

飛盤投擲上肢運動表現之探討

陳瑞麟、黃長福、張家豪*

國立臺灣師範大學體育學系

摘要

目的：探討飛盤投擲上肢運動表現，使對飛盤運動有興趣的運動者與教學者對投擲飛盤時的上肢動作有更進一步的科學化解釋。**方法：**本文整理歸納國內外相關的飛盤投擲上肢動作文獻，並依其研究結果作分析與統整。**結果：**(1) 更多的旋轉和較少的晃動，使飛盤飛行表現更出色。(2) 正手分指與正手合指的投擲表現其實差異不大。(3) 反手投擲、正手合指及正手分指的投擲準確度平均距離相差不到 3 公分。(4) 在加速階段的早期增加手腕扭矩並改變飛盤在飛盤釋放時的姿態，可以改善投擲表現。(5) 手腕快速甩動飛盤以增加旋轉速度，穩定出盤。(6) 正手長傳的動力鍊模式與過去投擲球類研究所指出的由大肢段傳向小肢段有所不同，加速最快達到峰值的部位依序為肘關節、肩關節、腕關節。(7) 投擲飛盤時將飛盤盤面平放或趨於平面，腋下夾角角度控制在約 60 度，將有助於丟到目標物。**結論：**投擲飛盤時，調整身體上肢的關節動作、手腕扭矩、增加飛盤的轉速及出盤速度就能達到飛行較穩定且飛行距離較遠的飛盤，以達到較佳的飛盤運動表現。

關鍵詞：飛盤爭奪賽、正手投擲、反手投擲

壹、緒論

飛盤於西元 1920 年發起於美國，直到 1979 年後傳至臺灣 (熊文宗，2007)，在臺灣推廣也有一段時日，算是發展中的新興運動，在許多臺灣人的既有印象中，大多都是放鬆的休閒活動，讓人覺得毫無新鮮感及挑戰性，但其實飛盤還有許多不一樣的玩法，進行的運動項目也五花八門，只是較少人知道，像是飛盤運動的個人競賽項目：擲遠賽、擲準賽、回收計時賽、投跑接賽、飛盤高爾夫等，團體競賽項目的躲避飛盤賽、勇氣賽和爭奪賽，每個項目都有其獨特及具挑戰的地方。

在運動場上，時常需要進行飛盤投擲的操作及指導，而在進行上述的比賽項目前，最基本的條件就是學會如何投擲及控制飛盤，其中最常見也是最基礎的投擲方法為反手投擲及正手投擲，大多數的初學者在練習飛盤投擲時，常有丟不遠或丟不穩的情形，有趣的是初學者

*通訊作者：張家豪 Email: jhchang@ntnu.edu.tw

地址：116 台北市文山區汀州路四段 88 號

在學習反手投擲時，往往只需稍微的要領指導並自行練習一下，初學者的飛盤即可較平穩的飛行，甚至進行長距離的飛盤傳接活動，但反觀學習正手投擲時，初學者練習了一段時間，丟出去的盤可能還是無法平穩飛行，甚至一出手便直接墜地。

目前飛盤的投擲方法學習僅能參考市面上鮮少的飛盤教科書、網路上的教學視頻和飛盤玩家前輩們的相傳相授，基本上都是動作的指導及經驗的傳授，很少有具體量化或科學化的指導依據，平時也較難搜尋到相關的文獻或文章，目前已有些許文獻對於飛盤的投擲動作進行研究，因此蒐集整理了相關文獻，並對飛盤的投擲動作加以鑽研，致使飛盤出手後可以更穩定的飛行，並進行長距離的投擲動作。

貳、方法

本研究使用 Google 學術、Airiti library 華藝線上圖書館及 NDLTD 臺灣博碩士論文知識加值系統三個學術搜尋引擎，輸入飛盤及飛盤投擲等關鍵字，透過系統回顧的方式搜尋西元 2020 年 7 月 14 日以前與飛盤投擲動作分析相關聯的中英文文獻，藉以探討飛盤的投擲動作。分別搜尋了以下關鍵字飛盤、飛盤+運動生物力學、frisbee、flying disc、frisbee + flying disc、frisbee + biomechanical、flying disc + biomechanical、frisbee + flying disc + biomechanical，等 8 組關鍵字。

參、結果

以 Google 學術搜尋飛盤共 3770 筆；飛盤+運動生物力學共 39 筆；frisbee 共 42200 筆；flying disc 共 125000 筆；frisbee + flying disc 共 3720 筆；frisbee + biomechanical 共 634 筆；flying disc + biomechanical 共 9320 筆；frisbee + flying disc + biomechanical 共 147 筆，經過比對及檢查後發現，大多都是錯誤搜尋，只有找到少部分飛盤投擲相關文獻，而國外相關文獻大部分為探討飛盤的飛行物理特性。以 Airiti library 華藝線上圖書館來說，期刊共 89 筆，碩博士論文共 4 筆，電子書共 48 筆；飛盤+運動生物力學，電子書共 6 筆，紙本書共 15472 筆；frisbee，期刊共 11 筆，碩博士論文共 3 筆；flying disc，期刊共 8 筆，碩博士論文共 1 筆；frisbee + biomechanical，共 0 篇；flying disc + biomechanical，期刊共 1 篇；frisbee + flying disc + biomechanical，紙本書共 114 篇。經比對及檢查後發現，只有少部分飛盤相關文獻，而國內文獻大部分探討的是飛盤體育課程、飛盤運動介紹和推廣或是滿意度調查，全部都與此研究主題無相關。最後以 NDLTD 臺灣博碩士論文知識加值系統搜尋共 29 筆；飛盤+運動生物力學，共 0 筆；frisbee，共 17 筆；flying disc，共 5 筆；frisbee + biomechanical，共 0 筆；flying disc + biomechanical 共 0 筆；frisbee + flying disc + biomechanical 共 0 筆，僅找到一篇符合相關內容之文獻。整理後發現，目前的飛盤投擲研究都著重於探討飛盤投擲的上肢動作，並無討論飛盤投擲的下肢動作，本文藉由對飛盤投擲的上肢動作進行探討，希望可以提供具體且明確的指導依據，幫助教學、訓練和比賽參考，提升運動表現，並引起讀者關注與投入研究飛盤運動，整理如表 1。

表 1、飛盤投擲動作文獻簡表

標題	出版時間	研究目的	研究對象	研究方法	主要發現
不同層級飛盤爭奪賽選手正手長傳上肢與軀幹之運動學分析	2017/06	比較台灣不同層級飛盤爭奪賽選手正手長傳上肢與軀幹在飛盤丟擲動作過程之運動學的差異，及探討上肢肩、肘、腕關節輪軸的模式。	13 名飛盤爭奪賽選手為研究对象，其中 6 位曾入選國家代表隊，7 位為大專甲組四強選手。	三維動作分析系統拍攝正手長傳之丟擲動作。身上黏貼 51 顆反光球，每位受試者以離丟擲區 46 公尺的邊長 18 公尺 *18 公尺的正方形目標區，丟擲正手長傳 5 次取距離最遠的一次進行資料處理。	優秀選手會以較大的腕關節角度速度峰值，與較小的肘關節角度移及肩關節垂直方向速度峰值來擲於目標設定的有效長傳，並達到較遠與轉速較高的控盤品質。 腕關節角速度愈大愈有利於飛盤之轉速，而峰值與肩部對腕部旋轉的角度移愈大則有利於出盤速度，且飛盤轉速也會有利於飛盤飛行距離。 比較優秀與次優秀選手上肢關節輪軸及協調模式，發現輪軸順序和動力鍊模式與過去投擲球類研究和飛盤擲遠研究之動力鍊傳遞由大肢段傳向小肢段有所不同。
Throwing Techniques for Ultimate Frisbee	2012/12/16	確定飛盤爭奪賽這項運動的某些擲盤技術相對於其他技術是否具有優勢。	16 名具 3-8 年經驗的受試者。	使用運動分析系統收集數據使用三種投擲技巧及配合三個目標：準確度、最大旋轉、最大角度。	反手投擲具有更多的旋轉和擺動。旋轉少的投擲，飛盤飛行較不穩定；作為防守者，強迫投擲者利用正手投擲將導致投擲的穩定性低於反手投擲。在測試的任何類別中，正手投擲的表現均不如反手投擲。
Biomechanical analysis of the sidearm throwing motion for distance of a flying disc: A comparison of skilled and unskilled Ultimate players	2008/09/17	從加速階段開始檢查投擲肢段的關節角度，直到正手投擲動作釋放飛盤為止。	17 名 (十個熟練的，七個非熟練的)。	高速攝影機。上肢運動過程中飛盤釋放的初始條件和上肢的關節角運動學。	關節運動學上的差異可能與飛盤旋轉速度的差異有關，從而導致了投擲距離的實質差異。
Biomechanics of increased spin velocity of flying discs during forehand throws by skilled and unskilled throwers	2017/06/20	非技術性投擲者的投擲距離與飛盤運動釋放參數之間的關係，並評估作用於非技術性投擲者的動力學變量之間的關係。	10 名熟練的和 11 名非熟練的受試者。	Vicon MX 運動捕捉系統。在投擲過程中，使用 3D 運動捕捉系統記錄飛盤和主體上的反射標記位置，以得出飛盤的運動學變量和作用在飛盤上的動力學變量。分析間隔是從最大外肩旋轉到飛盤離手。	不熟練的投擲者可能能夠通過在加速階段的早期增加手腕扭矩並改變飛盤在飛盤釋放時的姿態來改變其性能。
Using Motion Capture System to Analyze Side Arm Throw Form for Flying Disc Training	2010/8/1-6	使用運動捕捉來區分專業級和新手的形式，為新手創建有關如何有效地改善其形式的說明。	5 名專業級和 5 名新手。	運動捕捉系統接收肘部的角度，腋下的角度，飛盤的仰角和肩部的角度，腋下的角度，飛盤的仰角和肩部的角度。	肘部的角度，腋下的角度，飛盤的仰角和肩部的角度，在專業級和新手都表現出明顯差異。

註：自行整理。

肆、討論

一、投擲方法的應用

飛盤的投擲方法有很多種，面對不同的飛盤比賽項目，所使用的飛盤種類及投擲方式也會不一樣，但基本上最常會使用到的投擲方法有兩種：(一) 反手投擲 (Backhand)；(二) 正手投擲 (Forehand)，因為這兩種投擲方式所投擲出的飛盤飛行較穩定，飛行的距離也較其他種投擲方式來的遠。除了反手投擲及正手投擲，其他較少會運用到的投擲方法歸類為：(三) 其他投擲 (Others)，以下進行簡單講解。

(一) 反手投擲

是最常見也是最普遍的丟法，可以說是入門飛盤運動的第一步，飛盤於非慣用手側出手的投擲方式，虎口夾住飛盤外緣，中指、無名指與小拇指扣住飛盤內緣，食指貼於飛盤外緣，大拇指壓在盤線上 (艾克體育，2019)，如圖 1。



圖 1、反手投擲握法

反手投擲是投擲動作中距離最遠的投擲方式，投擲時面向前方，慣用手及跨步腳需帶至軸心腳另一側，慣用手手臂由後往前直線助擺出手，切勿畫弧線出手，以免影響發力及飛盤飛行路徑，投擲所用到的肌群及關節較多，飛盤出手後轉速高，飛行也相對穩定，較可克服逆風時的影響，容易進行長距離的傳盤，如圖 2 (胡怡之，2011)。

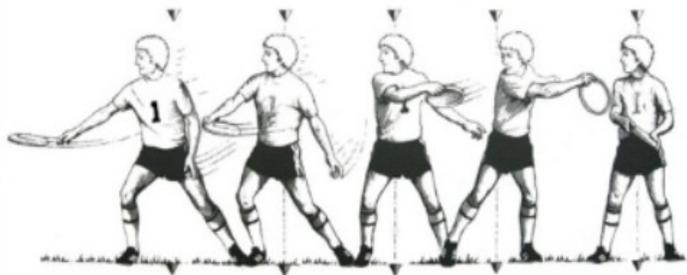


圖 2、反手投擲過程 (由右至左)

(二) 正手投擲

是飛盤於慣用手同一側出手的投擲方式，投擲方法動作很小，幾乎全靠扣手腕的振力，虎口夾住飛盤外緣，無名指與小指貼於飛盤外緣，食指與中指扣於飛盤內緣，大拇指壓在盤線上，如圖 3。

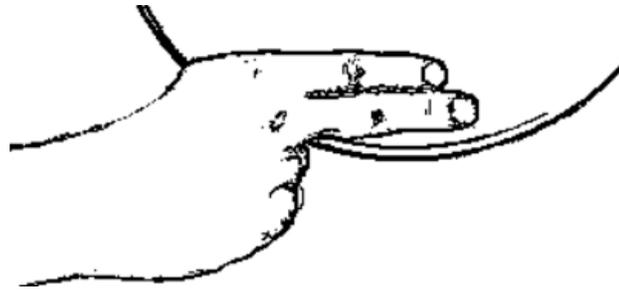


圖 3、正手投擲握法

正手投擲容易迅速出手快速進攻，投擲時面向前方，慣用手及慣用腳都在同一側，不須超過軸心腳，投擲動作準備時間短，投擲時主要只會用到投擲手的手腕發力以及食指與中指的力量，所以出手快速，但也因此飛盤出手後的飛行較反手投擲來說不穩定，在逆風時較會產生偏移的情況，不容易進行長距離的傳盤，如圖 4 (胡怡之，2011)。反手、正手投擲動作比較表整理如表 2。

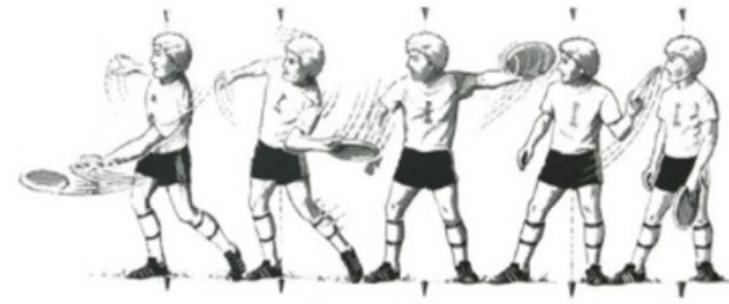


圖 4、正手投擲過程 (由右至左)

(三) 其他投擲

則是其他較少使用到的投擲方法還有拇指推投、揚手投、彈指投 (繞盤投)、夾盤投、彈弓投、鐵餅式投和捏盤等投擲方式 (熊文宗、朱峯亮，1997)，還可以有其他類型變化。

表 2、反手、正手投擲動作比較表

投擲動作	出手位置	飛盤握法	站姿	應用
反手投擲	非慣用手側 出手	虎口夾住飛盤外緣，中指、無名指與小拇指扣住飛盤內緣，食指貼於飛盤外緣，大拇指壓在盤線上，如圖 1。	面向前方，慣用手及跨步腳需帶至軸心腳另一側，慣用手手臂由後往前直線助擺出手，如圖 2。	轉速高，飛行相對穩定，較可克服逆風時的影響，容易進行長距離的傳盤。
正手投擲	慣用手同一側出手	虎口夾住飛盤外緣，無名指與小指貼於飛盤外緣，食指與中指扣於飛盤內緣，大拇指壓在盤線上，如圖 3。	面向前方，慣用手及慣用腳都在同一側，不須超過軸心腳，如圖 4。	投擲準備時間短，容易迅速出手，飛行較反手投擲來說不穩定，不容易進行長距離的傳盤。

註：自行整理。

二、飛盤投擲動作表現探討

在 2012 年 Winograd 和 Engsborg 的研究成果表示，反手投擲投出的飛盤往往有更多的旋轉和較少的晃動，使得反手投擲的飛盤飛行表現更加出色，而旋轉較少的投擲具有較大的不穩定性，如正手投擲，以致於正手投擲的投擲表現略差於反手投擲，此結果也與大部分的飛盤玩家的經驗及教學狀況相符合，另外，正手分指投擲與正手合指投擲的投擲方法一直存在著爭議，正手分指投擲在飛盤現場往往被認為是不好的投擲方式，兩種握法如圖 5 (艾克體育，2019)。但此研究結果裡發現，正手合指投擲的平均最大速度為 20.6 m/s，正手分指投擲的平均最大速度為 19.2 m/s，兩者的投擲表現其實差異不大，唯一的差別在於正手分指投擲出的飛盤最大速度略微下降，所以不應該限制初學者使用正手分指的投擲方式，而反手投擲、正手合指及正手分指的投擲準確度並沒有差異，平均距離相差不到 3 公分。

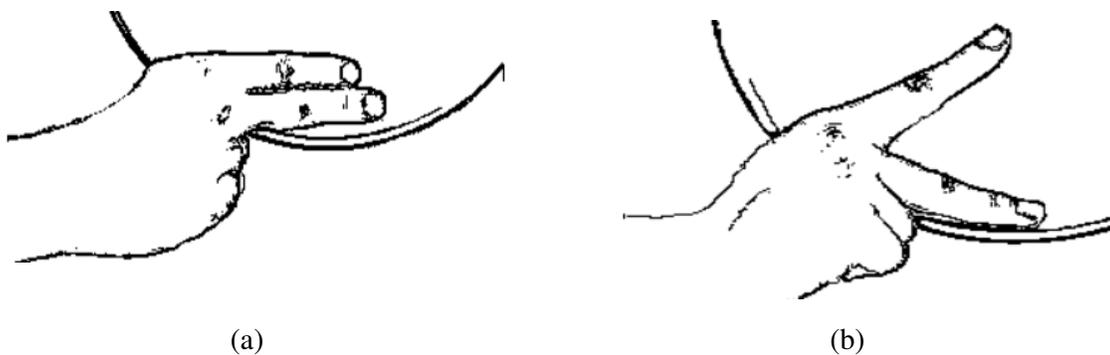


圖 5、正手合指 (a) 與正手分指 (b)

文獻指出 (Sasakawa, Umegaki, & Sakurai, 2017)，不熟練的投擲者在使用正手投擲時，可以透過在加速階段的早期增加手腕扭矩並改變飛盤在飛盤釋放時的姿態，如飛盤仰角降低趨於 0 度、傾角加大至約 20 度來改善他們的投擲表現，仰角角度越大，飛盤越容易升空向上飛行，仰角越小則容易向下飛行，傾角則影響著飛盤的飛行軌跡，傾角向左，飛盤飛行會左彎；傾角向右，飛盤飛行會右彎，手腕快速甩動飛盤以增加旋轉速度，穩定出盤，如圖 6。

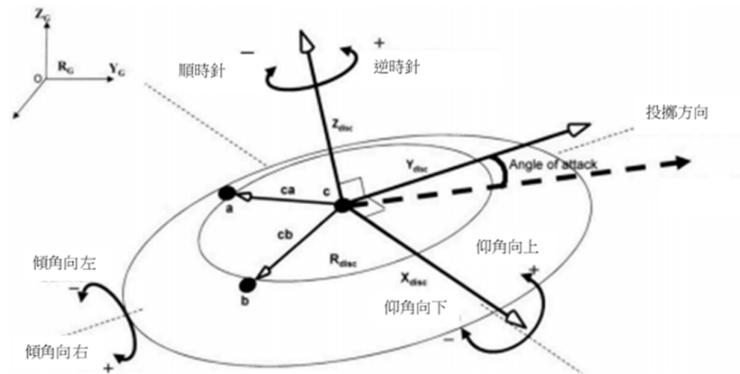


圖 6、飛盤正手投擲時的仰角與傾角

在投擲動作較為熟練後，就可以嘗試追求更好的控盤品質及更遠的投擲距離，Sasakawa 與 Sakurai (2008) 比較了技術精熟者與非精熟者的正手投擲擲遠後指出，飛行距離越遠的盤，旋轉的速度通常也越快，關節運動學的差異可能與飛盤旋轉速度的差異有關，並導致投擲距離的顯著差異。陳昱霖 (2017) 比較了國家代表隊及大專甲組的飛盤運動員，研究指出兩組肩關節的合速度是相近的，可能肩關節速度不是影響飛盤投擲動作的主要關鍵，而腕關節角速度越大，越有利於飛盤之轉速，飛盤的轉速會有利於飛盤飛行距離，而肩部和髖部旋轉的角位移愈大，則有利於出盤速度，在正手長傳的動力鍊模式與過去投擲球類研究成果中有所不同，在加速最快達到峰值的部位依序為肘關節、肩關節、腕關節，可能是因為投擲目的不同，並非僅需要擲遠，還有擲準與增加飛盤轉速有關。另外，較大的腕關節角速度峰值，與較小的肘關節角位移及肩關節垂直方向速度峰有助於達到較遠與轉速較高的控盤品質 (陳昱霖，2017)。以上研究多以擲遠及大方向投擲飛盤實驗，而在近距離的擲準，Takeuchi、Endo、Enomoto、Terada、Hanawa 與 Oguchi (2010) 在 15 米的飛盤正手精準投擲研究中指出，如果初學者在投擲飛盤時將飛盤盤面平放或趨於平面，以及將腋下夾角角度控制在約 60 度，將有助於丟到目標物，如圖 7。

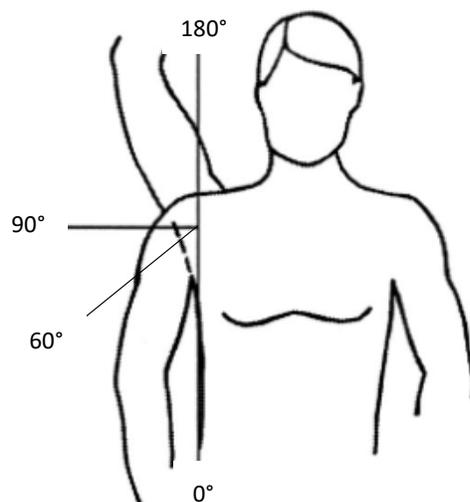


圖 7、肩膀角度

伍、結論

雖然飛盤運動在全球已經風行了一段時間，但能找到的國內外文獻數量依舊不多。國外相關文獻大部分皆為探討飛盤的飛行物理特性，而國內文獻大部分探討的是飛盤體育課程及飛盤運動介紹和推廣或是滿意度調查。綜合上述的研究整理發現，在進行飛盤投擲時，調整身體上肢的關節動作、手腕扭矩、增加飛盤的轉速及出盤速度就能達到飛行較穩定、準確度佳且飛行距離較遠的飛盤，以達到較佳的飛盤運動表現，而飛盤下肢投擲動作鮮少有人討論，在其他運動項目的投擲相關研究中，不管是棒球、標槍或鉛球等投擲動作相關的運動項目上，也都表示下肢動作深深影響著上肢運動的表現（田政文、陳渝蓉、彭賢德，2019；古國宏、黃長福、廖逢錦、蔡永川，2009；詹文祥、邱文信、林思好，2015；蘇家勳、戴偉勳、彭賢德，2016；Elliott, Grove, & Gibson, 1988; Kibler & Chandler, 1995; MacWilliams, Choi, Perezous, Chao, & McFarland, 1998）。飛盤投擲動作是由全身一連串的配合所組成，目前文獻僅有探討飛盤投擲的上肢動作，無探討飛盤投擲時的下肢動作，但是投擲時的下肢動作確實也影響著上肢動作的表現，因此也希望透過本文探討飛盤投擲的文獻，引起對此議題有興趣的專家學者關注。

陸、實務應用

本研究可提供給飛盤運動教練、選手、愛好者及運動科學相關人員參考：(一) 飛盤運動教練、選手、愛好者：整理飛盤投擲上肢運動表現相關文獻，發現在投擲飛盤時，調整身體上肢的關節動作、手腕扭矩、增加飛盤的轉速及出盤速度就能達到飛行較穩定且飛行距離較遠的飛盤，將可以達到較佳的飛盤運動表現，精進與改善運動表現。(二) 運動科學相關人員：整理相關文獻後發現，目前飛盤運動的相關研究尚少，生物力學相關的研究也多集中於上肢，

尚有許多研究值得嘗試，如有興趣或相關背景的人員可以以飛盤運動為研究領域深入探討。

利益衝突

本研究無涉及相關利益衝突。

引用文獻

- 古國宏、黃長福、廖逢錦、蔡永川 (2009)。標槍投擲時槍體受力及地面反作用力之探討。《體育學報》，42(4)，1-11。
- 田政文、陳渝蓉、彭賢德 (2019)。足弓支撐鞋墊對桌球正手擊球使用步法的影響。《運動表現期刊》，6(2)，59-65。
- 艾克體育 (2019, April)。《極限飛盤握盤方法》。取自 <http://blog.fangweb.com/2019/04/02/極限飛盤握盤方法/zh-tw/>。
- 胡怡之 (2011, May 20)。《中小學生飛盤爭奪賽鍛鍊》。取自 <http://joyhu.blog.sohu.com/173339267.html>。
- 陳昱霖 (2017)。《不同層級飛盤爭奪賽選手正手長傳上肢與軀幹之運動學分析》(未出版碩士論文)。國立體育大學。桃園市。
- 詹文祥、邱文信、林思妤 (2015)。過肩投擲動作對地面反作用力與足底壓力表現之探討。《運動表現期刊》，2(1)，25-30。
- 熊文宗 (2007)。《中外飛盤運動史》。臺中市：信樺文化。
- 熊文宗、朱峯亮 (1997)。《飛盤運動大全》。臺北市：五洲。
- 蘇家勳、戴偉勳、彭賢德 (2016)。足弓支撐鞋墊對網球表現之影響。《運動表現期刊》，3(1)，41-47。
- Elliott, B., Grove, J. R., & Gibson, B. (1988). Timing of the lower limb drive and throwing limb movement in baseball pitching. *International Journal of Sport Biomechanics*, 4(1), 59-67.
- Kibler, W. B., Chandler, J. (1995). Baseball and tennis. In L. Y. Griffin (Eds.), *Rehabilitation of the Injured Knee* (pp. 219-226). St. Louis, MO: Mosby.
- MacWilliams, B. A., Choi, T., Perezous, M. K., Chao, E. Y., & McFarland, E. G. (1998). Characteristic ground-reaction forces in baseball pitching. *The American Journal of Sports Medicine*, 26(1), 66-71.
- Sasakawa, K. & Sakurai, S. (2008). Biomechanical analysis of the sidearm throwing motion for distance of a flying disc: A comparison of skilled and unskilled Ultimate players, *Sports Biomechanics*, 7(3), 311-321.
- Sasakawa, K., Umegaki, K. & Sakurai, S. (2017). Biomechanics of increased spin velocity of flying discs during forehand throws by skilled and unskilled throwers. *Journal of Sports Sciences*, 36(8), 843-851.

- Takeuchi M., Endo H., Enomoto Y., Terada S., Hanawa D., Oguchi K. (2010) Using Motion Capture System to Analyze Side Arm Throw Form for Flying Disc Training. In C. T. Lim, J. C. H. Goh (eds), *6th World Congress of Biomechanics (WCB 2010)*. August 1-6, 2010 Singapore. *IFMBE Proceedings, vol 31* (pp. 240-242). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Winograd, E., & Engsborg, J. R. (2012). Throwing Techniques for Ultimate Frisbee. *Sport Journal*, *14*, 1-9.

Upper Limb Movement Performance in Flying Disc Throwing

Ruei-Lin Chen, Chen-Fu Huang, Jia-Hao Chang*

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

Abstract

Purpose: To describe upper limb movement in Frisbee throwing to help Frisbee athletes and educators explain the upper limb movements in Frisbee throwing in a scientific manner. **Methods:** This paper summarizes the domestic and international published articles related Frisbee throwing in upper limb action. The results are analyzed and integrated as follows. **Results:** (1) More spinning and less wobbling make the disc fly better. (2) There is little difference between the forehand split finger and the forehand closed finger throwing technique. (3) The average difference in throwing accuracy among the backhand throw, the forehand split finger and the forehand split finger is less than 3cm. (4) Increasing the wrist torque in early stage during acceleration phase and changing the stance of the disc during disc release can improve the throwing performance. (5) Swing the disc with the wrist to increase the spin speed while remain stable. (6) The kinetic chain of the forehand long pass is different from that of the throwing a ball, which is from the large limb to the small limb. The acceleration is the elbow joint, the shoulder joint, and then the wrist joint from the fastest to the slowest. (7) Throwing the disc with the disc parallel to the ground and with an angle about 60 degrees between the torso and the upper arm will help to target the object more accurately. **Conclusion:** To achieve better performance in Frisbee throwing, it will be helpful to adjust the upper body joint movement, and wrist torque, increase the disc rotation speed, and accomplish a stable flight pattern and longer distance.

Keywords: ultimate Frisbee, forehand, backhand
