

博
學



JICHU YIXUE XILIE

基础医学系列

神经解剖学

● 主编 蒋文华 副主编 刘才栋

复旦博学·基础医学系列

复旦博学·基础医学系列

复旦博学·基础医学系列

复旦大学出版社



基础医学系列

神经解剖学

主编 蒋文华 副主编 刘才栋

复旦大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

神经解剖学 / 蒋文华主编. —上海: 复旦大学出版社,
2002. 7

ISBN 7-309-03119-9

I. 神… II. 蒋… III. 神经系统-人体解剖学
IV. R322. 8

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 006915 号

出版发行 复旦大学出版社

上海市国权路 579 号 200433

86-21-65118853(发行部) 86-21-65642892(编辑部)

fupnet@fudanpress.com <http://www.fudanpress.com>

经 销 新华书店上海发行所

印 刷 昆山亭林印刷总厂

开 本 787×1092 1/16

印 张 30.25 插页 2

字 数 755 千

版 次 2002 年 7 月第一版 2002 年 7 月第一次印刷

印 数 1—3 500

定 价 65.00 元

如有印装质量问题, 请向复旦大学出版社发行部调换。

版权所有 侵权必究

主 编 蒋文华

副主编 刘才栋

编 著 者

郑思竞	复旦大学上海医学院	教授
蒋文华	复旦大学上海医学院	教授
钱佩德	复旦大学上海医学院	教授
谷华运	复旦大学上海医学院	教授
陈丽璉	复旦大学上海医学院	教授
周国民	复旦大学上海医学院	教授
黄登凯	复旦大学上海医学院	教授
李宽妍	复旦大学上海医学院	教授
刘才栋	复旦大学上海医学院	教授
杨 勤	复旦大学上海医学院	副教授
顾红玉	复旦大学上海医学院	副主任技师

绘 图 者

陈丁惠	复旦大学上海医学院	副主任技师
-----	-----------	-------

前 言

《神经解剖学》是神经科学的研究生与临床神经科医师的必备教材。我们自 1981 年起为硕士研究生开设《中枢神经解剖学》课程并编写此书。通过 10 余年的教学实践,随着神经科学研究飞速发展,故于 1992 年对该教材内容作进一步修订和补充。此书于 1992 年与教研室其他教材一起作为“建设系列性教材”获上海市优秀教学成果二等奖,1995 年又荣获校优秀教材特等奖。


自 1990 年国际上提出“脑的十年”和国内攀登计划执行以来,神经科学各方面的知识日新月异。《神经解剖学》是神经科学的基础,作为研究生与进修生的教材,不能拘泥于教学时数,必须补充新内容,引进新观点,拓宽知识面。在复旦大学出版社的支持与促进下,原编者决定修订此书,并借鉴国内外有关教材,特别参考 Parent A. Carpenter's Human Neuroanatomy. 9th ed. Baltimore: Williams & Wilkins, 1996 年版和 Williams PL. Gray's Anatomy. 38th ed. Grait British: Churchill Livingstone, 1995 年版,以及 1985 年以来新的参考文献。我们认为此书撰写仍应以神经形态学为主,增加神经元、神经胶质和核团内的神经递质方面的内容,以及神经核团间的纤维联系,特别是有关神经环路的知识,并紧密结合功能与临床。因此,本书各章节内容多寡不平衡,敬请读者谅解。又根据神经内科进修生的意见,增加周围神经系统,故此书定名为《神经解剖学》。根据形态学直观教学的特点,又增添一些新的插图,有助于对内容的理解。为求解剖学名词统一,本书依据 1991 年全国自然科学名词审定委员会公布的《人体解剖学名词》定名。所有专有名词后均附有英文名词,以利于阅读英文参考文献及书籍。重点内容用黑体字表示,以提醒读者注意。

本书的出版凝聚着各编者不辞辛劳的笔耕,以及有关人员的通力合作。全书的部分插图由李维山主管技师绘制。高琳琳女士为全书稿件反复多次打印,顾红玉副主任技师在定稿、通稿与排版中多次打印,赵忠球博士生为本书提供新资料以及朱新平硕士生 in 审稿时的修改和打印、提供封面插图等,出版社的领导与编辑给予大力帮助,在此一并深表感谢。

由于我们学科经验的局限性,对相关学科以及临床新知识的欠缺,本书的疏漏和不足之处,希望广大读者在使用后提出宝贵意见,以便不断修改与完善。本书若能起到神经基础与临床之间铺路搭桥的作用,这正是我们编写出版本书的初衷。

此书可供神经科学的研究生和临床神经科、放射科医师与科技工作者以及医学院校师生的教学和参考使用。

蒋文华
于复旦大学上海医学院
2002 年 5 月



“博学而笃志，切问而近思。”

(《论语》)

博晓古今，可立一家之说；
学贯中西，或成经国之才。

主编简介

蒋文华，女，复旦大学上海医学院教授。1922年生。1947年毕业于苏州东吴大学。曾任上海医科大学解剖学教研室副主任、校专家委员会委员。对神经解剖学的教学与研究具有独到的专长。已培养多名博士生和硕士生。主编及参编《中枢神经解剖学》等著作多部。曾获卫生部科研成果奖及上海市科技进步奖等多个奖项。

刘才栋，男，复旦大学上海医学院教授。1940年生。1965年毕业于上海第一医学院医学系。曾任上海医科大学解剖学教研室副主任。现任《中国医学文摘·基础医学分册》编委，《中国医学百科全书·基础医学》编委。主要从事神经解剖学的教学与研究工作。已发表论文50余篇。主编及参编《人体解剖学学习指导》、《人体解剖学》、《中枢神经解剖学》等专著及教材10部。曾获卫生部科研成果奖及上海市科技进步奖等多个奖项。

内 容 提 要

本书是为学习《神经解剖学》的研究生以及临床医师而编写的教材,经过20余年的教育实践和不断修订,现公开出版。

全书共十四章,配有相应插图300余幅。本书内容以神经形态学为主,结合神经系统的发育、神经系统的组织学和细胞学及化学神经解剖学等相关学科综合编写而成。

第一章为概述,包括神经解剖学的研究方法及其发展以及中枢神经递质概论。第二章论述了神经系统的发生,包括种系发生和个体发生。第三章为神经系统的组织学和细胞学,包括神经元及神经胶质细胞等,并按神经形态学的叙述方法,先周围神经系统(第四章),后中枢神经系统,由低级中枢至高级中枢(第五章至第十章),每个局部先外形后内构,内外印证。然后以传导路(第十一章)与中枢递质通路(第十二章),将神经系统各部串连成整体。第十三章为脑的保护装置,包括脑膜、脑室、脑脊液与脑屏障。第十四章是脑和脊髓的血管,并结合血管损伤所出现的临床症状,重温各局部的有关内部结构。全书根据新近的信息和技术增加了许多新资料,其内容丰富,结构清晰,语言简洁。

本书既可作为神经科学相关研究生的教材,也可作为临床医师、神经科学科研人员以及医学院校师生的参考书。

目 录

第一章 概述	1
第一节 神经解剖学的研究方法及其进展	1
一、正常神经组织染色法	1
二、神经通路追踪法	2
三、化学神经解剖学的研究及其方法	4
四、神经培养	6
第二节 中枢神经递质概论	6
一、递质分类	7
二、递质与调质	8
三、受体	9
四、中枢递质的功能	11
附录1 免疫细胞化学与原位杂交组织化学技术	14
附录2 神经培养	18
第二章 神经系统的发生	23
第一节 种系发生	23
一、网状神经系统	23
二、链状神经系统	24
三、管状神经系统	25
第二节 个体发生	29
一、神经管的形成	30
二、脊髓的发育	33
三、脑的发育	35
四、神经嵴的发育	48
第三章 神经系统的组织学和细胞学	52
第一节 神经元	52
一、细胞膜	52
二、细胞核	53
三、细胞质	54
四、树突	57
五、轴突	58
六、神经元的分类	60
第二节 突触	60
一、突触的一般结构及其发展	60

二、突触的分类及其超微结构	61
三、受体	66
四、神经递质	67
五、突触的可塑性	73
第三节 神经纤维与神经	73
一、神经	74
二、有髓神经纤维	75
三、无髓神经纤维	81
四、神经纤维分类及其传导速度	81
第四节 感受器与效应器	82
一、感受器	82
二、效应器	88
第五节 神经纤维与突触的溃变与再生	90
一、周围神经纤维的溃变	90
二、周围神经纤维的再生	92
三、中枢神经纤维的溃变、再生及神经营养因子	93
四、跨神经元溃变	95
第六节 神经胶质细胞	96
一、中枢神经系统的胶质细胞	96
二、周围神经系统的胶质细胞	103
第四章 周围神经系统	107
第一节 脊神经	107
一、颈丛	109
二、臂丛	110
三、胸神经	120
四、腰丛	120
五、骶丛	124
第二节 脑神经	126
一、嗅神经	129
二、视神经	129
三、动眼神经	130
四、滑车神经	132
五、三叉神经	132
六、展神经	135
七、面神经	136
八、前庭蜗神经	139
九、舌咽神经	139
十、迷走神经	142
十一、副神经	144

十二、舌下神经	145
第三节 自主神经系统	146
一、内脏运动神经	146
二、内脏感觉神经	156
[附录] 皮肤、肌和内脏的节段性神经分布	158
第五章 脊髓	166
第一节 脊髓的外形	166
一、脊髓的位置和形态	166
二、脊髓节与椎骨的对应关系	169
三、脊髓的被膜	169
第二节 脊髓的内部结构	171
一、灰质	172
二、白质	179
第三节 脊髓的功能和损伤后临床表现	187
一、脊髓的功能	187
二、脊髓以下损伤的表现及其解剖基础	190
第六章 脑干	194
第一节 脑干的外形	194
一、延髓的外形	194
二、脑桥的外形	196
三、第四脑室	196
四、中脑的外形	198
第二节 脑神经核在脑干内的安排	198
一、概况	198
二、从发生上理解脑神经核的安排	199
三、各个功能柱在脑干内的配布	200
第三节 延髓的内部结构	203
一、锥体交叉	203
二、薄束核、楔束核与内侧丘系交叉	203
三、下橄榄核群与小脑下脚	205
四、脑神经与脑神经核	209
五、网状结构	213
第四节 脑桥的内部结构	213
一、基底部	213
二、被盖部	214
第五节 中脑的内部结构	229
一、四叠体(顶盖)	229
二、大脑脚	232
第六节 网状结构	241

一、脑干网状结构的特点	242
二、脑干网状结构的核团和分区	243
三、脑干网状结构的纤维联系	248
四、脑干网状结构的功能	252
第七章 小脑	257
第一节 小脑的外形和分叶	257
一、绒球小结叶	257
二、前叶	260
三、后叶	260
第二节 小脑皮质	260
一、小脑皮质的分层和神经元	261
二、小脑皮质的神经胶质细胞	265
三、小脑皮质的纤维	266
四、小脑皮质的神经环路与功能意义	267
五、小脑皮质神经元内第二信使系统和调节	268
第三节 小脑中央核和小脑的纤维联系	269
一、小脑中央核	269
二、小脑的白质(髓质)	270
三、小脑的传入和传出纤维	271
第四节 小脑的功能和临床应用	274
第八章 间脑	278
第一节 背侧丘脑	278
一、外形与毗邻	278
二、内部结构	279
三、化学神经解剖学	292
四、功能与临床	293
第二节 上丘脑	294
第三节 底丘脑(腹侧丘脑)	295
第四节 下丘脑	297
一、外形	297
二、内部结构	297
三、纤维联系	301
四、小细胞的神经分泌激素及对垂体前叶的控制	305
五、功能	305
六、室周器(官)	308
第九章 端脑	312
第一节 大脑半球的外部形态	312
一、主要的沟和裂	313
二、大脑半球的叶	313

三、大脑半球的沟和回	314
第二节 大脑皮质	316
一、大脑皮质中的细胞类型	316
二、大脑皮质的分层	319
三、大脑皮质的纤维与神经元之间的联系	321
四、大脑皮质的分区和分型	324
五、大脑皮质的化学神经解剖学	325
六、大脑皮质的功能	328
第三节 大脑皮质的功能定位	329
一、顶、枕和颞叶皮质	330
二、额叶皮质	333
三、语言区	335
四、大脑优势半球	336
第四节 大脑半球的内部构造	336
一、基底核的形态与位置	336
二、基底核的功能及损伤后的临床表现	344
三、大脑半球的髓质	346
四、侧脑室	352
第十章 边缘系统	357
第一节 嗅脑	358
一、嗅球	358
二、嗅束	359
三、嗅前核	360
四、前穿质	360
五、前梨区与梨状叶	360
六、嗅觉传导路	361
第二节 隔区	362
一、纤维联系	363
二、功能	364
第三节 杏仁体	364
一、分群	364
二、纤维联系	365
三、化学神经解剖学	367
四、功能与临床	368
第四节 海马结构	369
一、外形与位置	370
二、海马结构的发育	370
三、海马结构的构筑	372
四、海马结构的纤维联系	374

五、化学神经解剖学	375
六、功能与临床	376
第五节 边缘系统的结构与功能	377
一、边缘系统的结构和纤维联系	377
二、边缘系统的功能	378
第十一章 传导路	381
第一节 感觉传导路	381
一、感受器	381
二、痛温觉和粗略触觉传导路(浅部感觉传导路)	381
三、粗、浅触压觉的传导路	385
四、本体感觉传导路(深部感觉传导路)	387
五、视觉传导路	389
六、听觉传导路	397
七、平衡感觉传导路	401
八、内脏感觉传导路	406
九、味觉传导路	407
第二节 运动传导路	408
一、锥体系	408
二、锥体外系	411
第十二章 中枢递质通路	416
第一节 中枢胆碱能神经元的分布及纤维联系	416
一、胆碱能神经元在中枢神经系统中的分布	416
二、胆碱能神经元的纤维投射	417
第二节 单胺能神经元的分布及纤维联系	419
一、去甲肾上腺素能神经元的分布和纤维投射	421
二、多巴胺能神经元的分布和纤维联系	424
三、肾上腺素能神经元的分布和纤维投射	426
四、5-羟色胺能神经元的分布和纤维投射	426
第三节 氨基酸能神经元的分布及纤维投射	428
一、 γ -氨基丁酸能神经元的分布和纤维投射	428
二、兴奋性氨基酸能神经元的分布和纤维投射	430
第四节 神经肽能神经元胞体的分布及纤维投射	431
一、脑啡肽能神经元的分布和纤维投射	431
二、促甲状腺素释放激素能神经元的分布和纤维投射	431
三、生长激素抑制激素能神经元的分布和纤维投射	431
四、神经降压素能神经元的分布和纤维投射	432
五、胆囊收缩素能神经元的分布和纤维投射	432
六、血管活性肠肽能神经元的分布和纤维投射	432
七、P物质(SP)能神经元的分布和纤维投射	432

第十三章 脑膜、脑室、脑脊液和脑屏障	434
第一节 脑膜	434
一、硬脑膜	434
二、蛛网膜	437
三、软脑膜	437
第二节 脑室	437
一、侧脑室	437
二、第三脑室	437
三、第四脑室	437
第三节 脑脊液	439
一、脑脊液的产生	439
二、脑脊液的循环	439
三、脑脊液的化学成分和功能	441
第四节 脑屏障	442
一、脑屏障的形态学基础	443
二、脑屏障的理化性质和生理功能	445
三、胎儿和新生儿的血—脑屏障	446
第十四章 脑和脊髓的血管	447
第一节 脑的动脉	447
一、颈内动脉系	448
二、椎—基底动脉系	452
三、大脑动脉环	454
四、中央支及其分布	454
五、脉络膜动脉	456
六、脑各部的血液供应	457
七、脑干病变综合征	462
第二节 脑的静脉	463
一、大脑浅静脉	463
二、大脑深静脉	465
三、小脑的静脉	467
四、脑干的静脉	467
第三节 脊髓的动脉	468
第四节 脊髓的静脉	470

第一章 概 述

神经解剖学(neuroanatomy)是研究有关神经系统形态与结构的科学。自 **Cajal** 建立神经元学说 100 多年来,随着对脑结构深入探索的需要,新的研究方法不断发现与改进,促进了神经解剖学知识向新的领域扩展。特别是神经通路追踪法的问世与发展,使脑内结构相互间的联系以及神经回路的知识越来越丰富,由于免疫组织化学方法的应用,又可能把神经元的形态与神经递质的分析结合在一起,从而得以阐明其功能,并为探求神经疾患的机制及药物治疗的研制开辟了道路。目前神经解剖学的研究技术方法已进入分子与基因水平,有些遗传性神经与精神疾患的缺损基因定位获得成功,为治疗遗传性疾病打下了基础。由于多学科的协同探索“脑的奥秘”,于 20 世纪 70 年代末和 80 年代初建立了“**神经科学(neuroscience)**”这门综合性学科,以致神经解剖学的范畴很难划分,但形态知识还是神经科学必要的基础知识。另外,活体无创伤性成像技术在临床的应用,如 **X 线计算机体层摄影(CT)**、**磁共振成像(MRI)**、**正电子发射断层扫描(PET)**等,也以形态知识为基础,它们为诊断脑的病理变化与动态的功能活动提供了资料。总之,只有扎实的形态知识并结合功能、联系临床,神经解剖学才有无限的生命力。

第一节 神经解剖学的研究方法及其进展

神经解剖学作为一门独立的学科,始于 19 世纪中叶,随着染料工业的发展,组织染色剂引入到神经组织中,出现了 Golgi、Cajal 等几位杰出的学者,创建了至今在神经解剖学中占重要地位的神经组织染色法。由于他们对神经解剖学的杰出贡献,因而获得了 1906 年的诺贝尔生理学和医学奖,为现代神经解剖学奠定了基础。

神经形态知识的逐步深入,有赖于研究方法的不断发展与改进,研究方法的发展也受神经生理学、神经药理学和神经化学的发展所影响,学科间的相互促进、推动与渗透,神经解剖学作为 20 世纪 90 年代探索“脑的奥秘”的基础学科,其地位是举足轻重的。

现根据至今常用的方法,择要介绍。

一、正常神经组织染色法

(一) Golgi 银浸染法

1883 年意大利人 Camello Golgi 发现用重铬酸钾固定神经组织,再放进硝酸银中,在一张切片中,可观察到少数黑色或棕黄色的细胞全貌。

1891 年 Golgi 用重铬酸钾和钒酸固定组织,再浸银,细胞显示更有把握,但钒酸价格昂贵。

1891 年 Cox 将 Golgi 法改进,用汞盐溶液代替钒酸和硝酸银,也能浸染出神经元的全貌。这个方法显示的神经细胞较 Golgi 法更好,但细微的结构如树突棘不如 Golgi 法清晰。此法染小脑皮质可供教学使用。

在 20 世纪 50~70 年代,随着电生理学的进展,要求对神经细胞的全貌及其树突棘分支与

分布了解更为深入,因此 Golgi 法得到了复兴。Scheibel 夫妇用 Golgi 法对网状结构、丘脑等研究作出了许多贡献。

(二) Cajal 法

1903 年西班牙人 Romon Y Cajal 在 Golgi 法的基础上创建了 Cajal 法,以显示神经元内的神经原纤维及轴突末梢,发现末梢与其他神经元胞体间的连结不是连续的,而是接触的。他提出了神经元学说,即神经元既是一个形态单位,又是一个功能单位。这个学说奠定了现代科学对神经系统研究的基础。

(三) Nissl 法

Frans Nissl 是德国病理学家,他于 1892 年创立了 Nissl 染色法,用碱性染料如结晶紫、硫堇等将尼氏体与核内染色质染成蓝色。Nissl 法为核团的细胞构筑研究提供了手段。Brodmann 对大脑皮质的分区研究,Rexed 对脊髓的分层研究,都是基于 Nissl 法的染色切片。Nissl 法至今仍在教学和研究上广为应用。

(四) Weigert 法

Kar Weigert 为德国病理学家,1884 年发明髓鞘染色法,先将神经组织投入金属化合物内媒染,使有髓鞘纤维对苏木精有特别亲和力,能将髓纤维染成蓝黑色。

1886 年 Pal 对此法的媒染剂进行改良,用重铬酸铜和氟化铬溶液对神经组织进行媒染,再用苏木精染色,此法使组织媒染更彻底,有髓纤维呈蓝黑色。至今我们的脊髓与脑干教学切片,都用 Pal Weigert 法制作。

二、神经通路追踪法

作为神经解剖学,必须了解核团之间的联系。1850 年 Waller 切断神经细胞轴突后,其远侧端发生顺行性溃变称 Wallerian 溃变。1892 年 Nissl 的有名发现,就是切断面神经几天后,用 Nissl 染色法观察到面神经核内神经元的尼氏体变小变少,以至消失;而胞体逐渐膨大,核偏位,胞质退化,称染色质溶解(chromatolysis),最后胞体溶解,此为逆行性细胞溃变。

(一) 顺行性溃变(anterograde degeneration)神经染色法

1. Marchi 法 1890 年意大利人 Marchi 发现顺行性溃变髓鞘用钼酸可以染成黑色点状或柱状颗粒,受伤后 14~20 天溃变的髓鞘可被染色并达到高峰,以后这些变性脂类颗粒变成脂肪酸就不再显示。

Nissl 法逆行追踪变性细胞, Marchi 法顺行追踪溃变纤维,是多年来追踪神经细胞的手段。但因染色质溶解法对侧支较多的神经元,只断离其轴突主干,往往胞体变化不明显。Marchi 法不能染轴突及其终末,溃变的显示有时间限制,故此两法现已被淘汰。

2. 溃变轴突与终末镀银法 1946 年 Gless 的镀银法能比较可靠的染出溃变的神经终末,但此法将正常纤维与溃变纤维同时染出,观察终末时容易发生误差。

1951 年 Nauta 和 Gyax 用镀银法能染出溃变纤维,但正常纤维也能显示。此后 Nauta 及其同事们对此法作了许多改进,于 1954 年和 1956 年发表的 Nauta 改良法,是用高锰酸钾对神经组织进行预处理,以抑制正常纤维的嗜银性,此法可以追踪到终末前变性。

1967 年 Fink-Heimer 加用硝酸铀抑制正常纤维,溃变终末显示得较好。

溃变轴突与终末镀银法是顺行追踪该核团的投射情况及终止区的独到的方法,一直为神经解剖学研究者所应用。该方法的主要缺点是核团损伤时,针道损伤的纤维也可染出,干扰了研究结果。因此自辣根过氧化物酶(HRP)法出现以后,近年来此法很少被应用。