

田徑運動量化分析的訓練法

摘要

梁素嬌

分秒必爭之競技時代的來臨，各項運動欲求優異成績的表現，必然要借助於精密正確的訓練方式以臻其成，以往馬馬虎虎或閉門造車的訓練已不合乎近代訓練理論與實際。其次，口無憑據及靠權威主義的訓練方式，也不為這時代所接納，代之而起是利用新式儀器作數值或影相的記述，並配合淵博學術經驗的解析，讓運動員心服口服地接受有效的訓練。另外，國人教育觀念認為「業精於勤，荒於嬉」，只要工夫深，鐵杵磨成針，所以父母一味督促兒女勤勉用功，但對用功方法及成效如何？却認為次要，此在運動訓練方面亦然；長跑訓練，大家一直以為只要跑得多、練得勤必能出人頭地，其實不得法的過量訓練是會戕害運動員的。基於以上之理由，筆者認為運動科學的介入是當今運動訓練刻不容緩的要題，唯有如此，才能有助於運動員訓練績效的成長，鑑於此，筆者不揣淺陋地朝此方向，就自己最熱衷的田徑運動，以「田徑運動量化分析的訓練法」為題撰寫本文，一則希望能就教於諸先進，二則希望讓此田徑運動訓練的新觀念與作法，得到彼此溝通與認同，共同為提升我國田徑運動水準而努力，則為宿願也。

本文採用文獻探討及測驗統計處理方式為研究方法。至於研究內容，首先探討田徑運動量化分析的可能及田徑運動訓練的趨勢（有關量化分析方面），其次，就有關田徑運動訓練之種種逐一作量化分析，並提出正確合理的訓練法，諸如：

- 一、從近代田徑運動訓練的理論與量化分析中，以證明量化分析是合乎近代運動訓練的理論與需要。
- 二、從田徑運動員之身心狀況的量化分析中，可了解優秀運動員之身心條件。
- 三、從田徑運動員之體能的量化分析之訓練法的探討中，可作到不過量而有效的體能訓練。
- 四、從短跑、接力跑、中長跑、跨欄、跳部、擲部、混合運動等等量化分析的訓練法及其實際的分析中，了解量化分析的訓練法，可獲致優良的訓練績效。

總之，由以上探討分析中，可得到這樣的結論；即田徑運動訓練經由「量化分析」，可作客觀、正確的評估、解釋、診斷與預測，而提供合理的訓練方向與手段，此必有助於田徑運動水準的提升，如果其他運動能假於這種經驗，必然當可收到同樣效果。

(四) 跨欄

1.400 公尺欄優秀運動員之個案分析

(1) 運動員姓名：范德斯托克 (Geoff Vanderstock)，美國人。

A、運動歷：最好 400 公尺中欄成績 48.8 秒，墨西哥奧運 49.6 秒，名列第四名。

B、400 公尺中欄之運動過程的分析（註七十六）：

(A) 起步到第一欄架之步伐 22 步。

(B) 欄間步數 15 步。

(C) 各階段之成績（如表一〇三）

時 間	欄 架	欄間之時間
5.9	1	
9.7	2	3.8
13.8	3	4.1
17.8	4	4.0
21.8	5	4.0
23.7	200 公尺	
25.9	6	4.1
30.2	7	4.3
34.5	8	4.3
38.9	9	4.4
43.5	10	4.6
5.5	到終點	

• 第一個 200 公尺 23.7 秒。

• 第二個 200 公尺 25.3 秒。

• 前 200 公尺比後 200 公尺快 1.6 秒。

2. 各式跨欄之距離與步數和步幅之分析

(1) 距離與步數

A、表列（如表一〇四）：

表 一〇四

項 目	起跑至第一欄架		欄 間		第十欄架至終點	
	距 離	步 數	距 離	步 數	距 離	步 數
女 子 100 MH	13 M	7~9	8.5 M	3	10.50	7~9
男 子 110 MH	13.72 M	7~9	9.14 M	3	14.02	7~9
男 子 400 MH	45 M	20~22	35 M	13~15	40	16~18

B、說明：

(A)步幅的大小決定了欄間之步數，今以400公尺中欄為例，說明於下：

- a、步幅2.46公尺則跑13步（因欄間之距35公尺，起跨到着地約3.02公尺，其間起跳點到欄架與欄架到着地點之比為2：1）。
- b、步幅2.28公尺則跑14步（因欄間之距35公尺，起跨到着地約3.02公尺，其間起跳點到欄架與欄架到着地點之比為2：1）。
- c、步幅2.13公尺則跑15步（因欄間之距35公尺，起跨到着地約3.02公尺，其間起跳點到欄架與欄架到着地點之比為2：1）。
- d、步幅2.00公尺則跑16步（因欄間之距35公尺，起跨到着地約3.02公尺，其間起跳點到欄架與欄架到着地點之比為2：1）。
- e、步幅1.88公尺則跑17步（因欄間之距35公尺，起跨到着地約3.02公尺，其間起跳點到欄架與欄架到着地點之比為2：1）。

(B)欄間步幅分配圖

a、110 MH與100 MH（如圖十四）：

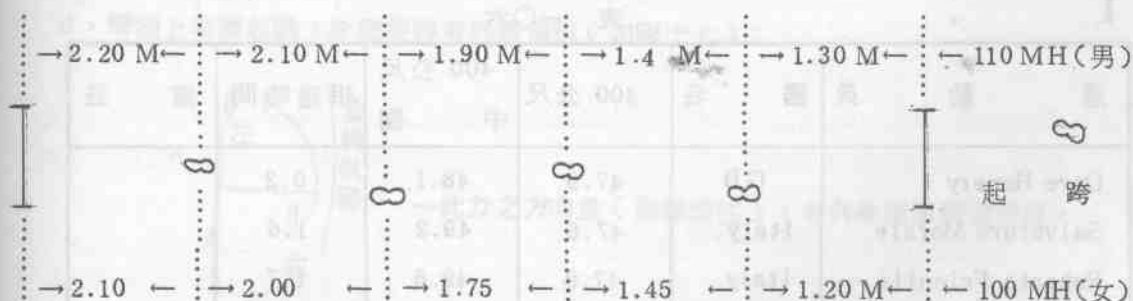


圖 十四

b、400 MH (如圖十五)



圖 十五

3. 400 公尺中欄之配速及 400 公尺中欄與 400 公尺之成績比較

(1) 400 公尺中欄的配速 (註七十七) (如表一〇五) :

表 一〇五

運 動 員	國 名	前200 公尺 時 間	後 200 公尺 時 間	全 程 時 間	相 差 時 間
Glenn. Davis	US	24.0	25.3	49.3	1.3
Dick Howand	US	24.1	25.6	49.7	1.5
Helmut Janz	WG	23.9	26.0	49.9	2.1
Bruno Galliker	Switz	24.5	26.5	51.0	2.0
Jussi Rintamaki	Fin	24.3	26.5	50.8	2.2

(2) 400 公尺中欄與 400 公尺之成績比較 (註七十八) (如表一〇六) :

表 一〇六

運 動 員	國 名	400 公尺	400 公尺 中 欄	相 差 時 間	備 註
Dave Hemery	GB	47.9	48.1	0.2	
Salvatore Morale	Italy	47.6	49.2	1.6	
Roberto Frinolli	Italy	47.9	49.6	1.7	
Christian Rudolph	EG	47.6	49.3	1.7	
John Akii-Bua	Uganda	47.2	49.0	1.8	
Joachim Singer	EG	47.8	49.9	2.1	
Ralph Mann	US	※ 46.3	※ 48.5	2.2	

John Sherwood	GB	46.8	49.0	2.2
Gerhard Hennige	WG	46.5	49.0	2.5
Jurgen Laser	EG	47.6	50.1	2.5
Gert Potgieter	S Afr	※ 46.0	※ 49.0	3.0
Rex Cawley	US	※ 45.7	49.1	3.4
Jean-Claude N.	Fr	45.1	48.6	3.5
Glenn Davis	US	※ 45.4	49.2	3.8
Wayne Collett	US	※ 44.4	※ 48.9	4.5
Lee Evans	US	43.8	※ 49.9	6.1

說明：①※記號乃由碼換算而成的成績。

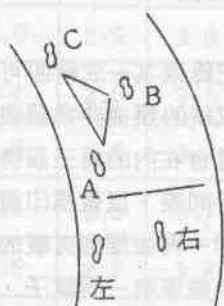
② 400 公尺與 400 公尺中欄之一般成績相差 2.5 ~ 3.0 秒之間。

4. 400 公尺中欄在彎道中用何脚起跳之問題

400 公尺中欄在彎道應用何脚起跳較有利之事，很多教練及選手爭論不已，現讓我們逐一分析之，當可獲致肯定的答案。

(1) 認為何脚起跳應予關心，並以右脚起跳較有利之論：

A、彎道上右脚起跳，所跑之距離較短（如圖十六）



① 用右脚起跳，左腳於 A 落地，則下一步至 C。

② 用左腳起跳，右腳於 B 落地，則下一步至 C。

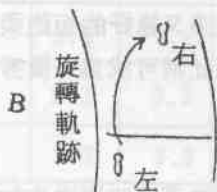
③ $AC < AB + BC$ （三角形之二邊之和大於其餘一邊），所以用右脚起跳，跑距較短。

圖 十六

B、彎道上右脚起跳，身體旋轉有利彎道跑（如圖十七）：



→ 此力之方向量（旋轉慣性），有利身體順彎道前進。



→ 此力之方向量（旋轉慣性），對身體在彎道跑不利。

圖 十七

(2)認爲何脚起跳不必予以考慮之論：

A、選手每階段體力不等，造成步數不定，所以要求在二個彎道上一定要何脚起跳，似乎較難：

因每一欄間之距離雖同，但選手在每一欄間之體力卻有異，此影響了各階段步幅大小，當然也就造成欄間之步數之不一，一位優秀運動員，也許前幾個欄間用13步，後幾個欄間卻要用14或15步，像國手林正智，在1983年第6屆亞洲盃田徑賽，就以前7個欄間用14步，後2個欄間用15步之跑法，創下50.09秒之全國紀錄，由於這樣的跑法，就無法選擇用何脚在彎道起跳之事。

B、每一欄間均以同樣步數且採奇數步數之跑法者，固然可選擇有利起跳做起跨，但在頂尖中欄運動員中，能一口氣每一欄間以同樣步數跑完全程者卻少之又少，美國選手(Edwin Moses)是一特例，他以13步跑每一欄間是一大奇蹟，所以人人稱之他偉大，但他是以左脚起跳，此也許是他的利足在左脚，因此在權宜之計下，他選擇左脚起跳，而不考慮彎道上用右脚起跳之利。

(3)結論

400公尺中欄選手應力求欄間步伐之舒適穩當，能有利於跑者之跑、起跳、空中動作、着地之完成，才是最重要，如只先注意彎道上起跳脚之選擇，忽略了步伐、步速、起跳、空中動作、着地等動作之協調，那簡直是畫蛇添足。但如不違反上述條件之下，考慮彎道上用左脚起跳，似乎未嘗不可。

5.跨欄運動成績的預測—100 MH、110 MH、400 MH

(1)前言

在運動落後的國家，通常把訓練的目標訂爲追上或超過世界紀錄或某一成績即可，但在領先的國度則在求如何粉碎紀錄及體能極限的探討，因此對運動成績的預測非常重視，加拿大艾略省田徑教練Brent Mc Farlane，他根據包括蒙特婁奧運會在內的前三屆奧運會男女跨欄成績的統計與分析做一預言，並劃製一有價值的跨欄踏地時間表，以做爲印證即是一例，他的這種預測方式，與以往用臆測方式來訂人類體能極限而卻一再被推翻突破的方法是不同的，茲介紹於下，一方面可使跨欄選手對自己跨欄的步速、步數等有一面鏡子，一方面也可以因此找出突破個人或世界紀錄的可循軌跡。

(2)Brent Mc Farlane 之跨運動成績的預測

A、Brent Mc Farlane 所訂TD表，是跨欄踏地時間表(Tauch down Time chart)之簡寫，它根據奧運跨欄選手由這一欄踏地到次一欄踏地之間的時間，經分析統計後所定的假設表。

B、TD表之擬訂、分析與跨欄成績的預測：

(A)跨欄運動具備條件

跨欄運動先決條件是速度(步幅、步速)，其次加上完美又極好的短跑柔軟性和跨欄能力(技術)，和無缺點的短跑與無機械錯誤之因素，如此則可成爲一優秀的跨欄運動員。

(B)TD表之擬訂、分析與跨欄成績之預測

居於跨欄運動條件的體認，根據慕尼黑到蒙特婁共二屆奧運之跨欄動作的測定統計

而擬訂了TD表。

a、男子 110 MH與女子 100 MH

從測定中，將揭露出在完美的跨欄條件下，做無缺點的起跳一過欄，TD時間才能由1.0~1.1秒（0.9秒是獨一無二之舉）。因此第一流的110公尺高欄名將G. Drut, W. Davenport 和女子的J. Schaller, G. Rabsytyn等，有TD時間1.0~1.1秒，及起跑到第一欄架之時間係2.4~2.5秒之事實，因此TD表（如表一〇七、一〇八）是依此基礎來訂定的。速度快的，將可能在3~5欄產生TD時間1.0秒的速度，因這段可達到最高速，而在好的耐力與速度下，6~10欄保持TD時間1.0~1.1秒，並非不可能，因此，男子110公尺高欄欲創下低於13秒，女子欲低於12秒，並非難事。

表 一〇七 男子 110 MH之TD表

目標時間	H 1	H 2	H 3	H 4	H 5	H 6	H 7	H 8	H 9	H 10	終點
12.8	2.4	3.4	4.3	5.2	6.2	7.2	8.2	9.2	10.3	11.4	12.8
13.0	2.4	3.4	4.4	5.4	6.4	7.4	8.4	9.4	10.5	11.6	13.0
13.2	2.5	3.5	4.4	5.4	6.4	7.2	8.5	9.6	10.7	11.8	13.2
13.6	2.5	3.6	4.6	5.6	6.6	7.7	8.8	9.9	11.0	12.2	13.6
14.0	2.5	3.6	4.6	5.7	6.8	7.9	9.0	10.1	11.2	12.4	14.0
14.4	2.6	3.6	4.7	5.8	6.9	8.1	9.3	10.5	11.7	12.9	14.4
14.6	2.6	3.7	4.7	5.8	7.0	8.2	9.4	10.6	11.8	13.0	14.6
15.0	2.6	3.7	4.9	6.0	7.2	8.3	9.5	10.7	12.0	13.2	15.0
15.5	2.7	3.8	5.0	6.2	7.4	8.6	9.8	11.0	12.3	13.6	15.5
16.0	2.7	3.9	5.1	6.4	7.6	8.8	10.1	11.3	12.6	14.0	16.0
16秒之每欄間時間		1.2	1.2	1.3	1.2	1.2	1.3	1.2	1.3	1.4	

表 一〇八 女子 100 MH之TD表

目標時間	H 1	H 2	H 3	H 4	H 5	H 6	H 7	H 8	H 9	H 10	終點
11.8	2.2	3.2	4.1	5.0	5.9	6.9	7.9	8.9	9.9	10.9	11.8
12.0	2.3	3.3	4.2	5.1	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	11.1	12.0
12.3	2.3	3.3	4.2	5.1	6.1	7.1	8.1	9.1	10.2	11.3	12.3

12.8	2.4	3.4	4.4	5.4	6.4	7.4	8.4	9.5	10.6	11.7	12.8
13.2	2.4	3.4	4.4	5.5	6.6	7.7	8.8	9.9	11.0	12.1	13.2
13.8	2.5	3.5	4.6	5.7	6.8	7.9	9.1	10.2	11.4	12.6	13.8
14.0	2.5	3.5	4.6	5.7	6.9	8.1	9.3	10.4	11.6	12.8	14.0
14.3	2.5	3.6	4.7	5.9	7.1	8.3	9.5	10.7	11.9	13.1	14.3
14.8	2.6	3.8	4.9	6.0	7.2	8.4	9.6	10.9	12.2	13.5	14.8
15.0	2.6	3.8	4.9	6.1	7.3	8.5	9.7	11.0	12.3	13.6	15.0
15 秒之每欄間時間		1.2	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2	1.3	1.3	1.3	

b、男女 400 MH

在蒙特婁奧運，Eduin Moses (摩斯) 開創了 400 公尺中欄之新紀元，以 13 步跑法 (欄間步數) 和 2.0 秒差異 (介于第一和第二 200 公尺之時間差)，產生了 47.64 秒的 400 MH 世界紀錄，此 2.0 秒之差異，正與前三屆奧運及世界紀錄保持者一樣，換言之，優異 400 公尺中欄跑者，必固守 2 秒以下的水準始可 (Hemery 在墨西哥奧運是 1.5 秒，Akii-Bua 在慕尼黑是 1.8 秒，Moses 在蒙特婁是 2.0 秒)，這即以下之 TD 表 (表一〇九、一一〇)。總之，欲成為優秀 400 公尺中欄選手，除需具有全面性能力與良好的短跑統制力，以及可參加多項目之能力和相當好的 800 公尺跑能力外，還應留意跨欄和短跑技術、步伐樣式、前後 200 公尺之差異、步速的瞭解和 TD 時間……等。至於女子 400 MH，假如女子最大速度、柔軟和技術合乎這項目需要，其成績亦有可能降到 50 秒以下。

表 一〇九 男子 400 MH 之 TD 表

目標時間	H 1	H 2	H 3	H 4	H 5	200	H 6	H 7	H 8	H 9	H 10	終點
46.2	5.8	9.4	13.0	16.7	20.4	22.1	24.2	28.2	32.4	36.7	41.1	5.1
46.6	5.8	9.5	13.2	16.9	20.6	22.3	24.4	28.4	32.6	37.0	41.4	5.2
47.0	5.8	9.5	13.2	17.0	20.8	22.5	24.7	28.7	32.9	37.3	41.8	5.2
48.0	5.9	9.7	13.5	17.4	21.3	23.0	25.3	29.5	33.8	38.2	42.7	5.3
49.0	6.0	9.9	13.8	17.7	21.7	23.5	25.8	30.1	34.5	39.1	43.6	5.4
50.0	6.0	10.0	14.0	18.1	22.2	24.0	26.4	30.8	35.3	39.9	44.5	5.5
51.0	6.1	10.2	14.3	18.5	22.7	24.5	27.0	31.4	35.9	40.6	45.9	5.6

表 一一〇：女子 400 MH 之 T D 表

目標時間	H 1	H 2	H 3	H 4	H 5	200	H 6	H 7	H 8	H 9	H 10	H10 終點
52	6.1	10.3	14.5	18.8	23.1	25.0	27.5	32.0	36.7	41.4	46.3	5.7
54	6.3	10.7	15.1	19.6	24.1	26.5	28.7	33.4	38.2	43.2	48.2	5.8
56	6.5	11.1	15.7	20.3	25.0	27.0	29.8	34.7	39.7	44.9	50.1	5.9
58	6.7	11.5	16.3	21.1	25.9	28.0	30.8	35.9	41.1	46.2	51.8	6.2
60	6.9	11.9	16.9	21.9	26.9	29.5	32.0	37.2	42.5	47.9	53.4	6.6
62	7.1	12.3	17.5	22.6	27.8	30.0	33.1	38.4	43.9	49.5	55.2	6.8
64	7.3	12.6	17.9	23.3	28.7	31.0	34.2	39.8	45.4	51.1	57.0	7.0

(3) 應用——省立體專女子 100 MH 之 T D 表

A、表列（如表——）：

表—— 100 MH 之 T D 表（省立體專三年女生班，測驗日期為 1986 年 5 月）

學生學號	終點 成績	H 1	H 2	H 3	H 4	H 5	H 6	H 7	H 8	H 9	H 10	終點 成績
5174	16.4	2.7	4.1	5.5	6.8	8.0	9.2	10.6	12.0	13.5	15.0	16.4
5163	17.4	2.9	4.1	5.7	7.0	8.4	9.7	11.8	12.8	14.2	15.9	17.4
5146	18.1	3.1	4.6	6.1	7.5	9.7	10.4	11.8	13.4	15.2	16.4	18.1
5169	19.0	2.9	4.5	6.2	7.9	9.4	10.9	12.5	14.1	15.0	17.3	19.0
5175	19.0	3.1	4.8	6.3	7.7	9.4	11.0	12.6	14.2	16.0	17.7	19.0
5161	19.4	3.0	4.3	6.0	7.6	9.3	10.6	12.4	14.0	15.5	17.4	19.4
5141	19.5	3.1	4.8	6.6	8.1	10.0	11.5	13.2	15.1	16.7	18.6	19.5
5164	19.6	3.2	4.8	6.5	8.1	9.6	11.1	12.5	14.6	16.4	18.0	19.6
5177	19.8	3.0	4.9	6.5	8.3	9.8	11.5	13.3	14.8	16.5	18.3	19.8
5142	19.9	3.0	4.8	6.4	8.4	10.1	11.6	13.6	15.4	17.5	18.4	19.9
5178	19.9	3.1	4.8	6.4	7.4	9.8	11.4	13.1	14.9	16.4	18.4	19.9
5172	20.1	3.2	5.0	6.8	8.0	10.0	11.6	13.1	15.1	16.5	18.3	20.1
5186	20.3	3.1	5.1	6.7	8.4	10.1	11.3	13.1	15.0	16.5	18.5	20.3
5137	20.4	3.2	4.9	6.5	8.5	10.3	11.3	13.0	15.0	17.0	18.3	20.4

5189	20.4	3.2	5.1	6.7	8.5	10.2	11.5	13.4	15.1	16.6	18.8	20.4
5167	20.6	3.0	4.5	6.6	8.2	10.0	11.7	13.3	14.8	16.9	18.6	20.6
5168	20.6	3.1	4.9	6.6	8.2	10.0	11.8	13.5	15.1	16.8	18.7	20.6
5150	20.7	3.4	5.1	6.9	8.5	10.4	11.9	13.8	15.8	17.6	19.6	20.7
5156	20.8	3.3	4.1	6.7	8.3	10.0	11.8	13.6	19.2	17.7	19.0	20.8
5165	20.8	3.1	4.8	6.5	8.0	9.8	11.5	12.9	14.9	16.8	18.7	20.8
5183	20.9	3.3	4.9	6.6	8.5	9.2	11.6	13.5	15.4	17.0	19.0	20.8
5147	21.0	3.2	5.0	6.8	8.5	10.4	11.6	13.8	15.5	17.2	19.2	20.9
5158	21.0	3.1	4.9	6.8	8.4	10.3	11.8	13.5	15.5	17.4	19.3	21.0
5160	21.5	3.0	5.2	7.0	8.2	10.4	12.0	13.9	15.9	17.8	19.6	21.5
5173	21.7	3.4	5.3	7.1	8.9	10.6	12.3	14.3	15.9	18.1	19.7	21.7
5171	21.8	3.4	5.3	7.1	8.9	10.7	12.2	14.3	16.0	18.0	19.9	21.8
5148	21.8	3.4	5.2	6.9	9.7	10.5	12.1	14.1	16.0	18.0	19.7	21.8
5192	22.1	3.2	5.0	7.0	8.8	10.6	12.2	14.2	16.1	18.0	20.2	22.1
5153	22.3	3.4	5.6	7.4	9.1	11.2	12.8	14.2	16.4	18.4	20.3	22.3
5152	22.5	3.5	5.3	7.5	9.4	11.1	13.0	14.7	16.7	18.6	20.5	22.5
5184	22.5	3.1	4.9	6.6	8.5	10.4	12.0	13.9	16.1	18.4	20.2	22.5
5157	22.6	3.1	5.1	6.9	8.9	10.7	13.0	14.4	16.5	18.5	20.0	22.6
5180	23.1	3.2	5.3	7.1	8.2	10.7	12.6	14.4	16.3	18.3	20.5	23.1
5182	23.1	3.4	5.1	7.2	9.1	11.3	13.0	14.9	16.9	19.0	21.1	23.1
5170	23.7	3.5	5.7	7.7	9.5	11.4	13.2	15.3	17.5	19.5	21.4	23.7
5191	23.8	3.6	5.7	7.7	9.5	11.5	13.3	16.0	17.7	19.8	22.2	23.8
5144	23.9	3.5	5.5	7.7	9.5	11.8	13.2	15.5	17.8	19.8	22.0	23.9
5190	24.2	3.4	5.6	7.6	9.7	11.6	13.5	15.6	17.6	19.8	22.1	24.2
5151	24.5	3.5	5.6	7.6	9.9	11.7	13.7	16.2	18.6	20.8	23.0	24.5
5188	25.1	3.5	5.8	7.3	9.2	11.3	13.1	15.4	17.4	20.0	22.5	25.1
5154	25.5	3.9	5.9	7.9	10.0	12.0	14.0	16.3	18.4	20.6	23.0	25.5

5185	26.5	3.4	5.6	7.9	10.0	12.4	14.5	16.9	19.3	21.2	24.0	26.5
5155	28.9	3.3	6.0	8.2	10.3	12.9	15.5	17.6	20.4	22.8	25.4	28.9
合計	926.7	139.0	217.5	297.8	362.9	450.0	519.9	597.6	681.3	762.3	844.7	926.7
平均	21.5	3.23	5.06	6.93	8.43	10.47	12.08	13.90	15.84	17.73	19.64	21.5
(N=43)			(1.83)	(18.7)	(1.50)	(2.04)	(1.61)	(1.82)	(1.94)	(1.89)	(1.91)	
最好者	16.4	2.7	4.1	5.5	6.8	8.0	9.2	10.6	12.0	13.5	15.0	16.4
5174			(1.4)	(1.4)	(1.3)	(1.2)	(1.2)	(1.4)	(1.4)	(1.5)	(1.5)	
最差者	28.9	3.3	6.0	8.2	10.3	12.9	15.5	17.6	20.4	22.8	25.4	28.9
5155			(2.7)	(2.2)	(2.1)	(2.6)	(2.6)	(2.1)	(2.8)	(2.4)	(2.6)	

()內之數字代表每一欄架間之時間。

B、分析

(A)從省立體專女生 100 MH 之平均 TD 時間觀之，介於 2.8 ~ 1.5 秒之間，範圍甚大，其表示不穩定，其次他們不像優秀運動員在第 3 ~ 5 欄中達最高速，此等可發見省體女子 100 MH 之水準不高也不整齊，有待加強。

(B)從省立體專女生 100 MH 最好成績者之 TD 時間觀之，其介於 1.2 秒 ~ 1.5 秒之間，而其在第 5 ~ 6 欄達最高速，顯然其慢了二欄才達高速，不過由於欄間之平均時間由 2 ~ 6 欄，採漸速階段，7 ~ 10 欄，採減速階段，尚稱合理。

(C) 100 MH 之 TD 時間如介於 1.2 ~ 1.5 秒之間，可推測其 100 MH 成績可能會在 16.4 秒左右。

(五)跳 部

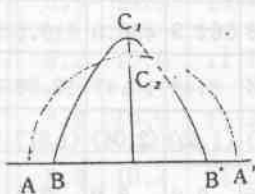
1. 1974 年國際室內跳部大賽名古屋大會之跳高分析

(1)表列(如表一一二)

表一一二 1974 年國際室內跳部大賽名古屋大會之跳高分析

跳高方式	記錄	助跑速度	初速度	水平速度	垂直速度	跳躍角	起跳時間	垂直初速 助跑速度 X 100	後傾角度	提腿角度	起跳一步前步幅	投物線
	M	m/s	m/s	m/s	m/s	度	秒		度	度	M	
男子 平均	2.0	7.98	5.34	3.85	3.67	54.25	0.17	46.1	50.15	73.35	2.15	速度型
背向式 標準差												
男子 平均	2.08	6.35	4.79	3.00	3.73	51.00	0.21	58.83	53.63	89.69	2.25	動力型
腹滾式 標準差		0.24	0.13	0.15	0.15	1.90	0.02	3.0	2.93	10.68	0.18	
女子 平均	1.66	6.42	4.82	3.47	3.36	43.58	0.18	51.9	56.67	73.4	1.87	速度型
背向式 標準差		0.22	0.13	0.11	0.12	1.24	0.014	2.32	3.25	5.7	0.18	

(2)圖示(如圖十八)



(圖十八)

(3)分析

A、由表一一二分析之，發現背向式跳高之投物線成高而淺之情況，如圖十八之 BC_1B' ；而腹滾式跳高之投物線成低而深之情況，如圖十八之 AC_2A' 。

B、從表一一二中，可瞭解跳高成績與助跑速度、初速度(起跳後)、水平速度、垂直初速、跳躍角、起跳時間、後傾角度、提腿角度等有極大相關。

2.跳高之助跑速度與韻律—布魯美爾(Valeriy Brumel's)

表一一三 跳高之助跑速度與韻律 與湯馬遜(Thomas)

情況	數 值	姓 名	湯馬遜 Thomas	布魯美爾 Brumel	說 明
一、最後一步					
(一)時間			0.34 秒	0.25 秒	最後一步速度顯然布魯美爾比湯馬遜快，此有利於蹬腿推進，但由於這樣跳者之反應與肌力要好，才能完成此快速後的起跳動作。
(二)長度			2.1 公尺	2.0 公尺	
(三)節拍			2.9 步/每秒	4.0 步/秒	
二、倒數第二步					
(一)時間			0.22 秒	0.275	為了使最後一步之速度更快，布魯美爾此倒數第二步之速度比最後一步慢很多，而湯馬遜卻相反。
(二)長度			1.9 公尺	2.2 公尺	
(三)重心之水平速度			7.5 公尺/秒	7.5 公尺/秒	
三、最後一步					
(一)飛程局面			0.12	0.078	支撐局面時間，布魯美爾比湯馬遜長，但卻使布魯美爾之蹬腿推進之時間縮短，有利於動力之產生，因 $P(動力) = \frac{W(功)}{t(時間)}$ 。
(二)蹬腿推進局面			0.12	0.048	
(三)支撐局面			0.10	0.124	
四、倒數第二步					
(一)飛程局面			0.063	0.094	同上。
(二)蹬腿推進局面			0.120	0.113	
(三)支撐局面			0.036	0.068	

3. 混合運動員所選擇的跳高方式

六十六年台灣區運女子混合運動競賽中，蔡麗嬌以三四六八分擊敗當時國內名手李蕙而勇得冠軍，雖然其成績並不如李蕙所保持的最佳紀錄三六八四分好，但她年紀僅十五歲，而所選擇的跳高方式是腹滾式，卻是與賽中唯一採用此式者，故引起筆者注意，並有與趣對混合運動選手在跳高中選擇腹滾式為方法的利弊提出討論。

在此首先對混合運動競賽予以剖析：

- 其一：混合運動競賽分二天賽完：女子目前是七項，男子是十項，以兩天賽完。此對一位運動員來說，不愧是一項高體能與多技術的測驗，尤其不可否認的，它更是一項強耐力的測驗。
- 其二：混合運動競賽，既然是一項強耐力的測驗，那賽員必須在某一單項達到最高水準演出時，或於接近最佳體能表現時，應留力於下一個項目，故節制或調配體力作各項最佳成績的發揮，是組合運動員須注意的。
- 其三：混合運動競賽是高體能與多技術揉合的比賽方式，選手除具備該有的體技能外，競賽中宜小心翼翼，因像鉛球、跳遠、跳高（每升高一次）等，只有三次嘗試機會，任一項失敗，則會因缺一項的成績而遭滑鐵盧，因它正像打籃球時，四對五的競賽，結果必然不堪想像，故項項安全又穩定的演出，是混合運動員必需注意的。

從以上的分析得之混合運動員欲成功演出，必須：

- ① 選手應有強的體能與樣樣都精的高技術水準。
- ② 體力合理的節制與調配，使項項都發揮高成績的效果。
- ③ 競賽中必須安全又穩定地求各項成績高超的表現。

基於上述理由，則混合運動中任何一項之運動方法的選定，須以能達最經濟、有效、又安穩的動作為原則，跳高也不例外，茲就以目前國內常用的背向式（Fasbury style）、腹滾式等二種方法討論之，俾使混合運動員據此選定最合適的跳高方式，以下分析之：

(1) 經濟原則：

A、力學的分析

(A) 助跑距離：東德女子腹滾式跳高選手艾克曼（一九七七年世界田徑賽以一·九八公尺獲冠軍），其助跑距離約六步（註八十），可見其助跑距離很短。而背向式跳高則因須充分利用速度，須八~十二步以上（註八十一）。今如以每步二·二〇公尺計，則腹滾式每次助跑距離約一三·二公尺，背向式則平均二十二公尺，相差八·八公尺，現又假定一位女選手從一·三〇公尺起跳，而跳至一·六三公尺，其每次如升高三公分，則該升高十一次（包括起跳高度一次則十二次），而假定每升高一次係跳一·五次，則每一運動員不管採用那一種方式跳，均須跳十八次（ $1.5 \text{ 次} \times 12$ ），如此，因助跑距離的差距，腹滾式在一次完整的競賽中，比背向式跳高少跑一五八·四公尺（ $8.8 \text{ 公尺} \times 18$ ）的距離。

(B) 助跑步伐：腹滾式採彈躍步（①踵趾（或蹠趾）着地，②微屈伸三關節，即髖、膝、踝三關節），故富節拍性、韻律性，並具有放鬆、自然的特性。背向式採急迫步（①以腳尖着地，②髖、膝、踝三關節屈伸度少），故不如腹滾式來得放鬆自然而富韻律、節拍感，且急迫步欲求起跳點準確較不易，除非運動員反應好。換言之，背向式起跳點的踏準可能性低於腹滾式，其試跳次數必然增高（因重新助跑起跳或失敗次數增多），則

其該助跑總距離也會比腹滾式多，而且則不止前面所算的一五八·四公尺了。

(C)助跑速度：背向式採用急迫步及增加助跑距離以求高速助跑，而利於起跳向上的需要，顯然係動力=速度×肌力以及 $f = \frac{mv^2}{r}$ 的力學應用，而腹滾式採用彈躍步作中速助跑（僅最後一步稍快），則全然係巧妙應用 $p = \frac{mas}{t}$ 之功率力學原理，以減少時間而增加功距（三關節適切屈伸）以利產生向上垂直分力。如此可知背向式與腹滾式所強調的力學依據稍有不同，但卻有異曲同工之妙——求向上的能力發揮，不過背向式明顯的助跑速度快，故假定同樣次數與距離的助跑，背向式較不經濟（高速必費力），何況，同在有利的條件下，背向式助跑總距離將比腹滾式多一五八·四公尺以上。

(D)踏切起跳：從跳遠的實驗（註八十二）得知，高速度助跑起速中進行，故着地起跳瞬間，亦有約四倍體重（或更多）的重量負荷在運動員腳上，可見以平均一個人一三三磅（約六〇公斤）體重為例，則背向式跳高助跑起跳時，有五三二磅（二四〇公斤）重負荷於腳上，而背向式的起跳，均採腳外側着地，亦即腳之弱邊（肌肉最微弱部份）起跳，故負荷大，易於受傷，除非運動員對該作用肌有加強鍛鍊，否則難逃此厄運，像陳德宗、何德義、洪春來、吳麗華……等均首遭其害，便是一例。而腹滾式採中速彈躍步助跑，其腳起跳前之重量負荷當然少，故也較不易受傷，此從國內選手去探討便輕而易得。

(E)過竿動作：

a、腹滾式過竿前彎動作，適合人的習慣，易於學習與接受，又會有顯著績效，像有亞洲足球王之稱的李惠堂，上下學以邊走邊踢椰子，而視同踢球為樂，如此天天作而成習慣，其後對其球技不可說沒幫助。

b、根據人體解剖學探討，人體前彎動作輕鬆易作，後彎較難，故採腹滾式跳高有其利。

c、腹滾式之動作方面又自然，且身體作輪形依次過竿，尤其眼睛自然視竿，很省力又不分心。背向式雖然也成輪形依次過竿，但面朝天，須微轉頭視竿，動作較不放鬆，也不自然，且分心費力。

(F)着地動作：腹滾式以跨腿及二手作三點着地（或以跨腿側之身體多部位，作大面投着地），動作自然且與墊子或沙地衝攻力小，背向式以肩背（頭頸局部）先著地，使上體衝擊力大，心理壓力也大。

B、場地設備

(A)由於利於高速助跑與起跳，背向式跳高場地須特別留意，諸如大小及安全設施等。

(B)由於着地方式的不同，腹滾式可於簡易沙坑作，背向式則須於鬆軟墊上為之不可。

(2)有效原則：

A、一九七七年九月二日，世界杯田徑賽，東德艾克曼女子選手以腹滾式跳高一·九八公尺，榮獲冠軍。

B、一九七七年九月四日，世界杯田徑賽，男子跳高冠軍，東德巴修密特以腹滾式跳高方法跳過二·三〇公尺，獲冠軍。

C、美國「體育畫刊」選出的十三位「一九七七年運動明星」中，有一位是跳高男選手，名叫雅琴柯，十八歲，蘇俄的跳高新人，創下二·三三公尺的世界紀錄，他亦是以腹滾式為跳高方法。

以上種種探討，可見腹滾式跳高方法，確實是一種有效的跳高方法。

(3)安穩原則：

- A、腹滾式由於助跑、起跳及着地的特殊，較背跳式不易受傷，比較不會影響訓練及爾後的比賽。
- B、腹滾式由於助跑距離與速度、及步伐與起跳的特殊，於不良場地（鬆軟、狹小、下雨潮濕）、設備及氣候，也不會太失常的演出。
- C、腹滾式的助跑距離很短且速度不快，起跳步點易準，試跳失敗機會少。

(4)結論與建議：

- A、在追求時髦（改用或啓用背向式跳高方法）之餘，我們應了解腹滾式之跳高方法還是一種經濟有效又安穩的跳高方式。
- B、繁重又須十分小心的七項（十項）運動競賽，各項應選擇經濟、有效又安穩的運動方式為之，如跳高應選擇腹滾式為宜。

4.跳遠起跳時的水平速度及起跳後之投射角度與跳遠成績之相關分析

(1)研究動機與目的

投物體之初速度與投物角度影響物體的運行至鉅，而跳遠是應用投物原理的一種運動，所以本文擬從跳遠起跳時，不同水平速度和跳躍角度的改變中，用計量統計方式去探討其對跳遠成績的影響，藉此希望對跳遠運動水準之提昇能有所助益。

(2)研究引用書目：

- A、身體運動學入門（基礎篇）松井秀治著，杏林書院出版，1967年4月初版，P 79.~82。
- B、體育之力學M. G. スコット原著，宮烟虎彥參，不昧堂出版，1957年4月初版，P 217 ~ 280、P 126。
- C、Kinesiology 宮烟虎彥、高松三郎、熊本水瀨著，學藝出版社出版，1969年9月二版，P 216 ~ 1237。
- D、The Qualitative Analysis of sports Techniques The Republic of china Amateur Athletic Federation February 1975 P 6。

(3)研究方法

利用力學公式計算，並採用統計處理法。

A、公式：

$$S + S_2 + S_3 + S_4 = \frac{V^2 \sin \alpha \cos \alpha + V \cos \alpha \sqrt{V^2 \sin^2 \alpha + 2g(h - c \sin r)}}{g} + C \cos \beta + C \cos r$$

B、圖式（如圖十九）：

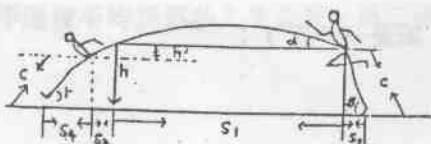


圖 十九

說明：① $C =$ 從重心到脚着地點之距離。

② $h - C \sin r =$ 起跳重心到地面之垂直線減去脚着地點到重心之距離 $= h'$ 。

③ $C \cos \beta = S_3$

④ $C \cos r = S_4$

(4) 表列與分析與結論

A、表列（如表一一四）：根據上述力學公式計算所得。

表一一四

距離 速度 角度	$V = 25. \text{ ft / sec}$	$V = 30. \text{ ft / sec}$	V 增加所增加距離	備註
$\angle \alpha、\angle r 30^\circ \angle \beta 60^\circ$	22.75	30.24	7.49	速度快、跳遠成績好。
$\angle \alpha、\angle r 45^\circ \angle \beta 60^\circ$	23.59	32.18	8.59	
$\angle \alpha、\angle r 60^\circ \angle \beta 60^\circ$	26.14	27.59	7.45	
何角度最佳成績	$\angle \alpha、\angle r 45^\circ$ $\angle \beta 60^\circ$	同	左	

B、分析結果

(A) 水平速度與跳遠成績關係很大，水平速度快，跳遠成績也會好，為此，跳遠運動員應力求水平速度的增進，如設法加快助跑速度，以及增強起跳脚之肌力、動力等。

(B) 跳躍角度以 45° 為最適宜，不過值得一提的是在 $V = 25. \text{ ft / sec}$ ， $C = 3$ ， $\angle \beta = 60^\circ$ ， $\angle r = \angle \alpha$ 之條件下，跳躍角 45° 時，人在空中之重心高度是 4.88 ft，而跳躍角 30° 者僅 2.44 ft（註八十三），今計算兩者之功（工作量） 45° 者比 30° 者所作的功大一倍（ $\because W = F \times S$ ， $\therefore 30^\circ$ 者 $W = F \times 2.44$ ， 45° 者 $W = F \times 4.88$ ），所以站在省力的立場，跳躍角度可小於 45° ，何況另從 30° 者與 45° 者之跳遠成績之差距觀之，兩者僅差 0.84 ft（ 60° 者與 45° 者差 3.45 ft），可見跳躍角度小於 45° 所減少之跳遠距離不大，但卻能省力，更何況很少有人有足夠肌力去作接近 45° 之投物，且人非物體，是一動體，如在省力之跳躍中，可有餘力去作空中姿勢的有利應用（如角運動量等的發揮），因而使跳遠之成績更加成長，基於此論點，跳遠之跳躍角度可小於 45° 而不一定以 45° 為佳（註八十四）。

5. 三級跳遠各步之長度、起跳時間、水平速度、垂直速度、投射角度之探討

(1) 各步的長度

A、國內優秀運動員之概況（如表一一五）：

表一一五

選手姓名	第一步 M (%)	第二步 M (%)	第三步 M (%)	最佳成績 (m)	備註
黃 誠	5.70 M (35.6%)	4.69 M (29.3%)	5.61 M (35.1%)	16.00 m	接近以第三步為重點，類似蘇米得型(賽跑型)。
邱泰武	5.67 (36.3%)	4.60 (29.5%)	5.34 (34.2%)	15.61	第二步為重點。 屬跨步跳型。
張宏榮	5.43 (36.2%)	4.46 (29.7%)	5.12 (34.1%)	15.01	第二步為重點。 屬跨步跳型。
黃敏卿	5.61 (37.6%)	4.66 (31.2%)	4.66 (31.2%)	14.93	第二步為重點。 屬跨步跳型。
鄭建成	5.63 (38.1%)	4.77 (32.3%)	4.38 (29.6%)	14.78	第一步為重點。 屬單腳跳型(老日本型)。
林啓仲	5.46 (37.0%)	3.77 (25.6%)	5.51 (37.4%)	14.74	強調最後一步(第三步)類似蘇米德型(賽跑型)但第二步太差
平均	5.58 (36.8%)	4.49 (29.6%)	5.10 (33.6%)	15.18	第二步為重點型。

B、分析

根據表一一五中顯示，若選手把其第一步比例加大，則其成績將較差，而選手欲達到最佳成績，其各步所佔比例應端視各選手之體能(速度、肌力、動力、可屈性、……等)、技術、體格、體型、成績、相稱性、平衡而定。速度較快者，宜加強第三步，若把第一步、第二步之比例稍減，則可使其獲致最佳成績，例如舉世皆知曾經以 17.03 公尺打破世界紀錄，且兩度榮獲奧運冠軍的斯密特(Szmidt)，其跳得最好的一次各步比例分別為 35.3 - 29.2 - 35.5(註八十五)。腿短或有強肌力、動力的運動員，可強調一、二跳，因強調一、二步對於腳之承受力大，負擔較大，故須有強肌力、動力者，始可以第一、二步為重點。而腿長、肌力、動力差者，可強調第二步。至於成績在 15 公尺階段，則步法比例為 40~41% - 30% - 30~35%，16 公尺階段的步法比例為 38~39% - 30% - 31%~32%(國內優秀運動員類似)而國內優秀選手之成績正也介於 15~16 公尺之間，17 公尺階段的步法比例為 35% - 29.5% - 35.5%，然世界紀錄十七公尺八九者的比例為 33.5% - 30% - 36.5%(強調第三步，換言之，也強調了速度)。

(2)起跳時間、水平速度、垂直速度、投射角

國內六位選手各步起跳所須之時間，均依序增加，但第一步與第二、三兩步之起跳時間則相差較多(如表一一六)，但當起跳時間加長時，其水平速度則減少(註八十六)，六位選手的第一步起跳後之水平速度平均為每秒 7.9 公尺，第二步起跳後之水平速度為每秒 7.0

表一一六

各步順序	平均數(秒)	最少時間(秒)	最多時間(秒)	各步起跳時間百分比	
				六位選手	斯密特
第一步	0.13	0.10	0.16	26.5	24.3
第二步	0.17	0.15	0.19	34.7	36.2
第三步	0.19	0.17	0.21	38.8	39.5

公尺，而第三步起跳後之水平速度平均為6.8公尺。雖然最後一步之水平速度最小，但由於選手垂直速度仍大（如表一一七），而使空中動作之機械利益發揮（因可作為跳遠一樣的空中跑步與挺身收復的有利前躍動作，以增加跳躍距離），而獲得補償。至於投射角問題，由於跳遠係助跑後一次起跳，且完全在高度爭取上前之躍進，故其拋射角約20度，而三級跳遠應低於20度，因第一步、第二步，避免高躍，以阻止水平速度之進行，並妨害第三步之完成，故需要低於20度，同時更因水平與垂直速度之減低（因空氣阻力與體能因素等），也就自然會低於20度。

表一一七

各步順序	垂直速度(M/秒)			投射角度(度)			水平速度(M/秒)
	平均數	最小	最大	平均數	最小	最大	平均數
第一步	2.47	2.0	2.68	17	16	18	7.9
第二步	1.97	1.57	2.39	14	12	18	7.0
第三步	2.37	2.1	2.64	19	17	22	6.8

6. 撐竿跳高助跑速度（註八十七）

(1) 撐竿跳高100呎助跑之四階段的水平溜走時間（如表一一八）：

表一一八

各成績別等 跳者	三次跳別	I	II	III	IV	失敗=— 成功=X
		100呎—80呎	80呎—60呎	60呎—40呎	40呎—20呎	
L選手 15—6 (15呎6吋)	1	.86 秒	.79 秒	.77 秒	.69 秒	X
	2	.93	.77	.68	.80	—
	3	.92	.69	.79	.73	—
P選手 16—0	1	.57	.95	.78	.72	—
	2	.96	.57	.85	.61	X
	3	.73	.76	.80	.66	—
H選手 12—6	1	1.24	1.04	.76	.70	—
	2	1.25	.98	.75	.75	—
	3	1.26	.99	.71	.79	—
S選手 13—6	1	.76	.85	.73	.70	—
	2	.85	.74	.68	.78	—
	3	.82	.86	.68	.67	X

(2)擲竿跳高100呎助跑之四階段的水平速度(如表一一九)

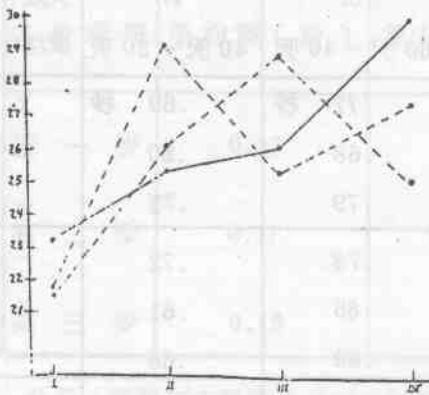
表一一九

各成績別之 跳者	三次跳別	I	II	III	IV	失敗=— 成功=X
		100呎—80呎	80呎—60呎	60呎—40呎	40呎—20呎	
L 15—6	1	23.2	25.1	25.9	29.8	X
	2	21.5	25.9	29.4	25.0	—
	3	21.7	28.9	25.1	27.3	—
P 16—0	1	35.0	21.0	25.5	27.7	—
	2	20.8	35.0	23.5	32.7	X
	3	27.3	26.3	25.0	30.3	—
H 12—6	1	16.1	19.2	26.3	28.5	—
	2	16.0	20.4	26.5	26.5	—
	3	15.8	20.2	28.1	25.1	—
S 13—6	1	26.3	23.5	27.3	28.5	—
	2	23.5	27.0	29.4	25.6	—
	3	24.3	23.2	29.4	29.8	X

(3)各選手之四個階段之分析(實線代表成功試跳, 虛線代表失敗試跳):

A、L選手(15呎6吋)(如圖二十):

水平速度(呎/秒)



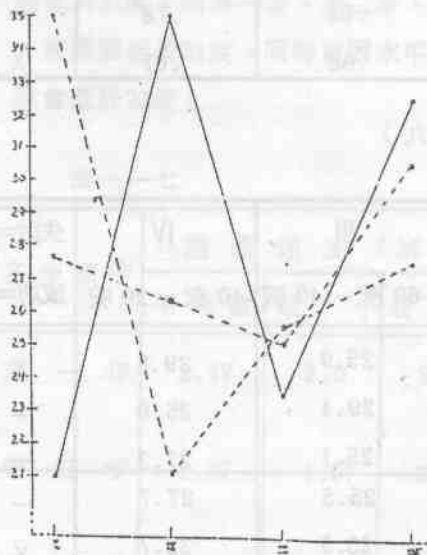
L選手在III和IV階段中, 有二次呈加速的現象, 其中試跳失敗的一次, 係呈減速情況, 因此L選手欲消除失敗的障礙, 應使助跑速度在III和IV之間變為最大。

圖二十

水平助跑之四階段(每20呎)

B、P選手(16呎)(如圖二十一):

水平速度(呎/秒)

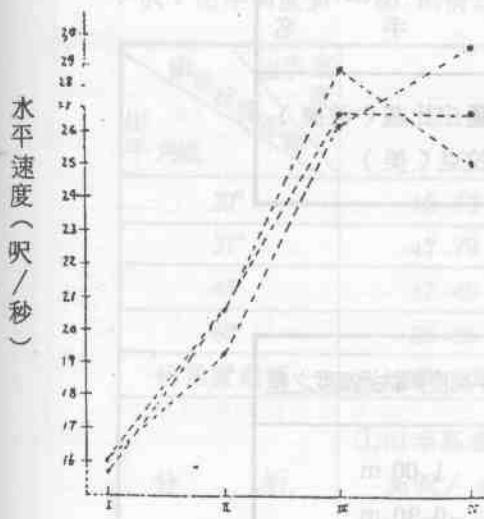


P選手三跳均有很大的加速度, 消除失敗的障礙, 在III與IV階段, 其加速在使其加大。

圖二十一

水平助跑之四階段(每20呎)

C、H選手（12呎6吋）（如圖二十二）：

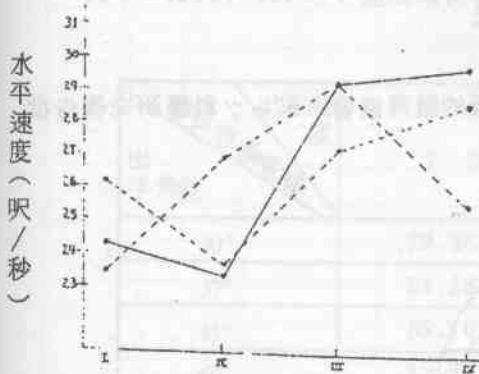


H選手謹在第一試跳呈現加速現象（Ⅲ與Ⅳ之間），可惜其三次試跳均失敗。

圖 二十二

水平助跑之四階段（每20呎）

D、S選手（13呎6吋）（如圖二十三）



S選手成功的試跳，亦是呈加速現象（Ⅲ與Ⅳ之間）。

圖 二十三

水平助跑之四階段（每20呎）

E、結論

凡助跑在Ⅲ與Ⅳ之階段呈加速現象，其試跳成功的可能高，換言之，欲消除失敗的試跳，必須在Ⅲ與Ⅳ之間求加速。

7. 撐竿跳高之握棒高度

從撐竿跳高之記錄的變遷中觀之，最近20年有顯著的進步（表一二〇），其影響因素固然很多，但不外乎①竿子之材料的進步，②體力與技術的向上，③選手之勇氣增加，④其他……等原因。但本質上是長又強的竿子使用與握竿高度與跳過橫竿高度之差增大所致（如表一二一）（註八十八）。

表一二〇

年 代	世 界 記 錄	選 手 名
1980	5.78 m	可薩丘比基(波蘭)
1960	4.80 m	布拉克(美)

+ 0.98 m

表一三一

年 代	世 界 記 錄	握竿高度與跳過高度之差
1980	4.80 ~ 5.00 m	1.00 m
1960	4.00 ~ 4.20 m	0.90 m

+ 0.80 m + 0.10 m

(六) 擲 部

1. 推鉛球不同出手高度給予投擲距離之影響

(1) 原 理

根據日本協會スポーツ科學委員會於1977年出版的體育協會スポーツ科學研究報告投能力の向上に關する研究第2報：

A、圖示(如圖二十四)：

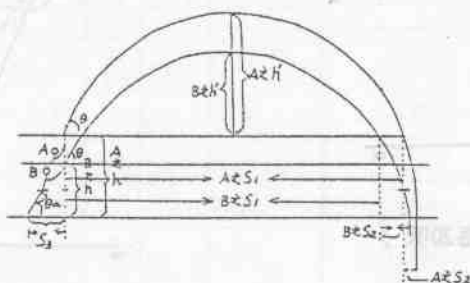


圖 二十四

B、計算法：

$$S_1 + S_2 = \frac{V^2 \sin 2\theta}{2g} \left(1 + \sqrt{1 + \frac{2gh}{V^2 \sin^2 \theta}} \right) = \frac{V^2 \cos \theta \sin \theta + \cos \theta \sqrt{V^2 \sin^2 \theta + 2gh}}{g}$$

$$S_3 = \frac{h}{\tan \theta}$$

實際投距(空氣阻力不計) = $S_1 + S_2 + S_3$

(2) 結果討論與結論

A、不同出手高度與出手角度投擲初速相同之情況，亦即 $V = 36$ 呎 / sec，出手高度 6 呎與 7 呎，出手角度 $30^\circ \sim 60^\circ$ 的情況：

鉛球投擲距離 出手高度 出手角度	出手高度		不同出手高度投擲差距
	7 呎	6 呎	
30°	45.73 呎	44.40 呎	1.33 呎
37°	47.79	46.65	1.14
45°	47.69	46.73	0.96
60°	39.85	39.18	0.67
何角度最優	37° 最佳	45° 最佳	30° 差距大
分 析	① 出手高者，以 37° 投擲距離較遠，換言之，出手高者，在 $V = 36$ 呎 / sec 中，可以小於 45° 出手。 ② 出手角度愈小，而不同出手高度投擲距離差愈大。		

B、進一步探討，當速度增減時，其變化如下：

(A) $V = 50$ 呎 / sec 時（速度增快時）：

表一二三

鉛球投擲距離 出手高度 出手角度	出手高度		不同出手高度投擲差距
	7 呎	6 呎	
30°	79.26 呎	77.76 呎	1.50
37°	84.56	83.30	1.26
45°	85.70	84.67	1.03
60°	72.59	71.91	0.68
何角度最佳	45° 最佳	45° 最佳	30° 差距大
分 析	① 兩不同高度出手者，均以 45° 投擲距離較遠，其次以 37° 為佳，易言之，在 $V = 50$ 呎 / sec 時，可以作 $45^\circ \sim 37^\circ$ 之角度出手。 ② 同樣以出手角度愈小，其不同出手高度之投擲距離差愈大。		

(B) $V = 22$ 呎 / sec 時（速度減慢時）：

表一二四

鉛球 投擲 出手 角度	出手高度		不同出手高度之投擲差距
	7 呎	6 呎	
30°	21.86 呎	20.88 呎	0.98
37°	22.09	21.20	0.89
45°	21.44	20.68	0.76
60°	17.44	16.89	0.55
何角度最佳	37° 最佳	37° 最佳	30° 差距大
分 析	①兩不同高度出手者，均以37°投擲距離較遠，換言之在V = 22 呎 / sec 時可以作37°之角度出手。 ②同樣以出手角度愈小，其不同出手高度之投擲距離差愈大。		

2. 標槍運動選手的理想典型

表一二五

指 標	測 定 結 果			
	男 子	女 子		
形 態 的	1. 身長	185 ~ 195 cm	170 ~ 180 cm	
	2. 體重	95 ~ 105 kg	70 ~ 80 kg	
	3. 指極	195 ~ 205 cm	175 ~ 180 cm	
	4. 肌肉極量 (對體重之質)	53 ~ 55 %	48 ~ 50 %	
	5. 一般的脂肪組織 (對體重之值)	10 ~ 12 %	16 ~ 18 %	
	6. 皮下脂肪組織 (對體重之值)	4 ~ 6 %	10 ~ 12 %	
身 體 的	1. 30 M 加速跑	2.9 ~ 3.0 秒	3.2 ~ 3.3 秒	
	2. 100 M 加速跑	10.2 ~ 10.4 秒	11.5 ~ 11.8 秒	
	3. 立定跳遠	3.10 ~ 3.20 m	2.70 ~ 2.80 m	
	4. 立定三級跳遠	10.00 ~ 10.20 m	7.70 ~ 7.80 m	
	5. 助跑 8 步跳遠	6.20 ~ 6.40 m	5.30 ~ 5.40 m	
	6. 垂直跳	90 ~ 95 cm	65 ~ 70 cm	
	7. 從頭後向前兩手投鉛球 (男 4 kg, 女 3 kg)	24 ~ 26 m	17 ~ 19 m	
	8. 過頂往後之兩手投鉛球 (男 7.25 kg, 女 4 kg)	19.00 ~ 19.50 m	16.50 ~ 17.50 m	
	9. snatch (抓舉)	體重 + 0.10-15kg 之負荷	體重 + 5-10kg 之負荷	
	10. squat (蹲舉)	體重 2 倍的負荷	體重 1.5 倍之負荷	
技 術 的	11. 擲標槍之蓄次投數	(1) 用器具之投擲 (中程度之強度)	160 ~ 180 次	130 ~ 140 次
	(2) 全助跑投擲標槍 (強的強度)	30 ~ 35 次	25 ~ 30 次	
技 術 的	1. 原地投擲標槍	65 ~ 70 m	44 ~ 46 m	
	2. 3 步助跑投擲標槍	74 ~ 76 m	52 ~ 54 m	
	3. 全助跑投擲標槍 (6 次試擲之內的 3 次的平均)	84 ~ 86 m	60 ~ 62 m	

(註八十九)

3. 影響標槍投擲成績的因素

表一二六

選手 等級	投擲 次數	距 離		身體傾斜度		右 臀 部 水平速度		標槍角度		相差角度： 拉與標槍		左膝角度		右肘關節角度	
		M	S.D.	M	S.D.	M	S.D.	M	S.D.	M	S.D.	M	S.D.	M	S.D.
上級	39	238.080	8.663	26.795	4.063	16.740	1.37	40.321	3.288	17.936	3.222	166.756	12.013	165.705	
中級	56	212.018	7.900	25.714	5.807	15.426	1.587	42.473	4.750	19.464	4.112	159.373	13.367	160.696	
下級	38	175.692	18.512	26.382	4.771	16.307	2.44	46.000	5.346	19.882	5.438	152.474	20.451	157.066	

(註九十)

表一二七：決定標槍投擲紀錄的出手時諸要因 (註九十一)

No	對 象	助 跑 最後速度	出 手 標 槍 之 初 速 V	出 手 時 標 槍 重 心 移 行 與 水 平 所 成 角 度	出 手 時 標 槍 與 標 槍 移 行 方 向 所 成 角 度	實 際 投 距
1	S.S	6.55m/s	27.01m/s	32.5°	+5.5	68.90 m
2	S.T	6.56	25.79	34.1	+8.2	63.51
3	N.Z	7.014	25.70	33.8	+5.6	61.98
4	K.G	5.438	23.63	32.0	+13.6	55.53
5	T.N	5.964	24.91	29.5	+7.0	59.72
6	H.M	6.157	23.87	34.3	+5.0	54.28
7	I.I	6.074	22.35	34.2	+7.8	51.27

4. 提升標槍投擲能力的方法

訓練處方與訓練量的決定是訓練成功的主要因素，以下便是一個實例：

(1) 用藥球從頭後用雙手往前投擲，是養成投擲能力之一方法（註九十二）：

- A、藥球重量，男子 2 - 5 kg，女子 1 - 3 kg，為培養正確投擲技術，則用較輕的藥球。
- B、一組訓練中，投擲次數是 10 - 12 次，最多是 20 - 25 次，初次試擲中間之休息，原地投擲者，休息 15 ~ 20 秒，助跑投擲者，休息 2 分鐘。至於組間的休息，直至心跳數低下 120 ~ 140 次 / 分止，而最高作 180 ~ 200 次之投擲，其中 25 % 是用全力投擲。
- C、訓練後半時，因體力較差或疲勞，為免破壞投擲技術，可改換用較輕之藥球。
- D、利用藥球做 8 ~ 10 週的訓練（即從 11 月初到 1 月中），最少作 5000 次之投擲。

(2) 單手投擲鉛球，是培養投擲標槍之肌群的爆發力，如繼續訓練，則可作為複雜性標槍投擲技術之準備，以及有助於投擲的肌群持久力之向上。

- A、藥球投擲訓練後之次期的 8 ~ 10 週（即 1 月中到 3 月中），改以從單手伸展到後方作鉛球投擲為主的訓練，實施要點同投擲藥球訓練。
- B、為刺激中樞神經，發揮潛能，慢慢加強強度是非常重要的。
- C、鉛球之重量：女子是 0.8 ~ 2 kg，男子是 1 ~ 5 kg，一組的訓練次數，一般是 8 ~ 10 次，而後慢慢增加為 20 次，組間之休息，同藥球投擲訓練一樣。一單元的訓練次數，最初 60 ~ 80 次，其後慢慢增加，到了 2 月初，做到 160 次，至於一周宜作 2 ~ 3 次投擲鉛球訓練，這期共作 2000 ~ 2500 次的投擲。

(3) 以比一般標槍重的標槍或球來投擲：

- A、從 3 月到 4 月末，做些訓練，方法類同單手投擲鉛球。
- B、用球來投，1 組之次數是 3 ~ 5 次，休息方式同單手投擲鉛球。
- C、一單元訓練總數 80 ~ 100 次。
- D、訓練之初投球，其次用較重的標槍來投擲，用重的標槍和球來訓練，其比重約 2 : 1 或 3 : 1。
- E、訓練期最後 2 週，以重的標槍投擲為重點。
- F、一單元訓練，用重標槍投擲，其次數是 80 ~ 120 次。
- G、這期訓練之最後，總投擲數的 20 ~ 25 % 用重的標槍去投擲，其餘用普通重的標槍投擲，整期投擲次數不得少於 1000 ~ 1200 次。

(4) 以一般的標槍投擲，以培養投擲技術與爆發力，以及促使比賽期能達到高峯狀態為目標：

- A、此期訓練從 4 月初到 5 月中，共 6 週。
- B、一組投擲次數 6 ~ 10 次，每次間休息 30 ~ 45 秒，組間休息 5 ~ 6 分鐘。
- C、一單元之訓練次數為 140 ~ 160 次。
- D、五月中或末期，應配合短助跑，以 4 ~ 6 步或 3 ~ 5 步之助跑為之，加上助跑，人體能量消耗較大，一組訓練中，減至 4 ~ 5 次即可，一組的訓練，其投擲數是 80 ~ 120 次。
- E、總投數之 25 ~ 30 % 是從原地，或一步、三步之步行來做投擲訓練的。
- F、從適合的助跑被決定後的 6 月初起，應作以下之訓練（每一投擲間休息 5 分鐘）：

(A) 作幾步的助跑投擲。

一單元的訓練，以中程度之強度投擲 100 ~ 120 次，其中 20 ~ 25 %，以相當全助跑方

式爲之。

(B)全助跑方式投擲

一單元的訓練，以提高質的投擲（以自己最好記錄之5公尺以內），作30~35次，其中20~25%，以充裕的準備作全助跑投擲。

(5)以比一般標槍輕的球投擲，以培養投擲動作之速度與技術之改善，以及養成專門性投擲之持久力：

A、此期訓練，從6月初到比賽期終。

B、訓練器材男子用女子用標槍，女子用400~500公克重的竹標槍。

C、如採前半用一般重量標槍投擲，後半用較輕標槍投擲之法：

一般重量之投擲次數，以30~40次爲之，其後再以較輕標槍投擲。

(6)以重球（網球大小）或石頭作投擲訓練，以培養投擲臂的動作速度，以及投擲持久力之養成：

A、此期訓練，在3月初實施。

B、投物之重量，女子0.05~0.2 kg，男子0.1~0.3 kg。

5. 標槍選手之肌力的養成

(1)重負荷之重量訓練，是標槍選手基礎肌力之養成法之一種（此地所說的重負荷，是指自己體重之半或以上之負荷也）：

A、負荷的方式

(A)作抓舉、全力舉。

(B)蹲舉和蹲跳。

(C)槓鈴置於肩上做跳躍。

B、負荷與實施法（註九十三）：

(A)最初三個月，以最大負荷之60~70%負荷爲之，1組訓練的反復次數以8~10次進行之。

(B)從11月起開始作此訓練，到8~10週慢慢增加負荷，此期一周二次重的重量訓練，一單元的訓練，男子上舉總量是14~16噸，女子是8~10噸。

(C)從3月的後半，一周作一次重負荷的訓練，1單元的訓練總重量將減少1~2噸。

(D)從5月初到比賽終了止，以中程度之負荷爲主，反復次數與量也將減少。比賽期重負荷的訓練一周可一次，而一單元之上舉總量，男子是6~8噸，女子是4~5噸。

C、爲了對重負荷之訓練效果作評價，下列之指標將須建立：

(A)抓舉

以自己的體重加10~15 kg之負荷爲之。

(B)全力舉

以自己的體重之1.5倍加上10~15 kg之負荷爲之。

(C)蹲舉

以自己的體重之2倍的負荷爲之。

(2)輕負荷之重量訓練，是各個肌群之肌力養成方法（此地所說的輕負荷，是指自己體重以下之負荷也）：

A、一般負荷是20~40 kg爲之。

- B、一組之反復次數是8~12次，但作2組。
- C、一年之中均可實施，一週可一次。
- D、訓練項目，至少以2個月為1單元，如訓練效果不改變，則改變訓練項目。
- E、一單元之訓練，上舉總重量數是，男子12~14噸，女子8~10噸。

(3)其他之運動，以培養調整力和臂、驅幹之肌力為主：

- A、訓練期，以比賽期終了之過渡期起開始，冬期訓練繼續之。
- B、每週至少3次訓練，訓練方式以器械體操為主，如單槓、雙槓、吊環等，而等長收縮訓練也可安排之。
- C、從2~3月，每週3次，在準備活動終了後實施。

6. 標槍選手之速度訓練

(1)短跑訓練(註九十四)：

- A、10~11月
100m×5~6次(不計時)，其後慢慢增加為100m×10~12次。
- B、12~1月
100m×12~18次，或150m×8~10次。
- C、2~4月
前半同12~1月之法。後半，則持槍全速助跑100m×12~15次。
- D、5~6月
從蹲踞式起跑或加速起跑開始的60~80m跑。一單元訓練總距離是300~400m。
- E、6~9月
此期乃調整期，為了養成調整力、動力及速度，則從事跨欄運動，將可獲致極大的訓練效果，但因初步作跨欄者，應特別予以留意，以策安全。

(2)跳躍運動

標槍擲出的一步，有跳躍之現象，因此跳躍運動有必要操作，而一單元之訓練中，至少用單腳跳能跳躍150~200次始可，至於年間之跳躍訓練如下：

- A、11~12月
連續單腳前跳，一單元訓練作150次以上。
- B、1~2月
一組10~15次的短助跑後單腳前跳，一單元訓練中，單腳跳躍次數至少100次。
- C、3~5月
一組之跳躍次數是6~8次，一單元之訓練的跳躍次數是減少至60~80次，另作100公尺之交叉步跑5~6次。
- D、5月後半~6月
立定2、3、5段跳(跳躍次數合計50次)，另作跳遠、三級跳遠，或50公尺之交叉步跑。
- E、6~10月
同上之訓練法，但在訓練中，宜留意強弱的分配。

7. 蒙特婁奧運會擲鏈球之分析

(1) 前言

本文根據美國 Connecticut 州 New Britain 的 Irving S. Black 和 George Kewecki 所做的蒙特婁奧運擲鏈球分析加以闡述。他們的做法，是運用攝影方式，再經西德名教練 Rolf-Guntor Jabs 之理論補述，以及使用電子計算機之助益，把整個影響鏈球運動的種種因素，用計量方法記述下來的，一個教練只要看這份資料，便可對選手未來的發展可能與方向，有個預知。以下便是這份資料的內容與分析。

(2) 蒙特婁奧運擲鏈球之分析

A、資料內容與分析

(A) 資料代號說明：

Dist 是投擲距離，TT 是轉身的總時間 (total turning time)，以秒為單位，1 2 3 是第一、二、三轉的時間，RA 是出手時的加速度，FT 是飛程的時間 (Flight Time)，a 是出手的角度，Ht 是出手的高度，LP 是低點的情況 (Condition of Low point)，Bal 是平衡因子 (condition of balance factors)，Notes 是備註。

(B) 內容與分析

syedikh, Yurig (本屆奧運冠軍)

syedikh 有四擲都超過奧運會紀錄，有兩擲可以確保他的金牌，此次是他第一次所參加的主要運動項目，但年僅二十一歲的他，却極端的鎮靜和充滿信心，他的投擲不但技術完美，他的轉身速度也非常連貫，更可貴的是他在轉身時，可隨時調整錯誤動作，像他第一次試擲時，雖第二轉稍快而造成瞬間困擾，但他却能在投擲時保持平衡和擲到足夠獲得銀牌的成績，尤其他竟年青得不可思議，這對以往認為是老手始能嶄露頭角的鏈球項目，簡直是奇蹟，但他却以事實加以證明，同時也證明他是天生異稟，其體能已可做 0.65，0.47，0.41 轉速而投擲到八十公尺 (260 ~ 265 呎)。

表一二八 Syedikh, Yurig (本屆奧運冠軍)

Dist	TT	1	2	3	RA	FT	a	Ht	LP	Bal	Notes
75.64	1.54	0.66	0.46	0.42	0	3.78	-opt	Low	Left 靠左	good	
77.52	1.55	0.65	0.48	0.42	+0.08	3.84	opt	max 最佳 (maximum)	per 完美 (perfect)	per	
Foul	1.57	0.66	0.48	0.42	-0.02	-	-	Low	Left	poor	
Foul	1.55	0.65	0.48	0.42	0	-	-	poor 劣	balance-narrow stance		擺幅 太小
75.58	1.56	0.66	0.48	0.42	+0.02	3.78	-opt	Low 低	Left	good	
76.40	1.57	0.66	0.48	0.425	+0.05	3.80	opt 正常 (optimum)	max	Left	good	

表一二九 Spiridonov, Aleksey (本屆亞軍)

Dist	TT	1	2	3	4	RA	FT	a	Ht	LP	Bal	Notes
75.74	2.32	0.79	0.65	0.46	0.42	0	3.75	opt	max	good	per	
73.94	2.31	0.77	0.61	0.50	0.43	+ 0.05	3.68	opt	max	Left	good	
75.28	2.29	0.75	0.60	0.52	0.42	- 0.01	3.71	opt	Low	Left	good	
75.60	2.20	0.75	0.57	0.46	0.42	0	3.8	opt	max	good	good	
Foul	—	0.80	0.58	0.45	Lost	control,	threw	hammer	into	cage		
76.08	2.25	0.75	0.60	0.48	0.42	+ 0.02	3.81	opt	max	good	per	(1.50-3 turns)

Spiridonov 是決賽中使用四轉身法的兩個人中之一，他有三擲破大會紀錄，這三擲均可奠定他的銀牌地位。他最佳的一擲，其加速不但連貫而且也很圓滑，在他四次最佳投擲中，距離僅差 0.8 公尺而已，飛程的時間僅因出手角度和出手加速度的些微不同致有一點兒差別而已。他也應該能投擲八〇公尺以上。

表一三〇 Bondarchuk, Anatoliy (本屆季軍)

Dist	TT	1	2	3	RA	FT	a	Ht	LP	Bal	Notes
75.48	1.62	0.66	0.54	0.42	0	3.75	opt	max	per	per	full control
Foul	1.62	0.66	0.53	0.43	- 0.02	—	—	Low	Left	poor	
74.64	1.63	0.66	0.54	0.43	+ 0.02	3.66	- opt	Low	Left	good	
74.16	1.6	0.66	0.52	0.42	- 0.04	3.65	- opt	max	Left	good	
Foul	1.58	0.63	0.54	0.41	0	—	—	max	Left	poor	in 3rd turn
75.46	1.62	0.66	0.54	0.42	+ 0.01	3.75	opt	max	per	per	

表一三一 Riehm, Karl-Hans (本屆第四名)

Dist	TT	1	2	3	RA	FT	a	Ht	LP	Bal	Notes
75.00	1.51	0.63	0.46	0.42	0	3.85	opt	max	good	good	cautious 很慎重
73.08	1.56	0.65	0.48	0.43	0	3.79	opt	max	good	fair	cg high
Foul	1.55	0.65	0.48	0.42	0	—	—	max	good	fair	close foul
75.46	1.53	0.66	0.45	0.42	0	4.55	- opt	max	per	per	rel-a tov great 出手角度太高
75.32	1.54	0.63	0.48	0.43	+ 0.02	3.82	opt	max	per	per	slow 3rd turn 第三轉太慢
74.62	1.55	0.65	0.48	0.42	0	3.78	opt	max	good	good	cg high

以上屆冠軍衛冕者的身份，當然有足夠獲得第三名的內蘊，去年他被國內四名好手和很多德國選手追過，但在全蘇錦標賽時却以此生最佳的七七·四〇公尺榮膺蘇俄本屆奧運代表，他在本屆第一擲七五·四八公尺，比他上屆冠軍尚進步〇·〇二公尺，據當年研究 Bondarchuk 是最嚴謹轉速和加速率 (Acceleration-rates) 的運動員，在此次比賽事實亦如此，唯一的例外是第五擲時，他又開始過快而無法控制鏈球轉速，低點變換非常遠離左方，不過熟手在出手階段可以保持控制，但他却無法在投擲區完成投擲，不然這一擲 (第五次投擲) 將可能獲得冠軍。

Riehm 僅以〇·〇二公尺之差而喪失獎牌，在一九七五年他很穩定的投擲七六公尺以上，並有很多次擲過七八公尺，就其平均而言，一九七五到蒙特婁奧運會間為七七公尺，但在蒙特婁奧運時，顯然其轉身比去年轉得慢，一九七五年為 $TT = 1.469$, $1st\ turn = 0.58$, $2nd = 0.475$, $3rd = 0.414$ ，其他因素都是完美 (Perfect) 或適當 (optimal)，而在蒙特婁投擲時，以第四擲七五·四六公尺而言，其出手角度超過五四度，而造成飛程很長、距離很短的情況，假如按飛程速度夠的話，當可投擲到七八公尺之遠。

B、比賽經過及說明

蒙特婁奧運會擲鏈球合格賽是在七月二十六日上午十時正開始，標準為六九公尺，Syedikh, Schmidt, Bondarchuk, Spiridonov, Seidel, Riehm, Black 和 Aceambray 於第一擲即合格，Tarmer 和 Sachse 於第二擲通過，Klein 和 Munofushi 雖未達六九公尺，但格于最佳十二人可參加決賽的規定，亦獲決賽權。

決賽是于二十八日下午，由準備運動觀察，東西德選手均很緊張，但蘇俄選手則放鬆，Bondarchuk 不做場外投擲，只做熱身活動，Syedirh 和 Spiridonov 很舒適的做好熱身運動和準備操，首先進入場的是 Riehm，他做了一次很遠的投擲，使得作者跟 Spiridonov 的教練 Oleg Kolodyn 說，此次擲鏈球獎牌將由兩蘇俄運動員和 Riehm 獲得，但他更正的說「不，可能是三個蘇聯人」。

比賽時，第一擲 Black, Seidel, Farmer, Aceambray 和 Sachse 很小心的使用慢加速度，Bondarchuk 以健全的投擲法投七五·四八公尺，僅少於慕尼黑奧運 (上屆) 自己所擲最優成績二公分，Syedikh 接著擲七五·六四公尺 (當時第二轉太急，如表列)，Schmidt 以慎重而緊張的投出七二·五八公尺，Munofushi 犯規，Spiridonov 以七五·七四公尺領先，Klein 沒有插旗，而 Riehm 以不圓滑的動作擲出七五公尺，這種情況維持到 Syedikh 以完美動作和美好出手擲出七七·五二公尺獲冠軍始變動，接著 Schmidt 進步到七四·七二公尺，Black 於第三擲進步到七三·一八公尺，Sachse 擲七四·三〇公尺而大勢底定，回顧慕尼黑奧運，作者即認為這裏獎牌可能會有異動，不錯，Spiridonov 接著投擲七五·六〇以保持第二名，Riehm 擲後，緊接著 Bondarceuk 還是以同樣成績保持第三名，Syedikh 於第六擲時擲出次佳的七六·六〇公尺，Schmidt 已因七四·四二公尺而退出獎牌爭奪戰，Spiridonov 最後以七六·〇八的投擲篤定為第二名，Riehm 在最後一擲以七四·六二公尺成績而落敗。

C、結 論

(A)世界頂尖好手都保持最大的擺動半徑，和維持出手時轉速 0.42 秒或更快，這件事直接證明 Herr Jabs 在缺乏研究資料下，對一九七二年奧運所分析者是正確的，此兩研究均同意欲擲得好，於整個投擲過程要保持健全的平衡位置。

(B)由單支撐而雙支撐轉換，很不幸的會影響到鏈球的韻律，這種支撐轉換所造成擺動軌跡的急角度，不能產生投擲七十五公尺所需每秒二十七公尺的速度。

(C)它也證明了世界頂尖好手的佳績在出手時的角度和出手高度的總合情況極佳，假如這點有漏失，就足夠喪失獲獎牌的能力（Riehm 的第四擲，出手太高而喪失獎牌便是一例）。

(D)在轉身和保持快速加速率時，應該以獲得獎牌為念，而謹慎的於投擲圈裏。

(E)雙腳正確的動作，可以促使拉鏈球和下肢扭轉的時候保持平衡。

(F)分析美國 Larry Hart 於合格賽失敗的原因，發現 Hart 在前兩轉與 Bondarchuk 是一樣的快，但由於他的重心整個過程過高，於他單支撐時形成不良的平衡位置，由於這點的缺乏穩定，以致形成他換到左方和拉得比鏈球高點更高，而直接造成加速階段喪失的結果，出手角度太大也會造成喪失更遠的距離（如表一三一）。

表一三一 Hart, Larry U.S.A.

Dist	TT	1	2	3	RA	FT	a	Ht	LP	Bal	Notes
67.74	1.66	0.66	0.53	0.468	+0.05	4.0	-opt	max	good	poor	

8. 投擲訓練之負荷問題

勤勞是我國的傳統美德，認為功夫深就可鐵杵磨成繡花針，所以對成績的不進步，總歸罪於用功不夠，或勤勞不足，反映在運動的訓練觀念；例如穿鐵鞋奔馳如飛、飛簷走壁。在暗處穿針，可練眼力。向下掘洞上跳，隨著越掘越深，而會越跳越高。或抱小牛過河，以後隨著牛的長大，而力氣也會增加……。像這種訓練法，在超載訓練與漸進訓練上是行得通的，在訓練精神與毅力方面，也是值得鼓舞的，但這種無先決條件的愚公移山式的努力，是不足取的，因穿鐵鞋，固然會使肌肉發達，但相對的也遲鈍了神經的反應，如古代囚牢的囚犯，不會因帶腳鐐手銬後而進步，大部分出獄後，反而癱瘓居多，所以近代在肌力方面，特別重視所謂神經肌（neuro-muscular）訓練，一方面練肌力，一方面重速度。然在暗處穿針，不但不會增加目力，反而是對目力摧殘，就像近視的由來，在燈光不足處看書是罪魁。掘洞上跳或抱小牛過河，雖不失為良法，但有一天跳不上，抱不動，將形成進步障礙，必須輔以他法。但這姑且不論，如一味只講勤勞而不願講究方法，所造成的過量訓練（Over training）的殘害，將是無可彌補的損失，因此當您拿鐵杵要磨成針時，如有機器，您就不要用石頭來磨，萬一不得已，您也要的經濟有效的方式來做。現在運動科學日益進步，人們已有足夠的知識，應該用智力來學習，而非只用動來補拙，像電腦用來協助重量訓練便是一例，今為了更進一步的說明傳統訓練觀念的不足，特舉蘇聯 A. Bandarchuk, L. Ivanova 和 W. Vinnitchuk 教練對輕重訓練器材（Training With Light And Heavy Impleme）的闡述，將有助於對訓練負荷的概念，有所認識，並可廓清一些訓練觀念。

(1) 實驗法

係選擇用 2 公斤和 7 公斤的鉛球做負荷，而以雙臂越過頭向後擲的成績，來探討投擲訓練之負荷量與成績之種種不同，而選擇雙臂越過頭向後擲的動作之原因，乃因該動作與擲鐵餅、鏈球、推鉛球有密切相關，雖然在視覺上有差異，但力量的應用，由身體下部，透過上部，直至移動器材，其動作過程是相似。其次考慮用輕（2 公斤 = 4.4 磅）和重（7 公斤 = 15.4 磅）鉛球，來探討對成績的影響，此方式的選用，是不僅留意到特別力量的發展，而也注意到技術發展的因素。

以前的研究（Ivanova 1967、1968；Ivanova and Vassilizer 1972）雖曾經確立用較輕器材的運動方法，必不同於用較重器材之運動方法，但是這些研究却是在實驗室處理並不實際，因此本研究才決定使用這種實驗方式去發現一實際的答案。

本實驗，首先將學生分二組（十三名在第一組，十四名在第二組），每一個運動員在熱身運動後，以前述方式擲三〇次。第一集團使用 4~7 公斤鉛球，第二集團使用 2~4 公斤鉛球為控制器材，所有運動員繼續訓練，直至他們成績不改善為止，而在每一訓練單元的前與後，這訓練的距離和控制器材須測量，供作進步與否的依據，主器材（2 公斤或 7 公斤）之投擲距離，每兩週記錄一次。

(2) 結果分析

A、簡列

(A) 兩組訓練結果（第一集團以 4~7 公斤，第二集團以 2~4 公斤為控制器材分別訓練）

- a. 測驗 2 公斤：第一集團進步 10.3%，第二集團進步 9%。
- b. 測驗 4 公斤：第一集團下降 1.7%，第二集團下降 14.5%。
- c. 測驗 7 公斤：第一集團下降 7%，第二集團進步 13.3%。

(B) 進步時間：

- a. 2 公斤訓練集團：繼續進步六週，但第八週掉回起始水平。
- b. 7 公斤訓練集團：繼續進步二週，但在訓練停止的四週下降。

B、說明

它顯示重的鉛球（7 公斤），在第二集團有一較好的訓練刺激，它所發展為更優越的特別運動力量成分，比第一集團縮短三分之一的時間。另外，類似的證據在練習中被發現，即動力（Power）如以重的抗力來發展，對速度因素會有不良的影響，例如：在擲標槍時，於重肌力訓練之後演出，在出手速度中，會有明顯影響于八〇〇公克之投擲器材之投擲，且較一六〇〇公克之投擲器材的投擲影響更甚，在另一方面，當使用四〇〇公克標槍，則其更明顯。

由 2 公斤訓練集團繼續進步六週，另 7 公斤訓練集團繼續進步二週來分析，顯示動力（Power）較長時間的發展是由於速度之成長所致，此可由用控制器材（4~7 公斤）的下降顯示。另外觀察使用重球（7 公斤）的運動員，他們在用手擲之前，有伸直腿和軀幹的動作，使用較輕者，則沒有相同動作，而僅用手臂力量擲，這樣讓我們相信，用重球組的成績改善，主要結果是特別技術的發展。

(3) 結論

- A、重的用輕負荷來練，接近重的負荷之訓練成績（投擲距離）顯示下降；如 4 公斤測驗中之 2~4 公斤訓練組，14.5% 之下降，以及 7 公斤測驗中之 4~7 公斤組 7% 下降便是，而較輕負荷之訓練成績，却顯示進步，如 2~4 公斤訓練組，測驗 7 公斤；進步 13.3%（此可能與速度之增進有關）。
- B、輕的用重負荷的來訓練，成績普遍進步，如測驗 2 公斤；第一集團（4~7 公斤）進步 10.3%，第二集團（2~4 公斤）進步 9%（此可能係運動方法的增進有關）。
- C、中等（4 公斤）的用中等負荷來練，均退步，如測驗 4 公斤，第一集團（4~7 公斤）下降 1.7%，第二集團（2~4 公斤）下降 14.5%。
- D、進步時間之長短，大部份依速度成分而定，因 7 公斤訓練集團，繼續進步二週，較 2 公斤訓練集團之六週，短了四週，其乃因高負荷之訓練（亦即重的抗力），對速度因素產的影響，而減低了速度的成長，而動力等於力量乘於速度，故速度一旦減低，動力同樣減少，投擲成績之進步必然受阻。
- E、重負荷訓練後，在投擲時，其出手速度上，會有明顯影響于輕器材之投擲，且較重器材之投擲影響更甚，此亦即動力之發展，如以重抗力訓練來增進，對速度因素會有不良影響之故。

(七) 混合運動

1. 按各單項所含之技術、力量、速度、耐力等四大因素之比重決定訓練時間之分配

如依各單項所含之技術、速度、力量、耐力等四大因素來探討，則從各單項之各因素所佔比重來決定其訓練的時間分配，可能是一種良策，現分析於下（註九十五）：

(1) 十項運動各項所含各因素之比重表（如表一三二）

表一三二

項 目	因 素	技 術	力 量	速 度	耐 力	合 計
鉛 球		40 %	50 %	10 %		100 %
鐵 餅		50	40	10		100
標 槍		60	30	10		100
撐 竿 跳 高		50	20	30		100
跳 高		45	45	10		100
跳 遠		40	35	25		100
110 M H		35	20	35	10 %	100
100 M		10	20	65	5	100
400 M		10	25	25	40	100
1500 M		20	20	5	55	100
合 計		360 %	305 %	225 %	110 %	1000 %
平 均		36 %	30.5 %	22.5 %	11 %	100 %

(2)七項運動各項所含各因素之比重表(如表一三三)

表一三三

項	百分比 目	因素				合計
		技 術	力 量	速 度	耐 力	
鉛	球	40 %	50 %	10 %		100 %
標	槍	60	30	10		100
跳	高	45	45	10		100
跳	遠	40	35	25		100
100 M H		35	20	35	10 %	100
200 M		10	25	30	35	100
800 M		20	20	5	55	100
合	計	250 %	225 %	125 %	100 %	700 %
平	均	35.7 %	32.1 %	17.9 %	14.3 %	100 %

(3)結論

A、各單項各因素訓練時間分配

以鉛球為例，則假定以一百分鐘作鉛球訓練，則依表可查定技術訓練佔四〇分(100分×40%)，力量佔五〇分(100分×50%)，速度佔一〇分(100分×10%)，如果僅五〇分鐘的訓練，則技術佔二〇分(50分×40%)，力量佔二五分(50分×50%)，速度佔五分(50分×10%)，其他各項依同法可求出，此在弱項的加強方面可參考使用。

B、大單元的訓練時間分配

假定每天練二〇〇分鐘，每週練五天，一個月(有四週)共練四千分鐘，則一個月的大單元訓練時間分配依表一三二、一三三可求出如下：

(A)十項運動

項	百分比 目	因素				合計
		技 術	力 量	速 度	耐 力	
鉛	球	40 %	50 %	10 %		100 %
標	槍	60	30	10		100
跳	高	45	45	10		100
跳	遠	40	35	25		100
100 M H		35	20	35	10 %	100
200 M		10	25	30	35	100
800 M		20	20	5	55	100
合	計	250 %	225 %	125 %	100 %	700 %
平	均	35.7 %	32.1 %	17.9 %	14.3 %	100 %

表一三四

項 目	時 間	因 素	技 術	力 量	速 度	耐 力	合 計
鉛		球	160分	200分	40分		400分
鐵		餅	200	160	40		400
標		槍	240	120	40		400
撐竿跳		高	200	80	120		400
跳		高	180	180	40		400
跳		遠	160	140	100		400
100 M H			140	80	140	40分	400
100 M			40	80	260	20	400
400 M			40	100	100	160	400
1500 M			80	80	20	220	400
合		計	1440分	1220分	900分	440分	4000分

(B)七項運動

表一三五

項 目	時 間	因 素	技 術	力 量	速 度	耐 力	合 計
鉛		球	228.6分	285.8分	57.2分		571.6分
標		槍	342.8	171.4	57.2		571.4
跳		高	257.1	257.1	57.2		571.4
跳		遠	228.6	200.0	142.8		571.4
100 M H			200.0	114.2	200.0	57.2分	571.4
200 M			57.2	142.8	171.4	200.0	571.4
800 M			114.2	114.3	28.6	314.3	571.4
合		計	1428.5分	1285.6分	714.4分	571.5分	4000分

以上二表可供作有計畫的十項與七項運動起始訓練之參考。

C、從上述之分析而決定訓練時間之分配，並不是就一定要硬性的依表列而行，因萬一有場地、氣候或人為等因素干擾，抑或某有利條件助益，則可能有酌情增減訓練時間的必要，其次訓練後可能也會發現弱項與強項的問題，像楊傳廣在鉛球、鐵餅、1500公尺等項較弱，則在這叁項的訓練時間分配上，則須依照表訂酌情增減訓練時間，或改進訓練法。

2. 按計分表給分比例決定各項訓練比重

楊傳廣的教練德瑞克 Elvin Drake 說，求分數之增加，不要偏重所擅長的項目，須均衡發展十項中之任一項。然而欲瞭解各單項的成績成長是否均衡，甚或欲探討各單項訓練的比重等，則都借助於查對計分表，而靠得分多寡來衡量、比較與探討，故計分的留意，不可忽視。

也許有人認為以計分表給分比例決定訓練比重，可能值得商榷，其實這是多餘的顧慮，我們從田徑混合運動計分法的擬訂（或修改）過程中可知；最早的十項運動計分標準是以一九〇八年奧運第一名成績為一〇〇〇分當基準，再配合人類預計體能極限為一二〇〇分來制定，其後雖更改幾次，但仍是因預計體能極限的不合理而異，故實質地，在新方法未開發以前，用它來評量混合運動各項成績成長的尺度，不愧為一種最好的方法，同時更可用於作各單項間之成績成長的比較，藉此為判斷何項為弱？何項為強？以供決定各單項訓練的比重。

今舉實例探討，例如楊傳廣於一九六三年四月二十七、二十八日在加州所創最優十項運動成績，今表列於下：

(1) 表列（如表一三六）（註九十六）：

表一三六

項目	100 M	跳遠	鉛球	跳高	400 M	110 MH	鐵餅	撐竿跳高	標槍	1500 M	合計	平均
成績	10.7	7.17	13.22	1.92	47.7	14.0	40.99	4.84	71.75	5:02.4		
得分	879	855	679	788	913	962	705	1012	899	395	8089	808.9

(2) 分析

A、從表中各項得分顯示：

(A) 楊傳廣十項運動各項成績得分高低依序為：

1. 撐竿跳高 1012 分。

2. 110 公尺高欄 962 分。

3. 400 公尺 913 分。

4. 標槍 899 分。

5. 100 公尺 879 分。

6. 跳遠 855 分。

7. 跳高 788 分。

8. 鐵餅 705 分。

9. 鉛球 679 分。

10. 1500 公尺 395 分。

(B)低於平均數 808.9 分之項目（即弱項）有：

1. 1500 公尺 395 分。
2. 鉛球 679 分。
3. 鐵餅 705 分。
4. 跳高 788 分等項。

B、如何決定各單項訓練比重：

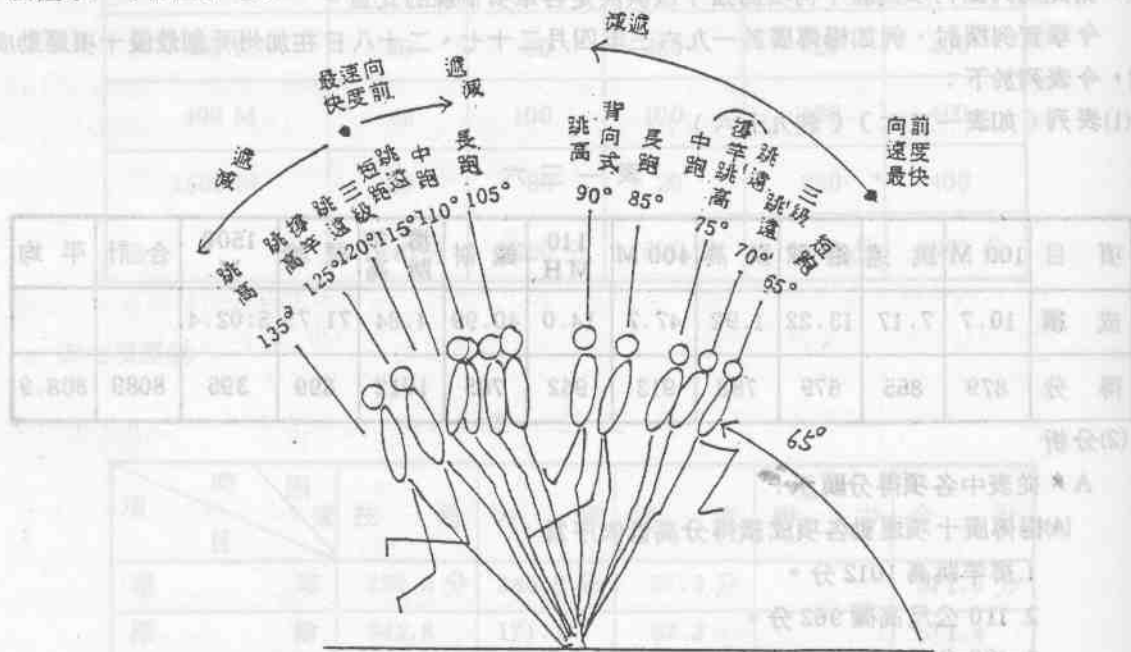
(A)從上顯示楊傳廣十項運動各項成績之成長不均衡，特別在一五〇〇公尺、鉛球、鐵餅、跳高等項得分呈低落狀態，可見其訓練法有待修正，尤其有加重一五〇〇公尺等四項的訓練比重，使其達到相當水準有其必要。

(B)從呈現低落的四項中探討；鉛球、鐵餅、跳高等項均屬需強肌力、動力與高技術的項目，而一五〇〇公尺是屬於需優良耐力與精神能力的項目，可見楊傳廣當時在肌力、動力、耐力和精神能力等體能方面有待加強訓練與培養，而在鉛球、鐵餅、跳高等技術訓練也不可忽視。

(八)其他

1. 田徑運動各項之突撐腿角度、蹬腿角度對向前速度的影響

(1)圖示（圖二十七）



圖二十七

(2)分析

A、突撐腿之角度：以最具速度型之短跑與跳遠的 115° 為中心，向右 110° 之中跑， 105° 之長跑，顯現後傾角度減少，造成向前速度會遞減，至於向左 120° 之三級跳遠， 125° 之撐竿跳高， 135° 之跳高，亦顯現後傾角度增加，向前速度亦會減少，但向上速度增加，但三級跳遠因比跳遠更需要速度（連續前跳三步），所以雖然突撐腿之角度大於跳遠，但身體却比跳遠更向前傾，因此其向前速度也不喪失。

B、蹬腿角度：以短跑前傾之 65° 為起點，依次 70° 之三級跳遠、 75° 之跳遠、撐竿跳高、中跑， 85° 之長跑， 90° 之背向式跳高，由此觀之，前傾角度愈小者，其速度（向前）愈快，因蹬腿之方向力使然（在此亦可發現三級跳遠比跳遠更具速度型）。

C、突撐至蹬腿之角度：跳高 45° ，撐竿跳高 50° ，三級跳遠 50° ，跳遠 40° ，短跑 50° ，中跑 35° ，長跑 20° ，此顯現中長跑之角度變化最小，可見其較不具有動力（推進力），但短跑雖與三級跳遠、撐竿跳高等同為 50° ，但短跑蹬腿前傾 65° ，較之三級跳遠、撐竿跳高的 70° 與 75° 為小，因此向前推動力，短跑較大，而三級跳遠與撐竿跳高，則向上推進力較大。

2. 探討田徑運動未來發展趨勢

由於田徑運動界之一切努力，最值接影響的是田徑運動能力之提高，而形之於外而可計量者，不外乎是成績的演變，亦即距離、時間、分數、量度、強度、角度……等，故今欲探討「田徑運動的發展趨勢」，就須先由田徑運動成績的演變談起，然後再逐一申論，當可獲致良好的結論。以目前現勢觀之，田徑運動成績是在不斷的更新，像百公尺從 1896 年（第一屆雅典奧運）12 秒正，進步到目前的 9.93（美國·史密斯 1983.7.3），標槍也由 1904 年之 53.9 公尺，推進到現在的 104.80 公尺（東德·烏貝虹 1984.7.20），鏈球也從 1900 年之 51 公尺，直進目前的 84.14 公尺（蘇俄·李維諾夫 1983.6.21），鐵餅也是從 1896 年之 29.15 公尺，演進到今天的 71.86 公尺（蘇俄·鄧其夫 1983.5.29），跳高則由 1896 年之 1.81 公尺，上升到今天的 2.39 公尺（大陸·朱建華 1984.6.10）……，以上的情況，滋生了許多問題；像田徑運動成績怎會進步得那麼神速？成績進步後形成了怎樣的後果？……等，以下將逐一分析，並對田徑運動未來發展趨勢作個探討：

(1) 田徑規則方面：

A、田徑運動成績的更新，使得田徑規則不得不改：

(A) 百公尺之競爭，像 1984 年洛城奧運第一名 9.99 秒，第二名至第八名分別是 10.19 秒、10.22 秒、10.26 秒、10.27 秒、10.29 秒、10.33 秒、10.35 秒等，其上下名次之秒數差僅百分之二秒，可見其名次的判定與計時，非借助於電子攝影計時判定器及第一名必三人計時的強調是不可，而百分計秒器的使用與換算也變為必需，因此在規則內才一再增修。

(B) 投擲距離增長，使標槍、鏈球拋落跑道，危害跑者之可能性加大；舊標槍世界紀錄是 104.80 公尺，而田賽場最長縱徑僅 155.796 公尺，其間加上標槍助跑所需的 30 公尺（假定），則最多僅有 20.996 公尺之安全範圍，但擲標槍一定會有偏度，萬一此現象發生，必危及跑道上的運動員，因此促使規則不得不修訂；目前第一步驟是將鉛球、鐵餅、鏈球之投擲角度縮小為 40° （原先鉛球投擲角度為 65° ，後來改為 45° ，鐵餅、鏈球為 45° ），護網高度為 5 公尺（原來 4 公尺），甚至前面二片護網必須延伸 2 公尺（註九十七）但試想投擲距離再更進，則這些防範不足以維護安全，其規則必然又要修改，標槍改為 1 公斤（原 0.8 公斤），鐵餅改為 2.4 公斤（原 2 公斤），但由於仍有許多專家認為增加投擲器材之重量，會牽涉到器材製造商和選手的練習與適應，以及記錄之審訂，但如不這樣，及有廢除這些古老傳統的田徑運動項目，或增大田徑場，但會這樣嗎？總之規則定會再修正，而且一再修正，不錯，目前已將男子標槍之重心往前移

，使得標槍投擲距離縮短，解決了此棘手的問題。

(C) 女子參予田徑運動比賽為期甚短（由 1928 年開始），由於他們在短跑的成就，促使能參加長跑（1984 年洛城奧運增 10000 M，馬拉松），再由於他們在長跑和肌力、動力方面的成就，使得女子五項運動比賽油然而生，且又改為七項運動，此等演變，田徑規則亦將修訂。

B、田徑規則之修正，也促進田徑成績的成長：

像 1964 年東京奧運起，由於規則容許四百公尺接力之接棒員，可在接力區前 10 公尺起跑，使得交接棒更可以在接近全速中完成，故成績愈進步。

(2) 田徑訓練方面：

田徑成績之進步，雖由於訓練法的創新所致，但也因成績之進步，激發訓練法的革新，以下申論之：

A、指導觀念的改變：

(A) 量化分析在指導中已受重視。

a 蘇俄短跑名手波索夫，以測驗 30 公尺與 60 公尺之成績，做為訓練的溫度計，故其在慕尼黑奧運創下百公尺 10 秒正，2 百公尺 20 秒正的奇蹟（註九十八）。

b 摩斯的教練傑克森，為了摩斯參加 1976 年加拿大蒙特婁奧運會，替摩斯計算來計算去，研究如何才能去奧運會贏取獎牌，他是學商的，精於計算，因此決定摩斯專攻四百公尺中欄，此註定摩斯成功的第一步。而訓練中，傑克森常測驗摩斯從起跳至第一欄架着地所須時間，及欄間的時間，以為調整訓練課題的標準（註九十九）。

c 接力賽跑以六人登記，四人參加為方式，以數學排列組合計之， $C_6^4 \times 4!$ 則有 360 種排列法，現又有可在替補時，凡全隊登記註冊之運動員，均可擔任替補（二名為限），因此其排列組合法更多，故從這計量中，明智的教練須在 360 種以上之排列中選定一種最好的方式與賽（註一〇〇）。

(B) 以往重視技術指導，目前已注重指導技術；像吹氣瞪眼的告訴運動員缺點的指導方式，已為引用幽默及富哲理的話語來指導的方式所取代（註一〇一），另像賽跑運動員，在距終點不遠處，抬腿不高，教練知其技術不對，猛叫「抬高腿」，這是無效的，欲糾正他，須要求在慢跑而放鬆（非鬆弛而輕鬆），則要運動員在賽跑中做前後搖擺頭便知，因如果動作僵硬的話，頭頸是不放鬆的。總之，指導技術的開發是未來的重要課題（註一〇二）。

B、訓練法的更進：

(A) 目前一般使用的訓練法有：

a 速度訓練法：反覆訓練法、法特力克訓練法。

b 動力、肌力訓練法：重量訓練、抵抗訓練、過荷訓練、循環訓練。

c 耐力訓練：間歇訓練、反覆持久訓練、持久訓練、循環訓練（較持久）、高地訓練、法特力克訓練（較持久）。

d 技術訓練：反覆訓練、意像訓練。

(B) 已開發中之訓練法：

如在技術訓練中採用催眠訓練（註一〇三）。即：

a 推鉛球選手由催眠前的 49 呎 2 吋，達催眠術後的 51 呎 7 吋之例子。

這情況是這樣的，即這運動員有小指頭捲曲于鉛球下等不良技術習慣，和有更熱切的需要慾，施催眠時，在靜室先讓其進入催眠狀態後，由施術者和教練，間歇的喚醒後，提示其正確的動作和暗示，以便爆發性來推鉛球，結果，該運動員在以後之比賽季節，其手指皆很正常，成績也進步了。

b 像四四〇碼賽跑，由施催眠術前的 51 秒正，進步到 48 秒 4，並獲冠軍的例子：

這運動員是一極神經質者，賽前幾乎夜夜不能入眠，經施術暗示其放鬆，並告訴他夜間要好好休息，起床後將有清新的感覺和不會有神經質現象，此後，雖在賽前做熱身運動時，還有不尋常的緊張狀態，但明顯地，他跑得更好。

(3) 田徑技術方面：

新技術不斷的開發，使紀錄不斷的翻新，新紀錄的產生，同樣刺激新技術的滋生，諸如：

A、跳高：從剪式→背滾式、腹滾式→背向式→

B、推鉛球：由正面→側向→背向→旋轉式（與鐵餅旋身同）→

C、鏈球旋身：從二圈→三圈→四圈→

D、擲鐵餅（註一〇四）：由原地站立式→交叉換步式→滑併步式→旋身式（又由單軸旋身式→側面式 450 度旋身→背向式 540 度旋身→背向式 720 度旋身→）→

E、其他……→

(4) 田徑器材用具與設備方面：

撐竿跳高有今天的成就，大部歸功於器材的革新實不為過，因由竹竿到鋁竿，由鋁竿到玻璃纖維竿，以及目前的香蕉竿，其間器材之更新均扮演重要角色，而標槍也由木槍至木槍，以至鋁槍。而使標槍成績推進至接近百公尺大關亦是同理。但相對的，由於田徑紀錄之翻新，田徑器材用具與設備也須隨之改進；像三級跳遠之起跳板之後移。跳高與撐竿跳高之海棉墊鬆軟度也接受考驗，故有氣墊式更好的設備之使用的必要。賽跑名次之競爭激烈，難以判定，須借助於電子攝影機與計時器以輔其成……。

(5) 競賽規程方面：

田徑紀錄雖一再的創新，但不可否認的，將來必然是愈來愈困難，故人類為爭取突破紀錄的滿足，可能會在競賽方式的方面加以修訂，諸如：以往接力賽跑最高的競賽是以國對國方式的競賽，現在已有洲對洲的比賽，而後可能有集世界八位好手，而分成二隊對抗之可能，到時則接力成績必然進步。因此競賽規程亦隨著時代而變，不過變的結果也許有利於田徑成績的進步（像前述接力賽跑便是一例），但也許有碍田徑成績的成長也未定。

(6) 運動員條件方面：

田徑成績之成長急速，使非具有該等條件者，難以與人競賽而創造佳績，故田徑各項運動員之條件普受重視，像慕尼黑奧運前六名之身高、體重、年齡平均值，男子鉛球分別為 192 公分與 120 公斤及 26.5 歲，女子鉛球分別是 176.6 公分與 86.8 公斤及 27.5 歲。跳高男子分別為 191.3 公分與 81 公斤及 24 歲，女子分別為 179 公分與 65.5 公斤及 21 歲。男子百十公尺高欄，則分別為 186.2 公分與 78 公斤及 23.7 歲，女子百公尺低欄分別為 166.7 公分與 58.5 公斤及 29 歲……，可見運動員欲創佳績，須具有各項運動應備的條件，相同的，經

選擇的優異條件之優秀運動員，也將必更有創佳績的可能。

(7)運動科學的結合方面：

- ①美心理學家用催眠術指導田徑運動員，並有改善其田徑成績的實例。
- ②蘇俄波索夫起跑方法，係經過生理學家研究而改進採用的，且有卓著績效。
- ③醫學家的介入，採用類固醇，使運動員體力大增，成績大進，而此又非興奮劑，故無法禁止，又如東德選手，曾由專家探討運動員之作用肌，而在作用肌施予醫學處理，使其發達肥壯有力，此使田徑成績進步神速，故東德當局放出豪語；即今後之奧運會將囊括大部分女子田徑獎牌（按蒙特婁奧運，東德獲男子7面獎牌，女子獲19面獎牌）。

談論至此，最後讓筆者對田徑運動的發展趨勢下個結論；其乃田徑成績的進步是預期的，它的進步將可能促使田徑規則的不斷修訂，也使田徑訓練法與田徑技術的開發，甚至促使田徑器材用具與設備的革新，以及競賽規程的修訂，與運動員條件的受重視，當然也更需與運動科學大結合；同樣的，部分田徑規則的修訂與田徑訓練法和田徑技訓的開發，以及田徑器材用具與設備的革新和競賽規程的修訂，甚至運動員條件的重視和運動科學的結合，也必影響了田徑運動成績的成長，此等互為應生，另外田徑規則、田徑訓練法、田徑技術、田徑器材用具與設備、競賽規程、運動員之條件、運動科學之結合等之間任一因素改變，其它任一因素也隨之更變，總之；彼等戚戚相關，牽一髮而動全身（如圖二十八），其間會產生「正」的反應，也會產生「負」的反應。



圖二十八

第五章 總結—結論與希望

田徑運動訓練經由「量化分析」，可作客觀、正確的評估、解釋、診斷與預測，而提供合理的訓練方向與手段，簡言之，田徑量化分析的訓練法，讓運動界之「蠻幹」、「傻幹」行爲，由「精明能幹」所取代，也讓選手能心服口服地接受科學化的訓練而提高運動績效，此等在本書各章節之記述分析中已可明證，不過礙於筆者才疏學淺，僅能表達其萬分之一，真是遺憾與歉疚，還好，這只是一個起頭，希望由於我體育運動界共同關心與鞭策，今後有更多的田徑運動訓練與教學上的問題，能借助於量化分析得到答案與解決，尤其更希望田徑運動以外的運動訓練與教學

，也能假於這種經驗作相同的處理而收實效，則為宿願。

註七六：SUB-FIFTY SECOND HURDLES BY Barry Van ES。

註七七：Track Technique P1489。

註七八：同註七十七。

註七九：Track Technique P 1397 ~ 1398。

註八十：中華田徑 14 期 第 39 頁。

註八一：跳部圖解 吳錦雲編 第 27 頁。

註八二：田徑運動 趙秉正著。

註八三：跳躍重心高度的計算法：

$$\angle 45^\circ \text{ 時： } h = \frac{V^2 \sin^2 \alpha}{2g} = \frac{25^2 \times 0.7071^2}{2 \times 32} = 4.88$$

$$\angle 30^\circ \text{ 時： } h = \frac{25^2 \times 0.5^2}{2 \times 32} = 2.44$$

註八四：按許樹淵教授所著田徑運動力學一書（66 年 1 月協進圖書出版）第 158 頁所載：跳遠運動員大約取 40° 左右騰昇最為理想，然因助跑的快速，要想採取 40° 起跳，非肌肉能力所能負荷，勢必降低速度，速度降低浪費助跑的精力，因此為配合肌力，不減速起見，唯一辦法為縮小起跳角，一般而言，起跳角為 20° 左右。

註八五：T. Nett. 1964. Immermehr Flieseprunge in Dreisprung. Die Lehre der Leichtathletik, No. 33.

註八六：Geoffrey H. G. Dyson, The mechanics of Athletics (London: University of London press Ltd. 1967), P 161. 。

註八七：Track Techniqu 1663 ~ 1665. 。

註八八：1983.7 月刊陸上競技 P 210 一流棒高とび選手の育成法 金原勇撰。

註八九：1982 年 6 月 講談社 月刊陸上競技 P 105. 。

註九十：Track Techniqu P 1666. 。

註九一：根據ヤリ投げの身體運動學的研究—助走と投げの動作の關連について一文 東海保健體者科學第 1 卷 1 號 1979.11.20 橋木勳 三浦望慶 池上康明 天野義裕 陳全壽。

註九二：1982 年 6 月 日本月刊陸上競技 講談社 P 105 ~ 106 “一流ヤリ投げ選手のトレーニング”。

註九三：同註九二。

註九四：同註九二。

註九五：參照田徑混合運動的系統分析 梁素嬌撰 1987 年 P 134 ~ 137. 。

註九六：同註九五。

註九七：民生報 69 年 2 月 22 日及 27 日體育版。

註九八：中華田徑季刊 12 期 中華民國田徑協會出版 P 33 波索夫的短距離賽跑訓練法之分析 吳賢文譯撰。

註九九：民生報 68年4月14日“中欄怪傑的練習秘密公開了”一文 孫健政撰 另在此文下端也有一小文，標題為“摩斯挨罵了！”亦可供參考，其內容係“摩斯昨天挨罵了。昨天下午，他練習高欄時，前7步，第一趟跑2秒61，還不錯，傑克遜教練沒說什麼。休息一陣子，再跑，摩斯跑2秒69，傑克遜教練沉不住氣了，把摩斯訓了一頓。摩斯很認真的聽傑克遜的話，且頻頻點頭。”，於此可見傑克遜教練，在指導中，對量的重視。

註一〇〇：接力賽跑的理論與實際 吳賢文撰 大文出版社。

註一〇一：中華田徑季刊 13期 中華民國田徑協會出版 P 32~35。

註一〇二：世界一流田徑教練的風範言行 吳賢文譯撰 與體育學報 8期 省立體專出版 P 115~126 培養短跑冠軍運動員 吳賢文譯撰。

註一〇三：中華田徑季刊 15期 中華民國田徑協會出版 田徑訓練的催眠術 吳賢文譯撰。

註一〇四：擲鐵餅運動的系統分析與訓練法研究 李桂珠譯撰 國立台灣師範大學體育學會。