

第五章 討論及結論

第一節 最大收縮速度與跳躍高度的正相關

由本研究的結果發現在下肢肌力、最大收縮速度、跳躍高度及爆發力四項之間，只有最大收縮速度與跳躍高度有顯著正相關。其餘各組之關係，均沒有顯著相關。換言之，王順正（民 89）在彈跳能力的增進的一文中指出：「彈跳能力」與「爆發力」或「瞬發力」的能力，其實是相類似的運動能力。但經實驗結果指出，爆發力與彈跳力仍應有所區別：一秒以內的垂直跳是肌肉收縮速度固定，而肌肉力量越大，最大爆發力就越大的展現；立定跳遠測驗、幾秒鐘的 30 至 100 公尺短距離衝刺測驗，到 30 秒的 Wingate 無氧動力測驗，固然都是肌肉力量與肌肉收縮速度的測驗，卻不是講求跳躍高度。因此，「爆發力」與「彈跳力」應該視為兩種相似而不等同的項目，在訓練方式上進行調整。

此次研究中最大收縮速度與跳躍高度之間的相關係數 r 為 0.844，顯示兩者之間具有高度的正相關，即最大收縮速度越快，跳躍高度越高。實驗結果跟皮爾遜積差相關分析中，比較大腿肌群肌力及肌耐力與收縮速度、跳躍高度、及跳躍功率之間的關係後，增加跳躍高度必須增加收縮速度的結果相合。而增加收縮速度，取決於下蹲到起跳的動作間隔長短，即肌肉先被伸展而後再伴隨向心收縮中間的轉換時間。林竹茂（民 84）已經指出是股四頭肌、腓腸肌、比目魚肌的離心收縮控制了下來深度，也就決定肌肉伸展開向心收縮的轉換時間；倘若轉換時間短，就能獲得最快的收縮速度，也就能得到最高的跳躍高度。因此，最大收縮速度不同會造成跳躍高度的不同。

一般來說，從下蹲到跳躍的轉換期，大約不超過 500 毫秒（周立偉，民 88；Cavagna，1994）才能將儲存在肌肉內的彈性能量釋放出來，使跳躍高度增加；如果轉換期大於 500

毫秒，則跳躍高度所儲存彈性能量將變成熱能而散失，因此，收縮速度越快，越能增加跳躍高度。這個說法符合前述研究結果，也證實了收縮速度與跳躍高度是正相關。

第二節 不同訓練方式的影響

本研究的另一個分析結果，顯示 93 學年度（第二組）的排球選手的表現，在肌力、最大收縮速度、跳躍高度及爆發力四項的平均值均比 89 學年度（第一組）的選手大，其中最大收縮速度及跳躍高度兩項，兩組選手的表現具有顯著差異，顯示第二組的選手在最大收縮速度比第一組的選手快，且跳躍高度亦比較高。這結果，再一次驗證了最大收縮速度與跳躍高度具有高度的正相關。

針對兩組選手在最大收縮速度和跳躍高度的顯著差異，分析原因可能是選手的訓練方法不同：以下依肌力、最大收縮速度、跳躍高度及爆發力的訓練，分別來探討：

一、下肢肌力訓練的比較：

基本的下肢肌力訓練，目前大都利用重量訓練器材進行傳統的漸進式方法（Slower-Ramp Training），發展肌力訓練的練習。在這當中第一組選手訓練的內容多處於在傳統的肌力訓練與肌力能力的培養，未有詳細且計畫性的訓練課程，在筆者（民 89）年的研究中，得知肌力可以透過適當合理的安排，進行重量訓練來達成，且透過 8 至 12RM 的重量進行訓練，因為訓練的重量太重或太輕都不利於肌肉收縮速度的發展與力量的增進，因此第二組在肌力訓練內容裡，除了有計畫性的進度，也加強了許多有關肌力速度與肌力爆發力的設計，設計內容就利用 8 至 12RM 的訓練處方，針對第二組排球

選手的下肢肌力以每週一次的重量訓練課程持續四個月的訓練，相較於第一組的選手，每週一次的重量訓練，並採用傳統漸進式方法來發展肌力訓練，而第二組的訓練方法由傳統方式改變為有計畫性的訓練，比較兩組肌力表現，第二組比第一組要大了 7 牛頓力量，所以這可能是第二組比第一組表現較好的原因。雖然兩組沒有顯著差異性，但安排計畫性的肌力訓練後，肌力表現還是比較好。

二、最大收縮速度的比較：

收縮速度訓練包括了等長收縮訓練、等張收縮、等速收縮訓練。陳俊忠（1991）指出：增強式訓練是指主要作用肌群透過預先伸展的收縮方式，隨後立即產生快速而強力的動作表現，包含了收縮前的伸展，或反方向動作來刺激縮短循環。「蹲姿起跳」、「蹲踞跳」及「由不同高度落下的起跳」（drop jump）均為增強式訓練。

不同的訓練方式，無非就是期望選手在接受訓練後能有進步的展現，然而那種訓練方式才是最明顯有效的方式，很多學者的研究都持有不同的看法。回溯第一組排球選手訓練的方式除了安排傳統式的肌力訓練外，在收縮速度訓練方面則以階梯跳躍為主要項目。


一般來說，雖然影響收縮速度的原因有許多如前述所言，但筆者在先前的研究中，提出改進排球選手彈跳能力相關的各項因子中，建議利用不同方式的「彈跳」訓練，可以訓練肌肉本身的肌力與收縮速度。而跳躍速度的訓練方式可採由不同高度的落下起跳（drop jump）的方式訓練。所以在第二組的選手與第一組的選手訓練方式的差異便是如此。

第一組的選手收縮速度訓練主要是階梯跳躍，這樣的模式比較接近「蹲踞跳」的型態，而第二組選手的訓練型態就以 drop jump 為訓練主軸。因此 drop jump 的訓練方式是自木台跳下著地的衝擊，迫使股四頭肌為了維持膝關節於一定的角度，強迫瞬間被拉長，這時產生了牽張反射，配合隨之而來的向心收縮以便產生更大的肌力。很明顯的在第二組選手加強了 drop jump 的訓練後，比較兩組選手在收縮速度方面的表現有非常明顯的差異，第二組的最大收縮速度就比第一組的收縮速度快了 0.25m/sec。這樣的結果顯示第二組利用 drop jump 的訓練比第一組運用階梯跳躍的訓練，更可以有效的增快收縮速度。

三、跳躍高度的比較

筆者在(民 89)研究顯示收縮速度與跳躍高度有著極大的正相關，即收縮速度快者跳躍高度比較高。因此本研究中，第二組選手的跳躍高度訓練方式，除了以 drop jump 有效的增加最大收縮速度外，同時在跳躍高度明顯比第一組的跳躍高度高出 0.18m 即 18 公分。出現這樣的結果雖然符合筆者先前的研究，但這樣的數據還未能完全在訓練方式比較中有所結論，探究其原因，可能與研究者在第二組所實施的訓練中多了一項連續跳躍攻擊訓練。反觀筆者在(民 89)的研究中提到，建議善用動力增強式訓練(Plyometrics)，肌肉的收縮方式有向心、離心與等長三種基本收縮型態，但肌肉並非只是單純的向心、離心與等長收縮，而是相當複雜的交替的運作，除了利用重量訓練來強化單一的收縮型態，設計動力增強式的訓練模式以更接近實際動作型態的方式來鍛鍊相關肌群。連續跳躍攻擊訓練就是最接近實際動作型態的訓練方法之一。將連續跳躍攻擊訓練安排在訓練計畫中，使選手在收縮速度與彈跳能力達到較高的水準。因此第二組選手除了收縮速度的表現較為第一組選手快以外，並間接的在跳躍高度表現上，亦比第一組選手更高。

四、爆發力的比較



兩組選手在爆發力的訓練方面類似，沒有特別加強訓練，但第二組在整體訓練中包含了增強式訓練和連續跳躍攻擊訓練，因此在爆發力的表現，第二組選手比第一組選手高了 188 瓦特，但是並未達顯著差異。

雖然第二組選手的爆發力表現仍比第一組優秀，在探討下肢肌力、最大收縮速度及跳躍高度的訓練方式比較後，不難發現爆發力的表現，也隨著肌力的大小、收縮的速度與跳躍高度呈現一致性的增多，這樣的結果可見爆發力的增加可能包含了很多因素，應逐一釐清各個因素，才能對爆發力及其組成因素有一全面性的訓練方式與發展方向。

綜合本文探討結果顯示，影響跳躍高度的最主要因素是下肢肌肉收縮速度，根據本研究結果，在訓練排球選手的下肢肌力時，除了訓練肌肉力量達到基本要求以外，增加肌肉的收縮速度應是重點之一，所以重量訓練應在一定的重量下，做最大全力的快速肌肉收縮，形成肌肉的塑性，來增加跳躍高度。

第三節 結論

由本研究之結果顯示，在下肢肌力，最大收縮速度，跳躍高度及爆發力四項中，只有最大收縮速度與跳躍高度有高度相關，其餘各項間均無顯著相關；而細究造成最大收縮速度不同的可能原因除了：個人的肌肉協調性、神經反射傳導等因素以外，增加了增強式訓練，例如「drop jump」也可以增快收縮速度。至於跳躍高度方面，以連續跳躍攻擊訓練，也能有效的增加高度。

另外，本研究在比較兩組排球選手表現的結果顯示，兩組選手在最大收縮速度與跳

躍高度均有顯著差異（第二組選手優於第一組選手），由肌力與爆發力方面則無顯著差異。再進一步分析，發現兩組選手在訓練過程中，第二組選手比較重視肌肉收縮方面和速度方面的訓練，因此在收縮速度上較快，跳躍高度亦表現的比較好。

第四節 建議

- 一、本文的兩組選手從入學以後的訓練方式不同，而影響最大收縮速度的原因，並不能單純歸於肌肉伸展－收縮的協調性、神經反射傳導等個人身體的鍛鍊，還有跳躍技巧的熟悉與否！故而本研究僅就等張肌力訓練方式進行討論，仍有諸多不可預測的變項所干擾，如跳躍技巧可能影響最大收縮速度。因此進一步對跳躍技巧作詳細評估與訓練，是日後研究的方向。
- 二、既然最大收縮速度與跳躍高度有高度的正相關，訓練方式可以用最大收縮速度為重點。訓練方式應善用動力增強式訓練(plyometrics)，並將增強式訓練安排在訓練計畫中，以循序漸進的方式導入增強式訓練，相信能使運動員的速度水準達到某一定的水準。