆顯著減少。由於地面反作用力會造成運動員在執行切入動作時，下肢必須對抗多餘的慣性，因而無法快速回復到站立的預備姿勢，容易在動作產生不穩定的情況或直接致使關節受迫而產生傷害，先前研究也指出，過大的地面反作用力將需要較多的關節與肌肉軟組織吸收能量，否則其受傷風險將相對提高 (DeVita & Skelly, 1992; Zhang et al., 2000)。

顯示出穿著足弓支撐鞋墊做單腳跨步切入截擊動作時，下肢地面反作用力有顯著減少，顯示出足弓支撐鞋墊在地面反作用力的緩衝具有一定的效果，截擊動作是採取跨步切入動作使單腳著地後進行擊球，單腳著地時下肢支撐著整個身體的重量 (詹淑月、周玉、廖智雄, 1997)，因此，當身體重心集中在單腳上會造成相當大的負荷，而足弓支撐鞋墊確實能有效降低地面反作用力的峰值。而在側向急停動作軸心腳與急煞腳的地面反作用力峰值部分，使用足弓支撐鞋墊的地面反作用力 (左軸心腳： 1.50 ± 0.25 BW，右軸心腳： 1.64 ± 0.28 BW；左急煞腳： 1.70 ± 0.25 BW，右急煞腳： 1.74 ± 0.25 BW) 也顯著小於平版鞋墊 (左軸心腳： 1.60 ± 0.29 BW，右軸心腳： 1.69 ± 0.26 BW；左急煞腳： 1.83 ± 0.21 BW，右急煞腳： 1.91 ± 0.28 BW)，其中由左向右移動時的軸心腳 (左腳： $p = 0.03$)、急煞腳 (右腳： $p = 0.01$) 與由右向左移動急煞腳 (左腳： $p = 0.01$) 都有明顯的差異。

在分腿墊步進行左右前方向移動時的地面反作用力峰值部分，著足弓支撐鞋墊向右前方向移動 (左腳： 1.78 ± 0.30 BW，右腳： 0.33 ± 0.12 BW) 的地面反作用力峰值均顯著小於平版鞋墊 (左腳： 1.95 ± 0.29 BW，右腳： 0.38 ± 0.16 BW；右腳： $p = 0.03$ ；左腳： $p = 0.01$)；向左前方向移動時則未達到顯著差異。另外，在分腿墊步進行右前方向移動時的踝關節、膝關節剪力峰值部分，著足弓支撐鞋墊的情況下 (右膝： 0.08 ± 0.04 BW，左膝： 0.04 ± 0.04 BW、右踝： 0.02 ± 0.03 BW，左踝： 0.18 ± 0.02 BW) 皆顯著小於平版鞋墊 (右膝： 0.09 ± 0.05 BW，左膝： 0.05 ± 0.05 BW、

右踝： 0.04 ± 0.03 BW，左踝： 0.21 ± 0.02 BW），而另外穿著足弓支撐鞋墊分腿墊步向左前方向移動時的剪力峰值（右膝： 0.04 ± 0.08 BW，左膝： 0.03 ± 0.01 BW、右踝： 0.25 ± 0.09 BW，左踝： 0.04 ± 0.21 BW），也都顯著小於穿著平版鞋墊的情況（右膝： 0.07 ± 0.09 BW，左膝： 0.04 ± 0.02 BW、右踝： 0.27 ± 0.11 BW，左踝： 0.05 ± 0.26 BW）。分腿墊步的動作地面反作用力峰值部分，僅在進行向右前方向移動時，著足弓支撐鞋墊的左右腳地面反作用力峰值顯著小於平版鞋墊。除此之外，在分腿墊步著地時發現兩腳之間的地面反作用力峰值有極大的差異，過程中受試者以些微的時間差採單腳先著地隨後藉由重心轉移採取另一隻腳進行推蹬而導致，這樣的動作反應則是為了能配合來球方向且順利回擊的機制過程（Saviano, 2000）。

另一在下肢關節剪力的部分，同樣的在著足弓支撐鞋墊的情況下關節剪力都顯著小於平版鞋墊。從分腿墊步的動作進一步分析，右踝、右膝剪力有比較多的顯著差異出現，可能原因是受試者的慣用側多為右側，因此影響下肢分腿墊步著地後推蹬向左或右前方向移動時的協調性而產生差異，然而在常見的運動情境下，關節間因兩個相對方向作用在關節平面上的力通常容易造成關節軟組織的傷害，例如膝關節因承受股骨作用而產生的剪力容易讓前十字韌帶產生傷害，相對於此踝關節也承受脛骨作用而容易導致踝關節的

韌帶傷害（Doherty, Delahunt, Caulfield, Hertel, Ryan, & Bleakley, 2014）。

網球比賽過程中經常有側向急停擊球的動作出現，急停過程中，主要由前掌先著地隨後足底及足跟會完整貼地，急停在踝關節上會造成高度扭轉，而踝關節扭轉若是伴隨蹠屈踝關節，會導致較高機會的外側扭傷（Kibler & Safran, 2005），當奔跑速度越快，側向急停瞬間腳踝相對的需要產生更多的蹠屈角度來保持身體的姿勢平衡（林羿志、李雲翔、李雲光、相子元，2009）。Wright, Neptune, Bogert, 與 Nigg (2000) 亦曾提出，若著地時的蹠屈角度過大，會增加扭轉的頻率而造成踝部傷害的增加，足部內翻活動範圍越大，則踝關節外側扭轉亦可能會導致較高的傷害風險。因此在使用足弓支撐鞋墊的情況可以發現，側向急停的急煞腳最大右踝蹠屈角度（ $14.74 \pm 4.00^\circ$ ）、右踝內翻角度（ $7.39 \pm 2.32^\circ$ ）與左踝蹠屈角度（ $10.93 \pm 4.69^\circ$ ）均顯著小於穿著平版鞋墊的現象（ $p = 0.01$ ）。本實驗結果發現足弓支撐鞋墊介入後，急煞腳蹠屈角度均有明顯減少，換言之，著足弓支撐鞋墊時，僅需要較小的蹠屈角度來保持身體的姿勢平衡，同時，急煞腳踝內翻角度亦有明顯減少，能提升側向急停橫向穩定能力，而且亦能降低踝關節扭傷的風險。除此之外，著足弓支撐鞋墊時，亦能明顯減少側向急停動作腳與地面的衝擊，亦即減少下肢骨骼肌肉系統的衝擊，進而避免產生運動傷害（陳佳琳，2012）。

表一、球運動表現評量（單位：分）

	平版鞋墊	足弓支撐鞋墊	<i>p</i>
截擊	3.10 ± 0.34	3.33 ± 0.21	0.02*
底線擊球	2.01 ± 0.22	2.25 ± 0.18	0.01*

表二、地面反作用力參數測量結果

	平版鞋墊	足弓支撐鞋墊	<i>p</i>
單腳跨步切入的地面反作用力峰值比較 (BW)			
左腳	1.54 ± 0.22	1.44 ± 0.17	0.01*
右腳	1.54 ± 0.13	1.43 ± 0.15	0.03*
側向急停的軸心腳與急煞腳地面反作用力峰值 (BW)			
軸心腳 (左腳) ^a	1.60 ± 0.29	1.50 ± 0.25	0.03*
急煞腳 (右腳) ^a	1.91 ± 0.28	1.74 ± 0.25	0.01*
軸心腳 (右腳) ^b	1.69 ± 0.26	1.64 ± 0.28	0.31
急煞腳 (左腳) ^b	1.83 ± 0.21	1.70 ± 0.25	0.01*

分腿墊步進行左右前方向移動時的地面反作用力峰值 (BW)

右腳 ^c	0.38 ± 0.16	0.33 ± 0.12	0.03*
左腳 ^c	1.95 ± 0.29	1.78 ± 0.30	0.01*
右腳 ^d	1.98 ± 0.33	2.00 ± 0.32	0.70
左腳 ^d	0.22 ± 0.09	0.19 ± 0.07	0.21

* $p < 0.05$ a 由左向右移動；b 由右向左移動；* $p < 0.05$ c 進行右前方向移動；d 進行左前方向移動；* $p < 0.05$

表三、關節剪力測量結果

	平版鞋墊	足弓支撐鞋墊	p
分腿墊步進行右前方向移動時的踝關節、膝關節剪力峰值 (BW)			
右膝	0.09 ± 0.05	0.08 ± 0.04	0.01*
右踝	0.04 ± 0.03	0.02 ± 0.03	0.01*
左膝	0.05 ± 0.05	0.04 ± 0.04	0.12
左踝	0.21 ± 0.02	0.18 ± 0.02	0.01*
分腿墊步進行左前方向移動時的踝關節、膝關節剪力峰值 (BW)			
右膝	0.07 ± 0.09	0.04 ± 0.08	0.01*
右踝	0.27 ± 0.11	0.25 ± 0.09	0.01*
左膝	0.04 ± 0.02	0.03 ± 0.01	0.31
左踝	0.05 ± 0.26	0.04 ± 0.21	0.20

* $p < 0.05$

表四、踝關節內翻角度測量結果

	平版鞋墊	足弓支撐鞋墊	p
側向急停的急煞腳最大踝關節蹠屈與內翻角度 (°)			
右踝蹠屈	16.54 ± 4.02	14.74 ± 4.00	0.01*
右踝內翻	8.13 ± 2.31	7.39 ± 2.32	0.01*
左踝蹠屈	11.89 ± 4.82	10.93 ± 4.69	0.01*
左踝內翻	5.76 ± 2.37	5.31 ± 2.59	0.18

肆、討論與建議

綜合上述結果討論可以發現足弓支撐鞋墊的介入下，能有效的提昇網球截擊與底線擊球的運動表現，亦能有效的降低網球跨步與急停的地面反作用力衝擊，代表的是下肢傷害風險的下降。再者，因為功能性足弓支撐鞋墊具有足弓支撐，所以在進行側向急停動作過程能夠因為足弓支撐鞋墊剛性的支撐，減少踝關節內翻與蹠屈的角度，同時降低踝關節與膝關節的剪力，並進一步減少踝關節扭傷與膝關節受傷的風險。然而本研究主要比較平版鞋墊與足弓支撐鞋墊使用後所造

成的表現與力學參數差異，並未針對不同足弓類型的運動員做進一步的比較，再者高足弓與扁平足運動員樣本有限，因此無法深入解釋其足弓支撐墊對於高足弓或扁平足的效果，建議未來相關研究可以針對同一足弓類型之運動員進行更進一步的研究。

致謝：

感謝歐立達股份有限公司提供鞋墊協助本研究之進行。

伍、參考文獻

- 羅志勇、李來福 (2007)。網球選手接發球起動 動作結構分析。**高應科大體育**, 6, 62-67。
- 張維綱、張思敏 (2007)。臺灣大專網球選手運動傷害之調查研究。**體育學報**, 40, 15-28 頁。
- 詹淑月、周玉、廖智雄 (1997)。網球運動能力之敏捷性訓練法。**台灣體育**, 92, 35-38 頁。
- 林羿志、李雲翔、李雲光、相子元 (2009)。赤足側步動力學分析。**2009 亞太國際運動生物力學研討會暨台灣運動生物力學年會**, 中國文化大學。
- 陳佳琳 (2012)。不同鞋墊對步行足部之生物力學研究。未出版之碩士論文, 台北市, 台北市立教育大學體育研究所。
- 杜冠樺、黃淑玲、劉宗翰、黃建峯、許維君、相子元 (2014)。羽球步伐分析。**華人運動生物力學期刊**, 10, 24-29。
- 洪敏豪、張家豪、張博涵 (2014)。側向跳躍著地動作之踝關節傷害機轉與預防。**運動表現期刊**, 1(2), 64-67。
- Chandler, J. (1995). Exercise Training for Tennis. *Clinics in Sports Medicine*, 14(1), 33-46.
- Doherty, C., Delahunt, E., Caulfield, B., Hertel, J., Ryan, J., & Bleakley, C. (2014b). The incidence and prevalence of ankle sprain injury: A systematic review and meta-analysis of prospective epidemiological studies. *Sports Medicine (Auckland, N. Z.)*, 44, 123-140.
- Elliott, B. (2006). Biomechanics and tennis. *British Journal of Sports Medicine*, 40, 392-396.
- Gaw, C. E. (2013). Tennis-Related Injuries Treated in United States Emergency Departments, 1990-2011 (Unpublished master's thesis). Ohio State University, USA.
- Hall, S. J. (2003). *Basic biomechanics* (4th ed.). New York: McGraw Hill.
- International Tennis Federation. (2004). *International tennis number*. London: International Tennis Federation.
- Kibler, W. B., & Safran, M. (2005). Tennis injuries. *Medicine in Sports Science*, 48, 120-137.
- Leppänen, M., Aaltonen, S., Parkkari, J., Heinonen, A., & Kujala, U. M. (2014). Interventions to prevent sports related injuries: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *Sports Medicine*, 44(4), 473-86. doi: 10.1007/s40279-013-0136-8.
- McBain, K., Shrier, I., Shultz, R. et al. (2012). Prevention of sport injury II: a systematic review of clinical science research. *British Journal Sports Medicine*, 46, 174-9.
- Mitchell, L. C. J., Ford, K. R., Minning, S., Myer, G. D., Mangine, R. E., & Hewett, T. E. (2008). Medial Foot Loading on Ankle and Knee Biomechanics. *North American Journal of Sports Physical Therapy*, 3(3), 133-140.
- Razeghi, M., & Batt, M. E. (2000). Biomechanical analysis of the effect of orthotic shoe inserts: a review of the literature. *Sports Medicine*, 29(6), 425-38.
- Saviano, N. (2000). Dispelling technical myths: The split step and racquet preparation. *High performance coaching*, 2(4), 5-8.
- Stefanyshyn, D. J., & Nigg, B. M. (1998). Dynamic angular stiffness of the ankle joints during running and sprinting. *Journal of Applied Biomechanics*, 14, 292-299.
- Uzu, R., Shinya, M., & Oda, S. (2009). A split-step shortens the time to perform a choice reaction step-and-reach movement in a simulated tennis task. *Journal of Sports Sciences*, 27(12), 1233-1240.
- Wright, I. C., Neptune, R. R., van den Bogert, A. J., & Nigg, B. M. (2000). The influence of foot positioning on ankle sprains. *Journal of Biomechanics*, 33, 513-519.
- Yeung, S. S., Yeung, E. W., & Gillespie, L. D. (2011). Interventions for preventing lower limb soft-tissue running injuries. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 7, CD001256. doi:10.1002/14651858.CD001256. pub2.
- Zecher, S. B., & Leach, R. E. (1995). Lower leg and foot injuries in tennis and other racquet sports. *Clinics in Sports Medicine*, 14(1), 223-239.

