

## 準備期球棒角度對肌肉活性與揮棒速度之影響

方堯立 高英傑 劉強  
臺北市立體育學院

### 摘 要

本研究目的在於探討準備動作時不同球棒角度，對棒球選手手臂屈腕和伸腕肌活性以及揮棒速度之影響。方法：受試對象為世新大學棒球隊選手八名，隨機分別以球棒頭向後傾斜、垂直握棒、向前傾斜，向內傾斜、向外傾斜以及慣用姿勢等六種角度進行兩顆成功擊球；以 Biovision 肌電儀(1000Hz)收集雙手之屈腕和伸腕肌活性，並以 Motion Analysis System 鷹系列攝影機(200Hz)分析揮棒速度。結果：經相依樣本單因子變異數分析後發現，在準備揮棒動作前一秒鐘，不同球棒角度之間的伸腕肌電、屈腕肌電、揮棒速度等均未達到顯著性差異。伸腕肌電依序為：慣用球棒角度(0.048±0.062 mv) > 向外球棒角度(0.028±0.010 mv) > 向後球棒角度(0.020±0.007 mv) > 垂直球棒角度(0.015±0.004 mv) > 向內球棒角度(0.014±0.007 mv) > 向前球棒角度(0.012±0.008 mv)。屈腕肌電依序為：向前球棒角度(0.041±0.020 mv) > 向內球棒角度(0.035±0.026 mv) > 慣用球棒角度(0.026±0.021 mv) > 向外球棒角度(0.023±0.018 mv) > 向後球棒角度(0.021±0.024 mv) > 垂直球棒角度(0.020±0.014 mv)。揮棒速度由快至慢排序為：向外傾斜(22.641±1.481 m/s) > 垂直握棒(22.460±1.755 m/s) > 向內傾斜(22.359±1.972 m/s) > 向前傾斜(22.265±1.800 m/s) > 向後傾斜(21.642±2.984 m/s) > 慣用角度(19.756±1.724 m/s)。結論：為了要省力或是減少前臂肌群負擔，建議以垂直球棒角度為準備揮棒時之球棒角度，但為了要有較快的揮棒速度則球棒角度建議以向外傾斜；整體而言，棒球選手在準備時宜以垂直球棒角度進行握棒。

關鍵詞：打擊、球棒角度、揮棒速度

## 壹、緒論

### 一、研究動機

在這個充滿專業與技術的運動中，要達到專業，需要對該項運動有深入了解，棒球運動大致可以分成四大項，打擊、跑壘、守備、傳球等。打擊是棒球運動項目中獲勝的重要因素之一，打擊實力佔棒球比賽中勝負之成敗率 0.52 (Barker, 1964)。此數值說明了打擊是足以影響棒球比賽勝負的重要性。影響打擊表現的優劣取決於揮棒速度的快慢 (龔榮堂, 2003)。打者揮棒速度越快，相對打擊成績亦能越好 (曾慶裕、林添鴻, 2002)。所以，增加球棒揮棒速度相對球棒動能也會增加，因此被較高的揮棒速度球棒擊中的球，其相對的球飛行的速度較快也較遠 (Fleisig, Zheng, Stodden & Andrews, 2002)。

在實際的棒球場上，選手往往都會以自己最熟悉與最輕鬆的握球棒方式打球，而忽略了自己所用的球棒角度真的是最輕鬆的嗎？球員握棒的角度都是以自己的感覺而定，而是否真正達到較快的揮棒速度和肌群放鬆，應該球員們自己都不能有一定的答案。理論上質量越大的球棒在揮棒速度相等的條件下能產生越大的撞擊能量，所以擊出的球會因有較多的能量，而飛行的較快與較遠；但是質量大卻會影響揮棒速度，而容易出現揮空棒、擊球不確實、界外球等情形。反之，質量小的球棒則較易揮動與被控制，也就是會因有較快的揮棒速度 (龔榮堂, 2003)，打者能有更多的時間來仔細觀察球的變化，以及精準的擊中球心，最基本的就是要有較快的揮棒速度，揮棒速度要快先決條件就是與肌肉活性有密切關係。

然而，要如何選擇適合自己的球棒角度呢？首先，考量自己對拿起球棒時哪種角度的握棒方式對自己最輕鬆。人有個別差異，如手掌大小及屈指肌、伸指肌、肱二頭肌、軀幹等肌力差異，來找出適合自己最有利的球棒角度。由肌肉生理學的角度觀之，可透過肌電圖 (electromyogram) 檢測神經系統所傳遞的動作電位水準，以及運動單位活化情形等肌肉收縮的神經支配特性 (Winter, 1990)，並可了解各肌群參予執行動作的貢獻度；所以，肌肉活性 (muscle activity) 被認為可做為球棒重量的評估方法 (劉強、龔榮堂、相子元, 2003)。不同球棒角度會影響球棒重心與打擊者身體的相對位置，球棒重心的位置會影響手腕關節屈伸肌的施力狀況，使打擊者在等待球的飛行過程中，造成肌肉過度僵硬，使得打者無法輕鬆準備擊球。因此準備動作時的球棒角度對於打擊者本身揮棒過程中的揮棒速度會產生影響。然而，現階段甲組棒球選手球棒角度均採用正規的姿勢 (將球棒頭傾向打者本身，這種打擊時的準備動作屬於正規的打擊動作)，這會在打擊準備動作時，不易將伸指肌與屈指肌的力量展現在打擊表現上，因而影響打擊表現。為了解上述問題，分別以球棒頭垂直握棒、向前傾斜、向後傾斜，向內傾斜、向外傾斜如 (圖 1) 以及慣用角度等六種不同球棒角度的準備動作來做打擊，各角度都要成功揮擊 2 次，實驗設計的依變項為伸腕和屈腕肌群之活性以及揮棒速度。期望本研究結果能找出最適合的球棒角度，做為日後選手打擊時的建議與參考。

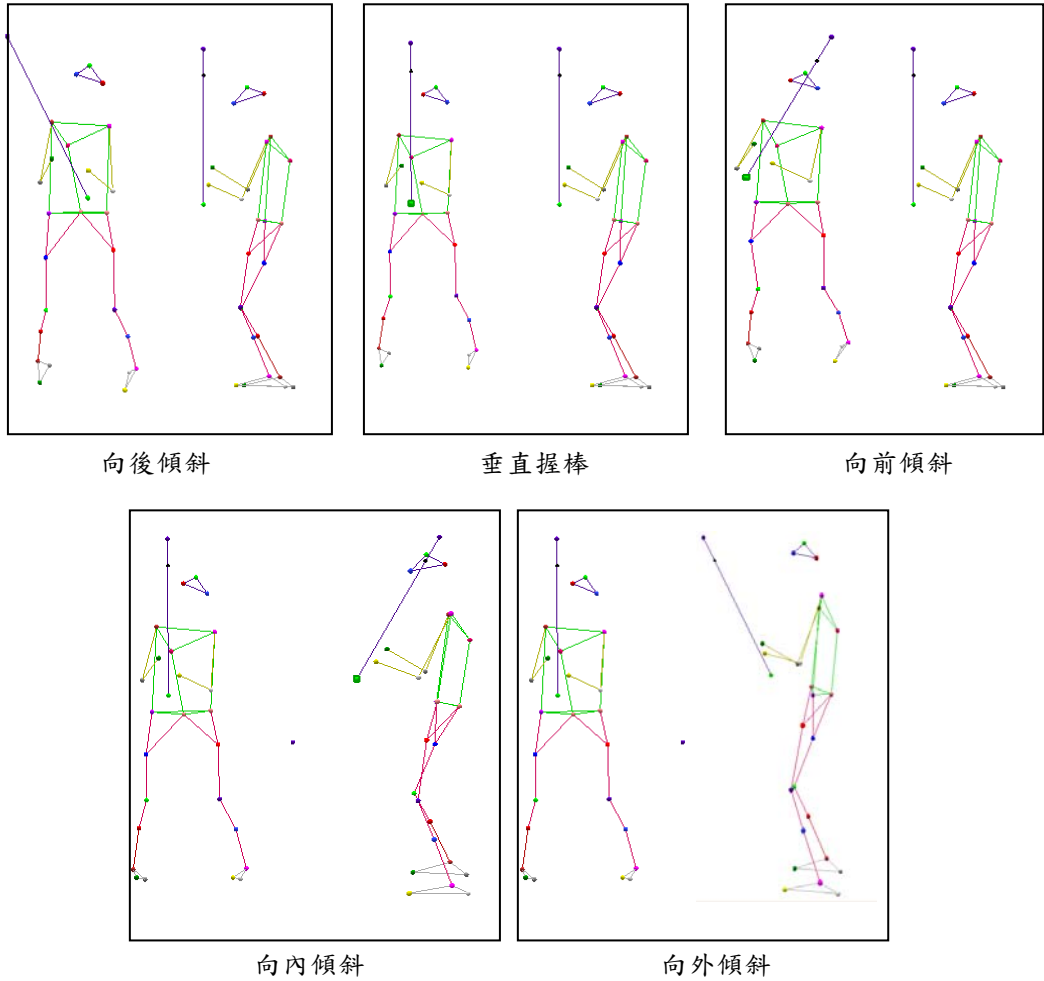


圖 1 不同球棒角度

## 二、研究目的

- (1) 比較球棒頭垂直握棒、向前傾斜、向後傾斜、向內傾斜、向外傾斜以及慣用姿勢等六種不同球棒角度，對於打者雙手屈腕和伸腕肌群活性的差異。
- (2) 比較球棒頭垂直握棒、向前傾斜、向後傾斜、向內傾斜、向外傾斜以及慣用姿勢等六種不同球棒角度，對於打者揮棒速度的差異。

## 貳、研究方法

### 一、受試者

本實驗研究的對象為世新大學棒球運動校隊專長生，且均參加全國性甲組棒球聯賽等

八名選手。

## 二、研究工具與儀器

本實驗主要收集包括：打者揮棒速度以及打者雙臂屈腕肌和伸腕肌群活性之差異，實驗將會使用到的工具儀器以及場地，如圖 2 所示：

1. 球具：
  - (1)球棒 (joinsun ent, JS640-M 型 900g 木棒)。
  - (2)球 (大揚公司製造之 KY-300 型硬式棒球)。
  - (3)打擊座。
  - (4)打擊護網
2. 運動學器材：
  - (1)集線器
  - (2)即時軟體套件
  - (3)Motion Analysis System 鷹系列攝影機 × 10
  - (4)校正器
3. 肌肉活性部分：
  - (1)Biovision 多功能訊號處理器
  - (2)16 頻道多功能接收盒系列
  - (3)A/D (類比轉數位) 訊號擷取卡
  - (4)表面電極片
  - (5)酒精棉花、刮鬍刀
  - (6)電腦
  - (7)反光標誌



圖 2 實驗場地佈置圖

### 三、實驗步驟

本實驗測驗之前先將請同意參與本研究的受試者抽籤決定握球棒角度的先後順序，實驗流程分析如下：

- (1) 系統連線：
- (2) 系統設立矯正及測試：
- (3) 架設高速攝影機
- (4) 與受試者說明實驗過程
- (5) 請受試者抽籤決定握球棒角度先後順序
- (6) 請受試者試揮擊不同球棒角度變化的打擊動作
- (7) 刮毛、擦酒精、貼肌電貼片、
- (8) 正式實驗為 6 種角度 2 次成功擊中球心（隨機進行球棒頭垂直握棒、向前傾斜、向後傾斜，向內傾斜、向外傾斜以及慣用姿勢等六種不同球棒角度），每角度打擊完休息 3 分鐘後再進行下一角度，所有受試者統一使用正式比賽木棒重量為 900g。

### 四、資料處理

- (1) 肌肉活性：在打擊者調整好球棒角度時的準備動作，先收一秒鐘肌電訊號後再讓選手做擊球動作。收取之肌肉活動電位資料經由 Acqknowledge3.8.1 版分析軟體進行處理，並已 Acqknowledge3.8.1 版分析軟體進行肌電訊號的濾波。以 Band pass Filter (10-500 Hz) 帶通濾波揮棒動作之原始肌電訊號，以翻正進行全波整流。將濾波後的原始資料 (Raw data) 進行低通濾波製作線性封包，在配合個動作時期的時間點，加以觀察各受測肌群在揮棒動作過程中的肌肉活性。
- (2) 揮棒速度：攝影機設定為每秒兩百張做為實驗拍攝，揮棒速度取樣為球棒擊到球瞬間往前推算八張攝影機拍攝資料作為本實驗揮棒速度資料，將擷取資料以 EVaRT4.4 版動作分析軟體，原始資料加以修勻整理，黏貼之反光點加以補齊。分析所蒐集資料之運動學參數，再以 Excel 以及 Origin 進行資料處理及繪圖。

### 五、統計分析

本研究自變項為不同球棒角度，依變項為伸腕肌肌電、屈腕肌肌電以及揮棒速度等，並以 SPSS12.0 for window 統計軟體進行相依樣本單因子變異數分析，比較不同球棒角度之間選手肌肉活性、揮棒速度之差異，若達顯著再以最小顯著差異法進行事後比較，顯著水準訂為 0.05。

## 參、結果與討論

### 一、肌肉活性

比較球棒頭垂直握棒、向前傾斜、向後傾斜，向內傾斜、向外傾斜以及慣用姿勢等六種不同球棒角度，準備動作時一秒鐘伸腕肌肌電平均值如圖 3 所示。其數據經 Acqknowledge3.8.1 版分析軟體進行處理以 SPSS12.0 for window 統計軟體進行相依樣本單因子變異數分析如表 1 所示。

比較球棒頭垂直握棒、向前傾斜、向後傾斜，向內傾斜、向外傾斜以及慣用姿勢等不同球棒角度，準備動作時一秒鐘伸腕肌肌電平均值如圖 3 所示。

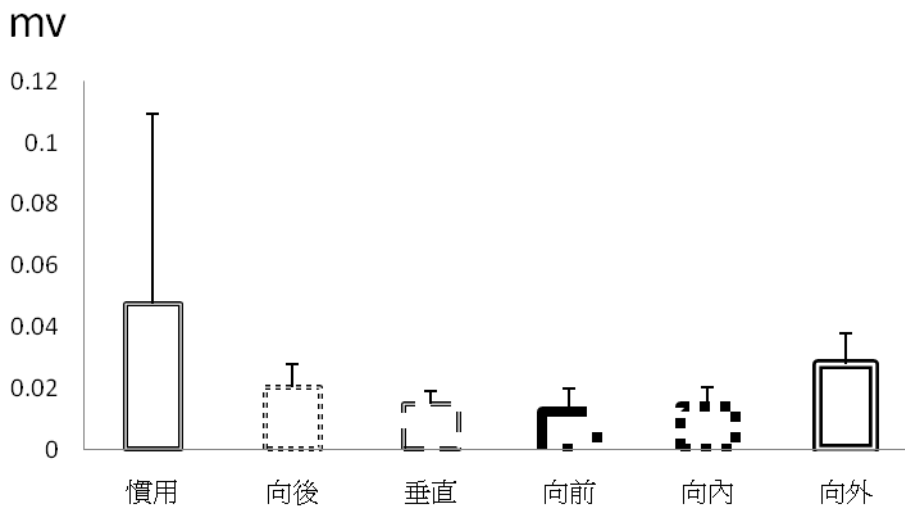


圖 3 準備動作時一秒鐘伸腕肌肌電平均值

表 1 敘述性統計

球棒角度	伸腕肌肌電(mv)	屈腕肌肌電(mv)	揮棒速度(m/s)
慣用	0.048±0.062	0.026±0.021	19.756±1.724
向後	0.020±0.007	0.021±0.024	21.642±2.984
垂直	0.015±0.004	0.020±0.014	22.460±1.755
向前	0.012±0.008	0.041±0.020	22.265±1.800
向內	0.014±0.007	0.035±0.026	22.359±1.972
向外	0.028±0.010	0.023±0.018	22.641±1.481

伸腕肌肌電在進行相依樣本單因子變異數分析結果表示，在不同球棒角度上都並無顯著性差異。如實驗結果的資料得知並無顯著差異，但是還是有大小區分慣用球棒角度 ( $0.048 \pm 0.062$  mv) > 向外球棒角度 ( $0.028 \pm 0.010$  mv) > 向後球棒角度 ( $0.020 \pm 0.007$  mv) > 垂直球棒角度 ( $0.015 \pm 0.004$  mv) > 向內球棒角度 ( $0.014 \pm 0.007$  mv) > 向前球棒角度 ( $0.012 \pm 0.008$  mv)，除了不同球棒角度數值大小以外，並無出現顯著差異，因此推論球棒在慣用角度上，容易使受試者在揮棒動作前就已經使用到伸腕肌群。

屈腕肌肌電在進行相依樣本單因子變異數分析結果表示如表一所示，在不同球棒角度上都並無顯著性差異。如實驗結果的資料得知並無顯著差異，但是還是有大小區分向前球棒角度 ( $0.041 \pm 0.020$  mv) > 向內球棒角度 ( $0.035 \pm 0.026$  mv) > 慣用球棒角度 ( $0.026 \pm 0.021$  mv) > 向外球棒角度 ( $0.023 \pm 0.018$  mv) > 向後球棒角度 ( $0.021 \pm 0.024$  mv) > 垂直球棒角度 ( $0.020 \pm 0.014$  mv)，除了不同球棒角度數值大小以外，並無出現顯著差異，因此推論球棒在向前球棒角度，容易使受試者在揮棒動作前就已經使用到屈腕肌群。

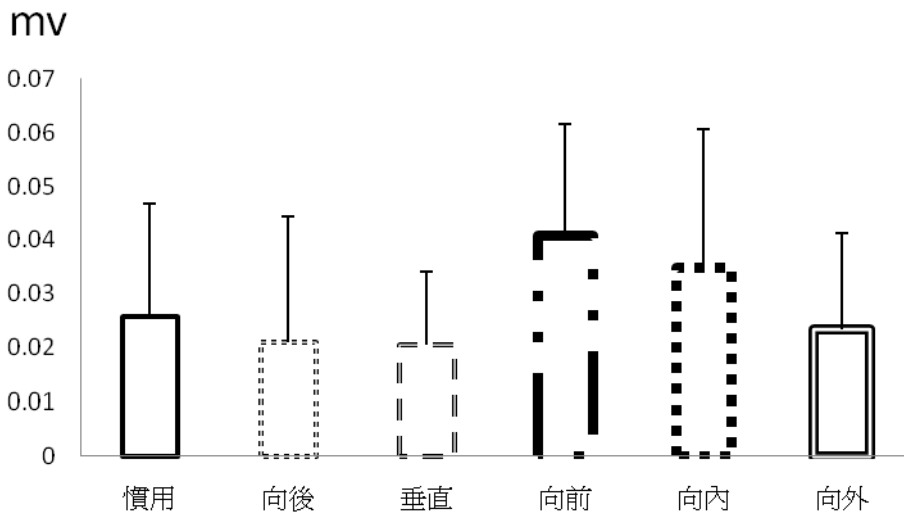


圖 4 準備動作時一秒鐘屈腕肌肌電平均值

在不同球棒角度分析結果中，以 Biovision 肌電儀 (1000Hz) 收集雙手之屈腕和伸腕肌群活性，比較球棒頭垂直握棒、向前傾斜、向後傾斜、向內傾斜、向外傾斜以及慣用姿勢等不同球棒角度，準備動作時一秒鐘屈腕肌肌電平均值如圖 4 所示。如實驗結果的資料得知伸腕肌肌電與屈腕肌肌電在分析結果上在慣用姿勢方面，與其他角度比較下是無顯著差異，但是在數值上還是有大小差別。如圖 5 所示為不同球棒角度在揮棒期前一秒鐘的伸腕肌肌電與屈腕肌肌電圖表。此圖表說明了，當打者在準備做揮棒動作前的持棒動作時，會因為打者不同的球棒角度而使手部屈腕肌肌電與伸腕肌肌電出現放電現象。

準備揮棒動作前一秒鐘伸腕肌電訊號與屈腕肌電訊號圖，如圖 5 所見，慣用球棒角度

( $0.048 \pm 0.062$  mv)，在做準備揮棒前伸腕肌肌電放電現象是最多的。在屈腕肌肌電的部分則是，向前球棒角度 ( $0.041 \pm 0.020$  mv) 發出較多放電量。由圖可見並非慣用球棒角度，就會有較少的放電量。從圖 5 中可以得知除了垂直角度的握棒以外，其餘球棒角度大部份幾乎都會有明顯的肌肉放電量的呈現，所以在統計結結果上肌肉放電量並無顯著性差異。劉強、龔榮堂、相子元 (2003) 的研究以肌肉活性和共收縮探討適宜的球棒重量，受試對象為六名成棒甲組選手，隨機揮棒 1200g (加重棒)、900g (正常棒)、850g、800g、750g、700g、650g、600g、490g (教練棒) 等不同重量球棒。結果發現肱三頭肌為揮棒的主要作用肌群，且肱三頭肌和肱二頭肌之 IMEG 和 MEMG 皆隨球棒重量的減輕而有遞減的趨勢；850g 和 650g 球棒能使受試選手有較高的肱三頭肌 IMEG 和 MEMG、有較低的肱二頭肌 IMEG 和 MEMG、以及有較佳的肱三頭肌 (作用肌) 與肱二頭肌 (擷抗肌) 協調；此研究認為 850g 適合作為成棒甲組選手打擊訓練或比賽時球棒重量，而 650g 球棒則是合作為提升揮棒速度訓練時的空揮棒重量。因此，研究結果顯示在揮棒過程中，以肌電訊號來判斷揮棒過程中手臂肌肉招募情況，多是以肱二頭肌與肱三頭肌判斷揮棒時選手手臂肌肉徵招的情形，來判斷選手用力情形，也可以判斷作用肌與擷抗肌共收縮情形。

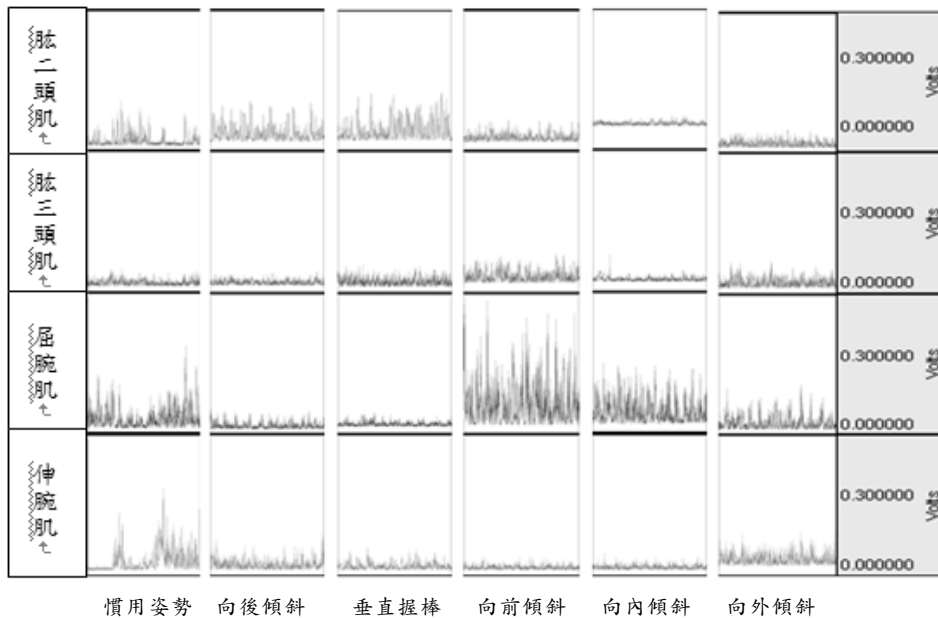


圖 5 準備揮棒動作前一秒鐘肌電訊號

## 二、揮棒速度

比較球棒頭垂直握棒、向前傾斜、向後傾斜，向內傾斜、向外傾斜以及慣用姿勢等不同球棒角度的揮棒速度，揮棒速度是採球棒擊中球瞬間往前八張攝影機拍攝的資料來做為擊球前揮棒平均速度如圖 6 所示。



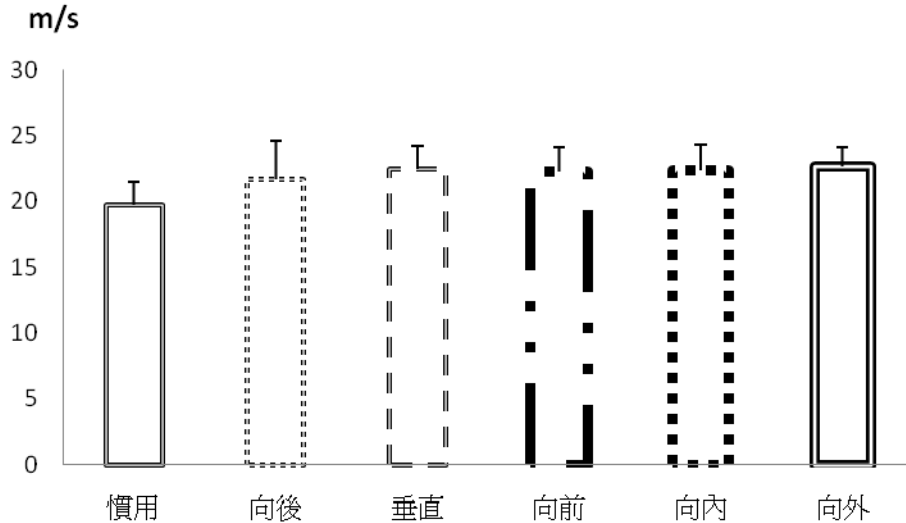


圖 6 擊球前瞬間平均速度

揮棒速度在進行相依樣本單因子變異數分析結果表示如表 1 所示，在揮棒速度上都無顯著性差異 ( $p < .05$ )，並以揮棒速度依快到慢排序為，向外傾斜 ( $22.641 \pm 1.481$  m/s) > 垂直握棒 ( $22.460 \pm 1.755$  m/s) > 向內傾斜 ( $22.359 \pm 1.972$  m/s) > 向前傾斜 ( $22.265 \pm 1.800$  m/s) > 向後傾斜 ( $21.642 \pm 2.984$  m/s) > 慣用角度 ( $19.756 \pm 1.724$  m/s)。有此得知慣用球棒角度，對於打者本身的揮棒速度上並非是個最快速度的角度，然而在這次的實驗中，接受測試的選手並不了解自己本身所使用的慣用球棒角度是否是速度最快的揮棒角度。

本實驗從結果中得知各角度揮棒速度之排序如下，向外傾斜 ( $22.641 \pm 1.481$  m/s) > 垂直握棒 ( $22.460 \pm 1.755$  m/s) > 向內傾斜 ( $22.359 \pm 1.972$  m/s) > 向前傾斜 ( $22.265 \pm 1.800$  m/s) > 向後傾斜 ( $21.642 \pm 2.984$  m/s) > 慣用角度 ( $19.756 \pm 1.724$  m/s)。由此實驗結果得知，球棒頭向外角度、球棒頭垂直角度與向內角度所測量的結果，從表 1 看來三個角度在擊球前瞬間的揮棒速度相當接近，可能受試者慣用的揮棒角度比較接近垂直角度，所以在測量的結果上這三種角度的擊球前瞬間速度是較快的，也有可能是受試者的揮棒趨勢。其他幾種角度在擊球瞬間的速度就明顯較慢一些，有可能是受試者不善於其他握棒的角度，因此受試者會不知在揮棒過程中該如何進行揮棒的加速度，所做出擊球前瞬間的揮棒速度並不像向外傾斜一樣優異，或是球棒角度的不同，使受試者無法做出順暢的揮棒動作，使擊球前瞬間的揮棒速度無法提升上去。

在棒球打擊中由碰撞原理中動量守衡定理可知，揮棒速度與球的初速度 (ball exit velocity；或稱 BEV) 能影響球的飛行距離，因此有較佳的直線揮棒速度就能增加球碰撞後的 BEV，相對的球飛行的速度較快、距離也較遠 (Brody, 1986; Elliott, & Ackland, 1982; Adair, 1990; Mitchell, Jones, & King, 2000; Springings, & Neal, 2001; Nicholls & Elliott,

2003)。增加球棒揮棒速度相對球棒動能也會增加被擊中的球速度也較快 (Fleisig, Zheng, Stodden & Andrews, 2002)；因此，影響打擊表現的優劣取決於揮棒速度的快慢（龔榮堂，2003），而本研究則認為揮棒速度可做為評量球棒角度重要因素。

## 肆、結論與建議

本實驗發現不同球棒角度在準備揮棒動作前一秒伸腕肌、屈腕肌電、揮棒速度等均未達顯著性差異。選手準備動作時使用慣用球棒角度以及向前傾斜角度，在揮棒就已經使伸腕肌與屈腕肌活化，若打者維持握棒姿勢過長，有可能會對打者的腕部肌群提早出現疲勞，進而影響打擊表現。在揮棒速度之排序方面，呈現向外傾斜 > 垂直握棒 > 向內傾斜 > 向前傾斜 > 向後傾斜 > 慣用角度，向外傾斜握棒與垂直握棒的揮棒速度會快於慣用球棒角度。從本實驗研究結果中，可整理出適合打者球棒角度為垂直角度，從速度方面來看垂直角度比向外傾斜角度稍微慢了一些但並沒有顯著性差異。肌電方面伸腕肌部分與向外傾斜角度並無達到顯著性差異，屈腕肌部分則是肌肉放電量最低，從肌電部分可以得知垂直球棒角度對選手腕部肌群來說是最輕鬆的球棒角度。建議教練與選手在個別訓練時，應可以作為增加揮棒速度以及提升打擊能力訓練的參考，可在訓練過程中嘗試修改不同角度握棒的打擊方式，增進選手的揮棒速度，促使選手在比賽時能有較佳的打擊表現。（本研究為行政院國家科學委員會大專學生參與專題研究計畫成果，計劃編號：97-2815-C-154 -001 -H，特此感謝）

## 參考文獻

- 曾慶裕、林添鴻（2002）影響棒球打擊瞬間的因素分析。《大專體育》，59，41-44。
- 劉強、龔榮堂、相子元（2003）棒球重量對肌肉活性之影響：適當球棒重量之探討。《大專體育學刊》，5（2）121-129。
- 龔榮堂（2003）不同重量球棒之揮棒速度研究。《大專體育學刊》，5（2）27-34。
- Adair, R. K. (1990). *The Physics of Baseball*. Harper Collins Publishers. Inc. New York.
- Barker, D. G. (1964). The factor structure of major league baseball record. *Research Quarterly*, 35(1), 78-85.
- Brody, H. (1986). The sweet spot of a baseball bat. *American Journal of Physics*, 54, 640-643.
- Elliott, B. C., & Ackland, T. A. (1982). Physical and impact characteristics of aluminium and wood cricket bats. *Journal of Human Movement Studies*, 8, 149-157.
- Fleisig, G. S., Zheng, N., Stodden, D. F., & Andrews, J. R. (2002). Relationship between bat mass properties and bat velocity. *Sports Engineering*, 5, 1-8.
- Mitchell, S. R., Jones, R., & King, M. (2000). Head speed vs. racket inertia in the tennis serve. *Sports Engineering*, 3, 99-110.

- Nicholls, R. L., & Elliott, B. C. (2003). Bat Kinematics in Baseball: Implications for Ball Exit Velocity and Player Safety. *Journal of Applied Biomechanics*, 19(4), 283-294
- Sprigings, E. J., & Neal, R. J. (2001). Shifting a portion of the clubshaft's mass distally: Does it improve performance? *Sports Engineering*, 4, 15-22.
- Winter, D. A. (1990). *Biomechanics and motor control of human movement*(2<sup>nd</sup>ed.). Canada: John Wiley and Sons, Inc.