

上海第一医学院
师资进修教材

中枢神经解剖学

1982

7.50
中枢神经解剖学讲义

主 编： 蒋 文 华
编 者： 郑思竞 陈丽琰 谷华运
 钱佩德 蒋文华 黄登凯
责任校对： 蒋 文 华
插 图： 陈丁惠 李维山 玉鲁瑛

版 别： 1982年3月第一版 第一次印刷

印 刷： 上海第一医学院印刷厂

书 号 (2335—811—2)

编写说明

神经解剖学是一门重要的基础医学课程。临床前期课程如生理学、病理学、药理学和临床学科如神经内科、神经外科、普内科学以及其它学科均以神经解剖学知识作为基础，这些学科的研究生也以神经解剖学为必修课或选修课。

在前几年，我们为研究生开神经解剖学课程时，因无适当的教材，而且也没有适当的外文参考书，因此我们只能发一个讲课提纲，使研究生在学习中遇到一定的困难。为此深感有写一本供研究生学习用的“神经解剖学”讲义的必要。这本教材就是在过去用的讲课提纲上编写起来的。因而，这本教材是以基础知识为主，重视形态观察，适当联系临床，主要是供研究生和青年教师在学习时作为教材或参考书之用。

由于我们的水平有限，所掌握的国外参考书也有限，更由于我们对临床学科及现代神经科学的发展知识贫乏，这本教材的错误和不足之处是在所难免。希同志们在使用中多多提出宝贵意见，以便不断修改，使之成为一本适用教材。

1981. 11. 28

目 录

第一章 概说	1
第一节 定义与任务.....	1
第二节 神经系统的种系发生.....	2
一、网状神经系统.....	2
二、链状神经系统.....	3
三、管状神经系统.....	4
第三节 神经系统的个体发生.....	9
一、神经管的形成.....	9
二、脊髓的发育.....	10
三、脑的发育.....	11
四、神经嵴的发育.....	16
第四节 神经组织.....	18
一、神经元.....	18
二、神经纤维.....	23
三、神经末梢.....	28
五、神经元之间的联系.....	32
五、神经纤维的溃变与再生.....	35
六、神经胶质.....	35
第五节 神经解剖学的研究方法及其发展.....	39
第二章 脊髓	44
第一节 脊髓的外形.....	44
一、脊髓的位置和形态.....	44
二、脊髓节和椎骨的对应关系.....	47
三、脊髓的被膜.....	48
第二节 脊髓的内部结构.....	50
一、灰质.....	51
二、白质.....	58
第三节 脊髓的功能.....	68
一、传导功能.....	68
二、反射功能.....	68
三、脊髓一些损伤的表现及其解剖基础.....	73
附录.....	76
第三章 脑干	87
第一节 脑干的外形.....	87

一、延髓的外形	87
二、脑桥的外形	89
三、第四脑室	90
四、中脑的外形	91
第二节 脑干的内部结构	92
一、脑神经核在脑干内的安排	92
二、延髓的内部结构	96
三、脑桥的内部结构	103
四、中脑的内部结构	115
五、脑干网状结构	123
附录 I、II	133
第四章 间脑	144
第一节 丘脑	144
一、外形与毗邻	144
二、内部结构	145
第二节 丘脑上部	156
第三节 丘脑底部	156
第四节 丘脑下部	158
一、外形	158
二、内部结构	158
三、丘脑下部的功能	164
第五章 小脑	167
第一节 小脑的外形和发生	167
第二节 小脑的内部结构	170
一、小脑皮质	170
二、小脑中央核	174
三、小脑的白质(髓质)	175
第三节 小脑的功能	178
第六章 端脑	182
第一节 大脑半球的外形	182
一、大脑半球的主要沟裂和分叶	182
二、各叶的沟回	185
第二节 大脑皮质的构造和分区	187
一、大脑皮质中的细胞类型	187
二、大脑皮质的分层和神经元之间的联系	190
三、皮质的分区和分型	192
四、大脑皮质的功能	195
第三节 大脑皮质的功能定位	196
第四节 大脑半球的内部构造	203

一、基底神经节	204
二、大脑半球的髓质	207
三、侧脑室	212
第七章 嗅脑与边缘系统	217
第一节 嗅脑	218
一、嗅球	218
二、嗅束	219
三、嗅前核	220
四、前穿质	220
五、前梨区和梨状叶	220
六、嗅觉传导路	221
第二节 杏仁复合体	222
一、分群	222
二、传入纤维	224
三、传出纤维	224
四、功能	224
第三节 隔区	225
一、传入纤维	225
二、传出纤维	225
第四节 海马结构	225
一、位置	225
二、海马结构的发生	227
三、海马结构的构筑	228
四、海马结构的纤维联系	230
五、功能	231
第五节 边缘系统的结构与功能小结	231
一、边缘系统的结构	231
二、边缘系统的功能	232
第八章 传导路	235
第一节 感觉传导路	235
一、感受器	235
二、痛温觉、粗略触觉传导路	235
三、粗、浅触压觉的传导路	238
四、本体感觉传导路	238
五、视觉传导路	241
六、听觉传导路	248
七、前庭传导路	253
八、内脏感觉传导路	259
九、味觉传导路	260

第二节 运动传导路·····	260
一、锥体系·····	261
二、锥体外系·····	265
第九章 脑和脊髓的血管·····	272
第一节 脑的动脉·····	272
一、颈内动脉系·····	273
二、椎-基底动脉系·····	277
三、脑底动脉环·····	279
四、中央支及其分布·····	279
五、脉络膜动脉·····	281
六、脑各部的血液供应·····	282
第二节 脑的静脉·····	289
一、大脑浅静脉·····	289
二、大脑深静脉·····	291
第三节 脊髓的动脉·····	294
第四节 脊髓的静脉·····	296
第十章 脑膜、脑室系统、脑脊液和脑屏障·····	298
第一节 脑膜·····	298
第二节 脑室系统·····	301
第三节 脑脊液·····	302
一、脑脊液的产生·····	303
二、脑脊液循环·····	303
三、脑脊液的化学成分和功能·····	304
第四节 脑屏障·····	306
一、脑屏障的形态学基础·····	306
二、脑屏障的理化性质和生理功能·····	309
三、胎儿和新生儿的血-脑屏障·····	310

第一章 概 说

第一节 定义与任务

神经解剖学 Neuroanatomy 是研究中枢神经系统，包括**脑**和**脊髓**的形态结构的科学。神经系统由**神经元 Neuron** 和**神经胶质 Neuroglia** 组成；其功能是联系机体的各部，调整机体与内外环境的关系，从而使机体能及时地作出适当的反应，以达到趋吉避凶、保护机体、延长生命。从接受刺激的部位到反应器官之间，常可有相当距离，这就需要传导系统，神经元就是完成这种传导、调整和反应、使机体各部能如此完善地配合和协调的基本功能单位。复杂的生物体，如人体的**反射弧**是由若干神经元组成的，从第一级感觉神经元接受感受器传来的刺激，到运动神经元之间，常可有若干**中间神经元**。除第一级感觉神经元和植物性神经系统的节后神经元以外，大量的中间神经元和运动神经元均集中构成神经管，即中枢神经系统。在人，则分化成脑和脊髓等各部。一个感觉刺激可以激活很多中间神经元，再经过多级的中间神经元的广泛传布，即可达到中枢神经的不同水平，乃至高级整合水平，最后通过运动神经元分别到达肌肉或腺体，以产生各种反应。在人，中枢神经特别发达，于脑、脊髓各部呈现为胞体集中组成的**灰质**和神经纤维集中组成的**白质**，适应各部不同功能且可分化为**皮质、神经核、神经束和网状结构**等各种不同的构造。神经解剖学的任务就是研究中枢神经的形态特征：从外部形态到内部构造；从各类神经元和胶质细胞的研究到**神经核、束**的安排；从各个不同部位的形态研究到沟通各部间的传导路的组成；从形态观察到实验性研究。一切有关中枢神经形态的研究均属神经解剖学范围。

对一个学习神经系统的医学生来说，单纯的形态描述不但烦琐难学，而且枯燥乏味，只有以动的观点而不是静止地描述，即联系功能，联系发生和联系临床应用来叙述形态的由来，理解其重要性，才能使感到兴趣，易学易懂。而且神经系统是整体的一部分，因此在谈到中枢神经时，不可能不涉及到**感受器**，也不可能不谈受其支配的肌肉、内脏等器官，当然也离不开**周围神经**。另外，中枢神经的附属结构，如**脑脊膜、脑脊液和脑血管**等，虽不是中枢神经，但它们与中枢神经的关系如此密切，以致在临床上常被认为是彼此不可分割的结构，只有充分了解这些结构与中枢神经的关系，才可能充分了解神经系统的疾病。

神经系统控制着全身各系统，与人体各部器官的关系是如此密切，以致神经系统的疾病可影响到全身各部，包括所谓情绪扰乱、心身失调；很多器系的疾病也都可波及神经系统，如肝、肾、心血管、消化、呼吸和内分泌的疾病等，甚至于中毒或维生素缺乏等都可影响神经系统。因此，一个医务工作者，即使为非神经专科的普通医生，在工作中遇到的疾病，也有一半以上需要有一定的神经解剖学知识，才能作出正确的诊断与治疗。所以，神经解剖学被认为是医学生必不可缺的重要基础课程。

随着科学的发展与新技术的应用，如电生理技术，电子显微镜、神经生化、神经组织细胞培养技术等的不断改进与运用于神经系统的研究，已使现代神经解剖学的研究超出了单纯形态学研究的范畴。国外很多大学或研究机关已把有关学科联合起来而组成神经科学Neuro-

Science 或神经生物学 Neuro-biology，有的在组织课程时也将神经解剖学、神经生理学、神经病理学、神经药理学和神经化学等综合在一起，或妥善地进行安排，以使之能更紧密地互相联系。对神经系统的研究必须具有多学科的知识，否则即不能正确理解神经系统。目前神经科学的研究和其他形态科学一样也是向分子生物学水平发展着，在神经化学和神经内分泌等的深入研究中也有分子水平的形态学问题。但是，即使如此，还有很多形态学问题，个别神经细胞的形态与功能，各神经核与神经束之间的广泛联系等也远未搞清楚，仅从组织学切片方法来研究已远不能解决问题，如何运用新技术，如电子计算技术进行形态统计学 Morphometry 的探讨，从二维分布发展到三维分布，从对胞体和纤维的定性研究进展到定量的研究等等，还是有大量工作要做。形态学的研究是功能与应用研究的基础，神经解剖学还是一门不可少的基础科学，随着科研工作的不断深入发展，其内容将更得以丰富和充实。

第二节 神经系统的种系发生

神经系统是在动物进化过程中而逐步产生的，如所周知，原生质的基本特性之一——反应性与传导性，在单细胞动物是存在于整个细胞体，阿米巴在接受刺激时是以整个细胞来进行反应的，并无特殊分化的神经构造。当动物进化到多细胞动物时，有了不同的细胞分工，从而也产生了细胞形态的分化，但在单胚层动物尚无特殊分化的感觉细胞，即使如海绵动物在排水孔口处出现具有接受刺激产生收缩的肌细胞，尚无将冲动传导至其它细胞的构造。只有在动物发展到二胚层，机体由简单变复杂时，才由外胚层分化出神经组织，担任接受刺激把冲动传导到效应器的功能（图 1—1（一））。随着动物由低级到高级、机体由简单构造发展到具有很多器官系统时，神经系统亦由分散到集中，由网状、链状到管状，由脑化到皮质化不断地发展着，高度发展的人的神经系统就是在长期进化过程中发展分化而形成的。

一、网状神经系统：在腔肠动物，如海葵（图 1—1（二））已经有明确的细胞分化，外胚层表面有角质化的构造以保护机体，但有一些外胚层细胞则分化成感觉细胞，接受外界的刺激

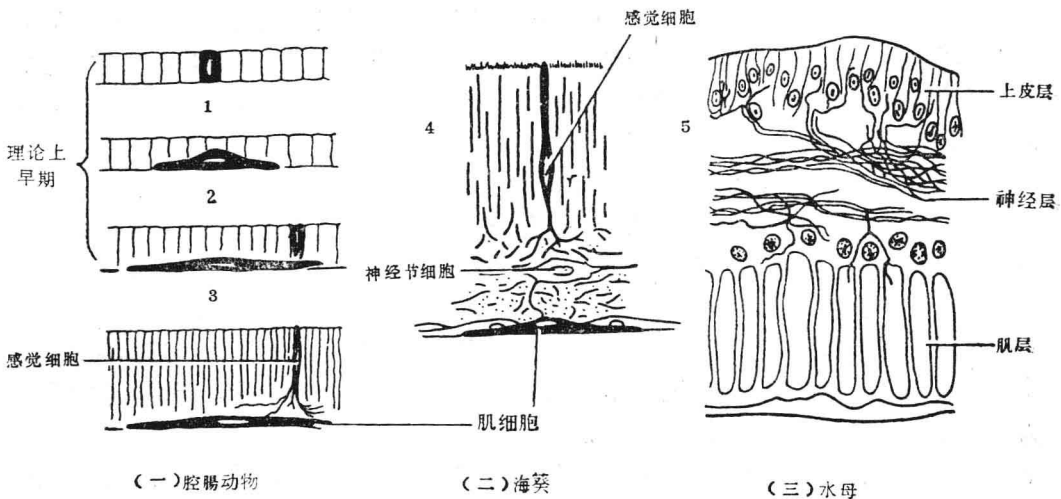


图 1—1 神经肌肉机制分化的不同时期

激，另一些细胞则分化成肌细胞，在二者之间出现了神经节细胞的分化。更高级一些的腔肠动物，如水母（图 1—1（三）），已有了上皮层与肌肉层，在二者之间还出现了神经层的分化。神经层是由很多神经纤维组成的网状结构，中间夹杂有很多神经节细胞。这样复杂的网状神经系统就可以将感觉引起的冲动传导到机体各部引起广泛的反应，但这种反应是弥散的、无方向性的，所以是较低级的。

二、链状神经系统：在三胚层的无脊椎动物，如**环形动物、蚯蚓**，神经组织已经集中构成链状神经系统（图 1—2），它包括一对**颅神经节**（亦称**咽上神经节**）和位于消化管腹侧的神经链。神经链是由每一个体节内的一个神经节以节间纤维相连而构成。每个神经节发出神经分支到同节段的皮肤和肌肉，另外又通过节间纤维使全身各体节内的神经节互相联系起来。每个节内的神经节细胞一方面发出突起与感觉细胞发出的纤维相连，另一方面发出神经纤维（运动纤维）连于同节的肌肉，从而构成了原始的**反射弧**（图 1—3）。头部的颅神经节特别发达，可发挥较高级的神经作用，从而使机体获得整体配合与协调作用，也具有了定向运动。由上所述可见蚯蚓的神经系已出现了一些较高发展的特征，主要是（1）由弥散发展为集中，出现了神经链，（2）出现了定向活动，（3）既可通过神经节进行一个体节内的反

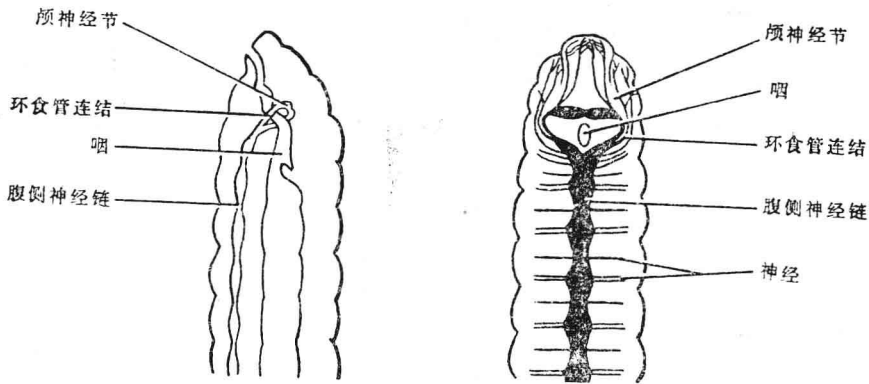


图 1—2 链状神经系统（蚯蚓神经系统的前部）

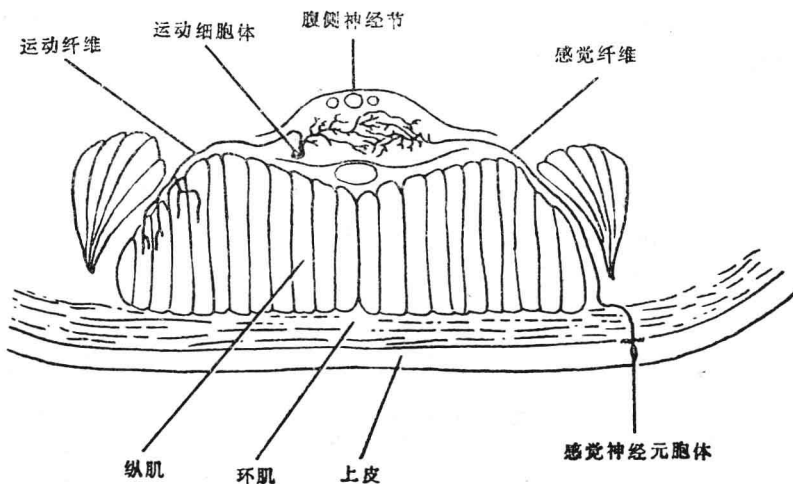


图 1—3 原始反射弧

应，也可通过神经链进行体节间的与整体的联系和反应。它已初步具有了中枢神经的基本特征。

三、管状神经系统：是脊椎动物所特有的。

由无脊椎动物发展为脊椎动物的过程中，原始的感觉细胞有沿着感觉神经向中枢神经靠拢的趋势（图 1—4），如在蚯蚓，感觉细胞体位于上皮层；在沙蚕（多毛环动物）和蚌、螺（软体动物）等感觉细胞体则已离开上皮，位于上皮层附近；至脊椎动物，胞体即位于中枢神经附近，构成感觉神经节，仅少数感觉细胞仍保持原始状态，如嗅觉上皮。运动细胞的胞体和脊椎动物特别发达的中间神经元集中构成了神经管，即中枢神经。更由于感觉器向头端集中，神经管的头端乃发展成脑，随着进化发展更形成了脊髓和脑的各部的分化。

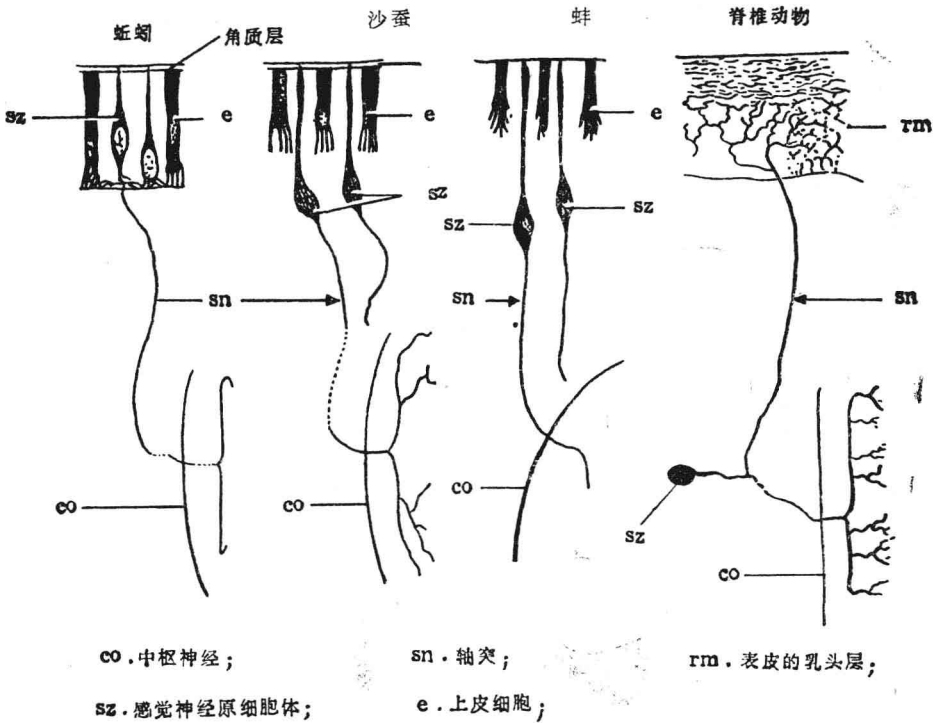


图 1—4 周围感觉神经原在不同动物内的位置（进化）

(一)端脑化（图 1—5）：脑的发展是与头端感觉器的集中与发展密切相关的。文昌鱼无头也无脑的分化。前脑 Prosencephalon 是与嗅器的发展相关，中脑 Mesencephalon 则与视器的发展有关，菱脑 Rhombencephalon 则与位听器的发展有关。在进化过程中脑的后部先发展，高级中枢逐步向头端转移，即端脑化的趋势。在园口类，脑的构造极原始，延髓是最膨大的部分，小脑、中脑均不发达，尚无大脑皮质的存在。在鱼类及两栖类，与视器有关的中脑占主要地位，视叶（称二叠体，即哺乳动物的上叠体）甚发达，端脑已在逐渐发达起来。在爬虫类，中脑仍占主要地位，但随着有的视觉纤维向上投射到丘脑，丘脑也同时接受机体各部投射来的感觉纤维，因此间脑已发达起来。至哺乳动物，随着丘脑的发展，有的上行纤维至丘脑投射到大脑皮质，从而使端脑特别发达，构成了大脑半球，成为神经系统的最

高中枢。与此同时由于从大脑皮质发出的下行纤维，其中大量的投射至小脑，使脑桥部分特别明显，这也是哺乳动物脑的特征之一。

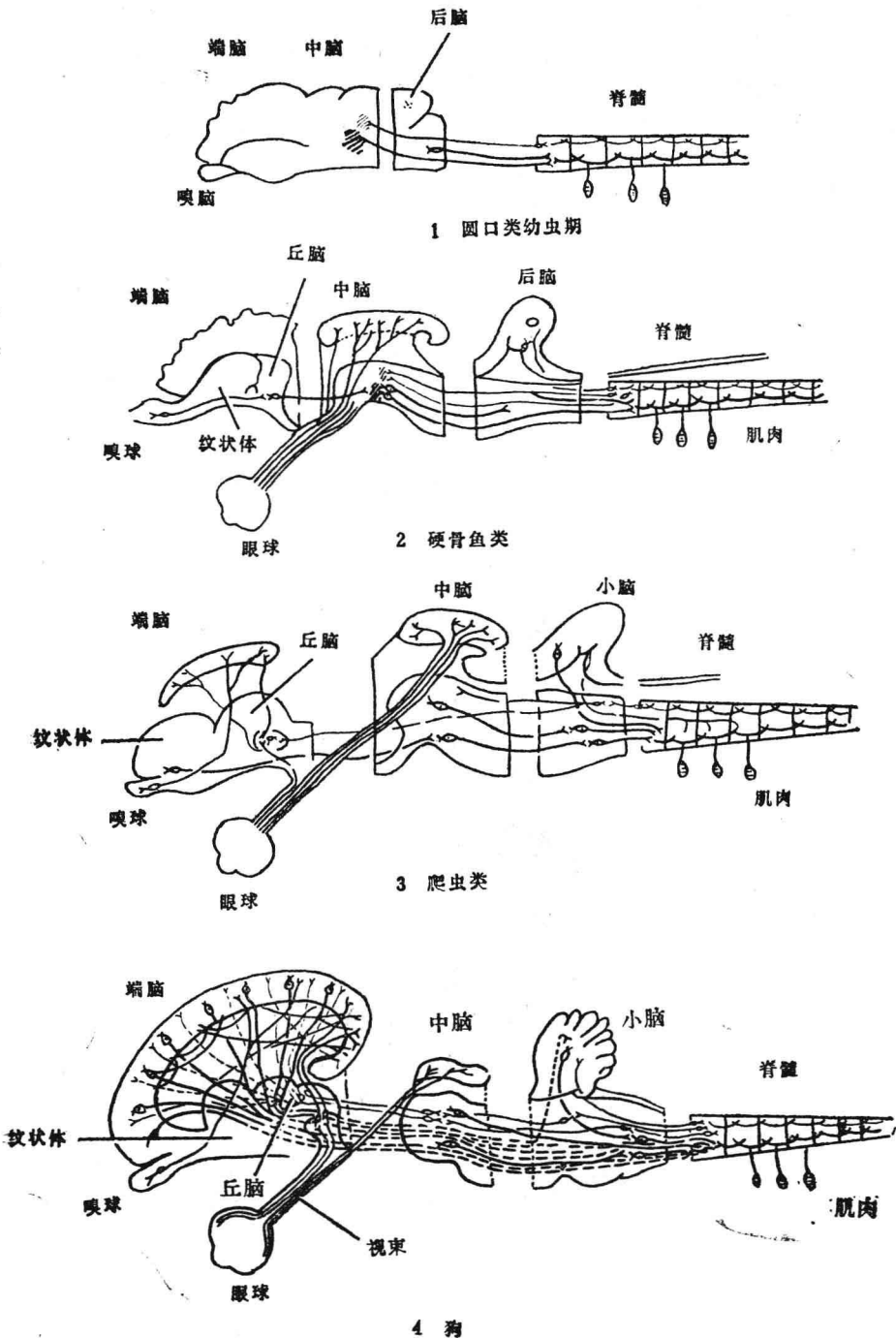


图 1—5 脊椎动物脑的进化—端脑化

(二)皮质化(图1—6, 1—7, 1—8): 在低等脊椎动物, 脑的灰质与白质的配布, 大体上与脊髓相似, 即灰质在近脑室腔处, 而白质在外层, 灰质与白质均是脊髓相应层的延续。在鱼类, 端脑部分主要是**基底节(纹状体)**, 大脑皮质的部分为薄弱的**上皮板**, 基本上无神经组织, 或有些与嗅觉有关的神经细胞, 称为**旧皮质 Paleopallium**; 在两栖类和爬虫类中, 旧皮质仍保留, 位于端脑的腹侧; 而在某些哺乳动物中与嗅觉有关的**梨状叶**即为其遗留的代表区。在两栖类, 中央灰质向外转移, 初步形成了大脑皮质的基础, 称**古皮质 Archipallium**, 位于端脑的背面; 在原始爬虫类, 也以旧皮质为主。在高等爬虫类, 由于起

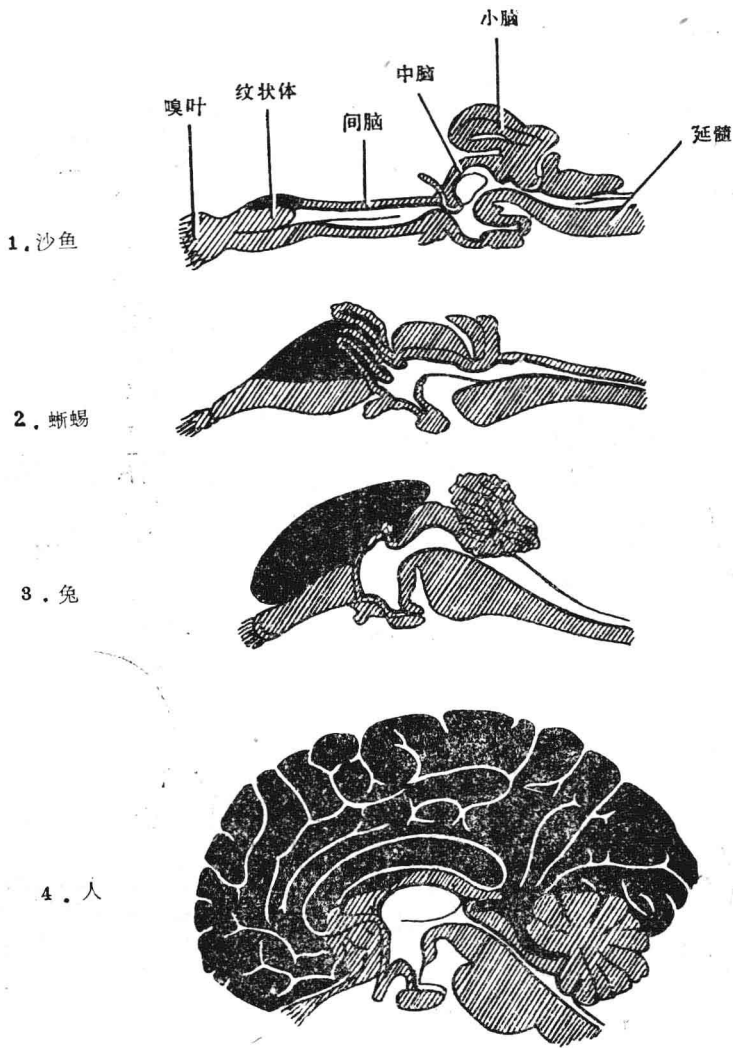


图1—6 脊椎动物脑的进化—皮质化

自丘脑的上行纤维投射到大脑皮质，在旧皮质与古皮质之间形成了**新皮质 Neopallium**，成为联系与整合机体的最高中枢。在哺乳动物，新皮质极为发达，成为大脑半球的主要结构，将古皮质推入大脑半球的内侧面，形成了**海马**等结构，而将旧皮质推到大脑半球的腹侧面，嗅裂附近。在人类，大脑皮质得到了极大的发展，在有限的颅腔内，扩大了皮质乃形成许多皱折，构成了大脑半球的沟回，使大脑两半球的发展远超过了脑的其它各部，在体积上和作用上都占主要地位，成为神经系统的最高中枢。在新皮质发展的同时**纹状体**（基底节）也有相应的分化，被由丘脑投射到新皮质的上行神经纤维分成两部，即位于背部仍居于脑室底部的**尾状核**，和位于腹侧已与脑室分开的**豆状核**。这些上行投射纤维和由大脑皮质下行的纤维一起即构成**内囊**。

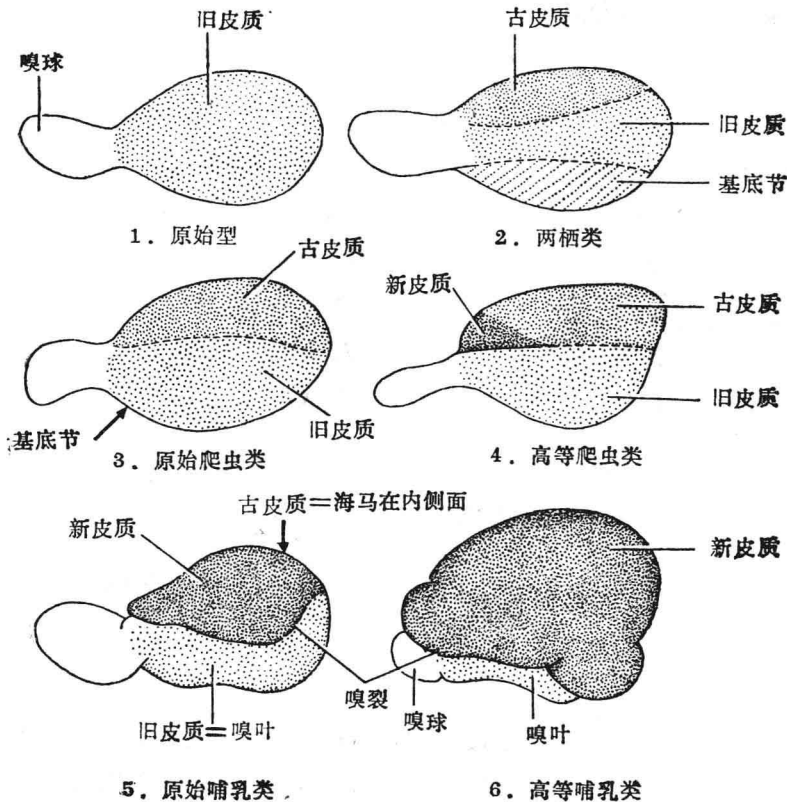


图 1—7 大脑皮质的进化（侧面观）

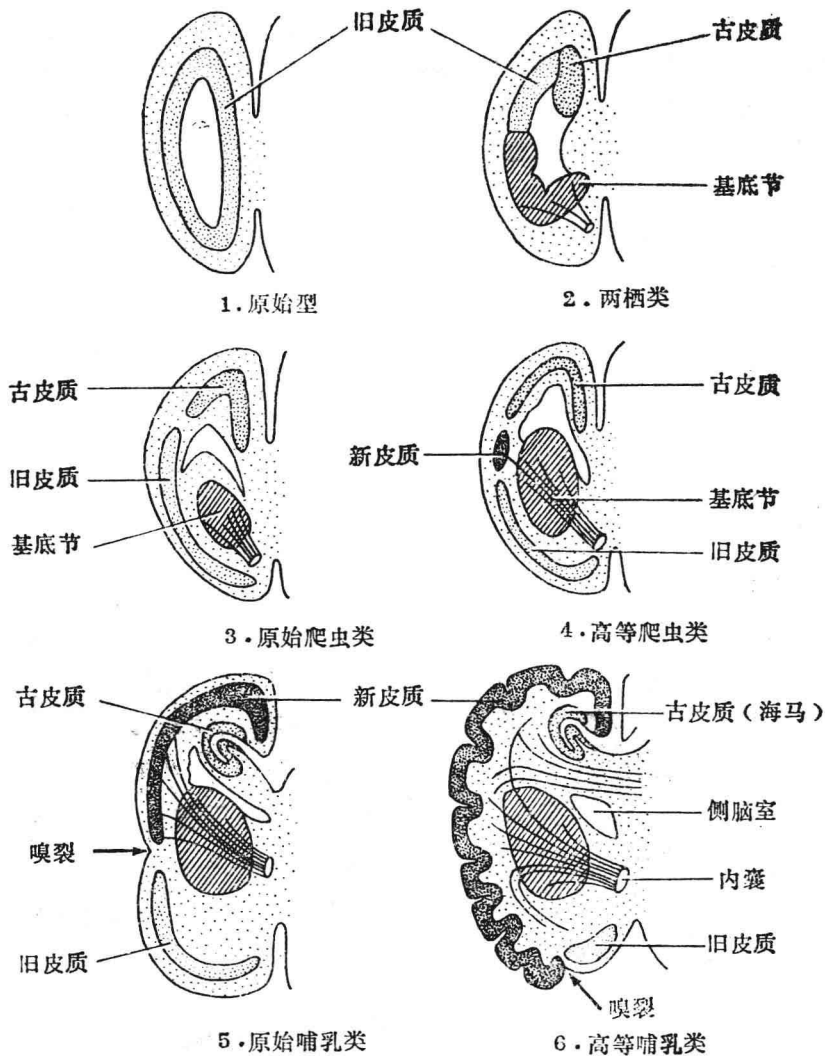


图 1—8 大脑半球冠状切面示皮质与基底神经节的进化

综上所述，可见神经系统的发展是随着机体与环境的关系的发展和机体的构造逐步趋向复杂而发展着的。在其进化发展的过程中有其一定的规律，即：(1) 随着机体的发展神经系统由无到有，由简单到复杂，由分散到集中，由网状、链状到管状，即由低级到高级。(2) 在发展过程中，神经系统是随着感觉器的向头部集中而出现脑化；由于脑对机体的整合作用，即高级中枢向头端转移而出现端脑化；更由于脑对机体各部的联系与整合的加强而出现皮质化。(3) 在发展过程中，不是新出现的构造代替旧有的低级中枢，而是新旧并存，只是新构造处于主导地位，老的结构则处于从属地位；如在人、网状神经、链状神经（交感干）和管状的中枢神经同时存在，脑与较低级分化的脊髓同时存在，最晚出现的大脑皮质与脑的

其他各部同时存在，但是大脑皮质是处于主导地位，脑的其他各部及脊髓都成为从属于大脑的皮质下中枢。

(郑思竞)

第三节 神经系统的个体发生

神经系统由神经管与神经嵴发育而成。神经管将演化成脑与脊髓；神经嵴则演化成脑、脊神经节、交感神经节、副交感神经节、肾上腺的髓质及嗜铬组织，色素细胞及消化道的内分泌细胞等。

一、神经管的形成图(1—9)

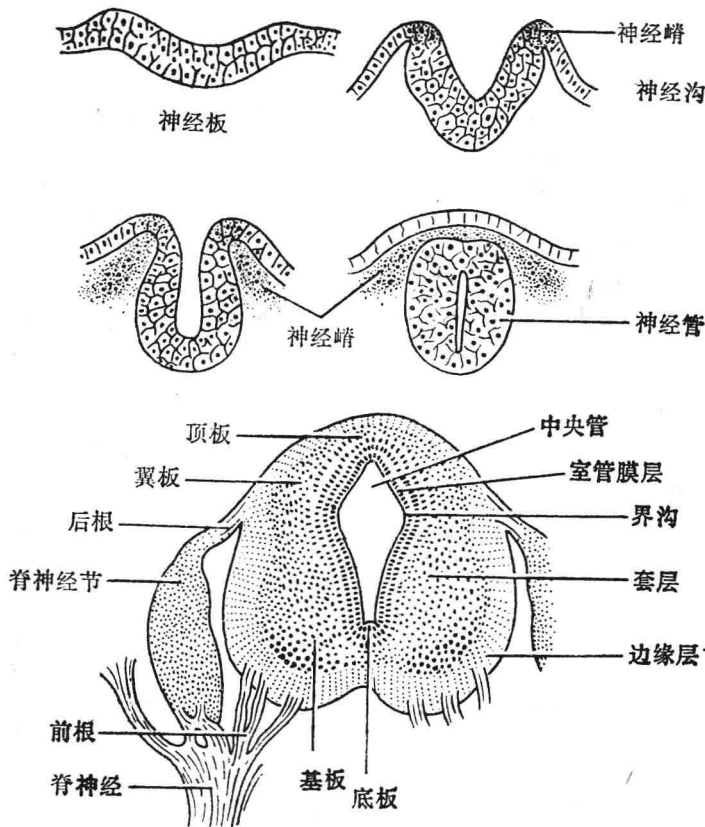


图 1—9 人胚神经管的发育

(一)早期发育 在人胚发育至第三周时，位于原条前方胚盘的外胚层，受脊索诱导下增厚形成细长拖鞋形上皮板即**神经板**，不久神经板的外侧边缘部分分化增生形成神经褶，正中凹陷的纵沟为**神经沟**。神经褶在中线互相靠近。先在中央部开始合并，以后向前后两端进行，前后两端暂时存留两个孔道，分别称为前神经孔与后神经孔。前神经孔在23~24天时关闭，而后神经孔在25~26天时才关闭。待前、后神经孔先后关闭后将形成一个封闭的管状结构即**神**

神经管，最后脱离表面的外胚层而位于深部的间充质组织中。在神经褶未完全闭合时其前端已膨大，待前神经孔闭合后形成前脑、中脑和菱脑三个脑泡，脑泡的后端部分变化不大，仍保持管状结构以后形成脊髓。在中脑与菱脑之间有一狭窄部分为菱脑峡。

(二)组织分化 最初，神经管的神经上皮为假复层柱状上皮，以后细胞分裂增殖形成多层。胚胎第五周时，神经管已分化成**室管膜层**、**套(膜)层**和**边缘层**。室管膜层细胞有分裂能力最后剩下柱状细胞，以后形成中央管与脑室的室管膜上皮。套层的细胞有成神经细胞与成神经胶质细胞。前者形成各种神经细胞，后者形成星形胶质细胞与少突胶质细胞。边缘层主要为成神经细胞与成神经胶质细胞的突起。

在神经管组织衍化成三层结构的同时，由于各部分神经细胞增加速度不同，以致管壁的厚度发生厚薄不均的现象，形成比较薄的**顶板**与**底板**以及比较厚的**侧板**。侧板内侧面有一条纵行的长沟为界沟，界沟将侧板分成背、腹两部分；背份称**翼板**，腹份称为**基板**。基板内成神经细胞发育成为运动神经细胞，翼板内成神经细胞发展成为感觉神经细胞。顶板与底板则无神经细胞。

二、脊髓的发育

(一)一般发育 当神经管的尾端发育成顶板、底板、翼板与基板时，其中央管形成背腹较长的菱形管道。人胚第九周时两侧翼板除向背外侧发展外，并向背内侧方向融合，使中央管背侧部分闭塞，该处的室管膜层也合并参加形成后正中隔。两侧基板除向腹外侧发展外，并向腹内侧延伸，形成前正中裂。中央管的腹侧部分则变化不大，形成永久的中央管。

(二)内部结构图(1—10)

灰质 基板发展成**前角**，其套层的成神经细胞接近肌节发展成运动性神经细胞。其轴突向外生长，组成脊神经的前根，并分布于骨骼肌。翼板发展成**后角**，其套层的成神经细胞接近外胚层，将发展成后角联合神经元。翼板与基板之间的神经细胞形成**侧角**，主要为内脏运动神经细胞。

白质 为神经管的边缘层衍化而成，主要为成神经细胞突起与成神经胶质细胞所组成的网状支架，其中有成神经细胞突起形成神经束，沿脊髓上下通行。

(三)外形与位置的改变

1. 脊髓的膨大 胎儿第三个月时，在颈与腰骶处，各出现一个膨大，分别称为**颈膨大**与**腰膨大**，这是由于上下肢的发育，使支配该处的神经细胞与神经纤维增多所形成。

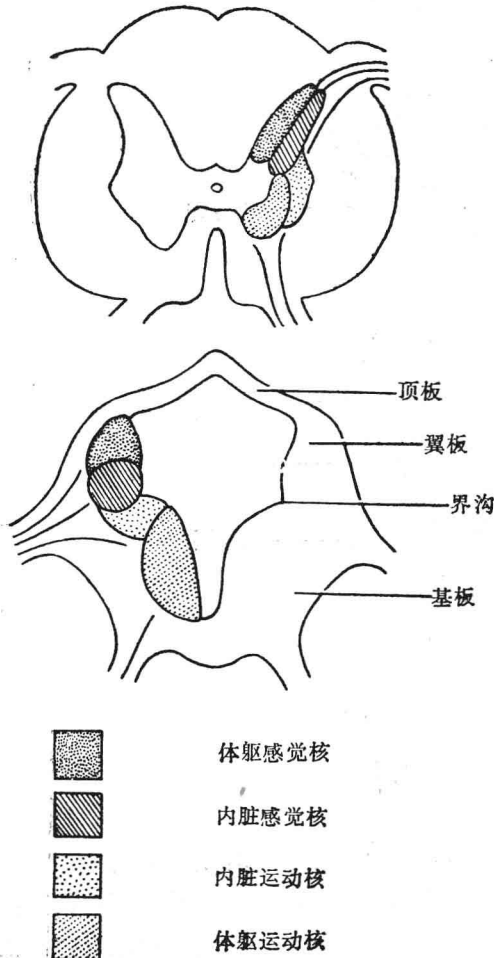


图 1—10 神经管灰质分化示意图