

TM
008.85289
4377
2002
3344

國立臺灣體育學院體育研究所

碩士學位論文

女子體操運動員實施新舊式跳馬

上肢推撐之運動學分析

KINEMATICAL ANALYSIS OF UPPER LIMBS SUPPORT
BY THE FEMALE GYMNAST
IN NEW AND OLD VAULTING HORSE

研究生：梁梅松 撰

指導教授：陳重佑 博士



中華民國九十一年十二月

臺灣體院圖書館



0096298

論文名稱：女子體操運動員實施新舊式跳馬上肢推撐之運動學分析

總頁數：56

院校組別：國立臺灣體育學院體育研究所

畢業時間及提要別：九十學年度第二學期碩士學位論文提要

研究生：梁梅松

指導教授：陳重佑博士

中文摘要

本研究主要目的在探討國內二位優秀女子跳馬運動員對於新舊式跳馬馬背實施不同類組動作上肢推撐的運動學特徵，並進一步探討運動員上肢推撐技術適應新式跳馬馬背過程。研究以兩部 Redlake 高速攝影機（250Hz）進行動作過程的拍攝，並使用 WinAnalysis 三度空間影像數位化系統軟體進行跳馬推撐動作分析。研究結果發現：G1 運動員新式跳馬練習初期實施側翻內轉 180 度直體後空翻動作推撐過程身體重心水平速度較舊式跳馬縮減 0.45m/s，推撐過程重心垂直速度也較減緩 0.41m/s，瞬間撐馬角為 21 度，舊式跳馬為 43 度，呈現減小的現象，前手翻屈體前空翻動作較無明顯改變。G2 運動員則在新式跳馬練習初期實施前手翻屈體前空翻動作推撐離馬重心垂直速度較舊式跳馬減緩 1.17m/s 最為明顯，側翻內轉 180 度直體後空翻動作在撐馬重心垂直速度較舊式跳馬快 1.02m/s，受到馬背型態影響，離馬垂直速度減緩 0.48m/s。新式跳馬經過 7 週練習後 G1 運動員實施側翻內轉 180 度直體後空翻動作推撐過程離馬重心水平速度增加 0.61m/s，重心垂直速度增加 0.28m/s，前手翻屈體前空翻動作同樣呈現增加的現象。G2 運動員經過 7 週練習，上肢推撐重心速度均較練習前快。藉由運動學分析發現 2 位運動員經

過 7 週練習後對於新式跳馬馬背型態已產生較熟悉的現象。根據研究觀察，為了解決女子運動員助跑速度慢的問題，本研究建議發展毬子（4、5）類組動作。

關鍵詞：新式跳馬、舊式跳馬、推撐、制動效應

Liang, Mei-Song (2003). Kinematics analysis of upper limbs support by the female gymnasts in new and old vaulting horse. Unpublished master's thesis, National Taiwan College of Physical Education, Taichung.

ABSTRACT

The purpose of this study was to approach the kinematics characteristics of the upper limbs support on new and old type horseback for elite female vaulters in Taiwan; moreover, this study was also to analyze the change of the adaptation for practice new type horseback. Two Redlake high-speed cameras (250Hz) and WinAnalysis three dimensional image digitization system software were used to acquire and to analysis the kinematics characteristics for the movements of front-hand sprint somersault (Fh) and Tsukahara (Ts). The results showed that the horizontal velocity of center of mass (COM) decreased 1.94m/s and the vertical velocity of COM decreased 0.33m/s at takeoff for G1 vaulter by comparison of the beginning of new type horseback and old type horseback. The body angle at the instant of G1 vaulter support was 43 degrees for old type horseback, but that was decreasing to 21 degrees for new type horseback. There were no any difference when the G1 vaulter to perform Fh on the new type horseback and the old type horseback. The beginning to perform Fh on the new type horseback for G2 was showed that the vertical velocity of COM decreased 1.17m/s at takeoff, but the beginning to perform Ts on the new type horseback was showed that the vertical velocity of COM increased 1.02m/s at the support instant and decreased 0.48m/s at takeoff by the influence of the shape of new type horseback. After the training for seven weeks, G1 vaulter to perform Ts was showed that the vertical velocity of COM increased 0.28m/s and the horizontal velocity of COM increased 0.61m/s at takeoff. The characteristics of the increasing takeoff velocity were also presented at the movement of Fs for G1 vaulter and the two movements of Fs and Ts for G2. The kinematical analysis was also showed two vaulters had adapted the new type of horseback after seven weeks training. This study indicated the female vaulters were always running up so slowly, and this study suggested that female vaulters should

mainly practice shuttlecock groups of exercises (the 4th, 5th groups), which will be the development trend of female vaulting horse in the future.

Key words: new type vaulting horse, old type vaulting horse, thrust, damping effect

目 次

中文摘要	I
英文摘要	III
謝 誌	V
目 次	VI
表 次	VIII
圖 次	IX
第壹章 緒 論	
第一節 問題背景	1
第二節 研究目的	3
第三節 研究範圍與限制	3
第四節 名詞解釋	4
第五節 研究之重要性	6
第貳章 文獻探討	
第一節 跳馬器材革新對動作技術影響之探討	7
第二節 跳馬推撐角度之探討	8
第三節 前手翻類與側翻內轉體 180 度類推撐技術	9
第四節 結語	11
第參章 研究方法與步驟	
第一節 研究對象	12
第二節 實驗儀器與設備	12
第三節 實驗時間與地點	13
第四節 實驗步驟	13
第五節 資料收集與處理	16

第肆章 結果與討論

第一節 更換跳馬型態初期不同類組推撐動作之運動學.....17

一不同型態跳馬馬背對二種類組動作身體重心速度分析...18

二新、舊式跳馬對二種類組動作推撐時間分析...25

三新、舊式跳馬對二種類組動作推撐角運動學分析.....27

第二節 新式跳馬對不同類組推撐動作適應過程之運動.....32

一不同時期跳馬訓練對二種類組動作身體重心速度分析.....33

二不同時期新式跳馬訓練對二種類組動作推撐時間分析.....39

三不同時期跳馬訓練對二種類組動作推撐角運動分析.....40

第三節 綜合討論.....45

第伍章 結論與建議

第一節 結論.....50

第二節 建議.....53

引用文獻

中文部分.....54

外文部分.....55

附錄：實驗參加者同意書.....56

表次

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	18
表 2：新、舊式跳馬對側翻內轉體 180 度直體後空翻推撐時間	25
表 3：新、舊式跳馬對二類動作推撐各階段角度	27
表 4：第 1 次實驗與第 2 次實驗跳馬對二類組動作身體重心速度	33
表 5：側翻內轉體 180 度直體後空翻動作推撐時間	39
表 6：第 1 次實驗與第 2 次實驗對二類組動作推撐各階段角度	41

圖次

圖 1：舊式跳馬之圖樣	4
圖 2：新式跳馬之圖樣	4
圖 3：前手翻屈體前空翻	5
圖 4：側翻內轉體 180 度直體後空翻	5
圖 5：實驗場地儀器架設配置圖	14
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	21
圖 7：前手翻屈體前空翻動作推撐各階段重心速度曲線	23
圖 8：新舊式跳馬前手翻屈體前空翻動作肩角度曲線	29
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	30
圖 10：側翻內轉體 180 度直體後空翻動作重心速度曲線	36
圖 11：前手翻屈體前空翻動作身體重心速度曲線	37
圖 12：不同時期新式跳馬側翻內轉體 180 度直體後空翻動作肩角度曲線	43
圖 13：不同時期新式跳馬前手翻屈體前空翻動作肩角度曲線	44

第壹章 緒論

第一節 問題背景

女子競技體操運動包括：跳馬、高低槓、平衡木、地板等四種項目所組成，而在這四個競賽項目中則以跳馬項目所費的競賽時間為最短，而動作實施過程也有別於其他項目，不需要一系列連續的動作組合，也不需要有任何舞蹈與音樂所結合的多元性編排，因此實施動作過程較為單純。也因為跳馬動作是一個單一性的技術，沒有成套和編排上的要求，在短時間所需完成的動作過程亦是跳馬項目所表現的專有特色。雖然需要在短時間內就完成動作的實施，但它是由相互聯繫的幾個階段所組成的整體，這個整體 Hay (1993) 為了進行動作的解析，以方便分析描述動作，其順序包含：助跑 (run-up)、墊步 (hurdle step)、踏板起跳 (takeoff)、第一飛程 (preflight)、推撐 (support)、第二飛程 (flight)、著地 (landing) 等七個階段所串連而成。

女子跳馬項目於 20 世紀 30 年代才被列入正式競賽項目，當時跳馬比賽的內容是一些簡單動作，且發展緩慢。到了 50 年代後跳馬動作的技術發展才逐漸加快，整個跳馬動作技術的發展歷經了水平類動作、手翻及轉體類動作與手翻空翻類之動作，時至今日，跳馬運動的競賽中，往往都出現運動員在助跑墊步進入踏板起跳前，會先實施例如側翻內轉體 180 度之動作後，進入彈板起跳階段，接續的動作至推撐前的第一飛程階段，運動員通常會實施後手翻或難度更高之轉體 180 度成前手翻推撐，這就是中國大陸俗稱的毬子後手翻。

由於跳馬推撐前的動作產生革命性的變化，第二飛程的主要動作就因此出現了前空翻兩圈、前空翻兩圈轉體 180 度、後空翻兩圈等高難度動作，這也大幅提高跳馬運動的可看性。然而，推撐前的複合型手翻、空翻及轉體類動作的實施過程，經常就伴隨著動作操作的失誤，由於高運動速度的情境，這種失誤就極有可能造成運動員的重大傷害。中國大陸女子體操運動員桑蘭在一次國際比賽中，跳馬項目因實施前手翻轉體 180 度直體後空翻的動作失敗，因而造成嚴重的頸椎斷裂，以至於全身癱瘓。

基於跳馬運動安全的考量，以及增加跳馬動作實施的極至表現，國際體操總會（Fédération Internationale De Gymnastique, FIG）在跳馬器材作了重大的改變，由原本馬背長 160 公分、馬背寬 35 公分改革至馬背長與馬背寬為 100 公分 x 100 公分，而馬背也由原本的水平改成約 30 度仰角。由於推撐的面積增大了，使得跳馬項目更趨於安全；30 度的仰角將有利運動員向上推撐以提升飛行高度，第二飛程的動作實施就有可能產生新穎的技術水平。

由於跳馬器材的改變以及規則的修訂，跳馬之技術發展勢必會有更突破性的發展與進步，跳馬之技術發展較著重於推撐後的第二飛程高度及動作變化上。在 2001 年至 2004 年國際規則修訂後，技術與動作要求都比舊規則所要求的更嚴苛，對於前手翻屈體前空翻動作而言，舊規則之起評分為 9.5 分，新規則則降至 9.4 分。再加上跳馬器材的改變，顛覆了舊式傳統跳馬器材，不論是外型與構造都與舊式跳馬截然不同，因此引發本人對這兩類不同結構之跳馬馬背對上肢推撐角度與推撐力量之差異性為何等產生疑問？希望藉由實驗研

究瞭解新舊式跳馬馬背對上肢推撐技術之差異。現今各大國際體操賽事均採用新式跳馬為比賽項目之器材，而國內對新式跳馬的技術正處於摸索階段，因此對於新舊式跳馬馬背推撐技術之研究就更顯得重要，研究結果亦可提供教練或選手對於新式跳馬上肢推撐技術之參考。

第二節 研究目的

本研究的主要目的在探討國內優秀女子跳馬運動員對於新舊式跳馬馬背實施不同類組動作上肢推撐技術的運動學特徵，並進一步探討運動員上肢推撐技術適應新式跳馬馬背過程，從差異中預測未來發展方向。

第三節 研究範圍與限制

本研究之對象，限於曾經贏得全國性體操賽跳馬冠軍之女子選手，且具有跳馬前手翻屈體前空翻、側翻轉體 180 度直體後空翻之技術，跳馬技術水準甚高，礙於國內女子跳馬項目同時具備此兩種技術之選手只有二位，因本研究實驗參與者之限制，在外在效度上有侷限性，必須謹慎。

第四節 名詞解釋

1. 舊式跳馬：1956-2000 年國際體操總會（FIG）所認可之跳馬比賽用器材，如圖 1，馬背長度 160 公分、馬背寬度 35 公分、跳馬高度女子 125 公分，男子 135 公分。



圖 1：舊式跳馬之圖樣

2. 新式跳馬：2001 年國際體操總會（FIG）所認可之跳馬比賽用器材，如圖 2，馬背長寬 100 公分x100 公分，馬背約成 30 度仰角、跳馬高度女子 125 公分，男子 135 公分。



圖 2：新式跳馬之圖樣

3. 前手翻屈體前空翻（Front-hand sprint somersault, Fh）：
在 2001-2004 年國際女子體操規則之動作類組與編號為 2.304（2 為動作類組，304 為動作編號），起評分為 9.4 分，如圖 3，雙腳踏板上起跳擺腿身體成直體，雙手前伸撐馬背，推離馬背後身體向前屈體翻轉一周。

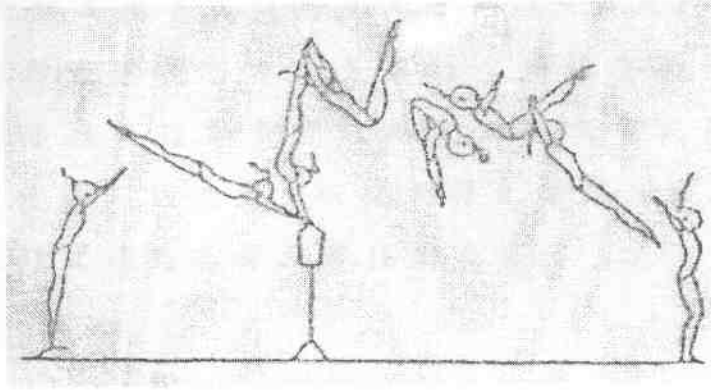


圖 3：前手翻屈體前空翻

4. 側翻內轉體 180 度直體後空翻 (Tsukahara, Ts)：在 2001-2004 年國際女子體操規則之動作類組與編號為 3.304(3 為動作類組，404 為動作編號)，起評分為 9.1 分，如圖 4，雙腳踏板起跳後身體成直體縱向轉體 180 度撐馬背，推離馬背向後直體翻轉一周。

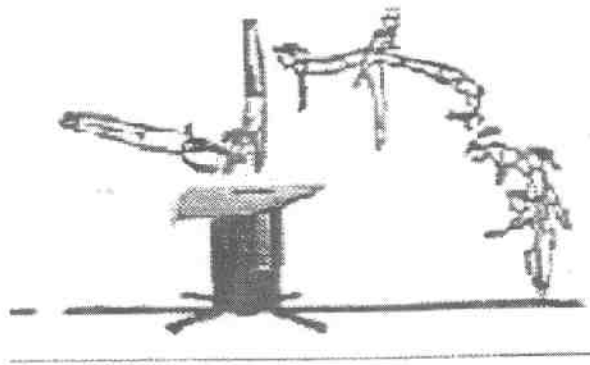


圖 4：側翻內轉體 180 度直體後空翻

5. G1：第 1 位實驗參與者
6. G2：第 2 位實驗參與者

第五節、研究之重要性

新式跳馬與舊式跳馬之馬背面積、角度的不同，推撐速度與推撐角度是否有其差異性？藉由實驗研究了解國內優秀女子跳馬運動員實施新式跳馬與舊式跳馬馬背之上肢推撐技術不同之處，研究所得之結果可作為教練與選手在適應新式跳馬馬背推撐技術之參考。

第貳章 文獻探討

第一節 跳馬器材革新對動作技術影響之探討

每一種運動項目的興起都有其當時的需切性，根據姚俠文（1993）研究指出，現代跳馬起源於古代馬術，當時為了訓練士兵和提高勞動技能而製作了與真馬相似的木馬，在演變的過程中相繼去掉馬頭、馬尾、馬鞍並覆蓋上牛皮，而演變至今之競賽用之跳馬。跳馬項目隨著器材的改革而改變了最初為了訓練士兵的目的，演變至今成為以運動競技為目標的運動項目。

姚俠文（1993）指出 1950 年代初，男子縱馬長為 1.80 公尺，高為 1.30 公尺；1956 年馬長改為 1.60 公尺，馬高改為 1.35 公尺。女子跳馬原為 1.10 公尺高，1975 年馬高改為 1.20 公尺。踏板的高度和彈性也做了修改，由原來的 10 公分改為 15-16 公分高，後來有改為 20 公分高，踏板的彈性也越來越大。1986 年以後跳馬馬背改用具有彈性物質的材質。由於在 1956 年跳馬器材的變革，使得跳馬技術不斷的提升，創新的高難度動作不斷表現在世界體操大賽中。姚俠文（1993）指出，1976 年第 21 屆奧運會，蘇聯女子體操選手涅利金獨創了跳轉 180°接直體後空翻轉體 360 度，奪得跳馬冠軍。1982 年蘇聯女子體操選手尤爾欽科在第六屆世界盃體操比賽中獨創了側翻內轉體 180 度上板接直體後空翻轉體 360 度，奪得跳馬冠軍。

如今 2001 年跳馬器材更作了突破性的改變，由原本馬背

長 160 公分、馬背寬 35 公分改革至馬背長與馬背寬為 100 公分 x100 公分，而馬背也成 30 度仰角。由於推撐的面積增大了，使得跳馬項目更趨於安全。因此，將會更影響跳馬動作技術的發展，如同 1956 年跳馬器材改革後，一些高難度動作的創新帶動了跳馬競賽的可看性。

第二節 跳馬推撐角度之探討

根據胡泳章、姚俠文、竭曉安、徐文琪、張秀珍（2000）研究指出，今後女子跳馬的發展重點乃著重在推手後的第二飛程，因為第二飛程在時間與空間上都比第一飛程更有利於發展高難度動作。因此我們可以瞭解推撐馬背的角度亦是決定第二騰空高度最主要的要素之一。Takei（1991）分析前手翻團身前空翻發現，在觸馬的期間選手藉著手臂和肩膀的推撐動作，用以增大離馬時垂直速度，造成第二飛程有較高的高度、較長的距離及較長的飛行時間，因此選手較容易控制身體在空中的旋轉和作最好的著地準備。Kerwin 與 Harwood 和 Yeardon（1993）等人研究指出，如果推撐動作不正確，選手離馬時將會有較大的水平速度、角動量，但垂直速度則較低，因此將會造成第二飛程的重心拋物線弧度偏低而長，這使得落地時失敗的機率增大。

Takei（1991）在比較 1988 年奧運跳馬選手在馬上所運用的垂直力量和衡量時，發現高得分組的平均垂直力量顯著高於低得分組。姚俠文（1993）以 1988 年奧運跳馬冠軍選手樓雲為研究對象，研究指出樓雲所實施前手翻屈體前空翻轉體 180 度之動作技術，在撐馬角度為 34 度，推馬後肩角度略為減小（大約減小 1.3 度-2.8 度），肩角為 158 度。撐馬角度

與推離角度攸關於第二飛程之高度，然而著地的穩定性取決於第二飛程的高度。

姚俠文等人在 1999 年針對肖俊峰跳馬前手翻團身前空翻兩周運動學分析指出：第二飛程是推手結束至腳落地為第二飛程。肖俊峰推手結束時重心水平速度由撐馬時的 5.06m/s 減小到 3.46m/s，重心垂直速度由 3.31m/s 增加到 3.99m/s。肖俊峰在推馬瞬間身體重心在肩水平線以上，撐馬角為 36 度（撐馬角是指撐馬瞬間重心至手支點投影線與馬水平面的後夾角），撐馬後立即迅速頂肩推手。推手時間只有 0.12s，推手時肩關節頂開肩角增大，由撐馬時的 120 度增大到 141 度，在頂肩推手時同時擺腿。肖俊峰第二飛程重心高度距離地面 3.10m 這說明肖俊峰推手效果比較好，進而影響第二飛程之高度，使他能有更高的高度與更長的飛程時間來完成前空翻兩周的高難度動作。

根據上述文獻探討中，我們可以預測 2001 年以後的跳馬動作技術，將會出現上板後之動作變化與推撐馬背離馬後連接空翻轉體等高難度動作。因此器材的革新與規則的修訂都是影響動作技術發展及運動競賽成績表現最主要的因素之一。

第三節 前手翻類與側翻內轉體 180 度類推撐技術

跳馬技術動作發展重點乃在於推撐離馬後的第二騰空，而第二騰空實施的好與壞，取決於推撐技術完成的優劣，因此加強跳馬推撐技術之研究是有重要的意義與價值存在。前手翻類動作與側翻內轉體 180 度類動作的踏板技術基本相

同，主要差異在於推手之技術。姚俠文、徐文琪、胡泳章、肖偉、江芸（2000）針對中國國家隊體操隊員莫慧蘭、袁珂霞、馮謹麗、葉琳琳、關玉清、桑蘭、周端、許婧等人進行前手翻類與側翻內轉體 180 度類動作的運動生物力學分析。研究結果顯示，在撐馬瞬間身體位置，兩類動作撐馬瞬間身體重心位置均高於肩水平線位置，前手翻類動作推撐角度為 30 度，側翻內轉體 180 度類動作為 28 度，兩類動作之推撐角度並無明顯差異，撐馬瞬間身體位置越高越有利於推手和轉體。在推手的過程中前手翻類是兩手同時撐馬，身體翻轉方向與第一騰空運動方向一致，而側翻內轉體 180 度類則是兩手依次撐馬再同時推離馬，第一隻手撐馬時身體已轉體超過 90 度，在推手的過程中繼續轉體，直到推離馬背瞬間轉完 180 度，身體由向前運動改變為向後運動。兩類動作的推手時間分別是，前手翻類為 0.16s 與側翻內轉體 180 度類為 0.20s。

身體重心水平速度和垂直速度則前手翻類動作重心水平速度和垂直速度大於側翻內轉體 180 度類動作，水平速度分別為 5.2 m/s 和 3.8 m/s，垂直速度分別為 2.6 m/s 和 2.2 m/s。前手翻類動作與側翻內轉體 180 度類動作推撐離馬瞬間身體位置及肩角度分別為 79 度、84 度，兩類動作的身體基本上處於倒立位置，前手翻類動作推離馬時的肩角大於側翻內轉體 180 度類動作，分別為 178 度和 141 度。在上述研究得知兩類動作都要快速有力推手頂肩，身體都須在倒立位置推離馬背。

第四節 結語

綜合上述文獻發現，器材的改變將有利提昇動作技術，跳馬動作技術的發展乃著重在第二飛程的動作變化，第二飛程的時間越長，重心越高越有利於動作之變化與著地的穩定性。根據文獻顯示第二飛程的時間長短取決於推撐之角度。

跳馬競賽之評分標準乃以第二飛程的騰空高度及動作變化為評分依據，而取決跳馬第二騰空高度除了助跑速度、彈板技術外，推撐的角度與上肢作工的技術更是影響第二騰空高度的主要因素。

由於 2001 年以後跳馬器材作了相當大的改變，因此在整個推撐技術發展上亦有其差異存在，甚至影響其爾後動作之發展。然而對於新舊式跳馬推撐技術之研究與探討，亦有其迫切性。跳馬項目是我國有希望在國際體操大賽中奪牌項目，因此及早適應新式跳馬器材之特性是刻不容緩。新舊式跳馬馬背上肢推撐技術之運動學分析亦是探討的一項課題，研究結果亦可幫助選手與教練，盡早適應新式跳馬器材。