

# 起 跑 法 的 研 究

體育學系許樹淵

摘要——一起跑的種類很多，專家學者的研究僅限於單一起跑法或二種起跑法單一因素的研究，缺乏完整多變素一起研究的

缺陷，很難窺知整合研究的優劣點。本文以三種起跑法：二點式、三點式和四點式作研究，以起跑姿勢重心，步幅、步數、步速、速度、不同間段速度、加速度作比較，藉以瞭解各種起跑法變素變化情況，進而比較起跑法優劣，以及接力教學、訓練、指導之邁入科學化。

國立臺灣師範大學體育學系優秀短跑運動員男女生各四人為研究對象，應用8厘未攝影機、皮尺、檢片機、磅秤、起跑架為研究工具，於師大體育學系實驗室及田徑場實施測驗測量不同起跑法的重心位置，三十公尺之全部時間、速度、加速度變化情況。資料整理後，得到下列結論：

- (一) 二點式起跑姿勢重心較三點和四點式前傾，利於起跑後的加速。
- (二) 起跑後，步幅一直增長，時間在縮短，惟第四步後，時間變化極微小。
- (三) 三十公尺距離需跑：男生十七至十八步，速度為每秒八·五六至八·八六公尺；女生十八至十九步，速度七·七四至七·七五公尺。男女生速度均未達到最高速度，欲使四〇〇公尺接力賽成績提高，惟有延長起跑距離。
- (四) 二點式起跑在三十公尺整段距離及各五公尺間段距離的時間、速度、加速度並無差別，惟按實際跑的距離言，較其他二式領先四〇公分。
- (五) 接棒距離約在男十五至十六步，女十六至十七步，此時之距離為接棒區之十七至十八公尺間，接棒時間為〇·五秒中完成，也即二步時間完成。

## 一、緒 論

按結構言，體育學的研究約按自然、人文、社會等三門科學分類研究，因為體育是一門科際整合的科學。從實用的價值言，

體育學的研究是以教學、訓練、指導三方面為重點。其中，教學以運動學習為主，訓練以運動生理學為依據，而指導則以人體運動力學為指針。這三門科學輔以相關科學或科目，使運動理論與實際應用更能配合，更能協調。

人體運動力學是以科學方法研究人類動作中的現象，使運動現象客觀化與有理化，籍以促進運動技術，提高運動成績。運動力學的境界可分為靜止與運動兩方面：靜止旨在考慮靜止平衡狀態的分子和堅固體，平衡的調整來自於主觀的認識運動狀態；運動則在於客觀的認識運動狀態。運動可更進一步分為動學和動力學。動學為運動幾何學，包括位移、速度、加速度，和作用於身體上或物體上的力量沒有關係；動力學為談論影響運動的質量、力量和熱量的概念（註一）。身體運動的研究，有時分開單獨研究，甚至於有時連靜止的主觀狀態也一併研究，因為人體運動的影響因素很多。

運動的研究着重在分析，計動作分析和狀態分析兩種。因此，很多電子儀器都成為有利的研究工具，同時，研究者利用科技知識的整合應用，以及其他科學人員的合作，創造新儀器或改良舊儀器，企求研究幅度能擴大、深入和充實。今日，運動力學之能進入科學化的研究境界，就是得到研究儀器更新創造的結果。

體育運動牽涉的範圍很廣，就是細微動作的研究也和相關科學的研究領域相交錯，在這細小的動作範圍裡，假如不更進一步的追究，就會發生很多不能解決的問題。因此，細微的研究才能邁入更微細的研究，而且從細微現象中來瞭解運動，從運動現象的研究論文中可以明顯的看出來。

運動現象的研究，隨着科學儀器的發明，研究範圍因之擴大、精確、從多方面、多種角度來研究同一問題，導致了無數論文的出現，企求釐清同一問題。短距離起跑的研究就是一個明顯的例子。在停頓不前的百公尺成績中，惟有從起跑來着手研究。研究的起跑因素很多，惟其研究僅限於一因素的分析，得到的結果僅代表一種因素現象，缺乏整體因素的一次研究。本文居於整體性的瞭解，特從運動員形態、不同起跑法的重心位置、速度等多因素來瞭解目前即有的起跑方式的優劣，以利起跑、接力教學、訓練和指導的參考。

## 二、文獻

起跑法的研究論文中，大多數學者都以四點式起跑法（蹲踞式）作為研究，對於其他起跑方式的研究則較缺乏，這大約受到四點式起跑法為人採用的緣故。

一九六九年，南非共和國選手納許（Nash）採用二點式（站立式）起跑，創立站立式起跑百公尺十秒一的世界紀錄（註二）。一九七四年，休特（Short）提出一篇報告，加深人們對站立式起跑法的重視，認為站立式起跑法為頂尖短跑員適用，並提出

三十位初學者中，有二六位參加站立式起跑，五十公尺跑成績約快〇・二一〇・三秒（註三）。民國六十四年，許樹淵研究站立式和蹲踞式兩種起跑方式，發現兩種起跑方式對百公尺跑成績並無影響（註四）。

一九七四年，蘇俄選手莫魯洛夫於歐洲運動會時，百公尺預、複賽時曾採用三點式起跑法（雙腳着地成蹲踞式，一手撐地，一手肘自然屈後斜上舉）（註五）。這種姿勢對於跨欄成績似乎較為有利。

蹲踞式起跑法中，美國狄克森（Dickson）發現一一・五公尺起跑距離中，短式起跑的產生速度最快（註六）。史托克（Stock）的研究結果和狄氏相同（註七）。蒙他利（Mentily）發現介於短式和中式之間的過伸式起跑法（hyperextension）為最快（註八）。

上列的研究文獻中可以看出，對於起跑方法的研究，均以蹲踞式為研究對象，研究的距離不是過長就是過短，中間變化無法瞭解，無法提示指導利益，同時，多種姿勢一齊研究比較的論文則缺乏。

### 三、研究範圍與名詞釋義

從運動學的觀點言，有關影響起跑動作的因素很多，無法一一釐劃清楚，本文僅以下列因素論述：

(一) 體型 體型是指身體經測量而得大小的情形。測量的項目計有：身高、座高、體重、上下肢長、大小腿長、上下肢圍、大腿圍、頭圍、腹圍、臀圍、胸圍、足長、手長、指長、皮下脂肪厚度。脂肪厚度受限於設備，不加測量。

(二) 起跑時重心 物體的重心一旦支持着時，物體就能平衡，此中心稱為重心。人體運動重心的求法，需按三度空間來測量。兩度空間的交點處為重心。文中的起跑重心測量仍利用二磅秤，一塊長方形不下陷的木板為器材，運動員按不同起跑姿勢測量，得到的矢狀面重心線，而不是重心點。

(三) 步幅 步幅為一步的距離，亦為一腿蹬地，他跟着地所跨的距離。

(四) 步數 跑時三十公尺的步數。步數影響跑的成績。

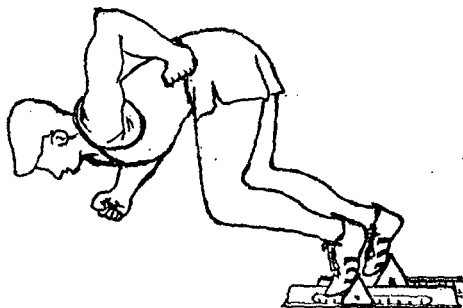
(五) 步速 為一步位移的時間變率。包括每步的速度，及每秒的步數兩種。

(六) 起跑法 起跑法以支撐點而論，可分為三種：

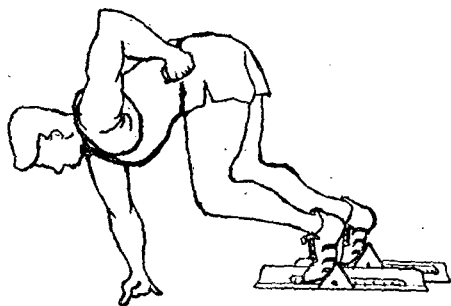
第一種：雙腳着地，雙腳相距為腳長的一半一三公分，雙手不着地的起跑方式，又稱為站立式起跑，筆者稱它為二點式起跑姿勢如圖一。

第二種：雙脚一手着地，雙脚距離同第一種，手脚距離為三五—四五公分，視身高背長而定，另一手不着地自然屈肘置於肩後的起跑方式，筆者稱它為三點式起跑法（註九）姿勢如圖二。

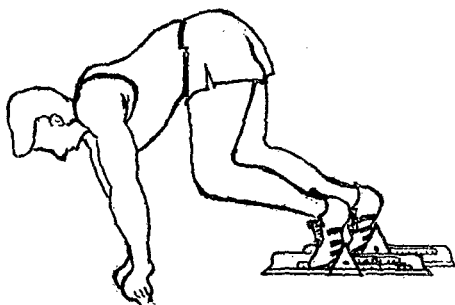
第三種：雙脚雙手着地之蹲踞式起跑，雙脚距離、手距離同第二種，筆者稱之為四點式起跑。四點式起跑分為短式、中式、長式，及伸張式等四種（註十）。本文的四點式起跑採用運動員不常用的手脚、雙脚距離不同的姿勢起跑，以利比較不同起跑法的變素，姿勢如圖三。



圖一：二點式



圖二：三點式



圖三：四點式

(二) 髖關節角度及着地腿的角度 髖關節角度是指提高大腿至最高點，大腿與地面所成的角度；着地時角度則為膝關節的角度。

(三) 不同距離速度的比較 五、一〇、一五、二〇、二五、三〇公尺間段的平均速度。

### 四、方法與步驟

(一) 測量變素的設計 起跑仍利用身體不同姿勢，企求產生最快速度的方法。速度的產生和體型、體能和技術有關連。體能的

範疇概念，在運動生理學的研究範圍比運動力學大，本文中不加討論。體型的研究，從達文西 (Leonardo Da Vinci)「運動成績和身體結構有莫大關係」(註十一)中看出端倪來。然而，運動學的重點訴諸於動作技術分析，使體型在力學的原則下達到最大的效果。本文設計乃依據此原理，藉透過體型及技術表現的變素來實施測驗，以瞭解起跑的各種變素間的關係。

#### (一) 測量儀器

1. 磅秤、長方形木板一塊 (1.82m<sup>2</sup>)、皮尺、起跑架、釘鞋。
2. 日製佳濃牌八厘米攝影機一部，拍攝速度每秒五四格 (54f/sec)。
3. 亞西佳檢片機一部。

(二) 受試者 就讀國立臺灣師範大學體育學系優秀短跑運動員男女生各四人為研究對象，百公尺跑成績為男生 10.8—11.1 秒；女生 12.5—13.3 秒。

(三) 地點 師範大學體育學系自然科學實驗室和田徑場。

(四) 襄試人員 由力學實驗組同學襄助測驗、測量工作。

(五) 測驗、測量及攝影的方法：

1. 體型測量：測量方法參照一般體能、測驗統計的書籍。
2. 起跑重心：測量方法參照許樹淵著人體運動力學的書籍。
3. 步幅：起跑攝影前，應用掃帚把場地掃平，起跑後每步釘鞋所留痕迹為主，測量每步的距離。測量完後將痕迹掃平。第一步幅的測量是以起跑姿勢後腿的位置量起，而非從起跑線量起。
4. 起跑姿勢 同名詞釋義。
5. 起跑距離的攝影 受限於場地空間及研究接力區的變素情況，選定攝影距離為三〇公尺，實際攝影距離為三五公尺，攝影速度為每秒五四張格 (54f/sec)。

## 五、結果和討論

各種變量測驗的結果，經整理後，以男生、女生、男女生合併說明之。

## (一) 體型

1. 體型因素的平均數列於表一。

表一：

因素		平均數 (公分)	身 高	體 重	上 臂長	上 臂圍	下 臂長	下 臂圍	上 肢長	大 腿長	大 腿圍	小 腿長	下 肢長	胸 圍	坐 高	掌 長	蹠 長	小 腿圍
男	女		174.5	66.7	33.0	26.5	23	25.5	60.8	36.7	53.0	48.5	85.3	89.5	66.2	18.4	27.6	37.7
男	女		165.3	53.4	31.5	23.6	24	22.4	55.5	32.0	51.7	44.4	76.4	83.2	66.4	18.3	24.1	36.0
男	女		170.0	60.0	32.3	25.0	26	23.9	58.1	34.3	52.3	46.4	80.8	86.3	65.3	18.3	25.8	36.8

2. 為訂定體型因素的客觀量度，特設定身高為基準，訂定體型因素比例於表二。

表二：

因素		百分比	上 臂長	上 臂圍	下 臂長	下 臂圍	上 肢長	大 腿長	大 腿圍	小 腿長	小 腿圍	下 肢長	胸 圍	坐 高	掌 長	蹠 長
男	女		18.9	15.2	16.0	14.6	34.8	21.1	30.4	27.8	21.6	48.9	51.3	38.0	10.5	15.8
男	女		19.1	14.3	14.5	13.6	33.6	19.4	31.3	26.8	21.8	46.2	50.4	38.9	11.0	14.6
男	女		19.0	14.7	15.2	14.1	34.2	20.2	30.8	27.3	21.7	47.5	50.8	38.4	10.7	15.2

下肢長度決定步幅的一大因素，肢體長所行圓運動的距離長，時間久，而肢體短，行圓運動的距離短，時間短。此二者變素如何調整以達到快速度的目的，是短跑所企求的目標。

## (二) 起跑姿勢的重心

一點式起跑的重心位置是以前腳蹠長為基準，訂定前腳尖後離重心線之百分比；三點和四點式起跑法之重心位置是以雙手至後腳蹠為準，並訂雙手後離重心線之百分比，得到表三結果。

表三..

百分比		起跑式		
		二 點 式	三 點 式	四 點 式
性 別				
男		15.2	35.8	22.3
女		29.8	46.6	29.6
男	女	22.5	41.2	25.9

起跑重心愈往前，起跑姿勢愈成爲不穩定平衡，利用重心之前傾來帶動腳部的運動愈爲有利。二點式起跑較三、四點式起跑法更能利用重心的前傾，愈省力而迅速，四點式則較三點式爲優。

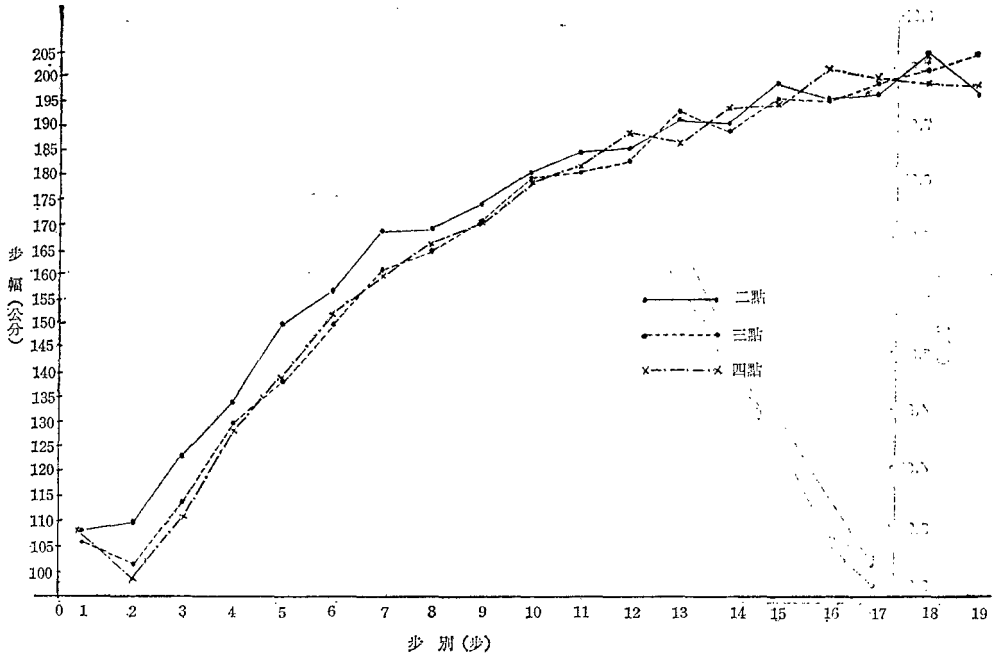
自依據影片分析，得到男生、女生、男女生的平均步幅、步速、時間、速度於表三..

表三..

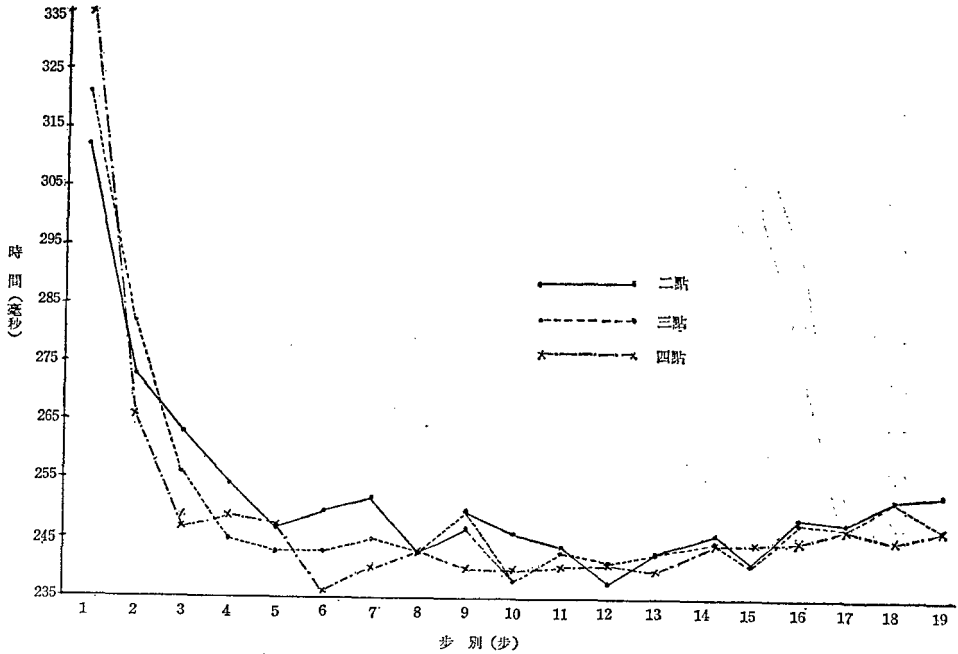
變數		步別																			平 均
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
二 點 式	步 幅 (公尺)	1.12	1.16	1.31	1.39	1.57	1.67	1.81	1.76	1.85	1.90	1.96	1.99	2.06	2.02	2.11	2.04	2.13	2.13	2.19	1.80
		1.04	1.05	1.15	1.30	1.43	1.47	1.54	1.62	1.63	1.73	1.74	1.73	1.79	1.80	1.84	1.88	1.81	1.98	1.75	1.60
		1.08	1.10	1.23	1.34	1.50	1.57	1.68	1.69	1.74	1.81	1.85	1.86	1.92	1.91	1.98	1.96	1.97	2.05	1.97	1.70
時 間 (秒)	0.319	0.273	0.254	0.250	0.245	0.250	0.255	0.245	0.254	0.250	0.245	0.236	0.250	0.245	0.241	0.250	0.241	0.245	0.250	0.250	
	0.315	0.273	0.273	0.259	0.250	0.250	0.250	0.241	0.241	0.243	0.243	0.241	0.236	0.248	0.241	0.248	0.255	0.259	0.259	0.250	
	0.312	0.273	0.263	0.254	0.247	0.250	0.252	0.243	0.247	0.246	0.244	0.238	0.243	0.246	0.241	0.249	0.248	0.252	0.254	0.250	
速 度 (公尺/秒)	3.52	4.24	5.17	5.57	6.41	6.66	7.10	7.17	7.32	7.61	7.98	8.42	8.25	8.23	8.76	8.17	8.85	8.69	8.78	7.21	
	3.41	3.86	4.23	5.02	5.73	5.90	6.15	6.73	6.79	7.04	7.09	7.20	7.57	7.34	7.67	7.67	7.13	7.66	7.43	6.40	
	3.46	4.05	4.70	5.29	6.07	6.28	6.63	6.95	7.05	7.32	7.53	7.81	7.91	7.78	8.21	7.92	7.99	8.17	8.10	6.80	
步 速 (步/秒)	3.13	3.66	3.94	4.00	4.08	4.00	3.92	4.08	3.93	4.00	4.08	4.24	4.00	4.08	4.15	4.00	4.15	4.08	4.00	4.00	
	3.28	3.66	3.66	3.86	4.00	4.00	4.00	4.15	4.15	4.11	4.11	4.15	4.24	4.03	4.15	4.03	3.92	3.86	3.86	4.00	
	3.20	3.66	3.80	3.93	4.04	4.00	3.96	4.11	4.04	4.05	4.09	4.19	4.12	4.05	4.15	4.01	4.03	3.97	3.93	4.00	

三	點	式	步幅(公尺)	1.10	1.03	1.22	1.32	1.46	1.57	1.71	1.73	1.83	1.89	1.91	1.94	2.01	2.02	2.07	2.09	2.12	2.16	2.20	1.79	
			時間(秒)	1.02	1.01	1.06	1.27	1.31	1.44	1.52	1.56	1.10	1.71	1.71	1.73	1.86	1.75	1.84	1.82	1.85	1.89	1.90	1.90	1.57
			速度(公尺/秒)	1.06	1.02	1.14	1.30	1.38	1.50	1.61	1.65	1.71	1.80	1.81	1.83	1.93	1.89	1.96	1.96	1.98	2.02	2.05	2.05	1.68
			步速(步/秒)	0.324	0.268	0.245	0.241	0.236	0.236	0.236	0.236	0.245	0.236	0.241	0.241	0.241	0.245	0.241	0.245	0.241	0.245	0.250	0.255	0.250
四	點	式	步幅(公尺)	0.319	0.296	0.268	0.250	0.250	0.250	0.254	0.250	0.255	0.241	0.245	0.241	0.245	0.245	0.241	0.250	0.245	0.250	0.245	0.251	
			時間(秒)	0.321	0.282	0.256	0.245	0.243	0.243	0.245	0.243	0.250	0.238	0.243	0.241	0.243	0.245	0.241	0.248	0.247	0.252	0.247	0.250	0.250
			速度(公尺/秒)	3.40	3.83	4.94	5.47	6.18	6.67	7.26	7.33	7.47	8.02	7.93	8.06	8.35	8.22	8.60	8.52	8.49	8.49	8.82	7.16	6.26
			步速(步/秒)	3.19	3.40	3.94	5.09	5.24	5.78	5.99	6.33	6.30	7.10	6.99	7.20	7.58	7.12	7.67	7.30	7.53	7.54	7.74	6.26	6.71
四	點	式	步幅(公尺)	3.29	3.66	4.45	5.28	5.71	6.22	6.62	6.83	6.88	7.56	7.46	7.63	7.96	7.67	8.13	7.91	8.01	8.01	8.28	6.71	
			時間(秒)	3.08	3.73	4.08	4.15	4.24	4.24	4.24	4.08	4.24	4.15	4.15	4.15	4.08	4.15	4.08	4.00	3.92	4.00	4.00	4.00	4.00
			速度(公尺/秒)	3.13	3.38	3.73	4.00	4.00	4.00	3.94	4.00	3.92	4.15	4.09	4.15	4.09	4.09	4.15	4.00	4.09	4.00	4.09	4.00	3.98
			步速(步/秒)	3.10	3.55	3.90	4.07	4.12	4.12	4.09	4.12	4.00	4.19	4.12	4.15	4.12	4.08	4.15	4.04	4.04	3.96	4.04	3.96	3.99
四	點	式	步幅(公尺)	1.09	1.00	1.18	1.31	1.43	1.56	1.65	1.74	1.80	1.86	1.92	1.97	1.94	2.03	2.05	2.15	2.14	2.11	2.10	1.80	
			時間(秒)	1.08	0.96	1.04	1.25	1.33	1.48	1.56	1.59	1.63	1.72	1.71	1.79	1.80	1.85	1.84	1.89	1.86	1.86	1.87	1.59	
			速度(公尺/秒)	1.08	0.98	1.11	1.28	1.38	1.52	1.60	1.66	1.71	1.79	1.82	1.88	1.87	1.94	1.95	2.02	2.00	1.98	1.98	1.98	1.69
			步速(步/秒)	0.355	0.278	0.254	0.254	0.245	0.241	0.245	0.250	0.250	0.245	0.245	0.241	0.245	0.250	0.245	0.250	0.250	0.245	0.250	0.245	0.250
四	點	式	步幅(公尺)	0.315	0.255	0.241	0.245	0.241	0.231	0.236	0.236	0.236	0.236	0.241	0.236	0.241	0.241	0.241	0.241	0.245	0.245	0.245	0.251	
			時間(秒)	0.335	0.266	0.247	0.249	0.243	0.236	0.240	0.243	0.240	0.240	0.240	0.241	0.240	0.245	0.245	0.245	0.245	0.247	0.245	0.247	0.250
			速度(公尺/秒)	3.47	3.95	4.90	5.34	5.92	6.75	7.00	7.35	7.64	7.29	8.13	8.18	8.21	8.43	8.51	8.93	8.74	8.62	8.57	7.19	6.34
			步速(步/秒)	3.54	3.45	4.10	4.89	5.41	6.15	6.28	6.38	6.52	7.02	6.99	7.42	7.33	7.39	7.49	7.57	7.45	7.60	7.49	6.34	6.76
四	點	式	步幅(公尺)	3.50	3.70	4.50	5.11	5.66	6.45	6.64	6.86	7.08	7.45	7.56	7.80	7.77	7.91	8.00	8.25	8.09	8.11	8.03	6.76	
			時間(秒)	2.82	3.60	3.94	3.94	4.08	4.15	4.08	4.00	4.00	4.08	4.08	4.15	4.08	4.00	4.08	4.00	4.00	4.08	4.08	4.08	4.00
			速度(公尺/秒)	3.17	3.92	4.15	4.08	4.15	4.33	4.24	4.24	4.24	4.24	4.24	4.24	4.15	4.24	4.15	4.15	4.15	4.08	4.08	4.08	3.98
			步速(步/秒)	3.00	3.76	4.04	4.01	4.12	4.24	4.16	4.12	4.12	4.16	4.16	4.15	4.16	4.07	4.11	4.07	4.04	4.08	4.04	4.04	3.99
備註	任一變數的第一行代表男生，第二行代表女生，第三行代表男女生的平均數。																							

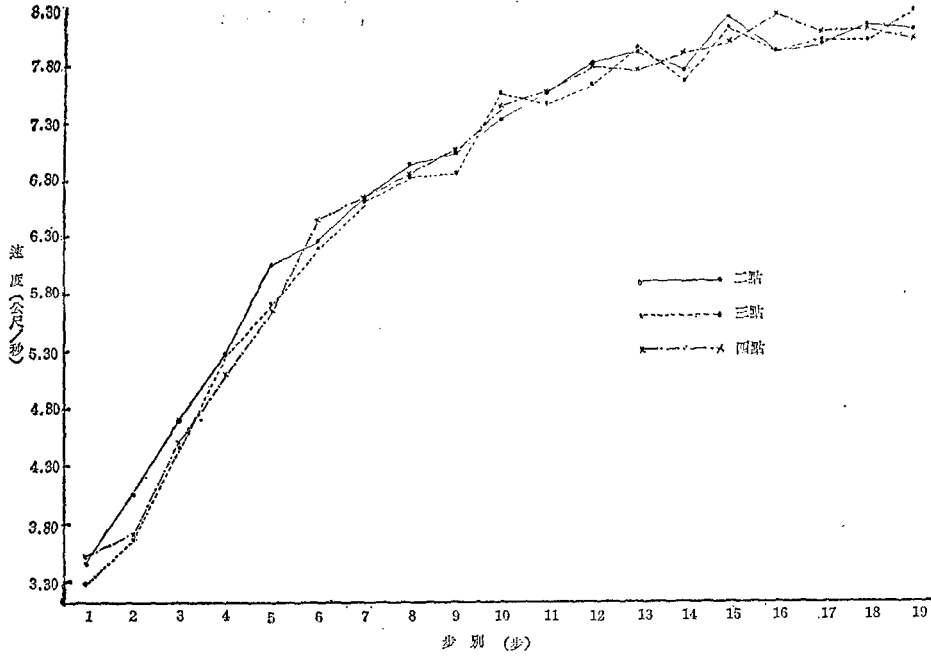
依據表三繪製不同起跑式男女平均步幅、時間、速度、和步速於圖四、圖五、圖六和圖七。



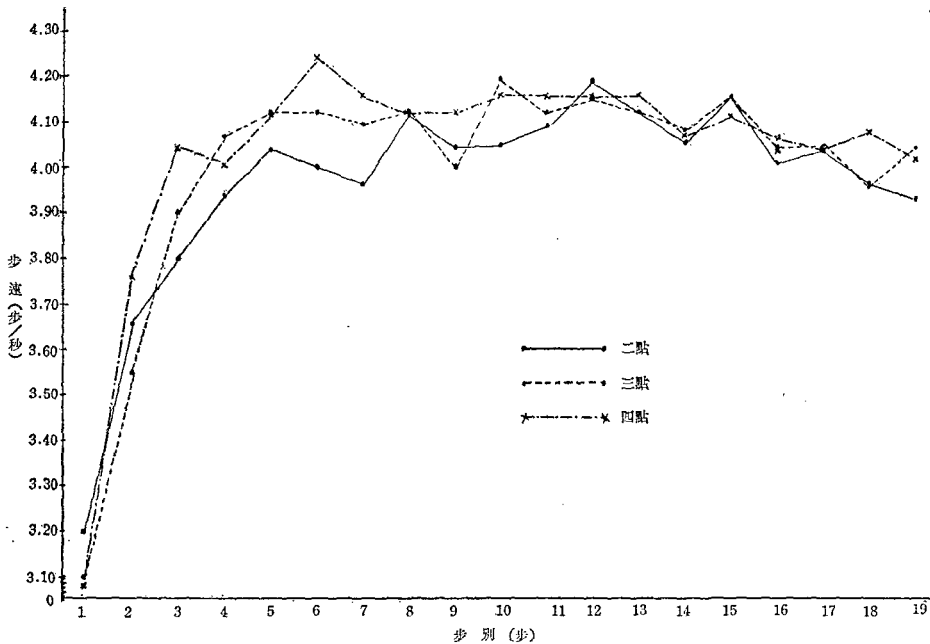
圖四：不同起跑式男女生平均步幅比較圖



圖五：不同起跑式男女生步別平均時間比較圖



圖六：不同起跑式男女步別平均速度比較圖



圖七：不同起跑式男女步別平均步速比較圖

步幅、時間、速度、步速均無差異。步幅隨步數而增加，每秒鐘步數增加到某種限度時，步幅不再加長，而且有減短的趨勢，這時的速度隨之減慢。起跑的步數何時達到雙腿長的距離關係達到最大步幅的時間，因而步幅達到腿長的步數需加以考慮。得到步幅同腿長的步數如下：

1. 二點式起跑：男生七·五步，女生七·五步，男女平均七·五步。
2. 三點式起跑：男生七·七步，女生七·七步，男女平均七·七步。
3. 四點式起跑：男生八·三步，女生七·七步，男女平均八步。

按照數字來看，跑步的飛程應在八步後才出現，事實上，根據影片分析，飛程出現在第二、第三步，此也可用來證明起跑的功率是蹬地腿離地剎那瞬間，以後腿的繼續前移是功率的結果。

步幅是漸進加大，至三十公尺處有的仍在加大，然時間在達到第三步時即少有變動，導致速度的加快是步幅加長的結果，步幅的資料也能加以證明。

#### (四) 提腿角度和着地時膝關節角度

提腿角度為擺腿提起達最高點時，大腿與地面所成的角度。擺腿提昇的高度代表蹬地力量的大小和方向。膝關節角度表現擺腿着地時的步幅長度，以及擺腿之否放鬆的問題。提腿膝關節角度和着地時膝關節角度能加大，表示膝關節能放鬆，繼續已得的向前動量的帶動，跑的效率就能提高，茲將測得的角度表於表四（各式起跑法的角度略同）。

表四：

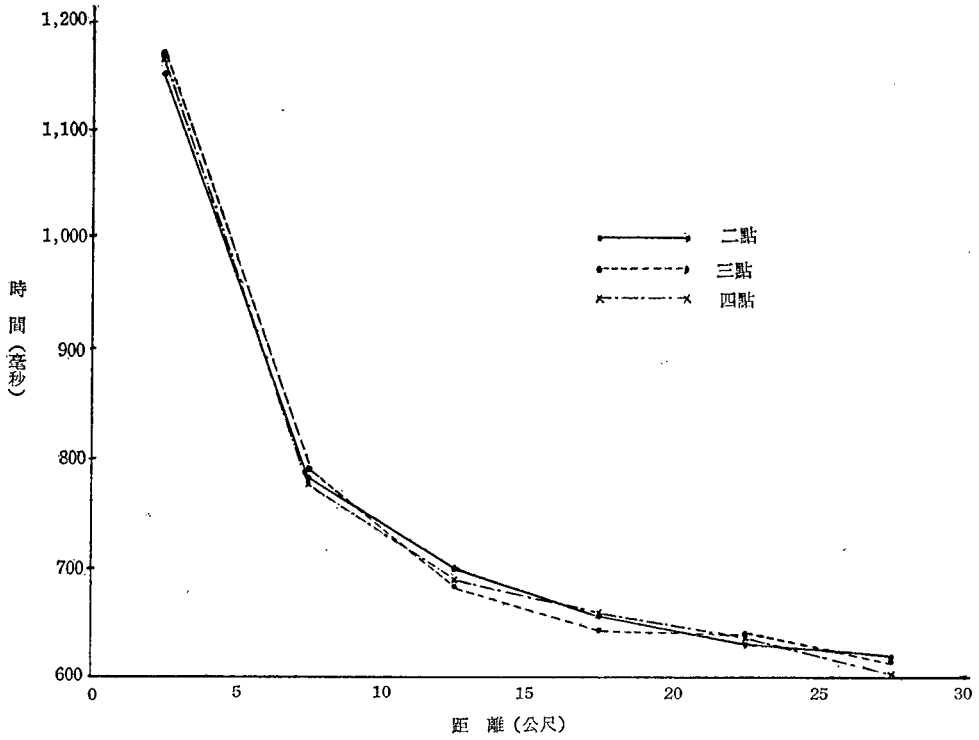
	提 腿 角 度	膝 關 節 角 度
男	68	142
女	61	136
男	64.5	139
女		

#### (五) 平均時間、速度、加速度

依據表三資料，計測各間段五公尺距離的平均時間(T)、速度(V)和加速度a，得到表五結果：

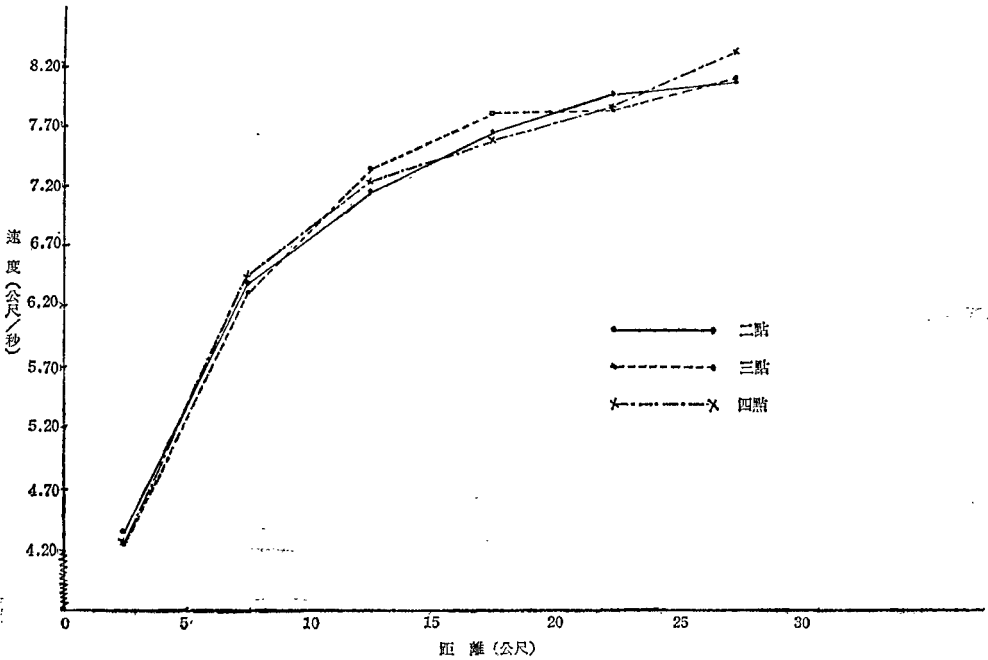
表五.

起 跑式	性別及 跑次數	變數 距離	距離						
			0~5 m	5~10m	10~15m	15~20m	20~25m	25~30m	0~30m
二 點 式	男 (4)	T (sec)	1.098	0.744	0.670	0.622	0.596	0.575	4.30
		v (m/sec)	4.55	6.72	7.46	8.04	8.39	8.70	6.97
		a (m/sec <sup>2</sup> )	2.07	2.92	1.10	0.93	0.59	0.54	0.81
二 點 式	女 (4)	T (sec)	1.202	0.824	0.730	0.689	0.664	0.672	4.78
		v (m/sec)	4.16	6.08	6.85	7.25	7.53	7.44	6.27
		a (m/sec <sup>2</sup> )	1.73	2.33	1.05	0.58	0.42	-0.13	0.66
二 點 式	男女 (8)	T (sec)	1.150	0.784	0.700	0.656	0.630	0.623	4.54
		v (m/sec)	4.36	6.40	7.16	7.65	7.96	8.07	6.62
		a (m/sec <sup>2</sup> )	1.90	2.61	1.08	0.75	0.50	0.18	0.73
三 點 式	男 (4)	T (sec)	1.133	0.739	0.652	0.620	0.612	0.584	4.34
		v (m/sec)	4.41	6.76	7.67	8.07	8.17	8.56	6.91
		a (m/sec <sup>2</sup> )	1.94	3.18	1.40	0.65	0.16	0.67	0.80
三 點 式	女 (4)	T (sec)	1.213	0.847	0.713	0.663	0.668	0.653	4.76
		v (m/sec)	4.12	5.90	7.02	7.54	7.49	7.65	7.31
		a (m/sec <sup>2</sup> )	1.70	2.10	1.57	0.78	-0.07	0.25	0.66
三 點 式	男女 (8)	T (sec)	1.173	0.793	0.683	0.642	0.640	0.619	4.55
		v (m/sec)	4.27	6.33	7.35	7.80	7.83	8.10	6.61
		a (m/sec <sup>2</sup> )	1.82	2.60	1.49	0.71	-0.05	0.28	0.73
四 點 式	男 (4)	T (sec)	1.124	0.744	0.649	0.639	0.604	0.565	4.32
		v (m/sec)	4.45	6.72	7.71	7.82	8.29	8.86	6.94
		a (m/sec <sup>2</sup> )	1.98	3.05	1.53	0.17	0.78	1.00	0.80
四 點 式	女 (4)	T (sec)	1.215	0.811	0.738	0.679	0.675	0.645	4.76
		v (m/sec)	4.11	6.18	6.78	7.37	7.41	7.75	6.30
		a (m/sec <sup>2</sup> )	1.69	2.55	0.81	0.87	0.15	0.53	0.38
四 點 式	男女 (8)	T (sec)	1.170	0.778	0.693	0.659	0.639	0.605	4.54
		v (m/sec)	4.28	6.45	7.25	7.60	7.85	8.31	6.62
		a (m/sec <sup>2</sup> )	1.83	2.79	1.15	0.53	0.40	0.75	0.73



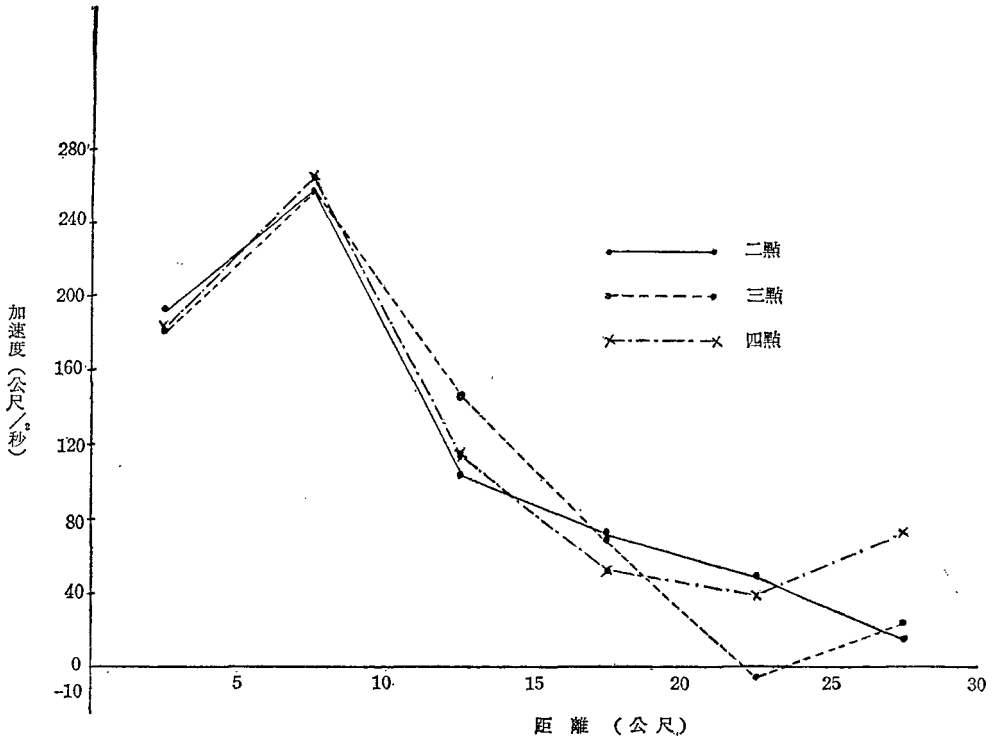
圖八：不同起跑式男女間段時間比較圖

依據表五繪製不同起跑式男女平均時間、速度和加速度於圖八、圖九和圖十。



圖九：不同起跑式男女間段平均速度比較圖

(二)跑的步數與時間來看，男生跑三〇公尺約為一七〇一八步，女生約為一八〇一九步。男生時間約四・三二〇四・三〇秒，



圖十：不同起跑式男女間段加速度比較圖

從表五結果，可以看出五〇公尺的加速度大於〇〇五公尺的加速度，以後加速度隨之下降，在整個加速度中，男生加速度較為穩定，女生則在二〇〇二五公尺和二五〇三〇公尺兩段距離中出現負加速度，經分析影片動作結果，其中二位女生出現跌倒的姿勢，導致速度減慢，起跑動作未見逐漸加速，技術尚未純熟。

以二五〇三〇公尺的速度而言，男生和女生均未達到百公尺跑的平均速度，對接力來說，此並未能在最高速度下來接棒，若實際應用在比賽時，速度可能尚會減慢。

整個表五的結果來看，各種起跑方式的變素時間、速度、加速度雖然差異，惟不顯著。從實際的跑長度來看，二點式起跑的實際距離為三〇公尺減去一三公分，即計測〇〇三〇公尺的實際距離為二九・八七公分（起跑線至三〇公尺處）；而三或四點式起跑法的實際跑的距離為三〇公尺減一三公分減雙手和前腳的距離四〇公分，故實際跑的距離為二九・四七公尺。故，雖從影片分析中得到三〇公尺距離，實際距離應減掉起跑時後腳與起跑線的距離。在三〇公尺的距離中，二點式領先其他二式四〇公分，較其他二式為優。

### 六、發現與應用

(一)從本文研究結果中，得到起跑後每步距離的時間、速度、加速度變化。每步步幅均隨步數而增加，同樣的每秒鐘步數也在增加，到達第四步時，每步的時間變動非常微小，故速度的增加在於步幅的加大。若能加以深入研究，仍可研究一步過程的速度變化，藉以瞭解每步加速和減速的所在。從上列的研究，得到下列的發現，可應用在起跑和接力教學、指導上，使成績進步。

女生約爲四·七八～四·七六秒。三十公尺最後二步時間，男生約爲〇·五秒，此時間可作爲接棒者伸手接棒的時間。故，在接棒不超過二十分尺接力區，以及在接棒者可在接力區後十公尺處起跑的規定下，接棒者可在男生一五步，女生一六步處行傳接棒，也即接棒者起跑後同短距離跑一樣的跑法，手臂擺一五～一六次後行傳接棒，使接棒位置在接力區一八～一九公尺完成，以達到較快速度行接棒動作的完成。

(三)從各五公尺間段的速度來看，一五～二〇公尺處，男生的速度爲每秒七·八二～八·〇七公尺，女生速度爲七·二五～七·五四公尺；二五～三〇公尺的速度，男生爲每秒八·五六～八·八六公尺，女生爲七·七四～七·七五公尺。明顯的看出來，二五～三〇公尺的平均速度高於一五～二〇公尺，四百公尺接力賽之所以接棒者能退後十公尺起跑規則的更改，成績顯著提高，此也可以證明。然，就以間段二五～三〇公尺的速度而言，男女生的速度均未達到最高速度，接力非在最高速度下行使傳接棒，成績受到影響。爲使四百公尺接力成績更上一層樓，似可從規則之修訂，起跑點再往後伸一〇公尺，成績必然更爲理想。

(四)起跑法並非蹲踞式起跑優秀，對於八十七年來運動會中全部運動員在短距離比賽之採用蹲踞式起跑的不變方式，應加以改變。如本文之發現站立式起跑較爲快速，可加採用。居於研究的立場，許多起跑方式急待去研究發掘，尋求最快速的起跑法。

(五)各間段距離的速度可作成速度曲線圖，作爲速度、功率的研究，診斷速度變化，做爲教學、訓練、指導的依據。

(六)起跑姿勢重心愈能向前的方法，愈能利用重力起跑，愈能成不穩定平衡起跑，省力而速度較快，站立式起跑姿勢的重心較前移。

(七)運動員的短跑成績不同，步幅和步速也不相同，各種層次的運動員同樣可以應用跑時所留痕跡來計測三十公尺的步數，藉以瞭解教學、訓練、指導四百公尺接力時應先跑幾步後伸手接棒。

註 附：

註 一：許樹淵著：人體運動力學 協進書局 民國六五年四月P三四五。

註 二：同註一，P四九七。

註 三：John Short "Standing start modernized", Track Technique, No. 39 March, 1974, PP. 1227-1228.

註 四：許樹淵著：百公尺跑研討 國民體育季刊二八期，P三三一。

註 五：日本陸上競技 一九七四年十一月P五二～五三。

註 六：Dickson, A. D.: The effect of foot pacing on starting time and speed in sprinting and the relation of physical measurement to foot spacing, R. Q. No. 1, March 1934, PP. 12-19.

註 七：Stock, Malcolm: Influence of Various Track Starting position On Speed, R. Q. 33, December 1962, PP. 607-164.

- 註 八·Ronale C. Mentaly and Robert A. Rosemier: Effectiveness of four tracking starting position on Queleration, R. Q. December 1962.
- 註 九·師大田徑隊·蹲踞起跑的步幅步速研究 師大體育第五期 P P 八五~九〇。
- 註 十·許樹淵著·田徑運動力學 協進書局民國六十四年六月 P 六四。
- 註十一·同註一，P 四。

### A Study of Sprinting Start

Shu-yüan HSü

Abstract—In an effort to determine the better method of starting and running thirty meters in a dash. These methods, the two point start (standing start), the three point start and the four point start (bunch start) are compared. The subjects are 8 male and female students, ages 20-22, excellent sprinters at National Taiwan Normal University, are timed and recorded every step from the start to the thirty-five meters. 8mm Cinematography, Movie Director and Scales are used to record the location of center of gravity in starting positions and all motion variance. Analysis of variance, stride length, pace, and Velocity of 5, 10, 15, 20, 25, 30 meters, revealed the two point start to be slightly better than the other two methods.