

# 運用感應器測量各式投球姿勢與手臂所受壓力之關係

## Use sensors to measure the relationship between various throwing postures and arm pressure

黃昱碩<sup>1</sup> 林俊豪<sup>2</sup> 周震璋<sup>3</sup>

HUANG, YU SHUO<sup>1</sup> LIN, JUN HAO<sup>2</sup> CHOU, CHEN CHANG<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 國立宜蘭高級中學

<sup>1</sup> National Yilan Senior High School  
E-mail: s810137@gapp.ylsh.ilc.edu.tw

<sup>2</sup> 國立宜蘭高級中學

<sup>2</sup> National Yilan Senior High School  
E-mail: harrymostmart@gmail.com

<sup>3</sup> 國立宜蘭高級中學

<sup>3</sup> National Yilan Senior High School  
E-mail: s810296@gapp.ylsh.ilc.edu.tw

### 摘要

由於近年來，職棒投手手臂不堪負荷導致需要休息甚至動手術的事件時有耳聞，因此我們想藉由感應器收集在不同球路下投球，對手臂產生壓力的不同，並希望能讓投手知道自己投這種球路時所受壓力的數值，藉此規畫自己的投球量以避免受到運動傷害，我們在實驗中使用的感應器為 MOTUS，這種感應器能偵測投手投球時肩膀的旋轉角度、肩膀轉速、手臂所受的壓力和與地面的水平夾角，我們與本校的棒球隊合作收集數據，一共收集了 3 位投手每人 30 球四縫線快速球以及 2 種各自擅長的變化球路 15 球，總計每人 60 球共 180 球的數據，再將數據製成圖表並分析後，我們的實驗結果表明投變化球的壓力基本上會略高於四縫線快速球，因此若是長時間都使用變化球將會對手臂造成較大負擔，未來若有機會，會收集更多球員的數據以避免實驗誤差的產生。

**關鍵字：**運動傷害、感應器、棒球

### Abstract

In recent years, professional baseball pitchers' arm overload has caused incidents that require rest or even surgery to be heard from time to time. Therefore, we want to use sensors to collect the difference in pressure on the arm when pitching on different courses, and hope to let the pitchers know. The value of the pressure when you throw this kind of ball, so as to plan your throwing volume to avoid sports injuries. The sensor we used in the experiment is MOTUS. This sensor can detect the shoulder of the pitcher when he throws the ball. Rotation angle, shoulder rotation speed, arm

pressure and horizontal angle with the ground. We cooperated with our school's baseball team to collect data. We collected a total of 3 pitchers with 30 balls each, four stitch fastballs, and 2 types of changes that they are good at. 15 ball paths, totaling 60 balls per person, totaling 180 balls data. After the data is graphed and analyzed, our experimental results show that the pressure of throwing a variable ball is basically slightly higher than that of a four-stitch fast ball, so if it is Long-term use of the change ball will cause a greater burden on the arm. If there is an opportunity in the future, more player data will be collected to avoid experimental errors.

**Keywords : Sports injuries, sensors, baseball**

## 壹、前言

球場上看投手投出一顆又一顆的球，有些是球速超過 150 的快速直球，有些是讓打者難以捉摸的變化球，把打者三振出局。最近一篇新聞報導中華職棒近期表現不錯的中信兄弟本土王牌黃恩賜被下放二軍調整，中信兄弟總教練丘昌榮表示：「他是說他手有一點痠痛，是還可以投，經過檢查也沒發現什麼問題，但我們不想冒險，想讓他休息幾天。」因為黃恩賜曾經動韌帶置換手術所以啟動保護機制，嚴格控管投球局數，希望能獲得更多調整、休息空間。韌帶傷害是因為球員出手瞬間手往內轉的力量都是由韌帶來吸收，當這個力量過強加上長時間累積的疲勞時，韌帶將有可能斷裂，而當手肘過低時，這個力量會特別大，也特別容易產生運動傷害，這次主要分享透過穿戴式運動感應器與智慧棒球針對投手投球時的手臂狀況進行資料收集，降低投手手臂受傷風險

## 貳、文獻探討

### 一、手臂承受壓力過高引起運動傷害之案例

在職棒中，因為承受過高壓力而導致手臂負傷導致需要休養甚至動手術的情況不勝枚舉，包括最為著名的 1974 年的 Tommy John，以及大谷翔平、郭泓志等人也都吃過手臂運動傷害的苦(方程毅, 2016)，在醫學發達的今天，雖然可透過開刀治療(端木和頤, 2020)，但仍是治標不治本，掌握自己的投球狀況以免產生運動傷害才是正確的選擇(程正欣、張恰雯, 2008)。

### 二、受傷之原因

在投球的動作中，會對手臂產生一股外翻的力，這股力不只會對手臂外部產生壓迫造成肘關節受損(石昇文、羅國城、王苓華, 2009; 鍾宇政, 2000)，甚至會因為在手臂內側產生的壓力使內側的韌帶、肌肉、神經也感到疲勞(洪孟緯、王苓華, 2019)或受到損傷(陳丕欣、李詩賓、李育忠, 2010; 程俊穎, 2008)，而若內側的韌帶斷裂便是我們所說的投手肘，也就是上文中所提到 Tommy john 等人所受到的運動傷害，這會對投球產生極大的影響(KingNet 國家網路醫藥編

輯部, 2019), 需要進行韌帶重建手術(Tseng, 2016)方能繼續自己的棒球生涯(張嘉麟、曾琪晶、林靜宜, 2011)。總和以上文獻所提及的內容, 我們可以得知棒球投手由於其需要以強勁的力道投球, 又或是讓手做出許多動作讓球路有所變化, 因此他們的肩膀手臂手腕等地方往往承擔了遠非常人所及的壓力, 十分容易受傷, 但倘若妥善運用科技的力量, 便能做好預防措施以免受傷。

## 參、研究實施與設計


### 一、研究方法

1. 與本校棒球隊約好時間後, 至棒球場地在本校棒球隊 3 位擔任投手的球員協助下進行第 1 次數據收集, 第 1 次僅收集裝備於手臂上的穿戴式感應器數據。
2. 第 1 次每位投手選擇 3 種不同球路, 3 位投手皆會使用四縫線快速球, 其他由投手自行選擇其最擅長兩種變化球, 共投 30 球四縫線、兩種變化球各 15 球。
3. 收集數據時, 其中一人手持筆記本與原子筆紀錄數據, 其他兩人分別管控穿戴式感應器回傳數據並向紀錄者告知以及負責幫助球員使用感應器。
4. 於數據收集完畢後, 利用電腦繪製圖表並分析數據結果。
5. 皆於標準棒球場地進行投球

## 二、 研究工具

1. 穿戴式感應器
2. 手機(接收數據用的行動載具)並裝載接收數據用的軟體

表 1、穿戴式感應器說明

數據(安全範圍)	說明	軟體實際介面示意圖
壓力(9-31)	尺側韌帶在投球時所承受的壓力,當壓力越大對手臂的影響也越大,長期下來所造成的影響更是巨大	
手臂與地面的水平夾角	投手出手時的角度,根據投手投球方法的不同會有較明顯的差異,例如使用低肩側投該數值可能為零或負數	
旋轉速度(700~)	球驅動轉速	
肩膀旋轉的角度(138-170)	投球過程肩膀所轉的總角度	

## 肆、 結果與討論

### 一、 三位投手基本資料

球員姓名	A	B	C
身高/體重	168/71	186/60	175/65
投球	右	左	右
球路 1	四縫線快速球		
球路 2	滑球	曲球	曲球
球路 3	變速球(五指)	滑球	變化球(OK)

## 二、分析結果 三名球員綜合比較

### A 球員

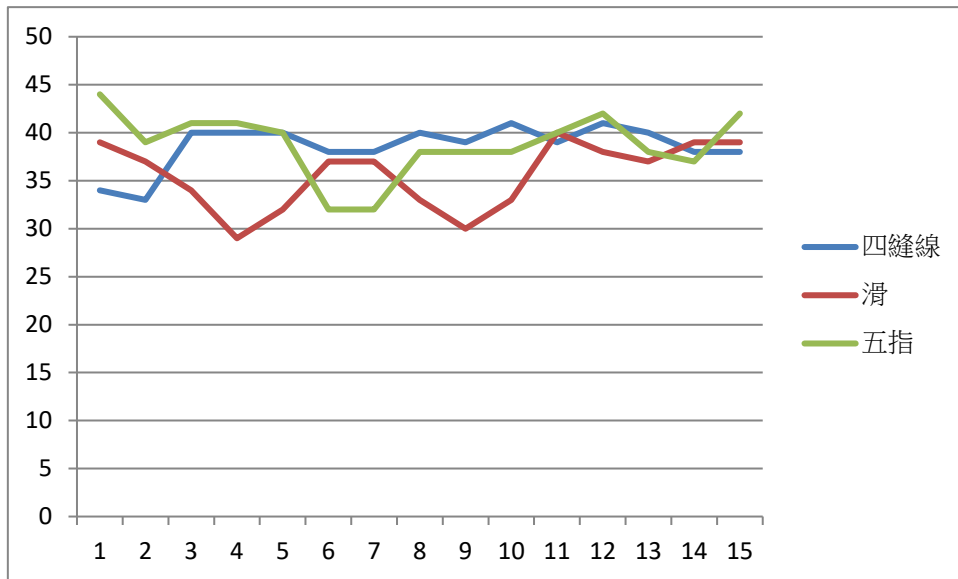


圖 1、A 球員進行投球實驗時所測之壓力折線圖

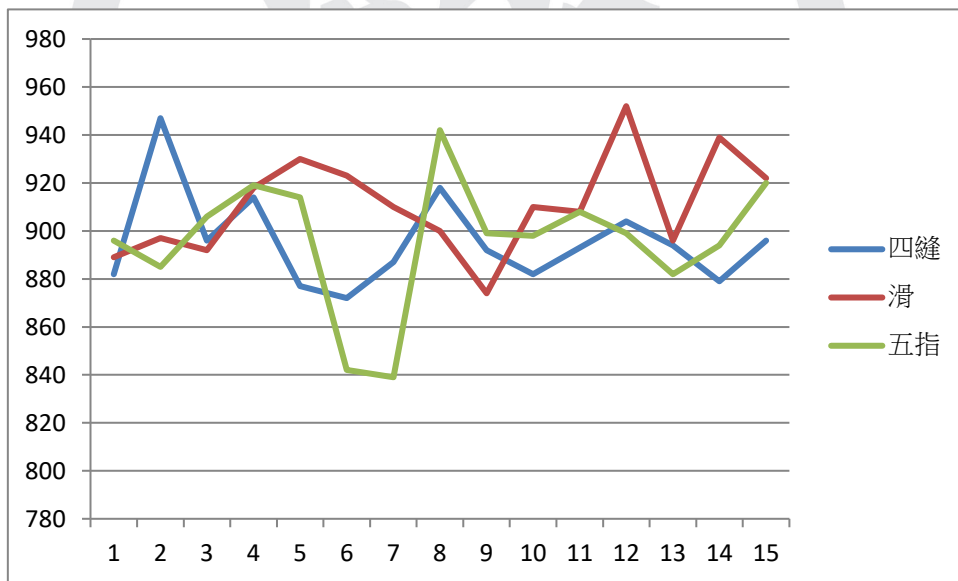


圖 2、A 球員進行投球實驗時所測肩膀旋轉速度之折線圖

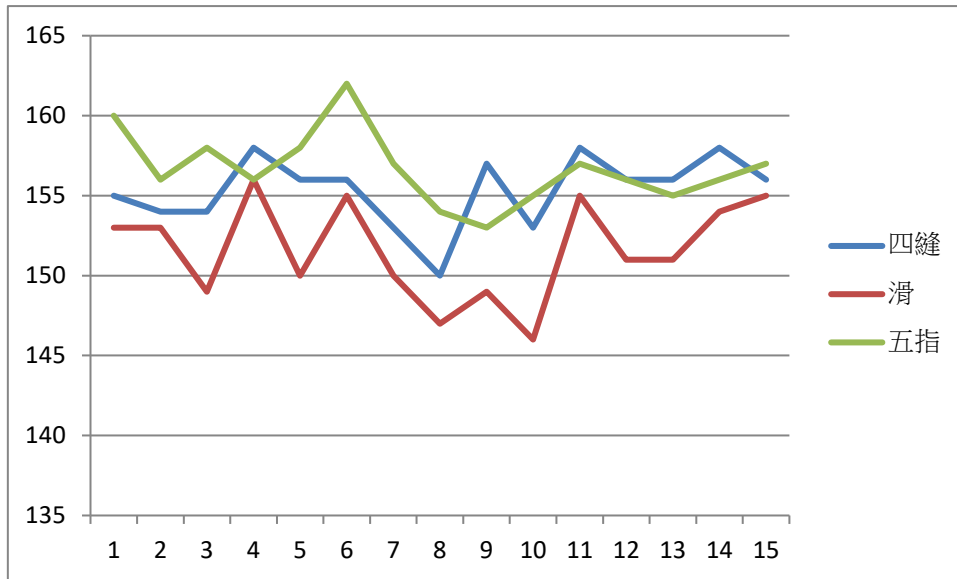


圖 3、A 球員進行投球實驗時肩膀旋轉角度之折線圖

由圖 1、2、3 中可得知，A 球員相較其他兩位球員而言，壓力略高，若是不進行調整姿勢或是有規劃的投球，恐有運動傷害的風險，且 A 球員在投滑球時肩膀旋轉的角度是低於直球(四縫線)與五指投法的變化球的，這位球員在投五指變化球時旋轉的角度是最大的，若常常使用這種球路對肩膀負擔也會比較大。

### B 球員

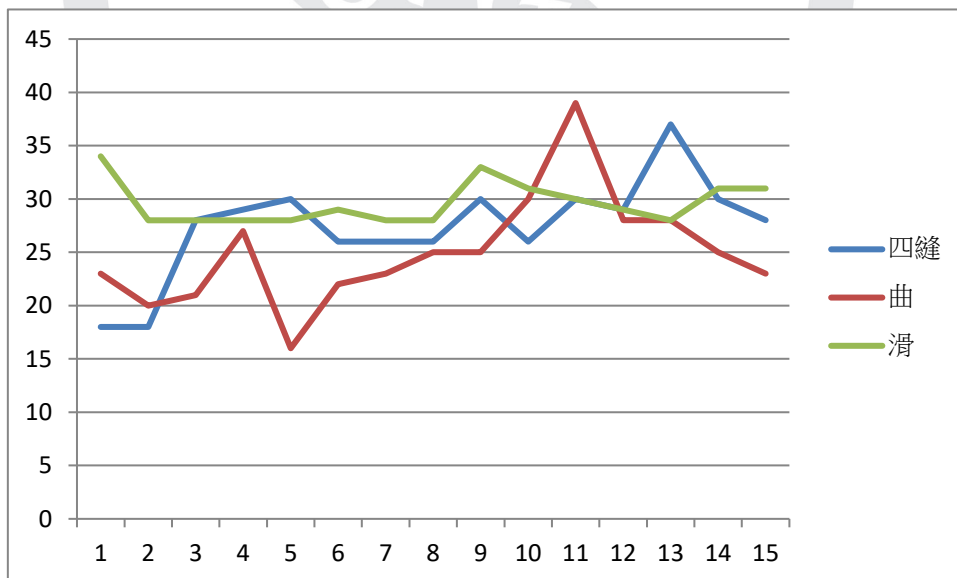


圖 4、B 球員進行投球實驗時所測之壓力折線圖

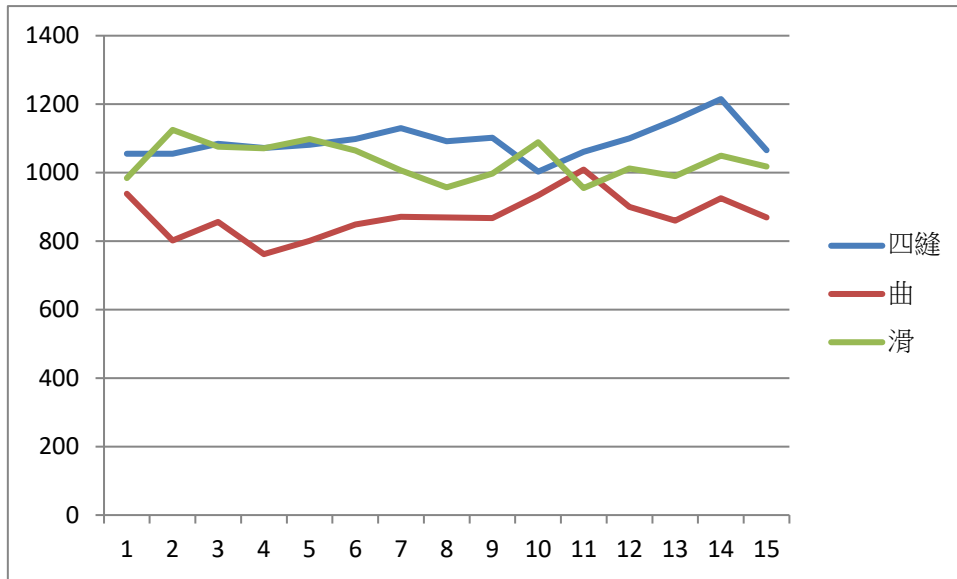


圖 5、B 球員進行投球實驗時所測肩膀旋轉速度之折線圖

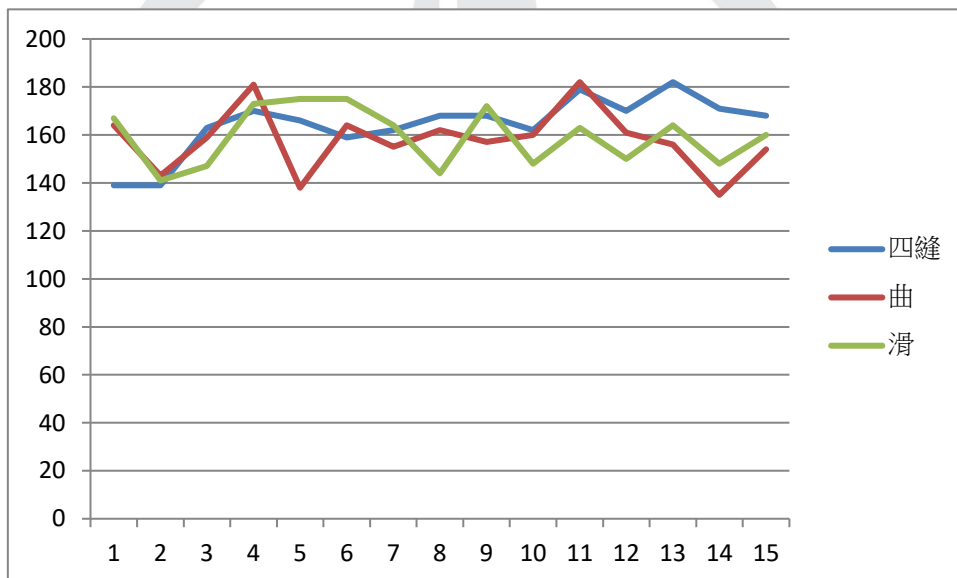


圖 6、B 球員進行投球實驗時肩膀旋轉角度之折線圖

由圖 4、5、6 中可得知，B 球員投曲球肩膀旋轉速度較慢，所受壓力也較小，因此若是長時間的投，選用曲球較能減輕負擔，為隊伍貢獻更多球，反之若是採用其他兩種球路時，則須減少投球數量以免受傷。

## C 球員

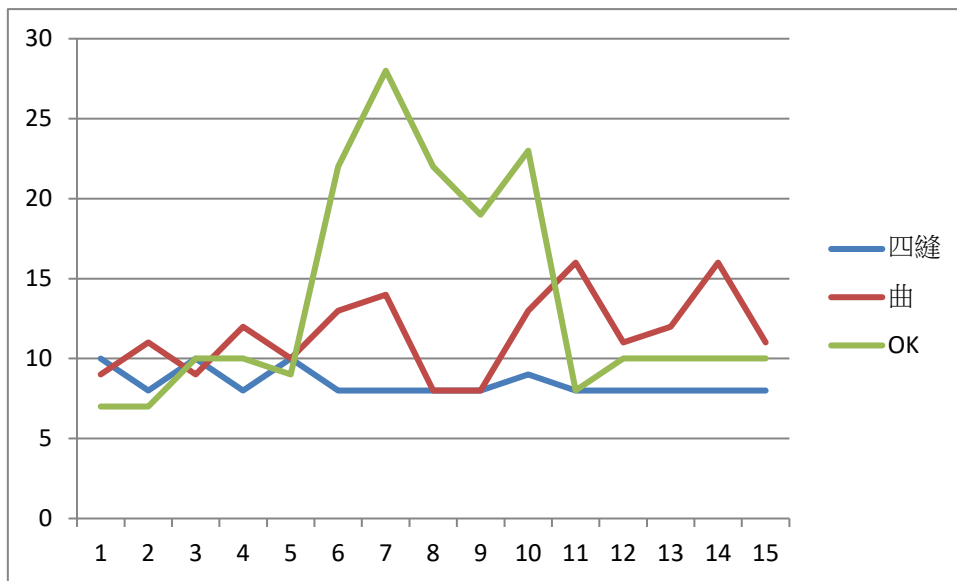


圖 7、C 球員進行投球實驗時所測之壓力折線圖

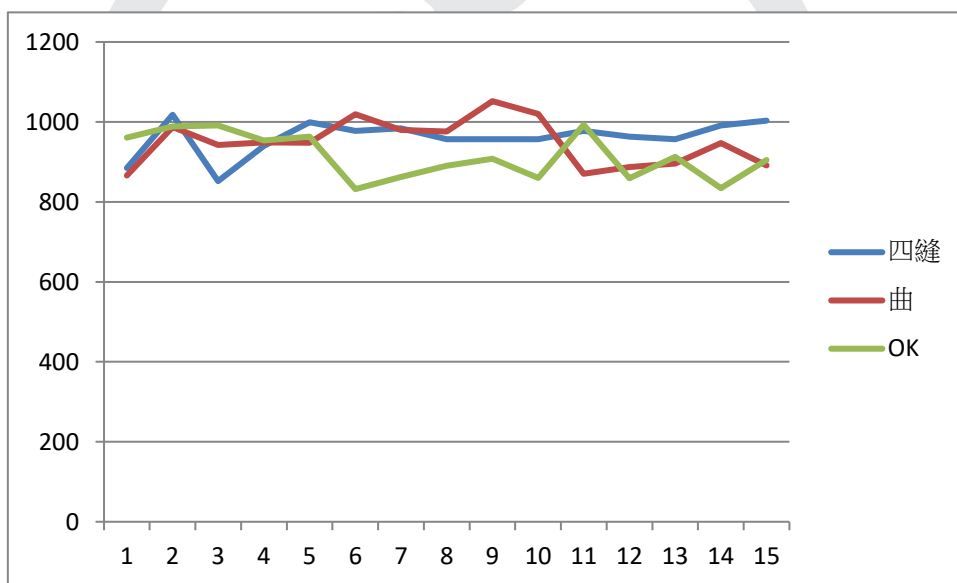


圖 8、C 球員進行投球實驗時所測肩膀旋轉速度之折線圖

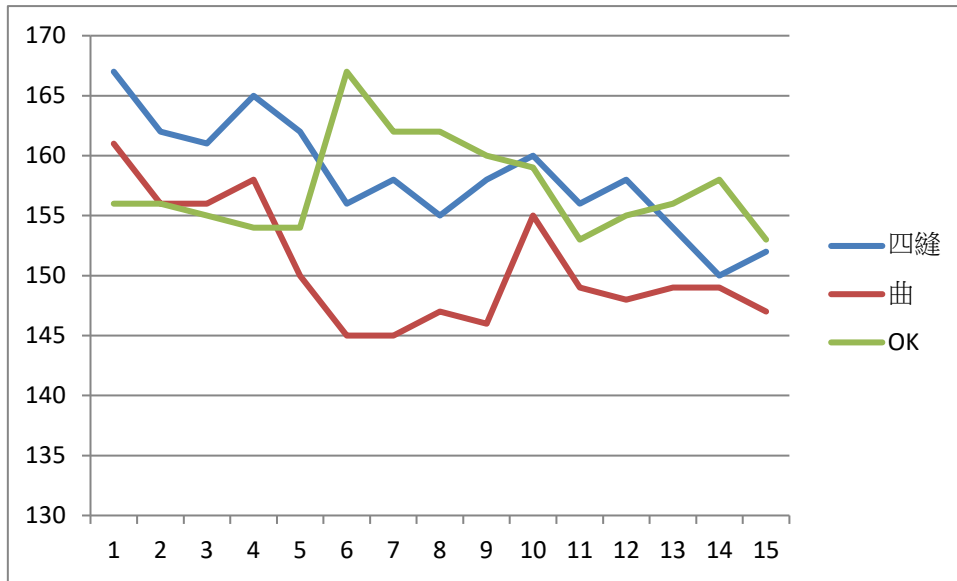


圖 9、C 球員進行投球實驗時肩膀旋轉角度之折線圖

由圖 7、8、9 中可得知，C 球員投球時手部所受壓力是三位球員中最低的一位，且不同於 B 球員僅有曲球，C 球員是三種球路的壓力都遠低於另外兩位，因此若是同樣在需要投大量球時，C 球員便能靈活運用三種球路應對對手而不用面臨僅有一種球路負擔小，但需要多種球路面對對手時的窘境，圖七中壓力的陡升推測是由於當時天候不佳由戶外轉由室內，也能由此得知 C 球員若是突然更換場地的話前幾球或許會不穩定，或許在進行投手更換前須要三思。

### 三、三位選手各數值之比較(僅比較四縫線快速球)

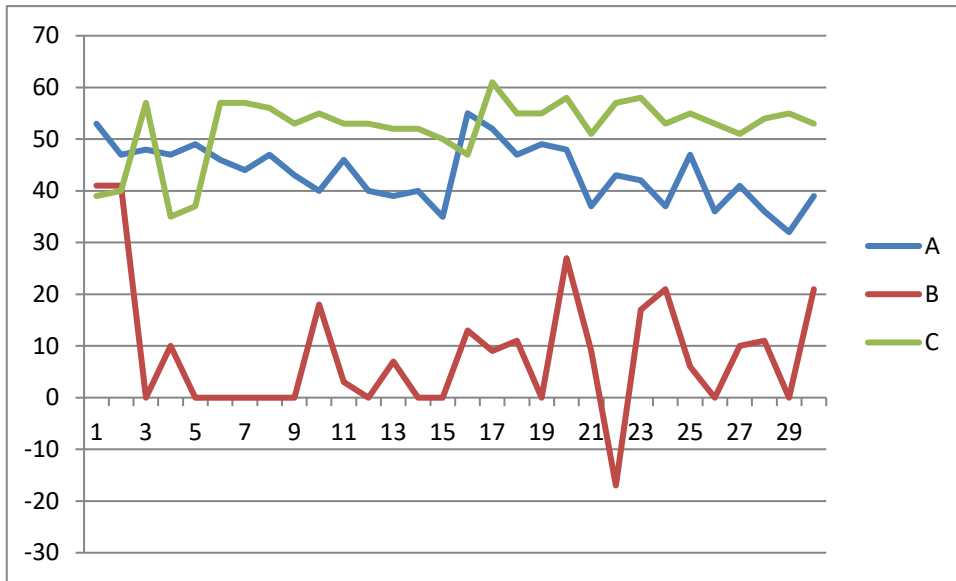


圖 10、三位球員所測之手臂與地面之水平夾角折線圖比較

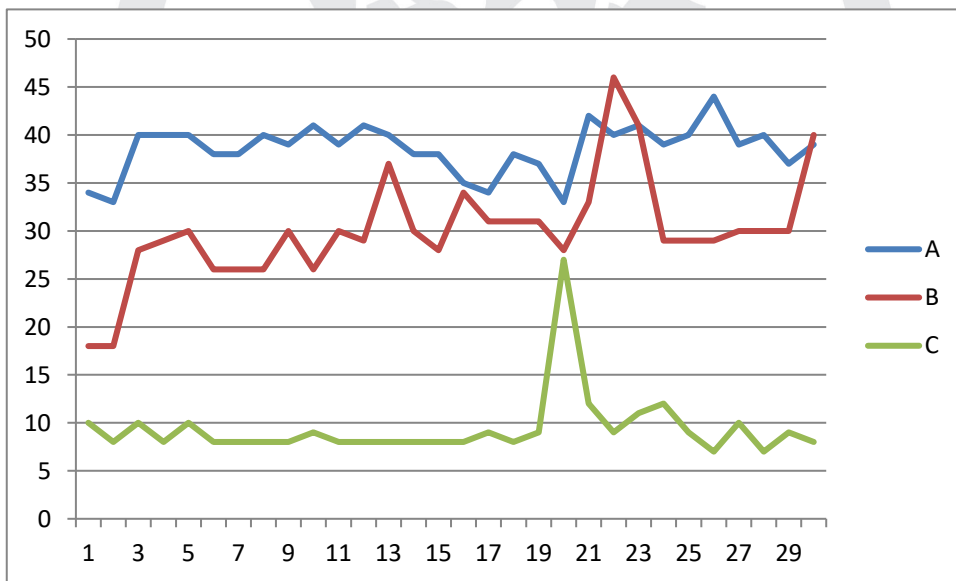


圖 11、三位球員所測之壓力之折線圖比較

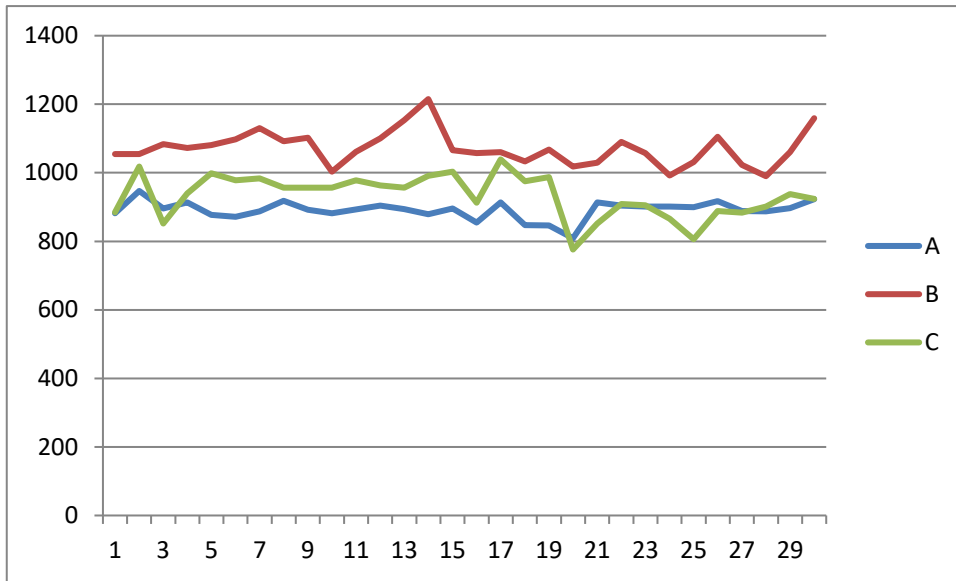


圖 12、三位球員進行投球實驗時所測肩膀旋轉速度之折線圖比較

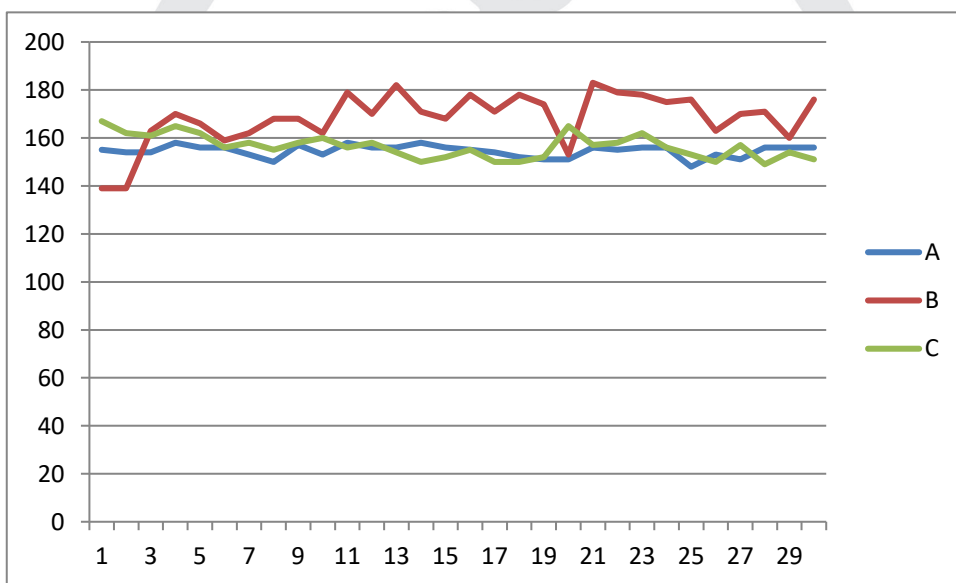


圖 13、三位球員進行投球實驗時肩膀旋轉角度之折線圖比較

由圖 10、11、12、13 中可得知，B 球員投球時肩膀與地面的水平夾角是極低的，這是由於 B 選手採用的投球姿勢與另兩位不同，是採用低肩側投的方式所致，而從壓力圖表中也可更明顯對比出 C 球員相較另兩位投球時所受壓力是極低的。

#### 四、分析結果，三名球員綜合比較

表 2、三名球員綜合比較——壓力

	球數	平均值	標準差	標準誤	下限	上限
A	60	37.88	3.279	.423	37.04	38.73
B	60	33.70	39.385	5.085	23.53	43.87
C	60	11.00	4.748	.613	9.77	12.23
總共	180	27.53	25.740	1.919	23.74	31.31

表 3、三名球員綜合比較——手臂與地面的水平夾角

	球數	平均值	標準差	標準誤	下限	上限
A	60	41.77	6.293	.812	40.14	43.39
B	60	14.60	15.776	2.037	10.52	18.68
C	60	54.10	5.862	.757	52.59	55.61
總共	180	36.82	19.499	1.453	33.95	39.69

表 4、三名球員綜合比較——肩膀旋轉速度

	球數	平均值	標準差	標準誤	下限	上限
A	60	897.32	26.288	3.394	890.53	904.11
B	60	1161.27	1154.307	149.020	863.08	1459.46
C	60	932.22	60.615	7.825	916.56	947.88
總共	180	996.93	674.092	50.244	897.79	1096.08

表 5、三名球員綜合比較——肩膀旋轉角度

	球數	平均值	標準差	標準誤	下限	上限
A	60	154.33	3.144	.406	153.52	155.15
B	60	163.55	12.492	1.613	160.32	166.78
C	60	155.23	5.391	.696	153.84	156.63
總共	180	157.71	9.032	.673	156.38	159.03

## 五、各投手各種球路之數據與平均值(四捨五入至小數點後一位)

### 之差別

表 6. 同球路之間的投手數據平均值比較

投手	球種	手臂所受壓力	手臂旋轉速度	肩膀旋轉角度	手臂與地面夾角
A	四縫線速球	38.6	895.5	155.3	43.5
B	四縫線速球	27.4	1091.2	164.4	8.6
C	四縫線速球	8.5	961.3	158.3	52.1
A	滑球	35.6	910.7	151.6	46.9
B	滑球	29.6	1032.9	159.4	20.9
B	曲球	25	874.1	158.1	20.3
C	曲球	11.6	948.7	150.7	59.9
A	變速球(五指)	38.8	896.2	156.7	37.7
C	變化球(OK)	15.7	914.3	157.0	52.4

由表 6 中四縫線快速球的部分，我們推測投四縫線快速球時，壓力與手臂與地面夾角呈現負相關，與其他數據則沒有太大關係，而在滑球的部分，除了依然和手臂與地面夾角呈負相關外，或許也與手臂旋轉速度呈現負相關，推斷是與滑球是變化球，不同於四縫線快速球，需要旋轉手臂來施力導致的。在曲球的部分，與滑球部分大同小異，皆是與手臂旋轉速度和手臂與地面夾角呈負相關，這項數據加強了我們推斷變化球與手臂旋轉速度有關的推論。由於這兩種變化球類型不同故無法比較，但我們仍可大致看出我們推斷的作為變化球的共通點—與手臂旋轉速度和手臂與地面夾角呈現負相關。

## 六、結論

1. 第三位測試者 C 所測之韌帶壓力數據明顯比其他兩者小，可推測其投球方式能使受到運動傷害的可能性較低
2. 第三位測試者 C 其壓力標準差較其他兩位測試者大，表示其出手力道可能較為不一
3. 各投手在投不同球路時壓力差異不大，沒有明顯差別
4. C 投手在投變速球時，手臂所承受的壓力較四縫線變化球有顯著提升，推測該選手若長時間使用變化球將會使受到運動傷害的可能性提高
5. A 隨投球數變多尺側韌帶吸收的力道也變多，可能產生疲勞
6. 旋轉角度與壓力呈現正相關，旋轉角度越大，所承受的壓力也跟著越大

## 伍、未來展望

若是有機會在未來繼續進行這項主題的研究，我們預計主要會以增加樣本數做為改良方向，收集更多投手更多球路更多顆球的數據，以盡量避免實驗樣本不足產生的誤差，增加實驗可信度與準確度。

## 參考文獻

- KingNet 國家網路醫藥編輯部. (2019). 職業棒球投手噩夢—手肘韌帶損傷. Retrieved 04/21, 2021, from <https://www.kingnet.com.tw/news/single?newId=43457>
- Tseng, K. (2016). 棒球流行病—重新認識韌帶重建手術. Retrieved 4/21, 2021, from <https://www.sportsv.net/articles/25468>、<https://www.sportsv.net/articles/26276>
- 方程毅. (2016). 關於 tommy john 手術：一些有趣的統計數字. Retrieved 4/21, 2021, from <https://case.ntu.edu.tw/blog/?p=23282>
- 石昇文、羅國城、王苓華. (2009). 棒球投手投擲手部之生物力學. *大專體育* (104), 108-114.
- 洪孟緯、王苓華. (2019). 棒球投手投球動作的上肢生物力學探討. *中華體育季刊*, 33(2), 113-121.
- 張嘉麟、曾琪晶、林靜宜. (2011). 肘關節尺側副韌帶傷害機轉與治療之探討. *屏東教大體育*(14), 32-41.
- 陳丕欣、李詩賓、李育忠. (2010). 棒球運動投手肘關節傷害之探討. *萬能學報* (32), 161-167.
- 程正欣、張恰雯. (2008). 棒球投手投球之生物力學探討. *中華體育季刊*, 22(2), 102-112.
- 程俊穎. (2008). 淺談肘關節運動傷害. *長庚醫訊外傷整形科專刊*, 29(9), 14-16.
- 端木和頤. (2020). 棒球選手運動傷害治療與防護, *慈濟大學電子報*.
- 鍾宇政. (2000). 健康及受傷棒球投手尺神經傳導速度之研究. 國立體育學院, 桃園縣.