

目 录

绪论	(1)
第一章 神经解剖学的研究方法	(3)
第一节 传统的研究方法	(3)
一、大体研究方法	(3)
二、组织学研究方法	(15)
第二节 近代研究方法	(27)
一、辣根过氧化物酶法	(27)
二、放射自显影神经追踪法	(30)
三、2-脱氧葡萄糖 (2-DG) 法	(31)
四、PHA-L 顺行轴突追踪法	(32)
五、生物胞素和神经生物素	(34)
六、生物素化葡聚糖	(35)
七、霍乱毒素	(35)
八、荧光追踪剂及其追踪法	(35)
九、病毒示踪法	(40)
十、细胞内注射染料	(41)
十一、选择追踪剂的标准	(42)
十二、逆行追踪的定量	(43)
十三、化学损伤技术	(44)
十四、组织化学和荧光组织化学技术	(46)
十五、激光扫描共聚焦显微镜术	(48)
十六、光学探针	(55)
十七、数字荧光图像仪和形态定量研究方法	(57)
十八、免疫细胞化学技术	(60)
十九、原位杂交组织化学技术	(70)
二十、流式细胞术	(71)
二十一、电子显微镜术	(72)
二十二、神经影像术	(80)
二十三、神经组织和细胞培养	(88)
第二章 神经系统的发生与分化	(105)
第一节 种系发生	(105)
一、种系发生的三个阶段	(105)
二、管状神经系的演变	(106)
第二节 个体发生	(108)

一、神经管的发生	(108)
二、脑和脊髓的发育	(112)
三、周围神经的发育	(120)
四、中枢神经系统的发育异常	(123)
五、发育机制	(123)
第三节 中枢神经系统的可塑性和老化	(132)
一、中枢神经系统的可塑性	(132)
二、中枢神经系统的老化	(134)
第三章 神经元	(137)
第一节 神经元学说	(137)
第二节 神经元的不同类型	(141)
第三节 神经元的结构	(143)
一、胞体	(143)
二、神经元膜	(147)
三、细胞骨架	(147)
四、树突	(149)
五、轴突	(150)
第四节 突触	(151)
一、突触概述	(151)
二、化学突触的类型	(173)
三、突触的发育与可塑性	(183)
第五节 神经细胞内的信息传递	(189)
一、受体的结构与功能	(190)
二、主要的跨膜信息转导系统	(195)
三、神经营养素受体的信息转导	(202)
四、CNTF 受体复合物及信息转导	(203)
第六节 神经元活动的基因表达调控	(205)
一、真核细胞基因调控的主要环节	(205)
二、有关神经细胞发育和分化的几个基因调控问题	(209)
第四章 神经递质和调质	(213)
第一节 概述	(213)
第二节 乙酰胆碱	(215)
第三节 胺类递质	(219)
一、去甲肾上腺素和肾上腺素	(219)
二、多巴胺	(224)
三、5-羟色胺	(227)
四、组胺	(232)
第四节 氨基酸类递质	(234)
一、兴奋性氨基酸	(234)
二、抑制性氨基酸	(238)
第五节 肽类递质	(242)
一、概述	(242)

二、P 物质	(243)
三、生长抑素	(248)
四、神经降压肽	(251)
五、胆囊收缩素	(256)
六、血管活性肠肽	(258)
七、神经肽 Y	(260)
八、缩宫素	(262)
九、加压素	(265)
十、内阿片肽	(267)
十一、甘丙肽	(276)
第六节 其他的可能递质	(278)
一、嘌呤类物质	(278)
二、一氧化氮	(283)
第七节 神经类固醇	(288)
第八节 神经递质共存	(293)
第五章 神经营养物质	(300)
第一节 种类、来源、结构和分布	(300)
一、神经生长因子家族	(300)
二、睫状神经营养因子	(303)
三、胶质细胞源性神经营养因子家族	(303)
四、成纤维细胞生长因子	(305)
五、胰岛素样生长因子	(306)
第二节 受体及其信号转导	(306)
一、NT 受体	(306)
二、CNTF 受体	(309)
三、GDNF 受体	(310)
四、FGF 受体	(310)
五、IGF 受体	(311)
第三节 神经生物学作用	(311)
一、神经营养素家族	(311)
二、睫状神经营养因子	(315)
三、胶质细胞源性神经营养因子家族	(317)
四、成纤维细胞生长因子	(318)
五、胰岛素样生长因子	(319)
六、其他因子	(320)
第四节 神经营养因子与神经变性疾病	(320)
一、阿尔茨海默病	(321)
二、运动神经元病	(322)
三、基底神经核病	(323)
第六章 神经胶质	(326)
第一节 星形细胞	(326)
第二节 少突胶质细胞和神经膜细胞	(332)

第三节 小胶质细胞	(336)
第七章 神经组织的变性、再生和移植	(340)
第一节 周围神经组织的变性和再生	(340)
一、周围神经的变性	(340)
二、周围神经的再生	(342)
第二节 中枢神经的损伤、修复和再生	(344)
一、中枢神经损伤后的变化	(344)
二、中枢神经的可塑性和再生	(346)
第三节 神经细胞与凋亡	(350)
一、神经细胞凋亡的形态学变化	(350)
二、细胞凋亡与程序性细胞死亡	(351)
三、神经细胞凋亡的基因调控	(351)
四、几种神经系统疾病与神经细胞凋亡	(352)
第四节 神经干细胞	(353)
一、哺乳动物存在神经干细胞的证据及研究方法	(354)
二、成体脑组织哪些部位存在神经干细胞	(355)
三、人神经干细胞	(356)
四、神经干细胞与胚胎干细胞	(357)
五、影响神经干细胞增殖分化的因素	(357)
六、神经干细胞的细胞和基因置换	(358)
专栏 A 神经组织移植	(360)
第八章 中枢神经系统	(365)
第一节 脊髓	(365)
一、脊髓的位置和外形	(365)
二、脊髓的内部结构	(366)
三、脊髓的化学解剖学	(382)
四、脊髓的功能	(387)
五、脊髓损伤及其相应表现	(388)
六、脊髓损伤的修复与人工反射弧	(390)
第二节 延髓	(394)
一、延髓的外形	(394)
二、延髓的内部结构	(396)
第三节 脑桥	(412)
一、脑桥的外形	(412)
二、脑桥的内部结构	(414)
第四节 中脑	(429)
一、中脑的外形	(429)
二、中脑的内部结构	(430)
第五节 网状结构	(447)
一、网状结构的概念	(447)
二、网状结构的特征	(448)
三、核群与细胞构筑	(450)

四、网状结构神经元的化学构筑·····	(452)
五、网状结构的纤维联系·····	(453)
六、网状结构的功能·····	(456)
第六节 小脑·····	(459)
一、小脑的外形·····	(460)
二、小脑的内部结构·····	(462)
三、小脑的纤维联系·····	(466)
四、小脑的化学解剖学·····	(470)
五、小脑的功能和临床意义·····	(473)
专栏 B 第四脑室·····	(475)
第七节 间脑·····	(476)
一、间脑的外形与分部·····	(476)
二、背侧丘脑·····	(477)
三、上丘脑·····	(491)
四、腹侧丘脑(底丘脑)·····	(492)
五、下丘脑·····	(494)
六、第三脑室·····	(506)
第八节 端脑·····	(508)
一、大脑半球的外形和分叶·····	(508)
二、大脑皮质·····	(514)
专栏 C 关于“优势半球”和大脑的不对称性·····	(538)
三、基底神经核·····	(539)
四、大脑的髓质·····	(543)
五、侧脑室·····	(546)
第九节 嗅脑及边缘系统·····	(549)
一、嗅脑·····	(550)
二、杏仁复合体·····	(553)
三、隔区·····	(555)
四、海马结构·····	(556)
五、基底前脑·····	(561)
六、边缘系统小结·····	(563)
专栏 D 中枢神经系内的长程传导通路·····	(566)
一、上行(感觉传导)通路·····	(567)
二、下行(运动传导)通路·····	(582)
专栏 E 运动回路与调控·····	(590)
第九章 周围神经系统·····	(603)
第一节 脊神经·····	(603)
一、脊神经节·····	(603)
二、脊神经的组成及纤维成分·····	(608)
三、脊神经的脊膜支·····	(610)
四、脊神经后支·····	(610)
五、脊神经前支·····	(612)
专栏 F 全身皮肤和骨骼肌的节段神经支配·····	(640)

一、皮肤的节段性神经支配·····	(640)
二、肌肉的节段性神经支配·····	(643)
三、关于内脏神经支配的节段性和牵涉性痛·····	(645)
第二节 脑神经·····	(648)
一、嗅神经·····	(649)
二、视神经·····	(650)
三、动眼神经·····	(653)
四、滑车神经·····	(656)
五、三叉神经·····	(657)
六、展神经·····	(669)
七、面神经·····	(672)
八、前庭蜗神经·····	(678)
九、舌咽神经·····	(684)
十、迷走神经·····	(686)
十一、副神经·····	(691)
十二、舌下神经·····	(692)
第三节 内脏神经系统·····	(695)
一、内脏神经的中枢部·····	(697)
二、内脏神经的周围部·····	(710)
专栏 G 肠神经系统·····	(743)
专栏 H 神经系统的重要反射·····	(755)
第十章 脑和脊髓的被膜及脑脊液·····	(764)
第一节 脑和脊髓的被膜·····	(764)
一、脊髓的被膜·····	(764)
二、脑的被膜·····	(766)
三、应用解剖·····	(771)
第二节 脑脊液及其循环·····	(772)
专栏 I 接触脑脊液的神经元系统和脑-脑脊液神经体液回路·····	(776)
一、接触脑脊液的神经元系统·····	(776)
二、脑-脑脊液神经体液回路(网络)·····	(779)
第十一章 脑和脊髓的血液供应、回流及脑屏障·····	(784)
第一节 动脉供应·····	(784)
一、脑的动脉·····	(784)
二、脊髓的动脉·····	(793)
三、脑动脉和脊髓动脉的神经支配·····	(795)
四、应用解剖·····	(799)
第二节 静脉回流·····	(802)
一、脑的静脉·····	(802)
二、脊髓的静脉·····	(808)
三、硬脑膜静脉窦·····	(808)
四、颅内外静脉交通·····	(811)
五、椎静脉丛·····	(813)

六、应用解剖·····	(814)
第三节 脑屏障与室周器官·····	(815)
一、对脑屏障概念的认识·····	(815)
二、室周器官·····	(820)
第十二章 免疫-神经-内分泌网络 ·····	(830)
第一节 神经-免疫调节·····	(831)
一、免疫系统对神经系统的作用·····	(831)
二、神经系统对免疫系统的调节·····	(833)
第二节 神经-内分泌调节·····	(835)
一、神经系统对内分泌系统的调节·····	(836)
二、内分泌系统对神经系统的影响·····	(836)
第三节 免疫-内分泌调节·····	(836)
一、免疫系统对内分泌系统的影响·····	(836)
二、内分泌系统对免疫系统的控制·····	(837)
第四节 免疫-神经-内分泌网络的临床意义·····	(837)
一、癫痫·····	(838)
二、Alzheimer 病·····	(838)
三、Parkinson 病·····	(838)
四、感染性疾病·····	(839)
五、心血管疾病·····	(839)
六、肿瘤·····	(839)
中文专业名词索引 ·····	(841)
英文专业名词索引 ·····	(859)

绪 论

神经解剖学是人体解剖学的重要组成部分，是神经科学的基础。现代人体解剖学于1543年由Vesalius创立，而现代神经解剖学直至19世纪中期由于化学工业的发展，能对神经组织进行特殊染色才成为一门独立的学科。例如，Remak (1815~1865)发现了无髓神经纤维；Waller (1816~1870)发现了神经纤维被切断后的变性；Broca (1824~1880)发现了大脑皮质语言区等。随后，Golgi (1843~1926)、Cajal (1852~1934)、Nissl (1860~1916)等对神经解剖学的发展都作出了不可磨灭的贡献。到20世纪初期，人们已利用光学显微镜和脑定位仪对神经系统的结构和功能进行了全面的研究。20世纪50年代以后，神经解剖学进入了辉煌发展的历史时期，电子显微镜的应用打开了认识神经系统超微世界的大门。20世纪70年代以后，放射自显影术、辣根过氧化物酶法、荧光组化和荧光素标记法问世，尤其是70年代末兴起的免疫细胞化学技术、80年代的原位分子杂交以及90年代的激光共聚焦显微镜技术和分子生物学等，给神经解剖学的研究带来了质的飞跃。这些方法不仅能认识神经组织的超微结构和突触联系、追踪神经通路，而且使神经细胞间信息传递的形态学研究（即化学神经解剖学）成为可能，使神经解剖学研究由整体、器官、组织、细胞水平提高到亚细胞、分子和基因水平。由于新方法、新技术的逐渐普及和理论水平的提高，我国的神经解剖学工作者已在一些领域取得了可喜的成果。例如，在内脏感觉的中枢传导径路、痛与镇痛的形态学基础、腺垂体的神经支配、躯体-内脏神经的侧支投射、神经再生和移植以及脑-脑脊液神经体液回路、免疫-神经-内分泌网络、神经系统疾病的分子生物学研究等方面都已接近或达到国际先进水平。目前，神经解剖学的发展已经超越了本学科的范围，而与其他有关学科相互交叉、相互渗透，甚至与临床研究相结合，参与了一些疾病（如脑缺血、老年性痴呆、癫痫等）发病机制的研究，并取得了一些创新性成果。

在种系进化过程中，神经系统经历了网状、节状、管状等阶段，由低级向高级发展，人类的神经系统已发展到最高阶段。根据头化原则，人类大脑皮质又发展到登峰造极的程度，成为人体各器官系统功能活动的最高调节器。神经系统是人的主导系统，它可通过神经实行直接调控，也可通过内分泌系统实行间接调控（神经-体液调节）。近年来又有学者提出了“免疫-神经-内分泌网络”（immune neuroendocrine network）学说，故神经系统还可通过免疫系统对其他系统进行调节。

人的神经系统可分为中枢神经系和周围神经系。中枢神经系（central nervous system）包括位于颅腔内的脑和位于椎管内的脊髓，是反射弧的中心部位，内含大量运动神经元（躯体运动和内脏运动）和中间（联络）神经元。周围神经系（periphery nervous system）包括与脑相连的脑神经和与脊髓相连的脊神经，以及内脏神经系的周围部（包括肠神经系），主要由运动神经元的轴突和感觉神经元组成（内脏神经系尚含有节后运动神经元胞体）。内脏神经系（visceral nervous system）又称自主神经系（autonomic nervous system）或植物性神经系（vegetative nervous system），但因为任何内脏神经的活动都不同程度地受到大脑皮质意识的影响，而植物性神经一词显然不能代表人类的神经活动，故后两个名词不能准确地反映内脏神经的实际功能，本书作者建议将其废弃不用。

神经系统由神经细胞（神经元）和神经胶质细胞组成。神经元是神经系的结构和功能单位，具有

接受刺激并将其转变为神经冲动加以传导的功能。神经胶质细胞的数量是神经细胞的 10 倍，它们虽然不能传导神经冲动，但具有保护、支持、营养、防御、免疫、再生、维持离子平衡、参与递质代谢和产生神经类固醇等多方面的功能。由于条件的限制，人们过去对神经胶质细胞的了解较少，现在由于科学技术的进步，越来越显示出神经胶质细胞在神经系统中不可替代的重要性。

神经系的结构并不是杂乱无章的，而是根据一定的规律有序地组构起来的。神经元胞体在中枢，通常聚集在表面形成皮质（cortex）；在深面形成灰质（gray matter）；灰质内的神经元又可形成核（nucleus）或柱（column）；在周围，神经元胞体构成神经节。神经元的轴突构成神经纤维（nerve fiber），在中枢，它们集中起来形成白质（white matter）；若分布于深面则称为髓质（medulla）；相同起止和功能的神经纤维聚集在一起形成传导束（tract）。在周围，神经纤维聚集为神经干或神经束。

整个神经系统是一个由亿万个细胞构成的庞大而复杂的信息网络，它通过反射活动来维持机体内环境的统一以及机体与外环境的统一，而反射的结构基础就是反射弧，各种传导径路实际上就是反射弧中的一部分。神经系统的复杂性不仅表现在神经细胞和胶质细胞数量的庞大，更表现在其纤维联系的错综和广泛，从而决定了其功能的多样性。此外，在神经系统内还有各种类型的回路（circuit），包括运动回路和感觉回路。这些回路的存在保证了神经系统活动的准确和完善。

（华中科技大学同济医学院 朱长庚）

神经解剖学的研究方法

回顾自然科学的发展史，我们可以深切地感受到技术创新对自然科学的发展来说是最为重要的因素之一。一百多年来神经解剖学的进展也说明了这一点。每当先进技术被引入神经解剖学的研究领域，人们对脑结构的认识也就随之深入一步。虽然脑的奥秘至今尚未彻底揭开，但作为生命科学范畴的神经解剖学，随着方法学的不断创新，在内容方面已突破了仅以研究脑结构、形态为中心的范围，以至在某些方面与神经科学的其他研究领域已达到了彼此无法截然划分界限的程度。本章仅介绍一些方法学的沿革以及常用的技术方法。

第一节 传统的研究方法

一、大体研究方法

脑质地柔软，结构复杂。脑内核团和纤维束的结构复杂，两者之间既紧密相邻又互相交织，很难显示它们的完整结构。因此，制作脑标本需要采用特殊的防腐固定技术和特殊的药液浸泡技术；操作人员还需熟悉脑的解剖知识，掌握脑解剖的技术方法和技巧。

（一）脑和脊髓的移取与保存

脑和脊髓的移取是神经解剖学的基本操作，也是制作脑和脊髓标本的前提。移取脑和脊髓，除用一般的解剖器械外，还必须备有开颅工具。

1. 脑的移取

（1）固定尸体脑的移取

1) 剥离颅顶部软组织：①矢状切口：自眉间向上经颅顶正中线延续到枕外隆凸，纵行切开头皮和帽状腱膜直至骨膜。用丁字型骨凿，沿矢状切口，在骨膜下向两侧钝性剥离颅顶部软组织和额肌的起点，将头皮向下翻到两侧耳根上方为止。②冠状切口：自两侧耳根上方，冠状切开头皮和骨膜，用丁字凿沿切口两侧钝性剥离颅顶软组织，将皮瓣翻向前后。③环状切口：自眉弓及枕外隆凸上1cm处（颅顶周长最大环形线）环形切开皮肤，钝性剥离并去除颅顶部皮肤。

2) 锯切颅骨：用锯绕颅骨于眉弓及枕外隆凸上1cm处环形锯开颅骨外板及板障，当见到锯口有染血迹的锯（骨）末出现时，立刻停锯。由于两侧颞部骨质较薄，所以不宜锯得太深。用丁字凿轻轻凿开内板，并将丁字凿插入锯口，两手握住丁字凿把手，用力扭动，揭开颅盖，此时可见覆盖脑表面的硬脑膜。

3) 切开硬脑膜暴露脑髓：在距颅骨锯口断端上0.5cm处剪开硬脑膜，并水平向后达枕部。枕部的硬脑膜应保留1.5cm长，防止取脑向后推压脑时枕骨断端损坏枕叶脑组织。在颅骨鸡冠处切断突入两大脑半球之间的大脑镰附着部以及注入上矢状窦的静脉，然后向后方轻轻揭起硬脑膜及大脑镰。此时要注

意剪断桥静脉和蛛网膜颗粒,避免拉坏脑组织。

4) 移取脑髓:自额骨后方将手指伸入颅前窝,轻轻推压大脑额叶,直至见到筛板上的嗅球为止,从筛板上切断嗅丝,将其与脑一起拉起,见到视神经和视交叉时立刻停止。在其两侧可见颈内动脉,在脑底附近依次切断颈内动脉、视神经,再将脑向后拉,可见垂体及漏斗,用长柄圆刃刀由垂体窝前方下刀切开鞍膈,挖取垂体。继续将脑向后拉起,切断动眼神经与滑车神经,此时将脑向一侧推,从颅中窝拉出颞叶前端。用同法拉出另一侧的颞叶前端,暴露出大脑枕叶和小脑之间的小脑幕,沿颞骨岩部上缘切断两侧的三叉神经、展神经、面神经、位听神经及小脑幕。将头复正,颈部垫一木枕,使头自然后仰,用手托住脑背面,容其向后脱出少许,用长柄刀深入脑底,依次切断舌咽神经、迷走神经、副神经、舌下神经和椎动脉等;再从脑干腹侧面伸刀入枕骨大孔,切断脊髓上段,即可将脑取出,用流水冲洗干净备用。在取脑时,因脑髓固定硬化,切不可用力牵拉或翻动,否则极易出现延髓与脑桥连接处被撕断和脑神经根被拉断。在使用刀、剪等器械时应细心、准确,以免损坏脑实质,影响脑的完整性。

(2) 未固定尸体脑的移取:将新鲜尸体流水冲洗消毒后,仰卧在尸体台上,颈部垫一木枕,自左右耳根部向上额状切开头皮,钝性剥离并向前后翻开,其余操作步骤同上。应特别注意的是新鲜脑很软,易变形和挫伤,操作过程中必须用手托扶,取出脑后应立即用纱布包裹,悬浮在固定液中保存,以免变形。取完脑可将颅骨复位,把头皮缝合。

2. 脊髓的移取

(1) 利用解剖过的取脑或未取脑的尸体,使其俯卧于尸体台上,颈部垫一木枕,然后沿背正中线,上自枕骨,下至骶尾结合处纵行切开皮肤,将皮肤翻向两侧,分别距正中线 10cm。

(2) 切除枕部、项部和背部正中线左右各 10cm 宽范围内的深层肌肉、项韧带、肋横突后韧带和横突间韧带,再用骨膜剥离器或骨凿沿棘突将骨膜向外剥离达横突和肋骨的后端。

(3) 调整双刃弓锯(脊柱锯)的宽度,视椎板的宽度自上而下锯断棘突两侧的全部椎弓和骶骨的椎弓板,亦可用骨钳逐个剪断椎弓。将棘突与椎弓拿掉,暴露出椎管内的硬脊膜和脊髓。

(4) 于枕骨大孔处切断椎动脉和脊髓(脑已被取完者,不需此项操作)。

(5) 逐一修剪椎间孔,暴露脊神经前根和后根、脊神经节和脊神经,于脊神经节远端逐个游离和切断脊神经(根据标本所需要的内容和标本造型设计保留脊神经的适当长度)。将脊髓被膜、脊髓和脊神经一并轻轻提起,整条脊髓及被膜即可完整取出,用流水冲洗干净,保存备用。

3. 脑和脊髓的保存

(1) 从已防腐固定尸体取出的脑和脊髓,用流水洗净凝血块和其他组织碎屑,然后放在 10% 的甲醛溶液内继续固定。为保证脑外形完整,在标本缸或瓶底应衬垫棉花,每瓶只能装一个脑和一条脊髓,以免互相挤压变形。另一种方法,用线穿过基底动脉,将脑悬吊在固定液内。

(2) 未经防腐固定尸体取出的新鲜脑,须用纱布包起来,瓶底衬垫棉花,然后放入 10% 的甲醛溶液中固定。约 1 个月以上才能充分固定硬化。在此期间,根据季节气温的高低,需更换新固定液两次以上。

(3) 脊髓的固定和保存,应注意将它伸展理直,如带脊神经者,也应同时加以整理修洁,一同固定在玻璃板或塑料板上,然后放在 10% 的甲醛溶液内固定保存。

(二) 脑膜和脑血管标本的制作

1. 原位脑膜与血管透明显示法

(1) 取材与固定:选用新鲜尸体,取下尸体头部,先用 10% 的甲醛溶液经颈总动脉灌注固定,放置 24~48 小时后,再由颈总动脉注入红色填充剂,然后将尸体头部放入 10% 甲醛溶液浸泡 1 个月左右,使之彻底固定。

(2) 透明显示:应用常规取脑方法去掉颅盖,将标本放入 70% 的甘油中浸泡,利用甘油对血管壁的透明作用,可清楚显示脑膜血管。

(3) 若显示三层脑膜的形态,可于原位保留脑,用开窗方法分层暴露。

2. 硬脑膜静脉窦与脑膜中动脉显示法

(1) 取材与处理: 按常规取脑方法, 切开头皮和锯切颅骨, 用钝性剥离方法游离颅底部硬脑膜, 直到枕骨大孔部。在游离的过程中, 颅底的蝶骨小翼和前、后床突很难与硬脑膜分离, 可用骨凿将骨质连同硬脑膜一同游离, 确保硬脑膜完整, 不受损坏。此时切断硬脊膜和脊髓上端, 然后于硬脑膜枕骨大孔部去掉脑组织, 冲洗干净备用。

(2) 硬脑膜静脉窦和脑膜中动脉的灌注: 采用支撑力强的 15% ~ 20% 的过氯乙烯血管填充剂, 分别灌注硬脑膜静脉窦和脑膜中动脉, 然后将硬脑膜腔内充满自来水, 使其恢复正常形态。待填充剂固化后进行漂白、透明。

(3) 透明显示经过灌注处理的标本, 放入甘油中浸泡透明: 通过此法, 可清晰显示硬脑膜静脉窦相互连通的三维立体关系和完整的脑膜中动脉分布状况。但透明方法仅适用甘油法, 而其他透明剂均对过氯乙烯有软化和溶解作用, 而失去本法特点。

(三) 脑血管的显示

脑血管通常用灌注带有颜色的填充剂的方法来显示。常规的脑血管灌注都是经尸体股动脉灌注乳胶后, 移取出脑血管标本材料。灌注后的脑血管标本, 应细心地清除脑蛛网膜, 然后切除一侧大脑颞叶、枕叶及对侧的额、顶两叶的上部和小脑半球, 可以清楚地暴露出颈内动脉、基底动脉、脑底动脉环和各动脉分支的分布区域。经大脑前、中、后动脉分别灌注不同颜色的标本, 可以显示这三条动脉在大脑和小脑半球表面的分布范围。脑的动、静脉也可用不同颜色的填充剂分别灌注颈内动脉、椎动脉和颈内静脉、椎静脉。在同一个标本上同时灌注动、静脉时, 需注意掌握灌注压力和灌注填充剂的量, 以免动、静脉内填充的颜色相互渗透, 影响标本质量。另外, 在显示脑的微血管时多采用碳素墨水 4 份、甲醛 1 份、蒸馏水 2 份, 多层纱布过滤后, 经颈内动脉和椎动脉灌注新鲜尸体头部。然后将灌注好的材料放入 10% 的甲醛溶液中浸泡 24 ~ 48 小时, 常规方法取出脑, 放入甲醛溶液里继续防腐固定 1 个月左右。

(四) 脑和脊髓的外部形态标本

脑和脊髓标本的种类繁多, 可根据教学和科研的需要从不同的角度采用不同的方法, 制作脑和脊髓整体或局部的各种外形标本。制作脑和脊髓的外形标本, 首先应选择固定硬化好、外形端正、完整无损的脑和脊髓。此种标本制作并不复杂, 但要熟练掌握切断的部位和内容, 确保准确, 细心制作。在此, 仅介绍下列两种标本的制作步骤和方法。

1. 脑积木式组合标本的制作法

(1) 在胼胝体上方 0.5cm 高度作大脑半球的水平切面, 然后沿外侧纵纹去掉遮盖胼胝体的灰质。

(2) 再沿透明隔上缘, 将胼胝体切离透明隔, 即可取掉侧脑室中央部和前角的顶, 暴露侧脑室前角及中央部的顶。

(3) 向后外延长纵行切到顶枕裂底部, 以扩大侧脑室后角。

(4) 将顶叶和额叶的相邻部分切成“J”形并取下, 暴露岛叶。

(5) 显示侧脑室的后角和下角, 需作三个切面。第一个切面由后部横切开始, 沿后角内侧壁的上缘弓形切开; 第二个切面连接上述切面的开始部分和外侧裂的后端, 沿脉络丛切向下角的上壁; 第三个切面是沿着侧脑室后角和下角的外缘制作。

(6) 在胼胝体中间横切面处切断穹隆体, 再将穹隆脚和海马连合与位于其下方的血管小心地剥离开, 为了使颞极与脑干的基部分开, 可由海马回钩与视束和前穿质之间的缝隙开始, 向后外作切口, 使胼胝体体部及压部与脑干分离, 暴露脑干背面。

(7) 切断小脑三对脚, 游离小脑。

这样切开的脑标本可以分开, 亦可组合成一整脑。切取多少, 可根据制作标本的内容要求而定 (图 1-1-1)。

2. 脑和脊髓整体标本的制作法

(1) 选用经动脉灌注染料的尸体, 取出完整的带有脑血管和脊髓血管以及脑神经根和脊神经根的脑和脊髓标本。

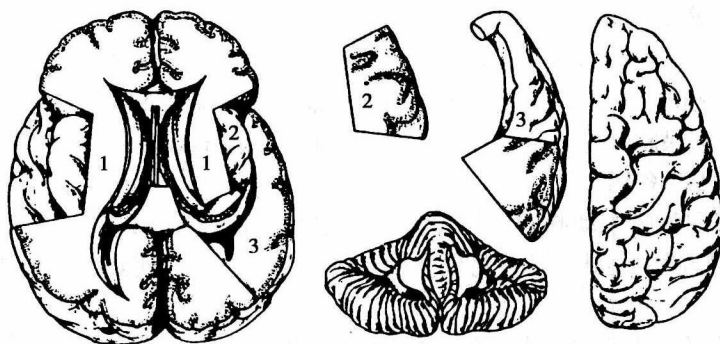


图 1-1-1 脑积木式组合标本的制作方法

(2) 修洁脑底部 12 对脑神经根和脑基底动脉环, 保留完整的脑和脊髓全貌标本。也可以用脑刀将左右大脑半球切除, 制成脑干和脊髓的连接标本。

(3) 沿脊髓的前、后面, 从上至下用手术剪刀纵行剪开硬脊膜的全长, 剪掉脊髓前、后面的大部分硬脊膜, 仅保留脊髓两侧的硬脊膜。这样可以充分显示脊髓前动脉和后动脉、脊髓圆锥、终丝、脊神经前根和后根、脊神经节、马尾及齿状韧带等结构。

(4) 可根据标本设计要求和造型进行修剪, 保留周围神经的适当长度。

(5) 根据标本的大小及形态, 制作一个有机玻璃标本盒, 将脑与脊髓和周围神经固定于盒内的塑料板或支架上, 封盒保存。

(五) 脑的解剖剥离标本

制作脑内复杂的神经核群和排列相互交错的神经纤维束标本, 需选用大脑外形完整、经甲醛溶液充分固定的新鲜脑。首先将脑膜和脑血管剥离干净, 并用流水缓慢冲洗; 然后采用特殊的药液浸泡和特殊的技术处理。制作脑解剖剥离标本, 需要熟悉脑的内部结构, 掌握各结构的空间位置关系。

1. 脑的主要纤维束与核群的解剖

(1) 主要纤维束的显示: 大脑的主要纤维束由投射纤维、联络纤维和连合纤维构成。要显示这些纤维束, 需将位于它们表面的灰质和其他结构剥去, 然后以钝头镊子或牙科探针等, 顺纤维方向逐层细心将纤维剥离, 便可显露大脑纤维自然走行的形态。

1) 投射纤维: 大脑的投射纤维主要包括内囊纤维和上续的放射冠。一般从外侧面显示内囊和放射冠纤维。可由大脑外侧裂开始, 切除脑岛盖, 用牙科充填器或竹片刀小心剥去岛叶的灰质和白质, 去掉较薄的屏状核和外囊, 再一片一片地挖去豆状核, 直到显露出上下方向放射走行的纤维束, 即内囊。也可从正中矢状切开的大脑标本的内侧面挖除丘脑, 显露内囊纤维。因内囊前部很薄, 而且被连于豆状核与尾状核之间的灰质板所穿过, 在挖除豆状核和丘脑时易被撕掉, 故剥离内囊前部要特别小心。顺内囊纤维向上剥离, 延续至放射冠。放射冠纤维向前可追溯进入额叶; 向后进入枕叶即视放射纤维; 向外经豆状核后部下方进入颞叶, 即听放射纤维; 向上因被胼胝体纤维交错, 不能追溯得更远。内囊下连大脑脚底, 其间有视束通过, 视束与豆状核下面密切相邻, 并成为内囊与大脑脚底的分界线。把视束原位游离出来, 再在中脑腹侧修洁大脑脚底, 追踪这些纤维向下, 经脑桥基底部进入延髓锥体和锥体交叉, 可完整显示锥体系统。

2) 联络纤维: 联络纤维包括短的联络纤维和较长的联络纤维。短的联络纤维是绕过每一脑沟沟底、联络于相邻脑回之间的纤维, 即弓状纤维。在相邻两脑回之间剥除脑沟表层的灰质便可显露。较长的联络纤维多是联络于相距较远的脑回之间, 比较重要的有扣带、钩束、上纵束和下纵束。刮除扣带回的灰质, 可显露其深面的扣带。在大脑外侧沟底面, 清除岛叶的灰质, 暴露出呈钩形绕过大脑外侧沟底的钩束。除去颞叶外侧面和相邻的枕叶部分灰质, 刮除短的联络纤维, 可显示半球外侧面下份深层的由枕极伸至颞极的下纵束。切除额、顶叶部的岛盖, 在岛叶上方沿前后方向轻轻刮除额、顶叶部岛盖根部的白质, 可找到一些前后走行的纤维, 这便是上纵束。上纵束表面很不平整, 是因为此束沿途分出纤维与表面的脑回相连的缘故, 剥离时不必修平整。

3) 连合纤维:最主要的是胼胝体。取一完整脑标本,用竹片刀或牙科填充器由大脑纵裂开始把两侧大脑半球上部的脑组织一片一片撕去,直达冠状走行的纤维,便是胼胝体。两侧再向外追踪,可见它进入大脑半球内部由白质构成的半卵圆中心。剥除扣带回的剩余部以及额叶和顶叶的部分,可暴露出由胼胝体膝部和压部扩散而形成的小钳和大钳。切除岛叶和屏状核下部,暴露出一个圆形束,便是连接于两侧大脑半球颞叶前下份之间的前连合。

4) 小脑的纤维:小脑借上、中、下三对脚分别与中脑、脑桥和延髓相连。小脑中脚是三对脚中最大的,由脑桥的横行纤维组成。用竹片刀或牙科填充器循中脚的方向,剥去小脑水平裂前份附近的灰质,便可暴露散入小脑半球白质内的小脑中脚纤维。紧靠小脑中脚的内侧,沿小脑上脚的方向,去除小脑前叶和中叶的一部分,便可显示小脑上脚起自小脑齿状核的部位。中脚与上脚之间的纤维束为小脑下脚,它由延髓橄榄核后外侧上行,至脑桥背后方,扩展成扇形进入小脑。

(2) 主要核团的显示

1) 大脑内部的主要核团包括豆状核、尾状核、杏仁核及屏状核,合称基底核或基底神经节。显露大脑基底核的标本,应先把小脑三对脚紧贴小脑处切断并去除小脑,再剥去岛叶的灰质和白质,便可暴露出较薄的屏状核。用钝性刀轻轻刮去屏状核,再一片片撕去屏状核内侧薄薄的外囊,可清晰显露出豆状核。然后注意修洁豆状核上部的白质,勿损伤豆状核的上缘。在大脑半球的内侧面,经尾状核头部与胼胝体嘴之间,用刀柄插入侧脑室前角内,将胼胝体嘴与尾状核分离,并向上撕开,把它推向膝部,以暴露豆状核和尾状核相连续的部位。由尾状核头部开始,沿此核向后、向下,然后转向前,修洁尾状核。杏仁核一部分位于侧脑室下角顶部前端,一部分位于海马回钩内,与尾状核尾部的末端相接,循尾状核尖端可找到此核,经过乳头体的脑冠状切面也可显示杏仁核。

2) 丘脑核群和脑干内的核群,通常用切面标本显示。

3) 小脑核群比较重要的是齿状核。剥制时需将手指伸入小脑水平裂前份,剥去小脑上部,显露小脑上脚,然后用钝头镊子将上脚后面的白质一片片撕掉,直到灰质,便是小脑齿状核。小脑顶核位于第四脑室顶的中线附近,靠近小脑舌和中央小叶的腹面。球状核居顶核与栓状核之间。由于这些核团深居小脑蚓部的白质内且较小,剥制时较难寻找,可用脑切面标本显示。

2. 脑纤维束剥离标本的特殊制法 制作人脑纤维束的剥离标本是展示和研究中枢神经系统结构的一种重要手段。此方法经过长时间的改进,能够把脑的主要传导束及核团形象而立体地展示出来,对中枢神经系统的理解和记忆很有帮助。

(1) 脑的固定:由颅腔取出的新鲜脑,先用流水缓慢冲洗干净,然后经过浓度逐渐增高的甲醛溶液固定,不同年龄的脑的固定时间和方式不同。在脑固定过程中应特别注意低浓度甲醛溶液的开始阶段,尤其在炎热的夏天,因甲醛溶液的浓度低,同时还有血液从血管中溢出,所以要勤换液体,以免变质,影响脑的固定效果,导致内部出现粉红色软化现象。经过甲醛溶液固定后,即可进行第二步的特殊浸泡过程。如果特殊浸泡过的脑一时不能进行纤维束剥离,则将脑放回甲醛溶液中长期保存。需要注意的是,胎儿脑的处理与成人脑及小儿脑大不相同。胎儿脑很难从颅腔内取出,需要与颅一起固定。

(2) 剥离前处置:剥离前处置的好坏对于标本制作能否成功有决定性的影响。单纯用酒精浸泡经过甲醛溶液固定的脑硬而缺乏弹性,剥离时纤维束脆而易断,特别是对于较细或较为分散的纤维束尤其如此,还可导致白质与灰质之间以及各纤维束之间不易剥离。为了克服这一缺点,常采用下列几种方法对脑进行特殊处理和浸泡:

1) 冰冻法:冰冻法处理脑标本,是利用脑组织细胞群与纤维束所含水分不同的特点,经过冰冻过程,体积胀大系数不一致,使间隙变宽,易于分离。

用经甲醛溶液固定的脑标本,流水冲洗后放入有棉垫的盘内,将盘子置入冰箱,开始时的温度为 -4°C ,经12小时左右,再降温至 -15°C 维持24~48小时(在寒区冬季将脑放在室外自然降温亦可,但要防止脑表面被吹干),到脑表面出现冰冻裂缝并呈黄褐色时,将脑移出冰箱,并置入流水中冲洗或用 $35\sim 40^{\circ}\text{C}$ 温水浸泡,使冰凌溶解,就可用来制备脑纤维束剥离标本。但这种方法处理的灰质会出现许多由于水分冻结而造成的孔隙。

2) 热水浸煮法: 经过防腐固定的脑, 流水冲洗后用 90℃ 的恒温热水浸煮 2 小时左右。加热可使纤维束韧性增强, 脑组织轻度收缩, 皮质与髓质发生分离, 易于剥离显示纤维束。此法的效果与药浸法相似, 但操作比药浸法简便。要注意掌握浸煮的温度与时间, 以免温度太高或时间太长致使脑标本收缩变形。

3) 药物(朱氏液)浸渍法: 先用流水把脑冲洗 3~5 分钟, 尽量把脑表面的甲醛溶液冲洗干净, 以便增强朱氏液对脑组织的作用。成人脑要在朱氏液中浸泡 3~7 天, 小儿脑 2~5 天, 温度保持在 37~40℃ 时浸泡的脑组织弹性最佳。朱氏液的配方如下: 60% 乙醇 1000ml, 浓盐酸 20ml, 食盐 20g, 胃蛋白酶 1g。先配好 60% 的乙醇, 然后把浓盐酸沿容器壁徐徐倒入; 其次放进食盐(最好是精盐); 最后放胃蛋白酶, 用玻璃棒搅拌促其溶解, 根据要浸泡脑的数量决定液体配制的量。一般一个成人脑需用 1500ml 左右, 两个脑约 2500ml 即够用。但胎儿脑的朱氏液配方和浸泡时间与成人脑及小儿脑不同。

经过朱氏液处理过的脑保持原大、原色, 甚至变得更白净。经过处理的脑纤维束具有相当大的弹性, 不易扯断。灰、白质较为分明, 且相互间较松散, 易于剥离追踪。脑的这种变化是可逆的。如果将经过处理的脑重新放回一定浓度的甲醛溶液中, 一段时间后纤维会丧失弹性而变硬, 此点有利于标本装瓶保存。

另外, 经过朱氏液处理后, 脑具有相当大的弹性。这一点似与胃液作用于食物相似。在盐酸对蛋白质起膨化作用的条件下, 胃蛋白酶可能分解脑中各种纤维束间的某种黏合的蛋白质, 使其变松, 易于剥离。脑组织的弹性可能是由于在盐酸液中胃蛋白酶作用于神经纤维的膜, 使蛋白、类脂成分发生水解所致。

经过上述处理的脑都能用于制作脑纤维束的剥离标本。

(六) 脑室的显示方法

脑室是深居脑内部的不规则腔隙, 在标本制作中可采用解剖法和铸型法显示侧脑室、第三脑室、第四脑室和大脑导水管。铸型法在观察脑室全貌和各部之间的相互通连上更加清楚(详见本节铸型标本的制作)。对脑室的正常形态结构及其位置与毗邻关系的了解是解剖法成功的关键。脑室解剖法主要有如下操作步骤:

1. 侧脑室的解剖

(1) 用脑刀平胼胝体之上作水平切面, 将上部的脑去掉。

(2) 用解剖刀从一侧的外侧纵纹外缘轻轻刺入侧脑室, 先将刀口切向后方直达后角, 再将刀口引向前达胼胝体膝部。

(3) 将脑岛盖的额部去掉, 显露岛叶的环状沟。

(4) 用刀循岛叶环状沟下份刺入侧脑室下角, 向后延伸与刀口(2)相遇, 向前切至外侧沟。

(5) 循岛叶环状沟上份水平切入侧脑室, 向前将放射冠切断, 与刀口(2)相遇。如此, 即可由上外方暴露侧脑室。

(6) 依同法做另一侧, 然后进行修整。

2. 第三脑室的解剖 第三脑室为两侧丘脑之间的窄缝, 外形很不规则, 还有一些憩室或隐窝。第三脑室的位置形态, 可用脑的水平或冠状切面标本观察。如用解剖法显示第三脑室顶部, 其步骤是:

(1) 用脑刀在胼胝体上面作水平切面, 将脑的顶部去掉。

(2) 用解剖刀在外侧纵纹的内侧刺入侧脑室, 将刀口向前引至胼胝体膝部, 向后引至侧脑室后角。

(3) 同样切法作对侧切口。

(4) 将胼胝体从中间切断, 分别翻向前、后方, 便可看到第三脑室顶。

3. 大脑导水管和第四脑室的解剖

(1) 大脑导水管和第四脑室都可在脑的正中矢状切面标本上看到。解剖显示第四脑室顶和底的形态是比较困难的, 因为第四脑室顶紧贴小脑, 如不仔细往往有撕破的危险。制作时先将大脑的后半部去掉, 轻轻地把小脑前叶与脑干分离, 再用手指从下面将小脑后叶仔细向前上逐步托起, 使第四脑室顶的室管膜与小脑脱离。待小脑的前、后叶均与室管膜剥离后, 便可用解剖刀紧贴小脑先在三叉神经根的外

侧切断小脑中脚,再切断小脑下脚和上脚,移除小脑,即可显示第四脑室顶。如撕去第四脑室顶的室管膜,便可显露第四脑室底。

(2) 第四脑室顶最低部分朝向后下的孔是第四脑室正中孔,而第四脑室外侧隐窝末端室管膜和软膜上的裂缝是第四脑室外侧孔。这三个孔可用小脑与脑干相连的标本,切除构成第四脑室顶的小脑前上部,打开第四脑室腔隙(不能损坏室管膜),再用塑料线插入孔内的方法显示。

(七) 脑厚片染色标本

脑厚片染色法,可选择性地浸染灰质或白质,观察脑的灰质与白质的分布状况。染色方法较多,基本原理都是利用灰质与白质所含髓磷脂的量不同这一特性,用水溶性染料,使含髓磷脂少的灰质着色;用脂溶性染料,使含髓磷脂多的白质着色。这样,就可明显区分灰质与白质的界限。

脑灰质、白质染色需选择无脑病的尸体脑。新鲜脑取下后,应立即浸泡于5%甲醛溶液内固定5~10天(切勿挤压,以免变形),然后再移放于10%甲醛溶液内5~7天,最后再放于15%甲醛溶液内4~6天。如无新鲜脑也可取已用10%甲醛溶液固定过的脑,但效果较差。将固定的脑用流水充分冲洗,剥去脑膜及血管,然后根据需要切成冠状面或水平面,厚度0.5~1.0cm(切法详见脑和脊髓的常用切面)。切好后放在瓷盘内,继续用流水冲洗12~24小时以上。

1. 灰质染色法 一般多用苯胺黑(nigrosin)、洋红(carmin)、柏林蓝(Berlin blue)等染料或其他药品进行处理,结果使灰质着色,白质无色。灰质染色法很多,现选择常用的效果较好的方法介绍如下:

(1) 蓝色反应染色法:此法常称Mainlund染色法。染法如下:①取脑片吸干水分后放入10%二氯化铁溶液内(在此液内要滴盐酸使呈淡黄色)染1~2分钟;②脑片取出后置流水下冲洗1~2分钟,再放入1%铁氰化钾内,灰质很快变成柏林蓝色;③灰、白质分化清楚后取出脑片,流水冲洗一下,然后放入1%盐酸内1~2分钟,取出脑片再放流水下冲洗,此时如果发现脑片染色过深,可用氨水或过氧化氢褪色;④流水冲洗24小时后装盒保存。

(2) 柏林蓝反应染色法:即Lemaevier染色法。染法如下:①取脑片入蒸馏水内浸泡1小时,需换水3次。②将吸干表面水分的脑切片放入60~65℃的Mulligan液内染1~2分钟。配方为:结晶苯酚40g,硫酸铜5g,盐酸1.25ml,蒸馏水1000ml。③取出脑切片放入加入冰块的蒸馏水中1分钟,时间不宜过长,否则将影响颜色分化。④放入1%三氯化铁(氯化高铁)1~2分钟,灰质变成光亮的棕色,白质几乎不着色。⑤缓慢流水冲洗2~3分钟。⑥放入1%亚铁氰化钾液内2~3分钟,灰质变蓝即可。这一步骤使灰质表面的氯化高铁变成高铁氰化物(柏林蓝)。⑦流水冲洗24小时后装盒保存。

染好的脑片于略呈酸性的保存液中保存,可保护所染蓝色免于水解。水解后将使颜色变绿,水解变化是一种可逆反应,把水解后的脑片放入弱酸性溶液内,可使之逆转变为蓝色。常用枸橼酸将保存液维持于弱酸性状态。日光暴晒会使脑片褪色,褪色是不可逆反应。

用柏林蓝法染出的脑片,颜色分化明朗清晰,但操作手续繁琐,条件要求较高。

(3) 黄色染色法:将茜素红1g、硫磺2g和硫酸1.5ml用蒸馏水100ml配制染料,把脑片放入上述染液4~5分钟,至灰质明显着色为止,然后移入1%甲醛、1%硫酸和硫酸钠的混合液中5~8分钟,使其脱去表面浮色,勿用流水冲洗。保存于5%甲醛、1%硫酸和硫酸钠的混合液中。

(4) 褐色染色法:将氯化高铁18g和间苯二酚1.5g用蒸馏水100ml配成染液,脑片浸入染液5~10分钟,灰质明显着色时,移入1%甲醛溶液3~5分钟,脱净浮色。用5%甲醛和2%间苯二酚混合液保存。

(5) 红色染色法:将黄色氧化汞1g和茜素红1g用蒸馏水100ml配成染液,脑片浸染4~5分钟后,用自来水冲洗15分钟,保存于5%甲醛和1%氯化钾混合液中。

(6) 绿色染色法:脑厚片经蒸馏水洗后,浸入0.5%亮绿(light green)水溶液中,直至灰质呈鲜绿色(白质稍有绿色),经流水短时冲洗,再放入0.5%磷钼酸水溶液固定1~2小时,然后移入5%甲醛溶液内保存。

上述染色过程中,要把脑片放在药液内摇荡,以保证脑片双面都能同样均匀地接触药液,同样着