

怎樣打，棒球才會飛得遠

國小教師組物理科第一名

台北市立西門國民小學

作者：羅芙蓉、翁阿火

一、動機目的

國小小朋友大多數喜歡棒球運動，且常問：全壘打是否真的可遇不可求？棒球專家也強調，唯有不斷的練習才可提高命中率。練習的內容如：在 18.44 m 捕、投手之間以 0.4 ~ 0.5 秒不同球路的球速做眼明手快的反應；以強勁的力量和棒的擺動中心去擊打球面中心，使球成 45° 角飛出。以上若由教練來現身說法、表演，也不一定能隨心所欲的正確揮棒，擊出理想的球。再者，隨科技的進步，人類的體能可藉機械、器材、藥物或模擬情境來突破生理極限。因此本研究先探討投球與擊球的理論，並提出六項假設；再根據理論設計製做「棒球擊球實驗器」，從事五種實驗，讓小朋友明瞭：「怎樣打，棒球才會飛得遠？」

二、研究設備器材

- (一) 棒球擊球實驗器：1 木製「」形，表面為壓克力板，以減少摩擦力。
2 擊打線與球道成 115° ，球飛出時才不會碰球道。
3 球道長 90 cm，可分別由 30 cm、60 cm、90 cm 處發球滾下，並利用 15° 、 30° 、 45° 、 60° 的角度來改變球速；本實驗器實測球速在 0.5 s / 126.8 cm ~ 0.45 s / 387.519 cm 之間。
4 擊球力以彈簧做動力，分別為 a，950 克、b，850 克，c，750 克三種。
- (二) 棒球：木質，棒長 42 cm，以支點的不同分：長打棒、中等棒、短打棒三種。
- (三) 球：為橡皮質料，直徑 3.3 cm，具有從 1 m 高落下水泥地，反

彈 45cm 的彈性。

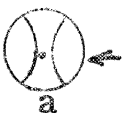
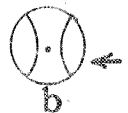
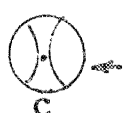
(四)電眼：爲使每次滾球與棒的碰撞位置一致，由電眼控制擊球。

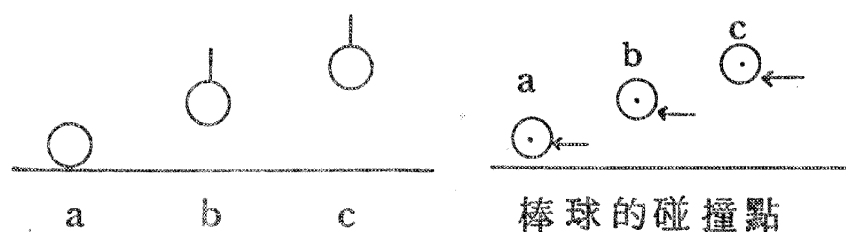
三、研究過程

實驗(一)：探討球被擊中的部位與落地距離的關係。(表一)

- 1 假設：球中心被擊中時，球飛得最遠。
- 2 方法：飛球角度、擊球力量，棒碰球的點不變，只球面碰撞點改變。
- 3 過程：將球分別以三種不同高度，以薄紙懸於擊球實驗器的擊打線上空(如圖一)以棒各擊打 10 次，測量其平均落地距離。
- 4 結果：如表二顯示，當飛球角度、擊球力量、棒碰撞球的點不變時，若球棒能擊中球的中心點，球飛得最遠。

表一 球被棒擊中的部位和落地距離的關係

碰球點			
距離 cm	157	123	64
註 明	平飛球 強而有力	呈拋物綫飛	球往上飄



圖一

實驗(二)：探討球棒碰撞球的部位與落地距離的關係。

- 1 假設：以棒的擺動中心擊中球中心時，球飛得最遠。

2 方法：飛球角度、擊球力量、球中心碰撞點不變，支點至棒的打擊點改變。

3 過程：先測量出短棒、長棒、中等棒的各擺動中心位置，以此點為中心前後每隔 1

cm 定出預定打擊點各

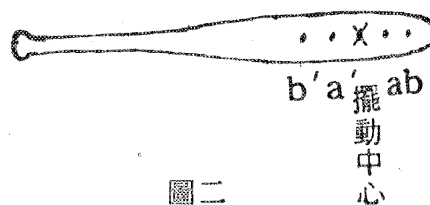
二處 a、a'、b、b'（如

圖二）以短、長、中等

棒的擺動中心及 a、a'

、b、b' 各點擊球 10 次，測量飛球的平均落地距離。

4 結果：如表 2 各球棒以擺動中心擊球，球飛得最遠。其順序為長、中等棒、短棒。



圖二

表二 球棒碰撞部位和球落地距離的關係

單位 cm

打 擊 點	棒 別 距離 cm	甲 中等棒 28 cm	乙 短 棒 28 cm	丙 長 棒 34 cm
b		144	140	148
a		152	146	155
擺動中心		157	151	161
a'		149	144	153
b'		140	136	144

實驗(三)：探討飛球角度的大小與落地距離的關係。

1 假設：球中心碰撞點、棒的擺動中心、擊打力量一樣時，45 度角的球，飛得最遠。

2 方法：球的碰撞點，棒的打擊點，擊打力量一樣，只角度改變

3 過程：在 0°、15°、30°、45°、60° 五種不同的角度下，將球置於棒的擺動中心會經過的擊打線上，用中等棒以彈簧 a、b、c 為推棒的動力，各擊打 10 次，測量其

平均落地距離。

4. 結果：如表三顯示打擊力相同，以 45° 角飛出的球，落地最遠。
 。若同一角度的飛球，打擊力愈強，球飛得愈遠。

表三 飛球角度的大小，和球落地距離的關係

單位：cm

角 度	距離 cm	擊力		
		彈 簧 a 拉力 950 克	彈 簧 b 拉力 850 克	彈 簧 c 拉力 750 克
	0°	183	157	137
	15°	237	213	185
	30°	348	311	278
	45°	402	359	320
	60°	344	309	276

實驗(四)：探討球速的快慢與擊打力量的大小與飛球距離的關係。

1. 假設：球速愈快，擊打力量愈大，球飛得更遠。
2. 方法：球面碰撞點，棒的打擊點，球飛的角度一樣，只球速、擊打力量改變。
3. 過程：(1)將球分別自角度 15° 、 30° 、 45° 、 60° 的球道距擊打線 90 cm、60 cm、30 cm 處滾下，產生不同的速度。
 (2)調整彈簧以彈簧 a、彈簧 b、彈簧 c，分別推棒擊打不同球速的滾球各 10 次，測量各其平均飛球距離。
4. 結果：(1)根據表四： 15° 角的飛球，當球速相同時，以彈簧 a 的力量擊打球，可使球飛得最遠。
 (2)以同樣的擊球力量擊球時，球速愈快，球飛得愈遠。
 (3)球速愈快，擊球力量愈強，則球飛得愈遠。
 (4)球飛距離增加率（與靜止的球在同角度、用同樣的擊力擊球時所飛的距離做比較）隨著球速愈快而增加。

表四 球速的快慢，擊打的大小與飛球距離的關係

角 度	擊球力量		彈 簧 a		彈 簧 b		彈 簧 c	
	滾 球 距 離	球 飛 距 離 速						
15°	0	0	237 cm		213 cm		185 cm	
	30 cm	126.8 cm cm/s	277cm	增加 40 cm	244 cm	增加 31 cm	208 cm	增加 23 cm
				16.8 %		14.5 %		12.4 %
	60 cm	177.5 cm cm/s	356cm	119 cm	303 cm	90 cm	256 cm	71 cm
				50.2 %		42.2 %		38.3 %
	90 cm	215.5 cm cm/s	399 cm	162 cm	354 cm	141 cm	305 cm	120 cm
				68.3 %		66.1 %		64.8 %

表五

角 度	擊球力量		彈 簧 a		彈 簧 b		彈 簧 c	
	滾 球 距 離	球 飛 距 離 速						
30°	0	0	348 cm		311 cm		278 cm	
	30 cm	171.5 cm/s	432cm	增加 84 cm	364 cm	增加 53 cm	311 cm	增加 33 cm
				24.1 %		17 %		11.8 %
	60 cm	245 cm/s	586cm	238 cm	475 cm	164 cm	404cm	126 cm
				68.3 %		52.7 %		45.3 %
	90 cm	294 cm/s	642cm	294 cm	562 cm	251 cm	491 cm	213 cm
				84.4 %		80.7 %		76.6 %

表六

角 度	擊球力量		彈 簧 a		彈 簧 b		彈 簧 c	
	滾 球 距 離	球 飛 距 離 速						
45°	0	0	402 cm		359 cm		320 cm	
	30 cm	207.9 cm cm/ s	490 cm	增加 88 cm	411 cm	增加 52 cm	360 cm	增加 40 cm
				21.8 %		14.4 %		12.5 %
	60 cm	277.2 cm cm/ s	670 cm	268 cm	548 cm	189 cm	465 cm	145 cm
				66.6 %		52.6 %		45.3 %
	90 cm	346.5 cm cm/ s	764 cm	362 cm	665 cm	306 cm	579 cm	259 cm
				90 %		85.2 %		80.9 %

表七

角 度	擊球力量		彈 簧 a		彈 簧 b		彈 簧 c	
	滾 球 距 離	球 飛 距 離 速						
60°	0	0	344 cm		309 cm		276 cm	
	30 cm	299 cm cm/ s	388 cm	增加 44 cm	336 cm	增加 27 cm	295 cm	增加 19 cm
				10.1 %		8.7 %		6.8 %
	60 cm	323 cm cm/ s	556 cm	212 cm	465 cm	156 cm	385 cm	109 cm
				61.6 %		50.4 %		39.4 %
	90 cm	387.9 cm cm/ s	638 cm	294 cm	554 cm	245 cm	489 cm	213 cm
				85.4 %		79.2 %		77.1 %

其中以滾球距離 90 cm 球速 215.5 cm/s，球飛距離增加率最多。

(5) 若以不同的力量擊球，球飛距離的增加率以彈簧 a，90 cm 滾球距離，215.5 cm/s 球速的條件，增加率最高。

(6) 表五、表六、表七顯示：

↘ 擊球角度不論是 30°、45° 或 60° 以彈簧 a 的力量擊球，較其他彈簧 b 或 c，球飛得最遠。

↘ 球速愈快，球飛得愈遠。

□ 以上二者交互作用時，可使球飛得最遠，球飛距離增加率最多。

(7) 綜合以上四個表發現：

以 45° 角，球速 346.5 cm/s，彈簧 a 擊球時，球飛得最遠（764 cm），且球飛距離增加率最多（90%）。但 60° 角飛球，387.9 cm/s 的球速，其 a、b、c 三種彈簧擊出的球，球飛距離却不如 30° 角和 45° 角的球。

實驗(五)：探討使球飛得最遠的條件，如：球與棒的碰撞點，角度，球速和打擊力量的組合。

1. 假設：球速快、打擊力量強，球中心與棒的擺動中心相碰撞，且成 45° 角飛的球，飛得最遠。

2. 方法：用中等棒採以上四項實驗結果，各項成績最優者配合成控制組，與三項維持最優而一項成績做為變項的其他各組做比較。

3. 過程：各組配合如表八，各組各實驗 10 次，測量平均飛球距離。

4. 結果：如表九：以球棒碰撞點、角度、球速、擊球力等項，以最優、次優、再次優的順序排列組合，分成 11 組實驗結果，以各項最優的組合（第一組）飛球距離最遠（846 cm）成績順位第一。

表八 球棒碰撞、角度、球速，擊力配合成組表

	球棒碰撞點	角 度	球(末端)速	擊 球 力
組 別	○：擺動中心 △：a' 點 ×：b' 點	○：45° △：30° ×：15°	○：387.9cm/s △：277.2cm/s ×：126.8cm/s	○：彈簧 a 拉力 950 克 △：彈簧 b 拉力 850 克 ×：彈簧 c 拉力 750 克
1.	○	○	○	○
2.	△	○	○	○
3.	×	○	○	○
4.	○	△	○	○
5.	○	×	○	○
6.	○	○	△	○
7.	○	○	×	○
8.	○	○	○	△
9.	○	○	○	×
10.	△	△	△	△
11.	×	×	×	×

表九 球棒碰撞、角度、球速、擊力配合成組實驗比較

組 別	各 組 的 組 合				飛球距離 cm	成績順位	備 註
	棒	角度	球速	擊力			
1.	○	○	○	○	846	1	
2.	△	○	○	○	803	2	
3.	×	○	○	○	706	5	
4.	○	△	○	○	724	4	
5.	○	×	○	○	481	9	
6.	○	○	△	○	670	6	
7.	○	○	×	○	490	8	
8.	○	○	○	△	756	3	
9.	○	○	○	×	661	7	
10.	△	△	△	△	426	10	
11.	×	×	×	×	201	11	

四、討 論

本研究經五個實驗後，將所得結果與理論或與研究假設討論如下：

- (一)根據實驗一發現：當飛球角度、擊球力量、棒碰球的點不變時，若球棒能擊中球的中心點，則球可飛得最遠，與假設一吻合。
- (二)從實驗二得知：若飛球角度、擊球力量、球中心碰撞點不變時，以球棒的擺動中心擊出的球，飛得最遠。與假設二相同。
- (三)依假設三：經實驗證實，在其他條件相同時，以 45° 角飛出的球落地最遠。
- (四)實驗三也同時證實了假設五，擊球力量愈強，球飛得愈遠。從實驗四發現：以彈簧 a (950 克) 最強的力量擊球，球飛得最遠。
- (五)假設四投球速度愈快，球飛得愈遠。經實驗四驗證結果在 15° 角、 30° 角和 45° 角時相吻合；但 60° 角時，最快的球速，其球飛距離反而不如 45° 角。根據表 3 得知， 30° 角和 60° 角以相同力量擊出的球，球飛距離甚為接近，而不如 45° 角。而表七，再加上球速和滾球距離的變因，仍無法改變情況，可能是角度的因素，有待進一步探討。
- (六)實驗五的結果，證實了假設六：以最快的球速，最強的擊球力，並以棒的擺動中心打中球的中心且呈 45° 角飛出的球，飛得最遠。

五、結 論

經過理論的探討提出六項假設，再以五個實驗驗證，得到下列幾種結論：

- (一)當其他控制變項不變時，以球棒擊打球中心點，則球飛得最遠。
- (二)以球棒的擺動中心擊出的球，飛得最遠。
- (三)以 45° 角飛出的球落地最遠。
- (四)擊球力量愈強，球飛得愈遠。

- (五)以各種最優的變項組合，如：最快的球速，最強的擊球力，以棒的擺動中心打中球的中心且呈 45° 角飛出的球，飛得最遠。

六、本研究的應用

- (一)本校小朋友熱愛棒球運動，有鑒於此，特做此實驗研究；同時編製問卷，讓小朋友做棒球打擊與球路的預測，掌握小朋友學習棒球擊打的起點行為。一方面以擊球實驗器採作輔助教學，一方面實際演練，增進教學效果，讓小朋友在遊戲中學習，滿足他們的需求，兼具五育平衡發展的教育目標。
- (二)其他球類運動如：網球、桌球、羽毛球等亦可應用本研究探討所得的結果，以球拍的擺動中心擊球，可省力、且球速快、強而有力。

七、參考資料

- 1 幼獅少年百科全書7 編輯小組，（民74）：棒球，幼獅少年百科全書第七冊，台北：幼獅文化，頁362。
- 2 白石篤，（1970）：ホームランヨニナラウ，子供少科學，第三期，1970，頁31。
- 3 光復書局編輯部，（民60）：力和運動定力，學生科學辭典，台北：光復，頁369。
- 4 台灣省政府教育廳兒童讀物編輯小組，（民60）：牛頓，中華兒童百科全書第五冊，南投：台灣省政府教育廳，頁1668。
- 5 林春暉，（民72，再版），力與運動，光復彩色百科大典第五冊，基礎科學，台北：光復，頁46～47。
- 6 吳宏仁，（民69）：橡皮球為什麼會彈起來，迷你科學圖書館第三冊，力的原理，台北：福祿壽，頁25。

評語

- 1 充份應用物理學之原理，考慮周到，變因之假設得當。
- 2 器材設計適合各種變因之操縱。
- 3 富有創意，具有教學價值。