

醫學小叢書

生理學大意

商務印書館發行



醫學小叢書

生  
理  
學  
大  
意

戴棣齡著

商務印書館發行

民國二十年九月初版  
中華民國二十二年五月國難後第二版

(八九四)

醫學小叢書 生理學大意 一冊

每冊定價大洋叁角

外埠酌加運費匯費

著者 戴 棣 齡

發行人 王 雲 五  
上海河南路

印刷所 商務印書館  
上海河南路

發行所 商務印書館  
上海及各埠

\*\*\*\*\*  
版 翻  
權 印  
所 必  
有 究  
\*\*\*\*\*

(本書校對者王養吾)

# 目次

## 總論

第一章 生活現象	一
第二章 一般生活條件	二
第三章 刺激及其效用	三

## 各論

第一章 物質代謝	五
第一節 人體之化學的構造	五
第二節 血液	七
第三節 血行	一〇
第四節 呼吸之化學的作用	一七
第五節 呼吸運動	一九

第六節	淋巴	二二
第七節	分泌	二四
第八節	榮養	三四
第九節	榮養質之消化	四一
第十節	榮養質之吸收及同化	四八
第十一節	內分泌	五一
第十二節	總物質代謝概論	五四
第二章	力之交換及力之發動	六二
第一節	體溫	六二
第二節	運動生理(肌肉生理)	六八
第三節	運動生理各論	七三
第四節	神經生理總論	八〇

第五節	脊髓	八五
第六節	腦髓	八九
第七節	末梢神經及交感神經	九三
第八節	皮膚神	九六
第九節	味神	九七
第十節	嗅神	九七
第十一節	聽神	九七
第十二節	視神	九八
第三章	形態變換	九九
第一節	生產	一〇〇
第二節	胎兒生理	一〇三

# 生理學大意

## 總論

### 第一章 生活現象

生活現象之發顯，當以理化學之原則為基礎，其中尤以物質不滅勢力不滅兩大原則為主要。詳言之，即有物質交換，必有勢力交換，亦必有形態之變更。可由化學檢究物質之變化，由物理學檢究勢力之轉化，由肉眼或顯微鏡檢究形態之變化也。

(第一) 物質代謝之現象 身體中之物質代謝，為諸種生活之本源。但構成生活體之諸成分，既不斷的排出於體外，故亦必不斷的以新物質補充之。此種作用，名曰物質代謝。身體物質代謝之理，原於生活體之同化分解兩作用。詳言之，即動物常先由植物界攝取有機性榮養物而同化之。



以構成高級之有機性化合物，一面又吸入養氣，將體內物質氧化之，而分解為炭酸、水、鹵精、尿素等物也。

(第二) 勢力交換之現象 交換之勢力可分為張力及活力兩種。其潛匿於物質中，為吾人五官所不能徵知者曰張力。因內部外部之原因而忽然發顯，吾人得以覺知者曰活力。活力張力，當以同一之價互換其狀態，彼由動作生溫及由溫變為動作，即其例也。

(第三) 形態變更之現象 在物質代謝及勢力交換之下，常有形體之變更，即生活體之生產、發育及死滅是也。

## 第二章 一般生活條件

凡生活體必備有種種必要之條件，若此條件不完備則死。此必要之條件曰一般生活條件。其存於生活體自身者，曰內界生活條件，即細胞之生活狀態是。存於生活體之外者，曰外界生活條件，即生活體周圍所有之物質及勢力，如榮養物、溫度及壓力等是。

### 第三章 刺戟及其效用

(第一) 刺戟 凡能變更生活條件而使生活現象生一定變化者，皆謂之刺戟。由刺戟所引起之生活現象之變化，即諸刺戟之效果，與(1)刺戟之強度、(2)強度變動之速度、(3)持續之時間至有關係。

刺戟有內刺戟及外刺戟二種。內刺戟即細胞內部所發生之刺戟，如由細胞代謝產物所顯之刺戟作用是也。外刺戟即外來之刺戟，有化學的刺戟及理學的刺戟兩種。

(第二) 刺戟之效果 凡生活體細胞之正常機轉，常因刺戟作用而起一定之變化，此之謂刺戟之效果。此變化有二種，即數量上之變化及性質上之變化。數量上之變化，乃正常生活機轉之增速或減緩，其增速之現象曰興奮，減緩之現象曰麻痺。性質上之變化乃因極微極弱極慢之刺戟而起，生活體受之，則物質代謝機能即漸失其常態，久之，其性質上遂生變化矣。



# 各論

## 第一章 物質代謝

人體之所以能保持健全者，因體內有一定之物質交換故也。詳言之，即身體內可燃性物質不斷的與吸入之養氣相遇，即被燃燒，其所生之燃燒產物，為血液、淋巴液輸送於排泄處所。其中氣體狀之炭酸由肺臟排泄，而其他產物則由腎臟及皮膚排泄之。由此燃燒作用而身體之物質乃消費不絕，苟欲保持其常態，則必須隨時由體外攝取新物質以補償之。此種排除舊物質收入新物質之作用，總稱曰物質代謝，即所謂新陳代謝之作用也。

### 第一節 人體之化學的構造

構造人體之元素有碳、氧、氫、硫、磷、氯、碘、氟、硅、鉀、鈉、鎂、鐵、鈣十五種。此外尚有鋅、鋁、鉛、錳、銅等各少許。

生活體既爲以上諸元素所化合構成，故由生理上可分爲三種。曰無機性化合體，如水及鹽類等是。曰有機性化合體，如蛋白質、脂肪、碳水化合物等是。曰物質交換之終末產物，即由身體所排泄之各種產物是也。

身體中之無機性化合體即水、酸及鹽類。

水爲身體之主成分，在大人實占體重之六五%，在初生兒則居七〇%以上。水之生理的效用有數種。（一）能溶解諸物質，促進諸物質之交流即滲透作用。（二）能使諸物質膨脹柔軟，俾身體各組織得保持軟硬適度之狀態。（三）常由肺及皮膚蒸散水分，同時奪去體溫，藉以調節身體之溫度。（四）能營加水分解等化學的作用。

人體中現存之酸，其量頗多，概與鹽基抱合成鹽，如碳酸及鹽酸等是。

身體中現存之鹽類頗多，有氧化鐵、鉀、鈉、鎂與碳酸、硫酸、磷酸及鹽酸相互化合之中性鹽。此諸鹽中有不溶解於水者，有溶存於水中者，其性狀各有不同。

身體中之有機化合體即純碳化氫、酒精、膽脂素、甘油、醛、有機酸、蛋白質及其分解物、醱酵素等

是。

蛋白質皆含有碳、氫、氮、氧、硫五種元素，此外並有磷、鐵、鈣、鉀、鈉等。

碳水化合物又有（一）單糖類、（二）重糖類、（三）多糖類三種，皆能溶解於水及酒精中，具有甘味。

## 第二節 血液

（第一）血液之官能及通性 血液為動物體新陳代謝之媒介，由消化器收納營養質，由肺收納養氣，輸送之於各組織，更由組織收納碳酸及其他燃燒產物輸送之於排泄器。凡各個器官間之物質交換悉由血液維持之，且有產生抗毒素之作用。

血液為紅色液體，鮮紅者曰動脈血，暗紅者曰靜脈血，皆有鹹味及固有之臭氣。新鮮之血液呈中性反應，經時後乃呈鹼性反應。男子血液之比重為 $1.057$ 至 $1.066$ ，女子血液之比重為 $1.053$ 至 $1.061$ 。

血液由透明微黃色之液體及漂浮其中之有形成分而成。其透明之液曰血漿，不透明之有形

成分即赤血球、白血球及血小板。

血液由體內漏出後，經數分時即凝固而成膠狀之物質，是曰血餅。其後徐徐收縮，析出透明微黃色之液體，是曰血清。

試就顯微鏡下檢查血餅，則見有許多無色纖維細密交組，是曰纖維素。赤白兩血球均混藏於其網眼之內。諸動物之血液凝固，其遲速各有不同，其中馬血凝固較遲。

全身之總血量占體重之七至一 $\frac{1}{2}$ %，平均為九·八%。故成年男子之總血量約有四·五至八餅，平均為六餅。

(第二) 血液之有形成分

(一) 赤血球 人之赤血球，柔軟有彈力，呈扁平圓板狀，周緣圓滑，兩面凹陷，於透射光線之下檢之，薄層呈黃綠色，厚層呈赤色。人及哺乳動物之赤血球皆為圓形，無被膜，亦無核，但駱駝屬之赤血球則為卵圓形。哺乳動物之赤血球概比人之赤血球小。鳥類、水陸獸及魚類之赤血球皆為卵圓形而有核。

一立方耗之血液中，赤血球數在男子約有五百萬個，女子約有四百五十萬個。全身總血量五呎中，其赤血球之總面積爲三千二百平方米，總面積既如是其廣，故於肺呼吸及組織呼吸之際，營氣體交換時，其作用亦特大也。

赤血球因血漿或血清濃度之變遷，其外形及大小常有變化。如將血液蒸發，使其濃厚，或加入鹽類，則其容積即減小，且其表面生刺角或變爲桑椹形。若於血液內加入少量之水使之稀薄，則其赤血球即膨大作球狀。

(二) 白血球 係一種無色細胞，比赤血球大，其細胞體由粘滑無色之原漿而成，有一核或數核。白血球之形態不一，故得區別爲若干種，如淋巴球、大單核白血球、移行細胞、多核白血球、多形核性嗜中性色素白血球、嗜曙紅細胞、肥饒細胞、嗜鹽基色素白血球等是也。

白血球之本形雖爲球狀，然生活時其原漿有伸縮之性，故常變換其形態，且能隨時轉移其位置。此種運動稱爲變形蟲狀運動。白血球之數在一立方耗之血液中約有七千個（其與赤血球之比爲一對五百）。



(三) 血小板 爲無色圓形或橢圓形之小體，比赤血球小，亦有變形蟲狀運動。在一立方耗之血液中，平均有二十三萬個。以其容易破壞，一出血管外，即相互密集，故難於計算。

(第三) 血液之液狀成分

(一) 血漿 爲透明帶黃色之液體，新鮮者呈中性反應，經時則變爲鹼性，百分中有九分之固形分及九十一分之水分，其中含有蛋白質、碳水化合物、物質交換之終末產物、鹽類，以及諸種酵素。

(二) 血清 血清之性質概與血漿同，但不含纖維素，且其所含之灰分亦較少。

(第四) 血液中之氣體 血液中之氣體有氧、碳酸、及氮三種。

第三節 血行

(第一) 通則 血液欲盡其生理上之任務，自不得不運行於血管內。其運行之道路，即由心臟流出，經過全身各部後，再還流於心臟。此種運行名曰血液循環。尙有大循環小循環之別。所謂大循環者，即左心室之動脈血先通過大動脈及其他之體動脈，入微血管，變爲靜脈血後，再通過靜脈

及右心房，而達於右心室。在此循環中，獨門脈另取別徑，由大動脈分岐為多數之小動脈及微血管，以分布於腹腔內臟，次由此微血管之集合，構成門脈而入肝臟，更於肝臟內分岐為微血管，然後合成肝靜脈，而聯接於下大靜脈，故血液運行於門脈系統中須經過兩重之毛細血管系也。所謂小循環者，即右心室之靜脈血通過肺動脈，入肺毛細血管，變為動脈血後，再過肺靜脈及左心房而達於左心室。是以大循環既終，小循環即開始，而小循環既終，大循環又開始也。夫血液之運行，乃由血管各部血液壓力強弱不均而起。血液均由壓力高之部分向壓力低之部分流注，而壓力之等差則由心室之律動的收縮而生，因有此收縮而兩心室所含有之血液遂向大動脈及肺動脈射出，是以兩動脈內之壓力不斷增加。又當心室弛緩之時，心房及靜脈血注入心室內，則靜脈內之壓力減少，故血管系統各部分之壓力不均。當心室收縮之時，由靜脈口之瓣防止心室之血液逆流於心房，又當心室弛緩之時，則由動脈口之瓣防止血液逆流於心室，故由心臟之律動的收縮血液遂不得不專向一方流動也。

## （第二）心臟

(一) 心臟之構造 心臟爲橫紋肌所構成，中有腔洞，由中壁分爲左右兩腔，而各腔又分爲心房與心室。其肌纖維之經過甚複雜，心室之肌與心房之肌各不相屬。心房之肌，由左右共通之外層及各房固有之內層而成，外層橫走，內層縱走，其間並有斜層之纖維錯綜，各層不能判然區別。心室則由外中內三層而成，其中層之肌纖維係橫走，內外二層之肌纖維則係斜走。兩心室同時收縮，兩心房亦同時收縮。心房心室之肌，在纖維輪之部分雖全分離，而在中壁上則有聯絡之肌纖維束，曰希士 (His) 氏肌纖維束。心房心室之境界上，有房室瓣 (靜脈口瓣)，右心之瓣曰三尖瓣，左心之瓣曰二尖瓣 (或僧帽瓣)。右心室與肺動脈之境界及左心室與大動脈之境界上，亦各有三個半月形瓣，曰動脈口瓣。

(二) 心肌之性 心肌纖維由構造上言之，雖屬橫紋肌，而其纖維之兩端則爲階段狀，且以橫枝互相聯合，並無肌膜。心臟之肌纖維，雖各自分離，而其對於刺戟之關係則常混合，是以一局部受刺戟則其興奮即迅速及於全部。心肌收縮之強弱，在一定度刺戟以上與刺戟之強弱無關係，故雖輕度之有效刺戟亦能引起極度之攣縮。心臟在收縮期中，對於新來之刺戟不起反應，

必移至弛緩時期始起反應。

(三) 心肌之動作 心肌之生理的收縮，由單一之攣縮而成，呈收縮狀態時曰收縮期，呈弛緩狀態時曰開張期。其收縮也，由心房之靜脈開口部起始，先蔓延於心房，後傳播於室壁，在心房收縮期中，心室常開張，而在心室收縮期中，心房又常開張。一分時中心臟通常有七十回之收縮，但各人亦有多少之差。小兒之脈搏概比大人為多。此外脈搏又因體溫上昇、攝取食物、肌肉勞動等而增加。

(四) 心臟內之血行 由心臟之律動收縮，血液乃連續流通於心臟內。茲以心室之收縮為起點而述之：當兩心室收縮之時，其內腔狹縮，血液因壓力增加之故，乃排開大動脈口及肺動脈口而流出，雖在最强收縮之時，其室腔亦非完全消失，而尚有一部分血液留於室內。又當收縮之時，因室內血壓強盛之故，由血液使房室口之瓣向上方緊張，此時各瓣遊離緣互相密接，房室口完全閉鎖，而血液乃絲毫不能逆流於心房；其次心室開張，心室內之血壓殆全消失，房室口瓣乃開通，而血液遂由心房下流於心室。此時動脈內之血液壓迫動脈口瓣，其三個半月瓣乃以內

面相密接而閉鎖，故血液亦絲毫不能由動脈還流於心室。心室收縮時，心房恰在開張狀態，靜脈內之血液乃自然流入房內；而在心室擴張期，則血液向心室流入，心房之內容減少，遂自收縮。

(五) 心音 心臟搏動之時，每次發二音，第一音低而長，第二音高而短。第一音互心室收縮之全長，在心室部最爲明瞭。此音以心肌之收縮音爲主，而因心室之收縮，房口瓣突然緊張振顫時所發之音而助成之。第二音在心室收縮之終，在動脈口部最易聞之。此音因大動脈及肺動脈之血壓使半月瓣突然緊張振顫而發。

(六) 心尖搏動 以手指接觸胸壁左側第四第五肋間距左胸骨緣三指橫徑之部分，當心室收縮時指頭即感覺一種震動，在羸瘦之人，且能目擊此部之隆起，是曰心尖搏動。以心臟之收縮的形態變化及緊張爲其主因。

(第三) 血管內之血行 心臟雖由唧筒作用作衝突狀將血液排出，而血管內之血液則常連續運行。蓋以動脈壁彈力甚大，其接近心臟之部分，當心室收縮時，因血液流入而呈一時的擴大緊張，迨心收縮之壓力消失，動脈壁仍自收縮，將所含之血液向前方排送，由是血管內之血液遂連

續壓迫血管壁而使之緊張，故血液在血管內終得運行不絕也。

(一) 動脈內之血壓 隨心臟之縮張呈秩序整然之跳動者，曰脈搏。心臟收縮之時，將一定量之血液壓入大動脈及肺動脈內，此時兩動脈之血壓突然上昇，以後自心臟開張之始，由動脈壁之彈力性收縮，將血液向微血管排送，故血壓又徐徐低減。如此秩序整然之壓力變動，遂成波動而蔓延於全動脈系統，是曰脈波。

(二) 血行之速度 由動脈至微血管之經過中，血行速度漸次減少，由微血管至大靜脈之經過中，又漸次增加。是因由大動脈進至微血管，其總血管之橫斷口徑漸次增大；而由微血管進至靜脈，其總血管之橫斷口徑漸次減小故也。

血液為一種液體，有不能壓縮之性質。故同量之血液必須以同一之時間流通於動脈、微血管及靜脈中。其運行常係連續，不論何部均不停留，不論何部亦不能空虛。人體之大動脈之平均流通速度，一秒時約為四百糎。

(三) 血行之摩擦抵抗 當血液運行之時，一方與血管壁相摩擦，一方血液之各分子亦

互相摩擦，因於其運行上生出抵抗。若心臟輸送血液之力不能勝此抵抗，則不能運行。又因血管壁之摩擦抵抗而其血液之分子在血管內乃不能悉以同一之速度而流通，是以血管中央之血液（軸流）流通最速，而接着於管壁之部分（壁流）則流通最遲。在小血管內，血液中之赤血球常隨軸流進行，白血球則隨壁流進行，故白血球常依附於血管壁，比赤血球遲行十倍至十二倍。

（四）血壓與運行速度及抵抗之關係 心臟之輸送力，一以供血液運行之動作，一以制勝抵抗，故常不免消費。其動作及抵抗愈大，輸送力之消費亦愈多。

（五）靜脈瓣 使靜脈血流通之力，計有心臟輸送力之一部分，胸廓及心臟之陰壓，靜脈周圍肌肉之壓迫，體位變換時靜脈所受之延長及壓迫，及靜脈瓣之作用五種。故靜脈瓣與血液流通亦至有關係。靜脈瓣多存於四肢及軀幹之靜脈中，形如大動脈口之半月狀瓣。但其瓣只有二個遊離緣，對向於靜脈之中心部，故該瓣因周圍肌肉之壓迫或體外之壓迫而一時壓閉，即能防止該部血液之逆流，以爲血液運行之補助。

(六) 血液一循環之時間 由左心室排出之血液循一周後再流回左心室，其所費之時間為血液一循環之時間。在人體約為二十二秒，與二十六回之心臟收縮相當。

#### (第四) 循環器之神經感應

(一) 心臟之神經感應 心臟制止神經為左右迷走神經之分枝，其中樞在延髓。時時因血中養氣缺乏及碳酸鬱積而被刺戟，又由精神之感動，每增加其興奮性，以致脈搏之數減少。心臟鼓舞神經之中樞亦在延髓，而其纖維則由脊髓內下行，大部分入於交感神經中，小部分則入於迷走神經中。若刺戟此神經或其中樞，則心臟收縮之度及數均見增加。

(二) 血管之神經感應 血管之神經，專分布於血管壁之肌纖維內，以司血管之收縮及擴張。

#### 第四節 呼吸之化學的作用

呼吸即身體中氣體物質之出納。有外呼吸及內呼吸之別。外呼吸（肺呼吸）者，身體不斷攝取空氣中之養氣，又不斷將體內氧化分解所產之碳酸及水蒸氣向空氣中排出之謂。吸入之空氣



與呼出之空氣相比較，後者含養氣較少，炭酸較多。

吸入及呼出之各氣體，分壓各不相同，即吸入之空氣中養氣之分壓比靜脈血中者大，炭酸之分壓比靜脈血中者小。由此分壓之差，於是肺呼吸時所吸入之空氣中之養氣遂得移入靜脈血中，而靜脈血中之炭酸遂得移入肺空氣內。

氣體交換量之大小，與左列諸事項有關。

(一) 氣體交換量之大小，通常以體重一磅一分時所排泄之炭酸量定之。動物愈小，則交換愈大。故氧化作用之強弱，可與動物體比較的表面之大小為比例。

(二) 幼穉動物與老動物比較，後者氣體交換量較大。

(三) 壯年男子之氣體交換量比女子大，至老年則幾於相等。

(四) 肌肉勞動時及餐後，氣體交換量均增進。

(五) 睡眠中氣體交換量減退。

(六) 周圍空氣溫度低下，則氣體交換量增加。

內呼吸（組織呼吸）與外呼吸之氣體交換作用正相反。詳言之，即將微血管中之養氣賦與各組織，而將組織中所產生之炭酸攝取於血中是也。蓋體內之諸組織均不斷消費養氣，故其中養氣之緊張等於零，而血中之養氣遂得輸入。同時組織內又不斷燃燒，而發生蓄積多量炭酸於組織中，組織中炭酸之緊張比動脈血中炭酸之緊張大，故炭酸遂得由組織輸入於血液中。是即血液與組織間能營氣體交換之原因也。

### 第五節 呼吸運動

呼吸運動者，乃由呼吸肌之作用使胸腔及肺臟為調節的張縮之運動也。當其擴張之時，空氣即被吸入於肺臟之氣胞中。此空氣與肺臟微血管之血液，營氣體交換後，再由肺臟之收縮而呼出之。

（第一）胸腔及肺臟之形狀變化 胸腔之垂直擴張，乃由橫隔膜之收縮而起。蓋橫隔膜為主要之吸氣肌，安靜時因腹壁外空氣之壓力及腸內容物之緊張力而向上隆起為鐘狀。當橫隔膜肌纖維收縮之時，其向上方穹窿彎曲之周圍部乃下降而由鐘形變為純圓錐形。橫隔膜之收縮既

終，肺臟之全部乃由其彈力而縮小，其周緣亦上昇，是即由橫隔膜營爲吸氣及呼氣之運動也。胸腔之地平擴張，乃由肋骨之上舉而成。

安靜之呼吸，一由胸壁之重力，一由內肋間肌之收縮，使肋骨下降，胸腔狹窄，內肋間肌之纖維，乃由內下方向內上方而走，故其作用適與外肋間肌相反。

男子主由胸廓之下部營呼吸；女子主由胸廓之上部營呼吸。

肺臟恰如兩個彈性囊，嵌在胸腔之內，其外面與胸壁之內面處處密接，毫不含有空氣，亦毫無癒着之處。而此彈性囊之內腔則與氣道相交通，故空氣常壓其內面始終使之擴張，再由肌肉之作用，使胸壁亦擴張。於是此彈性囊自亦不得不隨之擴張，而空氣遂流入肺內而成吸氣矣。

(第二)呼吸時肺臟內氣壓之變化及呼吸量 肺臟內空氣之壓力，於肺臟擴張時下降，收縮時上昇。惟其下降，故得由體外吸入空氣；惟其上昇，故得由肺內呼出空氣。尋常安靜呼吸時，其出入之空氣曰呼吸氣，在成人平均有五〇〇立方呎。吸入氣之一部分有不達於肺氣泡而滯留於氣道中者，其量約有一〇〇至一五〇立方呎。由尋常之吸氣狀態更加强吸氣時所吸入之空氣曰補

氣，平均有一六〇〇立方糵。由尋常之呼氣狀態更加強呼氣時所呼出之空氣曰蓄氣，平均有一六〇〇立方糵。此呼吸氣，補氣及蓄氣之總和，即肺活量。又於最深呼吸之後，其肺中尚有若干殘留之空氣，是曰殘氣，有一〇〇〇至一五〇〇立方糵。

吸入之空氣，經氣道而達於肺臟之時，因經過路中之粘膜收取溫熱及水蒸氣至溫度與體溫同等而水蒸氣達飽和狀態時，始再呼出。故呼氣中常飽含水蒸氣，且有與體溫同等之溫度。空氣中常混有塵埃，此塵埃若隨吸氣而達於氣道，則由氣道上皮之顫毛運動，又被排出。

（第三）呼吸之數及調節 呼吸之數，因年齡、性別及身體之動靜而不同。在健康之大人，一分時平均為十六至十九回，大約為四脈搏一呼吸之比例。一歲之小兒一分時平均四十四回，五歲之小兒平均二十六回，十五歲至二十歲平均二十回，二十歲至二十五歲平均十八・七回，二十五歲至三十歲平均十六回，三十歲至五十歲十八・一回。女子比男子呼吸數稍多，健康成年之女子，一分時平均有十八回至二十回。呼吸在勞動時增多，安靜時減少。取體位及立位時比臥位時呼吸數增多。又與晝夜（晝多夜少）周圍之溫度（溫度高時增多低時減少）食物之攝取（攝取食

物時增多)等皆有關係。

吸息既終，繼以呼息，如是遞相踵接，毫不紊亂，是曰呼吸之調節。其間吸氣時稍短，呼氣時稍長。呼吸調之特異者，有(1)咳嗽、(2)馨咳、(3)噴嚏、(4)鼾息、(5)吃逆、(6)哭泣、(7)哂笑、(8)歎息、(9)欠伸等。

(第四)呼吸肌之神經感應 分佈於呼吸肌之神經，以其中樞常被刺戟，故呼吸之動作得不隨意而發動。其爲此刺戟者，卽血液中之養氣缺乏，及炭酸鬱積。蓋通常動脈血中之氣體含量，已足爲呼吸中樞之刺戟，故能常應身體呼吸上之需要，使發相當之呼吸運動也。

呼吸之中樞在延髓。若該部受損傷，則呼吸突然停止而死。故此部又特名曰生活點。

### 第六節 淋巴

(第一)淋巴液 淋巴液之本源出於血液，卽由微血管滲出於組織中而包圍細胞之液也。此液體含有細胞及新陳代謝之必要成分，故稱曰組織液。當其由微血管滲出於組織中也，乃由濾過及滲透作用而起，並由微血管壁之上皮細胞分泌而出。此組織液之效用，卽於物質交換時能將

其所含有之必要成分賦與各組織，更由組織中收取其所生之代謝產物，由微細組織隙送入淋巴道，成爲淋巴液，再由淋巴管幹（胸管及左右淋巴管幹）流入血液中。但其一部分亦有通過微細血管壁而直入血液中者耳。

淋巴液之構造由組織學上論之，蓋爲一種有流動性基質之組織。其液透明如水，有鹽味，若漏出體外則有凝固性。其有形成分與血液之白血球同，是曰淋巴細胞。其液狀成分亦與血漿相似，量亦相等，不過所含之蛋白質稍少耳，是曰淋巴漿。

食物消化之時，腸內淋巴管之淋巴液含有新吸收之脂肪小球，溷濁如乳，是曰乳糜液。此液由腸間膜之淋巴管集合於腰椎前之乳糜囊，與他部之淋巴液混合，經過胸管，然後於左頸靜脈與鎖骨下靜脈之會合部流入血液中。成年男子二十四小時中由胸管流入血液中之淋巴液平均約二卅。

淋巴液之流動，由於血液之壓力。蓋組織液之壓力比微血管內之壓力弱，而微淋巴管內之壓力又比組織液之壓力更弱，故由此壓力之差而微血管內之液質遂得滲出於組織內也。淋巴管內

有多數之節，其作用與靜脈瓣同，能使淋巴液專向中樞方面流動而不致逆流，卒乃集合於淋巴總管而轉入血液中。又吸氣時由胸廓內所生之陰壓，亦能促進淋巴液之流動。

(第二) 淋巴節(淋巴腺) 淋巴節散在淋巴管之經路中，由網狀結締組織而成，其表面有結締組織性膜包被之，內部則於網狀結締組織之網眼中充填淋巴細胞，其間且有流通淋巴液之淋巴囊。輸入之淋巴管既達此節，即開口於淋巴竇，竇有種種分歧，終復集合，形成輸出之淋巴管。又在節之網狀結締組織內因細胞分裂連續製出淋巴細胞，輸入之淋巴液流通於節之竇內時，常混入新生之淋巴細胞，而向輸出管流出，故流出之淋巴液比流入之淋巴液常含有多量之淋巴細胞。淋巴節之生理的官能，不但能製造淋巴細胞，且能將流入之淋巴液濾過，以截留老廢之淋巴細胞及混入液內之有害物質(如細菌塵埃等)，使不致竄入血行。

### 第七節 分泌

體內各器官各能產出成分不同之液體，此種機能，名曰分泌。其製造液名曰分泌物。而此種製造器官則名曰腺。因腺之不同，其分泌物之成分亦異，而各分泌物對於身體生活上之效用亦遂有

種種差別。例如或排除體內物質交換之產物（尿分泌）或製出促進營養物消化及吸收之液體（消化液分泌）或產出皮膚之保護物（皮脂分泌）或補助體溫之調節作用（汗分泌）皆是也。凡分泌皆屬腺細胞之作用，而腺細胞即變形之上皮細胞。有單獨散在者，有集合叢在者，故得分為單一細胞腺及集合細胞腺二種。前者孤立於其他上皮細胞之間而營分泌作用，如粘膜之分泌細胞是。後者即通常所稱之腺臟器也。

### （第一）唾液分泌

（一）唾液之理化學的性質 人之唾液，由三對唾液腺及口腔諸腺之分泌物混和而成，為無色粘滑之液體，有牽縷性，或全透明，或微濁，呈弱鹼性反應。唾液本係透明，其有時稍濁者，蓋因混入剝落之口腔上皮細胞，唾液小體，及粘液故也。若靜置之，即分為透明之上層及稍濁濁之下層。此下層中含有細胞及粘液，帶黃白色。所謂唾液小體者，即剝落之細胞及遊出之無色細胞也。唾液中所含鹽類，即硫化鉀，氯化鹼類，磷酸及碳酸之鹼類及鹼性土類等，其有機質為唾液素、粘液素及蛋白質。



(二) 神經感應 凡能使唾液分泌增加之刺激，皆為反射性之神經刺激。試將分布於唾液腺之神經加以人工刺激，即可見唾液分泌之增加。又乾燥食物刺激口內粘膜之知覺神經，亦可增加分泌。

### (第二) 胃液分泌

(一) 胃液之理化學的性質 胃液即胃腺之分泌液，透明如水，或帶微黃色，無特異之味，呈酸性反應，中含水分及固形分，有時尚含有少量之蛋白質或脂酸之痕跡。在容器內分為三層，上層透明，中層溷濁，下層為小顆粒狀之沉澱。

胃液特有之成分為 (甲) 遊離鹽酸、(乙) 胃液素、(丙) 凝乳酵素。

(二) 分泌時腺之變化 胃粘膜腺有三種，皆屬管狀腺。此外則由粘膜之上皮細胞分泌粘液。

(甲) 幽門腺，在幽門附近之粘膜中。(乙) 胃底腺，(胃液素腺或凝乳酵素腺) 在胃之底部或體部之粘膜中。有二種分泌細胞，一為圓柱形，曰主細胞，一為不正形，曰苔狀細胞。此

兩種腺細胞，在空腹時及消化時常呈反對之關係。主細胞在空腹時大而透明，攝取食物後即增大而稍溷濁，進食後六至八小時則縮小而甚溷濁。苔狀細胞在空腹時頗小，至食物消化時乃增大，能繼續十三至十五小時。幽門腺之細胞，則於食物消化時增大，且微呈溷濁。

(三) 神經感應 由口腔、胃、及胃管粘膜之刺戟，得誘起胃液之分泌，故其作用常為反射性。中樞在延髓中，迷走神經為反射之媒介。嚥下食塊，則胃液即開始分泌。胃腺因精神感動亦發分泌，如目覩所好之美食即起分泌是也。

### (第三) 胰液分泌

(一) 胰液之理化學之性質 新採取之胰液，透明濃厚而粘稠，呈強鹼性反應。

胰液之特有成分為 (甲) 糖化酵素 (胰唾液素) 有使澱粉化糖之作用，與唾液素同。又

含有使麥芽糖化為葡萄糖之酵素及使乳糖分解為葡萄糖及 *D-Galactose* 之酵素。 (乙) 胰液素亦為一種酵素。 (丙) 胰脂肪分解酵素能將中性脂肪分解為甘油及遊離脂肪酸。

(二) 神經感應 胰腺之分泌神經，似由該腺上之神經節而發。此神經節含有迷走神經

及交感神經之纖維，故刺戟延髓或注意刺戟該神經則起分泌。

#### (第四) 膽汁分泌

(一) 膽汁之理化學的性質 膽汁為帶黃褐色或暗綠色牽縷性之液汁，其味甚苦，由肝臟不斷分泌之。在空腹時不即流入腸內而貯蓄於膽囊，至臨用時始流入腸內。

膽汁特有之成分，為(甲)甘膽酸鈉及牛膽酸鈉。人膽汁中甘膽酸少，而犬膽汁中牛膽酸多。(乙)膽汁色素，主要者即膽黃赤色素及膽綠色素。此外又含有抱水黃赤色素、青色素、帶赤褐色素、帶黑綠色素、黃色素等。

膽汁中除上記諸物質外，尚有粘液素、膽脂素(Lecithin)、脂肪、脂肪酸，及鹽類等，而鹽類中則有食鹽、碳酸及磷酸之鹼性鹽，及土類鹽等，其中以鈉鹽為最多，又含有少量之鐵。

(二) 肝臟之構造 肝臟屬管狀腺，就其切斷面觀之，見有多數不正形之小區域，是曰肝小葉。小葉內之腺細胞，由小葉中央之中心靜脈向周圍排列為放線狀，是曰肝細胞索。構成此細胞索者即肝細胞。此細胞為不正多角形，在空腹時小而溷濁，境界不明，至食物消化時即變大，且

中央鮮明。肝臟細胞互相鄰接之接合面上，各有半溝狀之陷凹部，此兩半溝相合乃成微膽管，此管互相吻合，即漸次開口於小葉間膽管內。微血管由小葉間門脈枝（即葉間靜脈）分歧而入小葉內，以放線狀之經過而分布成網，終乃集合於小葉中央之中心靜脈。此靜脈又集合為葉下靜脈而入於肝靜脈中。

（三）膽汁分泌之要約 肝臟分泌膽汁，常連綿不絕。然攝取食物後二〇至三〇分時，其分泌乃特盛，經三五小時而達極度。

（四）膽汁排泄 膽汁由肝臟流出，經小葉內之微膽管，達於膽囊，然後再入輸膽管，而開口於十二指腸。膽汁由輸膽管流出時，若有妨礙，則肝臟內之膽汁壓力增加，經淋巴管入血液，而發黃疸症。此時血中之膽汁乃由腎臟排泄出外，故尿中當呈膽汁色素之反應。

#### （第五）腸液分泌

（一）腸液之理化學的性質 小腸之分泌液稀薄透明，呈強鹼性反應。其固形成分除鹽分外，尚含有酵素及少量之蛋白質。腸液內又有一種消化蛋白之酵素，曰 *Erepsin*。但大腸所分

泌者僅爲粘液而不含酵素。

(二) 分泌之要約 腸液之分泌與神經系統有關係，但其反射神經却不明。其分泌物初時透明，經時則漸生甚多之雲翳。

### (第六) 尿分泌

(一) 尿之理化學的性質 新鮮之尿，呈微黃色或帶赤黃色，透明而有鹽味，並有特種之臭氣，其比重平均在一·〇一七至一·〇四〇之間，常呈酸性反應。一日中平均之尿量有十五蚩。尿中所含之成分爲(1) 尿素及其類屬，(2) 芳香體，(3) 草酸，(4) 尿色素，(5) 無機物，(6) 氣體(碳酸氣、淡氣、養氣之痕跡)。

尿之醱酵 尿排出後，經若干時，即溷濁而生薔薇色或紅磚色之沈澱。此沈澱由酸性尿酸鈉而成，爲針狀或鼓棒狀結晶。更放置之，則生出砥石狀之尿酸結晶及無色八面形之草酸鈣結晶。若再經久，則生出尿酸銣，其結晶如曉星狀，同時又生出無晶形之磷酸石灰及棺蓋狀結晶之磷酸鉀精鎂。

(二) 腎臟之構造 試切開腎臟而檢之，則見其表層作細顆粒狀，內層呈放線狀之線紋，皆作赤色。其表層曰皮質，內層曰髓質。細尿管在皮質中，各以一膨大部起始，是即馬氏小體，後乃迂曲而形成曲細尿管，入髓質中，向腎盂直走，後復彎曲，向皮質上行，成亨利氏蹄係，更彎曲而移入閏管，至此復屈曲，向腎盂直走，而形成集合管，至乳頭尖端，乃向小腎盞開口。

(三) 尿分泌之要約 有二說。一謂尿素、尿酸等成分，原存於血中，尿僅為濾過作用之產物。一謂尿中諸成分乃在腎內所製造者，其大部分由尿排泄，一小部分則由腎入血云。

(四) 神經感應 尿分泌常有種種屬於神經感應之現象，例如臟躁症發作時往往由情思之感動突然排泄多量之尿，又切斷內臟神經時常發多尿症，若刺戟其末梢則呈反對之現象，尿之分泌即減少或停止，設以針刺延髓菱形窩窩翮之尖端，則於尿中現出糖質，且發多尿症皆是。

(五) 尿之排泄 腎臟細尿管中之尿，由順次發生之壓力向腎盞及腎盂而排送。既至輸尿管，即透起該管之運動，由腎盂而達膀胱。輸尿管之運動，一分時有六回至十二回，其速度平均

一秒時有二十五種。若尿之排泄增盛，則此運動亦增速。

(第七) 汗分泌

(一) 汗之理化學的性質 汗為皮膚中汗腺之分泌液，無色透明，反應為酸性或中性或鹼性，有鹽味及固有之臭氣。其固形成分中之有機物，最多者為尿素。此外尚有揮發性脂肪酸、中性脂肪及少量之蛋白質。無機物中，最多者為食鹽。此外尚有磷酸鹼類及磷酸土類之痕跡。

(二) 汗腺之構造 汗腺為分歧之管狀腺，其下端縈迴紆曲，作絲球狀，位於真皮網狀層內。

(三) 汗之分泌 亦由腺細胞之特殊機能而起。

(四) 汗分泌之神經感應 汗之分泌，多由血管神經及分泌神經同時逞其作用而起。血管神經中以血管擴張神經為最有力，故發汗時常見皮膚之潮紅。然於皮膚蒼白時亦有發汗者（如苦悶發汗及瀕死發汗等），故知血管收縮神經興奮時汗腺神經亦得逞其作用。

(第八) 皮膚分泌 皮脂為皮膚中之皮脂腺所分泌，係半流動性之油狀物，由脂肪酸及膽脂

混合而成。又常混有少量之蛋白質。其效用能使皮膚滋潤柔軟，且使其浸入水中時不致膨脹。皮脂腺除手掌足趾之外，身體各處皮膚內皆有之。其形狀屬於胞狀腺，排泄管常連續於外毛根鞘而開口於毛囊。有重層扁平上皮。

(第九) 淚液分泌 淚液為透明如水之液體，有鹽味，呈鹼性反應。其固形成分中含食鹽最多，且有少量之蛋白質。

淚液由淚腺之排泄管向外眥近傍之結膜穹窿流出，向內眥流入結膜囊，以濕潤角膜及結膜，且洗去結膜囊內之異物，至內眥達淚湖後，為淚點所吸取，乃經鼻淚管而排泄於鼻腔內。

#### (第十) 乳汁分泌

(一) 乳汁之理化學的性質 人乳為白色不透明之液體，呈中性或不定性反應，有甘味，比重為一·〇二八至一·〇三四。其液中漂浮甚微細之脂肪小滴，外有乾酪素之薄膜包被之，能使光線向各方反射，故乳汁呈白色而不透明。乳汁約由八七%之水分及十三%之固形成分而合成。一日中之分泌量平均有一三〇〇克，但其差異甚大。固形成分在少婦之乳汁中含量頗多。



至中年婦人則較少。

乳汁之固形成分有(1)蛋白質(乾酪素)、(2)碳水化合物(乳糖)、(3)脂肪、(4)極少量之膽脂(Leucin)及黃色素、(5)鹽類。鹽類中之主要者為磷酸鈣。此外尚有氯化鹼類、硫酸鎂及微量之鐵。乳汁中之氣體以碳酸氣為最多。

(二)乳汁分泌之要件 乳汁之分泌惟限於授乳期中，自分娩後大約連亙十個月。分泌時期之乳腺，由十五至二十個之管狀腺相合而成。各腺均有排泄管，向乳頭輻輳，而開口於乳頭上。在口部之直前，先擴張成囊狀，是曰乳囊。腺分泌之細胞係屬單層。產後第一日所分泌之乳汁曰初乳，其中常含有多量充滿脂肪小滴之腺細胞，是曰初乳球。

神經系統與乳汁之分泌關係 意識之感動，常能變化乳汁之分量及性質。又食物亦與乳汁之分量及成分有關係。食多量蛋白質時，乳汁中即增加蛋白質及脂肪。食多量碳水化合物時，乳汁中即增加糖類。

(第一) 榮養素 身體因欲維持生活，乃不斷的變化自體之成分且消費之。故欲保其常態，即不可不攝取新物質以償此項損失。此所需之物質曰榮養素。

榮養素分爲二種，一曰無力榮養素，一曰生力榮養素。無力榮養素即當身體動作時毫不生力之物質，如水及鹽類是。生力榮養素即富於張力之物質。當生理的燃燒之時，在體中能產生動作力，約可分爲二種，即(1)含氮物質(蛋白質)及(2)無氮物質(碳水化合物及脂肪)是也。此外吾人所吸入之養氣，亦可算爲生力榮養素。蓋榮養素在體內若不與養氣化合，即不能發動化學的張力以變成身體之動作力也。

身體之水分，不斷的由分泌物糞便及呼氣中排出體外，其量甚多。而體內由碳水化合物及脂肪之燃燒所生之水量，一晝夜間不過三五〇立方糶，不足補償其所排出之水分；是以每日必須攝取相當分量之水以補償之。在健康之大人，每日平均需二畝以上，但亦視身體所排泄之水量而有增減。榮養素中之鹽分，常用以補充身體所排出之鹽類，又對於種種有機質之構成亦大有用。屬於榮養性之鹽類有(1)磷酸鹼類(分擔組織之構造)，(2)磷酸鈣及鎂(用於骨骼之構成)，(3)

鐵鹽（用於血色素之製造）（4）食鹽（用以補充身體所排出之食鹽且為嗜好品）等數種。

食物中之鹽類，不但能補充體內之同種鹽類，且能變化以補充異種鹽類。食物中若久缺鹽類（鹽類饑餓）則雖他種營養素充足，早晚亦不免於死。當身體營生理的燃燒之時，其所消失之蛋白質乃由營養素中之蛋白質補充之，故蛋白質實為形成組織之要素。身體營養上，其生力營養素之必要量，常以蛋白質之量表之，是曰營養需要量。體重七十斤之不勞動之成年男子，其一日之營養需要量約為七〇〇克。此量之一部分必須為蛋白質，是曰必要蛋白質，一日約為七十克。由營養需要量中減除必要蛋白質之量，其殘餘可以膠質、脂肪、碳水化合物等補充之，或以此諸物質混和以補充之。此各種營養物可得相互代價之比例，以同力價之規則為準。

一日中所要之食量如左。

安靜之成年男子	蛋白質	一〇〇	脂肪	六〇	碳水化合物	四〇〇克
安靜之成年女子	蛋白質	九〇	脂肪	四〇	碳水化合物	三五〇克

勞動之成年男子	蛋白質	一三〇	脂	肪	一〇〇	碳水化合物	五〇〇克
---------	-----	-----	---	---	-----	-------	------

老人及小兒之絕對的營養需要量稍少。

又就體重一尅計算其營養需要量，則小兒比大人爲多，一因正在發育之身體比成長者常需多量之營養，一因於放溫之身體表面，小兒比大人爲大，故其物質代謝亦較大也。除上述諸營養素外，在吾人之食物中，尚有與身體成立無關係之物質而亦爲日常所不可缺者，即所謂嗜好品是也。凡嗜好品皆具特別之香味，有興奮神經系統增進消化及血行之效，如香料及一二含有植物鹼之物質（茶、咖啡、阿片、煙草等）皆屬之。

（第二）食物 食物爲營養素之自然混合物，約可分爲二種，即（一）動物性食物，（二）植物性食物是也。

動物性食物

食物	營養素	蛋白質	脂	肪	碳水化合物	水	鹽	類	木	纖維

## 植物性食物

食物	營養素		蛋白質	脂	肪	碳水化合物	水	鹽	類	木纖維
	米	豆								
米	六·五	二四·五	一·〇	二·〇	七八·五	一二·五	一·〇	四·〇		
豆										
鳥卵	三·五	三·五	三·〇	四·〇	—	七三·五	一·〇	—		
牛乳										
人乳	二·五	二·五	四·〇	四·〇	六·〇	八七·五	〇·五	—		
魚肉	二一·五	二一·五	一二·五	一二·五	—	六四五	一·〇	—		
肥豬肉	一四·〇	一四·〇	三七·五	三七·五	〇·六	四三·六	一·〇	—		
瘦牛肉	二〇·〇	二〇·〇	一·五	一·五	〇·九	七六·六	一·〇	—		

菓實	○·五	—	一〇·〇	八五·〇	〇·五	四·〇
馬鈴薯	二·〇	〇·二	二〇·七	七五·〇	一·〇	一·〇
大麥麵包	六·〇	〇·五	四九·〇	四〇·五	一·〇	〇·六
小麥麵包	七·〇	〇·五	五二·五	三五·五	一·〇	〇·三
大麥粉	二·五	二·〇	六九·五	一四·〇	一·五	一·五
小麥粉	一〇·一·〇	一〇·〇	七二·〇	七三·五	〇·五	〇·三

由上表觀之，動物性食物實含有蛋白質及脂肪特多。其中瘦牛肉尤可視為純蛋白之食品。又如乳脂，則殆為純粹之脂肪。至碳水化合物，在動物性食品中却含之甚少，惟於乳汁及肝臟中含量較多耳。植物性食品含有碳水化合物特多，而脂肪則皆甚少或全無，至於蛋白質則大抵均有之，在豆類中則尤多。茲更就各種食物擇要論述之。

所謂肉類即肌肉，由肌纖維及結締組織而成。肌纖維中含有真性蛋白質，結締組織中含有膠

質，故肉類中蛋白質之多少，常以肌纖維與結締組織之混合分量為比例；至脂肪之量則隨動物之肥瘦而有差。以肉類供食用時，煮肉與生肉或炙肉，雖有同一之營養價，然因失去浸出成分（*Extrakt*）之故，味不甚美，故尚須另加香料。肉汁則除其浮游之脂肪滴及少量之膠質外，並無燃燒性營養素在內，故不得謂為生力的液汁，然以其含有鹽分及浸出成分之故，味甚美而有刺戟性，頗為適口。動物之各臟器亦常供食用，其中含有蛋白質。由結締組織所構成之臟器，則混有多量之膠質。人乳比牛乳含蛋白質及鹽分較少而糖分頗多，故以牛乳供小兒之營養時，須加水稀釋，更須加入乳糖，然後始能與人乳有同一之價值。牛乳中之蛋白質即乾酪素，在消化液中頗難溶解，其在人乳中者，則甚細而易消化，故乳兒往往有不能用牛乳者。又乳汁中之鈣鹽能構成發育中之骨骼，亦為必要之物質。

鳥卵之卵白中含有蛋白質，卵黃中則除蛋白質外尚含有脂肪、胆脂及 *Leucin*。

植物性食品，皆含有木纖維，在人之腸管中頗難消化，然對於腸管之肌層能為器械的刺戟，有促進腸管蠕動之效，故比動物性食品在腸內通過較速。植物性食品之固有營養素常為此木纖維

被膜所包裹，因之不能直接受消化液之作用，故非先用調理法破壞其被膜不可。其澱水化物大部分爲澱粉，少量爲糖分。穀粒之蛋白質多含在被膜直下之一層，故穀粉中含糖愈多，其蛋白質亦愈富。

豆類中含有多量之蛋白質，然必須以軟水煮之。蔬菜果實等皆富於水分，營養價雖少而味甚美，故適用爲副食物。

人類之食物，以混合食物爲最宜。其混合之比例，即動物性食物品一與植物性食品二也。

### 第九節 營養質之消化

種種營養質入消化管時，常先變換其理化學的性質，然後方爲淋巴及血液所攝取，以補充身體中所消費之組織成分。此種變化曰消化。消化作用之目的，即使不溶解性營養物質變爲溶解性物質，無交流性營養物質變爲交流性物質也。其所以能誘起此變化者，全出於消化酵素之作用。

營爲消化作用之器官，即口腔、食管、胃及大小腸是。此等器官，連續而呈一長管，總稱曰消化管。

#### (第一) 口腔之消化



(一) 口內食物之理學的變化 攝取食物時，口腔營咬斷、咀嚼及吸啜等動作。

(二) 口內食物之化學的變化 食物中之榮養素在口內能營化學的變化者，祇有澱粉一種。蓋食物中之澱粉由唾液素（動物性糖化酵素）之作用而變為糖質，詳言之，即澱粉受唾液素之作用時，其大部分可變為麥芽糖，小部分可變為葡萄糖也。

(三) 吞嚥機能 口內之食物，經咀嚼並與唾液混和之後，由舌之運動形成長圓形之塊，載於舌背上，由頷舌骨肌及頤舌骨肌之收縮，沿硬腭向前腭弓之後方輸送，於是遂發生吞嚥運動而輸送入胃。吞嚥運動之發生，乃因咽腔黏膜之知覺神經受刺戟，使運動神經起反射的興奮，因之咽部諸肌及舌根諸肌均起收縮，遂將食塊向壓力最低之部輸送於食管，次因食管中輪走肌纖維之收縮，又將食塊向下方押送，以達於胃之上口焉。

(第二) 胃內之消化 胃之上口即賁門。當吞嚥機能發動之時，由食管之蠕動運動將食塊推送至賁門，則其輪狀肌忽見弛緩，食塊遂由賁門送入胃中。其後賁門及幽門皆閉鎖，胃即發起運動，一面徐徐分泌胃液，使與食物混和，經一定時間後，幽門開放，而胃之內容遂轉入十二指腸矣。

(一) 胃之運動 幽門部最爲有力，胃底部次之。胃底部之運動，是使食物與胃液親密混和。幽門部之運動，則將胃內容排送於十二指腸。食物滯留於胃內之時間各有長短。流動性食物或柔軟食物入胃後旋即轉入十二指腸，而固形食物則留滯胃內頗久，計其由胃完全轉入腸管之時間，約須七八小時。

(二) 胃內食物之化學的變化 胃液之有效成分即胃液素、鹽酸及凝乳酵素。胃液之作用能消化蛋白質，分解蔗糖，且能使乳汁凝固，但不能變化脂肪。

(甲) 蛋白質之變化 食物中之蛋白質，在胃內受遊離鹽酸及胃液素之作用，即營分解作用而變爲 Albumose 及 Pepton。當此變化之時，鹽酸有二種作用：(一) 遊離鹽酸先使食物中之固形蛋白質膨脹，以便胃液素易奏消化蛋白質之效；(二) 遊離鹽酸與胃液素協同分解蛋白質。

胃液消化蛋白質之遲速，由下述之事項左右之。(一) 遊離鹽酸量最適當者爲  $0.2$  至  $4\%$ 。(二) 胃液素之量、胃液消化之程度與胃液素濃度之平方根爲正比例。(三) 蛋白質之易膨脹者（如

纖維素)比難膨脹者(如鷄卵蛋白)易消化,天然蛋白質比凝固之蛋白質易消化,動物性蛋白質比植物性蛋白質易消化,(四)胃液在攝氏三十七度至四十度之溫度中消化力最強,(五)鹽類能阻礙蛋白質之膨脹或使胃液素沈降,故甚能妨礙胃液素之消化。

(乙)蔗糖之分解 蔗糖在胃中因遊離鹽酸之作用,可分解為右旋糖及左旋糖。

(丙)乾酪素之凝固 乳汁在胃中於未消化之前,先因凝乳酵素之作用而凝固,並構成乳清蛋白及不溶解性之乾酪。

胃液除有上述之消化作用外,尚有一種殺菌作用,能撲滅食物中之病原菌及腐敗菌。

### (第三)腸內之消化

(一)腸之運動 食物由胃入腸,腸管即起運動。此種運動始於十二指腸,由腸壁輪走肌纖維之收縮,腸管各部乃順次狹縮,作波動狀向下蔓延,是名曰蠕動。當發生此運動時,其狹縮處之直下部分常見擴張,故食物之糜粥得依次由幽門向肛門輸送,在其經過中與消化液相混合,而其營養成分亦即為腸壁所吸收。腸管除營蠕動運動外,並由其縱走肌纖維之收縮而兼發腸

歸係之移動運動，使食物之糜粥得與消化液完全混和。

腸管之血量與腸之運動頗有關係，如充血或貧血對於腸管皆有刺戟作用，能誘起腸之活潑運動，於貧血時尤甚。

(二) 腸內食物之化學的變化

(甲) 胰液消化作用 胰液能使澱粉化糖，使蛋白質化為 Pepton，並分解脂肪為甘油及脂肪酸。其所以能發生此種作用者，因其含有胰唾液素、胰液素及胰脂肪分解酵素故也。

(乙) 膽汁之消化作用 膽汁中不含酵素，故單獨無消化之能力，祇對於他種消化作用有補助催進之效而已。

(丙) 腸液之消化作用 十二指腸所分泌之腸液中，含有分解蛋白質之酵素，是名曰 Erepsin。

(第四) 腸內之腐敗 種種細菌隨飲食物及唾液入腸管內，則自小腸下部以下，即因此細

菌之作用而發生腐敗作用，並誘起腸內容之化學的變化。但因胃中之鹽酸能限制細菌侵入腸內，故腐敗作用常有一定之限度。

(第五) 糞便之形成及榮養物之攝取 小腸之內容物由腸之運動漸次送入大腸，其中可吸收之液狀成分依次悉被吸收，故內容物漸次濃厚，終乃形成糞便。一日中糞便之排泄量，因食物之種類及分量而有增減，通常有一二〇至一五〇克，其中乾燥成分有三〇至七〇克。

(一) 糞便之形成 糞便之成分，由不被消化吸收之食物殘渣及消化管分泌液中無用成分相合而成，約可分為以下數種。(1) 不被消化吸收之食物成分，(2) 消化液之殘餘，剝落之腸上皮及其分解產物，(3) 腸內之腐敗產物，(4) 食物及腸分泌物之礦物性成分。至於糞便之反應或為酸性，或為中性，或為鹼性，並不一定。糞便之臭氣由 Skatol, Indol 及其他揮發性物質而來。糞便之色則由膽汁色素之化生物 Sterkobilin 而生。

(二) 榮養質之攝取 食物中之榮養質不盡為身體所吸收，其不被消化者，則排泄於體外。故榮養質收納之程度如何，殊難斷言。但計算食物之時，卻不能不注意於收納量。此收納量在

各種食物各不相同。在動物食品中，其營養質殆全被吸收，而在植物食品中則吸收量較少。各種食品之營養質吸收量大約如左。

食物	吸收量		
	蛋白質	脂肪	碳水化合物
肉	九七%	九五%	
雞卵	九七%	九五%	
乳汁	九五至九九%	九五至九七%	一〇〇%
白麵包	九八%		九九%
黑麵包	六七至七八%		八九%
馬鈴薯	六八%	九六%	九二%
胡蘿蔔	六一%	九四%	九二%

(三) 糞便之排泄 肛門由內外括約肌之持續性收縮而閉鎖，又由直腸周圍舉肛肌之

收縮補助之，故得防止糞便之漏泄。至於糞便之排泄，則基於直腸之蠕動運動，而腹內壓力亦為之補助焉。

### 第十節 營養質之吸收及同化

(第一) 吸收及同化作用概論 胃腸黏膜能將已溶解之營養質及已分裂之脂肪直接吸收於血液內，或經淋巴道而間接吸收於血液中，再由血液輸送於身體中之各組織各器官。此種作用，總稱之曰吸收作用。營養物質被吸收於血液中，即變成細胞及組織之成分而營為生理的官能。此種作用曰同化作用。

腸壁所吸收之營養質，其輸送之道路有二，一由門脈經肝臟以達心臟，一經腸淋巴管及胸管混入血液以達心臟。凡水、鹽類、糖分、及蛋白質均由門脈輸送，脂肪則由腸淋巴管輸送。水、鹽類、及糖通過黏膜上皮後，即入上皮下之微血管中，由此再集合於門脈而送入肝臟。

(第二) 蛋白質之吸收及同化 已溶解之天然蛋白質、酸性蛋白、及鹼性蛋白，不待其變成 Pepton 已能吸收。若將此等蛋白質送入不發酵之腸管內，亦能迅速吸收，且於其經過中毫不變

生 Albumose 及 Pepton。又將此等蛋白質注入血液中，亦能同化，以供構造身體成分之用。但乾酪、卵蛋白及血色素三種，則注入血液中以後，即速由尿中排出。又乾酪及血色素入胃即凝固沈澱，故此二者若不由消化作用溶解於腸壁而再化成蛋白質，則決不能吸收。彼凝乳酵素能沈降乾酪之作用，即在此點，蓋乾酪若不凝固而直接被吸收，即將速由尿中排出也。

據以上之關係觀之，某種類之蛋白質，可以不經消化而即被吸收，且能同化，以供身體之用；而他種類之蛋白質，則非經消化之後，不能吸收同化。故消化之目的，第一在將不溶性蛋白質變為溶解性蛋白質，第二在將雖溶解而不能同化之蛋白質變為可以同化之蛋白質也。

蛋白質由消化之作用，隨變為溶解性之 Profose，其大部分更由腸內特種酵素 Trypsin 之作用而分解為鹵基酸等，然後始為腸壁所吸收。其目的在使食物中之複雜蛋白質分解為細小分子，再由此等材料構成血清蛋白質，以為各組織共同之榮養物。而既吸收之蛋白質，則由腸細胞之作用而變為 Albumin，故當攝取蛋白質之後，消化器血管內之血清蛋白質，其量常大見增加。

(第三) 脂肪之吸收及同化 腸內消化時，中性脂肪因胰液中脂肪分解酵素之作用而被



分解爲脂肪酸及甘油，至被吸收時再構成中性脂肪。

乳化之脂肪，爲上皮細胞所攝取；既入腸絨毛之組織間腔，仍作乳狀，達乳糜管後，再經胸管而入於血液中。

脂肪之吸收，膽汁亦與有力，故有膽瘦之人或動物，其脂肪之吸收量均大減少。

將胰腺摘出，使胰脂肪分解酵素之作用停止，則其時普通食物中所含脂肪之吸收雖大受障礙，而乳汁中脂肪之吸收，卻無變異。已達血液中之脂肪，其不即被燃化者，即變爲體內之脂肪，而貯藏於脂肪組織之細胞中。攝取多量脂肪之後，細胞內常現出多量之脂肪，是名曰生理的脂肪浸潤。

(第四) 碳水化物之吸收及同化 碳水化物皆在腸內化成單糖類而被吸收。既達腸壁內，則不復變化，隨門脈血送入肝臟，變爲動物性澱粉而儲藏於肝臟內。

肝臟中現存之動物性澱粉，其分量因營養狀態而有差異。在久餓之後，殆等於零，而在攝取多量碳水化物之後，即大增加。

動物性澱粉之製成，屬於肝細胞之作用。動物性澱粉常貯存於肝臟內，當應用時始還元爲葡

葡萄糖，入肝動脈，而送還於血液中。

肌肉中亦能產生動物性澱粉，儲藏於肌原纖維之間，以供肌內勞動時消費之用。

又營養物中碳水化合物過多之時，其過量之部分，即由還元法及集成法而變為脂肪，儲藏體內。

### 第十一節 內分泌

諸器官之化學的相互關係 人體及高等動物，其身體各部之機能絕非各自獨立，而其間常有一定之連絡。此連絡有二：（甲）神經的連絡，由全身之神經系司之。（乙）化學的連絡，由一定之細胞造成一定之物質，隨血液而分佈於全身。此種作用曰內分泌。內分泌之物質則名曰刺戟素。茲舉其顯著之例如下。

（一）身體新陳代謝時，常產生炭酸，使呼吸中樞因炭酸之刺戟而連續興奮。

（二）尿素及尿之有機成分等，對於腎臟，有促進製尿機能之作用。

（三）胃幽門部之黏膜與糖分、鹽酸或 Pepton 相接觸時，即由黏膜產生一種胃分泌素，被吸收時能增進胃腺之分泌。十二指腸之黏膜與胃內容之酸性食糜相遇時，產生一種胰分泌素，

被吸收時能增進胰液、膽汁及腸液之分泌。

(四) 胎兒體內有一種對於母體乳腺之刺激素，故妊婦之乳腺發育甚盛。

人體內有種種內分泌器官，如甲狀腺、副甲狀腺、腎上腺、胸腺、腦垂體、胰腺、睪丸、卵巢、肝臟、脾臟等皆是。此諸器官之官能，或能變體內之有毒性質為無毒物質，或對於身體組織之形成及物質代謝有特殊之關係，或能製造對於神經系統或肌肉有作用之物質而輸之於血液中。

(第一) 甲狀腺 甲狀腺由多數閉鎖之腺管而成，其管壁之外層為基礎膜，內層為單層方形上皮細胞，管內充以黏稠之液質。此腺為生活上必要之器官，當甲狀腺被剔出後，或發生病的變化之時，人體即發生甲狀腺性惡液質。此腺中有一種碘化物名曰碘甲狀腺精 (Iodothyryrin)。

(第二) 副甲狀腺 肉食動物及人類之副甲狀腺，常與甲狀腺密接而混合。若除去副甲狀腺，則全身肌肉發生急性震顫。

(第三) 腎上腺 腎上腺之表層曰皮質，內部曰髓質。皮質稍帶黃色，髓質則呈淡褐色而色澤稍暗。兩質內皆含有甚多之無色細胞，其間且藏有多量之神經性原質。如剔出動物之腎上腺，則

體溫下降，肌肉衰弱，終至發生全身麻痺症狀而死。腎上腺中含有兩種化學的物質，一曰腎上腺精(Adrenalin)，能增進血壓，一曰Cholin，能沈降血壓。

(第四) 胸腺 胸腺由腺狀組織而成，其中含有無色細胞。該腺在胎兒及小兒頗見發育，七八歲時即起脂肪變性，至十四五時遂完全消失。胸腺與骨骼之發育頗有關係，若剔出胸腺，則骨骼之發育轉為不良。

(第五) 腦垂體 腦垂體之前葉有腺狀之構造，其後葉則由結締組織而成。兩葉之間，有富於血管之組織及帶氈毛上皮之空洞。該器官若發生腫瘍或肥大，則手足下頷等身體末端部之骨質肥大，毛髮脫落，生殖器萎縮。

(第六) 胰腺 胰腺除分泌胰液外，尚與體內碳水化合物之代謝極有關係。如將動物之胰腺剔出，即發生糖尿病。

(第七) 睪丸 睪丸對於身體之生活上，亦有必要之官能。若將兒童之睪丸剔出，即生發育障礙。

(第八) 卵巢 卵巢剔出後，其他生殖器及乳腺亦悉萎縮，月經亦復閉止，往往有發肥胖症者。

(第九) 肝臟 肝臟為體內最大之腺，其化學的構造，以蛋白質為主，其他則含有脂肪、碳水化合物（動物性澱粉及葡萄糖）及灰分，且含有多量之鐵。其官能可分為五種，即（一）分泌膽汁，（二）製造動物性澱粉，（三）對於腸管所輸入之有害物質有解毒作用，（四）能抑制血液中之礦物性毒質不使發生有害作用，（五）能將由物質代謝所生之有害物質變為無害物質。

(第十) 脾臟 脾臟之表面有纖維性膜。此膜向內部分為脾材，形成網狀。網眼內含有多數細胞及網狀結締組織，呈顆粒狀，是即脾赤髓。又沿脾動脈之管壁有數多之細胞集合部，曰脾濾胞，馬氏小體，又曰白髓。脾臟之官能可分三種：即（一）脾臟能新生白血球，（二）能破壞白血球，（三）能破壞赤血球是也。

### 第十二節 總物質代謝概論

(第一) 物質代謝檢查法 欲知物質代謝之比較，不可不豫知物質之總收入量及總排出

量。吾人所收入之物質，不外乎所攝取之榮養物及所吸入之養氣。而所排出之物質則常混存於糞、尿、汗及呼氣中。此外如剝落之角化上皮、毛髮、爪甲、月經、精液、乳汁等中亦常含有少量。但堪供物質代謝之計算者只糞、尿及呼氣三者而已。檢查物質代謝之正則，應將收入物及排出物就其各成分一一施行定量的檢查，以其成績供對照比較之用。但其方法頗繁雜，故實際上常就其中之二三原素以推測物質代謝之全部，其中最要者為氮、氧及炭酸三者。

欲由總物質代謝之試驗測定體內之物質代謝，以判決其成績，非互長時間不可。通常皆以二十四小時為準。

(第二) 物質代謝試驗成績之應用 碳出納之定量常為計算體內總有機物出納之基本。碳出納平均時，即可知體內所燃燒之有機物與所收入之有機物量適相等。

氮出納之定量為計算體內蛋白質出納之標準。蓋由榮養物所收入之氮，悉包含於蛋白質之中也。若收入之蛋白質與分解之蛋白質量適相等而氮之出納能平均，則體內之氮亦得平均。

氧之定量，在物質代謝之測驗上頗為重要。等溫動物可以其所吸入之氧量為體內總燃燒之

標準，而由氧之消費量即可測知體內炭酸及氫被氧化之多寡。

又收入物及排出物中所含硫及磷之定量，對於蛋白質之代謝之測定上亦有價值。水分出入之計算，不但表示其出納量，且能證明由體內之氧化機轉產生水分若干。

糞便爲物質代謝之終末產物及榮養物中不被消化吸收之成分所合成，故論物質代謝時，不能不顧及之。

(第三) 關於物質代謝之諸事項 物質代謝之盛衰，與所收入榮養物之多少及構造、身體之動靜及溫熱放散之如何以及身體之大小年齡與性別，均有關係。

(一) 榮養物及於物質代謝之影響

(甲) 休憩體餓時之物質代謝 餓餓有二種：體內毫不攝取榮養物時，謂之絕對餓；或全部餓餓，只攝取一二種榮養物，或雖取得各種榮養物而其量不充足時，謂之部分餓餓。當此之時，身體爲保持其燃燒作用起見，自不得不消費體內之物質。

(I) 全部飢餓時之物質代謝 人及動物在一定時日內，雖毫不攝取榮養物，而體

內之燃燒作用仍能繼續。斯時所燃燒者，爲體內原有之燃燒質。然各燃燒質燃燒之多寡，則因飢餓時期而有不同。在飢餓之初期，碳水化合物及蛋白質之燃燒量較多，在第二期則脂肪之燃燒量多，至第三期則蛋白質之燃燒量多。

餓死之遲速與飢餓前之營養狀態有關。但體重減失至半數以上之時，大抵均不免於死。飢餓之時，除身體實質消耗之外，尙發心力衰弱、搏動減少、全身衰弱、精神抑鬱、體溫下降等症狀。至臨死之前，體溫殆降下十度。

(II) 一部饑餓時之物質代謝 只攝取一二種營養物或諸種之營養物皆不充足時，亦必致死。但其日數比全部飢餓爲久。

(乙) 營養充足時之物質代謝 營養充足之時，總物質代謝均見增加。然動物之身體與燃火之爐竈不同，其燃燒決不隨燃料之增量而無限增加，以是常將過量之燃料蓄積於體內。

又其燃燒之增加，關於燃料之增量者小，而關於燃料之成分者大。且物質代謝之大小，除



營養物收入之外，其體內溫熱之製造與放出之多少及動作之如何，亦有著明之關係。

(I) 蛋白質 身體之蛋白需要量，原與身體之肌肉量有一定關係。若肌肉肥大，則蛋白質之需要量亦增加。但消化器官消化蛋白質之量常有一定之限界，故肌肉之肥大亦自有定限。

(II) 脂肪及碳水化合物 取混合食物而物質代謝平均之人，若增加脂肪及碳水化合物之輸入量，則無氮物質之消費量雖亦增加，而同時蛋白質之消費量卻見減少，決不若總物質代謝之旺盛。故脂肪及碳水化合物有節省蛋白質之作用，其所保存之蛋白質，即構成肌肉，存諸體內。但脂肪及碳水化合物之輸入量若更增加，則其大部分乃構成脂肪，存諸體內，決不徒費。

關於物質代謝之影響，脂肪與碳水化合物之間毫無一定之區別。惟碳水化合物較脂肪易於燃燒，故其節省蛋白質之力亦較強大耳。

一切營養物得以種種比例維持身體物質代謝之現狀。但吾人所取之混合食物究以

何種混合比例爲最良，此爲必有之問題。據諸家之研究，其最適當之混合比例，在大人爲蛋白質一〇〇克，脂肪六〇克，碳水化合物四〇〇克，是爲學理的標準。其數量乃就多數人之物質代謝量檢測而得者也。在各人雖有職業及居處之不同，然決無甚大之差異。

(III) 水及鹽類 吾人每日所需要之水量爲二·五畝。此水量一部分含於食物中，一部分直接由飲料水輸入。水與鹽類收入之增減與物質代謝之大小無關。

(IV) 嗜好品 酒精性飲料在體內速即燃燒，雖有代價碳水化合物及脂肪之力，然飲用多量，則發生強力之神經毒，故不得視爲有價值之營養物。其他之嗜好品亦然。

(V) 養氣 一呼吸間之氧收入量及碳酸排出量不變，則於物質代謝之分量上決不發生變化。

又如出血等時，其血液之血色素雖減至半量，亦與物質代謝之大小無關。若由持久之呼吸困難，或氣壓銳減，或過度勞動以致氧氣不足，則蛋白質之分解增加，而物質代謝因亦旺盛。

氣壓之增減，若在一定之界限內，則亦與物質代謝之量無關。居住高山之時，燃燒作用增進，同時對於蛋白質之貯藏亦有良好之影響。

(二) 勞動及放溫對於物質代謝之影響

(甲) 肌肉動作之影響 動作時之總物質代謝，恆比休憩時為大。其由肺臟所排出之碳酸量及所吸入之氧氣亦多。努力勞動之時，總物質代謝約為休憩時之四倍至五倍。

動作時欲保持身體物質之常態，則收入營養物之量不可不比休憩時大。勞動時所需要之食量，由學理上言之，為蛋白質一三〇克，脂肪一〇〇克，碳水化合物五〇〇克。此食量中之蛋白質所以若是增加者，蓋勞動之人肌肉發育甚盛，自比休憩之人需要蛋白質較多也。

(乙) 消化動作之影響 由食物之消化吸收，所消費之力，亦屬於身體之動作。此動作總稱曰消化動作，如腺之分泌、消化管之運動、腸內營養物之吸收及輸送等均屬之。

(丙) 放溫及體溫之影響 放溫之多少，與外界溫度之高低大有關係。外圍溫度愈低，則體溫放出亦愈多。欲維持一定度之體溫，則其物質之燃燒量自不得不隨之增加。是以物質

之代謝，在外界之溫度下降時常見增加，上昇時常見減少。然其變化只與碳酸之排出及氧之收入有關，而與氮之消費則絕無關係。由此可知溫熱製造之增加全由利用無氮物質之燃燒所致。又體溫放出增加之時，其物質代謝量之增大，乃由肌肉中之燃燒因反射的作用而旺盛所致，故往往發生肌肉之攣縮。

人體雖有應外界溫度之昇降而調節體溫之能力，然亦有一定之界限。若外界之溫度下降而超過此限界，則生活機能愈遲鈍，溫之發生愈減少，終至生活機能全停止而凍斃。若外界之溫度上昇甚高，致體溫之放出量不及其發生量，則體溫上昇，身體灼熱，終亦致死，所謂熱射病是也。

(丁) 感覺機興奮及精神動作之影響 睡眠時除心臟及呼吸機能外，肌肉之運動全部停止，即維持身體姿勢之肌肉亦失其緊張性，物質代謝遂亦隨之而減退。但蛋白質之代謝，則在睡眠中並不見有何變化。

(三) 身體之大小年齡及性別對於物質代謝之影響 身體發育之實質與放溫之表面

相比較，在小動物，則其放溫表面較大，故欲保一定度之體溫，其造溫必須比大動物較多。小兒之物質代謝較大人為大。老人之物質代謝比中年之人小。婦人之物質代謝比男子小，故婦人之食量亦比男子為少。

## 第二章 力之交換及力之發動

動物攝取燃燒性榮養物時，即將其化學的張力收入體內，由體內燃燒作用而變為活力，以形成體溫及種種官能的現象。誘起此勢力轉換之原因，一存於生活體之本體內，一則由於各器官所受之刺戟。而此種刺戟，則一成於體內，一來自體外。其發於體內者，能調節各器官交互之關係，而使其秩序不紊。其來自體外者，能使身體與外界之關係常能親密。

身體為欲收受此種外來刺戟，故必備有特別之器官，即所謂感覺器官是也。此感覺器官所收受之刺戟，由神經系統之傳導以達於肌肉，能使其營勢力之交換而引起官能的現象。

### 第一節 體溫

(第一)人之體溫 人係等溫動物之一，不問外界溫度之昇降，在一定限界內，常保有同等

之體溫。其溫度之昇降，恆在攝氏三六·五至三七·五度之間。

身體之溫，發生於組織，傳達於血液，由血液再傳達於皮膚及肺臟而放出於體外。故組織內溫度最高，血液次之，皮膚最低。

體溫常爲定時性之昇降，又有各種原因，得爲不定時性之昇降。

(一) 定時性體溫昇降

(甲) 一日中之各時間 午前三時至六時最低，爲三六·六度，其後漸次上昇，在八時至十時之間，達至三十七度，後更上昇，至午後五時七時之間，遂達三七·五度，此後再順次下降，至午前四時，乃達最低度。

(乙) 榮養物之攝取 見前節。

(丙) 年齡 小兒之體溫(三七·七度)較大人之體溫爲高。由春機發動期至四五十歲，無甚變化。五十歲以後則稍低(平均三六·九度)。既達高年則又稍上昇(約三七·四六度)。

(二) 不定時性體溫變動

身體或精神勞動後之體溫上昇，其變化甚微。又身體有一定之障礙時（如失血後或中毒症等）亦有體溫下降之事。

身體冷却時，體溫有顯然下降者。然通常人體對於體溫下降之堪受性，比對於體溫上昇之堪受性較大，故體溫上昇二〇三度時即發危險，而冷却至降下二〇三度時，却不致發生危篤之障礙。又由體外輸入溫熱，或由體內放出溫熱，其間若有變動，體溫即隨之而變化，如溫浴及冷浴後之體溫變化即其例也。

(第二) 體內各部之溫度

(一) 血液之溫度 血液之溫度，爲攝氏三八至三九度。

(二) 體腔及皮膚之溫度 腋窩之溫度，在攝氏三六・二五至三七・五度之間。舌下之溫度比腋窩高〇・八度至一・一度。外皮之溫度甚低，且隨外圍溫度之高低而有變化，平均約爲三十二度。

(第三) 體溫之發生 凡動物體內所發生之溫，皆由榮養物燃燒時所發動之化學的張力而來，故體內所發生之溫，恆與燃燒時所發動之化學的張力量相當。

在休憩體，其所發動之化學的張力之全量雖恆變為溫，然在動作體，則除變溫之外，尚有一部分變為外部之動作，故化學的張力全量恆等於全溫及全外部動作之總和。

溫量之單位，曰大卡羅里。一大卡羅里，即使一蚘之水昇高攝氏一度之溫量也。

又動作之單位曰尅米。一尅米，即將一尅之重量舉上一米高之工作量也。

器械的動作變為溫時，每四二六尅米可生一大卡羅里之溫量，此四二六之數，名曰溫之器械的同價。

可燃物質之化學的張力，可由其燃燒時所發生之溫量計測之，此溫量曰燃燒溫。左記之諸物質，其一克之燃燒溫，各有定值，其比例如次。

氫 約三四卡羅里、 礫 約八卡羅里、 脂肪 約九·五卡羅里、 糖 約三·七卡羅里、  
澱粉 約四·五卡羅里、 蛋白質 約六卡羅里。



蛋白質在體內燃燒不全則變爲尿素，故由蛋白質之燃燒溫減除由尿素所生之燃燒溫，則蛋白質一克之燃燒溫只有四·一卡羅里。

計測燃燒溫之器械曰溫量計。

據動物試驗之成績，各動物之發溫量，常與體重之多寡有關，又因身體表面之大小而各有不同。在同種類之小動物，比大動物發溫較多。人體一平方米之身體表面在二十四小時內約發生一六〇卡羅里之溫。

體重七十尅之大人，在休憩時，二十四小時內所發生之溫量，平均約有二四〇〇卡羅里，每一小時有一〇〇卡羅里。

體溫發生之量，在勞動時比安靜時大。當勞動時，其交換力只有一部分供用於外動作，其餘則悉變爲溫，故勞動時體溫之發生常見增大。成年男子設令其勞動連互二十四小時，則其體重一尅所發生之溫量約有五五卡羅里。

(第四)體溫之放出 體溫在體內不斷發生，故欲維持其平均，必須隨其發生之度連續向

體外將體溫放出。其放出之方法如次。

(一) 由皮膚放出 身體周圍空氣之溫度比體溫低，且空氣之溫度常不飽和，則體溫即由放散、傳導、蒸發水分三種方式時時放出。

(二) 由呼吸器放出 吾人所吸入之空氣，受取氣道之溫，且加以氣道粘膜所蒸發之水蒸氣，則體溫即由此放出一部分。

(三) 由泌尿器及消化器放出 排泄與體溫溫度相等之排泄物（尿糞）及攝取溫度低於體溫之飲食物時，體溫亦能減少一部分。

以上三項中，由皮膚表面之放散、傳導及蒸發水分所放出之溫量約占總放出量之八〇%，由呼吸器粘膜蒸發水分所放出之溫量約占一五%，其餘五%，則半由呼氣，半由飲食物及排泄物排出之。

以上關於體溫放出之事項，於種種條件之下，頗有增減。如空氣溫度下降時，由皮膚之傳導及對於吸入之空氣加溫，而溫之放出即見增加。空氣乾燥時，因水分之蒸發而溫之放出亦見增

加。空氣溫暖時，其由皮膚傳導之放溫雖減，而由發汗之放溫反增。又由呼吸數之多少及其淺深而溫之放出亦有增減。

(第五) 體溫之調節 體溫之發生及放出，變化不斷，故欲保持一定度之體溫，必須有調節之方法。對於溫發生之調節，曰化學的溫調節。對於溫放出之調節，曰理學的溫調節。他如暖室法、衣服之更換、身體姿勢之變更、清涼或溫暖飲料之攝取，及由意識運動促進體溫之發生等，則由意識而調節體溫之方法也。

## 第二節 運動生理（肌肉生理）

(第一) 肌肉之構造 橫紋肌由細微之束條相集合而成，此束條曰肌纖維。以顯微鏡檢視之，此肌纖維可區別為二部分，其被膜為無組織之彈力膜，曰肌纖維鞘，其內容有橫行之紋理。再加細檢，則於透明橫板中見有一條小暗黑線，是曰中間板。此線之兩側各有一條暗黑線，曰副板。暗黑橫紋之中央有一條透明線，曰中板。若加醋酸一滴檢之，則見有紡錘形之核，其在肌收縮實質內者，曰肌小體。

平滑肌纖維乃紡錘狀之收縮性細胞，無被膜，其中央有卵形之核，纖維不現橫紋。不論何種肌肉，受刺激時即興奮而收縮。在興奮之肌肉中，生理的燃燒作用常見增進，且因收縮而發生動作之力焉。

## (第二) 休憩肌

### (甲) 休憩肌之化學的性質

(一) 休憩肌之集成 休憩肌呈中性或弱鹼性反應，其固形成分中以蛋白質為最多，即 Myosin 及 Myogen 是也。此外尚含有數種固形成分，即(1)性質不明之不溶解性蛋白質、(2)生膠質、(3)核素類似之磷肉酸、(4)碳水化合物、(5)含氮惟代謝產物、(6)肉乳酸、(7)脂肪、(8)鹽類、(9)肌色素、(10)氣體等。

(二) 休憩肌之化學的作用 肌肉完全休憩時，亦不斷的攝取養氣、排泄炭酸。

(乙) 休憩肌之理學的性質 肌肉有沿其縱徑而延長之性。延長之時，其長徑雖增加而橫徑却減少，故其容積不變。當延長時，其長徑之增加，與所懸之重量不作正比例。

### (第三) 興奮肌

(甲) 興奮肌之化學的作用 興奮肌中生理的燃燒作用甚盛。當努力動作時，養氣之攝取量及炭酸之排泄量，常比休憩時增加。中等度動作時，若體內脂肪及碳水化合物含量充足，則此兩質之燃燒多，而蛋白質之燃燒少。若脂肪及碳水化合物含量不足，則蛋白質燃燒量增多。肌肉在動作時，每減少其動物性澱粉之含有量。又身體之脂肪，亦由勞動而減少。肌肉興奮時呈酸性反應。

### (乙) 興奮肌勢力交換之發顯

(一) 興奮肌之器械的變化 (1) 肌肉收縮 肌肉受刺戟，則其縱徑減少，橫徑增加。當營此變化時，橫紋肌中之重屈光層及單屈光層均與全肌為同一之變化。(2) 變縮 肌肉受單一之短刺戟，即忽然收縮，次復弛緩，此種收縮，曰變縮。

凡刺戟達肌肉時，先不引起收縮，而有短少之潛伏時間。此時間曰潛刺衝期。過此期後始發收縮，其速度先增後減，以達於收縮之極度。此時間曰增進期。自是復弛緩，亦先速而後緩，復

歸於休憩狀態。此時間曰減退期。

對於肌肉變縮有影響之條件有三。(1)溫度——在零下四度至四十度之間，隨溫度之上升，其變縮之時間及潛刺衝期漸短。又上升之高度亦因溫度而有變化。(2)重量——懸垂於肌肉之重量愈大，則其上升之高度愈小。然在不懸重之肌肉，則上升之高度反比負重適宜之肌肉爲小。(3)疲勞——一個肌肉若連續爲多次之變縮，則其變縮持續之時間及潛刺衝期俱次第增加，其上升之高度，初時增加，以後次第減少。

肌肉之一點若受刺戟，則全肌忽起收縮，卽其收縮由受刺戟之一點以波動狀態沿纖維而向兩方進行也。若刺戟神經，則其收縮波動由神經之推入部沿纖維而進行，是曰收縮波。收縮波之傳播速度，用收縮波計測器可得而測取之。

變縮之集合(強直) 多數之單一刺戟，陸續加於一肌，若其刺戟間歇時間比一變縮之時間短，則其各變縮相集合而達於短縮之極度，是時其短縮之增加恆逐次減少，迨短縮達極度時，雖刺戟不去，其收縮亦決不再增。若刺戟之間歇時間甚短，而漸次加於一肌，則由變縮之

集合而起持續的短縮。此種狀態，曰肌肉之強直。

興奮肌之作業 凡肌肉之作業，等於上昇之重量及上昇高度之乘積。上昇高度之大小，與肌纖維之長度為正比例。舉重力之大小，與肌肉之橫斷面（即厚徑）為正比例。若肌纖維之方面與肌肉之縱徑斜對，則須按總肌纖維之橫斷面（生理的橫斷）計算之。

身體之骨骼肌，由關節裝置之支配，得從重量減少之理而營為甚大之作業。成年男子，每日勞動八小時，約能營三十萬尅之作業。

（二）興奮肌之溫熱製造 興奮肌中轉變之活力，只有四分之一供用於作業，餘則悉變為溫熱。肌肉興奮時若不營為作業，則交換力全量悉變為溫熱。

（三）興奮肌之電氣的現象 取一肌肉，切其兩端，而於其橫斷面接一電導子，復於其表面（縱斷面）更接一電導子，用導線連合此兩導子，使電流環閉鎖，其時即發生電流。

（第四）肌肉之刺戟及興奮性 能使肌肉興奮之刺戟有二，一曰介達性刺戟，一曰直達性刺戟。（甲）介達性刺戟。凡由運動神經纖維而達於肌質之刺戟屬之。（乙）直達性刺戟。凡直達

於肌肉以刺戟肌質者屬之。

刺戟之強度與興奮之大小之關係 由最小之有力性刺戟增加至一定之極度時，其肌質之興奮恆隨之逐漸增大，但刺戟既達極度以後，雖再增加其刺戟，其興奮亦決不再增強。又刺戟之強度相同時，介達性刺戟比直達性刺戟常起較大之興奮。

疲勞 肌肉疲勞時，常發疼痛之感覺，與興奮性減退，傳導刺戟之力亦減衰。其發起疲勞之理由有二，(1)因肌肉勞動時，其中所鬱積之分解產物（如乳酸）妨害其興奮性。(2)因肌肉中生力的營養物缺少，已疲勞之肌肉，於休息後因排出其中之分解產物並輸入新燃燒質而得恢復其興奮性。

死後強直 肌質死後，即行攣短，呈酸性反應，發生溫熱，消費酸素，產生炭酸及乳酸，其中之動物性澱粉悉行消失，電流亦復消失。

### 第三節 運動生理各論

(第一) 骨骼之官能 全身諸骨互相聯接，常由骨骼肌而起運動，其作用恰如動力之運動



槓杆者然。

(甲)骨之聯合 身體各部運動之大小，與骨聯合之方法有關。骨聯合之方法如左。

(I)軟骨縫合 卽由軟骨使二骨相聯合者。

(II)關節 兩骨之聯接，無一定之平均位置，且兩骨面相接觸由其滑澤之表面而滑動者，曰關節。

(乙)關節之種類 關節面卽迴旋面，今在同一平面上假設曲線及一直線，由曲線之形狀及直線之位置，得分關節爲四種。

(I)曲線成弧狀者，卽球狀關節、卵圓形關節、鞍狀關節是。

(II)曲線之形狀不平等，直線之位置亦不一定者，曰鉸鏈關節（隅角關節）。

(III)螺旋狀關節，卽運動骨之一點，當運動時不畫一環而畫成螺旋狀曲線者。

(IV)卷線狀關節，此關節迴旋時所畫出之曲線，於直線周圍不與該直線有同一之距離，迴旋愈增則愈接近直線。車軸關節，其迴旋軸在一骨中，他骨乃沿其周圍而迴旋以畫成山

線。

(丙)關節之固定及其運動之制止 關節之固定，原因有三，即(一)韌帶之緊張，(二)關節周圍肌之緊張，(三)空氣之壓力是。

關節之運動制止，由骨之突起及韌帶等而成。

(第二)肌肉之形態學的分類及其對於骨之作用

(一)肌肉之形態學的分類 肌肉有應刺戟而短縮之性，故能變更身體各部及全身之形狀及位置，由其形態上得分為二種。(1)空洞肌，如消化管、輸尿管、血管等之肌肉是，其運動頗緩慢，常形成蠕動狀運動。心臟肌亦屬一種空洞肌，但其運動不隨意識之主宰。(2)充實肌，骨骼之諸肌屬之，可大別為長肌、闊肌及短厚肌三種。

(二)肌肉對於骨之作用 肌肉通例附着於二骨之間，故其收縮時，自然使兩端之附着點互相接近，惟眼球之滑車肌，其經過頗彎曲，故收縮時，兩端之附着點互相離遠。骨骼肌運動之理，可以槓杆之理說明之。

實際上身體諸肌常有跨過二個或二個以上之關節者，是曰數關節性肌。此種肌肉，以其關節之位置及其牽引方向，每隨運動而變化。又當身體營一定之運動時，概由多數之肌肉為共同之運動。此共同運動之肌肉即自成一羣，如屈肌、伸肌、迴旋肌等肌羣是也。又此種共同運動之肌肉，總稱曰共動肌，其營反對運動之肌肉，則稱曰拮抗肌。

(第三) 身體之複雜性位置及運動

(一) 直立 直立位置之安定，其重點之垂直線必須落於身體支持面之內。當直立時，其全體之重雖悉加於兩足之上，而其支持却不限於兩足之蹠面，即兩足中間之領域亦在其內。此種支撐，由姿勢之變更而各異其形態。

(二) 凭坐 乃以髖部之支線（左右坐骨結節之連合線）支持上半身之平均位置也。此時由背部及髖部諸肌之力補助之。

(三) 步行 乃以兩腳交互支持上半身，而以地平之方向向前方推送之運動也。當其以一脚支持軀體向前方推送時，他腳乃屈曲為弓狀，於空中由後方進向前方，復直伸之，而以足跖

接於地面。其空中前進之脚曰懸垂脚，直立以支持全身之脚曰支柱脚。

(四) 跑步 此種運動，以支柱脚之伸展運動速而且強，軀幹常有向前方飛行之勢。懸垂脚之振動未終，支柱脚已離開地面。但強劇之跑步，大費肌力，故不能持久。

(五) 跳躍 此為一種特別之運動。其始或跑步，或突然發動肌力，伸展其一脚或兩脚，使身體向上方，或前方突進而躍高及躍遠，以其速力頗大，故身體得飛動於空中。多數跳躍相合之運動，名曰跳走。

(第四) 聲音及言語 呼氣時，其所呼出之空氣通過咽喉、鼻腔及口腔，則發音調及噪鳴。其音調曰樂音，噪鳴曰雜音。兩音相合，以發表吾人之意思觀念時，曰言語。

喉之構造，與有膜舌之笛相似。聲帶與膜舌相當，咽喉、鼻腔、口腔，與副管相當，聲音由聲帶之震顫而生。當聲音發生時，聲帶緊張，內緣互相接近，於是由呼出之空氣，顫動聲帶內緣。此時兩內緣之間隙交互開閉，呼出之空氣以衝突狀態由喉逸出，使空氣振動，此振動達於吾人之耳，遂感覺其為聲音。

### (一) 聲帶位置變換之器械學

(甲) 聲帶位置變換之喉頭軟骨，即(1)環狀軟骨、(2)甲狀軟骨、(3)披裂軟骨。聲帶之實質，乃由纖維性結締組織之膜而成，其前端附着於甲狀軟骨前隅角之內面，後端附着於披裂軟骨之聲帶突起。安靜呼吸之時，聲帶弛緩，披裂軟骨向左右開展，聲門開放，其形狀如等脚之三角形，是曰呼吸的聲門。然當聲音發生之時，其披裂軟骨乃相互接近，使聲帶緊張，聲門狹窄。

(乙) 聲門閉鎖肌，即(1)披裂橫肌及斜肌、(2)側環狀披裂肌。

(丙) 聲門開大肌，即後環狀披裂肌。

(丁) 聲帶緊張肌，即(1)環狀甲狀肌、(2)甲狀披裂肌。

以上諸肌中，只環狀甲狀肌受上喉神經之支配，其他則悉受下喉神經之支配。

(二) 聲音之高低範圍及音色

(甲) 聲之高低 與聲帶之顫動數有關。聲帶之緊張強，其顫動部分短而薄則聲高，反是則聲低。而聲帶之長短厚薄各人不同，故聲音之高低亦人人各異。普通男子之聲帶比婦人

之聲帶長（男子之聲帶平均長十八耗，婦人之聲帶平均長十二耗），故男子之聲音比婦人低。但在小兒時期，男女之聲音却並無差異。

個人之聲音，能有種種之高低者，（一）因聲帶緊張度之變更，即由於聲帶緊肌收縮之變化及呼出氣流強弱之變化所致。呼出之氣流愈強，聲帶愈向上方隆突，則其緊張亦愈大。（二）因聲帶震顫部長短廣狹之變更，即聲帶振顫之長短，由披裂軟骨相接觸之強弱有變化所致。此兩軟骨輕度相接，則聲帶突起之部亦隨聲帶而震顫。當兩軟骨強度相接觸時，僅有聲帶震顫，而聲帶突起則否，故輕度接觸時，比強度接觸時，其震顫部爲長。（三）因聲帶厚薄之變更所致。甲狀披裂肌之纖維中，有由聲帶下面向聲帶上面縱行之纖維，若此纖維收縮，則聲帶之上下兩面接近，厚徑減少。

（乙）人聲之範圍 各人之最高音與最低音在音譜上之距離，曰聲之範圍（聲域）。其範圍與音譜上相當之部分曰聲位。由人聲所生之音，約占三個半之音階。尋常談話之際，只不過有二個音階。通常女子之聲位，比男子之聲位高。小兒之聲位，無男女之差別。至春機發動

期，男子喉頭發育，聲位乃變動。女子之喉頭，則隨其他體部爲一致之發育，其聲位之變動不顯著。至老年則因喉頭軟骨之化骨及肌肉瘦削之故，高音乃漸減弱。

(丙) 音色 各人聲音之不同，除聲位之關係外，尙與特異之音色有關。此音色由喉頭所發生之主音及其混加之副音而成。

言語乃由口腔、咽腔、鼻腔所生之單音雜音多數相集而成。其間或混入調音，或不混調音。其混入調音者，卽吾人普通高聲之言語。其不混入調音者，卽低音之言語。言語由語音組合而成，而語音又有母音子音之別。母音發生時，起形狀之變化，子音係音響通過咽腔、口腔、鼻腔之狹窄部時所生之雜音。

#### 第四節 神經生理總論

(第一) 神經原質之構造及官能 神經系統之原質，曰神經原 (Neuron)，由神經細胞及神經纖維而成。各神經原之主部卽神經細胞，其體部有一核及一稍大之核仁，又有色素顆粒。其體部之形狀，或爲星芒狀，或爲三角形，或爲紡錘形。其所發出之突起亦多寡不一，其突起皆形成神經

纖維或終於細胞之近傍，或延長爲末梢神經。神經纖維有二種，一爲樹枝狀突起，一爲神經突起。樹枝狀突起在中樞神經系統皆甚短，由其起根部即發多數之分歧。神經突起皆甚長，至其末梢部始分歧爲樹枝狀，而在中樞神經系統內，常由神經突起分出側枝，此側枝亦有樹枝狀之末梢。

神經纖維之中央部有軸索，爲神經纖維最主要之部分。軸索之外圍被有髓鞘，其外更被以須汪(Schwann)氏鞘，但亦有無髓鞘而被有須汪氏鞘者，故神經纖維有髓纖維與無髓纖維之別。神經原之樹枝狀突起，爲求心性傳導，神經突起爲遠心性傳導。如脊髓神經之末梢性知覺纖維受刺戟，則此纖維即以樹枝狀突起爲求心性傳導，將此刺戟傳於脊髓神經後根之神經節細胞。由此再經其神經突起側枝而傳於脊髓前角中運動神經節細胞之樹枝狀突起。其後再由此細胞之遠心性神經突起而達於肌肉纖維，以喚起肌肉之收縮。又由神經突起經脊髓後索中之上行纖維，由其所銜接之樹枝狀突起傳達該刺戟於脊髓、延髓、小腦等之節細胞。更經其神經突起而傳達於大腦連合細胞，由其神經突起之側枝傳於大腦皮質細胞。其後再由其神經突起傳於脊髓之運動性節細胞。終由其神經突起達於肌肉。是即對於刺戟爲意識運動之傳導也。



(第二)神經纖維之生理總論 神經纖維之生理的官能，能由一終末器官傳導刺戟於其他終末器官，甲終末器官曰感受器官，如五官器或神經細胞是。乙終末器官曰奏效器官，如肌肉、腺細胞或其他之神經細胞是。

(一)神經之興奮機能 自一感受器官傳導興奮於他方面之奏效器官者，為神經之正當興奮。從來就興奮神經所觀察之現象，其最顯著者為電氣的現象，即神經興奮部分對於休憩部分呈消極電氣性是也。

(二)刺戟傳導之規則 神經之刺戟傳導皆為獨立性傳導，故由多數神經纖維集合而成之神經幹，其一纖維之刺戟，決不移於他纖維。神經纖維之諸構造質中，對於刺戟傳導最關緊要者為軸索，故髓鞘及須汪氏鞘之有無與神經之刺戟傳導官能毫無關係。

(三)神經之刺戟與其興奮性及傳導力之變化

(甲)器械的刺戟 如壓迫、牽引、摧挫、及一切器械的作用皆能刺戟神經，且同時能消滅神經之興奮性及傳導力。

(乙) 溫熱的刺戟 攝氏四十五度以上及冰點以下之溫度，皆能消滅神經之興奮性及傳導力。然在無害之溫度範圍內，神經之興奮性及傳導力恆隨溫度之上昇而增加。

(丙) 化學的刺戟 (1) 最初即呈刺戟作用而直接消滅神經之興奮性及傳導力者。如酸類及鹵精是。(2) 先呈刺戟作用而後呈麻痺作用者，如濃厚之鹽溶液及甘油是。

(丁) 電氣的刺戟 以適宜強度之平流電氣通過神經之縱徑時，可呈兩種現象。(1) 電流閉鎖時，其流出部（消極）興奮性增進，流入部（積極）興奮減衰，傳導力亦減退。(2) 電流開放時，消極部興奮性及傳導力皆暫時減弱，積極部刺戟興奮性暫時增進。

平流電氣之刺戟作用發於兩極，閉鎖時祇存於消極，開放時祇存於積極。而消極之刺戟作用比積極大，故當電流強度均一之時，其閉時之刺戟恆大於開時之刺戟。

電氣流之刺戟及興奮變化之關係 消極電氣緊張之發生及積極電氣緊張之減退，皆能刺戟神經，以增進其興奮性。

(戊) 神經之興奮性及傳導與尋常生活要約之存續有關 割出體外之神經纖維，雖

徐徐失其興奮性及傳導力，而在體內之神經纖維亦常由切斷或病的作用而喪失其興奮性及傳導力，其纖維死滅而起解剖的變化，軸索及髓鞘亦消失而代以結締組織，但與細胞連續之殘存部分，亦有見神經纖維之再生者。

(四) 刺戟傳導之結果 神經之傳導刺戟，在運動神經則發肌肉之收縮，在分泌神經則發腺之分泌，在知覺神經之五官神經，則發各該神經之固有感覺。故由神經傳導刺戟於奏效器官時，其所奏之效果與奏效器官之性質有關，與刺戟之種類無關。

(第三) 神經細胞之生理總論 構成神經系統之諸物質，其能營為神經官能之原質者，祇有神經纖維及神經細胞。茲撮要舉之如次。神經細胞有由刺戟而興奮之性質，其生理的刺戟常由二種之方法而發動。

(一) 由細胞自己之機能所發生之刺戟 由血液及組織液之作用而細胞自移於興奮狀態者，曰細胞之自動性興奮。其興奮若連綿不斷而移行於神經纖維，則名曰緊張性。其定期移行於神經纖維者，曰調節性。

(二) 由興奮纖維輸送於神經細胞之刺戟，刺戟既達細胞，即再由此傳於其軸索，以移入其他纖維，故刺戟由一纖維移入他纖維時，常須經過興奮細胞，而此通過細胞之刺戟傳導，與單通過神經纖維之刺戟傳導不同，能變換刺戟之能力及速度。

### 第五節 脊髓

脊髓之解剖的要領，全脊髓為圓柱形之條索，內部為灰白質，外部為白質。如將脊髓橫斷，即可見其內部之灰白質呈H形，H字形之兩脚分別向前後之神經根進行，是曰前角及後角。前角之側方，又有突出之灰白質，曰側角。

白質由神經根及灰白質而分割為三索，其在前角與前縱裂間者曰前索，在前後兩角間者曰側索，在後角後縱裂間者曰後索。前索又區分為錐體前索徑路，及前索基礎纖維束。側索又區分為錐體側索徑路，小腦側索徑路，古維 (Gower) 氏索，側索基礎纖維束。後索區分為古爾 (Gall) 氏索 (薄索)，布爾達黑 (Burdach) 氏索 (楔狀索)。

脊髓白質中含有髓神經纖維，灰白質中含有多數神經細胞。

脊髓之官能以傳導刺戟爲主，其中尙有種種特別中樞。

(第一) 運動徑路 當意識運動時，由腦髓傳導刺戟之遠心性徑路，乃由前索及側索之錐體徑路纖維、灰白質前角之細胞及根細胞而成。前索及側索之錐體徑路，蓋由大腦皮質神經細胞之神經突而來，於脊髓下行之途中，常向灰白質之前角及側角穿入。

錐體側索徑路之纖維，常在延髓之錐體部互相交叉，在脊髓中下行之時，其樹枝狀之末梢與同側灰白質前角之神經細胞相連合，而錐體前索徑路之纖維則至其末梢之直前始於白質連合中相交又，其樹枝狀末梢與他側灰白質前角之神經細胞相連合。

(第二) 知覺徑路 脊髓神經之知覺纖維，由後根入脊髓後索中，分歧爲丁字形，一枝上行，一枝下行，又發爲側枝，或入古爾氏索，或入小腦側索徑路，或入古維氏索。或散走於側索基礎纖維束中。

### (第三) 脊髓之反射

(甲) 反射徑路 脊髓中有求心性知覺神經原與遠心性運動神經原之連合。此連合有

二種，(1)直達性連合，即由求心性知覺纖維，或其側枝之樹枝狀末梢直接與運動性細胞之樹枝狀突起連合者。(2)介達性連合，即於求心性知覺神經原與遠心性運動神經原之間更加入一個或數個神經原者。

### (乙) 反射機能之分類

(一) 單純反射 即其知覺區域之興奮祇繼起一肌或一小肌簇之運動者。如膝蓋髓知覺神經受刺戟時現四頭股肌之反射的興奮及下腿之運動是。

(二) 蔓延性反射 (1) 蔓延性整齊反射。於一定知覺領內加刺戟時，對於該刺戟所發之防禦的運動或逃避的運動皆屬之。(2) 蔓延性不整反射 (反射性痙攣) 由一定末梢知覺領之刺戟所發之多數肌簇之痙攣，或身體全部肌肉之痙攣皆屬之。

(丙) 反射之時間 反射時間者，即刺戟由知覺神經過脊髓而出於運動神經之全時間也。其時間據諸家之測定，大約有 $0.0008$ 至 $0.015$ 秒時。

(丁) 反射之變化 反射性興奮因(1)刺戟之強弱，(2)刺戟之數及遲速，(3)刺戟之

部位而有變化。

又神經之反射性興奮，於血液之靜脈性增進時，或番木鱈鹼中毒時，或罹患水病、破傷風等疾病時，均甚增強，而於呼吸靜止時，或噁囉仿、嗎啡、酒精等中毒之時則減弱。在變溫動物，則隨溫度之低降而反射性興奮亦減退。

(戊) 反射之制止 (1) 一定之反射得由意識制止之。然不隨意肌所發之反射運動則決不能為意識所制止。(2) 反射之制止作用又有與意識毫不相關者。此作用之中樞存於腦髓灰白質中，其纖維則入於脊髓灰白質中。若將脊髓切斷，則該橫斷部以下之反射機能即見旺盛，蓋因失去制止纖維之作用故也。又不論神經系統之中樞或末梢，若有劇烈之刺戟，或損傷，即能制止生活上必要之官能（心或肺之運動停止），因此而致命，是曰震盪。

(第四) 脊髓之特別中樞 脊髓中有對於一定運動器官之特別中樞。此中樞或由腦髓所發之刺戟而發動，或以反射性而發動。

(一) 頸部之中樞 有瞳孔開張中樞。瞳孔開張肌之運動纖維，由脊髓神經入頸部之第

一交感神經節中，再由此沿頸動脈以達於眼窩，此中樞部即起緊張性興奮，故在黑暗中瞳孔常開張。

(二) 腰部之中樞 有泄尿中樞、排糞中樞、射精中樞、分娩中樞等。

(三) 全脊髓軸中散在之中樞 有血管神經中樞、發汗中樞等。

## 第六節 腦髓

(第一) 傳導徑路 脊髓之移行於延髓也，其白質及灰白質悉變其位置形狀。脊髓中心管開口於菱形窩，後索則左右離開，灰白質之後角漸次移於側方，生出薄索核及楔狀索核，其前角卻相集合，關係頗為複雜。茲就傳導徑路之主要者，記之如左。

(一) 腦髓之傳導徑路

(甲) 運動(遠皮質)徑路 營意識運動時，大腦皮質與肌肉間之傳導徑路由錐體徑路而成。錐體徑路始於大腦皮質之正中迴轉，經放線狀冠下行，過內囊後腳、大腦脚中部及腦橋而達延髓，於是其纖維之小部分乃移入錐體前索徑路，而其大部分則在錐體部互相交



又進至他側，穿通前角，而移行於錐體前索徑路。

(乙) 知覺(求皮質)徑路 其作用在於傳導意識的感覺。在脊髓中一半不交叉而經過於古爾氏索中。一半交叉而經過於側索基礎纖維束中。

(丙) 反射徑路 脊髓中之反射徑路大概甚短。在腦髓之下部，有多數之短徑路互相連合於神經核。是為脊髓反射機能之傳導路。

(二) 大腦中各部分交互連合之纖維

(甲) 放線狀冠之纖維 即由大腦皮質達於基底大神經節(視神經牀、瓊斯狀核及線狀體)之纖維。此纖維更出於神經節，形成末梢神經而放出於外表，故又名放出纖維。

(乙) 共同纖維(交線纖維) 即同側大腦皮質之各部互相連合之纖維。

(丙) 連合纖維 即使大腦兩半側之皮質互相連合之纖維。共同纖維及連合纖維為精神作用之傳導徑路。

(第二) 延髓之諸中樞 人體生活上最重要之中樞如呼吸中樞、血行中樞、消化管之運動

及分泌中樞等，悉在延髓，故延髓爲生活上最重要之部分。中樞神經若被損傷，即時致死。

(一) 呼吸中樞 主吸氣運動之外，肋間肌及橫隔膜與主呼氣運動之內肋間肌，悉由此中樞之官能而營調節的興奮，以發交代性之吸氣及呼氣運動。

(二) 循環器之中樞 有四種。(1) 心臟制止神經之中樞。(2) 心臟鼓舞神經之中樞。(3) 脈管收縮神經之中樞。(4) 脈管擴張神經之中樞。此等中樞，因能變換心臟之搏動數與搏動之強弱及脈管肌之緊張度，故能使總血流之強弱及體內各部血液之分配適應當時之需要。

(三) 消化器之運動及分泌中樞 (1) 吸嘔、咀嚼、吞嚥、嘔吐、及胃腸運動諸中樞中，惟吸嘔及咀嚼之中樞，能隨意識而興奮，其他各中樞俱不隨意識之命令而由反射作用使之興奮。

(2) 分泌唾液、胃液、腸液、及胰液之中樞，其興奮概爲反射性，即於食物送入消化管時發起興奮也。

(四) 發汗中樞及淚液分泌中樞 發汗中樞由溫度之上昇(炎熱)或由血液中缺乏養氣並蓄積碳酸而被刺戟，但由精神之感動亦得興奮，如苦惱發汗是。分泌淚液之中樞，由結膜

之刺戟及強烈之光線等而起反射性興奮，又由精神之感動亦得興奮如啼泣是。

(五) 糖尿中樞 此中樞與肝糖之製造及糖質之生成大有關係。若刺傷之，即可引發糖尿病。

(六) 痙攣中樞 此中樞為支配脊髓諸反射中樞之上級中樞，當血液中缺乏養氣及蓄積碳酸之時，得因其興奮而發全身諸肌之痙攣。

(七) 咳嗽及噴嚏中樞 此中樞亦屬延髓之反射性中樞。

(第三) 小腦腦橋四疊體及大腦基節之中樞 此諸部之中樞，其生理的官能在於主宰諸骨骼肌及眼肌之秩序的運動。當顛躓時，由此中樞之官能使諸肌發起代償性運動，以恢復尋常之姿勢。

(第四) 大腦皮質之官能 動物之精神的作用，生於大腦皮質之細胞，故大腦皮質實為叡智之府。

大腦皮質之比較的大小及其形態的發育如何，在脊椎動物中殆皆與其叡智之程度為比例。

人種之精神的能力發育愈高，則腦髓之重量亦愈大，而在同一之人種亦然。其中最重要者，即在迴轉數之多與迴轉溝之深，因其與皮質之廣狹及其發育如何有密切之關係也。成年男子腦髓之平均重量，有一二〇〇至一四〇〇克，婦女則腦髓稍小。人類之大腦皮質，惟一定疾患時，即呈癡呆狀態。

### 第七節 末梢神經及交感神經

(第一) 脊髓神經 脊髓神經以前後二根出發。其前根屬運動性，後根屬知覺性。

(第二) 腦神經 有十二支。茲列舉如下。

(一) 嗅神經 纖維起於嗅細胞，經嗅球而入於嗅神經索之皮質中。

(二) 視神經 纖維在腦髓中集合為視神經索，其終核在外膝狀節，視神經牀之牀枕及四疊體之前方。視神經索構成視神經交叉，其纖維之一部分互相交叉，一部分則否。如此形成視神經，乃入於眼球中。

(三) 動眼神經 起根核在四疊體之下方，一部分交叉，一部分不交叉。

(四) 滑車神經 核在四疊體下部，分布於眼上斜肌。

(五) 三叉神經 有前後二根。前根略有運動性，後根富於知覺性。其運動纖維在其第三枝之前腹，知覺纖維則分布於面部及頭部之皮膚、眼、鼻、口腔之黏膜及後腭弓以前之舌黏膜中。

(六) 外旋神經 核在顏面神經根之下方，分布於眼之外直肌。

(七) 顏面神經 起根核在菱形窩深部之網狀質中，分布於前頭肌及眼、鼻、唇之諸肌中。顏面神經中又含有唾液腺及咽頭腔諸腺之分泌纖維，且含有此等諸腺之血管運動纖維。

(八) 聽神經 純為知覺神經。

(九) 舌咽神經 運動纖維之起根核在運動性迷走神經核之前部。(1) 知覺纖維分布於舌腹部、腭弓、扁桃體及會厭。(2) 運動纖維分布於莖狀咽頭肌。(3) 味神經纖維分布於舌後部。

(4) 分泌纖維分布於腮腺。

(十) 迷走神經及(十一) 副神經 兩者常合成一混合神經。副神經純為運動神經，迷走神經中大半為知覺纖維，起始部在橄欖體與索狀體之間。

舌骨肌。

(十二) 舌下神經 純爲運動神經，根核在菱形窩底，分布於舌之諸肌，頤舌骨肌及甲狀

(第三) 自動性神經系統 (交感神經) 主宰平滑肌、心臟、及腺之末梢性遠心神經，名曰自動性神經系統。自動性神經纖維在其末梢經過中必加入神經節細胞，故其徑路得分爲三，卽節前纖維、節細胞、節後纖維是也。

節前纖維所從出之根源又可分爲三部如左。

(一) 頭顱自動性系統 發於中腦及後腦，由動眼神經、顏面神經、舌咽神經、迷走神經、各自與其所連接之神經節相連合，以達於其所分布之領域。

(二) 狹義之交感神經系統 發於第一胸椎神經，至第四椎神經部之脊髓內，乃由脊髓之前根穿出。

交感神經之分布區域遍於全身，其所含之纖維有三，(1) 脈管收縮神經之全部及多數之脈管擴張神經，(2) 汗腺之分泌神經，(3) 毛囊肌之運動神經。

(三) 薦骨部自動性系統 發於薦骨髓，經下腹神經叢及勃起神經以達於其所分布之領域。

### 第八節 皮膚神

皮膚神乃觸神、溫神、寒神及痛神之總稱。由此皮膚神之綜合而生部位神，因此等知覺機專在皮膚，故稱之曰皮膚神。痛神不獨存於皮膚及黏膜，即在體內各器官亦有之。

(第一) 皮膚神之性質 皮膚神隨其性質可分為四種，即觸神、溫神、寒神、痛神是也。皮膚神之諸性質，恆於皮膚之細小點狀部分單獨發顯。

(一) 觸神 (壓神) 觸神之適合刺戟即皮膚上所受之壓迫。

(二) 溫神及寒神 溫神及寒神原為二種獨立感覺。溫神末端感覺器，因溫度之高昇而興奮。寒神之末端感覺器，則因溫度之低降而興奮。

(三) 痛神 痛神由種種之刺戟皆能發動，較觸神溫神發動緩慢，消失亦緩慢。

(第二) 部位神 皮膚神所生之感覺，同時得覺知其刺戟之位置，是曰部位神。欲檢查此部

位神，可用觸覺計即兩脚規。

### 第九節 味神

(第一) 味神器 味神之感受器曰味蕾。在舌之輪廊乳頭及葉乳頭之上皮中及菌狀乳頭之一部分。味蕾爲長卵圓形之小體，由被蓋細胞及味細胞相合而成。

(第二) 味神感覺 味神之適合刺戟爲溶解性流動物質，即能爲唾液所溶解之物質。此外由電氣的刺戟亦能發動。

### 第十節 嗅神

(第一) 嗅神器 鼻腔黏膜可分爲嗅神部及呼吸部。其嗅神部在鼻中隔之上部，上甲介之全部及中甲介之上半部。該部黏膜稍帶黃色，易與呼吸部相區別。

(第二) 嗅神感覺 嗅神之適合刺戟，即氣體。常隨吸入之空氣而輸入鼻內，或由口腔咽腔而入鼻內之嗅神部，以刺戟其末端器。

### 第十一節 聽神



聽神之適合刺戟，即固體、液體或氣體之定數的振動，此振動曰音響。固有之音響感覺器，為巖狀骨內所藏之蝸牛殼。通常由外耳中耳媒介，將空氣之振動，傳達於此部。若以發音體（如音叉）接於顛骨或插於齒間，則由骨亦能傳達其振動。鼓室內之音響傳達機關為中耳，其外壁由鼓膜而成。此鼓膜斜張於外聽道底，其中央因有槌骨柄之牽引，遂向內方陷沒，成淺漏斗狀，此部曰鼓膜臍。一定數限界內之音波傳達於鼓膜時，鼓膜亦為同一數之振動而傳達於聽骨。

## 第十二節 視神

（第一）眼之屈光學 眼之光學的效用與暗箱相等，但眼之光線屈折，則較暗箱為複雜。蓋暗箱僅有二凸面鏡及空氣兩種媒介體，而眼則有空氣、角膜、房水、水晶體、玻璃體等數種媒介體也。

（一）正視眼及屈折異常 在平常靜止眼，其第二焦點適在網膜之光覺層，物體之明像即生於此。無限遠之物體照射於網膜均可覺察者，曰正視眼。

屈折異常，即不正視眼。其眼軸過長網膜退後者，曰近視眼。眼軸過短，網膜偏於前方者曰遠視眼。在靜止狀態視之，結像於網膜光覺層之點曰遠點。近視眼之遠點，在眼前有限之距離，遠視

眼之遠點，在眼前無限距離，即近視眼之屈折力過大，遠視眼之屈折力過小。欲使其屈折力及眼軸之比合於正視眼，不可不加減其屈折力，故眼科醫常用凹面鏡或凸面鏡以補償之。

(二) 眼之調節 在靜止之正視眼，其第二焦點落於網膜之光覺層，故遠隔之物自然映像於網膜。然若距離太近，則其映像落於光覺層之後，而不甚明瞭。欲明視之，惟有賴於調節，即將水晶體面之彎曲度增強，使其屈折力增大也。在二十至三十歲之人，調節機最強。

凡靜止眼可以明視之點曰遠點，用強度之調節力可以明視之點曰近點，兩者中間之領域曰調節領。

(第二) 網膜興奮 (光感覺) 網膜上之光覺性裝置為圓錐狀體及桿狀體，其興奮性乃經過網膜內部之神經組織，移行於視神經纖維而傳達於腦中樞。

### 第三章 形態變換

形態變更之原則的現象，即生體之生產、發育、及死滅是。

## 第一節 生產

現時地球上所存之生活體，無一不由親系生產而來，而其生產之方法，則有單性生產及兩性生產之別。人及哺乳動物之生產法即兩性生產。

(第一) 男性生殖產物及其製造 男性之生殖產物即精液。精液中所含之生殖細胞曰精絲，由辜丸細精管內之上皮細胞製造之。

(一) 精液 爲溷濁白色之黏液，有特異之臭氣，呈中性或弱鹼性反應，其中含有精絲。精液之化學成分，有八二%之水分及一八%之固形分，即蛋白質、膽脂素、脂肪、鹽類及精素等。

精絲又名精蟲，可區別爲頭、中、尾三部。頭部形如梨子狀，在頭部與中部之境界有終末小節。此小節之次即中部，爲小桿狀，由是漸次移於尾部。中部及尾部皆由成形原質而成。精絲之全長，平均有 $0.05$ ，常振動其尾部，以運動其身體。此種運動，在鹼性液中能久時持續。人之精液，一立方糵中，約有六萬個精絲。

(二) 精液之製造 辜丸之彎曲細精管內有二種細胞，一曰製精絲細胞，一曰塞爾篤利

氏細胞。前者對於管之內腔作放線狀之排列，後者則在前細胞列之間。

製精絲細胞之最接近管壁者，名曰精母細胞。由此種細胞分裂為二個精子細胞，其後復分割為精絲細胞，最後由此精絲細胞生成精絲。

精液經輸精管漸次貯藏於精囊內，由射精作用而排泄之。排泄之時，尚混入輸精管、精囊、攝護腺等之分泌物。攝護腺之分泌物中含有一種有臭物質，故精液有一種特異之臭氣。

(三) 精液之排泄 射精為排泄精液之固有機能。射精之時，由輸精管壁及精囊壁之平滑肌起蠕動狀收縮，將精液送入尿道，再由海綿體球肌及坐骨海綿體肌之收縮，乃將精液由尿道射出。

(第二) 女性生殖產物及其製造 女性之生殖產物曰卵，乃由卵巢上皮細胞所生之特種細胞也。

(一) 卵 為球形細胞，發育完成者有 $0.15$ 至 $0.20$  厘米之直徑。其成形原質曰卵巢。其核曰胚胞。其核仁曰胚點。其表圍之膜曰透明卵膜。卵黃更分為二質，一曰成形卵黃，為固有之

生活質，一曰榮養卵黃，爲卵之榮養質。胚胎大抵爲球形，周圍有二層之被膜曰胞膜，胚點即在此胞內。

(二) 卵之製造 卵巢中有格拉夫 (Graaf) 氏濾胞，爲球形之大濾胞。其最表層有由卵巢實質構成之結締組織性胞膜被覆之，其內面有數層上皮。此上皮之細胞在與卵巢內部對向之一側構成卵阜，即藏卵之地。透明卵膜之周圍，有一層圓柱形細胞，作放線狀之排列，曰放線狀冠。格拉夫氏濾胞內含有帶黃色之液體，是曰胞液。

(三) 產卵機 已成熟之格拉夫氏濾胞，因胞液之增加，乃膨大而緊張。其突出於卵巢表面之部分，日益菲薄，終致破裂，於是卵遂隨卵阜之細胞及胞液而移入輸卵管內，由管內之顫毛運動，輸送於子宮內。此輸卵所需之時間，約須三日。卵巢表面格拉夫氏濾胞之破裂部，漸次結成帶黃色之癍痕，終成爲黃體。其卵隨月經血排泄時，黃體亦不過數星期即行消失，是曰假黃體。其卵巢若已受胎，則黃體即生成頗大之脂化細胞，存留數年，是曰真黃體。

人之產卵機，由春機發動期起，每隔四星期發動一次。其發動時，必併發子宮黏膜之毛細血

管性出血，是曰月經。每回月經之期間約爲二至四日，一回之月經血量約有一〇〇至二〇〇克。

（第三）妊孕機 由兩性交接作用而排泄於陰道內之精絲，上行達子宮內，即與卵會合。其會合處在破裂卵胞與輸卵管漏斗之間，遂成妊孕。妊孕由一精絲竄入卵內而成。當精絲穿入卵內時，先由卵腹穿入，其尾部乃附着停止於卵膜外面，惟頭部終末小節進向卵之中心，化成一小胞，是曰精核。精核與女性前核合成一核，其兩性之中心體亦相合爲一中心體，此新生之一核即新生體之原基也。妊孕之卵，約經八日間，通過輸卵管，再達子宮，而附着於子宮黏膜之小窩。此時窩內之黏膜即與卵膜癒合，且於卵之周圍發生皺襞狀隆起，終至包被全卵，此與卵膜癒合之黏膜部即發生胎盤之部分也。不妊孕之卵，則隨月經血而被排泄於體外。

## 第二節 胎兒生理

### （第一）胎兒之物質代謝

（一）血液運動 胎兒之血管完成後，即有二種血行，俾與其生活法（即呼吸法及榮養法）相適合。第一血行，係心臟初生時與未完成之血管間所營爲之血液運動，是曰臍腸間膜血

行(卵黃血行)第二血行,係心臟與完成血管間之血液運動,是曰心臟胎盤血行(或尿囊血行),又曰胎盤血行。(1)臍腸間膜血行在卵生類之卵子中甚為重要,其發育之持續時間內,胎兒之榮養及呼吸,全賴於此。哺乳動物及人類,此期甚短。(2)心臟胎盤血行,詳言之,即胎兒之右房由波氏動脈管而互相交通,而附着於子宮黏膜之胎盤,則由動脈性及靜脈性之血管而與胎兒之血管相交通。臍動脈自下腹動脈(內腸骨動脈)經過臍帶而分枝於胎盤之毛細管,臍靜脈則自胎盤以反對方向經過臍帶而入於胎兒體內。

(二)呼吸及榮養 胎兒血液比母體血液含養氣較少,而溫度則比母體稍高。其呼吸及榮養全恃胎盤。在卵黃行期中並無呼吸作用,而榮養分則取給於卵黃囊。至於卵黃囊吸收榮養分之方法,則由子宮黏膜血管滲入之。

(三)分泌 胎兒所分泌之物質,一為胎便,在腸管中,分娩後即由肛門排出,為暗綠色黑色焦油狀之黏稠物質。二為羊水,即胎水,在羊膜囊中,浸漬於胎兒身體之周圍,呈弱鹼性反應,大約一部分為胎兒之排出產物,一部分則為胎兒血管之滲漏液。又有皮脂,在胎兒皮膚表面,是曰胎

且皮垢，又曰胎脂。

(第二) 胎兒勢力之轉換及發動

(一) 肌肉運動 胎兒期內勢力之轉換及發動，甚為微少。運動機能則始於妊娠第四月。其對於子宮壁之運動，係自四肢之衝動而來。至妊娠末期，有微弱之呼吸運動，且有發吸啜運動及吞嚥運動者。

(二) 神經系統官能之發育 神經纖維發生之初期，本無髓鞘，其後始行發生。髓鞘之發育時期不同，神經纖維之官能亦異。既生髓鞘之神經纖維呈白色，易與無髓纖維之呈灰白色者相鑑別。神經纖維之官能，待髓鞘發育後始完成。反射甚簡單，初發直達性反射運動（胎動），次發蔓延性之介達性反射運動，最終乃發五官感覺及意識運動。大腦方面，最初發育者為知覺區域之求心性神經，次為運動區域之遠心性神經。

胎兒之感覺器官，僅有痛覺及觸覺，乃胎兒反射運動之媒介。