

# 行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

## 棒球投手投球上下肢之生物力學分析(I) 研究成果報告(精簡版)

計畫類別：個別型  
計畫編號：NSC 96-2413-H-028-004-  
執行期間：96年08月01日至97年07月31日  
執行單位：國立臺灣體育大學(臺中)運動健康科學學系

計畫主持人：張怡雯  
共同主持人：許弘昌、林華章  
計畫參與人員：碩士班研究生-兼任助理人員：梁仁溢  
碩士班研究生-兼任助理人員：程正欣  
碩士班研究生-兼任助理人員：黃琪雅  
碩士班研究生-兼任助理人員：江季洧

報告附件：出席國際會議研究心得報告及發表論文

處理方式：本計畫可公開查詢

中華民國 97年10月24日

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫  成果報告  
 期中進度報告

棒球投手投球時上下肢之生物力學分析

計畫類別： 個別型計畫  整合型計畫

計畫編號：NSC 96-2413-H-028-004-

執行期間：96年8月1日至97年7月31日

計畫主持人：張怡雯

共同主持人：林華韋、許弘昌

計畫參與人員：梁仁溢、程正欣、黃琪雅、江季洧

成果報告類型(依經費核定清單規定繳交)： 精簡報告  完整報告

本成果報告包括以下應繳交之附件：

赴國外出差或研習心得報告一份

赴大陸地區出差或研習心得報告一份

出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份

國際合作研究計畫國外研究報告書一份

處理方式：除產學合作研究計畫、提升產業技術及人才培育研究計畫、列管計畫及下列情形者外，得立即公開查詢

涉及專利或其他智慧財產權， 一年  二年後可公開查詢

執行單位：國立臺灣體育大學（臺中）運動健康科學系

中 華 民 國 97 年 10 月 24 日

## 摘要

在棒球比賽中，投手的表現為比賽獲勝的最重要因素之一，優秀的棒球投手必須將每一次投球姿勢的差異減至最小，保持動作的穩定性，因此，本研究的目的是探討不同的變化球路之間，肢體運動學與其變異性之差異，受試者為 9 位大學甲組棒球隊投手，使用 VICON 動態分析量測系統，收集投擲直球、滑球與變速球時，身體肢段的關節活動。結果發現，棒球投手投球時的平均最大步長為 144 公分，膝關節屈曲活動度為 80 度，軀幹旋轉活動度為 67 度，肘關節屈曲活動度為 99 度，肩關節外展活動度為 90 度，肩關節水平外展/內收活動度為 117 度，肩關節旋轉活動度為 123 度，軀幹前傾活動度為 107 度。同時，投擲滑球時的肩關節水平外展活動度 (121 度) 比投擲直球時 (115 度) 明顯較大。另外，準備期、跨步後擺期、加速期與減速期所佔的棒球投球時間比例，分別為 42%、41%、6%、與 14%。另外，對於變異係數之比較，所有參數皆無明顯差異。顯示甲組棒球投手對於不同之變化球路的投擲穩定度相當高。棒球投球的生物力學資訊，可以提供教練及選手了解投擲不同球路時，肢體關節的活動度大小與變異性，進一步了解不同變化球路時投球動作的特性，以作為教練在指導選手及選手自行調整的參考依據。

關鍵字：棒球投手、運動學、變異性、直球、滑球、變速球

## Abstract

Baseball has the exclusively importance in Taiwan sports. One of the most important factors for winning in baseball competition is pitchers' performance. In order to become an outstanding pitcher, most pitchers need to practice frequently to increase ball speed and reduce the inconsistency so as to improve performance. Therefore, the purpose of this study was to compare the differences on kinematics and variability between different ball types during baseball pitching. Nine college pitchers were involved in this study. Vicon motion analysis system was used to measure the pitching kinematics in three balls, fastball, slider and change-up. During pitching movement, the maximum step length was 144 cm. The ranges of motion in knee flexion, trunk rotation, elbow flexion, shoulder abduction, shoulder horizontal abduction/adduction, shoulder rotation and trunk forward bending were 80, 67, 99, 90, 117, 123 and 107 degrees, respectively. Horizontal abduction angle in shoulder during pitching slider was significantly greater than that during pitching fastball. The time in preparation, stride, acceleration and deceleration phases were 42%, 41%, 6% and 14%, respectively. Besides, the coefficient of variability in all kinematic parameters showed no significance, indicating that the professional college pitchers had excellent pitching consistency. The biomechanical information in baseball pitching would be very beneficial for coaches and athletes to quantitatively understand the features during baseball pitching.

**Keywords:** pitcher, kinematics, variability, fast ball, change up, slider

## 前言

在棒球比賽中，除了球員打擊得分及守備的能力、教練的戰術應用之外，使比賽獲勝的要素，最重要占大部份因素的，便是投手的表現(Walter, 2002)，投手在比賽之中，主要以直球和其他變化球路搭配使用，因此快速的直球或者是犀利的變化球，便是成為一位優秀選手的必要條件之一。

運動學在生物力學領域中，主要是以探討關節角度、角速度及角加速度的變化，配合時間空間參數，以了解關節在活動時的狀態和特性。藉由運動學分析，我們可以了解投手在投球動作時，關節活動角度的變化和特性，過去的文獻針對投手的運動學分析，已多有探討 (Cook, 2000; Escamilla, 2001; Fleisig, 1999)。

關於球速與運動學參數的關係，Matsuo 等學者(2001)曾經以 127 名健康的大學投手及職業投手為受試者，發現球速較慢的投手，前導腳膝關節的最大屈曲角速度( $260^\circ/\text{秒}$ )明顯大於球速快的投手( $161^\circ/\text{秒}$ )，而球速較快的投手則有相當大的肩關節外旋角度( $179^\circ$ )。Stodden 等學者(2001)以職業、大學及高中的健康投手探討骨盆和上半身軀幹位置對投球球速的關係，發現當球速增加時，在投擲側肩關節產生最大外旋時，上半身軀幹和骨盆的旋轉角度會有增加的現象，此外，在上肢後擺期的骨盆平均速度，以及上肢加速期時，上半身軀幹的平均速度，都會隨著球速的增快而增加。

對於不同球路的運動學差異上，Escamilla 等學者(1998)分析投手在投擲直球、變速球、曲球、滑球等變化球時動作的特性，發現在投擲不同的變化球時，大部份的肩關節和肘關節的運動學參數變化，皆有顯著的差異，其中直球和變速球的差異最大，從前導腳觸地到球出手，膝關節屈曲的角度變化，直球僅有 2 度，投擲變速球則有 13 度的變化。Barrentine 等學者(1998) 針對投擲不同變化球時，腕關節及前臂的運動學參數作探討，研究結果顯示，投擲曲球時，前臂最大旋前角度最大，可達 32 度，但是投擲直球和變速球時，腕關節和前臂的運動學參數並沒有差異。

不同經驗的投手，在運動學表現上亦會有所差異，Dun 等學者(2007) 探討年齡對職業棒球投手的影響，將職棒投手高於平均年齡一個標準差的投手分為老年組，以及低於一個標準差的投手分為年輕組，發現老年組的投手，在上肢後擺期有較小的肩關節外旋，球

離手時前導腳膝關節有較多的屈曲，並且身體傾斜的角度較小，但是在球速和身體肢段速度的變異上，老年組和年輕組之間沒有差異。Murata (2001) 則將依照隊上教練意見和投手的球速及臨場表現，將投手分為熟練組和不熟練組，結果發現熟練組的投手，非投球側肩關節的動作比不熟練組的投手小，而且較小的動作一樣可以產生較快的球速。

一位優秀的棒球投手，除了必須持續的保持正確的姿勢外，也必須將每一次投球姿勢的差異減至最小(House, 2000)。另外一方面，無論是什麼運動項目，動作的穩定性和一致性占了很重要的因素，然而針對棒球投球運動學參數的變異性，過去鮮少學者有相關的研究，投擲不同球路時運動學參數變異性的研究。因此，本研究的目的是在於探討及比較不同的變化球路之間，肢體運動學與其投球變異性之差異，以進一步了解不同變化球路時投球動作的特性，以作為教練在指導選手及選手自行調整的參考依據。

## 研究方法

### 研究對象

本研究以 9 位大學甲組棒球隊之投手為實驗對象，接受測試時無任何骨骼及肌肉系統上的損傷，參加實驗前皆詳細告知實驗的目的和流程，在徵得受試者同意和簽署受試者同意書後，並於實驗前填寫受試者的基本資料表。

### 實驗方法

本研究使用動態分析量測系統 (VICON MX motion analysis system, Oxford Metrics Limited., UK)，收集棒球投手投球時，身體上半身肢段的運動學參數。受試者以上半身赤裸、下半身穿著運動短褲及穿著平底運動鞋接受測試。受試者身上分別安置 36 顆反光標記球，以彈性貼布及 3M 透氣膠帶做固定，並確定反光球不會對受試者的活動產生任何限制。棒球使用和實際比賽相同的球，球表面除了縫線的部分之外，貼上反光貼紙，並將球視為一個標誌點。

所有儀器配置完成後，先收集自然姿勢的資料，接著請受試者開始試投並熱身，當受試者自覺已適應場地及設備，可發揮真正投球能力後，開始投擲動作測試。受試者站在地板上所標示的假想投手板，面對 5 公尺外懸掛的擋網作投擲，受試者須投擲直球、滑球、

與變速球，共 3 種球路，每種球路投擲 5 球，投擲總球數為 15 球，並採用隨機投擲順序，擋網上將標示受試者事前所預估最適當的範圍，做為好球帶的區域。

### 資料分析

使用 workstation 4.5 軟體，將每一個標誌點進行定義和軌跡辨識後，再利用 Matlab 軟體演算，運用尤拉角方法來計算二肢段之間的運動學資料。本研究所探討的運動學參數包括：步長、前導腳屈曲角度、軀幹旋轉角度、肘關節屈曲角度、肩關節外展角度、肩關節水平外展角度、肩關節外旋角度及軀幹前傾角度。除了運動學的平均值資料外，也計算重覆投擲五次的變異係數(coefficient of variability)，表示各參數之變異程度。使用 SPSS 12.0 套裝統計軟體，進行重複量數單因子變異數分析，比較不同變化球路之間的運動學參數之平均數及變異係數是否有顯著差異，若達到顯著差異，將以 LSD 法進行事後比較，本研究顯著水準設為  $\alpha=.05$ 。

## 結果與討論

本研究以大學甲組棒球投手投球的運動學參數，分析投擲不同變化球時身體肢段之運動學的差異，並藉以了解投擲不同變化球時動作的特性。本研究將投球動作分為準備期、跨步後擺期、加速期及減速期 4 個時期，各時期定義如下：

準備期：動作開始至膝關節抬至最高點之時間。

跨步後擺期：膝關節抬至最高點至肩關節達到最大水平外展角度之時間。

加速期：肩關節達到最大水平外展角度至球離手之時間。

減速期：球離手至肩關節達到最大水平內收角度之時間。

本研究所探討的運動學參數包括：步長、前導腳膝關節屈曲角度、軀幹旋轉角度、肘關節屈曲角度、肩關節外展角度、肩關節水平外展角度、肩關節外旋角度及軀幹前傾角度。以下分別對於各個運動學參數值，與放球點時間空間參數，作結果說明。

### 投球動作之關節活動度範圍

分析所收集的步長、膝關節屈伸角度、軀幹旋轉角度、肘關節屈伸角度、肩關節外展角度、肩關節水平外展角度、肩關節外旋角度及軀幹前傾角度等參數在動作時的活動度

(Range of motion) (表 1)。結果顯示，棒球投手投球時的最大步長為 144.6 公分，膝關節屈曲的活動度為 80.1 度，軀幹旋轉活動度為 67.6 度，肘關節屈曲活動度為 99.7 度，肩關節外展活動度為 90.4 度，肩關節水平外展活動度為 116.9 度，肩關節外旋活動度為 123.7 度，軀幹前傾活動度為 107.3 度。同時，在比較三種不同球路的平均值之差異時，結果發現，肩關節的水平外展角度活動度有明顯差異，顯示投擲滑球時的肩關節水平外展活動度 (120.6 度) 比投擲直球時 (114.5 度) 明顯較大 ( $p<.05$ )。另外，在比較三種不同球路的變異係數之差異時，結果發現，投擲三種不同球路時，所有關節角度的活動度之變異係數並無明顯差異。

### 分期時間與比例分析

將所收集的運動學資料，依不同球路分別求出各個投球時期的平均時間 (表 2)，結果發現，準備期所佔的棒球投球的時間比例為 42.3%，跨步後擺期所佔的的時間比例為 41.4%，加速期所佔的時間比例為 6.4%，減速期所佔的時間比例為 14.5%。其中，準備期與跨步後擺期所佔的的時間比例為最大，而加速期所佔的的時間比例為最小，平均只有 0.12 秒。另外，在比較三種不同球路的平均值與變異係數之差異時，發現投擲三種不同球路時，各個時期時間之變異係數並無明顯差異。

### 加速期起點的動作特徵值

在加速期開始，也就是肩關節水平外展達到最大值時，把各個運動學參數值，依不同球路分別求出平均值 (表 3)。結果顯示，在棒球投手投球的加速期起始點時，雙腳間的步長為 138.3 公分，膝關節屈曲的角度為 35.4 度，軀幹旋轉角度為 42.8 度，肘關節屈曲角度為 60.0 度，肩關節外展角度為 91.9 度，肩關節水平外展角度為 6.4 度，肩關節外旋角度為 45.2 度，軀幹前傾活動度為 30.8 度。同時，在比較三種不同球路的差異時，結果發現，加速期起始點的各个運動學參數與變異係數，在投擲三種不同球路時，都無明顯差異。

### 球離手時的動作特徵值

球離手的瞬間即為加速期終點，在加速期結束，把各個參數的數值，依不同球路分別求出平均數 (表 4)。結果顯示，在棒球投手投球的球離手時，雙腳間的步長為 126.1 公分，膝關節屈曲角度為 43.7 度，軀幹旋轉角度為 45.1 度，肘關節屈曲角度為 26.2 度，肩關節外展角度為 89.1 度，肩關節水平內收角度為 27.2 度，肩關節內旋角度為 67.6 度，軀幹前傾活動度為 44.4 度。同時，在比較三種不同球路的差異時，發現加速期結束時的各個運動

學參數的平均值與變異係數，在投擲三種不同球路時，皆無明顯差異。

本研究以大學甲組投手為受試者，探討及比較投擲不同變化球時運動學之參數與其變異性，結果顯示大多數不同變化球種間運動學參數與變異性，並無明顯差異。由於動作的變異性會隨著練習的次數而降低，也就是增加了動作的穩定（江函芸、劉有德，2001），本研究以大學甲組選手為受試者，平均球齡為  $10.2 \pm 1.2$  年，皆經過了長久訓練和練習，因此推測，因球齡較久且受試者為高運動層級之投手，受試者的技術和動作穩定性相對而言是較佳的。

### 結論與建議

本研究之目的在於探討及比較不同的變化球路間，投球側上肢運動學與其變異性之差異，雖然結果顯示大多數參數無明顯差異，這可能是因這三種球路(直球、滑球及變速球)為大部分投手廣泛使用之變化球種，顯示受試者對於變化球種的熟練和穩定程度相當高。然而，對於投擲滑球時，肩關節水平外展角度則明顯比投擲直球時為大。

本研究所探討之運動學參數以軀幹及肩關節等較大肢段及關節的動作為主，但投手投擲變化球的方式主要有改變握法及利用手肘旋轉（高英傑，1996），二種不同的投球方式，由於不同的握球方法，前臂和手指對於投擲變化球也扮演了相當重要的角色（Voorhees, 2003），因此前臂及手指的運動學參數也值得未來進一步探討。未來亦可針對運動層級稍低或球齡較少之選手進行測試，以了解不同變化球種運動學之變異性，提供教練及選手在教學及訓練上之參考依據。

### 參考文獻

江函芸、劉有德（2007）。運動中的變異。中華體育季刊，21（4），42-52。

高英傑（1996）。棒球。國立體育學院教練研究所技術報告書。桃園縣：國立體育學院。

Barrentine, S. W., Matsuo, T., Escamilla, R. F., Fleisig, G. S., & Andrews, J. R. (1998). Kinematic analysis of the wrist and forearm during baseball pitching. *Journal of Applied Biomechanics*, 14, 24-39.

Cook, D. P., & Strike, S. C. (2000). Throwing in cricket. *Journals of Sports Sciences*, 18（12），

965-973.

- Dun, S., Fleisig, G. S., Loftice, J. W., Kingsley, D. S., & Andrews, J. R. (2007). The relationship between age and baseball pitching kinematics in professional baseball pitchers. *Journal of Biomechanics, 40*, 265-270.
- Escamilla, R. F., Fleisig, G. S., Barrentine, S. W., Andrews, J. R., & Moorman, C. T 3<sup>rd</sup>. (2002). Kinematics and kinetic comparisons between American and Korean professional baseball pitchers. *Sports Biomechanics, 1* ( 2 ) , 213-228.
- Escamilla, R. F., Fleisig, G. S., Barrentine, S. W., Zheng, N., & Andrews, J. R. (1998). Kinematic comparisons of throwing different types of baseball pitches. *Journal of Applied Biomechanics, 14*, 1-23.
- Escamilla, R. F., Fleisig, G. S., Zheng, N., Barrentine, S. W., & Andrews, J. R. (2001). Kinematics comparisons of 1996 Olympic baseball pitchers. *Journals of Sports Sciences, 19* ( 9 ) , 665-676.
- Fleisig, G. S., Barrentine, S. W., Zheng, N., Escamilla, R. F., & Andrews, J. R. (1999).
- House, T. (2000). *The pitching edge* (2th ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.
- 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*, 1-13.
- Murata, A. (2001) Shoulder joint movement of the non-throwing arm during baseball pitch-comparison between skilled and unskilled pitchers. *Journal of Biomechanics, 34* ( 12 ) , 1643-1647.
- 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*, 164-172.
- Voorhess, R. (2003). *Coaching the little league pitcher: teaching young players to pitch with skill and confidence*. New York, NY: McGraw-Hill.
- Walter, B. (2002). *The baseball handbook*. Champaign, IL: Human Kinetics.

表 1 棒球投手投球時的關節活動度

	球種	平均數	變異係數(%)
步長 (mm)	直	1457.5±117.6	2.06±1.10
	滑	1442.0±105.2	1.79±0.69
	變	1436.0±90.6	1.99±1.25
	平均	1446.7±98.0	1.95±0.93
膝關節屈曲 (deg)	直	79.2±14.3	3.12±1.28
	滑	80.0±13.9	4.07±1.68
	變	79.8±15.3	2.93±1.37
	平均	80.1±13.5	3.37±1.39
軀幹旋轉 (deg)	直	67.6±29.6	17.20±17.91
	滑	68.5±28.7	16.17±17.97
	變	66.7±26.3	17.15±11.44
	平均	67.6±30.8	16.84±14.38
肘關節屈伸 (deg)	直	101.1±13.0	3.04±1.10
	滑	99.3±12.5	2.88±1.72
	變	98.3±10.9	3.07±2.10
	平均	99.7±11.5	3.00±1.51
肩關節外展 (deg)	直	91.9±10.2	3.80±2.29
	滑	89.4±10.1	3.05±1.68
	變	90.2±12.1	3.58±2.88
	平均	90.4±10.4	3.48±2.11
肩關節 水平外展* (deg)	直	114.5±15.2	4.33±1.49
	滑	120.6±13.5	2.87±1.74
	變	115.6±16.7	3.72±1.48
	平均	116.9±14.9	3.64±1.53
肩關節外旋 (deg)	直	122.7±16.2	6.98±3.44
	滑	123.4±17.6	3.19±1.27
	變	125.2±14.9	4.60±2.87
	平均	123.7±16.2	4.92±2.87
軀幹前傾 (deg)	直	106.3±37.8	15.20±13.64
	滑	108.0±38.4	13.22±9.99
	變	108.0±33.9	19.45±12.18
	平均	107.3±40.7	15.96±11.07

\*平均數 p<.05

表 2 棒球投手投球的分期時間（秒）與百分比

參數	球種	平均數	變異係數(%)
準備期	直	0.81 ± 0.11	7.59 ± 6.29
	百分比	39.69 ± 6.19	
	滑	0.82 ± 0.09	11.12 ± 3.84
	百分比	42.17 ± 2.89	
	變	0.83 ± 0.10	7.16 ± 3.23
	百分比	42.88 ± 3.30	
	平均	0.82 ± 0.12	8.62 ± 4.52
	百分比	42.32 ± 4.97	
跨步後擺期	直	0.80 ± 0.17	3.30 ± 1.59
	百分比	39.64 ± 10.09	
	滑	0.79 ± 0.15	4.08 ± 1.43
	百分比	40.58 ± 6.46	
	變	0.81 ± 0.17	3.44 ± 1.74
	百分比	41.92 ± 6.86	
	平均	0.80 ± 0.15	3.61 ± 1.46
	百分比	41.42 ± 6.37	
加速期	直	0.12 ± 0.08	11.57 ± 8.02
	百分比	6.12 ± 4.10	
	滑	0.13 ± 0.08	11.44 ± 5.05
	百分比	6.72 ± 4.21	
	變	0.13 ± 0.09	11.02 ± 8.41
	百分比	6.73 ± 4.60	
	平均	0.12 ± 0.07	11.34 ± 6.55
	百分比	6.41 ± 3.89	
減速期	直	0.28 ± 0.06	6.77 ± 7.20
	百分比	14.18 ± 2.26	
	滑	0.26 ± 0.05	8.81 ± 3.94
	百分比	13.46 ± 2.27	
	變	0.31 ± 0.06	7.52 ± 4.20
	百分比	16.03 ± 2.83	
	平均	0.28 ± 0.06	7.70 ± 4.83
	百分比	14.51 ± 2.81	

表 3 加速期起點的運動學特徵

參數	球種	平均數	變異係數(%)
最大步長 (mm)	直	1381.4 ± 112.82	2.11 ± 0.87
	滑	1390.1 ± 116.55	2.03 ± 0.81
	變	1376.2 ± 114.43	1.80 ± 0.72
	平均	1383.5 ± 106.56	1.98 ± 0.73
膝關節屈曲 (deg)	直	37.64 ± 18.34	11.39 ± 9.96
	滑	33.33 ± 18.98	22.98 ± 18.97
	變	34.01 ± 19.08	15.27 ± 11.67
	平均	35.38 ± 17.49	16.54 ± 13.49
軀幹旋轉 (deg)	直	46.58 ± 31.99	10.74 ± 15.04
	滑	41.38 ± 25.00	13.11 ± 8.15
	變	40.88 ± 25.38	11.84 ± 11.13
	平均	42.86 ± 26.76	11.90 ± 10.58
肘關節屈伸 (deg)	直	59.03 ± 31.46	3.76 ± 3.35
	滑	59.41 ± 31.95	5.19 ± 4.75
	變	60.54 ± 30.50	4.16 ± 3.10
	平均	60.02 ± 28.47	4.37 ± 3.46
肩關節外展 (deg)	直	92.73 ± 7.76	2.36 ± 0.63
	滑	92.31 ± 5.94	2.16 ± 0.61
	變	91.14 ± 8.12	1.92 ± 1.03
	平均	91.99 ± 6.94	2.14 ± 0.72
肩關節 水平外展 (deg)	直	6.95 ± 5.45	43.02 ± 20.72
	滑	5.56 ± 4.84	29.05 ± 14.56
	變	6.52 ± 5.95	42.42 ± 20.37
	平均	6.43 ± 5.35	38.16 ± 17.98
肩關節外旋 (deg)	直	46.13 ± 34.62	6.44 ± 3.94
	滑	46.38 ± 34.70	7.71 ± 3.34
	變	44.17 ± 33.65	7.18 ± 6.56
	平均	45.24 ± 30.42	5.49 ± 4.39
軀幹前傾 (deg)	直	34.44 ± 40.91	8.03 ± 43.74
	滑	30.36 ± 35.58	8.98 ± 35.75
	變	27.95 ± 32.64	-3.56 ± 53.11
	平均	30.85 ± 35.46	4.49 ± 40.44

表 4 球離手的運動學特徵

參數	球種	平均數	變異係數(%)
最大步長 (mm)	直	1265.2 ± 89.24	1.72 ± 0.77
	滑	1261.1 ± 92.52	1.87 ± 0.88
	變	1250.1 ± 105.80	1.51 ± 0.50
	平均	1261.0 ± 88.59	1.70 ± 0.67
膝關節屈曲 (deg)	直	42.71 ± 11.92	5.72 ± 2.39
	滑	42.81 ± 13.94	8.14 ± 6.11
	變	44.11 ± 12.90	6.73 ± 3.32
	平均	43.72 ± 11.69	6.86 ± 3.92
軀幹旋轉 (deg)	直	52.06 ± 37.83	25.78 ± 20.63
	滑	42.96 ± 29.71	38.74 ± 34.79
	變	41.12 ± 26.28	41.09 ± 36.83
	平均	45.17 ± 38.45	35.20 ± 29.04
肘關節屈伸 (deg)	直	25.46 ± 39.17	16.42 ± 33.29
	滑	22.61 ± 41.41	23.03 ± 37.72
	變	28.37 ± 46.48	26.11 ± 46.16
	平均	26.28 ± 39.10	21.86 ± 35.49
肩關節外展 (deg)	直	89.92 ± 11.46	1.63 ± 1.31
	滑	88.17 ± 10.13	3.07 ± 3.39
	變	89.80 ± 11.04	1.66 ± 0.62
	平均	89.10 ± 10.31	2.12 ± 2.02
肩關節 水平外展 (deg)	直	25.09 ± 7.12	5.96 ± 1.85
	滑	27.20 ± 9.46	11.67 ± 11.29
	變	28.99 ± 8.37	6.84 ± 5.07
	平均	27.25 ± 8.52	8.16 ± 6.93
肩關節外旋 (deg)	直	71.36 ± 17.01	5.05 ± 3.11
	滑	74.28 ± 13.66	7.88 ± 7.64
	變	67.61 ± 10.51	6.11 ± 5.70
	平均	71.56 ± 14.23	6.35 ± 5.31
軀幹前傾 (deg)	直	52.44 ± 40.15	36.89 ± 32.07
	滑	40.74 ± 31.56	49.84 ± 37.24
	變	39.80 ± 29.47	64.61 ± 42.59
	平均	44.40 ± 39.93	50.45 ± 35.44

## 計畫成果自評部份

研究內容與計畫書原則上相符，主要在於探討棒球投手投擲時的生物力學動作分析，結果呈現出在整個投球過程之中，主要產生變化的肢體的關節改變狀態，並同時考慮了和投手表現息息相關的因子—投球穩定性，結果發現肩關節與膝關節的活動度變異程度皆小於5%，相較之下，軀幹關節活動度的變異程度就比較大，可達15%以上，由此可知，對於投手而言，投球時軀幹的動作是可以再加強其一致性的訓練。另外，本研究更進一步比較三種不同的球路（直球、滑球、變速球），而這三種球路為現今臺灣投手相當常用的變化球，對於甲組球員的投球動作而言，大多數的關節活動並沒有顯著差異，顯示不管投出哪一種球，由投手身上的肢體訊息或關節角度變化，打者無法明確的判讀其中的差異，因而可以更完全的混淆打者，亦表示對投手而言，更是居於有利的位置。本研究的結果可以對於棒球投手教練或是選手，提供更精準量化的運動科學資料，在技術訓練時，使教練可以提供明確的指示。同時，本研究成果，預計將於原創性文章完成之後，投稿於運動生物力學相關的國際學術期刊之中，也預計將部份成果發表於明年度的國際會議之中，期使我國棒球運動技術能更上一層樓。

## 出席國際學術會議心得報告

計畫編號	NSC96-2413-H-028-004-
計畫名稱	棒球投手投球上下肢之生物力學分析
出國人員姓名 服務機關及職稱	張怡雯 國立臺灣體育大學(臺中) 運動健康科學系 助理教授
會議時間地點	2008/7/14 - 2008/7/19
會議名稱	2008 年國際運動生物力學年會暨國際運動生物力學研討會 International Society of Biomechanics in Sports, (ISBS) International Conference on Biomechanics in Sports
發表論文題目	Effects of base of support and visual feedback on standing balance in subjects with ankle sprain

### 一、 參加會議經過

#### 會議解說與參加目的

運動生物力學年會 (International Society of Biomechanics in Sports) 為每年一度的全球運動生物力學界盛事，2008 年第 26 屆運動生物力學年會，今年假南韓國立首爾大學 (Seoul National University, Korea) 舉辦。

按照傳統慣例，此次會議共計五天，於 7 月 14 日展開序幕而於 7 月 18 日結束，此次會議規模龐大，共計近千名來自世界各國學者參與盛會，參與會議代表超過 30 個國家，發表超過 250 篇運動生物力學相關論著與研究論文發表，堪稱國際上運動科學最大盛會之一。本人有幸參與此一學術盛會，以下就此研討會之參與過程，會議內容、課程、與參訪活動做一摘要報告。



圖一：大會會場大廳門口

## 舉辦機構與舉辦城市簡介

2008 年運動生物力學年會，今年假南韓首爾市舉辦。首爾曾於 1988 年主辦過全球奧林匹克運動會，因此各項城市設施與交通便利性在全球都市而言，是相當的先進與繁榮，尤其是橫貫首爾城市的地下鐵，密度之高，可謂為位居全球城市之中，交通便利快捷性為數一數二的，大會也贈予每一位與會的學者一支 T-money card，相當於台北市捷運公車的悠游卡，利用這支 T-money card，由首爾大學搭乘地下鐵與公車到首爾市各個景點，相當的便利、快速與省錢。

這次國際生物力學研討會議規模龐大，主要由國立首爾大學(Seoul National University)合作舉辦。國立首爾大學自 1946 年成立至今，為南韓第一所國立大學，總共包括 16 個學院、84 個大學部科系、98 個研究所，教職員共有 2499 人，14047 個大學部學生，與 9194 個研究生，規模非常龐大，學術研究風氣興盛，為韓國研究型大學的領導先驅。

首爾大學佔地非常廣大遼闊，學校內有市公車與計程車進出，並有免費的校車定時環繞學校一周，方便教職員公生可以自由的在校園內活動，雖然是暑假期間，感覺上在學校的學生人數依然不少，同時也可以看到許多其他主題的會議與營隊於首爾大學之中舉辦，其中還包括有不少的國際性會議與國際學生交流活動，由此可見，首爾大學之學術活動實屬相當的蓬勃活躍，同時國際化程度也相當高。



圖二：國立首爾大學大門與經過的首爾市公車

## 會議流程與特色

此次研討會極具規模，整個會議共持續五天，每天都根據不同的專題進行口頭發表 (Oral presentation)，海報發表 (Posters)，主要專題報告 (Keynote lectures)，以及主題應用

之特別演講 (Invited applied session presentations)。由於發表的論文數量多，大會安排 2 個演講廳同時舉行口頭論文發表，因此參加者必須準備充分，依大會手冊及論文摘要，選擇自己有興趣的題目去聽論文發表。



圖三：會議大廳外觀與口頭發表會場

此外，大會安排有生物力學廠商的展覽，參加展覽的廠商包括：三維運動分析系統與軟體、力板、肌電訊號、足底壓力、運動模擬、運動傷害防護等相關廠商，也因而可以確切得知目前運動生物力學的最新儀器設備資訊。

在純學術活動之餘，大會亦舉辦許多活動，例如開幕當天的歡迎酒會，韓國之夜 (Korea night)，及半天的首爾遊覽，旅遊重點包含韓國的文化遺蹟與著名旅遊勝地，如景福宮、明洞、名俗文化村等，並實際體驗了傳統的韓國食物，如：人參雞、韓式濟州拌飯、烤肉、冷麵、超辣火鍋等，確實對於韓國的文化傳統與飲食，有了更深一層的認識。



圖四：各國學者盡情歡度韓國之夜 (Korea night)

## 二、 與會心得

經過這幾天密集的聽講還有與其他國家學者的共同討論，真是受益良多。畢竟很難得

才有機會飛到不同的國家參與國際性學術會議，與這麼多從事運動科學研究的人才共聚一堂，從這些天的學習與腦力激盪所得的經驗之下，對於運動生物力學的趨勢發展，有下列幾點感想：

1. 運動生物力學不能僅從單一面向來討論，只考慮到機械力量的傳遞，因為人體的運動表現是相當複雜而各個系統相互分工與統整，因此，除了在傳統生物力學的考量外，對於運動生理、運動生化、甚至運動心理的每一領域，都須全面考量，每一環節皆可能環環相扣，而每一個研究者藉由此種國際性會議來相互交流與對談，俾使運動生物力學的科學領域能更加茁壯，相互激盪出更新更理想的主題研究與方法，最終能實際應用於體育運動之上，造福所有的競技運動員與一般愛好運動者身上。
2. 本次會議研究主題軸心為生物力學於運動表現之促進（Biomechanics for performance enhancement），也就是對於精英競技運動與休閒運動之生物力學（Biomechanics of elite & leisure sports）探討，其中包含以下各主題：特殊族群生物力學（Biomechanics of special population）、運動傷害與復健生物力學（Biomechanics of injury & rehabilitation）、神經肌肉生物力學（Neuromuscular biomechanics）、運動生物力學方法學（Methodology in sport biomechanics）、運動器材生物力學（Biomechanics in sport equipment）。在整個會議論文發表的安排上，仍不難看出目前在體育相關領域中最受人重視的部分應該還是屬於與競技運動相關的研究，因為其所呈現的研究結果能夠對運動員的表現產生直接的貢獻，如：鞋具與輔具的使用、運動傷害防護與各種競技運動的動作分析。另一部分為運動生物力學之研究方法與分析方法的最新發表，這包括電腦模擬動畫、最佳化方法、變異性分析、有限元素法等，確實使人收穫良多、受益匪淺。

本次會議規模龐大，議題包羅萬象，會議本身提供了一個很好的學習、拓展視野與文化交流的機會，學者彼此之間的互動也非常的可貴，我這次參與不但遇到很多台灣過去的研究學者，也有幸和許多其他各國的學者相互交流與討論，獲得了很多寶貴的建議，更讓自己在專業領域之中，增添了不少新知。不論是對個人的視野，或研究工作的充實，均有耳目一新的領悟。

附件一：會議議程

SCIENTIFIC PROGRAM AT A GLANCE

Time	7/14 (Mon)	7/15 (Tue)	7/16 (Wed)	7/17 (Thu)	7/18 (Fri)		
	Arrival & Registration	Poster Setup					
8:30a 9:30a		Geoffrey Dyson Lecture	Keynote 2	Keynote 4	Keynote 5		
9:30a 10:30a		Oral 1	Oral 2	Oral 7	Oral 8	Oral 13	
10:30a 11:30a		Poster 1	Poster 2	Poster 3	Poster 4	Oral 14	
11:30a 12:30p		Oral 3	Oral 4	Oral 9	Oral 10	Oral 15	
12:30p 2:00p		Lunch	Lunch (ASSB Meeting)	Lunch		Oral 16	
2:00p 3:00p		Keynote 1	Keynote 3	Poster Removal			
3:00p 4:30p		Applied 1	Applied 2	Tour	AGM		
4:30p 4:45p		Coffee Break	Coffee Break		Post-Conference Meeting		
4:45p 6:00p		Opening Ceremony	Oral 5		Oral 6	Oral 11	Oral 12
6:00p ?		Opening Reception	Poster Removal		Closing Banquet		
				Korean Night			

附件二：會議會場位置圖 Seoul National University 國立首爾大學



**EFFECTS OF BASE OF SUPPORT AND VISUAL FEEDBACK ON STANDING BALANCE  
IN SUBJECTS WITH ANKLE SPRAIN**

**Yi-Wen Chang, Hong-Wen Wu\***

**Department of Exercise Health Science, National Taiwan Sport University, \*Department of  
Sports Medicine, China Medical University, Taichung, Taiwan**

**INTRODUCTION:** Ankle sprain is arguably one of the most common injuries in sport and can lead to significant impairment characterized by functional instability of the ankle. Base of support and visual feedback are two of the most important factors influencing the standing balance. Therefore, the purpose of this study was to investigate the effects of base of support and visual feedback on standing balance in subjects with and without ankle sprain.

**METHOD:** Twelve male subjects participated in this study (mean age: 21 years; mean height: 174 cm; mean weight: 71 kg), including six normal healthy subjects and six subjects with unilateral ankle sprain (grade II) in recent six months. Center of pressure (COP) excursion was measured with a balance plate (DigiMax posturomed). Subjects were asked to perform static standing in 20 sec with four bases of support (BOS), including standing with feet shoulder's width apart (BOS4), standing with closed feet (BOS3), tandem standing (BOS2) and single limb standing (BOS1). Two different visual feedbacks were considered, eyes-open and eyes-closed. The testing order was random for each subject. Two-way ANOVA with repeated measures and contrasts analysis were used for statistical analysis (SPSS, V13.0).

**RESULTS:** Excursions of COP in different BOSs and visual feedbacks were shown in Table 1. Significant difference on COP excursion in medial-lateral (ML) direction was found in BOS and visual factors in normal and sprain groups (significance in BOS1-BOS4, BOS2-BOS3, BOS2-BOS4 in sprain group; BOS2-BOS3, BOS2-BOS4, BOS3-BOS4 in normal group;  $p < .05$ ). Significant difference on COP excursion in anterior-posterior (AP) direction was found in both factors only in sprain group (significance in BOS2-BOS3, BOS2-BOS4 in sprain group; BOS2-BOS3, BOS2-BOS4, BOS3-BOS4 in normal group;  $p < .05$ ).

**DISCUSSION:** The COP excursion was increased with the decreasing base of support in normal and sprain groups. The COP excursion was increased in eyes-closed condition. Although there were the same areas of BOS in tandem standing and standing with closed feet, there was a greater COP excursion in tandem position in which ML base is much narrower, indicating postural response is more sensitive to the change of BOS in ML direction rather than in AP direction.

**Table 1 COP excursion (mm) during static standing**

		Eyes-Open				Eyes-Closed			
		BOS4	BOS3	BOS2	BOS1	BOS4	BOS3	BOS2	BOS1
ML	Sprain* <sup>^</sup>	10.12	14.25	46.27	94.30	20.28	26.15	230.25	615.42
	Normal* <sup>^</sup>	6.62	12.93	29.05	72.55	5.13	16.97	155.92	442.75
AP	Sprain* <sup>^</sup>	11.88	19.35	24.07	71.03	22.27	23.75	86.08	395.53
	Normal*	14.20	18.20	19.30	52.45	14.25	18.83	52.72	322.13

Significant difference in BOS factor\* and visual factor<sup>^</sup> (repeated measure ANOVA,  $p < .05$ )

**CONCLUSION:** The COP excursion in medial-lateral direction is substantially affected by the change of base of support in static standing, no matter whether eyes are open or closed. The COP excursion in anterior-posterior direction was most affected by the changes of base of support and visual feedback in subjects with recent ankle sprain. However, in normal healthy subjects, visual feedback would not be a significant factor affecting the postural response in anterior-posterior direction during static standing.