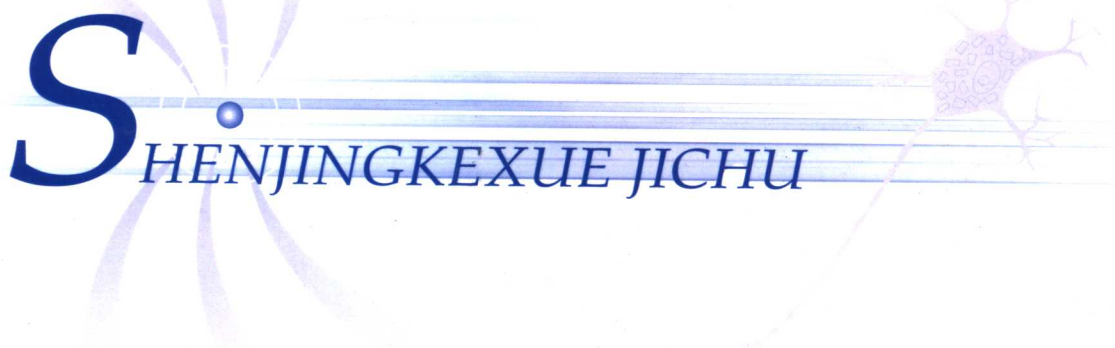


高等医学院校专业限定选修课程教材

供基础医学、临床医学、预防医学、药学、中医药、生物学类专业用

神经科学基础

主编 茹立强 王才源 殷光甫

A stylized illustration of a neuron with a large, multi-lobed cell body on the left and several long, thin axons extending to the right. The cell body is purple and has a central blue dot. The axons are light blue and end in small, star-like structures. The text 'SHENJINGKEXUE JICHU' is written in blue, serif capital letters across the middle of the neuron.

S
HENJINGKEXUE JICHU

清华大学出版社

内 容 简 介

本书为医学院校基础、临床、预防、药学、中医药、生物学类专业限定选修课程中的神经科学课程教材。

现代神经科学是生命科学迅猛发展的一个前沿,特别是自20世纪末“脑的十年”以来,该学科更是受到全球性重视,并向“脑的21世纪”迈进。其中,特别是与医学密切相关的知识内容,呈爆炸性的发展。尽管近些年来,众多中外文版本的神经科学著作相继出版,但本书仍是一本具有医学特点的神经科学基础教材,集形态学与机能、基础医学与临床医学、传统学科的基本理论与现代发展于一身,其中总结了编者十余年教学经验和科学研究成果。内容精要,图文并茂,展示了医学神经科学基础的全貌。

本书适合高等院校本科、大专医学生和本科生物学系学生以及在高等师范院校培训的有关人员使用。

版权所有,翻印必究。举报电话:010-62782989 13901104297 13801310933

图书在版编目(CIP)数据

神经科学基础/茹立强、王才源、殷光甫主编. —北京:清华大学出版社,2004.7

ISBN 7-302-08075-5

I. 神… II. ①茹… ②王… ③殷… III. 神经生物学—医学院校—教材 IV. R338

中国版本图书馆CIP数据核字(2004)第008217号

出 版 者:清华大学出版社 地 址:北京清华大学学研大厦

<http://www.tup.com.cn> 邮 编:100084

社 总 机:010-62770175 客户服务:010-62776969

责任编辑:罗 健

版式设计:刘伟森

印 刷 者:北京国马印刷厂

装 订 者:北京市密云县京文制本装订厂

发 行 者:新华书店总店北京发行所

开 本:185×260 印张:25.75 字数:588千字

版 次:2004年7月第1版 2004年8月第2次印刷

书 号:ISBN 7-302-08075-5/R·47

印 数:4001~5000

定 价:35.00元

本书如存在文字不清、漏印以及缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:(010)62770175-3103或(010)62795704

编委会名单

主 编 茹立强 王才源 殷光甫

副主编 段东晓 戴甲培 郭国际

主 审 邢 莹 陈其才 高晓群

编 委 (以姓氏汉语拼音为序)

陈其才 华中师范大学生命科学学院

段东晓 郑州大学医学院

高晓群 郑州大学医学院

胡旺平 咸宁学院医学院

李 林 江汉大学医学与生命科学学院

刘忠武 鄢阳医学院

司军强 新疆石河子大学医学院

吴红金 北京中医药大学附属北京中西医
结合医院

易春霞 三峡大学

张 健 武汉科技大学

戴甲培 荷兰阿姆斯特丹大学皇家科学院

樊翌明 广东医学院附属医院

郭国际 华中科技大学同济医学院

李龙宣 广东医学院附属医院

刘长金 华中科技大学同济医学院

茹立强 华中科技大学同济医学院

王才源 华中科技大学同济医学院

吴建清 湖北民族学院医学部

邢 莹 郑州大学

殷光甫 华中科技大学同济医学院

朱红灿 华中科技大学同济医学院

编著者名单

(以姓氏汉语拼音为序)

- | | | | |
|-----|--------------------|-----|---------------|
| 曹福元 | 华中科技大学同济医学院 | 陈其才 | 华中师范大学生命科学学院 |
| 戴甲培 | 荷兰阿姆斯特丹大学皇家科学院 | 段东晓 | 郑州大学医学院 |
| 樊翌明 | 广东医学院附属医院 | 高晓群 | 郑州大学医学院 |
| 郭国际 | 华中科技大学同济医学院 | 呼海燕 | 新疆石河子大学医学院 |
| 胡旺平 | 咸宁学院医学院 | 胡道松 | 华中科技大学同济医学院 |
| 李光千 | 华中科技大学同济医学院 | 李 林 | 江汉大学医学与生命科学学院 |
| 李龙宣 | 广东医学院附属医院 | 梁勳厂 | 华中科技大学同济医学院 |
| 林传友 | 华中科技大学同济医学院 | 刘长金 | 华中科技大学同济医学院 |
| 刘忠武 | 鄢阳医学院 | 茹立强 | 华中科技大学同济医学院 |
| 司军强 | 新疆石河子大学医学院 | 王才源 | 华中科技大学同济医学院 |
| 吴红金 | 北京中医药大学附属北京中西医结合医院 | 吴建清 | 湖北民族学院医学部 |
| 邢 莹 | 郑州大学 | 谢海源 | 华中科技大学同济医学院 |
| 殷光甫 | 华中科技大学同济医学院 | 易春霞 | 三峡大学 |
| 朱红灿 | 华中科技大学同济医学院 | 张 健 | 武汉科技大学 |

前言

现代神经科学是生命科学中迅猛发展的一个学科,对现代医学正产生着巨大的影响。神经科学是一个多学科交叉的综合学科,试图揭示称为“宇宙”的人脑的奥秘。这使得神经科学工作者和教材编写人员难以用简洁明了、反映时代、浅显易懂的方式来介绍神经科学,而若要求学生在该学科能成功地进行探索显然是要求过于苛刻。因此,尽快出版一本适合于我国医学本科生或专科生学习的神经科学的基础课本,是当前高等教育学分制课程和教材改革的需要,也是我们的愿望。现在这本《神经科学基础》并不企图取代讲座或经典教材,而是予以补充,作为指导、帮助高等院校本科学生学习的范本。

本教材编排为13个部分(章),并以此为核心包含66个主题。学生们会提出疑问:第一,怎样从中归纳出重要的概念;其次,对于不熟悉的专业术语如何掌握。另外,教师也希望学生能对学习后的知识进行系统归纳整理。《神经科学基础》即着手于此类问题的阐述,每一主题都体现在一个“重点内容”的教学大纲之中,对于难点做了简明的小结,初次出现的术语给予定义或阐释,并提供了有关参考文献,从而使学生能够从中精炼出纵向横向的重要联系。

本教材与众多令人望而生畏的、庞大的神经科学书籍相比,容量小得多,其特色是:第一,编者试图将章节内容尽量缩减,但不影响进一步研究所需要的资料;第二,本书在收录神经科学家所编辑的教材资料的同时,按照编者的教学和科研实践,掺入一些必要的图示和实验研究成果性理论;第三,编者一般将叙述限制在最适合于人类的资料方面,拟避免种属的差异性。

第一章介绍了神经系统的现代研究方法,简明地介绍神经科学研究中常用的研究方法,指出多学科、多层次综合研究为神经科学研究的一个显著特点。第二章介绍了神经系统细胞的功能是如何特化的,后三部分重点涉及细胞的神经科学。第三章~第五章重点叙述神经信息传递功能形态学及一些神经药理学的基础。第六章主要涉及动作电位。神经元放电及神经元联系如何编码信息放在第七章内,并论述神经细胞作为信息发生器是如何作用的,其中谈到一些离子通道和受体的分子生物学。

第八章、第九章成了系统神经科学的核心。第八章论述了躯体的感觉、触觉、痛觉和平衡觉,分别论述视觉和听觉、味觉、嗅觉和化学性感觉。骨骼肌的特性、运动反射及随意运动的皮质控制也是这部分的议题。在运动部分涉及小脑(包括本体感觉)和基底神经节的参与。神经内分泌学、自主神经系统的外周和中枢方面见于第十章,

此部分还包括(经典神经科学规划教科书不常见的)平滑肌、心肌以及肠神经系统的功能,为第十一章所包括的主要行为学内容做一铺垫,如睡眠和觉醒与脑生物钟,并论述了神经系统如何根据经验不断地自我串联(即学习和记忆)。第十二章对胚胎神经系统是如何发育的,从遗传上如何特化到男女两性以及如何产生分化等内容都有囊括。最后,虽然相当多的神经系统疾病以适当的形式贯穿于整个教材,但仍于第十三章选摘了5种最常见的神经性疾病:脑卒中、癫痫、帕金森病、阿尔茨海默病和运动性疾病,并对现在和将来要进行的工作做了详细的展望。书的末尾列出了供进一步学习和研究的有关参考文献、英汉专业词汇对照表。

作为学生,怎样使用本书呢?请将你的阅读放在你当前课程所覆盖的那些主题部分和内容上,也就是说,第一章至第七章似乎是任何神经科学工作者都需要了解的知识,你应该首先熟悉这些知识。后面的部分你可以不按顺序随意地浏览。首先通读整个部分,然后将你确实理解了的,概念,利用“相关主题”找到联系,正如你在因特网上冲浪一样。必要时,借助文献收录有关神经科学的新进展、新知识和其他教科书上的附加材料(或者是对所学的课程特别重要的东西)。少而精地经常性学习《神经科学基础》是一个很好的战略。你针对一个主题的时间越多,理解也就越深,你就能更清晰地记住它。在复习的时候,以“关键词”作为提示,记录一些术语。能够复制较简单的图表也是你通过考试掌握知识的有效方式。神经科学需要非凡的努力,因为它试图揭示人之所以成为人的本质,以及人们的行为、思想和感情。显然,由人脑自身来解释人脑的奥秘,肯定是可能的;但是,人们还有很长的路要走,大量的工作尚待进行,这正是这门学科令人如此感兴趣的原因之一。我希望能看到它正是你所需要的东西,并且能像我们一样,分享着发展神经科学的乐趣。

茹立强

2004年3月

于华中科技大学同济医学院
神经生物学系

目 录

绪论	1
一、神经科学的概念与任务	1
二、现代神经科学的崛起	2
三、神经科学研究的展望与召唤	6
第一章 神经系统现代研究方法(概论)	9
第一节 神经形态学方法	9
一、神经组织染色	9
二、神经束路追踪	9
三、化学神经解剖学	10
四、受体定位	12
五、神经系统功能活动的形态学定位	13
六、共焦激光成像显微镜技术	13
第二节 神经生理学与电生理学方法	13
一、细胞外记录	14
二、细胞内记录	14
三、电压钳	15
四、膜片钳	16
第三节 神经生物化学与分子生物学方法	17
一、突触体与突触小泡的制备	18
二、层析	19
三、放射免疫分析和免疫放射分析	20
四、遗传工程:基因工程	21
五、免疫印迹	22
六、受体测定	22
七、聚合酶链反应	23
第四节 脑成像	24
一、计算机辅助断层成像	24
二、正电子发射断层成像	25

三、功能性磁共振成像	26
第二章 神经元	29
第一节 神经元结构	29
一、神经元胞体	29
二、神经元突起	30
第二节 神经元分类	31
一、根据突起数量的分类	31
二、根据树突的分类	32
三、根据轴突长度的分类	32
四、根据神经元之间的相互联系分类	32
五、根据分泌递质的分类	32
第三节 化学性突触的形态学	32
一、突触分类	33
二、突触结构	33
三、突触多样性	34
第四节 胶质细胞与髓鞘形成	36
一、胶质细胞概述	36
二、星形胶质细胞	36
三、少突胶质细胞	38
四、小胶质细胞	38
五、施万细胞	38
第五节 血-脑屏障	38
一、血-脑屏障	39
二、血-脑脊液屏障	39
三、脑脊液-脑屏障	39
四、血-脑屏障的功能	40
第三章 突触功能与信息传递	41
第一节 突触功能概述	41
一、电突触传递	41
二、化学性突触传递	42
三、非突触信息传递	44
第二节 快速神经信息传递	45
一、快速谷氨酸信息传递	45
二、兴奋性突触后电位	45
三、快速 GABA 信息传递	47
四、抑制性突触后电位	47

第三节 慢速神经信息传递	48
一、G-蛋白	48
二、腺苷酸环化酶的激活	49
三、腺苷酸环化酶的抑制	50
四、肌醇磷脂第二信使系统	50
第四节 受体的分子生物学	51
一、配体-门控离子通道受体	51
二、AMPA 受体和 KA 受体	52
三、NMDA 受体	53
四、G-蛋白偶联受体	54
第五节 神经递质的释放	55
一、量子释放	55
二、Ca ²⁺ 与囊泡释放	57
三、囊泡循环与递质再摄取	58
第六节 神经递质的灭活	59
一、酶降解	60
二、再摄取	60
三、扩散	61
第七节 自身受体	62
一、自身受体的功能	62
二、神经递质释放的调节	62
三、神经递质合成的调节	62
四、异源受体	63
 第四章 神经解剖学基础	 64
第一节 中枢神经系统的结构	64
一、脊髓	64
二、脑	66
第二节 外周神经系统的结构	69
一、躯体神经系统	69
二、自主神经系统	70
三、肠神经系统	70
第三节 脑脊液的产生与循环	71
一、脑脊液循环	71
二、脑脊液与脑脊膜的功能	72
 第五章 神经信息物质与信息传递	 73
第一节 经典神经递质	73

一、概述	73
二、神经递质的标准	73
三、经典中枢神经递质的分类	74
第二节 神经肽	74
一、概述	74
二、神经肽的分类	74
三、神经肽的合成和代谢	75
四、神经肽在细胞内信号转导	76
第三节 递质共存与突触调制	77
一、概述	77
二、递质共存的结构	77
三、递质共存的生理意义	77
第四节 跨膜信息转导机制概论	78
一、概述	78
二、G-蛋白与跨膜信息转导	79
三、胞浆内第二信使	84
四、原癌基因与信息转导	91
第五节 经典递质的神经传递	94
一、多巴胺神经传递	94
二、去甲肾上腺素神经传递	97
三、5-羟色胺神经传递	100
四、乙酰胆碱神经传递	102
第六章 神经电生理学基础	105
第一节 神经元膜静息电位	105
一、细胞的兴奋特性	105
二、膜的静息电位	105
第二节 动作电位	107
一、神经元的刺激	107
二、动作电位	107
三、动作电位的特性	108
四、动作电位的传导	108
第三节 电压依赖性离子通道概论	110
一、电压依赖性离子通道	111
二、电压依赖性钠通道	111
三、电压依赖性钾通道	112
第四节 钠通道和钾通道的分子生物学	113
一、电压依赖性钠通道的结构	113



二、电压依赖性钾通道的结构	114
第五节 电压依赖性钙通道	115
一、电压依赖性钙通道的特征	115
二、钙通道的类型	115
三、电压依赖性钙通道的分子生物学	116
第七章 神经元编码与整合作用	118
第一节 神经元表达的信息	118
一、信息编码	118
二、误差保护	118
第二节 强度与时间编码	119
一、静态与动态编码	119
二、刺激强度	119
三、时间编码	120
第三节 刺激定位	120
一、感受野	120
二、局部定位	121
第四节 刺激性质	122
一、感受器	122
二、专一线路	123
三、感觉模态	123
第五节 神经整合作用	124
一、神经轴突的特性	124
二、空间与时间总和	128
第八章 感觉系统	130
第一节 躯体感觉系统	130
一、皮肤感受器	130
二、触觉通路	133
三、前外侧系统与痛觉下行调控	135
第二节 平衡感觉	139
一、前庭迷路	139
二、前庭淋巴液	140
三、耳石器内的传导	140
四、半规管的传导	142
五、梅尼埃尔综合征	142
六、前庭的中枢连接	142
第三节 视觉系统	143

一、视觉的特性	143
二、眼与视觉通路	144
三、视网膜的信息处理	148
四、光的传导	151
五、视网膜神经回路与信息处理	153
六、初级视觉信息处理	157
七、视觉系统平行信息处理	161
第四节 听觉	164
一、声学 with 听觉	164
二、耳解剖与生理学	166
三、外周听觉信息编码和处理	170
四、听觉中枢的信息处理	171
第五节 嗅觉和味觉	174
一、嗅觉感受神经元	175
二、嗅觉通路	176
三、味觉	178
四、味觉通路	180
 第九章 运动功能及其调控	182
第一节 运动单位与运动池	182
一、运动单位	182
二、运动池	184
三、运动单位紊乱	185
第二节 运动反射	186
一、反射的特性	186
二、肌梭反射	187
三、逆向肌伸张反射	189
四、肌强度的控制	190
第三节 脊髓运动功能	191
一、脊髓运动功能成分	191
二、脊髓运动功能的抑制作用	193
第四节 脑干姿位反射	194
一、姿位反射	194
二、前庭(迷路)反射	195
三、颈反射	195
四、矫正反射	196
五、肢体位置反射	196
六、姿位反射通路	196

第五节 大脑皮质的随意运动调控·····	199
一、随意运动·····	199
二、外侧运动通路·····	199
三、运动皮质·····	200
四、红核·····	203
第六节 小脑运动调控·····	203
一、小脑解剖·····	203
二、小脑皮质的环路·····	205
三、小脑的功能结构·····	208
四、小脑的功能·····	211
第七节 基底神经节运动的调节·····	214
一、纹状体·····	215
二、基底神经节的传出结构·····	216
三、丘脑底核·····	217
四、基底神经节的平行信息处理·····	217
五、基底神经节的功能·····	217
第十章 自主神经功能和神经免疫内分泌学·····	220
第一节 自主神经系统概述·····	220
一、自主神经活动·····	220
二、自主神经系统的成分·····	220
三、自主反射·····	222
第二节 高级自主神经中枢·····	225
一、下丘脑解剖结构和核团·····	226
二、下丘脑与其他脑区联系·····	229
三、下丘脑-垂体门脉系统·····	231
四、下丘脑激素轴系统·····	232
第三节 交感与副交感神经系统·····	234
一、交感神经系统·····	234
二、副交感神经系统·····	235
第四节 后交感神经系统·····	236
一、后交感神经系统概述·····	236
二、肠神经系统·····	236
第五节 代谢与生长的神经内分泌调控·····	240
一、下丘脑激素轴的作用·····	240
二、应激反应·····	244
三、生长激素·····	246
第六节 生殖的神经内分泌调控·····	246

一、下丘脑-垂体-性腺轴的作用	246
二、雄性的反馈	247
三、雌性生殖周期的反馈	247
四、青春期和绝经	249
五、催乳素	250
第七节 自主神经系统生理学	250
一、概述	250
二、自主神经节突触传递	251
三、自主神经向效应器传递	254
第八节 自主功能活动的中枢控制	255
一、温度的调节	255
二、心血管的调节	260
三、呼吸的调节	261
第九节 神经免疫调节	263
一、概述	263
二、神经内分泌对免疫功能的调节	264
三、肠神经系统与免疫细胞间的通讯	269
四、免疫系统对神经内分泌的调节	269
五、神经内分泌与免疫系统间相互作用的途径	273
 第十一章 脑的高级整合功能	274
第一节 脑与行为	274
一、动机与行为	274
二、脑生物钟	277
三、睡眠与觉醒	279
第二节 语言与思维	285
一、概述	285
二、大脑语言功能一侧化	285
三、大脑两半球相互作用	287
四、语言和思维与运动的关系	289
五、语言和思维脑机制的电生理学特性	289
六、脑内特化的语言区与失语症	290
七、语言和思维脑机制的理想鉴定方法	291
第三节 学习与记忆	292
一、概述	292
二、学习与记忆的类型	292
三、海兔的非联合型学习与联合型学习	296
四、海马与学习	298

五、突触传递的长时程压抑与小脑运动学习	303
六、记忆的脑功能定位	304
七、神经递质和神经肽与学习记忆	309
第十二章 发育神经生物学	311
第一节 神经系统早期发育模式	311
一、神经管的形成	311
二、神经诱导	313
三、前后神经轴的形成	314
四、背腹轴的形成	316
第二节 细胞的定向	316
一、概念	316
二、神经元归宿的定向	317
三、神经元个体谱系	318
四、运动神经元的分化	318
五、胶质细胞系	319
第三节 脑皮质的发育	320
一、大脑皮质的发育	320
二、小脑皮质的发育	323
三、脑性别的分化	325
四、人脑性别的分化	326
第四节 轴突生长导向	326
一、生长锥	326
二、轴突生长的引导分子	327
三、局部解剖图的形成	328
第五节 突触发生与发育的可塑性	330
一、神经-肌接点突触形成	331
二、神经-肌接点突触退化	332
三、中枢神经系统的突触形成	332
四、视觉系统发育的可塑性	333
第六节 神经细胞营养因子	334
一、神经营养素家族	335
二、神经营养素信号	335
三、神经营养素的作用	337
四、细胞凋亡	337
第十三章 神经病学概论	339
第一节 脑卒中与兴奋毒性	339

一、缺血性脑血管疾病研究进展	339
二、脑卒中可能的治疗方法	345
三、脑缺血缺氧预适应的作用与机制	346
第二节 癫痫	348
一、癫痫的类型	348
二、癫痫的神经生物学机制	349
三、过度兴奋性的可能原因	349
四、癫痫的药理学	351
第三节 阿尔茨海默病	351
一、研究进展	351
二、神经病理学	353
三、家族性 AD	354
四、 β -淀粉样蛋白(肽)与 AD	354
五、微管相关蛋白与 AD	355
六、药物治疗	356
第四节 帕金森病	358
一、神经病理学	358
二、MPTP 模型	360
三、治疗	361
第五节 运动性疾病	362
一、布朗-塞卡尔综合征	363
二、去大脑僵直病	363
三、脊髓运动通路损伤	364
四、脑血管意外	365
五、基底神经节异常	365
参考文献	367
英汉专业词汇对照表	371

人类具有思维功能的脑,被誉为“万物之灵”。揭示人脑的工作原理及其对行为的调控方式,是神经科学的一个基本研究目标。脑科学研究的最终目的还在于认识人类大脑的形态结构与正常生理功能,以及人类行为、心理活动与神经系统疾病发生的物质基础,为提高人类感觉与运动、学习与记忆的效率,增进人类健康而服务。

一、神经科学的概念与任务

(一) 神经科学的概念与研究目的

神经科学(neuroscience)或神经生物学(neurobiology)是一门研究神经系统的综合学科,也是横向联系的新兴学科,还是生命科学中发展最快的一门崭新的边缘学科。神经生物学侧重于人脑器官和神经系统的基础理论领域的研究,而神经科学还包括临床神经病学。

神经科学研究是一个多学科结合(跨学科)的基础理论研究。神经科学是在与神经系统密切相关的传统学科的基础上发展起来的,它融合了神经解剖学、神经生理学、神经生物化学、神经药理学、神经免疫学、遗传学、计算神经科学等基础研究,乃至心理学以及临床神经科学(神经病学、神经外科学)的理论和技術。此外,分子生物学、细胞生物学及神经生物学三大生物学的相互渗透,也是促进神经科学学科发展的重要动力。因此,在神经科学的旗帜下,研究人脑的结构、功能及神经病学等的研究者需要进行多学科交叉的合作。

神经科学的研究目的在于认识神经系统内分子水平、细胞水平和细胞之间的变化过程,以及这些过程在中枢功能控制系统中的整合作用,即神经科学最终目的是揭示人脑的奥秘。人类认识自己的事,基本上就是了解人脑(神经系统)怎样活动的问题及神经系统疾病的预防和治疗。因此,神经科学研究需要多层次的综合研究,需要在分子水平、亚细胞水平、细胞水平之间,乃至整体行为和心理水平上同时进行。现代神经科学是科学家们接受挑战,向揭示脑的奥秘进军的一面旗帜。神经元与神经元之间,神经元与效应器之间的信息传递,绝大部分是通过神经递质及其相应的受体,在突触部位实现的,亦即突触传递是神经活动基本过程的中心问题。因此,神经元、突触、神经递质和受体的研究就成为神经科学的基础研究。对于本科学生来讲,学习“神经科学基础”的主要目的是掌握以神