

田徑運動訓練的科學理念之研究

梁素嬌 撰

摘 要

體育、運動的實力代表國力，身為體育、運動從業人員，有義務也有責任來擔當振興體育、運動的大任，筆者從事體育教學與運動訓練二十多年，也是田徑運動員出身，有感於此，想多盡一點心力，但卻又惶恐一己之力微不足道，不過悟及集腋成裘、拋磚引玉之道，便不揣淺陋，提筆以「田徑運動訓練的科學理念之研究」為題來探討分析，一則給予自己或有關的教練、選手能據之以求進。二則希望能提升我國田徑運動水準及各項體育、運動的蓬勃發展，讓我國早日榮登世界先進國家之林，則為宿願。

然田徑運動是一特別龐大的運動項目，本研究將借助於系統分析（System Analysis）研究法以助其成，經探討分析後，得到以下的結論與建議：

一、結論

(一)影響田徑運動成績的因素相當的多，包含了環境因素、選手條件、比賽方法及規則、教練及訓練法，以及各項科學的結合等，其中以各項科學的結合之介入是主宰運動績效成長的命脈。

(二)各項運動科學的領域及其對田徑運動訓練的影響：

1. 運動科學的領域

(1) 自然科學系

- A. 運動解剖、生理學 (Sports Anatomy and Physiology)
- B. (Sports Psychology)
- C. 運動心理學 (Dynamics or Mechanics)
- D. 運動力學 (Sports Medicine)
- E. 運動醫學 (Sports Nutrition)
- F. 運動營養學 (Developmental Kinesiology)
- G. 象徵的運動學 (Symbolic Kinesiology)

(2) 人文社會學系

- A. 體育原理 (Principle of Physical Education)
- B. 體育運動史 (Philosophy of Physical Education and Sports)
- C. 社會體育學 (Social of Physical Education)

D. 體育社會學 (Sociology of Physical Education)

(3) 運動學系

A. 訓練法 (Training)

B. 教練法 (Coaching)

2. 各項運動科學對田徑運動訓練的影響

- (1) 田徑運動訓練可借助於解剖學、生理學、心理學的分析，以供選才與訓練的依據。
- (2) 田徑運動訓練可借助於運動醫學、營養學、發達運動學的分析，以充實並維護運動員的資源。
- (3) 田徑運動訓練可借助於運動力學、體育運動史、體育原理的分析，來開發運動技術及訓練法。
- (4) 田徑運動訓練可借助於社會體育學、體育社會學、象徵運動學的分析，來配合社會及個人的需要，提升運動水準並充實健康和諧的人生。
- (5) 田徑運動訓練可借助於訓練法、教練法來提升各項運動水準。

二、建議

- (一) 吾們從本文之探討與結論中，得知田徑運動訓練是十分龐大而艱鉅的工作，因此必須建立在各項科學的基礎上，所以教練（或選手）應具有科學的理念，此對訓練績效之成長將有助益。
- (二) 田徑運動教練應有悉心求教或容納他人參予訓練的雅量，因身為教練不可能對田徑運動各項及各類科學完全洞悉，必須借助於其他各專家學者來輔佐其成，此十分重要的。

壹、緒論

一、研究動機與目的

國民體育、運動的實力代表國力，此是不爭的事實，易言之，體育、運動先進的國家，其必然富強康樂，同樣地，富強康樂的國家，其體育、運動也必然蓬勃發展，於今我國經濟急速起飛，體育、運動界也在盡一切的努力，戰戰兢兢地來推動體育、運動的發展，藉此欲提升國力與聲望地位，然體育、運動的發展，最重要的是繫於體育、運動水準的高低與否？體育、運動水準的高低又直接受運動員能力的表現而息息相關（註一），而運動能力的表現，形之於外可計量的，不外乎是距離、時間、分數、量度、角度等，也即所謂的運動競賽成績（Performance），但影響運動競賽成績的因素是相當多，且其各因素間關係也錯綜複雜，並互應、互動、互生不已，由此觀之，舉國為振興體育、運動風氣，為提升體育、運動水準之際，身為運動教練或選手，在自己的崗位或所扮演的角色中，一定要有闡新的理念，與

科學化的做事方法或態度，才能有效地依輕重緩急循序追尋並充實我們所需要想要的種種，這樣才有助於運動成績快速的成長，基於此，筆者想以「田徑運動訓練的科學理念之研究」為題，來探討這些問題，一則給予運動教練或選手能據之以求進，二則以收拋磚引玉之效，其最終目的，是希望能提升我國各項體育、運動水準，進而帶動國家體育、運動的蓬勃發展，讓我國早日榮登世界先進國家之林，則為宿願。

二、研究方法

本文之研究方法，採用系統分析（System Analysis）研究法，所謂系統分析，可說是直接針對問題，而對問題有關組織、系統予以剖析，並對各系統給予綜合，是一種科學的做事方法，而這種方法，工商界採用結果，績效卓著，相信運動績效的成長，同樣能借助這嶄新的系統觀念以助其成（註二）。

三、從影響運動成績的主要因素之研究中來探討科學理念的重要

(一)影響運動成績的主要因素之分析

1. 選手條件

所謂選手條件，亦稱之為選手素質，即指選手之體格、體型、體能、年齡、性別、心智狀況等而言。在運動當中，任何一種運動，或某一運動之某一部分，須何種素質之運動員參予，始能發揮其運動績效，此須予重視，日本中京大學平田逸欽教授（醫學博士），曾有這樣的報告：「1976年蒙特婁奧運，男子百公尺參加84人，其身高從選手低者除掉16%的範圍，最低線是170公分，總之，170公分以上才是合格。然平均身高為176公分，所以百公尺之運動員，希望有此身高。至於肥瘦係數，從過胖與過瘦之選手的兩端各除掉16%之範圍，則22.89~24.21之間，為百公尺最適宜之體型，即中等型以上。至於年齡，從18歲~33歲，平均23.9歲，從年齡最高與最低之兩端各除掉16%，20.2~27.5歲為最適宜年齡。至於金牌得主，身長190公分，肥瘦係數23.40（中等型），年齡26歲，此乃理想之選手，銀銅牌者也不例外。馬拉松選手，年齡介於24.3~34.5歲，身高168公分以上，肥瘦係數22.14~23.32（中等型）者，可能成為最優選手。鉛球選手，年齡23.5~33歲，則比較高，身高181公分，肥瘦係數24.73~26.51之高身高者，相當肥壯，也成為該項目所必要。」（註三）……，於下再做個詳細的解說，則可能對此更有明確的認識：

(1)體格與體型

肥胖型者，適合投擲、柔道運動。健壯型者，適合短跑、跳部等運動。正常型者，適合中長距離跑者，瘦長型者，則適合馬拉松運動。如以高大、矮壯來論；則籃球、排球等選手，則須高大，而舉重、柔道選手則以矮壯為宜。是故各運動員，宜選定適合自己體格、體型之運動項目從事，始能收效。

(2)體能

肌力與速度型者，如投擲選手。肌力與耐力型者，如柔道、摔角選手。速度與耐力型者，如中距離跑選手。耐力型者，如長距離跑選手。肌力型者，如舉重、擲部選手。速度型者，如短跑選手。總之，運動績效與所需體能之優劣有至大關係。

(3)年齡

人類一般機能最發達之年齡，分別是這樣的，神經系之機能（機巧、敏捷、平衡……等）最早發展，而其最成熟之年齡在18歲，18歲以後走下坡，肌力系在20歲左右最佳，同樣地，在20歲後也走下坡，耐力系則在40歲達最高峰。然人類最好之綜合體能狀況之年齡是介於25~26歲之間，女子可能提早一至二年（註四），由此可見，運動績效與年齡增減相關甚大。

(4)性別

一般都知道男女因性別之不同，其體能及運動能力是有差異的，但差異之程度如何？女子都比男子差？此則甚少人留意，故於下述之（註五）：

A. 世界紀錄之比：男100，女70~80。

B. 日本文部省體力之比：男100，女70~90。至於體格差，男100，女80~85。肌力差，男100，女90。肌持久力差，絕對肌持久力男>女，相對的負荷，其持久力男=女。全身持久力差，男=女（VO₂max）。

C. 體力診斷之比較：男生100，則女生分別為：

(A) 反復橫跳（敏捷）15歲90，18歲87。

(B) 垂直跳（瞬發力）15歲71，18歲66。

(C) 背肌力（全身肌力）15歲67，18歲58。

(D) 握力（局部肌力）15歲67，18歲63。

(E) 伏臥上體弓身（柔軟性）15歲103，18歲99。

(F) 立位體前屈（柔軟性）15歲110，18歲103。

(G) 全身持久性15歲無性差，18歲無性差。

(5)心智能力

運動員必須有很好的心智能力，如此才能在頂尖競技中獲得勝利，尤其也要有膽大心細不怯場的心態，才能在競爭激烈的比賽中，異軍突出，至於中長跑的選手更要有堅強的意志力始能奏功。

2. 環境因素

(1)氣候環境

貝蒙在1968年墨西哥奧運會（高地）創下8.90公尺跳遠世界紀錄，此不能不說多少受氣候環境之影響，因在高地上氣壓低（如表一），減少重力加

速度，有利於跳躍運動，雖然高地上，人之脈搏數會增加（如表二）（註六），但此對跳躍運動並不會有太大之不利，不過對長距離者跑者，則產生極大影響，所以墨西哥奧運，中長跑以上之成績，甚少出色，其原因在此（按墨西哥係海拔2400公尺高）。另外衣索匹亞雖氣溫高，但因濕度小，所以長跑運動可推展，而其長跑成績也不錯……此等等可見氣候與運動之相關至鉅。

表一 高度與氣壓

0m~760mm Hg
3000m~525
3500m~493
4000m~462

表二 高地與平地之脈搏數

平地~66次/分
4660m~74
5800m~80
6400m~80
7470m~108

(2)器材設備與場地

標槍由竹製、木製以至鋁製及合金或纖維製品，撐竿跳高用之撐竿，由木製、竹製、鐵製以至纖維製，由於其一再革新，使該項運動成績也不斷的進步，至於海綿墊與氣墊之發明，才有所謂背跳式的跳高及各種高級撐竿跳高動作之產生，使跳部成績猛進。另由於塑膠跑道的開發，與跑跳鞋之發明，使跑、跳、擲之成績一次再一次的翻新。

至於賽跑名次之競爭激烈，難以判定，也須借助於攝影機與計時器以輔其成，此等可見設備器材方面的進步，必然使競技成績跟進，然成績愈進步，器材設備之開發更是迫切。

(3)生活條件

良好的生活條件，促使生活水準提高，運動員自然就擁有好的營養、保健、環境等，也因此選手之素質、器材設備……之水準自會提高，所以民富國強，人民生水準提高，體育、運動必然齊進。

3.教練及訓練法

(1)訓練法

間歇訓練法、反復訓練法、循環訓練法、重量訓練法、等長收縮訓練，以致於法特力克及高地訓練法、催眠訓練法、意象訓練法等不斷求新，促使競賽成績大為進步，而成績的進步，也促使訓練法的創新。

(2)教練素養

教練本身之修養，如態度、言行、風度、學養等如果良好，則使選手取信、認真、聽從，運動之推廣及成績之成長就會迅速，反之則事倍功半。

(3)技術的開發

背跳式跳高之採用，使初學跳高者輕易跳過能力所及之高度，旋轉式之鉛球投擲法之發明，也引起一陣共鳴，然魚躍式跳高法，現又被推廣中，尤其站在力學研究之立場，認為它是一種經濟有效之方法。因此，運動技術不斷在演進，而運動成績也不斷在進步，進步之中，人們也更迫切地去作運動技術的開發，不過，它須與各項運動科學結合，諸如借助於生理學、力學……之科學理論為依據，同時也須環境設備的許可，如背跳式跳高，一定要有海綿墊才可。總之，技術的開發，使競賽水準提高，同樣的因競賽水準的提升，也促使技術的再開發，而技術的再開發，必須有各種科學原理的依據與不違乎規則，而也須配合環境、設備、選手素質……，此是一複雜之問題。

(4) 指導法

技術的認識很單純，看書也會懂，但要學會它，尤其要花費最經濟的人力、物力，去獲致最大效果，則較難。為此，運動指導法便在這種需要中因應而生。換言之，運動指導法，乃促使運動學習能發揮經濟有效的功能之手段也。例如：100公尺賽跑，跑到距終點20公尺處，發現跑者之腿提不起來，一般錯誤指導，就在那時，大聲喊「提高腿、擺手臂」，此乃無效的，因在緊張、疲憊之時刻，要求運動員改正錯誤之動作是不易的，學習動作或改正動作，生理學與心理學上告訴我們，必須在最清醒最放鬆之情況下作，才有效果，為此，正確的指導，應在運動員休息後告訴他，並在心情與動作放鬆中去反復操作，此才有效果。所以良好的指導法，須依據各種科學原理。然在正確的指導法實施下，運動競賽成績自然會進步，也因成績的提升，提醒人再去開創更新的指導法。

(5) 調整法

所謂調整法，乃將各式訓練的成果，予以整理、集中成一有系統之力，促使競賽成績的突出表現。競賽成績之好壞，與調整法之實施的得體否？成最直接的相關，而調整法，除需一般科學為基礎外，更應配合選手之心向、素質與競賽場合之特殊性，做全面性的調整，是故調整法與影響競賽成績之各有關因素互為相關。

4. 比賽方法與規則

(1) 比賽方法

同一比賽項目，因競賽規程的不同，可能發生不同之競賽成績，例如——田徑項目每一單位可報名三人，和可報名二人之情況，則有很大差別；它改變了運動員之比賽時間或比賽次數（徑賽）。另外，田徑紀錄雖一再的創新，但不可否認的，將來必然會愈來愈困難，故人類為爭取突破紀錄的滿足，可能會在競賽方式加以修訂，諸如，以往接力賽跑最高的競賽是以國與國方

式的競賽，現在已有洲對洲的比賽，而後又有可能集世界八位好手，而分成二隊之對抗賽，到時接力賽跑成績必然更加進步。

(2) 比賽規則

田徑接力賽跑於東京奧運後規定「接棒者可提前10公尺起跑，而在20公尺接力區完成交接棒。」使得傳接棒能在高速中完成，接力賽成績因而進步很多。然成績之進步亦會使規則、場地、設備隨之更改，像標槍之投擲一度超過百公尺大關，不得不在標槍之重量、結構，或場地之擴大，或廢除該項運動做取捨，雖然後來選擇結構的改變，但選手條件、訓練法……之因素必然隨之受到影響。

5. 各項科學結合

亦即結合以下各科學，來協助、促進運動發展及開發新的理念與技巧，以提升運動績效：

(1) 自然學系

又稱運動方法之主發生系，如運動生理學、運動心理學、運動力學、運動醫學、運動營養學、發達運動學與象徵的運動學等，此乃技術開發之主動力。

(2) 人文社會學系

又稱運動方法催生系，如體育原理、體育運動史、社會體育、體育社會學……，此闡明體育、運動之定義，並在運動、體育之發展歷程中，發現了運動、體育之真諦，因此提升了體育與運動的價值觀，也因而激發了運動、體育之進步再進步。

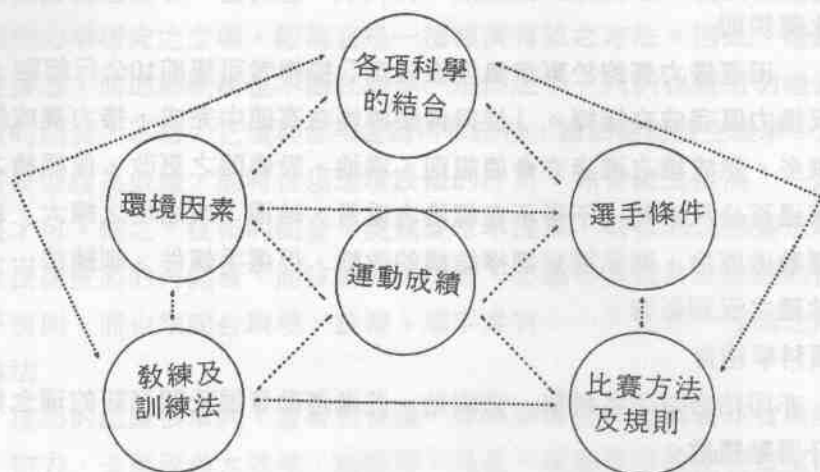
(3) 運動學系

又稱運動方法之促進系，如訓練法、教練法……等，此須結合各種科學理論作基礎，而能使選手能力作最大發揮。

(二) 科學理念的重要性

吾們從上述分析中，發現影響運動成績的因素很多，諸如：選手條件（體格、體型、體能、年齡、性別、心智能力）、環境因素（氣候環境、器材設備與場地）、教練法及訓練法（訓練法、教練素養、教練法、指導法、調整法）、比賽規則及方法、各項科學的結合（運動學系、自然學系、人文社會學系）等，其間除各因素將分別影響運動成績外，因素與因素之間也有互動、互應、互生的密切關係，並產生無窮的變化來影響運動成績的成長，但顯然的，各項科學的結合之此一因素，卻主宰了一切，今編製一圖（如圖一），更能凸顯這個事實，換言之，如果沒有具備運動科學的理念，其它因素條件如何的優越，都無法發揮最好的效能，更何況，運動科學的研究是解決任何運動問題及創造運動佳績的最好途徑

(註七)，因此運動科學受重視，並佔很重要的一環，此乃不爭的事實。



圖一 影響運動成績的主要因素

四、從運動的發生過程來探討運動訓練的相關科學

根據運動發生的過程及相關科學之列表中（如表三），很容易看到的是運動因肌收縮及外力的影響而發生，而這個範圍是運動力學、解剖生理學、運動醫學、運動營養學、教練法、訓練法的研究領域。運動發生後必然會有運動成果（Performance），而達到身體運動的目的（Perpuse of Human movement，如健康、休閒、榮譽、獎金、升學、就業等），此範圍大部分是體育社會學、社會體育學、體育運動史的研究領域。為了達到身體運動的目的，因而產生運動的動機與衝動，而由神經支配肌肉收縮，才發生運動，此範圍，則是運動生理學、運動心理學的研究領域。

經以上的敘述，可了解任何運動，必須借助於許多相關科學的介入而產生績效，尤其運動訓練，更是需要，否則必然事倍功半。至於運動訓練之相關科學，茲彙總如下：

(一) 自然科學系

1. 運動解剖、生理學 (Sports Anatomy and physiology)

乃研究人體構造、型態及生理機能的一門學問（註八），例如從男、女之骨架結構之不同中，可發現男、女運動成績表現很難相同，其運動方法也必然迥異。而運動員在徑賽400公尺賽跑中，跑至250公尺處會有痛苦狀，但而後會產生再生氣，此時便舒坦很多，此即生理現象，而運動員應該了解這個事實，以心理的毅力或借助於訓練去克服這種障礙，則運動成績必然進步。可見運動解剖、生理學的探討與應用，對田徑運動訓練是相當重要的。

2. 運動心理學 (Sports Psychology)

乃以心理學探研人體運動的一門科學。根據哈爾實驗 (C.H.Hull principles of behavior 1943) 說：「結果的獲知越遲延，學習量越少，有效性越喪失」……，以及畢爾 (Biel.W.C) 研究「射擊訓練時」，獲知結果與不知結果者的正確性，以前者較後者為大 (註九)……，足見心理狀況影響運動績效很大。易言之，運動心理學是一門很重要的科學。

3. 運動力學 (Dynamics of Mechanics)

乃是一門以力學原理與公式來分析解釋人體運動，並藉此以增進運動績效的學科；像擲鐵餅選手，因力學公式 $F = m \cdot a$ 與 $f = mV_z / r$ 、 $V = r \times \omega$ 之關係，其投擲距離欲增大，必須作加速旋身及展臂出手以求其利。另跳遠、三級跳遠，或投擲得遠，因拋物線力學公式 $S = V_z^2 \sin \theta \cdot \cos \theta / g$ 之關係，所以欲跳得遠或擲得遠，必須增加助跑或旋身速度。因此將運動力學稱之為運動技術開發之主發生系實在十分恰當。

4. 運動醫學 (Sports Medicine)

乃以醫學的觀點，觀察運動員的訓練情況、營養狀況、生活環境的改善等各種問題，如有傷害、疾病或心理異常現象時，早期的預防和治療，並研擬其防範的對象，此即所謂的運動醫學，及其研究領域。

5. 運動營養學 (Sports Nutrition)

乃研究運動選手在比賽或訓練中所需要的營養，而不僅使運動員健康，而且更要使運動員更強壯、更發達，以利創造運動佳績的一門學問。

6. 發達運動學 (Developmental Kinesiology)

乃研究人類發育、成長、發達、變化或營養等問題，特別是有關運動學習中兒童期的發達階段或正常與異常之差的探討，皆是本學科的研究領域。

7. 象徵的運動學 (Symbolic Kinesiology)

乃研究 Bodyimage 和 Selfimage，美的感覺、文化、人格或動機等象徵面的學問。

二 人文社會學系

1. 體育原理 (Principle of physical education)

體育原理乃研究體育、運動之定義、思想演進及原理、原則之一門學問。

2. 體育運動史 (Philosophy of physical education and sports)

以歷史觀點研究體育、運動的起源及發展過程的一門學科。

3. 社會體育 (Social of physical education)

依據社會結構與需要推動體育與運動，也因運動、體育之推展促進社會祥和、健康、進步，也因此更讓社會更重視體育、運動，此乃社會體育學之研究

及推動的方向及其它定義（註十）

4. 體育社會學 (Sociology of physical education)

體育社會學是以社會學的觀點來研究體育的事實與現象的一種經驗科學，而且是體育研究的基礎學問（註十一）。易言之，體育社會學是研究體育與運動在社會中的一般與特殊的發展及其對人類行為之影響與社會進化的關係之學。而其研究的領域；乃探討如何依人及社會的特性（本質、性格）發展體育或運動的問題，以及分析如何依體育、運動的特性來培養人與社會之互動等問題，研究之範疇可說相當廣乏。

(三) 運動學系

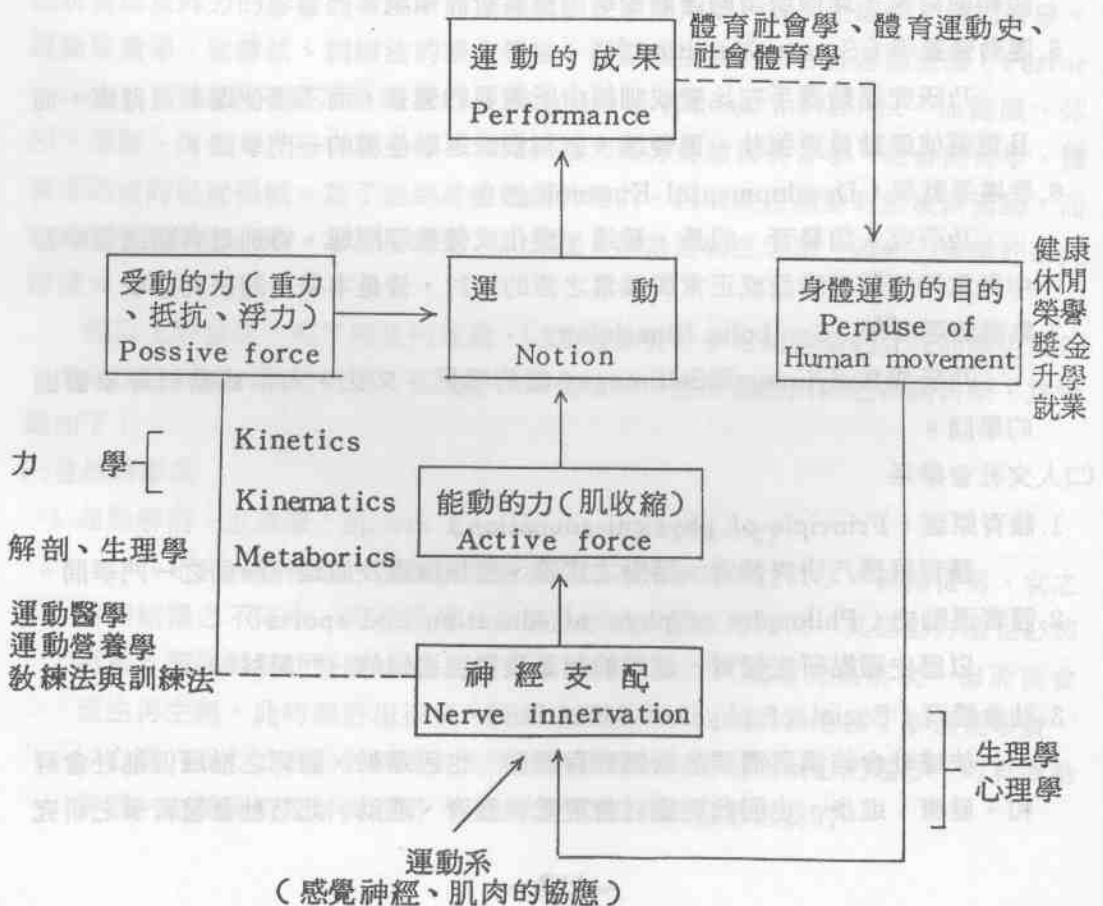
1. 教練法 (Coaching)

乃研究教練素質涵養及指導技巧的一門實驗科學。

2. 訓練法 (Training)

廣義之訓練應包括訓練、休養，而訓練必須不僅能增進體適能（心理、生理、社會、智能等適性），且必須能激發潛能，如此才謂之訓練，而休養係指休息、睡眠、營養、復健、保養等間接影響訓練效果之週遭因素，因此談訓練內容應包含上述條件，才是完整的，但一般談及訓練，僅指單純狹義的訓練而言，亦即不含休養，此是不智、不當的。

表三、運動發生的過程及相關科學



貳、田徑運動科學的綜合分析及探討

一、與跑部有關的

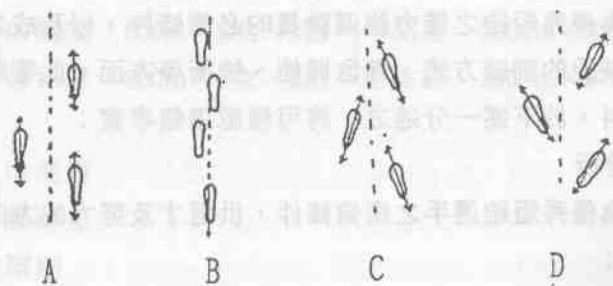
(一) 賽跑手臂前後擺動的分析

根據力學原理觀之；賽跑時雙腿作前後擺振踏步蹬地，其蹬地方向力正是有助於賽跑前進，同理，雙臂擺動如果與雙腿一樣作前後擺振，將會借此反動力增加向前推進，使身體快速前進，但事實上，我們卻發現時下之賽跑選手，跑時雙臂均作向內 30° 之傾斜擺振，顯然其擺振所產生之向前推進力必然減少，此對賽跑不利，但為何要雙臂作向內 30° 之傾斜擺振，而不要與雙腿一樣作前後擺振呢？探究其因，不外乎係因配合人體解剖結構使然，雖然這樣，筆者認為如欲栽培一位優秀的短跑選手，可擬訂一長遠的訓練計劃，如此，雙臂的擺振，便能從小開始（未發育成熟之前）施以得當的訓練，使其日後成為良好的雙臂前後擺振者，而其賽跑成績可能會因合乎力學原理而績效周著。

(二) 賽跑左右腳間隔及體角問題

1. 賽跑左右腳間隔問題

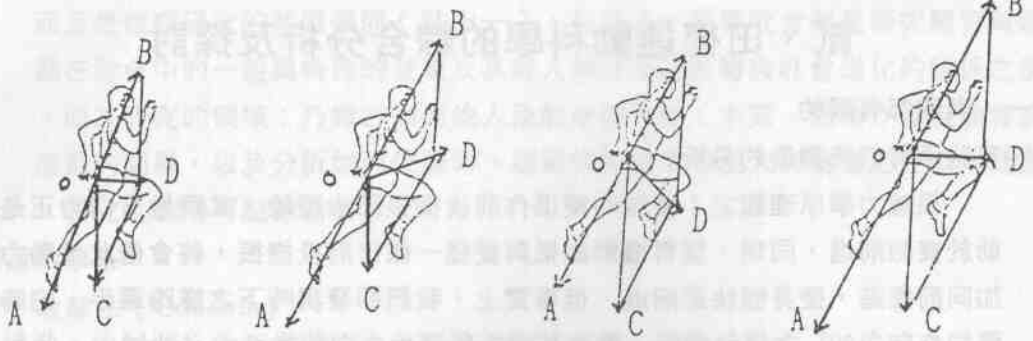
依據解剖生理學及力學觀點；賽跑時雙腳之間隔以合乎人體解剖結構向前邁步為宜，換言之，雙腳以間隔距離10公分（如圖二之A）向前跑步，不僅合乎人體解剖結構而圓滑運動，且其蹬足方向力亦是正前方，其合力甚佳，因此是最理想的跑法，如圖二之B，雖蹬足之方向力亦向前，但卻違背人體解剖結構，必然使動作不自然而吃力，至於圖二之C與D，則不僅違背人體解剖結構，且產生分力，是最不好的賽跑步伐。



圖二 賽跑各種步伐

2. 賽跑體角問題

短距離賽跑起跑的起步後，蹬足力強時的體角，一般以 54° 為宜，而後隨著蹬腿力遞減其體角漸增，此種變化，站在運動科學的立場觀之，可從體角、蹬腿力、體重等因素來分析，於下特以圖示表明並簡述（如圖三）：



正常跑姿，體角 65° ，蹬腿力之反作用力OB與體重OC產生之合力OD，係向前推進，此即有助於向前賽跑。

體重相同，體角也是 65° ，蹬腿力增強，身體推進力變成向前上跳進，此時如果減少體角，也可獲致良好的向前推進力，像起跑起步後體角 54° ，便是一例。

蹬腿力相同，體角也是 65° ，但體加重，則身體推進力向前下（倒下），此時如果要獲致良好的向前推進力，則可增大體角，像長跑以 80° 體角便是一例。

同樣的 65° 體角，但蹬腿力與體重均增加，則跑者向前之方向力必然增大，而跑者快速前跑，因此，蹬腿力與體重同時增加，對短跑有利。

圖三、體角、體重、蹬腿力與賽跑之關係

(三)短跑及接力跑訓練的分析

任何運動的訓練，皆是十分精密且費周章的，田徑短跑與接力跑的訓練也不創刊外，今欲擬訂短跑或接力跑訓練計劃及決定訓練處方，首先必須了解運動員本身之個基本身心狀況，如生理機能、體格、體型、體能及健康等情況，當然也需要了解成為優秀短跑之接力跑運動員的必備條件，以及成為優秀短跑或接力跑運動員所應接受的訓練方式，包含體能、技術等方面，此等將是一門綜合科學結合的應用學科，於下逐一分述之，將可體認這個事實：

1. 短跑訓練分析

(1)了解成為優秀短跑選手之應備條件，供選才及努力的方向

A. 體格：

一般優秀的短距離跑運動員應具備以下之體格條件：

(A)身高男生為 $172\sim 186$ 公分，女生為 $168\sim 180$ 公分。

(B)下肢長而筆直，膝與踝關節較細小，臀部上跳，重心高。

B. 心肺機能：

短距離跑為無氧耐力的競賽，所以跑者須在很短時間內由空氣中攝取到所需的氧氣，以及由心臟中搏出大量的血液給肌肉組織產生能量，因此一位優秀的短距離跑運動員應有強大的心肺功能。

C. 意志力：

天性好強又肯吃苦耐勞，才能接受嚴格的訓練，並任何事情都能有高水平之要求，所以想要成為優秀的短距離跑運動員，應有堅強之意志力。

(2) 短跑運動員應具備之體能因素及其訓練法分析

A. 影響短跑之體能因素（×××最重要，××很重要，×重要）

(A) 敏捷×××

(B) 瞬發力×××（速度×肌力，非單純跳得高或跳得遠就代表短跑之瞬發力大，短跑之瞬發力應在最短時間跳得高並跳得遠才可）

(C) 肌力××

(D) 肌耐力、心肺耐力、技巧×

B. 以能量供應系統論體能訓練法

(A) 100公尺賽跑屬於無氧系統，400公尺無氧系統佔80%，有氧系統佔20%。

(B) 各能量系統的劃分及其訓練法：

磷化的系統—乳酸系統 乳酸系統 氧系統

(PC-ATP)

↓

↓

↓

① 200公尺 98%

2%

0

② 400公尺 80%

15%

5

↓

↓

↓

PC訓練例：

乳酸—氧訓練例：

氧訓練例：

50m×10次×5組—中間安

600m×5次×1組—中間運

1000m×3次×1組—中間安

100m×8次×3組—靜休息

800m×2次×2組—動休息

1100m×3次×1組—靜休息

PC~ATP訓練例：

200m×4次×4組—中間運

400m×4次×2組—動休息

C. 體能訓練原則

(A) 過量負荷之原則

每次訓練時的「質」與「量」，都須全力以赴，到最後階段，盡可能超過前次訓練的負荷，而能有所進步，使選手在心理上產生滿足感。

(B) 負荷的質與量須因人而異

每人之體力情況不可能完全相同，因此在最初開始訓練前，先測出選手各種體能因素的情況，測驗時必須在每人精力最佳狀態下實施，同時亦須認真操作，方能得到確實的記錄。

(C)體能訓練必須認真實施

一般人祇重視技術訓練，而忽略體能訓練，尤其短距離跑的選手更是，其實選手的體能訓練是十分重要的，教練或選手本身均應在操作時，以認真的態度，配合正確的動作姿勢，才能使選手體能達到最佳境況。

(D)體能訓練的進步應採漸進式

教練所擬訂的訓練計劃，須隨各人之進步情況而修正，並以1~2週為一階段，漸漸加重其負荷，不宜操之過急，而影響選手的練習興趣及避免運動傷害的發生。

D.體能訓練應注意事項

(A)經常生病者不宜參加短距離跑體能訓練。

(B)教育程度較低者易自滿，很難有高成就，因此在訓練中，這方面的心理建設非常重要。

(C)傲慢不肯接受指導者，亦不能有優異的成績，因此從事短距離跑體能訓練者，應虛心求進。

(D)缺乏較強的同伴一起練習時，進步較慢，但也不宜劇烈的競爭，以免造成運動傷害或失去自信心。

(E)生活習慣與生活環境的優劣，必然影響接受訓練者的健康和情緒，此宜留意。

(F)訓練環境，如場地、器材、設備等之優劣欠缺，均會影響訓練效果，此也必須重視。

(G)教練的能力與經驗，更是直接影響選手學習的興趣和體力與技術的改進，因此選定優良教練來指導是必要的。

(H)行政人員的素質是否優良，亦會間接影響訓練的成效，如果他們工作熱誠、經驗熟稔，便會增進整體的訓練績效。

(I)訓練前應做充分的準備運動（如慢跑、伸展操、模仿動作、漸速跑等）以免訓練時發生運動傷害。

(J)訓練中以正確的姿勢反覆運動，每一動作必須要求正確，否則效果不佳。

(K)訓練場所必須寬敞，光線夠，以免發生危險事故。

(L)所計劃之訓練內容須配合場地、器材、設備及其需要。

(3)短跑運動技術分析及其指導法

A.決定短跑成績（時間）之主要因素分析

因 $t = \frac{S}{V}$ ，所以影響短跑成績之主要因素，其一速度，其二距離：

(A)距離：200公尺賽跑成績，必然比100公尺賽跑成績時間長。

(B)速度：（決定速度之因素為步頻、步幅）

a.步頻：不易練習，因人之動作頻率不易改變，而被誤解短跑選手是天生，其實不然，反而長跑選手是受遺傳影響至鉅。不過，雖然如此，只要訓練得當，步頻仍可訓練，其方法如下：

(a)無負荷之下訓練：空踩車輪。

(b)助力之下訓練：下坡跑、車拉跑。

(c)心理刺激之下訓練：讓狗追趕（打破生理固定頻率節奏）。

(d)腦神經清醒、肌肉不疲乏下訓練。

b.步幅：增加肌力、柔軟性（關節、肌、腱）可獲得，此因投物線

$S = \frac{V^2 2 \sin \theta \cos \theta}{g}$ 及 $t = \frac{2V \sin \theta}{g}$ 之關係，可發現步幅飛騰角度不宜太

大，以免浪費時間，易言之，不宜跳躍。

B.訓練短跑速度（步幅、步頻）之技巧

(A)起跑

a.以蹲踞式者最佳：

(a)理由：

①史學：1888年美耶魯大學西瑞爾首次使用，1900年二屆巴黎奧運，美國查維斯以蹲踞式起跑方式，11秒獲百公尺冠軍。

②生理學：利用伸展反射原理。

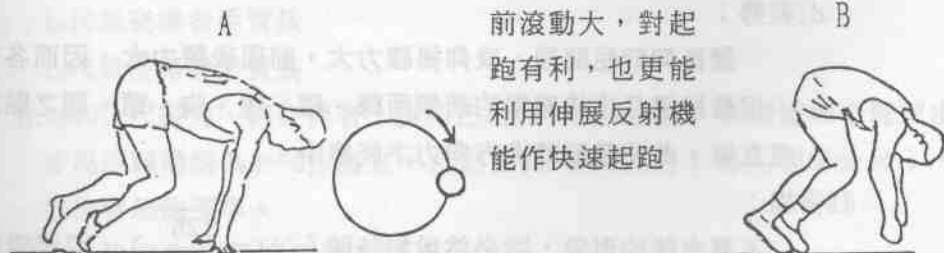
③心理學：全神貫注（定、靜以至於生力）。

④力學：體前傾（重心前移），帶動體前滾，並利用前移動性，收到快速起跑之效（慣性），並獲得有利推動體角（ 54° ），其角度小，配合剛起動之大腳力，有利前進推動。

(b)注意點：

①出發預備時宜體前傾

甲、圖示（如圖四之A與B）



圖四

乙、說明：

A員顯然有利，但其臂力宜強，否則不能勝任。

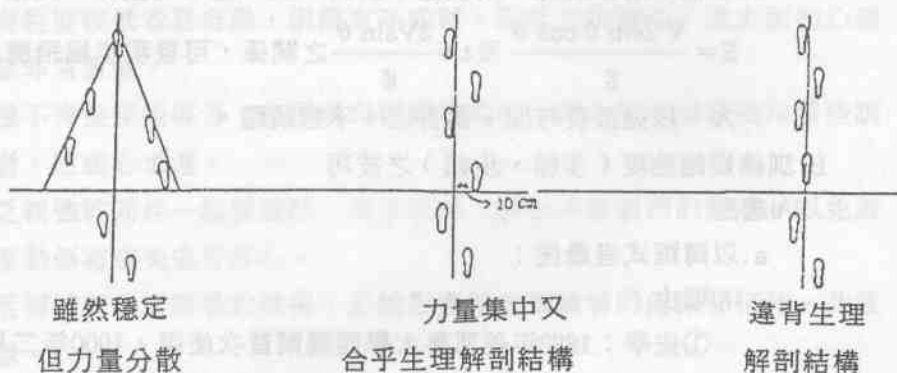
b. 蹲踞式起跑訓練法：

不要只練蹲踞式起跑，宜輔以練習三點蹲伏式及站立式起跑，因蹲踞式起跑之過程，包含上述三種起跑動作，其次，也要訓練上坡及下坡起跑，也要作沙地起跑……1972年慕尼黑奧運百公尺、二百公尺雙料冠軍波索夫（蘇俄）便是這樣訓練。

(B) 起步（含步幅大小與型式）

a. 第一步：不宜大，大則立身體角增大，不易向前推進，可能造成向上推進。

b. 步伐型式（如圖五）



圖五

(C) 中途跑：注意力集中，不要受周圍環境（含選手、觀眾……）影響。

a. 加速：不破壞跑姿下加速前進，體角隨肌力（腳力）減弱，慢慢起身（體角由 54° ~ 65° ）此時步頻由慢至快。

b. 高速維持跑：步幅最大，步頻比前慢，但速度 = 步幅 × 步頻，因此速度仍最快。

c. 減速（衝刺）跑：不要用力而咬牙切齒，應該放鬆並正常為之。

d. 姿勢：

體後仰前屈問題，後仰提膝力大，前屈後蹬力大，因而各有利弊，但最好還是維持適當的前傾而踝、膝、腕、胸、頸、頭之點聯結線成直線，此時蹬腿前進方向力才能集中。

(D) 衝線：

不要有跳的現象，跳必然增加時間（ $\because t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$ ），可選擇直接衝線或轉肩壓線法，或雙臂後甩法。

(4) 整體訓練方面

A. 肌力與速度成正比，因此好的速度必須有好的肌力，因此重量訓練非常重要，除腳肌力外，應同時重視肩、背、上肢肌力，因手臂、肩、背與下肢之力要同時增進始能協調同進，同時臂後擺、前振要有力，正如腳後蹬前踢一樣，此才有利於前跑，其次左、右腳與左、右手之肌力要兼顧成長，才不易造成運動傷害。

B. 充實正確動作後，再加強心肺耐力、肌耐力、速耐力後，再練速度，此對短跑有利，易言之，先練短跑，再練長跑，再練短跑，此對短跑成績有幫助（質→量→強度之理念），我國短跑好手楊隆義、柯明茂、吳金玉……便是一例。

2. 接力跑訓練分析

(1) 決定接力跑成績之主要因素：

A. 成員之賽跑能力。

B. 高速中交接棒的能力。

(2) 達到高速安全的交接棒方法：

A 由上而下：兩人距離1.6m，可不必換手，交棒時稍違背跑姿。

B 由下而上：兩人距離1.2m，可不必換手，但交棒者（二、三棒）必邊跑邊蠕動棒子，交棒時正同跑姿。

(3) 接棒者之起跑時機：

A. 400公尺接力，一般距離交棒者約30足長（男）時起跑，女子則距約21足長起跑，但此隨兩人速度不同而修定，如果交棒者速度快，則接棒者起跑要早，反之則要慢，一種時間差的計算方法很準確，即：

$$L = (T_2 - T_1) \times \frac{30m}{T_1} + L_1 + L_2$$

L代表距離（即理想出發步點距離）

T₂代表接棒者前30m所花的時間

T₁代表接棒者後30m所花的時間

L₁代表交棒者手臂長

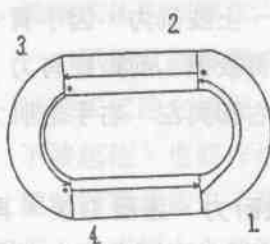
L₂代表接棒者手臂長

B. 1600公尺接力，因交棒者，後面已乏力，為安全計，必須接棒者理想出發步點距離縮短為3~5步為宜，反之如200公尺接力（每人跑50公尺），則接棒者起跑要早。

(4) 路線之決定（400公尺跑道為例）：

A. 換手：右手持交棒，左手接棒。

B.不換手：第一棒右手持交棒開始，第二棒左手持交棒，第三棒右手持交棒，第四棒左手持棒（如圖六）。



圖六

①減少跑距（彎道可跑內道）。

②在彎道上，右手持棒跑不利（力學之觀點）但不顯著，因右手利手較多，可克服此障礙。

(5)棒次決定法：

棒次安排宜十分慎重，以400公尺接力為例，根據 $C_4^6 = 6! / 4! 2! = 360$ ，光6人選4人，其排列組合就有360種，何況規則已更改，註冊者均可排入，其組合種類必然更多，一般決定法如下：

A.速度決定法：

2、4棒係直道，以排定速度最好兩位擔任。

B.接技巧決定：

(A)短距加速快者及反應靈敏、起跑快者跑1、3棒，一般以跳遠選手擔任第3棒。

(B)衝刺快、鬥志好者，排第4棒。

(C)傳接技巧好、機敏性高者排第2、3棒。

(D)擅於彎道跑者，安排在彎道跑之棒次（亦即排在1、3棒）。

(E)擅於搶道者，安排在搶道之棒次（如1600m接力，第2棒便是）。

(F)擅於跑上坡者，安排在上坡路段，反之擅於跑下坡者，安排在下坡路段（公路接力跑便是）。

(G)左拐者排在左手傳接棒之棒次。

C.體格決定法：

(A)體重較重者不宜排在彎道跑之棒次（亦即不宜排在1、3棒）。

(B)身高者不宜排彎道跑之棒次，反之矮者較宜。

D.體型決定法：

體型中型適宜跑彎道（排1、3棒），比體重30~34，及身高體重差指數110~114者為中型體型。

E.專長決定法：

跳遠者排在3棒為宜（距離短，且須反應快、敏捷好），中長跑者亦可排在彎道跑（第3棒），因速度慢及習慣使然。

F. 身材高矮次序決定法：

由矮至高為，千萬不宜一高一矮之排列，此交接不易。

G. 耐力決定法：

400公尺接力為例。各棒所能跑最長距離，第1棒110公尺，第2、3棒130公尺，第4棒120公尺，因此耐力優者可跑第2棒或第3棒。

H. 心理背景與棒次安排：

瑜亮之爭之死對頭，排2、4棒或1、3棒為宜，自信心高、鬥志強者，排在最後一棒，或由選手自己決定（心理自信）。

四、長跑問題

1. 參予長跑，具備的科學理念

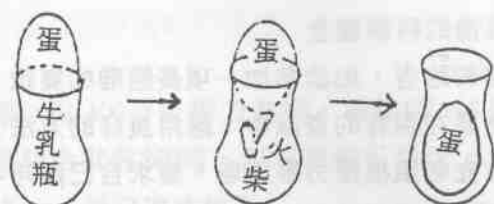
一位長跑的跑者，如欲參加一項長距離的賽跑，假如您是一位有科學理念的選手，必然要在現有的資源中，應用良好的方法去爭取最好的成績，例如；這位跑者，首先必須根據力學原理，要求自己跑時中途不宜停頓，因慣性定律提示我們，停下來再起動是費力且加速不易會耽誤時間的，而運動中要讓跑者停下也是不簡單且十分可惜，因此跑者中途停下是最不利的。其次宜根據醫學、生理學、心理學等科學，要先瞭解自己身心狀況，以及跑時可能發生的身心變化，例如跑者跑至一段距離時，必因使用能量系統轉換而不適應，產生痛苦狀（如中距離跑的死點、馬拉松跑的撞牆），則必須體念此乃生理現象，如能借助心理的毅力及意志力去克服，則會苦盡甘來，而後將能順暢的跑下去。其次也須瞭解賽前飲食的重要，除營養的攝取外，飯後幾時跑最理想，也應有所認識，例如問卷調查得知：食後三十分而跑者，發生腹痛的比例佔88%，食後馬上跑者75%，飲水後馬上跑佔63%，食後兩小時的佔50%，空腹的佔25%，因此可見跑時腹痛與飲食有關（註十二）。當然為健康而跑步的跑者，其最要的事，是如何跑得健康；所以跑者在跑前除應作好健康檢查，並防範運動傷害的發生外，對運動裝備、衣著、鞋子、路況等應多予關心，易言之，選擇適合人體工學的衣鞋與裝備及路況深入的了解，讓跑者本身能舒服愉快地跑。其次，跑的中途發現有胸痛（自覺）或臉部發白、冒冷汗（外觀）時，宜減速或中止賽跑，至於跑後的休養工作更應賦予關切。總之，身為長跑者，對綜合科學的認知是相當重要的。

2. 高地與濕氣大對長跑不利之原因

(1) 理論依據

煮熟剝皮的一只蛋置於空牛乳瓶上（如圖七），則不能落下瓶內，但經點燃一支火柴放入瓶內，然後立即將同一只蛋放在空牛乳瓶上，則蛋會不破地落入瓶內，其原因，乃對內 O_2 燃燒造成低壓（比760mmHg分壓低），而瓶

外，仍然是760mmHg（成高壓），所以蛋會落入瓶內，其理由乃空氣成分O₂佔21%，N佔79%，CO₂佔0.03%，按照分壓來計，O₂為760mmHg×21% = 160mmHg，N為760mmHg×79% = 584mmHg，CO₂則為0.23mmHg分壓，為此當O₂燃燒後，則自然喪失了160mmHg之分壓，成了低壓狀態（約600mmHg分壓），所以蛋因瓶外仍為760mmHg高分壓之壓力，而致使蛋落入瓶內；同理，在溫熱地區，因溫度高有濕氣，不僅因熱氣產生膨脹，使其密度小，造成輕量之現象，而且又因濕度大，氣壓低，至使外面冷風或冷氣侵入而形成了所謂颱風。



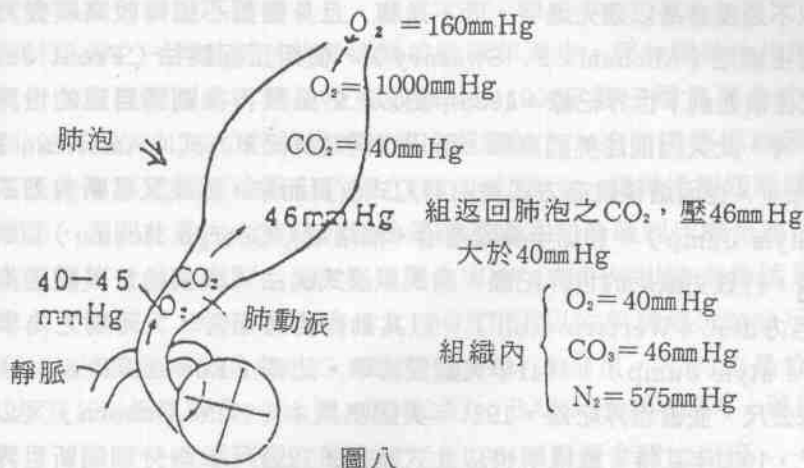
圖七

(2) 討論與分析

由於上述理論的依據，自然可探討高地與濕氣對長跑成績之影響：

A. 因一般平地（正常或一般狀況），由上計得O₂壓成160mmHg，而進入人體肺泡，只成100mmHg分壓，此乃因氣溫37°C高，有濕氣，在100/100飽和狀態，所以降成100mmHg分壓，此100mmHg之分壓，俟進入動脈則只成40~45mmHg（如圖八、表四），因此，如果在高地上（氣壓低），其O₂壓必然小於160mmHg，同理，進入人體肺泡之O₂壓，則比100mmHg分壓低，此乃吾們謂之乏氧狀況，造成高地長跑困難之原因（註十三）。

B. 由於上述濕氣與O₂分壓有關，濕氣大則O₂分壓相對減少，所以台灣因天氣熱，濕氣大，長跑成績不易好，然衣索皮亞，雖熱，但因濕氣小（不潮濕），所以尚能推動長跑運動，而日本天冷又乾燥，亦有利於長跑的訓練，所以其長跑運動員能擠入世界群雄之林。



圖八

表四 (註十四)

說明	項目	數值				
		PO ₂	PCO ₂	PN ₂	濕度	溫度
吸	氣	160mmHg	0.23	584	與大氣同	外氣溫
肺	泡	100	40	575	飽和	體溫
動	脈血	96	40	575	飽和	體溫
靜	脈血	40	46	575	飽和	體溫
組	織	<40	46 <	575	飽和	體溫
呼	氣	116	32	575	飽和	體溫

※一氣壓之空氣 O₂=21%，CO₂=0.03%，N₂=79%

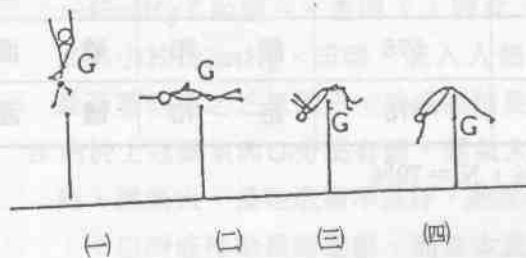
二、與跳部有關的

(一)從跳高的動作沿革來分析未來跳高技术之開發

1792年德國體育家顧茲姆斯 (Johann Friearich Gutmuths)，在其所著的「青年體操」一書，即有跳高運動的記載，但當時跳高方式大多採用自然跳法 (Nature Jump)，此跳法，顧名思義，乃自由方式的跳高方法，其後才有剪刀式跳法 (Old Scissors Style Jump)，又稱跨式跳，此式即跳起後以雙腿作夾腿動作過竿，尤如剪刀而得名。到了1876年英國馬歇爾·布魯克創了所謂蘇格蘭式跳法，此式以腳、背的順序過竿，與目前背向式跳法 (Fosbury Style Jump)

差不多，只不過後者是以頭先過竿，而不是腳，且身體重心提得較高較費力。直至1892年美國史威尼（Michael. F. Sweeney），使用正面跳法（Front Jump）跳過1.95公尺佳績並創下世界紀錄，1985年更以1.97公尺再次刷新自己的世界紀錄，因此名噪一時，此又因他住美國東部，所以也稱為美國東方式（American Eastern Style Jump），也因這種跳高方式是由剪刀式改良而來，因此又名新剪刀式（New Scissors Style Jump）。1912年美國喬治·海洛尼（George Horine）以2.01公尺優異的成績，打破史威尼的世界紀錄，喬氏以滾式跳法，因創始於美國西海岸，所以稱之為西方滾式（Western Roll），以其動作姿勢而言，又可稱之為半俯衝式（Half dive style Jump），1941年美國愛德華·比森（Edward Beeson）也以此式跳過2.02公尺，並破世界紀錄，1924年美國奧斯本（H.M.Osborn）又以此式跳過2.03公尺，1953年瓦特·戴維斯也以此式跳過2.12公尺，均分別刷新世界紀錄。直至1957年俄國尤利·史特巴諾夫用改良式西方滾式跳過2.16公尺，有位記者稱它為正面俯衝式（Front dive），此式即當時最流行的腹滾式（Belly Roll），或稱戴普·史多拉滾式，其後1959年美國約翰·同馬遜（John Thomas）亦以此式跳過2.17公尺的世界紀錄，雖然在此之前，美國史遜亞士曾以此式跳過2.10公尺並破世界紀錄，不過未被重視。到了1968年墨西哥奧運，美國福斯伯利氏（Dick Fosbury）以其新創的背向式跳法，跳過2.24公尺打破奧運紀錄並得冠軍，因而也就興起了背向式跳高時代的來臨，直至今日仍為各國跳高運動員所熱衷採用（註十五）。

從以上跳高動作沿革史中得知；跳高動作的演變，係受力學公式 $W=F \times S(h)$ 及生理、解剖結構之影響所致，亦即人體過竿時之合成重心愈接近橫竿或低於橫竿，且動作合乎生理、解剖結構，為跳高技術改進之方向，因此於今如要開發理想的跳高方式，那魚躍式的跳高方式（如圖九、圖十）便是其中之一。



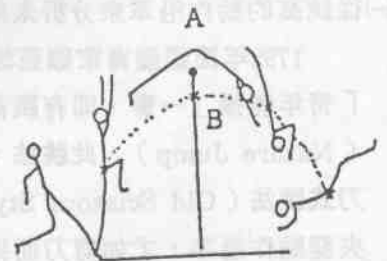
(一) 自剪蘇
然刀格
式式蘭
式

(二) 西腹
方滾
滾式
式

(三) 背
向
式

(四) 魚
躍即
式將
開
發

圖九



圖十

二) 從器材沿革來分析撐竿跳高

器材設備之一再革新，使得運動成績年年進步，例如標槍由竹製、木製以至鋁製及合金或纖維製品，標槍投擲成績也由1904年第三屆奧運會的53.90公尺，進步到1987年的104.80公尺的世界紀錄（舊標槍），迫使田徑場幾乎不敷使用，如果不是力學專家將標槍重心前移（1987年以後），使得投擲距離驟減，而解決這個難題，否則此最古老傳統的標槍運動項目不知會遭到什麼命運？同樣地，撐竿跳高之撐竿，也由木製（1896年奧運會W. W. HOYT以柁木棒跳過3.30公尺得到金牌）、竹製（1900年奧運會，I. BOXTER以竹竿跳過3.30公尺得到金牌，一直到1948年奧運得到金牌的G. SMITH跳過4.30公尺，用的也是竹竿）、鐵製（1952年及1956年奧運會，F. K. FOSS及L. BARNES都用鐵竿，跳過4.30公尺得到金牌），以致於改進到現在的纖維竿（1964年奧運會開始起用，一直到今），由於不斷的革新，其撐竿跳高成績，由1896年第一屆奧運的3.30公尺，進步到1988年第二十四屆奧運的5.9公尺（當時的世界紀錄為6.05公尺），其間十項運動之給分表也因此被迫修正。此等成績進步神速，如說歸功於器材的革新實不為過，像撐竿由以前簡陋的器材與規格，改進到現在必須配合選手的體重、速度、握竿高度、反撥力的方向、手的配置等而設計的纖維撐竿，其種類以NISHI廠牌來講，就有三十六種之多（如表五），在這種配合人體工學、材料學等科學設計出來的器材，使用者如不創造佳績，實在汗顏。

表五 HISHI廠牌之撐竿種類

品 番	長 度	適 用 體 重
	M	kg
P325/A	3.25 (10' 6")	31.5以下 (701bs以下)
P325/B	3.25 (10' 6")	32.0~40.5 (70~901bs)
P325/C	3.25 (10' 6")	41.5~49.5 (91~1101bs)
P360/A	3.60 (12ft)	36.0~45.0 (80~1001bs)
P360/B	3.60 (12ft)	46.0~54.0 (101~1201bs)
P360/C	3.60 (12ft)	55.0~63.0 (121~1401bs)
P400/50	4.00 (13ft)	50 (1101bs)
P400/54	4.00 (13ft)	54 (1201bs)
P400/59	4.00 (13ft)	59 (1301bs)

P425/54	4.25 (14ft)	54 (1201bs)
P425/57	4.25 (14ft)	57 (1251bs)
P425/59	4.25 (14ft)	59 (1301bs)
P425/61	4.25 (14ft)	61 (1351bs)
P425/63	4.25 (14ft)	63 (1401bs)
P425/66	4.25 (14ft)	66 (1451bs)
P425/68	4.25 (14ft)	68 (1501bs)
P425/70	4.25 (14ft)	70 (1551bs)
P460/61	4.60 (15ft)	61 (1351bs)
P460/63	4.60 (15ft)	63 (1401bs)
P460/66	4.60 (15ft)	66 (1451bs)
P460/68	4.60 (15ft)	68 (1501bs)
P460/70	4.60 (15ft)	70 (1551bs)
P460/73	4.60 (15ft)	73 (1601bs)
P460/75	4.60 (15ft)	75 (1651bs)
P460/77	4.60 (15ft)	77 (1701bs)
P480/68	4.80 (15' 9")	68 (1501bs)
P480/70	4.80 (15' 9")	70 (1551bs)
P480/73	4.80 (15' 9")	73 (1601bs)
P480/75	4.80 (15' 9")	75 (1651bs)
P480/77	4.80 (15' 9")	77 (1701bs)
P480/80	4.80 (15' 9")	80 (1751bs)
P500/73	5.00 (16' 5")	73 (1601bs)
P500/75	5.00 (16' 5")	75 (1651bs)
P500/77	5.00 (16' 5")	77 (1701bs)
P500/80	5.00 (16' 5")	80 (1751bs)
P500/82	5.00 (16' 5")	82 (1801bs)

(三)分析貝蒙式跳遠8.90公尺之傳奇

在一連串的田徑運動紀錄被翻新時，惟有1968年墨西哥奧運會跳遠好手貝蒙，跳了8.90公尺的世界跳遠紀錄，直至1991年始被美國鮑威爾選手以8.95公尺打破，相隔整整23年之久，其原因？固然很多，但從墨西哥的地理環境探究可得一二；墨西哥位於海拔2400公尺高度，按高度愈高，重力加速度愈小，此對跳遠運動有利（ $\therefore S = V^2 \sin \theta \cdot \cos \theta / g$ ），因地球受重力（Gravity）作用，其大小由牛頓發現，此重力加速度值，由於地球的中心至表面距離不同而異；像巴黎980.9cm/sec²，雅加達978.2cm/sec²，舊金山980cm/sec²，東京979.8cm/sec²，

靠近赤道重力加速度值(g)愈小，一般採用 $980\text{cm}/\text{sec}^2$ ，(註十六)，因此高地重力加速度較小，此對跳遠有利。

四)全能運動員所選擇的跳高方式

民國六十六年台灣區運動女子全能運動(七項運動)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，雖然其成績不如李蕙所保持的最佳紀錄三六八四分好，但她年紀十五歲，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，並有興趣對全能運動選手在跳高中選擇腹滾式為方法的利弊提出討論。

在此首先對全能運動競賽予以剖析：

其一：全能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：全能運動競賽，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，是全能運動員須注的。

其三：全能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，結果必然不堪想象，故項項安全又穩定的演出，是全能運動員必需注的。

從以上的分析得之，全能運動員欲成功演出，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，則全能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，俾使全能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：

(1) 力學的分析

A. 助跑距離：

東德女子腹滾式跳高選手艾克曼(一九七七年世界杯田徑賽以一·九八公尺獲冠軍)，其助跑距離約六步(註十七)，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(註十八)。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，現又假定一位好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次×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公尺×18）的距離。

B. 助跑步伐：

腹滾式採彈躍步（①踵趾趾（或趾趾）著地，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以腳尖著地，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、節奏性，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 $f = mV^2 / r$ 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 $P = mas / t$ 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一求向上的能力發揮，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（註十九）得知，助跑在高速中進行，故著地起跳瞬間，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，均採腳外側著地，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.著地動作：

腹滾式以跨腿及二手作三點著地（或以跨腿側之身體多部位，作大面積著地），動作自然且與墊子或沙地衝擊之力小，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。

(2)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.由於著地方式的不同，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：

(1)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。

(2)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。

(3)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，蘇俄的跳高斯人，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：

(1)腹滾式由於助跑、起跳及著地的特殊，較背跳式不易受傷，比較不會影響訓練及爾後的比賽。

(2)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。

(3)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：

(1)在追求時髦（改用或啟用背向式跳高方法）之餘，我們應了解腹滾式之跳高

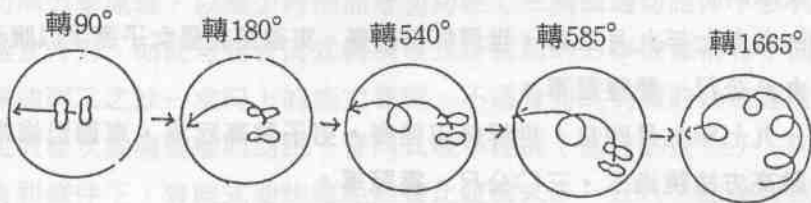
方法還是一種經濟有效又安穩的跳高方式。

(2)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。

三、與投擲有關的

(一)旋轉投擲的問題

鉛球、鐵餅、鏈球等投擲項目,為增加其投擲距離,必須在出手前增大加速度(因力量=質量×加速度),然在有限的範圍(投擲圈)內,必須借助旋身始能奏效,但到底應轉幾圈是最有利,此乃十分重要的問題,吾們從國際高水準的各項競技中觀察得知;鏈球一般轉三圈,但最近也有轉四圈的了,而花式跳水、單槓後迴環下、地板運動之後空翻等亦然,可見人體轉三圈或最多轉四圈是目前最普遍的了,此也對各項運動較有利,根據國立師範大學許樹淵教授於民國80年12月15日在國立台灣體專授課,曾提及自己作過研究;發現國人之人體轉三圈的速度最快,而後便減速,此也證明這個事實,然為何轉三圈或四圈後會減速呢?此值得探討,筆者認為此可能繫於生理(肌力)、心理、訓練等因素使然,換言之,肌力佳、訓練有素、身心狀況好,則多轉一圈或半圈(其速度必愈來愈快)未嘗不可,此也許是未來的努力方向,因此筆者於下據此設計轉四圈的鐵餅旋身方式供參考採行(如圖十一)。



圖十一

(二)推鉛球之腕關節屈伸角度大小之研究

根據人體解剖學觀之,人體之腕關節屈的角度是 $90^{\circ} \sim 95^{\circ}$,伸的角度是 $60^{\circ} \sim 75^{\circ}$,易言之,其可動的範圍是 $150^{\circ} \sim 170^{\circ}$,如果又依據 W (工作量) $=F$ (力量) $\times S$ (功距離)的力學公式來分析,顯然推鉛球選手,其腕關節之可動範圍愈大,其功距離(由預備至出手之距離)必然較大,因此工作量增加,其投擲力增強,投擲距離增長,質此之故,身為鉛球教練,在選才方面及訓練上,對此不得不賦了關心,換言之,在選才時作各項檢定時,不要忘記作腕關節之可動範圍的測定,因出手瞬間的力量是相當重要的,而腕關節之可動範圍大小及動作的加速度決定了出手瞬間之力。在訓練上,要瞭解推鉛球選手有

了良好的腕關節可動性後，還須作強化其肌力的訓練，此才能獲致很好的加速度動作，因 F （力量）= m （質量） $\times a$ （加速度），因此在從事培養關節可動性的柔軟操、伸展操時，不要忽略肌力的強化訓練，同樣的強化肌力之訓練之中，一定要培養各關節的可動性及肌肉柔韌性。

（三）舉重選手為何不能成為優秀的投擲選手

舉重選手，當然是非常有力的選手，因此照理來講，舉重選手應該是很好的投擲選手，但事實並非這樣，此因何在？吾們可從運動技術結構來分析，便可知其一二；像舉重的動作，是將槓鈴由下向上舉起，其作用之方向力是由下向上垂直之力，而鉛球的動作是將鉛球由下向前上推，鐵餅與鏈球則以旋身後快速作前上擲出，其作用之方向力均屬由下向前上之力，顯然兩者完全不同，此如進一步分析更可了解這個事實，例如舉重選手垂直跳躍平均高度是其他運動員中最好的，但其跳高成績都比不上跳高選手便是一例。其次，舉重選手舉的是重物，在體能的探討中，其屬肌力型或偏重肌力的動力型（瞬發力型）的體能，而田徑投擲項目所持器物；鉛球男16磅，女4公斤，標槍男800公克、女600公克、鏈球男16磅、鐵餅男2公斤、女1公斤，其重量並非很重，其所需體能屬動力型（瞬發力型）或偏重動力（瞬發力）的肌力型，此亦有所不同。基於以上的不同點，我們便可知道要將舉重選手與田徑投擲選手畫上等號是不可能的，也讓我們了解田徑投擲選手的重量訓練，必須配合技術動作來作，亦即應重量訓練中揉合技術成份在內一起操作，簡言之，宜從事體技能的訓練，可謂體技能＝體能 \times 技術，此非常重要的，否則當事倍功半，或不為功。

（四）投擲項目成績一再進步所衍生的問題

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度（原先鉛球投擲角為65度，從來改為45度，鐵餅、鏈球為45度），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（註二十）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。其次，有人建議從增加投擲器具之重量著手例如標槍改為1公斤（原0.8公斤），男子鐵餅改為2.4公斤（原2公斤），但卻遭受到許多專家反對，他們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，則必須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，暫時解決了此棘手的問題，但誰知而後會衍生那些問題。

四、與跑、跳、投擲有關的

(一)男女田徑運動成績表現的分析

男女性差絕對存在，此乃不爭的事實，歷年來奧運會上及至目前為止，在各項運動競技表現上，男性總是比女性優（註二十一），雖然很多研究表示，不久的將來，女性可能與男性在運動場上會並駕齊驅，或有超越的可能，像洛杉磯加大（UCLA）生理學家惠普和沃德表示，根據他們研究男、女運動員1920年代以來的表現，女性選手成績進步速度比男生快一倍。研究人員說：「雖然現行女性世界紀錄保持人的成績均比不上男選手。不過兩性間成績差距正急速拉近。」研究人員認為，從女性跑者進步速度來看，最慢下世紀中葉就可以追過男選手。部份選手甚至可能在1998年時就和男性一樣優異。研究中指出，女性選手於2015至2055年間，在200公尺、400公尺、800公尺及1500公尺項目上，可望和男選手跑得一樣快（註二十二），不過筆者懷疑這種的預測，因從綜合科學角度來分析，光從人體解剖學觀點來看，女性就有許多比男性不利於運動的情況，如女性個子矮、體重較輕、肩胸亦狹窄、骨盤寬廣而手腿短、大腿骨斜度大，此等對跑、跳、投擲顯然造成不利，再從生理學觀點來看，女性有生理經期之麻煩，當然也會心理困惑，其次女性皮下脂肪層較男性厚，雖然此對耐寒或長泳諸類運動稍為有利，但助益不大，今如進一步從體能來分析，發現女性除了柔軟性及相對的負荷，其持久力以及全身持久力（ V_{O_2max} ）與男性較接近外，其餘各項體能皆不如男性，再從田徑運動各項記錄來分析（如表六），除了不同重量的投擲項目之一的鐵餅（男二公斤，女一公斤）其女性投擲距離比男性稍好外，其餘各項，男性皆比女性好，連男性跑3000公尺障礙的成績，都比女性不設障礙的3000公尺跑成績好，而不同重量的推鉛球（男十六磅，女四公斤）、擲標槍（男八〇〇公克，女六〇〇公克）等，男性也都優於女性，此可見女性運動員，未來想超越男性的表現，似乎不能的，雖然目前女性運動表現進步神速，但在某一階段定會因性差的關係而遭遇瓶頸，此乃筆者的看法。

表六 1988漢城奧運會後之世界及奧運田徑紀錄 1688.10.5止

項 目	男 子		女 子		備 註
	世界紀錄	奧運紀錄	世界紀錄	奧運紀錄	
100m	9.83	9.92	10.49	10.54	
200m	19.72	19.75	21.34	21.34	
400m	43.86	43.86	47.60	48.65	
800m	1 : 41.73	1 : 43.0	1 : 53.28	1 : 53.43	

1500m	3 : 29.46	3.32.53	3 : 52.47	3 : 53.96	
3000ms (男)	8 : 05.4	8 : 05.51	8 : 22.62	8 : 26.53	
3000ms (女)					
5000m (男)	12 : 58.39	13 : 05.59			
10000m	27 : 13.81	27 : 21.46	30 : 13.74	31 : 05.21	
馬 拉 松	2° 06 : 50	2° 09 : 21	2° 21 : 06	2° 24 : 52	
110mH (男)	12.93	13.17	12.25	12.38	
100mH (女)					
400mH	47.02	47.19	52.94	53.17	
400mR	37.83	37.83	41.37	41.60	
1600mR	2 : 56.13	2 : 56.16	3 : 15.18	3 : 15.18	
20km競走 (男)	1° 19 : 12	1° 19 : 57			
50km競走 (男)	3° 38 : 17	3° 38 : 29			
跳 高	2.42	2.38	2.09	2.03	
跳 遠	8.90	8.90	7.52	7.40	
三級跳遠 (男)	17.97	17.61			
撐竿跳高 (男)	6.05	5.90			
鉛球男16P	23.06	22.47	22.63	22.41	
女4kg					
標槍 (男800g)	87.66	85.90	78.90	74.68	
(女600g)					
鐵餅 (男2kg)	74.08	68.82	76.80	72.30	
(女1kg)					
鏈球 (男)	86.74	84.80			

(二)以能量消耗學說立場來分析田徑運動訓練與比賽

運動員從事各種運動，由於每一種運動的特性皆不同，其所使用之能量系統均有別（如表七、表八），今如果要提升各項運動能力，必須了解運動員所參予的運動及其所使用之能量系統並予以強化，而強化的方式，亦即訓練法的決定，必須依據表九、表十所列之方法去作始能奏效（註二十三）。其次運動員接受訓練後，能量資源充實了，在參予運動比賽時，必須懂得如何經濟有效地去利用，例如運動員賽前過度緊張，或熱身活動與講話太多，必會折損已存身上的能量而不自知，此影響了比賽成績至鉅，真值得我們留意。再者，田徑各項投擲運動選手常在轉身推出中，已將能量全部消耗掉，忽略了留一點力，

足以供給作投擲出去後的身體平衡的維持力，此也是大錯特錯的，因無力維持擲出後的身體平衡穩定力，必然會超線犯規，以至於徒勞無功，同理，田徑跳部各項運動選手，如以全部力量去作快跑動作，而無留力於起跳及空中量力作的完成，而造成踏板或起跳不準，以及而後空中動作的雜亂，此皆不知的，總之，任何一項運動的競技，其使用能量的分配十分重要，馬拉松賽跑之配速也是同樣的道理，往往我們會發現馬拉松選手跑到終點還有力量，或跑到35公里（全程42.195公里）便跑不動，此皆是能量使用分配不當，必須注意。

表七 各種運動之能量供給情況

百分比 能量系統	運動項目	籃球	田賽 排球	拳擊 羽球	400m	100m 200m	5000m	800m	1500m	3000m	10000m	馬拉松
磷化物—乳酸系統		85	90	45	80	98	10	30	20	20	5	0
乳酸系統—氧系統		15	10	45	15	2	20	65	55	40	15	5
氧系統		0	0	10	5	0	70	5	25	40	80	95

表八 能量供應系統的四個分區比較表

訓練時間	系 統	項 目
2—30 秒	ATP-PC	鉛球、100m
30—90 秒	ATP-LA（乳酸）	200—400m、100m游泳
90—180秒	乳酸+有氧	800m、體操、400m游泳、拳擊、摔角
180秒以上	有氧	越野、足球、慢跑、馬拉松

表九 各訓練法與有氧、無氧系統之關係表（附表1.表2.）

1.

訓 練	無 氧	有 氧
Jog	5%	95%
持續快跑	10	90
山坡慢跑	20	80
短間歇	30	70
慢配速間歇	40	60
法特力克	50	50
800m	60	40
短跑山坡快跑	70	30
反復快速間歇	80	50
短距加速	90	10
最大速度短距反復	95	5

2.

方 法	ATP+LA (乳酸)	LA+ 有 氧	有 氧
加速衝刺	90	5	5
連續快跑	2	8	90
連續Jog	2	5	93
中隔衝刺	85	10	5
間歇衝刺	20	10	10

表十 各種能量系統之訓練距離、次數及休息方式

主要能量 系 統	訓練距離	每 組 訓 練 反 覆 數	每 次 訓 練 組 數	每 次 訓 練 全 反 覆 數	運 動 休 息 比	休 息 方 式
	(公 尺) 跑 步					
磷化物系統	50	$10 \times 5 = 50$			1 : 3	安靜休息
	100					
磷化物 系統	200	$4 \times 4 = 16$			1 : 3	運動休息
	400					
乳酸 系統	600	$4 \times 2 = 8$			1 : 2	運動休息
	800					
氧 系統	1000	$5 \times 1 = 5$			1 : 1	運動休息
	1200					
氧 系統	1000	$2 \times 2 = 4$			1 : 1	安靜休息
	1200					
氧 系統	1000	$3 \times 1 = 3$			1 : 05	安靜休息
	1200					
氧 系統	1000	$3 \times 1 = 3$			1 : 05	安靜休息
	1200					

㊦ 量化分析在田徑運動指導上的重要性

以往運動訓練只重視技術指導，目前已注重指導技術，而在指導技術中以量化分析的指導被今日優秀教練廣泛應用，其績效也十分顯彰，於下分述有關者：

1. 短跑方面：

(1) 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，二百公尺20秒正的奇蹟（註二十四），其方法，即如30公尺成績進步，60公尺成績不進步，則表示心肺耐力、肌耐力、速耐力等宜強化，同樣地，如30公尺成績不進步，60公尺成績進步，則表示起跑與加速階段不進步，應該加強訓練。另外以60公尺成績 + (60公尺成績 - 30公尺成績) \times 4/3 = 自己不減速情況之100公尺成績的公式，求其結果來了解自己在心肺耐力、肌耐力、速耐力等好的情況下，應跑的百公尺成績，以作為努力之指標。

(2)改變跑者步幅後，測驗其百公尺成績，供選手個人選定適合自己的步幅或步頻，例如如在跑道上隔2.20公尺或2.30公尺各劃一條線，在接近同一條件下，讓跑者分別以2.20公尺或2.30公尺之步幅跑百公尺並測驗其成績，如果跑者以2.20公尺之步幅跑百公尺成績較好，則表示現階段這位跑者應以2.20公尺之步幅跑百公尺最適宜。

2. 接力跑方面：

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，因此接力棒次安排非常重要，於下提出幾種決定棒次方法供參考：

(1)以（個人百公尺成績和—接力成績）÷（4-1）=400公尺接力少浪費3次起跑至加速之時間

以第五屆亞運為例

陳全壽	10.9
蘇文和	10.6
辜英俊	11.9
陳政宏	10.7
<hr/>	
	43.2
	-41.8 (400公尺接力跑成績)
	<hr/>
	1.4
	÷ 3

0.46...每人少浪費起跑至加速之時間，以此準則，如1隊所得0.5，表示接力技巧佳（同條件之下）。

(2)測30公尺與60公尺成績決定接力人選及棒次

	前30公尺成績	前60公尺成績	100公尺成績	
甲	4.0	7.5	12.0	淘汰
乙	4.7	7.5	11.23	
丙	5.0	7.5	11.23	起跑至加速階段不好，宜安排3棒。
丁	4.0	7.0	11.0	起跑至加速階段好，宜安排1棒。
戊	4.5	7.0	10.33	速度次佳，宜排2棒。
己	5.0	7.0	9.66	速度最快，衝刺跑亦最好，宜安排第4棒。

(3)根據力學公式及力學原理排定400公尺接力跑成員之棒次(註二十五)

A.表列(如表十一)

表十一

數 姓 名	類 別	體重(kg)	身高(cm)	速度(m/s)
A		68	180	10.7
B		73	176	10.9
C		63	170	10.6
D		63	176	10.7

B.分析

(A)排定棒次之原則：

- 依據離心力與向心力 $(f) = mV^2/r$ 之力學公式來看，以矮個子排在彎道跑為宜(即第一或第三棒，因其重心易接近圓心，縮短運動半徑，增加向心力)。
- 依據動量 $(M) = m \cdot v$ 、離心與向心力 $(f) = mV^2/r$ 與牛頓之慣性定律，體重大又速度快者排直道(即排第二或第四棒為宜)，因其向前衝力大，不易轉彎，且離心力又大。
- 爆發力 $(P = F \times V)$ 大且起跑快者跑第一棒。

(B)排定結果：

- C者排第一棒(彎道)：因體輕、個子矮，速度最快(爆發力大)。
- D者排第三棒(彎道)：因體輕、個子次矮。
- A者排第四棒(直道)：因身材高大、體重次重、速度次佳。
- B者排第二棒(直道)：因身材次高、體重最重、速度較A者慢。

3.跨欄方面：

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，替摩斯計算並研究如何才能去奧運會贏獎牌，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著地所須時間，及欄間的時間，以為調整訓練課題的標準。

4.中長跑方面：

(1)馬拉松為例(日本瀨古利彥)

$$\frac{\text{馬拉松 } 2^{\circ} 10:12}{10000 \text{公尺 } 27:51.6} = 4.67 \text{ (持久係數)}$$

假定10000公尺進步27:45.5而係數不變(4.67)，則瀨古利彥馬拉松成績可跑至2° 07:30，如馬拉松跑2° 10:12(不變)，但以另一位優秀選手之持久係數4.70為準則作比較，則表示瀨古利彥10000公尺紀錄可進步為27:43.5之可能。

(2)可測驗200公尺跑10次之過程檢定選手之情況：

A.24.0-23.9-23.9-24.0-24.1-24.1-24.2-24.3-24.4-24.5→速耐力不佳，鬥志亦不佳

B.24.0-23.9-23.9-24.0-24.1-24.1-24.2-24.3-24.4-24.3→速耐力不佳，鬥志佳

C.24.0-23.9-23.9-24.0-24.0-24.0-24.1-24.0-24.1-23.9→速耐力、鬥志佳，但速度宜強化

D.24.0-24.0-24.0-24.0-24.0-24.0-24.0-24.0-24.0→節奏性耐力特佳、速耐力與鬥志亦佳

5.投擲項目方面：

(1)根據標槍運動優秀選手的各項測驗值，可依此了解欲成為一位頂尖的標槍選手所必須具備的各項條件，以下列表(如表十二)，可供各位教練參考(註二十六)：

(2)鏈球動作之計量分析

此地選定蒙特婁奧運會擲鏈球之分析為例來說明計量分析的重要，亦即係根據美國Connecticut州New Britain的Iruing 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(如表十三、表十四)(註二十七)：

(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 Lowpoint)，Bal平衡因子(condition of balance factors)，Notes是備註。

表十二 理想的標槍運動選手的典型

指 標		測 定 結 果	
		男 子	女 子
形 態 的	1.身長	185~195cm	170~180cm
	2.體重	95~105kg	70~80kg
	3.極指	195~205cm	175~180cm
	4.肌肉質量(對體重之值)	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	1.30M加速跑	2.9~3.0秒	3.2~3.3%
	2.100M加速跑	10.2~10.4秒	11.5~11.8秒
	3.立定跳遠	3.10~3.20m	2.70~2.80秒
	4.立定三級跳遠	10.00~10.20m	7.70~7.8m
	5.助跑8步跳遠	6.20~6.40m	5.30~5.40m
	6.垂直跳	90~95cm	65~70cm
	7.從頭後向前兩手投鉛球(男4kg) (女3kg)	24~26m	17~19m
	8.過頂往後之兩手投鉛球(男7.25kg) (女4kg)	19.00~19.50m	16.50~17.50m
	9.snatch(抓舉)	體重+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2倍的負荷
技 術 的	11.練習之投擲次數		
	(1)用器具之投擲(中程度之強度)	160~180次	130~140次
技 術 的	(2)全助跑投擲標槍(強的強度)	30~35次	25~30次
	1.原地投擲標槍	65~35m	44~46m
	2.3步助跑投擲標槍	74~76m	52~54m

表十三 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橫幅大小		
75.88	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 (optimun)	max	Left	good	

表十四 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)

(B) 內容與分析

syedikh, Yurig (本屆奧運冠軍), 有四擲都超過奧運會紀錄, 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, 卻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且加速, 尤其最後最快, 此乃其致勝之主要原因。因此Spiridonov, Aleksey (本屆亞軍), 其三次轉身速度皆不如Syedikh, Yurig, 所以屈居亞軍, 可見轉身速度, 特別是加速度將影響鏈球投擲成績至鉅。

(四) 從營養學的觀點論田徑運動有關的問題

吾們常常看見日本男人胸前長毛, 女人則腿毛也特別多, 而美國人民也是一樣, 是氣候問題嗎? 是種族與生活習慣嗎? 不管怎樣, 大多數的人, 均持與飲食有關, 因日本人和美國人喜歡喝牛乳, 不過雖然有此說, 卻還是值得深研。我們也發覺歐美投擲選手特別壯大, 投擲成績也非常的優良, 其又與什麼有關? 可能與吃肉、喝牛乳之攝取高蛋白之食物有關吧! 此不能否定, 但也許再

有其他原因？總之，飲食（營養）與運動或生活關係密切，吾們應予重視。

然現代的人，已知曉食物的攝取應配合工作與運動的需要，如此才會身體健康及工作或運動效率增高，不過卻對於不同的工作與運動應攝取什麼樣的食物？多少量的食物？以及攝取的時機又如何？則可能鮮為人知。筆者鑑於此，遂著手收集、整理該些有關資料，在此僅就田徑運動與營養的問題，提出作簡單的分析（註二十八）：

一、食物之攝取量：

(一)一般人每天攝取2000kcal，好動者3000kcal，身體龐大者比短小者須攝取更多的食物，平常一塊巧克力約有130kcal的熱量。

(二)優秀運動員，每天訓練二次，須攝取5000kcal以上。

(三)隨著運動的不同，有的運動項目須攝取6000kcal以上，且每天持續攝取（如附表十五和表十六）。

表十五 不同運動項目消耗的每分鐘卡價

項 目	每分鐘消耗卡價
短跑—長跑	13.3~16.6
越野賽跑	10.6

表十六 能量的消耗與應有的攝取量

項 目	kcal/體重 (kg)	平均體重	體重的需要 卡價kcal	合理的生理 營養需要(需增加10%)	備 註
馬 拉 松	79.1	68	5400	5940	約6000kcal，包括中長距離跑、十項全能等。 約4600kcal，包括跨欄
衝 刺 跑	61.8	69	4250	4675	、跳遠、跳高、三級跳遠等。
短跑至中跑	65.6	65	4250	4675	
撐竿跳高	57.8	73	4200	4620	
標 槍	57	76	4350	4785	約5000kcal，包括七項全能等。
障礙賽跑	64	68	4350	4785	
鏈 球	62.5	102	6350	6985	
鉛球、鐵餅	62.5	102	6350	6985	

(四)跑18公里消耗1300kcal，此乃馬拉松賽跑在10公里以後須設補給站的道理。

二、各種食物、飲料的攝取與田徑運動的相關：

(一)碳水化合物（如麵包、米、澱粉質物等，每50公克共有38公克碳水化合物）

1.重要性：

運動員應攝取碳水化合物，尤其長時間運動之選手（如中長跑運動員）更是需要，因同條件下，每人攝取碳水化合物可作167分鐘的運動，而攝取脂肪、蛋白質者，僅作57分鐘的運動，而馬拉松選手體內碳水化合物用完了，則立即倒下，此可見其重要性。

2.碳水化合物的消耗率：

優良選手消耗率小，增加運動強度，則要更多的碳水化合物，如果想作長時間的運動（如長跑），應減低運動強度，可消耗脂肪，為此長跑運動應用到脂肪；而快速長跑則以消耗碳水化合物為主。

3.碳水化合物補充的時間，需要24~48小時，換言之，每天作大負荷的運動後，用完了碳水化合物時要補充它，十分困難，需要一天至二天的時間，然耐力性的運動員，又迫切於增加碳水化合物，亦即攝取60%以上的碳水化合物，為此有一個問題必須重視的，即長跑運動員，在國內今日的比賽制度下，只能參加一項，而不能兼項，因如果兼項的話，必然在三天內賽二項（區運會），有的二天賽二項（縣市運會），則在第一天全力競賽之下，用完了碳水化合物，在第二天（或第三天）未補足了碳水化合物之前，又要參加第二項，實在不可能有佳績，此所以在國內之比賽，很少發現一人兼得一萬公尺與五千公尺賽跑冠軍，而國際性比賽卻常有雙料冠軍之例子（按亞運與奧運會，四天賽二項，中間隔二天）（註二十九）。

4.由於碳水化合物對長時間運動有利，所以曾經有一個實驗報告指出，賽前一週以前先吃脂肪與蛋白質食物，直到賽前七天內多吃碳水化合物之食物，則會使比賽時提升體內碳水化合物的量，則對長跑比賽有利之論說，但西德運動生理學專家雷克（H. Riecker）他表示上述的方法，固然在比賽時有充足之碳水化合物使用，因訓練時多吃蛋白質等食物的關係，也使訓練不力，因此利弊之抵消下，何者有益，難以斷定。

(二)脂肪、蛋白質：

肌力與動力性運動，應攝取高度的蛋白質，平常一公斤體重應攝取1公克脂肪、1公克碳水化合物、1公克蛋白質，而舉重選手（肌力性運動）

應增加2~3公克／公斤體重之蛋白質，然蛋白質含量最多的食物是牛乳，其次瘦肉、小麥、米、馬鈴薯等。然歐美等均以牛乳與瘦肉為主食，因此在田徑運動之投擲項目方面，可能有利。

（三）維生素：

每天從事運動者，必須攝取足夠的維生素，因它可促進身體代謝率，影響碳水化合物的代謝，也促進脂肪代謝機能。常運動者比常人更應攝取更多的維生素，如光維他命C一種，則比常人需增加300~400毫克。

（四）礦物質：

運動很劇烈時會消耗鈣、鈉、鉀、鎂、鐵、磷等離子，其中耐力訓練時鉀之攝取很重要，而鉀（K）、鈉（Na）、鐵（Fe）、鎂（Mg）等對耐力訓練特別重要的。

（五）水份：

長跑應注意水的攝取，此須與出汗平衡，最理想的是每20分鐘的運動，攝取200毫升的水，內有0.3%鹽、葡萄糖5%，因太多鹽對腎臟不好，太多葡萄糖在胃停久，對胃負擔太大，也會損胃。

叁、結論與建議

影響田徑運動成績的因素相當的多，也含了環境因素、選手條件、比賽方法及規則、教練及訓練法，以及各項科學的結合等，基於此，田徑運動訓練的範疇必然十分廣泛，如欲將予以歸類，應包括了教練法（Coaching）、訓練法（Training）、調整法（Conditioning）等三大類，所謂教練法，即指戰略、戰術、技術指導或指導技術等而言。所謂訓練法即指速度、肌力、瞬發力、耐力及精神力等體能訓練。所謂調整法，即指調整身心至最好狀況之方法；如將體能、技術凝聚成比賽力，從測驗或小比賽中去增進比賽經驗，使訓練量度減輕、強度增加並注意安全，訓練、休息（睡眠）、營養要妥為留意，防止身心亢進及小病應立即求治，集中精神全力以赴，不因雜事影響等。因此在這龐大的訓練系統中，必須將田徑運動訓練與各項科學結合，始能臻其成，以下特綜合提出說明這個事實，以作為本文的結論：

一、田徑運動訓練可借助於解剖學、生理學、心理學的分析，以供選才與訓練的依據

（一）解剖學

從男女人體解剖結構之迥異，便能了解男女在運動上的表現很難相同，女子頭小、平肩、軀幹長、骨盤大、腿短、腿向內斜、脂肪層厚，此在跑跳、投擲之田徑運動競賽上，女子很難與男子爭一席之地，目前為止得知，各項體能中，女子除了相對負荷持久力度全身持久力與男子相等外，餘均不如男子，而田徑運動比賽各項紀錄，也都男子優於女子，為此田徑運動訓練上，應留意這個性差，在

訓練強度、量度上應適當的調配。其次從關節可動性來探討，以腕關節為例，掌屈一般為 $90\sim 95^\circ$ ，手背屈 $60\sim 75^\circ$ ，以推鉛球之功距計之，腕關節之可動範圍愈大，其功距愈大，此對推鉛球有利（ $W=F\times S$ ），因此腕關節活動範圍大小的檢定，可供選擇推鉛球選手之依據。另外，美國黑人腳趾第二根長，跟骨亦略長，腳底厚多肉，使落地震盪減至最小程度，因此黑人在跑、跳的表現比白人好，此為其有利條件之一，也是解剖結構不同影響運動成績之具體表現。

(二)生理學

根據生理學探討得知；耐力要好，必須有強壯心臟與攝氧功能，因此長跑訓練，可安排高地訓練（平地氣壓 $750\text{mm}/\text{Hg}$ 、高地 4000 公尺則 $500\text{mm}/\text{Hg}$ ）、或利用帶乏氧面罩訓練，借乏氧訓練增進心肺機能以創造佳績。另外訓練是消耗能源，但適量的消耗（訓練）可使用回復的能源更多（比以前），但過度消耗（過量訓練），可能無法回復（甚至使能源低下），此乃生理現象，因此運動訓練在決定訓練量時應該十分慎重。其次，人打瞌睡時，頭前彎至極點，自然會有反射機能，使頭回復原位，此乃伸展反射之生理現象，因此我們要練起跳作用肌（比目魚肌、腓腸肌），並不一定只作伸踝（如芭蕾舞動作），應該再作屈踝動作，因屈踝可拉伸比目魚肌等，也有助於伸踝之力，有利於快速起跳，同理，欲加強體前彎柔軟時，也不要只作前彎動作，而應輔以相反方向為之，其效果更好，此在訓練上，不得予以留意。還有很多人認為短跑速度是天生的，不易受訓練而增進的，因各人生理節奏一定，決定短跑成績因素之一的步頻，很難改變，才有此誤解，其實，可利用電腦回路之重新組合原理，透過像風力、車力、下坡之動力來加快頻率，此是可能的。至於黑人在運動場上優異表現，從生理學觀點來看，其有許多特點：其一、心臟血管機能好。其二、耐高熱並分泌汗量淡少，散熱作用太易，能容納大量紫外線，及輻射功能好……，此可見生理機能影響運動成績至鉅。

(三)心理學

保險櫃平常搬不動，但火災時就會搬動，此即心理能力發揮所致，可見人類心理潛能有待開發，一般人之心理能力是用 60% ，尚有 40% 未利用，此值得吾們賦予關心。像原住民青少年之體能並非如同我們想像的好，但因其父母親對運動參予的鼓勵與重視，促使其全心全力投注，因此在運動的表現不平凡。其次黑人在白人社會中受歧視，因此奮發向上，刻苦自勵，在運動上有今天的成就，此等均是心理影響運動表現的寫照。又因心理學中催眠方式的介入，運動技術指導走向另一個領域，使得技術方法改正並獲得實效。然而訓練中，應以比賽時戰戰兢兢的同樣心理操練，例如推鉛球訓練，平時應注意防止擲後越線之不正常乃慣動作的養成，以及必須在同樣的投擲角度及場地內操作，而十項運動員在必要時，

應每天作跑、跳、投擲各一項的訓練，最後再來跑一次1500公尺或400公尺，而二周間作一次模擬測驗，完全以比賽心境參予訓練，則比賽時的表現一定會穩定而突出。再者，訓練中也可利用眼睛之錯覺原理，把跳高架、欄架之間隔距離拉大，讓跳高或跨欄者感覺高度較低而易於完成動作，以增進訓練效果。以上諸例，顯現應用心理學原理，必可讓訓練績效成長，身為田徑教練應予以採行。

二、田徑運動訓練可借助於運動醫學、營養學、發達運動學的分析，以充實並維護運動員的資源

(一)運動醫學

運動傷害之頻頻困擾著運動員，而吃藥、打針、額外輸血等增進運動員之體力的醫學處方也一再引起爭論，此等必借助於醫學之介入，事實上，運動傷害及復健問題是現代運動訓練中必須留意和重視的，因假定訓練一年，結果發生了傷害，如果不獲好的復健治療，因此休息一年，便等於二年中沒有訓練，太不值得的，因不僅傷心、傷財、且浪費時間，因此運動傷害預防是非常重要的，然預防之道，應找出運動傷害的原因而避免之，一般田徑運動員發生運動傷害的原因有①訓練方法不正確。②器材、設備、裝備、場地不佳。③熱身活動與整理活動不完全。④注意力分散。⑤動作不正確。⑥生病或疲勞。⑦心理力量超過生理條件，亦即心理過於亢進，而產生心有餘力不足之現象……。其次田徑運動員根據東京奧運集訓巡迴診療所探討結果，發現以運動器官疲勞所引起傷害最多，而內科疾病以急性疾病為多，如感冒咽頭炎、下痢腸炎、胃炎等。另外田徑運動員患有貧血病例者也很多，此值得留意。至於女子月經周期之影響運動表現至鉅，身為女子田徑運動員應注意月經帶給自己身心的變動狀況，應力求在任何時期都能讓運動能力發揮，此十分重要，總之，以上種種應予以防患或留意，以免消滅運動員的能力資源。

(二)營養學

運動員應攝取何種營養素？攝取方法與時機又何如？為現今運動界廣為重視，如馬拉松餐、哈斯博士食贏法（註三十）便是一例，運動員比一般人所攝取的營養素之量與質絕對不同，而優秀運動員比一般運動員消耗較少的卡路里，且更能利用脂肪，因此有較好的耐力，而耐力性運動員以碳水化合物為主，肌力性運動員以蛋白質為主，短暫肌力性運動員以礦物質為主。然運動員不一定每日三餐，可少量多餐，碳水化合物是必須的主食。運動員賽前飲食的選擇，各種說法不一，有的食用肉類、雞蛋，以使其充滿鬥志和氣勢，有的像馬拉松選手或七項、十項運動員，以進食醣類食物增力耐力，也有迷信於以往獲勝時的飲食習慣，儘管如此，賽前飲食不可大餐，賽前飲食時間要長（從比賽時間開始倒退推算），水可喝到超過止渴的程度，對於體力補充至少在賽前二小時使用。至於賽後的飲

食，必須①予您營養結構組織來再儲存肌肉於運動時所燃燒掉的肝醣，②補充身體每天所不可缺少的流質、維他命、礦物質和蛋白質，總之，運動營養學是目前運動訓練中重要的課題。

(三)運動營養學

隨著年齡的轉變，人體之身心與體能狀況皆因而有異，因此每一階層年齡的運動員，對運動的選擇及比賽的參加次數、時間、心態等均要好好規劃，至於訓練種類及訓練量與強度的決定，也是非常重要的。因揠苗助長是不能原諒的，但失去訓練適當的時機或超齡未予訓練也是不該，因此配合兒童、青少年之發育、成長、發達等變化情況，施以妥當的訓練是重要的，否則戕賊兒童及青少年，或喪失培育人才大好時機，此皆不智的，總之，應用發達運動學的原理，可提供進階訓練的指標，並維護兒童及青少年之身心正常發展。

三、田徑運動訓練可借助於運動力學、體育運動史、體育原理的分析，來開發運動技術及訓練法

(一)運動力學

1984年洛城奧運會，美國自由車選手利用流體力學，將車輪前輪改小，後輪改大之方式，以減少空氣阻力，另利用材料工程學將車體減輕，終於使美國人認為最冷門之項目，得到四金牌、三銀牌、一銅牌之佳績。同樣地，短跑運動員自1984年起，也在國際重要比賽中，常常看到有人穿緊身衣褲比賽之實況，該衣物乃特製纖維編織而成的，有防止空氣阻力之效，此乃運動力學注入田徑運動的實例之一。另百公尺選手，當肌力、瞬發力進步，跳高成績也成長了，但百公尺成績卻不進步，經運動力學的分析，可發現乃賽跑體角的問題，因肌力、瞬發力成長後，跑百公尺時，上體必再更前傾，才能使跑者向前推進，否則只會向上，即產生所謂的彈躍步，對短跑成績並無助益。其次從運動力學的探討得知；從事任何運動時，膝關節以 $90^{\circ} \sim 135^{\circ}$ 之間最頻繁使用，因此重量訓練時宜注意此角度的訓練。另從運動力學之方向力來看，像舉重動作向上舉，因此向上方向力增大，其垂直跳成績好，但跳高（向前上方向力）並不很好，此表示田徑運動各項在操作重量訓練時，並不宜光作向上舉的動作，應配合其所需方向力，來作推舉，以增加必要之方向力，換言之，重量訓練宜揉合技術操作，始能獲得所需的方向力以增加運動效果。今如進一步以推鉛球為例，以力學公式作計量分析得知；推鉛球時出手高度7呎與6呎兩位運動員，均以 30° 之投射角推出，初速度是每秒36呎，其出手高度7呎者可增加1.33呎投距，此可見推鉛球選手個子高大且出手點高者，可增加投擲距離……。從以上的分析，可知運動力學是一門開發運動技術及訓練方法，並提升運動水準的科學。

(二)體育運動史

以跳高為例，翻開跳高動作的演變史，發現跳高由剪式→腹滾式，以致於而今盛行的背跳式（Fosbury），此不外乎以過竿時降低人體重心使其接近或低於橫竿為沿革方向，因此可預期未來跳高新方式的產生，也在朝此理想開發，所以目前才有魚躍式跳高法（人體合成重心在過竿時在橫竿下）之開創之說。而鐵餅、鏈球之投擲，也由原地擲出，轉變為旋轉後擲出，而旋轉起初是轉 180° ，而後增加為 360° ，以至於 540° ，或二圈、三圈、四圈……，可見未來投擲項目（除標槍外），必然以增加旋轉角度來增加速度，進而增加投擲距離。另美國黑人在運動上之成就比在非洲老家之黑人成就高，像1936年柏林奧運獲短跑等四項冠軍之歐文斯，1960年羅馬奧運十項冠軍之強生，1964年東京奧運百公尺冠軍之海斯，1968年墨西哥奧運跳遠冠軍之貝蒙，1984年洛杉磯奧運獲短跑等四項冠軍之路易士，及獲四百公尺跨欄冠軍之摩斯，獲女子百公尺冠軍之亞絲福，獲女子短跑等三項冠軍之胡克絲等均是美籍黑人，今就歷史觀點來說，乃因1776年美國獨立戰爭後，大力建設需要人力，1796年起就從非洲精選體力高壯之黑人輸入美國，後來也注入優生學之選配法，以求人力資源之充分利用，為此這批輸美之黑人，其身體條件遠比非洲黑人好，加之美國運動風氣旺盛，以及施以高科技介入的訓練法，即造成美國黑人其後在運動上之優異表現之原因。從以上的分析，將可知體育運動史，不僅可供運動技術的開發，且可探研許多運動上的問題。

（一）體育原因

根據體育原理來探討田徑運動本質，發現田徑運動各項及技術之開發，均與人類生活及思想演變息息相關，像原始社會人類欲獵取食物必爬山涉水，捕食鳥獸必用石、槍，也須追逐，故有跑、跳、投擲、跨之田徑運動的雛形。至於閒暇時的遊戲，如追逐嬉戲，投石擊鳥或喜極而雀躍、飛奔等，也都有田徑之運動的現象，可見有人類即有田徑運動與比賽的現象與生活，而隨著社會生活及思想改變與科技的進步，運動技術及競賽項目才不斷開發及沿革。

四、田徑運動訓練可借助於社會體育學、體育社會學、象徵運動學的分析，來配合社會及個人的需要，提升運動水準並充實健康和諧的人生

（一）社會體育學

運動實力即代表國力的觀念，造成社會體育的推展，走向培養頂尖運動員為目標的小群體受益的體育政策，而今隨著社會生活安定富裕，未來社會體育的推展，可能會步上健康、休閒之大眾性活動為主，而此時來臨，則社會體育的功能，便是多元化，而社會體育須配合社會群眾的需要而設計及規劃，讓大家能選擇參予，藉此提升社會各階層運動水準，並充實健康和諧的人生。

（二）體育社會學

每一種運動將培養不同社會人格的運動員，而不同人格、性向、能力的運動

員應依自己所欠缺的人格條件去選擇並參予所需的運動項目，或依自己人格、性向、能力等特質去發揮運動專長，體育社會學將提供運動員這方面的資訊，藉此提升運動水準並建立健康和諧的人生。

㊦象徵運動學

運動發展至某一境界，對美的追求當更重視，此乃不爭的事實，換言之，隨著社會生活水準及運動水平的提升，運動美的追求更加迫切，一般言之，運動進展到一高超水準，自然就有美的表現（指狹義的動作美），但此美的表現並不完全，根據象徵運動學對美的闡述；「美」形之於外，不外乎指姿態、體型、動作（指協調性，亦即放鬆、平衡、反應、韻律等）等之美，而存之於內在之美，即指心靈與氣質而言，於今運動員應配合時代的趨勢，在追求更高、更遠、更強或更快之際，不要忘記，應注意這內外美的表現。

五、田徑運動訓練可借助於訓練法、教練法來提升各項運動水準

㊦訓練法

所謂訓練法，一般即指速度（漸速、高速、反應與敏捷）、肌力與瞬發力（肌收縮、肌張力）、耐力（一般耐力、肌耐力、瞬發性耐力、速耐力、節奏性耐力）等體能訓練法。而體能訓練法是十分重要的，筆者認為有好的體能後，配上的好的時間感（Timing）與空間感（Spacing），就有好的個人競賽力（如圖十二），然田徑運動除接力跑外，都是個人競賽項目，因此體能訓練對田徑運動來說更顯得重要。今舉田徑運動投擲項目說明；投擲選手有好的肌力、瞬發力、速度等體能後，有正確的旋身或助跑（標槍）之移位方向與範圍，以及出手角度（Spacing），加上出手時機掌握得宜（Timing），那投擲成績必能撥揮。同樣的，賽跑選手有好的速度、耐力、肌力等體能後，配上好的起跑時機（Timing）及正確的方向（Spacing），便能創造佳績。而跳部選手，有好的瞬發力、速度等體能後，助跑距離與方向正確的擇定（Spacing），起跳時機得宜（Timing），以及有正確的空中動作範圍（Spacing），也必能獲致良好的跳躍成績。以上得知，好的體能便有好的田徑運動成績表現，因此體能訓練法相當重要。



圖十二

(二)教練法

以往教練只注重技術指導，而今的教練不僅注重技術指導，也更重視指導技術及教練素養，過去吹鬚瞪眼之訓練方式，已為幽默並富哲理語氣之指導方式所取代，此乃心理學之介入所致，其次，每當跑者已跑得很累，以前教練常常會在此時告訴運動員抬高腿快擺臂，但今日的教練已瞭解此時的吶喊與糾正，運動員已不能吸收，而應在賽後提醒他，其語氣也許是“您跑得很好，不過×××宜改正強化”。另外，民主時代的來臨，讓教練與選手共同參予擬訂訓練計劃，訓練中互相溝通是目前及未來的趨勢，此身為教練不得不深切體認。

六、建議

- (一)吾們從本文之探討與結論中，得知田徑運動訓練是十分龐大而艱鉅的工作，因此必須建立在各項科學的基礎上，所以教練（或選手）應具有科學的理念，此對訓練績效之成長將有助益。
- (二)田徑運動教練應有悉心求教或容納他人參予訓練的雅量，因身為教練不可能對田徑運動各項及各類科學完全之洞悉，必須借助於其他各專家學者來輔佐其成，此十分重要的。

肆、附註

- 註 一：楊淺正一教授（日本中京大學）講述 吳賢文譯：體育方法 1981.12
- 註 二：蕭業儒撰：系統與企業管理 大同半月刊 1976.7.12。
- 註 三：平田逸欽撰（日本中京大學教授）：中日新聞11版 1980.12.6。
- 註 四：藤松博（日本中京大學教授）講述 吳賢文譯：體力論 1980.12。
- 註 五：同註三。
- 註 六：取自日本ウオード 1961。
- 註 七：吳賢文撰：體育、運動科學研究的重要性與研究方法 體專青年11期 1983.6。
- 註 八：吳賢文著：從運動力學觀點論運動技術方法的開發與運動訓練指導之新理念 霧峰出版社 1991.1。
- 註 九：方瑞民編著：運動指導法 省立體專印刷 1968.9。
- 註 十：吳賢文著：從運動力學觀點論運動技術方法的開發與運動訓練指導之新理論 霧峰出版社 1991.1 P95。
- 註 十一：邱金松著：體育社會學理論與方法 正中書局 1976.6。
- 註 十二：陳和德編者：慢跑 華岡體育叢書編委會 1984.10。
- 註 十三：鳴井和世、永田豐共著：入門解剖生理學 杏林書院 1974.9 P5、P11。

- 註 十四：Track Technique Spring 1981. P2635。
- 註 十五：林作騰著：跳高的理論與訓練之研究 霧峰出版社 1986.3。
- 註 十六：同註十。
- 註 十七：中華田徑 14期 中華民國田徑協會出版 P39。
- 註 十八：吳錦雲編著：跳部圖解 中華民國田徑協會發行 1977.1。
- 註 十九：趙秉正著：田徑指引 金華出版社 1967.10。
- 註 二十：民生報 體育版 1980.2.22與2.27。
- 註 二十一：吳文忠編：奧林匹克運動會史 商務印書局 1952.8。
- 註 二十二：林滄陳編譯：女選手將越跑越快 民生報二版 1992.1.3。
- 註 二十三：蔡特龍編：國家運動教練講習會訓練法講義 左營訓練中心 1988.2.3
- 註 二十四：梁素嬌著：田徑運動量化分析的訓練法 霧峰出版社 1987.10.10 P 143。
- 註 二十五：陳太正編：國家運動教練講習會運動力學講義 左營訓練中心 1988.1.25。
- 註 二十六：月刊陸上競技 講談社出版 1982.6 P105。
- 註 二十七：同註二十四 P130~P132。
- 註 二十八：雷克教授主講：運動與營養 中德運動教練研討會 1982。
- 註 二十九：林作騰著：田徑運動各項目間相似與相違的分析研究 霧峰出版社 1983。
- 註 三十：祝孝剛、余俊毅共譯 哈亞斯著：運動營養寶典 體育出版社 1988.5