

女子百公尺跨欄動作之運動學分析

李 運 來

摘 要

本研究是以一部每秒60張的攝影機，拍攝1993年中正盃田徑公開賽暨國際田徑公開賽暨國田徑友誼賽，百公尺跨欄決賽前二名及第四名的三位選手，在跨越第五個欄架時整個動作過程，進行動作學分析。影片是以14肢段20個關節點的人體節點的人體模型分析，其肢體重心位置及重量比率採用 Dempster 的資料。影帶經Peak Performance 系統進行數位化處理，所獲得的各關節座標資料，再利用系統中的Low-Pass、Fourth order、Zero Log Butterworth 程式將資料修勻並計算及分析有關的運動學資料。

本研究之主要目的，在於探討：

- 1.起跨時起跳點距離、起跳角度與過欄時的時間。
- 2.著地點距離、著地角度與著地支撐時間。
- 3.兩腿夾角、下肢長與身體重心垂直高度。

本研究經分析的結果與討論，所獲得的結論如下：

- 1.起跨時起跳點距離太近會增大起跨角度，太遠會增長過欄的時間。
- 2.著地點越接近欄架，著地角度越大，身體重心投影點容易落在著地點之上可減小水平制動，同時也減少著地支撐的時間。
- 3.過欄時以下肢長度對重心垂直高度的影響較大，其次是兩腿的夾角大小。所以跨欄選手在選材時要選出，身高在1.70 -1.75公分，體形修長，肌肉細長（尤其是小腿較長），膝、踝關節圍度較小，腳弓彎曲明顯，跟腱較長、清晰（楊守博等，1978）。

壹、緒 論

一、前言及動機

我國百公尺跨欄的成績自1970年紀政創出12.93秒後，在國際田徑運動界中曾經風光一時。但現今選手時成績與亞洲及世界成績比較，仍有一段很大的差異距。究竟問題的癥結在那裡？過欄動作不夠完美，是造成跨欄時騰空時間長的主要原因。世界紀錄保持者唐可娃（Donkova, Jordanka）百公尺跨欄跑12.24秒時，其百公尺的成績是11.27秒。亞洲紀錄保持者劉華金百公尺的成績是11.73秒時，百公尺成績是11.4秒（手按）（李誠志，1992）她們花在跨越10個欄架的時間在1~1.1秒，反觀我國的選手跨越欄的間，大都在1.8秒以上。

1998年奧運會女子百公尺跨欄賽第一名的保加利亞選手Donkova Jordanka，最快速出現在第五個欄，其它選手在第四個欄就出現最快的速度，最快速度平均維持四個欄架，至第八欄後速度才開始下降（許樹淵，1992）。因此，本研究便以跨越第五個欄的整個動作過程，進行運動學分析以提供教練及選手做為欄技術的參考。

二、研究目的

本研究之目的在分析我國優秀百公尺跨欄選手，其跨欄動作的運動學資料。茲將所分析的資料列出如下：

- (一) 起跨時起跳點距離、起跳角度與過欄時間。
- (二) 切欄著地點距離、著地角度與著地支撐時間。
- (三) 兩腿夾角、下肢長與身體重心垂直高度。

三、名詞解釋

(一) 跨欄動作

起跳腿著於欄前至引導腳欄著地於欄後之間的動作。動作是自起跨腿著地開始到引導腿離地瞬間止。

(二) 起跨腿（腳）

亦稱起跳腿（腳）。於起跨上欄時，著地支撐向前上推蹬的腿（腳）。

(三) 引導腿（腳）

又稱前導腿（腳）。在起跨上欄時，屈膝前提最先跨越欄架的腿（腳）。

(四) 切欄著地

引導腿越過架後快速下踩，膝關節伸直腳尖著地至推蹬離地的階段。亦稱引導支撐階段。

(五) 起跳距離

起跳腳的起點至欄架之間的距離。

(六) 引導手

引導腿對側的手臂。

(七) 起跳角度

起跨時起跳腳至身體重心所連成的直線與地面構成的角度。

(八) 騰空時間

起跳腳離地瞬間至引導腳著地瞬間所花費的時間。

(九) 兩腿劈腿夾角

跨欄時引導腿與起跨腿之間形成的角度。(身體騰空於欄杆構成的最大角度)

(十) 著地角度

為引導腿切欄著地瞬間與地面所形成的角度。

四、研究範圍

本研究的範圍是針對1993年中正盃田徑公開賽暨國際田徑友誼賽，百公尺跨欄決賽前二名及第四名的三位選手，跨越第五個欄架時的動作過程，進行運動學分析。

五、研究限制

跨欄動作是一個三度空間的運動，而本研究僅以一部攝影機拍攝，就運動面的動作進行二度空間的分析。由於拍攝決賽跨越第五個欄時，影像出現許多重疊的動作無法分析，所以才選擇三位未被掩蓋的影像為分析對象。

貳、文獻探討

丁春枝 (1990) 認為欄架運動強調節奏感，節奏感要比速度來的重要，因節奏感是速度的形態，可以使跨欄選手將技巧發揮到極點。

Boris Shchennikov (1975) 蘇聯著名的跨欄教練，他認為女子項目除了跨欄以外，沒有任何一項，需要集合速度、肌力、柔軟度、精確精確性、高度協調性和韻律於一身，或許這就是跨欄的特徵，一個需要高意志力，需要多方面具備高度技巧的項目。

一、有關起跨方面

Bush 和 Valentine (1974) 認為在助跑準備起跨時，運動員不應該集中用力，因為這樣會減弱水平的速度。

Cathoun (1976) 進一步指出，在準備起跨時，運動員不應用過大的步幅來達到制動及進行調整，這樣做只會損失先前所獲得的快跑速度。

Sipes (1976) 認為跨欄前最後一步應當縮短，如此才能使運動員的身體重心前移，為起跨準備一個更好的位置。

許樹淵 (1982) 認為起跨時一定要保持以下幾個原則：

(一)起跨前一步步幅要比前一步小10-20 公分。

- (二)保持跑的水平速度。
- (三)起跨點的正確。
- (四)起跨腿的蹬腿作用。
- (五)雙臂的作用。
- (六)引導腿的作用。
- (七)重心的軌跡。

葉憲清 (1976) 在起跨腳伸直蹬地之同時，上體迅速的往前深傾，（這是一個深傾動作之感覺，並不是上體前屈、彎背、頭朝下，而是整個上體往前拋擲似之感覺。這一前傾動作不可太過份，尤其能保持近乎快動作之狀態最為理想。

李誠志 (1992) 起跨腳離地瞬間，身體重心盡量接近欄板，如此才能獲得較高的水平速度，又可能縮短騰空時身體重心的移動距離距離。起跨距離要適宜，一般百公尺跨欄為 1.90-2.00 公尺。

宋延吉 (1989) 為保持速度，起跨前步步幅縮短10-20 公分，目的使起跨腳著靠進身邊體重心投影點，可減少放腳制動力。

Brent Mcfarlane (1988) 認為跨欄的起跨，從起跨點到欄架的距離要依賴以下幾個因素：

- (一)助跑的速度。
- (二)起跨腿的速度與長度。
- (三)選手的高度。
- (四)欄架的高度。
- (五)髖關節、膝關節、踝關節的活動範圍之大小。

Cooper, Lowery 和 Perrin (1970); Mann 等 (1982-83)認為在起跨步中應保持短跑運動員正常的身體傾斜姿勢，在過欄時也強調如此，動作的目的在於身體向前過欄，而不是像跳高那樣向上過欄。

楊守博等 (1987) 認為起跨點距離為 1.90-2.00 公尺，起跨腳離地瞬間與地面成 68-70 度，起跨時起跨腿的髖、膝關節緩衝不明顯，引導前擺不高。

許樹淵 (1977) 起跨腿的動作稍延遲，會產生較快和較連續的動作，結果導致落地時較佳之時宜和速度。事實上，後腿的動作之時宜正確，大力促成引導腿有效作切欄動作，腦子裡不必存控制落地的念頭，因心裡來控制動作往往會影響動作協調。

Mann and Herman (1985) 分析1984年洛杉磯奧運會百公尺跨欄前八名選手，其平均起點距欄架的距離為2.13公尺。

二、有關欄上動作方面

Cooper, Lawery 和 Perrin (1970); Costanza 和Gloss- brenner (1978); Justin (1970); Lawson (1978); McFarl- ane (1976)以及Sipes (1976) 陳述了過欄身體向前面大腿傾斜的重要性，認為其基本目的在於在欄高允許的情況下盡可能地使身體重

心接近通常短跑時的運動軌跡。

Joe. walker, (1991) 認為跨欄時欄上動作一定要堅持三個原則：

(一)下巴要超過關節。

(二)腕關節始終在肘關節之下。(不可高過於肘關節)

(三)起跳腿曲膝(小腿貼緊於大腿)由臂凹(肘關節)下，與欄呈水平，快速向前上收腿。

Mann等(1982-83)；Cooper, Lavery和Perrin(1970)以及Sipes(1976)一致認為上欄時的垂直速度要減小，欄前一步的距離應比下欄後一步大，如此會使運動員在欄架前達到垂直速度的峰值，使引導腿更快回到支撐狀態，並取得有利的著地位置。

Bush和Valentins(1974)，Lawson(1978)，McFarlane(1976)以及Sipes(1976)普遍認為在跨欄騰空階段，前小腿應保持微小的屈曲，不要完全伸直。Justin(1970)認為小腿伸直通常會引起軀幹挺直而造成速度損失，也會延遲過欄後整條腿的向下擺動，導致一個非常不利的著地位置。而小腿屈曲能使引導腿幾乎一越過欄架就開始向下運動。

Cooper, Lavery和Perrin(1970)；Glossbrenner(1978) Gordon(1966)，Jackson(1968)；Lawson(1978)以及Sipes(1976)運動員上欄後，起跨腿就成了後腿，小腿的運動是後腿適當的擺動動作中的一個重要因素。幾位作者討論了"延遲"後小腿屈曲和不過快地帶動腿完成動作的重要性。他們都認為這將確保起跨時充分地劈腿(剪的動作)會使運動員低的跨欄姿勢，並能使軀幹在起跨時傾。

Costanza和Glossbrenner(1978)指出，起跨腿運動過快將會引起運動員欄架上跳過，增加騰空時間。

李誠志(1992)在跨欄步過程中，雙臂的擺動主要是維持身體平衡與下肢協調配合，有利於加快節奏。

Jackson(1992)，Costanza和Glossbrenner(1978)也指出，如不延遲引導腿動作，下欄時將會導致落地點太近，著地時會失去平衡，造成欄間三步跑的困難，引導腿的延遲會使動作連續並保持平衡。

李誠志(1992)在過欄時兩大腿應形成較大的夾角，技術較好的運動員，其夾角在125-130度，而技術差的運動員為100度左右。

宋延吉(1989)根據力學分析，人體騰空後，在沒有外力作用的情況下，身體重心軌跡的運動方向和速度不會改變。

楊守博(1987)認為騰空過欄動作雖然不能改變身體重心運動軌跡，但能維持身體平衡，有力予過欄並快速下欄，創造有利條件。過欄擺臂也向短跑方向發展，兩臂的擺動越來越靠近身體的縱軸，後擺時向側後方划擺動作幅度也不大，可以加快過欄擺臂動作，有利予提高過欄時兩腿剪絞動作的速度。

三、有關切欄著地方面

衛沛文在1984年吳清錦百十公尺跨欄動作分析中提到，跨欄最後的動作是著

地動作，此一動作好壞關係甚大，若著地點太遠，身體重心落於著地點之後，身體會後傾，妨礙向前動量，減速大增。相反的；若著的點太近，重心超過著地點，容易造成身體前傾，失去平衡，而且亦減少欄後一步步幅，影響以後之步點，最理想的著地姿勢是重心點在重心垂直線之上，而上體已回復微前的跑步姿勢。

葉憲清 (1976) 跨欄的著地動作必須做到不抹煞速度，且能產生加速度為最大之原則。

楊守博 (1987) 下欄時上體仍保持前傾，起跨腿仍收緊小腿，把膝關節抬至身體中線。引導腿伸直用前腳掌後扒著地，著地點在身體重心落地點前10-20公分處，距欄架130-150公尺。引導腿著地後踝關節稍有緩衝，但腳跟不接觸地面，膝、髌關節保持伸直，使身體重心保持較高部位。

許樹淵 (1982) 認為引導腿著地瞬間，身體重心在著地點垂直面後面，會產生煞車阻力。切欄著地點距離身體重心垂直不超過30公分，容易跌倒；落必距離太遠，則身體後座而停頓。

李誠志 (1992) 下欄時引導腿從上往下，從前往後積極下壓後扒，用前腳掌著地，膝、踝關節伸直，著地點接近身體重心的投影點，支撐高，有較大的著地角。大陸優秀運動員約為75度左右，美國優秀運動員約為80度左右。著地點離欄架的距離為1.10 -1.20公尺。

Mann等(1982-83) 下欄著地時，膝關節應屈曲，使之與地面碰撞時的水平制動減到最小。另外，在整個支撐階段膝關節應保持屈，因為跨欄選手主要是向前（不是向上）跑到下一個欄架。

Chisam(1980)，McInnis (1978) 認為無論上欄或下欄的支撐中，腳的落地點應盡可能接近身體重心之下，以避免水平制動。

王嘉連 (1982) 有關起跨與著地位置：通常起跨點到欄架的距離之比值最好是6:4 或 6:3。

宋延吉 (1989) 在切欄著地時，引導腿應做積極伸展快速下壓的扒地動作，使落地點距身離重心投影點靠近，著地腳大（根據統計優秀運動員的著地腳為78度）有利予減少著地時的阻大，使重心迅速前移，保持水平速度。

四、本章總結

綜合以上文獻做出下列結論

- (一)起跨前最後一步的步幅應適當縮短，縮短距離約10-20公分。目的在使身體重心前移，並處於高位置時起跨，有助於水平速度的維持，為起跨準備一個最好的位置。
- (二)起跨點要正確，於欄架前約為1.90-2.00公尺左右最為適宜。
- (三)起跨腳離地瞬間與地面形成的角度在68-70度最適宜。
- (四)起跨時上體適度前傾，身體重心盡量接近欄板，易獲得較高的水平速度，又能縮短騰空的時間。

- (五)起跨時引導腿屈膝，小腿靠近大腿，縮短半徑，加速腿旋轉的角速度。
- (六)上欄時的垂直速度要減小，欄前一步的距離要比下一步大，兩距離之比為 2:1。
- (七)起跨腿起跳動作稍為延遲，會產生較快和較連續的動作，同時可增兩腿臂腿的夾角，減小向上的騰空高度。
- (八)在過欄時兩大腿所形成的夾角約125-130 公分較適宜，較能減小垂直的高度，使上體前傾並能使身體在很行放鬆的情況之下過欄。
- (九)過欄時雙臂動作的主要功能是維持身體平衡與下肢協調配合，有利於加快節奏。
- (十)在跨欄騰空階段，前小腿應保持微小的屈曲，不要完全伸直。
- (十一)切欄著地時，著地點盡量落在身體重心之下，減小水平制動力。
- (十二)著地點離欄架離以120公尺左右較適宜。

參、方法與步驟

一、實驗對象

本研究的實驗對象為1993年中正盃田徑公開賽暨國際田徑友誼賽，女子百公尺跨欄決賽前二名與第四名的三位選手。選手基本資料如表一：

受試者	身高 (公分)	體重 (公斤)	下肢長 (公分)	年齡 (歲)	名次	最佳成績 (秒)	分析成績 (秒)
Bowles U. S. A	168	60	91	24	1	12.82	12.86
Anderson CANADA	162	58	86	25	2	13.09	13.25
徐秀英 R. O. C	169	56	89	20	4	13.75	13.86

二、實驗時間及地點

本實驗於1993年 5月29日上午十點三十五分，實地拍攝於苗栗縣立體育場所舉行的1993年中正盃田徑公開賽暨國際田徑友誼賽，女子百公尺跨欄決賽時，跨越第五個欄架的整個過程。

三、資料收集

本實驗是以國立體育學院運動科學研究所力學實驗室的一部Panasonic AG - 450 攝影機，拍攝選手跨越第五個欄架時的整個過程。攝影機拍攝速度為60張/秒，架設在第五個欄的跨欄方向右側，光軸至第八道外緣的水平距離為十公尺，光軸

垂直於地面的高度為1.20公尺。

四、資料處理與分析

本研究係採用決賽時跨越第五個欄架的整個過程進行動作分析。影片是以14肢段20個關節點的人體模型進行分析，其肢體重心位置及重量比率則採用 Dempster 的資料。影帶經 Peak performance 系統進行數位化處理，而獲得各關節的座標資料，再利用系統中的 Low-Pass、Fourth order、zero lag butterworth 程式將資料修勻並計算及分析有關的運動學資料。

肆、結果與討論

一、起跨時起跳點、起跳角度與過欄時間

起跳點到欄架的距離及起跨腳離地瞬間與地面所形成的來角度，在起跨時扮演相當重要的角色。李誠志(1992)認為起跨距離要適宜，大約在1.90~2.00公尺之間，過近時會造成身體重心向前下充分，垂直分力過大的缺點，過遠時會造成騰空時間偏長。

起跨離地瞬間，身體重心向前移動，膝及踝關節伸直與地面形成起跨角。起跨角越小，身體重心投影點向前移動的距離越大，越接近欄架，水平分力也越大，跨欄的時間自然就減少。表二中顯示，本研究的受試者在起跨點的距離平均值為1.915公尺，起跨角度為69.6度。由表二得知，起跨點距離過遠或過近，會形成較大的起跨角度。在三位受試者中，僅以 Bowles 的起跨點距離與上述文獻所述的適宜距離較接近，其跨欄所花費的時間也最短。

表二

姓名	分析成績 (秒)	起跨點 (公尺)	起跨角度 (度)	過欄時間 (秒)
Bowles U. S. A	12. 86	1. 710	66. 5	0. 267
Anderson CANADA	13. 25	1. 670	68. 2	0. 235
徐秀英 R. O. C	13. 86	2. 375	74. 0	0. 367
平均值	13. 32	1. 915	69. 6	0. 289
標準差	0. 4115	0. 325	3. 21	0. 056

二、著地點、著地角度與著地時支撐時間

許樹淵 (1977) 認為引導腿著地點至欄架的距離約 1.20~1.60 公尺，若著地距離太近，則身體重心必然落在支撐點之前，水平速度會增加，易造成第一步距離縮短，或造成跌倒的現象。若著地點太遠，則身體重心必然落在支撐點之後的位置上。身體太落後，則影響向前的速度，著地支撐時間加長。Shison, 1980; Justine, 1970; Mann 等, 1982-83; McFarlane, 1978; Sipes, 1976; 他們都一致認為下欄時，身體重心落於著地點之上，可避免水平制動，同時可減少著地支撐時間。我們由表三可以看出著地距離越遠，引導腿著地瞬間的角度越大。徐秀英的著地距離最短，離欄架只有0.953 公尺，所以著地角度自然就小，因此身體投影點較接近著地點，也減少了著地支撐的時間。

表三

姓名	著地點 (公尺)	著地角度 (度)	著地支撐時間 (秒)
Bowles U. S. A	1.659	24.1	0.086
Anderson CANADA	1.647	20.1	0.010
徐秀英 R. O. C	0.953	11.9	0.076
平均值	1.419	18.7	0.087
標準差	0.330	5.078	0.010

三、兩腿夾角、下肢長與身體重心垂直高度

在過欄時身體盡量不要騰高，整個過欄的動作和欄間節奏必需接近短距離跑的跑法，所以過欄時的垂直高度要盡量減小。李誠志 (1992) 認為在過欄時兩大腿應該形成較大的夾角，技術較好的選手能達到 125 度至 130 度，而技術較差的選手僅為 100 度左右。楊守博等 (1987) 認為過欄時身體重心垂直高度不超過 20 公分。

Copper, Lavery 和 Perrin, 1970; McFarlane, 1976; Costanza, 和 Glossbrenner, 1978; 都認為起跨時充分劈腿，能使選手保持較低的過欄姿勢，並在起跨

時能使軀幹前傾。表四所顯示的兩大腿夾角平均值為115.17公分，身體重心垂直高度平均值為26.2度，與李誠志所述有些差距，其平均值都小於125度，其中以 Anderson 的劈腿角度較接近。Anderson 是三位中最矮小的選手，身高僅162公分，兩腿夾角不大時，爲了要順利過欄，就必須增加垂直高度。但表四資料顯示，其過欄垂直高度還比徐秀英的小，這是由於她兩腿夾角最大的因素。垂直高度受下肢長的影響較大，我們也可以從表四發現，下肢較長的選手其騰起的高度較小。致於 Anderson 的下肢要比徐秀英的下肢短，但其垂直的高度比後者小，我們或許可以從她們過欄的夾角來探討。上述文獻曾提過，充分的劈腿能保持較低的過欄地姿勢。

表四 兩腿夾角、下肢長與身體重心垂直高度表

姓名	分析成績 (秒)	兩腿夾角 (公分)	垂直高度 (公分)	下肢長 (公分)
Bowles U. S. A	12.86	108.8	10.8	91
Anderson CANADA	13.25	120.8	18.4	86
徐秀英 R. O. C	13.86	115.9	19.4	89
平均值	13.32	115.2	16.2	88.7
標準差	0.41	4.93	3.84	2.05

伍、結論

根據本研究對百公尺跨欄動作之運動學資料分析的結果與討論，所獲得的結論如下：

- 一、起跨時起跳點距離太遠或太近，都會增大起跨角度，也會增長過欄時騰空的時間。
- 二、著地點越接近欄架，著地角度越大，身體重心投影點容易落在著地點之上，可減小水平制動，同時也減少著地支撐的時間。
- 三、過欄時以下肢長度對重心垂直高度的影響較大，其次是兩腿的夾角大小。所以跨欄選手在選材時要選出，身高在1.70~1.75公分，體形修長，肌肉細長，腿長

而直 (尤其是小腿較長) , 膝、踝關節圍度較小, 腳弓彎曲明顯, 跟腱較長、清晰 (楊守博等, 1978)。

陸、建 議

- 一、要培養一位優秀選手, 首先必須重視選材工作。選出適合跨欄運動的人材, 在配合運動科學的方法, 才能造就傑出的跨欄優秀選手。
- 二、跨欄選手除必需具備完美的跨欄技術之外, 還要有良好的短跑速度。
- 三、利用運動科學的方法, 針對適合自己的動作與技術領域, 發揮潛在能力, 才是我們當前訓練主要目的。
- 四、認真觀察任何一個動作, 一個習以為常不正確的動作, 或許是所有錯誤動作的根源。

參 考 資 料

一、中文部份

1. 許樹淵：田徑論，偉彬體育研究社，26~28頁，1992年 6月。
2. 許樹淵：田徑運動教學法，協進圖書有限公司印行，民國71年 4月。
3. 國家體委編：田徑教學訓練大綱教法指導書，科學普及出版社，67頁，1989年。
4. 衛沛文：1984年吳清錦百十公尺跨欄動作分析，中華大專體總體育研討會，211~218頁，民國73年。
5. 鄭清榮：短距離跑的研究，書恒出版社，民國76年。
6. 許樹淵：不同起跑的力學因素分析，體育學報第二輯，167~177頁，民國69年12月。
7. 楊守博等編著：田徑函授教材，北京體育學院出版社，1987。
8. 佩特教練口述：於左營運動訓練中心指導1988年奧運選手，1987年。
9. 黃賢堅：跨欄步幅對成績的影響，中華民國體育學報第三輯，252頁民國70年。
10. 李運來：跨欄運動指導，霧峰出版印行，民國80年8月。
11. 洪得明：運動生物力學性分析的方法，文化體育第十期，22~28頁 民國80年6月。
12. 周延成：高欄起跑與短跑之比較，師大體育第十二期。
13. 李誠志主編：教練員訓練指南，人民體育出版社，1992年11月。

- 14.梁素嬌：田徑運動量化分析的訓練法，霧峰出版社，民國77年6月。
- 15.施登堯：女子100公尺低欄教學心得，師大體育第二十五期，民國77年元月。
- 16.王連嘉：短距離訓練指導，經世書局總經銷，民國71年12月。
- 17.卓俊辰：國際田徑教練百科全書，健行文化出版事業有限公司發行，民國69年12月。
- 18.張博夫：田徑運動，中華民國田徑協會印行，民國76年11月。
- 19.吳萬福：田徑運動，正言出版社印行，民國64年4月。
- 20.田麥久、武福全等：運動訓練科學化探索，人民體育出版社，1986年。
- 21.許樹淵：田徑運動力學，進協圖書公司，P 102-111 (1977)
- 22.丁春枝：100.110公尺跨欄起跑至第一欄之技術分析研究，霧峰出版社，民79年元月。
- 23.許樹淵：24屆奧運會100公尺欄分段時間分析，中華體育第20期，民81年3月 P 8-12。
- 24.葉憲清：百公尺跨欄教學設計研究，大專體總體育學術研討會，民76年 P 71-84。
- 25.葉憲清：田徑指導，啓華社，民65年。
- 26.陳燦堂：中華田徑季刊，1988年春季號，P 25-30。
- 27.曾清淡：中華田徑季刊第34期，1987年 P 32-52。
- 28.曾清淡：中華田徑季刊，1988年夏季號 P 45-51。

二、英文部份

29. McFarlane Brent, High Performance Hurdling, The Women's 100MHurdles, Track and Field Quarterly, Spring 1988 .PP -31.
30. George D. Proserpi, Teaching The Basic Techniques of Hurdling, Track and Field Quarterly, spring 1989.
31. Walker, Joe. Hurdling, Track and Field Quarterly, Spring 1991.
32. McFarlance, Brent. Hurdle Periodization . Track Technique, Fall . 1987 . PP - 3219~3220.
33. Craig Poole, Ph.D, 100M Hurdles --Speed and Rhythm, Track and Field Quarterly, Spring. 1989.
34. Railsback, Dick. Hurdling High-Intermediate-Low, T & F Quarterly, Spring 1989, PP -24.

35. Gibson , Ken. Arm Action for Hurdlers , Track Techni-
que , March 1973 , PP - 1629.
36. Doherty , Ken. Track and Field Omnibook , Book Divis-
ion of track and Field News , Inc. , 4th Edition , 19
85 , PP 448~468.
37. Bush , J. , & Valentine , T.(1974). Inside track. Chic-
ago : Henry Regnery Co.
38. Calhouh , L.(1976). High hurdling tips. Track Techni-
que , 66 : 2089-2090.
39. Cooper , J. , Lavery , J. , & Perrin , W.(1970). track &
field. for the coach and athlete. Englewood Cliffs ,
NJ:PrentuceHall.
40. Lawson , B.(1978). Essentials of hurdling. Track Tec-
hnique , 71:1250-1251.
41. Mann , R.V. , Herman , J. , Johnson , B. , Schultz , C. , &
Kotmel , J.(1982-83). The elite athlete project: Spr-
int and hurdles . USOC Technical Reports 1-11 , USOC
Training Center , Colorado Springs , Co.
42. McFarlane , B. (1976). hurdling Mechanics for the female
athlete Track Technique , 65:2071-2072.
43. Sipes , M.(1976). hurdling Mechanics for the female
athlete Track Technique , 65:2071-2072.
44. McDonald , C. ; Dapena , J. Linear kinematics of the
men's 110-m and women's 100-m hurdles races. Medici-
ne and science in sport and excercise (Indianapolis)
23(12) , Dec 1991 , 1382-1391
45. Dapena , J. ; Mc-Donald , C. Analisi biomeccanica di
passaggio dell'ostacolo. (Biomeccanical ananalysis
of the hurdle cleaseance.) Nuova tletica (Udine)
20(114) , May/June 1992 , 101-104
46. McDonald , C. ; Dapena , J. Angular momentum in the
men's 110-m and women's 100-m hurdles races. Medicine
and science in sports and excercise (Indianapolis) 23
(12) , Dec 1991 , 1392-1402
47. Breizer , V. ; Papanov , V. Ludmila Narozhilenko run-
ning the hurdles. Fitness and sports review interna-

- tional (Escondido , Calif.) 27(2) Apr 1992 , 52-54
48. Rash , G.S. ; Garrett , J. ; Voisin , M. Kinematic analysis of top American female 100-meter hurdlers. International journal of sport biomechanics (Champaign , Ill.) 6(4) , Nov 1990 , 386-393
 50. Kerwin , D.G. ; Chapman , G.M. The frequency content of hurdling and running. In , Biomechanics in sport , London , Institution of Mechanical Engineers , c1988 , p. 107-111.
 51. Hay , L. ; Schoebel , P. Spatio-temporal invariants in hurdle racing patterns. Human movement science (Amsterdam) 9(1) , Feb 1990 , 37-51
 52. Mann , R. The elite athlete project - sprints and hurdles. Track technique (Los Altos , Calif.) (84) , Spring 1983 , 2672-2675 ;
 53. Miskos , G. Biomechanicka analyza prebehu prekazek. (Biomechanical evaluation of hurdle technique.) Teorie a praxe telesne vychovy (Prague , Czech.) 36(11) , 1988 , 648-654
 54. Jun , F. Mathematical models of morphology & physical fitness of hurdling with suitable interval. Track & field quarterly review (Kalamazoo , Mich.) 89(1) , Spring 1989 , 45-48
 55. Steben , R.E. Hurdle technique of an elite athlete. In , Terauds , J. and Barham , J.N. (eds.) , Biomechanics in sports II. Proceedings of ISBS 1985 , Del Mar , Calif. , Reserch Center for Sports , c1985 , 280-284
 56. Breizer , V. ; Papanov , V. Over the hurdles with Vera Akimova and Nadezdha Korshunova. Soviet sports review (Escondido , Calif.) 20(4). ec 1985 , 179-181
 57. Abbot , R.R. Cinematographic analysis of the techniques of hurdling In , Cureton , T.K. (ed.) , Human performance: efficiency and improvements in sports , exercise and fitness , Reston , Va. , American Alliance for Health , Physical Education , Recreation , and Dance , c1985 , p. 518-522.

58. Obbens , T. Pressure distribution and velocity as characteristics of hurdle running. In , Winter , D.A. (ed.) et al. , Biomechanics IX-B , Champaign , Ill. , Human Kinetics Publishers , c1985 , p. 364-369.
59. Mann , R. ; Herman , J. Kinematic analysis of olympic hurdle performa women's 100 meters. International journal of sport biomechanics (Champaign , Ill.) 1(2) , May 1985 , 163-173
60. Mero , A , ; Luhtanen , P. A biomechanical analysis of top hurdling. Modern athlete and coach (Athelstone , Aust.) 22(3) , Jul 1984 , 3-6
61. Nickson , T.R. A logical approach to improve hurdling technique. Track & field quarterly review (Kalamazoo , Mich.) 84(2) , Summer 1984 , 32-33
62. McInnis , A. Feminine approach to the first hurdle-cinematographic biomechanical variable. Track & field quarterly review 82(2) , Summer 1982 , 39-41
63. Schnier , B. Sprints and hurdles/film analysis. Track & field quarterly review 82(2) , Summer 1982 , 36-38
64. Wilt , -F. Fundamental mechanics of running and hurdling. In , Gambetta , V. (ed.) , Track and field coaching manual , west point , N.Y. , Leisure Press , 1981 , p. 52-58.
65. Davis , H. ; Darlington , H. Comparison of times obtained by hurdlers running regulation and longitudinally adjusted hurdles Journal of physical education (Philadelphia) 72(5) , May/June 1975 , 136-137