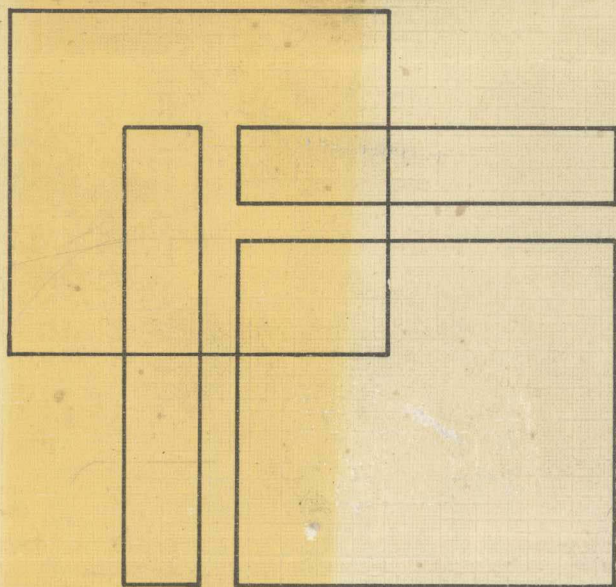


運動教練的 科學原理

SCIENTIFIC PRINCIPLES OF COACHING

朱復昌 譯 約翰·彭恩 著



健行文化事業有限公司 發行

運動教練的科學原理

定價：新台幣壹佰伍拾元正

著者：JOHN. W. BUNN

譯者：朱復昌

發行人：鄭煥韜

發行所：健行文化出版事業有限公司

地址：台北市昆明街160巷1號5樓

電話：三一一九八〇〇

郵撥：一一二二六三帳號

登記證：局版台業字一七四二號

中華民國七十三年一月出版

目錄

第一篇 運動的物理原則

第一章 力學原理.....	一
第二章 穩定或平衡.....	九
第三章 運動.....	一六
第四章 力.....	三三
第五章 特殊的運動和力.....	六三
第六章 功與能.....	七八
第二篇 各項活動分析	
第七章 分析徑賽技術.....	八六
第八章 分析田賽技術.....	九六
第九章 分析棒球技術.....	一一八

第十章	分析游泳技術	一三三
第十一章	分析跳水技術	一四二
第十二章	分析體操技術	一四五
第十三章	分析籃球技術	一六一
第十四章	分析網球技術	一七九
第十五章	爬繩運動和排球技術的分析	一八六
附：公式附錄		一九四

第一篇 運動的物理學原則

第一章 力學原理

本書的主旨是把物理學，特別是有關力學方面，和各種運動基本技術連貫起來。希望這些討論有助於最佳成績的獲致，創造更快、更遠的紀錄，銳利的進攻和鞏固的防守。爲了要達到這種理想，必須首先用物理學的力學來分析各種運動的基本技術，然後才會了解力學與運動的關係，並能檢討所教和所用的基本動作正確的經度。用科學的鑑定方法，改善和建立成績大有進步的練習程序。

根據上述過程選擇和練習基本動作，將可保證對所得結果有信心，若其他因素如技術之熟練，戰略之運用，心理狀態和人間關係等都配合順利，則最佳的表現當可預期。利用上述過程介紹基本動作，將會驚奇地發現學者濃厚的興趣和堅強的信心；總之用不變的力學原理爲基礎去指導，對學者的興趣和信心的培養定有收效。

所有運動的基本動作裡都具有某些基本原則。某種原則可能被應用做爲達成不同的，甚至相反的結果，但原則仍舊存在，例如賽跑或游泳選手比賽開始之前希望取得一最迅速的出發姿勢，另一方面橄欖

球的前鋒或摔角者在某種比賽狀況下，希望取得一種不被移動的姿勢。上述兩種例子都包含了平衡的原則，但被用來達成不同的目的。

本章首先把和運動基本動作有關的原則簡單介紹，然後將一些可應用到某項特別運動上或對某種技術獨特之處詳細討論。

(一) 平衡

在所有力學原理中，平衡在運動技術中列為最重要的一環。前例已稍提及。運動俗語謂之穩定，位置和姿勢。因運動的需要各有不同各方面的平衡。平衡是身體的一種穩定狀態，若某次運動需要高度的固定性，則一種爲了供給最大穩定性的姿態得以產生。如前例中的橄欖球前鋒和摔角選手。如果需要一種極微小程度的平衡，則一種最容易失去平衡的姿勢就被採用。如前例已提及的游泳和賽跑選手的準備姿勢。

網球員、拳擊選手、手球員、棒球外場員、籃球進攻和防守球員等也採用各種不同的穩定姿勢，每種姿勢有不同程度的穩定性，各依其目的而定。如拳擊，網球，籃球，棒球等選手，他們必需依戰術和對方的動向迅速對向任何方向隨時準備出發和停止，因此他們的目標和前述的游泳、徑賽選手、橄欖球前鋒，摔角等運動員的差異甚大。所以各人所採取姿勢的平衡程度也各異。同理，各個人所採取的姿勢或位置也必須依該項運動的需要而作調整，但平衡的原理永勿違背。

人體的重心（有效的身體力量中心點）是平衡的重要因素。身體重心的位置是決定任何一項運動和

任何一種技術有效姿勢，並去完成企圖的最有效的目的。關於此原則將在第二章中詳細討論和證明。

(一) 運動

運動：是各種運動中的首要因素，因此如果教練或運動員欲從運動中取得最有效果的結果，必須熟諳運動的法則和原理。

首先所有運動的實際目的是破壞或顛覆身體的穩定。它包括了身體姿勢的變換。從上面的申述，明顯地證明平衡與運動之間的密切關係。所以他們的原理和相互間的關係必需深切了解。

例如在獲得高度的原則之一是跑者必須採取一種使身體失去平衡但是不致向前撲倒的姿勢。

直線運動：此項運動計有兩種，直線運動和旋轉運動。此外的一種運動可稱為兩者的混合。直線運動就字義言是在直線上的一種運動從一點直接至另外一點。以徑賽選手為例，最好是用最少的時間跑畢全程，從起跑線至終點的直線上不可偏逸。任何偏逸都是捨近求遠的趨勢，而以較長的時間來完成全程，這是指從起跑至終點不僅不得變換運動的方向，而且身體各部份的動作也必須有良好的配合，俾可防止橫的運動或搖擺傾斜等現象。

旋轉運動：是指個體繞一中心而運動，直線的速度和旋轉圓圈的半徑關係，以及旋轉運動和直線運動的綜合以取得最佳結果，此類綜合運動是運動中極重要之點。再用賽跑為例，腿的運動是以股關節為旋轉中心。為了便從事旋轉運動的大腿工作更有效，配合直線運動的身體趨向終點，腿向前跨必需愈快愈好。為了助長此動作，膝關節應當盡量彎曲，足跟幾乎與臀大肌接觸。這種動作縮短腿部旋轉運動的

半徑，使能迅速跨步向前。因此利用旋轉運動原理之一足以增進直線運動的速度。（見第三章）

落體：落體運行的特徵對運動的影響甚大。跳遠選手落地距離之爭取，跳高選手高度的豐收，棒球踏壘員衝向一壘時的最後跨步佔壘時對安全和觸殺的關係，推鉛球的距離，棒球在空中的距離，橄欖球踢出的距離，徑賽選手奔跑的時間等都受落體定理的有效支配。

自同等高度向下落的物體，不論其下落之方向是否相同，將會同時抵達同一水平面（下落時不受任何外力衝擊）。賽跑選手為避免受落體之影響不使身體重心抬起。其他運動為求獲得落體的利益身體盡量取得最適當的高度。

和落體運動密切關連的是拋物線的軌跡。以水平距離的遠度作為目的，如推鉛球，跳遠等，在不影響距離之下，鉛球和人體應盡量留在空中久些。另一方面來講，如果時間是因素，如賽跑或衝壘，身體在空中的時間應該愈短愈好。身體拋入空中的高度的決定是和起跳時的角度有關。球的被投，被擊或踢出的角度，跳遠時起跳的角度、標槍、鐵餅、鉛球等離手的角度等都受拋物線軌跡的原理所控制。

速度和加速度：最後，運動的表現是由速度和方向完成的，這些因素有一些在前面業已提出。在這方面，簡言之，動作的速率謂之速度，即向指定方向轉換位置的速率。加速度是轉換速度的速率，它可能是等加速運動或不等加速運動，正加速度或負加速度。這些因素對於打高爾夫球，棒球的擊球、投球、跑壘、賽跑等技術具有極重要的關係。

運動的方向：應用到各種運動上，對綜合身體各部的運動，技能的發揮，和力量的節省等都非常重要。方向是指水平或垂直，或水平或垂直成某種角度。了解運動方向對所施力量的效果，必需知道向量

(它含了三角的功能)。

三 力

力是力學的第三概念，它對運動有廣潤的應用。力是一個體影響另一個體的結果，力與運動密切相關。透過力的因素運動方能產生。力量存在而沒有運動是不可能的，但絕不可能有運動而沒有力量。例如一個棒球者保持努力防守的身體姿勢時，他努力用相等的力量來抵制對手的攻擊，雖然用出驚人的力量，但看來很少有或甚至沒有運動。顯著的對比是貝比魯斯有力的擊球動作，可使棒球迅速飛越柵外。上述每一情況都有巨大的力量，一種情況結果沒有運動，另一種情況使球飛行的速度達到每秒一百多呎。由於運動因力而發生，因此很多有關運動的解釋也可以用力的知識加以說明。

力的產生是人體質量乘加速度。既然力是許多運動比賽結果的一種重要因素。即顯示能夠發揮最大力量的人是最壯和最快者，他將是成功的比賽者。但能夠發揮大宗力量是一回事，有效地運用這宗力又是一回事。

各項因素如(一)力的方向(二)有效力的應用點(三)對產生出力的適當持續應用(四)合力的有效應用(五)力的時間因素較之旨目的力重要得多。因此教練和運動員如果希望在競賽中獲得最佳結果，必需使與力相關的因素作有效的應用。適當地運用力是主要問題。一個最大的、最壯的、最快的運動員不一定能將鉛球推得最遠，以及高爾夫球打得最遠；棒球擊出柵外的人變成最卓越的橄欖球防守者；世界重量級拳王或舉重冠軍。

四 牛頓定律

解釋力和力有關因素將在以後數章中詳細敘述和展開。這裡僅討論限制力的基本原則。由於整個力的科學是以牛頓的運動三定律為基礎，故列為首先討論的目標。牛頓的運動定律可簡述如下：

1 物體恆在它靜止狀態，或在一直線上作規律之運動，除非受到外力之壓迫而改變其狀態。橄欖球賽中的奔跑技術，彎道上的賽跑，籃球的閃躲動作，或加拿大長曲棍球等都依靠成功地運用此定律。

2 牛頓的第二定律可簡述如下：一物體的加速度是和造成該加速度的成正比。若一物體從靜止狀態開始，在一定時間內，到達某種速度所需的力要大於已經在動的物體。應用到運動上，跑壘員如果在衝刺之前身體已在運動狀態中，則能較早取得最高速度，安全抵壘的機會也大。例如假設三壘上有一跑壘員，球被高擊出外場，跑壘員將會有較佳機會得分（若規則許可），他從三壘的左外場開始起跑，球被接住時他幾乎已達全速觸及三壘，這時候的情況要比球接住時停在三壘上再出發的球員有利得多。

3 每一動作必有一力量相等而方向相反的反作用。

賽跑員用足抵地的力量等於推動身體前進的力量。如果徑賽場地硬固，他的前進速度要較之鬆軟的場地迅速。推鉛球者推球出手時必需使一足緊貼地面，為求能在投擲方向使出有大力量。棒球擊球的瞬間必須用力緊握球棒也是同樣理由。

和這些定律相關，應用到的是體內體外的槓桿原理，摩擦力，力的平行四邊形，離心力、向心力、重力、撞擊和彈性等。上述各種原理對運動中正確基本動作的教授很重要。

(四) 其他原理

前述數種（平衡，運動，和力量）含有力學的基本原理，他們對運動的基本動作特別有關。其他關於功、能、效率功率、等定律，對運動非常重要，並可直接應用，但度量運動員所完成的工作和消耗的能量至為困難，本書很少在這方面深入討論。因為這種研究工作大都必須在研究室中進行，以便製造控制的情況，因此一般體育活動中，此等因素不易測量。若干概括的參考將略予介紹及推演，但不能廣泛地應用。

一些靜水學原理和游泳技術相關，水波製造，皮膚摩擦，尾吸力，漩渦，滑動和渦陷等因素，對游泳之推進都很重要，由於它們僅和游泳有關，將在第十一章分析游泳技術中討論之。

六 限制

最後，關於這種將力學原理應用到運動上去時，讀者必須注意千萬不可作絕對性的預測與結論。論及無生命物體時，因為所有影響結果的條件都可以予以控制和測量。反過來講，由於人體解剖和生理結構的差異，很多情況都無法瞭解，並且不能經常控制或測量。例如骨骼的個別差異形成各種不相同的身體槓桿作用。肌肉骨骼粗壯體型者比肌肉骨骼瘦細體型者有較佳之槓桿作用。同理，正確精密的肌肉附着點也難以斷定。肌肉使出力量的角度，（很少是直角）也是很難確切判定。力距和重距的長度不能精確確定，個人肌肉的力量也難以求得精確。

先前曾提到力是重量和加速度的因素。但在肌肉運動中有效的力是和運動的速度成反比。因此當肌

肉以最大速度收縮時，將不能產生可完成外界工作有效的力量，這點似乎在否定力的定義，但事實如此，由於很多因素還無法解答。（如相當熱度的產生等）。

向上垂直跳時。肌肉弱者如果用微微下蹲較之深度下蹲的起跳成績為佳，躍起身體是表示工作的完成，工作是等於使出的力量乘工作距離，深度下蹲在此是表示力量行程較長的距離。這條定理似乎也被否定了。因為很多因素還在未知之列，無法解釋這種明顯的矛盾。

伸展的肌肉比較強壯，前臂完全伸直時，二頭肌能做最大的伸展。前臂牽拉的角度事實上為零度。槓桿上力的作用是和槓桿成直角。這種情況下分析直角方向的力是力乘該角的正弦。由於角度幾乎等於零，正弦也近似零，它的力也等於零。但事實上正相反。

提出這些限制並非強調減少力學對人體運動的應用，這不過是僅有的少數實例而已，因為很多因素無法了解，讀者必當特別注意判斷那一些尚未瞭解的問題。但大多數的實例並非和理論衝突。

下列各章復習對運動技能有關的力學原理。這些原理和定律是用代數方程式敘述的。這將是教師和指導們的責任，用這些公式去測驗各種運動技能發現最有效的方法。這是發展各種運動技能正確的力學方法的唯一而健全的途徑。

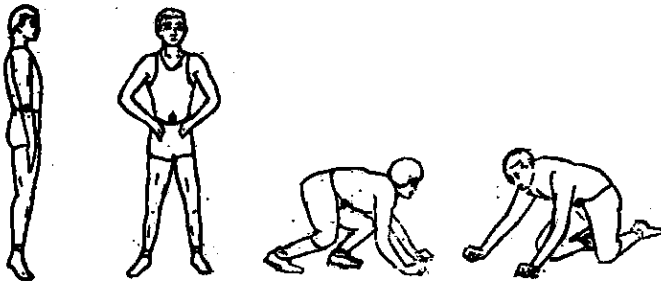
第二章 穩定或平衡

穩定或平衡的身體是一種靜止狀態。身體可以形成各種不同的姿勢，任何一種姿勢都保有平衡的條件。平衡有各種不同穩定的程度。穩定的程度由下列五種因素而定：

一、穩定的程度和支持身體的底面積成正比。

人體兩腿靠攏用足尖站立可以保持平衡，但穩定程度不大，倘被輕推便失去平衡。若此人雙足開立約十二吋，其姿勢遠較用足尖站立之姿勢穩定甚多。因其基底面積較大。倘以兩手和兩腳為支點，如橄欖球賽中的四點着地姿勢，則建立的基底面積更為廣闊。這種姿勢比前兩種姿勢更不易被推動而失去平衡。若此人採取美式摔角的下俯姿勢，即雙手着地距離約等肩寬，雙膝與雙足緊貼墊子，更難被迫移動位置。若四肢張開平躺地上時，此人的底面積則更加大，姿勢更趨穩定。以運動觀點而言，此種姿勢無應用的可能。圖一是運動員採取各種不同程度的穩定姿勢。注意每種姿勢的底面積的大小和身體重心的

第一編 運動的物理學原則



的基底面積和穩定或平衡的程度同各種身體：1 圖，加增而大擴之積面底體身隨程度定穩。係關程度定穩時底基向趨心重體身，姿勢D至A如。加增之隨亦

位置。

二、方向已知的穩定和身體重心的水平距離（由身體基底邊緣計算其距離）成正比。

此點對任何在基底上已知高度之重心都證明是確實的。例如賽跑選手做起跑姿勢時，身體前傾使重心直接於雙手上方，則身體前傾趨勢比較重心在雙足上方為大。反之，正在快速前衝的籃球員用跨步急停是使身體重心在後脚上方而非前脚上方，減少前倒的可能性，當身體重心在後脚上方時，比在前脚上方時，對身體基底前沿到運動方向的距離遠。

三、穩定和體重成正比。

若體重不同的兩人做圖一中的任何一種姿勢，將可發現身體重者比身體輕者在同一姿勢中較難移動或失去平衡。

四、穩定和在基底面上的重心離地面的距離成反比。

身體重心為維持身體完全平衡之點，也可認為是身體重量的中心。這一點（重心）可能隨身體各部位姿勢的變動而遷移。身體在某種姿勢之下，重心可能在體外的某一點。其正確的位置視個人身體結構，及體重分配結果而定。

大體言之，身體重心在臀部（腸骨脊），即身體直立，仰或俯臥，雙臂置於身體兩側時，前後身體的中點。若兩臂上舉，身體重心位置立即遷移。同例，若一腿或兩腿抬起，身體重心亦因而移動。此點可用簡單實驗證明之，使一人仰臥在木板上，將木板平衡置於面積狹窄的架上。若此人舉起雙手，木板

立刻傾翻，因為身體重心的移動平衡即告破壞。同理，抬起兩腿也有一樣的結果。在每種狀況之下，若個人在此架上變換位置，直到重新取得平衡，新的身體重心位置將可求得。

上述例子是論及身體在水平姿勢的情況。當身體各部在垂直方向改變姿勢時，身體重心位置的變換和水平方向相同。圖二所示為身體某部份改變高度時如何影響身體重心位置之變更。身體重心可能上下移動五吋之譜。圖一說明變更基底與穩定之關係，當身體重心愈趨近基底則愈能產生穩定。

五、平衡之存在必須使身體重心在基底之內。即從重心垂直投影到支持身體基底，手倒立者必須使通過身體重心的垂直線在他雙手之間，這時雙手即為支持身體的基底。

此等原則可用兩個木塊說明之。

假設兩木塊各重十磅大小均為二〇乘一〇乘一〇吋，木塊A以一〇乘一〇吋之一邊為基底，木塊B以二〇乘一〇吋之一邊為基底。兩木塊均勻等重，故重心在木塊之正中央。木塊A之重心距基底一〇吋，木塊B之重心距基底五吋，兩木塊皆在靜止平衡狀態。

由推動使木塊失去平衡，必須移動木塊使重心移出基底之外。D邊經選定為推動木塊之旋轉軸。當木塊被推動時，木塊之重心以CD為半徑繞D點旋轉。CD之長度約等於一點一八吋(11.18INS)。

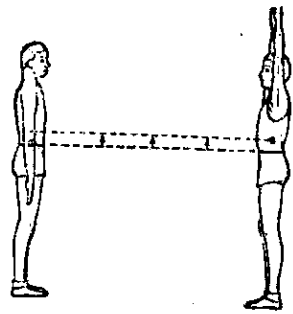


圖2：身體某部份位置之移動時重心亦隨之變更。

當C D到達垂直地面姿勢時，各木塊之重心距其基底一點一八吋。任何推動力將致使木塊重心落於基底之外，因而破壞已經建立之平衡狀態。開始時木塊A之重心離基底一〇吋，共抬起一點一八吋。木塊B之重心離基底五吋，抬起六點一八吋。故由觀察知木塊B之重心在其跌出基底之前較木塊A之重心抬高五吋。兩木塊各重一〇磅，則木塊B需要更多力量方能使之失去平衡。木塊B較不易推動的理由，因基底面積較大，且重心距地面較低。有關重量與穩定的關係可由下文說明之。

若木塊A較木塊B重一倍，二〇磅與一〇磅之比，木塊B仍較為穩定。因它需要多三點二〇吋磅推翻其平衡。事實很明顯的指出位置，基底面積，身體重心距距離等遠較重量更形重要。根據理論的分析結果，體重較輕的運動員，在某些運動場合，並非因體重較差而相形見绌，此乃天賦的補償作用，實堪慶幸。

此圖解應用於運動場合，可得若干有價值之結論。若希望「起砲」迅速，A姿勢較B姿勢為優，因A姿勢易在短時間內之內產生運動量。此外還有其他因素，如腳足的力量等等

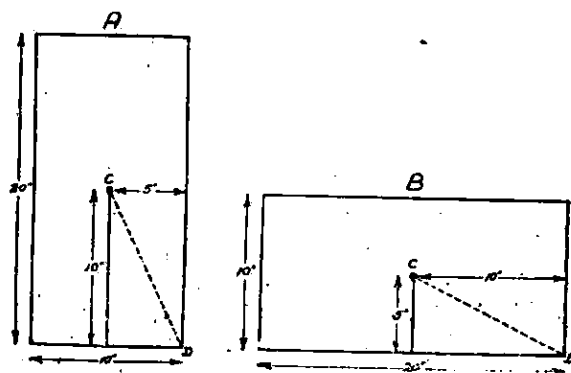


圖3：均量木塊的平衡之原。則原之平衡明證可塊木的均均量重：3圖
心重是點C。少力用B塊木較A塊木倒
邊之倒傾塊木是點D，置位的

身體重心移向基底之外的動作，毫無疑問的是開始動作的主要必備條件。

另一方面而言，若欲抵禦外來的力量，例如橄欖球中的衝撞動作或摔角比賽中抵禦對手的動作，B姿勢將較有利，因為這種姿勢需要更多力量，去推翻對方身體使之失去平衡。同理，若希望瞬即停止快速移動的身體，採取B姿勢更易達成願望。故籃球員雙足着地身體下蹲能有效地急停。身體下蹲時創造廣大的基底，降低身體重心使接近地面，企圖保持重心在基底之內，如此將可建立更穩定的姿勢。反證其結果亦同。

此處僅提供少許平衡對運動的應用實例。讀者可參考此例，推廣應用在其他各種運動和技術方面。沒有一種運動不和平衡有關。一位著名橄欖球教練，是運用「T」式的信徒，他採取平衡的原則訓練獨特的後衛的姿勢。通常後衛很難採取一種鞏固的姿勢，該姿勢既不輕易被移動，又能迅速向各種方向衝出。無論如何，該教練是以此理論為出發點，配上他的目標和比賽方法。他的進攻系統需要後衛盡速直線前進。結果他教一種較高姿勢，使身體重心接近雙手，即身體基底的前沿，如短跑選手的起跑姿勢一般，他了解這種姿勢較不穩定，但有助於後衛完成既定之目標。他正確地應用平衡原則達成他已定的目標。

摘要和原則

下列各點對運動之應用甚為重要。

1 欲朝一方向迅速奔跑，應盡量提高身體重心，並使其靠近動向方面基底的邊沿。