

## 第貳章 文獻探討

本研究的文獻探討主要分為六個部分，第一節為排球扣球相關文獻，第二節為動力鏈原理在排球扣球時之應用，第三節為鞭打運動與排球扣球擊球動作之研究，第四節為排球扣球身體肢段平衡與扣球表現之研究，第五節為排球扣球擊球後球速之研究，第六節為文獻總結。

## 第一節、排球扣球相關文獻

扣球動作技術因素分析包括扣球者的體型、力量、跳躍能力…等，以及球體本身的高度、速度、方向…等，兩者之間的種種因素結合形成一個完整的扣球動作（林婉婷，2007）。（圖 2-1）

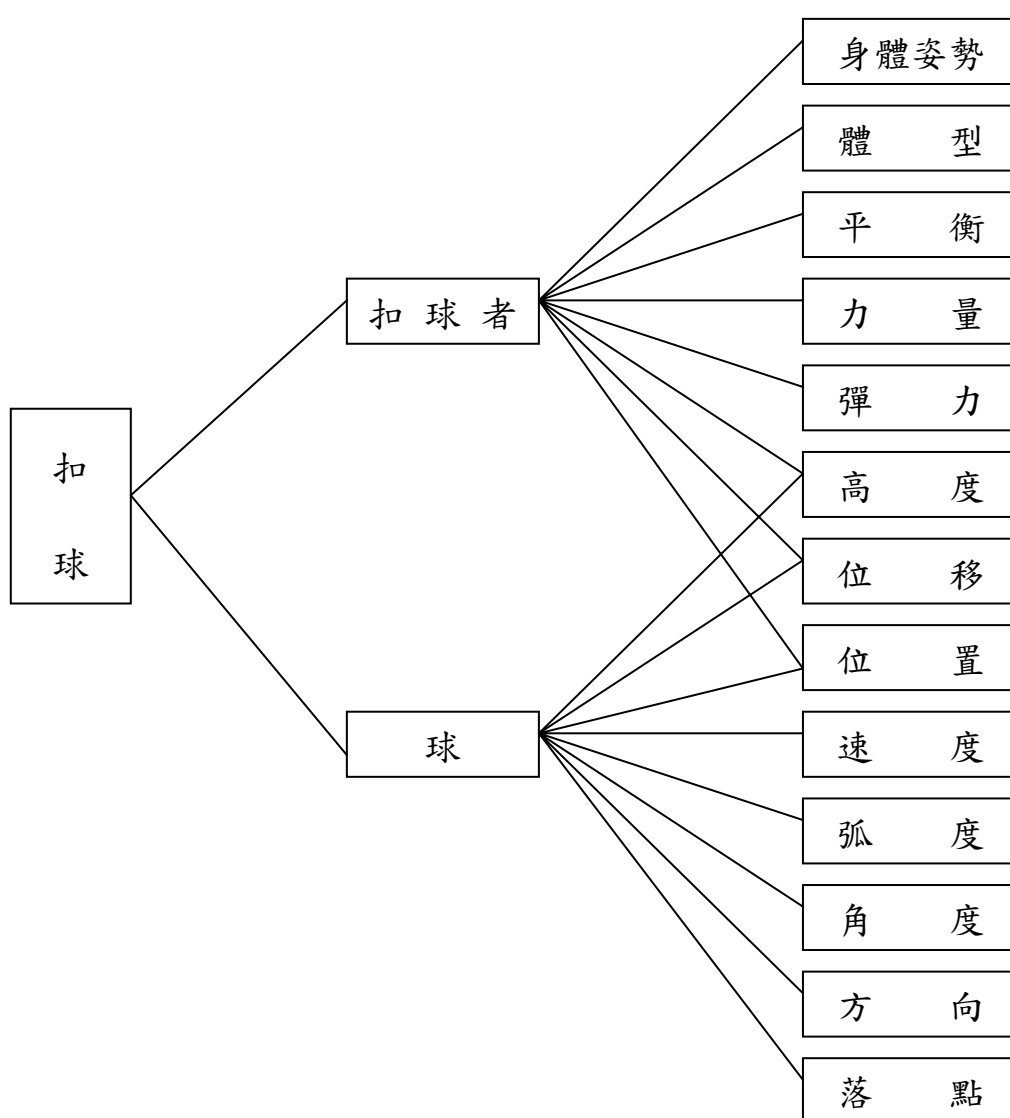


圖 2-1 扣球動作技術因素分析圖（許樹淵，1982）

排球扣球廣泛之定義為：攻擊手利用身體之跳躍高度，採用適宜的扣球技術，配合擊球時宜，將球擊入對方場區裡。

根據運動學理論探究，排球扣球動作主要有六個運動分期 (Coleman等人, 1993)：助跑期 (approach phase)、併步期 (plant phase)、離地期 (take-off phase)、騰空期 (flight phase)、擊球動作 (hitting action)、著地期 (landing phase)。但是國內學者張資榮 (1982)、賴永成等人 (1997) 與張恩崇 (2001) 等人皆一致將排球扣球動作區分為四個分期，即助跑階段、起跳階段 (併步期、離地期)、空中動作階段 (騰空期、擊球動作) 以及著地階段，而本研究亦採用國內學者之區分法，將排球扣球的動作分為此四個分期。

許樹淵 (1982) 指出，排球扣球的體能在於跳躍力、協調性和敏捷性；技術則為助跑移動、起跳、空中動作以及落地動作 (此與國內學者之區分相同)，並依據扣球技術與體能要素，簡述空中動作技術分析如下 (以右手擊球者為例)：(一) 起跳後，左手臂直接往上拉引，右手臂由手肘往後擺振，雙腳膝關節逐次彎曲，略成直角，提高身體重心高度。(二) 身體弓身挺腹。(三) 肩關節為軸心，右手臂向後拉，增加揮臂做功距離；若往後拉動作不完整，則會影響空中反向動作之平衡。(四) 右手臂向後拉引時應盡量放鬆。(五) 右手臂

從後上方用力從頭上向前逐次加大肘關節之角度增加轉動慣量，以增大角動量來擊球轉為球之動量。（六）擊球振臂最重要為伸展肘關節，使腕關節達到最高位置擊球，並應用手腕振擊力將球擊出。（七）擊球瞬間應注視球，應用手腕動作來做各種擊球方式及攻擊方向，形成各種軌跡之變化球。（八）擊球後右手順勢下擺，上體前傾，自然落在地面上。

林竹茂（1985）研究跳躍扣球技術時，針對攻擊手完成空中扣球過程中之上肢擊球動作可分為向後拉臂、向前揮臂動作，其技術為：

（一）向後拉臂動作開始於起跳動作，下肢離地後同時向後拉臂，以接近身體行之為宜。若拉臂幅度過大，則擊球不易準確，且擊球方向易被對方察知。故動作應短而快，除可增加球體飛行速度外，並可以令對方無法預知擊球方向。（二）向後拉臂動作是擊球瞬間集中力量的預備動作，故須放鬆肌肉，若過於緊繃，進而影響向前揮臂的力量。因此，擊球前應有一穩定之向後拉臂動作較佳。（三）向前揮臂動作開始於球體達最高點欲下落瞬間，扣球者即開始向前揮臂，此時利用上體內轉來帶動揮臂，隨著腰部與身體扭轉，以肩關節為中心，由後向前擺臂擊球。擊球力量的強弱，不僅來自單純的肌力，尚須配合理想的揮臂效果，所以向前揮臂過程要連貫，不應有中途停頓現象。唯

有協調有效的揮臂動作，才能產生強勁的扣球。

林世勛（2003）也指出，空中擊球動作是指攻擊手起跳至空中完成手臂向後引作為起始點到向前完成揮臂擊球之整個過程。

小結：

「擊球階段」是空中動作期的主要環節，筆者將它分為“向後引臂”、“手臂轉折”和“向前揮臂擊球”三個動作階段。上述諸位學者（林婉婷，2007；許樹淵，1982；Coleman等人，1993；張資榮，1982；賴永成等人，1997；張恩崇，2001；林竹茂，1985；林世勛，2003），對於扣球技術分析都有很詳細的敘述，特別是擊球動作部分，但卻都未說明擊球階段手臂揮擺較佳時間點之相關研究。影響擊球後球速的關鍵因素，主要在於整個擺臂動作的協調性、擊球點的準確性以及揮臂的速度。因此，本研究擬利用二度空間攝影分析法，對於快攻手與主攻手進行扣球技術之運動學分析，藉以找出擊球手臂最佳揮擺時機，作為日後排球教練與選手在訓練與修正動作方面之參考依據。

## 第二節、動力鏈原理在排球扣球時之應用

人體各個肢段是以多個關節所組合而成，其間以相互帶動關係，透過相對的移動（translation）與轉動（rotation）來完成每一項簡單或是複雜的動作。

從動力鏈（kinetic chain）系統在動作過程中有效安排各肢段參與時機以及其作用次序，方能獲取所要求之目的。動量傳遞是各肢段依次傳遞，即動力鏈遠端肢段速度，會隨著參與動作過程的肢段作用而漸增。但是人體的上肢並不是一條簡單的繩子或是一個機械鏈狀物，而是附著許多靈活且有力的肌肉組織。動量傳遞起止於關節肌肉的收縮力（吳忠仁，1997），人體肌肉只有在充分被拉長的情況之下，才能產生有力的收縮，也只有動作協調與連貫的前提下，才能充分發揮出肌肉的力量（林竹茂，1995）。

前面提到，擊球動作可分為向後引臂、手臂轉折與向前揮臂擊球三個動作，陳上越（2001）提出引臂動作為擊球前準備姿勢，上肢以肩關節為支點，擊球手臂外展，肘關節抬高於肩關節後上方，手掌保持於頭上方朝向排球。肘關節由屈曲向前開始外展，然後向側後上方引臂，這一動作主要由肱二頭肌、三角肌等收縮完成。另外，肱三頭肌快速收縮，使前臂迅速跟隨上臂揮動。這些肢段運動，預先拉長了

擊球時的肌肉，為肌肉在功能時期將作爆發式收縮創造條件。向前揮臂時，手臂迅速向上揮動使手掌接近擊球點做扣球動作，這是肩關節內收肌群（胸大肌、背闊肌）進行爆發式收縮功能，其動量轉化為手臂內旋和外展並與肩關節呈一直線。手掌擊球時，手指伸開有助於控制球體並增大扣球力量。因此，整個擊球階段之引臂和揮臂動作要做到充分的放鬆與協调用力。林竹茂（1995）也指出引臂時應協調放鬆，充分拉長，揮臂時才能作出完整之擊球動作，產生更大之擊球力量。

由外觀表現可以看到，扣球擊球動作屬於一種圓運動，以轉動慣量的觀點來看，旋轉半徑與轉動慣量成正比。蔡豐任（1996）也提出，揮臂前先屈肘以減小手臂的轉動慣量，再力求增加揮臂的角速度；換言之，在手臂上舉後拉準備扣球時，肘關節應放鬆並保持適度彎曲，讓腕關節靠近肩關節（轉動軸），則可減小手臂對轉軸之轉動慣量，進而加大手臂之揮臂速度。然而，提高線速度取決於兩個因素，一是加大旋轉半徑，二是提高轉動角速度，強調扣球引臂動作要適宜縮小半徑以利加大角速度，在擊球瞬間迅速伸直前臂以加大旋轉半徑而獲得最大線速度。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，在擊球瞬間，肘關節應盡量伸直，以增加擊球點與運動軸的垂直距離（肌力臂），進而增加轉動

慣量，可使揮臂角速度因此而增加，則扣球力量便愈大，並且球擊出的瞬間速度也會愈快。

小結：

由上述得知，排球扣球時手部運動即是一項動力鏈運動（林竹茂，1995；吳忠仁，1997；陳上越，2001；蔡豐任，1996）。擊球前之向後引臂動作是擊球階段關鍵所在，要掌握正確扣球動作，必須充分掌握引臂動作，其各關節必須保持一定的放鬆狀態，以獲得較大的活動幅度，提高擊球速度並增加擊球力量。如關節未能適時放鬆，便會失去透過關節有效傳遞力量的作用，而形成直臂式扣球動作，若手臂採用直臂姿勢從頭上方向前揮臂，則會造成手臂僵硬情形，其速度較慢，並會影響到上肢之擺振動作，導致擊球力量變小。然而，大多快攻手因為已適應以較短的時間完成扣球動作，整體而言並未對擊球階段有確實的認識與訓練，若非熟練者，則更不易適應。因此，以動力鏈的傳遞原理來探究快攻手與主攻手的擊球動作，可作為預測扣球表現之重要評估指標。



### 第三節、鞭打運動與排球扣球擊球動作之研究

扣球技術必須具備各種生理因素及力學基礎，包括運動時的能量系統、肌肉力量及機體的適應性以及影響力學要素之相對位置、速度、角度等等，綜合各種科學的原理與方法，以建立扣球動作發展模式。

競技運動中，運動能力的展現通常都是由肢段的最末端來完成，例如：投擲動作、游泳的打水動作及高爾夫球的揮桿動作等，這些動作主要的力學原理都是透過各關節的帶動關係使得末端肢段得到最佳運動表現（如速度）。而動作過程中就有如甩鞭子一般，從手握之處（也就是近端）開始用力，更能夠使鞭繩的末端有較大的揮動速度（劉錦璋，1998）。人體運動在「鞭打動作」中動量的傳遞也同樣遵循上述定理。大陸學者李良標、呂秋平（1991）將「鞭打運動」定義為“在克服阻力或身體位移過程中，各個肢段透過關節依次加速與減速，使末端肢段產生極大速度的動作形式稱為鞭打動作。”換言之，鞭打動作主要是附於各關節上的主動肌與對抗肌快速相互協調作用所完成，前一關節加速（收縮），後一關節減速（放鬆）。因此，運用類似傳遞運動原理是可以有效且廣泛應用在人體許多動作形式上面。

在扣球技能學習經驗不難發現，常會聽到教練們指導選手：『手臂放輕鬆一點，像甩鞭子或甩繩子一樣地將手臂甩出去。』主要是因

為大部分排球選手都有類似像“甩繩子”這樣的動作經驗。扣球動作便是鞭打運動中最典型的一種動作模式，其動作特點是遵循動量傳遞原理，每一環節最大運動速度都在前一環節達到最大速度之後獲得（吳忠仁，1997）。其主要是以靠近身體重心（髖關節）的大肌肉群先收縮用力，再以迅速的收腹動作，以軀幹逐次帶動肩關節、上臂、肘關節、前臂、手腕以及手掌，力量依次傳遞完成鞭打動作（擊球階段中各肌群作用），加上運動半徑相繼增加，質量的減少，導致末端速度達最大。而球之所以被擊出是由於手與球的碰撞關係，手的質量和速度愈大，扣球後之球速便愈大。

小結：

由上述研究得知（劉錦璋，1998；李良標、呂秋平，1991；吳忠仁，1997），扣球上肢鞭打動作開始初期，上肢處於屈曲狀態，便可提高鞭打動作肌肉收縮速度而使動量傳遞的累積效果更好。事實上，大多快攻手擊球觀念不外乎只是應用手腕將球快速擊入對方場區內即定義為好球，但是擊球瞬間手腕速度必須仰賴手臂揮擺速度，若能在必須要求以爭取短時間擊球前提之下，提早掌握多肢段的順序動作，便能以「較快且有力」之快攻技術，提升快攻手之扣球威力。

#### 第四節、排球扣球身體肢段平衡與扣球表現之研究

林竹茂（1985）提出排球運動跳躍扣球過程中，身體躍起於空中後，欲使身體重心一直維持身體底面積範圍內，並且必須伸展為弓身挺胸姿勢來維持身體之平衡，才能產生強勁的擊球力量。身體懸掛於空中時，必定產生各部位的旋轉運動，而這種極微的旋轉運動，終究會使身體造成不穩及重心下降的情形。胸部向前挺出，上肢、下肢相對彎曲的動作，是能調整身體懸掛在空中促使平衡之動作。身體適時的平衡，才能使擊球力量有效地發揮出來。

許樹淵（1982）指出，右手臂向後拉引時應盡量放鬆，肘關節應彎曲以縮短半徑，擊球瞬間之左手臂與右手臂配合，非擊球手臂迅速向下、向內收，此動作對擊球時軀幹內旋極為重要，並可使擊球手臂伸高、伸直扣球。劉麗芳（2006）針對大專特優級女子選手之扣球表現研究指出，當扣球手臂向前揮臂時，非慣用手手臂是朝向身體用力內收，以維持身體之平衡。

小結：

上述諸位學者皆提出，空中擊球動作身體會呈現弓身姿勢（林竹茂，1985；許樹淵，1982；劉麗芳，2006）。先是於向後引臂時，非

慣用手伸展以平衡上肢動作；向前揮臂時，非慣用手屈肘以平衡上肢作用力情形。扣球者在起跳後便開始進入騰空階段，若能有效發揮身體各部位之間的相互作用，將有助於扣球動作之協調性與穩定性。事實上，快攻手較主攻手缺乏左、右手平衡之擊球動作，然而非慣用手在扣球動作中，不應只有平衡的作用，其角度的大小也會直接影響到扣球動作的進行，如擊球的時間與扣球的高度等，都將受到非慣用手平衡狀況而左右之。

## 第五節、排球扣球擊球後球速之研究

林竹茂（1985）指出，在許多投擲與打擊動作中，手臂向後拉動至終點，而在終止一小段時間後改變方向，即轉為向前擊出。就在此終止的一段時間內，會減弱了繼續加速的運動量，故迴旋式向後拉臂動作，其主要目的，就在避免此一缺點。然而，扣球向後引臂時稍以停頓隨即順著迴旋軌道繼續向前揮動（手臂轉折動作），可以避免運動量的減弱是其優點，但其缺點在於增加了擊球時機掌握與擊球角度控制上的困難。

劉麗芳（2006）研究結果指出，扣球時肘關節快速前拉是發力的主要關鍵，上升到最高點擊球，可使球點提高，也能讓球加速旋轉。

國外學者 Coleman 等人（1993）指出國家隊大學男子排球選手在  
前排擊球瞬間，右上臂、前臂揮臂角速度平均為 15.2 及 26.2 弧度/  
秒。黃長福（1997）研究後排扣球擊球瞬間，右手前臂揮臂擊球角速  
度為 23.7 弧度/秒，而擊球瞬間手腕扣球的速度於兩者之研究結果都  
非常接近，分別為 19.2 公尺/秒和 19.6 公尺/秒。但郭榮（1995）以  
大學甲級男排選手針對扣球技術進行分析後發現，扣球時擊球瞬間手  
部的平均速度為 12.59 公尺/秒，此結果與張恩崇（2001）指出三級選  
手的擊球揮臂速度為國家隊 11.51 公尺/秒，大專隊 11.60 公尺/秒，

青年隊 10.97 公尺/秒趨於接近，兩者的研究結果則明顯偏慢。

Coleman 等人 (1993) 也提到，國家隊大學男子選手前排擊球後平均球速為 27.0 公尺/秒。在國內學者相關研究 (趙國斌、黃長福，1994；黃長福，1997；賴永成等人，1997；張恩崇，2001) 則指出國家隊選手前排擊球後平均球速為 24.6 公尺/秒；大學男子排球選手前排擊球後平均球速為 19.5 至 24.2 公尺/秒之間，後排擊球後平均球速為 21 至 26.7 公尺/秒之間；青年隊選手前排擊球後球速為 23.8 公尺/秒。

排球扣球從助跑、起跳、到空中擊球等一連串的動作，目的是為增加在空中揮臂擊球後之球速。透過身體各部位之協調作用，便能有效掌控扣球時最佳的擊球動作，進而達到「球速快、擊球點高」之最佳狀態 (劉錦璋，1998)。

小結：

上述研究皆提出揮臂速度與球離手速度成正比 (林竹茂，1985；劉麗芳，2006；Coleman 等人，1993；黃長福，1997；郭榮，1995；張恩崇，2001；趙國斌、黃長福，1994；賴永成等人，1997；劉錦璋，1998)，但未指出擊球位置與球速的關係。排球選手扣球的球速，就如同棒球投手仰賴球速一樣，球離手後速度快慢將決定選手扣球威力。擊球階段手臂揮擺位置與擺臂時機直接影響球離手之速度，擊球

瞬間球體位置更是擊球點高度之指標，何者為有效動作空間之最佳角度，有待進一步研究瞭解。

## 第六節、文獻總結

國內外對於排球扣球動作分析的研究中，其主要目的，不外乎提高跳躍擊球高度以及擊球後球體最大之合速度。提高擊球高度可以擴大進攻範圍並且有效突破對方攔網，而球速加快可以增加對方防守之困難度，使對方防守不及，提昇攻擊成功率。但扣球之球速是經由複雜動作交互作用而來，攻擊手助跑動作、起跳高度、揮臂速度以及扣球手臂與球體的接觸點等，都是決定球速快慢之因素。揮臂擊球動作沒有速度將會降低擊球力量，擊球前“向後引臂”是扣球的關鍵動作，手臂必須完全放鬆，才能產生最大的加速度和爆發力；“手臂轉折”的快慢則會影響擊球手臂有效動作空間；“向前揮臂擊球”效果決定扣球質量，主要是以軀幹的轉體、收腹及伸肩的動作帶動肩、肘、腕各關節依次形成鞭甩動作之扣球技術，而整個動作過程之動力來自於迅速轉體收腹及非慣用手屈肘所產生初始力量，使全身各部位共同協调用力集中於手腕上，通過手掌最後作用於球體，使球體獲得最大速度，進而提昇擊球力量。整個擊球階段擺臂時機與上身肢段平衡作用實為完成扣球技術之兩個重要因素，若能確實掌握此動作條件，必將成為一位優秀之扣球者。