

肆、結果與討論

本研究的結果與討論將分為：一、兩種不同拔河進攻動作各項運動學參數比較，二、兩種不同拔河進攻動作各項動力學參數比較，三、兩種不同拔河進攻動作各項參數之相關性探討等三個部分來加以說明，所有研究參數數值列於附錄三，而實驗統計數值列於附錄四。

一、兩種不同拔河進攻動作各項運動學參數比較

(一) 動作完成時間

林良俊(2004)的研究中探討不同後退步頻與步幅對團隊拉力的影響，顯示步頻應用在進攻戰術上的重要性，然而這兩種不同進攻動作因為握繩位置及動作型態上的不同，相信在比賽中應當有其產生團隊最大拉力適合的步頻，而本實驗的受試隊伍在進攻步頻上皆快於其他國內優秀隊伍，並且無教練在場邊指導，其力量卻源源不絕，至今未嘗敗績，因此本實驗有必要針對每步完成動作時間進行探討，希望透過本研究能了解此隊伍在比賽中後退步的步頻，以下是兩種不同進攻動作之動作完成時間，統計值列於表4-1。

表4-1 動作完成時間統計值表 (秒/步) (N=8)

進 攻 動 作 統 計 值	日本後退步	歐洲後退步	t 值
平均數	0.73±0.17	0.83±0.21	-4.82 **

* P<.05 ** P<.01

由表4-1可知 歐洲後退步進攻動作，比日本後退步花費更多的完成動作時間且達P<.01 顯著差異。

(二) 重心垂直位移及左右位移

八人制拔河運動因運動的屬性，其上下左右搖擺的動作，儼然已成為運動學上非常重要的特色，也正因為此搖擺的動作，才能團結整合八人的力量，整合的情況視教練的戰術而定，在比賽中，有些隊伍藉由較大的上下擺動來獲得團隊最大拉力，有的則利用較大的左右搖擺來獲得。相反的，也有隊伍是採取較小的上下擺動或是左右搖擺獲取最大拉力，甚至是兩者皆有。然而在比賽中，也時常見到因左右搖擺過大使得整隊的重心偏離至足底支撐面積外，導致左右晃動力量過大而破壞了該隊的平衡影響穩定性，但是晃動太小也無法有效整合團隊最大拉力，到底搖擺程度如何，才能有效產生團隊最大拉力，而這兩種不同拔河進攻動作在上下左右位移上是否有其不同的地方，而其身體重心的軌跡為何，都是值得探討的重要參數。以下是兩種不同進攻動作重心之垂直及左右位移統計值，列於表4-2。

表4-2 重心之垂直及左右位移統計值表（公分）（N=8）

進 攻 參 數	統 計 值	日 本 後 退 步	歐 洲 後 退 步	t 值
垂 直 位 移	2.66±0.71	3.69±0.97	-3.45 **	
左 右 位 移	11.14±1.91	10.08±1.47	3.66 **	

* P<.05 ** P<.01

表4-2 日本後退步的重心垂直位移小於歐洲後退步，且達P<.01 顯著水準；但是重心左右位移比歐洲後退步大，並達P<.01 顯著水準。由此可知日本後退步的進攻動作偏向於左右搖擺的模式而歐洲後退步則傾向於上下擺動的進攻模式。從底下圖形中，更可以清楚的了解兩種不同進攻動作其重心在XZ平面(額狀面)、XY平面(橫切面)及立體3D的位移軌跡。

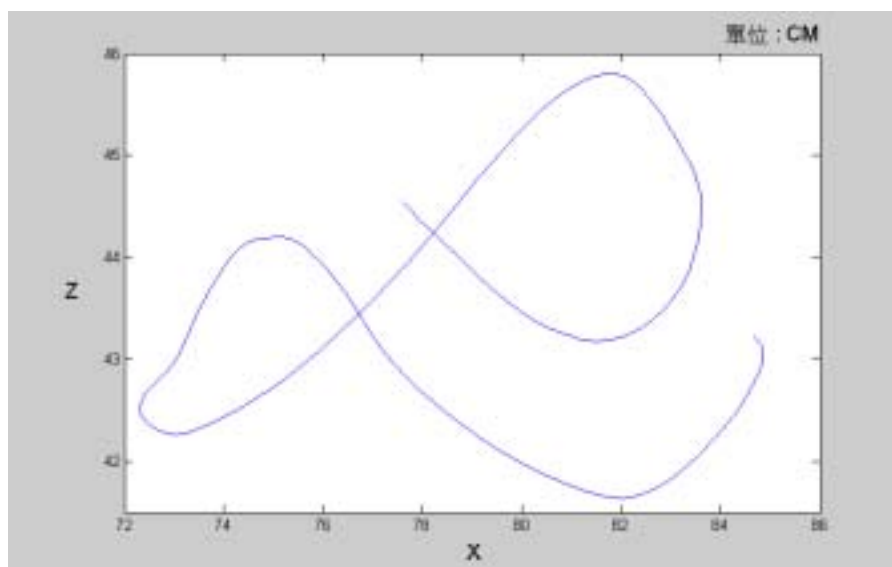


圖 4-1 日本後退步 XZ 平面(額狀面)之身體重心軌跡圖

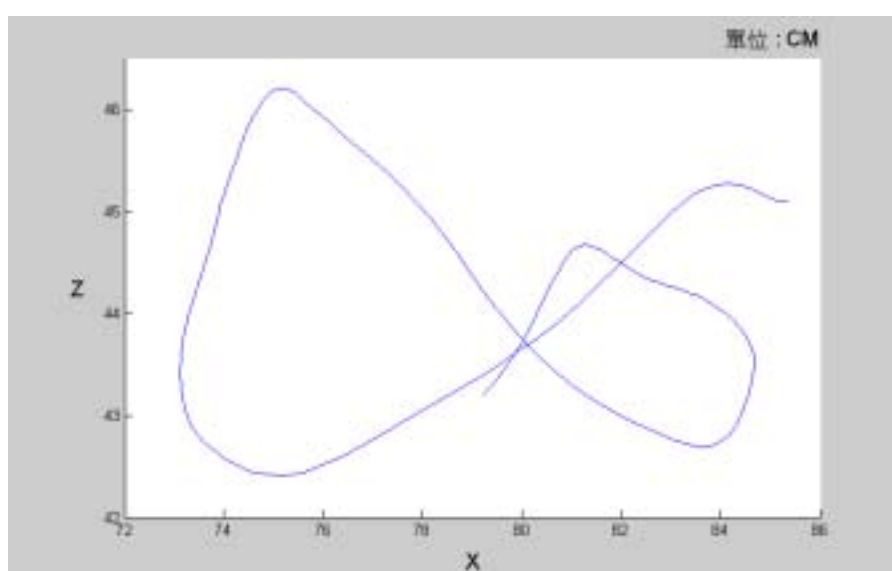


圖 4-2 歐洲後退步 XZ 平面(額狀面)之身體重心軌跡圖

圖 4-1 及圖 4-2 為日本及歐洲兩種後退步在 XZ 平面(額狀面)上身體重心的軌跡，從圖形中瞭解其重心軌跡皆為 ∞ 字形，並可清楚比較出左足及右足推蹬時，其重心在上下及左右位移範圍的差異，雖然數據無法知道左右腳個別造成的位移差異，但經由這些數據所跑出來的軌跡圖形可判斷出，日本後退步左腳推蹬時所造成的上下左右位移範圍均大於右腳，而歐洲後退步卻有相反的結果，這主要的差異應當與握繩方式導致動作型態上的不

同有關，相信以下所獲得的許多參數，可以證明它們的不同之處，並進一步做相關性的探討。

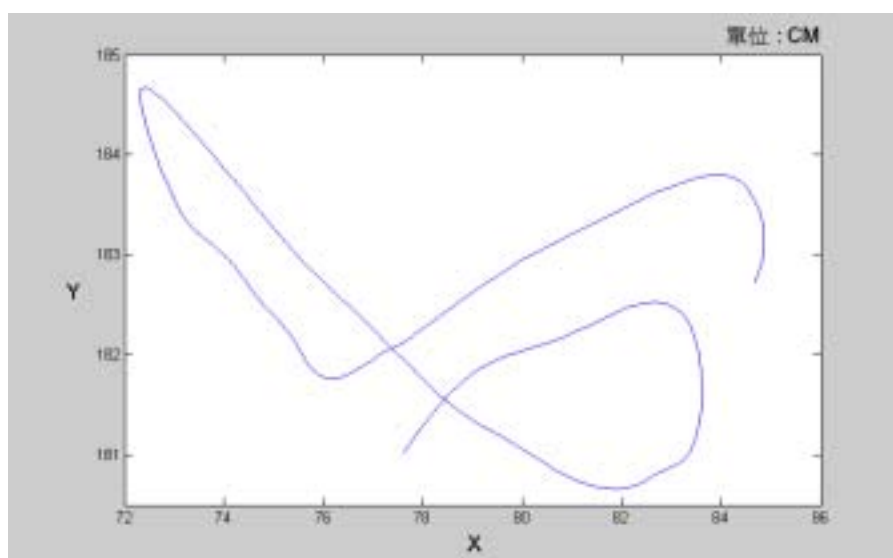


圖 4-3 日本後退步 XY 平面(橫切面)之身體重心軌跡圖

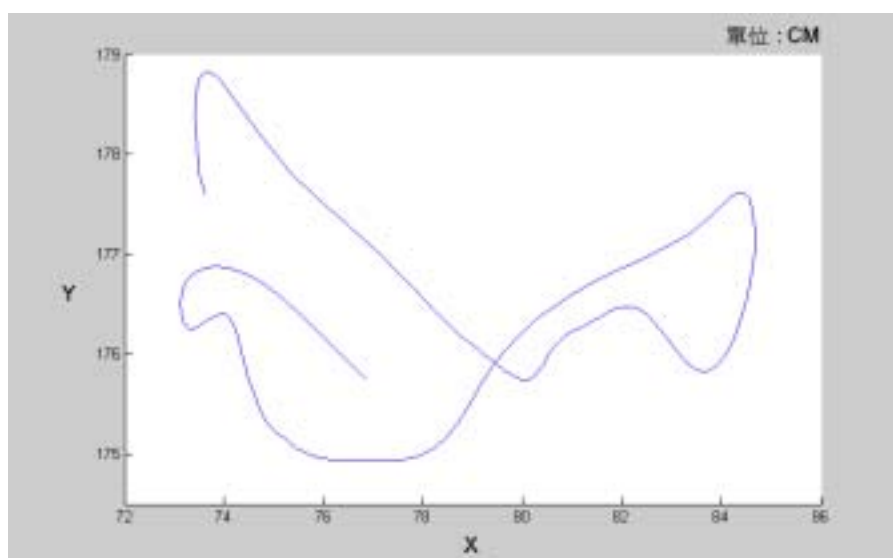


圖 4-4 歐洲後退步 XY 平面(橫切面)之身體重心軌跡圖

圖 4-3 及圖 4-4 為日本及歐洲兩種後退步在 XY 平面(橫切面)上身體重心的軌跡，從圖形中瞭解其重心軌跡亦皆為 ∞ 字形，因為此橫切面可瞭解重心在 Y 軸方向前後位移的範圍，由於是週期性的動作，因此 ∞ 字形軌跡也會隨著後退步而往後移動，從圖形中亦可比較出左足及右足推蹬時，其

身體重心左右位移範圍的不同，並與額狀面身體重心的軌跡相雷同，所以可以進一步證實兩種不同進攻動作身體重心在上下及左右的位移確實是有差異。

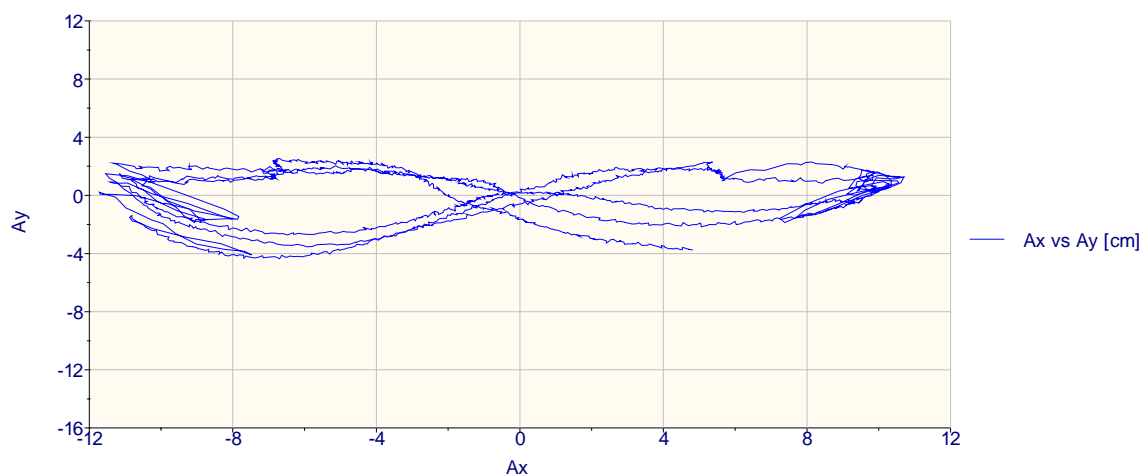


圖 4-5 日本後退步 COP 軌跡圖

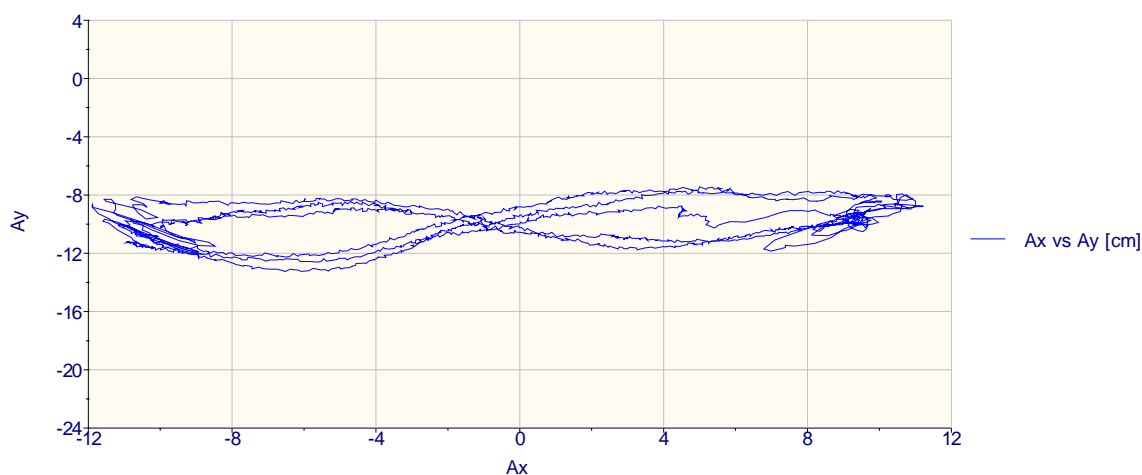


圖 4-6 歐洲後退步 COP 軌跡圖

COP 是測力板上可測得的另一項重要參數，稱為足底壓力中心，可表示兩足壓力中心在 XY 平面（橫切面）的軌跡。圖 4-5 及圖 4-6 分別為日本及歐洲後退步足底壓力中心的軌跡圖形，與橫切面身體重心軌跡一樣皆為

∞字形，同時可以看出左、右足推蹬所造成的個別位移差異。而以下圖 4-7 及圖 4-8 分別為日本後退步與歐洲後退步身體重心 3D 的軌跡變化情形。

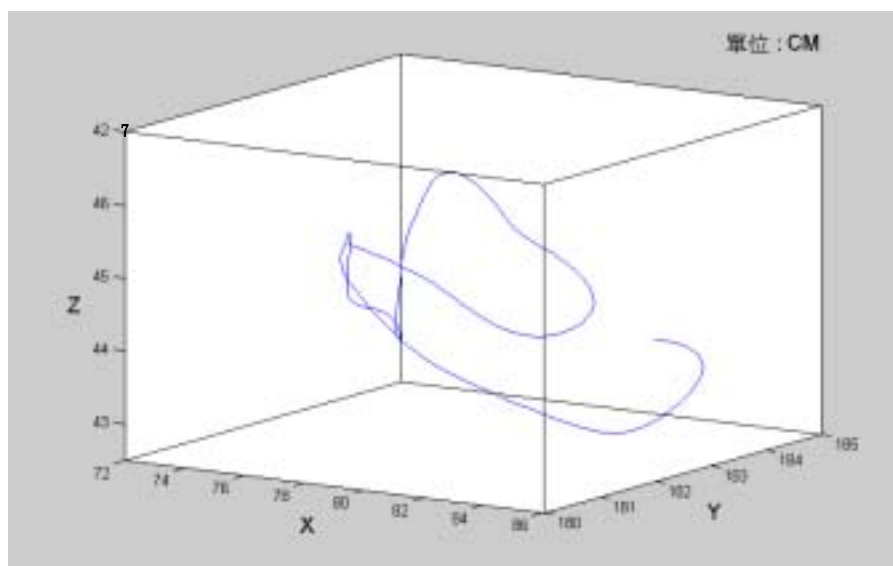


圖 4-7 日本後退步身體重心 3D 軌跡圖

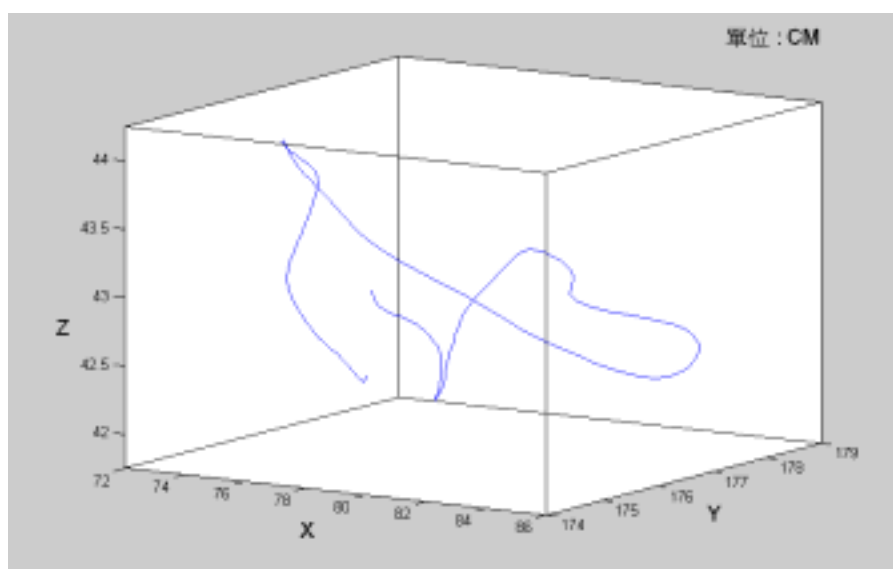


圖 4-8 歐洲後退步身體重心 3D 軌跡圖

(三) 左、右足出現Fymax與Fymin時各關節角度變化

在先前的研究中，受試者的實驗動作都是以2D的方式來拍攝，因此所蒐集到的運動學資料也都只有2D，尤其是各關節角度(涂瑞洪，1996；涂瑞洪、王金成，1997；王金成，1999；黃家耀，2001；郭耿舜，2002；林良俊，2004)，而本研究的兩個實驗動作，其握繩位置及動作型態上有所不同，因此有必要探討上半身各關節角度的變化，然而後退步是屬於週期性的動作，亦有必要對左、右足出現Fymax及Fymin的各關節角度變化情形作進一步的探討。經由測力板上驅動同步，將水平分力資料與影像資料做同步對照，區別出由左足或是右足推蹬所產生的Fymax值與Fymin值，藉以比較左足和右足在Fymax值與Fymin值各關節角度的變化情形。

1. 左、右手之肘、腕關節

表4-3 不同後退步左、右足出現Fymax與Fymin之左、右手肘、腕關節角度比較表

(單位：角度)

上半身 左手肘關節 右手腕關節	不同後退步							
	日本後退步				歐洲後退步			
角度	左 Fymax	左 Fymin	右 Fymax	右 Fymin	左 Fymax	左 Fymin	右 Fymax	右 Fymin
左手肘關節	158.2 ±5.47	157.8 ±5.75	156.4 ±5.75	157.2 ±5.49	151.0 ±7.85	151.1 ±7.63	150.7 ±8.26	151.0 ±8.12
右手肘關節	136.5 ±8.95	136.8 ±8.76	139.8 ±6.57	137.4 ±8.92	159.6 ±5.45	160.1 ±5.12	160.2 ±5.43	160.6 ±5.1
左手腕關節	135.9 ±5.71	137.1 ±5.68	137.6 ±5.95	136.1 ±5.25	130.2 ±7.89	129.9 ±7.31	129.8 ±7.54	130.2 ±7.2
右手腕關節	136.8 ±5.52	136.0 ±6.22	136.0 ±5.81	136.6 ±5.91	141.6 ±6.44	141.1 ±5.91	141.6 ±7.01	141.9 ±6.85

從表4-3 所獲得的數據中可了解到這兩種後退步其左、右足在出現Fymax與Fymin時之左手及右手肘關節與左手及右手腕關節分別無差異，進一步可簡化成4-4統計表。

表4-4 不同後退步左、右手肘、腕關節角度統計值表(角度) (N=16)

參數	進 攻 動 作 統 計 值	日本後退步	歐洲後退步	t 值
左手肘關節		157.3±5.5	150.9±7.79	4.57 **
右手肘關節		138.2±7.78	159.9±5.27	-10.3 **
左手腕關節		136.5±5.75	130.0±7.46	4.03 **
右手腕關節		136.4±5.49	161.6±6.5	-5.2 **

* P<.05 ** P<.01

因握繩方式導致動作型態上的不同，使得這兩種不同後退步左手及右手的肘、腕關節均達顯著差異，且達P<.01 顯著水準。

2.左(右)足出現Fymax與Fymin之左(右)髖、膝、踝關節

表4-5為兩種不同進攻動作左足出現Fymax與Fymin之左髖、膝、踝關節角度的變化情形，由於右髖、膝、踝關節並非是左足推蹬主要的影響參數，因此在此便不列出。而表4-6為兩種不同進攻動作右足出現Fymax與Fymin之右髖、膝、踝關節角度的變化情形，從以下表中可得知這兩種不同進攻動作左(右)足分別出現在Fymax與Fymin之左(右)足髖、踝關節並無顯著的變化，而膝關節角度變化較為明顯，日本後退步左足約4度、歐洲後退步左足約2度、日本後退步右足約4度、歐洲後退步右足約4度。

表4-5 不同後退步左足出現Fymax與Fymin之左髖、膝、踝關節角度比較表
(單位：角度)

上半身 左手肘關節 右手腕關節	不同 後退步 角度	日本後退步		歐洲後退步	
		Fymax	Fymin	Fymax	Fymin
左髖關節		153.1 ± 8.01	154.4 ± 6.84	153.2 ± 5.79	156.0 ± 6.34
左膝關節		145.9 ± 11.46	149.4 ± 8.61	145.3 ± 8.28	147.1 ± 7.02
左踝關節		151.4 ± 7.42	151.6 ± 6.4	150.1 ± 8.65	150.5 ± 7.94

表4-6 不同後退步右足出現Fymax與Fymin之右髖、膝、踝關節角度比較表
(單位：角度)

上半身 左手肘關節 右手腕關節	不同 後退步 角度	日本後退步		歐洲後退步	
		Fymax	Fymin	Fymax	Fymin
右髖關節		153.7 ± 7.48	155.5 ± 7.83	154.3 ± 5.7	156.6 ± 5.69
右膝關節		145.5 ± 10.04	149.9 ± 8.78	145.7 ± 10.31	149.8 ± 9.27
右踝關節		154.9 ± 4.3	155.5 ± 4.56	151.1 ± 6.95	152.8 ± 6.83

3.重心角度

表4-7 兩種不同進攻動作之左、右足出現Fymax之重心角度平均值統計值表(角度)
(N=8)

左 右 足	進 攻 動 作	日 本 後 退 步	歐 洲 後 退 步	t 值
左足		23.9±1.12	22.7±1.12	4.93 **
右足		22.5±1.17	24.1±1.9	-3.52 **
t 值		9.17 **	-7.04 *	

* P<.05 ** P<.01

表4-7 日本後退步右足有較低的重心角度，而歐洲後退步左足則有較低的重心角度，兩種不同進攻動作之左、右足出現Fymax之重心角度平均值均有顯著的差異，且達P<.01的顯著水準。Fymax之重心角度由小至大依序為：日本後退步右足<歐洲後退步左足<日本後退步左足<歐洲後退步右足。

4. XZ平面（額狀面）之上半身身體傾斜角度

表4-8 不同後退步左、右足出現Fymax與Fymin之XZ平面上半身身體傾斜角度比較表

(單位：角度)

不同 後退步	左右足Fymax 及Fymin 傾 斜 角 度			
	左 Fymax	左 Fymin	右 Fymax	右 Fymin
日本後退步	5.2 ± 4.67	4.0 ± 4.87	5.9 ± 4.59	4.3 ± 3.87
歐洲後退步	5.3 ± 4.29	3.9 ± 3.89	4.6 ± 4.69	3.6 ± 3.93

表4-8中可得知日本後退步在右足出現Fymax時有較大的XZ平面（額狀面）上半身身體傾斜角度，其傾斜角度由大致小依序為：右Fymax > 左Fymax > 右Fymin > 左Fymin，而歐洲後退步在左足出現Fymax時有較大的XZ平面（額狀面）上半身身體傾斜角度，其傾斜角度由大致小依序為：左Fymax > 右Fymax > 左Fymin > 右Fymin。

5. XY平面（橫切面）之上半身身體傾斜角度

表4-9 不同後退步左、右足出現Fymax與Fymin之XY平面上半身身體傾斜角度比較表

(單位：角度)

不同 後退步	左右足Fymax 及Fymin 傾 斜 角 度			
	左 Fymax	左 Fymin	右 Fymax	右 Fymin
日本後退步	9.4 ± 6.5	9.7 ± 6.79	9.0 ± 6.8	8.7 ± 6.47
歐洲後退步	6.4 ± 4.76	6.5 ± 4.29	7.0 ± 4.8	7.0 ± 4.9

從表4-9 所獲得的數據中可了解到這兩種後退步其左、右足在出現Fymax與Fymin時XY平面(橫切面)之上半身身體傾斜角度分別無差異，進一步可簡化成4-10統計表。

表4-10 不同後退步XY平面(橫切面)上半身身體傾斜角度統計值(角度) (N=32)

參 數	進 攻 動 作		t 值
	日本後退步	歐洲後退步	
橫切面上半身 身體傾斜角度	9.2±6.32	6.7±4.47	2.68*

* P<.05 ** P<.01

因握繩方式導致動作型態上的不同，使得這兩種不同後退步XY平面(橫切面)之上半身身體傾斜角度達顯著差異，且達P<.05 顯著水準。

二、兩種不同拔河進攻動作各項動力學參數比較

(一) Fymax平均值比較分析

現今的八人制拔河運動是一項技術、體能、心理戰、及力量的競技運動，當一支訓練有素的隊伍，即使同時擁有絕佳的隊形、完美的默契、超人的體能、及永不放棄的鬥智，卻遇上了一隊個人及團隊力量強大的隊伍，即便沒有絕佳的隊形，也沒有超人的體能，卻只有團隊的默契，就能將個人力量整合成為團隊最佳的獲勝武器，也就是團隊拉力。因此，比賽時都會以團隊最大拉力來作為判定一個隊伍實力的好壞，雖然並不是絕對的，但卻是一個很重要的依據，通常在比賽剛開始時，力量較大的一方，即能取得先機，並佔有主動進攻的優勢，因此時常會看到即使防守技巧好、默契好、體能好的隊伍呈現一面倒的趨勢，而本次研究受試者的隊伍就是屬於進攻力量強大的隊伍；除此之外，還可以以強拉的方式來破壞對方的隊形，使其團隊拉力無法一致，擊潰敵隊的防守。因此一個隊伍的團隊最大拉力值越大，勢必能輕鬆克敵，相對也就顯現姿勢技巧及個人最大拉力值的重要性。因為要提昇一個隊伍的團隊最大拉力，首當其衝必須先提昇個人的體能、技巧及最大拉力，如此一來，當團隊進攻動作一致後，團隊最大拉力勢必也會隨著提昇。因此在團隊演練與體能訓練的過程中，教練與選手都會以提昇隊伍的最大拉力值為主要的訓練目標，而有關拔河研究的文獻，也常以最大拉力為研究的主軸(山本博男等人，1996；涂瑞洪，1996；王金成，1999；黃家耀，2001；郭耿舜，2002；林良俊，2004)。所以本研究的結果與討論一開始亦針對兩種不同拔河進攻動作之Fymax平均值作探討，其統計值列於表4-11。

表4-11 Fymax標準化統計值表（牛頓/公斤）

受試者 (N=8)	體重 (公斤)	日本後退步		歐洲後退步	
		作用力 (牛頓)	標準化 (牛頓/公斤)	作用力 (牛頓)	標準化 (牛頓/公斤)
平均數	72.75	1353.36	18.6	1316.24	18.09
標準差	2.49	62.22	0.54	67.21	0.73
t 值		5.29 **			

* P<.05 ** P<.01

表4-11 中可得知受試者所實施之日本後退步所產生的Fymax平均值大於歐洲後退步的Fymax平均值，且達P<.01 顯著水準。兩種不同進攻動作所產生的Fymax平均值，日本後退步相當於1.9倍的體重，而歐洲後退步也有1.85倍的體重。

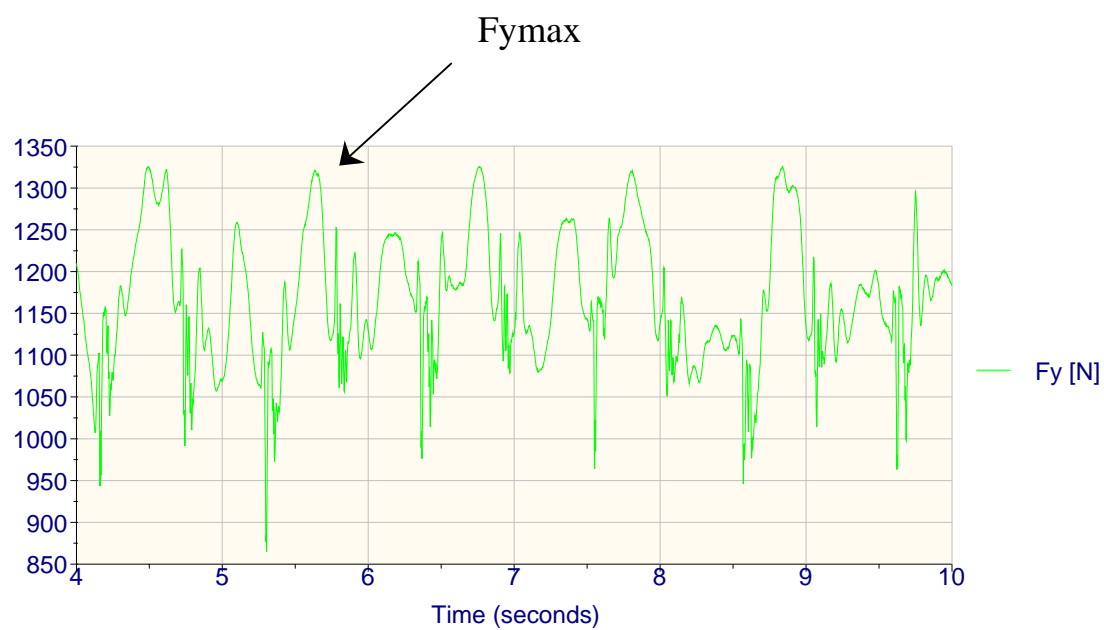


圖4-9 日本後退步Fymax 示意圖

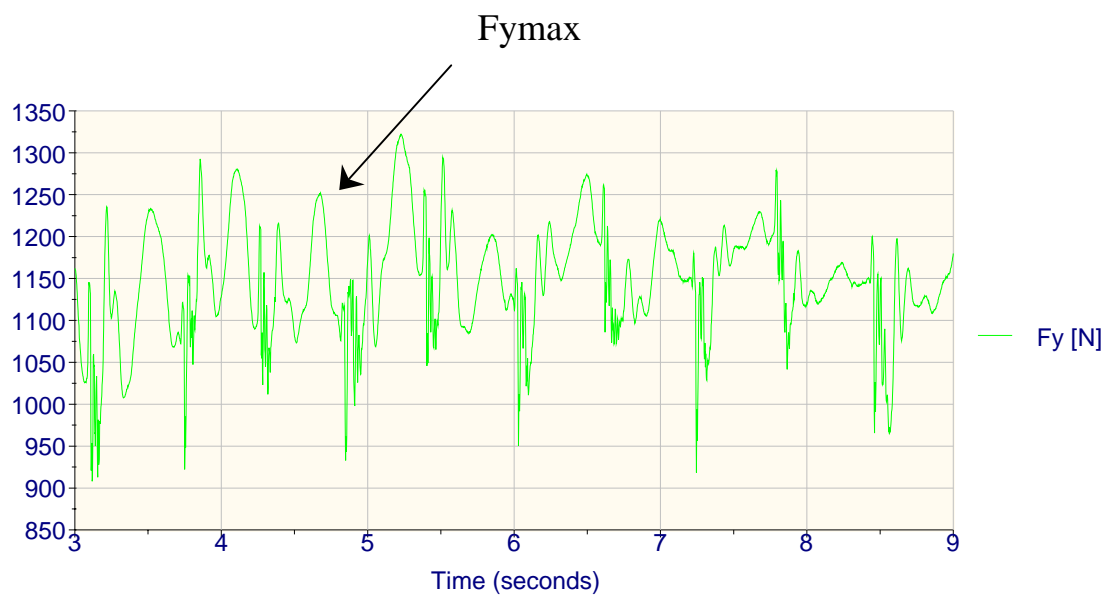


圖4-10 歐洲後退步Fymax 示意圖

(二) Fymin平均值比較分析

在拔河比賽過程中不可能從頭到尾都持續維持最大拉力做進攻動作，有最大拉力的產生，也就一定會有最小拉力的出現，這是必然的情況，因此當比賽中的兩隊，在團隊最大拉力有勢均力敵的表現時，如何提昇團體最小拉力，就成為致勝的主要關鍵，雖然團隊最大拉力是判定一個隊伍實力好壞的主要參數，但也並不能完全代表一個隊伍的優劣，尤其是勢均力敵的時候，因為最大拉力只是一瞬間的表現，如果沒辦法在緊接而來的最小拉力值上維持一個較高水平的表現，一旦雙方的對戰時間延長，極有可能面臨在推蹬後又被反拉回去的情形，尤其是最後疲勞產生時，最小拉力的表現就會下降，就容易影響隊伍進攻的穩定性，就有落敗的可能了。因此可以說最小拉力值愈大的隊伍，其進攻的穩定性愈高，所以最小拉力的表現也是一個重要的考量因素。以下是兩種不同拔河進攻動作之Fymin平均值，其統計值列於表4-12。

表4-12 Fymin標準化統計值表（牛頓/公斤）

受試者 (N=8)	體重 (公斤)	日本後退步		歐洲後退步	
		作用力 (牛頓)	標準化 (牛頓/公斤)	作用力 (牛頓)	標準化 (牛頓/公斤)
平均數	72.75	1102.54	15.15	1047.11	14.39
標準差	2.49	93.77	0.85	106.18	1.29
t 值		3.06 *			

* P<.05 ** P<.01

表4-12 中可得知受試者所實施之日本後退步所產生的Fymin平均值大於歐洲後退步的Fymin平均值，且達P<.05 顯著水準。兩種不同進攻動作所產生的Fymin平均值，日本後退步相當於1.55倍的體重，而歐洲後退步約為

體重的1.47倍。表4-11及4-12得知日本後退步之 $F_{y\max}$ 及 $F_{y\min}$ 平均值均高於歐洲後退步，由此可知日本後退步擁有較高的進攻穩定度。

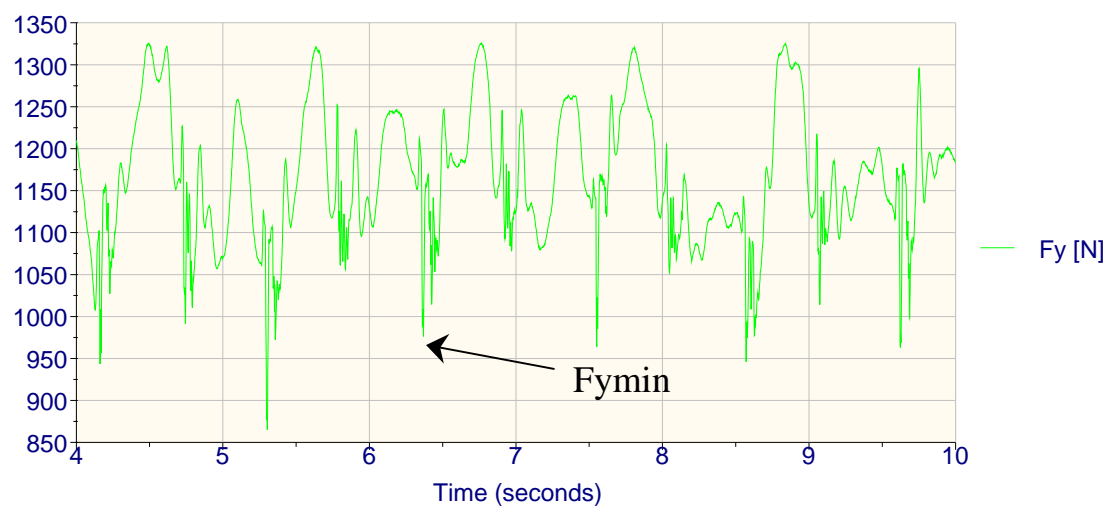


圖4-11 日本後退步 $F_{y\min}$ 示意圖

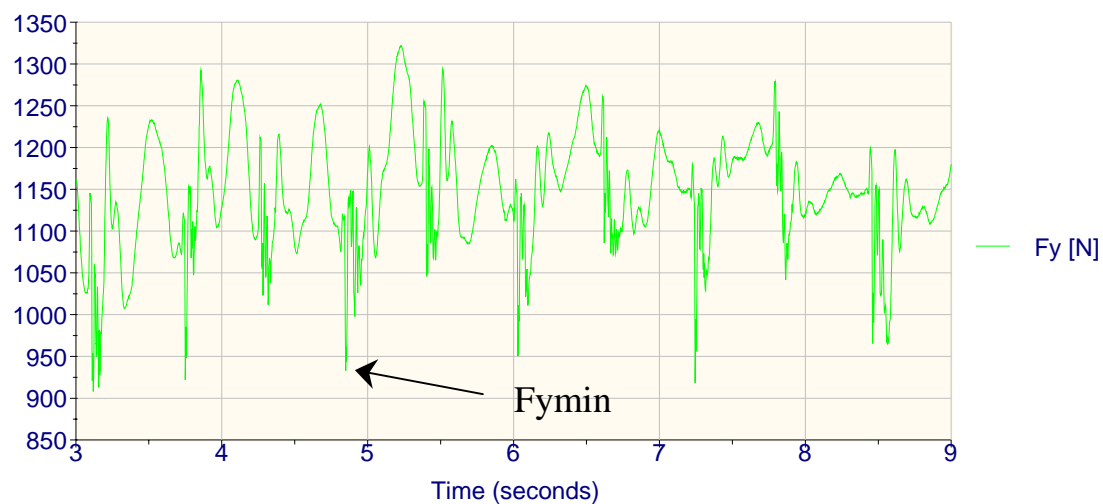


圖4-12 歐洲後退步 $F_{y\min}$ 示意圖

(三) Fymax與Fymin平均值差的比較分析

台灣現今的八人制拔河運動，大部分的比賽時間都在一至兩分鐘左右，拔河運動逐年進步當中，小學生的實力也漸漸的不再像以往強拉的進攻模式，而是採取後退步進攻動作，常常見其小學生拔河比賽一來一往，推斷其主要原因為最大及最小拉力差距太大所造成的結果，小選手們也因此而受到運動傷害，因為受到身心發展的原因，小學生無法將力量控制得當，使得力量忽大忽小，拉過來後又被反拉回去，比賽倒地後起身，坐下後站起來，這種現象是司空見慣，有鑑於此，小學的拔河運動慢慢也逐步在使用後退步作為進攻的主流，一來避免受傷，二來也可以降低力量的不穩定性及差異性，集中進攻時力量的持續性及穩定性，可見小學教練也知道縮短最大及最小拉力值差的重要性，所以不論是教練或選手，應該除了盡量提升最大拉力外，還要盡量縮減最大與最小拉力值差，提昇最小拉力，使敵隊較無趁隙反攻的機會，因此，如何縮減拉力值差，已成為另一項必須考量的重點，以下是兩種不同拔河進攻動作之Fymax與Fymin平均值差，其統計值列於表4-13。

表4-13 Fymax與Fymin平均值差標準化統計值表（牛頓/公斤）

受試者 (N=8)	體重 (公斤)	日本後退步		歐洲後退步	
		作用力 (牛頓)	標準化 (牛頓/公斤)	作用力 (牛頓)	標準化 (牛頓/公斤)
平均數	72.75	243.71	3.46	276.22	3.72
標準差	2.49	68.91	0.91	89.17	1.39
t 值		2.42 *			

* P<.05 ** P<.01

從上表得知日本後退步 $F_{y\max}$ 與 $F_{y\min}$ 平均值差小於歐洲後退步 $F_{y\max}$ 與 $F_{y\min}$ 平均值差，且達 $P<.05$ 顯著水準。這與（林良俊，2004）的研究中指出，在後退步幅固定的條件下，最小拉力平均值卻有隨後退步頻變低而逐漸減小的趨勢，而且下肢關節屈曲的程度也相對加大，因此會造成後退步頻愈低且後退步幅愈長的後退步所產生的最大與最小拉力平均值落差會愈大的結果有相吻合的地方。先前結果說明歐洲後退步是屬於上下擺動的進攻模式，而其步頻也低於日本後退步，因此重心垂直位移以及下肢關節屈伸的程度也都大於日本後退步， $F_{y\min}$ 平均值也就小於日本後退步，相對造成 $F_{y\max}$ 與 $F_{y\min}$ 平均值落差會大於日本後退步。在實際的拔河比賽中，常常看見優秀的隊伍採用較短的后退步幅配合較快步頻的方式來比賽，尤以日本後退步最具代表性。推論原因，可能是為了儘量減小拉力值差與延緩肌肉疲勞，避免因為拉力值差過大而喪失隊伍的平衡性，進而維持進攻的穩定性。

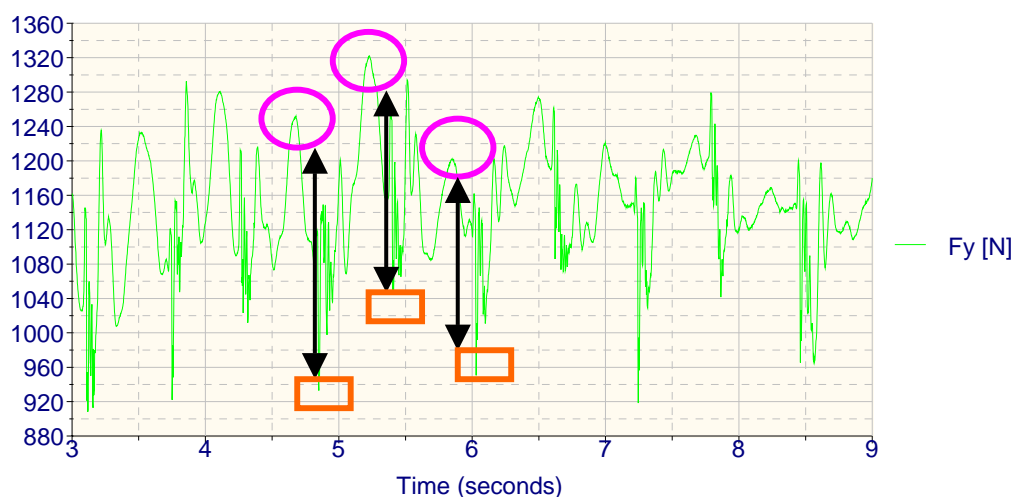


圖4-13 $F_{y\max}$ 與 $F_{y\min}$ 差值示意圖

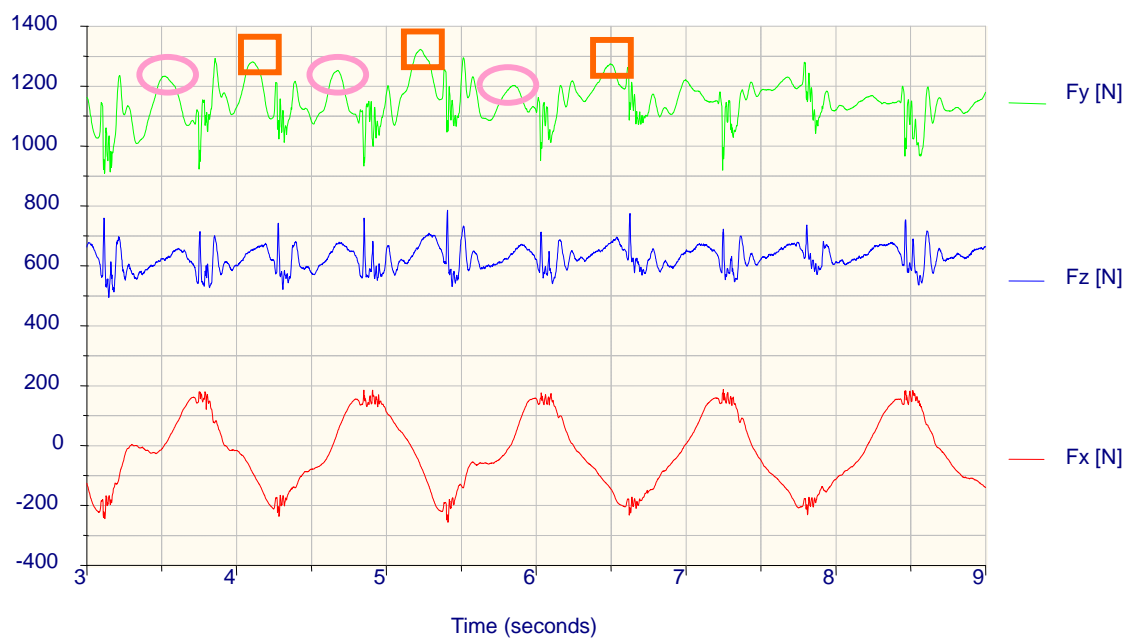
(四) 左足和右足之Fymax平均值與Fymin平均值的比較分析

本研究的實驗動作為週期性的後退步動作，有必要對左、右足的推蹬水平分力作進一步的探討。經由測力板上驅動同步，將拉力資料與影像資料做同步對照，區別出由左足或是右足推蹬所產生的Fymax值與Fymin值，並計算出平均值，藉以比較兩種不同進攻動作之左足和右足在Fymax平均值與Fymin平均值的變化情形。

表4-14 兩種不同進攻動作之左、右足Fymax平均值與Fymin平均值比較表（單位：牛頓）

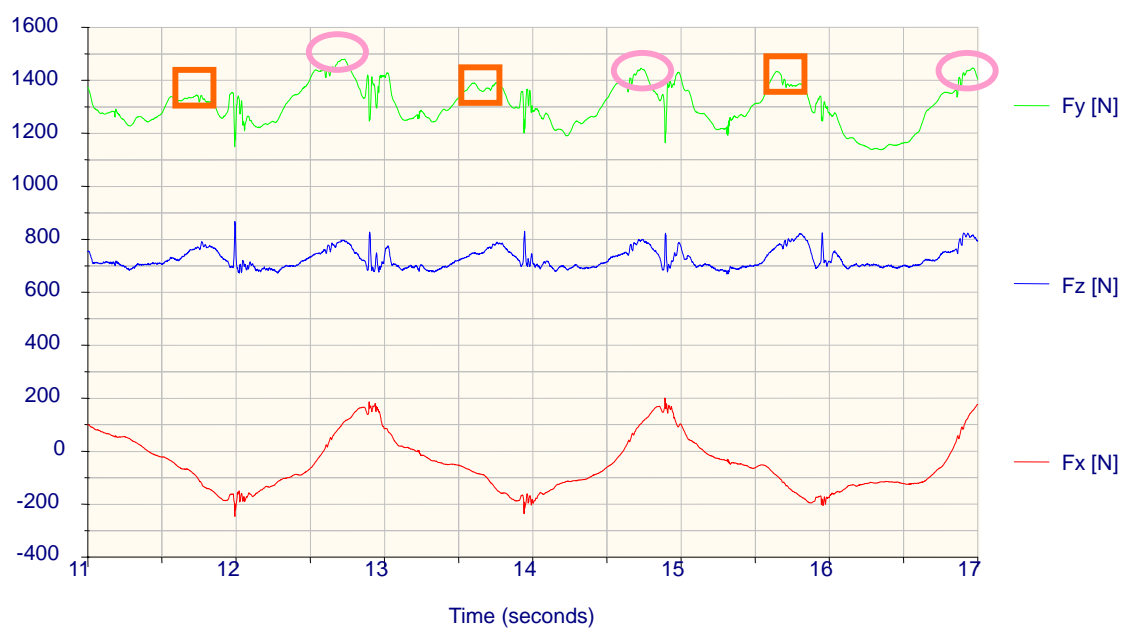
不同後退步之 左足右足 平均 Fymax 及Fymin 值	日本後退步		歐洲後退步	
	左足	右足	左足	右足
Fymax	1326.8 ±61.56	1379.92 ±67.26	1339.05 ±79.53	1293.42 ±59.29
Fymin	1085.67 ±98.98	1119.42 ±92.08	1055.03 ±121.08	1039.19 ±114.59

由上表可清楚瞭解日本後退步的右足在Fymax平均值與Fymin平均值均大於左足，而歐洲後退步的左足在Fymax平均值與Fymin平均值卻大於右足，與日本後退步有不一樣的結果，Fymax平均值由大至小依序為：日本後退步右足 > 歐洲後退步左足 > 日本後退步左足 > 歐洲後退步右足，而Fymin平均值由大至小依序為：日本後退步右足 > 日本後退步左足 > 歐洲後退步左足 > 歐洲後退步右足，在上節中所探討的XZ平面(額狀面)之上半身身體傾斜角度亦有上述相同的情況，推斷與握繩方式導致動作型態上的差異有關，日本後退步因上半身身體向右傾斜使得身體重心偏右導致右腳在推蹬時需以較大的Fy回應，而歐洲後退步因上半身身體往左傾斜使得左腳也需以較大的Fy回應，然而是否有相關將於下一節中討論。



○ 左足 □ 右足

圖4-14 日本後退步 $F_{y\max}$ 左足、右足示意圖



○ 左足 □ 右足

圖4-15 歐洲後退步 $F_{y\max}$ 左足、右足示意圖

(五) 左足和右足之Fxmax平均值的比較分析

表4-15 兩種不同進攻動作之左、右足Fxmax平均值統計值表 (牛頓) (N=8)

左 右 足	進 攻 動 作 統 計 值	日本後退步	歐洲後退步	t 值
左足		249.79±54.03	202.52±33.48	2.34*
右足		205.52±27.16	258.91±51.39	-2.4*

* P<.05

從上表得知日本後退步左足的Fxmax平均值 > 右足的Fxmax平均值，由於日本後退步因握繩方式為左手在前，導致身體有向右傾斜的動作型態，因此使得身體重心向右偏移並接近右足底支撐面積，導致身體重心要往左位移時，左腳需產生較大的Fxmax來將身體重心移向左邊，同時亦是Fymin出現的時機；而歐洲後退步也因握繩方式為右手在前，導致身體有向左傾斜的動作型態，因此使得身體重心向左偏移並接近左足底支撐面積，導致身體重心要往右位移時，左腳需產生較大的Fxmax來將身體重心移向右邊，因此也使得右足的Fxmax平均值 > 左足的Fxmax平均值。

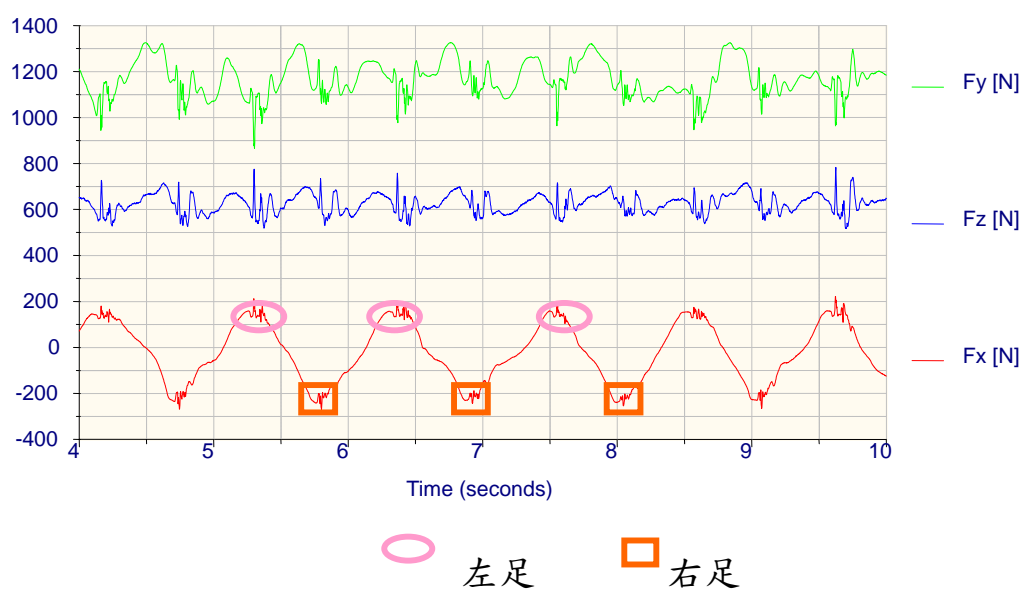


圖4-16 Fxmax 左足、右足示意圖

三、兩種不同拔河進攻動作各項參數之相關性探討

(一) 重心角度、髖、膝、踝關節角度與Fymax

1. 日本後退步Fymax與各運動學參數之相關性探討

表4-16 日本後退步Fymax與重心角度、髖、膝、踝關節角度相關數值表 (N=16)

	重心角度	踝	膝	髖
Fymax	-0.593 *	0.016	-0.174	-0.345

* P<.05

由上表可知Fymax與重心角度呈負相關，且達P<.05顯著水準，這與(Clarke, 1950)的研究中指出：體軸與地面之夾角愈小，愈能產生較佳的拉力值相吻合。但是與髖、膝、踝關節角度相關性不大。在第一節所探討的運動學參數中可以看出一些端倪；每步完成動作時間少、重心垂直位移範圍只有 2.66 ± 0.71 公分，以及左、右足在出現Fymax與Fymin所出現髖、膝、踝的角度變化小，上半身關節角度也變化不大，因此可了解此動作穩定性高，故為求動作穩定有時會凍結某些關節自由度(freezing of degree of freedom)，以致於角度變化不大(Newell, 1996)。

2. 歐洲後退步Fymax與各運動學參數之相關性探討

表4-17 歐洲後退步Fymax與重心角度、髖、膝、踝關節角度相關數值表 (N=16)

	重心角度	踝	膝	髖
Fymax	-0.558 *	-0.358	-0.568*	-0.518*

* P<.05

由上表可知歐洲後退步Fymax與重心角度、膝關節角度、髖關節角度呈負相關，且達P<.05顯著水準。

(二) 日本及歐洲之左右足Fymax及Fymin平均值與其對應之重心角度、XZ平面(額狀面)之上半身身體傾斜角度平均值、髖、膝、踝關節角度平均值之相關性探討

表4-18 日本及歐洲之左、右足Fymax及Fymin平均值與其對應重心角度XZ平面(額狀面)之上半身身體傾斜角度平均值比較表 (單位: 角度)

	Fy平均值	重心角度平均值	XZ平面之上半身身體傾斜角度平均值
日本右足Fymax	1379.92±67.26	22.5±1.17	5.9±4.59
歐洲左足Fymax	1339.05±79.53	22.7±1.12	5.3±4.29
日本左足Fymax	1326.8±61.56	23.9±1.12	5.2±4.67
歐洲右足Fymax	1293.42±59.29	24.1±1.9	4.6±4.69
日本右足Fymin	1119.42±92.08	24.6±0.97	4.3±3.87
日本左足Fymin	1085.67±98.98	25.2±1.69	4.0±4.87
歐洲左足Fymin	1055.03±121.08	26.0±0.75	3.9±3.89
歐洲右足Fymin	1039.19±114.59	26.6±1.32	3.6±3.93

因握繩方式導致動作型態上的差異，八位受試者之日本後退步皆有向右傾斜的現象，而歐洲後退步則有向左傾斜的現象，本研究試著探討XZ平面(額狀面)傾斜角度與Fymax的相關性，但是皆未達顯著水準，歸咎原因在於同一受試者執行兩種不同後退步時，皆有傾斜角度過大或是傾斜角度過小的現象，使得彼此之間相異性太大，無法看出相關性，因此推斷與個人有其習慣的傾斜角度有關，為了平衡這樣的差異性，了解傾斜角度是否與Fymax有相關性，作者試著以XZ平面(額狀面)傾斜角度平均值及重心角度平均值，與其對應各自在兩種不同後退步之左、右足出現Fymax與Fymin平均值來相比較(表4-18)，表中將Fy平均值由大至小排列，並對照其重心角

度，發現有隨著Fy平均值遞減而增加的趨勢，而上半身身體傾斜角度有隨著Fy平均值遞增而增加的趨勢，並以皮爾遜積差相關來統計相關係數，其結果如表4-19所示。

表4-19 日本及歐洲之左、右足Fymax及Fymin平均值與其對應重心角度、XZ平面之上半身身體傾斜角度、髖、膝、踝關節角度平均值相關數值表 (N=8)

	重心角度	XZ平面 傾斜角度	髖關節	膝關節	踝關節
Fy	-0.933 **	0.949 **	-0.081	-0.859 **	-0.332

* P<.05 ** P<.01

由上表可知日本及歐洲之左、右足Fymax與Fymin平均值與其對應之重心角度平均值、膝關節角度平均值呈負相關，且達P<.01顯著水準；並與XZ平面(額狀面)之上半身身體傾斜角度成正相關，且達P<.01顯著水準。

(三) Fxmax與重心左右位移

1. 日本後退步左、右足Fxmax與重心左右位移之相關性探討

表4-20 日本後退步左、右足Fxmax與重心左右位移相關數值表 (N=8)

	Fxmax左足	Fxmax右足
重心左右位移	0.779 *	-0.226

* P<.05

由表4-20得知日本後退步左足Fxmax與重心左右位移呈正相關，且達P<.05顯著水準，表示重心左右位移隨著左足Fxmax遞增而增加，此現象是因為日本後退步的握繩方式為左手在前、右手在後，使得身體向右傾斜，身體重心落於右腳且因重心角度較低，造成右腳必須產生較大的向後Fymax來應付，相對右足所產生的Fxmax也小於左腳，因此銜接左腳推蹬時，由於需將重心移致左足，且因右足會有短暫離開地面的時候，身體重心勢必會

完全落於左足，藉以完成動作的穩定性及平衡性，這與站立時右手提著重物，身體為達平衡於是自然地向左傾斜的道理是一樣的，因此左足需產生較大的Fxmax來平衡動作的穩定性，也進一步可了解身體重心的左右位移與左腳推蹬有絕對的相關。

2.歐洲後退步左、右足Fxmax與重心左右位移之相關性探討

表4-21 歐洲後退步左、右足Fxmax與重心左右位移相關數值表 (N=8)

	Fxmax左足	Fxmax右足
重心左右位移	-0.163	0.737 *

* P<.05

由表4-21得知歐洲後退步右足Fxmax與重心左右位移呈正相關，且達P<.05顯著水準，這也表示重心左右位移隨著右足Fxmax遞增而增加，而其原因也與上述日本後退步的情況相符合，並可了解歐洲後退步身體重心的左右位移與右腳推蹬有絕對的相關。