

第參章 研究方法與步驟

本研究是通過三度空間影片分析法，以獲得推撐過程的上肢推撐運動學參數之差異，而其方法與步驟可分為五部份加以說明：一、研究對象；二、實驗儀器與設備；三、實驗時間與地點；四、實驗步驟；五、資料處理。

第一節 研究對象

本研究針對曾獲得全國體操錦標賽跳馬冠軍及全國中等學校運動會跳馬冠軍之運動員，且同時具有前手翻屈體前空翻、側翻內轉體 180 度直體後空翻技術之運動員為研究對象。二位運動員（G1、G2）至少都已受過七年以上的體操訓練，具有良好的體操基礎。年齡分別為 13、17 歲，體重分別為 39、49 公斤。

第二節 實驗儀器與設備

- (一) AAI (AMERICAN ATHLETIC, INC.) 廠牌比賽用跳馬一個 (舊式跳馬)，見圖 1。
- (二) Janssen & Fritsen 廠牌比賽用跳馬一個 (新式跳馬)，見圖 2。
- (三) AAI (AMERICAN ATHLETIC, INC.) 廠牌比賽用踏板一個。
- (四) 落地墊二塊。

- (五) 角架三組，皮尺一卷，延長線及電纜線數個。
- (六) Redlake 高速攝影機 (250Hz) 兩部。
- (七) Peak 三度空間座標架一個。
- (八) 1000W 照明設備二組。
- (九) 號碼牌。
- (十) 運動貼紮布。

第三節 實驗時間與地點

(一) 實驗時間：

1. 第一次實驗：民國 91 年 2 月 3 日。
2. 第二次實驗：民國 91 年 3 月 25 日。

(二) 實驗地點：左營國家訓練中心體操館。

第四節 實驗步驟

本研究之實驗參與者必須在新式跳馬與舊式跳馬實施前手翻屈體前空翻與側翻內轉體 180 度直體後空翻兩種類組之動作 (依 2001-2004 年國際女子體操規則之第四競賽規定)，作為實驗分析之資料。

本實驗分為兩階段；第一次實驗收集新式與舊式跳馬對上述這兩類組動作實施之資料。第二次實驗只針對新式跳馬對此兩類組動作實施之資料收集。

(一) 架設場地器材

場地佈置如圖 5 所示，1 號高速攝影機，架設在跳馬正側方 10 公尺處，拍攝推撐時之上肢撐馬角度。2 號高速攝影機，架設在跳馬右後側方 10 公尺處離地高約 170 公分，拍攝推撐時之上肢角度的變化。

二部高速攝影機拍攝頻率為 250Hz、快門為 1/1000，攝影機鏡頭中心與跳馬的直線距離為 10 公尺，取景範圍寬約為 3 公尺、高約 3 公尺，二攝影機相距 10 公尺，主光軸的夾角約為 60 度。

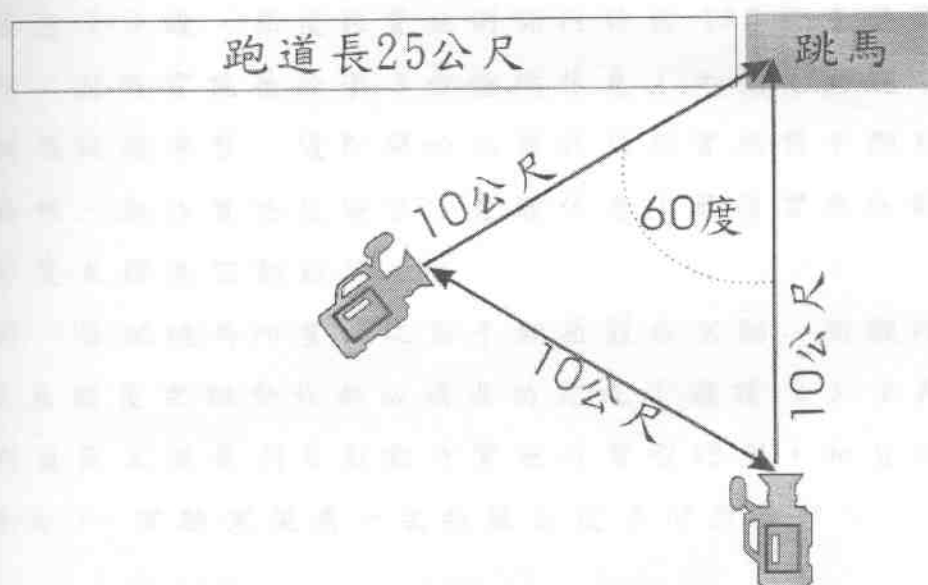


圖 5：實驗場地儀器架設配置圖

(二) 實驗參與者暖身活動與準備活動

實驗參與者先從事 5-10 分鐘的暖身活動，然後在舊式與新式跳馬（舊式跳馬先試跳）各實施三分鐘之試跳（按照比賽時之項目練習時間，練習三分鐘）。然後點貼運動員左右耳部、肩關節、肘關節、腕關節、手小指根部、髖關節、膝關節、踝關節、腳指關節等 18 個關節標誌點。

(三) 新舊式跳馬不同類組動作實施順序及實驗步驟

正式實驗的過程，首先由工作人員先行記錄實驗參與者的基本資料，並告知實驗參與者整個實驗的過程，以及應測

試的兩種類組動作，前手翻屈體前空翻、側翻內轉體 180 度直體後空翻，在新、舊式跳馬之實施流程後（第二次實驗只針對新式跳馬），方始請驗參與者填寫「實驗參與者同意書」。

在正式進行實驗時，先拍攝三度空間座標架，實驗參與者先由舊式跳馬開始實施前手翻屈體前空翻之動作，動作實施後休息 1 分鐘，然後再實施側翻內轉體 180 度直體後空翻之動作。動作實施後給予 3 分鐘的休息，之後再實施 3 分鐘新式跳馬試跳練習，隨即開始以新式跳馬實施前手翻屈體前空翻動作，動作實施後給予 1 分鐘休息，最後實施側翻內轉體 180 度直體後空翻動作。

新、舊試跳馬所實施之前手翻屈體前空翻、側翻內轉體 180 度直體後空翻動作都必須成功完成（邀請 2-3 位具有國際裁判或國家級裁判員對動作實施作實際評判，扣分不得超過 0.6 分）。實驗完後再一次拍攝三度空間座標架。

第五節 資料收集與處理

影像數位化部份與分析部份(運動學資料的分析),是使用 WinAnalysis 影像數位化系統軟體進行跳馬推撐動作的分析。首先,通過預先拍攝的 Peak 三度空間參考座標架之已知空間座標點數位化處理,並進行直接線性轉換(Direct Linear Transformation, DLT)以計算攝影機的轉換參數,再以此轉換參數計算空間中的任何一點座標。

有關人體上肢推撐的運動學參數,本研究乃是點取運動員左右手小指根部、腕關節、肘關節、肩關節、髖關節等 18 個關節標誌點,並進行腕、肘、肩等關節處的運動學參數計算。18 個關節標誌點乃是先通過 WinAnalysis 系統進行五次樣條的平滑處理,方進行空間座標的轉換與運動學參數的計算。

實驗數據的統合整理是以 Origin 6.0 版專業資料分析系統進行處理與作圖。

第肆章 結果與討論

本章針對兩位實驗參與者在不同型態（新、舊式）跳馬馬背實施前手翻屈體前空翻、側翻內轉體 180 度直體後空翻兩種不同類組動作，分析其在實施過程之上肢推撐的各位位置有關的運動學參數（重心水平速度、垂直速度及撐馬、離馬時間與上肢各角度變化）。並進一步分析實驗參與者對於新式跳馬馬背在適應過程中上肢推撐各位位置有關的運動學參數。主要內容分為下列三個部份加以說明：一、更換跳馬型態初期不同類組推撐之運動學分析；二、新式跳馬對不同類組推撐動作適應過程之運動學分析；三、綜合討論。

第一節 更換跳馬型態初期不同類組推撐動作之運動學

新式跳馬於 2001 年開始在國際比賽中實施，較長較寬且馬背有呈約 30 度仰角的型態與舊式跳馬完全不同。然而舊式跳馬在國際比賽已沿用近 50 年，二位實驗參與者接受舊式跳馬訓練已有 6-7 年之久，熟悉程度遠優於剛實施的新式跳馬，藉由運動學分析可比較由舊式跳馬馬背初轉換成新式跳馬馬背產生上肢推撐之運動學差異。

一、不同型態跳馬馬背對二種類組動作身體重心速度分析

本研究分析的二類不同動作（前手翻屈體前空翻、側翻內轉體 180 度直體後空翻），在各階段重心水平速度與垂直速度。

表 1：不同類組動作對新、舊式跳馬撐馬與離馬瞬間身體重心速度

運動員	舊式跳馬				新式跳馬			
	G1		G2		G1		G2	
	水平	垂直	水平	垂直	水平	垂直	水 平	垂直
Fh 撐馬	3.49	2.37	5.34	2.46	4.40	1.95	4.52	2.49
Fh 離馬	2.89	2.80	3.95	3.19	2.26	2.22	2.22	2.02
Ts 撐馬	4.64	1.87	3.82	2.76	2.25	1.95	4.23	3.78
Ts 離馬	3.25	1.78	3.60	2.50	1.31	1.45	2.48	2.02

註：Fh 前手翻屈體前空翻

Ts 側翻內轉體 180 度直體後空翻

單位：m/s

研究發現不同型態跳馬對不同類組動作重心速度上都有所不同，在上肢推撐各階段的重心速度由表 1 顯示，G1 運動員在新式跳馬前手翻屈體前空翻撐馬時的重心水平速度較舊式跳馬快，其差距達 1.09m/s 之多，G2 運動員撐馬時的重心水平速度則較舊式跳馬慢 0.82m/s。此現象顯示出 G1 運動員在新式跳馬推撐時加快其重心水平速度以利飛越較長的馬背，但因有仰角的馬背使其離馬時的重心水平速度減緩有 2.14m/s 之多，這種現象顯示新式跳馬仰角馬背所產生的制

動效應，又因 G1 運動員在推撐過程未能充分完成推頂技術，因此在離馬時重心垂直速度較舊式跳馬慢。G2 運動員在新式跳馬第一騰空撐馬時有減速的現象導致在離馬時的重心速度大幅減緩，其重心水平速度與垂直速度分別減緩有 2.30m/s 與 0.47m/s 之多，此現象可能是 G2 運動員對於新式跳馬馬背型態與特性還未能充分掌握的關係。

針對側翻內轉體 180 度直體後空翻動作，G1 運動員在新式跳馬撐馬時的重心水平速度明顯減慢，其重心水平速度為 2.25m/s，藉由表 3 推撐各階段角度與影片觀察發現 G1 運動員在第一隻手撐馬時角度僅 21 度且出現身體後縮的現象，導致撐馬後的重心水平速度急速減緩，在整個推撐的過程中 G1 運動員幾乎是以上肢肌力及轉體後加速擺腿來完成動作。G2 運動員在新式跳馬撐馬時的重心水平速度與垂直速度均較舊式跳馬快而離馬時的身體重心速度卻較舊馬慢，新式跳馬仰角馬背型態造成制動效應使其離馬時身體重心水平速度減緩，推頂時機未能充分掌握造成離馬時重心垂直速度減緩，種種跡象乃是新式跳馬仰角馬背特性所產生的現象。

分析 G1 運動員與 G2 運動員在舊式跳馬所實施側翻內轉體 180 度直體後空翻動作的身體重心速度，根據姚俠文等人（1998）針對中國優秀女子跳馬運動員實施側翻類轉體 180 度屈體後空翻動作之運動學分析發現，撐馬時的重心水平速度介於 3.66m/s-4.15m/s 之間，垂直速度在 1.96 m/s -2.50 m/s，離馬時重心水平速度為 3.00m/s 至 3.61m/s，重心垂直速度介於 1.68m/-2.52m/s 之間。比較國內二位優秀女子跳馬運動員在舊式跳馬所實施側翻內轉體 180 度直體後空翻動作撐馬時的重心水平速度為 4.64m/s 及 3.82m/s，垂直速度為

1.87 m/s 及 2.76 m/s，離馬時重心水平速度 3.25m/s 與 3.60m/s，重心垂直速度 1.78m/s 及 2.50m/s，在實施側翻類轉體 180 度屈體後空翻動作的身體重心水平速度及重心垂直速度均不遜於中國優秀女子跳馬運動員。

圖 6 新式跳馬與舊式跳馬實施側翻內轉體 180 度直體後空翻動作推撐各階段重心速度曲線可看出推撐過程之身體重心速度的變化，b 圖位置顯示 G1 運動員在新式跳馬推撐過程身體重心速度呈現減慢的現象，尤其是在撐馬後的重心水平速度急速減緩，此現象配合表 3 推撐各階段角度，看出 G1 運動員在第一騰空瞬間撐馬角度過小僅 21 度，在轉體撐馬時身體未充分伸展撐馬甚至有後縮的情況產生，可能是想藉由後縮再往前做推頂的過程所導致，從 b 圖位置就可明顯看出撐馬後的重心水平速度急速減緩，因受限於撐馬後馬背制動效應的結果使其離馬時的重心水平速度與垂直速度均呈減緩的現象。由 d 圖位置 G2 運動員撐馬時的重心水平速度曲線顯示撐馬時重心水平速度與垂直速度均比舊式跳馬快，藉由影片觀察發現在第一騰空轉體撐馬時身體較舊式跳馬伸展，因此重心水平速度與垂直速度均比舊式跳馬快，由 d 圖也發現在離馬時的重心速度雖然呈現遞減現象，但在離馬前的推頂動作使得重心速度均稍有增快的情形至離馬時才減慢，這種現象也是因為有仰角的馬背所導致的結果。

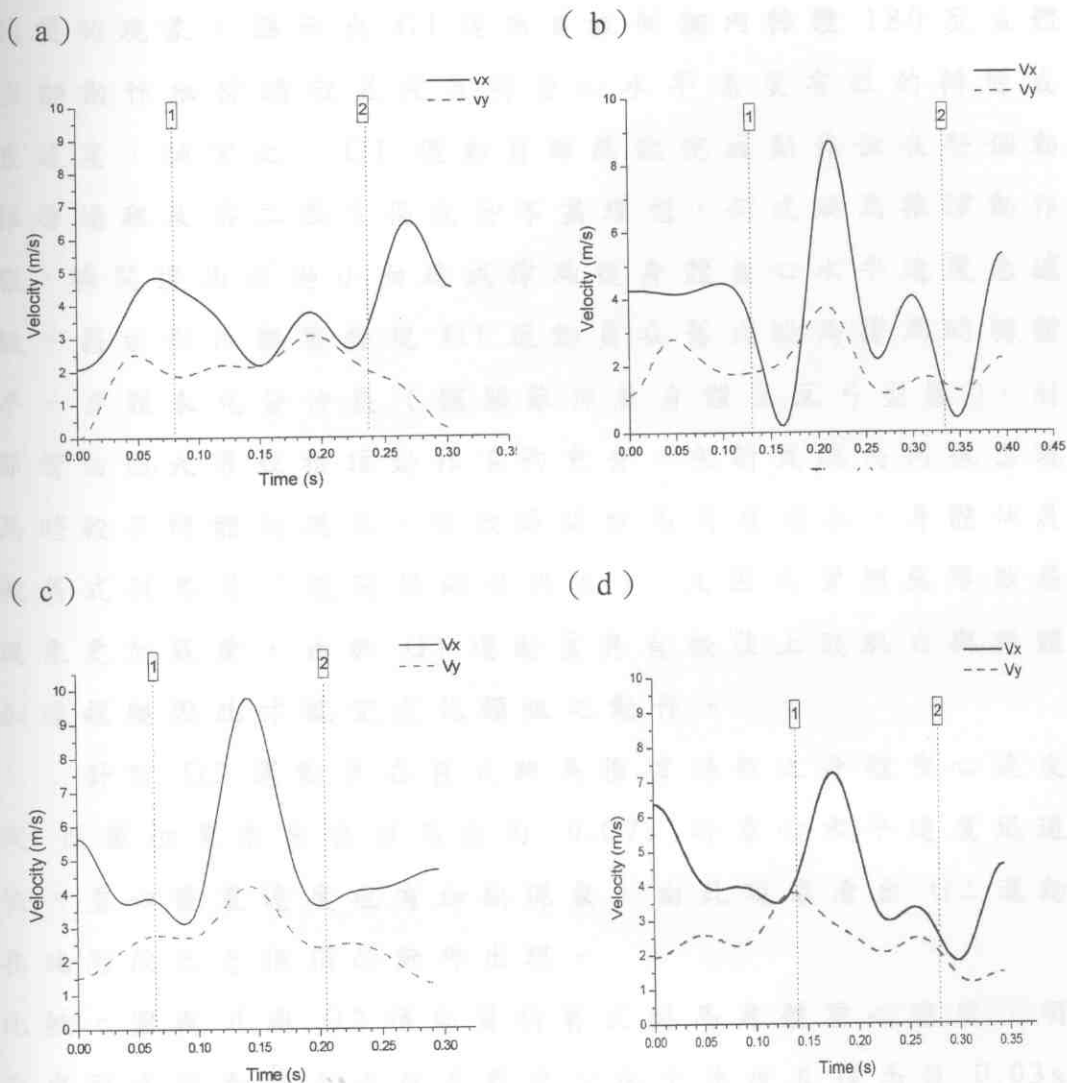


圖 6：側翻內轉體 180 度直體後空翻動作各階段推撐重心速度曲線。(a) G1 運動員實施舊式跳馬；(b) G1 運動員實施新式跳馬 (c) G2 運動員實施舊式跳馬；(d) G2 運動員實施新式跳馬。線 1 為雙手撐馬，線 2 為雙手推離馬。

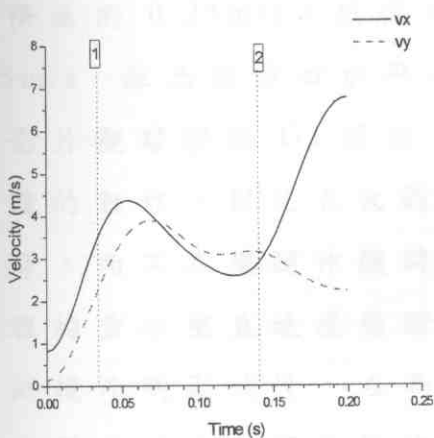
從 a 圖舊式跳馬重心速度曲線發現 G1 運動員雖然在離馬時的重心水平速度有增加的現象，而重心垂直速度卻呈現

減慢的現象，顯示出 G1 運動員在側翻內轉體 180 度直體後空翻動作推撐過程並沒有將重心水平速度有效的轉變成垂直速度，換言之，G1 運動員雖然能完成動作但在整個動作推撐過程及第二騰空高度卻不盡理想。新式跳馬推撐動作過程，瞬間撐馬角過小而造成撐馬後身體重心水平速度急遽減緩。藉由影片觀察發現 G1 運動員在舊式跳馬撐馬時轉體過早，身體未充分伸展（髖關節伸展身體呈反弓型態），肘關節彎曲過大導致推頂動作不夠充分，在新式跳馬同樣出現撐馬時較早轉體的現象，導致瞬間撐馬角度過小，身體伸展也較舊式跳馬差（髖關節縮屈過大），又因馬背型態導致屈肘現象更加嚴重，由於 G1 運動員具有較佳上肢肌力與轉體後加速擺腿因此才能完成此類組之動作。

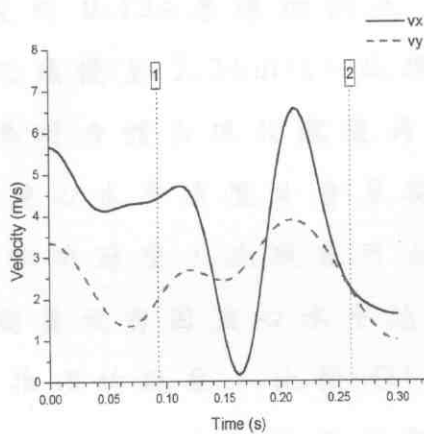
針對 G2 運動員在舊式跳馬推撐過程之身體重心速度，從 c 圖位置看出在撐馬後約 0.07s 時重心水平速度迅速加快，重心垂直速度也有加快現象，由此現象看出 G2 運動員在此階段已有推頂的動作出現。

比較 c 圖與 d 圖 G2 運動員新舊式跳馬身體重心速度，明顯看出新式跳馬撐馬過程身體重心水平速度在撐馬後 0.03s 便出現減緩現象，此現象說明仰角馬背型態易較早產生制動效應。

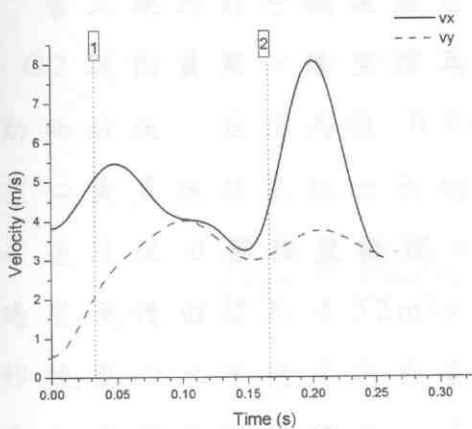
(a)



(b)



(c)



(d)

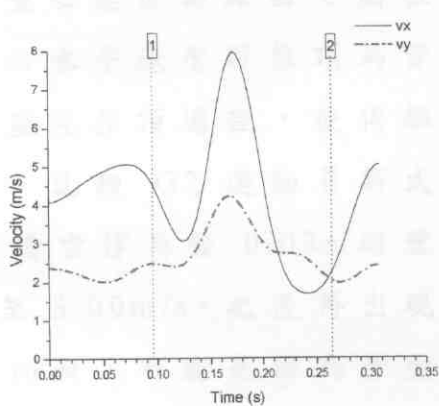


圖 7：前手翻屈體前空翻動作推撐各階段重心速度曲線。(a) G1 運動員舊式跳馬；(b) G1 運動員新式跳馬；(c) G2 運動員舊式跳馬；(d) G2 運動員新式跳馬。線 1 撐馬時間，線 2 離馬時間。

分析 G1 與 G2 運動員在前手翻屈體前空翻動作的身體重心，如圖 7 顯示，G1 運動員在新式跳馬重心速度可由 b 圖

位置看出，發現 G1 運動員在撐馬後 0.07s 重心水平速度急遽下降至約 0.25m/s，然後又撐馬後約 0.13s 急遽加快至 6.5m/s，離馬時重心水平速度則又減慢至 2.26m/s。此現象藉由影片觀察發現 G1 運動員在撐馬時身體出現收髖後再擺腿伸髖的動作，因此在收髖撐馬後重心水平速度才會呈現急速下降，而又在擺腿伸髖時加快其水平速度，此現象可由推撐過程的重心垂直速度應證 G1 運動員沒有因重心水平速度急遽減緩而明顯減慢，在馬背確有推頂的現象。比較 G1 運動員在舊式跳馬 a 圖位置推撐過程的重心變化就較不明顯，可能是因為新式跳馬馬背型態所造成的現象。

舊式跳馬前手翻屈體前空翻重心速度曲線由 c 圖位置顯示，G2 運動員第一騰空撐馬後重心水平速度因推頂馬背過程制動而減緩，在撐馬後 0.06s 時產生推頂過程，使得離馬時的重心垂直速度呈現加快的現象。比較 G2 運動員新式跳馬重心速度從 d 圖位置發現，第一騰空撐馬後 0.03s 時重心水平速度減慢由撐馬 4.52m/s 減慢至 3.00m/s，之後再出現推頂動作使重心水平速度與垂直速度加快，可能是因馬背型態使其重心水平速度減慢至 2.22m/s 離馬。由此結果發現新式跳馬馬背的仰角設計，會提早產生制動效應而降低動作速度。

從 G1 與 G2 運動員在不同型態跳馬對前手翻屈體前空翻與側翻內轉體 180 度直體後空翻的推撐各階段重心速度變化發現，新式跳馬馬背因較舊式跳馬長（新式跳馬為 100 公分、舊式跳馬為 30 公分），所以推撐位置均往後延伸，在推頂的過程中身體重心速度因馬背仰角產生急慢急快的現象尤其以重心水平速度最為明顯。新式跳馬仰角馬背特性產生的制動效應造成 G1 與 G2 運動員在離馬時的重心水平速度與垂直速

度均較舊式跳馬慢。

二、新、舊式跳馬對二種類組動作推撐時間分析

表 2：新、舊式跳馬對側翻內轉體 180 度直體後空翻推撐時間

運動員	舊式跳馬		新式跳馬	
	G1	G2	G1	G2
第 1 手到第 2 手的時間 (s)	0.080	0.064	0.130	0.140
第 2 手到離馬的時間 (s)	0.238	0.205	0.332	0.280
撐馬至離馬的時間 (s)	0.158	0.141	0.202	0.140

側翻內轉體 180 度直體後空翻動作推撐時間由表 2 顯示，在整個推撐過程的時間，發現 G1 與 G2 運動員在新式跳馬第 1 手到第 2 手撐馬時間均較舊式跳馬慢，比較新、舊式跳馬，G1 運動員在舊式跳馬第 1 隻手至第 2 隻手觸馬的時間為 0.080s，新式跳馬觸馬時間為 0.130s，在撐馬過程的時間舊式跳馬較快於新式跳馬，G1 運動員在舊式跳馬撐馬過程時間為 0.158s，新式跳馬則為 0.202s，顯示出 G1 運動員在新式跳馬推撐時可能產生粘黏馬背的現象。G2 運動員新式跳馬撐馬過程時間則較舊式跳馬快 0.010s，從 G1 與 G2 運動員推撐時間現象來看，G2 運動員在新式跳馬可能是因踏板起跳

第一騰空撐馬時之身體伸展而改變推撐位置所產生的現象，此現象可能是較長馬背所造成，又因仰角馬背所產生的制動效應導致較迅速推頂離馬情形。G1運動員則在舊式跳馬推撐時間較為快速，可能因新式跳馬推撐時瞬間撐馬角度過小而產生推頂時受到壓迫延宕推撐時間。

針對 G1 與 G2 運動員在前手翻屈體前空翻推撐時間在舊式跳馬推撐離馬的時間為 0.106s、0.128s，新式跳馬則均為 0.168s。比較新式跳馬與舊式跳馬前手翻屈體前空翻動作推撐時間，發現 G1 運動員在舊式跳馬推撐時間較新式跳馬快，根據文獻顯示，前手翻類組動作在推手必須迅猛有力，推撐時間為 0.160s-0.220s。結果發現 G1 運動員在舊式跳馬雖有較迅速頂肩推手的過程但有出現過早推撐的現象。G2 運動員在新式跳馬推撐過程時間較舊式跳馬慢，而推撐時間則與過去研究結果相符。比較 G1 運動員與 G2 運動員新、舊式跳馬實施二類動作推撐時間，G2 運動員在新式跳馬實施側翻內轉體 180 度直體後空翻動作推撐時間較 G1 運動員快，實施前手翻屈體前空翻推撐時間則較 G1 運動員符合過去所做過推撐時間研究的結果。

三、新、舊式跳馬對二類組動作推撐過程角運動分析

G1 與 G2 運動員在新、舊式跳馬所實施不同類組動作上肢推撐各階段角度如表 3。

表 3：新、舊式跳馬對二類動作推撐各階段角度

運動員	舊式跳馬				新式跳馬			
	G1		G2		G1		G2	
	撐馬 角	肩角	撐馬 角	肩 角	撐馬 角	肩角	撐馬 角	肩角
Fh 觸馬	39	132	34	137	48	136	36	138
Fh 離馬	98	166	103	170	121	170	101	172
Ts 觸馬	43	174	46	156	21	151	29	152
Ts 離馬	82	149	88	143	94	146	84	128

註：撐馬角度：撐馬瞬間重心至手支點與跳馬水平面的夾角

離馬角度：身體重心至手隻點與跳馬水平面的夾角

肩角：上臂對軀幹單位：度

根據姚俠文（1993）研究指出女子跳轉 180 度類組動作撐馬角為 26-40 度，推離角為 87-90 度，前手翻類動作則為 30-43 度，推離角為 87-94 度。且在初速度相同的情況下，推離角的大小對第二騰空高度和翻轉速度有一定的影響，如果推離角小於 90 度時垂直速度就會增大、水平速度就會減小，騰空高度較佳但翻轉速度就會受到影響，反之離馬角如果大於 90 度時垂直速度就會減小、水平速度就會增加，翻轉速度會好，但騰空高度就會受到影響。

由表 3 顯示 G1 運動員在舊式跳馬前手翻屈體前空翻動作撐馬角度為 39 度較在新式跳馬小 9 度，新式跳馬撐馬角度為 48 度，比較離馬角度則新式跳馬大於舊式跳馬有 23 度。以過去的研究顯示，G1 運動員在離馬角度均較大，尤其是以新式跳馬離馬角度差距最大。由撐馬角度看出 G1 運動員在新式跳馬前手翻屈體前空翻動作第一騰空撐馬時的體姿較舊式跳馬高，從撐馬角至離馬角有 73 度的轉變，此現象顯示 G1 運動員在推撐過程可能受到較大的制動效應，以致推頂壓腕較慢造成離馬角度增大，換言之，G1 運動員新式跳馬前手翻屈體前空翻動作實施過程的翻轉速度增快，而第二騰空高度卻因此受到影響，G2 運動員前手翻屈體前空翻動作撐馬角與離馬角在新、舊式跳馬較無明顯改變。針對 G1 運動員與 G2 運動員側翻內轉體 180 度直體後空翻動作推撐角度分析，新式跳馬撐馬角度均較舊式跳馬小，分別 21 度、29 度。由撐馬角度指出 G1 運動員在新式跳馬第一騰空撐馬時可能出現較早轉體導致撐馬角度縮小的現象，離馬角度則舊式跳馬較小，不利於第二騰空翻轉的速度，G2 運動員新式跳馬離馬角度為 84 度，可能是因推撐時間較快，而產生轉體 180 度未完成既推離馬背所導致的現象，顯示 G2 運動員還未充分熟悉新式跳馬馬背推撐位置。

(a)

(b)

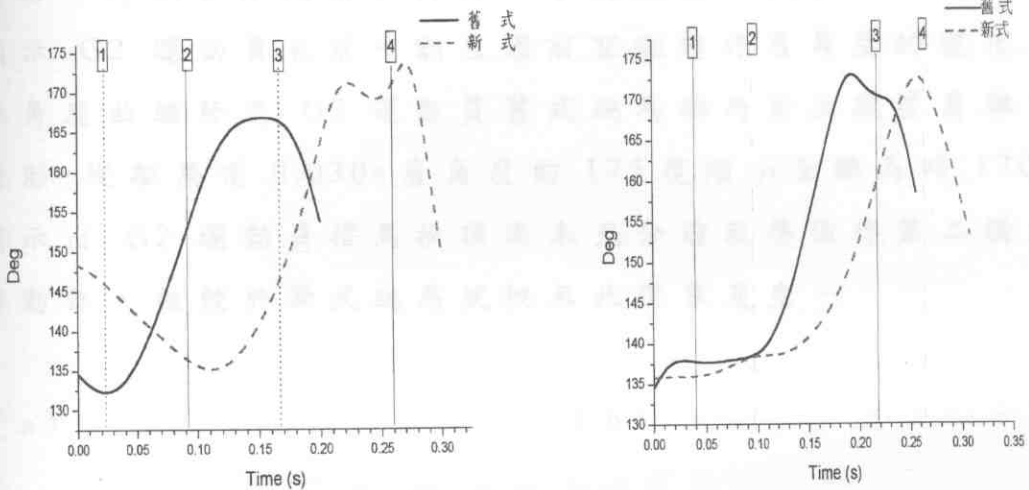


圖 8：新舊式跳馬前手翻屈體前空翻動作肩角度曲線。(a) 為 G1 運動員，線 1、3 為舊式跳馬撐馬時間位置，線 2、4 新式跳馬推撐時間位置；(b) G2 運動員，線 1、3 為舊式跳馬撐馬時間位置，線 2、4 新式跳馬推撐時間位置。

G1 運動員與 G2 運動員前手翻屈體前空翻動作推撐過程的肩角度變化，由圖 8 顯示 G1 運動員、G2 運動員推撐過程的肩角度改變，從 a 圖位置比較 G1 運動員新、舊式跳馬推撐過程肩角度變化，從線 1、3 顯示舊式跳馬從撐馬時肩角 132 度伸展至離馬時 166 度，以推撐過程的肩角度曲線看出 G1 運動員離馬時的上肢與軀幹伸展推頂的情形。比較 G1 運動員新式跳馬推撐過程肩角度曲線，線 2、4 位置顯示以整個推撐過程肩角度的轉變大致與舊式跳馬相似，撐馬時肩角為 136 度離馬時間角 170 度，但從肩角度曲線發現 G1 運動員離

馬前 0.020s 位置肩角度呈現縮減約 5 度後再伸展推頂離馬的現象，此現象可能是因為 G1 運動員在推頂後期出現壓肩的情形，導致在離馬前肩角度縮小的現象。透過圖 8 之 b 位置顯示 G2 運動員在前手翻屈體前空翻動作肩角度的變化，由肩角度曲線發現 G2 運動員舊式跳馬離馬前出現壓肩離馬的情形，從離馬前 0.030s 肩角度約 175 度縮小至離馬時 170 度，顯示出 G2 運動員撐馬推頂尚未充分前就準備作第二騰空翻轉動作，相較於新式跳馬就較無此現象產生。

(a)

(b)

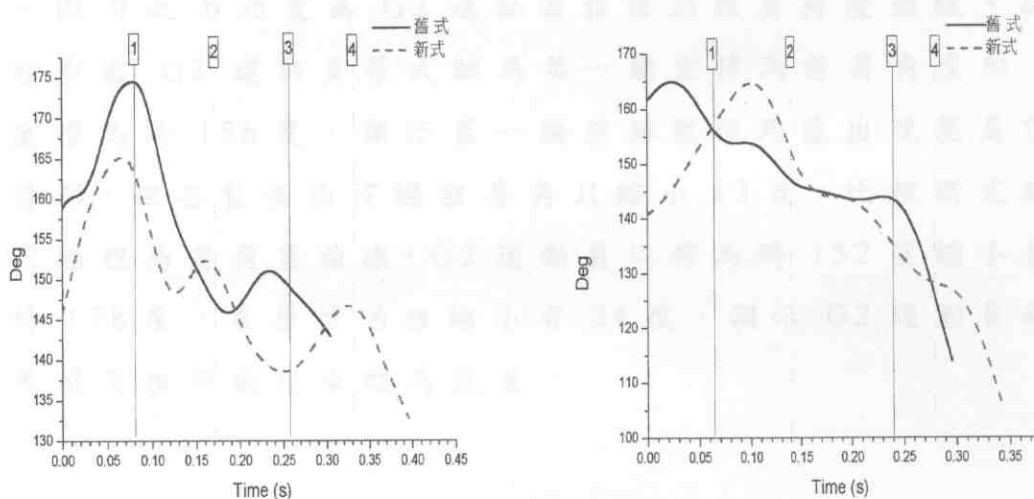


圖 9：新舊式跳馬側翻內轉體 180 度直體後空翻動作肩角度曲線。(a) G1 運動員；(b) G2 運動員，線 1、3 為舊式跳馬撐馬時間位置，線 2、4 新式跳馬推撐時間位置。

由圖 9 顯示 G1 運動員與 G2 運動員側翻內轉體 180 度直體後空翻動作推撐過程肩角度變化，從 a 圖位置發現 G1 運動員在新、舊式跳馬推撐過程肩角度呈現縮小的情形，並以

舊式跳馬最為明顯，由撐馬時 174 度縮小至離馬時 149 度，在肩角度曲線也發現 G1 運動員在離馬前肩角度曾縮小至 145 度到離馬時才增大為 149 度，肩角度縮小的現象藉由影片觀察，發現 G1 運動員在舊式跳馬第一騰空撐馬時身體較早實施轉體，導致在撐馬後出現壓肩推頂的現象，也由推撐過程肩角度的轉變看出 G1 運動員第二騰空高度將受到影響。比較 G1 運動員新式跳推撐過程肩角度曲線，整個推撐過程的肩角度均較舊式跳馬小，同樣的出現第一騰空撐馬時身體較早實施轉體，撐馬後出現壓肩推頂的情形，但可能是因新式跳馬馬背型態影響，在離馬時肩角度呈現加大的現象。圖 9 之 b 位置為 G2 運動員推撐過程肩角度曲線，從曲線可看出 G2 運動員舊式跳馬第一騰空撐馬前肩角度約 165 度至撐馬時 156 度，顯示第一騰空轉體撐馬後出現壓肩頂馬的情形，但在整個推撐過程肩角只縮小 13 度，比較新式跳馬推撐過程馬肩角度曲線，G2 運動員從撐馬時 152 度縮小至離馬時 128 度，在推撐過程縮小有 24 度，顯示 G2 運動員新式跳馬壓肩推頂的現象較為嚴重。