



矯正運動介入對美國職棒投手投擲動作及功能性動作檢測之變化：個案分析報告

¹林衛宣、¹陳書瑋、²龔榮堂、³前田明、¹湯文慈*

¹國立體育大學競技與教練科學研究所、²國立體育大學球類運動技術學系、³鹿屋體育大學運動表現研究中心

投稿日期：2022 年 01 月；通過日期：2022 年 03 月

摘要

目的：棒球投擲動作為非對稱性的運動，長期專項訓練可能會因過度使用，導致身體左右不對稱，因此本研究透過功能性動作檢測 (functional movement screen, FMS) 評估身體的左右不對稱性、活動度與穩定度，並針對較低分數動作介入訓練，改善身體的動作控制能力並提升運動表現。**方法：**研究對象為一名美國職棒選手 (年齡 26 歲、球齡 16 年、參與投手球齡 15 年、身高 198 公分、體重 100 公斤，最高層級至 3A)，利用 FMS 七項動作進行評估，並設計訓練處方介入訓練，透過 3D 動作分析系統及測力板分析，比較訓練前、後的投球動作及球速變化。**結果：**專項動作前後測結果顯示，球速增快 +5.8%、跨步期時間縮短 -1.2%、手臂上舉期時間縮短 -.15.7%、手臂加速期時間變長 +17.4%、前導腳觸地跨步距離縮點 -3.0%，在三個期別前導腳觸地、肩關節最大外旋以及球離手的骨盆旋轉角度 -8.67%、-5.25%、-7.99%與前導腳髖關節伸展角度 -4.05%、-2.23%、-5.34%前導腳膝關節屈曲角度 -0.01%、-3.92%、-4.44%。骨盆旋轉角速度峰值增加 +0.7%以及前導腳膝關節伸展角度峰值增加 +21.2%。軸心腳地面反作用力峰值在投球方向減少 -2.4%，垂直方向減少 -4.4%。前導腳地面反作用力手臂上舉期峰值在投球方向增加 +6.2%，垂直方向增加+2.6%。而手臂加速期峰值在投球方向增加 +7.9%，在垂直方向增加 +3.7%。**結論：**選手經訓練介入後，仍然執行平常訓練內容，在未給予額外的投球技術指導情況下，其球速進步專項動作也有所改變，改善身體的控制能力可能有助於投球動力鏈的傳遞。

關鍵詞：運動表現、能量傳遞、矯正運動、動作模式

壹、緒論

棒球投球是相當複雜的動作，需要身體上、下肢充分配合，使得力量最終通過手臂與手指將球投往本壘板方向。先前研究指出，過肩投擲動作並非單一肢段可完成動作，需全身骨骼肌肉系統相互配合，才能提升球速與精準度 (Calabrese, 2013)。不過，由於棒球投擲動作是非對稱性運動，在長時間的專項訓練下，可能會因為過度使用，使身體逐漸地產生失衡，進而影響運動表現。

功能性動作檢測 (functional movement screen, FMS) 廣泛地使用於評估運動員基礎動作模式，藉由七項動作包含：深蹲 (deep squat)、跨欄 (hurdle step)、弓箭步 (in-line lunge)、肩活動度 (shoulder mobility)、直膝抬腿 (active straight-leg raise)、伏地挺身 (trunk stability push-up) 和旋轉穩定 (rotary stability)，篩選出造成身體各肢段之雙側不對稱、活動度與穩定度不

足的個人動力鏈代償模式 (林羿君、湯文慈、劉宗德, 2014; Cook, Burton, & Hoogenboom, 2006a, 2006b)。

過去研究讓棒球選手執行 FMS 肩活動度檢測，該篇研究發現，在賽季前檢測評估表現較差的選手，有可能出現肩或肘部過度使用的症狀，與年級和守備位置無關 (Busch, Clifton, Onate, Ramsey, & Cromartie, 2017)，整年度選手可能因長時間訓練或在高強度比賽後，導致身體在動作控制上產生限制。另一篇研究提到棒球選手可以在準備期或比賽期之間，使用 FMS 工具篩選身體產生的缺失 (Lee et al., 2018)，可儘早發現並針對問題進行改善。而 FMS 的研究也已證實，獲得分數較低的選手其受傷風險也較大 (Kiesel, Plisky, & Butler, 2011; Kiesel, Plisky, & Voight, 2007)。若於季外期 (off-season) 開始前，使用 FMS 篩檢選手的動作，並在季外期初期針對低分動作介入訓練，可以改善選手的代償動作，降低運動傷害風險 (Bodden,

*通訊作者：湯文慈 國立體育大學競技與教練科學研究所
地址：桃園市龜山區文化一路250號
E-mail: wentzutang@gmail.com

Needham, & Chockalingam, 2015; Kiesel et al., 2011; Song et al., 2014)。

上述相關研究，僅針對 FMS 的動作檢測，並安排訓練處方，評估 FMS 前、後之分數差異，觀察是否因介入訓練後使得分數提高，但尚未進一步探討在訓練進步後對專項動作的影響，以及是否可促進選手的運動表現。因此，本研究欲使用 FMS 對職業棒球投手進行個案研究分析，篩選出其較低分動作，並根據此檢測結果進行介入訓練，希望藉由改善身體雙側不對稱、活動度與穩定度不足之症狀，來提升專項表現加以探討。

貳、方法

一、研究對象：

本研究對象為美國職棒選手 1 名 (年齡 26 歲、球齡 16 年、參與投手球齡 15 年、身高 198 公分、體重 100 公斤，最高層級至 3A)，六個月內均無影響正常訓練、比賽之運動傷害，並填寫基本資料，且在實驗前詳細說明本次實驗內容與過程。




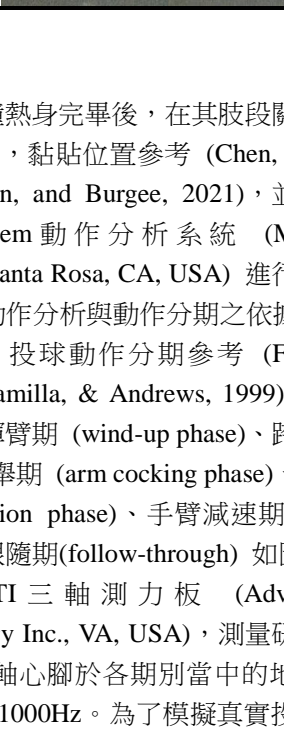
二、實驗設計：

本實驗使用 FMS 為此研究對象進行檢測，包含 7 個動作項目：深蹲 (deep squat)、跨欄 (hurdle step)、弓箭步 (in-line lunge)、肩活動度 (shoulder mobility)、直膝抬腿 (active straight-leg raise)、伏地挺身 (trunk stability push-up)、旋轉穩定 (rotary stability)。參照 Cook 所訂之動作與指導語，告知研究對象執行動作，每個動作評分範圍從 3-0 分，總共分數為 21 分 (Cook et al., 2006ab)，評估過程由兩名評估人員進行。訓練介入期為 2012 年 11 月至 2013 年 2 月，共計 3 個月，為研究對象之季外期訓練時間，並依據研究對象 FMS 評估之症狀進行訓練安排，評估獲得結果顯示：深蹲 2 分、跨欄 2 分、弓箭步 2 分、肩活動度 2 分、直膝抬腿 1 分、伏地挺身 1 分以及旋轉穩定 2 分。

三、訓練設計：

篩選出的結果並參考過去研究的介入 (Escamilla et al., 2012; Reyes, Dickin, Dolny, & Crusat, 2010; Tvrdy, 2012)，本次訓練計畫主要訓練為核心、臀部肌肉以及身體旋轉，其中核心訓練除徒手棒式與側向棒式，另增加全身振動訓練儀 (Power Plate Performance Health Systems, Northbrook, IL, USA) 強度設定 30Hz，臀部訓練在腳上增加小條彈力帶，身體旋轉以 Keiser Functional Trainer MODEL 3020 氣壓式器械 (Keiser Sports Health Equipment, Fresno, CA, USA) 強化身體旋轉能力，除上述訓練之外，其餘均參照研究對象正常季外期肌力與體能訓練課表進行訓練，每週進行三次訓練 (星期一、三、五常規訓練前)，每次訓練總時間加總兩小時。

表 1 訓練介入處方表

訓練設計	動作名稱與執行次數	
核心訓練	正面/側向棒式 3 組 30 秒	
	Power Plate 30Hz 正面棒式 3 組 45 秒	
臀肌訓練	小條彈力帶深蹲 3 組 20 下 小條彈力帶膝外旋左右腳各 3 組 10 下	
身體旋轉訓練	Keiser 旋轉-砍左右各 3 組 20 下 Keiser 旋轉-舉 3 左右各 3 組 20 下	

四、測試方式：

研究對象 30 分鐘熱身完畢後，在其肢段關節點共黏貼 42 個反光球點，黏貼位置參考 (Chen, Tang, Kung, Hung, Chen, Lin, and Burgee, 2021)，並使用 Motion Analysis System 動作分析系統 (Motion Analysis Corporation, Santa Rosa, CA, USA) 進行投球動作拍攝，作為投球動作分析與動作分期之依據，拍攝頻率設為 200Hz。投球動作分期參考 (Fleisig, Barrentine, Zheng, Escamilla, & Andrews, 1999) 的定義，分為六個階段：揮臂期 (wind-up phase)、跨步期 (stride phase)、手臂上舉期 (arm cocking phase)、手臂加速期 (arm acceleration phase)、手臂減速期 (arm deceleration phase)、跟隨期 (follow-through) 如圖一。同時以兩塊 AMTI 三軸測力板 (Advanced Management Technology Inc., VA, USA)，測量研究對象投球動作前導腳與軸心腳於各期別當中的地面反作用力，擷取頻率為 1000Hz。為了模擬真實投球情

境，在室內實驗室將測力板安裝為投手丘形式垂直高度差訂為10cm，兩塊測力板之間水平距離訂為65cm，軸心腳 (BP400600, 40 cm × 60 cm)，前導腳 (BP600900, 60 cm × 90 cm) 如圖二。由於實驗室場地限制投球距離為 7.5公尺，目標設置檔網並標出好球帶，投球球速測量以JUGS測速槍 (The JUGS Gun Sport Radar Part No. R2050, JUGS Sports, OR, USA) 在投手正後方進行測速。研究對象在實驗過程盡快大努力投擲三顆直球，並擷取最快好球作為分析。

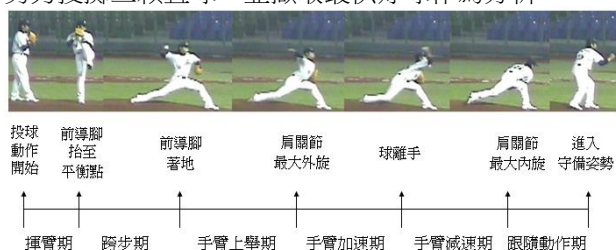


圖 1 投球動作分期 (陳書瑋、湯文慈、龔榮堂、鴻宗穎, 2011)



圖 2 測力板放置圖

五、資料處理：

本研究比較訓練前後研究對象的球速、跨步幅度與在各投球動作分期中之時間，同時計算各關節 (含軀幹前傾、骨盆水平旋轉角度、髖關節屈曲、髖關節外展、膝關節屈曲、踝關節屈曲) 在各時間點 (前導腳觸地、投球臂肩關節最大外旋、球離手) 的角度、角速度以及在各動作分期 (跨步期、手臂上舉期、手臂加速期) 的角度峰值、角速度峰值，以及測量雙腳 (軸心腳、前導腳) 在各動作分期 (跨步期、手臂上舉期、手臂加速期) 的地面反作用力峰值，並參考先前研究的觀點，作為投球動作改善的依據。

(一) 運動學參數

本研究利用 Motion Analysis System 三維動作分析系統拍攝並蒐集研究對象投球時反光點座標參數，在修勻之後利用 Cortex 1.1.4 軟體內建之濾波功能，以 4 階 0 相位 Butterworth 低通濾波進行濾波，截止頻率訂為 10Hz，並於匯出至 Microsoft Excel 2013 軟

體計算出關節中心，再透過各關節中心計算出各關節之角度、角速度 (Wu et al., 2002)。

1. 膝關節屈曲/伸展角度：大腿向量 (從髖關節中心到膝關節中心) 與小腿向量 (從踝關節中心到膝關節中心) 的夾角。

2. 髖關節內收/外展角度：大腿向量 (從膝關節中心到髖關節中心) 與骨盆座標系當中的垂直地面方向 (從左側髖前上棘到右側髖前上棘) 在骨盆座標系額狀面上的投影角。

3. 髖關節屈曲/伸展角度：大腿向量 (從膝關節中心到髖關節中心) 與骨盆座標系當中的投球方向軸 (從髖後上棘中點到髖前上棘中點) 在骨盆座標系矢狀面上的投影角。

4. 骨盆水平旋轉角度：骨盆座標系當中的投球方向 (從髖前上棘中點到薦骨) 與實驗室座標系的投球方向，在實驗室座標系橫切面上的投影角。

(二) 動力學參數

研究測量投球動作過程中軸心腳與前導腳的地面反作用力，並依據實驗室測力板座標系統的設定分別訂為投球方向 (投球方向為正、投球反方向為負)、垂直地面方向 (垂直地面方向，往下為正、往上為負) 之分力。

參、結果

本研究在經過訓練後進行表現與專項動作的前後比對結果如下。各分期時間與跨步距離變化率結果顯示 (如表 2)，球速從 34m/s 增加到 36.9m/s，變化率 +5.8%；跨步期時間從 0.960 秒縮短到 0.944 秒，變化率 -1.2%；手臂上舉期時間從 0.18 秒縮短到 0.144 秒，變化率 -15.7%；手臂加速期時間從 0.025 秒增加到 0.032 秒，變化率 +17.4%；前導腳觸地跨步距離從 1.43 公尺縮短到 1.37 公尺，變化率-3.0%。

表 2 訓練前後球速、各分期時間參數與跨步距離比較表

	球速 (m/s)	跨步 期時 間(s)	手臂上 舉期時 間 (s)	手臂加 速期時 間 (s)	前導腳 觸地時 跨步距 離(m)
訓練前	34.0	0.960	0.180	0.025	1.43
訓練後	36.9	0.944	0.144	0.032	1.37
變化率	+5.8%	-1.2%	-15.7%	+17.4%	-3.0%

訓練前後骨盆旋轉、前導腳髖關節以及前導腳膝關節角度，在前導腳觸地、肩最大外旋與球離手三個期別的變化率結果顯示 (如表3)，骨盆旋轉角度在前導腳觸地時從 77.89度縮小至 69.22度，變化率 -8.67%；在肩最大外旋時關節活動度由 -3.88度變大

到 -9.13度，變化率 5.25%；球離手時關節活動度由 -5.44度變大到 -13.43度，變化率 7.99%。前導腳腕關節屈曲角度在前導腳觸地時由 138.72度縮小至 134.67度，變化率 -4.05%；在肩最大外旋時從 110.61度縮小至 107.38度，變化率 -2.23%；在球離手從 109.28度縮小至 103.94度，變化率 -5.34%。前導腳膝關節屈曲角度在前導腳觸地時由 40.61度變大至 40.62度，變化率 0.01%；在肩最大外旋時由 52.23度縮小至 48.94度，變化率 -3.92%；在球離手時由 50.33度縮小至 45.89度，變化率 -4.44%。

表 3 訓練前後骨盆旋轉角度、前導腳腕關節伸展角度以及膝關節屈曲角度比較表

	骨盆旋轉角度 (deg)	前導腳腕關節伸展角度 (deg)	前導腳膝關節屈曲角度 (deg)
訓練前	FC 77.89	138.72	40.61
	MER -3.88	110.61	52.23
	BR -5.44	109.28	50.33
訓練後	FC 69.22	134.67	40.62
	MER -9.13	107.38	48.94
	BR -13.43	103.94	45.89
變化率	FC -8.67%	-4.05%	-0.01%
	MER -5.25%	-2.23%	-3.92%
	BR -7.99%	-5.34%	-4.44%

註: FC = Foot Contact (前導腳觸地)。MER = Maximal External Rotation (肩關節最大外旋)。BR = Ball Release (球離手)

訓練前後手臂上舉期骨盆旋轉角速度峰值與手臂加速期前導腳膝關節伸展角速度峰值變化率結果顯示，手臂上舉期骨盆旋轉角速度峰值從 -657.11 deg/s增加到 -664.09 deg/s，變化率 +0.7%；手臂加速期前導腳膝關節伸展角速度峰值從 91.32 deg/s增加到 123.48 deg/s，變化率 +21.2%。

表 4 訓練前後手臂上舉期骨盆旋轉角速度峰值與前導腳膝關節伸展角速度峰值比較表

	手臂上舉期骨盆旋轉角速度峰值 (deg/s)	手臂加速期前導腳膝關節伸展角速度峰值 (deg/s)
訓練前	-657.11	91.32
訓練後	-664.09	123.48
變化率	+0.7%	+21.2%

訓練前後軸心腳與前導腳地面反作用力投球方向峰值變化率結果顯示，跨步期軸心腳地面反作用力

投球方向峰值從 730.12 N減少至 705.61 N，變化率 -2.4%；手臂上舉期前導腳地面反作用力投球方向峰值從 -649.37 N增加至 -709.16 N，變化率 +6.2%；手臂加速期前導腳地面反作用力投球方向峰值從 -610.91 N增加至 -682.80 N，變化率 +3.7%。

表 5 訓練前後軸心腳與前導腳地面反作用力投球方向峰值比較表

	跨步期軸心腳地面反作用力投球方向峰值	手臂上舉期前導腳地面反作用力投球方向峰值	手臂加速期前導腳地面反作用力投球方向峰值
訓練前	Force (N) 730.12	-649.37	-610.91
	Time (%) 87.92	84.44	0.00
訓練後	Force (N) 705.61	-709.16	-682.80
	Time (%) 85.59	70.00	0.00
變化率	-2.4%	+6.2%	+7.9%

訓練前後軸心腳與前導腳地面反變化率作用力垂直峰值變化率結果顯示，跨步期軸心腳地面反作用力峰值垂直方向從 1290.65 N減少至 1211.97 N，變化率 -4.4%；手臂上舉期前導腳地面反作用力垂直方向峰值從 1479.30 N增加至 1534.11 N，變化率 +2.6%；手臂加速期前導腳地面反作用力垂直方向峰值從 1466.23 N增加至 1545.50 N變化率 +3.7%。

表 6 訓練前後軸心腳與前導腳地面反作用力垂直峰值比較表

	跨步期軸心腳地面反作用力垂直方向峰值	手臂上舉期前導腳地面反作用力垂直方向峰值	手臂加速期前導腳地面反作用力垂直方向峰值
訓練前	Force (N) 1290.65	1479.30	1466.23
	Time (%) 81.56	97.22	0.00
訓練後	Force (N) 1211.97	1534.11	1545.50
	Time (%) 82.71	100.00	17.50
變化率	-4.4%	+2.6%	+3.7%

肆、討論

本研究選手在未給予額外的技術指導以及未修正專項動作情況下，僅執行日常訓練以及針對核心、臀部肌肉以及身體旋轉的訓練處方下，球速表現即從

34 m/s 提升至 36.9 m/s。選手在長年訓練下，身體可能失衡導致專項動作控制受到限制，而透過評估給予核心、臀部肌肉以及身體旋轉訓練後，從表二看出未訓練前跨步期前導腳動作時間比較長，經訓練後相對前導腳觸地跨步距離變短，跨步期時間同樣縮短。Crotin, Kozlowski, Horvath, and Ramsey (2014) 的研究認為減小步幅會增加投擲臂的力量，投球動作相對比較不消耗額外的能量，以及在跨步時間與距離都變短的情形下，卻能產生更快的球速，且在不影響球速與控球的情況下，可以減緩投手疲勞產生，增加投手的續航力。跨步距離變短可能與結果顯示前導腳觸地時，髖關節的伸展角度有關，當選手核心能力不足導致軀幹穩定性不佳，在介入核心訓練後，前導腳觸地髖關節伸展角度變小，選手跨步期相對更能控制軀幹。過去研究提出前腳負責煞車，使腳的衝量可向上傳遞 (Whiting, Gregor, & Halushka, 1991)，核心的穩定性有助於增強運動員在動作過程中的力量輸出，否則將產生補償效果，形成身體的不平衡性 (Song et al., 2014)。

骨盆旋轉與前導腳髖關節、膝關節角度與角速度的結果顯示如表三、四，選手的膝關節動作經過訓練後，伸展角度變大與角速度變快。先前研究指出，球速較快的投手於球離手時，前導腳膝關節有較明顯的伸展動作，使得骨盆旋轉的速度增加 (Matsuo, Escamilla, Fleisig, Barrentine, & Andrews, 2001)，以及骨盆旋轉角速度峰值與球速顯著相關 (Urbin, Fleisig, Abebe, & Andrews, 2013)，而本研究選手所呈現的投球參數與先前研究的特徵相同。另外，由表五和六可得知選手前導腳觸地後，手臂上舉期階段與加速期兩個階段，前導腳投球方向峰值與垂直方向峰值地面反作用力明顯變大。前導腳投球方向的地面反作用力可以將投球方向的動量轉化為軀幹旋轉所需的角動量 (MacWilliams, Choi, Perezous, Chao, & McFarland, 1998)，以及球速較快的選手前導腳垂直方向產生較大的力量 (Elliott, Grove, & Gibson, 1988)。從抬腳保持身體穩定，軸心腳推蹬產生向前的力量，前導腳觸地後軀幹開始旋轉，傳遞能量到手臂最終球離手 (Stodden, Fleisig, McLean, Lyman, & Andrews, 2001)。因此，依據過去研究及本次研究結果，本研究發現強化選手身體的動作控制，下肢的關節角度改變可能將影響到運動表現。

過去研究顯示 FMS 介入訓練後會影響身體的基礎能力表現 (Chapman, Laymon, & Arnold, 2014; Liang et al., 2019; Song et al., 2014)，根據研究投球動作必須有適當的傳遞順序，將產生的力量正確傳遞至投擲臂，最終到球上產生最大速度 (Stodden et al., 2001)，而本次當選手身體活動度與穩定度改善可能會影響到投球表現，使得專項動作的控制能力更為理想，儘管如此這項結論仍需要進一步研究。本研究限制在於無執行 FMS 動作評估後測，主要探討專項動作的

前後差異，以評估動作限制是否影響專項動作表現，未來可進一步執行介入後，動作限制的前後測。

五、結論

本研究透過 FMS 檢測篩檢選手身體雙側不對稱、活動度與穩定度不足之症狀，選手依照平時訓練方式，並在未給予額外的投球技術指導之下，根據檢測較低分數介入訓練改善身體控制，經三個月訓練後，研究結果顯示訓練後球速與專項動作有明顯進步，顯示研究對象在核心能力、臀部肌肉以及身體旋轉動作控制能力上有所改善。由於研究對象為美國職業選手在季外期仍然持續進行投球以及肌力與體能訓練。因此，選手的運動表現必須要整合性的評估，從身體的動作限制與肌力訓練的建立等，讓選手的身體能力不斷向上提升。本研究限制於頂尖優秀選手的人數無法大量進行研究分析，以及未能看出動作過程中，肌肉活化的模式，未來研究可加入肌電學一併分析，同時可觀察 FMS 動作代償模式及肌肉活化趨勢，做為更深入的探討方向。

誌謝

感謝行政院國家科學委員會研究經費的補助 (NSC 102-2410-H-179-007)。

陸、參考文獻

- 林羿君、湯文慈、劉宗德 (2014)。功能動作檢測法在運動訓練之應用。《運動表現期刊》，1(2)，52-57。
- 陳書璋、湯文慈、龔榮堂、鴻宗穎 (2011)。優秀棒球投手跨步型態對軸心腳力學之影響。《大專體育學刊》，13(1)，63-71。
doi:10.5297/ser.1301.007
- Bodden, J. G., Needham, R. A., & Chockalingam, N. (2015). The effect of an intervention program on functional movement screen test scores in mixed martial arts athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(1), 219-225.
- Busch, A. M., Clifton, D. R., Onate, J. A., Ramsey, V. K., & Cromartie, F. (2017). Relationship of preseason movement screens with overuse symptoms in collegiate baseball players. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 12(6), 960.
- Calabrese, G. J. (2013). Pitching mechanics, revisited. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 8(5), 652.
- Chapman, R. F., Laymon, A. S., & Arnold, T. (2014). Functional movement scores and longitudinal performance outcomes in elite track and field athletes. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 9(2), 203-211.

- Chen, S.W., Tang, W.T., Kung, J.T., Hung, T.Y., Chen, Y.L., Lin, W.H., and Burgee, D.J. (2021). Stride Pattern of the Lower Extremities among Stride Types in Baseball Pitching. *Frontiers in Sports and Active Living*, 3, 670395. doi: 10.3389/fspor.2021.670395
- Cook, G., Burton, L., & Hoogenboom, B. (2006a). Pre-participation screening: the use of fundamental movements as an assessment of function—part 1. *North American Journal of Sports Physical Therapy: NAJSPT*, 1(2), 62.
- Cook, G., Burton, L., & Hoogenboom, B. (2006b). Pre-participation screening: The use of fundamental movements as an assessment of function—Part 2. *North American Journal of Sports Physical Therapy: NAJSPT*, 1(3), 132.
- Crotin, R. L., Kozlowski, K., Horvath, P., & Ramsey, D. K. (2014). Altered stride length in response to increasing exertion among baseball pitchers. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 46(3), 565-571.
- 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.
- Escamilla, R. F., Ionno, M., deMahy, M. S., Fleisig, G. S., Wilk, K. E., Yamashiro, K., Mikla, T., Paulos, L., & Andrews, J. R. (2012). Comparison of three baseball-specific 6-week training programs on throwing velocity in high school baseball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(7), 1767-1781.
- Fleisig, G. S., Barrentine, S. W., Zheng, N., Escamilla, R. F., & Andrews, J. R. (1999). Kinematic and kinetic comparison of baseball pitching among various levels of development. *Journal of Biomechanics*, 32(12), 1371-1375.
- Kiesel, K., Plisky, P. J., & Butler, R. J. (2011). Functional movement test scores improve following a standardized off-season intervention program in professional football players. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 21(2), 287-292.
- Kiesel, K., Plisky, P. J., & Voight, M. L. (2007). Can serious injury in professional football be predicted by a preseason functional movement screen? *North American Journal of Sports Physical Therapy: NAJSPT*, 2(3), 147.
- Lee, C.-L., Hsu, M.-C., Chang, W.-D., Wang, S.-C., Chen, C.-Y., Chou, P.-H., & Chang, N.-J. (2018). Functional movement screen comparison between the preparative period and competitive period in high school baseball players. *Journal of Exercise Science & Fitness*, 16, 68e72.
- Liang, Y.-P., Kuo, Y.-L., Hsu, H.-C., Hsia, Y.-Y., Hsu, Y.-W., & Tsai, Y.-J. (2019). Collegiate baseball players with more optimal functional movement patterns demonstrate better athletic performance in speed and agility. *Journal of Sports Sciences*, 37(5), 544-552.
- 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.
- Matsuo, T., Escamilla, R. F., Fleisig, G. S., Barrentine, S. W., & Andrews, J. R. (2001). Comparison of kinematic and temporal parameters between different pitch velocity groups. *Journal of Applied Biomechanics*, 17(1), 1-13.
- Reyes, G. C., Dickin, D. C., Dolny, D. G., & Crusat, N. J. (2010). Effects of muscular strength, exercise order, and acute whole-body vibration exposure on bat swing speed. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(12), 3234-3240.
- Song, H.-S., Woo, S.-S., So, W.-Y., Kim, K.-J., Lee, J., & Kim, J.-Y. (2014). Effects of 16-week functional movement screen training program on strength and flexibility of elite high school baseball players. *Journal of Exercise Rehabilitation*, 10(2), 124.
- Stodden, D. F., Fleisig, G. S., McLean, S. P., Lyman, S. L., & Andrews, J. R. (2001). Relationship of pelvis and upper torso kinematics to pitched baseball velocity. *Journal of Applied Biomechanics*, 17(2), 164-172.
- Tvrdy, D. (2012). The reverse side plank/bridge: An alternate exercise for core training. *Strength & Conditioning Journal*, 34(2), 86-88.
- Urbain, M., Fleisig, G. S., Abebe, A., & Andrews, J. R. (2013). Associations between timing in the baseball pitch and shoulder kinetics, elbow kinetics, and ball speed. *The American Journal of Sports Medicine*, 41(2), 336-342.
- Whiting, W. C., Gregor, R. J., & Halushka, M. (1991). Body segment and release parameter contributions to new-rules javelin throwing. *Journal of Applied Biomechanics*, 7(2), 111-124.
- Wu, G., Siegler, S., Allard, P., Kirtley, C., Leardini, A., Rosenbaum, D., Witte, M., D'Lima, D. D., Cristofolini, L., Witte, H., Schmid, O., & Stokes, I. (2002). ISB recommendation on definitions of joint coordinate system of various joints for the reporting of human joint motion—part I: ankle, hip, and spine. *Journal of Biomechanics*, 35(4), 543-548.



The effects of corrective exercise on pitching motion and functional movement in MLB a pitcher - A case study

¹ Wei-Hsuan Lin, ¹ Shu-Wei Chen, ² Jung-Tang Kung, ³ Akira Maeda, ¹ Wen-Tzu Tang*

¹National Taiwan Sport University, Graduate Institute of Athletics and Coaching Science, Taoyuan, Taiwan

²National Taiwan Sport University, Department of Sport Training Science-Balls, Taoyuan, Taiwan

³ National Institute of Fitness and Sports in Kanoya, Sports Performance Research Center, Kagoshima, Japan

Received: 2022/01; Accepted : 2022/03

ABSTRACT

Purpose: Baseball pitching is an asymmetric movement. Long-term pitching training may gradually lead to an imbalance in the body because of overuse. Therefore, this study implemented a functional movement screen (FMS) to evaluate bilateral asymmetry, mobility, and stability. Focuses on the movements which had a lower score in FMS, giving intervention to improve their ability to control human behaviors and increase their athletic performance in the study. **Methods:** The participant is a 26-year-old pitcher pitching in Minor League Baseball who has been playing baseball for 16 years and pitching for 15 years with 198 height and 100kg weight. The highest level is triple-A in his pitching career. The subject's movement qualities were evaluated by the functional movement screen (FMS) including seven types of motions, and then give interventions with a training program. Additionally, using a 3D motion system and force plates analyze the change of pitching motion and ball velocity before and after the training program. **Results:** The ball velocity increased +5.8%, the stride period is shorter -1.2%, the arm cocking period is shorter -15.7%, the arm acceleration period is longer +17.4%, the distance of striding is shorter -3.0%. Compare the pre-test and post-test, in stride foot contact, Max ER, and release periods the rotational angle of the pelvis decreased 8.67%, 5.25%, and 7.99% respectively, extensional angle of the pelvis in stride foot decreased 4.05%, 2.23%, and 5.34% respectively, the flexible angle in stride foot decreased 0.01%, 3.92%, and 4.44% respectively. The peak force of GRFs in the pivot foot decreased 2.4% in the pitching direction and 4.4% in the vertical direction. The peak force of GRFs increased 6.2% in the pitching direction and 2.6% in the vertical direction during the arm cocking period. Moreover, the peak force of GRFs increased 7.9% in the pitching direction and 3.7% in the vertical direction during the arm acceleration period. **Conclusion:** After the intervention, the pitcher's ball velocity and movement have changed without additional technical guidance, indicating that his body control ability had been improved and that the kinetic chain was smoother than before.

Keywords: Athletic Performance, Energy Flow, Corrective Exercise, Movement Patterns