

異量負荷跑之速度(Velocity) 及加速度(Acceleration) 變化的分析研究

吳賢文

——摘 要——

負荷訓練已廣為近代運動訓練界所採行，但其成效如何？負荷量與負荷方式又如何選定？每每議論紛紛而不一，因此筆者深深以為這些問題，實在值得我體育、運動界去探討追尋，鑑於此，筆者限於人力、物力，僅以「異量負荷跑之速度及加速度變化的分析研究」為題，透過測驗與統計處理方式，祈能解開上述問題的萬分之一則為素願，此也即本研究的目的，以下是本研究之結論與建議：

一、結論

(一) 跑者之負荷量增大(由1.5%~4.5%體重之負荷)，起跑階段(0~5M)之速度變化(減慢)，比其他各階段(漸速、最高速、減速等階段)所受的影響小，此可能因起跑階段，其負荷增大，雖然加速度減少，但因 $F(力量) = m(質量) \times a(加速度)$ 之關係，其仍有很大的起動力所致。

(二) 負荷跑之負荷增加，影響最大的是最高速度階段(30~40M)與漸速階段(0~40M)，因此欲培養運動員的速度，負荷量大小的決定十分重要，應以不破壞優良技巧與姿勢之原則下作為負荷大小的依據，至於超無負荷之下，施予訓練，其結果應給予肯定，例如跑者之腳的交換要快，可採用仰臥踏車輪(無身體重量之負荷)，或手正撐於雙槓上作空踩車輪(無身體重量之負荷)方式為之。

(三) 負荷跑之負荷增加，其減速階段(40~50M)的平均速度受到負荷的影響而減慢，但其改變的程度不大，僅次於起跑階段(0~5M)，不過由於負荷的增加，賽跑之減速期將提早產生，一般無負荷狀況，減速階段係從60~75公尺之間開始，而在1.5%、3.0%、4.5%體重之負荷下，減速現象却在40公尺後發生，而減速期之提前，是短跑運動之致命傷，因此可借助於適當的負荷訓練(世界短跑好手均採用)，讓減速期在短跑中不易出現，或予以延後，那短跑成績必然進步。

(四) 由2.5公尺至35公尺之間的加速度(Acceleration)探測，發現負荷量的增加對加速度的影響相當的大，可見此與 $a(加速度) = \frac{F(力量)}{m(質量)}$ 力學公式吻合。

(五) 中長跑運動員，在負荷跑中，其速度與加速度(2.5M~35M間)的減低程度，比其他選手(鐵餅、十項運動)小，可見耐力好其負荷跑能力也會好，同理獲得一個啟示，即得當的負荷跑訓練，也有助於耐力(Speed Endurance、Power Endurance、Strength Endurance、General Endurance... etc)的成長。

(六) 動力是運動的主要泉源，而力學公式 $P(動力) = V(速度) \times F(力量)$ 告訴我們，運動訓練必須兼顧速度(V)與力量(F)的成長，為此運動員的負荷訓練，在沒有良好的理論依據下，能遵循這個基本指導原則，其訓練效果才會卓彰。

(b)負荷跑方式的選擇，經探討結果約有四種，但每一種均有利弊；其一，乃重量置於肩上，此法對全身（有腰、腹、背、腿）的鍛鍊都能收效，唯一的缺點，乃手必扶住重量而不能行動自如，因此採行這種方式的訓練，必須再輔佐些手臂動作的訓練。其二，重量繫綁於腰部，對腳力之培養有益，軀幹、手臂、腿、腳又可作正常運動，因此跳部運動員可採此法作負荷訓練，本法的缺點，即軀幹部位的鍛鍊尚缺。其三，重量置於地上，繫一條繩子掛於跑者腰部，很適合徑賽運動員訓練之用，因不違反跑姿，但其缺點是沒有軀幹部位的強化功能。其四，重量繫於小腿上，對腿力的增進有幫助，但也可能造成下肢動作的遲鈍而不利於快跑，同時亦缺乏軀幹部位的強化作用，因此，這種負荷方式是最不好的方法。

三建議：

(一)可作下列之延伸的研究：

1. 受驗人數再增加，並普及各專長選手。
2. 受驗之距離與負荷量再予增長或增大。
3. 增加受驗者之步率、步幅的探測研究。
4. 再輔以電子攝影，來作異量負荷跑者之動作與姿勢的分析研究。

(二)進一步探討各種不同方式的異量負荷訓練及其對肌力、動力、耐力的影響，例如 Plyometric 的訓練方式，其實施方式與效果的研究。

壹、緒言

刨木材的工人，每天舉拿相同重量的刨刀（輕物），經年累月的工作，雖然其技術愈臻成熟，有助於工作之持續力，但却不一定因而增大肌力，因要刨木材工人來舉重，事實上也非易事，換言之，刨木工人與一般人作舉重比賽，贏家也不一定是他。另外換一個角度來看，山胞每天抬著重物上下山，此為其平日謀生之基本工作，其行動敏捷迅速自如，但有朝一日，這些山胞卸下其重物，要他在平地走跑，也不一定比平地人走跑得快。以上二例，將發現二個問題；其一，負荷太輕，雖長久的工作（或訓練），對肌力、動力、耐力的成長，顯然無效。其二，負荷太重，雖假以時日的工作（或訓練），對速度、技巧的成長，可能有礙。基於以上兩個小問題，終於又引發了一個大問題，即到底用多少負荷量？怎樣的負荷方式？才是培養速度、肌力、動力、耐力的最好方法，此實值得我輩共同去探尋，筆者鑑於此，即着手研究計劃，不過限於個人人力、物力的貧薄，僅偏重於異量負荷與速度、加速度之種種予以探討，因此就以「異量負荷跑之速度及加速度變化的分析研究」為題，並提筆撰研，藉此祈能解開上述幾個問題之萬分之一則為素願，此也是本研究之目的。

貳、相關研究文獻探討

一研究方法方面

(一) Denten Texas 研究，採用電子計時與電子照相 (Photo-electric cells)，在百公尺之距中，架設於 20、30、40、50、60、70、80、90、100 公尺處，以擷取跑者每 10 公尺片段時間（速度）等資料，用於探討女子百公尺各階段時間與速度變化（註 1）

二負荷訓練方面

(一) 依據蘇聯 A. Bondar chuk, L. Iuanoua 和 W. Vinnitchuk 教練對輕重訓練器材 (Training with light and Heavy Impleme) 的闡述，得到以下結論（註 2）：

1. 投擲重負荷物，用輕負荷來訓練，接近重的負荷之訓練成績（投擲距）顯示退步。
2. 投擲輕負荷物，用重負荷來訓練，成績普遍進步。
3. 投擲中等負荷物，用中等負荷訓練，成績均退步。
4. 進步成績之長短，大部份依速度成份而定，其乃因高負荷之訓練，對速度產生負的影響，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。

(二)速度性訓練，可採穿或不穿重量夾克做不同姿勢之起跑 2 ~ 3 回，每回 5 次，距離 20 ~ 30 公尺（註 3）。

(三)波籍加拿大教練馬克（Gerard Mach），訓練短跑運動員，以體重之 50% 為負荷，做強肌耐力的訓練（Strength Endurance T.）其方法是將 50% 體重之負荷物，置放於肩上，做 20 ~ 30 公尺快跑 10 次，每次中間休息 10 秒（註 4）。至於輕負荷使動作快，高負荷使動作慢及協調性、柔軟性變壞，此也宜注意（註 5）。

波索夫（Valeriy Borzow），曾創下百公尺 10 秒正，二百公尺 20 秒正之優異記錄，其曾配帶 4 ~ 5 公斤之負荷，作 100 M × 2 次、150 M × 1 次、250 M × 1 次、120 M × 2 次之快跑訓練（註 6）。

(四)英國田徑名教練 I. ward 與澳洲名教練 B. Van Es，一再強調負荷訓練的重要，B. Van Es 教練，以伏地挺身一例，說明附予負荷的伏地挺身（A. 腳墊高放於椅子上作。B. 體近乎倒立，腳置於牆上。），可以減少訓練時間，而收更大的訓練效果（註 7）。

三百公尺速度與時間之變化

(一)女子（註 8）

1. 抵達最大速度之距離於 30 ~ 50 公尺處（平均約 32.5 公尺，時間約平均 4.96 秒），超級運動員約 5.05 秒，技術型者約 4.83 秒。接近最大速度，超級運動員可以保持 50 公尺（技術型者，則 20 ~ 40 公尺），維持最大速度之距離為 10 ~ 20 公尺，而此段加速階段距離平均為 32.5 公尺，佔全程的 38%。
2. 維持最高速之距離，平均為 13.75 公尺（佔全程 14%），時間平均為 1.54 秒（佔全程 12%），超級運動員為 1.53 秒，技術型者 1.55 秒。
3. 減速開始的距離，約於 50 ~ 70 公尺處（佔全程 53%），時間約佔全程 50%。

(二)男子（註 9）

1. 最高速度之距離僅佔 15 ~ 20 公尺，而速度遞減也幾乎相同，約 10 ~ 15 公尺，至於加速度約至 45 ~ 60 公尺處。
2. 加速能力與乏氧能力佔 100 公尺之最大部份，其影響階段分別為 40 ~ 60 公尺之距。

註 1：體育學報 第 10 期 省立體專編印 1981.6 P284

註 2：體育學報 第 10 期 省立體專編印 1981.6 P280

註 3：田徑運動基本指導手冊 中華田徑協會發行 蔡特龍、郭燦星共譯 1981.8.3 P31

註 4：馬克（Gerard Mach）訓練法 民生報二版 呂美娟撰 1984.10.11

註 5：短跑（跨欄）訓練理論 中華民國田徑協會主辦 波籍加拿大教練馬克（Gerard Mach）主講 筆者吳賢文手記 1985.3.30.

註 6：接力賽跑之理論與實際 大文出版社 筆者吳賢文撰 1976.1.1 P121

註7：田徑訓練法 中華民國田徑協會主辦 英國I·ward與澳洲B·Van Es教練主講 筆者吳賢文手記 1981.8.9～15於左營

註8：體育學報 第10期 省立體專印行 1981.6 P283

註9：體育學報 第10期 省立體專印行 1981.6 P283

叁、研究方法與步驟

一、研究方法

採用測驗統計處理後分析研究之。

二、研究步驟

(一)決定研究主題：

以「異量負荷跑之速度及加速度變化的分析研究」為研究主題。

(二)搜集資料及共同討論。

(三)研究計劃的擬定與研究開始：

1. 研究對象的選定及其裝備

(1)被驗者背景資料(如表一)

表一

編號	姓名	年齡	身高	體重	百公尺最優成績	專長項目
1	黃文成	25	176	79.5	11.6秒	3000M障礙
2	武藤	20	173	62	12.4	十項運動
3	安部	21	184.5	85.5	11.8	鐵餅

(2)被驗者之裝備(如圖一)

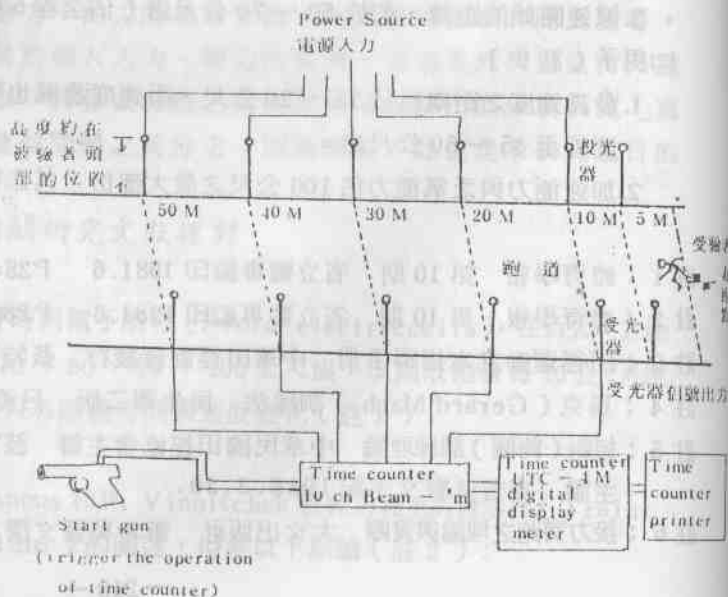
圖一



2. 測驗儀器及表格的設計

(1)測驗儀器之佈置(如圖二)

圖二



(2)測驗表格之設計 (如表二)

表二 原始記錄表

編號：_____ 姓名：_____ 性別：_____ 年齡：_____ 身高：_____ cm 體重：_____ kg

一運動歷：

(一)項目：_____ (二)記錄：_____ (三)經驗年數：_____。

四 100 M 的記錄：_____ 秒，何時：_____ 年 _____ 月 _____ 日。

三測驗日期：_____ 年 _____ 月 _____ 日 _____ 時 _____ 分。

三測驗日之體重：_____ kg。

四負荷 (體重 \times 1.5% ~ 4.5%) : 1.5% _____ kg、3% _____ kg、4.5% _____ kg。

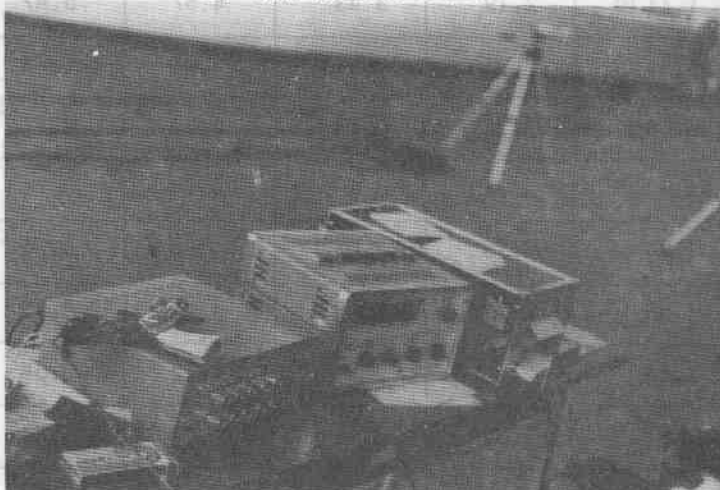
五測驗記錄：

秒數 負荷別	距離	0 - 5 M	0 - 10 M	0 - 20 M	0 - 30 M	0 - 40 M	0 - 50 M
		1					
0 負荷	2	1.40	2.12	3.17	4.01	5.70	6.94
	1	1.44	2.14	3.17	4.01	5.70	6.94
1.5%	2	1.47	2.24	3.52	4.63	5.78	6.91
	1	1.47	2.24	3.52	4.70	5.66	6.91
3.0%	2	1.51	2.27	3.52	4.70	5.66	6.91
	1	1.51	2.27	3.52	4.70	5.66	6.91
4.5%	2	1.55	2.30	3.52	4.70	5.66	6.91
	1	1.55	2.30	3.52	4.70	5.66	6.91

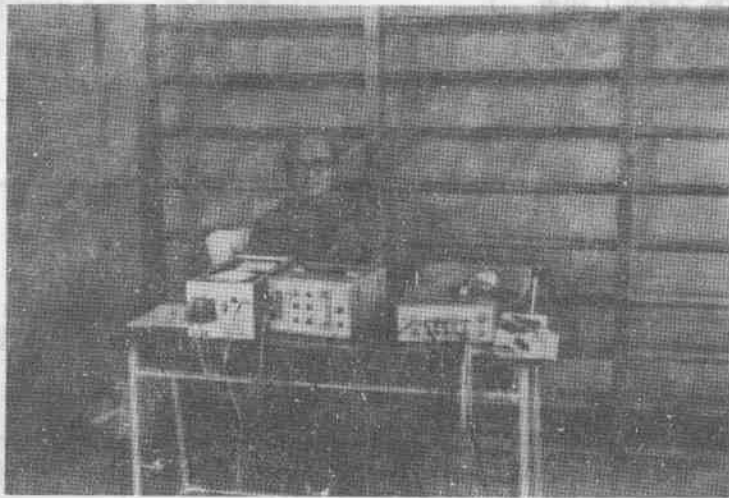
3. 測驗方法

(1)由筆者操作主機 (如圖三、圖四)，指導教授在旁督導並擔任發令，另由四位日本中京大學學生協助器材之安裝與佈置。

圖三操作之主機與受光器



圖四筆者親自操作主機



(2)被驗者依黃文成(H)、武藤(M)、安部(A)等序,分別以0負荷、1.5%體重、3.0%體重、4.5%體重之負荷,輪流各跑50公尺2次,每次跑間各休息10分鐘。

4. 資料之獲得與處理

(1)經由測驗後,登入原始記錄表(如表三、表四、表五)。

表三

編號：1 姓名：黃文成(H) 性別：男 年齡：25 身高：176cm 體重：79.5kg

一、運動歷：

(一)項目：3000M障礙 (二)記錄：8:55.1 (三)經驗年數：5。

(二)100M的記錄：11.6秒，何時：1980年4月4日。

二、測驗日期：1980年12月6日14時20分起。

三、測驗日之體重：79.5 kg。

四、負荷(體重×1.5%~4.5%)：1.5% 1.2 kg，3% 2.4 kg，4.5% 3.6 kg。

五、測驗記錄：

秒數 負荷別	距離	0-5M	0-10M	0-20M	0-30M	0-40M	0-50M
		1	1.44 秒	2.19	3.43	4.57	5.67
0 負荷	2	1.51	2.28	3.51	4.64	5.73	6.84
	1	1.48	2.26	3.52	4.66	5.77	6.91
1.5 %	2	1.42	2.24	3.49	4.64	5.74	6.87
	1	1.64	2.33	3.63	4.80	5.95	7.11
3.0 %	2	1.45	2.27	3.55	4.72	5.86	7.01
	1	1.56	2.26	3.54	4.72	5.88	7.04
4.5 %	2	1.57	2.31	3.56	4.74	5.89	7.05

表四

編號：2 姓名：武藤(M) 性別：男 年齡：20 身高：173 cm 體重：62 kg

一、運動歷：

(一)項目：十項運動 (二)記錄：5400 分 (三)經驗年數：2。

(四)100 M的記錄：12.4 秒，何時：1981 年 10 月 1 日。

二、測驗日期：1981 年 12 月 6 日 14 時 20 分起。

三、測驗日之體重：62 kg。

四、負荷(體重×1.5%~4.5%)：1.5% 0.93 kg，3% 1.86 kg，4.5% 2.79 kg

五、測驗記錄：

秒數 負荷別	距離	0-5 M	0-10 M	0-20 M	0-30 M	0-40 M	0-50 M
		1	1.54	2.18	3.49	4.66	5.82
0 負荷	2	1.40	2.12	3.43	4.61	5.76	6.93
	1	1.44	2.16	3.50	4.69	5.85	7.02
1.5 %	2	1.41	2.13	3.45	4.63	5.78	6.96
	1	1.47	2.24	3.52	4.70	5.86	7.04
3.0 %	2	1.51	2.23	3.51	4.70	5.88	7.05
	1	1.46	2.23	3.51	4.70	5.88	7.05
4.5 %	2	1.45	2.17	3.53	4.72	5.90	7.07

表五

編號：3 姓名：安部(A) 性別：男 年齡：21 身高：184.5 cm 體重：85 kg。

一、運動歷：

(一)項目：鐵餅 (二)記錄：46.10 M (三)經驗年數：4。

(四)100 M的記錄：11.8 秒，何時：1981 年 10 月 7 日。

二、測驗日期：1981 年 12 月 6 日 14 時 20 分起。

三、測驗日之體重：85.5 kg。

四、負荷(體重×1.5%~4.5%)：1.5% 1.3 kg，3% 2.6 kg，4.5% 3.9 kg。

五、測驗記錄：

秒數 負荷別	距離	0-5 M	0-10 M	0-20 M	0-30 M	0-40 M	0-50 M
		0 負荷	1 1.36	2.13	3.35	4.49	5.61
	2	1.39	2.14	3.37	4.51	5.63	6.77
1.5%	1	1.42	2.18	3.42	4.58	5.71	6.86
	2	1.37	2.16	3.40	4.56	5.70	6.86
3.0%	1	1.53	2.17	3.52	4.71	5.89	7.10
	2	1.40	2.13	3.46	4.63	5.81	6.88
4.5%	1	1.45	2.26	3.52	4.71	5.90	7.10
	2	1.41	2.19	3.44	4.62	5.80	6.97

(2) 由個人資料整理獲得：

① 個人之異量負荷之 50 公尺跑的各階段快跑時間；如 0-5 M、0-10 M、0-20 M、0-30 M、0-40 M、0-50 M 之各階段之時間總表（如表六）。

表六、異量負荷之各階段距離之快跑時間 (t)

sub)	專門項目	100 M 成績	負荷	各距離的時間																	
				0-5 M			0-10 M			0-20 M			0-30 M			0-40 M			0-50 M		
				①	②	平均	①	②	平均	①	②	平均	①	②	平均	①	②	平均	①	②	平均
H	中長跑 (3000 M 時間 8:55.1)	11.6	○	1.44	1.51	1.475	2.19	2.28	2.235	3.43	3.51	3.47	4.57	4.64	4.605	5.67	5.73	5.70	6.79	6.84	6.815
			1.5%	1.48	1.42	1.45	2.26	2.24	2.25	3.52	3.49	3.505	4.66	4.64	4.65	5.77	5.74	5.755	6.91	6.87	6.89
			3.0%	1.64	1.45	1.545	2.33	2.27	2.30	3.63	3.55	3.59	4.80	4.72	4.76	5.95	5.86	5.905	7.11	7.01	7.06
			4.5%	1.56	1.57	1.565	2.26	2.31	2.285	3.54	3.56	3.55	4.72	4.74	4.73	5.88	5.89	5.885	7.04	7.05	7.045
M	1 項 (5:00 分)	12.4	○	1.54	1.40	1.47	2.18	2.12	2.15	3.49	3.43	3.46	4.66	4.61	4.635	5.82	5.76	5.79	6.99	6.93	6.96
			1.5%	1.44	1.41	1.425	2.16	2.13	2.145	3.50	3.45	3.475	4.69	4.63	4.66	5.85	5.78	5.815	7.02	6.96	6.99
			3.0%	1.47	1.51	1.49	2.24	2.23	2.235	3.52	3.51	3.515	4.70	4.70	4.70	5.86	5.88	5.87	7.04	7.05	7.045
			4.5%	1.46	1.45	1.455	2.23	2.17	2.20	3.51	3.53	3.52	4.70	4.72	4.71	5.88	5.90	5.89	7.05	7.07	7.06
A	雜項 (46:10 M)	11.8	○	1.36	1.39	1.375	2.13	2.14	2.135	3.35	3.37	3.36	4.49	4.51	4.50	5.61	5.63	5.62	6.75	6.77	6.76
			1.5%	1.42	1.37	1.395	2.18	2.16	2.17	3.42	3.40	3.41	4.58	4.56	4.57	5.71	5.70	5.705	6.86	6.86	6.86
			3.0%	1.53	1.40	1.465	2.17	2.13	2.15	3.52	3.46	3.49	4.71	4.63	4.67	5.89	5.81	5.85	7.10	6.98	7.04
			4.5%	1.45	1.41	1.43	2.26	2.19	2.225	3.52	3.44	3.48	4.71	4.62	4.665	5.90	5.80	5.85	7.10	6.97	7.035
全體的平均	○			1.44			2.173			3.43			4.58			5.703			6.845		
	1.5%			1.423			2.188			3.463			4.627			5.758			6.913		
	3.0%			1.477			2.228			3.532			4.71			5.875			7.018		
	4.5%			1.483			2.237			3.517			4.702			5.875			7.047		

②由個人之異量負荷之 50 公尺跑之各階段時間與距離，求出個人與全體之各階段快跑平均速度；例如 0—5 M（起跑階段）、5—10 M、0—10 M、10—20 M、0—20 M、20—30 M、0—30 M、30—40 M（最高速階段）、0—40（漸速階段）、40—50 M（減速階段）、0—50 M（全距）等各階段跑之平均速度（如表七）

表七異量負荷跑之各階段平均速度

subj	專長	負荷	起跑階段 0—5 M		5—10 M		0—10 M		10—20 M		0—20 M		20—30 M	
			t	平均速度	t	平均速度	t	平均速度	t	平均速度	t	平均速度	t	平均速度
II	中長距離 (3000M 磅附 B: 55.1)	○	1.475	3.39	0.76	6.58	2.235	4.47	1.235	8.10	3.47	5.76	1.135	8.81
		1.5%	1.45	3.45	0.8	6.25	2.25	4.44	1.255	7.97	3.505	5.71	1.145	8.73
		3.0%	1.545	3.24	0.755	6.62	2.30	4.35	1.29	7.75	3.59	5.57	1.17	8.55
		4.5%	1.565	3.19	0.72	6.94	2.285	4.38	1.265	7.91	3.55	5.63	1.18	8.47
M	十項 (5400分)	○	1.47	3.40	0.68	7.35	2.15	4.65	1.31	7.63	3.46	5.78	1.175	8.52
		1.5%	1.425	3.51	0.72	6.94	2.145	4.66	1.33	7.52	3.475	5.76	1.185	8.44
		3.0%	1.49	3.36	0.745	6.71	2.235	4.47	1.28	7.81	3.515	5.69	1.185	8.44
		4.5%	1.455	3.44	0.745	6.71	2.20	4.55	1.32	7.58	3.52	5.68	1.19	8.40
A	鐵餅 (4 6.10 M)	○	1.375	3.64	0.76	6.58	2.135	4.68	1.225	8.16	3.36	5.95	1.14	8.77
		1.5%	1.395	3.58	0.775	6.45	2.17	4.61	1.24	8.06	3.41	5.87	1.16	8.62
		3.0%	1.465	3.44	0.685	7.30	2.15	4.65	1.34	7.46	3.49	5.73	1.18	8.47
		4.5%	1.43	3.50	0.795	6.29	2.225	4.49	1.255	7.97	3.48	5.75	1.185	8.44
全體的平均	○	1.44	3.47	0.733	6.82	2.173	4.60	1.257	7.96	3.43	5.83	1.15	8.70	
	1.5%	1.423	3.51	0.765	6.54	2.188	4.57	1.275	7.84	3.463	5.78	1.164	8.59	
	3.0%	1.477	3.39	0.751	6.66	2.228	4.49	1.304	7.67	3.532	5.66	1.178	8.49	
	4.5%	1.483	3.37	0.754	6.63	2.237	4.47	1.28	7.81	3.517	5.69	1.185	8.44	

subj	專長	負荷	0—30 M		最高速階段 30—40 M		漸速階段 0—40 M		減速階段 40—50 M		全距 0—50 M	
			t	平均速度	t	平均速度	t	平均速度	t	平均速度	t	平均速度
II	中長距離 (3000M 磅附 B: 55.1)	○	4.605	6.51 m/sec	1.095	9.13 m/sec	5.70	7.01 m/sec	1.115	8.97	6.815	7.34 m/sec
		1.5%	4.65	6.45	1.105	9.05	5.755	6.95	1.135	8.81	6.89	7.26
		3.0%	4.76	6.31	1.145	8.73	5.905	6.77	1.155	8.66	7.06	7.08
		4.5%	4.73	6.34	1.155	8.66	5.885	6.80	1.16	8.62	7.045	7.10
M	十項 (5400分)	○	4.635	6.47	1.155	8.66	5.79	6.91	1.17	8.55	6.96	7.18
		1.5%	4.66	6.44	1.155	8.66	5.815	6.88	1.175	8.52	6.99	7.15
		3.0%	4.70	6.38	1.17	8.55	5.87	6.81	1.175	8.52	7.045	7.10
		4.5%	4.71	6.37	1.18	8.47	5.89	6.79	1.17	8.55	7.06	7.08
A	鐵餅 (4 6.10 M)	○	4.50	6.67	1.12	8.93	5.62	7.18	1.14	8.77	6.76	7.40
		1.5%	4.57	6.56	1.135	8.81	5.705	7.01	1.155	8.66	6.86	7.29
		3.0%	4.67	6.42	1.18	8.47	5.85	6.84	1.19	8.40	7.04	7.10
		4.5%	4.665	6.43	1.185	8.44	5.85	6.84	1.185	8.44	7.035	7.11
全體的平均	○	4.58	6.55	1.123	8.90	5.703	7.01	1.142	8.76	6.845	7.30	
	1.5%	4.627	6.48	1.131	8.84	5.758	6.95	1.155	8.66	6.913	7.23	
	3.0%	4.71	6.37	1.165	8.58	5.875	6.81	1.173	8.53	7.048	7.09	
	4.5%	4.702	6.38	1.173	8.53	5.875	6.81	1.172	8.53	7.047	7.10	

③根據個人之異量負荷之 50 公尺跑之各階段時間與距離，去求起跑階段（0—5 M）至最高速階段（30—40 M）之加速情況，其計算方法及結果如下：

A、H 選手

(A) 0 負荷時

0—5 M (起跑階段)

$$2.5 \text{ M} \left(\frac{0+5}{2} \right)$$

$$0.7375 \left(\frac{0\sim 5 \text{ M 之秒數 } 1.475}{2} \right)$$

平均速度

$$v = 3.39 \text{ m/s}$$

30—40 M (最高速階段)

$$35 \text{ M} \left(\frac{30+40}{2} \right)$$

$$5.1525 \left(0\sim 30 \text{ M 之秒數 } 4.605 + \frac{30\sim 40 \text{ M 之秒數 } 1.085}{2} \right)$$

平均速度

$$v = 9.13 \text{ m/s}$$

依 $a = \frac{v_1 - v_0}{t_1 - t_0}$ 公式， $a = \frac{9.13 - 3.39}{5.1525 - 0.7375} = 1.3 \text{ m/sec}^2$

(B) 1.5 % 體重之負荷時

同(A)法求出其 $a = 1.25 \text{ m/sec}^2$ 。

(C) 3.0 % 體重之負荷時

同(A)法求出其 $a = 1.20 \text{ m/sec}^2$ 。

(D) 4.5 % 體重之負荷時

同(A)法求出 $a = 1.21 \text{ m/sec}^2$ 。

B、M 選手 (採用與 H 選手之同樣方法，求出起跑階段至最高速度階段之加速度情況)

(A) 0 負荷時

$$a = 1.17 \text{ m/sec}^2$$

(B) 1.5 % 體重之負荷時

$$a = 1.14 \text{ m/sec}^2$$

(C) 3.0 % 體重之負荷時

$$a = 1.14 \text{ m/sec}^2$$

(D) 4.5 % 體重之負荷時

$$a = 1.10 \text{ m/sec}^2$$

C、A 選手 (亦採用與 H 選手相同的方法，求出起跑階段至最高速度階段之加速度情況)

(A) 0 負荷時

$$a = 1.21 \text{ m/sec}^2$$

(B) 1.50 % 體重之負荷時

$$a = 1.18 \text{ m/sec}^2$$

(C) 3.0 % 體重之負荷時

$$a = 1.12 \text{ m/sec}^2$$

(D) 4.5 % 體重之負荷時

$$a = 1.09 \text{ m/sec}^2$$

5、製作簡表，並透過敘述統計法討論分析之：

(1) 首先依兩個平均數之差檢定，將有關資料予以檢定其差異之顯著水準，其公式為：

① $H_0 : \mu_1 = \mu_2$

$H_1 : \mu_1 < \mu_2$

$d = .05 \quad df = f - 1 = 2$

② Critical Value

$\therefore .95 t_2 = 2.920$

③ $\bar{d} = \frac{\sum d}{N}$

$Sd = \sqrt{\frac{N \sum d^2 - (\sum d)^2}{N(N-1)}}$

$t = \frac{\bar{d}}{Sd/\sqrt{3}}$

(2) 依據檢定結果，探討下列問題：

- ① 異量負荷對起跑階段 (0 - 5 M) 之影響。
- ② 異量負荷對最高速度階段 (30 - 40 M) 之影響。
- ③ 異量負荷對減速階段 (40 - 50 M) 之影響。
- ④ 異量負荷對全距 (0 - 50 M) 跑的影響。
- ⑤ 異量負荷下，其起跑階段 (0 - 5 M) 至最高速度階段 (30 - 40 M) 之加速度變化。
- ⑥ 異量負荷下的快跑，各專長運動員之種種異同。
- ⑦ 進一步作負荷訓練的效果評析。

肆、結果

一 異量負荷跑之各期平均速度 (如表八、表九、表十、表十一、表十二)

(一) 起跑階段 (0 - 5 M) (如表八)

表八

數值 說明 被 驗 者	0 負荷與 4.5% 體重之負荷				t 檢 定
	平 均 速 度				
	4.5%	0%	d	d ²	
H	3.19	3.39	0.20	0.04	$\sum d = 0.3$ $\sum d^2 = 0.0612$ $\bar{d} = \frac{0.3}{3} = 0.1$ $Sd = \sqrt{\frac{3 \times 0.0612 - (0.3)^2}{6}} = 0.1249$ $t = \frac{0.1}{0.1249/\sqrt{3}} = 1.387$ $t = 1.387 < .95 t_2 = 2.920 \therefore$ 不顯著
M	3.44	3.40	-0.04	0.0016	
A	3.50	3.64	0.14	0.0196	

0 負荷與 3.0 % 體重之負荷

說明 被驗者	平均速度				t 檢定
	3.0%	0%	d	d ²	
	H	3.24	3.39	0.15	
M	3.36	3.40	0.04	0.0016	
A	3.41	3.64	0.23	0.0529	

0 負荷與 1.5 % 體重之負荷

說明 被驗者	平均速度				t 檢定
	1.5%	0%	d	d ²	
	H	3.45	3.39	-0.06	
M	3.51	3.40	-0.11	0.0121	
A	3.58	3.64	0.06	0.0036	

說明	平均速度				t 檢定
	1.5%	0%	d	d ²	
H	3.45	3.39	-0.06	0.0036	$\Sigma d = -0.11$ $\Sigma d^2 = 0.0193$ $\bar{d} = \frac{-0.11}{3} = -0.037$ $Sd = \sqrt{\frac{3 \times 0.0193 - (-0.11)^2}{6}} = 0.0874$ $t = \frac{-0.037}{0.0874/\sqrt{3}} = -0.733$ $t = -0.733 < .95t^2 = 2.920 \therefore$ 不顯著
M	3.51	3.40	-0.11	0.0121	
A	3.58	3.64	0.06	0.0036	

(二) 漸速階段 (0 - 40 M) (如表九)

表九

數 值 被 驗 者	說明		0 負荷與 4.5 % 體重之負荷			
	平均速度		t 檢 定			
	4.5 %	0 %	d	d ²		
H	6.80	7.01	0.21	0.0441	$\Sigma d = 0.67$ $\Sigma d^2 = 0.1741$ $\bar{d} = \frac{0.67}{3} = 0.22$ $Sd = \sqrt{\frac{3 \times 0.1741 - (0.67)^2}{6}} = 0.111$ $t = \frac{0.22}{0.111/\sqrt{3}} = 3.43$ $t = 3.43 > .95t_z = 2.920 \therefore$ 不顯著	
M	6.79	6.91	0.12	0.0144		
A	6.84	7.18	0.34	0.1156		

數 值 被 驗 者	說明		0 負荷與 3.0 % 體重之負荷			
	平均速度		t 檢 定			
	3.0 %	0 %	d	d ²		
H	6.77	7.01	0.24	0.0576	$\Sigma d = 0.68$ $\Sigma d^2 = 0.1832$ $\bar{d} = \frac{0.68}{3} = 0.22$ $Sd = \sqrt{\frac{3 \times 0.1832 - (0.68)^2}{6}} = 0.121$ $t = \frac{0.22}{0.121/\sqrt{3}} = 3.15$ $t = 3.15 > .95t_z = 2.920 \therefore$ 顯著	
M	6.81	6.91	0.10	0.01		
A	6.84	7.81	0.34	0.1156		

數 值 被 驗 者	說明		0 負荷與 1.5 % 體重之負荷			
	平均速度		t 檢 定			
	1.5 %	0 %	d	d ²		
H	6.95	7.01	0.06	0.0036	$\Sigma d = 0.26$ $\Sigma d^2 = 0.0334$ $\bar{d} = \frac{0.26}{3} = 0.09$ $Sd = \sqrt{\frac{3 \times 0.0334 - (0.26)^2}{6}} = 0.074$ $t = \frac{0.09}{0.074/\sqrt{3}} = 2.11$ $t = 2.11 < .95t_z = 2.920 \therefore$ 不顯著	
M	6.88	6.91	0.03	0.0009		
A	7.01	7.18	0.17	0.0289		

(三)最高速階段(30-40M)(如表十)

表十

數 值 被 驗 者	說 明	0 負荷與 4.5 % 體重之負荷				t 檢 定
		平 均 速 度				
		4.5 %	0 %	d	d ²	
H		8.66	8.13	0.47	0.221	$\Sigma d = 1.15$ $\Sigma d^2 = 0.497$ $\bar{d} = \frac{1.15}{3} = 0.3833$ $S_d = \sqrt{\frac{3 \times 0.497 - (1.15)^2}{6}} = 0.1676$ $t = \frac{0.3833}{0.1676/\sqrt{3}} = 3.96$ $t = 3.96 > .95t_z = 2.920 \therefore$ 顯著
M		8.47	8.66	0.19	0.036	
A		8.44	8.93	0.49	0.240	

數 值 被 驗 者	說 明	0 負荷與 3.0 % 體重之負荷				t 檢 定
		平 均 速 度				
		3.0 %	0 %	d	d ²	
H		8.73	9.13	0.40	0.16	$\Sigma d = 0.97$ $\Sigma d^2 = 0.3837$ $\bar{d} = \frac{0.97}{3} = 0.323$ $S_d = \sqrt{\frac{3 \times 0.3837 - (0.97)^2}{6}} = 0.187$ $t = \frac{0.323}{0.187/\sqrt{3}} = 2.99$ $t = 2.99 > .95t_z = 2.920 \therefore$ 顯著
M		8.55	8.66	0.11	0.0121	
A		8.47	8.93	0.46	0.2116	

數 值 被 驗 者	說 明	0 負荷與 1.5 % 體重之負荷				t 檢 定
		平 均 速 度				
		1.5 %	0 %	d	d ²	
H		9.05	9.13	0.08	0.0064	$\Sigma d = 0.2$ $\Sigma d^2 = 0.0208$ $\bar{d} = \frac{0.2}{3} = 0.067$ $S_d = \sqrt{\frac{3 \times 0.0208 - (0.2)^2}{6}} = 0.06$ $t = \frac{0.067}{0.06/\sqrt{3}} = 2.04$ $t = 2.04 < .95t_z = 2.920 \therefore$ 不顯著
M		8.66	8.66	0	0	
A		8.81	8.93	0.12	0.0144	

四減速階段 (40 - 50 M) (如表十一)

表十一

數值說明 被驗者		0 負荷與 4.5 % 體重之負荷				t 檢定
		平均速度				
		4.5 %	0 %	d	d ²	
H	8.62	8.97	0.35	0.1225	$\Sigma d = 0.68$ $\Sigma d^2 = 0.2314$ $\bar{d} = \frac{0.68}{3} = 0.23$ $Sd = \sqrt{\frac{3 \times 0.2314 - (0.68)^2}{6}} = 0.197$ $t = \frac{0.23}{0.197/\sqrt{3}} = 2.02$ $t = 2.02 < .95t_2 = 2.920 \therefore$ 不顯著	
M	8.55	8.55	0	0		
A	8.44	8.77	0.33	0.1089		

數值說明 被驗者		0 負荷與 3.0 % 體重之負荷				t 檢定
		平均速度				
		3.0 %	0 %	d	d ²	
H	8.66	8.97	0.31	0.0961	$\Sigma d = 0.71$ $\Sigma d^2 = 0.2339$ $\bar{d} = \frac{0.71}{3} = 0.24$ $Sd = \sqrt{\frac{3 \times 0.2339 - (0.71)^2}{6}} = 0.181$ $t = \frac{0.24}{0.181/\sqrt{3}} = 2.30$ $t = 2.30 < .95t_2 = 2.920 \therefore$ 不顯著	
M	8.52	8.55	0.03	0.0009		
A	8.40	8.77	0.37	0.1369		

數值說明 被驗者		0 負荷與 1.5 % 體重之負荷				t 檢定
		平均速度				
		1.5 %	0 %	d	d ²	
H	8.81	8.97	0.16	0.0256	$\Sigma d = 0.3$ $\Sigma d^2 = 0.0386$ $\bar{d} = \frac{0.3}{3} = 0.1$ $Sd = \sqrt{\frac{3 \times 0.0386 - (0.3)^2}{6}} = 0.066$ $t = \frac{0.1}{0.066/\sqrt{3}} = 2.624$ $t = 2.624 < .95t_2 = 2.920 \therefore$ 不顯著	
M	8.52	8.55	0.03	0.0009		
A	8.66	8.77	0.11	0.0121		

(五)全距(0-50 M)(如表十二)

表十二

數 值 被 驗 者	說明				0 負荷與 4.5% 體重之負荷	
	平均速度				t 檢 定	
	4.5%	0%	d	d ²		
H	7.10	7.34	0.24	0.0567	$\Sigma d = 0.63$ $\Sigma d^2 = 0.1517$ $\bar{d} = \frac{0.63}{3} = 0.21$ $Sd = \sqrt{\frac{3 \times 0.1517 - (0.63)^2}{6}} = 0.098$ $t = \frac{0.21}{0.098/\sqrt{3}} = 3.71$ $t = 3.71 > .95t_2 = 2.920 \therefore$ 顯著	
M	7.08	7.18	0.10	0.01		
A	7.11	7.40	0.29	0.0841		

數 值 被 驗 者	說明				0 負荷與 3.0% 體重之負荷	
	平均速度				t 檢 定	
	3.0%	0%	d	d ²		
H	7.08	7.34	0.26	0.0676	$\Sigma d = 0.64$ $\Sigma d^2 = 0.164$ $\bar{d} = \frac{0.64}{3} = 0.21$ $Sd = \sqrt{\frac{3 \times 0.164 - (0.64)^2}{6}} = 0.117$ $t = \frac{0.21}{0.117/\sqrt{3}} = 3.11$ $t = 3.11 > .95t_2 = 2.920 \therefore$ 顯著	
M	7.10	7.18	0.08	0.0064		
A	7.10	7.40	0.30	0.09		

數 值 被 驗 者	說明				0 負荷與 1.5% 體重之負荷	
	平均速度				t 檢 定	
	1.5%	0%	d	d ²		
H	7.26	7.34	1.08	0.0064	$\Sigma d = 0.22$ $\Sigma d^2 = 0.0194$ $\bar{d} = \frac{0.22}{3} = 0.07$ $Sd = \sqrt{\frac{3 \times 0.0194 - (0.22)^2}{6}} = 0.04$ $t = \frac{0.07}{0.04/\sqrt{3}} = 3.03$ $t = 3.03 > .95t_2 = 2.920 \therefore$ 顯著	
M	7.15	7.18	0.03	0.0009		
A	7.29	7.40	0.11	0.0121		

二異量負荷跑之起跑階段(0-5M)至最高速階段(30-40M)之加速度

變化(如表十三、表十四)

(二)異量負荷跑之起跑階段(0-5M)至最高速階段(30-40M)之加速度(如表十三)

表十三

說明 數值 被驗者	0%體重之負荷					1.5%體重之負荷				
	2.5 M		35 M		2.5~ 35M之 加速度 (a)	2.5 M		35 M		2.5~ 35M之 加速度 (a)
	t (時間)	v (速度)	t (時間)	v (速度)		t (時間)	v (速度)	t (時間)	v (速度)	
H	0.7375 秒	3.39 m/s	5.1525 秒	9.13 m/s	1.3 m/sec	0.725	3.45	5.2125	9.05	1.25
M	0.735	3.4	5.2125	8.66	1.17	0.7125	3.51	5.2375	8.66	1.14
A	0.6875	3.64	5.06	8.93	1.21	0.6975	3.58	5.1375	8.81	1.18
平均 (M)	0.72	3.48	5.14	8.91	1.23	0.712	3.51	5.20	8.84	1.19
標準差 (S)	0.028	0.14	0.076	0.236	0.067	0.014	0.065	0.052	0.197	0.056
說明 數值 被驗者	3.0%體重之負荷					4.5%體重之負荷				
	2.5 M		35 M		2.5~ 35M之 加速度 (a)	2.5 M		35 M		2.5~ 35M之 加速度 (a)
	t (時間)	v (速度)	t (時間)	v (速度)		t (時間)	v (速度)	t (時間)	v (速度)	
H	0.7725	3.24	5.3325	8.73	1.2	0.782	3.11	5.3075	8.66	1.21
M	0.745	3.36	5.285	8.55	1.14	0.7275	3.44	5.3	8.47	1.10
A	0.7325	3.41	5.26	8.47	1.12	0.715	3.5	5.2575	8.44	1.09
平均 (M)	0.75	3.34	5.29	8.58	1.15	0.742	3.38	5.29	8.53	1.13
標準差 (S)	0.02	0.087	0.037	0.133	0.042	0.036	0.164	0.027	0.11	1.067

(二)異量負荷跑之起跑階段(0-5M)與最高速階段(30-40M)之加速度比較(如表十四)表十四

數 值 被 驗 者	說 明	4.5%體重之負荷與0負荷				t 檢 定
		平 均 速 度				
		4.5%	0%	d	d ²	
H		1.21	1.30	0.09	0.1081	$\Sigma d = 0.28$ $\Sigma d^2 = 0.0274$ $\bar{d} = \frac{0.28}{3} = 0.093$ $Sd = \sqrt{\frac{3 \times 0.0274 - (0.28)^2}{6}} = 0.0252$ $t = \frac{0.093}{0.0252/\sqrt{3}} = 6.40$ $t = 6.40 > .95t_{\alpha} = 2.920 \therefore$ 顯著
M		1.10	1.17	0.07	0.0049	
A		1.09	1.21	0.12	0.0144	

數 值 被 驗 者	說 明	3.0%體重之負荷與0負荷				t 檢 定
		平 均 速 度				
		3.0%	0%	d	d ²	
H		1.20	1.30	0.10	0.01	$\Sigma d = 0.22$ $\Sigma d^2 = 0.019$ $\bar{d} = \frac{0.22}{3} = 0.073$ $Sd = \sqrt{\frac{3 \times 0.019 - (0.22)^2}{6}} = 0.0379$ $t = \frac{0.073}{0.0379/\sqrt{3}} = 3.34$ $t = 3.34 > .95t_{\alpha} = 2.920 \therefore$ 顯著
M		1.14	1.17	0.03	0.0009	
A		1.12	1.21	0.09	0.0081	

數 值 被 驗 者	說 明	1.5%體重之負荷與0負荷				t 檢 定
		平 均 速 度				
		1.5%	0%	d	d ²	
H		1.25	1.30	0.05	0.0025	$\Sigma d = 0.11$ $\Sigma d^2 = 0.0043$ $\bar{d} = \frac{0.11}{3} = 0.0367$ $Sd = \sqrt{\frac{3 \times 0.0043 - (0.11)^2}{6}} = 0.01155$ $t = \frac{0.0367}{0.01155/\sqrt{3}} = 5.53$ $t = 5.53 > .95t_{\alpha} = 2.920 \therefore$ 顯著
M		1.14	1.17	0.03	0.0009	
A		1.18	1.21	0.03	0.0009	

伍、結果分析

一從異量負荷跑之各階段平均速度（如表六、表七）中得知：

(一)因負荷之增加，每階段跑成績隨之而異，易言之，負荷愈大，其跑成績愈差，此符合力學公

式 $V(\text{速度}) = \frac{M(\text{運動量})}{m(\text{質量})}$ 之理論，亦即同樣運動量，其質量愈大，其速度必減。

(二)一般百公尺跑之速度分期，均以 0—5 M 或 0—10 M 為起跑期，0—40 M 為漸速期（加速期），40—50 M 為加速轉變為最高速度期，50—75 M 為最高速度期，75—100 為減速期（註 10），但本測驗結果，因有 1.5%、3.0%、4.5% 體重之負荷，其最高速度期在 30—

40 M 階段，減速期在 40—50 M 階段，此乃因負荷之增加，其減速期隨之提前之故。

二從全體受驗者之異量負荷跑的起跑階段，漸速階段、最高速階段、減速階段及全距（50 M）等之各階段平均速度（表七）觀之，不僅獲得負荷大小，將影響各階段跑成績的結論，也可進一步發現起跑階段（0—5 M）之平均速度的變化，比其他各階段較不受 4.5% 體重以下之負荷的影響，而最高速階段（30—40 M）的平均速度，受負荷大小的影響最大，其詳情如下：

(一)起跑階段（0—5 M）

0 負荷時平均速度為 3.47 m/s，4.5% 體重之負荷時的平均速度為 3.37 m/s，兩者差距是 0.10 m/s。

(二)漸速階段（0—40 M）

0 負荷時平均速度為 7.01 m/s，4.5% 體重之負荷時的平均速度為 6.81 m/s，兩者差距是 0.20 m/s。

(三)最高速度階段（30—40 M）

0 負荷時平均速度為 8.90 m/s，4.5% 體重之負荷時的平均速度為 8.53 m/s，兩者差距是 0.37 m/s。

(四)減速階段（40—50 M）

0 負荷時平均速度為 8.76 m/s，4.5% 體重之負荷時的平均速度為 8.53 m/s，兩者差距是 0.23 m/s。

(五)全距跑（0—50 M）

0 負荷時平均速度為 7.3 m/s，4.5% 體重之負荷時的平均速度為 7.10 m/s，兩者差距是 0.20 m/s。

三從個人異量負荷跑之起跑階段中（表七、表八），發現黃文成（H）、武藤（M）、安部（A）等三員之起跑階段（0—5 M），在各種負荷（1.5%、3.0%、4.5% 體重）之下，其平均速度雖有所變異，但 t 檢定結果，以 0 負荷跑為基準，此差異並無顯著水準（4.5% 體重負荷時係 $t = 1.387 < .95t_2 = 2.920$ ，3.0% 體重之負荷時係 $t = 2.54 < .95t_2 = 2.90$ ，1.5% 體重之負荷時係 $t = -0.733 < .95t_2 = 2.920$ ）。

四從個人異量負荷跑之漸速階段、最高速階段中（表七、表八、表九），發現黃文成（H）等三員之漸速階段（0—40 M）與最高速階段（30—40 M），均受 1.5%、3.0%、4.5% 體重之負荷影響，而速度有所變化，經 t 檢定結果，漸速階段之平均速度以 0 負荷跑平均速度為基準，在 4.5% 體重之負荷時，係 $t = 3.43 > .95t_2 = 2.920$ ，3.0% 體重之負荷時，係 $t = 3.15 > .95t_2 = 2.920$ ，其平均速度之差異均呈顯著水準，而 1.5% 體重之負荷下， $t = 2.11$

$> .95t_2 = 2.920$ ，則呈無顯著水準。至於最高速階段（30—40 M），平均速度，以0負荷跑平均速度為基準，4.5%體重之負荷時，係 $t = 3.96 > .95t_2 = 2.920$ ，3.0%體重之負荷時，係 $t = 2.99 > .95t_2 = 2.920$ ，其平均速度之差異也呈顯著水準，而1.5%體重之負荷時，係 $t = 2.04 < .95t_2 = 2.920$ ，則呈無顯著水準。

五從個人異量負荷跑之減速階段（表七、表十一）中，得知黃文成（H）等三員之減速階段（40—50 M），分別因1.5%、3.0%、4.5%體重之負荷下，其速度有減慢之趨勢，但 t 檢定結果，以0負荷跑為基準，依次為 $t = 2.624 < .95t_2 = 2.920$ ， $t = 2.30 < .95t_2 = 2.920$ ， $t = 2.02 < .95t_2 = 2.920$ ，其差異均無顯著水準。

六從異量負荷下之全距跑（表七、表十二）中，發現黃文成（H）等三員之全距跑，因1.5%、3.0%、4.5%體重之負荷下，速度也隨之減慢，且經 t 檢定結果，以0負荷跑為基準，均呈顯著水準（1.5%體重之負荷跑時 $t = 3.03 > .95t_2 = 2.920$ ，3.0%體重之負荷跑時 $t = 3.11 > .95t_2 = 2.920$ ，4.5%體重之負荷跑時 $t = 3.71 > .95t_2 = 2.920$ ）。

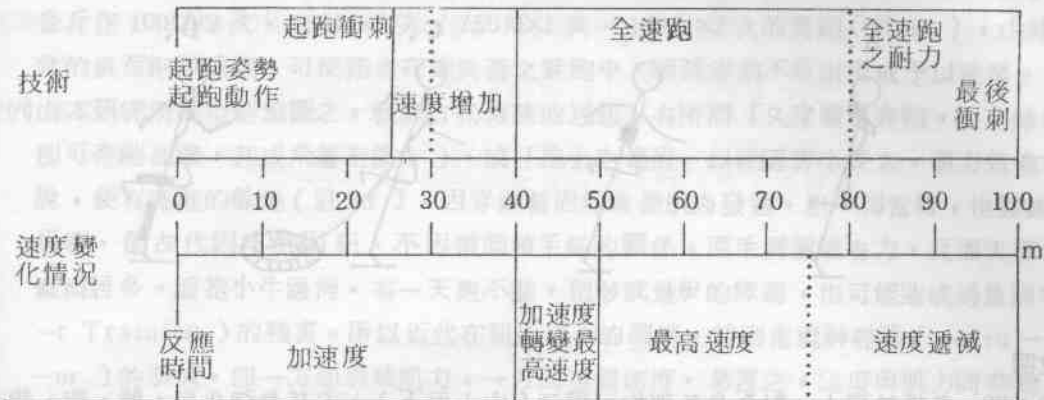
七從分段（起跑、漸速、最高速、減速等段）及全距跑之速度變化觀之（表七、表八、表九、表十、表十一、表十二）以最高速度期之異量負荷下的速度變化最明顯，完全受負荷大小所決定，因此期黃文成（H）等三員速度，0負荷跑與4.5%體重之負荷跑之速度差為 1.15m/s （ Σd ），與3.0%體重之負荷跑之速度差為 0.97m/s ，與1.5%體重之負荷跑之速度差為 0.2m/s 。而起跑期，0負荷跑與4.5%體重之負荷跑之速度差為 0.3m/s ，與3.0%體重之負荷跑之速度差為 0.42m/s ，與1.5%體重之負荷跑之速度差為 -0.11m/s 。漸速期，0負荷跑與4.5%體重之負荷跑之速度差為 0.67m/s ，與3.0%體重之負荷跑之速度差為 0.68m/s ，與1.5%體重負荷跑之速度差為 0.26m/s 。減速期，0負荷跑與4.5%體重之負荷跑之速度差為 0.68m/s ，與3.0%體重之負荷跑之速度差為 0.71m/s ，與1.5%體重之負荷跑之速度差為 0.3m/s 。全距跑期，0負荷跑與4.5%體重之負荷跑之速度差為 0.63m/s ，與3.0%體重之負荷跑之速度差為 0.64m/s ，與1.5%體重之負荷跑之速度差為 0.22m/s 。

八從起跑階段至最高速度階段之加速度變化（表十三、表十四）中探討：

(一)中長跑黃文成（H）選手，在各種負荷跑（1.5%、3.0%、4.5%體重負荷）中，加速度的情況比武藤（M）（十項）及安部（A）（鐵餅）好。

(二)加速度的變化，因跑者之異量負荷（1.5%、3.0%、4.5%體重負荷）而影響至大， t 檢定結果，以0負荷跑為基準，其加速度之差異也呈現顯著水準（4.5%體重負荷時 $t = 6.40 > .95t_2 = 2.920$ ，3.0%體重負荷時 $t = 3.34 > .95t_2 = 2.920$ ，1.5%體重負荷時 $t = 5.53 > .95t_2 = 2.920$ ）。

註 10: 百公尺速度分配表, 如下表:



— 省立體育專刊 體育學報 13 期 P152 —

陸、討論、結論與建議

一、討論與結論

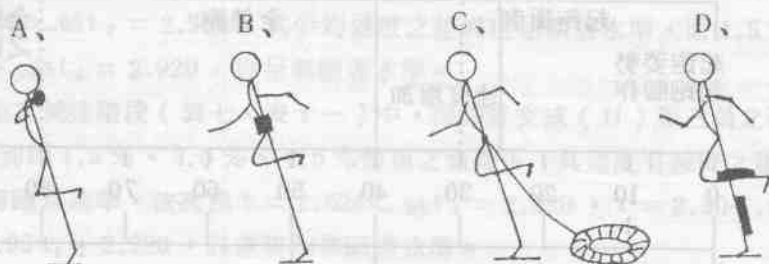
(一) 負荷量的增加, 將促使速度減慢, 此合乎力學公式 $V = \frac{M(\text{運動量})}{m(\text{質量})}$ 之原理, 因此欲培養速

度, 負荷大小的決定十分重要, 應以不破壞優良技巧與姿勢之原則下作為負荷的依據, 至於超無負荷情況下施予訓練, 其結果也應受肯定, 例如起跑要快速, 則利用下坡作起跑訓練 (腳之負荷減輕), 而欲使腳交換快速, 則以手懸掛於單槓上或手正撐於雙槓上, 作跑步 (空踩車輪方式) 動作, 如此在腳無體重之負荷下, 必然能作超快速的交換。

(二) 中長跑運動員 (黃文成選手), 其負荷跑之速度與加速度的減低程度, 比鐵餅安部選手與十項運動的武藤選手少得許多, 此可見耐力 (指動力性耐力 "Power Endurance"、肌力性耐力 "Strength Endurance", 速度性耐力 "Speed Endurance", 一般性耐力 "General Endurance"……等) 好的選手, 其負荷跑的成績必然好, 同理, 負荷跑的訓練如果得當, 必然有助於耐力的成長, 自然也就有利於中長跑運動成績的增進, 但得當的負荷跑訓練, 必須留意以下幾點:

1. 負荷量大小的決定, 以不破壞正常技巧 (優良跑姿) 為量度的原則, 否則易造成利弊參半或反效果, 因負荷太重, 耐力及意志力雖可增強, 但可能却喪失正確的動作技巧與速度, 以徑賽運動來說, 此並不有利於跑者, 反之, 如果負荷太輕, 可能無助於肌力、動力、耐力的成長, 此對跑者也並非有益 (註 11)。
2. 心疲力盡之下, 不宜作負荷訓練, 因太累的時候, 技巧的學習不佳, 也容易造成運動傷害及破壞正確技巧。
3. 負荷方式的選擇; 在田徑運動訓練中, 採用的負荷訓練的方式非常多, 但如不能洞悉那一種方式是適合於您, 草率選用之下, 那在訓練效果上必是事倍功半, 或許更會造成損大利少之弊, 所以於下就各種負荷方式的訓練優劣, 提出討論:

(1)圖示



(2)說明

- ①A圖，負重於肩上，對全身各部均可鍛鍊（由上而下），尤其是強化肩、腰、背、腹肌（軀幹）之最好的訓練，此為其他各種負荷方式所無法獲得的。時下因生活結構之改變，瓦斯代替木材，使人不必砍材挑材，因此肩、背、腹肌顯得薄弱，而在稍為接受專項訓練，就易傷害到腰、背、腹部，鑑於此，A圖之負荷方式是目前最好的負荷訓練方式。不過任何一種方式均有其缺點，像A圖方式，其缺點乃少了手臂動作之訓練，因此想利用此方式作負荷訓練，則必欲輔佐以其他手臂動作之訓練，如此才能獲致完美的訓練效果。
- ②B圖負重於腰部，對腳力之培養有利，又軀幹之肩、背、胸、臂可運動自如，加之跳躍方便，因此這種方式很適合跳部運動員之訓練。
- ③C圖負重於腰部，但因係利用一條繩子繫於腰部，而另端綁在地面上之一重物，因此很適合徑賽運動員訓練，因它不違反跑姿，唯一缺點是缺少軀幹強化訓練之效。
- ④D圖負重於下肢之小腿上，對腿力的增進有幫助，但可能致使下肢動作遲鈍，不利快跑。

(三)起跑階段之速度，雖因負荷的增大，其速度的變化減慢，比其他各階段較少受影響，此乃因 F （力）= m （質量） $\times a$ （加速度）的關係，亦即雖然加速度（ a ）因負荷的影響而變慢，但另一方面因重量的增加，其 m 變大，所以其蹬足力（ F ），仍然不小，因此其起動力不受太大影響，致使起跑階段之速度變化（轉慢）較少。

(四)負荷跑之加速度，係隨著負荷的增加而減慢，此與力學公式 a （加速度）= $\frac{F}{m}$ （力量）之理

論相吻合，在此如進一步探討，則依據 $a = \frac{F}{m}$ 公式，跑者欲充實其加速能力，不僅要減輕質

量（負荷或體重），而且也需強化其肌力、動力，此也即要強化加速度的運動員，像田徑短跑，擲部、跳部…等運動員，必須要作重量訓練的理由。

(五)負荷跑之負荷增加，其減速期則會提前，本來無負荷之下，100公尺跑者之減速期在75公尺以後，但有1.5%~4.5%體重之負荷下賽跑，其減速期却在40公尺起呈現，然減速期的提前，是徑賽運動員的致命傷，世界短跑名將卡爾·路易士（Carl Lewis，1984年洛杉磯奧運100公尺、200公尺金牌得主），在100公尺競賽中，於70公尺處才迎前領先群雄，此並不意味著他在此階段速度轉快，其實是其其他跑者此時減速太多，而獨路易士不減速所致。再看其他世界短跑好手，如波索夫（Valeriy Borzov 慕尼黑奧運100公尺、200公

尺金牌得主)亦然,而這些短跑好手,為何能讓減速期不在短跑中出現,或使之延後,吾們探討其訓練法便可窺知一切;例如波索夫,在他訓練計劃中,有這樣的課程;即配帶4~5公斤作100M×2次、150M×1次、250M×1次、120M×2次的賽跑(註12),由此可見,適當的負荷跑訓練後,可使跑者在無負荷之賽跑中,讓減速期不易出現或予以延後。

(四)由本研究所得結論觀之,我國古代傳統的思想,有所謂「久穿鐵鞋奔跑,俟拿掉鐵鞋時,即可奔馳如飛,甚或飛簷走壁。」或「抱小牛過河,以後隨著牛長大,而力氣會增大」之說,便有商榷的餘地(註13),因穿鐵鞋固然會使肌肉發達,但不得當時,也遲鈍了神經的反應,像古代囚牢的囚犯,不因帶腳鐐手銬的關係,而手脚靈敏有力,反而大部分出獄後,癱瘓居多。而抱小牛過河,有一天抱不動,則形成進步的障礙,也可能造成過量訓練(Over Training)的殘害。所以近代在肌肉方面的訓練,特別重視神經肌(neuro-muscular)的訓練,即一方面訓練肌力,一方面重視速度,易言之,速度與肌力同時能兼顧的訓練,是目前訓練理念中所注目的,因 $P(\text{動力}) = F(\text{力量}) \times V(\text{速度})$,而動力是運動之主要力源,當然速度與肌力的培養,就成為運動員不可或缺的要件。

二、建議

(一)本研究之受驗人數再增加,並普及至各專長選手。

(二)如經費及設備的許可下,受驗者所跑的距離應增至100公尺以上。

(三)異量負荷跑之步率、步幅的探測也有必要。

(四)可輔以電子攝影來作異量負荷跑的動作與姿勢之分析。

(五)增加負荷重量及跑距,再以同法研究作為本研究的延伸。

(六)進一步探討其他的異量負荷訓練及其對肌力、動力、耐力的影響;例如近兩年來Plyometric訓練方式,受到廣泛重視與採行,其效果又如何?吾們也可以去研究。所謂Plyometric訓練方法,簡言之,也是一種負荷訓練法,以田徑運動言之,乃依運動的特性,而分別設計不同的負荷訓練之情境,例如①跳部或徑賽運動員:採用由高往下跳,再由下往上跳,此別於一般只平面的跳躍方式,顯然這種跳躍方法,乃為了借其負荷量的增大(由上向下之衝擊力較大),以增強腳力。②鉛球運動員:採用推出鐘擺式懸垂之鉛球的訓練法,此有別於實際的推鉛球練習與徒手推鉛球練習,其乃利用適當的負荷去培養推鉛球之技巧與速度。③跳高運動員:在快跑中(助跑階段)不絕施負荷,但臨起跳時,肩上立即加上負荷,使跑者在高速中,又在負荷之加強下起跳,借此培養最大起跳力(註14)。

註11:①西德運動科學家曾作了一項實驗,即設計一種可隨意調整坡度的百公尺跑道,而讓跑道作輕度的傾斜,使跑者在毫無感覺,且不改變跑姿之原則下賽跑,結果發現其跑成績顯著進步,經探討結果,此即跑者在輕度傾斜跑道上,除有下坡之助力外,由於跑姿不被破壞,才會使賽跑創下佳績,基於此,負荷訓練,為使速度隨之成長,必不能在違背優良跑姿下接受訓練。—日本中京大學 訓練論講義 陳全壽教授主講 吳賢文筆記 1981.10—

②田徑訓練為培養速度,常施以300公尺以下之距的快跑訓練,此乃跑300公尺不易改變跑者優良跑姿與速度,反之,超過300公尺,則跑者易成咬牙切齒之狀(以8.0m/s速度跑之,死點在250公尺產生)因此可能對速度之培養不利,而變成耐力、意志力之養成。—田徑運動基本指導手冊 中華民國田徑協會印行 1981.8.3 蔡特龍·郭燦星共

- 註 12: 接力賽跑的理論與實際 大文出版社 吳賢文撰 1976.1.1 P121
- 註 13: 「穿鐵鞋奔跑」與「抱小牛過河」的訓練方式，唯一可取的是在超載訓練 (Over load Training) 與漸進訓練的原則上，尚行得通，在精神與意志力方面的培養，也是值得鼓舞的，餘均不足為取。——筆者吳賢文再次說明——
- 註 14: 1984 年 3 月 27 日 Leslie Thomas Boosey 蒞台北主講十項運動及體能訓練課程，曾在所編講義 P.39 中曾對 Depth Jump (Plyometric Training) 有詳細的介紹。

柒、參考圖書與著作

- 一 田徑運動基本指導手冊 中華田徑協會發行 蔡特龍·郭燦星共譯 1981.8.30 P.31、32
- 二 田徑訓練法 中華民國田徑協會主辦 英國 I·ward 與澳洲 B·Van Es 教練主講 吳賢文筆記 1981.8.9~15 於左營
- 三 訓練論 日本中京大學講義 陳全壽教授主講 吳賢文筆記 1982.10.1
- 四 馬克 (Gerard Mach) 訓練法 民生報二版 呂美娟撰 1984.10.11
- 五 短跑跨欄訓練理論 中華民國田徑協會主辦 波籍加拿大教練馬克 (Gerard Mach) 主講 吳賢文筆記 1985.3.30 於左營
- 六 體育學報 省立體專編印 第十期 1981.6 P280、283、284
- 七 接力賽跑之理論與實際 大文出版社 吳賢文撰 1976.1.1 P121
- 八 十項運動訓練及體能訓練法 Leslie Thomas Boosey (布希) 主編—1984 年 3 月 27 日在台北主講田徑體能訓練法，其講義 P.30 內曾有 Depth Jump (Plyometric Training) 一文。
- 九 運動與動力 健行文化出版公司發行 黃彬彬·林正常合譯 1984.9 初版
- 十 Introduction to Kinesiology 著者 Marion R. Broer 宮畑虎彥譯 ベースボール・マガジン 1973.3
- 十一 基礎運動學 中村隆一·齊藤宏著 醫齒藥出版株式會社 1976.4
- 十二 バイオメカニクス (生體力學とその應用) M. Williams · H. Lissner 共著 大田仁史等譯 醫齒藥出版株式會社 1974.3
- 十三 スポーツ運動のバイオメカニクス Hochmuth 著 遠藤萬里譯 新體育社 1979.3~1980.5
- 十四 身體運動學 淺見俊雄·石井喜八等編著 大修館書店 1979.3 四版