

蔡翹著

運動生理學

商務印書館發行

蔡翹 著

運 動 生 理 學

商務印書館發行

中華民國二十九年二月初版
中華民國三十七年二月再版

商

科

運動生理學一冊

命(03224.0)

定價國幣肆元

印刷地點外另加運費

著者 蔡翹

發行人 朱經農
上海河南中路

印刷所 商務印書館

發行所 各地商務印書館

版 翻 印 必 有
所 權 究

(本書校對者沈韻蕪)

二十四年夏，應全國體育協進會之聘，至青島講演「運動生理」，前後十二次，共二十四小時。聽講者大多數為未受大學或專科體育訓練之中小學體育教員，他們對於生理學，自然皆沒有根底。因為這個緣故，所以在討論「運動生理」之先，不能不講些簡單的生理學，以作引導，談到正題，亦不能不避免深奧的學理，而從事於淺顯的原則。在那次講演中，差不多三分之一的時間是耗費於通俗的導言，往後纔論及運動生理學。因時間的關係，關於運動生理方面，亦祇能提綱挈要，遺漏不全。起初並沒有預備將講演稿出版，所以事過境遷，即置之不理。幸當時葉毓芬女士將其一一筆記，並加以一翻整理。二十五年春，葉女士將全稿寄示，並囑將其修改，然後設法發表。葉女士之熱心及服務精神，誠值得最誠意的銘謝。細心思之，雖覺這種書沒有什麼科學的價值，然對於社會一般人，或亦大有用處，因刻下正在提倡體育之高潮中，這一類通俗的運動生理學，需要頗殷，故決意將

葉女士之筆記重新寫作，並大擴充之，蓋希望已讀過初級生理學的人，由此可以尋求運動生理之原則，即沒有生理學基礎者，閱之亦不難了解。二十六年夏，全稿大部完成，惜因戰事爆發，又復停頓，致遲至此時，始將其整理完竣，殊抱歉之至。

蔡翹識

目錄

第一編	生理學述要	三
第一章	身體對外界的順應作用	五
第二章	養料的來源	九
第三章	養料及廢物的運輸	一八
第四章	呼吸作用及養料氧化	二九
第五章	能力需要	三八
第六章	廢物的排泄	四一
第七章	器官合作的機構	四四
第二編	運動生理學	四九

第八章	各種肌肉的特性	四九
第九章	橫紋肌收縮時自身的各種變化	五八
第十章	燃料的供給	六八
第十一章	工作的效率	七二
第十二章	呼吸變化及氧氣消耗	七九
第十三章	血液循環的變化	九〇
第十四章	血液的變化及其中性反應的維持	一〇五
第十五章	體溫的節制及腎的排泄	一一二
第十六章	合步動作的機構	一一八
第十七章	疲倦	一二九
第十八章	常運動的影響及益處	一三五
附錄	名詞彙解	一四三

運動生理學

緒言

身體之強弱，與個人心境之安樂，事業之進展，推而至於國家之盛衰，民族之興亡，均有莫大之關係。自科學昌明以來，各種事業，突飛猛進，同時人與人及國與國之競爭圖強，亦日趨劇烈。結果，弱肉強食，優勝劣敗。在這種世界及這個時期，欲圖個人的生存，以及民族的榮華，非每個國民皆有健全的體格不可。欲體格之強健，自然須先有完善的遺傳，充分的營養，以及公私衛生的實踐，然繼續而有定時的有益運動，誠為保持健康及發展身體的要素。晚近各國有鑑於此，故對於運動之提倡，鼓勵，誠不遺餘力。我國往昔對於運動，向多忽視，不但不設法提倡，且往往多方禁止之。致國民衰弱，而有東方病夫之稱。近年以來，感外侮之日亟，國難之日深，大半由於民族之頹唐，國民之柔弱，為努

方圖存計，一般有知識份子已認識運動之重要，因而設法倡導之，獎勵之，目下不但在學校中，時有健兒的馳騁，即民衆方面，亦逐漸表現有普通之覺悟，若再培植利導，急起直追，在不久之將來，我人將見運動的習慣及樂趣遍及於民間，那時不但東亞病夫的惡名可以一洗而清，即大中華民族之體格，或將凌駕歐美而上之，亦未可預斷也。

運動之有益身體，既逐漸爲一般人所認識，惟其所以然的緣故及原理，則普通人知者尙鮮。本書的目的爲介紹運動時各種生理的變化，俾讀者明瞭運動之所以有益於健康。惟欲懂運動生理，須先有簡單的生理學知識，爲便利沒有生理學基礎者了解起見，本書先將身體各器官的作用，作一簡單而通俗的敘述，以後再論及運動生理的概況。

本書雖極通俗而簡單，然其中仍不免有多少的專門名詞，普通人讀之，或將發生困難。茲爲便利讀者易於了解起見，特將各術語在書末詞彙欄一一詮釋。

第一編 生理學述要

生理學爲研究身體各部的作用及其相互的關係之科學。我們日常的一舉一動，都是身體活動的表現，亦即是生理的現象。生命之存在，須賴身體各器官之繼續活動及合作。例如在正常情況之下，肌肉的收縮，須賴中樞神經系統的衝動，中樞神經系統的動作，又每須賴感官的刺激。感官之興奮，神經之傳導，以及肌肉之收縮，都要消耗能力。能力之來源，由於養料之氧化。養料須得自食物，而食物又須先經過消化後始能被吸收。食物之吸收及新陳代謝，皆須以血液爲媒介，而血液之流動，又須賴心臟之抽捨。至於食物的氧化，須由空氣吸取氧氣以完成之，而其氧化的尾產物，則大部分爲二氧化碳及水；氧的吸收及二氧化碳的排脫，皆在肺行之。此外，身體所產生的其他廢物，又須由腎、肝、皮膚及大腸以排泄之。總而言之，身體各部的動作，莫不互相關係；其中一有反常，整個身體的作用便將受其影響，以至於發生各種變態（疾病。）

以整個身體的動作爲出發點，全身的作用，可從下列綱領敘述之一、身體對外界的順應作用，二、養料的供給，三、養料及廢物的運輸，四、養料氧化及呼吸作用，五、廢物排泄，六、各器官合作的機構。

第一章 身體對外界的順應作用

從生理方面講，我人一舉一動，都是很有意義的，牠不是改易環境以適合身體的需要，便是使自身發生變化以適應環境。這種順應作用，本來是很複雜，亦且很難解釋的。但簡言之，可以說：無論何種順應作用，最少須包括三種器官的合作。照時間之先後，第一步須先接受外界的刺激，以俗話表示之，就是認識環境的形態。光聲寒熱都是外界的刺激。身體各種感官爲感應這各種刺激的特別機關。耳能聽，眼能視，鼻能嗅，舌喉能味，皮膚能感應寒熱及接觸等，皆因其有一定的機構，能感應這各種刺激；眼中網膜之靈於光色，耳中蝸牛殼之靈於聲音，舌喉上味蕾之靈於味，鼻黏膜上嗅細胞之靈於香臭，以及皮膚各種感官之靈於寒熱痛壓等刺激，就是其中之顯著者，感官被刺激後即發生衝動，這種衝動更由神經傳導至中樞神經系統。衝動至中樞神經系統後，將發生兩種影響：第一爲認識刺激的本性，第二爲喚起肌肉或液腺的反應。假設我們沒有感官，在大自然及社會中，將昏昏一無所覺，既無所覺，便談不到動作了。

僅僅接受外間刺激，認識環境本態，而沒有別種作用，斷沒有什麼順應的可言，所以第二步的工作，便是感官的感應由神經系統的傳導及整理，以至喚起肌肉或液腺的反動，到了肌肉或液腺的反動，順應的目標纔可達到。

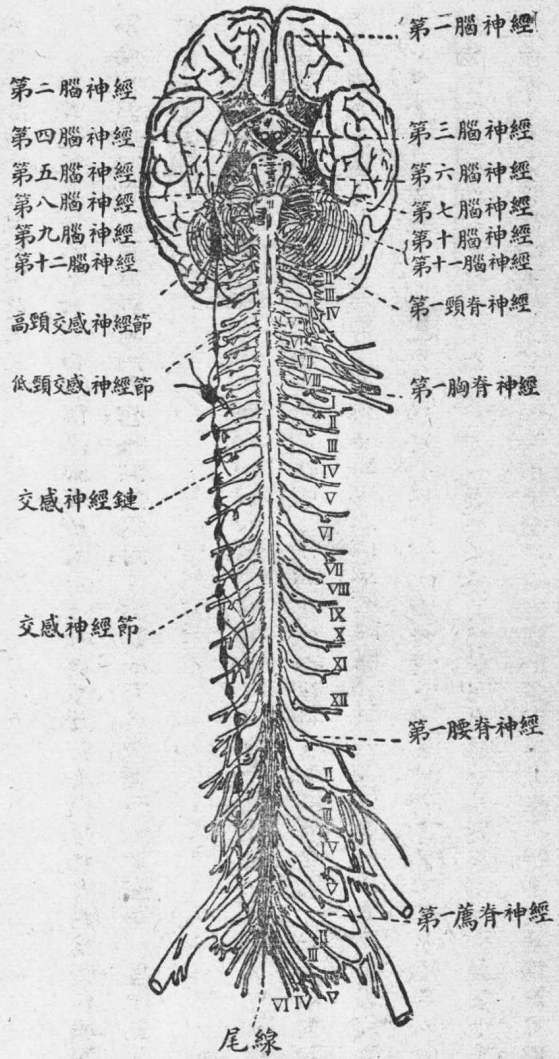
神經系統可分爲兩大類，即中樞神經系統及自主神經系統。前者包括腦、脊髓、腦脊神經節及聯絡牠們至感官及隨意肌肉的神經；後者包括自主神經節及與牠聯絡的神經。第一圖代表神經的外表形態狀。

腦在顱骨內，脊髓在脊椎骨內，其作用爲接收由感官傳來的衝動而認識之，連絡之，整理之，然後再發出衝動至肌肉，使之收縮或停止收縮。由腦發出的衝動所引起的動作有兩種：一種爲隨意的，一種爲不隨意的。一切以意志控制之動作名爲隨意的，牠由於大腦皮質（大腦半球表面之一層）的作用。隨意動作，若常行之，可變成自動。自動的動作並不由意志控制，惟有時於動作執行後纔發生意識。例如初學打字，手指之一舉一動，皆須細心控制，可是練習馴熟後，其動作便無須意識之指使了。我人日常的動作，大部分起初都是屬於有意識的，但因行之既久，很多便變爲無意識了。

行走時兩足之運動，咀嚼時兩顎之運動，打字時手指之運動等，都可視為這一類的例子。這皆由隨意動作而變為自動者。至於不隨意動作，乃為無意識的反應，即不為意志所發動的行為。咳嗽，呵欠，

第一章 身體對外界的順應作用

七



第一圖 人類中樞神經系統，並表示其神經及交感神經節。

作嘔、打嚏、雲眼等一類的反動，都是不隨意的；在生理學上，我們常稱之為反射。反射動作爲腦幹（大腦半球下之腦）及脊髓之作用，無須大腦皮質之參加。例如手觸熱鍋，連忙縮回，固從未經考慮而行之。這樣急速的反應，纔能避免灼傷之危險，所以從保持生命及護衛身體講，牠亦很有意義而爲順應作用的。總之，由感官傳來的衝動，既可至脊髓或腦幹而喚起反射，亦可再傳上至大腦半球，以引起對環境之認識，及使肌肉作隨意之運動。

自主神經支配一切的內臟，如心肺腸胃脾腎血管及膀胱等是。由自主神經所引起的動作皆爲不隨意的。自主神經系統與中樞神經系統是互相聯絡的，由中樞系統所發出的衝動，須先經過自主神經節，然後始能達到臟腑；因此，臟腑的動作，無一可以隨意指使。例如腸胃的運動，心臟的跳息，液腺的分泌，血管的舒縮等等，都是出於我人意志所能直接控制之外，其動作大半由於體內的興奮而起，與隨意肌肉之可以隨意指使及能對外界刺激起反應者不同。本書所將討論的運動生理，係隨意肌肉之收縮爲對象，其他連帶所發生的生理變化，都是屬於副影響。此點以後再論之。至於各內臟的作用，容於下數章分別述之。

第二章 養料的來源

身體各部之活動，莫不需要能力之消耗，能力係來自養料的氧化，養料則又取給於食物。現在讓我們先將食物的養料說一說。

食物的養料

食物中的養料可分為三大類：第一為產生能力的養料，第二為維生素，第三為水及無機鹽。能產生能力的養分有三種，即蛋白質，碳水化合物及脂肪。茲將其分別述之如下：

【蛋白質】蛋白質為一羣氨基酸所匝連而成。已經發見的氨基酸共有二十多種。每種氨基酸皆各有其物理及化學的特性。每種蛋白質所包含的氨基酸既異，而各氨基酸匝連的情形亦殊，因此，各種蛋白質的性質自亦不同。換言之，氨基酸好像英文字母，蛋白質好像字，由二十多種的氨

基酸，便可製成千萬不同的蛋白質。實際上，蛋白質究竟有多少種，我人是不知道的，不過從剛纔所述的學理推想，牠一定是很多。

動植物性食品中多有蛋白質者，其中尤以肉類、蛋類及豆類為多。動物蛋白質（如在肉蛋及奶中）的生物價值比植物蛋白質（如在豆穀類中）高，因前者被吸收及利用較為完全，且對於身體的生長及組織的修補較為重要。普通組織百分之七十五至八十分為水，其餘百分之二十至二十五則為固體，而在此固體中，約有百分之七八十為蛋白質。由這個估計的數目，我們便可推想蛋白質對於組織的生成及修補之重要了。食物的蛋白質大部分須先經過消化成爲氨基酸後，始能被小腸吸收，吸收的氨基酸，一部分可由組織綜合之而成爲富有特性的新蛋白質。所有用以製成組織蛋白質的氨基酸，動物蛋白質多含有之，植物蛋白質則否。因此，如果食品中的動物蛋白質不充足，那麼，身體之發長及修補將要發生阻礙了。

蛋白質不但爲生長及修補組織的主要原料，牠尚能刺激身體細胞而增加其新陳代謝。牠的氧化可產生能力。在前節已經述過，蛋白質爲一羣氨基酸環連而成，氨基酸有氨基及有機酸基，牠