

貳、文獻探討

基於本研究之研究目的，在文獻探討方面分為：一、個人不同拔河姿勢與拉力相關之文獻，二、與拔河握繩位置有關之文獻，三、與拔河進攻動作有關之文獻，四、與拔河有關的文獻，五、拔河運動與測力板相關之文獻，六、結語等六個部份來加以探討。

一、個人不同拔河姿勢與拉力相關之文獻

Hugh-Johnes (1947) 以上半身保持直立的方式，測試不同的膝關節角度下，作用於地面的蹬力值，透過測力板蒐集反作用力之數值，結果也發現：膝關節角度在160 度時所產生之蹬力值是最大的。另外他以不同的膝關節角度（105、120、140 度），來測蹬力值得變化。結果也發現：蹬力值會隨膝關節角度的增加而增加。

Clarke (1950) 以不同身體姿勢為操縱變因，測試踝關節在90 度時足部蹬伸的肌力表現，結果發現不同的身體姿勢會產生不同的肌力值，重心—腳跟之連線與水平線的夾角愈小者，拉力值的表現會愈佳。也就是說：體軸與地面之夾角愈小，愈能產生較佳的拉力值。

Dempster(1958)就以自由體圖的方法比較在不同靜態姿勢及不同的肌

力計位置下對拉力值之影響，研究發現當身體和環境位於一封閉運動鏈系統(Closed chainsystem)中時，骨骼肌的肌力的主要功能在於維持身體於一特定關節角度下的姿勢，以利於身體重量產生一有效的力矩(Torque)，肌力是以間接的方式對拉力產生影響，並指出在不同拉力值受不同拘束條件所限制。

朱文光(1981)以10名大學橄欖球選手為受試對象，採用背肌力計測試選手在三種不同拔河姿勢的拉力值，研究結果指出三種拔河姿勢中以重心線(Gravity line)位於雙腳後方的拔河姿勢所獲得的拉力值最大，優於重心線位於兩腳跨距間的另外兩種拔河姿勢，達顯著水準($p < .05$)。

涂瑞洪、王金成(1997)以九名國家代表隊拔河選手為研究對象，以彈性模式推導出受試者最大蹬力模擬值所應對的關節角度，發現踝關節角度介於136至99度、膝關節角度介於136至101度、髖關節角度介於133至101度時會有最大值。類似的研究，Campney & Wehr(1965)以年輕的大學生為實驗之受試者，以鋼索拉力計(Cabletensionmeter)研究工具，研究膝關節伸肌的肌力曲線，也同樣發現所繪製的肌力曲線，在膝關節接近120度時，會有一峰值出現，在趨近120度時曲線呈漸增情形，過了峰值後又呈漸減。

山本博男、濱田直貳、溝上智士、保坂実(1999)等人透過拉計與握力計，以優秀男性拔河選手十五名為受試對象，探討身高、體重、背肌力、左右手握力和左右腿肌力在二種不同姿勢中最大拉力的關係，研究顯示在平行站立時手握力和最大拉力呈顯著相關($p < .01$)，腿肌力也呈顯著相關($p < .01$)。

黃家耀(2001)試以40名(男生19，女生21名，平均年齡 12.1 ± 5 歲，平均身高 156.5 ± 6 公分，平均體重 47.9 ± 8.7 公斤)國民小學拔河選手為研究對象探討在不同拔河姿勢下，身體屈、伸長度百分比之拉力值。資料以拉力計及攝影機同步收集下經多項式迴歸公式統計分析後，結果發現高姿勢與中高姿勢之拉力值隨著身體屈伸長度的縮小而呈現逐漸增大的趨勢，最大拉力值出現在60%身體屈伸長度。而中姿勢、中低姿勢與低姿勢，拉力值則隨著身體屈伸長度的減小初期呈現漸增的趨勢，最大值出現在80%身體屈伸長度，隨後則呈現漸減趨勢，這也說明對個人能產生拉力而言，拔河姿勢顯然受到個人身體體軸角度與重心長度變化量所影響。

二、與拔河握繩位置有關之文獻

山本博男、中嶋芳邦(1995)以拉力計為研究工具，以日本優秀拔河隊伍金澤隊選手為受試對象的研究發現一流選手其握繩位置的變化上為45

公分而快選手和慢速型選手則只有30 公分。經多次比賽經驗得出比賽致勝關鍵因素在於(一)fast break time 的大小 (二)握繩位置向下變化的差距 (三)與對方抗衡動作並產生拉力的穩性。在拔河預備姿勢至比賽開始初期的姿勢變化。不同類型選手於比賽初期的起始動作中，在握繩位置以及髖關節角度的變化曲線有明顯的不同，一流選手的曲線型式不同於快速型選手和慢速型選手。

山本博男、足立純治、渡邊健一(1999)以具拔河經驗的健康男學生十名，以拉力計測量慣用右手者，兩種不同握繩法與最大拉力及持續時間的關係，研究結果顯示左手前右手後與右手前左手後在動態拉力值與持續時間上皆具有顯著相關($p < .01$)。

井田勝行(2000)在觀察比較日本與英國參加2000 年世界錦標賽的選手相互比賽對拉靠繩位置後，發現日本選手靠繩位置較接近腋下，英國選手靠繩位置較接近腰部位置。

由於這部分的研究不多，此兩種不同動作型態的握繩方式，何者較符合力學效益，其原因有待進一步研究。

三、與拔河進攻動作有關之文獻

井田勝行(1992) Stroke能使出接近最大臂力的力量，不過由於準備的時間較長，再這當中有給予對方牽引機會的缺點。再者，使出大力表示疲勞的程度也強，因此這是短時間決戰的有效戰法，如果不能一口氣決勝負時，由於耗盡力量，常常在一步之差的形勢逆轉。並指出最近的趨勢雖以「後退步」為主流，但僅此以技術攻擊時，如果兩隊力量無差別，則不能成為決定性的攻擊方法，能產生最大拉力的，仍然是「猛拉」。

井田勝行(1992)後退時邊扭動腿邊伸展，更使上身左右搖晃著拉繩，可發揮螺絲釘(Screw)的效果，稱做Rolling。日本一般採用先以Stroke拉後，邊後退邊準備下次的Stroke。腳的移動加上腿及上身的扭動，將身體左右搖晃似的拉法，也很有效。當比賽動作停止，變成拉鋸的長期戰時，用Stroke等猛拉，大多不會輕易移動，反而因拉力而變成被拉，只會招致疲勞，這時候以伸展的兩腿交互左右的一點點使力，當場搖晃似的拉法，也是Rolling的應用。

林良俊(2004)以高中女子拔河選手八人為一受試隊伍，研究目的在於比較分析八人制拔河團隊在4種後退步頻(2步/秒、1步/秒、0.7步/秒、0.5步/秒)與4種後退步幅(5公分/步、10公分/步、15公分/步、20公

分/步)組合下的團隊拉力變化情形。在負荷320 公斤的拔河訓練機下，操作16 種組合的後退步動作，研究結果顯示：一、無論在何種後退步頻下最大拉力平均值皆有隨後退步幅逐漸增長而增大的趨勢。二、在後退步幅固定下，最小拉力平均值皆有隨後退步頻變低而逐漸減小的趨勢。三、最大與最小拉力平均值差呈現出後退步幅愈長且後退步頻愈低則差值愈大的現象。四、左、右足在推蹬的拉力比較上，不論是最大拉力平均值或是最小拉力平均值，皆具有右足的推蹬拉力大於左足的趨勢。

由以上的文獻可以得知拔河進攻動作大致可分為「後退步」及「猛拉」兩種，若要以進攻獲得最大力量來取得勝利，需使團隊動作整齊一致，才能使整體力量合而為一。目前有在針對拔河進攻動作進行運動科學相關研究的以日本居多。

四、與拔河有關的文獻

山本博男、保坂実、剛田直行、佐藤正志等人(2001)以一名受試者採樣數為97，透過受試者身高、體重及拔河拉力具有高度相關的參數建構一可模擬不同拔河姿勢下拉力值之黑箱模式。研究所得之實驗值和模擬值間的相關為0.879 並指出要求取最大牽引力時踝關節角度與髖關節角度要呈正向關係，膝關節角度與髖關節及踝關節角度要呈負向關係。在拉力與身

體軸的關係上，體軸每傾斜一度將可提昇大約2.8kgw 的拉力。

謝和龍(2001)以國內10位優秀男子拔河選手為受試對象。分別就:(一)室內拔河運動(Indoor tug of war)心肺反應之情形。(二)比較進攻動作(Back step)與防守動作(Power hold)心跳率、攝氧量、運動強度自覺量表、血壓以及血乳酸之差異。(三)拔河運動恢復期血乳酸之變化情形進行探討。研究結果指出在拔河運動中進攻動作與防守動作分別達最大攝氧量45.4%與31.4%達最大心跳率75.6%與67.6%。(三)拔河進攻動作的攝氧量、心跳率、運動強度自覺量表、血乳酸和心縮壓比防守動作高分別為 25.67 ± 4.67 vs. 17.96 ± 4.31 ml/kg/min; 143 ± 14.9 vs. 131 ± 11.5 beats/min; 5.8 ± 0.98 vs. 4.2 ± 0.98 ; 5.3 ± 0.95 vs. 4.0 ± 0.81 mmol/L; 145 ± 13.4 vs. 131 ± 12.3 mmHg 且達顯著差異至於心舒壓則否。(四)血乳酸峰值出現在運動後第3分鐘，但此時間與第1、5、7分鐘未達顯著差異。

井田勝行(1993)研究指出國家級選手每人約有200kg之拉力值，但是四人合拉時緊產生700~760kg之總拉力，其耗損約為5-12%，而八人合拉時更只能產生1300~1400kg之總拉力值，其耗損約為12-19%，隨著人數增加耗損之拉力值更多，這亦說明拔河人數愈多，動作愈不容易產生一致，力量也就易於耗損。

涂瑞洪、王金成、蔡三雄(1997)指出拔河下肢伸展肌群之彈性特徵，不是一種彈性係數為恒定常數之彈性模式，而是一種彈性係數與重心長度變化量及重心角度呈函數關係之彈性模式。彈性模式可表示為： $F = k(\Delta L, \theta) \Delta L$ ；其中 $k(\Delta L, \theta)$ 為彈性係數函數， θ 為重心角度、 ΔL 為重心長度變化量。

涂瑞洪、王金成(1997)以國內優秀拔河選手為研究對象，假定人體為一彈性體，彈性體長度為身體重心至腳支點的長度，恢復力為下肢肌群作用於測力板之蹬力，以進行彈性模式的模擬。實驗結果顯示實驗值與模擬值間的估計標準誤差值為2.75 公斤，僅佔平均蹬力的百分之三左右。顯示以彈性模式對於拔河靜態姿勢之蹬力值進行模擬不僅可達到單純化(Simplification)的目的，同時亦具有極佳的精確度。

涂瑞洪(1996)以國內優秀拔河選手為研究對象，假定人體為一彈性體，彈性體長度為身體重心至腳支點的長度，恢復力為下肢肌群作用於測力板之蹬力，以進行彈性模式的模擬。以明確的採樣方法做為採樣的依據，得到更精確的模擬結果，蹬力實驗值與模擬值間的估計標準誤差值為0.16 公斤，不超過平均蹬力的百分之一。

王金成(1999)以九名國家代表隊選手為研究對象，以彈性理論為依據，建立拔河靜態姿勢下肢伸展肌群蹬力之彈性模式，模擬選手在不同重心長度變化量以及不同重心角度下所能產生的蹬力值，並經由聯立方程式的推導解出對應最大蹬力值的靜態拔河姿勢中各關節的角度，以做為教練及選手在姿勢修正上的依據。研究結果顯示，經由聯立方程式的推導解出受試者最大蹬力模擬值所對應的各關節角度。於各選手間，踝關節角度介於76 度至55 度，膝關節角度介於-12度至11 度，髖關節角度介於72 至54 度，肩關節角度介於203 度至182 度，所得數據可立即供教練作為技術指導上的重要依據。

郭昇、林良俊、陳膺成、謝和龍(2001)以2000 年亞洲盃第一階段選拔賽之拔河隊伍為研究範圍，針對各隊出賽選手體重順位與出賽排位進行調查，研究結果指出教練在安排位置上可依選手體重進行排序，較重的選手安排在第八位與第一位，而體重較輕的選手可安排在第六位與第七位；而其中又以第一位選擇體重較重的選手有較大的獲勝機會。

涂瑞洪(2002)以曾獲得高中組冠軍之團隊七名成員為受試對象，建構在拔河選手個別姿勢之水平拉力關係，以探討整合團隊之拔河表現，利用排列組合所得之團隊最佳值作為以身高、體重、肌力表現等因素進行位置

排序之參考依據。研究結果顯示實際值與推估值之估計標準誤差值不超過5%，顯示所採用的倒傳遞網路演算法具有極佳的適切性。提供依不同隊形可配合成員不同身高、體重及肌力表現進行團隊最佳隊形編排之具體方法。

郭耿舜(2002)以長時間受過訓練之國小八人制拔河隊之隊員為受試對象，依不同拔河姿勢(高、中、低姿)，配合不同站姿(開放式與閉鎖式)，探討對團隊動作表現之影響，研究發現三種不同啟動姿勢採開放式站姿皆有較佳之團隊表現。

翁梓林(2003)以八名台灣地區大學女甲組選手為受試對象，平均身高 165.8 ± 5.5 公分，平均體重 61.1 ± 6.3 公斤，平均年齡 18.8 ± 0.7 歲。研究結果發現模擬單人分解動作之拉力、兩人輪流起身組合動作之拉力及三人坐地後任意輪流起身動作之拉力，在實際值與模擬值之誤差百分比率皆不超過百分之五。根據模擬三種不同方式人數組合之起身動作具有良好精確度，進一步模擬團隊八人輪流起身動作之合拉力，並以估計標準誤檢驗類神經網路模式之精確度，結果發現在實際值與模擬值之誤差百分比率介於百分之四至百分之九。因此，以類神經網路之理論所建構模式，能有效表達團隊拔河坐地後輪流起身過程之拉力，此模式建立不僅可達單純化之目的，同時亦具有良好精確度。

郭昇(2004)以台北市景美女中女子組八名選手為受試對象，針對拔河中姿勢或中低姿勢下，以足跟至髖關節點垂直地面位置的不同坐地起身距離（25公分、35公分、45公分、55公分）及不同軀幹體角（前傾、垂直、後仰姿勢）對坐地起身動作之最大拉力值與靜態穩定平衡平均拉力值的探討。研究結論指出以55公分坐地距離配合後仰姿勢的起身動作可擁有最大的拉力值與最高的靜態平衡穩定平均拉力值。

從上述的拔河相關研究可以看出拔河運動的研究技術不斷的在進步，從單一選手之靜態拔河姿勢、下肢關節力矩及下肢段肌肉彈性特徵之探討，一直到近期團隊動作及利用倒傳遞網路演算法找出最佳隊形編排的探討，甚至國內已有研究者以運動生理學的角度(謝和龍，2001)及技術的觀點(郭耿舜，2002；林良俊，2004；郭昇，2004)針對拔河運動之技術做相關的研究。但至目前為止，鮮少有關在拔河進攻動作後退步相關研究的出現，由於後退步是拔河運動在進攻技術上最重要的一項技術，也是贏得比賽的主要方法，實有待進一步探討之必要性。

五、拔河運動與測力板相關之文獻

山本博男、東章弘、橫山慎二(1992)等人將受試者鞋底固定於測力板表面上的方式進行實驗，發現拔河受試者作用於測力板上之合角度與拔河繩上拉力計所顯示的拉力值間在統計上呈負相關的關係。即拉力計所測得的拉力值愈大則透過測力板所測得的合力角度愈小。

山本博男、中神尚人、庭野統弘、遠藤哲也(1996)以拉力計與測力板檢試兩者之關聯性，研究發現一達到穩定平衡之靜態拔河姿勢中，拔河者作用於地面蹬力之水平分力，會等於作用於拔河繩拉力之水平分力。

涂瑞洪(1997)曾以拉力計與測力板兩項儀器，去檢測兩者在水平蹬力上之誤差，在二十一次測試中研究發現誤差極小，具有相當之一致性。

從以上文獻可得知以測力板作為拔河動作實驗之器材，對實際拔河之拉力值有相當高之信度與效度，對拔河之個人姿勢探討亦有其貢獻，證實了測力板(Force plate)是運動生物力學研究測量力之量值大小不可或缺的實驗工具，可精確量測三維空間之分力，也正因為如此，測力板也就成為本次研究非常重要的實驗工具。

六、結語

綜合上述研究中，顯示拉力和姿勢間具有極密切的關係，且建立了利用倒傳遞網路演算法找出最佳隊形編排的方法，卻鮮少有關於拔河進攻動作的探討，由於台灣仍舊處於模仿學習的發展階段，若能分析比較台灣目前正在發展中的兩種不同動作型態之拔河進攻動作「歐洲後退步」與「日本後退步」，於起步後隨即實施進攻動作後的運動學與動力學參數，對於此兩種不同動作型態的拔河進攻動作將獲得全面性的了解，以作為往後教練在訓練選手時能有一個選擇及參考的依據。目前國內只有林良俊（2004）針對團體後退步進行研究，也建議在未來的研究可以進一步使用測力板系統，以單人在測力板上操作後退步動作，作者本次的研究便是以測力板系統作為蒐集動力學資料的實驗儀器，希望能延續熱愛拔河運動諸位先驅的研究精神，並期望本研究能對國內的拔河運動有所貢獻。