

伍、 討論

本章分成六部份加以討論：一、三次實驗打擊命中率的變化；二、打擊落點的聚集性；三、手腕、手肘、膝關節角度的變化；四、球棒、手肘、膝關節角速度的變化；五、球棒線加速度的變化；六、身體重心線速度與線加速度的變化；七、綜合討論。

一、 三次實驗打擊命中率的變化

本研究結果顯示，受試者在三次實驗打擊命中率統計顯著差異，且是直線上昇趨向 ($51.41\% \pm 21.67 < 78.09\% \pm 15.73 < 94.27\% \pm 4.60, P < .05$)，這表示經過三階段之 X 水平軸、Y 垂直軸動作監控輔助訓練，有顯著進步。在許樹淵 (1976) 的論述文章指出打擊動作其中以全身體重的改變與肘關節的伸提供力量，提昇球棒觸球之威力；林德隆等人 (1997) 亦指出兩肩水平旋轉水平揮棒是打擊動作的其中要領，動作技術的研究皆為提昇打擊能力。在迴歸分析預測打擊率，重心線加速度、前手肘的角度與球棒的角速度為預測變項顯著性其中因素；此二位研究者之研究所述有其一致性，亦提供這一部份的理論驗證。

二、 打擊落點的聚集性

根據本研究實驗之結果得知，左、右打擊落點的聚集性顯示中間至中外野區域顯然高於其他落點聚集性 ($11.25^* \pm 5.12, 18.67^* \pm 4.04$)，尤其

是右打者中間落點比率相當高；而左打擊者右外野落點的集中情形也高於其他位置 ($10.5^* \pm 2.38$)，但與右邊界外形成顯著差異 ($P < .05$)，所以在翻腕時機和擊球點位置，值得進一步觀察。王惠等人 (1995) 研究指出，腕關節在生理結構上具靈活性與控制性並有主導的作用，腕關節與速度關係成正比。許樹淵 (1976) 亦指出，手腕的內旋動作可增加打擊速度。Pfautsch (1980) 研究指出相對之打擊位置左手腕、左手肘在角位移時不同。Pfautsch 所述是否與擊球落點有關值得探討。左打受試者在擊球的瞬間若急速翻腕，亦容易將球擊向右邊區域。擊球點位置過前亦產生落點偏右現象。右打者右外野落點顯然也高於其他位置 (10.33^*)，擊球點時機與技巧性打擊法是產生右打者落點集中性偏右現象，亦值得再探討。打擊時，內、外角、中間位置的來球，擊出的落點不同，而打擊的動作與落點也有密切的關係。

圖五顯示，左打擊者的右邊界外落點與三個有效區域有顯著性差異，顯示打擊動作的控制性良好，而右打擊者中間的落點聚集性高，擊球點的位置適中。

三、手腕、手肘、膝關節角度的變化

(一) 手腕角度

本研究結果觀察，手腕關節角度經三次實驗有趨近 90° 現象，圖九第二次與第三次有趨近於水平，可知其角度變化由統計數平均值顯示 $90^\circ < 115^\circ$ 為擊中球角度範圍，而腕關節角度與打擊率相較下有反比的

情形；腕關節角度減小而打擊率上昇。賴平常等人（民 89）研究指出，關節角度在 110 度時可以產生最大力矩，角度增減與力矩值成正比，超過範圍時成反比現象。

（二）手肘角度

經三次實驗結果顯示，後手肘關節角度有減小的現象，其角度變化在 $109^{\circ} < 127^{\circ}$ 左右 ($P < .05$)。周家穎（1996）研究指出，屈臂狀態揮棒擊中球，右（後）臂屈度範圍為 $90^{\circ} < 110^{\circ}$ ；實驗結果也顯示，手肘角度漸小而打擊率漸增。賴平常等人（民 89）的研究，亦指出 110° 是產生最大力矩的（1995）研究論述，右（後）肘角幅度，不要超過 100° 。顯然後手肘角度在擊中球瞬間，可以深入探討。

前手肘角度在本研究的實驗得知，有逐漸加大的情形，變化的情形趨近 165° ，若與打擊率比較有成正比現象。Kitzman（1964）發現，左手臂三頭肌增強，使右打擊者力量增加；孫柏慶（1995）強調，揮棒時前臂伸展與大臂近乎直臂程度時有利於加大揮動半徑，本研究前手肘角度加大亦是力量增加的現象，當然半徑範圍也加大。

（三）膝關節角度

根據本研究結果，經三次實驗前腳膝關節角度無差異性（ 168.40° ， 152.56° ， 169.40° ， $P > .05$ ），無法看出角度與打擊動作之相關性，是否與打擊率相關須進一步研究；由第一與第三次的角度平均值顯示在 168.40° ， 169.40° 之間，顯然有制動的機轉存在。周家穎（1996）論述

中提到，下肢蹬伸力大重心上昇；因此膝關節角度大小亦受其影響，前腳滑步踏伸做揮擊動作時與制動現象有關，顯然前膝角度與其相關。

後膝關節角度，三次實驗觀察後膝關節角度有變大的趨向（111.06 度/秒, 115.59 度/秒 , 117.19 度/秒），曲線顯示後二次實驗角度平均值接近，由後膝角度平均值變化，可看出後膝角度曲線將趨近水平，其角度將在一範圍內，後膝關節角度大小與重心垂直與水平位移有關；而膝關節角度屈須與旋轉角度共同觀察，才能得知其變化。

四、 球棒、手肘、膝關節角速度的變化

（一）球棒角速度

由研究結果得知，經三次實驗球棒角速度無差異性（556.80 度/秒 , 1051.30 度/秒 468.42 度/秒, $P > .05$ ），在揮擊的瞬間手腕前揮動作制動時，是引動球棒的衝量，使之加速。許樹淵（1976）論述指出，手腕做內旋動作可以增加球棒於擊球點的速度；但擊時是處於翻腕情形，會降低速度影響擊球，在本次的實驗中平均值變小，但出現不穩定間值需進一步觀察研究，由第一次與第三次的角速度平均值接近，但第一至第二與第一至第三次的間值差相當大，因此無法觀察角速度的變化，呈不穩定現象，圖十五形成一反曲線的變化，經過實驗顯示此研究設計與速度的表現較無顯著性。

（二）手肘角速度

經過三次的實驗研究得知，前手肘角速度無差異性（160.23 度/秒 ,

-140.40 度/秒, -365.37 度/秒, $P > .05$), 且出現負值數, 呈現負曲線現象; 前手肘是前導引拉動作, 在擊中球的瞬間, 必及時帶動配合翻腕旋轉, 因此速度在擊球之同時會變慢, 傳送動能至球棒增加球棒的衝量。孫柏慶 (1995) 指出, 為提高擊球前的揮棒速度, 前臂必須有減速制動過程。所以在本研究前手肘的負值是制動期引起現象。

本研究結果顯示, 後手肘角速度無差異性 (304.70 度/秒, 658.37 度/秒, 773.29 度/秒, $P > .05$) 後手肘關節角速度呈現漸增現象這與手肘角度屈的旋轉有關。周家穎(1996)指出右肘關節角度屈在 100 --110 時, 球棒前移速度最大; 屈肘旋轉時轉動慣量小速度快。賴平常等人 (民89) 研究指出, 肘關節角度屈 30° 時做伸展動作可產生最大之力矩; 所以屈肘旋轉增加速度, 亦可增加擊球之力量, 由本研究的角速度平均值可以看出第三次的速度最快, 其手肘角度屈也較小而得到證明。

(三) 膝關節角速度

本研究實驗結果顯示, 三次實驗前膝關節角速度沒有差異 (182.35 度/秒 89.04 度/秒, 89.70 度/秒, $P > .05$), 後二次的平均值相當接近, 顯示其制動情形相同, 而前腳之踏伸, 必須是穩定水平位移來傳送動能, 不致造成上下肢分力現象, 提昇打擊的效率, 圖十四看出後二次的平均值幾乎是水平, 所以角速度間無法看出差異。

而後膝的角速度變化, 亦無顯著性的差異 (86.41 度/秒, 33.90 度/秒, 63.34 度/秒, $P > .05$) 也呈不穩定現象; 後膝的角速度與軀幹旋轉有關, 也是力量的提供來源。許樹淵 (1976) 認為, 軸足與臀部是提供力量之一; Messier (1982) 研究說明, 球員在揮棒時最大球棒線速度, 右臀、

膝、踝垂直下方的力點引動旋轉有關，後膝角速度與揮擊動作之間關係值得再研究瞭解。

五、 球棒線加速度的變化

根據本研究結果得知，球棒線加速度經三次實驗有顯著差異（339.34 呎/秒²，518.59 呎/秒²，557.15 呎/秒²， $P < .05$ ），其加速度有漸增的情形，因為受試者在經過前二階段之訓練動作角度與擊球點顯然漸漸掌握要領，所以由平均值看出後二次的差值間距變小，因此可知將有高原期，屆時增加球棒速度必須配合生理、心理訓練而提昇。Messier（1982）研究指出，肌力與最大線速度有明顯的差異；前導手的引拉動作技巧也是提昇球棒速度的因素之一，應用手臂屈伸的角度變化是增加線速度的方法。由孫柏慶（1995）研究強調，揮棒時間愈短速度愈快，這與右（後手肘）角度大小有密切關係；所以提昇球棒之線加速度必須先要求各關節角度的外顯基礎動作。

六、 身體重心線速度與線加速度的變化

本研究結果顯示，經三次實驗身體重心線速度無顯著性差異（0.53 呎/秒²，0.71 呎/秒²，0.61 呎/秒²， $P < .05$ ），線速度的變化相當接近無法看出差異性，本研究設計對線速度變化較無直接的助益，由數據值得知，重心的線速度值顯示平穩。周家穎（1996）研究認為，打擊時身體重心稍

向前移是正常，身體前轉過大或前移過早，都會影響揮棒的效率。而身體重心線加速度經三次實驗亦顯示無顯著差異（ 16.94 呎/秒^2 ， 50.99 呎/秒^2 ， 15.54 呎/秒^2 ， $P < .05$ ），由顯示的數據得知，線加速度的變化呈不穩定的狀態，所以本研究設計對線速度與線加速度可能無直接顯著性的助益；但於打擊率預測迴歸方程式中有其顯著性。唐恩江（1976）認為身體重心隨同打擊動作移向打擊方向，有利於重力加速度，這與線加速度為打擊率的預測變項有其一致性。

七、 綜合討論

經過上述討論的結果得知，打擊命中率經過三階段的實驗證明有顯著的進步，三次的平均顯著的提昇，其平均之打擊命中率为 74.59% ， ± 21.64 ，由此可知 X、Y 軸外顯監控的動作指導打擊能力上有顯著的助益。打擊落點的聚集，也可得知肘、腕關節角度是掌握落點的重要因素；受試者中間的落點聚集性高於其他落點區域，顯然是適應及掌握良好之擊球點與角度。在諸多文獻中都強調後手肘的角度與力矩有關、與旋轉速度有關，以及手腕的伸屈情形，提昇打擊的速度，加強各關節的連續性增加擊球的命中率，在本研究中亦得知，前手肘的角度漸增是因為肱三頭肌力漸增，與文獻中提到擊球瞬間前臂幾近伸直，增加球棒擊球速度；後手肘角度漸能趨近於 110 度內力矩最大的施力範圍，而後手肘角速度也漸增，因此獲得驗證，角度屈旋轉與速度有相當大的關係，此時屈肘旋轉有助於擊球力矩，增加擊球的力量。

角速度在本研究無顯著差異，但上肢的角速度有增加的情形，前手肘呈現負值現象，原因是制動旋轉效應，來傳送動能至球棒，增加球棒衝量；右手肘的角速度是上昇趨向，這與角度屈相關，因此可知揮擊動作是連貫而互相影響。下肢膝關節在此研究成不穩定現象，所以可知 X、Y 軸的外顯監控對速度較無助益，對於打擊能力是否有關值得繼續再探討。身體重心線速度與線加速度無顯著性，重心速度的位移不定，可能與下肢肌力有關造成重心不穩現象；本研究設計是外顯動作角度的監控，對於下肢較無直接性，影響重心位移的速度。

經三次實驗其動作角度的變化，以打擊命中率做為預測效標，歸納出迴歸方程式 9 個預測變項中 (X1) 前腳膝部角度、(X4) 前手角度、(X7) 身體重心線加速度、(X8) 球棒角速度等，為具顯著性之變項。