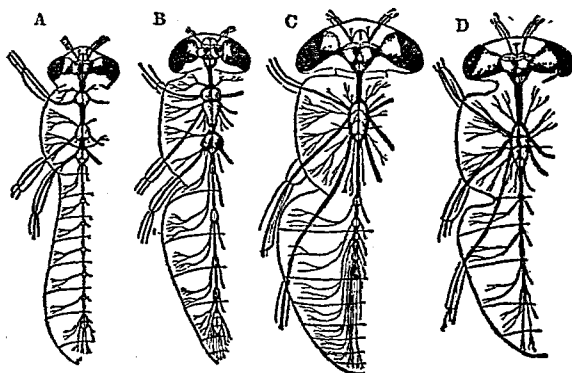


自然科學小叢書

# 神經系統

高橋堅著  
潘錫九譯

王雲五 周昌壽 主編



商務印書館發行

自然科學小叢書

神 經 系 統

高橋堅著  
潘錫九譯

王雲五 周昌壽 主編

商務印書館發行

# 目錄

一	神經系統之先驅	一
二	神經系統之曙光	一〇
三	神經系統之組織的分化	一六
四	蠕形動物之神經系統	二五
五	昆蟲類之神經系統	二八
六	脊椎動物神經系統之一般的規劃	三四
七	前腦之進化	五三
八	神經學上之疑難問題	七四

# 神經系統

——著者擬由進化論的立場，論述動物界之神經系統。——

## 一 神經系統之先驅

雖最簡單之單細胞動物，吾人如相當的研究其生理的機制 (Mechanism)，必可明瞭其各「種」(Species) 之行爲型 (Behavior pattern)，基於以下二要因之合成。即 (一) 爲該「種」累代繼續之原形質的組成或體制 (Protoplasmic organization)。(二) 爲其特殊之原形質，對於特別外部影響之反應。後者之影響，存在於該「種」之通常的居住，且因此其原形質之組成，能受容各種之生理反應。又不僅爲受容裝置，即其全興奮——運動機制，對於此等特殊刺激，亦能相應，對於其他刺激，則無此反應。故通常居住於黑暗處所者，必缺感光器，對於光之反應全無，但對於其

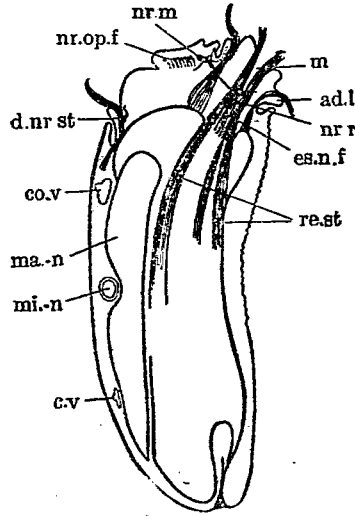


他刺激，仍能作相當巧妙之反應。

在簡單的阿米巴 (Amoeba) 形之單細胞動物，此等興奮運動系 (Excito-motor system) 位於最下等之水準。吾人在本系所能見到者，僅為透明稠密之外肉質，與具流動性而富有顆粒之內肉質分離而已。此種分離為關於體制型之永久的分化，但其構成物質，發現不息之流動由內質向外質或由外質向內質交流不已。是種現象，實為唯一安定之動的構成型 (Dynamic pattern) 其對於刺激立呈反應者，即此物質也。於茲吾人乃得認識神經運動 (Neuromotor) 的原形質，與其他原形質之分離，並能明瞭其表面與內部之極性 (Polarity)，及其前後之極性。且其刺激之傳達，由表面而及於深部，或由作用上之前端而波及於作用上之基底部或後部等現象。此等狀態，於高等動物體發達時，必先組織 (Tissue) 而發現。又當生物進化之初期，興奮及反應之動的構成型，其永久的受容體 (Receptor)、傳達體 (Conductor) 及遂行體 (Effector) 等，亦必先構造上之分化而發現。約言之，神經運動器官 (Neuro-motor organ) 為分化於前存之機能型 (Functional pattern) 內之器官。而後者則為對於外來刺激之有生物質之直接的生理反應。

今試研究單細胞動物細胞內之興奮運動裝置。此類動物有自由游泳者，有營內部寄生者。富有興味之地棲阿米巴的特性，以威爾遜 (Wilson) 女史 (1916) 之記載為最早，對於繁備各種原蟲，均有記載。其中最複雜者為 *Euploes* (Yocum, 1918; Taylor, 1920) *Trichonymph* (Kofoid and Swezy, 1919) 及 *Diplodinium* (Sharp, 1914) 等。

*Diplodinium* 為活潑游泳之鞭毛原蟲，棲息於牛胃中，以微菌為主要食物。體前後延長，前端有口及為求食與移動之極複雜的感覺運動裝置 (Sensory motor apparatus)。口之周圍有硬纖毛之帶狀物 (Membranelle)，纖毛帶為靈敏之感受體，且能活潑運動，其基底與神經運動索條 (Nemo-motor strand) 相連絡，此索條輻合於原形質之中心塊，即神經運動塊 (Motorium)。其他同樣之索狀體，由神經運動塊以圍繞食道，且更擴張於下方體之內部。此處之索狀體與其他更為粗大之原形質帶相連合，而成收縮索條 (Retractor strands)，為富有收縮性之物。如與以有毒之刺激，則全體收縮，且能使纖毛帶內轉。此即為神經運動索條及收縮索條作用的結果。據此觀之，可知其神經的及筋肉的構成素之完全分離，尚未顯現，而其極度分化之興奮運動裝置，則甚為明



第一圖 *Diplodinium ecaudatum* 之縱斷圖。nr. m.: 神經運動塊; nr. op. f.: 神經運動口蓋部纖維; co. v.: 前收縮胞; ma. n.: 大核; mi. n.: 小核; c. v.: 後收縮胞; m.: 口; ad. l.: 口咽喉; nr. r.: 神經運動環; es. n. f.: 食道神經運動纖維; re. st.: 收縮纖維索。

(Sharp 原圖)

瞭。收縮索條殆純粹為筋肉型，在神經運動塊及神經運動索中，神經的或擬神經的作用，頗為強大。  
*Euploios* 為自由游泳之淡水產纖毛原蟲，其構造機制較 *Diplodinium* 略形簡單，俱有輻合於中心塊之運動神經索條。是等原形質之絲狀體，其機能上既非用以支持身體，且無收縮性，實為一次的 (Primary) 傳達體。因其作用使運動器官之活動，與中心塊之間，得保持連絡與協調。如

破壞神經運動塊，或切斷附着於神經運動塊之纖維，則口畔纖毛帶及其尾端硬毛之運動，即失卻統一與調整（尾端硬毛為主要之運動器）。且無論如何切傷，如不損傷此等索條，則仍無礙於通常之游泳運動或匍匐運動。由是可知神經運動索條之機能，在於傳達；而中心塊之機能，則在於司運動中樞之協調。故彼等實為擬神經的器官。最近在吾人所常見之纖毛原蟲「草履蟲」體內，亦可證明其有同樣之神經運動中心（Neuro-motor center），及同樣之神經運動索條（Neuro-motor strand）（Rees, 1922），其細胞內器官系，顯然有協調及傳達等作用。

此等原蟲器官分化時，反應的收縮器官，即為首先取得一定形態之一種，在多數原蟲中，收縮器官實為興奮運動器之唯一成素。鐘珠蟲之收縮性的柄部，即可以證明之。在 *Diplodinium* 及其他「種」，則除此而外，尚有更複雜之分化的暗示，並表示神經運動塊及與此連絡之索條體中，有神經的或擬神經的機制，而本系與運動索條之部分亦得明瞭。

原蟲類遂行裝置（Effector apparatus）之構造的分化，實為不可忽視而有興味之現象。綜觀單細胞動物以至多細胞動物，當見特殊構造之細胞之反應裝置，運動較感覺，發達較早。約言之，



筋肉在分化之組織中，較神經及感覺器更爲原始。

其次試觀察中生動物或一二單細胞動物之羣體的反應統制。Gonium 爲幅 0.1 厘米之扁平板，由十六個細胞集成，各細胞以原形質之索條體互相連結。各細胞爲卵圓形，具有二條運動絲（鞭毛），因其振動而得在水中進行。此等細胞之構造及反應，類似某種鞭毛原蟲。吾人如觀察其對於光線之反應，則見其以具有鞭毛之扁平面游泳水中，體之地位直接垂直於光線。若變更光源地位，使光線斜向照射於其表面，立即變換方向，使光線重復垂直的照射於此面。而其決定此方位，實爲構成該生物體各個細胞之鞭毛的微小的運動所奏之效果。因此離光源愈遠之細胞，其鞭毛之活運，亦愈爲劇烈。感受強光之細胞與感受弱光之細胞，其感光物質之反應，亦因此而不同。然則其體位之決定，完全基因於各個細胞反應之不同，並無任何中央機關統制之也。Gonium 之各個細胞，專賴細胞間之原形質橋，以相連結，興奮之傳達，由此乃能實現。

Volvox 大致與 Gonium 相類似，但其體制則較爲進步。體爲球形，因種類之不同，由二百乃至二萬之細胞構成，在中央腔之周圍作單層排列。可區別爲體細胞與生殖細胞兩種。前者爲多數，

且與 *Gonium* 之細胞相類似，全部形態與機能，殆相雷同。但細胞間之構造上，則有若干之差異，且能認知其有前後兩極，其反應爲全體的，而保有其個性。如何統制整調各細胞間之機能，現今尙未發見之。

試觀 *Volvox* 對於光線之反應。其方位因光線之方向強弱而定。最近 *Nast* 氏研究之結果，知 *Volvox* 之眼點，具有頗爲發達之水晶體，其下有感光原形質之色素杯狀體，對於青或綠之光線，比對於赤或黃之光線，感光更爲敏捷。此等眼點之作用，宛同方向眼 (*Direction eyes*)，但前極眼點，遠比後極爲大，因此認爲前者能決定其體之方位。

*Volvox* 之各細胞，在解剖上並非互相孤立。通過各細胞壁有原形質之絲狀體，互相連絡，成爲網狀體。此網狀體擔任連合調和各個細胞間之反應的傳達作用。當其全體移動時，前極向前方，全表面之鞭毛，均一致活動。因此吾人不得不承認此種生物具有內部機制。

由前述兩種生物，可以明瞭多細胞體之最下型。而彼等均具有由一部而向他部之原形質的傳達裝置。此種裝置可與高等動物之神經系相比擬，但爲發達最不完全之形態。

水母類、破裂布 (Polyp) 類及其同類之腔腸動物等，爲具有真正神經系之最下等形。故可就此等動物探求神經系進化之最初的階段。最近依據 Pater 氏關於海綿之研究，乃知此等單純動物，爲多細胞生物反射裝置最初之階段。但此最初之階段，可由形成之筋肉代表之，並無特別之神經與感覺器。海綿之放水口受機械的損傷後，有在靜水中閉合之傾向，而對於其他刺激，亦有同樣情形。放水口爲原始的筋肉組織環所圍繞，環收縮時，該開口即閉合。該處既無神經細胞，又無神經纖維，且無特殊之感覺器。外界刺激大抵直接達於筋肉，或僅依原形質的傳達，而傳至於筋肉。至於海綿體各部分反應之連合，似甚輕微。然則海綿所代表之進化階梯，實爲筋組織之原始型，而又未伴有神經成素者。換言之，即海綿之細胞結合同，僅有遂行體，而無受容體與調節體。海綿動物既具有神筋的機制 (Neuro-muscular mechanism)，因此是種動物，僅具有機制成素之本源的及最古之筋肉，其他構成元素，其後始進展於其周圍。

就海綿及下等動物觀之，僅有分化之筋肉（即遂行器官）而無分化之受容器官（即神經），其孤立之遂行系 (Effector system) 當得存在——但在高等動物，受容——遂行系 (Receptor-

effector system) 非有不可——唯孤立之純粹遂行體，與孤立之感覺器，恐同樣為無用之物。至於反應裝置，則必含有感覺機制與運動器。

閉鎖海綿放水口之筋肉，當然非孤立之遂行體，而兼有感受與運動之機能。又以此與原蟲 (Diplodinium) 相比較，則海綿實有較劣之感。

## 二 神經系統之曙光

神經系統最初發現於 Polyp, 海葵及水母等腔腸動物, 至今已無疑義。Kleinenberg (1872) 氏謂淡水產「水螅」體壁外層之某細胞, 兼有神經運動裝置之機能。即此細胞之外部, 爲受容性之物, 而其基部之延長絲, 實爲運動性之物也。

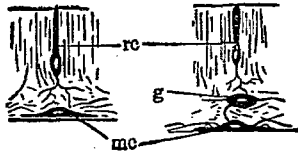
在某種 Polyp, 有特殊之感覺細胞, 與位於體內之原基的神經, 此外更具有體表面之神經運動性細胞者。

又在某種 Polyp 及海葵之觸手上, 體表細胞爲增加對於刺激之感度, 有特呈變態者。是等之中心端, 延長成絲狀體, 終乃達於深部之筋細胞。於茲吾人乃得見其由二個細胞而成之神經運單位 (Neuro-motor unit), 其一兼有感覺器 (受容體) 及神經纖維 (傳達體) 之機能, 其他一細胞則代表遂行體。而此二個細胞單位, 名爲受容—遂行系。感受素爲真正之神經細胞, 保有此

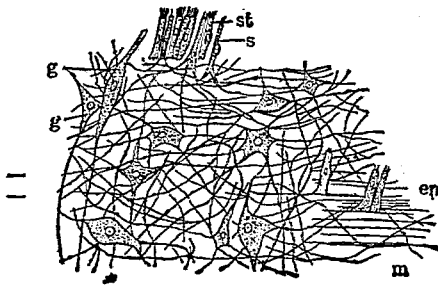
二 神經系統之曙光



第二圖 上段二圖：腔腸動物神經細胞之二型。  
sup. c: 支持細胞; sen. c: 感覺細胞。



中段二圖：左為單純之遂行系，右為介在受容細胞與效果細胞間之傳達細胞。  
rc: 受容或感覺細胞; g: 神經細胞; mc: 肌肉細胞。

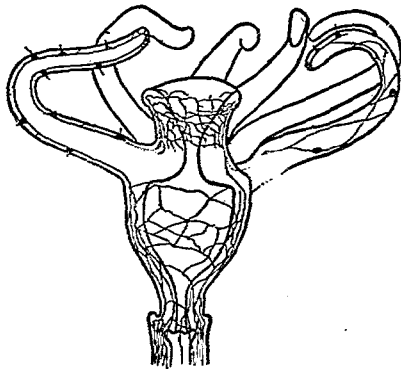


下段：示腔腸動物之外胚層的神經感覺及肌肉系之模型圖。

em: 表皮組織的筋細胞; g: 神經細胞; m: 筋纖維; s: 感覺細胞; st: 支持細胞(上段左 Fütter, 同右 Hertwig, 中段 Parker, 下段 Hertwig 原圖)。

感受素之動物，比前述之海綿，具有數種之利益。即（一）感覺細胞具有比周圍原形質更弱度之刺激反應構造。（二）異種感覺細胞具有反應各種不同刺激之各別的結構（體制），此即為各種感覺器分化之起源。（三）原形質絲狀體發現構造的變態，使有利於迅速之傳達，因此其傳達對於擬神經型為真的神經型，盡力作迅速之反應。此等活動與他部之活動，無連絡之機制——除接近於刺激點之附近外——，但動物體各部之連絡關係，則依然未超越 Volvox 及海綿等可傳達之擬神經型。

神經系統進展之第二階梯，即為特殊細胞之分離，單獨作傳達體之用。此實有利於各部間之交通。依據實驗之結果，體之感受部分，即 Polyp 之觸手及口之周圍部分，普通生理上比他部為優勢，此等優勢勢力之增大，實為生物個體擴張之重大要素。但此乃由於有效的傳



第三圖 示 Polyp 神經網之配列。  
(Max Wolf 原圖)

邊裝置而成就者也。

此種裝置之單純形，在某種 *Polyp* 及水母類均可見到。其神經細胞散在於感覺細胞與筋細胞間，而有無數之分歧突起（此等突起構成網狀體）。一方與感覺細胞相連結，他方則與肌肉纖維相連結。如斯感覺細胞之一羣，其興奮擴散之結果，足以引起多數筋細胞之收縮，或足以引起筋肉全部之收縮。多數感覺細胞因興奮之結果，互相勢援 (*Peerforce*) 以強大其反應，或足以發生反對之結果之二種興奮。在同一細胞內活動時，則能抑制反應作用。因此神經網 (*Nerve net*) 之於神經裝置 (*Neuro-muscular apparatus*)，能招致下列二種之改良：(一) 擴大興奮之波及範圍，且使對於刺激發生全反應，或更進而使發生大而複雜之身體的統一；(二) 使各部互相勢援；(三) 能使反應之抑制較為容易。但此種神經網，比高等動物之神經，毋寧為無差別之傳達體，此因該型之神經系的統制力並不強大，且無十分完備之中央調節體故也。由此可知此等動物，其對於刺激之局部的反應，頗迅速而有效，但其統率以局部的為主，非為中央的統率也。

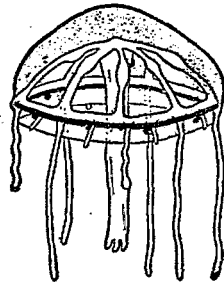
至如水母等大形之動物，則發現神經環 (*Nerve ring*)。某種傘形之水母，其觸手之一連列，下



垂於傘狀部分之周緣。在此等觸手上，有主要之感覺器官。刺激到來時，身體全身之活動，即行開始。故觸手為運動性，且其感覺至為銳敏。又沿觸手之附着線，有一列感覺器。其移動因傘部之週期的收縮而發生。但此運動，為在單一之觸手上，與以刺激而奮起之結果。界於水母傘狀部緣邊之

神經網部分，密集於觸手系之基底，作成神經細胞及纖維稠密之神經環。此神經環更與放射的神經網相連結，無論任何部分之刺激，均能迅速傳達於身體肌肉全體，開始移動的運動。

神經網密集於水母之周緣而成神經環，實為多細胞動物之聯關及調節中樞之發達上最初的階段。來自觸手之神經，與來自傘部緣邊之感覺器的神經，會合於神經環。神經環與原蟲 (Diplo-dinium) 之神經運動塊 (Neuro-motor mass)，及與此相連結之神經索狀體，在原理上完全相同。神經環之聯關力，大抵基因於比周圍部分更良好之傳導體的結果。然則神經環可視為進化至高等動物時中央神經系中唯一的第二階梯。



第四圖 水母之全形。傘狀部下緣之濃黑部分為神經環。

海膽、海盤車等同類（棘皮動物）之神經系，均依此規劃。其主要之中央裝置，爲周口神經環，由此派出五條之神經索。但本型在高等之發達，似未見適當。此等放射形之動物，其主軸之極軸（Polar axis），比較不甚重要，既無頭部，且無生理的優勢之中心。又其活動之統一爲不徹底的，而其體制亦概爲低劣。至於蠕蟲狀之動物則不然，其頭部首先具有運動之決定的特性，而頭尾兩端之區別，亦甚爲明瞭，且其主要之體節，對於體之殘餘部分，甚爲優勢。此實爲全動物界之過程，故稱爲 Cephalization（頭部之進步的分化）。換言之，即高等動物放棄放射的體制，進而獲得左右相稱之形態，更進而達於有體節的構造，終乃漸次臻於頭部之發達。

### 三 神經系統之組織的分化

原形質分化最初之一階段，實發現於行爲側 (Behavior side)，一方面使固定及安定之行動系 (Action system) 精巧化，他方又與活動塑像的與過渡的諸相相遠離。阿米巴能習得避免毒物及刺激物之習慣，其他單細胞動物亦具有形成習慣之能力。此雖爲緩慢的生物學過程，但各行爲系，實已織入複雜有機體的建造中，終乃發現而爲安定的趨向性、反射機能及本能（「種」內各員共有的本能）等行動。

至於解剖學方面，則與此等過程相平行，其原形質之構造，起漸進的變化。此等變化之中，雖有因漸消機能，而呈一時的再調節者，但其他之變化，則爲更大而永久的，分離特殊之化學物質，使擔任特別之機能，——例如產核、收縮、傳達、排泄等之細胞內機制，及堅韌之細胞壁與細胞之架構 (Frame) 等。又在以後之進化，則爲發生完成特別任務之全細胞羣的分化，換言之，即發現結組織。

筋組織、表皮組織、神經組織等組織之形成。而此等組織，均具有特徵的與永久的遺傳構造。且此等安定構造上之分化，通常均與生體之生活法有相互關係。

上述組成腔腸動物神經系之細胞，織成連續的原形質之網狀體，其絲狀體之構造，對於傳達刺激，有能使其易於活動之順應。如此乃得提高其身體各種活動之聯關的程度。此種構造上之原理，與連結 *Gonium* 及 *Volvox* 之細胞的原形質橋，原理略同。此類神經系，即所謂散在性之神經系，神經網為其特徵，其構成與無神經系之生物體之一般的原形質的傳達裝置型，實相去不遠。

動物之體制，在水母以上之多數動物，其神經系與水母之神經系大相徑庭，為依據有效的規則而成立者，且其一定之神經成素 (Neuron，即神經細胞) 由於一般的神經網而出現。

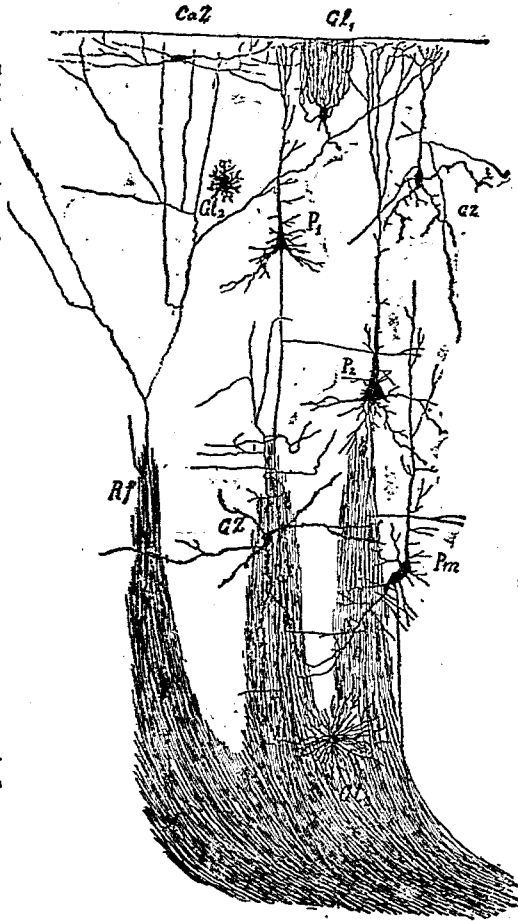
水母以上之多數動物，其神經網傳達之速度，亦比海綿為有效，但不能與高等動物相比擬。例如海葵之神經傳達的速度，每秒間為  $0 \cdot 1$ — $0 \cdot 4$  米突乃至  $0 \cdot 2$ — $0 \cdot 1$  米突，水母約為五米突，蛙之坐骨神經為二五米突，人類之某神經，則為一二五米突云。

水母類之神經系，似為真正之 *Synctium* (細胞之融合體)，無細胞之境界，而構成原形質

之核，則存在於網狀體之結節。因此既無 Neuron，又無 Synapses（神經細胞之連合的中樞部）。本型之神經系，能將衝動無差別的傳達於任何方向。

腔腸動物以上之多數動物羣，其組成神經系之細胞，與構成神經網之細胞，其關係完全不同。在此等高等動物，其未成熟之神經成素（即神經母細胞），在發生之早期，已為分離之細胞。在全生涯中，此等細胞多少保留此解剖的分離之狀態與生理的個性。當神經母細胞成熟時，則即成為神經細胞 (Neuron)。此等動物，其神經的傳達體，為神經細胞之連鎖，神經的衝動，由一神經細胞遞送於其他神經細胞之連結點 (Junction)，則為 Synapses。神經細胞因 Synaptic junction 而分離之神經系，稱為 Synaptic 的神經系，其無連結點者，則稱為 Non-synaptic 的神經系。高等動物之連結的神經系，大抵由於非連結的原始型進展而成，但其詳細之階梯，則曖昧不明。扁蟲類之神經系，當為此兩者之過渡型。又輻體動物裸鰓類之「彩水牛」(Chromodoris) 的神經系，依據生理學上實驗的結果，乃知其有若干部分為連結的，而有若干部分，則為非連結的。

神經的成素之形態，及其排列之鮮明的而且完全的現象，最早指示吾人者，實為 Paria 之



第五圖 依據 Golgi 氏方法之人類大腦皮質部之一片。  
 CaZ: Cajal 氏細胞; Gl<sub>1</sub>, Gl<sub>2</sub>, Gl<sub>3</sub>: 膠質細胞之三型; GZ: Golgi 氏細胞; M: 有鞘纖維; P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>: 金字塔形細胞二種; Pm: 多形細胞; Rf: Ramon 氏纖維。  
 (Stöhr 原圖)

Golgi 氏之發見，因鹽化銀鹽類之浸潤方法而得成功。而 Leyden 之 His 教授，同時對於神經的成素，發見其在發生上為由未分化之細胞而來者——體之其他組織，亦與此同樣。神經系與其他器官，為同樣之細胞的建造，且有同樣之界限。但神經的成素（即 Neuron），全體自始至終，即為神經細胞。

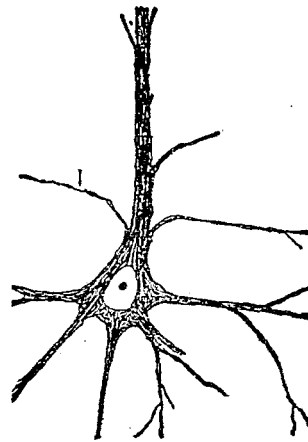
神經成素之最初的機能為傳達，其形態及內部之構造，特別的順應於其所擔任之任務。事實上 Neuron 為延長之細胞，由於核，包圍核之細胞質（以上兩者合稱為細胞體）及一條或一條以上之原形質絲狀體（由細胞體延長之纖維）而成立。其纖維狀突起有二種，其向細胞體傳達之突起，為樹枝狀突起（Dendrite），其由細胞體傳達之突起，則稱為神經突起（Nemite (Axon)）。在高等動物之神經細胞，通常存有多數之樹枝突起，而神經突起則為單一的。在下等之多細胞動物，其神經細胞之突起，有為單一的者，有二突起之存在者，有具有多數之突起者，此等現象，順次的稱為單極性（Unipolar）、二極性（Bipolar）及多極性（Multipolar）之神經細胞。高等動物之個體發生史中，當然得見其神經細胞由一極性而順次發達為多極性之現象。而將神經細胞區分

爲感覺、運動及中央之三種，則完全以其爲由感覺器而傳達者乎，抑爲向運動器官而傳達者乎，或爲爲連絡諸部分，而存在於中樞部分等現象爲標準者也。

神經細胞之形狀，甚不一致，但彼等主要以連絡諸部分之空間的關係爲依歸。今試就人體內隨意的運動通路之道程以觀察

之，第一之神經細胞，由大腦皮質而達於脊髓之下端，該處有一連絡點(Synaptic junction)，第二之神經細胞，接受神經的衝動，經由坐骨神經，以傳達於後腳之適當的筋肉。無論何種場合，其主要之傳達體，爲一甚長之纖維，長達一米突，但各神經纖維，實爲單獨之細胞的一部分而已。

正在發達中之神經細胞，當其神經的衝動之傳達體之作用開始時，在原形質內發現更爲稠密之物質，此物質爲纖維之絲狀體，即神經原纖維(Neuro-fibrils)是也。此等纖維分布於細胞

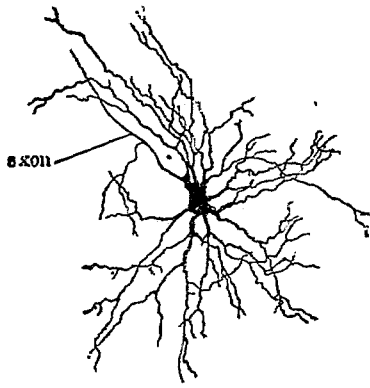


第六圖 人類大腦皮質部金字塔形神經細胞內神經原纖維分配之圖。  
(Cajal 原圖)



質中，以構成神經，而與形成神經纖維 (Nerve-fibers) 之突起相湊合。此等狀態，無脊椎動物與有脊椎動物莫不皆然。而其纖維，一般的認為為神經的衝動所必不可缺少之傳達體。

當神經細胞生長之某時期，神經原纖維發達以後，細胞質內發現點點之顆粒。此乃為易於染色之特殊物質，稱為尼司爾氏小體 (Nissl bodies)。此等顆粒體，在細胞體及巨大之樹枝突起中得以窺見之，但在神經突起，除其起點之圓錐部外，其餘部分則決不能窺見也。構成顆粒體之物質為核蛋白質 (Nucleo-protein)，內含鐵素，對於細胞之物質代謝，有重要之作用。尼司爾氏小體染色後，在細胞內排列之狀態，頗不一致，但同樣機能之細胞，其大小、形狀及內部之構造，彼此間顯然有類



第七圖 在人類胎兒脊髓中之運動神經細胞。

axon: 神經突起，其他之突起皆為樹枝狀突起。

中央部分為細胞體(依據Golgi氏法)。

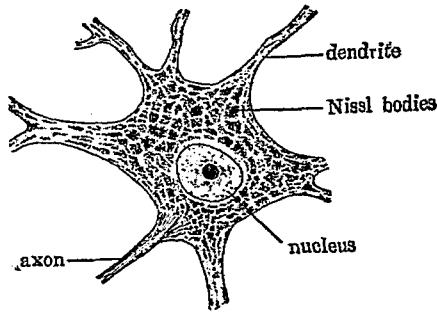
(Lenhossek 原圖)

似之傾向。其結果如下，即在腦之顯微鏡的標品，種之中樞——各中樞以纖維的連絡，與其他中樞或終端器官，遂行特別之既定的機能——發現神經細胞之構造上的差異。具有同樣之構造的及機能的性質之神經細胞體，作如此集合之場合時，則稱為核 (Nucleus)。核通常因其機能、地位或其他特性而命名。

年來在神經細胞內發見稱為 Mitochondria 之絲狀體，此蓋係尼司爾小體之原基，但最近又發見 Mitochondria 與尼司爾氏小體毫無關係。然則此種絲狀體恐為細胞體之生理的活動之某一形相 (Phase) 也。

有關於神經組織之構成的物質，除神經細胞 (Neuron) 外，又有膠質細胞 (Neuroglia)。後

三 神經系統之組織的分化



第八圖 人類脊髓中運動神經細胞內尼司爾氏小體配列之狀態。axon: 神經突起; dendrite: 樹枝狀突起; Nissl bodies: 尼司爾氏小體; nucleus: 核。

(Nissl 原圖)

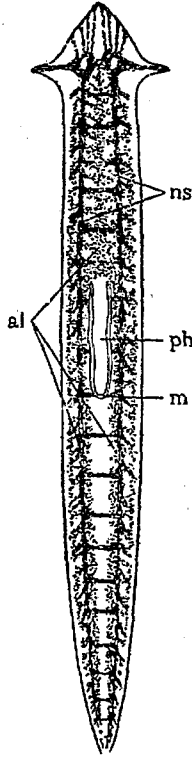
者與前者同爲由神經母細胞所產生，平常具有多數之突起。此種細胞於神經的活動毫無關係，充填於神經細胞間隙，其作用似在保護無細胞膜之神經細胞。膠質細胞通常雖有多數之突起，但無種別之區別。

神經細胞體之突起（即延長纖維）成束狀，束外包以結組織之薄膜——此稱爲神經鞘（Neurilemma）——者，則稱爲神經（Nerve）。構成神經之纖維，有有脂肪性之髓鞘（Medullary sheath）與無髓鞘之別，前者稱爲有鞘神經纖維（Medullated nerve fibre），後者稱爲無鞘神經纖維（Non-medullated nerve fibre）。髓鞘之外側，有結締織性之休璜氏鞘（Schwann's sheath），其上每隔若干之長度發現緊縮，此稱爲藍維爾氏節（Ranvier's node）。該處缺之髓鞘，神經纖維即在該處分枝。

有鞘神經只限於脊椎動物，無脊椎動物無之。但 Retzius 氏謂長臂蝦類，亦具有類似髓鞘之物云。無脊椎動物之神經纖維無髓鞘，但脊椎動物中亦當然有此現象者。

## 四 蠕形動物之神經系統

蠕蟲之神經系，如與 *Polyp* 類與水母類相比較，可見其有數種之顯著的進步。即第一其神經系與運動頭部之習性相連關，又與最初之頭尾軸之分化相關連。最原始之扁蟲——*Planaria*——其向此方向之進步，雖甚為輕微，但已足明示下列之根本的、機能的及構造的之特徵。即（一）散在性之神經系，收縮於中央神經系，（二）與腦及顯著之頭部優勢相伴連之 *Cephalization* 的發現，（三）有左右相稱之體形等是也。



四 蠕形動物之神經系統

二五

第九圖 渦蟲類  
*Planaria dorotocephala* 背側之全圖。  
al: 消化管; m: 口;  
ns: 神經系; ph: 咽頭。  
(Child 原圖)。

比較更高等之體節的蠕蟲——沙蠶、蚯蚓及其他之環蟲類，其神經系為梯型神經系 (Tadpole deform nervous system)，其發達之傾向，在扁蟲類不過為幼稚之狀態，而此梯型神經系，則較體節的無脊椎動物（甲殼類、蛛形類及昆蟲類）之全羣所迪有之固持的組成型，更有成熟之表象。在此動物羣中，其神經系之 Cephalization 進步頗為迅速，——同時其身體之各節，保持自身之反射裝置與統制神經中樞。而微小之腦（腦神經節）亦具有優勢的身體統率之限定的機能，特殊之神經細胞及纖維，至此乃分離而為此統率之器具。身體各種過程之統一，亦大有進步，其分殖的生殖，亦採取服從的立場。此時之腦，縱無習慣的行為之保留及關於實行方面必要部分之存在，但其關於習性之獲得，則已無疑義矣。

蠕形動物中之圓蟲類，與前述扁蟲類之神經系少有不同，其神經系形成線狀神經系 (Thread nervous system)。即其神經塊為環狀以



第十圖 單純之甲殼類豐年蟲 (Branchipus venalis) 之梯型神經系。

(Hilton 原圖)

包圍食道，而腹背二條之神經索，由神經塊以向體之後端延伸，其二條之索條，處處以連結絲相連接。此類神經系，大抵屬於中央神經系進化之傍系。

此外在動物界中，又有所謂有節神經系 (Ganglionated nervous system)，此可視為傍系之一種。例如在軟體動物，其神經系之基本構造，必有三對之神經節，即腦神經節、足神經節及內臟神經節是也，此三對神經節以連結索而互相連繫。

圓蟲類多營寄生生活，而軟體動物則多具貝殼以保護身體，彼等身體之體制與神經的活動，均無明顯之例，故為屬於低級水準面之動物。

## 五 昆蟲類之神經系統

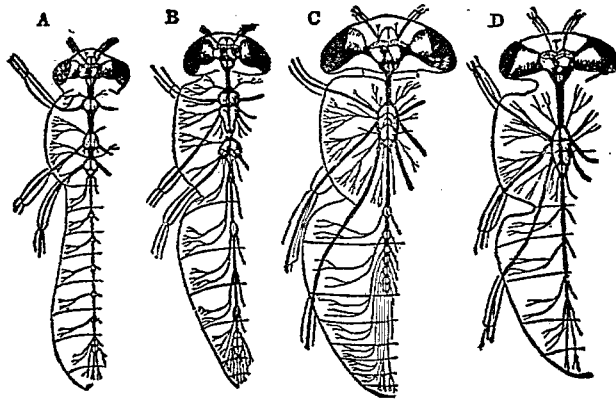
與蚯蚓有同一的一般構造型之體節的蠕蟲 (Segmented worms) 恐為集合於節足動物名下之一切無脊椎動物的祖先。由此等動物而採得之無限制的形形色色之形態均為由蠕蟲形誘導而來，——依據某種體節之精巧化，依據十分複雜之構造與種類之繁多，尤其是依據接近體節之融合，而與以密接部分之有效的共働作用之可能性——。昆蟲類之體節，可排列為三羣，即（一）為頭部，保有口及其附屬肢、腦及主要之感覺器。（二）為胸部，具有三對之步腳及二對之翅——少數昆蟲類之胸部無翅。（三）為腹部。頭部之體節，其變態最甚，蓋已達於 Cephalization 及頭部優勢之極頂故也。

節足動物型之神經系，與蠕蟲同樣，在食道之背側，由神經節而成之腦，與沿體之腹側，由神經節之體節的排列之連鎖而成。但節足動物之腦頗為巨大，由於數個之體節的神經節 (Nerv.

mental function) 合一而形成其他之體節的神經節，亦有融合於身體之某部分者。在此等昆蟲，形成腦之神經節，為頭部感覺器（尤其是眼）之直接奴婢，且與眼等頭部感覺器相密接，因此眼在昆蟲之行爲上作非常優勢之統御。

昆蟲頭部之神經節，其實際支配行爲之範圍如何，又其體節之神經節能獨立活動至如何程度，關於此等問題，Mc Craeken 女史 (1907) 曾就蠶蛾以實驗之矣。其結果爲（一）交尾及產卵之反射，因腦所接受之刺激而開始，（二）此等反射，如無腦則不開始，（三）

五 昆蟲類之神經系統



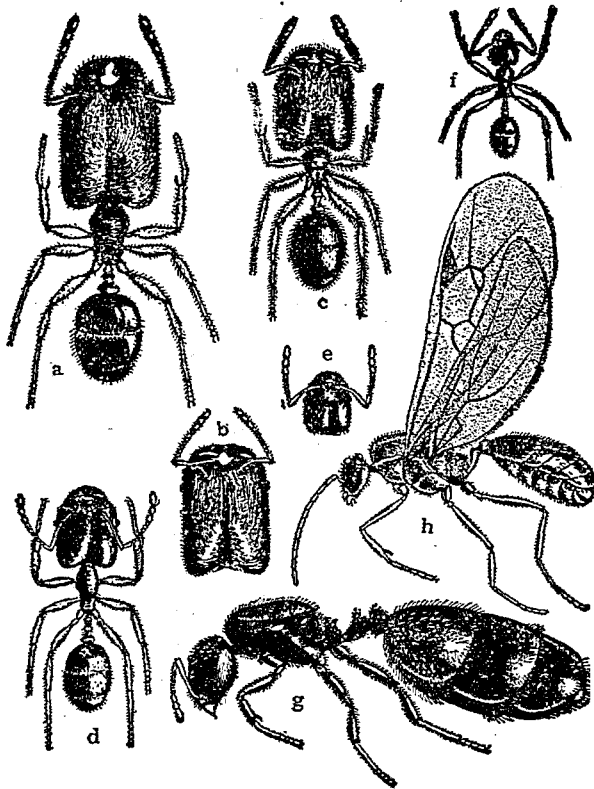
第十一圖 表示四種之蠅，其神經節集中前方之狀態。

- A: *Chironomus plumosus*;      B: *Empis stercorea*;  
 C: *Tabanus bovinus*;        D: *Sarcophaga Canaria*.  
 (Brand 原圖)



產放卵之樹葉之選擇，須要腦之存在。蚯蚓之腦，其於習性之獲得，並非必要——腦通常對於反射及本能之行爲，有顯著之功能——。但昆蟲之腦，對於分別本能活動之複雜的系統，似有必要而不可缺少之功能。且其活動含有某種微細之感覺的識別（如區別桑葉及其他物體等）。於兩方之場合中，體節之活動一度開始時，雖無腦，亦能完全成就其活動。又蠶蛾產卵之行爲，直接受支配於最後之腹部神經節。而由此受神經分佈之器官，對於產出之卵，作適當排列等附帶運動之遂行，實爲必要。

昆蟲類中，有蜂或蟻之羣體等，營巧妙之社會組織者。其羣體有女王、雄蜂（蟻）、職蜂（蟻）、兵蟻等階級，各司特別之任務，具有特別之構造而不許兼營其他之活動。此等階級，不能獨立生活，如社會全體發生障礙時，則決不能生存。此等社會的分業，以白蟻及普通之蟻類爲最發達。依據Thompson 女史（1916-1922）研究白蟻各種階級之神經系的結果，乃知羣體中之各階級，各有其獨自型之腦及外部之體型，各階級此等特徵，在某種狀況時，有基因於卵內部之構造，而得區別於孵化時期者。是等特徵，非由於食物之差異與外部之影響。在雌者與雄者，其眼與腦之視葉，比兵



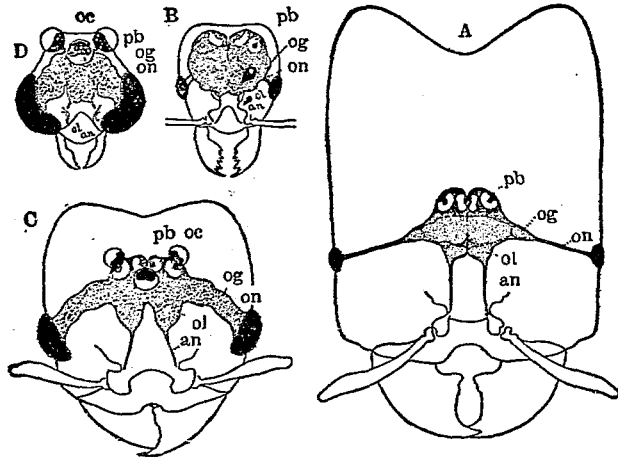
第十二圖 蟻之一種 *Pheidole instabilis* 之各種階級。a: 兵蟻; b-e: 中間性職蟻; f: 模範的職蟻; g: 脫翅之雌蟻; h: 雄蟻。

(Wheeler 原圖)

蟻及職蟻爲巨大。且其他亦有數種之差異。

在蜂類或真正之蟻類，各種階級，因給與幼蟲之營養的差異而決定，或者謂與營養之差異有關係者。但雄蜂由處女卵而發生，而職蜂則由受精卵而發生云。

真正之蟻，其女王具有模範的一般型 (General type) 之腦髓。由此一般型以導出其他各種階級而具有重大變化之腦髓。由於某部分之縮小或其他部分之增大



第十三圖 前圖之蟻的頭部

A: 兵蟻; B: 職蟻; C: 雌蟻; D: 雄蟻; an: 觸覺神經; oc: 正中單眼; og: 視神經節; ol: 臭葉; on: 視神經; pb: 有基體。以上均表示同一之倍率。

(Wheeler 原圖)

——女王之眼與視葉雖大，但雄蟻之眼與視葉則更爲巨大——然腦之他部分，則較爲縮小——。雌雄兩者眼之巨大，實與交尾之習性有關，蓋雄者當結婚飛翔時，必需追隨雌者故也。反之如職蟻之腦，則具有十分縮小之眼與視葉。

蟻之腦髓中，有所謂蕈狀體 (Mushroom body) 之巨大部分。此蓋爲主要之運動中樞及精神的中樞，蕈狀體在職蟻比其他階級之蟻甚爲巨大。

## 六 脊椎動物神經系統之一般的規劃

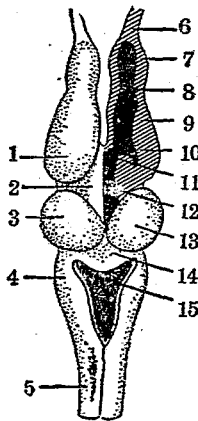
具有體節(Segment)之蠕蟲與昆蟲及其類緣(Relation)之甲殼類與蛛形類等，均爲無脊椎動物之有節動物羣。此等動物，有顯著之分節，且其身體爲多少明瞭之體節制(Segmentation, Metamerism)此兩點卽爲其特徵。

此外又有無脊椎動物之分派，其體無明瞭之分節——如棘皮類、軟體類及腕足類等——此等動物，其神經系之排列與有節類大相徑庭。上文迄未提及，以下專述脊椎動物羣之神經系統。如有節類所見之中央神經系之梯子型，實爲動物體之體節制的表現。其各體節之一對神經節，爲其體節之局部活動的調節體。各體節在某範圍內生理上與其他體節相分離，而其神經中樞(神經節)卽爲其自身之小王國的主宰者，但對於腦部高級主宰之中樞，則處於服從的位置。

脊椎動物中央神經系之組成規劃，與前述之規劃異其趣旨。兩者之神經細胞(Neurone)雖

根本相類似，而其組織 (Organization) (或體制) 則不相同。即脊椎動物之腦及脊髓之神經成素，為連續的建造物，其全形原為中空之圓筒 (特名為神經管)，延長而通過體之全長。此管狀性質為該動物幼體之顯著的形態，一切脊椎動物之全生涯中，均持續而無變化——但諸部分應局部的事情之要求，亦有變更其形狀者——。

在早期之幼體，即發現此神經管之不顯明的橫裂分節制，但此體節制在成體則隱蔽，或大多變為完全不顯明之體節制，此因縱走而連關的神經細胞，成為廣大而複雜的系統化故也。在無脊椎動物，至此其體節之神經節及是等神經節之反射，得統御行為型，但即在最下等之脊椎動物，其中央神經系之優勢的形態，為縱的神經細胞，此縱走成素，對於連絡本系之一切部分及統一各部分之活動，更為有效。又脊椎類神經系之末梢部，多少明顯的作體



第十四圖 兩棲類腦之模型圖。1. 大腦半球；2. 視丘；3. 中腦；4. 延髓；5. 脊髓；6. 嗅神經；7. 嗅覺球；8. 側腦室；9. 線狀體；10. 終板；11. 側室間孔；12. 第三腦室；13. 視葉；14. 小腦；15. 第四腦室。

節的排列——與骨骼（脊椎骨及肋骨）之分節及體筋之分節相一致——但在其中央部，則此種排列，殆不易見之。

有節類之中央神經系，發達於體之腹側之皮部，脊椎類之管狀神經系則不然，其神經系成生於背側之皮部，且常橫於消化管之背側。又在脊椎類之幼體，其中央神經系必安坐於稱為脊索之支持棒上，此棒狀器官，在下等種之脊椎類，至成體亦永久持續，但在高級種，則被分節之骨骼成素所包圍，終乃完全被骨骼成素所置換。此成素（脊椎骨）因其形成脊柱，故此類動物，名為脊椎動物。

有節類之密質神經節 (Solid ganglion) 與固定之反射及本能的行為型相關聯，但在任何場合，此等動物，不具有高級的，塑像的及得能變化之行為型。彼等僅能勉強應付生涯中之一切工作，大部分均非為智能的，且彼等雖得認為有聯想的記憶及心理的生活之某種證據，但決非高度發達者。在昆蟲類多數之大羣中，僅有智的順應或他型之心理性之比較的些須的證據而已。

比較簡單之脊椎類的管狀中央神經系，此等高級機能上之能力的賦與，雖甚微細，但本系在

脊椎類實已具明顯、偉大、複雜及有效於體之諸活動與統一。此種身體的組成之複雜性，更適宜於變化繁多與富豐之生活。如此生活之機械，愈進步而愈精巧，且其經驗之內容，亦愈益廣大，此實爲築成巨大的能力之生物學的基礎。而此能力因高等脊椎類之經驗而益加有利。最高等之無脊椎類，其體之大小，早已達於極度，而其神經的組織制及該動物羣特有之行爲，亦達於某種限度。又其「種」及向階級之增殖的特化性，亦既停滯於到達點，故決不逾越組成之高級水準。脊椎類則不然，雖在一個體內，其形態與機能，必漸次複雜化而進步不息也。

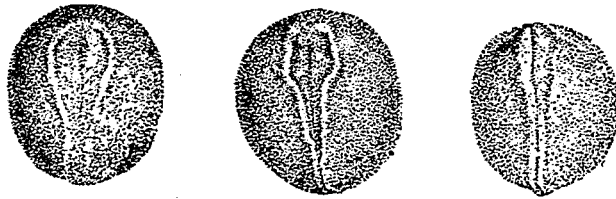
欲理解脊椎動物神經系之規劃，以研究發生學上的發達 (Development) 爲最妥善。脊椎類之發達自最低之魚類乃至最高之人類，當其初期，大體表現值得吾人驚奇之一致。此等現象，均爲系統發生史之再演 (Recapitulation)，吾人研究發育大綱，關於再演一事，神經系之發育，比多數其他器官系之發育更爲明瞭。故欲充分探究人類之腦髓，非澈底考查脊椎動物神經系之比較解剖學及其發生學不可。吾人如將注意集中於人類腦髓特別部分之發部，則必能明瞭該部分爲系統發生之再現。但此等部分，因其相互間之關係及分化上之時間的關係，腦全體之系統發生史型，



當然不無重大之變態也。

神經系之發育，最初沿早期幼體背側正中線之外部表皮（外胚層），發現肥厚板。該表皮板先形成溝，次向內側捲合而成爲管，此管其後與外部皮膚相割離。神經管形成之經過，在蛙或山椒魚之發生，得以蠱眼鏡明白觀察之。

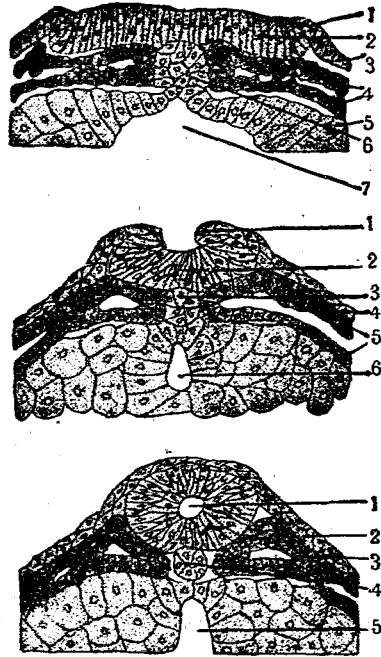
如上述在發生學發達之初期，形成上皮之表皮組織（Epithelial tissue），沿卵之背側正中部分而漸次肥厚，於是形成神經板（Neural plate）。與該板相境界之部分，墳起而成神經褶（Neural folds）。神經板兩側之神經褶，漸次互向背側正中線接近，終乃會合而相融合。此外皮互相融合之接合處，其後完全消失，在於下方之神經管（Neural tube），則與皮膚相分離。第十五圖與第十六圖即爲表示神經管形成之經過。



第十五圖 兩棲類中 *Cryptobranchus* 之神經管發達。  
左爲神經板顯現之狀態，中圖神經褶發現，右圖爲神經褶會合于正中線而形成神經管之時期。

一切脊椎動物之幼體，於其發育之早期，其神經管全壁，均由比較的單純之表皮組織所組成，而頭端部分有廣大之處所，此即為脊椎動物之頭部優勢之形態學之表示。軀幹部之表皮組織所組成，在成體為脊髓，其管壁因神經成素及其他特化組織之存在，故頗為肥厚。就形狀而言，脊髓與早期之神經管無甚差異。

六 脊椎動物神經系統之一般的規劃



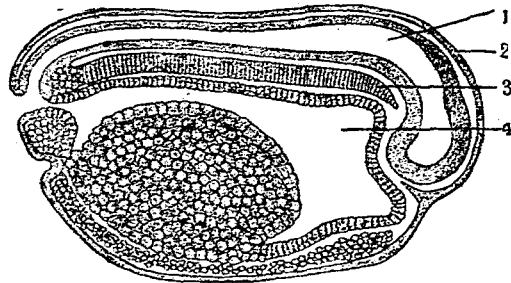
第十六圖 Triton(蝶螈)神經管形成之幼體切片(橫斷面)。(上圖)1.神經襞; 2.神經板; 3.外胚層; 4.中胚層; 5.內胚層; 6.脊索; 7.原腸。(中圖)1.神經襞; 2.神經板; 3.脊索; 4.外胚層; 5.中胚層; 6.原腸。(下圖)1.神經管; 2.外胚層; 3.中胚層; 4.脊索; 5.原腸。

(Hertwig 原圖)

頭部之神經管，為形成腦而發生急激之變化。腦最初之大別，一切脊椎動物根本的作同樣之排列，故可視為同一 (Identify)。脊髓與腦，兩者均一生保留管狀性，而原有之腔所，則終生殘存而為正中管與腦室。

於茲吾人所當注意者，即為腦髓為中空之器官。腦形之驚人的變態，實由於作種種彎曲之生長之不同，局部的肥厚，或原為表皮組織之圓筒形的神經管諸部分，發生外積或內積等原因所致。而兩大腦半球為原始的神經管之誘導體，則不待言而知者也。

人類之腦至為複雜，故其機能上之分析，實至為困難，詳細的區分，至今尚無定論，而合理的命名法，亦莫衷一是。現在最通用之名稱，為一八九五年在 *Boell* 開催之德



第十七圖 蛙幼體神經管完成後之縱斷面。

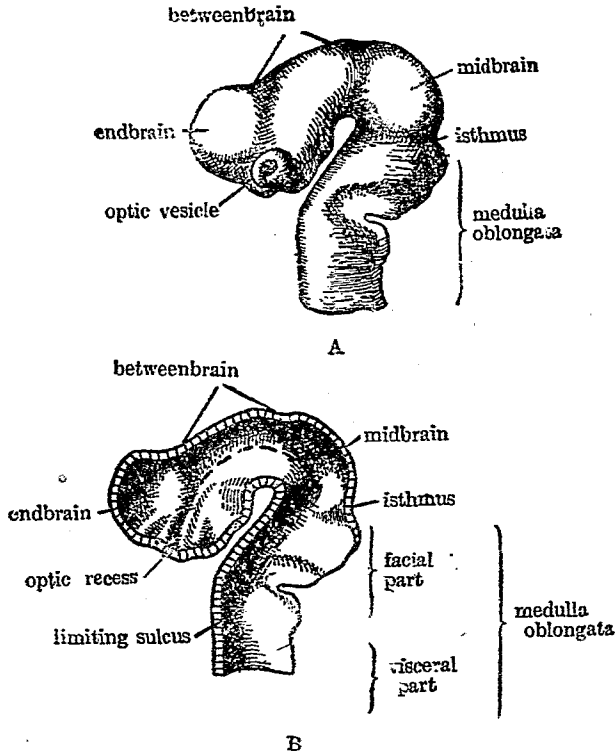
1. 神經管； 2. 外胚層； 3. 脊髓； 4. 消化管。

(Marshall 原圖)

國解剖學會所採用者，即 *Basel Nomina Anatomica* (B. N. A.) 是也。至於神經學上之術語，則根據故 *W. G.* 教授發生學上之研究論文。此等術語為拉丁語形，頗多不便，但多數解剖書則均採用之。

人腦之發生，為一般脊椎動物之模範，茲申述之。腦之原文為 *Encephalon*，其主要區分，即於此語附加接頭字以表示之。幼體之區分，其主要點與下級腦（魚類等之腦）之機能的區分相一致。幼體之神經管，在最早時期，為括縊及膨大之連系，此實為各部生長率不同之結果。又彼等預示成體腦諸部之機能的意義之差異，故含有重大之意義。如斯所發現之橫的各區分，由於數種之原始的節節而成立。彼等並非真實之節節的 (*Segmental*)（神經系之體節制）構造，但機能上作如此規定而已。至於真正之節節制 (*Segmentation*)，則在更早時期，已有多少之明瞭。

人類胎兒長六·九厘米（受胎後約四週間）時，其相當於將來腦之區分之神經管表面，如第十八圖所示，於神經管兩側之腦室壁，有縱走之溝。此即為有名之境界溝 (*Limiting sulcus*)，分離腹側之運動部與背側之感覺部。此與後期發育之胎兒相比較，則知此溝之下方（腹側），有運動



第十八圖 人類胎兒(受胎後約四週間長六・九釐)腦之廓大圖。  
 A: 左側面圖。betweenbrain: 間腦; endbrain: 終腦; isthmus: 峽; medulla oblongata: 延髓; midbrain: 中腦; optic vesicle: 眼囊。  
 B: 右側之內面圖。limiting sulcus: 境界溝; facial part: 顏面部; visceral part: 內臟部; 其他與(A)同。

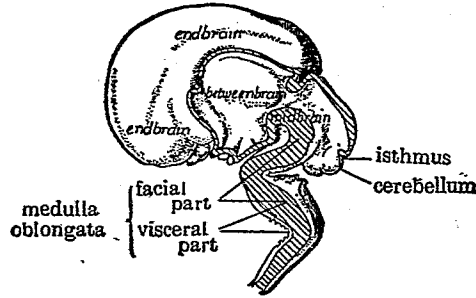
(H's 原圖)

中樞，而感覺中樞，則位於其上方（背側）。但其大腦皮質（Cerebral cortex），全然由感覺部發達而成，此點實含有多大之興味也。

腦管全長之中段部分，有一括縮，即所謂神經管之峽（Isthmus）是也。峽因該部生長受拘束而成，為腦構造上最重要之一目標。在峽後方之部分，外觀呈菱形，稱為菱腦（Rhombencephalon）。在峽之前方即為大腦（Cerebrum）——依據 B. N. A. 之規定——。

菱腦在成體包含延髓（Medulla

六 脊椎動物神經系統之一般的規則



第十九圖 人類受胎後第三月之腦（示正中縱斷面之左側）。

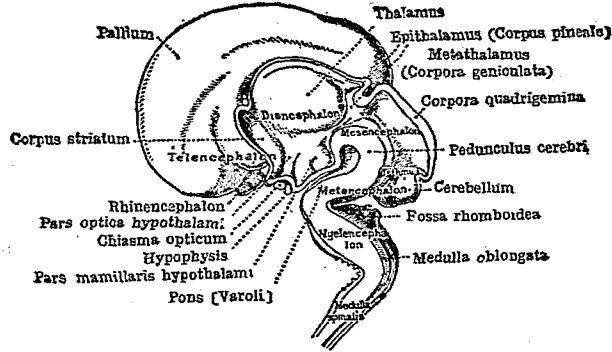
medulla oblongata: 延髓; facial part: 顏面部; visceral part: 內臟部; endbrain: 終腦; betweenbrain: 間腦; midbrain: 中腦; isthmus: 峽; cerebellum 小腦。

(His 原圖)

oblongata) 小腦(Cerebellum)與橋腦(Pons)在第十八圖所表示之時期,最後之兩部分(即小腦與橋腦)尙未顯現。第二十圖所表示之時期,可見有小形之小腦發現,但橋腦則尙未發達。又腦神經(Cranial nerves)自第五對至第十二對,與延髓有關係,自第一對至第四對,則與大腦相關連。

莖腦之下部,得特質化而爲延髓(依據 B. N. A. 則 Myelencephalon 卽爲末腦)之內臟部(Visceral portion),其機能上不限於內臟方面,但內臟的諸種活動較爲優勢。延髓之上部,主爲顏面部之神經分布(上下顎及內耳亦包含在內),故得稱爲延髓之顏面部。腦之該部分,於以後之發育時期,附加小腦(限於哺乳類)與橋腦(事實上此橋腦爲小腦之附屬物)。小腦爲平衡腦(Brain of equilibrium),主司身體無意識運動之統制,身體之姿勢及身體之平衡等作用。

在神經管峽之前方,大腦分爲中腦(Mesencephalon)與前腦(Prosencephalon forebrain)兩部分。中腦之腹側,保有眼球之運動中樞與重要之縱走傳達路。此部分卽稱爲大腦腳(Cerebral



第二十圖 前圖同一之腦依據 BNA 之命名法而表示之。

(左側) Pallium: 大腦皮質; Corpus striatum: 線狀體; Rhinencephalon: 嗅腦; Pars optica hypothalami: 視丘下視神經部; Chiasma opticum: 視神經交叉; Hypophysis: 下垂體; Pars mamillaris hypothalami: 視丘下乳嘴部; Pons (Varoli): 橋腦。  
 (中央) Diencephalon: 間腦; Mesencephalon: 中腦; Telencephalon: 終腦; Metencephalon: 末腦; Medulla spinalis: 脊髓。  
 (右側) Thalamus: 視丘; Epithalamus (Corpus pineale): 上視丘(松錘體); Metathalamus (Corpora geniculata): 中視丘(膝狀體); Corpora quadrigemina: 四疊體; Pedunculus cerebri: 大腦腳; Cerebellum: 小腦; Fossa rhomboidea: 菱溝; Medulla oblongata: 延髓。

(Spalteholz 原圖)



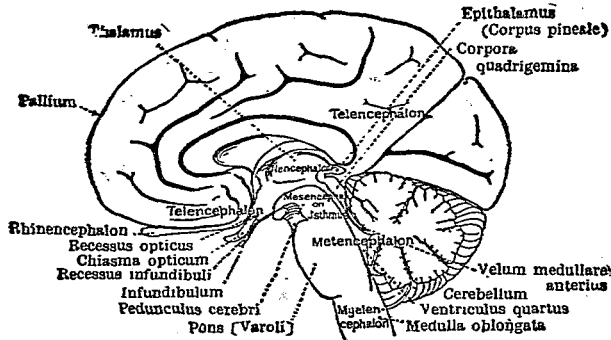
peduncles) 又名大腦莖。此因前腦在前方，而大腦莖保有前腦之狀態，宛如花之生存於植物莖上故也。中腦室之背側，有二對之突出部，即爲四疊體 (Quadrimal bodies 二重雙生兒之意)。上方一對相當於魚類及兩棲類之視神經葉 (Optic lobes) 又名視葉，因其視覺之反射中樞，故爲眼腦 (Eyebrian)。下方一對，在魚類則分離而無代表者（因魚類缺乏蝸牛殼之故），但在哺乳類，因其爲聽覺之反射中樞，故爲耳腦 (Ear-brain)。

前腦又區分爲間腦 (Diencephalon) 與終腦 (Telencephalon)。間腦之壁，於發生之早期，膨出而形成眼球之網膜。其殘餘部分，在魚類爲小部分，主被嗅覺反射之中樞所占領。實則此部爲腦最狹小之處所。在人類，間腦之嗅覺部比較微小（上視丘 (Epithalamus) 與下視丘 (Hypothalamus) 第二十圖）。此二者間有甚爲巨大之視丘 (視神經床)，即 Thalamus 是也。該部與將感覺的衝動傳達於前方大腦皮質之機能有密切的關係。視丘之大小，視大腦皮質之發達與否而定，此因二者間機能上有連絡故也。至如高等脊椎動物，其視神經與視丘有重要之關係，因此對於全腦雖未見適當，而有時則有稱爲 Optic thalamus。

終腦 (End-brain) 具有三個重要構造。即 (一) 爲嗅覺之第一次及第二次之中樞 (「鼻腦 (Nose-brain)」) 在魚類此等中樞三部分均含有之。 (二) 爲線狀體 (Corpus striatum) 爲灰白質及白質之大腦皮質之大塊，爬蟲類與鳥類，此部分極頂重要，但哺乳類則隱蔽於大腦皮質部。 (三) 爲大腦皮質，此部分實爲最高統制及連關之裝置。

終腦當發育之早期，不過爲神經管之終末部 (第十八圖)，但發育漸進，則該部之兩側壁膨脹，形成中空之大腦兩半球，且其後壁部非常肥厚，但在魚類，其膨出之範圍，不甚廣大。又終腦之大部分爲正中面之面床 (原始的中腦即中央腦)，而殘留於大腦兩半球間。

上文爲人類腦髓發生之匆促的陳述。至於受胎後第五週第六週之胎兒，其重要部分之形態關係，與魚類極相類似，雖至成體，兩者間之類似處，仍未消失，但其後因大腦皮質之過度生長的結果，其間之類似點，未見明瞭。發生漸進，不但腦之全部在峽部之前面旋捲，而其根部且向下方送入，結果其構造及機能均發生重大之變化。但就大體言之，神經學之構造型，不僅魚類與人類爲同樣，而介在於兩者間之中間動物，亦均相類似。個體反射系 (Individual reflex system) 之重要性的



第二十一圖 人類成體腦之正中縱斷面

〔右側〕 Thalamus: 視丘; Pallium: 大腦皮質; Rhinencephalon: 嗅腦; Recessus opticus: 視神經窪; Chiasma opticum: 視神經交叉; Recessus infundibuli: 漏斗窪; Infundibulum: 漏斗; Pedunculus cerebri: 大腦腳; Pons (Varoli): 橋腦。

〔中央〕 Telencephalon: 終腦; Diencephalon: 間腦; Mesencephalon: 中腦; Isthmus: 峽; Metencephalon: 後腦; Myelencephalon: 末腦。

〔左側〕 Epithalamus: 上視丘; Corpora quadrigemina: 四疊體; Velum medullare anterius: 前髓帆; Cerebellum: 小腦; Ventriculus quartus: 第四腦室; Medulla oblongata: 延髓。

(Spalteholz 原圖)

差異，與彼等相互關係之複雜性的差異，實為正確的反射 (Reflex) 中央神經系之形態的關係也。又富於變化與個體之所獲得之智的行為之能力與統制關聯之高級中樞之大小及與排列上之變化等（尤其是大腦皮質的變化）有密切之關係。

魚類中無一具有分化之大腦皮質者。於高等脊椎動物皮質部發達之處所，在魚類雖有多少正確之類似點，但此則稱為皮質之原基 (Cortical primordia)。至於小腦之皮質，多數魚類頗為發達。取去高等脊椎動物之小腦與大腦，其殘餘部分稱為腦莖 (Brain stem)。而取去大腦皮質部與腦莖部分，其殘部稱為分節的裝置 (Segmental apparatus) (A. Meyer 1898)。該部分學者認為由原始脊椎祖先之分節的神經系直接誘導而來。小腦與大腦皮質為高級統率之機制 (Mechanism)，此實為以後進化之起源，發生學上稱為超分節的裝置 (Supra-segmental apparatus)。

一切魚類之腦，僅具有分節的裝置與小腦，至於最原始之圓口類，其小腦且甚小。故魚類之全腦（包含小腦），主與反射的及本能的行為相關，而彼等之行為中，其如高等脊椎動物之智的

行爲，僅能認知其有相當之存在而已。魚類能表示其有聯想的記憶，在昆蟲類，此等機能，其去統率彼等之行爲，距離尙甚遙遠也。但反射的及本能的行爲型，無論何種昆蟲，均甚爲複雜，在魚類則更因此而導出多數複雜之生活。

今試述脊椎動物之反射中樞，於腦之諸區分（即諸中央），各中樞因未梢神經而得與感覺器之單一生理型相連結，但大都關與於特獨之反射的調節。此等實爲其相等之機能或機能合體之第一次的中樞。此等機能，不能斷定蟄居於其中央，且此等機能，亦不能推定其限於此等中樞而得遂行一切之行爲。反射機能之機關，爲活動的全末梢裝置與全中裝置。然所謂中樞，實爲傳達系之連結點。

如此向中樞部傳達之神經纖維，稱爲求心的（Afferent）。其由中樞部傳達於外部之纖維，則稱爲遠心的（Efferent）。腦與脊髓兩者，則共同構成中央神經系，而爲聯關之單一的大中樞。因此向中央裝置發射衝動之一切神經纖維，爲求心的即感覺的，其由中央裝置傳達出去之一切纖維，則爲求心的。此等纖維，有時爲運動性，有時使腺（Gland）等其他遂行體發生活動，但普通則稱爲

運動性纖維也。

多數反射中樞之境界，表面的有相當之表明。而此等區分，標記於魚類之腦時，幾包含腦之全部。其意味如下，即魚類腦髓之全部，受某種特別之感覺器或同樣之感覺器的系統（如鼻、眼、皮膚、味蕾等）所支配故也。又在遠心中樞，則統御肌肉或其他遂行體之特殊機能系。少數之感覺中樞，僅受取感覺纖維之一種而已。例如視覺中樞，僅受取來自眼之一切求心的纖維，故為純粹的，但有時亦受取來自聽覺及皮膚感覺等中樞之某種關聯纖維。故此等第一次的感覺中樞，在某種程度又為聯關中樞也。

腦之諸中樞，因內部聯關纖維之複雜的系統而互相連結。同樣起源及終端之纖維，有成束而行走之傾向。此束名為 Tracts（列或索）。此等關聯纖維之行程及其連結，精密言之各「種」均有不同處。蓋因感覺運動系之組織制（Sensory-motor organization）及生活方法有差異故也。無論何種動物，必具有適合於該「種」動物生活方法之反射型，但其行為單位之聯關及統一，為由第一次的感覺運動中樞（Primary sensory-motor centers）之中央連絡而生之結果。又

末梢與奮之數型的結束（如協動某特殊應化反應之遂行的視覺、聽覺等），在一次的中樞自體間，爲通過此等中樞間之聯關神經纖維束（Tract）之助力所帶來的效果。

一切高等動物，其腦實質之大部分，爲調節機制所占領。此類機制不爲任何單獨感覺系或運動系所支配。其反射單位或行爲單位，當霎時之要求急迫時，則被其結合，且作再排列之應急處置。但下等腦與高等腦之兩者間，其一次的感覺運動中樞，因直接之聯關纖維束而互相結束，雖無某種特殊之聯關中樞，或有此中樞而並不活動，其實行複雜之調節，仍爲可能。在更高等之動物，其高級中樞雖發達，但行使比較的初步之聯關的能力，仍不消失。此等比較原始的反射及本能的傾向之固持，與其強有力之無意識的衝動，實爲構成人類之人品與舉動之發達的要素。

## 七 前腦之進化

魚類之前腦 魚類之全中央神經系，專司一定之反射及本能之調節，已如上述。關於此點，不僅在脊髓及延髓相雷同，即前腦亦如是也。在魚腦之廣大區域，既無一不被單獨之機能系所支配。但其得有聯關之效果者，大部分蓋爲一次的感覺運動中樞內之作用的結果，故此等中樞，由甲而至乙時，有藉以直接通過且取得連絡之纖維束之援助的必要。然前腦之嗅覺床，則稍稍進而呈分化之狀態。

魚類之小腦絕對非前述之通則所能適用，在活潑之「種」類，此器官之發達，已達最高級。且小腦由一切之感覺面，受求心的纖維，因此得援助平衡之維持及體之方位決定。前庭床 (Vestibular area) 雖爲其起源組織，但因其精巧之構造，不受單獨感覺系之支配。小腦爲實行之器官而非熟慮之器官。其主要任務，非應所遇之情況而決定適當之反應者，實乃反射的保持運動之實



行，身體之姿勢及其平衡者也。

高等脊椎動物，其前腦內（尤其是大腦皮質部），有完全異型之統制聯關中樞。此等中樞，為單獨之一感覺系所支配，而聚有由數種下級感覺中樞而來之纖維束。故此處對於困難之行動問題，自能一一解決。此等行動，為熟慮的反應，而其機會，則起因於以本能的與反射的方法不適宜於作滿意之調節。

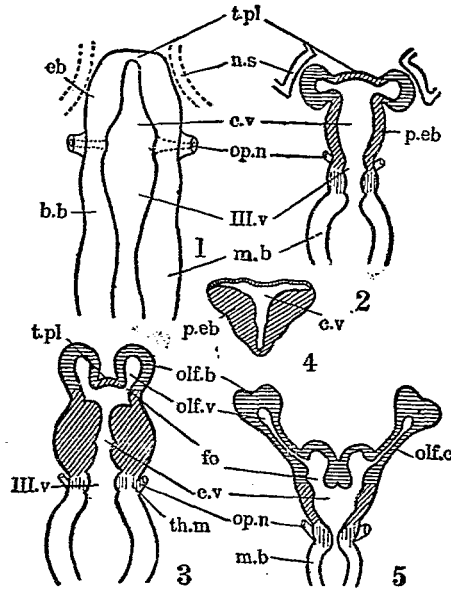
統制之最高機制，在魚類不甚發達。彼等之前腦，大部分為嗅覺系所支配。但在終腦之基部，有微小之區域。此即 Johnston 氏之體的面床 (Somatic area) 是也。而其間腦之中心（視丘本部 (Thalamus proper)——真正之中樞的——）即調節之中樞，重疊於下級之一次的中樞上，不受任何機能系之支配。嗅球下之嗅覺中樞，間腦之腹側部（下視丘 (Hypothalamus)）及中腦之背側部（視葉 (Optic Lobes)），與此狀態相近似。但最初各二個之嗅覺系，實施支配權，其最後之二個，則視覺系實施支配權。在魚類，下視丘恐為嗅覺、味覺及一般內臟感覺之統率中樞。而中腦之背側部，對於體的 (Somatic) 感覺或外的感覺之最高統制，當為有效也。

魚腦之視丘及體的面床之非嗅覺的中樞頗小，其機能尙多未明瞭。然哺乳類前腦之最高調節中樞——視丘、線狀體、大腦皮質——，即由終腦之此等區域及嗅覺床而發生。

原始的、前腦 在發生之早期，脊椎動物之中央神經系，其發育已如上述，最初不過爲簡單之表皮組織管，將來爲腦之區域部分，較爲膨大。依據發生學上及比較解剖學上之證據，脊椎動物祖先之腦的形狀，殆與此相同。當脊椎類進化之早期，眼與鼻漸臻精巧，而與之有關係之一次的大腦中樞，蓋隨之而擴大其領域也。視覺之感受細胞，在神經管自身之內，發達而爲間腦部分，但腦壁之該部分，迅速擴大，並膨出於其兩側，終乃形成眼之網膜。此種歷史，在一切脊椎動物體之發達，均須反復。至發生之後期，視神經由膨出之網膜，向內方生長，後乃終於間腦及中腦之視覺中樞。

鼻在終腦部分，發達於相對之外部體壁，而由此末梢感覺之表皮組織，神經纖維向腦部生長於內方。在腦壁兩側之擴大部，對於嗅覺調節裝置頗爲有效，故含有鼻腦。此等擴大部，最初蓋爲終腦區域內神經管壁側之局部的肥厚，該處有末梢嗅覺神經纖維終極於其中——如現今某脊椎動物發生初期時所見者——（第二十二圖「1」）。一次的嗅覺中樞（即嗅神經纖維之終極

區域) 更加擴大, 該區域之全腦壁, 廣大其範圍, 但並不增厚, 結果乃成腦壁全體之側方膨出。如斯成生嗅覺球, 此等嗅覺球不過為來自原始的終腦前端兩側之中空突出部而已。而此中空之兩側膨出部, 即為兩大腦半球之原始。此種簡單的神經管之輕微的變態, 蓋足以代表脊椎類前腦早期



第二十二圖 脊椎動物前腦之模型圖(一)。

1. 兩棲類 *Amblystoma* 幼體早期神經管之前端。
  2. 原始前腦之水平斷面的想像圖。
  3. 蝶鰲之前腦。
  4. 蝶鰲中腦之橫斷面。
  5. 小鰲(第二號圖以下之斜線表示原始的終腦, 水平線表示膨出的終腦——即大腦半球, 垂直線表示間腦, 記號至第二十六圖均可適用)。
- b.b: 間腦; c.h: 大腦半球; c.l: 小腦; c.o: 大腦皮質;  
 c.v: 共同腔; f.o: 孔或間孔; h.p: 海馬; l.v: 腦側室;  
 m.b: 中腦; m.ob: 延髓; n.s: 鼻囊; olf.b: 嗅覺球;  
 olf.c: 嗅腳; olf.b: 嗅蛋; olf.s: 嗅球柄部; op.n: 視神經; p.eb: 原始終腦; Str: 線狀體; t.pl: 終板;  
 th.m: 間腦(視丘); III.v 第三腦室。  
 (本部以下均由Herrick, Johnston, Crosby)

之祖先形也。此類形狀，現今已有若干之變化，而為殘存於某種魚類之般化的一形。第二十二圖為  
此種前腦型之模型圖，學者認為脊椎類前腦今後進化史考慮時之出發點。嗅覺球之成體的內部  
構造，凡脊椎動物，均屬同一原理，但嗅覺球基部之嗅覺統制中樞（在最下級之脊椎類，組成終腦  
之全部）之分化，其形態甚不一致，此即足以代表生物學上有名之進化的變化中之著例。就一切  
下等脊椎動物，以追求此變化之連系，吾人除特殊例外型之考慮外，則大腦半球精巧化之歷史，非  
追跡至人類腦之發育不可。

大腦半球為終腦側壁中空之膨出，既如上述，其結果非為腦壁不適當之肥厚，而為組織質量  
之增加。又任何脊椎動物，終腦之全部，非為形成大腦半球而膨出者，而在非膨出神經管中殘留之  
殘渣部，為原始的終腦，此即中腦之中央部也。此原始終腦之內腔，為共同腔（Common ventricu-  
lus）即不對腦室（Ventriculus impar），而大腦半球之內腔，則為腦之側室（Lateral ventricles）。  
彼等賴開口而與共同腔相通。此開口為腦室間之開孔，所謂蒙羅氏孔（Foramen Monroi），即指  
此也。第二十二圖「2」之模型圖中，原始終腦與其共通腔，比較的巨大，前面以終板（Lamina

terminalis) 爲界，大腦半球微小而被一次的嗅覺中樞即嗅覺球所限定。

高級動物之終腦增大，其大部分乃被膨出半球所併合。在人類，僅微小之原始終腦的殘留部，遺留於終板及視神經交叉之附近而已。

蝶、鯨之前腦，與上述模型甚相一致（第二十二圖「3」），其間主要之差異，厥爲原始終腦側壁之肥厚，如斯爲嗅覺統制中樞之神經細胞，供給相當之場所。此等中樞，由嗅覺球受取下行嗅覺纖維束，且由腦下部之諸種感覺中樞而受取上行纖維。

在嗅覺球基部之嗅覺中樞——此合成體稱爲嗅覺床或嗅核——爲統制之中樞，然彼等由其他感覺類而受取嗅感覺纖維之大部分，因此應與腦莖之其他一次的中樞相分類，而不能與高等腦皮質部之聯關中樞相比較——高等腦之中樞，不依單獨之感覺系而受生理的支配——。在蝶、鯨，前腦之小區域，位於視丘本部與 Johnston 氏所稱之體的面床。此即爲上述之高級統制中樞也。此等中樞，直接的或間接的與嗅覺床或其他感覺中樞相連結。但不受單一感覺系之支配。

由此種見地以考查小、鯨之前腦，則較蝶、鯨表示原始型之顯著的變態。其嗅覺球甚大而膨出，

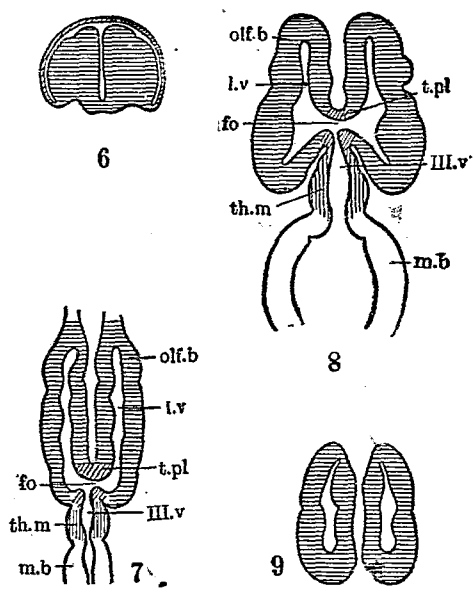
而終腦之殘部，則變態而向板鰓類特有之方向，前方對立之側葉，其後方由原始的終腦而成立。在其體之面床部分，種種非嗅覺的外表感覺（*Exteroceptive senses*），互相關聯，而與嗅覺亦有同樣之關係。此乃明白表示高等脊椎類線狀體發生之區域。

小鮫嗅覺床之背側部（在第二十二圖「5」之模型圖中，為欲表示腦室而除去之），由此面床之殘部以觀之，可明瞭其不同之構造及機能的意義與此同一之部分，在各魚類均得見之，但亦為同意義之物也。此部分之全體，原始的似為嗅覺之一部。然由腦之他部，受取特殊纖維束。對於此等關係，本問題之研究者，作如下的推考，即此背側嗅覺床，為誘導高等脊椎類大腦皮質部之區域云。且學者均信嗅覺皮質部即海馬部（*Olfactory cortex, Hippocampal formation*）由此而成生。故此區域常被稱為海馬原基（*Primodium hippocampi*）。最近依據 Holmgren 及 Johnston 氏之研究，非嗅覺皮質區域之原基，亦在此同一區域中云。

魚類之前腦，雖有機能不完全的局部存在及統制中樞存在之充分滿足的證據，但任何魚類，尚無十分發達的大腦皮質。魚類之原基的皮質，並非大腦皮質——雖云一定構造上之諸變態及

纖維之聯絡，趨向於此種方向——。

魚類中之硬骨魚及肺魚；對於此種關係有記載之價值。硬骨魚類種類最多，而其腦髓亦多向不同之方向特化。但彼等之原始的終腦，其一般的規劃頗相類似。在蝶鮫，其明瞭之側部肥厚部分，



第二十三圖 脊椎動物前腦之模型圖(二)。

- 6. 硬骨魚原始的終腦之橫斷面。
- 7. 肺魚 (Protopterus) 之前腦水平縱斷面。
- 8. 兩棲類之前腦。
- 9. Protopterus前腦之嗅覺球與終板間的橫斷面。

甚爲擴張（其中部特別擴張），因此共同腔之膜質頂壁，向各方擴張而附着於腹側境界。其結果此等肥厚部自體，僅附着於彼等之基部及其腹側而突出於上方之共同腔。

硬骨魚類爲最成功之魚類。能應化於淡水、鹹水中之一切事情，且「種」數與個體數亦至爲繁多。然彼等特化之水準甚低，且採取例外之方向，而又不誘導於任何高級動物，此數點實與昆蟲相類似。彼等之前腦與任何脊椎動物不同，且並不十分巨大。至於彼等神經的物質，其凝集之密質塊的組織，對於魚類之生活水準頗爲有效，但沿高等脊椎動物所採取之方向，比較更高級之發達，似未見適當。

肺魚均爲泥棲種，現在生存者僅三屬而已。卽非洲之 *Protopterus*、澳洲之 *Ceratodus* 及南美之 *Lepidosiren* 是也。彼等普通表示兩棲類及高等陸上脊椎動物之前腦的各種變態。

在此等情況下，原始的終腦之側壁的大部分，爲各側之膨出部，且與嗅覺球相併合。如斯乃形成廣大之大腦半球。而原始的未膨出的終腦，在終板附近縮小於一小區域（腹部表面之廣大的面床，在第二十三圖「7」中未有表出）。

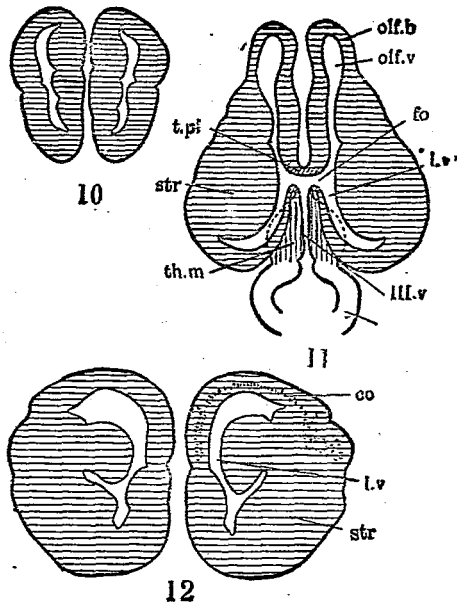


如上所述，爲魚類以上一切脊椎動物大腦半球之決定的形態。大腦半球爲中空薄型之囊狀體，在正中線上之深裂而互相分離，其前端因嗅覺球而形成，其他殘餘部分，在多數之魚類，包含非膨出之原始終腦所代表之組織。此等半球囊，不僅膨出於側方，且膨出於前方，故超越終板而突出於外方。

**兩棲類** 兩棲中無論無尾類或有尾類，其大腦半球的形成，實質的與肺魚相同。如第二十三圖（8）及第二十四圖（10），全終腦殆爲膨出之大腦半球所代表。然其周壁則較肺魚更爲堅厚，且內部之組織，亦較爲高級。由肺魚而綜觀下等與高等之兩棲類，吾人得目覩大腦半球形之階段的一連系。此實直接的引導包含人類之高等脊椎動物的大腦半球者也。凡此種種，均依據同一之規劃而構成，所應注意者僅其膨出半球囊壁之肥厚度及內部之複雜性有差異而已。

**兩棲類之嗅覺球**，占大腦半球之全部或前—側部，其後有種種局在之統制中樞，中樞中之大多數，有來自嗅覺球之嗅覺纖維，是等統制中樞之數量與複雜性，得無限增加。又在高等脊椎動物腦半球之特殊的精巧化之中途，得利用此可能性。即就人腦而言，大腦半球，占總腦量之四分之三。

其擴張甚速，超過終板而突出於直前方，後方達於小腦，隱蔽全間腦與中腦，使不得窺見。且此等巨大之半球，為中空之囊體，其囊壁至為肥厚。此肥厚之由來，不得不歸功於皮質部之表面灰白質的中樞及與此等中樞相連結之纖維的白質。



第二十四圖 脊椎動物前腦之模型圖(三)。  
 10. 兩棲類大腦半球之橫斷面(在嗅覺球與終板間)。  
 11. Cistudo 黃靈之前腦。  
 12. 同上之橫斷面(在嗅覺球與終板間)。

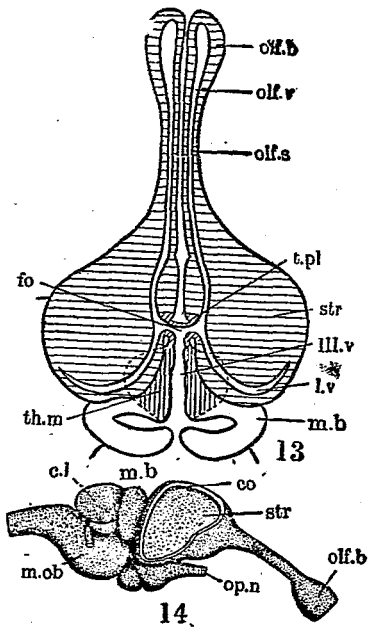
於茲吾人所當注意者，即大腦半球之壁，其厚薄並不均等。即肺魚亦莫不如此，在高厚區域得見統制神經細胞之集合，而在低薄地帶，即爲生理的比較單純之部分也。統制中樞之加大與複雜之增加，此等局部的肥厚，更爲顯著。大腦壁複雜性之進步的變化，構造上發現兩種之傾向。即（一）顯著之局部的肥厚部，爲行爲之反射的本能型之中樞。（二）與富有變化及個體的獲得之行爲有關係之中樞，通常擴散於表面位置之薄板狀組織。

兩棲類中亦得明白窺見分散的特化（Divergent specialization）之起源。在最下級之有尾類如美國產山椒魚及日本產之鮠魚，大腦半球之壁甚薄，而較肺魚類之腦壁，則少複雜化。然在兩棲類之高等者如蛙等，其特化甚爲進步。於茲吾人得認知底床或基葉（Basal lobe）——類似線狀體——之起源，且在半球之背側凸部，得認知原基的大腦皮質。有時觀察其行爲，可明瞭蛙類比美國產山椒魚或日本產之鮠魚，更有引導至有變化及有計劃的生活之現象。

上述兩種發育的傾向，在爬蟲類有充分之表現。原始的爬蟲類之本源種，據化石史之研究，至少在後石炭紀發現，但其後前腦之進化，採取分散的兩方向，即（一）在半球之側壁，具有巨大之

基葉，後即發達而為現在之蜥形類（蜥蜴類及鱉類）及鳥類。（二）具有稍薄之腦壁與更精巧之大腦皮質，此等進化而為現在之哺乳類。哺乳類之爬蟲類起源說，因此大腦進化之行程而得認可，實為最有興味之現象也。

蟲類，為現存爬蟲類中之最足以表示一般化者，且將前記傾向之兩者作適度之表示。第二十四圖之（11），表示其前腦之水平縱斷面，第二十四圖之（12），表示嗅覺球及終板間之橫斷面。



第二十五圖 脊椎動物前腦之模型圖(四)。  
 13. 美國產鱉類(Alligator)之前腦。  
 14. 同上之幼者(長約五五耗)為表示線狀體而除去其大腦皮質。

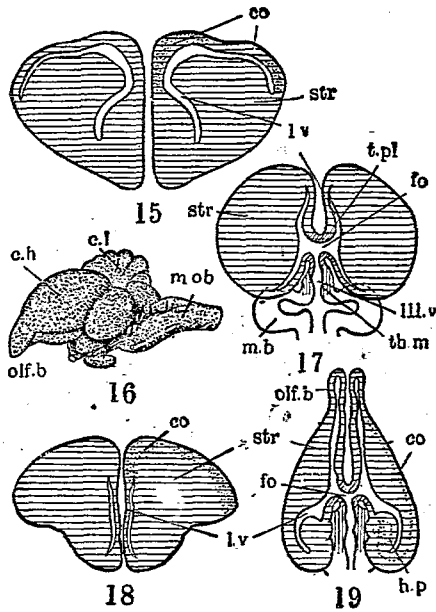
其半球之側壁，至爲肥厚，此卽爲線狀體之合成體。但其背—正中壁(Dorso-medial)甚薄，此區域含有原始的構造之真正的大腦皮質。由是種腦型，乃進化而成兩個的方向。

由龜類之具有此等腦髓者，哺乳類之腦，因大腦皮質之十分精巧化，乃得誘導而成。由同一出發點，蜥形類及鳥類之腦，因基葉之十分精巧化，亦爲所誘導。美國產鱷之腦，實足以說明在此方面進化之階梯。第二十五圖(14)，爲此腦之側面，除去其半球之背—側壁，而露出巨大之線狀體。該線狀體由充滿側室之腹—側壁，而向內方突出。第二十五圖(13)，爲其水平縱斷面，而第二十六圖(15)，則爲橫斷面。由是觀之，基葉與大腦皮質，較龜類更爲擴大。

美國產之鱷與非洲產之鱷，在行爲之程度方面，較龜類爲高級。彼等之反射及本能的行爲，不僅與基葉之大形相關連而甚爲複雜，且其生活亦更爲活潑的，富於變化的並外觀上含有智的意味——此種現象與大腦皮質之顯著的擴大相關連。彼等在事實上，於任何方面，均比一爬蟲類具有最高級之體制。

由美國產鱷之腦髓的最近之祖先型，鳥類之腦，因基葉之十分增大與複雜化，及大腦皮質之

眨下等變化，乃得漸次形成。鳥類之視覺、聽覺及觸覺等感度，甚為發達，而嗅覺在高級「種」，更呈驚人之減退。此因嗅覺球成爲小形故也——比較第二十五圖（14）與第二十六圖（16）即可明瞭。鳥類之大腦半球，比一切爬蟲類爲大，但大腦皮質之量，則反減少。此外更明顯之現象，即其皮



第二十六圖 脊椎動物前腦之模型圖(五)。

- 15. Alligator 大腦半球之橫斷面(終板之直前部分)。
- 16. 鳩之腦(側面圖)。
- 17. 鳩之前腦之水平縱斷面。
- 18. 鳩之大腦半球之橫斷面(終板之直前部分)。
- 19. 兔之前腦之水平縱斷面。

質爲更原始的之組織學的構成型是也。

哺乳類之大腦皮質，已達於進化之極頂，但此皮質具有三方面之主要區分。即（一）半球背側之凸部，爲關係於體的（Somatic）感覺運動之諸活的皮質所掩蔽。此即爲體的皮質或一般的皮質，即新腦皮質（Neopallium）是也。（二）在體的皮質下，半球之正中線方面，有海馬（Hippocampus）之形成。又側方有（三）梨狀葉（Pyriform Lobe）之皮質。最後之兩者，爲嗅覺的及內臟的機能所支配，特名爲舊腦皮質（Archipallium）。此因舊腦皮質在系統發生史上比新腦皮質早經完成其充分之發達故也。在爬蟲類及下級之哺乳類，其舊腦皮質之側方部分，於其前方嗅覺球之基部及後方半球之後極，互相軋合。如此嗅覺的皮質，包含大腦皮質野之全緣，非嗅覺的皮質即體的皮質，在半球之背側，發達於舊皮質之環內。此後者之皮質，在爬蟲類得勉強認識之，在最原始之哺乳類，有一定之區域，而其範圍亦可決定。但試依次探究高等哺乳類之此連系，則可見該皮質有更進步的增大。至於人類，則成爲極大之部分，而將原始的舊腦皮質，密集於皮質部下緣之裂縫中。

如注意此分析而吟味鳥類之大腦半球，當能明瞭某種非常特殊之狀態。爬蟲類大腦皮質之大部分，即所謂舊腦皮質是也。在鳥類，隨嗅覺裝置之減縮，舊腦皮質亦自然收縮而成爲不顯著之痕跡。但其大腦半球，全體比爬蟲類爲巨大。其增大之處所，非在皮質部分，而在皮質下之基葉，尤其是在線狀體之集合處。因其增大之結果，腦之側室大爲減少，半球幾成非中空之密質體的狀態。至於體的面床，則並不因此而一致增加。其可比擬於哺乳類之新腦皮質的細胞區域，蓋爲掩蔽背側表面之部分也（如第二十六圖「18」之大點所表示者）。然此等細胞，無論何處，概不表示如哺乳類或爬蟲類等之決定的皮質的性狀。如此組織之任何部分，爲真實之大腦皮質，則可斷決其必爲十分低級之皮質。此結論，已經 Rogers (1922) 氏之生理的實驗而確定矣。

依據 Rogers 氏之實驗，如取去鳩之原基的大腦皮質，則其智能完全消失，而因經驗與個體的記憶所習得之能力，亦隨之消滅，但此等機能，在通常之鳥類，因不十分發達，故彼等之行爲，與哺乳類同一情形，無多大之變化。但反射的行爲，實際並不發生影響。唯基葉被損傷時，則反射機能，被害甚深，又漸次除去基葉與視丘，其結果與兩者一致之反射的及本能的能力，亦必隨之而漸次減



少。

鳥類具有極複雜之本能的賦與性質，此乃學者所公認。故上述之分析因皮質部及下皮質部之雙關機制所演示之部分的評價，實給與吾人以必要之事實。此生來之賦與性質的擴大，與腦半球之下皮質部之基葉的增大互相並進。因經驗之結果，個體之習得的能力，記憶力及智型之調節力，其漸次增加之原因，完全與大腦皮質部之構造的擴大與複雜化有密切之關係。

鳥類與硬骨魚類之前腦相比較，兩動物羣之系統發生的分枝之最終點，均不發生更高等之種類。且兩者均具有特化之繁多的種類與多數之「種」。兩者雖因同一一般的規劃而組成，但各種之分化，均順應特殊之生活方法。兩動物羣全體，其對於環境的狀況，所表現之特別的多數順應，實為塑像的 (Plastic)。然此塑像性，完全被生物學的所限定，因遺傳的體制，而作本能的行為，大部分實非為個體的習得行為。此點兩者實與昆蟲類相類似。魚類比昆蟲類更顯示個體的變態性，與得教性，而鳥類則比昆蟲類具有本能的行為型之智的變態之能力。

硬骨魚類終腦之密質形，對於引導行為之個體的塑像性之方向的分化，其供給構造上之限

定的事實，已如上述。類似之事實，雖在鳥類亦似有效力。該型之半球，到處均具有表示高級之智的行爲之能力，但非生來所賦與者。又對於此等行爲，無必要之裝置，此蓋爲直統遺傳的限制故也。

雖然，鳥類對於高級複雜的行爲，非爲不可能者。吾人之觀察，實與之相反，各個鳥類，能營比魚類更複雜之生活。但其最巧妙之行爲型，多爲一定型所鑄成，且採取遺傳的本能之形狀。彼如鳥類之雌雄關係，造巢及育兒等習性，實爲故事中可常見者也。

多數鳥類之生殖圈，有時期之連系，故必須追從一定之順序。此等時期中之八個，爲 *Henrick* 所區別。但該圈如在某一處被破壞時，則鳥類乃放棄全過程，開始其新的生殖圈。彼等有再調節其被攪亂之生殖圈的能力，但通常對於本源的與先天的順序，則不能加以重大之變更。

鳥類之密質大腦塊的組織，適宜於此等複雜之本能的生活圈之遂行。且備有高級之本能的行爲之能力。即此等行爲，宛如吾人自身，爲遺傳的要素及個體的習得要素之混合體，但鳥類之遺傳的要素爲優勢，而在人類，則以個體的習得要素爲優勢。

如上所述，鳥類之行爲，以安定的遺傳的要素爲優勢。此等要素，在鳥類蓋已達最高之表現

——非如昆蟲類之純粹形——。就行爲合成體而言，其中塑像性及智能之大量，必有存在，而個體的變態性，比昆蟲類比較的有大部分之表演，亦爲當然之事實。又此處所謂「智能」一語，與「認識」之意義不同。智能在鳥類當未充分發達，此外其認識之情緒的及衝動的成素，在依客觀的行爲而判斷的範圍，其力量似甚強大。

在鳥類行爲中之社會的要素，甚爲發達，而與昆蟲類之社會的要素，其水準面大不相同。至於鳥類之社會的統率，似基於意識的懇求，尤其是基於情緒的懇求。

如上所述，原始的爬蟲類，其神經系之基礎，因前腦部分之兩個十分不同之範型的精巧化而得隱定。即其一因基葉之擴大與大腦皮質之減縮而導至鳥類，其他因皮質之增大而導至哺乳類。比較原始的哺乳類，雖依據十分不同之規劃，其基葉如爬蟲類而甚爲發達，但一切哺乳類，其大腦皮質，均顯示良好的分化。而吾人如考查由下等哺乳類而漸及於此類動物之高等者，則可見其基葉並未增加，而皮質則顯示進步的增大也。

在第二十六圖之（19），吾人得窺見哺乳類大腦半球之一般的規劃。嗅覺球甚大，因此其嗅

覺皮質甚爲發達。正中側嗅覺皮質之大部分，捲縮於腦室內而呈複雜之構造，於斷面圖標記海馬（Hippocampus），但其殘餘之皮質，則爲表面的。體的皮質，占有全背壁，且占有正中壁及側壁之某部分。兩半球之體的面床，在一切最下級之哺乳類，賴聯關纖維之大橋而得連絡。其纖維在蒙羅氏（Monroi）孔之上部，通過正中平面，此即胼胝體（Corpus callosum）是也。

要之在最原始的現存哺乳類，如上述其大腦皮質分爲三部分，即（一）爲舊腦皮質之正中部分〔海馬部（Hippocampal formation）〕（二）爲舊腦皮質之側方部〔梨花狀皮質（Pyriform cortex）〕及（三）爲背部之新皮質是也。

在此等原始的哺乳類，其舊腦皮質，已發達至最大限度。而特殊的各種變化之起因，實在體的皮質內，此與行爲之統率要素之智能的起源有關係。又在人類，則與言語之獲得，推理的能力及美化之情操相關連。其有利於自己修養及社會的進步，固不待言而知者也。

## 八 神經學上之疑難問題

著者在以上數節，陳述神經系統進化之大體的正系統，最後略述脊椎動物前腦之進行，並對於腦之各區分，述其進展之徑路。

於茲再簡單的討論神經學上之疑難問題。讀者均知無脊椎動物與脊椎動物相比較，兩者神經系統之位置，完全相反。（一）前者之神經系統在於腹側，而後者則在其背側。（二）以言兩者之中央神經系，前者為實質體而後者則為中空之管狀體。（三）就兩者之神經纖維而觀之，前者之纖維無髓鞘，而後者則具有脂肪性之髓鞘。此外比較兩者構造上之主要的差異，則無脊椎類重要之骨骼在於外部，稱為外骨骼（Exoskeleton），而脊椎動物則在於體之內部故稱為內骨骼（Endoskeleton）。

如研究動物進化之路徑，高等之脊椎類為由下等之無脊椎類進化而來，則上述非常之差異，

係採取如何之徑路而來，此實爲現今學者間之一大疑問，且此不僅爲神經學上之疑問，同時亦爲動物進化論上之疑竇也。

從來學者爲解決此疑問，有種種之假說。一爲 Geoffrey St. Hilaire 之假說，氏謂某種動物，一旦在水中仰天游泳，原來之背側，變爲腹側，其新生之口成生於新的腹側，於是乃變爲脊椎動物之構造。現今動物中，亦有作仰臥之游泳者，如豐年蟲是也。此卽足以說明動物神經系之位置云。二爲 Euteon 氏之假說，氏謂由某原始型之動物，進化爲兩個不同之方向，其採取一方之方向者，則成爲無脊椎動物，反之其採取其他之方向者，則成爲脊椎類之形態云。但所謂原始型之動物，其狀態如何，實不得而知，且現生動物中，或過去之化石動物中，未嘗發見此過渡型之動物，故其說實爲可疑。三爲 Gaskell 之假說，此說脫胎於第一說，氏以節足動物爲脊椎類之祖先，前者仰臥游泳，原有之腹側，變爲新背側，其中央神經系之位置，成爲背側，原有之口消失，新口在新腹側形成，同時此節足動物之消化管，一變而成爲神經管云。消化管變爲神經管，此種臆說，實遭發生學者劇烈攻擊。由發生學上觀之，消化管與神經管，其原基的胚層本不相同，前者爲內胚層所發生，後者則爲外胚層

所發育，因此二者依據實驗的結果，決不能互相變換也。但創此說者，則謂在進化之途中，滄桑之變甚多，故此種大變化，當非不可能云。

年來一部分神經學者，在蠕形扁蟲類之渦蟲類中，尋求動物之祖先型，其對於神經學上之疑問，作如下之解釋。卽在某種渦蟲類中，除具有一對之腹側神經索外，另含有一對之體緣神經索，後者之一對神經索，向背側正中線上移動，終乃達於背側之位置，而腹側之神經索，則不久消失云。又謂由此渦蟲類之原始型，進化而分爲兩派，一方本能發達，成爲達於極頂之節足動物，其他一派，因智能之發達而成爲脊椎動物。此說爲由隨動物之心理的進化而來之形態的發達而立論，若以此爲說明形態學的進化的路徑（過渡的形態之動物），實未見的當。

要之，上述各假說，關於證明方面，因乏充分之資料，故依然爲一大疑竇，欲求明瞭，非俟今後研究者之努力不可也。

本書之參考書及論文如下：

Gaskell, W. H.: The Origin of Vertebrates.

- Herriek, C. J.: An Introduction of Neurology.
- Ditto: Neurological Foundation of Animal Behavior.
- Kappers, C. U. A.: Die vergleichende Anatomie des Nervensystems des Wirbelthiere und Menschen.
- Mc Cracken, Isabel: The Egg-laying Apparatus in the Silkworm as a Reflex Apparatus. Journ. of Comp. Neur., 17 (1907).
- Parker, G. H.: The Elementary Nervous System.
- Sharp, R. G.: Diplodinium escandatum, with an Account of its Neuro-motor Apparatus, Univ. of Calif. Pub. in Zool., 13(1913).
- Thompson, Caroline B.: A Comparative Study of Three Genera of Ants. Journ. of Comp. Neur., 23(1913).
- Wheeler, W. M.: Ants.



中華民國二十五年十一月初版

自然科學  
小叢書  
神經系統一冊

(63224.5)

每冊實價國幣貳角

外埠酌加運費匯費

原著者 高橋

譯述者 潘錫

主編者 王雲

發行人 王雲

印刷所 上海河南路

發行所 上海河南路

發行所 上海及各埠

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

(本書校對者王煊蕓)

四四七四上

#36  
002247

