



不同棒球發球機在發球落點與速度穩定性之比較

¹鄭育瑋 ¹張佑瑄 ¹莊惟安 ²陳韋翰 ¹劉 強

¹臺北市立大學 運動器材科技研究所 ²國立臺灣師範大學 體育學系博士班

投稿日期：2015 年 2 月；通過日期：2015 年 4 月

摘 要

目的：打擊在棒球比賽中為重要的得分技巧，選手透過打擊練習來增進打擊能力。打擊練習常見的為投手投球及發球機發球，但投手在不斷的投擲過程中容易受傷，發球機便成為打擊練習有利的輔助器材。常見的發球機臺為揮臂式及滾輪式，但無從得知不同類型發球機臺的發球落點與速度穩定性之差異。本研究目的為探討三台不同機型的發球機發球落點及速度穩定性，希望能提供不同形式發球機臺落點及速度穩定性之參數，做為日後選用之參考。**方法：**發球機臺使用揮臂式發球機、美製及台製雙滾輪發球機，以相同一批光滑無縫線球體作為測試用球以同一速度進行測試，以光閘收取速度，並利用塑膠瓦楞板標記落點。以單因子變異數分析機臺間落點距離與速度之差異。**結果：**在發球機落點位置精準度之比較上，美製雙滾輪及台製雙滾輪顯著優於揮臂式發球機；在光閘速度穩定性之比較揮臂式發球機及台製雙滾輪發球機優於美製雙滾輪發球機。**結論：**美製及台製雙滾輪發球機發球落點位置有較好的精準度分佈；揮臂式發球機及台製雙滾輪發球機則是有較好的速度穩定性，在綜合以上落點及速度穩定性後發現，台製雙滾輪發球機有較良好的落點位置精準度及速度穩定性。

關鍵字：準度、擊球、訓練器材、選用參考、器材測試

壹、緒論

棒球運動，得分的高低決定最終的勝負，而比賽中大部分的分數都來自於打擊，打擊能力越高得分的機率也相對提高，因此打擊被視為重要的得分技巧。球員透過許多不同打擊練習方式來增進打擊能力，如揮擊加重球以模擬揮擊快球速時高撞擊能量的效果(鍾陳偉，2010)，或利用投手餵球及發球機發球作為打擊練習的方法。投手雖然能夠投出與比賽情境相似且具有許多變化的球路，但投手在不斷的投球後可能會因為疲勞造成準度與球速的影響，甚至造成投手受傷機率增加。棒球投手在長期性的反覆投擲下，不間斷累積上肢的負荷，若沒有足夠的肌力與休息時間，容易提高選手受傷機率 (Collins & Comstock, 2008)。所以許多球隊有時會使用發球機取代投手作為打擊訓練。故發球機便成為有力的輔助器材。

發球機的優點在於能連續投出相近速度或角度的

球(楊賢銘，1996)。發球機一般分為兩種不同的型態，一種為揮臂式發球機，顧名思義就是與人投球揮臂最相似的發球機，靠的是週期性旋轉的金屬臂，利用彈力加速將球投出。另一種為滾輪式發球機，滾輪式發球機靠的是高速旋轉的橡膠輪將球發射出去，可以透過改變滾輪的轉速，達到控制球速及轉速的效果。常被應用於訓練上的發球機臺為揮臂式發球機、美製雙滾輪發球機與台製雙滾輪發球機。

發球機雖然已經成為練習打擊的輔助器具，但在安全方面仍有疑慮。人們在從事任何運動時最優先考量的就是安全，發球機雖然能控制在一定的速度及落點，但我們不知道其機臺落點及穩定性如何，機臺的發球落點分佈較集中以及有較好的速度穩定性則可以提供打擊者速度位置較一致的打擊點，可使打擊者專注在打擊動作上；反之落點分佈落差較大速度穩定性

較不穩定時，會使打擊者無法專注在打擊動作上，必須隨時注意發球機的發球落點，若打擊者反應較慢，發球落點及速度穩定性又不佳時可能會影響人們再使用上的安全性。但是目前我們無法得知這些機臺的落點及速度穩定性何者最佳，因此有必要探討其落點及速度穩定性。

本研究目的為比較三台不同棒球發球機臺，揮臂式棒球發球機、美製雙滾輪棒球發球機與台製雙滾輪棒球發球機的發球落點及速度穩定性，提供選手或教練訓練與實驗測試上選用機臺之參考以及提供廠商可改進的意見。

貳、方法

一、測試機台：

本研究使用三台不同型號之發球機，分別為揮臂式棒球發球機 (JY-E677-28, Taiwan)、美製雙輪棒球發球機 (SR3616-681-7, USA) 及台製雙滾輪棒球發球機 (SY71057-DC12V, Taiwan)，如圖一所示。



圖一、測試機臺

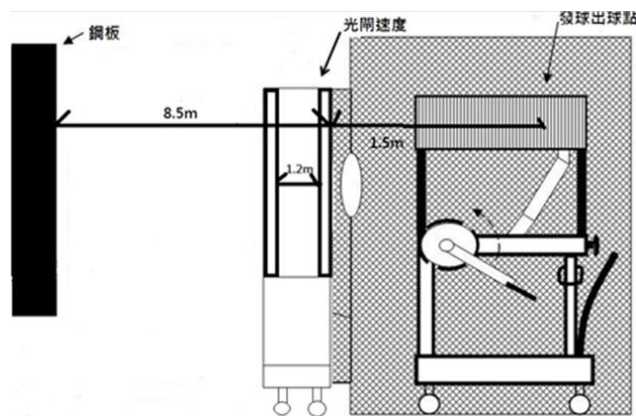
二、場地設置：

測試之場地設置(如圖二)皆參照美國材料測試學會 (American Society for Testing and Materials, ASTM) 公佈編號 F 1887 規定 (ASTM F 1887-09,2009) 之測試方法進行實驗需要之調整，透過光閘式速度感應系統 (OEHLER Model 57 infrared sensor shutter) 量測規範收取發球之速度，第一片至第二片測速光閘之距離為 30.48 公分，測速光閘與發球機出球點距離為 1.5 公尺；每台發球機出球點至鋼板距離為 10 公尺。

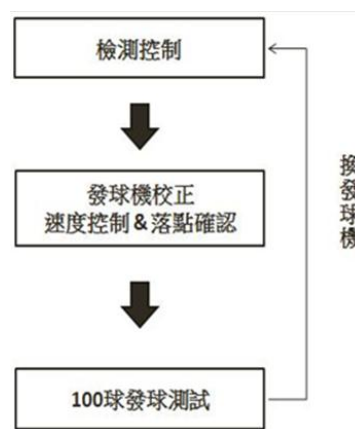
三、實驗流程

實驗流程依揮臂式棒球發球機、美製雙輪棒球發球機、台製雙滾輪發球機順序進行。測試三台不同型

號之發球機發球落點及速度穩定性，實驗流程(如圖三)所示。先進行實驗之檢測控制，再進行發球機的校正，將所有機臺的出球點位置、高度及速度調成一致後，控制發球之速度，再做落點確認，最後開始 100 球發球測驗，三台發球機皆按照此流程進行實驗。



圖二、場地設置



圖三、實驗流程圖

四、測試方法

為避免測試環境與受測球體的溫溼度影響測試結果，實驗室環境控制為溫度 $22 \pm 2^\circ\text{C}$ 、溼度在 50%。為避免縫線影響實驗之結果，本實驗皆使用光滑無縫線之球體為測試用球，測試時控制發球之速度亦參照美國材料測試學會，公佈之檢測模式必須為 $96.8 \pm 3.3 \text{ km/hr}$ 。測試球共 120 顆分為 A、B 組各 10 顆及 C 組 100 顆共三組，實驗開始前使用 A 組球體將發球機速度調整並控制，速度穩定後使用 B 組球體，先發 5 顆於鋼板估計落點位置，並將瓦楞板黏貼於落點處，再發 5 顆於瓦楞板上，作為距離評估之原點，於此之後使用 C 組球體進行 100 球發球(每球皆間隔 15 秒)

發完後立即貼上標籤，每次發球皆收取光閘速度(km/hr)及落點。資料處理分析，落點距離評估方法，將發於瓦楞板上的5顆落點散佈之水平與垂直最大距離線段中垂線交會點為落點中心(連正宗、紀研宇, 2013)，分析每球與落點中心的距離。速度穩定性，將測出的100顆球之球速平均，再與每球速度相減後得到的差值。為避免紀錄落點的誤差與放球方式影響測試結果，落點標記員與發球機放球員皆為同一人。

五、統計方法

使用SPSS for Windows 17.0 統計套裝軟體進行統計分析，以單因子變異數分析機臺間落點距離及速度之差異。

參、結果

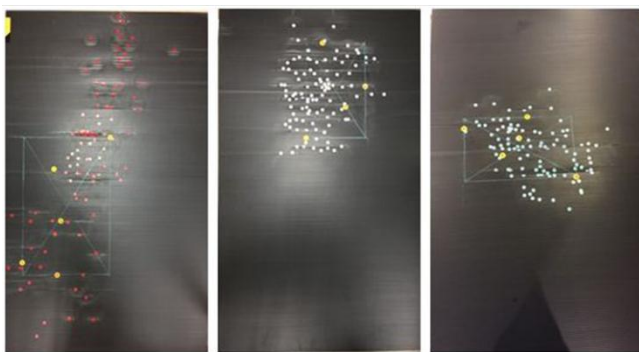
一、發球機落點

發球機落點結果(如表一)所示，結果發現美製雙滾輪發球機及台製雙滾輪發球機的落點達顯著優於揮臂式發球機 ($p < .05$)；美製雙滾輪發球機與台製雙滾輪發球機之間則無顯著差異。從發球機發球落點(如圖四)上很明顯看到美製及台製雙滾輪發球機的發球落點顯著優於揮臂式發球機，發現揮臂式發球機的發球點離落點中心較遠散佈較不集中，美製雙滾輪發球機發球點及台製雙滾輪發球機發球點離落點中心較近散佈較集中。

表一、三台發球機臺落點距離

項目	揮臂式發球機	美製雙滾輪	台製雙滾輪
距離(公分)	25.12 ± 13.64	11.24 ± 5.14*	9.77 ± 5.15*

註：*顯著小於揮臂式發球機



圖四、發球機發球落點

(左為揮臂式發球機，標記點為紅色；中為美製雙滾輪發球機，標記點為白色；右為台製雙滾輪發球機，標記點為淺藍色)

二、發球機穩定性

三台發球機的光閘速度穩定性(如表二)上發現，揮臂式發球機及台製雙滾輪發球機的球速穩定性顯著優於美製雙滾輪發球機 ($p < .05$)。

表二、速度穩定性

項目	揮臂式發球機	美製雙滾輪	台製雙滾輪
光閘速度(km/hr)	1.24 ± 0.89*	3.15 ± 1.66	1.48 ± 1.09*

註：*顯著優於美製雙滾輪

肆、討論

根據研究結果發現，台製與美製雙滾輪發球機有較集中的落點分佈，此外，台製雙滾輪發球機與揮臂式發球機有較好的速度穩定性；而台製與美製雙滾輪發球機的落點分佈較揮臂式發球機來的集中，可能因揮臂式發球機是透過馬達帶動彈簧，並透過彈簧的拉伸與回復所產生的彈力將球瞬間投出，在此過程中會導致機臺產生晃動，且機臺在晃動的同時，球正從揮臂上被投出，這會導致出球位置會有所不同，經過一段飛行距離後，則會產生較大的落點偏差，相較於透過上下兩個滾輪將球擠壓投出，且在擠壓投出瞬間不會產生太大機臺晃動的台製與美製雙滾輪發球機來說，揮臂式發球機在落點分佈會較兩者來的不集中；但也因發球方式之不同，揮臂式發球機在彈簧拉伸量相近的情況下，所產生將球投出的彈力也相近，故球速較為穩定，雙滾輪發球機會受到放球位置不同，而影響放球位置滑落到出球位置之距離，此會造成滑落過程中，球滾動的速度，在不同滾動速度受到雙滾輪擠壓投出，會影響投出時的速度，故雙滾輪發球機在速度方面會較揮臂式發球機來的不穩定。

當打擊者在打擊時，若能預測球會何時出現及會以何種方式出現的情況下，能有效縮短決策反應時間(尤志偉, 2004)。陳幸莘、涂瑞洪 (2010) 提到較短的擊球反應時間有助於棒球的打擊表現。而揮臂式發球機比雙滾輪發球機更接近投手投球的動作，且有固定的發球週期，讓打擊者能預期出球時間，使得打擊者更能掌握揮棒時機，對打擊表現會有所提升；而雙滾輪發球機在發球時，會受到放球員的控制，使得打擊者較無法預期出球時間及較無法掌握揮棒時機，對於提升打擊表現的效益有限，但打擊者在無法預期發球的情況下，為了能有效打擊時，可能有助於揮棒速度提升或反應時間的減少，故教練、選手等能透過實質上的需要來選用適合的發球機型。

另一方面，發球機雖然常被應用於棒球打擊訓練中，但發球機缺少投手投擲動作的訊息，會使打者採用不同於原本的動作，進而產生打擊動作之變化(郭時聿, 2013)。劉雅甄 (2014) 研究發現棒球選手在打擊初期面對投手時，當投手抬腿，打擊者會將視覺焦點集中在投手的下肢抬腿動作，直到投球出手瞬間視覺焦點則會集中在前臂上。在利用發球機作打擊練習時，因缺少了投手動作，使打擊者無法訓練到整個完整的打擊動作，故學者曾國基、高英傑、相子元與廖文男 (2005) 設計出一套模擬情境發球機，希望能夠改善發球機缺少投手動作造成打擊時間差異的情形。結果發現，模擬情境發球機因加入投手投球的動作，改善發球機缺少投手投球動作的缺點，使打擊者在練習上能夠更接近真實的情境。

本研究僅針對發球機臺進行相關之實驗，為了減少人為的誤差，故本研究有些研究之限制，研究限制如下所述：高英傑與江昆達 (2008) 發現當縫線不同時，使得空氣分子及球體表面分離時間改變，產生所謂的邊界層發生剝離現象位置的改變，因而造成兩邊壓力的不同，而改變球體飛行的軌跡。另外，涂瑞洪、林孟蓉與蔡建雄 (2006) 提到風阻所導致棒球軌跡的變化，會產生不同類型之球路，因此球體飛行軌跡會受縫線與空氣摩擦及風速之影響。而本研究之光滑球體與有縫線球體在應用性方面，會有些許不同；光滑球體較不會受到放球方向、機器摩擦關係和流體力學的影響，故在落點與速度方面變異較小；而有縫線球體會受到上述因素影響，造成落點與速度方面的差異，會較光滑球體來的多，但三種機臺的落點穩定性與速度方面，應與光滑球體的趨勢相同。故本研究使用光滑無縫線之球體作為實驗用球，而實驗用光滑無縫線之球體約 6.3 公分，與一般訓練用棒球球體約 7.3 公分，兩球體之直徑相差約一公分，故在實驗進行前皆已將發球機出球口調整為實驗用球體之口徑，因此，不會因球體大小而造成發球機發球之影響。且利用光滑球體作為實驗用球也較不會受到人為放球方向和流體力學的影響；而有縫線之球體較會受到上述因素之影響，導致在落點與速度方面上產生的差異較光滑球體來的多。另外，球體在飛行的中後段較會受到地心引力與流體力學的影響，而導致軌跡與落點會有較大差異，為了避免這些因素對落點造成的影響，故將距離調整為 10 公尺，但與實際的投手丘至本壘板距離 18.44 公尺仍然有些許差距。而在發球機的發球數量上，本研究使用的發球數量為 120 顆，若將發球數量增加不知

機臺是否會有疲勞現象產生，上述為本研究之限制。因此，後續研究可進一步的調整球體、發球數量及發球距離等條件，進行各式發球機台之優劣比較。

伍、結論

本研究目的在於探討比較三種不同棒球發球機臺的落點及速度穩定性，結果發現在落點散佈比較上，美製雙滾輪及台製雙滾輪發球機的落點顯著優於揮臂式發球機；而在速度穩定性方面，揮臂式發球機與台製雙滾輪發球機優於美製雙滾輪發球機。綜合以上所述，兩台雙滾輪發球機發球落點有較好的落點分佈，揮臂式發球機則是有較好的速度穩定性，綜合落點及速度穩定性後發現，台製雙滾輪發球機有良好的發球落點及速度穩定性；因此，在訓練或實驗上可使用落點與速度穩定性較佳，且價格較為便宜的台製雙滾輪發球機，做為訓練時選用的參考。

雖然揮臂式發球機在速度穩定性上最為優良，但揮臂式發球機在發球時因彈簧的作用力與反作用力，使得機臺震動過大，導致落點分佈較差，安全上還需多加考量。台製雙滾輪發球機，雖然準度最好，但速度還是不及揮臂式發球機穩定，所以仍有空間可以改進及加強。

陸、參考文獻

- 尤志偉 (2004)。知覺預期能力與知覺訓練對運動員技能表現影響之探討。《中華體育季刊》，18 (4)，81-90。
- 涂瑞洪、林孟蓉、蔡建雄 (2006)。棒球表面縫線對風阻係數影響之研究。《屏東教大運動科學學刊》，2，175-183。
- 高英傑、江昆達 (2008)。棒球縫線對飛行軌跡與球速之影響。《大專體育學刊》，10(1)，99-109。
- 連正宗、紀岍宇 (2013)。類神經網路用於棒球發球機發球控制之研究。《桃園創新學報》，33。
- 郭時聿 (2013)。《棒球打者面對投手與發球機時打擊動作策略之差異》(未出版碩士論文)。成功大學體育健康與休閒研究所，台南市。
- 陳幸莘、涂瑞洪 (2009)。影響棒球打擊表現因素之探討。《屏東教大體育》，12，340-347。
- 曾國基、高英傑、相子元、廖文男 (2005)。模擬情境發球機之設計。《北體學報》，13，169-177。
- 楊賢銘 (1996)。《棒球》(未出版之碩士論文)。國立體育學院教練研究所，桃園縣。

- 劉雅甄 (2014)。棒球選手打擊之視覺焦點策略分析。 *華人運動生物力學期刊*，11，11-10。
- 鍾陳偉 (2010)。揮擊加重棒球對揮棒速度，球撞擊後速度，撞擊能量及肌肉活性之影響。 *華人運動生物力學期刊*，2，1-8。
- Collins, C. L., & Comstock, R. D. (2008). Epidemiological features of high school baseball injuries in the United States, 2005-2007. *Pediatrics*, 121, 1181–1187.
- ASTM F 1887-09. (2009). Standard Test Method for Measuring the Coefficient of Restitution (COR) of Baseballs and Softballs. American Society for Testing and Materials.



Comparison to variation of location and speed among different pitching machines

¹Yu-Ting Cheng ¹Yu-Hsuan Chang ¹Wei-An Chuang ²Wei-Han Chen ¹Chiang Liu*

¹Graduate Institute of Sports Equipment Technology, University of Taipei*

²Department of Physical Education, National Taiwan Normal University

Accepted : 2015/04

ABSTRACT

Purpose : Batting in baseball is an important skill for the scores, and the players do the batting practice to enhance their batting ability. The pitcher and pitching machines are both two of common practice type, and the pitcher was easily injured because of repetitive pitching. Therefore, pitching machines become good auxiliary equipment in batting practice. In currently, swing arm type pitching machines and double roller ball machine are two common training baseball pitching machine, but not privy to difference in impact point placement precision and speed between different types of pitching machines. The purpose of this study was to investigate the stability of the pitching machine three different of impact point placement precision and speed stability. It able provide different pitching machine of impact point placement precision and speed stability parameters, as the future used to choice pitching machine of reference. **Methods:** To use swing arm type pitching machines, American made and Taiwan made double roller pitching machine test impact point placement precision and speed stability. The same smooth seamless ball and same rate as for testing. The light gate would be used to measure speed and use of plastic corrugated board marker impact point. The one-way analysis of variance was used to test impact point placement precision and speed stability difference between each pitching machine. **Results:** The results showed that impact point placement precision was significantly better in American made double roller pitching machine and Taiwan made double roller pitching machine than that in the swing arm type pitching machines. The light gate speed stability showed that the swing arm pitching machines and Taiwan made double roller pitching machine was significantly better than the American made double roller. **Conclusion:** In terms of impact point placement precision, American made double roller and Taiwan made double roller pitching machine pitching location was excellent. The swing arm pitching machines and Taiwan made double roller pitching machine have better speed stability than American made double roller. Comprehensive above, Taiwan made double roller pitching machine show relatively good impact point placement precision and speed performance.

Key words: accuracy, batting, training equipment, selection of reference, testing equipment