

第五章 討論

第一節、擊球階段擺臂時機佔空中動作期時間之百分比

擁有充分的動作時間才能做出協調的扣球動作。因此必須掌握空中擊球階段擺臂時機的運用才能調整手臂揮擺動作，促使扣球動作更加協調與流暢，有效完成扣球鞭打運動型態。

在手臂揮擺動作時間總合相同的條件之下，快攻手手臂開始向前揮擺時間所佔百分比多於向後引臂時間百分比（圖 4-1），表示伸臂擊球所需的時間較多；主攻手手臂開始向前揮擺時間所佔百分比少於向後引臂時間百分比，顯示揮臂擊球所需的時間較少。經詳細觀察後，發現起因是快攻手在起跳前便開始向後引臂，以致於起跳後在空中這段期間向後引臂時間較短。然而資料擷取是以起跳瞬間的動作參數為分析範圍，根據資料顯示，兩者皆能在最佳擊球點或稍微下降時順利擊球。

另外，從圖 4-2、4-3 可以得知，向後引臂起始時間較早或是起跳瞬間已開始做引臂動作，皆是合宜的手臂揮擺時機。若是起跳至空中後才開始做引臂動作或是跳至最高點手臂才要開始後拉，皆容易造成過晚擊球之狀況。此結果與劉麗芳（2006）研究甲、乙組選手擊球時間分析指出，扣球手臂肘關節轉折時是快速且動作揮擺時機是提早動

作才可在最佳擊球點稍稍下降時順利擊球的結果相符。若是後拉起始時間太慢或是轉折動作百分比時間較多，容易在未達到最佳擊球點前或是身體位置已下降許多才將球擊出。

綜合以上所述，手臂揮擺時機直接影響扣球擊球位置與擊球點高度，人與球或是手臂與身體之間相對位置若能掌握得宜，便能取得最佳擊球點，提高扣球技術水平。

第二節、擊球階段擺臂動作有效空間之探討

由結果得知，快攻手與主攻手手臂轉折有效動作空間角度趨於接近（圖 4-4、4-5），此也符合擊球階段手臂轉折動作時間百分比的結果（表 4-1），表示兩者能在一定的時間內完成此一動作。

另外，雖然快攻手向前揮臂擊球有效動作空間（109.18 度）略大於主攻手（99.13 度），但無顯著的差異存在（表 4-3），表示快攻手未因為動作空間較大造成擊球時手臂未能伸直之情形，而是利用揮臂速度加快爭取時間，完成手臂近 180 度之擊球動作（圖 4-6、4-7）。

綜合以上所述，增加揮臂速度加上適當的揮臂距離才能使球體速度達到最大，若只是增加揮臂速度而忽略揮臂距離，也只是徒勞無功。反之，只考量揮臂距離的遠近，而未有效要求揮臂速度，即使在最佳位置擊到球體，也無法提高球離手後之球速。

第三節、擊球階段上身肢段運動學參數之分析

根據碰撞原理定律得知，擊球瞬間球體所得到的動量來自於手臂擺動所產生的動量，經由手掌擊球後將力量傳遞到球體上，因此增加揮臂速度亦能提高擊球後之球速。

結果顯示，快攻手透過關節傳遞作用，揮臂速度從 2.59 公尺/秒增加至 9.86 公尺/秒（圖 4-8），主攻手揮臂速度從 2.64 公尺/秒增加至 9.16 公尺/秒（圖 4-9），顯示扣球手臂遠端肢段的速度，會隨著參與動作過程的肢段作用而漸增。從上述得知兩者扣球手臂各關節參與作用時機能有效傳遞，關節速度亦明顯依次增加，此現象也符合動力鏈傳遞原理。然而，在各式快攻球高度接近網子上緣條件受限之下，快攻手只要提早做向後引臂動作（此與上述動作時間百分比結果相符合），亦能以鞭打運動型態完成扣球動作。

扣球擊球動作屬於衝擊性的動作，必須以較短的時間及較大的力量完成動作。以肌肉收縮功能而言，為一次性最大爆發力收縮形式。由外觀表現可以看到，揮臂前肘關節應放鬆並保持適度彎曲，強調扣球引臂動作要適宜縮小半徑以利加大角速度，使腕關節靠近肩關節，在擊球瞬間迅速伸直前臂以加大旋轉半徑，進而增加手臂揮臂速度。由結果得知，快攻手（圖 4-8）與主攻手（圖 4-9）向前揮臂至擊球瞬

間球速有持續增加之趨勢，球離手最大球速分別約為 16.85 公尺/秒及 17.52 公尺/秒（表 4-3）。因此，要使扣球動作效果能充分發揮，必須在增加揮臂速度的前提之下，追求最大扣擊力量，球擊出的瞬間速度也會愈快。

綜合以上所述，手臂轉折期是為迅速伸直前臂以加大角速度而獲得最大扣球速度。由結果得知，兩者揮臂速度並無太大的差異，研究者認為快攻手屈臂式擊球動作接近主攻手之扣球動作，並未因此有所不同，顯示快攻手應用屈臂動作完成扣球可行性之存在。

第四節、擊球階段上身肢段平衡運動之探討

扣球擊球階段整個擺臂動作之流暢性影響扣球之威力，如何在空中失去支點情形之下，能夠維持身體平衡並完成揮臂擊球動作，進而提升扣球成功率，此時，非慣用手即扮演著非常重要的一個平衡要素。

從表 4-4 可以發現，扣球手臂肘關節於起跳前即開始屈曲至起跳瞬間已呈現小於 90 度之屈肘動作，向後引臂至肩關節角度達最小時，肘關節持續彎曲，向前揮臂時肘關節角度開始加大，手臂逐漸伸直以做擊球動作。非慣用手肘關節於起跳前也開始屈肘，待扣球手臂向後引臂時期，手臂逐漸伸直，肘關節角度同時加大，向前揮臂擊球時，肘關節因屈曲動作使得肘關節角度有減小的現象。

由表 4-5 得知，非慣用手肘關節角度在手臂轉折期時雖達顯著差異 ($p < .05$)，但因快攻手起跳騰空後必須在短時間內將球快速擊出，此與主攻手在空中停留時間較久的揮臂擊球動作不同，所以無需太多的平衡動作，以致於非慣用手肘關節伸屈動作較小，不過兩者皆能確實做出非慣用手肘關節屈曲之動作。

綜合以上所述，快攻手與主攻手扣球手臂向前揮臂時，非慣用手能同時迅速朝向身體做屈肘動作，以達到左、右手藉由內在作用力來平衡扣球手臂之作用力情形。然而，快攻手因空中動作期時間因素，

非慣用手屈肘動作略小於主攻手手肘內收情形。