

運動學

(人體機動學)

著者 吳蘊瑞



健行文化事業有限公司 發行

運動學（人體機動學）

定價：新台幣壹佰伍拾元正

著者：吳 蘊 瑞

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

印刷者：佳音印刷打字公司

電 話：三九四一二三四

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

運動學，一名人體機動學，~~其名為~~“kinesiology”。一新創之科學也。發達不早。在一八九五年，瑞典體育家 Baron Ni's Posse, 著有“Special Kinesiology”一書。專將瑞典體操及器械體操，分爲若干基本動作。應用解剖學，詳註各動作所用之肌肉。雖材料無多，方法簡單，而體操之應用解剖，此實爲其嚆矢。

一九〇九年，美國體育家 William Skarstrom, 亦瑞典派也。著有“Gymnastic Kinesiology”一書。內容亦含瑞典體操器械體操，而間以天然活動一二種。各基本動作，亦如 posse 氏之註以肌肉外，各基本動作之互相牽制，各肌肉收縮放鬆之互相調節等，莫不論之精詳。故 posse 氏所註之肌肉，祇有動肌 (motor muscle) 一種，而氏則更有引導肌 (guiding muscle)，住定肌 (Steading muscle)，反對肌 (antagonistic muscle) 等名稱。以解剖學而應用於體操之書，當以此爲第一。然力學方面完全拋棄。對於改正體操，固多可取之處；而於學習運動，指導運動，則毫無助力也。

一九一九年，美國體育家 Wilbur P. Bowen 著有“Applied Anatomy and Kinesiology”一書。上半冊爲解剖學，下半冊爲人體機動學。於動作方面，加有田徑賽動作及數種天然活動。其以肌肉解釋動作，不若 Skarstrom 之詳細。且力學方面應用無幾，與 Skarstrom 之書，有同樣缺點。

十年來，體育之目的改變，各體育家之主張亦異。動作採自然，方法取自動。凡一切太呆板少興味之材料，如體操等，均在屏棄之列。所謂皮之不存毛將焉附。上舉各書，當然亦隨潮流而成爲過去作品。此種材料，萬不堪再用以敷衍後進之光陰。本書之作，一方揣摩當世之需要，所以供給有用之教材。一方希貫徹向來「體育學術化」之主張，俾科學家與體育家攜手，以解決體育上一切疑難問題。尙望各科學家予以指正，各體育同志加以批評。作者從事研究之初，承吾師麥克樂先生多方指導，銘感肺腑，特誌之以示不忘。

一九二九年九月自序於雞鳴寺前。

引 言

今之談運動者，每曰運動是一種技術，並非屬一種學科練習動運之外，可無須應用科學。其議似是而非，不辯自明。夫建築術也，何必講究工程學；耕稼亦術也，何必研究土壤及肥料學；運動既屬技術，援他種技術之例，亦有應用科學之可能。大抵科學未昌明，社會未進化時代，百業皆用非科學方法。而不覺其拙。及人類之欲望高，非高堂大廈無以壓其欲；人口之繁殖速，非增加生產，無以供其求；於是反而求諸科學，以謀卓越之進步。建築及耕稼然，運動亦何獨不然。二十年前，學校視運動為隨意功課。跑之遲速，跳之遠近，漠不介意。及遠東運動會及世界運動會產生，始覺吾國運動成績，遠遜他國。例如跳高，吾國成績至多不過五呎十吋，而世界以六呎八吋聞矣。撐高跳不過十一呎四吋，而世界成績以十四呎聞矣。以後欲求進步，捨講求方法，豈有他道哉？本年春，作者在中央體育研究會所出版之體育雜誌中，登有「運動成績的進步有限制的還是無窮盡的」一文，對於使運動進步之方法，作較深切之討論。列舉方法三條，其最重要

者爲應用力學，以求最有效力之方法。故應用力學之於運動，猶工程學之於建築，土壤及肥料學之於耕稼，其重要可知。各國人士，誤認運動純爲一種技術，無應用科學之餘地。有科學根底而好事研究者，捨之而他求。有技能而以有技術爲能事者，每缺乏科學之基礎，不知所以研究。遂致運動一門，無科學化之機會。運動落伍之訾議，良有以也。作者在六七年以前，卽有見及此。用論理的方法，研究運動學；其一採演繹方法，卽以力學之公式及定律爲中心，應用於各種運動，第一編應用力學，卽由此產生。其二用歸納方法，分析各種運動，引用力學之公式及定律，以求適宜之方法。第二編運動，卽由此編成。此作始於民國十一年，當時所得材料，極爲有限。至十三年，則較備。十四五六遊學歐美。知各國坊間，尙無此項著作。在法國陸軍體育專門學校，僅有某體育教授，抱同樣之見解。當時由吾友嚴君濟慈翻譯，叙談之下，頗爲相得。近年來有無著作，不得而知。回國以來，益覺此書之重要。十七十八兩年間，教授兩次，增減頗多。然猶未敢信爲有出版之價值。迨屢經友人之督促，體育科同學之要求，不容固拒。爰於十八年夏，用全副精神，修改整理，卽成是稿。稿脫後，復就正於胡剛復及倪志超二先生。胡爲作者業師，倪係同學，皆物理專家也。校閱之餘，允爲作序，殊堪

感謝。

是書第一編材料，已教過四次。據經驗所及，可作大學體育科及體育專門學校之運動學之（或人體機動學）教科書。惟中多作者自化之公式，非豫修物理不易了解。第二編運動，尚缺球術拳術角力等，擬日後編續。惟本書所含田徑運動，器械體操，及游泳等，均參考德美兩國運動書籍而作，凡各國運動名手所用之方式，莫不臚列淨盡。終則根據力學，詳加批評。他種運動書籍中，三言兩語了事者，本書每討論至數百字之多。無他，欲學者明其究竟，澈底了悟也。

是書編製，採提綱挈領方法。各項運動，已為詳細分析。指導之時，可一目瞭然，教授極為便利。故本書又為運動指導員必備之書。

是書照片極多，皆表明各動作之真相。所插圖畫，均屬全部動作。如推鉛球，擲標槍等，各部動作，面面畫到。不讀文字，專看圖畫，亦能領略大概。故又可為中等以上各學校學生之運動參考書。

十八年九月澄江吳蕪瑞識於中央大學

目 錄

第一編 應用力學

一 運動學之定義	1
二 質量	2
三 運動之種類	2
四 速度	2
五 加速度	3
六 有向量之合成與分解	7
七 運動量	12
八 衝力	13
九 運動之定律	13
十 地心吸力	22
十一 物體下落運動之定理	23
十二 物體之上擲	24
十三 拋物線	24
十四 向心加速度	32
十五 向心力與離心力	34
十六 圓運動時反動力與原動力之關係	36

十七	力轉矩	39
十八	偶力	41
十九	角速度	43
二十	角加速度	44
二十一	惰性矩	47
二十二	各種物體之惰性矩	48
二十三	單弦運動	51
二十四	擺	55
二十五	工作	62
二十六	工率	65
二十七	能力	68
二十八	摩擦力	71
二十九	彈性	71
三十	物體之安定	72
三十一	平衡	74
三十二	槓杆	75
三十三	管中之水流	80

第二編 運動

第一節 器械體操

一	振身上	87
二	蹬足上	90
三	迴圓動作	94
四	木馬上之騰越動作	98
五	單杠上向後脫手迴圓下	100
六	向前膝鉤下	101
七	墊上運動	101

第二節 游泳

一	仰游	104
二	側游	107
三	俯游	109
四	魚躍	111

第三節 田徑運動

一	起跑	114
二	弧形跑道上之起跑法	124
三	踏步與擺動式兩跑法之區別	125
四	短程賽跑	135
五	中程賽跑	138

六	長程賽跑	141
七	到終點之姿勢	142
八	替換賽跑	145
九	高欄	151
十	跑跳高	161
十一	立定跳高	172
十二	跑跳遠	175
十三	立定跳遠	187
十四	三級跳遠	188
十五	撐高跳	193
十六	擲標槍	204
十七	擲鐵餅	218
十八	推鉛球	232
十九	籃球擲遠	249
	參考書籍	253

運 動 學

第一編 應 用 力 學

一 運動學之定義

運動學，一名人體機動學。以解剖與力學，解釋各種運動之科學也。解剖所以論人體各部之構造與力之來源。力學所以論用力之方向，時間，速度等，使人體之各種運動，合於力學之公式及定理，以生充分之效力。蓋人體爲一機械，其運動方法有合於力學原則之可能，而能依據力學以求得其最適宜之運動方法者也。爲分工起見，是書專本力學立論，關於解剖問題略而不談。

又史芥 (Skarstrom) 氏稱運動學爲 “gymnastic kinesiology”，此乃專指體操而言。若加以田徑賽及球戲體操之動作，則須改田徑賽爲 “gymnastic and athletic kinesiology”，今去 “gymnastic” 及 “athletic” 二形容字，總名之爲運動學 (kinesiology) 可也。

二 質量(Mass)

物體中所含物質之量，爲其物體所有之質量。質量者占有位置。能感觸吾人之視覺。能受外力之作用。

質量與重量之區別 質量與地心吸力無關，重量則全視地心吸力之大小而變，譬如物體在太陽之面上，則重量爲地上之二十八倍。若在地心中，則重量等於零。質量則各處不變。

三 運動之種類(Types of Motion)

一物質移動在一直線上者，謂之直線運動。反之若一物體移動，依一軸而週轉者，謂之圓運動。人體上之活動，表於體外者，有直線運動亦有圓運動，而作用於體內者皆圓運動。例如以臂推球，就客觀方面而言，球受直線之推動而前進。反之就主觀方面而言，則是胸大肌牽引肱骨，三頭肌牽引尺骨，二種圓運動也。故人體上之運動，由客觀方面講，有直線運動，有圓運動，由主觀方面講，則無一非圓運動也。故直線運動及圓運動均宜詳細研究。

四 速度(Velocity)

速度者物體運動之時間率也。有下列二種：——

【甲】等速運動 (uniform motion) 物體以相等之時間，以同一速度，過相等之距離之謂也。故以總時間除總距離，所得結果即為等速度。

$$v = \frac{s}{t} \dots\dots\dots(1)$$

由同種關係可得 $s = vt$ 及 $t = \frac{s}{v}$

即在不等速運動時，若所過之距離為 s ，所費之時間為 t ，則仍可由公式 (1) 算出其平均速度。例如賽跑，起跑時之速度，中途之速度，及終了時之速度，決不相同。今欲行長距離及短距離之比較。求其各平均之速度而比較之可矣。

【乙】不等速運動 (non-uniform motion) 物體始動之後，速度刻刻變化，非逐漸增加，即逐漸減少。如物體之下墜及上擲是也。人體之運動，大半屬不等速運動。故於加速度一項，不可不詳細討論。

五 加速度(Acceleration)

加速度為單位時間內所增加或減少之速度也。前者謂之正加速度，後者謂之負加速度。在人體運動時，及使物體或自己之身體運動時，常應用正加速度。在停止一球或接球之時，常應用負加速度。然而運動者往往不明正加速度之理，

遂不能善爲應用。所謂正加速度者，乃原有速度之上，更加以某種速度之謂。若原來之速度消失，雖後加以第二種速度，亦不成爲加速度。

凡推重，重擲，起跑等運動，莫不應用加速度。今列舉於下以明之。

【應用一】推鉛球 推鉛球之速度，有以下五種。

(一)前進之速度 在行動之車上向前擲球則較立於地上爲遠。因其已得向前移動之速度也。擲球之速度若相等，則在車上所擲者之比較遠度，必與車之速度爲正比例。推鉛球時前進之後，如稍停頓，其前進之速度消失，則成績必與立定擲球無異。故運動者欲知其前進之動作有無發生效力，可與立定擲球比較，如所差不多，則前進之速度必已消失。欲前進之速度不消失，右足前跑時，左足須舉起，與上體成一直線。單足跳後，身體隨即向前擺動而左足落地。身體稍下蹲，再加以跳之動作。若右足前跳之後，左右足同時落地，或稍停止之後再行跳起，則前進之速度消失。

(二)伸腿與轉體之速度 此動作須繼左足落地之動作行之。否則不合加速度之理。

(三)挺胸之速度 是動作須與轉體之動作混合行之，否則不合加速度之理。

(四)伸臂之速度 伸臂之動作，須在挺胸將終時行之。過遲則失加速度之意。

(五)屈腕之速度 宜在伸臂未及最遠方時發生，過遲則失加速度之意。

【實驗一】令一班中之善推球者，行以下各種推法。

(一)專用屈腕之動作而推球。

(二)同上，加伸臂動作而推球，身體毫不轉跳。

(三)同上，加轉體之動作。

(四)同上，加交叉跳之動作。

(五)同上，加前進之動作。

記五種成績而行比較。可以知各動作發生之效果。并可以知五者相併合之效果。

【應用二】擲鐵餅。

(一)旋轉之速度。

(二)伸腿之速度。

(三)轉體挺胸之速度。

(四)捧臂之速度。

(五)腕轉動之速度。

【應用三】擲槍。

(一)跑之速度。

(二)伸腿之速度。

(三)轉體挺胸之速度。

(四)臂擺之速度。

(五)屈腕之速度。

【其他各種應用】如擲室內棒球，籃球，及打網球發球等，欲得極大之速度，皆當應用是理。

【甲】加速度之公式 設 V_0 為物體開始運動時之速度。

V 為最後之速度， t 為經過之時間。 a 為加速度。則

$$a = \frac{V - V_0}{t} \dots\dots\dots(2)$$

而

$$V = V_0 + at \dots\dots\dots(3)$$

【乙】等加速度之公式 因所得之速度相等而為一常數。

故平均速度為初速度與終結速度和之半。距離 S ，即平均速度與時間之相乘積也。

$$S = \frac{V + V_0}{2} t \dots\dots\dots(4)$$

以公式(3) V 之值代入(4)則得

$$S = \frac{2V_0 + at}{2} = V_0 t + \frac{1}{2} at^2 \dots\dots\dots(5)$$

(2)與(4)相乘則得

$$aS = \frac{V^2 - V_0^2}{2}$$