

W  
7120

醫林叢刊

生理學原理

商務印書館發行

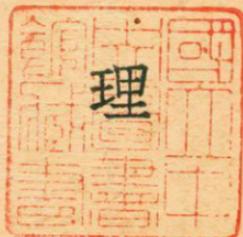


叢醫  
刊林

生  
理  
學  
原

麥肯特列克著  
余小宋譯

商務印書館發行



397  
835501

# 生理學原理目錄

第一章	生理學之範圍與目的及其與他種科學之關係	一
第二章	生物之特性	九
第三章	生物之活動能力	一六
第四章	個體之原始與發育	二一
第五章	組織與器官之發育	三二
第六章	身體內之物質與能力	三八
第七章	食物之吸收	五六
第八章	血液及其與各種組織之關係	六八
第九章	老廢物質之排泄	七八
第十章	潛伏作用	九一

目錄

國家圖書館



002308094

第十一章	能力之放散	.....	一〇一	
第十二章	節制機能	神經系統	.....	一〇五
第十三章	心境與物境之關係	.....	一三六	
第十四章	聲音	.....	一四四	
第十五章	死亡	.....	一五〇	
第十六章	哲學問題及生理學之趨勢	.....	一二五	

# 生理學原理

(The Principles of Physiology)

## 第一章 生理學之範圍與目的及其與他種科學之關係

1. 生理學 (physiology) 者，乃記述生物 (living thing) 所表現之各種現象，及解釋生物所表現之各種現象之科學也。亦可謂為研究生物上所遇各種變化之科學。其所研究之對象，為一種特殊形式之活動，此種活動，吾人可名之曰生命 (life)。

2. 有生之物，可分為植物與動物兩大類。但有若干種生物，甚難分別其為植物，抑為動物，蓋由不同之觀察點論之，似可列入植物界亦可列入動物界也。凡地球上之生物，表現有某種普通性質 (general characters) 者，吾人概得認為有生命物。有生物所具之普通性質，即由一親或二親而生殖，必須有食物與養



氣，始能生活；在生存期間，須經過若干成長期，且有生殖後裔之能力，至一定時期，則老而死亡。在下等動物中，以上所述之各種現象，有不易觀察者；但能知其物體，為含有某特性 (property) 之物質所構成者，亦當承認其為有生命也。

3. 以科學的方法，研究生物之現象，即可發現生物之變化 (transition) —— 繼續發生變異之程序，由一種情形，逐漸改變而為他種情形。—— 就表面觀察之，各部之觀念，似有顯然之區別，可以判別孰為有生命之物質，孰為無生命之物質。若進一步詳細考察之，則知有生物與無生物所表現之某某等特性，亦有彼此相同者。例如有生活力之物質，能依物理學的原則 (physical laws) 生長，並增加其體積。而吾人視為無生氣之結晶 (crystal)，亦能依物理學的原則，生長並增加其體積。但生物之生長，及增加體積，與結晶相較，則絕對不同。在某種情形之下，即就增加體積而論，亦足以區分何者為有生命之物質，何者為無生命之物質，且變化不僅為有生物獨有之現象，雖在有生物與無生物之極小構造中，

均能遇之。如遲緩之變化，雖堅硬之金屬構造，亦可發生。以一小粒黃金，置於固體之鉛上，經過長久時期，則可以穿入鉛質中。以固體物質，置於硬蠟之上，亦能逐漸陷入蠟中。無論物質之密度及耐久之程度如何，遲緩之變化，均可發生也。由是可知物質中分子的變化，或稱爲分子的運動者，在無生命物質中，亦有此種現象也。分子的運動，既爲無生物與有生物二者俱有之性質，則吾人不能以此斷定有生物與無生物，明矣。且有生物與無生物二者，均依引力之原則 (laws of gravitation) 而運動，其他目力所能見之各種現象，及感電所發生之現象，在有生物與無生物二者之中，亦相同也。

4. 無論動物或植物，具有高等形式者，其生活現象均易觀察。就高等植物而言，則有根深入土中，其生活所依賴之營養品，大部份均由此根吸收而得。有幹，枝，葉，與花，露於空氣之中，且能營呼吸等作用。就高等動物而言，則有活潑之運動，如跳，與跑等動作。能營呼吸，需求食物以產生溫熱。以上所述動物與植物之

生活現象，即吾人由觀察所得，而應解釋之現象也。生理學者所研究之範圍，乃對於此類現象，求一種確切之解釋耳。生理學之區域極廣，依其自然之性質，可分爲植物生理學 (plant physiology)。與動物生理學 (animal physiology) 前者爲植物學 (botany) 之一部份，後者屬於動物學 (zoology) 之範圍中。生物之各種現象，雖可概括於動物學與植物學之中，但尋常記述或解釋生命所繫之各種現象，則另立一科，曰生理學。更因動物之種類不同，而分爲各種動物之生理學。如研究人類體上所發生之各種現象者，謂之人類生理學 (human physiology)。專研究家畜，如牛馬等之生活現象者，謂之家畜生理學 (physiology of the domestic animals)。研究鳥類之生活現象者，謂之鳥類生理學 (physiology of birds)。關於各種重要生活現象之解釋，有非研究一個動物，或一羣動物，所能盡悉者，乃集合各種生物之生活現象，而研究之，謂之比較生理學 (comparative physiology)。在英文中，生理學 (physiology) 一詞，係由希臘字『自然』

(φυσικ) 與『知識』(Νόμος) 一字連合而成，其意爲記述自然現象之科學。昔時之意，係指今日之物理學 (Physics)，至近數十年，其意義始有限制，專指研究生物所表現之現象而言矣。

5. 雖爲便利起見，將各種知識分科研究，但彼此皆有相互之關係。與生理學關係最密切，且爲生理學之基礎者有三；卽解剖學 (anatomy) 物理學，與化學 (chemistry) 是也。凡研究生理學者，欲了解動物界各種動物軀體之構造，必須對於上述之三種科學，略窺門徑。例如研究人類生理學者，須明瞭人體，及各種器官之解剖。雖有時不能實際觀察，則可以下等哺乳類，如兔等之解剖代之，但須以肉眼觀察各種器官之形式，及各部份之關係；更須以近世專門方法，用顯微鏡考察各器官，與各組織之精微構造。此卽所謂組織學 (histology) 是也；在近年以來，該科進步甚速。各種科學，彼此均有關係，一種科學往往因他種科學進步，而益發達。如近世發明最精微之顯微鏡，係光學與機械學之進步，而實

爲一種研究科學最重要之器具，各種科學賴以發展者，實不勝枚舉也。及至今日，則更有組織凝固法，解剖切片法，與染色法，均各極其能事，使各種精微之現象，翔實真確，而呈於顯微鏡之下。組織學，一方面觀察生物之形式，一方面研究各種組織之功用，故與形態學(morphology)及生理學二者，均有密切關係。更有許多學說，係生物學家觀察生物軀體之發育所經過之各時期而得者，對於生物之幼年期，尤爲注重。如研究胚胎之形成，與最初之發育，各種組織之原始如何，及逐漸構成複雜器官之程序如何者，謂之胎生學(embryology)。

生物軀體中，亦表現各種有化學性質的現象。就實際上言，其與生活的現象關係可稱最重要者，厥爲化學的變化，食物與養氣，由外界輸入體中，起複雜之化學變化，而成各種化學物質，用以營養或構成身體中各部份之組織。其無用之部份則排泄之。至關於食物之消化作用，以及血液中所含各種物質之構造。則係純粹的化學作用。生理化學(physiological chemistry)，即研究生物體中，構

造各種組織之物質，與液體之化學性質，並解釋身體中所遇之各種化學作用者。此種研究，近年以來，進步殊速。在昔日以爲構成軀體之各種物質，僅能在生物之軀體內造成。至一八二八年，德人味勒 (Wöhler) 氏以人工方法，合成尿素 (urea) 之後，此種觀念，完全推翻。遂以有機化學之試驗，研究生物體中之生活物質矣。因此，植物與動物之組織所含之化學物質，由化學家用化學方法造成者，不下數百種。此種物質在生物之體中，均係由分子動作，與玄妙不可思議之作用而成；而化學家則能藉高溫度之力，與各種酸類，養化，及還原物質 (Reducing substances) 之作用，以構成之。由此觀之，由自然構成之物質，與化學家所造成之物質，其所經過之程序，必大致相同。然是否完全相同，在今日猶爲疑問也。

6. 物學理之原則 (Laws of Physics) 研究生物學者，亦可應用之，以考察動物軀體中固體及液體之運動。例如四肢之運動，爲機械動作；血液之循環，則遵動

水力學 (Hydrodynamic) 之原則而運行。在呼吸時，外界之氣體，與血液中之氣體，互相交換，則可以物理學中薄膜滲透之理解釋之。關於耳與目之作用，若曾研究聲學 (acoustics) 與光學 (optics)，之如何應用於複雜機械，如照相鏡與樂器等者，即可明瞭其大概。在食物經過消化作用，變為營養物質之後，由血液吸收之；他若血液中之老廢物質，由各種器官排泄之；亦與物理學中液體滲透薄膜之原則相符合。以上所述之種種，均係物理學所研究者。由是可知，物理作用，與生活物質之各種現象之關係，亦至密切也。電學 (electricity) 在生命所依賴之複雜而不可思議之分子現象中，似亦有重要之關係。近世發現之能力不滅之定律 (law of conservation of energy)，即起原於研究此種有生物質之現象。此種重要觀念之歷史，第一步之成立，乃在研究動物之溫熱，及食物與養氣之關係，而發生動物之動作與溫熱。現今則成不移之定理，為研究物理化學，與生物學之基礎矣。

7. 生理學以解剖學，化學，與物理學三者為基礎。就廣義而言，生理學上之問題，常賴此三者所得之知識而解釋。故研究生理學之方法，可云即係就有生物質中，所發生之各種現象作機械的與化學的解釋也。雖現今科學發達，而生物之現象未能明瞭者仍多，此種現象，可名曰生活現象。生理學日益進步，各種生活現象，似可視為化學與物理的原則應用之特例。但其中亦有數種現象，至今仍難有相當之解釋者，如意志 (willing)，思想 (thinking)，及其他心理的現象，決不能完全視為物理或化學的作用也。

## 第二章 生物之特性

關於生物之性質，前已略述數種，今更研究生物之特性 (characteristics)。

8. 物理的構造 有生物質，雖無結晶體之形式，但其中實含有結晶之物質。有生物質，其狀柔軟似膠可溶解，而易為水與養氣所浸潤，且有結晶之可能性。物質在膠狀情形之下，其分子可自由交換，此種情形，謂之物質之動態 (dynamic)

mical state of matter) 膠狀則並非有生物質所特有之形狀，在某種情形之下，  
硅酸 (silicic acid) 與過氧化鐵 (peroxide of iron) 亦能若是也。有生物質須吸  
收水分，故其重要部份常為柔軟。其體則係由多數不規則形狀之微細分子集  
合而成，水分即充滿於微細分子之間。此種分子，非常活潑，有不間斷之運動，以  
吸收水分，或排泄水分。由是可知水分之存在與生活現象之關係，至為重要。若  
取新鮮蔬菜之組織一小片，置於顯微鏡之下考察之，則見微細之分子，振動不  
休，其振動之幅，約為直徑之二百五十倍。物質之微細分子，在液體中之疾速運  
動，第一次發現者，為植物學家布朗 (R. Brown) 博士，故此種運動稱為布朗氏  
運動 (Brownian movement)。

9. 化學的組成 現今化學家已知之原素 (elements)，不下八十餘種。而生  
活物質中所含者，僅十八種至二十種。其中最重要之原素，為氧，氫，氮，炭。四種。由  
此四種重要原素，與非金屬之硫，磷，氯，化合；鹼類金屬之鈉，鉀，化合；土類金屬之

鈣，鎂，化合；及重金屬之鐵，化合而成種種複雜物質。除上述各種原質之外，有時亦偶然含有少量之氫，硅，氟，碘，溴，錳，與銅也。但炭與氫，及氫與氧，乃生命所依賴之重要原素。生物體中所含氫與氧之比例，爲二與一之比，故成爲水。由各種原素互相化合，遂構成生物體中之複雜化合物。例如植物細胞中之有生物質，受日光之刺激，能化合炭，氫，氧三原素，而成澱粉，糖，與脂肪；且能造成更複雜之蛋白質化合物。構成蛋白質之原素，除炭，氫，氧之外，更含有最重要之氮素也。以上所述之複雜化合物，常稱爲近成物質（proximate principles）（即預備用以構成動物與植物組織中之物質，如蛋白質，糖，與脂肪等，均謂之近成物質）。近成物質由植物造成者，可爲動物之食料，以構造動物之組織；或經過各種變化，與生命之活動，直接發生關係。近成物質一詞，係最初之生理化學家所定，用以名存於生物體內之液體或組織中所有之物質，如蛋白質等者。及至今日，吾人可知其爲一種理想，不甚確切。其所以若是定名者，或因其係由有生物質分解

而得也。植物與動物體中之複雜有機物質，其特性之一，即係無定性 (instability) 複雜之有機物質，可分解為簡單物質，當其分解之際，常放出能力，最重要者，如溫熱或動作。由此觀之，在生活物質中，有二種顯然相反之化學作用，互相繼續工作；或由簡單之物質，構成更複雜之物質，如澱粉由炭、氫、氧三原素所構成；或分解複雜之物質，而為簡單之物質，如澱粉分解，則成碳酸氣，與水是也。前者由簡單物質構成複雜物質，能力聚集，變為潛伏力，謂之構造作用 (anabolic) 後者由複雜之物質分解為簡單物質，能力放出，變為動作，謂之離散作用 (katabolic) 如澱粉或油類燃燒，則氧化而為碳酸氣與水，其所含之能力，則放散而為溫熱。變其形式，則若汽機之動力，可以供工作之用。生活物質，繼續不斷發生化學的組成變化 (chemical changes of composition) 與化學的分解變化 (chemical changes of decomposition) 其結果，則身體中之分子，逐漸除舊補新。如是永久不斷，即所謂新陳代謝 (metabolism) 也。化學變化，為有生物質生

存上必須之條件。有生物質，若有一部份老死，則變爲無生物，遂分解之而排泄於體外。於是再由外界取得新物質，以補償之。大地上有生物與無生物間，若是永久不斷之變化，謂之有生物質與無生物質之輪迴。現今地面上之一部份，無生物質，或即昔日有生物體中之一部份由是推之，亦可再轉入有生物體中，重行構成有生物質也。

10. 生長之狀態 凡有生物質之爲膠質體，前已述及。但其形狀，時時變化，如觀彼擬足蟲 (ameba) 或血液中之白血球，卽能明瞭。在其最初生存之際，其形狀近似球狀，卽於卵子中所見者，生物之體軀，亦由此種許多微細細胞所構成。有生命之物質，決不成爲結晶形，而其生長，亦非若結晶體之增加新物質於固有物體之表面。乃吸收外界之物質，入於體中，變爲與體中固有物質相同之物質也。結晶體雖亦能生長，但僅能增積新層於固有物質之表面，不能改變所吸收物質之性質也。有生物質，則能改變或類化其所吸收之物質。故其生長，乃變

化所吸收物質之性質，成爲其體中固有物質之一部份也。最可注意者，無生物質之形狀，有時竟與有生物質，極其相似。有某種中線結晶物質 (media crystallisable substance)，亦可呈有機物之形狀。石鹼樹膠等各種混合物所成之泡沫，在顯微鏡下視之，其形狀與有生物質亦極相似。在某種情形之下，無生物質亦能仿效有生物質之運動。如用熱酒精，由雞卵之黃中抽出一種複雜化合物，曰潑洛他剛 (protagon)，(含有磷酸，脂肪酸，細胞毒素，及甘油炭水化合物等，動物之腦與神經組織之白色物質中，亦有此種物質。) 置其一小部份，於顯微鏡之下，而以一小滴水，與其邊際相接觸，則起螺旋形之變化。此乃由無生物體之表面張力所致，頗與有生物之運動相似也。因此遂有謂有生物質，實係一種泡沫，其構造之形式，與肥皂水所吹成之泡沫相似者。無生物質之體壁，或其他部份之某種構造，雖有時與有生物質之微薄斷片相同，但此種相似之形式中，決未含有生命也。

11. 進化之歷史 有生物質當生存之際，依某一定之次序，經過各種狀態，其原始則爲在親體中發育之芽胞，在最初之生物，皆係同樣構造，且有相同之性質。芽胞爲構造簡單之細胞，在植物中，則爲孢子 (spore) 與種子 (seed)；在動物中，則爲卵子 (egg)。在其離開親體之後，則能獨立生存，在相當環境之下，遂發育而成新個體，與其親之形狀相似。自地球上初次發現有生命之生物，以至今日，乃成一繼續不斷之系統。子嗣所有之各種性質，皆係由親所遺傳者。但在其生存之際，亦可因新環境之影響，發生新性質。若其新發生之性質，亦能遺留於子嗣，此種現象，謂之遺傳 (heredity)。各種生物，皆有一時期，此時期其生活作用極盛，放出之能力亦最大。經過此生活極盛時期之後，生物之能力，乃逐漸低減。在生活期中，生物之形式，亦有變化，除增加體積之外，構造亦日益複雜。但此種變化，並非漫無限制，乃有一定之極點者。至其極點，則發生生殖作用 (reproductive) 自此以後，則生活作用，日漸由遲緩而衰弱，最後則因體內機能毀

壞而死亡。此乃有生物變化，最末之一幕也。身體中之組織，既死以後，受外界能力及微生物之作用，起物理變化，與化學變化，而還原為簡單原素。此簡單原素，即最初構成體軀之物質也。

12. 生物在生活之際，常受其外圍之影響；其生存所必需之材料，亦係由外圍供給之。無生物為有生物生存上所需要之材料；有生物死後，則反是，生物之能力，現於外者，為熱力，光力，與電力，係由化學變化之結果而生。但食物中所含之原質，與空氣中之養氣所起之作用，亦與有力焉。由是觀之，生物與其所處之境遇，有往復之關係，故其所處之境遇，謂之環境 (environment)。生物在一定範圍之內，有與其所處之環境以適應之能力，此種能力，謂之變異 (variability)，是乃各種生物生存上所必須之條件也。

### 第三章 生物之活動能力

13. 生命者，活動之狀態也。無活動能力，則無所謂生命。高等動物之體軀，更能

表現各種形式之活動。前章雖曾述及之，但略而不詳，茲更就生理學者之範圍內，作有系統之解釋焉。

(1) 動物之溫熱 動物身體含有一定之平均溫度者，謂之溫血動物 (warm-blooded animal)。如鳥類與哺乳類，在其所處之環境中，溫度雖有極重大之變化，而其身體溫度之變化，則甚微。就人類身體之溫度而言，無論在北極，溫帶，或赤道之地方，以精確之寒暑表置於腋下，歷數分鐘則知健康之人，其體溫之高下，皆在華氏寒暑表九十八度上下數分之間。反之，在魚類與兩棲類，其體溫，則隨外界溫度之升降而變化。故此類動物，謂之涼血動物 (cold-blooded animal)。溫血與涼血二名詞，以科學眼光論之，殊不適當。但若人體外圍之氣溫在華氏寒暑表九十八度四分以下，則體內之溫熱，當由輻射 (radiation) 及傳導 (conduction) 而散失。由此遂發生以下之疑問，溫熱之來源，爲何物？身體如何失其溫熱？若何支配使身體之溫度竟能一致？溫熱是否爲機械動作所節制？凡此種

種問題，皆係以後所應討論者。現今所應注意者，卽有生物質，僅能在一定溫度之範圍內，顯其功用也。

(2)動作 動物能全體活動，亦可使身體之一部份運動，如跳，跑，走，呼吸時胸腔之起伏，與心臟之搏動，皆動物之動作也。此種動作，皆由肌肉組織之伸展與收縮，而發生能力。應用之，遂爲動作。故生理學家研究肌肉組織之構造，營養，與收縮性之作用，而發見肌肉組織每次收縮，均與化學變化有連帶關係，能消失肌肉中之物質，而成爲簡單之化學物質。此種化學變化，與有生活肌肉內物質之交換，有密切關係。所依賴者，乃肌肉物質之吸收養氣，與排泄炭酸氣，及排泄其他老廢物質之化學現象也。但動作之後，肌肉物質既受消耗，則必須補充之。於是，在肌肉中起營養的變化，其所需之材料，乃由食物而得。經過物理的變化，及化學的變化，而構成肌肉中之物質，恢復在起收縮作用時，肌肉中所消耗之物質與能力。肌肉所發生之能力，通常爲熱力與動力，但在某種範圍之內，則亦

能爲電力。

(3) 分泌作用 分泌 (secretion) 乃與生命有重大關係之作用，多發生於腺體 (gland) 中。腺體之構造，一方面爲生活細胞所組成之薄膜，一方面則爲與此薄膜有密切關係之毛細血管所組成之毛細管網。生活細胞所需之營養材料，卽由毛細管中血液所滲出之液體也。細胞吸取此種液體，遂發生複雜之化學作用。質而言之，每一細胞，卽一構造各種特殊物質之化學室也。細胞所吸取之物質，經過化學作用而放出之。集無數細胞所放出之物質，卽成爲腺體之分泌液。例如唾液之分泌，係唾腺之細胞中物質，經化學變化所成。爲一種特殊物質，曰唾液素 (Ptyalin)，酵素之一種也。但血液中並無此種發酵性之唾液素，亦非由血液中所供給之物質，立刻造成者。乃唾腺細胞中，預先至少有一種物質存在，與之起化學作用，始能逐漸造成此唾液素也。乳腺之細胞，構造乳汁；與胰腺之分泌發酵性液質，其理皆與此相同。總之，分泌作用，乃軀體中分泌細胞

之活動，而發生之一種生長作用也。

(4) 神經作用 身體中各種與生命有關之作用，均受神經系統(Nervous system)之節制。故神經系統，可視為身體之主宰也。神經系統，乃由腦、脊髓、神經節及神經所成。概言之，則曰神經系統，乃神經中樞與神經所成。神經由神經中樞發出，分佈於全體，連絡神經中樞與身體各部之關係。神經之能力，即發源於神經中樞——腦、脊髓，與神經節——延長其神經纖維，而達身體各部之器官，如肌肉、腺，及血管等。有數種動物，如電鯰等類，其能力能達於其發電器官。此種能力之性質，現雖不能明瞭；但為各種器官活動之主力，則為吾人所敢信者。由其影響，能使肌肉之纖維起收縮作用；腺體內之細胞，發生分泌作用；血管之口徑起變化，促成循環作用；發電器官，發生電的變化也。在他一方面，則神經中樞，接受由身體表面覺官，及其他各種器官，所傳來之刺激，使神經中樞中發生作用。由此種作用，更發生他一種刺激，由神經中樞延神經纖維傳出，以刺激各種器

官。質而言之，腦爲最高之神經中樞，與感覺 (sensation)、感情 (emotion)、智力作用 (intellectual process)、及志意作用 (volitional)、有密切之關係。由此觀之，乃全體之各部分，互相連絡，而受節制於神經系統也。

#### 第四章 個體之原始與發育

14. 前已詳述生物之各種重要特性。今後所研究者，乃人類生理學。在研究之先，第一問題，卽如何形成一個體？其原始如何？何個體之原始，發端於極微細之物質。此種物質，乃由卵子 (egg or ovum) 與精子 (spermatozoon) 結合而成之細胞。其體至微，非以顯微鏡不能見之也。人類之原始情形，亦係如此，與大多數之生物，無大差異也。身體中之各種組織，皆由此一原始之最微細胞，構造而成者。故研究身體之原始，當先研究細胞。若以兔之體軀考察之，可知其身體爲各種組織構造而成。最重要者，爲肌肉組織，軟骨組織，骨組織，腦，與腦有關係之神經系統，各種腺體，與內部各器官，如肺，胃，肝，等。但以專門之方法，更進一步分析之，

藉顯微鏡之力，考察各種組織，與各種器官在發育時期所經過之狀態，則能明瞭各種組織與各種器官之原始，皆為細胞。細胞之形，為囊狀，大小不一，至微者之體，僅六千分之一英寸，其體之大者，亦可以目力見之，至於構造細胞之原始物質，則係原形質 (protoplasm)，為無色或呈淡黃色之膠狀物質，其中含有極微細之小顆粒 (granule)。細胞或為較大之體，如某種葦狀細胞；或為微小之體，與池塘死水中之擬足蟲 (amoeba) 相似。其最重要之特性，乃能自由活動，而時時變其形狀，且有吸收外界有機物質，變成原形質之能力。細胞亦能呼吸，而取外界之養氣，排出體內之碳酸氣也。

原形質，為生物之細胞中最重要之部份，細胞中有時僅含單純之原形質一小點，別無他物，有時則為原形質及其所含之微細球狀體組合而成。此微細之球狀體，謂之核 (nucleus)。原形質有裸出者，然亦有外面具極薄之細胞膜 (cell wall) 者。若舉一細胞為模範，可云細胞由外面之細胞膜，內部之原形質，及核，組

合而成。在細胞物質及其核之中，均現有網狀之極細纖維，昔日每以爲二者並非同種物質，在核中之纖維，較爲重要。及至用色素爲顯微鏡觀察之材料以後，始知二者同爲染色質 (chromatin)。當細胞分裂時，細胞內之染色質，分離爲絲狀，則謂之染色體 (chromosomes)，其數之多寡不一，視動物之種類而異。細胞中亦含有一種物質，不能染色者，謂之不染色質 (achromatin)。如構成細胞物質之脂肪球，含有澱粉之顆粒，及其他各種物質，在分泌細胞中所已述及者。在細胞膜之下層，有不同種種之物質，謂之透明質 (hyaloplasm)；有某種一定物質，能透過此層，他種物質，則否。故此種透明質，與細胞之吸收外界物質，及排泄內部之物質，關係極爲重要。吾人所應注意者，卽細胞爲物理作用，化學作用，及生活作用活動之場所。簡言之，卽各種生命之現象，均由細胞而起。細胞能感受刺激，亦能因感受刺激而起反應。此種作用，乃受細胞核之節制者，實爲各種心理現象之基礎。設以人工方法，分割一細胞爲二部分，一部分原形質，含有細胞

核，其他一部分，不含有細胞核。其不含有細胞核者，則立即死亡。含有細胞核者，則仍生存，且能生長，表現各種作用，與原有之細胞無異。細胞所分泌之物質，叢集於細胞之外者，謂之細胞間質 (intercellular matter)。由此而成之組織，即為軟骨組織。細胞間質，有含礦物質，而成纖維狀構造者，如硬骨之組織是也。由細胞變化而成之複雜組織，則有肌肉組織。細胞在身體表面者，則有皮膚及各種腺體中之分泌細胞。質而言之，各種組織之原始，皆由細胞所造成。組織之活動能力，即其細胞活動能力之總和。而諸種細胞，實產自細胞 (omnis cellula e cellula) 也。

15. 身體之形成，乃兩個原始細胞結合之結果。一為卵子，係由女性親所生者，一為精蟲，係由男性親所生者。卵子為圓球狀小囊，直徑約百分之一吋。在其原形質之中，有顯然之球狀核，謂之胚珠 (germinal vesicle)。在胚珠之中，又有更細小之體，謂之胚仁 (germinal spot)。細胞原形質與細胞核二者，均現有網狀

纖維質。在人類卵細胞之核中，其纖維質爲染色體。卵子成長於卵巢 (ovary) 之中，經一定之時期，則排入與子宮相通之輸卵管 (fallopian tube) 中。

精蟲，乃男性原子，其體極小，可分爲頭，與活潑之長尾兩部。全體之長，僅及五百分之一吋。其頭占全體十分之一，爲最重要之部分。在精蟲發育時，其頭之功用，與細胞核相當。質而言之，卽細胞核之變形，亦含有最重要之染色質也。精蟲生長於一種特殊器官睪丸中，其數極夥。

16. 在胚胎之際，卵子與精蟲相遇，最初則脫去膠質之外皮，互相結合，而成一新個體，或爲女性，或爲男性。至於生殖原蟲 (reproductive elements) —— 卵子與精蟲 —— 之原始，則尙未明瞭。僅知未成熟之卵子，在產生以前，居於女性親之卵巢中，靜止不動，經過極緩之變化，至春機發動期 (puberty)，始排泄於外。精蟲細胞，最初潛伏於睪丸中，至成年時，始顯其活動也。女性自春機發動期以後，繼續排出卵子，約至五十歲而停止。男性產生精蟲之能力，則與生命同時終止。

卵子與精蟲在卵巢與辜丸中之營養及保護，均極複雜。在高等動物中，無論如何，單獨一種女性生殖原子，或男性生殖原子，均不能形成一新個體。必須二者彼此結合，始能發育而成幼動物。此種結合，謂之受胎 (fecundation)。就形式簡單之動物觀察之，受胎之後，卵子與精蟲均呈極顯著之變化。人類之受胎現象，雖不能顯然可見，但其性質，與他種動物相同，是所敢斷言也。受胎最重要之現象，為各種形式之細胞分裂 (cell division)。當精蟲與卵子結合之際，其體即增大四倍，由細胞核——即精蟲之頭與卵子中之胚珠——中之染色體，起分裂作用，而消失精蟲與卵子中染色體之一半。假設在發生變化之先，染色體之數為二十，則消失一半，其所存留之數為十。由精蟲之頭（含有男性親所生之染色體）與卵子之胚珠（含有女性親所產生之染色體）結合，而有受胎作用，故受精卵子 (fecundated ovum) 中所含之染色體有二倍，即前假設之數二十也。今消失一半，則受精卵子中，所含之染色體，為一半出自父體，一半出自母體。

者矣。此種數量相等之兩性染色體，互相結合，即今日所信之遺傳在生理上之基礎。凡各種遺傳特性 (hereditary characteristics) 均與此染色體有密切之關係。不但含有二親之遺傳性，並概括祖親及祖親以上之遺傳性也。

17. 受精卵子起分裂作用，細胞先分裂為二，由二分為四，更分為八……如是分裂不已，而成無數之細胞，若斯分裂之程序，謂之細胞分裂 (karyokinesis)。每一細胞分裂時，由其所分裂而成之二細胞，所含染色體之數均彼此相等。且每一細胞所含之染色體，有一半屬於男性，其他一半，則係屬於女性者。依近世之學說所云，則每一細胞，均可含有各種之遺傳特質也。

18. 最初之細胞分裂，叢集而為細胞層。而身體中之各種器官，與各種組織，遂由此細胞層發育矣。

形成將來動物之原始胚胎組織，由二部分而成。一部之構造，乃介於卵子與胎芽所處之子宮之黏膜間者，謂之胞衣層 (trophoblast)。其他一部分，則為將來

發達而成爲幼動物之胚囊 (blastoderm)。胚囊可分爲三層胚葉 (germinal-layer)。在內者，稱爲內胚葉 (endoderm)，在外者，稱爲外胚葉 (ectoderm)，在內外胚葉之間者，稱爲中胚葉 (mesoderm)。胎芽發生之始，僅內胚葉與外胚葉。在其最初期，則由內胚葉與外胚葉而發生中胚葉，繼又由中胚葉，分爲內外二層。其外層與外胚葉合爲厚層，謂之厚胚葉 (somatopleure)。內層則附於內胚葉，而成二重胚葉 (splanchnopleure)。厚胚葉發育之，則成身體之外壁，二重胚葉發育之，則成營養管 (alimentary canal)。在二者間之空隙，謂之體腔 (body cavity)，係由肋膜腔 (pleural cavity) 與腹膜腔 (peritoneal cavity) 而成，爲內臟儲藏之所。身體中各種器官，與各種組織，均係由上述之胚葉發育而成者。體腔中由膈膜 (diaphragm) 分爲二部，卽胸腔 (thorax) 與腹腔 (abdomen) 是也。

19. 由外胚葉發達而成者，則有表皮，真皮，爪甲與毛髮；皮膚腺，乳腺，口，肛門，與鼻腔內之上皮，牙齒之琺瑯質 (enamel)；神經系統之全部；及視覺器與腎上腺。

一部之上皮。質而言之，神經系統，各種覺官，有感覺性之表皮及其附屬之毛髮爪牙等，皆由胎芽之外胚葉所發育而成者。

20. 由內胚葉發達而成者，則有消化管，及消化腺內之上皮，由喉與中耳相通之歐氏管 (eustachian tubes) 內之上皮，中耳之內部，呼吸管，喉 (larynx)，氣管 (trachea)，支氣管 (bronchi)，及肺氣胞 (pulmonary air cell) 內之上皮，胸腺及甲狀體之上皮，膀胱 (urinary bladder) 及尿道 (urethra) 一部之上皮。

21. 由中胚葉之表皮，即中胚葉與外胚葉連合而為厚胚葉之部分發育而成者，則有隨意肌，華爾福氏 (Wolff) 與繆勒氏 (Müller) 導管 (最初之排泄器官) 中之上皮，腎臟排泄管之上皮，體腔內之上皮，腎上腺之皮質，卵巢與辜丸中之細胞等是。生殖細胞，亦在此層內發生，但其原始，尙未能確實證明耳。由間葉 (mesenchyme) 即中胚葉之內臟層與內胚葉連合而成二重胚葉之部分發育而成者，則有結締組織，不隨意肌，脾臟，淋巴腺，各器官中之淋巴組織，心臟血管

及淋巴管內之內皮細胞，血液中之赤血球，血液中之白血球，大約亦係此層所成，但此說至今尚未確定也。

22. 前述外胚葉有一部分，與胎兒之成長無關者，謂之營養層 (trophoblast)。其構造與子宮內母體組織之關係，最為密切，逐漸形成胎盤 (placenta)。母體血液與子體血液間之關係，皆藉胎盤以流通也。胎兒以胎盤營呼吸作用，吸取母體血液中之養氣，排出炭酸氣。胎盤亦能供給胎兒營養所需之物質，如蛋白質，碳水化合物，脂肪，鹽類，及水等，使胎兒之組織生長。胎兒既生長不息，且極迅速，於是各組織與各器官，逐漸形成。除此之外，更能供給胎兒組織中營養所需之多糖類，由母體血液中吸取鐵質，供發育赤血球之用。故初生之兒體內，含有富多之鐵分，蓋因生後之營養物質 (乳汁) 中，所含之鐵分極少，不足以供哺乳期內之需要也。在胎兒發育時，最可令人注意之現象，即一種器官之形成與胎芽之各胚層，皆有關係。例如構成肝臟之結締組織，係由中胚葉發達而成，而肝

細胞，則係由內胚葉中之細胞所成，與消化管之細胞，同一源也。

23. 各個組織及器官，皆各有其遺傳之特性。其最顯著者，如容貌，眼與髮之顏色，及軀幹之大小與長短。在關於心理方面之特性，遺傳與性質及個性之影響，亦顯然可見。雖在各個器官中，此類影響不甚明瞭；但可決定身體中各組織及各器官，與遺傳性亦有關係。不僅表面如是也，此種特殊之現象，在有生命之始，即係生理作用，但因有種種困難，不能用科學方法，自生理方面研究之耳。故現今之研究者，僅能就形態學方面，推論生物形狀之大概，不能由生理方面觀察之也。

24. 以前之生理學家，咸以為生殖原素，卵子與精蟲，係由膠狀物質之小顆粒所成，並無何種構造，及至顯微鏡製造與使用方法之進步後，對於生殖原素之構造始能明瞭。始則僅承認受精卵子，為有構造者；繼則因得原子學說與分子學說之助，乃知精蟲與卵子俱為有構造者。及至今日，則知受精卵子中，雖一極

小之體，亦有分子充塞其間，而與其子嗣之性質有密切之關係也。

### 第五章 組織與器官之發育

25. 觀以前各章所述，可知生命之生理上基礎最初之物質，厥爲原形質。原形質存於細胞之中，胎芽之各種胚葉，卽由此最初之細胞而發育者也。由胎芽之各種胚葉，於是未來生物之組織與器官生長焉。在胚胎時代，發生之組織所含之原形質，大概無甚差別。及至後來細胞與核，起迅速或遲緩之變化，各種不同之組織，遂因此而成。在身體之表面，及消化管，導管，各腺囊裏面之細胞，平鋪爲層狀，謂之上皮層 (epithelium)。構成上皮層之上皮細胞，在身體之表面，或各器官之內部，因發達之程度不同，叢集爲一單層，或疊至三四層不等。凡身體之表面，既覆有此種細胞，則外界之物質，非經過此上皮層，不能侵入身體中。各種組織之內及身體內部之物質，則非經過此上皮層，亦不能排泄於外。但物質之經過上皮層者，並非如流質之經過濾過器相似，乃由上皮細胞，使所經過之

物質，起化學變化與物理變化也。

26. 更有細胞叢集所成之組織，構成身體之骨骼，與各器官之雛形，而維繫各種構造者，謂之結締組織 (connective tissue)。結締組織乃形成他種組織之架構者，故其種類極多，由其所存在之器官不同而異。有時柔軟，為細纖維所成之網狀物或薄膜，或健索。但亦含有土類物質，則成堅硬之骨組織。或不含土類物質，而成軟骨組織。皆因細胞生活之情形，與其所產生之細胞間質不同所致。如普通結締組織之細胞間質，為纖維狀；在軟骨組織中，則為固體；在骨組織中，則為堅硬之物質。此種構成結締組織之細胞，為維繫各種構造之關鍵，在器官受有傷害之際，且有恢復之能力。如皮膚受有損傷時，先成痂皮而創痕漸能恢復原狀，皆結締組織醫治之效也。身體中之結締組織甚多，設使身體浸入某種液體中，能溶解其他各種組織，僅存留身體中之結締組織，則仍能不失身體之形狀，而為結締組織所成與海綿相似之身體雛形也。由是觀之，身體乃由結締組

織，及毛細管，淋巴管，淋巴腺等，供給之液體而成者。若斯之現象，皆謂之生理作用。

27. 除結締組織之外，最重要者，爲肌肉組織 (muscular tissue)，或稱伸縮組織 (contractile tissue)。其種類甚複雜，體壁上及四肢上之肌肉組織，乃由一種橫紋肌 (striated muscle) 所構成。若以顯微鏡考察之，可見其上現有橫紋，爲有核之長形纖維狀細胞所成，長約一吋或二吋。細胞之兩端，顯然可見。其精微之構造，則極複雜，雖專門研究組織學者，亦尙不能明瞭。肌肉組織之細胞質，爲圓片形，在長形纖維上，現有橫斷之紋，故此種長形纖維狀之構造，謂之肌纖維 (sarcofibrils)。在肌纖維上現有橫紋者，謂之肌原質 (sarcofibrillar element)。或謂之肌小板 (sarcomere)。當肌纖維收縮之際，肌小板亦隨之收縮，其間半流動體透明之肉漿 (sarcoplastin) 則傾向兩端，至兩端之克勞西氏膜 (membrane of Krause) 而止。該膜乃橫貫肌纖維，且分隔各肌纖維束者。在肌小板上，有二重折光，其他

各部則爲單折光，故其纖維上，現有網狀紋。又有一種肌肉組織，亦係長形細胞所成，惟其上不現有橫紋者，謂之平滑筋 (non-striated muscle) 胃壁，腸管，各腺體之導管，及血管之管壁，皆由此種平滑肌所構成也。

各種運動之能力，皆起源於組織中之細胞。當運動發生之際，白血球，軟骨細胞，骨中之細胞，結締組織細胞，及上皮細胞上之氈毛 (cilia) 均因收縮而變其狀態。肌肉組織，係專司運動者，如四肢之運動，呼吸時胸腔之起落，皆由於橫紋肌之收縮作用而發生。又如食物在消化管中之推進，以及關於消化作用，與吸收作用之動作，則由於平滑肌之收縮。心之跳動，當血液經過時，血管及微血管所起之變化，各導管所起之動作，（如膀胱與腎臟相通之輸尿管）亦皆由於平滑肌之收縮作用而起也。氈毛顫動時，則傾向同一方向，如呼吸管內之氈毛，可以阻止不良之氣體吸入肺內，而黏膜所分泌之液質得向外驅逐也。白血球起動作，穿過血管侵入各組織中，攝取有害之微生物，如能致疾病之細菌，桿狀菌

之類而毀滅之。且能消化各種不適宜之物質，而變其一部分為營養物。凡各種有收縮性之組織，除游離細胞 (isolated cell) 之外，皆有神經與中央神經系統聯絡之，以溝通中央神經系統，與組織間之往來關係。肌肉組織中，更有豐富之血管，因此可得血液中所分泌一種液質之營養，並滌除肌纖維中之污穢。此種液質，謂之淋巴液，(lymph) 可以排除組織中剩餘之液體，及肌肉因老廢所發生之化學物質。肌肉組織常需要養氣，而發生碳酸氣。雖在休息之際，其所需要之養氣，與發生之碳酸氣量，亦甚多。在肌肉組織中之化學作用，極其複雜，經種種研究所知者，亦祇其大概而已。

28. 司管理與節制之組織，謂之神經組織 (nervous tissue)。存於腦，脊髓，神經節，神經，及覺官之一部分中，為神經纖維 (nerve fibre) 與神經細胞 (nerve cell) 組織而成者。其詳細情形，俟以後討論。現今只就神經纖維發生之變化，所謂神經刺激者 (nervous impulse) 研究之。神經中樞發出之刺激，由脊髓傳至肌肉

中，使橫紋肌組織起收縮作用，於是發生動作。刺激由神經中樞傳出或至腸內之平滑肌中，使腸管起徐緩之蠕動 (peristaltic)；或使心臟搏動之次數增多或加強；或使毛細管收縮，節制其中所經過之血液；或因刺激而使分泌作用活動，如精美有味之食物，置於口中，與思及精美之食物，唾液之分泌增加是也。電魚之發電作用，螢與夜光蟲之光，及居於深海中某種魚類之發光器官 (luminescent organ)，亦皆受神經系統之節制也。神經中樞之主要部分，係由神經細胞所成，其分子之變化如何，雖不得而知，但各種神經上之活動，皆係心理作用也。

49. 動物之種類，極其複雜，似係經過無數之年代，逐漸進化而成。此種進化之程序，對於各種組織，亦有影響。試考察胎芽，胎盤組織，臍帶，眼球之玻璃體 (vitreous humour)，各器官中之腺組織，與結締組織，而研究其最初之形狀，可知軟骨之形成，在硬骨之先。平滑肌之發現，較橫紋肌為早。而在許多橫紋肌中，其形成之次序，亦有先後不同也。肌肉通常為蒼白色，但亦有某種肌肉為紅色者，如

兔腿中之股肌是也。紅色肌肉之收縮性較蒼白色者爲遲緩，其構造之形式亦似較遜。神經組織似經過若干變化，始臻今日之構造。複雜之神經中樞，各覺官中之神經，亦係由簡單之形式，逐漸進化而至高等之形式。如鱈魚目中之網膜，其形式簡單，與人類之網膜大異也。現今對於組織之進化，尙無專門研究，故關於外界環境與組織之影響，及一種組織與他種組織相互之影響，未能確實證明也。由此觀之，關於生理作用之進化，不僅有影響及於生物之外形，其與動物身體內之組織，亦有關係焉。

### 第六章 身體內之物質與能力

30. 物質與化學作用 種種生活現象，皆賴體軀中各種化學變化而發生，前已略述之矣。關於生活現象之化學變化，大概可分四種：曰氧化 (oxidation)，即身體中之某種物質，與呼吸所得之氧氣化合而起之化學作用也；曰分解，乃分析構造複雜之物質，而成簡單之物質也；曰還元 (reduction)，乃以化學作用，由

身體內之複雜化合物中，取出養氣也，曰化合 (syntheses) 適與分解相反，乃由各種簡單物質，構成複雜物質也。

31. 有生命之組織中，所發生之化學作用，吾人雖不能知其精微之性質，但可研究其大概。

(1) 氧化，即普通之化學反應 (chemical reaction)。由氧化作用，可使構造複雜之物質，化分爲較簡單之物質。如蛋白質 (protein) 經氧化作用，而分爲存於胰臟與脾臟中之 leucin [ $C_5H_{10}(NH_2)CO_2H$ ] 白色結晶 tyrosin ( $C_9H_{11}O_3N$ ) glycine ( $CH_2NH_2CO_2H$ ) 及脂肪酸 (fatty acid,  $C_nH_{2n}O_2$ )。尿酸 (uric acid,  $C_5H_4N_4O_3$ ) 經氧化作用，而爲尿素 [urea,  $CO(NH_2)_2$ ]、allantoin ( $C_4H_6O_3N_4$ ) 蔘酸 (oxalic acid,  $C_2H_2O_4$ ) 與碳酸 (carbonic acid,  $H_2CO_3$ )。今日之化學家能以氧化作用造成與生物之組織中，液體中之同樣化合物。由是推之，則生物體中之此類化合物，亦必係由氧化作用而成者無疑。但其在生物體中變化之步

驟，至今尙未明瞭耳。氧化作用，固能發生於組織中，但生物體內氧化作用之性質，則不能完全以機械的眼光視之。其現象並非如燭之燃燒，直接爲氧與炭或與氫化合，在若干重量之燭燃燒時，產出若干重量之炭酸氣與水，而消失若干重量養氣也。然在生物體內之氧化作用，則與此不同，養氣有時可以消失，氧化作用所發生之新物質，其所含養氣之量，常不與其所消失養氣之量一致也。故生物體中之氧化作用，極其複雜。

(2) 還元，乃由複雜之化合物中取出養氣也。此種作用，在關於植物生理之化學中，極爲重要，在動物體中，雖亦有之，但非極普通之事實。例如以富有澱粉之物質參養豕類，則能由炭水化合物構成脂肪，其量較以富於脂肪之食物參養者尤多。脂肪雖能由炭水化合物（如澱粉與糖等）分析養氣而成，但在體內經過還元作用者甚多。如碘化物 (iodides) 與溴化物 (bromides)，由碘(酸鹽) (iodates) 與溴酸鹽 (bromates) 而成。又如菓子中之林檎酸 (malic acid)，變爲琥珀酸

(succinic acid)是也。

(3) 由複雜物質分解而為簡單物質，則為生理作用中所常遇之事。例如牛膽酸 (taurocholic acid,  $C_{26}H_{45}O_7NS$ ) (為人類、食肉獸、牛及其他少數食草獸膽汁中所含之鈉鹽) 可分解而為牛膽素 [taurine,  $C_2H_7(NH_2)SO_3H$ ] (膽汁中呈中性反應之無色三稜結晶體物質) 及膽汁酸 (cholalic acid,  $C_{24}H_{40}O_4$ )。亦有複雜之化合物，排去水分，而呈分解作用者。如肌肉汁中之 creatin ( $C_4H_9O_2N_3$ ) 排去水分，則變為 creatinin ( $C_4H_7ON_3$ ) 而混於便溺中排泄之。然同時在他一方面，則發生相反之化學作用，由水與他種物質化合，而成一種新物質。如便溺中之尿素，與水化合而成碳酸銨是也。

(4) 有生物質在某種情形之下，與養氣或他種物質結合。並非由於化學的化合，而為與溫度及壓力有關係之物理作用。在原形質中，雖不能證明確有如斯現象，但可令人注意之處甚多也。赤血球中之有色物質，謂之血色素 (haemoglo-

bin) 其構造極形複雜，與養氣結合，則顏色鮮明，謂之氧化血色素 (oxyhaemoglobin)。其中所含之氧量，與壓力有直接關係，與溫度則成反比例。在同一溫度之下，以氧化血色素，置於空氣稀薄之抽氣機中，則其養氣分離。此乃由於壓力減低所致，並非化學作用之分解也。若壓力增高，則氧化血色素，復攝入養氣。故此種因物理關係而起之作用，謂之解離 (dissociation)，與分解不同，在呼吸作用中，乃極重要者也。

(5) 化合者，乃由各種簡單物質互相結合，構造而成複雜之化學的物質。近世之化學家研究之成功，極其偉大，已能在試驗室中，以人工的方法構成有機化合物。如尿素，馬尿酸 (hippuric acid) 甘油，牛膽素，creatin，葡萄糖以及各種有機酸，如羧酸，琥珀酸，安息香酸 (benzoic acid,  $C_6H_5 \cdot CO_2H$ ) 乳酸，二炭脂酸 (propionic acid,  $C_2H_5 \cdot CO_2H$ ) 醋酸 (acetic acid,  $CH_3 \cdot CO_2H$ ) 與蟻酸 (formic acid,  $H \cdot CO_2H$ )。除此之外，亦能以化合作用，製成與蛋白質相似之物質。因有此種化

合作用，遂成立一種理想，以爲蛋白質實係一種最複雜之化合物，如有精細之研究，亦能製成之也。動物體中之化合作用，欲舉例說明則甚難，今可述其大概，如食物中或藥汁中之安息香酸，與肝臟中之 *glycine* 化合，則爲馬尿酸，而排出一分子水也。各種有機酸均如此構造而成。如各種芳香體，乃硫酸與腎臟中所排泄之硫酸化合物而成。由化合作用，亦能構成神經質中，血色素中，以及蛋白質中含脂肪之磷酸物質也。

(6) 發酵作用 (enzyme or ferment action) 若論發酵之性質，在科學發達史中實爲極有興趣之事。發酵 (fermentation) 與腐朽 (putrefaction)，古人已明瞭其狀態，且有時竟能利用之。但其真確之性質，則在近世始發現，知其與細菌生活史，有連帶關係也。如尋常糖類之發酵由各種釀母細胞，或一種釀母菌 (*torula*) 之作用，而變爲醇類，炭酸，及其他物質。含氧物質之死體，如動物之屍體，及已死植物之腐朽，皆由於各種細菌之作用。以上所述之事實，及由細菌而發

生之各種疾病，皆屬於細菌學範圍之內。但研究生理學者，亦知有此種發酵物質之存在，如唾液中之唾液素 (ptyalin)，胃液中之胃液素 (pepsin) 是也。及至近世，始確認凡許多生理作用中，發酵物質亦為重要物質之一部份也。各種酵素皆發生於細胞之內部。在植物中，吾人皆知酵母細胞，在葡萄汁內，或其他糖類溶液中，起發酵作用。當其發酵之際，釀母細胞之增加極速。及至今日，則知發酵作用，由於酵素，而此種物質，則構成於釀母細胞中。各種酵素，皆由細胞產生也。如唾液素，由唾腺中之某種細胞產生；胃液素，由胃黏膜中管狀腺內之某種細胞所產生者也。

32. 細胞含有之發酵物質，謂之發酵原 (zymogen)。由細胞中分泌時，為細粒狀物質。如唾液素未成之前，為唾液素前驅體 (ptyalinogen)，胃液素未成之前，為胃液素前驅體 (pepsinogen) 等是也。當其分泌之際，發酵原即變為酵素，而顯其發酵能力。但各種酵素，均各有其一定活動之範圍，如重糖類，則有蔗糖，乳

糖，麥芽糖三種，而每種各有其發酵素。發酵素能活動之最高溫度。約為攝氏四十度，至五十度則為破壞。在極冷之環境中，則與發酵素無損，不過暫時停止其活動而已。再遇適當溫度，則重復活動。發生發酵作用所需之酵素，僅極少之量，其結果則發生多量之同樣酵素。若使用酵素或使用其一部份，經過一種作用，即能復造成酵素。質言之，即發酵乃係一種觸媒作用，只須有酵素之存在，即起此種作用，且其本質並不變化。研究化學者，亦知無機物質之存在，有時有化學作用之影響。如氫與氧混合與黑鉑粉 (platinum black) 接觸，即發生爆裂。由此可以推想酵素發生係振動作用，傳至可發酵物質之分子中也。正如高低相同之音叉，發生感應振動之理由相同也。關於發酵之化學的構造，除知其含蛋白質之外，其他關係，現尚不能明瞭。即含有蛋白質之說，亦係一種推測，仍不能確定也。發酵作用能單獨發生，或受他種酵素，及他種物質之刺激，而顯其能力。發酵作用在化學中，係觸媒作用之一種，其反應之速率 (velocity of the reac-

tion)極迅也。

33. 前節已述酵素，係在細胞中構成者，雖細胞受嚴寒凍裂為漿狀，而酵素仍可不受影響。遇有適當溫度，復可顯其活動之能力，由此可知酵素，並不因細胞生命之有無，而發生變化。各種含有酵素之細胞，能使細胞中之原形質，及其他物質發生變化，故與營養作用有關。在細胞生存之際，則發生代謝作用。在細胞已死之後，則由自動消化 (autodigestion)，使細胞毀滅也。

34. 多數發酵素，起加水分解 (hydrolytic) 的化學作用，即加水分於發酵物質而起之溶解作用也。如重糖類之蔗糖，加水及酵素，則起化學變化，而為單糖類之右旋性葡萄糖，與左旋性果糖。更有他種酵素，係藉呼吸作用，輸運養氣至組織中者，謂之氧化酵素 (Oxidase)。

35. 酵素可分為下列八種：

(1) 澱粉酵素 (amylolytic) 此種酵素，能變化多糖類 (polysaccharides) 之澱

粉等物質，爲糖類。如唾液中之唾液素，與植物中「提阿斯太斯」酵素 (diastase) 是也。

(2) 轉化糖類酵素 (invertin) 卽變重糖類 (disaccharides) 爲單糖類 (monosaccharides) 之酵素也。如腸液中之腸液發酵素 (invasase)，能變雙糖類之蔗糖，爲單糖類之葡萄糖與果糖是也。

(3) 脂肪分解酵素 (steatolytic or lipolytic) 卽分解脂肪爲脂酸與甘油之酵素也。如胰液中之胰液酵素 (steapsin or lipase) 是也。

(4) 蛋白質分解酵素 (proteolytic) 此種酵素能變蛋白質爲「配布頓」(pepton)，最後則變爲一種鹵基酸 (amino-acid) 如胃液中之胃液素，胰液素之 (trypsin) 是也。

(5) 配布頓分解酵素 (peptolytic) 卽變「配布頓」爲鹵基酸之酵素也。如腸液中之 (erepsin) 是也。

(6) 血液酵素 (blood ferment) 此種酵素有凝血之作用。如血液中之纖維凝固酵素 (thrombin) 與胃液中之乳酪酵素 (pepsin) 是也。

(7) 發酵原素 (ferment of ferments) 胰液中之 (trypsin) 卽由此種發酵原素之刺激所成者。例如十二指腸中之鹽酵素。

(8) 當酸乳糜出自胃時，誘起一種酵素之形成，卽分泌酵素 (secretin) 是也；此種酵素則吸收於血液中，且使胰液分泌興奮。此外另有一種化學物質，對於分泌有與此相同之作用，名之曰刺激素 (hormone)。

36. 物質與能力 各種化學的現象，與能力的變化，有聯帶之關係，爲近世研究自然科學者，最重要觀念之一。能力有時爲一種潛伏力，隱藏於化學的物質之內。無論何種油類，均係碳氫氧三原素，互相結合而成之複雜物質。例如橄欖油中之油脂 (olein,  $C_{17}H_{33}CO_2H$ ) 每一分子中，均含有一定之化學結合，且聯帶含有一種潛伏之能力。此種能力使原子結合爲分子，卽潛伏於分子中。分子

不發生化學變化，此種能力亦潛伏不動。若遇氧化，如在燈內燃燒，則油素中所含之碳，與空氣中之氧化合，而成炭酸氣。其中之氫，與空氣中之氧化合，而成水汽，則化爲烟塵而飛散。但在燃燒之際，所發生之能力，則爲熱力。此種熱力應用於適當之機械中，則可作起重或發動機輪等工作。若斯之工作能力，謂之動力。某定量之油脂，燃燒盡燼。雖失去其所含若干量能力，然必發生某等量之熱力。此熱力應用之，則又可變爲某等量之動力。能力之形式，雖各有不同，但其中含有一種定量之關係。

37. 能力有兩種形式，或爲潛伏力，或爲動力。當簡單物質化合爲複雜物質時，其能力則潛伏於物質之內，爲潛伏力。當複雜物質化分爲簡單物質時，則其能力變爲動力。例如尋常所表現之熱力，與動力是也。如上節所舉之例，油類所含之能力，卽燃燒而發生之熱力，此熱力之量，卽動力也。設能以綜合作用 (synthetic process) 使碳氫氧三原素化合，重複構成油脂，則所費能力之總量，必與

油類化分爲碳氫氧三原素時，所發生能力之總量相等。由是觀之，無論何種作用，始初所費能力之量，與以後所得能力之量相同也。此卽能力不滅之定律。

38. 化學的物質 現今以研究化學之眼光，考察構成身體之物質。有生物質所含之化學原素，已述於第七節中。此種原素互相結合所成之化學的化合物，可分爲有機化合物，與無機化合物兩種。有機化合物，可再分爲含氫有機化合物，與不含氫有機化合物。含氫有機化合物，爲構成原形質必需之要素，故尤爲重要。但有生物質，係不能以化學方法分析者，若處於此種情形之下，則將先失其生命也。故有生物質在分析時，已變爲已死之物質矣。設以普通化學方法，研究肌肉中所含之化學物質，僅能知其構成之原素，所得仍極膚淺。但分析之，則可發見數種複雜化合物。因其所表現之性質不同，可分爲若干類，卽構成有機物質之各種近成物質，如第九節中所述者，其中最重要者，爲蛋白質，碳水化合物，與脂肪。由此三種化合物，與鹽類及水分結合，復成其他種種物質。

39. 蛋白質爲最複雜之化合物，所含之氫，約占百分之十六，碳約占百分之五十，其餘原素，則爲氫、氧與少量之硫、磷。其形狀與雞卵中之蛋白相似，爲原形質中最重要之物質，與生活現象之關係，至爲密切，其他近成物質，不能迨也。質而言之，各種重要生活現象，均不能缺乏蛋白質，僅有碳水化合物、脂肪、鹽類、水分，而表現也。蛋白質通常爲膠狀，不能滲透動物組織之薄膜。此種膠質，不能化爲溶液，遇液體則成圓球狀，而存於液體中。

蛋白質之化學的構造，其實況如何，現尙不能明瞭。但依化學方法，可分析爲各種較簡單之物質。複雜之蛋白質，受酸類、鹼類、高溫度，及各種酵素之影響，分解爲含氫之酸類、脂肪物質、芳香體，及不含氫之碳水化合物，如澱粉與糖等類。由試驗室中，以化學方法研究之結果，或因酵素而起消化作用之結果，或因細菌而起腐朽作用之結果，均能變蛋白質爲上述之各種物質。身體中之蛋白質，最後分解而爲銨化合物，及尿中所含之尿素。

40. 碳水化合物，爲澱粉及糖類。係由碳、氫、氧、三原素化合而成。氫與氧二原素之定數比例，爲二氫與一氧，適與水之成分相同，故名爲碳水化合物。但其中不含有氮，此乃與蛋白質最重要之異點也。動物體中之碳水化合物，可分爲無甘味不結晶之多糖類 (polysaccharide)，如澱粉與動物性澱粉 (glycogen) 等是；單糖類 (monosaccharide)，如葡萄糖分解乳糖等是；重糖類 (disaccharide)，如蔗糖、麥芽糖、乳糖等是。若重糖類中之蔗糖，放出一部分水分，使其所含之量與單糖類相等，則變爲單糖類中之葡萄糖與果糖也。澱粉加水分解，則變成各種糊精 (dextrin)。植物細胞膜中之纖維質 (cellulose)，亦爲碳水化合物之一種。用各種化學方法，使碳水化合物分解，可成較簡單之物質。其分解之最後結果，則爲碳酸與水也。

41. 脂肪，由脂肪酸 (fatty acid) 與甘油 (glycerine) 化合而成。其所含原素，亦爲碳、氫、氧、三種。但其碳素總量，與氧素所成之比例，較碳水化合物所含者大。當其

燃燒而氧化之際，發生溫熱，遂分解爲碳酸與水。脂肪之最要者，爲硬脂 (stearin or stearin)，椰子油脂 (tri-palmitin or palmitin) 與油脂 (tri-olein or olein)。脂肪與脂肪酵素 (lipase) 相遇，則起加水分解作用，而爲脂肪酸與甘油。若脂肪與鹼類起化學作用，則放出甘油，而爲肥皂。

42. 身體中，除蛋白質碳水化合物與脂肪之外，尚有各種鹽類，如氯化鈉，氯化鉀，磷酸鈉，磷酸鉀，磷酸鈣，磷酸鎂，等是也。在有機物質燃燒後之灰中，更能發現硫黃化合物，與鐵化合物。此並非無機化合物中所含之原素，乃係由蛋白質分解而得者。無機鹽類，當動物生活時，身體各部分均含有之。且常與有機物質化合，故與各種重要生活現象，亦有關係。各種鹽類之定數比例，以化學分析法研究之，則極不一致。鹽類中有能溶解於膠狀有生物質中者，亦有不能溶解於膠狀物質中，而僅在膠狀物質中表現一種親和力者。此種現象，謂之吸收 (adsorption)。吸收，在生理作用中，亦占一重要部份。

43. 水爲身體中之普通溶媒，約占全體重量三分之二。由水爲媒介，能使各部份分子之關係更加密切。生命所依賴之交流作用，即藉水之力而行也。

44. 植物生活之化學現象 由以上所述之種種，可明瞭動物體中物質與能力之關係。若再研究植物生活之化學現象，彼此互相對照，當更易了然也。植物生活所須要之物質，爲銨鹽類，水，與炭酸。雖大部份取自空氣與土質中，而銨化合物，則由動物體軀中所起化學作用之結果而得。植物細胞中之原形質，與氧化合，則成更複雜之化合物。例如葉綠素在日光之下起作用，可分解空氣中之炭酸，吸取炭氣，而復放出養氣於空氣中。以炭氣與氫氣養氣化合，則成澱粉。由多糖類酵素之作用，則可變澱粉爲糖類。銨化合物，則係用之以構成蛋白質，此種作用，皆由植物細胞中之原形質爲之。由此可知，植物體之構成，亦係由於有生命之原形質所起化學作用之結果無疑也。植物起此種化學作用，必須吸取外界之養氣，排泄體內之老廢物質及碳酸氣，由是成爲植物之呼吸作用。但此

與以上所述葉綠素所起之作用不同，不可混而爲一也。日光之能力，達於植物之細胞中，則成澱粉中與蛋白質中所儲蓄之潛力。植物中含有之脂肪，亦係由化學作用而成。植物原形質發生作用之際，能放出動力。如根鬚穿入土中，或某一部份運動，即係植物之某部份發生能力所變成之動力。故植物生命與能力之重要關係，乃變能力爲潛力，而儲藏之於原形質中也。

45. 動物生活之化學現象 動物之生活作用，則與植物相反。其生活所依賴最重要者，爲植物及他種動物之組織。雖僅有銹化合物，水，與鹽類，仍不能生存。且構成複雜化合物，此類物質之能力，極其薄弱也。動物能取得含有鹽類與水之蛋白質，碳水化合物，與脂肪，構成其自身之原形質。但在其與原形質同化之先，所取得之蛋白質，碳水化合物，與脂肪，必須經過消化作用，發生變化。故動物之原形質，亦與植物相同，其中儲有能力也。但其作用則相反，動物由神經之受機械，熱力，電力等刺激，使肌肉中之原形質起收縮作用，或分泌細胞及器官起

化學作用，或變其所儲藏之能力，為動力與熱力而放散之。若此種種作用，皆係分解與氧化，故必須攝取空氣中之養氣，且使構造複雜之原形質，化分為簡單物質也。一再氧化而為簡單化合物，其中所含之能力，亦隨之變遷，而為熱力與動力矣。各種複雜化合物，最後遂成為簡單之銓化合物。故動物細胞原形質，最重要之作用，乃放散其中所儲之潛力為動力也。動物與植物皆有二種作用。在植物中，則為氧化作用與還原作用，最重要者，為還原作用。在動物中，則為還原作用與氧化作用，氧化作用為其最重要者。動物與植物二者，所發生之作用，皆能變潛力為動力。但在植物中，則大部份係變動力為潛力。在動物中，則其作用，大多數變潛力為動力。故就生理方面觀之，植物界似係為完成動物界而設也。

## 第七章 食物之吸收

46. 凡各種生活作用，均能損失或消耗若干量之有生物質。換言之，即由生

活作用，使構造複雜之有機物質，變爲較簡單之物質。——與生活作用相應而起者，即放出養氣之還原作用，或與養氣結合之氧化作用。因生活而有消耗，則必須取食物中所含之物質，以補償之。動物所需之食物，雖種類極多，形式不一，且與其身體中之各種組織不相似。如牛之食物爲青草；馬之食物爲乾草、燕麥，與豆類；兔之食物爲蘿蔔，與植物之根；虎及其他食肉獸之食物，爲他種動物之肉；人類則雜取其所適宜之動植物爲食品。但各種哺乳類幼時，賴以生存者，皆爲乳類，構成鳥類幼時體中之組織者，則爲其卵中所含之物質。設取吾人日常所需要之各種適宜食品，分析之，則知其含有之五種重要物質，即以前所研究，構成身體之各種組織所必需之近成原素。如人類與多數動物，最相宜之食品中，皆含有蛋白質，碳水化合物，脂肪，鹽類，與水。其他物質，如調味品等類，加入食物中者，僅爲不重要之附屬品耳。如乳類不僅含有一種蛋白質物質，其最重要者，爲乾酪素原 (caseinogen) 此乾酪素原與酸類或乾酪酵素而發酵時，則成蛋

白質，乾酪素，碳水化合物，脂肪，各種鹽類，（最重要者如氯化鈉與磷酸鈣）與水也。食物之種類複雜，故其所含近成原質之量，亦不一致。如肉類，則蛋白質與脂肪豐富；馬鈴薯，則含有多量之澱粉；而植物油與動物油，則脂肪獨多也。由上述之各種物品混合之，爲人類最適宜之食物。雖野蠻人種，亦有此種經驗，知取各種物品混合而食之。更進一步，以科學方法研究之，則知所謂之適宜食物中，必須含有若干量碳素，與若干氧素，以補充每日由腎臟排出之尿中所含之氧素，與肺臟放出碳酸氣中所含之碳素也。

47. 食物變成身體各組織中之有生物質，必須經過精細之物理作用與化學作用，化爲適當之溶液，始可供血液之吸取也。此種作用，謂之消化 (digestion) 食物在口中嚼碎，和以唾液，而成食塊，各種含鹽類物質，能藉口中之溫熱，立即溶解。咀嚼 (mastication) 則係一種物理作用，由下頷之運動，使上齒與下齒互相接觸，而發生者。唾液爲三對唾液腺 (salivary gland) 及口內各部黏膜下之

多數小腺體所排泄之液體。其所起之化學作用，僅能使碳水化合物中之澱粉，發生變化，與蛋白質及脂肪不起化學作用也。唾液為一種液體溶媒，含有唾液酵素，能使碳水化合物分解，變澱粉為葡萄糖。唾液且能使口內之黏膜潤滑，食物易於吞嚥也。

48. 食物之吞嚥，因有神經所主宰之肌肉約束之，故不致溢出口外，或自後鼻孔逆入鼻腔中，或無意溜入氣管中。且由肌肉之收縮，使之必經過食道 (oesophagus) 而入於胃也。此種肌肉作用，大都為非志意的動作，食物在口中咀嚼之後，即自然有此種適應之動作，使之吞嚥。除吞嚥大急促，或驟飲多量液體之外，絕不致發生危險與障礙，誤入鼻腔或氣管中也。

40. 胃為消化管中特殊擴大之一部，食物在胃中所起之作用，計有三種：(1) 溫度作用 (action of temperature) 約為華氏九十八度；(2) 蠕動，胃壁之肌肉起遲緩之收縮作用，使食物在胃內攪拌，且與胃壁所分泌之胃液相混合；(3) 胃液之

化學作用，胃液乃由胃壁黏膜內無數管狀腺，所分泌之液體，其狀似清水。含有各種鹽類之溶液，爲○·三%鹽酸與胃液素。當食物入胃之際，胃壁黏膜，受其刺激，始能分泌胃液，由胃壁肌肉之收縮作用，乃與食物相混合。胃液素之作用，由胃液中之鹽酸助之，可使各種蛋白質，變爲「配布頓」(peptone)。胃液之作用，使食物之細胞膜起變化，放出其中所含之脂肪物質與澱粉，以待消化。食物中所含之鹽類，在唾液中未溶解盡者，至胃中則完全爲胃液所溶化。含蛋白質之食物，如各種肉類，既由咀嚼及胃壁之蠕動，成爲細小之碎塊。復由胃液素與鹽酸之化學作用，其結果則成爲半消化物質，謂之乳糜(chyme)。當食物在胃內消化之際，胃與食道相通之噴門(cardiac orifice)及胃與小腸相通之幽門(pyloric orifice)均有輪狀括約肌約束甚緊，不能自由交通。及至乳糜既成，則約束幽門之括約筋弛緩，乳糜乃經過幽門，而輸入小腸上部之十二指腸中。質而言之，食物中之各種蛋白質，變爲簡單溶液，則稱爲配布頓。合配布頓未消化之含

蛋白質物質，糖，未受唾液溶化之澱粉粒，脂肪，與鹽類之溶液，所成之物質，則稱爲乳糜。至於胃內，是否有吸收作用，能攝取食物中所含之營養液，今日尙爲疑問，未能決也。胃液中之鹽酸，可使蛋白質膨漲，變爲膠狀物。有時且能撲滅由食物中混入胃內之細菌，其未撲滅盡者，則侵入腸內。哺乳類幼動物之胃液中，則含有乾酪酵素，因其食物爲乳汁也。由以上之所述，可知胃液最重要之作用，乃使蛋白質起變化也。

50. 腸 乳糜由胃輸入小腸，經過甚長之小腸，發生二種作用，即消化作用之完成，與已消化物質之吸取是也。在小腸上部十二指腸中，有二種液汁，與乳糜相混合。即肝臟中所構成之膽汁，與胰腺中所分泌之胰液也。膽汁在肝臟中構成後，聚爲點滴，由膽道口，而輸入十二指腸中。此種液汁，並非關於食物消化之重要物質，實係肝臟中起複雜之化學作用所排泄之廢物。及至輸入小腸，始與消化食物發生關係。於動物之生活上，有益與否，則視其所分泌之量多寡爲轉

移。若分泌之量太多，一部份供消化之用，其餘一部份，則逆流而入於胃中，遂患膽汁過多之症。或在腸中刺激腸內之肌肉與神經，使乳糜未待消化完畢，即通過小腸。其結果，則易致痢疾。膽汁之一部份，概儲於膽囊中；但膽囊並非生活必需之器官，故多數動物缺之。

肝臟與胰腺，雖係二種不同之腺體，但膽汁與胰液，則由一導管而輸入十二指腸中。胰液僅在行消化作用時分泌，其中含有三種發酵素：(1) 特別潑新 (Trypsin) 能使蛋白質與配布頓分解，而為較簡單之物質，如澁清 (Lecithin) 及結晶體之替洛新 (Tyrosin)；(2) 澱粉酵素 (Amylopsin) 凡在唾液中消化未盡之澱粉，至腸中，則由此種發酵素，使之變為葡萄糖；(3) 脂肪酵素 (Lipase) 此種酵素，使脂肪起化學作用，變為脂肪酸與甘油。蛋白質起化學作用之後，則蛋白質分子，析為簡單可溶化之物質，如澁清，替洛新，以及簡單之鹵基酸，有用之物質，則攝入血液中，各種廢物，則為糞便排除之。

51. 在小腸全部中，含有無數腺體。在十二指腸中者，謂之布隆納耳氏腺 (glands of Brunner)。在空腸與迴腸中者，謂之利卑鏗氏腺 (Lieberkuhn's gland)。此種腸腺所分泌之腸液，其作用大概與胰液相似，僅能力較為薄弱耳。腸液中除含有 *erepsin* 之外，亦含有重糖類酵素  $\square$  *invertase*。此種酵素，能變蔗糖為果糖與葡萄糖也。

52. 大腸較小腸短而粗，為食物中不能消化之物質，與其管狀腺所分泌各種物質之儲藏所。大腸之分泌物，與真消化作用無關。腐朽作用 (*putrefactive processes*) 在小腸中雖已發生，但至大腸中，則更盛。此乃由於無數細菌之作用，破裂含氧物質之分子，而成各種帶臭氣之物質，如 *indol*, *skatol* 及 *phenol*。此種物質與硫酸化合，則為 *etherial sulphates*，由便溺中排泄之，若斯之腐朽作用，與發酵作用，亦能使碳水化合物與脂肪起化學作用，而變為乳酸，酪酸，硫化氫，炭酸氣，及其他物質。此類物質，若為體內各組織所吸收，則有大害，故須

排泄之也。

53. 食物所含之原質，經過消化之後，則成爲溶液，而供吸收作用之攝取。吸收作用，大部份行於小腸中，其他一部份，則由血管與特種吸收器乳糜管司之，在小腸之內，全體覆有無數之微細突起，狀如天鵝絨，謂之絨毛 (villi)。每一絨毛，卽一小吸收器官。每一絨毛之中，具有一管，管之末端，有無數小孔，與腸內相通，此卽吸收作用之起點也。其他一端，則聚集爲網狀，滿佈於腸膜之上。由細管聚集而爲較大之管，由較大之管，合而爲腺狀構造，謂之腸膜腺 (mesenteric gland) 亦謂之腸膜淋巴腺 (mesenteric lymphatic)。由腸膜淋巴腺之導管，成一大管，謂之胸管 (thoracic duct)。延胸而上，在左側頸下，歸入靜脈系，適在內頸靜脈與上鎖骨下靜脈相遇之處。此卽乳糜管之組織也。由腸內絨毛所吸收之物質，輸入淋巴腺中者，大部分爲脂肪化合物。

54. 每一絨毛皮膜之中，除乳糜吸收器之外，尚有豐富之毛細管，在其間結爲

網狀。此種毛細管，能吸收各種已溶化之物質，如配布頓糖類，脂肪化合物，鹽類，與水，及其他各種溶液。由循環而至絨毛內之血液，集於靜脈，而輸入腸膜血管中。胃，小腸，大腸，及消化管其他各部之血，則集於血管，由門脈而輸入肝臟中。由是可知經消化作用所變成之各種物質，除脂肪所成之乳汁外，皆先輸入肝臟中。肝臟爲身體中最大之腺體，能發生最重要之生理作用與極複雜之化學作用。膽汁卽由肝臟起化學作用之結果，所排出之廢物而成，故膽汁中所含之物質，亦可視爲排泄作用之一種也。而含有由消化管所吸收各種物質之血液，在肝臟中經過變化之後，則血液由肝靜脈 (Hepatic vein) 輸於各靜脈組織中。由是可知，在消化管中所吸收之各種物質，最後之結果，乃由血液輸入靜脈組織中。然由絨毛所吸收之含脂肪物質，在腸膜腺中經過變化之後，則供腹淋巴腺及身體各部淋巴腺之營養，而產生白血球 (Leucocytes)。其餘未消化之物質，及蛋白質所成之化合物之未被吸收者，與大腸中腺體所分泌之物質，細菌，

以及各種礦物質，如磷酸鈣，磷酸鎂等，則由糞便中排除之。

55. 以上既述吸收作用之種種情形，今再將此問題所應注意之事，分別論之。食物中之水與鹽類溶液，在身體中不起化學變化，而被吸收。碳水化合物，則變為糖類，由微血管吸收後，輸入肝臟中，構成動物性澱粉儲蓄之。其中有一部份，則由血液輸至各組織中，以供營養之用。當腸中無新糖類供給各組織之需要時，則肝中所儲藏之動物性澱粉，由肝臟內酵素之作用，變為糖類，以供給之。在發生吸收作用之際，白血球亦與有關係，故其細胞之數，增加甚速。脂肪由絨毛內之乳糜管吸收，其分子在淋巴腺中起化學變化，而為原形質。但有一部份則為脂肪細胞，成液體而儲於結締組織中，至其用途，今日尙未能明瞭，大概亦係用之於構成肌肉組織，及神經組織中之原形質也。

在蛋白質中所起之變化，則甚難明瞭。在昔日以為配布頓吸收後，輸入門脈循環中，發生變化。由消化器官與脾臟運輸血液至肝臟之靜脈，謂之門脈。故人類

體中之腸靜脈，脾靜脈，胃靜脈等，合稱爲門脈系 (portal system)。血液在門脈系中流通，謂之門脈循環 (portal circulation) 至今日則不取此種意見，謂蛋白質在吸收時，已成爲較配布頓更單簡之形式，如硃基酸之類矣。硃基酸在化學中，屬於脂酸類，係一種代替化合物 (substitution compound) 能以一原子氫與一原子氧，代替其氫根中之原子，而成化合物。如以脂酸類中。六炭脂酸 (caproic acid) 爲例，其分子式爲  $C_6H_{11}COOH$ 。今以氧氫簇  $NH_2$  代替  $H_{11}$  中之一個氫原子則爲  $C_6H_{10}NH_2COOH$  而成硃基六炭脂酸 (amino-caproic acid) 卽配布頓與蛋白質化分之硃基代脂酸化合物 (濃清 leusin) 也。由化學家研究所得之硃基酸，種類甚多，均係由蛋白質之分解而得者。由是可知蛋白質被吸收時，實變爲硃基酸也，雖發生吸收作用時，蛋白質化爲硃基酸，經過肝臟，使血液中之氧素增加；但在血液中，此種蛋白質化合物，由何處吸收，如何復變爲血液中之蛋白質，猶爲極困難之問題，今日尙未能解決也。

含蛋白質化合物，在吸收之後，似有二種用途，一部份由血液輸入各組織中，因代謝作用，而構成原形質。如身體之各組織中，均有酵素。在生活細胞中，此發酵素溶化蛋白質之一部份，復變為鹵基酸，而用之以構成各組織中之原形質。其所剩餘之蛋白質，則為肌肉質中所含有之 *creatin*，及其他各種物質。構成原形質之蛋白質，性質與其他一部份蛋白質不同，可名之曰組織蛋白質 (*tissue-protein*)。其他一部份蛋白質，則謂之剩餘蛋白質 (*excess-protein*)。剩餘蛋白質，在肝臟中經過分解之後，最後則成爲尿素，由腎臟排泄之。蛋白質豐富之食物，常增加尿素之排泄量，職斯故也。

## 第八章 血液及其與各種組織之關係

56. 觀前章所述，可知各種食物經消化作用而造成之溶液，皆吸入血液之中。再由血管與微血管，輸至身體各組織中，與組織中之要素相接觸。另有一種液體，由血管中滲透管壁，浸潤組織中之要素者，謂之淋巴液 (*lymph*)。各組織中

之細胞，即生活於此種淋巴液中，其生命與活動，乃由其體內物質與淋巴液起交換作用而實現也。淋巴液之一部份，用之以供組織之營養；其餘一部份則收集各組織中，因生理作用所發生之老廢物質，由淋巴管而輸入淋巴腺中，身體中有淋巴腺之處甚多。前章所述之腸膜淋巴腺，即其中一種也。但此種含有老廢物質之淋巴液，並非即為無用之物而排諸體外，仍能利用之以營養淋巴器官中之原形質也。其最後之結果，則或在胸管中與乳糜混合，輸入靜脈。或由頸下右側之右淋巴管輸入靜脈中，與血液匯合。於是血液中，遂含有淋巴液、乳糜，以及由淋巴腺、腺狀組織 (adenoid tissue) (在多數器官中與黏膜下均有此種組織) 與骨髓中所得，構成細胞之要素。除此之外，血液中更含有由呼吸作用所吸得之養氣，及在胸腔與腹腔中所吸收之各種物質。由此觀之，血液中所含之物，既若斯繁多，實係一種最複雜之液體也。但血液與複雜之組織，及構成細胞之原素，情形不同。其物理性質上，與化學構造上之變化範圍極小也。血液

中由各處收集之物質，均陸續供給組織中之消耗，且每日所吸收之量雖多，因種類繁多，而每種所占之百分數則極小。各種老廢物質，若在身體中存積少許，即與生活組織有害，故必須由血液攝取，而由各排泄器官排除之。由是可知血液在體中，除舊佈新，生代謝作用，而其體量與性質，並無甚大之變化，此乃其生理上之重要情形也。

57. 血液中含有二種血球，即赤血球 (erythrocytes)，白血球 (leucocytes)，與細小之血小板 (blood plates) 也。赤血球中含有養氣，與呼吸作用之關係最密切，其數亦極多。人類之血液，在直徑二十五分之一英寸之一滴血中，有赤血球五百萬之多。白血球則有種種功用，能吞滅血液中之某種物質而變化之，另爲他種物質。此種攝取體外物質之動作，與擬足蟲相似，故謂之擬足蟲狀運動 (amoeboid movement)。能攝取衰老之赤血球，及各種致病之微生物而撲滅之，消化之，皆此種運動之力也。

58. 最近以種種試驗方法，觀察血液，知血液中更含有他種物質，在生理上極為重要。雖其體量太少，不足以供化學的方法分析，似為抵禦疾病，最重要化學的保護力。其性質與蛋白質化合物相似，該物質若將血液熱至攝氏五十五度，歷一小時之久，即行燬滅。此種物質之來源，係出自白血球，有溶滅細菌之能力，謂之溶菌素 (bacteriolysin)。血液中更含有物質，具毀滅白血球之能力者，如某種動物之血清，有消溶他種動物白血球之能力。若是之物質，謂之溶血素 (haemolysin)。

溶菌素及溶血素之重要，現今已為醫學界所公認。各種細菌侵入體內；或以極速之繁殖發生無數細菌，或分泌一種有毒之物質，即細菌毒素，故能致疾病。細菌毒素之性質，與蛋白質化合物相似。普通身體中因之生出一種物質而相結合，此種物質，謂之抗毒素 (antitoxin)。細菌毒素與抗毒素，互相抵抗，彼此消滅其特性，滅殺其勢力。設以接種法將膜狀炎菌毒素 (diphtheria virus) 少許，種入

強健之馬體內。以後逐漸增加其量，則馬體中因抵抗膜狀炎菌毒素，而發生多量之抗毒素於該馬之血清中。用此種血清注射於患白喉病者之體中，則可抵抗白喉病菌毒，而救患病者之生命。現今遵此法，而製成之血清，用於醫藥中所得之效果，至偉大也。於是更進一步而有免疫法 (immunity)，乃以製成之血清，注射體內，可以保持康健，不至受某種疾病之侵襲。此乃因白血球有食菌作用 (phagocytic action) 血液中所含之各種物質，有毀滅作用 (globulicidal action)，並能發生抗毒素，可以保護身體，不致任各種微生物繁殖也。血液中更有一種物質，謂之凝集素 (agglutinin)，能抑制細菌之活動，而使凝集於一處，以待白血球吞滅之，又有調理素 (opsonin) 者。亦血液中含有之物質，能增加白血球滅菌之能力，乃蛋白質化合物。其化學上之性質如何，現尙未能明瞭，僅知其血液，發生複雜之生理作用也。

59. 血液含蛋白質甚富，而其種類亦甚多，如血清球素 (serum globulin) 或

名纖維素原 (fibrinogen) 卽其中之一種也。但除蛋白質化合物之外，亦含有他種物質。設取毛細管中流行之血液，置於顯微鏡之下攷察之，則見血漿爲無色之液體，而有無數血球集爲縉錢狀，浮游於其中。血液流出體外時，以器盛之，則凝結甚速，而所凝成之血餅 (clot)，則浮於血清之中。此種凝固之能力，實有保護身體之功用。在血管偶受損傷時，始則迸血，繼由凝固之力，血餅杜塞傷口，而止其出血焉。血餅凝結之現象，曾經詳細研究，知其由於酵素之作用而成，與乳汁發酵，結爲乳酪之情形相同。乳汁凝結，分爲乳酪與乳漿；而血液凝結，則分爲血餅與血清也。血餅係由血球與纖維素 (fibrin) 組合而成。若以水洗去血餅中之血球，所存之黃色纖維狀物質，卽爲纖維素。由此可知，血餅乃纖維素纏繞，而其中夾有血球所成者。而纖維素則係由纖維素原而成。關於此種作用現今最通行之學說，乃謂血液流出體外時，多數之白血球，立卽死去。而其所含之蛋白質化合物，纖維凝固素原 (pro-thrombin)，乃逐漸變化，而產生纖維凝固素

(thrombin) 由纖維凝固素，與含鈣之鹽類結合，遂變血液中之纖維素原而爲纖維素。故血液在活體之血管內，鮮能凝結。因血管中之生活細胞，有抑止纖維發酵素發生作用之能力也。但究竟血液凝結現象之真況如何，現仍難確定也。

60. 血液不僅爲營養之媒介，由消化器官中，運輸乳糜等物質，至身體各部者。即與呼吸器官，亦有密切之關係也。赤血球由其所含血色素之作用，能輸送養氣至各組織中，並能攝取組織中之炭酸氣，集於肺臟中，以排除之。

61. 血液運行，浸潤全體組織之機能，謂之循環 (circulation)。故其所經過之管，如動脈 (arteries)，毛細管 (capillaries)，靜脈 (veins) 概稱爲循環器官 (organs of the circulation)。血液之循環，以動脈爲起點，靜脈爲終點，而心臟 (heart) 則爲其出發與歸宿之樞紐也。動脈之管壁與心臟近者，厚而強，且富有彈性。距心臟較遠者，則其有彈性之管壁，逐漸減薄，而其有收縮性之平滑肌管壁，則逐漸加厚。及至細小動脈，其肌膜外層，則更爲明顯。動脈至毛細管而終止。毛細管

乃無數細管聚集而成之網狀管，其最細者之管徑，僅及一英寸之千分之三。血液經過毛細管，乃與生活組織中之要素相接觸。故組織中毛細管多者，其生理的作用亦極活潑。毛細管至靜脈而終止，血液即由靜脈中輪回心臟，其管壁較薄。與毛細管接近之靜脈，爲細小靜脈。由細小靜脈逐漸聚合，而爲大靜脈。其中有瓣膜向心臟方面開張，故血液可向心臟順流，不致有逆流之虞也。人類之心臟，有四空腔。在上之二空腔，曰右心房，左心房，乃用以接收血液者。在下之二空腔，曰右心室，左心室，循環之血液，即由此而排出。右心房受容全身各部流入心臟之血液，而左心房則受由肺臟流入心臟之血液。兩心房同時收縮，則其中受容之血液，流入兩心室中，於是兩心室同時收縮。其因右心室壓迫而流出之血液，輸入肺臟，以供呼吸作用，謂之肺循環 (pulmonary circulation)。肺循環所經過者，爲肺動脈，肺毛細管，肺靜脈。因左心室壓迫而流出之血液，週流全身，運輸含有養氣與營養物質之血液，至各組織中，謂之全身循環 (systemic cir-

ulation)。其所經過者，爲動脈，毛細管，及靜脈。心臟內之開孔處，有各種瓣膜，其功用乃使血液向一定之方向順流，不致有逆行之患也。

62. 循環之血液，亦係遵水力學之原理而運行，由高壓力之處，流向低壓力之處。心臟之作用，與水壓機相似。由左心室之收縮作用，而大動脈中有高壓力，故左心室每次收縮，均能使左心室中之血流入動脈，於是動脈因之膨漲。在心臟休息之際，動脈之管壁，因有彈性，仍恢復原狀。此種彈性之膨漲與收縮，卽成爲脈搏 (Pulse)。脈搏乃動力之震浪，始於心臟，依一定速率，愈遠則愈小，沿動脈以達於毛細管而止。因搏動與動脈膨漲。消失能力之結果，血液之流動，遂漸遲緩，達於毛細管中，則其壓力極低。在此種情形之下，最適於液體滲透毛細管之薄膜，以供生活組織營養之用。更有一種可注意之構造，具有二種功用，卽小動脈之肌層，管壁收縮時，能改變血管之直徑，使其口徑減小。然血液經過縮小之口徑，當然不能如其經過寬大口徑之便易。故小動脈之收縮作用頗似水管之龍

頭。當小動脈膨漲時，則似龍頭開放，血液遂易於流通，經過毛細管，而輸入靜脈，於是大動脈中之壓力下降。小動脈收縮，則似龍頭關閉，一部份血液之流通，遂受抑制，於是大動脈中之壓力增高。小動脈中，常有一部份因某種神經之影響，常繼續收縮不休。故動脈中常有高壓力輸送血液至毛細管中也。當身體死亡之際，心臟之搏動停止，而各部之小動脈，同時弛緩，脈搏亦息。於是大動脈之彈性管壁收縮，血液遂經過小動脈與微血管，而流入靜脈。故死後之心臟與動脈常空，而血液盡存於靜脈中也。由是可以明瞭動脈支配各部微血管中所供給之血液，為生理上不可缺之現象矣。

63. 關於呼吸作用之動作，亦能輔助循環作用。當吸氣之際，胸腔擴張，則心臟與大血管表面之壓力減輕，亦隨之擴張。於是向心臟流行之血液，遂為大靜脈，右心房，及右心室所吸收。在呼氣之際，胸壁下落，增加心臟之壓力，則血液不易向心臟方面流行，使向動脈與毛細管流行之血液加速。四肢中之肌肉運動，亦

能增加小靜脈管壁之壓力，使其中之瓣膜，向心臟方面開張，血液之流行暢利。腹部中各器官之靜脈，亦常由腹壁及膈膜之輔助，使其壓力增加。腹腔與下腹腔中之循環作用極盛，其中所存血液之總量，幾等於全身其他各部所含血液之總量。設身體中某一部份之血液太多，則其他一部份之血液減少，故須視各種器官生理作用之強弱而調節之也。如在起消化作用之際，腹內各器官須多量之血液。在身體表面受熱之時，則內部各器官中之血量減少。故在飽餐之後，宜使智力暫時休息，而處於熱氣候中，覺體軀疲倦也。

64. 吾人既知血液之循環，係遵動水力學中之物理原則。茲可以一唧水筒與有彈性之管，爲心臟與血管之妙喻。吾人能以發動機之能力，取水通過一市之屋宇與道路。但今日學術日益進步，仍不能使唧水筒與有彈性之管自動，正與血液之循環，必須能力使之發動，心臟與血管，不能自動相似也。

65. 吾人已知生活組織之活動，能使有生物質毀壞，變爲老廢物質。但除此之外，細胞中之原形質，亦能用其所儲藏之物質，發生老廢物質。由此可知，身體中之老廢物質，係由二種作用而產生；卽身體中之物質，由酵素之激動，在細胞內所起之化學變化；以及關於原形質之化學變化是也。由此二種化學作用所產生之物質，均與身體無益，若存積於血液之中，且能致害，卽須迅速排除之。故血液中尋常所存積之老廢物質，其量極少也。去除此種物質之作用，謂之排泄作用 (excretion)。分泌作用，係由分泌腺內之細胞，產生含有某種物質之溶液，以供發生他種生理作用之用。如唾液與胃液之用途，以前曾述之矣。然排泄作用，則與此不同，乃取出身體中無用之溶液。如腎臟排泄之尿液，與肝液中所含之膽汁。本章所研究者，卽重要之排泄機能也。

66. 肺臟 (Lung) 由肺臟之呼吸作用，所排泄者，爲碳酸氣。此種氣體，係由各種組織中細胞之活動而發生。最重要者，爲腺組織，神經組織，肌肉組織。在淋巴液

中，碳酸氣亦多。其存於血液者，則與鉀鹽及赤血球之血色素起不緊密之化學物理的結合。淋巴液流行於生活組織中，一方面為營養之媒介，一方面亦與呼吸作用有關係。因生活要素能在淋巴液中呼吸，攝取其中之養氣，並放出原有所含之養氣，彼此互相交換。在淋巴液中養氣之張力高，而碳酸氣之張力低，故養氣之移置甚速。此種氣體之交換，可視為內呼吸 (internal respiration)。最後，則淋巴液與其所含之碳酸氣及養氣，流入血液中。在各組織中之血液，由靜脈與毛細管攝取碳酸氣，則變為靜脈血。由靜脈而輸入心臟之右側，再由肺循環輸入肺臟之氣胞中，因呼氣作用而放散於空氣中。至於碳酸氣如何經過肺臟毛細管而入氣胞，則今日尚未明瞭。因在血液中碳酸氣之張力，較氣胞中氣體之張力大，今日之學者，咸以為係由此種張力，使碳酸氣離毛細管而入於氣胞中也。但此種純粹物理的解釋，仍有難通之處。因血液與空氣間纖細薄膜中之細胞，當排泄碳酸氣時所起之作用，頗與真分泌作用相似也。

67. 呼吸作用，有二種功用，除能排出肺臟氣胞中炭酸氣之外，且能吸收養氣，攝入血液，而由血液輸至各組織中。養氣與赤血球中之要素血色素結合，使其顏色愈加鮮明，謂之氧化血色素 (oxy-haemoglobin)。但此種色素之結合，並不緊密。故赤血球流入組織中，即起相反之作用，與養氣分離。養氣與氧化血色素逐漸分離後，乃經過淋巴液，為生活組織所吸收。在肺臟氣胞中之養氣，能通過血液與空氣間之薄膜，與血色素結合，以理推之，亦係物理作用。因在氣胞中養氣之張力，較血液中養氣之張力大，故氣胞中養氣向血液中流通也。但由其他各方面觀察之，則覺養氣之攝入血液中，係氣胞壁細胞與血管中細胞所起之生活作用。魚類之鰓 (air bladder)，與哺乳類鳥類等之肺相當，其中所含之大部份養氣，皆係鰓之壁膜，由魚類血液中游離而得者。（但生活淺水中之魚類，其鰓中之氣體，最重要者為淡氣。）魚類之養氣，先由鰓內之血管，取自水中，輸至各組織間。在組織中之內呼吸，並非完全由於物理作用，乃由有生活力之細

胞，起生理作用，攝其生活所需要之氣體也。

吾人皆知呼吸作用，係由於繼續的肌肉動作，使胸壁伸張，外界之空氣流入氣管之上部，與氣管中原有之空氣混合，是為吸氣。吸氣之後，有彈性之胸壁收縮，恢復原有之狀，則壓氣管中之氣體，向外流通，是為呼氣。氣管中所吸之空氣，與氣胞中之空氣相混合，係氣體擴散之物理作用。肺部氣體之流通，似完全為胸壁與肺臟之伸張與收縮所致。但詳細研究，呼吸作用之重要現象，實在氣胞與組織中也。肺臟能由呼吸之氣體中，分離少量之水氣。在呼吸之際，如有他種物質混入，則能排除之。至於外呼吸之機能，則係由於複雜之肌肉系統，與特別神經作用所致也。

68. 腎臟 腎臟乃構造複雜，俱有多數小管之腺體。能由血液中分離水，及各種鹽類如氯化鈉，磷酸鈉，磷酸鈣，磷酸鎂等類；各種含氧化合物，如尿素，與尿酸 (creatinin)，及其他有色物質；此外更能分泌一小部份碳酸氣。故腎臟亦係營

排泄作用之器官也。腎臟能由血液分離以上各種物質，其最重要者乃泌尿管內上皮細胞之作用。在腎臟之皮質部中，有馬爾丕基氏小體 (malpighian body)，爲網狀毛細管所成之球形。外部由泌尿管擴張爲囊狀之末端圍繞之。而泌尿管末端之囊狀物，疊爲二層。故在血液與尿液之間，連毛細管之管壁，有三重上皮，爲之隔絕，頗與濾過器相似。尿液中之水，與其所含之鹽類，及他種物質之溶液，遂經過此薄膜，而流入泌尿管中。但此種情形，並非由於單簡之物理的濾過作用，亦因有上皮之生理作用，始能致此也。毛細管在馬爾丕基氏體中，纏繞爲球狀後，仍分枝爲原有之毛細管。在泌尿管上部之上皮，似有特殊作用，能分泌血液中之含氧物質。腎臟之大概情形，雖已明瞭，但構成尿液之確切機能，猶未能瞭然也。

69. 健康之人，每日所排泄之尿液，約計五十英兩。尿液中之色素則有尿黃色素 (urochrome) 與尿變色素 (urobilin) 兩種。(按黃色素在尿液排泄時，

卽呈黃色，變黃色素，本爲無色，在空氣中遇光線始變爲黃色。尿液中含有磷酸鈉，故呈酸性反應。其中所有含氮物質之來源，亦爲研究排泄作用應注意者。含氮素之老廢物質，必須溶解，始能流入尿液中。如尿素在尿液中排泄時已成爲溶液。每日所排泄之量，約爲五百英釐，其分子式爲  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ 。其所含之原素，與脲化鈣相同；但其分子構造式，則異也。尿素因酵素之作用，漸變爲碳酸銨，能使尿液分解，發生一種臭氣。在發臭氣之尿液中，常有磷酸鈣，磷酸鎂之沈澱物。以前曾述尿素之全體，或至少有大部份，係腸內之蛋白質，輸入肝臟中變化而成者。質而言，可云係由鹵基酸變化而成者。故鹵基酸，亦稱爲尿素之氧化式。由肌肉組織中之原形質分解，而產生之含氮物質，謂之 *creatinine*。與水之原素聯合，而成尿素與 *sarcosine*。Sarcosine 與尿素之關係甚近，有時其一部分終變爲尿素，但不常見耳。Creatine 與最相近之物質，其分子式僅缺少水之原素。而亦存於尿素中者，謂之 *creatinine*。昔時卽以爲斯種物質，並非由肌肉

中之 creatin 所成，乃係肝臟中蛋白質之代謝作用而發生。因其含有毒性，遂由便溺中排除之也。但其究竟如何，現仍不能明瞭。尿液中之含氮素老廢物質，除以上所述者之外，更有尿酸 (uric acid)，其每日所排泄之量，約為七英釐至十英釐 (grain)，與尿素之性質不同，頗難溶解。但與鹼類金屬之鉀鈉化合為尿酸鹽類 (urate)，則極易溶解。故尿液中所排泄者，皆已與鹼類金屬化合之尿酸鹽也。若尿酸太多，而體內之鹼類金屬之鉀鈉，不足以供其化合之用，則尿酸在尿液中，成各種結晶體。其時身體起種種病的症狀，即普通所謂痛風狀 (gouty) 或風濕病 (rheumatic) 是也。尿酸並非由細胞質崩毀而成，乃由細胞核中一種最重要之化學物質，所謂核蛋白 (nuclein) 者起氧化作用所構成。由核蛋白所產生之含氮化合物，皆係浦林基 (purine bases)，尿酸即其中之一種也。常存於尿液，及代謝作用活潑之組織中，如動物之肝及胰中均含有之。係由於食物之氧化作用，及組織中之代謝作用而構成。故細胞核之生活能力愈增加，

此種物質愈豐富也。

若研究尿酸如何變化而成，則係由於組織內各種酵素活動之結果。由此可知細胞核酵素所起之化學作用，與此種工作有關，或取得養氣，發生氧化作用，或由發生特殊之化學變化而成。但在肝臟中，似更有一種酵素，能使已成之尿酸分解。此種變化之結果，尿酸則變成尿酸鹽，為可溶解之物質而排泄之。有時尿液中，亦含有少量之馬尿酸。此種係屬於安息香酸 (Benzoic acid) 系，食草獸之尿液中，含之最多，且與食草獸之食物內所含之物質，有密切之關係也。若人類身體中，含有安息香酸，則與肝臟中之 *strychnine* 及水之原素化合，而為尿液中所存之馬尿酸。此亦為生物體內，化學的綜合作用之一例也。

70. 皮膚亦為能發生排泄作用之器官。此種構造，覆於全體之表面，不僅有保護之功用，亦有排泄體內老廢物質之功用也。除能排泄少量之碳酸氣之外，皮膚最重要之排泄物，為汗液。汗液係水與體內之鹽類，（最重要者，為氯化鈉，磷

酸鹽。組合而成。由皮膚下之無數管狀腺，分泌之以排泄於體外。此種管狀腺，謂之汗腺 (sweet gland or sudoriparous gland)。汗液在某種溫度之下，化爲氣體，奪取體內之熱而放散之，使身體之表面涼快。當排泄多量之汗液時，則皮膚之表面，現有汗滴。皮膚內更有皮脂腺 (sebaceous gland)，常排出一種含脂肪物質於體外。此種皮脂腺，分腺體，與排泄管二部。腺體作葡萄狀，排泄管之長短則不一致，或開口於皮膚之表面，或與發生毛髮之毛囊相通。其所分泌之物質，除水分之外，更有少量之鹽類，及各種含脂酸之物質。其功用乃在使皮膚潤滑，不致乾燥而坼裂也。皮膚不僅可以感溫度之變更，且爲調節身體溫度之器官，故除觸覺之外，更有其他各種感覺機能也。

71. 腸亦能排泄身體中之物質。其所排泄者，乃食物中之一部份，爲各組織中所不容納之物質，故不能視爲真排泄作用。此外則有肝臟所分泌之物質，如色素等，及腸內無數黏膜腺之排泄液。此種黏膜腺，腸內全部均有之，而大腸中尤

多。試以糞便分析之，則其中含有大量鹽類化合物。最重要者，為磷酸鹽。至於腸內排泄物之化學性質，及鹽類之來源，則尙未明瞭。僅知糞便中固體物質之大部分，係由細菌作用之變化而成，在消化管中其數極夥。

72. 更有肝臟，由一方面觀察，亦可視為排泄器官。因膽汁所含之物質，雖一部份仍復為肝臟所吸取，但有一部份，則混入糞便中，而排泄於體外也。肝臟中能發生各種化學作用與生活作用。但皆係潛伏作用，頗難明瞭，下章當專論之。

73. 膽汁為鹼性溶液，含有大宗之黏液狀物質，故現有特殊之黏性。其中有一種含氫色素，曰紅黃膽汁色素 (bilirubin)，曰綠膽汁色素 (biliverdin)。紅黃膽汁色素，在腸中由還原作用，排去氧氣，則變為糞便中之黃色素 (stercobilin)。綠膽汁色素，流入腸中，復回至肝臟中，則為便溺中所含之尿變色素 (urobilin) 是等色素之來源，係由於赤血球毀壞後，其中血色素之分解而成，已無疑義。但血色素在何處分解，且如何與赤血球分離，則仍未明瞭。依理推之，或係在脾臟

與肝臟中，因此中最重要，而令吾人注意者，乃凡經過脾臟之血液，皆流入肝臟中也。血色素，係含有最重要之鐵質與球素之 haematin 混合物。設由血色素中除去鐵質，則爲 haematoidin，與紅黃膽汁色素，係相同之物質。由此可知，二者關係之密切矣。以後所研究者，乃有色之老廢物質排泄之步驟也。

74. 膽汁中含鈉鹽所成之複雜酸類，謂之膽酸 (bile acid)。構成膽酸鹽 (gly-  
cholate) 及苦味膽酸 (taurocholate) 之鈉鹽。在人類膽汁中所含者，以前者爲最多。二者俱含有氫素，而苦味膽酸鈉鹽中，則更含有硫質。分析之則二者均含有膽汁酸 (chololic acid)，在膽酸鹽中，則係與 glycine 聯合而成，在苦味膽酸中，則係與 taurine 聯合而成。至於此二種化合物之來源，及其最後之變化，則今日尙未能明瞭。雖因二者之中，均含氫素，而苦味膽酸中更含有硫質，似可推測其來源係由於蛋白質之代謝作用而產出，但其變化之步驟，無法窺測也。膽汁由膽囊輸入腸內，所發生之功用，與腸之消化作用，及吸收作用，均有密切之關係。

在糞便中所含之膽酸鹽類，其量則甚少。此因從門脈循環 (portal circulation) 復輸入肝臟，重為肝臟所吸收，而再排泄之故也。但此種膽鹽循環作用 (bile-salt circulation) 仍係一種想像，其目的如何，尙有待於研究也。尿液中所含之物質，亦有一小部份，來源於膽鹽 (bile salt) 起化學變化之結果所成者。膽汁中更含有少量之苛列斯脫林 (cholesterin or cholesterol) 為膽石形成之要素。此種物質之來源，現仍不能明瞭，僅知其為組織之代謝作用所成。在細胞中之苛列斯脫林，細胞因化學作用毀壞之後，並不隨他種老廢物質而立排泄之於體外，卻用之為構成新細胞者也。例如赤血球在肝臟中崩解，而其中所含之苛列斯脫林，遂為構成膽汁中之要素。在膽汁中與他種物質相混合，因此復為各組織所吸收，而用之以構成新細胞。此亦生理上廢物利用之一例也。

75. 由各種排泄作用，除去血液中所含之老廢物質，與有害物質，前已述之矣。最可注意者乃血液中之變化，無時或息，且能維持生理上之均衡。在生物之生

活期中，一方面接收所吸收之物質，一方面則排除固有之物質，幾無片刻停止。但血液中物質之排出，均能使其性質變化。因此皮膚之表面發生上皮細胞且時時由皮膚表面脫去已死之上皮細胞，其數極多，難以數計也。並能發各種皮膚上之附屬物，如毛，髮，爪，甲，羽，角，等類。凡此種種，皆係血液中所排出之物質而改變其性質所成之物質。更進一步，可云各種組織之生長，皆依賴血液中所排出之物質。由此可知無論何種組織或器官有異常之發育者，皆能使身體各部有相同之結果，因一器官之營養與他一器官之營養互有影響，有血液為之調節而使之彼此均得其均衡也。

### 第十章 潛伏作用

76. 身體中有若干種作用，係潛伏於體內，非膚淺之研究，所能明瞭者。但此種作用在生理上關係，均極重要。不能因其幽晦難明而忽之，故本章列舉斯類作用，而研究之也。今先論肝臟內動物性澱粉之功用。肝臟為身體中最大之腺狀

構造，由無數肝細胞 (hepatic cell) 所成，其中毛細管極多，以身體中無論何種構造比擬之，均不能逮也。肝臟中所受容之血，共有二種：即大循環由肝動脈輸來之動脈血；與經過消化管由門靜脈 (portal vein) 輸來與靜脈血相似之門脈血 (portal blood)。血液循環肝臟之後，即流入一靜脈，此靜脈謂之肝靜脈，再由肝靜脈輸入大循環之靜脈中，與其他各處之靜脈血相混合，輸入心臟之右側。復由心臟之右側流出，經過肺循環，而入心臟之左側，更由大循環輸至身體各部之組織中。前已述過，凡血液之循環，曾經過消化管者，在流入靜脈之前，必須經過肝臟，若是者，謂之門脈循環 (portal circulation)。在肝臟之細胞中，新陳代謝的變化，極其活潑。由是各種複雜物質，如赤血球等均崩解，而構成新物質。其結果則造成膽汁，而輸至小腸上部之十二指腸中。昔日以爲肝臟之唯一功用，係構造膽汁，現今則知其不然，膽汁僅係肝臟中所構成之一種副產品也。

77. 在腸胃發生消化作用，及吸收作用之際，由門脈輸入肝臟之血液，其中含

有蛋白質，及由碳水化合物構成之葡萄糖。蛋白質發生何種變化，在第三十一節中，嘗論及之。其一部份則分解而為含氮物質，他一部份則為不含氮物質。含氮物質分解後，由化學的綜合作用，而成肝臟中所含之蛋白質化合物如構造複雜之膽酸是也。膽酸與鈉鹽化合，則成膽汁中之膽鹽。（參看第七十四節）含氮物質之一部，可因化學變化，而成為尿素。此乃由於食物中所剩餘之蛋白質所成，故含蛋白質豐富之食物，常增加尿素之量。肝臟中之尿素，由血液輸入腎臟，混於尿液中排泄之，故其存在血液中之量極少。在他一方面，則由蛋白質分解，所剩餘之不含氮質之一部份，變為碳水化合物，此即肝臟中碳水化合物，稱為動物性澱粉者之來源也。

### 78. 動物性澱粉 (Glycogen)

最重要之來源，為由消化管輸來之門脈，血中所含之葡萄糖。其成分為不含氮之碳水化合物，與植物中所含之澱粉相似，故可視為動物體內構成之澱粉也。在經過消化作用，與吸收作用之後，此種碳水

化合物，在肝臟之細胞中，成爲極細顆粒狀，以存儲之。由是觀之，肝臟實係碳水化合物之儲藏所。更有可令人注意者，乃消化作用使食物中之碳水化合物，變爲葡萄糖。而肝臟中之作用，則適與之相反，使由消化作用構成之葡萄糖，復變爲一種澱粉——動物性澱粉。——由澱粉變爲葡萄糖，係消化器官中各種酵素之作用。由葡萄糖復變爲澱粉，則係肝細胞之作用，或亦可謂由於肝細胞中酵素之作用。當吸收作用進行之際，經過肝臟之葡萄糖之一定量，不起變化而輸入肌肉中，以供肌肉組織收縮時發生化學作用之用。但在吸收作用休止時，消化管中已無碳水化合物，而肌肉仍然需要，於是遂取給於肝細胞中所儲藏之動物性澱粉。至於動物性澱粉如何出自肝細胞中而重復變爲糖分，其作用，抑發生於肝細胞中，或發生於白血球中，抑發生於肌肉之組織中，則尙未有明瞭之解釋也。依理推之，恐係發酵素之作用。因在肝臟中，曾發現一種酵素，能變動物性澱粉爲糖類，而在肌肉中曾發現各種成糖之物質也。各種動物性澱粉

或碳水化合物，爲肌肉之唯一營養品，在其發育之初期，尤爲重要。在肝細胞中發生之現象如何，雖未能明瞭；但就大致而言，則蛋白質化合物之變質，與碳水化合物之變質，二者均係複雜之化學作用。——先係分解作用，復繼之以綜合作用。——其結果之一，則係除去無用之剩餘物質；而在膽汁之成分中，即含有此種物質也。肝臟中製成動物性澱粉之功用，吾人僅知其爲肝細胞中發生之複雜化學現象。除此之外，肝臟中更能分解血色素，使赤血球毀壞，並排泄膽汁中所含之色素與苛列斯脫林也。

79. 近年以來，生理學之進步甚速，昔時生理學家不能了解之器官，現今均有極可注意之發明。此類器官如在氣管上端之甲狀腺 (thyroid gland or body)；在腎臟上端，與腎臟極近之腎上腺 (suprarenal bodies)；位於腦底部，蝶骨正中之松菓體 (pituitary body)；胃左側之脾臟 (spleen)；以及屬於淋巴系之各種器官——淋巴腺 (lymphatic gland)，扁桃體 (tonsil)，小腸中之派厄氏腺

(peyerian gland)——小腸下部之迴腸(ileum)中最多——是也。上述之各種器官，曾經解剖學家詳細研究，已證明其中並無導管，故有時稱為無管腺(ductless gland)。但稱之為腺，殊覺不當，因其與真腺不同，名之曰體(body)則較為適合。此種器官，均屬於淋巴系統所含有之組織，則為淋巴狀組織。(在骨髓中及黏膜下亦有與此相同之淋巴狀組織)係由纖維網，及纖維連接處原形質叢集之小塊組合而成。若組織為星芒狀細胞所成，則細胞上突出之處，遂互相連接，而為網狀。此種淋巴體，與血液中白血球之產生及發達，均有關係。其他則尚有各種之特殊功用焉。

80. 以上所述之各種淋巴體發生之作用，謂之內分泌(internal secretions)與生理上之關係，極為重要。如甲狀腺所構成之化學物質，曰甲狀素(thyroidin，其中含有碘質。當其在黏膜表面起吸收作用時，似有消滅黏液物質(mucinoid material)之特性，故若甲狀腺萎縮，則成一種知覺遲鈍之黏液水腫(myxoede-

(*ad*) 症其原因乃由於赤血球缺乏，細胞組織中爲黏液物質充塞所致。此種病症，可以羊或他種哺乳類之甲狀腺或甲狀素治愈之。若將甲狀腺摘出，則發生一種奇異之神經病，然則甲狀腺除以上所述者之外，尙有其他之內部作用也。

81. 昔日以爲腎上腺，係構成色素，或使色素起變化者。及至今日，始知其爲產生一種有刺激性能結晶之化學物質曰腎上腺素 (*adrenalin*)，專供刺激平滑肌纖維之用。如腎上腺素刺激小動脈之外衣，可使其管徑收縮，於是當心臟搏動最盛之際。大動脈中血液之壓力可因之增加使循環作用在一定限制之內更加活潑。腎上腺素，現今則用爲藥劑，作強有力之止血劑。此乃內分泌作用中極可注意之例也。

82. 松葉體亦爲發生內分泌作用之器官，與骨組織之發育及生長有影響。若此種器官毀壞或有不健全之情形時，則連帶而發生一種特異之疾患，謂之肢端肥大症 (*acromegaly*)，面部及手部與足部之骨，均異常腫大，此種器官之真

相，及如何而發生肢端肥大症，現今尙未能明瞭也。

83. 脾臟，爲含有多種潛伏作用之器官，乃無管腺中之最大者。其間有一強韌之纖維囊，沿囊之四週，有結締組織與平滑肌所成之莢膜，分佈於脾臟之內部，分脾臟中爲無數小區域。脾髓 (spleen pulp) 則充塞於各小區域之中，係細纖維所成之網狀物質，而在其網眼中，則有無數之小顆粒體，頗與淋巴液中所見者相似。其中亦有無數之赤血球及含有赤血球或色素之細胞狀小體。脾動脈 (splenic artery) 分歧爲樹枝狀，而運輸血液至脾臟中，其間並無毛細管，血液充滿於脾髓中。在脾髓所處之間隙中，復有靜脈之起點，由此種靜脈互相聚合，遂成脾靜脈 (splenic vein)。脾靜脈中之血液，皆流入肝臟中，在第七十三節，已述之矣。脾臟中亦有一特異之小體，係淋巴組織所成者，謂之馬爾丕基氏球 (malpighian corpuscle)，與血管之分枝相近。脾臟中最重要之功用係由馬爾丕基氏球中之淋巴組織，構成無色之血球，故脾靜脈中所含之白血球，甚豐富。

也。但頽老之血球亦能在脾臟中崩毀，而成各種化學物質，與氧素代謝作用之原始物質相似，如尿酸中之物質是也。脾臟有特殊之調律運動，亦係吾人所應注意者。此種運動之大波動，約一分鐘一次；其較小之波動，等於呼吸之動作；其更小者則與心臟搏動相符合。此種調律運動，殆用以助血液通過脾臟時之流動。由特殊之神經管理之。

84. 胸腺 (thymus gland) 在胸骨之後部，為胎兒後期，及嬰兒初期體內之血腺。其功用如何，則未能知之也。

85. 在其他各種器官中，有某種一定功用已為吾人所稔知者，亦有潛伏功用尚為吾人所未明瞭者。如腎臟中，即有一種潛伏功用。若除去腎臟或其一部份，則可知其與身體之一般營養，亦有影響。又如生殖器中，卵巢與辜丸亦復與此相似，當其發育之際，與他種器官之營養，皆有關係。在多數獸類與鳥類中，生殖器之發育，與皮膜附屬物之生長，尤有顯著之關係，如雄吐綬雞 (turkey) 之垂

肉與鹿之角是也。人類亦然，在成年之際，男性與女性之身體上，及營養上，均發生變化，而男子則更生鬚。此種現象謂之完成營養 (complemental nutrition)。此乃由於此種器官之營養，因內分泌作用，而於血液之性質有影響發生變化。性質既起變化之血液，復使他種器官之營養，發生影響也。

86. 現今所研究者，乃營養作用之最後現象所依賴之生活細胞中發生之作用。吾人已知細胞為淋巴液所浸潤，而淋巴液則係來自血液中。在無論何種情形之下，血液不能溢出血管，與生活組織直接接觸。血管之管壁，必含有生活物質，故毛細管極末端之管壁，亦可視為生物焉。但其與血管外各種組織之關係，則常由淋巴液為之媒介。淋巴液由複雜之作用，以其所含之物質，供給生活細胞，使之類化而為同種之物質。淋巴液亦能供給生活物質所需要之養氣，至其如何類化，而為同種之物質，則未能明瞭，亦係生命之一隱謎也。在細胞之中，則含有生活原形質，且在細胞生活之某時期中，此種物質常儲藏之，以為構成

分泌作用所發生各種物質之用；或用之以構成細胞生活作用所需之物質也。

## 第十一章 能力之放散

87. 吾人已知能力之放散，係由於構造複雜之物質，變化而為簡單物質所致。所謂能力放散者，乃物質中潛伏之能力，離開物質，而變為動力也。例如火藥之爆發，乃由於高溫度分解火藥為氣體，由氣體之膨漲，而使礮中之彈射出。此即火藥中之潛伏能力，因分解而變為熱力與動力也。此種潛伏能力，所以能放散者，係由於鎗機之震動。但以鎗機震動之力，與火藥爆發之力相比較，則極微弱。故鎗機震動之能力，可視為火藥爆發能力之啓發力 (Liberator)。在身體組織中之現象，亦與此相同。如肌肉組織在休息時，其中所含之能力，潛伏於內，受有神經傳來之刺激，則起收縮作用，而變為熱力與動力。神經刺激，即為使身體中潛伏力變為熱力與動力之啓發力。——即肌肉物質所起之化學現象，放散能力為熱力與動力。儲藏於各種有生物質，分泌細胞，神經系之組織，以及其他各

種生活組織中之能力，均能依同樣方法，因神經刺激之啓發而放散。由此可知，在分泌腺中，發生作用之際，恆有熱力發生。若以試驗方法研究之，可知各種生活作用，均有熱力發生也。

88. 除以上所述者之外，身體中亦能由他種方法，發生熱力。當血液因循環而經過血管時，與管壁磨擦，而生熱力。換言之，即循環作用之能力，變爲熱力也。其他各種器官之動作，亦能因磨擦而生熱力，但熱力最大之來源，則爲肌肉與分泌腺所發生之現象。由他種作用發生之熱力，其量較微也。身體亦能接受食物與飲料中以及外圍所放射之熱力，但身體中所發生之熱力，其量極巨，若不放散之於體外，則體溫增加，與生命即不適宜。故有一定調和方法，使熱力適得其宜。如身體之溫度，較外圍之溫度高，則體內之熱力，因放散作用，而爲外圍所傳導，可以散之於體外。在某種情形之下，亦可因冷食物與飲料，以及排泄物而消失之。或在汗液中，由皮膚表面發散時，熱力即潛伏於汗液之蒸氣中消失之。質

言之，即熱力因變汗液爲氣體，而消失也。職斯之故，身體在尋常情形之下，能保持一定之溫度。在腋下之溫度，常爲華氏九十八度四十分也。

89. 若估計身體在環境中所受之熱，以及由體內發生之熱，則每二十四小時中，常與由體內放散之熱量相等。收入之熱量，與放出之熱量相等，故體溫能持久不變。設體內發生之熱量，較其所放散者多，如患熱性病時，則體溫升高。體內發生之熱量，較其所放散者少，則體溫降低。但生活作用，僅能在一定溫度之極小範圍內存在，故患各種疾病，溫度升高至華氏一百零四度，或零五度，常有生命之危險。若體溫較尋常溫度下降十度，或十二度，雖亦係一種病態，但危險不若前者之甚。皮膚有發生汗液，與化汗爲水氣等作用，實爲體溫之調節器。如在熱帶某處之溫度，在華氏九十八度以上，而空氣中所含之水氣又多，則與人之生命頗有危險。因空中所含之水氣太多，則皮膚不能使體內之熱發散於體外，而體溫遂逐漸增高，使生命瀕於危險也。

90. 因肌肉之收縮作用，亦能使熱力放散，而變爲動力也。肌肉之收縮，或發生體內動作——如心臟之搏動，呼吸作用之動作，膀胱及腸胃中不隨意肌之動作——或發生體外動作，如運動，或機械的動作。各種體內動作之結果，則能力變爲熱力。體外動作，亦能計測而知之，如人類每日夜由體外動作所放散能力之總量，多在其八時或十時之工作時間中也。質言之，每人每日所需要食物中所含之能力，適足以供給每日工作所需要之能力。由此可知，能力之供給與放散，適成平均，在尋常情形之中，且恆能保持其平衡。

91. 有數種動物如電鰻，夜光蟲，與火螢等之能力，亦能放散而爲電力與光力。即人類之體軀中似亦有電力之現象。每次肌肉之收縮，腺體之排泄，以及組織中之營養變化，所發生之各種現象，可以靈敏驗電器 (galvanometer)，遵適當之方法測驗之也。由此可知，在每次肌肉收縮之前，必先有與電力有關之現象發生也。但在肌肉中，此種電力現象如何由化學作用發生，與動力及熱力之關

係如何，則難確實證明耳。甚至心臟之搏動，亦與電力現象有連帶之關係。動物神經中之電力現象，與肌肉中之電力現象相似。因電魚之發電器官，即肌肉或腺體之變形。又如地中海內電魚 (*Torpedo ocellata*)，南美洲奧利諾克 (*Orinoco*) 河內電鰻 (*Gymnotus electricus* or *electric eel*) 之發電器官，皆由肌肉之變化而來。而尼羅河內電鯰之發電器官，則由皮膚內之腺體，發生變化而來也。

92. 更進一步，以近世之眼光，研究電力作用及他種作用，與溶解性質之關係，而知其學說，亦適用於有生命之組織中也。如將鹼類溶解於不能起解離之液內，則不發生鹼性。但在起解離之液內，則因電流之陽極或陰極之關係，而使其中所含之原素分離，而為離子 (*ion*)。生物之生理的活動，似亦與陽離子 (*kation*) 及陰離子 (*anion*) 有關係而發生變化，惜吾人對於有生物質之精微現象，能知之者，仍屬有限耳。

## 第十二章 節制機能 神經系統

93. 神經系統之營養與保護，雖由各器官任之，而神經系統，則有節制身體中各種器官，與各種組織之能力。換言之，即神經系統聯合各器官，及各器官所成之系統，使其互相調協，一致動作，成一個體也。神經系統，為意識 (consciousness) 及各種智力作用之源，且為外界刺激，經過覺官，達於神經中樞之通衢。其最初則係由胎芽之外胚葉發育而成。為身體中最重要之部份，故欲身體健全，必須使之營養得宜，能排除其中所發生之老廢物質，且有相當之保護，使其不致受有損害也。

94. 神經系統，係由神經中樞，神經，與神經末梢器組合而成。神經中樞中之大者，為腦與脊髓。其小者，為散處身體各部中之神經節 (ganglia)。神經則為白色之索狀，身體中無論何處均有之。其大小不一，最細者，須用顯微鏡始能見之。各神經之構造，係以極細之纖維，為其中軸 (axis)，而有鞘 (sheath) 以包圍之。構成此鞘之物質，謂之白質。鞘外更覆有薄膜一層，為其外鞘 (neurilemma)。有時

神經中軸，係極細之纖維絲 (Fibril) 所成，而構成鞘之白質，則爲扁平有核之細胞伸長所成。神經可與包有絕緣體之傳電銅絲比擬，纖維所成之中軸，與傳電之銅絲相似，而白質則與其外圍所包之絕緣體相似也。神經纖維直徑之大小，亦極不一致，更有外面無白質者。因最初之纖維，無斯種物質，白質乃係以後發達而成者。神經爲一束纖維所成，復一再分歧，愈分愈細，其最細者，則非肉眼所能見。若研究纖維中軸之起源，則係由於神經細胞而成。

95. 設有一神經露於體外，而加以極平和之刺激，如舌尖所能感受極弱之電氣震動，則可得以下結果之一種或數種：(1) 肌肉起收縮作用，此種神經，曰運動神經，因其能發生肌肉之運動也；(2) 腺體分泌液汁，此乃由於分泌神經 (Secretory) 之作用也；(3) 血管之口徑收縮，此乃由於血管神經 (Vaso-motor) 發生之作用也；(4) 發生痛苦感覺，此乃由於知覺神經 (Sensory) 以此種刺激傳入腦中也；(5) 設所刺激者，爲特種覺官之神經，如視神經 (Optic nerve)，或聽神經 (Auditory

nerve) 則發生光之感覺，色之感覺，或聲之感覺。(6)若係電魚，則其結果，能使體內之發電器官 (electric organ) 起感電的震動。以上所述之現象，均係複雜者；雖有時一神經，僅有一種功用，僅能發生動作，或分泌作用，或其他作用。但由多數纖維所成之較大神經，則均具有各種功用。例如一神經可含有運動纖維 (motor fibre) 與感覺纖維 (sensory fibre) 兩種；則一方面可發生動作，一方面可接受觸覺，溫覺，或痛覺之印象，而傳至腦中。神經纖維受有刺激時有無物理的變化發生，尙不能明瞭，雖以高度之顯微鏡觀察之，亦不能見也。身體中之神經亦可依其生理作用之目的，分爲二種：由神經中樞傳遞刺激向外行者，曰離心性神經 (centrifugal nerve)；接受身體表面之刺激，而傳達於神經中樞者，曰向心性神經 (centripetal nerve)。

96. 神經受有激動，乃沿纖維而發生變化，若此者謂之神經刺激 (nervous impulse)。但其發生之變化，究屬於何種物質之運動如何，則無從推測。僅能由

其需要養氣發生炭酸氣，知其爲不明瞭之化學現象而已。有時以電力通過神經，頗與神經刺激相似，但其實不能相混合也。神經刺激沿纖維傳達之速率，每秒鐘僅二百尺，較電與聲傳達之速率遙爲遲緩。據最近之研究，以極靈敏之新式驗電器 (Einthoven's string galvanometer) 試驗，則覺神經之傳達速率，似較以前所述者大。且神經纖維無論何點受有刺激，似均能向兩方面傳達，神經不僅爲傳導體，且在其受刺激之點，因含有能力，而發生變化。故雖亦爲一種傳導體，而與電之傳導體不同也。

97. 由纖維組成之神經，若在縷析之後，重行結合，則其作用仍能與前相似。曾有試驗，將彼此鄰近之運動神經，與感覺神經縷析之，而復以運動神經之上端，與感覺神經之下端，及運動神經之下端，與感覺神經之上端，互相結合，則其功用仍能恢復原狀。由此可知，若運動神經之上端，係傳遞刺激向外行者，而感覺神經之下端，係傳遞刺激向內行者，則在重行結合之後，神經刺激傳達之方向，

與未縷析之前適相反。但神經若僅爲感覺之傳導體，何以由刺激發生之結果，有種種不同乎？此種刺激之結果，乃隨神經末梢之器官之不同而異。若纖維末梢在肌肉中者，其結果則發生動作；在腺體中，則其結果爲分泌作用；在血管中，則其結果使血管之口徑起變化；在腦中之某部，在則發生感覺，或痛苦。神經之分佈於身體，正與電器之裝置相似。因末梢之器官不同，而發生之各種結果亦不同，正與電流通過電線，而因其傳電銅絲末端之裝置不同，或發生光，或發生熱力，或發生動力，或發生水之分析相似也。神經爲最靈敏之傳導體。無論刺激其任何部份，均可發生同樣之結果。例如刺激與某肌肉相近之神經，或較遠之神經，其結果俱可使肌肉起收縮作用。刺激與腦相近之神經，或與腦較遠之神經，其結果所生之感覺均相同。且心中推測刺激之來源，仍以爲係由感覺神經之起點所發生也。

98. 神經之末梢器管，乃位於離心性神經之終點，與向心性神經之起點之特

殊器官。前者如肌肉組織中運動神經之末端，後者如皮膚中接受觸覺感覺之構造。神經之末梢器官，因對於某組織中刺激之適應，或接受神經中樞發生之刺激，或感受外界激動所發生之刺激。如肌肉中之末梢器官，爲運動纖維之末端是也。血管中與分泌細胞中，亦均有神經纖維連絡之以發生分泌與收縮等作用。發電器官，則係感電組織中，一種特殊之構造是也。在他一方面，則特種感覺器，各有其特殊之器官。如目中之有網膜 (retina)；皮膚之有各種觸覺器官；內耳之構造，則可感受聲之振動 (vibration of sound)；在肌肉中及腱中之末梢器管，亦能感受神經中樞所傳來之刺激，而發生運動或感受外界之刺激，而傳至神經中樞。至於末梢器官所起之作用狀態如何，則無法知之。僅知肌肉中之末梢器官，因原形質感受刺激而起生理的激動，其結果則發生收縮作用。但神經刺激如何使分泌細胞起作用，更不能明瞭矣。若研究感覺神經之末梢器官，可考察感覺器所接受之各種特種刺激；如網膜之適於感受光覺與色覺。內耳

之構造，適於感受聲覺，肌肉與腱之構造，適於感受壓覺等是。

99. 吾人茲更研究神經中樞之各種器官。中樞器官極爲複雜，亦極難明瞭，乃由腦，脊髓，與神經節而成。神經節係神經物質所成之小叢結，身體中無論何部，均有之。在心臟與膈膜等附近尤多。此種神經物質之小叢結中，含有神經細胞，與神經纖維，及其保護與營養所需之組織。由某一方面觀之，脊髓與腦，亦可視爲神經節聚合而成之大塊神經物質，經過不知若干年之進化，始克臻現今之複雜狀況也。神經節之構造，無論其爲簡單者或複雜者，皆由形態學的原子 (morphological element) 或構造單位 (structural unit) 所成。而此種單位之營養與保護，由一種特殊之組織任之，此組織與尋常之結締組織不同，謂之神經膠質 (neuroglia)。神經膠質，雖專司保護與營養，但亦能參加於神經構造之中。神經節之構造單位稱曰神經細胞 (nerve-cells or neurones)。神經細胞之形狀與大小，極不一致，但皆有一定之普通性質，乃由原形質而成之有核細胞也。在

原形質與核二者之中，均有網狀之細纖維，而核中之染色質，則甚豐富。神經細胞之原形質中，更有無數之小粒，其在休息之際尤多，似係供給神經細胞活動之用者。細胞疲勞時，則此種小粒較少。當其疲勞後休息之時，則此種小粒復愈集愈多，重行恢復細胞原有之能力。就此一點觀之，頗與分泌細胞相似也。神經細胞，常有突起或名極 (processor poles) 者發生。有時突起之數甚少，有時則有五六枚之多。每一神經細胞，所有之突起，除一枚之外，其餘之突起，皆重複分歧，發生更小之突起，與樹枝相似。一再分歧，最後則有極細之小枝。其不分歧之一突起，在發生之後，則生長白質包圍於體外，即延長而為神經纖維之軸索，謂之軸索突起 (axon)。冬日落葉後之灌木，大枝縱橫，小枝參差，適足以表示神經細胞所發生突起之形狀。其樹幹亦頗與神經纖維之軸索相似也。由此觀之，可云神經系統構成之單位為神經細胞，與其所發生樹枝狀之細突起，及神經纖維之軸索也。試觀樹林中相鄰近之二樹，其樹枝雖互相參差，而彼此決不接觸，由

此即可推想二個神經細胞，及二個以上神經細胞，所發生之突起之關係。其突起係彼此鄰近而並不互相接觸，故其所成者，爲樹枝狀，而非網狀也。神經細胞之軸索突起，長短不一，例如脊髓下部神經細胞之軸索突起，則伸長達於足部。若軸索突起中，構成神經纖維之物質增加，亦有時可以現分歧之狀，如電鯨之軸索突起中之纖維，即能如是也。在電鯨體中左右兩部之發電器官，係受脊髓正中之一大神經細胞所支配。大神經細胞與發電器官之關係，由其軸索突起所分歧之神經纖維聯絡之。其數極多，總計之，其歧出神經纖維直徑之和，較之大神經細胞發生之軸索突起之直徑，猶大數千倍也。

100. 中樞神經系統 (central nervous system)，係大塊神經細胞之集合體所構成，而以神經膠質輔之，此種大塊神經細胞，由灰白質 (grey matter) 所成，在脊髓之中心，及腦之表面，均有之。腦與脊髓外膜上之小動脈，分歧爲無數之毛細管，構成動脈叢 (plexus) 滿佈於灰白質中，故血液豐富，生理作用活潑。在中樞

神經器官，腦與脊髓中，除灰白質之外，更有白質。但其中之血液，則不若灰白質中之多。腦與脊髓中，均有排除老廢物質之特殊機能。其中雖無特殊之淋巴管，但每一小血管之外，尚有一鞘包圍之，謂之血管鞘 (Perivascular)。淋巴液，即存於此鞘中也。

101. 神經細胞活動之現象如何，吾人所知者甚少，僅知其活動之際，消耗其中之小粒，如前所述。但此種小粒之組織如何，仍無從知之也。在神經細胞之原形質中，含有具蛋白質性質之化學物質與富有磷質之化合物。神經細胞中原形質之活動，則賴有多量養氣之供給，及老廢物質之排除。此種作用，在神經細胞之原形質中，較在他種原形質中，尤為重要。設神經細胞之原形質，僅在極短之時間數秒鐘內，缺乏養氣，且不排除其中之老廢物質，恐即不能繼續發生作用。故斷絕大腦中血液之供給，則立即失去知覺。若以少許之毒液，混入血中，則其結果，極易感受。神經物質，亦極易受壓力之震動，故突然之震動，亦足以使之

失去知覺也。神經系統之活動，及其最重要之智力作用，乃賴血液與灰白質間之相互作用而存在，故與血液之關係極大。而神經細胞中所需之血液，其性質與溫度之限制，均極嚴也。總之，身體各部份之功用，其目的皆為神經系統中灰白質之營養也。

102. 更有數種與神經作用有關之機能，吾人亦應研究者。如身體某部之感覺神經，有時受有刺激，腦中並無感覺或痛覺發生；而一種肌肉或數種肌肉，仍能因之發生動作。如是之動作，名曰反射運動 (reflex action)。此乃由於感覺神經傳達所受之刺激，至某神經節。在神經節中發生作用，運動神經遂傳出刺激，使肌肉起收縮作用也。反射二字之意義，乃謂光線照入鏡內，所發生之反光。用於此處，雖不甚恰當，但無更適當之名詞可代。在中樞內發生之作用，亦需一定之時間。如神經刺激經過感覺神經所需之時間為  $a$ ，經過運動神經所需之時間為  $b$ ，但反射運動，自受刺激至發生動作所需之時間，較  $a$  與  $b$  之和為大。設二者

之差爲  $e$ ，則  $e$  卽爲中樞內所需之時間。反射機能 (reflex mechanisms) 在身體中，實占重要地位，其複雜者，恆與數種感覺神經，及數種運動神經有關。甚至與中樞之關係，亦甚複雜。例如眼瞼之一瞥，爲一種反射動作。與此反射動作有關係者，爲皮膚中之感覺神經，與眼球之感覺神經（卽第五腦神經）或爲與網膜相通之視神經。其所以發生動作者，乃由於顏面神經（卽第七腦神經）使肌肉起收縮作用，故眼瞼閉合。吞嚥作用，與呼吸作用，亦係最複雜之反射運動。與此等反射運動有關係之神經及肌肉甚多，茲不贅述。反射運動，或爲有意識的，或爲無意識的，但不能以志意管理之。有許多動作，初爲有意識之動作，練習既久，乃變爲無意識之反射動作。如奏弄樂器，或用機械之工作，其感覺與動作之中樞，雖爲腦與脊髓，而往往爲無意識之反射動作也。

103. 神經機能之活動，無時或息，雖在休息之際，分子中之各種現象，仍繼續發生也。如脊髓中神經細胞，所發出之某神經纖維，延長至四肢之肌肉中，常能發

生一部份之收縮作用，或特稱之曰緊張 (Tonus)。故在休息之際，肌肉並不弛緩，仍有若干程度之收縮性。遇有重大之刺激，則立刻起收縮作用也。另有某種神經纖維，並非使肌肉發生作用，乃限制肌肉所發生之作用者，謂之抑制神經 (inhibitory nerve)。此種作用，謂之抑制作用。此種作用在心臟中，頗屬顯著。

104. 心臟之抑制神經，具有多數小神經節，其功用雖不甚明瞭，然大概有調節肌肉收縮作用之能力。有二對大神經之分枝，分佈於心臟中。即由脊髓上端，伸入頭蓋內之延髓，所分出之迷走神經，(N. Vagus) (即第十腦神經) 與沿脊柱兩側排列之交感神經節，所發生之交感神經 (sympathetics) 是也。至於交感神經節中之纖維，則係發源於脊神經之前根。設心臟之搏動調適，由頸中交感神經之刺激，可使之稍速；但頸中亦有迷走神經，因其刺激，則使心臟之搏動遲緩。故迷走神經之作用，乃抑制作用；而交感神經之作用，乃加速作用也。

105. 此種抑制作用之現象，與許多神經中樞有關。例如因交感神經之作用，小

血管之肌肉管壁起局部之收縮作用，使血液之壓力增高，心臟中血液流行之速度，遂亦因之增加。與交感神經有關，常傳遞刺激至血管中者，乃延髓中之血管運動中樞 (centre of vaso-motor)。此種神經中樞，能阻止神經作用向上進行。若刺激心臟中之制壓神經 (depressor nerves) 則刺激向上進行，阻止延髓中之神經中樞發生作用。其結果，則小動脈伸張，血液之壓力遂下降。更有一種神經，與制壓神經相反者，謂之增壓神經 (pressor nerves)，能使血管運動中樞之能力增加，於是血壓遂亦因之增高。感覺神經，具有增壓神經之能力者甚多；但神經節因血液循環之影響，常受刺激之作用，而有相反之結果。故抑制機能，在神經作用中，實占重要部份也。

106. 脊髓，係一串神經物質之節片所成。每一節片，有一對脊神經。每一脊神經，有前後二根，與脊髓中央之灰白質相聯。前根 (anterior root)，由運動纖維所成，能傳出灰白質中神經細胞所發生之神經刺激，此種運動纖維，復分歧散佈於

同側之軀幹與肢體中，亦能經過交感神經節，而達血管與腺體。後根 (Posterior root) 則由感覺纖維所成，傳遞外界之感覺刺激，達於脊髓。在後根之中，有一由神經細胞所成之神經節，皮膚、肌肉及他種器官中之感覺纖維，均聚集於該節之神經細胞中。此神經細胞，復有後根中之神經纖維，通於脊髓。故外來知覺刺激，得達於脊髓中。後根神經節中之神經細胞，乃接受知覺刺激之第一站也。此種刺激由脊髓傳入腦中，即發生各種感覺。由後根中神經細胞發生之神經纖維，與脊髓之一節片或多數節片相連絡。故脊髓之一節片，與其上下之節片，均有關係。脊神經細胞之軸索突起，則聚集於前根，隨前根而分佈於肌肉中。多數反射機能，與最高神經中樞無關。刺激由感覺纖維，經過脊髓之後方，達於最高神經中樞，則起高等反射機能。若達於大腦，則發生意識，或各種感覺。感覺之通路，大半在脊髓之後方，但傳至腦中，則達於腦之前部。蓋在脊髓之上部與延髓中作交叉形。職是之故，軀體右側所受之感覺刺激，結果則達於大腦左半球。

左側所受之感覺刺激，則達於大腦右半球。但感覺刺激，亦有能達於小腦中者。小腦在大腦之後部與下部，故亦稱爲後腦。有意志之運動刺激，發生於大腦中，經過小腦及延髓中之交叉處，而達於脊髓之前部，於是遂入灰白質，以達於大神經細胞所發生之樹枝狀突起，此種樹枝狀突起，即分佈肌肉中之神經也。脊髓之後根，亦有纖維，與脊髓灰白質前部之大神經細胞之纖維相通，此即反射動作之機能。但此種大神經細胞與腦發生之關係，則爲意志動作之機能。更有一事，爲吾人所應注意者，即神經系統上部神經細胞之軸索，與下部神經細胞之關係，猶樹枝中主枝與細枝。神經系全部之機能，頗與電信機之組織相似也。

107 在肌肉方面，運動係由互相拮抗之肌肉羣而發生。如屈肘之肱二頭肌，爲屈肌；伸肘之肱三頭肌，爲伸肌。故神經有二種機能：當神經刺激使屈肌收縮之際，同時須遏阻伸肌起收縮作用。伸肘則由於神經刺激，使伸肌收縮，而遏阻屈肌同時起收縮作用。由此觀之，可知神經之作用，極複雜也。

108 腦脊髓神經系 (cerebro-spinal system) 在頭蓋內諸部分，係由以下之構造而成：(1) 由前方向後，灰白神經質與白色神經質所成之集合體爲；(c) 線狀體，(corpora striata) (a) 視神經牀，(optic thalami) 及四疊體 (corpora quadrigemina)；(2) 更向後部，則爲；(d) 腦橋，與 (e) 延髓。(3) 覆於以上所述各體之上，則爲大腦之兩半球。與 (4) 在腦橋與延髓之後，及大腦後部之下，則爲小腦。以上各種構造，均含有灰白質，且有白質所成之神經纖維聯絡之，故彼此關係，極爲密切。此種神經纖維，即傳達向內或向外之刺激者。更有多數神經，由此一腦半球之側面，向彼一方面分佈。腦橋與延髓中之灰白質，爲走入腦神經 (cranial nerves) 內纖維之起源，其形式大概與脊神經相似，僅略有不同。若論其功用，則有傳達刺激至顏面他側之肌肉中，專司運動者，如第七腦神經。亦有專接受外來之感覺者，如視神經與聽神經。更有第三種則兼含有感覺與運動兩種纖維，謂之感覺運動神經 (sensori-motor nerves)。如第五腦神經，雖爲顏面之感覺神經，但亦含有運

動纖維，司舌肌之運動也。

109. 延髓中含有與呼吸運動、心臟及血管搏動有關係之神經中樞。後者即前述之血管運動神經。延髓並為數條腦神經根之起源。由此更見感覺纖維與運動纖維使腦神經系與脊髓神經系相連絡，此間最令吾人注意者，乃感覺纖維與運動纖維在延髓中，係作交叉形。該部係與生命有關之最重要部份。若延髓毀壞，則呼吸運動、心臟與血管之機能，均立即停止。除以上所述者外，亦為複雜反射動作之樞紐，如吞嚥之動作等類，是也。

110 延髓為腦之底部，亦可視為脊髓之一部份，而伸入頭蓋中者。司各種與生命有關之機能，為身體中最重要之中樞，前已述過。至其功用，則可由下述之根本原理解釋之。延髓之容積，雖不大，而除含有神經纖維能向內或向外傳遞刺激之外，更為(a)呼吸中樞 (respiratory centres) (b)心臟運動中樞 (cardiac or heart centres) (c)末梢血管運動中樞 (d)吞嚥中樞 (centres for swallowing)。

因神經系統皆爲對稱式，每一中樞，皆具有相等之二神經節。故在延髓中，至少有灰白質所成之有核神經細胞八枚。且均極重要，而彼此之關係，亦異常密切。其中毛細管豐富，而血管則處於淋巴間隙中，故其中之老廢物質，易於排除。延髓中之神經節有無數之纖維，與迷走神經及若干之腦神經相聯絡，亦有與交感神經節相通者。

111 延髓，與心臟及呼吸機能之關係，前已述及。但與此二種動作性質上之調律，亦有關係。故吾人可覺心臟之搏動，與呼吸運動所占之時間，皆互相調律者也。若此種動作，由於延髓，則延髓能否發生自動動作之問題因之而起。神經系統，果能發生此類自動動作乎？吾人可以想像神經中樞所發生之自動作用。設在神經節或神經中樞中，儲有神經能力，則因其緊張，此種能力遂沿某神經而放散。在放散之後，復儲蓄能力，待第二次之放散。如是繼續不已，遂爲自動之機能 (automatic mechanism)。若詳細研究，可知此種並非神經中樞之作用，亦非

自動，乃由於所流過血液之性質，與由體外所傳入神經刺激之影響。今就呼吸作用而論，吸氣時輸入新鮮養氣於血液中，且在吸氣與呼氣之際，均能使血液中之碳酸氣移動。血液中含有多量之養氣，——間亦含有少量之碳酸氣——者，其顏色鮮明而紅，謂之動脈血。其含有多量之碳酸氣，少量之養氣者，顏色深暗，謂之靜脈血。若連行深呼吸數次，吸收多量之養氣，則可停止呼吸片刻。潛水者，入水之先，即如此也。以生理學上之術語言，則血液中含有多量之養氣，呼吸可以暫止，此種情形，謂之呼吸抵止 (apnoea)，反之血液中含有多量之碳酸氣，即含有碳酸氣甚多之靜脈血，則使呼吸作用之動作加速，放散過量之碳酸氣，且吸取養氣。在各種原因發生之窒息 (asphyxia)，即由於血中碳酸氣過多所致。故此種現象，可視為血液循環，經過呼吸中樞時，由其性質或種類之不同而使受影響也。血液中養氣豐富，則呼吸中樞，不受刺激。若養氣缺乏，碳酸氣過多，則呼吸中樞受刺激，遂促成吸氣之動作，假定在延髓中有二呼吸中樞，其一為

吸氣中樞，他一爲呼氣中樞。養氣刺激呼氣中樞，不發生若何影響而炭酸氣刺激吸氣中樞，則起急促之呼吸作用，此乃關於血液之性質，影響於呼吸中樞，一種理想的解釋也。

112 但自體外傳入之神經刺激，亦有影響於呼吸中樞。肺臟內有迷走神經分佈，此種神經所有之感覺纖維，起源於延髓，乃傳遞神經刺激上達於延髓者。亦含有運動纖維，分佈於喉頭肌肉，與氣管壁肌肉纖維中。迷走神經之上喉神經枝 (superior laryngeal branch) 亦由頸部之幹中歧出，分佈於喉頭黏膜下，故喉頭之感覺靈敏。以下所述者，乃試驗所得之結果。若迷走神經分布於頸中者，則刺激其上端即可發生深呼吸。蓋強刺激在吸氣之後，仍能使肌肉痙攣，吸氣繼續，而不呼氣也。由此可知，肺臟中發生之刺激，能達於延髓中之呼吸中樞，在吸氣中樞中，最特著之作用，則爲激動吸氣動作。在他一方面，則刺激迷走神經之上喉神經枝，可發生呼氣作用。蓋呼氣肌肉痙攣之後，強刺激能停止呼吸作

用也。故若喉頭內之神經受有刺激，常發生呼氣作用。若肺臟中迷走神經之末梢，受靜脈血之刺激，則此種刺激遂傳達於延髓中之吸氣中樞，其結果，則發生吸氣作用。但吸氣，乃與膈膜及舉肋肌有關之肌肉運動；呼氣乃有彈力性之胸壁與肺臟，退縮爲原狀之動作。除偶然有障礙，使肺中空氣，不能自由放出之外，則與呼氣中樞無關。咳嗽，即由於強烈之呼氣所致。但吸氣中樞，亦可受他種神經之影響。換言之，任何感覺神經之強烈刺激，俱能促成吸氣作用。例如皮膚著溼衣，突然投入冷水中，忽然呼吸冷氣，或忽然感受痛覺，均常促成吸氣作用。初生小兒之第一次呼吸，想亦係如此刺激，而發生也。由腦內發生之刺激，亦能及於吸氣神經中樞，如在某一範圍之內，吾人能由志意節制呼吸也。由是觀之，呼吸神經中樞，因感受感覺纖維所傳遞之各種神經刺激，及流過其中之血液之性質，而維持呼吸神經中樞，適得生理上之均衡，並非由於自動也。

113 在延髓中，其他各種中樞亦然。如心臟神經中樞，因迷走神經之作用，下及

於心臟，能限制心臟之收縮作用。而由脊髓與交感神經相聯絡之神經纖維，則能促成心臟之收縮作用。由此可以推想在延髓中，有心臟抑制中樞，與心臟加速中樞存在也。刺激可由心臟經過延髓中之中樞，而達於腦中樞，復由腦中樞，再向下達於延髓中之中樞。但心臟亦受體軀所感外界刺激之影響，在任何感覺神經所接受之刺激，均能達於延髓中。心臟神經中樞，可發生某種程度之抑制作用，或加速作用。而腦中樞中，由情感所發生之刺激，亦能影響於心臟，如恐怖等情感，能使心臟之搏動，暫時失其常態是也。

114 延髓中血管神經中樞，亦可感受同樣之影響。此種神經中樞之作用，乃保持動脈在收縮作用情形之下，使血壓增高。但當血管神經中樞，受增壓神經與血壓增高之刺激，其所發生之作用最盛之際，則有由心臟傳來之制壓神經之刺激，以限制之。此種中樞，亦受腦中樞中印象之影響，如因羞愧而赧顏，或因恐懼而面如死灰是也。

115 上述之種種神經機能，即各種神經中樞所有作用之表現。但在各種神經中樞中，並無自動機能。惟有由於血液之性質與分量，及各處所來之神經刺激，所發生之變化而已。故身體動作，實全體一致，無所謂自動中心也。大腦為吾人視為最自動，而有意志之存在者，其實亦全體作用之一部份耳。

116 腦橋之主要部份，係橫行之纖維索所成，由小腦之一側，達於他側。其中更有由上至下之束狀纖維與腦神經根相連之灰白質集合體。腦橋與小腦之關係最密切，故橫行之纖維索，可視為小腦之中脚 (middle peduncles) 也。

117 在腦橋之上有橋脚 (crura or peduncles)，為運動神經與感覺神經之通路。且含有無數之纖維，使大腦與小腦互相聯絡。在脚狀體之附近則四小體，謂之四疊體 (corpora quadrigemina)。此種小體，乃白質層與灰質層所成，為含有特性之構造，有由眼中網膜發生之纖維，與之聯絡。故四疊體，為由視神經纖維所輸入刺激之第一接受器。此種刺激，能使眼中虹彩 (iris) 所成之瞳孔 (pupil)

起收縮作用，或因視神經牀 (optic thalami) 與線狀體 (corpora striata) 之作用，而發生複雜之反射運動。四疊體中接受之刺激，雖不能發生意識，但各種由視覺刺激發生之感覺 (sensation) (有意識的) 其刺激必須經過四疊體，始能達於大腦中之視覺中樞也。眼中之網膜，可分爲二部份；一半係近於鼻部者可名之曰內側網膜，其他一半則近於顳顬 (temporal) 部 (即太陽) 者，可名之曰外側網膜。然二者之間，均有神經排列，以互相聯絡之。如由各網膜之二外側網膜，所發出之神經纖維，則與其同側之四疊體相通。而由各網膜之二內側網膜，所發出之神經纖維，則互相交叉，與其對側之四疊體相通。故右側四疊體所接受者，右乃眼網膜之外側，與左眼網膜之內側，所傳達之刺激。左側四疊體所接受者，乃左眼網膜之外側，與右眼網膜之內側，所傳達之刺激。因有此種關係，故二眼網膜所見之物像，在腦中僅構成一個印象也。

118 視神經牀接受其下部傳來之各種刺激，若此刺激上達於大腦，則發生意

識。視神經牀與其前部接近之二集合體，即線狀體聯合，則發生反射動作。其間亦有運動中樞，接受大腦皮質所傳來之刺激。若僅由視神經牀與線狀體聯合發生作用，而無大腦皮質所發生刺激之影響，則起複雜之反射動作。如夢行者之行動，及各種複雜無意識之動作，是也。

119 大腦爲最高等之神經中樞，係由二腦半球所成，其上現有各種複雜之回轉，此種回轉構成灰白質所成之網狀，而在灰白質層中，則有無數錐體狀之神經細胞。大腦之各部份中，均有多數神經纖維，由各方面與其中之他部份，互相聯絡。此種構造之功用，乃使全體各部份之動作，互相一致也。如聯絡各回轉間之關係者，爲聯合纖維 (associational fibres)，在大腦之前部與後部間，亦有纖維連絡之。更有聯絡二大腦半球間之關係者，乃橫行纖維所成之大集合體，謂之胼胝體 (corpus callosum)。大腦，係接受身體各部分傳來之神經刺激。在脊髓之感覺神經中，有無數神經纖維，向上伸長，達於大腦後部與側部回轉之灰

白質中，成爲樹枝狀或網狀，與灰白質中之運動神經細胞相近。在大腦側部某回轉中，此種現象尤爲顯著。由大腦中運動神經細胞發出之纖維，經過線狀體，橋脚下達於腦橋與延髓。在延髓中作交叉形，而伸入脊髓之前部，至脊髓各節片中。與脊髓中灰白質前部之大運動神經細胞，發生關係而止。質言之，大腦爲腦神經之發源處，有神經纖維與身體各部相通也。大腦更能容納小腦中所發生神經纖維。大腦之生理上機能，現尙未能明瞭，僅知其回轉中灰白質之一部份，與接受感覺，發生意識有關也。

120 大腦之灰白質中有一定之區域，接受外界刺激，而變爲觸覺，壓覺，溫覺，視覺，與聽覺。在大腦之後側面，之顛蝶回轉中，尤爲顯著。此種區域，謂之特種感覺之中樞 (centres for the special senses)。發生味覺之中樞，究在何處，則未能明瞭。嗅覺則與延髓中之嗅葉 (olfactory bulb) 有關係。在大腦中部兩側之錫爾維氏切迹 (Sylvian fissure) 中，則有運動中樞，與四肢之肌肉及顏面與舌部之肌

肉，均有關係。總之身體中之各種肌肉，在大腦中，俱有一中樞。如喉頭之肌肉，與大腦有連絡之關係，始能發聲也。當運動中樞受刺激之際，則身體他側之某種肌肉發生動作，例如刺激大腦右側之某中樞，則左腿中之肌肉將發生動作。若再刺激右側之他一中樞，則或將使左臂發生動作。至關於唇與舌等器官之中樞，則極複雜。但不可以為各運動中樞，係各自獨立，互相隔絕，或即為刺激之來源也。運動中樞之作用，乃由於大腦中或大腦以下，某部份之感覺性神經刺激之影響而發生也。由大腦以下神經刺激所發生之動作，則為反射運動。

121 此種事實，可以聯合動作 (associated movement) 如言語或寫字等動作說明之。言語，由聽覺中樞發生之刺激，達於有言語機能之運動中樞所致。由聽覺中樞發生之刺激，達於右臂與右指中之運動中樞，則言語變為寫成之文字。再如感覺刺激，可由視覺器官，達於視覺中樞，由此轉變，而激動言語機能與寫字機能，亦可發生言語與寫字之動作也。此種刺激，亦能傳入大腦中之某部，發

生有意識之作用。有時因疾病，此種生理上之聯合關係，亦可中斷。如向大腦神經有病之人，問曰：「君之姓名爲何？」則患者不能回答。但患者聽覺如故，並非因其耳聾，而不能聽聞，乃因由聽覺神經中樞，傳達刺激至言語中樞之路中斷，不能說出其名姓爲「某某」也。若以文字寫於紙上曰：「君之名爲某某乎？」而以紙置於患者之目前，令其視之；則患者能回答曰：「誠然。」此乃由視覺中樞，傳達此種刺激至言語中樞，故患者仍能言語也。常有大腦患某種疾病之人，意識極其明瞭，知其所需要之某種物品爲何名，而其所說出者，則往往錯亂。此皆由於刺激傳出或傳入之通路中，發生障礙，或中斷也。

122 小腦具有抑制機能 (regulating mechanism)，但除此之外，更有他種功用，即共動運動是也。所謂共動作用 (coördination) 者，乃某種一定之肌肉羣，所起之收縮作用，在時間範圍，與次序上，須有一定之節制，始能得其所需要之結果也，如在寫字之時，臂，肘，腕，與指中之各種肌肉，均同時發生作用；而在行走之

時，各種複雜之肌肉羣聯合而起收縮作用是。在此種機能中，由外界傳入之感覺刺激，似爲其發動點。如就行走而言，則此種外界感覺刺激，或來自足之皮膚中，或來自肢體之腱與肌肉中，或來自視覺中。若此種刺激達於大腦，則意識明瞭。若無此種刺激，在有意動作將紊亂而失其常態，且失其能力矣。但有許多刺激，則輸至脊髓之後部，而達於小腦與脊髓相連之下脚 (inferior peduncles) 中。小腦中灰白質之構造，極其複雜，雖解剖學家，知之甚悉，但對於小腦之機能，則無適當之概念也。灰白色質普通之構造，係由各種型式之神經細胞所成。而在神經細胞之周圍，復有由其下部伸入之纖維，構成樹枝狀。此種纖維延長，達於對側之大腦半球中之運動中樞而止。小腦之功用，似爲傳遞外界所來之感覺刺激，以達於大腦皮質中某特殊運動中樞，而使之發生各種動作之共動作用也。小腦接受由網膜傳來之刺激，及內耳傳來之刺激，其中最要者，乃由內耳之半規管 (semi-circular canals) 傳來之刺激。故由此種覺官所發生之感覺，

均足以助共動運動而保持身軀之均衡也。

123 此章所述關於腦髓生理上機能之知識，已覺較多，但仍未完全也。若依最新方法製成之標本片，置顯微鏡下視之，當更驚歎其構造之複雜，功用之奇妙矣。

### 第十三章 心境與物境之關係

124 吾人試想感覺生理上之性質，可知意志(mind)爲心境(inner world)與物境(outer world)二者之認識機關，由此而發生情感(feeling)。在吾人之心境中，生理的作用，繼續不息，前章中已述之矣。經過此種作用，雖各種刺激可由器官與組織以達於高等神經中樞，但亦有因意識明瞭之程度不同，而不能達於意識域之境界者。身體中更有所謂內感覺(internal sense)如饑餓(hunger)，飽滿(saturate)，與乾渴(thirst)，以及在身軀康健情形之下，或佳良氣候與新鮮空氣中，覺呼吸暢快之情感。在尋常吾人稍留意於內感覺，則覺其似在情感

之閾 (threshold of feeling) 中，但必其增加至某強度，始有若干程度之意識也。在多數器官中，除神經刺激使感覺達於某種程度，發生不適意之感覺外，吾人之意識，皆不甚明瞭。雖此種感覺不能達於意識範圍之內，但神經中樞常常接受此種神經刺激無疑，關於內感覺之特殊機能，甚難確定，僅知尋常感覺神經或向心神經，與此種感覺有關也。

125 物境之認識，乃由於視覺、聽覺、觸覺、味覺、嗅覺五種外覺官 (external sense)，以及與神經刺激有關之肌肉感與均衡感。外覺官常有特殊之構造，即 (a) 末梢器官，為適於接受各種特殊刺激者；(b) 特種覺官之神經；(c) 在腦中之內接受器官。由此種內接受器官所發生者，或為無意識之反射動作，或為大腦中有意識之知覺 (perception)。例如視覺覺官，尋常所感受之刺激為光，網膜為其末梢器官；其特種之神經，為視神經；腦內之四疊體為其內接受器官也。大腦中關於光覺與色覺之中樞，則在灰白質之某部中。

126 感覺可分爲下列兩種：(a) 其刺激爲運動 (movement) 或爲壓力 (press-

ures) 所發生者，卽觸覺、聽覺、肌肉覺、均衡覺是也。(b) 其刺激乃分子之性質中，含有化學作用者，如視覺、味覺、嗅覺是也。依近世物理學之觀念而言，在物境中之物質，恆繼續運動不息，由是可以推想熱光與電之各種現象，皆係由於以太之運動而發生也，此種運動，刺激於簡單形式動物之體軀，經過不知若干年之進化，遂發生覺官與神經系統。如由簡單之色點 (pigmented spot) 逐漸進化，而爲視覺器官。有數種特殊之毛，發達而爲觸覺覺官，與聽覺覺官之雛形，爲接受壓力震動之器官。當動物之生活日漸進化，各種覺官亦因之日漸複雜，如人類及高種動物所有者，乃其最複雜之型式也。

每種覺官所接受者，皆爲與之相當之特種刺激。如網膜所接受者，爲光之震動；皮膚與內耳之構造，則適於感受壓力之震動，是也。至於末梢器官之組織，最普通者，乃保護末梢器官之上皮細胞，與由神經細胞發展所成特殊形式之神經

質上皮 (nervous epithelium) 在視覺網膜中，則此種接受感覺之神經質上皮，成爲網膜圓椎 (cone) 及圓柱 (rod) 層。

127 特種感覺之神經，尋常皆以末梢器官，接受外界之刺激。但有時壓力與電之震動，亦可不經過末梢器官，而直接刺激神經。如以壓力加於眼球，則發生眩耀之光覺，是也。由是可得一定則，乃無論以何種方法，刺激特種感覺官神經之纖維，其所發生之感覺，皆爲同種者。如刺激視神經，則常生發光感覺 (luminous sensation)。在其他各種感覺中，亦適用此種定則，故名爲特種感覺神經之特殊能力之定則。此定則之意，並非謂神經非傳導體。此種結果，乃由於大腦中神經末梢之組織，轉變各特種神經所傳遞之刺激爲同種感覺也。

128 每種感覺官之能力，皆有一定之限制，換言之，卽每種感覺官，僅能在某種限制以內活動也。如刺激太弱，則不能發生效果；關於此種強度，謂之感覺閾 (threshold of sensation)。故末梢器官，僅在某一範圍之內，能感受震動或壓力等之

影響，而發生作用也。若考察分光帶 (spectrum)，可知吾人之目力，不能認識紅色最低範圍以下之光與色。但其以太之振動仍存在也。而皮膚則能感受較低之振動爲網膜所不能感受者。若增加刺激之強度，或增加振動之次數，則感覺繼續發生，而感覺之強度或性質發生變化，或二者均發生變化。

129 覺官所接受刺激之強弱，與感覺強度之關係，亦爲吾人所應研究者。凡感覺之強度，常隨刺激之強度增進而增加。但其增加方法不能一致，非依一定之比例律也。例如刺激之強度增加二倍或三倍，其所發生感覺之強度，並非增加二倍或三倍，僅爲最微之量，甚至有不易觀察其強度之區別者。恰如在極強之光中，增一燭光，常不易覺也。上述之定則，亦有人加以修改者，但其原理，仍不能超出以上所述者之外。在神經系中，更有一種保護作用，抵制各種有害之過烈刺激。

130 就震動而論，當震動達某一定之次數時，則發生感覺。若震動之次數增加，

則感覺亦發生變化。如在分光帶中，震動之次數增加，則成各種不同之色。故由分光帶下之紅色向上，則爲橙色 (orange)，黃色 (yellow)，綠色 (green)，青色 (blue)，藍色 (indigo)，與紫色 (violet)。而在分光帶中發生紫色之震動次數，約有二倍於發生紅色所需之震動次數也。就聽覺而論，吾人所能聞之第一低音，乃每秒鐘震動三十三次所發生之樂音 (musical tone)；其最高音，則每秒鐘震動之次數，爲三萬次強。在此種能聞之最高音以上，震動之次數更多，則非人類之耳所能聞；正與分光帶中紫色之外，尙有更多震動次數，所發生之光，物理學家名之曰倫透根氏線 (Röntgen ray，即 X 光線)。此種光線雖非人類之網膜所能感覺，但可以特殊方法，證明其存在也。更有數種動物，能聞人類聽覺所不能聞之聲音。吾人對於物境之知識，爲覺官所限制；故有種種現象，非吾人知覺能力所可及者。例如吾人體內無一種特殊器官，可接受外圍因電力變化，所發生之感覺。故對於物境之知識，有一定之限制。設使有更有此種覺官，則心境與物

境之關係，將又爲之一新也。

131 覺官之靈敏，殊可令人驚歎。如在吾人之皮膚上，有  $\cdot$   $\circ$   $\circ$  二克之壓力，即可察覺。皮膚之溫度在攝氏表十八度時，能辨別一溫度之八分之一差別所起之不同感覺。肌肉之收縮最短者，僅  $\cdot$   $\circ$   $\circ$  四耗（約六千分之一英寸）。耳之能力，可辨別  $\cdot$   $\circ$   $\circ$   $\circ$  四耗空氣中分子震動所發之聲。網膜之感覺則更精妙，在某種一定之距離中，能辨別極弱之光。一份規寧（quinine）加水一萬倍，仍能覺其有苦味。一份之氮素（bromine）及極少之沃度仿（iodoform），擴散於一百萬倍之空氣中，仍能覺其有臭味也。以上所述，皆係指人類而言。更有數種動物之覺官，則較人類，愈加靈敏。

132 每種覺官，更有其適當之輔助器（accessory apparatus）。如眼球，依折光之定理言，則係一種攝影暗箱用以構成網膜上之物像者。聲之震動則由鼓膜與聽骨之複雜傳導機能而入內耳，以達於蝸牛殼（cochlea）中之科特氏器官。

(organ of Corti)內耳中之三半規管，因管內液體之壓力以感覺吾人頭部之位置，並能保全身動作之均衡。在舌與鼻中，則有特殊之皮膜構造，如舌上之味蕾 (taste bud)，與鼻中之黏膜是也。在皮膚中則有細神經纖維所成之網，甚至表皮之細胞間亦有之，此即觸覺中接受壓覺之器官。更有表皮細胞所成之特殊構造，有神經纖維聯絡之，亦能感受壓覺，如觸覺體 (touch body)，觸覺小體 (tactile corpuscles)，與巴洗尼氏小體 (Pacinian body) 等是。皮膚中感受溫覺之末梢器官，至今日尙未發現，僅知皮膚中有某點易於感受溫覺，謂之溫點，更有他點，易於感受冷覺，謂之冷點。且二者均與感受壓覺不同也。除以上所述者之外，皮膚中似有感受痛覺之痛點 (pain spots)，皮膚之感覺力，可謂各系不同。設取皮膚中一感覺神經分割之，再以其末端聯合，而其感覺力仍可恢復也。其最初恢復之感覺，係由熱點冷點與痛點而來，可名之曰先覺 (protopathic)。繼又有一種感覺恢復，其發生似由於觸覺，及與痛覺有關之最靈敏感覺力。此種

感覺，吾人可名之曰後覺 (epicritic)。故雖以手指抵於平面上，亦能刺激複雜之機能，發生各種不同之感覺也。近來對於神經之末梢器官，實況日益明瞭，感覺上有此種區別，已無疑矣。

133 試觀察刺激之物理的性質，與感覺之物理的性質，二者似不一致，且為絕對不相似者。由觀察方面，試驗方面，假設方面，與理論方面，吾人所得關於各種刺激之知識，如光與聲等刺激者，不可謂不豐富。但在以太震浪之某長度，與紫色所發生之感覺間，或空氣震動之壓力，與樂音所發生之感覺間，絕未見有相似之性質。樂器所發之聲，可以繪畫法之曲線，表示空氣壓力之震動。但在生理上之感應，似與此完全不同。關於此點之討論，則超出生理方面與物理方面之外，而為心理方面之問題矣。

#### 第十四章 聲音

134 人類之發聲，係由於喉頭二條韌帶邊緣之震動。此二條韌帶，謂之聲帶。聲

音與語言有顯明之區別，動物中有能發聲，而無人類所有之言語能力者。然在人類互相私語之際，則有時僅有言語而無聲音；在唱音階 (musical scale) 之際，則係有聲而無語。

135 人類之發聲器係：(a) 胸腔 (thorax)，由胸腔之壓迫，可鼓動肺中之空氣，經過氣管，以達於喉；(b) 喉，及其所有之二聲帶；與 (c) 咽喉、口腔、鼻腔，及其他可使聲音發生於喉頭之通路所成。在呼氣之際，常有聲發生；而在吸氣用力之時，亦覺有聲。喉頭乃各種軟骨所成，聯以聲帶，二聲帶能因喉頭肌肉之收縮，而互相移動。其中最重要之軟骨，爲甲狀軟骨，位於喉之前部，左右屈曲，其形似盾。喉之下部則有環狀軟骨 (ericoid cartilage or ring cartilage) 形如指環，後其端與甲狀軟骨相接。在環狀軟骨後部之上，又有小軟骨一對，謂之披裂軟骨 (arytenoid cartilage)。聲帶乃一薄膜，伸張於喉間，二聲帶各以其一端著於甲狀軟骨，而其他一端則著於二披裂軟骨之基部。聲帶係由結締組織之纖維，與有彈

性之纖維混合而成，張於喉之左右兩側。由二聲帶邊緣所成之空隙，謂之聲門 (glottis)。在尋常吸氣之際，聲門開張；但至將呼氣時，則二聲帶之邊緣接近，使聲門變狹。若當發聲之際，二聲帶之邊緣接近，聲門完全閉合，聲帶下空氣之壓力因呼氣而增加，其空氣由聲帶下衝出，經過二聲帶之邊緣，遂成爲聲。空氣之壓力減輕之後，因聲帶之有彈性，聲門遂又閉合，再由聲帶下空氣之壓力增高，衝出聲門，則復發生聲音。其所以成聲之原因，則係由於空氣經過聲帶之邊緣時，使聲帶之邊緣振動所致。由此觀之，人類之發聲器官構造之原理，與因空氣震動而發聲之樂器相似也。

136 聲帶富有彈性，能緊張或弛緩。故因肌肉之作用，可使二聲帶之邊緣，或互相接近，或互相分離，而聲門遂亦隨之有開，閉，闊，狹，之不同。例如唱一音階，先爲低音，後爲高音，則聲帶由環狀軟骨後端與甲狀軟骨間之環狀甲狀肌 (Cricothyroids) 之收縮，逐漸緊張，使所成之聲由低而高。此乃由於該肌等之收縮，可

使聲帶伸張，空氣震動伸張之聲帶可增加所發聲音之高度也。如前所述，聲帶伸張於二披裂軟骨與甲狀軟骨之間，若知披裂軟骨如何自其頂點向其基部旋轉，則可知聲門開閉之理矣。在環狀軟骨之後端，有二小肌，曰後環狀披裂肌 (posterior crico-arytenoids)，向外伸張，繫於披裂軟骨基部之外角。此二肌收縮，則使二披裂軟骨向外轉動，聲帶隨之向外開張，聲門亦因之擴大。與後環狀披裂肌作用相反之二小筋，曰側環狀披裂肌 (lateral crico-arytenoids) 由環狀軟骨之邊緣向後伸張。達於披裂軟骨之外角。當其收縮之際，可使披裂軟骨之外角向前與向內轉動，二聲帶之邊緣，遂彼此接近，聲門亦因之狹小。以上所述者，即移動聲帶之地位，與聲帶緊張之簡單機能也。因此種肌肉收縮所發生之移動。其距離雖極小，而歌者能藉此以發極清晰之高音。

137 吾人聞人類聲音所發之樂音，有三要素，可以注意。即音之高度（音之高低），音之強度 (intensity)（或音之大小），與音色 (quality)，是也。音之高度

關於聲帶振動之次數，換言之，即關於振動時間之久暫。如唱相等於鋼琴之音 *c*，則聲帶振動之次數，每秒鐘為二百五十六次。故每一次振動所佔之時間，為一秒鐘之二百五十六分之一，在一定時間內，聲帶振動之次數愈多，則其所成之聲亦愈高。男子之聲帶較女子之聲帶約長三分之一，故男子之聲較女子低。男童成年之時，喉頭之發達甚速，因聲帶之加長，其聲遂不能如其未成年時之高矣。

138 聲之強度或大小，乃關於聲帶振動之振幅 (*amplitude*)。振幅大或振動之範圍大，則所發之聲亦愈大，所能達之距離亦愈遠。發聲之強度如何，可由肺內空氣流出之力，與聲帶彈性之程度決定之。

139 音色則視發音器之性質而定。由聲帶振動所發之音，乃有一定高度之原音 (*fundamental tone*)，及多數與原音振動之次數成倍數之副音 (*partials or overtones*)，所成之混合音 (*compound tone*)。如原音所發之聲，每秒鐘振動之次

數爲一百次，副音則爲原音動次數之一二三四等倍。第一副音每秒鐘振動之次數，則爲二百次；第二副音，每秒鐘振動之次數，則爲三百次；餘可依此類推。在聲帶上面之空腔，及聲帶下有所謂假聲帶 (false cords) 者，與喉腔、鼻之通路，面部骨內之孔隙，口，均能與聲帶起共鳴作用 (resonance)，謂之共鳴體。由共鳴而有副音，遂成聲之音色。試共鳴體略有變更，亦可使音色，因之變化也。

140 語言者，乃係以聲音表示人類之思想。有時亦能以呼吸表示之，如耳語時全無聲音，僅有呼吸是也。語言之聲，係由辨別聲音之機能而成。某種開口所發之聲，則爲元音 (vowel)。輔音 (consonant) 則係由其他各種方法而成，非本書所應研究者，姑不論之。就生理方面而言，語言由語聲 (phone) 而成。每一語聲，各自有其高度，強度，與音色。各語聲之高度，強度，與音色，由其互相混合，遂成言語。若以留音機器收集語言之聲，則在唱片上，因振動之次數，(高度) 振幅，(強度) 與形式，(音色) 之不同，而成各種不同之曲線。故重復以唱針 (亦曰振動

針 (vibratory needle)。置於原有之曲線上，振動之。則因高度，強度，與音色相同。遂發生同樣之聲音。字音與撥音之性質如何，雖不得而知。但無論爲簡單之語聲，或複雜之語聲，其每一語聲皆係空氣之振動而成也。

### 第十五章 死亡

141 當有生物之幼年，與青年期開始之際，其身軀之體積與重量均增加最速。因生長作用興盛，而體內廢物之排除亦多。在青年期之後，體軀有若干年保持常態，體積與重量均無若何之變化。但未及生命存在期之半，即現有衰弱與退化之象，在某等器官尤甚。如髮之轉白，齒之搖落，彈力性與肌肉組織之能力減低，以及內部各器官所發生與康健無大妨害之遲緩變化。生物由幼而壯，由壯而老，此種變化皆極顯著。或以爲此種變化之主要原因，係由於消化管中有毒物質之作用，與血液中白血球之喰菌作用所致，但無確實之證明，不能據以爲是也。及至老年，身體中之各種組織均先後逐漸衰弱，最後神經組織，亦稍呈

衰老之象。至於如何必有此種衰老之趨勢，殊難明瞭。未至天年而早夭，則係意外之事。據生理上之推測，理想之生命，其死亡當爲逐漸衰老自然之結果，決不應覺有若何之痛苦。由衰老而死亡，順乎自然，其程序應如倦極而寢，出於不知不覺之間相似也。衰老之變化，在各器官中所發生者，並不一致。但心臟、肺臟或腎臟等，因受有損害或缺乏相當之環境，而發生變化時，亦足以擾亂生理上之均衡，而致死命。當死亡發生之際，心臟之機能，或呼吸之機能，或神經系之機能，先行損毀，於是身體遂至死亡。各種器官，各種組織，細胞與有生物質，則逐漸發生變化，至最後遂失其生活之能力。死亡之後，身體中之有機物質，因空氣與土壤中微生物之影響，而起腐朽作用，遂分解而爲簡單之有機物質。由簡單之有機物質，復分解而爲原素，故其結果，有機物質仍變爲無機物質也。

142 壽命久暫之原因，固不能明瞭；衰老之變化，何由而逐漸發生，亦無法以證明也。各種高等動物，由各方面觀察，似各有其一定之生存期，而與其生產前之

孕娠期有關。但此種理論無相當之證明，仍難認為確實。若各種意外之災害可以完全避免，生物壽命之久暫與遺傳性有關，則頗覺明顯。在幼年染肺疾，熱症，或其他各種疾病，使生命未至夭年，而中途夭卒，皆係例外之事也。

## 第十六章 哲學問題及生理學之趨勢

143 生物之生理作用，吾人既知其概要矣。然關於哲學的性質之問題，仍盤旋於吾人之心目中，無時或釋也。因現今仍有認生活力 (Vital Force)，為與吾人以前所研究之物理的能力不同者，而對於生活力是否存在之問題，辯論尙極激烈。但就事實而言，固不能承認在物理的能力之外，更有生活力之存在，然亦無法否認之也。因實際上無論何處所遇之生物的現象，常有不能以吾人現在所有之物理的知識，與化學的知識解釋者。若斯之現象，其例甚多，已雜見於以前之所述中。故關於解釋生物之現象，在科學方面，與哲學方面，均不能否認吾人之知識為有限也。將來之科學日益進步，對於分子之活動，更有精詳之研究，或

能解釋現今所不能明瞭之各種現象。在今日無確實之證明，僅係一種臆測，決不能遽謂此種不能明瞭之現象，即爲真實之物理的現象也。更有關於各種智力之現象，就唯物論 (Materialism) 方面，或唯心論 (Idealism) 方面之心理上的精研細討，均難有滿足之解釋，由是而論，則吾人對於人類之人格 (Human Personality)，將如何加以生理上之解釋乎？

144 生理學之進步，僅能就有生物質與生物中所發生之生活現象，化學現象，與物理現象之各種研究而得。研究生理學者，必須運用其方法，而以其歷來所得之知識輔助之，始能有此結果。研究解剖學者，與研究組織學者，均先後對於生理學，曾有極大之貢獻。昔日之解剖學家研究生物，發現生物體中之各種器官，而推測各種器官之功用。在十九世紀之上半期，曾視細胞學說，及組織之發育，爲解釋生活現象之秘鑰。自茲以後，則以物理的方法，研究生理的現象，頗風行一時。蓋以爲各種生理的現象，均係物理的現象也。及至今日，則生理上之各

種化學現象，均爲一般研究生理學者所重視。於是對於複雜之蛋白質，及其他各種物質之構造，皆加以精詳之研究。化學上關於多數有機物質之綜合，克奏成效，且能以無機物構成與蛋白質相似之物質。由是觀之，以化學方法構造生物體中所含之複雜蛋白質，亦意中事也。呼吸作用，營養作用，與消化作用中之各種化學現象，現已爲生理學家所研究。發酵素之作用，不但對於消化作用，且於營養上亦爲極重要之物質，乃現今學者所公認。有生物質之滲透現象 (osmotic phenomena)，近來亦頗爲一般研究者所注意。現今物理學進步，物理學家之見解，如關於物質之構造等學說，亦可應用之以解釋生理作用，其結果均極可注意。由各方面觀察，有生物質之各種現象，均極複雜，較昔日之所臆想者尤甚。無論何處吾人所接觸之生活現象，均似覺有與物理現象不相合，而難得有相當解釋者。預料今後一世紀中，各種科學更有進步，而將來之數理家，化學家，物理學家，仍將從事於解釋生理學中各種問題也。

醫 林 叢 刊  
生 理 學 原 理

此書有著作權翻印必究

中華民國十八年一月初版

每冊定價大洋肆角  
外埠酌加運費匯費

原著者 麥肯特列克  
譯述者 余小宋  
校訂者 程念劬  
發行兼印刷者 上海寶山路商務印書館  
發行所 上海及各埠商務印書館

Medical Science Series  
THE PRINCIPLES OF PHYSIOLOGY

By  
JOHN GRAY McKENDRICK

Translated by  
SHEH SIAO SUNG

Edited by  
H. N. CHENG

1st ed., Jan., 1929

Price: \$0.40, postage extra  
THE COMMERCIAL PRESS, LTD., SHANGHAI  
All Rights Reserved

101163259

935822

# 生物學用書

商務印書館出版

## ■ 新智識叢書 ■

- 生物學綱要.....一册五角五分
- 馮姆遜氏日用生物學.....一册五角
- 動物與人生.....一册六角
- 海濱生物.....一册四角
- 地球與其生物之進化.....二册九角
- 人類進化之研究.....一册六角
- 原生.....一册四角
- 男女特性比較論.....一册七角
- 性之原理.....一册七角
- 人種改良學.....一册七角
- 優生問題.....一册二角

## ■ 百小叢書 ■

- 生物學與長壽.....一册一角
- 生物之起源.....一册一角
- 遺傳與優生.....一册一角
- 人類之過去現在及未來.....一册二角
- 新生命論.....一册二角
- 細胞學大意.....一册二角
- 內分泌.....一册二角
- 細菌.....一册二角
- 棉花纖維學.....一册二角
- 稻.....一册二角

- 高等植物學.....一册二元五角
- 植物解剖學與生理學.....一册二元
- 中國植物圖譜.....一册五角
- 英文植物學粹.....一册二元四角
- 近世動物學.....一册一元八角
- 動物學新論.....一册一元三角
- 人類學.....一册七角

- 英文中國人發育之研究.....一册六角
- 進化：從星雲到人類.....一册四角
- 進化與人生.....一册七角
- 遺傳學.....一册五角
- 遺傳學概論.....一册九角
- 遺傳論.....一册五角
- 生與死.....一册二角
- 死之研究.....一册一元二角

## 師範叢書 生物學

薛德煒譯 一册二元

## 高中英文生物學

陸費執編 一册一元八角

- 普通生物學.....一册一元三角
- 近世生物學.....一册九角
- 英文生物學初稿.....一册一元六角
- 英文生物學實驗教程.....一册一元五角

- 生物之世界.....一册一元三角
- 細胞與生命之起源.....一册一元五角
- 生物學的人生觀.....一册一元
- 生物學與哲學之境界.....一册二元

中華民國捌拾貳年貳月貳拾日

贈

# 醫林叢刊

商務印書館發行

## 人身生活論

丁錫齡譯 一册 五角

本書以雋妙之文章，論述人體之生理機能，在在引人興趣，不若尋常之生理學書，索然無味，其論酒精飲料之爲害，尤三致意焉。

## 女性養生鑑

郭人驥編 一册 五角

本書採錄近代醫學名師所著婦女衛生書，凡關於女子胎產月經之日常衛生，少年壯年老年各時期之衛生，以及防病治療之法，靡不詳載。

## 免疫學原理

龍毓瑩編 一册 五角

本書純從學理上討論免疫之原理。先述傳染病毒對於人體之有害作用，次及人體對於病毒之免疫作用，說理淺明，推闡盡致。

國家圖書館



002308094

