

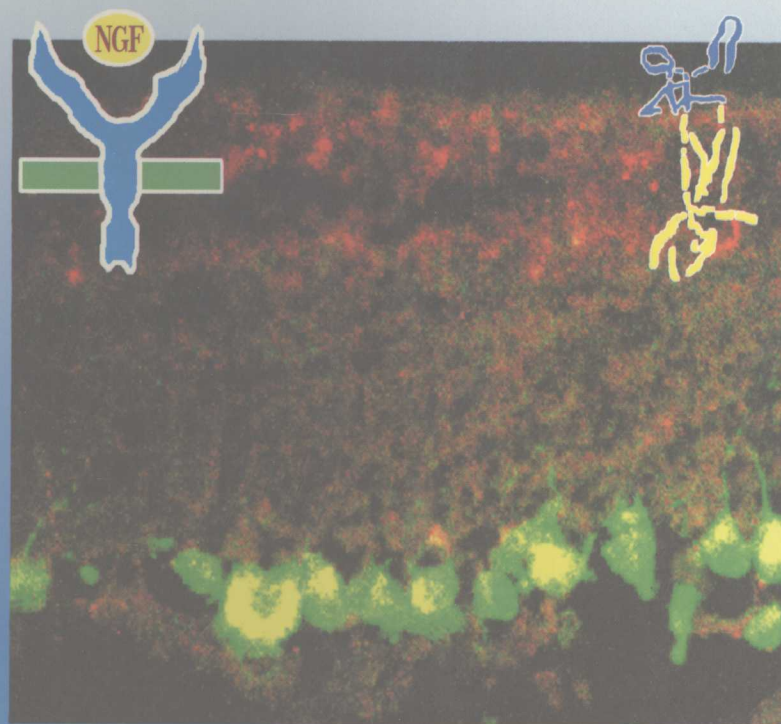
借

●供精神卫生、临床、基础、预防、口腔等医学类专业用 ●高等医药院校教材

神经科学基础

主 编
副主编

罗学港
唐建华
熊 燕



中南大学出版社

神经科学基础

Basic Neuroscience

主 编 罗学港

副主编 唐建华 熊 燕



中南大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

神经科学基础/罗学港著. —长沙:中南大学出版社, 2002. 3
ISBN 7-81061-475-4

I. 神... II. 罗... III. 神经生理学—医学院校—教材
IV. R338

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 006759 号

神经科学基础

主 编 罗学港

副主编 唐建华 熊 燕

☐责任编辑 刘笑春

☐出版发行 中南大学出版社

社址:长沙市麓山南路 邮编:410083

发行科电话:0731-8876770 传真:0731-8829482

电子邮件:csucbs @ public.cs.hn.cn

☐经 销 湖南省新华书店

☐印 装 中南大学湘雅印刷厂

☐开 本 787×1092 1/16 ☐印张 25 ☐字数 613 千字

☐版 次 2002 年 4 月第 1 版 ☐2002 年 4 月第 1 次印刷

☐印 数 0001—3000

☐书 号 ISBN 7-81061-475-4/R·010

☐定 价 38.00 元

图书出现印装问题,请与经销商调换

主 审 杨德森

主 编 罗学港

副主编 唐建华 熊 燕

编 委 (以姓氏笔画为序)

朱新裘 罗学港 姚树桥 赵靖平

唐建华 唐北沙 韩再德 熊 燕

编写人员 (以姓氏笔画为序)

卢大华 帅建中 朱新裘 刘华益

王小宜 刘求理 刘哲宇 李 刚

李昌琪 张建一 吴大兴 罗学港

贺智敏 姚树桥 赵靖平 唐建华

唐秋萍 唐北沙 梁昌华 韩再德

彭仁罗 熊 燕

序

生物科学、人脑科学、计算机科学在 21 世纪将有突飞猛进的发展，对人类的前途与命运必将产生重大影响，这已是科学界的共识，不久也将成为家喻户晓、不言而喻的常识。

在中国的医学教育中，对神经科学知识的传授是相对忽视的，因而医学生读到毕业时，对于神经生物学、神经系统的结构与形态影像学、神经系统的功能、不同递质的神经细胞分布图谱和不同代谢物质与血流分布的功能影像学、脑自发与诱发电位的脑电生理学，以及各种认知与运动功能的神经心理学等，仍缺乏基本的知识。

有鉴于上述新世纪对神经科学的发展需求与现实医学教学内容的缺陷，湘雅医学院神经生物研究室博士生导师罗学港教授根据自己近年国内外的科研、教学经验，邀请相关学科骨干教师编写出这本医学的神经科学基础，供国内医学专业与模拟人脑功能的人工智能计算机专业的师生们作为参考读物。作者们预见并弥补了这一方面的需求是非常有益与及时的；它将成为引导具有较高学术水平并期望探索脑科学的青年学者们的一本登堂入室的课外参考读物。

我年逾古稀，曾遍访欧、美、亚、澳等二十余国，深感发展经济、发展教育与科学事业是强国之本。我个人为我国与我校神经科学、精神医学、心理科学事业的发展，倾注了毕生精力，“刺破青天锷未残”，更喜后继有人，后来居上，不断有专著问世，努力向国家重点学科高峰攀登，每个老师都有所作为，故欣然作序。

杨 德 森

2001 年 9 月 10 日教师节

前 言

20 世纪 90 年代起, 神经科学飞速发展。为了加强神经科学基础的教学, 许多院校在本科生和相关专业的研究生课程中开设了神经生物学、精神生物化学、神经生理学、精神药理学等专业基础课。但由于各院校临时编写的教材, 其内容和学时数均不能满足现有的教学需要。因此, 全国精神卫生教学联合会根据卫生部的指示, 1996 年在汕头召开了 21 世纪精神卫生系教材编写研讨会, 会议决定由中南大学湘雅医学院 (原湖南医科大学) 杨德森教授牵头编写《神经科学基础》一书, 以便使精神卫生系的学生在学习医学基础课程时能拥有一本共用的教材。在这一思想指导下, 我们组织本校有丰富教学经验、担任精神卫生系各相关专业基础课教学的高年资教师编写了本书。该书力求系统全面地介绍神经科学基本知识, 避免各相关专业基础课内容遗漏和重复, 它主要用作精神卫生系本科生的教材, 但也可作为相关专业研究生和临床医师的参考书。本教材包括神经细胞生物学基础, 神经细胞的生长、发育和损伤、修复及再生, 脑的解剖学, 脑的高级功能, 神经心理学, 神经、精神疾病遗传和生物化学, 神经系统与神经药理学, 脑影像学, 神经生物学常用研究方法等九章, 涵盖神经细胞、神经形态、神经生化、神经生理、神经分子遗传、神经药理、神经影像诊断、精神心理等现代神经科学的基本知识、基本理论以及常用的技术方法。全书根据专业知识内容独立成章, 以方便各专业基础课的教学需要。与以往教材相比较, 本书加强了神经细胞间的信息传递、神经生长因子的作用与功能、脑的高级功能、精神药理、神经影像诊断等方面的内容。另外, 我们使用了较多的图和表, 以方便读者自学。

在本书编写过程中, 承蒙香港大学苏国辉院士赠阅《Neuroscience》, 同时参考了国内外已经出版的有关专著, 包括《神经科学纲要》、《Principles of Neural Science》、《现代神经生物学》、《神经生物学》等, 还引用了有关杂志和论文的部分图或表。在此, 谨向有关学者们表示由衷的感谢。

本书的编写获得了李凌江教授的大力支持和帮助; 刘忠浩、徐焕俐教授参与了初稿审定; 刘丹老师为本书绘制了大量图表; 韩承柱老师也为本书绘制了部分插图; 余瑾老师参加了打印和整理工作等, 谨致谢意。

21 世纪是生命科学的世纪, 神经科学是生命科学的前沿。我们期望本书的出版能促进我国神经科学的教学和科研的发展。由于现代神经科学的理论日新月异, 研究方法不断更新, 加之编者的知识水平有限, 书中难免会有不当之处, 敬请读者指正。

编 者

目 录

第一章 神经细胞生物学基础.....	(1)
第一节 神经细胞学基本知识.....	(1)
一、神经细胞的种类与结构特点.....	(1)
二、中枢神经系统的分子组成特点.....	(8)
三、脑的一般代谢	(11)
第二节 中枢神经系统化学信号传递的分子机制	(17)
一、神经细胞之间的信息物质	(17)
二、受体	(18)
三、中枢神经系统化学信号的传递过程	(20)
第三节 中枢神经递质	(28)
一、概述	(28)
二、乙酰胆碱	(31)
三、儿茶酚胺	(36)
四、5-羟色胺.....	(46)
五、氨基酸类递质	(50)
六、神经肽	(57)
七、组胺	(67)
八、其他	(69)
第四节 与精神活动密切相关的激素	(70)
一、脑与激素的关系	(71)
二、垂体激素	(72)
三、肾上腺皮质激素	(73)
四、性激素	(76)
五、甲状腺素	(78)
六、褪黑激素	(79)
七、脑-肠肽	(80)
第二章 神经细胞的生长、发育和损伤、修复及再生	(82)
第一节 神经元的生长、发育和死亡	(82)
一、神经系统的种系发生	(82)
二、神经系统的个体发生	(83)
三、神经系统的组织发生	(86)
四、神经元的编程性死亡	(87)
第二节 神经的损伤、修复与再生	(91)
一、中枢神经的损伤、修复与再生	(91)
二、周围神经的损伤、修复与再生	(96)
第三节 神经营养物质.....	(102)

一、神经生长因子家族·····	(102)
二、其他神经营养因子·····	(107)
三、神经营养活性物质·····	(111)
第三章 脑的解剖学 ·····	(115)
第一节 运动调控系统 ·····	(115)
一、运动的脊髓调控·····	(115)
二、运动的脑干调控·····	(117)
三、运动的皮质调控·····	(119)
四、运动的小脑调控·····	(122)
五、基底神经节的运动调控·····	(124)
第二节 感觉及其调控 ·····	(125)
一、视觉·····	(125)
二、听觉·····	(129)
三、痛觉及其调制·····	(131)
第三节 大脑皮质 ·····	(135)
一、大脑皮质的结构·····	(135)
二、大脑皮质的分区·····	(138)
三、联合皮质·····	(138)
第四节 边缘系统 ·····	(141)
一、边缘系统的概念·····	(141)
二、边缘系统的形态结构·····	(141)
三、边缘系统的生理与临床病理·····	(150)
第五节 脑干网状结构 ·····	(156)
一、概述·····	(156)
二、脑干网状结构的神经核·····	(157)
三、脑干网状结构的纤维联系·····	(158)
四、脑干网状结构的功能意义·····	(159)
第四章 脑的高级功能 ·····	(162)
第一节 学习与记忆 ·····	(162)
一、学习和记忆的类型·····	(162)
二、中枢突触可塑性与学习记忆·····	(165)
三、学习和记忆的神经基础·····	(173)
四、记忆的定位和记忆障碍·····	(183)
第二节 睡眠与觉醒 ·····	(184)
一、觉醒·····	(185)
二、睡眠·····	(185)
第三节 情绪与人格 ·····	(191)
一、情绪·····	(191)
二、人格·····	(200)
第五章 神经心理学 ·····	(207)
第一节 概述 ·····	(207)
一、神经心理学的概念、任务和分类·····	(207)

二、神经心理学主要理论学说	(209)
第二节 神经心理测验	(211)
一、神经心理测验的主要类别及其作用	(211)
二、常用神经心理测验方法	(212)
三、测验结果的初步分析内容	(218)
四、神经心理测验的应用	(219)
第三节 大脑各叶的神经心理功能	(221)
一、额叶	(222)
二、颞叶	(226)
三、顶叶	(229)
四、枕叶	(232)
五、丘脑	(235)
第四节 大脑半球侧性优势	(237)
一、大脑侧性优势概念	(237)
二、利手与大脑功能侧性优势	(238)
三、大脑两半球功能不对称性的研究对象、方法及结果	(239)
四、语言、情绪、认知的大脑定位与侧性化	(244)
五、意识问题与大脑两半球	(246)
六、精神分裂症患者大脑两半球功能的神经心理学研究	(248)
第六章 神经精神疾病遗传和生物化学	(252)
第一节 神经精神疾病分子遗传学	(252)
一、遗传疾病的分类	(252)
二、基因的结构与表达	(255)
三、疾病基因定位与克隆	(258)
四、遗传疾病的动物模型	(263)
第二节 神经精神疾病生物化学	(267)
一、神经系统代谢特点	(267)
二、先天性代谢异常疾病	(270)
三、神经精神疾病的病理生物化学	(273)
第七章 神经系统与精神药理学	(283)
第一节 精神药理学概述	(283)
一、精神药理学的性质与任务	(283)
二、精神药物的命名与分类	(283)
三、精神药物作用的神经生物学基础	(283)
四、精神疾病的化学性神经传递改变	(288)
五、与精神药物作用有关的神经递质及其受体	(289)
第二节 抗焦虑药	(293)
一、概述	(293)
二、苯二氮草类	(294)
三、丁螺环酮	(297)
四、 β 受体阻滞剂	(298)
五、其他抗焦虑药	(298)

第三节 抗躁狂药	(299)
一、概述	(299)
二、锂盐	(299)
三、其他抗躁狂药	(304)
第四节 抗抑郁药	(306)
一、概述	(306)
二、第一代抗抑郁药	(308)
三、第二代抗抑郁药	(314)
四、具有抗抑郁作用的其他药物	(316)
第五节 抗精神病药	(317)
一、概述	(317)
二、传统的抗精神病药	(319)
三、非典型抗精神病药	(330)
四、其他新型抗精神病药	(333)
五、抗精神病药的临床应用	(335)
第八章 脑影像学	(337)
第一节 计算机体层摄影和磁共振成像	(337)
一、计算机体层摄影 (CT) 的诊断基础	(337)
二、磁共振成像 (MRI) 的诊断基础	(340)
三、脑 CT 和 MRI 基本病变表现	(342)
四、脑部常见病的 CT 和 MRI 诊断	(343)
第二节 核医学显像	(357)
一、功能性脑显像	(358)
二、神经受体显像检查	(360)
第三节 脑血管造影	(360)
一、脑血管造影的成像方式	(361)
二、脑血管造影方法	(363)
三、临床应用	(364)
第九章 神经生物学常用研究方法	(367)
第一节 示踪、组织化学和免疫组织化学方法	(367)
一、示踪	(368)
二、组织化学	(373)
三、免疫组织 (细胞) 化学法	(375)
第二节 酶、递质测定及基因诊断和治疗	(384)
一、激素的放射免疫测定——放免法和放射受体法	(384)
二、高效液相色谱 (HPLC) 法	(385)
三、原位杂交组化方法	(385)
四、神经系统疾病的基因诊断与治疗	(385)

第一章 神经细胞生物学基础

神经系统包括中枢神经系统的脑、脊髓和周围神经系统的神经、神经节等，主要由神经组织 (nervous tissue) 构成。神经组织起源于外胚层，保留着上皮组织的一些形态学特性，即几乎完全由细胞组成，细胞间隙仅占其容积的很少部分。神经组织中穿插有血管和结缔组织。中枢神经系统包含的纤维结缔组织极少，但却构成一个完整的基底层，把脑实质 (神经组织) 和脑血管等分隔开。神经组织的化学组成、细胞结构、细胞代谢及其生理生化功能等均具特殊性。本章将对神经细胞学和神经分子生物学及神经生物化学的一些基本知识作一简介。

第一节 神经细胞学基本知识

神经组织主要包含两大类细胞，即神经细胞 (nerve cell) 和神经胶质细胞 (neuroglial cell)。神经细胞又称为神经元 (neuron)，是一类高度分化的有突起的细胞。它们是神经系统的基本功能单位，可接受刺激和整合传递兴奋，有的还具有内分泌 (endocrine) 和/或旁分泌 (paracrine) 功能。神经胶质细胞也是一类具有突起结构的细胞，它们对神经元形态、功能的完整性和维持神经系统微环境的稳定性等都很重要。

一、神经细胞的种类与结构特点

(一) 神经元

神经元是神经组织中的主要成分。研究表明，人脑的神经元达 200 亿个。其中，传入神经元在百万以上，传出神经元有数十万个，局部回路中间神经元超过 100 亿。神经元的形态多种多样，但都包含有胞体 (soma)、树突 (dendrite)、轴突 (axon) 和突触前终末四个部分 (图 1-1)。

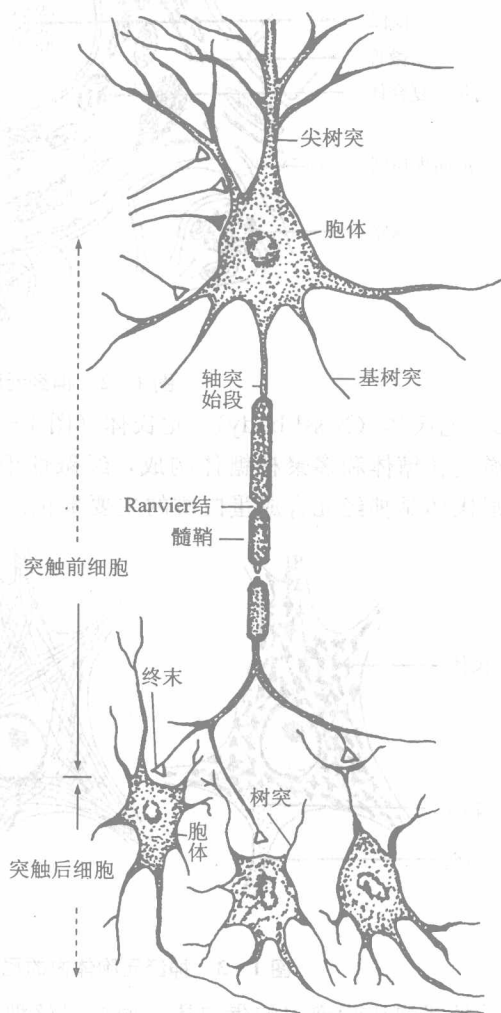


图 1-1 神经元的结构模式图

1. 神经元的形态和结构

(1) 胞体：神经元的胞体是整个神经元的代谢中心（图 1-2）。与其他组织细胞相比，神经元的胞体具有以下特点：

1) 细胞核大。神经元的染色质染色较浅，且疏松。核仁明显，有时可见到两个核仁。由于核仁含 RNA 的核蛋白，是合成 rRNA 的场所，表明神经元的基因转录和表达非常活跃。

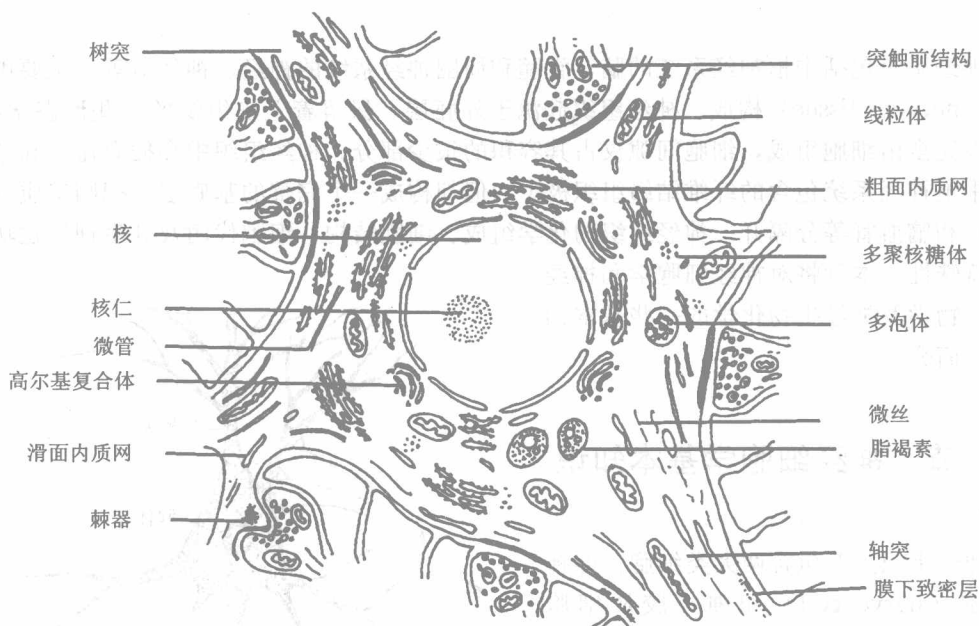


图 1-2 神经元胞体的超微结构

2) 尼氏体 (Nissl body)。尼氏体（图 1-3）分布于神经元的胞体和树突，由粗面内质网、游离核糖体和多聚核糖体构成，经碱性染料染色后，光学显微镜下呈现虎斑状深染结构。尼氏体是神经元合成蛋白质的主要部位。通常尼氏体中粗面内质网主要合成分泌性的、

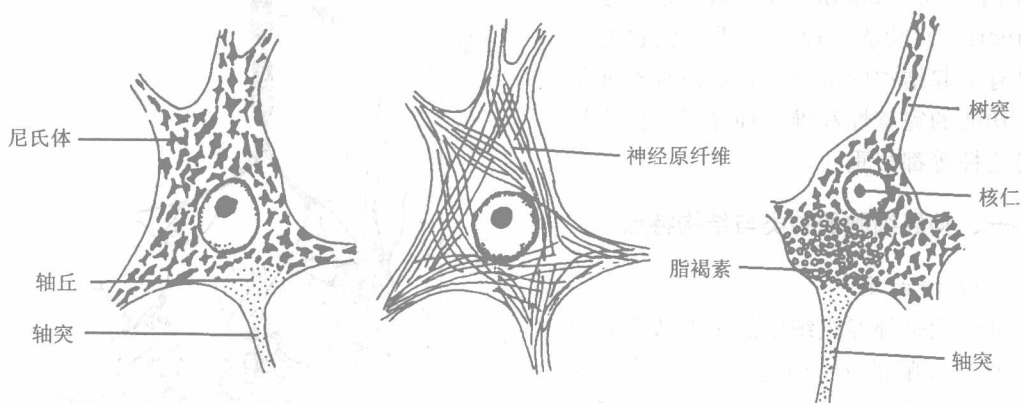


图 1-3 神经元胞体内的尼氏体、神经原纤维和脂褐素

膜嵌合的或递质囊泡内的蛋白质，而游离核糖体和多聚核糖体主要合成细胞内的酶及细胞本身的结构蛋白质。

3) 色素与脂褐素。某些神经元（如蓝斑、黑质中的神经元等）的胞体内存在黑色素。

人神经元的胞体在6岁后开始出现脂褐素(lipofuscin)。这是一种黄棕色的色素,它会随年龄增长而在胞体内积蓄。一般认为,由于神经元溶酶体内缺乏某些脂类代谢所必需的酶,故分解脂类物质的能力有限,使脂质残留,加上自由基的作用最终形成脂褐素。

(2) 树突:神经元有一个或多个树突。树突由胞体向外伸出,一般较短,并反复出现锐角分支,形成树枝状,故名。树突的分支上还有细刺状突起,称为树突棘(dendritic spine),是专供其他神经元的轴突终末以形成突触的部位。树突所含胞质的内容与胞体所含细胞质的内容相同。

(3) 轴突:每个神经元通常都有一个轴突。大多数神经元的轴突自胞体发出,但也可自树突干的基部发出。轴突一般比树突细长,且直径均一,分支少,可有侧支(collateral)成直角从主干分出,其直径也与主干相同。轴突自起点至终末可依次分为轴丘(axon hillock)、起始段(initial segment)、固有轴索(axon proper)和轴突终末(axonal termination)。轴丘内有大量微管和神经中丝,但无尼氏体;起始段是指由轴丘顶端到髓鞘开始处的一段,其轴膜的电兴奋性阈值最低,常为动作电位的起始部位;固有轴索有髓鞘包裹,其膜下的离子通道蛋白特别丰富;轴突终末端呈多级分支,最终形成膨大的盲端,构成突触前膜。轴突内包含轴浆(axoplasm)、线粒体及许多呈纵形排列的微管和微丝。轴浆比神经元胞浆含水量要高,因此黏滞度较小,有利于在轴突内流动。

(4) 突触前终末:轴突的末端反复分支,最小的终支游离端膨大如纽扣状,称为终扣(terminal bouton),是神经元与其他神经元接触形成突触的部位。估计每个神经元的末梢可形成约2~3万个终扣。神经元在生长、发育或再生阶段,其轴突或树突的末端还可形成生长锥(growth cone)。生长锥除与神经纤维生长及再生有关外,还与神经元之间新突触的建立有着直接联系。神经递质、生长因子等多种因素均可调节生长锥的功能,从而影响突触的可塑性。

2. 轴浆运输

神经元的轴突最长的可达一米以上,在中枢也可达几十厘米。因此,胞体与神经末梢直接的物质交流就成为一个重要问题。研究表明,轴突内的轴浆可以双向形式输送各种物质,称为轴浆运输(axoplasmic transport)。轴浆运输有快速和慢速两种(图1-4)。

(1) 慢速运输:是由胞体向终末的单向性顺行输送,即胞体部合成的微管、微丝、神经中丝等结构连同轴浆缓慢地向终末端推移,又称为团流(bulk flow)。团流常以蠕动波的形式推进,移动速度约为0.2~4 mm/d。

(2) 快速运输:它以100~500 mm/d的速度双向性地运输轴突内的物质。包括自胞体向轴突终末顺行输送膜性细胞器(如线粒体、滑面内质网等),神经内分泌囊泡,轴膜成分更新所需要的蛋白质和合成神经递质所需要的酶等;也包括自轴突终末向胞体逆行输送终末内的代谢产物和由终末摄取的物质,如神经营养因子、破伤风毒素及某些病毒等。快速逆行输送的速度通常比快速顺行输送慢一半。

快速运输有赖于轴突内呈纵形排列的微管和微丝结构。研究发现,微管的成分与肌动蛋白(muscle actin)相类似,微管表面尚有多种微管相关蛋白(microtubule associated protein, MAP)。当ATP结合到微管时,MAP解离出驱动蛋白(kinesin)和动力蛋白(dy-nin),前者是顺行输送的动力,而后者与逆行输送有关。动力蛋白的一端与微管结合,另一端与细胞器膜上的受体结合,使细胞器沿微管向细胞体方向逆行移动。驱动蛋白的作用机制与动力蛋白相似,但作用方向相反,它使细胞器随微管移向终末。

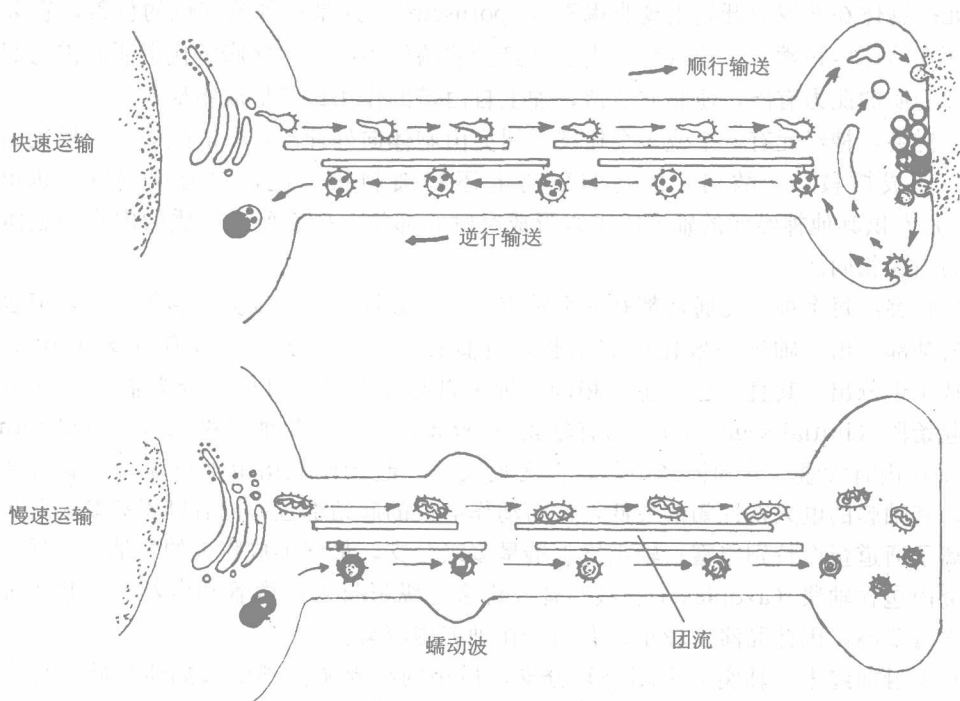


图 1-4 神经元的轴浆运输

3. 突触

一个神经元的轴突终末或突起与下一个神经元或其他效应细胞发生接触并进行信息传递，这些接触点就称为突触 (synapse)。估计大脑皮质每个神经元上平均有 3~4 万个突触，其中位于树突的叫轴索-树突突触，位于胞体的叫轴索-胞体突触，位于突触前末梢的叫轴索-轴索突触。根据超微结构和信息传递方式，突触又可分为电突触和化学突触两大类型。

(1) 电突触 (electrical synapse)：全称为电传递性突触 (electrical transmission synapse)。它在低等动物的神经系统中起重要作用；哺乳动物的某些部位 (如脊髓、海马、下丘脑、嗅球及视网膜感光细胞等) 也存在电突触。电突触实际上是缝隙连接或桥粒样连接，其电传递多为双向，很少有整合作用，且不易受细胞代谢的影响。其意义在于使相关联的神经元能产生同步的冲动发放，并促使相邻细胞活动能快速同步化。它与化学突触的主要区别见表 1-1。

表 1-1 两型突触的主要特性比较

比较项目	电突触	化学突触
超微结构	存在缝隙连接通道或桥粒连接，无囊泡，无致密区	突触前有囊泡，突触后有受体，前后膜有致密区，前后两膜不对称
突触间隙	2~4 nm	20~40 nm
传递物质	电流	化学物质
传递方向	双向	单向
突触延搁	不存在	至少 0.3 ms
整合特性	几乎无	突触后电位有整合作用及时空总和现象
受温度、代谢影响	不易受影响，有较大耐受力	容易受到影响，耐受力差

(2) 化学突触 (chemical synapse): 又称为化学传递性突触 (chemical transmission synapse)。哺乳动物的神经系统中绝大部分为此型突触。化学突触的基本结构包括突触前部 (突触前膜)、突触间隙、突触后部 (突触后膜) 三个部分, 其前后膜相对应的面积不到 $1 \mu\text{m}^2$ (图 1-5)。

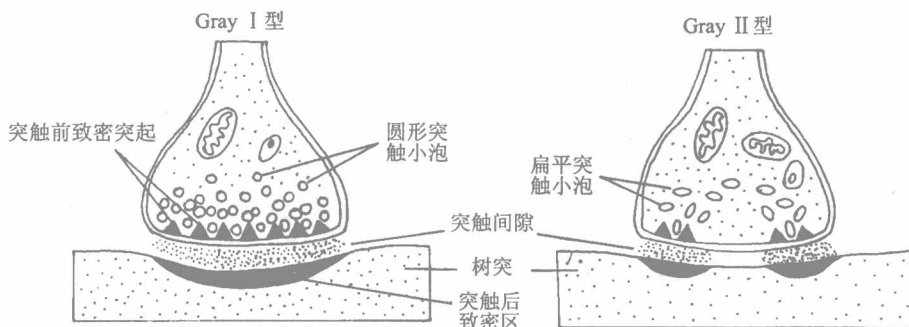


图 1-5 化学突触的主要结构模式图

注意 Gray I 型的突触小泡呈圆球形, Gray II 型的囊泡呈扁平椭圆形

1) 突触前部是突触前神经参与形成突触的部分, 通常为轴突的终扣。在与突触后膜对应处, 终扣的细胞膜增厚并发生特化, 形成突触前膜。突触前部的轴浆中有大量突触小泡、线粒体及一些微丝和微管等。突触小泡是一些含有神经递质的膜性小囊, 其直径大多为 $20 \sim 65 \mu\text{m}$, 最大的可达 $160 \mu\text{m}$ 。它是贮存神经递质的部位。突触前膜的增厚处, 实际上是致密突起 (dense projection) 和网格 (grid) 组成的囊泡栏栅 (vesicular grid), 其空隙处正好容纳一个突触小泡, 称为突触穴 (synaptopore), 它可引导突触小泡与突触前膜融合, 并将神经递质释放到突触间隙。通常, 兴奋性突触 (Gray I 型突触) 的前膜增厚显著, 其突触小泡呈圆球形; 而抑制性突触 (Gray II 型) 的前膜增厚不很明显, 囊泡呈扁平椭圆形。

2) 突触间隙 (synaptic cleft) 是比周围细胞间隙略宽的特化区, 它把突触前后膜完全分隔开来。突触间隙内细胞间液中含有蛋白质、黏多糖、唾液酸, 有的还含有酶类。突触间隙允许前膜释放的递质向后膜扩散, 完成信息传递功能。

3) 突触后部是突触后神经元参与形成突触的部分。在与突触前膜对应处, 其细胞膜也特化并显著增厚, 形成突触后膜。突触后膜内有许多感受神经递质的受体。这些膜受体主要有两种类型, 一种由离子通道蛋白构成, 它与递质结合后发生通道变构并开启或关闭离子通道, 这与膜电位的改变有关; 另一种为酶促信息传递受体, 神经递质与该受体结合后, 导致附近的酶和蛋白质磷酸化, 最终影响膜的性质、细胞骨架以及细胞代谢等。突触后膜增厚处还富含微管、神经细丝以及有关的酶等。

(二) 胶质细胞

神经胶质细胞也是一类有突起的细胞, 数量约为神经元的 $10 \sim 50$ 倍, 广泛分布于中枢和周围神经系统的神经元胞体和突起之间或神经纤维束内。胶质细胞一般比神经元小, 无树突和轴突之分, 也无传导兴奋的功能。

1. 胶质细胞的种类

根据胶质细胞的定位、形状和作用可分为以下类型 (图 1-6):

(1) 星形胶质细胞: 是胶质细胞中体积最大、数量最多的一种。中枢神经系统内神经元及其突触间的空隙几乎全部由星形胶质细胞充填, 分为原浆性和纤维性星形胶质细胞。

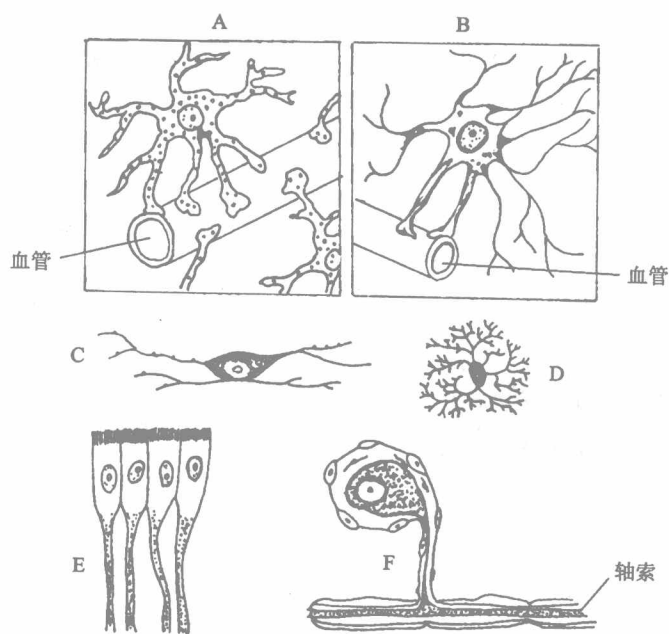


图 1-6 神经胶质细胞的种类与形态模式

A. 原浆性星形胶质细胞; B. 纤维性星形胶质细胞;
C. 少突胶质细胞; D. 小胶质细胞; E. 室管膜细胞; F. 雪旺细胞

(2) 少突胶质细胞：是中枢神经系统的髓鞘形成细胞，其分裂再生能力较差，受损伤后可导致中枢神经元脱髓鞘。

(3) 小胶质细胞：常位于大脑灰、白质的血管附近，有较多的溶酶体和吞饮小泡，参与中枢神经系统的损伤修复过程。

(4) 室管膜细胞：覆衬脑室和脊髓中央管，在血管、神经元和脑脊液之间起主动运输物质作用。

(5) 脉络丛上皮细胞：参与构成血-脑脊液屏障。

(6) 雪旺细胞：是周围神经系统的主要胶质细胞，形成有髓神经纤维的髓鞘。

2. 胶质细胞的主要功能

(1) 支持与引导作用：胶质细胞散布于神经元之间，为神经组织提供了基本支架。在神经元的发育和迁移中，胶质细胞还有引导作用，并可能与轴突长出方向有关。

(2) 修复填补缺损：胶质细胞终生保持增生能力，当神经元受损或衰老死亡时，它可清除细胞碎片，并通过分裂增殖填补缺损。但若这种能力过度，可成为胶质瘤的发病根源。

(3) 形成髓鞘：少突胶质细胞、雪旺细胞可分别包绕中枢和周围神经元轴突形成神经纤维的髓鞘。有些神经元虽无髓鞘，但相互之间也被某些胶质细胞分隔，以保证神经元活动互不干扰。

(4) 摄取与分泌功能：星形胶质细胞能摄取和转换某些神经递质如 γ -氨基丁酸，它还能分泌大量神经营养因子及白细胞介素、干扰素等。

(5) 参与组成血脑屏障：胶质细胞能选择性摄取不能进入细胞间液的血液中的某些成分并转运给神经元，这样既起到营养作用又发挥保护功能，详见下文。

3. 血脑屏障

(1) 与脑有关的三个屏障：与脑有关的三个屏障包括血-脑屏障 (blood-brain barrier, BBB)、脑脊液-脑屏障 (cerebro-spinal fluid-brain barrier, LBB) 和血-脑脊液屏障 (blood-cerebro-spinal fluid barrier, BLB)，它们的结构基础见图 1-7。三个屏障的功能在于选择性地阻止某些物质进入脑组织。

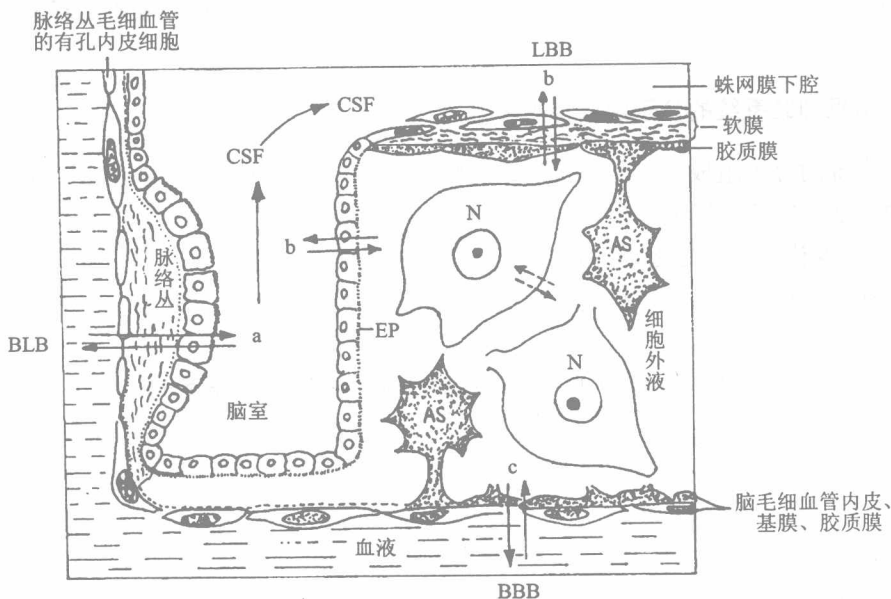


图 1-7 与脑有关的三个屏障的示意图

CSF: 脑脊液 AS: 星形胶质细胞 EP: 室管膜细胞 N: 神经细胞 BBB: 血-脑屏障 BLB: 血-脑脊液屏障 LBB: 脑脊液-脑屏障 实线箭头表示 CSF 流动方向 虚线箭头表示细胞与细胞外液之间进行交换

(2) 物质通过血脑屏障的三种情况：

1) 经载体转运的物质。包括葡萄糖，某些氨基酸、嘌呤和嘧啶碱，以及无机离子等亲水性较强的物质。它们均需依靠相应的载体或泵，通过易化扩散或主动转运方式才能通过血脑屏障。载体的本质是一种特殊的蛋白质或酶，有较强的专一性，可被结构类似的物质所抑制。大部分载体转运物质时不需消耗能量，称为易化扩散。有些载体在转运物质时需消耗 ATP，称之为泵，属于主动转运。

2) 容易通过的物质。这类物质通过血脑屏障的速度由其物理常数，如解离度、是否具有脂溶性以及和血浆蛋白结合的程度所决定。如乙醇、乙醚、氯仿、甾体激素、 O_2 、 CO_2 、CO 及某些具有中枢作用的药物等，它们均可通过自由扩散方式通过血脑屏障。

3) 不易通过的物质。这一类物质本身带有电荷，又无相应的载体，因此不易通过血脑屏障。如乙酰胆碱、去甲肾上腺素、多巴胺、5-羟色胺、谷氨酸等神经递质。某些药物也不能通过血脑屏障。但一些神经递质的前身（如酪氨酸、色氨酸等）却容易通过血脑屏障。

总之，脂溶性物质、小分子化合物和弱电解质容易通过血脑屏障，而水溶性物质、离子或大分子物质则较难通过血脑屏障。

(3) 血脑屏障存在的意义：

1) 生理意义。血脑屏障的存在，可以保证代谢物质的自由通过，又可有效地阻止外来