



面向 21 世纪课程教材
Textbook Series for 21st Century

神经生物学

Neurobiology

第 2 版

寿天德 主编



高等教育出版社
Higher Education Press



面向 21 世纪课程教材
Textbook Series for 21st Century

神经生物学 Neurobiology

第2版

寿天德 主编



高等教育出版社
Higher Education Press

内容简介

本书有机地综合了神经解剖学、神经生理学、神经化学、神经药理学和神经发育生物学等方面的基本内容和研究成果。在保持第1版5大部分的结构框架和特色的前提下,着重充实和改写了神经活动的基本过程、神经发育、可塑性和再生以及脑的高级功能三大部分,其中前两部分全部重新编写,力图使内容更新,重点更加突出,使读者更加易于理解和跟上神经科学的发展步伐。另外,还增加了关于神经、内分泌与免疫系统关系的内容。

本书适合综合性大学和师范院校生物科学、生物技术专业以及医科大学的本科生、研究生使用,将适合研究生阅读的部分用图文框显示,便于学生选择阅读。本书也适用于理、工科中生命科学相关的交叉学科的研究生和教师参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

神经生物学/寿天德主编. —2版. —北京:高等教育出版社, 2006. 1

ISBN 7-04-017740-4

I. 神... II. 寿... III. 人体生理学:神经生理学-高等学校-教材 IV. R338

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第113821号

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010-58581118
社 址	北京市西城区德外大街4号	免费咨询	800-810-0598
邮政编码	100011	网 址	http://www.hep.edu.cn
总 机	010-58581000		http://www.hep.com.cn
经 销	北京蓝色畅想图书发行有限公司	网上订购	http://www.landaco.com
印 刷	涿州市星河印刷有限公司		http://www.landaco.com.cn
开 本	850×1168 1/16	版 次	2001年6月第1版
印 张	35.5		2006年1月第2版
字 数	900 000	印 次	2006年1月第1次印刷
		定 价	43.00元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 17740-00

郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其为人将承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人给予严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话：(010) 58581897/58581896/58581879

传 真：(010) 82086060

E - mail: dd@hep.com.cn

通信地址：北京市西城区德外大街4号

高等教育出版社打击盗版办公室

邮 编：100011

购书请拨打电话：(010)58581118

策划编辑 王 莉

责任编辑 赵晓媛

封面设计 张 楠

责任绘图 朱 静

版式设计 马静如

责任校对 俞声佳

责任印制 陈伟光

发展脑科学

造福全人类

張香桐題

前言

神经科学(或脑科学)的迅速崛起是20世纪末30年内自然科学发展中的重大事件。作为神经科学主体的神经生物学已成为生命科学中发展最迅速的前沿科学之一。人脑是宇宙中已知的最复杂的结构。今天,人们探索神经系统特别是人脑的奥秘已经成为现实。人类之所以成为万物之灵,就是因为人类具有根本区别于动物的、高度发达的脑。因此,从某种意义上说,认识了人脑便是认识了人类自己。越来越多的事实表明,神经生物学可能引发21世纪生命科学迅猛发展的又一高潮。

神经生物学是研究人和动物的神经系统的科学,它从分子、细胞水平到神经网络乃至整体系统水平上研究神经系统,特别是脑的结构与功能及其相互关系,研究神经系统的生长和发育,其最终目的是阐明行为和心理活动的神经机制;同时为阐明物质运动如何产生精神活动这一重大哲学问题提供科学依据。神经生物学的发展,必然为人类战胜各种神经和精神疾病提供科学原理和可能途径,为开发和利用人类智力创造条件。同时,还会有力地促进人工神经网络、人工智能科学和信息产业的发展。神经生物学的发展无疑有助于解决21世纪人类社会老龄化和社会信息化面临的种种问题。

教育部“高等教育面向21世纪的教学内容和课程体系改革计划”研究项目研究中将《神经生物学》列为大学生物类专业本科必修或选修课,乃是十分明智之举,这将使大学生迅速地了解这一迅猛发展的新兴学科。本书力求以较小的篇幅,把神经生物学的主要方面向学生做一介绍,使学生掌握这门学科的梗概以及与其他学科,如分子生物学、细胞生物学、心理学等的关系,了解进一步深入钻研的途径。对于越来越多的对神经生物学产生兴趣的其他专业的教师、研究生和本科生,学习本书将有利于进行跨学科交叉,形成新的研究方向。

本书共分5篇25章。第一、二、四、五章由中国科学技术大学徐耀忠编写;第三、六、七章由中国科学技术大学阮迪云编写;第八、九、十章由兰州大学王子仁编写;第十一、十三、十四、十五章由复旦大学寿天德编写;第十二章由复旦大学章惠明编写;第十六章由南京大学王建军编写;第十七章和附录由复旦大学梅岩艾编写;第十八至二十五章由中国科学院上海生理研究所李葆明编写。

我们衷心感谢中国科学院上海生理研究所梅镇彤、徐科、周长福教授在完成本书过程中所给予的热情支持和帮助;十分感谢著名神经科学家、我国脑科学奠基人、中国科学院上海神经科学研究所名誉所长张香桐教授为本书出版所赐墨宝。

由于我们的水平所限和经验不足,本书的错误和疏漏在所难免,恳切希望有关专家、同行和广大读者予以指正。

寿天德
2000年1月

再 版 前 言

《神经生物学》第1版于2001年出版迄今已有5年。神经科学(或脑科学)的迅猛发展和教学实践促使我们对该书进行全面修订,以便更好地反映最新的神经生物学进展,并使学生和对神经生物学感兴趣的人们从本书得到更多的收益。

本版与第1版不同的是,参与修订工作的既是长期从事这一领域研究工作的专家又是具有丰富教学经验的教授。由这样具有科研与教学双重经验的教师来从事写作,可以更深入地介绍该领域的最新进展,也更便于读者阅读和自学。

这次修订特别加强了从分子和细胞水平来阐明神经活动的基本过程,神经发育的基本原理和高级神经活动,特别是学习与记忆以及脑疾病的机制,这些方面是当前神经生物学发展的主要趋势,并会对今后神经生物学的发展产生重大影响。另一方面,神经系统的高度复杂性和整体性表明,单纯用还原论的分析方法不足以阐明神经系统的功能,特别是中枢神经系统的高级整合功能(如认知、学习、记忆、思维等)。将分析和综合的方法结合起来,既研究神经活动的基本过程又研究其系统的复杂的高级过程,才是研究脑的功能的正确途径。

神经系统、内分泌系统与免疫系统的密切关系已为科学家们所重视。本书增加了章节,特别对此作了介绍,以便使读者对这两大系统有一个基本的了解,尽管这方面的大部分研究正在发展中,且尚未构成较系统的知识结构。

本书分6篇24章。第一、二、三、四、五章由皖南医学院汪萌芽编写;第六章由汪萌芽与北京大学周专编写;第七章由中国科学院神经科学研究所徐天乐编写;第八章由复旦大学石建编写;第九、十一、十二、十三章由复旦大学寿天德编写;第十章由华东师范大学孙心德编写;第十四章由南京大学王建军编写;第十五章和附录由复旦大学梅岩艾编写;第十六章至二十三章由复旦大学李葆明编写;第二十四章由第二军医大学蒋春雷、王云霞编写。

我们衷心感谢高等教育出版社王莉、赵晓媛女士等在本书再版过程中所给予的帮助和支持。同时,恳切希望有关专家、同行和广大读者对本书中存在的错误和缺点予以指正。

寿天德

2005年4月于 复旦大学

目 录

第一篇 神经活动的基本过程

第一章 神经元和突触	3	一、神经元膜的等效电路	27
第一节 神经系统概述	3	二、静息电位	27
一、神经系统的进化	3	三、膜电阻和电流-电压关系曲线	28
二、哺乳动物和人的神经系统构成	4	四、膜电容和时间常数	29
三、神经组织	5	五、空间常数	31
第二节 神经元	5	第四节 静息电位的离子机制	32
一、神经元的形态	5	一、产生静息电位的条件	32
二、神经元的分类	5	二、 K^+ 平衡电位(E_K)与 Nernst 方程	33
三、神经元的胞体	8	三、影响静息电位的因素	35
四、神经元的突起	9	第三章 神经电信号和动作电位	37
第三节 突触	11	第一节 神经电信号概述	37
一、突触的概念和类型	11	一、神经电信号的概念及其类型	37
二、化学突触	12	二、神经电信号的产生机制	38
三、电突触	15	三、神经元膜电学特性与电信号的传导	38
第四节 神经胶质细胞	16	四、神经信息的编码方式	39
一、中枢神经胶质细胞的类型	16	第二节 局部电位	39
二、周围神经胶质细胞	17	一、局部电位的概念和类型	39
三、神经胶质细胞的功能	18	二、局部电位的特性	40
第二章 神经元膜的电学特性和静息电位	20	三、局部电位产生的离子机制	41
第一节 神经元膜的物质转运功能	20	第三节 动作电位	41
一、通过脂质双层的物质扩散	20	一、动作电位的概念和特征	41
二、通过膜蛋白介导的物质转运	20	二、动作电位的过程和成分	42
三、通过膜“运动”的物质转运	23	三、动作电位产生的离子机制	43
第二节 神经元生物电记录技术	23	四、动作电流的电压钳分析	46
一、生物电记录技术概述	23	第四节 动作电位的产生与传导	49
二、细胞外记录	24	一、阈电位	49
三、细胞内记录	25	二、动作电位的触发机制	50
四、膜片钳记录	26	三、动作电位的发放形式	50
第三节 神经元膜的电学特性	27	四、动作电位的传播	51
		第五节 神经元的兴奋性	53

一、兴奋性的概念与指标	53	第一节 离子通道与信号转导概述	86
二、影响神经元兴奋性的因素	53	第二节 离子通道的基本特性	88
第四章 神经电信号的传递	56	一、离子通道的物理特征	88
第一节 神经电信号的传递概述	56	二、离子通道是蛋白质	88
一、神经电信号传递的概念	56	三、离子通道的选择性	88
二、神经电信号传递的方式	57	四、离子通道的开放和关闭	89
第二节 化学突触传递	57	五、电压门控通道 S_4 螺旋的门控作用	90
一、化学突触传递的概念	57	六、电压门控通道的门控电流	90
二、化学突触传递的基本过程	58	第三节 单通道记录技术	91
三、突触后电位	62	第四节 电压门控通道	94
四、化学突触传递的细胞电生理特征	65	一、电压门控钠通道	94
五、突触后电位的整合	66	二、电压门控钾通道	98
第三节 电突触传递和非突触性传递	68	三、电压门控钙通道	100
一、电突触传递	68	四、电压门控氯通道	101
二、非突触性传递	68	第五节 胞内钙离子平衡	102
第四节 神经电信号传递的调制	69	一、细胞内的 Ca^{2+} 平衡机制	102
一、突触传递的调制方式	69	二、钙敏感信使	108
二、突触传递的可塑性	69	三、钙信号向胞核传播	109
三、突触前抑制	69	四、钙调节基因表达	109
四、其他突触传递调制	70	第七章 受体与信号转导	111
第五章 神经递质和神经肽	73	第一节 受体与信号转导概述	111
第一节 神经递质	73	第二节 受体的种类与结构	111
一、神经递质的分类	74	一、离子通道型受体	112
二、神经递质的合成与储存	74	二、G 蛋白偶联受体	113
三、神经递质的释放	75	三、与酶相关的单跨膜受体	113
四、神经递质的清除	75	四、转录调节因子受体	113
第二节 神经肽	75	第三节 离子通道型受体	114
一、神经肽的分类	76	一、离子通道型受体分类	115
二、神经肽的主要特点	77	二、离子通道型受体介导的快速 信号传递	116
三、递质共存	79	三、离子通道型受体举例: NMDAR、 GlyR 和 ASICs	117
四、神经肽的作用方式	79	第四节 G 蛋白偶联受体	119
第三节 神经递质转运体	80	一、GPCR 的结构和分类	119
一、神经递质转运体的分类、分布 及结构	80	二、G 蛋白的结构、分类及调节机制	121
二、神经递质转运体的作用	81	三、GPCR 介导的信号转导通路	124
三、几种神经递质转运体的功能	82	第五节 第二信使系统	126
第四节 神经递质系统	83	一、环腺苷酸信使系统	126
第六章 离子通道与胞内钙离子平衡	86		

二、环鸟苷酸信使系统	127
三、肌醇三磷酸和二酰基甘油信使系统	128
四、花生四烯酸及其代谢产物	130
五、一氧化氮	130
六、效应蛋白的磷酸化和脱磷酸化	131

第六节 受体间的相互作用	132
一、GPCR 与 GPCR 之间的对话	132
二、GPCR 与离子通道型受体之间的对话	133
三、离子通道型受体与离子通道型受体 之间的对话	134

第二篇 神经系统的发育

第八章 神经系统发育	139
第一节 神经管的形成	139
第二节 神经管的分化	146
一、三脑泡阶段	146
二、五脑泡阶段	146
三、成熟阶段	146
四、身体头尾轴的形成和调控机制	148
五、身体背腹轴的生成起因	149
第三节 中枢神经系统组织构型的 建立	154
一、神经细胞的迁移	154
二、脊髓和延髓的组织生成	156
三、小脑的组织生成	158
四、大脑的组织生成	158
五、成年神经干细胞	159
第四节 轴突的生长	160

一、生长锥	161
二、胞外网状结构的黏接作用	162
三、细胞表面的黏接和簇生作用	163
四、向化性反应	165
五、目的地的选择	168
六、生长锥的崩塌	170
第五节 突触的形成和再生	170
一、神经肌肉接头	171
二、中枢神经系统的突触形成	175
第六节 突触联系的精细调制	178
第七节 神经系统的损伤和再生	180
一、神经损伤	181
二、神经元的凋亡	181
三、神经再生能力	184
四、促进中枢神经再生的治疗手段	184

第三篇 感觉系统

第九章 视觉	191
第一节 视网膜——“外周脑”	191
一、视网膜	191
二、光感受器的换能机制——光致超级化	195
三、视网膜内的信息处理机制——视网膜 细胞的视觉感受野	196
第二节 外侧膝状(体)核对视觉信息 调节和分流处理	203
一、外膝体的分层与投射	203
二、外膝体神经元感受野性质	203
三、外膝体神经元执行中枢对视觉信息 调节的功能	204
四、外膝体在形成平行信息处理通道	

中的作用	205
第三节 视觉皮层——视觉的最 高级中枢	207
一、视皮层的细胞组构及分层	207
二、视皮层细胞的分类和感受野性质	208
三、视皮层的功能组构	213
四、形状、颜色和运动信息的平行 处理机制	215
第十章 听觉	223
第一节 听觉系统的结构	223
一、耳的结构	223
二、中枢听觉通路	226
第二节 外周听觉系统的信息处理	230

一、声波在耳蜗中的传播	230	一、嗅觉感受器	268
二、毛细胞及声-电换能过程	230	二、嗅信号的转导机制	269
三、耳蜗电位	231	三、嗅球	270
四、听神经电活动的特性	232	第十二章 躯体感觉	275
第三节 听觉中枢的信息处理	234	第一节 躯体感受器	275
一、中枢听觉神经元活动的基本特性	234	第二节 躯体感觉的中枢通路	278
二、时间编码和空间编码	236	一、传入通路	278
三、复杂声信息的编码	241	二、体感觉皮层	279
四、听觉中枢的音调定位	244	第三节 痛觉	281
第四节 听觉信息整合及中枢调控	246	一、痛觉感受器和传入通道	281
一、听觉信息的时间和空间整合	246	二、痛觉的中枢整合	282
二、听觉信息处理的中枢调控	250	三、痛觉的中枢调制	282
第五节 中枢听觉功能发育及可塑性	254	第十三章 平衡觉和本体感觉	284
一、动物生后神经元听反应特性的演化	254	第一节 前庭器官——平衡觉的 感受器官	284
二、听觉功能可塑性	255	一、基本结构	284
三、听觉功能发育可塑性的细胞 分子机制	259	二、毛细胞的换能机制	284
第十一章 味觉与嗅觉	264	三、中枢通路	286
第一节 味觉	264	第二节 本体感觉——对身体 运动的感觉	288
一、味觉感受器	264	一、肌梭、腱器官和关节感受器	288
二、味觉转导的膜机制	265	二、本体感觉的中枢通路	289
三、味觉通道和功能	266		
第二节 嗅觉	268		

第四篇 运动系统

第十四章 躯体运动及其中枢控制	293	第三节 反射性运动和节律性运动	319
第一节 概述	293	一、牵张反射	320
一、反射运动、随意运动和节律运动	294	二、反射活动的协调	324
二、感觉信息在运动控制中的作用	295	三、屈反射	325
三、控制运动的神经结构	296	四、节律性运动	326
四、小结	302	五、行走	328
第二节 脊髓运动神经元和肌肉		六、小结	330
感受器	302	第四节 随意运动的发起和管理	331
一、脊髓运动神经元和运动单位	302	一、初级运动皮层与运动参数的编码	331
二、肌肉收缩张力的调节	307	二、辅助运动皮层和前运动皮层	
三、肌肉长度和张力变化的感受装置——肌梭和高尔基腱器官	310	与运动的准备过程	335
四、小结	317	三、小脑对运动的调节	340
		四、基底神经节对运动的调节	350

五、小结	361
第十五章 自主神经系统	364
第一节 自主神经系统的结构和功能特性	365
一、自主神经与躯体运动神经的主要区别	365
二、交感神经和副交感神经的结构、机能特征	365
三、关于内脏的感觉传入	367
第二节 自主神经系统的递质和受体	367
一、自主神经系统的递质	367
二、自主神经系统递质的受体	368
第三节 自主神经对主要内脏系统	

活动的调控	370
一、自主神经系统对心血管活动的调控	370
二、自主神经系统对胃肠功能的调节	373
三、自主神经系统对呼吸运动的调节	375
四、自主神经系统对瞳孔活动的调节	377
第四节 高级中枢对自主神经系统活动的影响	378
一、脊髓和低位脑干对内脏活动的调节	378
二、下丘脑对自主神经活动的调节	378
三、边缘系统	381
四、下丘脑和脑干的孤束核在自主神经系统调控中的整合作用	381

第五篇 脑的高级功能

第十六章 弥散性调制系统与行为	387
第一节 去甲肾上腺素能系统	387
第二节 5-羟色胺能系统	388
第三节 多巴胺能系统	389
第四节 乙酰胆碱能系统	390
第五节 弥散性调制系统和药物依赖	390
一、致幻剂	391
二、兴奋剂	391
第六节 弥散性调制系统和精神疾病	392
一、抑郁症	392
二、精神分裂症	394
第十七章 情绪的脑机制	396
第一节 什么是情绪	396
一、James - Lange 学说	396
二、Cannon - Bard 学说	397
第二节 边缘系统	398
一、Broca 边缘叶	398
二、Papez 回路	398
第三节 恐惧与焦虑	399
一、Klüver - Bucy 综合征	399
二、杏仁核	400
三、习得性恐惧	401
第四节 愤怒与攻击	402

一、下丘脑与攻击行为	402
二、中脑与攻击行为	403
三、杏仁核与攻击行为	403
四、5-羟色胺与攻击行为	404
第五节 强化与奖赏	404
一、自我电刺激与强化	405
二、人脑的自我电刺激	406
三、多巴胺和强化	406
第十八章 睡眠与觉醒的脑机制	408
第一节 快速眼动睡眠和非快速眼动睡眠	408
一、非快速眼动睡眠的特征	409
二、快速眼动睡眠的特征	409
第二节 睡眠时相和周期	409
第三节 睡眠与觉醒的机制	410
一、上行网状激活系统与觉醒	411
二、入睡与非快速眼动睡眠	411
三、快速眼动睡眠	411
四、促睡因子	412
第四节 快速眼动睡眠和梦	413
第十九章 学习和记忆	415
第一节 学习和记忆的分类	415
一、学习的分类	415

二、记忆的分类	416	三、功能一侧化的生物学意义	464
第二节 陈述性记忆	418	第二十一章 语言和语言障碍	466
一、陈述性记忆的脑系统	418	第一节 人类语言的特征	466
二、陈述性记忆的突触机制	421	一、语言的创造性、形式、内容和使用	466
三、短时记忆向长时记忆转化的分子 “开关”	424	二、语言起源的两种假说	467
第三节 非陈述性记忆	427	三、语言能力是先天决定的	467
一、习惯化	428	第二节 语言功能的优势半球	468
二、敏感化	429	第三节 语言信息的处理模型	469
三、启动效应	429	一、Wernicke - Geschwind 模型	469
四、运动技巧	431	二、Wernicke - Geschwind 模型 的不足之处	471
五、习惯学习	432	第四节 语言障碍的表现形式	472
六、经典条件反射	434	一、Wernicke 失语	473
七、知觉学习	434	二、Broca 失语	473
八、分类学习	436	三、传导性失语	474
九、认知技巧	438	四、命名性失语	474
十、情绪学习	438	五、完全性失语	474
第二十章 大脑联合皮层和功能一侧化 ..	444	六、跨皮层失语	474
第一节 顶叶联合皮层	446	七、皮层下失语	475
一、人顶叶联合皮层功能的神经 心理学研究	446	第五节 右半球的语言功能	475
二、猴顶叶联合皮层功能的切除 损毁研究	446	第六节 某些阅读和书写障碍的 解剖学定位	475
三、猴顶叶联合皮层功能的神经 生理学研究	447	一、获得性阅读和书写障碍：失读症 和失写症	476
第二节 颞叶联合皮层	449	二、语音符号和表意文字在大脑皮层 不同区域进行处理	476
一、人颞下回功能的神经心理学研究	449	第二十二章 注意的神经基础	478
二、猴颞下回功能的切除损毁研究	450	第一节 注意的行为学效应	478
三、猴颞下回功能的神经生理学研究	450	一、注意增强信号检测	478
第三节 前额叶联合皮层	452	二、注意加速行为反应	480
一、前额叶皮层的注意力调控功能	453	第二节 注意的神经生理学效应	480
二、前额叶皮层的学习和记忆功能	454	一、注意的 PET 成像研究	481
三、前额叶皮层的行为抑制功能	457	二、注意增强顶叶神经元的反应	481
四、前额叶皮层的行为计划和策略形成	459	三、注意改变 V4 区神经元的 感受野反应	482
五、前额叶皮层的发散性思维能力	460	第三节 注意是如何控制的	484
第四节 脑功能一侧化	461	一、视觉朝向神经网络	485
一、大脑两半球功能对称性	461	二、注意实施神经网络	487
二、大脑两半球功能不对称性	462		

三、警觉维持神经网络	488	第二节 正电子发射断层成像术	493
第二十三章 脑成像技术的基本原理	491	第三节 磁共振成像术	495
第一节 计算机断层成像术	491		

第六篇 神经、内分泌与免疫系统的关系

第二十四章 神经、内分泌与免疫系统的相互调节	501	二、细胞因子对下丘脑—垂体轴的调节作用	514
第一节 前言	501	三、细胞因子对神经细胞活动的调节作用	517
第二节 神经、内分泌系统对免疫系统的调节作用	502	第四节 神经、内分泌与免疫系统间相互调节的结构基础及其作用机制	519
一、中枢神经系统对免疫系统的调节作用	503	一、神经系统对免疫系统的神经支配	519
二、神经递质对免疫系统的调节作用	504	二、神经、内分泌与免疫系统共用的化学语言	520
三、神经肽对免疫系统的调节作用	505	三、神经、内分泌与免疫系统间相互作用的机制	525
四、激素对免疫系统的调节作用	508		
第三节 免疫系统对神经、内分泌系统的调节作用	511		
一、细胞因子对神经活动的调节作用	512		
附录 神经系统的组构	529		
名词索引	537		

第一篇

神经活动的基本过程

第一章

神经元和突触

人和高等动物作为极其复杂的有机体,不仅各器官系统之间相互联系、相互制约,而且在内外环境发生变化时,为了维持内环境的稳态,还要迅速对体内各器官系统的功能作出完善的调节,这些都要在神经系统的协调下完成。同时,动物和人的行为活动,更是由神经系统特别是脑的活动所主宰。由于神经系统尤其是脑功能的重要性和复杂性,以及对其所开展的多学科、多层次研究,使得神经生物学(neurobiology)成为一门对神经系统进行生物学研究的综合性学科,现也称为神经科学(neuroscience),不过后者的范围通常要较前者更为广泛,主要是包含了临床神经科学研究的有关内容。

神经细胞即神经元(neuron),是构成神经系统的结构和功能的基本单位,而神经元之间又以突触(synapse)的方式相互联系,从而完成神经系统的总体功能。因此,熟悉神经元和突触的基本结构,是了解神经活动基本过程的基础,也是学习神经生物学的基础。

第一节 神经系统概述

神经系统是由神经组织所构成的器官系统,它不仅是生物进化的产物,更是动物和人体最复杂的器官系统,它主要是由散在和集中的神经细胞集合而成。

一、神经系统的进化

动物的进化,是由原生动物(即单细胞动物)向后生动物(即多细胞动物)发展。在多细胞动物中,最低等的海绵动物没有典型的神经细胞,故没有神经系统。

神经系统的进化,是由弥散神经系统向集中神经系统发展。通常认为,腔肠动物(又称刺胞动物)开始有了**原始神经元**(protoneuron),即对刺激能产生兴奋反应的细胞,如海葵体内的少数原始神经元,组成**弥散神经系统**(diffuse nervous system),其功能是将接受刺激产生的兴奋,传递给肌细胞引起收缩。在水螅和水母等腔肠动物,已出现带有突起的神经细胞和具有收缩功能的肌细胞。当原始神经元发展成能产生和传导“全或无”式电信号的细胞时,也就出现了神经元。简单的生物土壤线虫只有305个神经元,较低等的海兔有2000多个神经元,无脊椎动物的神经元数可达10万左右。随着神经元数目的增多,其胞体集成**神经节**(ganglion),其突起则集成**神经干**,构成了**集中神经系统**(concentrated nervous system)。当神经元只集成若干神经节时,称为**节状神经系统**,以后头神经节逐步增大成**脑神经节**或**脑**。同时,由于大量神经元的集合,还