

大學叢書

人類生理學

上 冊

蔡 翹 著

商務印書館發行



2812440

大學叢書
人類生理學
上 冊

蔡 翹 著



商務印書館發行

序

本書自從二十五年第二版以來，又近十年，中間雖曾修訂兩次，並曾先後送書局重版，然終因抗戰關係，印刷困難，未獲問世。去歲戰事勝利結束，乃向書局索回原稿，更作第三次澈底的修改，計費時半載，始將新稿完成。

此次章目雖大多仍舊，惟內容則力求充實，凡所知之新發見及新理論，莫不擇要加入。至於舊圖之不合時宜或稍不明顯者則一概刪去，其原用英文註解者亦均一律改換中文，此外並加入新圖二百餘幀，以助讀者之了解。前版文字以白話文為主，殊嫌累贅，故此次易以報紙式文言，是否已經改善，願借諸賢達之指教。

據個人過去十餘年教學之經驗，章後習題並無多大用處，故此次斷然刪去；西文參考書表則覺極為需要，爰備一插入書後，惟原著者的研究論文則鮮為介紹，蓋以其對初學者尚非必要也。

本書新稿之抄寫，全賴中大醫學院 1949 級五十餘同學之踴躍參加，實令作者銘刻不忘。全書抄成之後，蒙吳襄先生勘閱全部，指正頗多；朱壬葆、李瑞軒、程治平、許汝和諸先生均曾分閱若干章，並予以有益的批評與建議，作者願藉此表示謝忱。蔡紀靜及林淑輔兩君不辭辛勞，助繪圖，錄圖註，抄圖解，排打英漢名詞對照表，以及預備索引等，誠萬分感激，茲特誌之，以表不忘。

蔡翹 三十五年二月作於成都

又本書原稿雖於三十五年初交商務印書館付印，然至本年二三月間始得見校樣，中間又耽擱一年。幸該館不計工本，允於校對時隨便修改，殊萬分欣慰。最後索引及英漢名詞對照表之填寫頁數工作為濮璠女士所獨力完成，願誌之以表謝意。

蔡翹 三十六年六月附誌於南京

目次

序

導言.....	1
---------	---

第一篇 普通生理學之原理.....	7
-------------------	---

第一章 生命之基礎組織——細胞.....	7
----------------------	---

第二章 生命之現象及特徵.....	15
-------------------	----

生命之定義.....	15
------------	----

生命之表現.....	16
------------	----

生物之特徵.....	16
------------	----

第三章 生物之化學組織及作用.....	21
---------------------	----

I. 原生質之化學元素.....	21
------------------	----

第四章 生物之化學組織及作用.....	24
---------------------	----

II. 生物之有機化合物.....	24
-------------------	----

碳水化合物類.....	24
-------------	----

脂肪類.....	29
----------	----

蛋白質類.....	32
-----------	----

第五章 生物之化學組織及作用.....	41
---------------------	----

III. 酶及氧化作用.....	41
------------------	----

第六章 生物之物理現象及原理.....	52
---------------------	----

I. 唯能論.....	52
-------------	----

能力之來源及儲藏.....	52
---------------	----

第七章 生物之物理現象及原理.....	66
---------------------	----

II. 膠性物之性質.....	66
-----------------	----

第八章 生物之物理現象及原理.....	74
---------------------	----

III. 物質之透過活膜.....	74
-------------------	----

決定物質透過漿膜之勢力.....	76
------------------	----

各種物質之通透力	79
生物發電現象	83
第二篇 肌肉及神經	85
第九章 運動之種類	85
第十章 橫紋肌之動作	90
橫紋肌之結構	90
橫紋肌之特性	92
橫紋肌之機械反應	96
肌肉之電位變更	106
收縮時熱之產生	107
肌肉收縮時氧之消耗	111
肌肉收縮時之化學變化	112
第十一章 人體之肌肉運動	118
運動之能力來源	118
乳酸之產生	120
氧之消耗	120
身體之機械效率	123
肌肉之疲倦	125
運動對於其他生理作用之影響	126
訓練之影響	130
第十二章 不隨意肌之活動	131
平滑肌	131
心臟肌	136
電解物對於離體肌肉之影響	140
第十三章 神經之興奮及傳導	143
神經之結構及分類	143
神經纖維之興奮	145
刺激方法	145
神經之動作電流	153
神經衝動及其傳佈	153

神經幹動作電流之複雜性	155
神經衝動之特性	156
神經衝動傳導之情形	159
神經衝動之本性	160
神經之新陳代謝	161
興奮能	162

第三篇 神經系統 165

第十四章 神經細胞之結構及生理	165
神經原	165
神經與細胞體之關係	168
神經原爲神經系統之單位	170
神經原與神經原之關係	170
突觸之生理	172
神經原與感官及肌肉之關係	175
第十五章 神經系統之普通作用及分類	178
神經系統之普通作用	178
神經系統之分類	180
第十六章 脊髓之生理	184
脊髓之構造	184
脊髓爲傳導路徑	185
脊髓爲反射中樞	188
反射動作之中樞特性	190
合步運動之脊髓機構	196
脊髓對於肌肉緊張之節制	201
第十七章 腦之結構及作用	203
腦之解剖及分部	203
延腦	204
小腦	206
中腦	210
間腦	212

腦幹作用之定位及姿勢反射之機構·····	213
頂腦·····	220
第十八章 大腦皮層之作用·····	225
定位作用·····	226
運動區·····	226
錐體外系統之作用·····	231
感覺區·····	231
普通作用·····	238
腦電流圖·····	242
替代反射·····	243
睡眠·····	246
語言·····	249
第十九章 自主神經系統·····	251
自主神經之起源及聯絡·····	251
自主神經之生理·····	254
刺激交感神經之影響·····	254
刺激副交感神經之影響·····	254
神經衝動之化學傳遞·····	255
第四篇 感官生理·····	259
第二十章 感官之普通特性·····	259
種別感應性·····	260
外周之定位·····	260
感官反應與刺激強度速率及時間之關係·····	261
第二十一章 視覺之生理·····	264
眼之結構·····	264
眼睛如一光學儀器·····	270
眼睛之折光力及調度·····	275
眼折光之缺點及變態·····	278
調度反射及光反射·····	281
網膜之生理·····	283

第二十二章 雙眼視覺	298
眼球運動	298
相對點	299
雙眼視覺之因素	300
距離知覺	301
第二十三章 耳之生理	303
聽覺生理	303
聽器官之結構	303
聲音之分析	308
底膜之共振	311
聲音之定位	313
半規管及前庭之生理	314
迷路之位置及結構	314
迷路之作用	316
第二十四章 皮膚之臟腑感官	320
皮膚感覺	320
本部受納器	322
味覺	323
嗅覺	324
臟腑感覺	325
第五篇 血液及淋巴	331
第二十五章 血液	331
血液之普通形態	331
血液總量	339
血液之物理特性	340
血液之化學成份	347
紅血球之破壞及生成	349
紅血球之壽命	353
血紅素	353
白血球之來源及功用	359

血小板之功能	360
血液之凝固	361
止血機構	365
第二十六章 組織液及淋巴	367
組織液	367
濾過之速率及分量	368
淋巴	369
A. 淋巴之性質及成份	369
B. 淋巴之生成	370
第二十七章 內環境之恆定	374
血糖濃度	375
血漿蛋白質	377
血清鈣份	379
氯化鈉	381
血液水份	382
體溫	383
血液中性反應之維持	383
血液如一理化系統	386
第二十八章 身體抵抗入侵物之機構	388
細胞抵禦	388
化學抵禦	391
血型	394

人類生理學

導 言

生理學爲一種自然科學，一種生物科學，亦爲一種醫學科學。其所以爲自然科學及生物科學者，因其研究之對象爲自然界的生物。生物科學之種類甚多，生理學不過其中之一種而已。生理學之目的爲研究生物之生理作用；研究植物之作用者名爲植物生理學，研究動物之作用者名爲動物生理學，研究人類身體之作用者名爲人類生理學，研究生物之普通生理現象及原理者名爲普通生理學。人類爲高等動物之一，其生理作用與其他高等動物大體相同，故視人類生理學爲哺乳動物生理學實無不可。實際上人類生理學之實驗材料每取之哺乳動物，甚有用蛙及龜者，因其作用與人類無重大之差異也。習慣上動物生理學之教材多注重於比較方面，即比較各種動物之生理作用，由下等動物以至高等動物，此點殊與人類生理學有別。後者之所以每取材於高等動物者，不過利用之以作實驗而闡明人體之作用耳；大部分人體作用既不能直接觀察，亦不能以實驗方法自由措置，故不能不藉動物爲代替品，犧牲品。本書之目的雖爲敘述人類生理學，然其內容多有論及高等動物之生理作用者，此之故也。

普通生理學之目的爲探討生物之普遍生理現象及原理，已如前述，故欲攻學人類生理學，不能不先明瞭普通生理學之基礎原則。由此觀之，普通生理學實人類生理學之一部，故本書首篇即提出作系統的敘述。人類生理學之本題完全爲研究身體各器官之機能，故可稱之爲器官生理學 (Organ physiology)。

人類生理學之所以視爲醫學科學之一者，蓋生理學爲醫學之基礎，在生理學發展之過程中，研究人類生理學者不但多爲醫學出身，且多爲醫學教授，此種風氣一直至前世紀下半期始略爲變更，時至今日，視生理學爲

實驗醫學者，仍不在少數。嚴格言之，人類生理學並非爲醫學科學，因其對象並非疾病之原因，更非治療之成效，生理學之目的及責任乃在闡明正常的生理作用，此種作用之闡明是否即可以應用於醫事，殊非生理學者所能顧及。惟人類生理學既由醫學發展而來，吾人「飲水思源」，自不能「數典忘祖」，近數十年來生理學之所以長足猛進而得有今日者，頗得力於醫學及醫事之發達。科學之崇高目的雖爲探索事實，研求真理，然苟無絲毫應用價值，則將爲人所忽視，所摒棄，久之乃湮沒無遺，馴至科學之研究亦將不爲人所重視，所尊崇，所維持矣。換言之，科學之重要性乃在其最終之收穫，此種收穫爲增進人類之幸福及減少人類之痛苦。生理學之所以得有今日之繁榮者，因其能予醫學以基礎之知識及種種技術上之貢獻故也。明瞭生理之後，始能了解病理，懂正常作用者始能診斷疾病，對症下藥，人類生理學在醫學之重要性實基於此。

人類自有歷史以來，聰明睿智之士即有對身體機能作種種之推測，然多類似神話，吾國先代儒醫之論五臟六腑之作用每以陰陽五行爲喻，卽爲一例，上古名醫蓋倫（Galen）曾編印巨著，敘述身體各器官之解剖及生理，惜因乏實驗的根據，致錯誤極多。迨 1543 年比利時學者華沙利阿斯（Vesalius）之大著『人體構造』（Fabrica Humani Corporis）出版，近世解剖學於是萌芽，此時蓋氏很多不合事實之推論乃逐漸不爲人所置信。近代實驗生理學肇始於十七世紀之初期，當時意儒薩陀利阿斯（Sartorius）曾進行種種實驗以證明人體之不知覺出汗。氏曾設計一稱人之天秤，自己處天秤上若干時日，由於體重之減少，彼乃推論不知覺發汗之存在，蓋食入者較由大小便排出者爲多也。氏於 1614 年出版一書，名爲“Medical Statics”，惜其中未發表其實驗之詳細記錄，致其代謝作用之研究爲後人所遺忘，殊可惜也。英國名醫威廉哈維（William Harvey）氏因不滿蓋氏血液返復流動之學說，曾進行各種人體觀察及動物實驗，證明蓋氏理論之謬誤，乃倡血流循環說，於 1628 年發表其名著「血液運動論」（Exercitatio de cordis）。哈氏曾剖出動物之動脈及靜脈而分別切斷之，見動脈之近心端血液噴出，勢極兇猛，遠心端則無血跡；靜脈之流血方向與動脈異，遠心端雖出血，然究屬不多，且無噴出之現象。氏又用綳帶縛紮人肱，見上段皮下靜脈完全消逝不見，下段則膨脹腫大。由此種種觀察，氏乃推論身體血液之運動係循一定方向而絕不回流者，卽血液出心至

動脈，然後由靜脈入心。此一學說經數百年之反復試驗，早已證明其爲正確之事實矣。英人視哈維氏爲近代生理學之鼻祖，並於其故里 Folkstone 立銅像以紀念之，誠非誇張也。

十七世紀下半期生理學之發展極緩，所述者多爲組織學之發現。十八世紀之進步較多，其中之要者爲露母亞 (Reaumur) 及斯巴藍察尼 (Spallanzani) 對於消化之貢獻及披斯特里 (Priestly) 及拉瓦錫亞 (Lavoisier) 之發現呼吸原理。前兩位學者曾喂鷹並自食裝於細芋袋中之肉片，袋連一繩，繩之一端連於口外，若干時後，拉繩而取出袋，驗其內容，見肉之顏色大形改變，且發出臭氣。氏等推論其爲發酵作用。此種結論雖屬錯誤，然其實驗之精神已永爲後人所欽佩矣。

二氧化碳之發見爲時頗早，遠在十八世紀中葉卽爲哈爾曼 (Helmont) 及哈勒 (Haller) 所啓示，當時名之曰 Sylvester，惜未明其作用，迨至伯勒克 (Black) 之觀察始大白。伯氏稱之爲固定空氣 (Fixed air)。氧氣之發見始於梅歐 (John Mayow) 氏，迨至披氏及拉氏始證明其爲燃燒及動植物所必需。披氏且進行種種實驗，證明動物之呼氣中含有二氧化碳。自是以後，吾人乃知呼吸之作用爲攝取氧氣及排出二氧化碳矣。

十九世紀以後，生理學乃開始長足的進步，其中以美國軍醫鮑孟德 (Beaumont)，法國內科教授班納德 (Claude Bernard)，及德國生理學家母喇 (J. Müller) 及盧德偉 (Carl Ludwig) 之貢獻爲多。鮑氏曾利用一病人之有胃漏管 (Gastric fistula) 者作胃液分泌及消化之觀察，對近代胃之生理安下不可動搖之基石。班氏爲前世紀中葉之大科學家，其貢獻之多遠非其他生理學家所能匹敵。舉其犖犖大者而言，有動物澱粉之發現，肝臟對於炭水化物代謝之功能，交感神經之含有縮血管纖維，肌肉之具有獨立收縮性，內環境恆定性之意義及重要等等。班氏銅像至今仍屹立於巴黎之街頭，爲法人所誇飾。母盧二氏之貢獻亦多，母氏對於神經作用有特殊之貢獻，盧氏之記紋鼓 (Kymograph) 及血流計 (Stromuhr) 至今仍流行於生理實驗室。且此兩氏皆爲大師，對於訓練人才之貢獻更多，十九世紀末葉及本世紀初年之英、美、俄、德生理學者多出其門下。

人類生理學發展至本世紀乃達全盛。猛進之原因雖爲學者努力之結果，然研究方法之進步實爲主要因素。前世紀學者所採用所設計之方法實不外直接觀察及機械記錄二項。直接觀察法可用於正常整個動物或麻醉

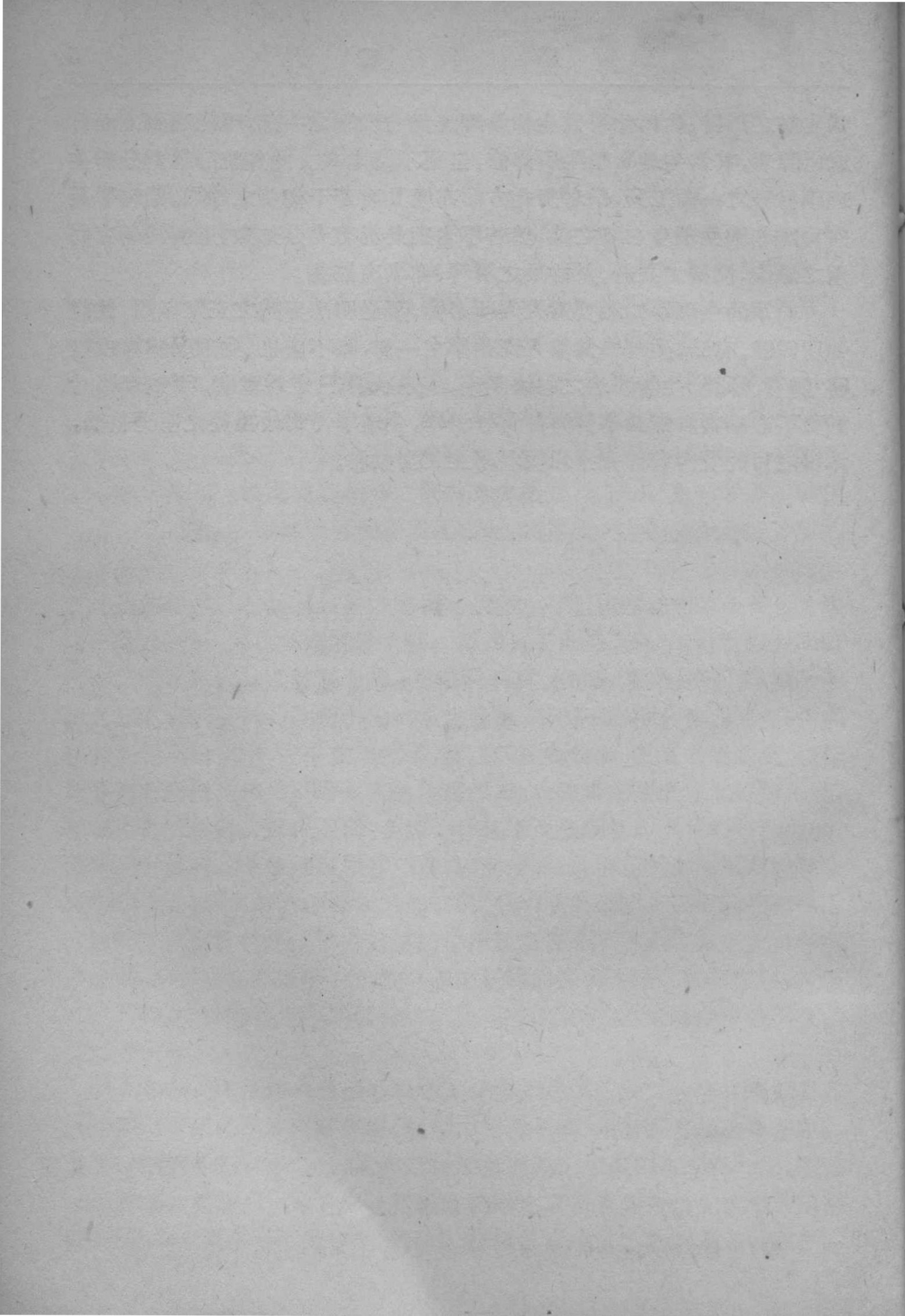
後之動物，或經施行消毒外科手術後而復元之動物：記錄之方法則祇限於機械式之描寫，如用槓桿以描寫肌肉之運動，用檢壓計以描寫血壓之高低，用膜鼓以描寫呼吸之運動等。時至今日，不但外科手術日見改善精巧，機械儀器亦日新月異，物理學所用之光電儀器，如游子管，光電池，電流計，示波器，電熱堆，分光鏡，X光器，超離心機等等之精緻而準確儀器，皆已一一為生理學所採用矣。物理學之儀器如此，化學之方法亦然，目下用以研究人體化學作用之方法已不下數百種，其所用的儀器亦「五光十色」，不勝枚舉。此種進展雖不能不溯源於近代理化及工程之發達，然生理學者之專心致力，實有以竟其成也。理化的儀器及方法固可採為生理研究之工具，然因研究之對象不同，非經若干改造及變更，鮮可應用。實際上生理學用為研究各器官各組織之電熱光化儀器及方法已各自差異，何況其他。換言之，生理學固可利用理化原理，然其所設計的方法則完全為生理學者思想之結晶。

生理學現已發展至若斯程度，各人專攻一門，欲澈底領悟全部生理學之知識及技能，幾已為極難能之事。須知目下世界有數千專門生理學者，每年出版之研究論文達數千篇，且散見於英、德、法、俄等國文字，欲一一讀之記之，殊不可能。生理學因進步之猛速，不能不逐漸分化，首先分化而獨立者為生物化學，亦名生理化學，次之為生物物理，後者乃屬新近之事，此外尚有所謂應用生理學及工業生理學者，此皆表示生理學之日形擴展，誠為可喜之現象。然試一問：倘將生物化學及生物物理之材料分別提出，則生理學尚有若干事理可以存在耶？誠如前述，此兩種科學既可以脫離生理學而獨立，然其為生理學之二門，則仍為學者所公認。但人類生理學之內容既注重器官生理，其所敘述的作用及原理雖不免有與其子女科學重覆之處，然對象究不盡同。生物化學之任務為探求人體之化學作用，其他則不具論。生物物理大多關涉生物之普遍物理現象，器官之作用固不在其範圍之內也。

生理學之方法既多係根據物理及化學原則而設計，生理之現象及機構亦間有可以理化原理解釋者，故欲攻習生理學，須有堅實的理化基礎。又生理學為生物科學之一，人類器官之構造及作用多與高等動物同，故普通動物學，遺傳學，胚胎學及比較解剖學之學習乃為攻讀生理學者所必修。人體作用與其構造息息相關，故大體解剖或哺乳動物解剖及組織學亦

爲先修之課目。生物化學及生物物理既爲生理學之一部，現已有獨立而自成兩課者，其爲生理學學生所必修，自更不待論矣。此外統計學爲分析生理學材料之一種工具，學者對此方面亦應具有若干初步之知識。藥理學及內科雖非學生理者必修之課，然若學者對此具有充分知識，則對於研究問題之思索，技術之設計，及結果之解釋，亦當有補益。

簡單的生理學知識實爲人人所必備，蓋必明瞭身體之正常作用，始能知所保健。有云，生理學爲個人衛生學之一部，誠不虛也。生理學爲專攻獸醫、體育、師範、生物學者之必修課程，此在大學已定爲章則，至於學醫者則更不必論矣。無論學習何種醫學科學，生理學乃爲最重要之基礎科學，本書之目的及內容即完全以醫科學生爲對象者。



第一篇 普通生理學之原理

第一章 生命之基礎組織——細胞

自從 1848 年施汪 (Schwann) 及施奈登 (Schleiden) 創倡細胞說以來，細胞爲生物結構及作用之單位，已不復爲學者所懷疑。一個細胞猶如一個個體，其各部有分工合作之功。試以單細胞動物如變形蟲 (Amoeba) 者爲例，其假爪有運動之功，其消化空泡有消化之能，其收縮空泡現脹縮之象，其細胞核爲遺傳之器。同時其一部分活動或受損害時，他部分即受影響。試觀其吞食炭粒或細菌，其各部之合作便可一一顯現於吾人之眼前。高等動物爲千萬細胞所組成，一個細胞猶如一國之國民。每個國民雖有自由的意志，自由的行動，然其自由斷不能無限制，必與其他國民協調。其中有業律師者，有業醫者，有業技藝者，有業教育者，有業行政者，不一而足，然無論各人之職業如何，其必互相合作，遵守共同的法律

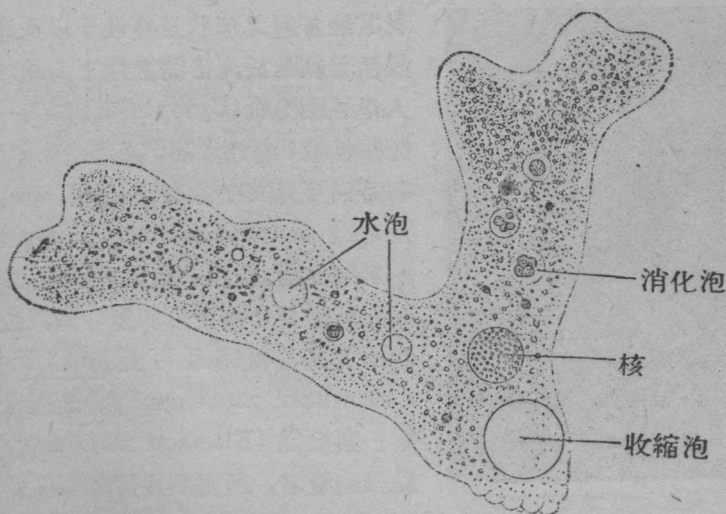


圖1 變形蟲。爲一種單細胞動物(由 Sedgwick and Wilson's Biology)。

及習慣，然後始能造成近代有秩序之社會及國家，此爲吾人所習知之事。高等動物之各種細胞已分化至很高程度，各有專門之作用及任務，同時亦能互相協作，以完成個體生活之使命，此與一國國民之分工合作無異。由此觀點，細胞雖爲個體之單位，然固非完全獨立的個體也。

原生質 (Protoplasm) 細胞爲何種物質組合而成，此爲普通生理學最有趣之問題。細胞既爲生物構造之單位，組成細胞之整個物質必亦具有生命，此爲吾人理想所及之事。有生命的物質名爲原生質。組成原生質者爲蛋白質，磷脂化物，炭水化物，無機鹽及水等。此各種化合物並非具有生命，其實乃由化學方法提取出來，故不能代表整個原生質之作用。惟其經過嚴密組織之後，竟成爲複雜而有生的物質，與原初的單純物質迥不相同，已非僅爲原初物質之集體，而爲另一種新物質矣。吾人對於原生質之知識，至今仍極簡陋，因原生質一經物理的或化學的措置之後，其特性即消失無遺。倘吾人能用人工方法以造成原生質，則原生質之研究必大有進展，但依眼前之事實推測，此或爲不可能之事，蓋原生質組織之複雜已非吾人目下所能了解也。

細胞爲原生質所組成，已如前述，細胞之種類及形狀很多，各個細胞內之原生質亦各不同，可見原生質之種類必極多。此非細胞學專書，故祇能

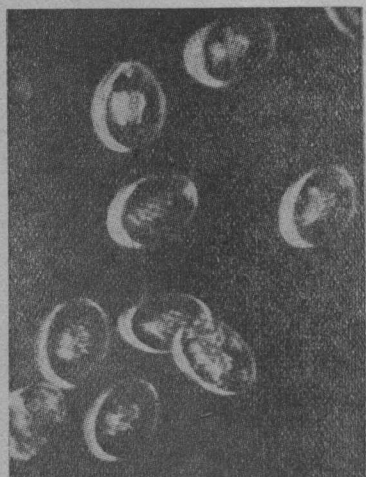


圖2 蛙紅血球之暗地照光像片。
(由 Rogers' Textbook of Comparative Physiology)。

就其最普遍之形狀及特性予以陳述。試置活着細胞於高倍顯微鏡下而驗之，吾人得見細胞漿 (Cytoplasm) 似爲一純一的膠性液，滯性很高，高者幾如軟膠體，有時尙可見其中含有粒狀體 (Granule) 及含體 (Inclusion body)，除此以外，似別無他物。惟用超倍顯微鏡視之，其中的粒狀體及含體更可明顯；倘液體之滯性不太高，有時且可見布郎氏運動 (Brownian movement)。最近且有用電子顯微鏡 (Electron microscope) 檢驗細胞漿者，所得照片似見原生質含有很多結構，且含有螢光物質 (Fluorescent substance)，此啓示原生質非爲純粹的