

大專女性足球及籃球員側向跨步切入對下肢生物力學分析 Lower extremity biomechanical patterns during side-step cutting in Division I female college soccer and basketball players

²張博涵 Po-Han Chang ¹黃長福 Chen-Fu Huang* ¹李佳美 Chia-Mei Li ¹劉錦璋 Chin-Chang Liu ¹柯柏仁 Bo-Jen Ko

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

²中國廣東省東莞理工學院教育學院(師範學院)體育系 Department of Physical Education, Dongguan University of Technology

投稿日期：2016年11月；通過日期：2017年5月

摘要

緒論：比較大專女性甲組籃球與足球運動員進行側向跨步切入之下肢動作策略，分析下肢各關節角度及力矩等生物力學參數，並希望藉此作為球員與教練有關下肢傷害預防之課程。**方法：**20名大專甲組運動員作為研究對象(籃球、足球員各10名)，實驗使用一塊 KISTLER 測力板、10台紅外線攝影機及 Vicon Nexus 1.81 軟體同步擷取側向跨步切入動作，所得之數據經由 Visual3D V5 軟體進行事後處理及運算，所有下肢生物力學參數使用 SPSS 20.0 套裝軟體進行獨立樣本 t 檢定 ($\alpha=.05$)。**結果：**足球員有較大的著地瞬間踝關節蹠屈角度及髌關節外展角度、最大踝關節外翻角度、膝關節屈曲及內旋角度與膝關節屈曲及內旋角度變化量；在關節力矩部分，足球員有較大的踝關節外旋與髌關節內收力矩峰值，籃球員則有較大的踝關節蹠屈力矩峰值；地面反作用力部分，籃球員有較小的前後分力制動第一及第二峰值、垂直分力第一峰值及較大的前後分力推進力峰值。**結論：**足球員在進行跨步切入動作時，習慣前足著地方式進行急停，進而產生較高的地面反作用力，並增加膝關節屈曲角度進行緩衝，同時有較大的踝關節外翻角度及膝關節內旋角度，因此建議足球員多加強踝關節相關神經肌肉訓練；籃球員在切入過程中有較小的膝關節屈曲角度，建議在切入過程中增加膝關節緩衝之角度。

關鍵詞：踝關節外翻、膝關節內旋、前十字韌帶

壹、緒論

大部分的膝關節扭傷皆與前十字韌帶 (anterior cruciate ligament; ACL) 傷害有關，在美國15-25歲之間的年輕人，每年約有8至25萬人發生ACL傷害 (Flynn et al., 2005)，而多數ACL損傷則是在運動場上所發生的，根據NCAA在西元2000年至2001年的統計，膝關節傷害的發生率最高的運動項目為足球、籃球、田徑、曲棍球等運動 (NCAA, 2002)。以解剖學方面來說，ACL可提供膝關節穩定性、防止股骨向前滑脫以及限制脛骨轉動之功能，因此受到傷害之後會引發不正常的膝關節動作，甚至會造成膝關節周圍軟組織的傷害及退化 (Irrgang, 1993; Johnson & Warner, 1993)，影響股直肌活化，限制肌肉力量的產生，影響膝關節功能的發揮 (黃奕銘、張雅如，2011；黃奕銘、鴻宗穎、念裕祥、張雅如、湯文慈，2011)。

足球及籃球兩項運動有著截然不同的規則、場地、裝備及訓練模式等，但這兩種運動有著極為相同的比

賽模式，都需要及快速的衝刺轉換攻防以及精湛的過人技巧，並在一場比賽中有將近一半以上的時間處於低強度的狀態 (Bradley et al., 2009; McInnes, Carlson, Jones, & McKenna, 1995)。同樣的這兩項運動都是當前熱門運動項目並且都有著對膝關節無接觸ACL損傷的風險，NCAA傷害監測系統資料庫 (Injury Surveillance System, ISS) 統計約16年 (1988~2004) 期間，女性籃球運動參與人口增加了41%，足球運動則是232%，顯示這二十年間女性運動人口的大幅成長 (Agel, Arendt, & Bershadsky, 2005; Agel, Evans, Dick, Putukian, & Marshall, 2007)，同時有研究統計NCAA傷害監測系統資料庫發現，1990~2002年間女性籃球及足球運動員發生ACL損傷的人數為男性的3.59及2.78倍，而女性籃球 (1,722人) 及足球運動員 (1,301人) 發生無接觸ACL損傷的人數為305 (17.7%) 及161 (12.4%) 人 (Agel et al., 2005)，顯示出這兩項運動項目皆有著高ACL損傷之風險，並且在女性運動員上尤其明顯。

*通訊作者：黃長福 Email: killua75630@hotmail.com

切入 (cutting) 動作是在籃球、足球等運動中常見的進攻技術，它需要瞬間的減速支撐，並利用下肢各關節緩和衝擊，以及快速的改變方向去閃避防守球員。一場激烈的比賽中，在直線前進中突然變換方向的切入動作是常見且需要純熟運用的技巧，但同時也容易增加運動員膝關節傷害風險 (Malinzak, Colby, Kirkendall, Yu, & Garrett, 2001)。許多研究指出側向跨步切入動作有較高發生無接觸前十字韌帶傷害的風險 (Besier, Lloyd, & Ackland, 2003; Cochrane, Lloyd, Buttfield, Seward, & McGivern, 2007; Cowley, Ford, Myer, Kernozek, & Hewett, 2006; Pollard, Stearns, Hayes, & Heiderscheit, 2015)。有學者更進一步的使用模擬的方式來驗證膝關節在切入時最主要傷害的機轉在於外翻與內旋的交互作用，模擬的過程中也發現，若要降低前十字韌帶的負荷，增加著地時髖關節和膝關節屈曲或髖關節內旋速度能降低過度的前十字韌帶外翻負荷 (McLean, Huang, & van den Bogert, 2008)。同時，女性在直線跑、側向跨步急切、交叉跨步急切等三種動作皆比男性有於較小膝關節彎曲角度、較大膝關節外翻角度、較大的股四頭肌收縮和較小的腿後肌群收縮 (Malinzak et al., 2001; McLean, Lipfert, & van den Bogert, 2004; Sigward, Pollard, Havens, & Powers, 2012)。這些與前十字韌帶傷害相關因子，如較大的膝關節外翻 (valgus)、外翻力矩 (valgus moment)、內旋力矩 (internal-rotation moment) 和髖關節外展 (abduction) 等，常被用來預測膝關節前十字韌帶傷害的風險因素 (McLean, Neal, Myers, & Walters, 1999; Pollard, Sigward, & Powers, 2007)。此外更有學者指出在進行跨步切入動作時踝關節與膝關節的連動關係 (Greene, Stuelcken, Smith, & Vanwanseele, 2014)，當踝關節呈現外翻動作時會使膝關節增加內旋角度，這與 ACL 損傷有著環環相扣的關聯。

近幾十年來國內外有大量的膝關節傷害研究，特別是針對前十字韌帶傷害的瞭解和預防，即使有許多研究證實前十字韌帶傷害的風險能透過神經肌肉訓練來降低 (Hewett, Lindenfeld, Riccobene, & Noyes, 1999; Hewett, Myer, & Ford, 2004; Myer, Ford, Palumbo, & Hewett, 2005)，但仍有文獻發現女性運動員的無接觸前十字韌帶傷害率卻逐年隨著運動參與而增加，尤其是最受歡迎的籃球和足球運動項目 (Agel et al., 2007)，而此兩種運動中雖然動作型態不盡相同，但同樣有急速變換運動方向的動作，如急停或切入等，所以容易發生無接觸性膝關節傷害。因此，本研究欲針對女

性籃球員和足球員在面對防守員時的側向跨步切入動作，藉由兩高傷害風險之運動項目相互比較是否會產生不同的動作策略和膝關節負荷，進一步探究膝關節前十字韌帶傷害發生的機轉，藉由探討支撐腳的髖、膝、踝關節等動作型態和膝關節負荷的情形，進而推估切入動作對膝關節之影響，並希望藉此回饋給教練與選手，使其在訓練及比賽中能夠預防傷害的發生。

本研究目的為，探討足球與籃球女性運動員在有防守員的情況下進行側向跨步切入動作支撐腳之下肢段各關節之運動學、動力學及地面反作用力等參數，並藉此了解膝關節負荷的差異情形。

貳、方法

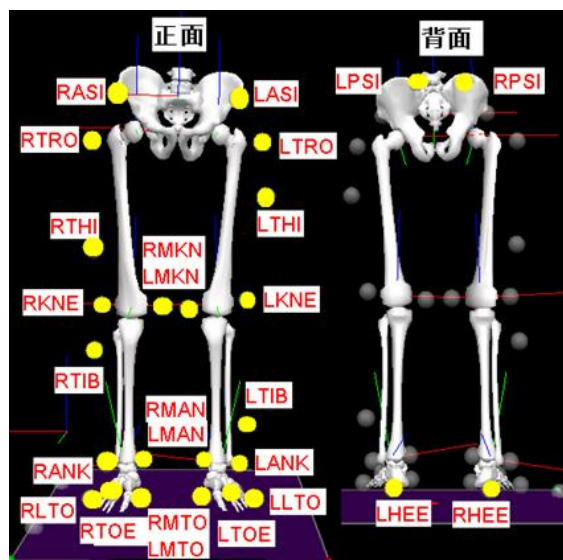
一、研究對象

本研究招募女性大專甲組足球及籃球運動員各十位 (籃球員：身高 173.2 ± 6.5 公分、體重 67.4 ± 8.1 公斤、年齡 19.9 ± 1.3 歲；足球員：身高 160.8 ± 5.7 公分、體重 55.5 ± 4.1 公斤、年齡 19.9 ± 1.3 歲)，且從事專項運動和訓練達五年以上的時間，在 6 個月內並無任何下肢運動傷害史及開刀經驗，慣用腳皆為右腳。

二、研究步驟

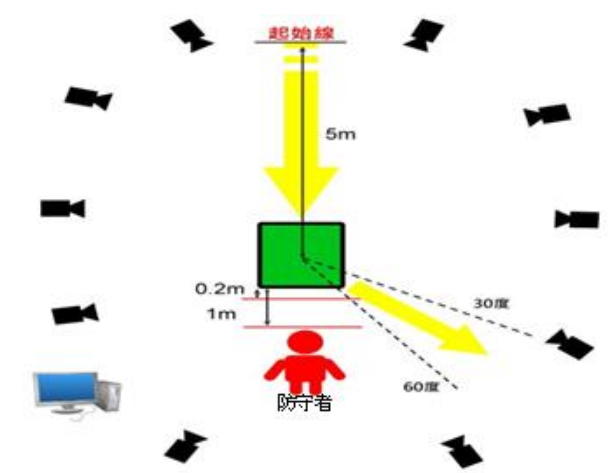
首先對受試者進行實驗流程說，並填寫基本資料與同意書，之後進行儀器校正、反光球黏貼 (如圖一，共26顆)，其黏貼位置為：骨盆〔前上髖棘 (anterior superior iliac spine, ASI) 與後上髖棘 (posterior superior iliac spine, PSI)〕，腿部 (大轉子 (greater trochanteric, TRO)、大腿 (thigh, THI) 與小腿 (tibia, TIB) 外側中央處、膝關節內外側髁 (knee, KNE)、踝關節內外側髁 (ankle, ANK))，足部 (第一趾骨頭內側 (lateral toe, LTO)、第二趾骨頭近端 (toe, TOE)、第五趾骨頭外側 (medial toe, MTO) 和足跟 (heel, HEE)) 與量測各肢段參數，正式實驗開始之前先行5分鐘跑步機 (6m/s) 熱身與3至5次模擬正式測驗動作之練習。每位實驗參與者收集面對距離防守者50cm條件下進行5次試作，選取接觸測力板瞬間髖關節重心速度最大的各3次 (本研究僅使用髖關節重心參數，並非下肢段的重心，髖關節重心則是使用 Visual3D 內建的 Dempster 的肢段參數進行運算得出)，並使用 Vicon Motion System (MX13+ Oxford Metrics Ltd., Oxford, England) 結合10台紅外線攝影機 (250Hz) 與一台測力板 (KISTLER 9281, Germany, 60cm*90cm, 1000Hz) 同步擷取側向跨步切入動作，所得之訊號經由 Vicon Nexus 1.81 軟體量化獲取地面反作用力、下肢段各關

節之運動學及動力學等力學參數。



圖一、反光球黏貼位置示意圖 (第一個字母 R: right; L: left; M: medial)

側向跨步切入 (side-step cutting) 動作是急行後，切出的方向與支撐腳反向的動作。如圖二所示，實驗參與者在起點預備，從起點至測力板中心點約距離 5 公尺，開始後要求儘可能以最大速度的直線衝刺前進，再以右腳為支撐腳踏入測力板中心區域，隨即左腳跨步以 30~60 度角的範圍 (以膠帶來標示範圍區間) 向左前方切出，切出後儘可能再向前跑幾步模擬與比賽情境相同 (McLean et al., 2004)，若雙足分別能著地正確落入測力板和切出膠帶所標示之範圍，且不觸及防守者則視為成功試作。本研究以前後分力來區分制動期與推蹬期，負值為制動期；正值為推蹬期。



圖二、實驗場地佈置

防守者為同一人 (身高 162cm，體重 50kg)，統一防守動作為雙腳開立約與肩寬、雙膝微屈、雙手微張置於體側，開始即站立於防守距離標線 (1m) 後方以待實驗進行。

三、資料處理

在運動學的資料處理與分析方面，先使用 Vicon Nexus 軟體對紅外線攝影機所得之三維反光球軌跡資料，依照黏貼位置進行命名，而後匯出 C3D 格式檔案。之後將檔案匯入 Visual3D 軟體，再匯入解剖動作靜態檔案及所測量的人體肢段長度建立人體模型，套用至側向跨步切入的動態檔案中，動態檔案資料先利用 zero-lag Butterworth 4th 8 Hz 低通濾波 (low-pass filter) 修勻反光球軌跡後，再進行運動學的參數運算。其中運動學的參數包含下肢的髖、膝、踝關節角度，而關節角度計算方法為，遠端肢段三維座標軸相對於近端肢段三維座標軸的旋轉則以 Cardan sequence 計算 (旋轉順序為繞額狀軸 x—繞矢狀軸 y—繞縱軸 z)，計算出關節的角度變化，並以右手定則決定旋轉正負方向。

在動力學的資料計算方面，地面反作用力資料會透過 Vicon Nexus 軟體匯出成 C3D 檔案，之後匯入 Visual3D 軟體，經 Butterworth 4th 50 Hz 低通濾波方法進行平滑化處理。經由軟體運算處理後得到最大地面反作用力與下肢髖、膝、踝關節的最大關節力矩，其力矩計算方法為利用逆動力學方法進行運算，其方法為結合 Dempster 人體肢段參數、Vicon 所得肢段運動學參數、以及從測力板所得地面反作用力及壓力中心位置，配合動力學逆過程原理，以獲得各關節之肌肉淨力矩 (Davis, Ounpuu, Tyburski, & Gage, 1991)，在 Visual3D 軟體中，計算關節力矩公式如下：

$$C_i = I_i \alpha_i + \omega_i \times (I_i \omega_i)$$

$$M_{proximal} = \sum_{i=1}^n (C_i + R_i \times A_i) + \sum_{j=1}^q (P_j \times F_q)$$

$$+ \sum_{k=1}^p \tau_k$$

$$A_i = m_i (a_i + g)$$

$$R_i = r_i + r_i' + r_{i-1}$$

公式中， C_i 為肢段力矩、 I_i 為肢段轉動慣量、 α 為角加速度、 m_i 為肢段質量、 a_i 為肢段加速度、 n 為遠端所鏈結的肢段數量、 q 為外力的數量、 F_q 為外力的力量、 τ_k 為肢段力偶、 A_i 為力量、 p 為外力矩之數量、 P_j 為外力作用至近端關節之向量、 R_i 為各遠段肢段重心到近端關節的距離、 r_i 為肢段力臂。之後地面反作用力及下肢髖、膝與踝力矩資料均對身體體重 (body weight, BW) 進行標準化。

所得之動力學、運動學及地面反作用力參數使用 SPSS for Windows 20.0 套裝軟體進行獨立樣本 t 檢定 (independent-samples t -test) 統計分析，顯著水準訂為 $\alpha=.05$ 。

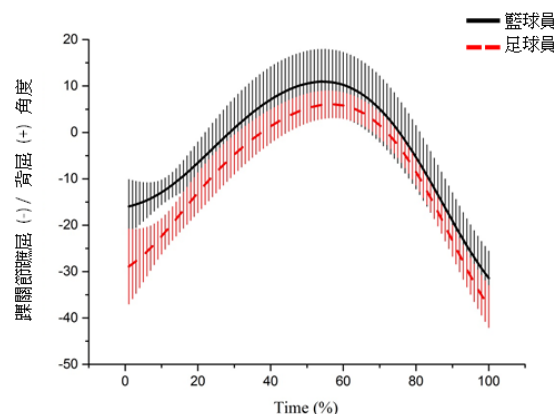
參、結果

一、女性不同運動項目對側向跨步切入之運動學參數

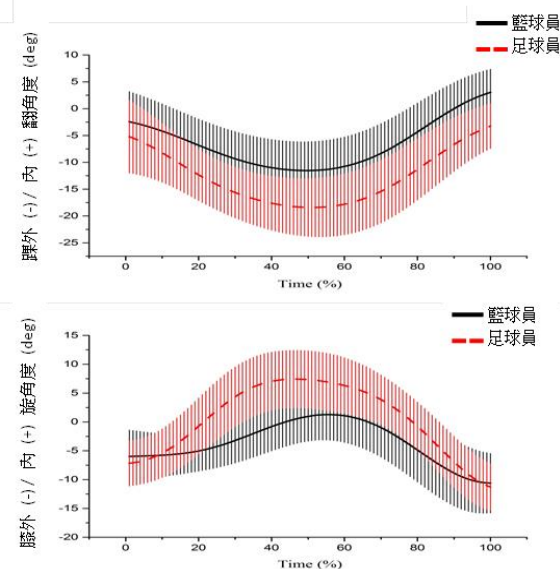
首先，兩組切入動作接觸測力板瞬間髖關節重心速度並無差異 (籃球員 3.02 ± 2.1 m/s; 足球員 2.99 ± 1.4 m/s, $p > .05$)，如表一所示，相較於女性籃球員，足球員有較大的著地瞬間踝關節蹠屈角度 (圖三) 及髖關節外展角度 ($p < .05$)，各關節角度峰值及變化量 (range of motion, ROM, 接觸測力板瞬間至關節角度峰值) 部分 (表二)，踝關節外翻角度、膝關節屈曲及內旋角度足球員都較籃球員大 ($p < .05$)，同時足球員也有較大的膝關節屈曲及內旋 ROM (圖四， $p < .05$)；其餘各關節角度變化並未達顯著差異 ($p > .05$)。

二、女性不同運動項目對側向跨步切入之動力學參數

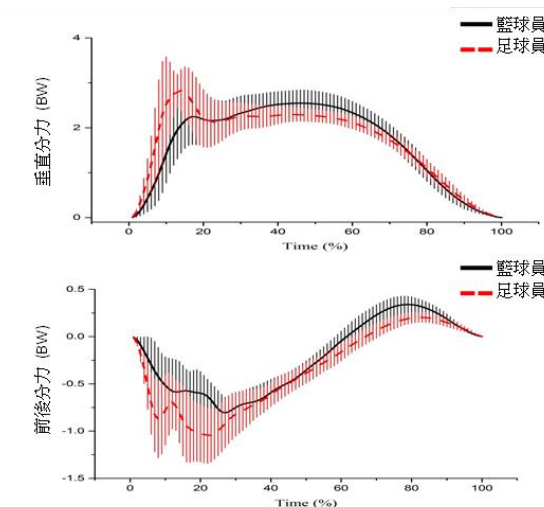
如表三與圖五所示，足球員有較長的制動期時間與較大的制動第一及第二峰值前後分力及制動期垂直分力峰值 ($p < .05$)，而籃球員則有較大的前後分力推蹬力峰值 ($p < .05$)，其餘各時期地面反作用力變化皆未達顯著 ($p > .05$)。



圖三、側向跨步切入之踝關節矢狀面角度變化圖



圖四、踝關節額狀面與膝關節橫切面角度變化圖



圖五、側向跨步切入之地面反作用力變化圖

表一、側向跨步切入之下肢段各關節接觸地面瞬間角度

	籃球員	足球員	t-value	η^2	Power
踝關節角度 (°)					
蹠屈*	15.96 ± 5.79	28.91 ± 8.06	4.127	.486	.974
外翻	2.43 ± 5.61	5.22 ± 6.76	1.003	.053	.158
外旋	22.18 ± 6.28	21.39 ± 4.74	.318	.006	.060
膝關節角度 (°)					
屈曲	28.77 ± 8.75	23.47 ± 5.52	1.622	.127	.336
外翻	3.77 ± 4.14	1.60 ± 2.82	1.369	.094	.254
外旋	6.00 ± 4.61	7.18 ± 3.92	.617	.021	.090
髖關節角度 (°)					
屈曲	49.87 ± 9.79	54.69 ± 7.59	1.213	.078	.215
外展*	3.65 ± 6.56	11.78 ± 4.65	3.196	.362	.856
內旋	10.43 ± 14.08	9.79 ± 12.61	.108	.001	.051

* $p < .05$

表二、側向跨步切入之膝、踝關節角度峰值及膝關節角度變化量

	籃球員	足球員	t-value	η^2	Power
踝關節峰值 (°)					
背屈	11.18 ± 6.85	6.28 ± 2.86	2.087	.486	.506
外翻*	11.61 ± 5.38	18.54 ± 5.48	2.852	.053	.770
外旋	27.43 ± 5.88	27.17 ± 4.16	.112	.006	.051
膝關節峰值 (°)					
屈曲*	53.80 ± 5.60	58.31 ± 2.97	2.249	.219	.567
外翻	3.72 ± 6.00	1.03 ± 3.62	1.216	.076	.210
內旋*	1.37 ± 5.19	8.13 ± 5.14	2.923	.451	.953
膝關節 ROM (°)					
屈曲*	25.03 ± 7.01	34.84 ± 4.64	3.689	.431	.936
外翻	3.64 ± 1.98	2.64 ± 1.38	1.307	.087	.236
內旋*	8.35 ± 4.48	15.31 ± 3.04	4.036	.478	.970

* $p < .05$

表三、側向跨步切入之支撐時間與地面反作用力峰值

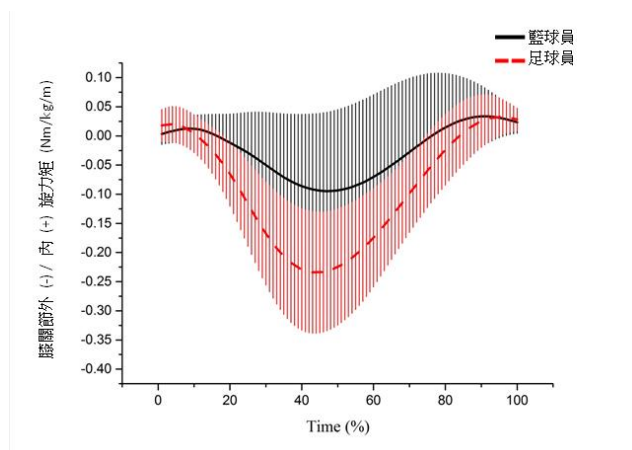
	籃球員	足球員	t-value	η^2	Power
支撐時間 (s)					
支撐總時間*	0.20 ± 0.01	0.24 ± 0.02	4.550	.535	.990
制動期*	0.13 ± 0.01	0.16 ± 0.01	6.014	.668	.999
推蹬期	0.07 ± 0.01	0.08 ± 0.01	.450	.011	.071
前後分力 (BW)					
制動期第一峰值*	0.94 ± 0.18	1.21 ± 0.35	2.181	.209	.541
制動期第二峰值*	0.85 ± 0.18	1.15 ± 0.27	2.937	.324	.793
推蹬期峰值*	0.35 ± 0.08	0.22 ± 0.05	4.386	.517	.985
制動期左右					
分力峰值 (BW)	1.21 ± 0.30	1.50 ± 0.41	1.835	.158	.412
制動期垂直					
分力峰值 (BW)*	2.76 ± 0.33	3.59 ± 0.66	3.590	.417	.924

* $p < .05$

表四、側向跨步切入之踝、髖關節力矩峰值

	籃球員	足球員	t-value	η^2	Power
踝關節 (Nm/kg/m)					
蹠屈力矩*	1.97 ± 0.32	1.71 ± 0.11	2.369	.238	.611
外翻力矩	0.22 ± 0.11	0.26 ± 0.11	.689	.026	.100
外旋力矩*	0.13 ± 0.12	0.26 ± 0.09	2.773	.299	.746
髖關節 (Nm/kg/m)					
內收力矩*	0.11 ± 0.24	0.46 ± 0.15	3.863	.453	.954
外展力矩	0.88 ± 0.28	0.75 ± 0.45	.740	.029	.108
外旋力矩	0.46 ± 0.27	0.57 ± 0.17	1.058	.059	.171

* $p < .05$



圖六、側向跨步切入之踝關節橫切面力矩變化圖

如表四所示，足球員有較大的踝關節外旋（圖六）與髌關節內收力矩峰值（ $p < .05$ ），籃球員則有較大的踝關節跖屈力矩峰值（ $p < .05$ ），其餘下肢段各關節之力矩峰值皆未達顯著差異（ $p > .05$ ）。

肆、討論

一、不同運動項目對側向跨步切入之踝關節角度與力矩的差異

本研究發現，女性足球員相較於籃球員有較大的著地瞬間踝關節跖曲角度（圖三），推估其原因，由於足球鞋底設計將鞋釘部分集中於前腳掌部分，以利於在較為柔軟且濕滑的草地上奔跑與迅速改變方向，因此在足球員部分會習慣以前足著地方式來進行急停與改變方向（Speer, 1992）；然而支撐腳的動作與支撐方式對於跨步切入這個動作有著絕對的影響力，同時也對於許多造成膝關節 ACL 損傷的機轉息息相關（Pace et al., 2015）。由過去研究中發現，若使用前足著地方式進行緩衝與急停，影響了著地時的緩衝能力，造成有較高的地面反作用力（Yu, Lin, & Garrett, 2006），這樣的結果也在本研究中發現，足球員使用前足著地，造成與籃球員比較下較高的地面垂直與前後地面反作用力（圖五）；此外，足球員過大的踝關節外翻角度（表二）可能會增加膝關節內旋角度（Alentorn-Geli et al., 2009; Hewett, Myer, & Ford, 2006; Pollard, Sigward, Ota, Langford, & Powers, 2006），進而導致 ACL 的損傷。而在踝關節跖曲力矩上（表四），籃球員則有相對優異的表現，跖曲力矩越大表示在於推蹬離開測力板時能夠有較大的推進力，因此在推蹬力上，籃球員有較大的峰值（表三），但由於足球員因應場地及鞋具所發展出的著地策略，足球員傾向在進行側向跨步切入時將

支撐腳之腳掌貼地，僅利用關節旋轉之方式來進行切入以避免打滑之現象，也為了減緩踝關節外翻導致過度的膝關節內旋角度（表二），造成足球員有較高的踝關節外旋力矩。

二、不同運動項目對側向跨步切入之膝、髌關節角度與力矩的差異

在髌關節動作上，著地瞬間足球員有較大的外展角度（表一），在踝關節部分談論到足球員傾向利用腳掌增加支撐面積並使用下肢關節旋轉方式進行切入，因此在進行急停同時，身體重心必須先進行轉移遠離支撐腳，否則單純依靠關節旋轉的方式會容易造成身體失衡而跌倒，但也因此，過大的外展角度同時產生了較大的髌關節內收力矩（表四），在過去文獻中也指出，髌關節過大的內收力矩會增加膝關節外翻力矩（Ford, Myer, & Hewett, 2003; Hewett et al., 2005），也是造成 ACL 負荷增加的原因之一；在膝關節部分，如圖四所示，圖中可以觀察出足球員先到達膝關節內旋角度峰值，爾後踝關節外翻角度也隨之到達峰值，推估其原因，可能由於足球員習慣藉由下肢關節旋轉動作進行切入，因此有著較大的膝關節的內旋角度，相對的也增加了踝關節外翻角度（Alentorn-Geli et al., 2009; Hewett et al., 2006; Pollard et al., 2007），在過去研究中提到，若要造成膝關節 ACL 損傷，單純矢狀面的動作是很難造成無接觸性傷害，但若加上膝關節的內外旋與內外翻動作時，確實會對 ACL 造成很大的負荷（McLean et al., 2008; Shimokochi & Shultz, 2008; Sigward et al., 2012），因此過高的膝關節內旋角度確實為 ACL 損傷的重要機轉之一，而在矢狀面上，足球員有著較高的屈曲角度（表二），推估其原因，由於足球員採用前足著地的策略進行急停，並產生了較高的垂直地面反作用力（表三），然而過去文獻提到，膝關節在著地動作中最重要的角色在於吸收垂直地面反作用力（Malinzak et al., 2001; McLean et al., 2004; Yu et al., 2006; 張博涵、翁梓林、林羿君, 2013），藉由增大膝關節屈曲角度，緩衝較大的衝擊，同時較大的膝關節屈曲角度確實可以降低 ACL 負荷（Yu et al., 2006），但也因此增加了緩衝期的時間（表三）。

伍、結論與建議

女性足球員在進行跨步切入動作時，習慣採取前足著地方式進行急停，因此產生較大的地面反作用力，並採取增加膝關節屈曲角度進行緩衝，但由於傾向使用足部前側支撐與下肢關節旋轉的方式進行切入，有

較大的踝關節外翻角度、外旋力矩及膝關節內旋角度，因此建議女性足球員多加強踝關節相關神經肌肉訓練；女性籃球員在切入過程中利用前足支撐進行旋轉，藉此降低 ACL 負荷，但有較小的膝關節屈曲角度，建議在切入過程中在不影響運動表現與反應時間的狀況下適度增加膝關節緩衝之角度，並在訓練過程中多加強膝關節相關神經肌肉訓練。

引用文獻

- 許孟霖、林晉利 (2009)。神經肌肉訓練降低非接觸性前十字韌帶傷害之效果。《大專體育》，101, 210-216。
- 張博涵、翁梓林、林羿君 (2013)。不同膝關節貼紮類型對急停動作穩定性之影響。《大專體育學刊》，15(3), 374-382。
- 黃奕銘、張雅如 (2011)。前十字韌帶受傷後股四頭肌萎縮的機制—周邊神經的影響。《中華體育季刊》，25(3), 419-426。
- 黃奕銘、鴻宗穎、念裕祥、張雅如、湯文慈 (2011)。電刺激增加感覺輸入之肌力訓練對前十字韌帶損傷者股四頭肌自主活化與落地表現的影響。《大專體育學刊》，13(3), 327-336。
- Agel, J., Arendt, E. A., & Bershadsky, B. (2005). Anterior cruciate ligament injury in national collegiate athletic association basketball and soccer a 13-year review. *The American Journal of Sports Medicine*, 33(4), 524-531.
- Agel, J., Evans, T. A., Dick, R., Putukian, M., & Marshall, S. W. (2007). Descriptive epidemiology of collegiate men's soccer injuries: National collegiate athletic association injury surveillance system, 1988–1989 through 2002–2003. *Journal of Athletic Training*, 42(2), 270.
- Alentorn-Geli, E., Myer, G. D., Silvers, H. J., Samitier, G., Romero, D., Lázaro-Haro, C., & Cugat, R. (2009). Prevention of non-contact anterior cruciate ligament injuries in soccer players. Part 1: Mechanisms of injury and underlying risk factors. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 17(7), 705-729.
- Besier, T. F., Lloyd, D. G., & Ackland, T. R. (2003). Muscle activation strategies at the knee during running and cutting maneuvers. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 35(1), 119-127.
- Bradley, P. S., Sheldon, W., Wooster, B., Olsen, P., Boanas, P., & Krstrup, P. (2009). High-intensity running in English FA Premier League soccer matches. *Journal of Sports Sciences*, 27(2), 159-168.
- Cochrane, J. L., Lloyd, D. G., Buttfield, A., Seward, H., & McGivern, J. (2007). Characteristics of anterior cruciate ligament injuries in Australian football. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 10(2), 96-104.
- Cowley, H. R., Ford, K. R., Myer, G. D., Kernozek, T. W., & Hewett, T. E. (2006). Differences in neuromuscular strategies between landing and cutting tasks in female basketball and soccer athletes. *Journal of Athletic Training*, 41(1), 67.
- Davis, R. B., Ounpuu, S., Tyburski, D., & Gage, J. R. (1991). A gait analysis data collection and reduction technique. *Human Movement Science*, 10(5), 575-587.
- Flynn, R. K., Pedersen, C. L., Birmingham, T. B., Kirkley, A., Jackowski, D., & Fowler, P. J. (2005). The familial predisposition toward tearing the anterior cruciate ligament a case control study. *The American Journal of Sports Medicine*, 33(1), 23-28.
- Ford, K. R., Myer, G. D., & Hewett, T. E. (2003). Valgus knee motion during landing in high school female and male basketball players. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 35(10), 1745-1750.
- Greene, A. J., Stuelcken, M. C., Smith, R. M., & Vanwanseele, B. (2014). The effect of external ankle support on the kinematics and kinetics of the lower limb during a side step cutting task in netballers. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 6(1), 42.
- Hewett, T. E., Lindenfeld, T. N., Riccobene, J. V., & Noyes, F. R. (1999). The effect of neuromuscular training on the incidence of knee injury in female athletes a prospective study. *The American Journal of Sports Medicine*, 27(6), 699-706.

- Hewett, T. E., Myer, G. D., & Ford, K. R. (2004). Decrease in neuromuscular control about the knee with maturation in female athletes. *The Journal of Bone & Joint Surgery*, 86(8), 1601-1608.
- Hewett, T. E., Myer, G. D., & Ford, K. R. (2006). Anterior cruciate ligament injuries in female athletes part 1, mechanisms and risk factors. *The American Journal of Sports Medicine*, 34(2), 299-311.
- Hewett, T. E., Myer, G. D., Ford, K. R., Heidt, R. S., Colosimo, A. J., McLean, S. G., . . . Succop, P. (2005). Biomechanical measures of neuromuscular control and valgus loading of the knee predict anterior cruciate ligament injury risk in female athletes a prospective study. *The American Journal of Sports Medicine*, 33(4), 492-501.
- Irrgang, J. (1993). Modern trends in anterior cruciate ligament rehabilitation: Nonoperative and postoperative management. *Clinics in Sports Medicine*, 12(4), 797-813.
- Johnson, D., & Warner, J. (1993). Diagnosis for anterior cruciate ligament surgery. *Clinics in Sports Medicine*, 12(4), 671-684.
- Malinzak, R. A., Colby, S. M., Kirkendall, D. T., Yu, B., & Garrett, W. E. (2001). A comparison of knee joint motion patterns between men and women in selected athletic tasks. *Clinical Biomechanics*, 16(5), 438-445.
- McInnes, S., Carlson, J., Jones, C., & McKenna, M. (1995). The physiological load imposed on basketball players during competition. *Journal of Sports Sciences*, 13(5), 387-397.
- McLean, S. G., Huang, X., & van den Bogert, A. J. (2008). Investigating isolated neuromuscular control contributions to non-contact anterior cruciate ligament injury risk via computer simulation methods. *Clinical Biomechanics*, 23(7), 926-936.
- McLean, S. G., Lipfert, S. W., & van den Bogert, A. J. (2004). Effect of gender and defensive opponent on the biomechanics of sidestep cutting. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36(6), 1008-1016.
- McLean, S. G., Neal, R. J., Myers, P. T., & Walters, M. R. (1999). Knee joint kinematics during the sidestep cutting maneuver: Potential for Injury in women. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 31, 959-968.
- Myer, G. D., Ford, K. R., Palumbo, O. P., & Hewett, T. E. (2005). Neuromuscular training improves performance and lower-extremity biomechanics in female athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 19(1), 51-60.
- Pace, J. L., Mueske, N., Zaslow, T., Katzel, M., Chua, M., & Wren, T. (2015). Comparison of three-dimensional motion during side-step cutting in pediatric athletes with recent ACL Reconstruction and those with no ACL surgical history. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 3(7 suppl).
- Pollard, C. D., Sigward, S. M., Ota, S., Langford, K., & Powers, C. M. (2006). The influence of in-season injury prevention training on lower-extremity kinematics during landing in female soccer players. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 16(3), 223-227.
- Pollard, C. D., Sigward, S. M., & Powers, C. M. (2007). Gender differences in hip joint kinematics and kinetics during side-step cutting maneuver. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 17(1), 38-42.
- Pollard, C. D., Stearns, K. M., Hayes, A. T., & Heiderscheit, B. C. (2015). Altered lower extremity movement variability in female soccer players during side-step cutting after anterior cruciate ligament reconstruction. *The American Journal of Sports Medicine*, 43(2), 460-465.
- Shimokochi, Y., & Shultz, S. J. (2008). Mechanisms of noncontact anterior cruciate ligament injury. *Journal of Athletic Training*, 43(4), 396.
- Sigward, S. M., Pollard, C. D., Havens, K. L., & Powers, C. M. (2012). The influence of sex and maturation on knee mechanics during side-step cutting. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 44(8), 1497-1505.

- Speer, D. C. (1992). Clinically significant change: Jacobson and Truax (1991) revisited. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 60(3), 402-409.
- Yu, B., Lin, C. F., & Garrett, W. E. (2006). Lower extremity biomechanics during the landing of a stop-jump task. *Clinical Biomechanics*, 21(3), 297-305.

Lower extremity biomechanical patterns during side-step cutting in Division I female college soccer and basketball players

¹²Po-Han Chang¹ Chen-Fu Huang*¹ Chia-Mei Li¹ Chin-Chang Liu¹ Bo-Jen Ko

¹ Department of Physical Education, National Taiwan Normal University, Taipei, Taiwan

² Department of Physical Education, Dongguan University of Technology, Guangdong Province, China

Submit date : November 2016 ; Qualified date : May 2017

Abstract

Introduction: The purpose of this study was to investigate the differences in lower extremity kinematics and dynamics between college soccer and basketball players during a side-step cutting. **Methods:** Twenty Division I female college players (basketball, n=10; soccer, n=10) participated in this study. A Vicon ten-camera system and a Kistler force plate were used to collect the 45-degree side-step cutting tasks. Vicon Nexus 1.81 and Visual3D V5 software were used to process and calculate kinematic and dynamic data. An independent sample *t*-test was used to compare group differences ($\alpha=.05$). **Results:** The results indicated soccer players had greater ankle plantar flexion and hip abduction angle when the foot made initial contact with the force plate. During the supporting phase, soccer players had greater peak ankle valgus, knee flexion and internal rotation angle, greater peak ankle external rotation and hip adductor moment; whereas, basketball players had greater peak braking ground reaction force and the first peak of vertical ground reaction force, but had smaller peak propulsive ground reaction force. **Conclusion:** It was concluded that, female soccer athletes are used to make sudden stops with the forefoot initial-contact with the ground during side-step cutting. Such a movement would generate higher ground reaction force; as a result, the knee flexion angle needs to be increased for impact absorption, moreover, ankle valgus and knee internal rotation angle would be greater. Therefore, this study suggests that female soccer athletes increase ankle neuromuscular training programs; as to the female basketball athletes who had smaller knee flexion angle during side-step cutting, we recommend increasing knee flexion angle to prevent non-contact ACL injury and enhancing knee neuromuscular training programs.

Keywords: ankle valgus angle, knee internal rotation angle, ACL
