

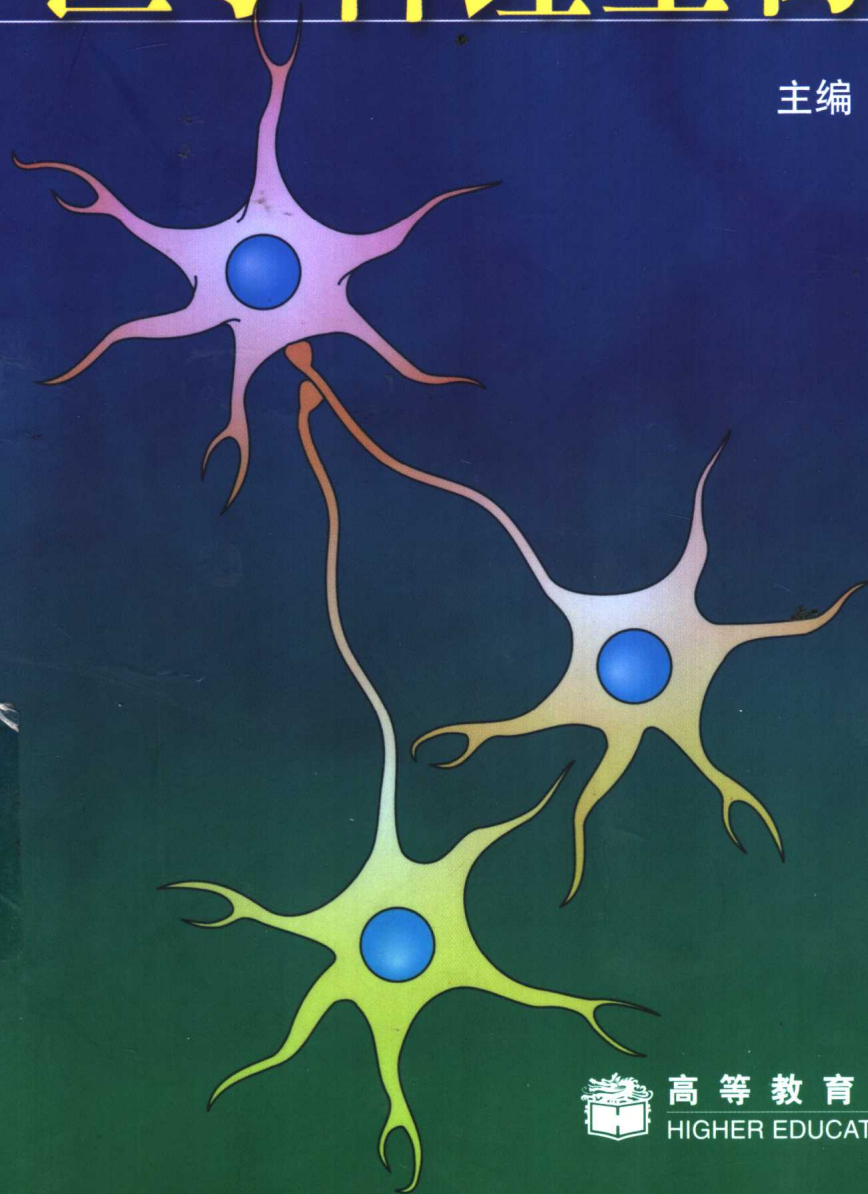


普通高等教育“十五”国家级规划教材

# 医学神经生物学

(第二版)

主编 吕国蔚



高等教育出版社  
HIGHER EDUCATION PRESS

普通高等教育“十五”国家级规划教材

# 医学神经生物学

(第二版)

吕国蔚 主编  
徐群渊 张英才 李菁锦 副主编

高等教育出版社  
Higher Education Press

## 内容简介

本书第一版是教育部“面向 21 世纪课程教材”,获 2002 年全国普通高等学校优秀教材一等奖。

本书被教育部列入普通高等教育“十五”国家级规划教材,同时被北京市教育委员会确定为 2001—2002 年度北京市高等教育精品教材建设立项项目。

神经生物学是生命科学发展的前沿,特别是 20 世纪以来,该学科更是受到普遍重视并且发展迅速,其中,与医学相关的内容发展更具爆炸性。本书就是一本具有医学特色的神经生物学教材,体现形态与功能、基础医学与临床医学、经典定论与现代发展的有机结合,总结近十年教学经验,深入浅出地展示了医学神经生物学的全貌。本书适合 5 年制、7 年制医学生、研究生、本科生物系学生以及从事神经生物学研究的有关人员使用。

## 图书在版编目(CIP)数据

医学神经生物学/吕国蔚主编. —2 版. —北京:高等教育出版社, 2004. 11

ISBN 7-04-015373-4

I. 医… II. 吕… III. 人体生理学: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(2004)第 101480 号

策划编辑 席雁 责任编辑 刘惠军 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 宋克学

出版发行 高等教育出版社  
社址 北京市西城区德外大街 4 号  
邮政编码 100011  
总机 010-58581000

购书热线 010-64054588  
免费咨询 800-810-0598  
网 址 <http://www.hep.edu.cn>  
<http://www.hep.com.cn>

经 销 新华书店北京发行所  
印 刷 北京人卫印刷厂

开 本 850×1168 1/16  
印 张 30  
字 数 750 000

版 次 2000 年 2 月第 1 版  
2004 年 11 月第 2 版  
印 次 2004 年 11 月第 1 次印刷  
定 价 46.60 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:15373-00

## 序

神经生物学是研究脑结构和功能的一门学科。了解机体功能的调控与精神活动既有非常的重要性,又有令人难以置信的复杂性。神经生物学的一个基本目标是了解脑工作的原理及其对行为的调控方式。通过本书的全面介绍,读者将对脑工作的全貌和某些细节有所了解。

神经生物学由来已久并日臻成熟,它是在神经解剖学、神经生理学、神经化学乃至心理学、神经病学、神经外科学的基础上发展起来的,但它绝非这些学科的简单拼凑。通过本书的系统安排,读者将对脑功能有完整的认识。

除全面性与系统性外,本书还兼顾继承性与进展性、科学性与可读性、言简意赅与图文并茂诸方面的统一与和谐。这些尝试,也能使读者有所收益。

神经生物学是生命科学中发展最快的一个学科,但距离我们了解脑活动的理化本质还为时尚远。作为神经科学工作者,我愿同本书的作者和读者一道,去努力跟上神经生物学发展的步伐,一步一步地去揭开脑这一自然界最复杂物质的奥秘。

中国科学院院士 韩济生教授  
1999年5月于北京医科大学神经科学研究所

## Foreword

Neurobiology is a discipline of science to study the structure and function of the brain. The study possesses both tremendous importance and unbelievable complexity in understanding the control of body function and mental activity. A fundamental goal of neurobiology is to understand the principle of how brain works and its control over behavior. It is expected that by reading this book one may get a general idea of how the brain works as a whole and in some details in certain aspects.

Neurobiology has a long history and is being matured. It is rooted in neuroanatomy, neurophysiology, neurochemistry, as well as psychology, neurology and neurosurgery, but it is definitely not simply a hodge – podge of them. With systematical organization of this book, readers will be able to understand the brain function in an integrated manner.

In addition to overall and systematical description, the book is also characterized by its unity and harmony between succession and development, scientific reliability and readability, concision in word and comprehension in meaning. These attempts of authors in writing will also be beneficial to readers.

Neurobiology has been one of the rapidest development disciplines in life science. However, there is still a long way to go for the understanding of the physicochemical nature of brain activity. As a neuroscientist, I will try my best together with the authors and readers of this book to keep pace with development in neurobiology and to approach the disclosure of the secret of the brain, the most complex stuff in the nature.

Academician of the Chinese Academy of Sciences, Professor HAN Jisheng  
Neuroscience Research Institute  
Beijing Medical University  
May, 1999

## 第二版前言

本书第一版是教育部“面向 21 世纪课程教材”，获 2002 年全国普通高等学校优秀教材一等奖。本书被教育部列入普通高等教育“十五”国家级规划教材，同时被北京市教育委员会确定为 2001—2002 年度北京市高等教育精品教材建设立项项目。在短短几年的时间，先后受到如此多和高的评价与鼓励，是我们始料未及的。

脑是如何工作的这一主题一直是所有生物医学领域最诱人而又最令人困惑的前沿；有关的知识发现和发现近年来更以加速度的速率在积累，这是本书所难以全面覆盖的，尽管我们曾期望将这两年的有关进展和可能据以提取的基本原理融合到第二版里。

如同第一版那样，出版第二版的考虑仍以为读者提供脑工作原理的基本概念框架为准则。本版仍保持本书第一版的基本结构和写作要求，在展示神经生物学的“一片树林”的基础上揭示神经元及其网络的工作原理和精髓。

本书第二版在全面修订与勘误第一版的基础上，新增了“神经损伤与再生”、“癫痫”和“精神分裂症”等三章。我们深感荣幸的是，这三章是分别由李继硕（《神经科学基础》主编）、吴希如（《儿科学》主编）和姜佐宁（《现代精神病学》主编）三位著名专家撰写的。我代表本书各位作者，对他们的加盟和为本书增辉所作的贡献，表示由衷的感谢。

我校使用本书第一版的研究生和本科生也对本书的再版作出了他们的贡献，为勘误第一版做了大量的工作。其中研究生张颜波在本书第二版执行主编李菁锦教授的指导下，对第二版认真地做了电子排版。我们向有关学员特别是张颜波表示深深的谢意。如同第一版那样，我们也渴望读者能像对第一版那样关注第二版，继续给予教正和丰润。再次感谢高教出版社对本书的关怀、支持和鼓励。

吕国蔚

2003 年 3 月

于首都医科大学神经生物学系

# 目 录

绪论 .....	1
一、神经生物学在西方的发展 .....	1
二、神经生物学在中国的发展 .....	4
三、《医学神经生物学》的基本内容 .....	5
四、《医学神经生物学》的编写思路 .....	7
五、《医学神经生物学》导读建议 .....	8

## 第一篇 基础神经生物学(上)

<b>第一章 神经系统功能解剖</b> .....	11	二、内在蛋白质运动 .....	33
<b>第一节 神经系统</b> .....	11	<b>第四节 神经元膜受体</b> .....	33
一、周围神经系统 .....	11	一、与离子通道耦联的受体 .....	34
二、中枢神经系统 .....	12	二、与 G 蛋白耦联的受体 .....	34
<b>第二节 神经细胞</b> .....	12	三、与酪氨酸耦联的受体 .....	35
一、神经元 .....	13	<b>第五节 神经元膜离子通道</b> .....	36
二、神经胶质细胞 .....	15	一、电压门控性 Na <sup>+</sup> 通道 .....	38
<b>第三节 神经纤维</b> .....	16	二、电压门控性快 K <sup>+</sup> 通道 .....	40
一、传入神经纤维 .....	17	三、作为 G 蛋白效应器的离子通道 .....	40
二、传出神经纤维 .....	18	<b>第六节 神经元膜泵</b> .....	40
<b>第四节 突触</b> .....	19	一、Na - K 泵 .....	40
一、电突触 .....	22	二、Ca 泵、H - K 泵、质子泵 .....	41
二、化学突触 .....	22	<b>第七节 神经递质转运体</b> .....	42
<b>第五节 回路</b> .....	22	一、GABA 转运体 .....	43
一、微回路 .....	22	二、NE 转运体 .....	43
二、局部神经元回路 .....	23	三、5 - HT 转运体 .....	43
三、网络 .....	24	四、DA 转运体 .....	43
四、通路或系统 .....	25	<b>第三章 神经元膜的静态特性</b> .....	44
<b>第二章 神经元膜的分子构造</b> .....	27	<b>第一节 膜的静息电位</b> .....	44
<b>第一节 神经元膜的化学组成</b> .....	28	一、浓度电池 .....	45
一、膜脂质 .....	28	二、胞质内的离子浓度 .....	45
二、膜蛋白质 .....	29	三、离子的主动转运 .....	46
三、膜糖 .....	30	四、当量平衡系统 .....	47
<b>第二节 神经元膜脂质双分子层</b> .....	31	五、静息电位 .....	48
一、兼性脂质分子 .....	31	<b>第二节 膜的被动电学特性</b> .....	50
二、脂质分子运动 .....	31	一、圆形细胞的膜电阻和膜电容 .....	50
<b>第三节 神经元膜蛋白质</b> .....	32	二、细长形细胞的电缆特性 .....	52
一、跨膜 $\alpha$ - 螺旋 .....	33	<b>第四章 神经元膜的动态特性</b> .....	56

第一节 局部反应和动作电位.....	56	第五节 突触前抑制与易化.....	83
一、动作电位的细胞内记录.....	56	一、突触前抑制.....	84
二、阈下刺激引起的反应.....	57	二、突触前易化.....	84
三、活动时的阻抗变化.....	58	第六章 神经元通讯的神经化学.....	85
第二节 动作电位的传导.....	59	第一节 突触区的化学信使.....	85
一、局部电流学说.....	59	一、神经递质.....	85
二、有髓纤维的跳跃传导.....	60	二、神经调质.....	86
三、动作电位传播波和波长.....	61	三、递质的共存与共释.....	86
第三节 动作电位发生的离子		第二节 乙酰胆碱.....	87
理论.....	62	一、乙酰胆碱在神经组织中的分布.....	87
一、动作电位对 Na <sup>+</sup> 的依赖性.....	62	二、乙酰胆碱的生物合成.....	87
二、兴奋期间的离子流动.....	63	三、乙酰胆碱的释放与灭活.....	87
三、电压钳制实验.....	63	四、胆碱能受体.....	88
第四节 动作电位发生时膜电导变		五、乙酰胆碱的生理功能.....	88
化的分子基础.....	66	第三节 儿茶酚胺.....	88
一、电压门控性 Na <sup>+</sup> 通道.....	66	一、儿茶酚胺在神经组织中的分布.....	89
二、电压门控性 K <sup>+</sup> 通道.....	69	二、儿茶酚胺的生物合成.....	89
第五章 神经元通讯的生理学.....	71	三、儿茶酚胺的释放与灭活.....	90
第一节 神经元通讯.....	71	四、儿茶酚胺受体.....	90
一、中枢电传递.....	71	五、儿茶酚胺的生理功能.....	92
二、中枢化学传递.....	71	第四节 5-羟色胺与组织胺.....	92
三、神经肌肉接头化学传递.....	73	一、5-羟色胺.....	92
四、神经效应器化学传递.....	73	二、组胺.....	94
五、化学性突触等效电路.....	73	第五节 氨基酸递质.....	95
第二节 突触前递质的释放.....	74	一、兴奋性氨基酸.....	96
一、动作电位振幅与时程.....	74	二、抑制性氨基酸.....	98
二、Ca <sup>2+</sup> 通道活动.....	75	第六节 神经肽.....	100
三、囊泡胞吐.....	76	一、神经肽的分类.....	100
四、量子释放.....	76	二、神经肽的生物合成.....	101
第三节 突触后兴奋与抑制.....	77	三、神经肽的降解和失活.....	101
一、兴奋性突触后电位.....	77	四、神经肽受体.....	101
二、抑制性突触后电位.....	79	五、神经肽的生理功能.....	102
三、慢突触电位.....	80	第七节 候选神经化学信使.....	102
第四节 突触总和与整合.....	82	一、嘌呤类.....	102
一、空间总和与时间总和.....	82	二、一氧化氮.....	103
二、突触整合.....	82	三、一氧化碳.....	105

## 第二篇 基础神经生物学(下)

第七章 跨膜转运与轴突转运.....	109	二、易化扩散.....	111
第一节 被动膜转运.....	110	第二节 主动转运.....	113
一、单纯扩散.....	110	一、继发性或通量耦联性转运.....	114



二、原发性主动转运 .....	114	一、细胞确定 .....	147
三、神经递质转运体转运 .....	117	二、细胞增殖 .....	147
第三节 膜泡转运 .....	117	三、细胞迁移 .....	147
一、胞吐 .....	118	四、轴突延伸 .....	147
二、胞吞 .....	119	五、突触形成 .....	149
第四节 轴突转运 .....	119	六、突触重排 .....	150
一、快、慢速轴突转运 .....	120	七、突触生成因子 .....	151
二、顺、逆向轴突转运 .....	121	第三节 神经元发育的环境因子	
第五节 轴突转运通道与动力 .....	122	调控 .....	151
一、轴突转运的脚手架 .....	122	一、神经生长因子与成纤维细胞生长	
二、轴突转运的分子马达 .....	123	因子 .....	151
<b>第八章 跨膜信号转导</b> .....	126	二、上皮生长因子与脑源性神经营养	
第一节 G 蛋白 .....	127	因子 .....	152
一、G 蛋白的结构 .....	127	三、其他营养因子 .....	152
二、G 蛋白的功能 .....	129	四、神经营养因子的信号转导通路 .....	152
第二节 受体-通道系统 .....	131	五、类固醇激素 .....	152
一、G 蛋白耦联受体通道系统 .....	131	六、神经元黏附分子 .....	153
二、第二信使耦联受体通道系统 .....	131	第四节 神经元发育的遗传基因	
三、受体介导的 G 蛋白耦联受体		调节 .....	154
下调 .....	131	一、遗传网络 .....	154
第三节 效应器蛋白 .....	133	二、转录因子 .....	155
一、腺苷酸环化酶 .....	133	三、神经元发育基因与神经元分裂周期	
二、cGMP 磷酸二酯酶 .....	133	基因 .....	156
三、磷脂酶 C .....	134	第五节 神经发育中神经元数量的	
四、离子通道 .....	134	控制 .....	156
五、其他效应器蛋白 .....	134	一、程序性神经元死亡 .....	157
第四节 第二信使 .....	134	二、神经元死亡基因 .....	158
一、环核苷酸 .....	134	<b>第十章 神经系统可塑性</b> .....	159
二、Ca <sup>2+</sup> .....	135	第一节 可塑性的动力学 .....	159
三、磷酸肌醇代谢产物 .....	135	一、稳态转换 .....	159
四、花生酸 .....	135	二、突触功效函数 .....	160
五、信使物质相互作用 .....	135	三、可塑性临界期 .....	161
第五节 蛋白磷酸化 .....	138	第二节 行为可塑性 .....	161
一、蛋白激酶 .....	139	一、习惯化 .....	161
二、蛋白磷酸酶 .....	141	二、敏感化 .....	163
第六节 核内第三信使 .....	141	三、条件反射 .....	164
<b>第九章 神经发育</b> .....	143	四、代偿 .....	165
第一节 神经系统的发育 .....	143	第三节 突触可塑性 .....	166
一、神经管 .....	143	一、突触易化、增强与压抑 .....	166
二、原始脑泡 .....	144	二、长时程增强 .....	166
三、神经嵴 .....	144	三、长时程压抑 .....	169
第二节 神经细胞的发育 .....	146	第四节 分子可塑性 .....	170

一、5-HT跨膜信号转导系统 .....	170	一、蛋白质合成 .....	175
二、谷氨酸跨膜信号转导系统 .....	171	二、突触重建 .....	176
第五节 结构可塑性 .....	175	三、投射扩张 .....	177

### 第三篇 系统神经生物学

<b>第十一章 感觉功能</b> .....	183	二、运动神经元与其所支配骨骼肌的 关系 .....	200
<b>第一节 感受器与躯体觉投射系统</b> .....	183	三、下运动神经元的损伤表现 .....	202
一、感受器 .....	183	四、与感觉运动反射相关的脊髓环路 .....	203
二、躯体传入纤维 .....	184	五、肌张力 .....	206
三、脊髓背角 .....	185	六、屈肌反射通路 .....	206
四、脊髓上行传导通路 .....	186	七、与行进运动相关的脊髓环路 .....	207
五、丘脑 .....	187	<b>第二节 脊髓环路的下行控制</b> .....	208
六、体感皮质 .....	188	一、内侧和外侧脊髓环路及其下行 控制 .....	208
<b>第二节 感受器兴奋</b> .....	189	二、前庭核、网状结构与维持平衡和 姿势 .....	209
一、感受器换能 .....	189	三、运动皮质 .....	209
二、感受器电位 .....	189	四、下行运动通路损伤和上运动神经元综 合征 .....	212
三、感受器特性 .....	190	<b>第三节 基底神经节和小脑对运动的     调节</b> .....	212
<b>第三节 感觉信息编码</b> .....	190	一、感觉信息和运动指令 .....	213
一、感觉部位编码 .....	190	二、基底神经节损伤的表现 .....	214
二、感觉强度编码 .....	191	三、小脑损伤的表现 .....	214
三、感受野编码 .....	191	四、基底神经节和小脑的构成 .....	215
<b>第四节 触觉觉</b> .....	192	五、基底神经节和小脑的传入、传出 联系 .....	216
一、触觉阈与两点阈 .....	192	六、基底神经节的去抑制作用 .....	219
二、触觉觉感受器 .....	192	七、小脑对进行中运动的协调 .....	220
三、触觉觉上行传导束 .....	192	八、基底神经节和小脑在运动学习和 记忆中的作用 .....	220
<b>第五节 痛觉</b> .....	193	<b>第四节 眼的运动</b> .....	221
一、痛感觉与痛反应 .....	193	一、眼球运动的意义和眼外肌的作用 .....	221
二、伤害性感受器 .....	193	二、眼球运动的类型 .....	222
三、致痛物质 .....	194	三、对眼球跳动的神经控制机制 .....	223
四、痛觉上行传导束 .....	194	四、平稳追踪运动的神经控制 .....	225
五、痛觉调制 .....	194	五、小脑和基底神经节在眼球运动中的 作用 .....	225
<b>第六节 内脏觉</b> .....	196	<b>第十三章 自主神经调节</b> .....	226
一、内脏痛 .....	196	<b>第一节 自主神经系统</b> .....	226
二、内脏觉上行传导束 .....	196	一、边缘系统 .....	227
<b>第七节 感觉障碍</b> .....	197		
一、痛觉过敏与痛觉超敏 .....	197		
二、幻肢痛 .....	198		
三、牵涉痛 .....	198		
<b>第十二章 运动功能</b> .....	199		
<b>第一节 脊髓环路及其对运动的     控制</b> .....	199		
一、与运动控制有关的神经结构 .....	199		

二、下丘脑 .....	229	第五节 应激反应 .....	255
三、脑干与脊髓 .....	230	一、下丘脑-腺垂体的作用 .....	256
四、交感与副交感神经系统 .....	231	二、垂体-肾上腺皮质的作用 .....	257
第二节 自主反射 .....	231	三、交感-肾上腺髓质的作用 .....	257
一、脊髓自主反射 .....	231	四、应激免疫抑制因子 .....	257
二、排尿反射 .....	232	第六节 神经免疫调节 .....	258
三、排便反射 .....	233	一、激素-递质调节 .....	258
第三节 内脏活动调节 .....	234	二、免疫细胞受体 .....	260
一、交感神经调节 .....	234	三、条件性免疫反应 .....	260
二、副交感神经调节 .....	234	四、衰老过程中的神经内分泌免疫相互 作用 .....	261
三、自主神经调节的协同与阻断 .....	236	五、肠神经免疫通讯 .....	261
第四节 情绪与驱动 .....	237	<b>第十五章 神经系统的高级功能</b> .....	263
一、焦虑与恐惧 .....	237	第一节 人脑的认知功能 .....	263
二、愤怒与攻击 .....	237	一、联络皮质 .....	263
三、惩罚与奖赏 .....	237	二、顶叶损伤及注意障碍 .....	264
第五节 自主神经调节障碍 .....	238	三、颞叶损伤及认识缺失 .....	265
一、急性全自主神经功能不全 .....	238	四、额叶损伤和计划障碍 .....	266
二、家族性全自主神经功能不全 .....	238	五、联络皮质内的特殊神经元 .....	266
<b>第十四章 神经内分泌功能</b> .....	240	第二节 情感与脑的边缘系统 .....	268
第一节 神经内分泌系统 .....	240	一、边缘叶和 Papez 环路 .....	268
一、下丘脑 .....	240	二、杏仁核 .....	269
二、下丘脑-垂体门脉系统 .....	240	三、下丘脑 .....	269
三、下丘脑-垂体-肾上腺轴 .....	242	四、愉快中枢 .....	270
四、下丘脑-垂体-甲状腺轴 .....	243	第三节 脑的节律活动 .....	270
五、下丘脑-垂体-性腺轴 .....	244	一、脑的节律活动和脑电图 .....	270
第二节 肽能神经元和激素 .....	244	二、睡眠 .....	271
一、下丘脑大细胞神经分泌系统 .....	244	三、脑内生物钟 .....	274
二、下丘脑小细胞神经分泌系统 .....	245	第四节 记忆系统 .....	275
三、激素释放 .....	246	一、记忆和健忘的类型 .....	275
第三节 内环境自稳性 .....	247	二、记忆印迹和不同脑部的作用 .....	277
一、体温调节 .....	247	第五节 语言 .....	280
二、摄食调节 .....	247	一、脑内特化的语言区 .....	280
三、饮水调节 .....	248	二、分裂脑与语言 .....	282
第四节 生物节律性 .....	249	三、语言与脑的解剖不对称性 .....	282
一、时间生物学 .....	249	四、用脑的电刺激和 PET 成像法对语言的 研究 .....	282
二、脑的节律活动 .....	251		
三、觉醒和睡眠 .....	252		
四、生物钟 .....	254		

#### 第四篇 特殊感官神经生物学

<b>第十六章 视觉</b> .....	287	一、眼球的结构 .....	287
第一节 视觉器官及其中枢通路 .....	287	二、视觉中枢通路 .....	289

三、视皮质 .....	289	二、听觉中枢细胞功能活动 .....	311
第二节 眼的屈光 .....	290	第五节 听力与听力障碍 .....	312
一、屈光系统 .....	290	一、听力 .....	312
二、眼的调节 .....	290	二、听力障碍 .....	312
三、屈光缺陷和屈光不正 .....	291	第十八章 平衡觉 .....	314
四、简化眼 .....	291	第一节 平衡觉器官及其中枢通路 .....	314
五、瞳孔对光反射 .....	291	一、前庭器官 .....	314
六、眼的汇聚 .....	292	二、前庭神经节与前庭神经 .....	315
第三节 视网膜视觉信号处理 .....	292	三、前庭核 .....	315
一、光感受器和光感受机制 .....	292	四、前庭皮质投射区 .....	315
二、视网膜生物电活动 .....	293	第二节 前庭器官感觉机制 .....	316
三、视网膜神经元回路 .....	294	一、半规管壶腹嵴的感觉机制 .....	316
第四节 基本视觉 .....	295	二、位觉斑感受机制 .....	316
一、暗适应和明适应 .....	295	第三节 前庭姿势反射 .....	316
二、视系统的空间分辨力 .....	295	一、状态反射 .....	317
三、闪光融合频率 .....	295	二、翻正反射 .....	317
四、亮度辨别阈 .....	295	第四节 前庭眼动反射 .....	317
五、颜色视觉 .....	296	一、眼球震颤 .....	317
第五节 视觉的中枢机制 .....	296	二、补偿性前庭眼反射 .....	318
一、视中枢神经元感受野 .....	296	第五节 平衡觉的中枢机制 .....	318
二、视皮质神经元组成 .....	297	一、前庭核的中枢联系 .....	318
三、纹状外视区视功能 .....	297	二、前庭核的信息处理 .....	319
四、视觉信息处理理论 .....	298	第六节 运动病和平衡障碍 .....	320
第十七章 听觉 .....	299	一、运动病 .....	320
第一节 听觉器官及其中枢通路 .....	299	二、平衡觉障碍 .....	320
一、耳与耳蜗 .....	299	第十九章 化学觉 .....	322
二、听觉中枢通路 .....	302	第一节 嗅觉 .....	322
三、听皮质 .....	303	一、基本嗅质 .....	322
第二节 传音 .....	303	二、嗅上皮与嗅感受器 .....	323
一、集音 .....	304	三、嗅球 .....	324
二、共振 .....	304	四、嗅觉中枢通路 .....	325
三、扩音 .....	304	第二节 嗅觉信号传导 .....	325
第三节 感音 .....	304	一、嗅质反应性 .....	325
一、耳蜗毛细胞 .....	304	二、嗅觉信号传导机制 .....	326
二、毛细胞感受器电位 .....	306	三、嗅质受体 .....	326
三、耳蜗电位 .....	307	四、嗅觉系统神经编码 .....	327
四、听毛细胞换能 .....	309	第三节 味觉 .....	327
五、听神经编码及声音分析 .....	309	一、基本物质 .....	327
六、听觉的适应、疲劳与声音掩蔽现象 .....	310	二、味觉器官 .....	328
第四节 听觉中枢机制 .....	310	三、孤束核 .....	328
一、听觉中枢细胞的音频区域定位 .....	311	四、味觉中枢通路 .....	329
		第四节 味觉信号传导 .....	330

一、味质反应性 .....	330	六、苦味 .....	332
二、味觉信号传导机制 .....	331	七、鲜味 .....	333
三、咸味 .....	331	八、味觉系统的神经编码 .....	333
四、酸味 .....	331	第五节 嗅觉觉异常 .....	333
五、甜味 .....	331		

## 第五篇 临床神经生物学

<b>第二十章 神经变性和再生</b> .....	337	六、延缓脑老化的对策 .....	363
<b>第一节 外周神经变性与再生的病理组织学</b> .....	338	<b>第二十二章 缺血/缺氧性脑病</b> .....	364
一、外周神经的构造 .....	338	<b>第一节 脑血供特点</b> .....	364
二、Waller 变性 .....	339	一、颈内动脉与椎-基底动脉 .....	364
三、外周神经的再生 .....	341	二、脑底 Willis 环 .....	364
<b>第二节 脊髓的横贯性损伤——截瘫</b> .....	344	三、脑血流量的自动调节 .....	365
<b>第三节 中枢神经再生</b> .....	345	四、脑血流量的影响因素 .....	365
一、脊髓的流产再生 .....	345	<b>第二节 脑能量代谢特点</b> .....	366
二、低等脊椎动物的脊髓再生 .....	346	一、高氧耗量 .....	367
三、脊髓瘢痕与移植 .....	346	二、高葡萄糖依赖性 .....	367
四、脊髓侧支生芽 .....	347	<b>第三节 脑缺血/缺氧的电生理学</b> .....	367
五、NGF 与 NTF .....	349	一、脑自发电位活动 .....	367
六、嗅球成鞘细胞 .....	349	二、脑诱发电位活动 .....	368
七、神经干细胞 .....	350	三、脑突触传递功能 .....	368
八、基因水平的研究进展 .....	350	四、脑神经元电位活动 .....	369
<b>第二十一章 神经系统老化</b> .....	352	<b>第四节 脑缺血/缺氧的病理生理学</b> .....	370
<b>第一节 脑功能渐进性弱化</b> .....	352	一、脑缺血阈值 .....	370
一、神经内分泌功能 .....	352	二、脑缺血半影区 .....	370
二、自主神经功能 .....	352	三、脑缺血后水肿 .....	371
三、感觉功能 .....	353	<b>第五节 脑缺血/缺氧的神经化学</b> .....	371
四、运动功能 .....	353	一、氧自由基 .....	371
<b>第二节 脑代谢渐进性下调</b> .....	353	二、酸中毒 .....	372
一、糖代谢 .....	353	三、兴奋性氨基酸 .....	372
二、脂类代谢 .....	353	四、Ca <sup>2+</sup> .....	372
三、蛋白质代谢 .....	354	五、一氧化氮 .....	373
四、神经递质和受体 .....	354	<b>第六节 脑缺血/缺氧的分子生物学</b> .....	374
<b>第三节 脑老化</b> .....	354	一、脑蛋白质与核酸 .....	374
一、神经系统老化表现 .....	355	二、Fos 和 Jun .....	375
二、脑老化的其他表现 .....	359	三、缺氧诱导因子 .....	376
三、脑老化的可能机制 .....	360	四、ATP 敏感的 K <sup>+</sup> 通道 .....	376
四、阿尔茨海默病 .....	362	五、神经细胞凋亡 .....	376
五、与脑老化有关的神经元退行性变疾病 .....	362	<b>第七节 脑缺血/缺氧预适应</b> .....	377
		一、预适应的时间和年龄依赖性 .....	378

二、预适应的电生理学 .....	379	六、蛋白质激酶 C 抑制剂 .....	401
三、预适应的神经化学 .....	379	<b>第二十五章 神经遗传性疾病 .....</b>	<b>402</b>
<b>第二十三章 癫痫 .....</b>	<b>381</b>	<b>第一节 神经遗传性疾病的遗传</b>	
<b>第一节 癫痫的分类 .....</b>	<b>382</b>	<b>方式 .....</b>	<b>402</b>
<b>第二节 癫痫发生与离子通道 .....</b>	<b>384</b>	一、单基因遗传病 .....	402
一、全身性癫痫伴热性惊厥附加症 .....	384	二、多基因遗传病 .....	404
二、良性家族性新生儿惊厥 .....	385	三、染色体病 .....	404
三、常染色体显性遗传夜间额叶癫痫 .....	386	<b>第二节 遗传性中枢神经系统疾病 .....</b>	<b>406</b>
<b>第三节 癫痫发生的相关机制 .....</b>	<b>386</b>	一、肝豆状核变性 .....	406
一、脑皮质神经元丢失及轴突发芽 .....	386	二、遗传性共济失调 .....	407
二、脑内兴奋与抑制系统与癫痫发生的		三、阿尔茨海默病 .....	408
关系 .....	388	<b>第三节 遗传性周围神经病 .....</b>	<b>409</b>
三、癫痫发生的自身免疫机制 .....	389	一、Leber 视神经萎缩 .....	409
四、癫痫发生的细胞机制 .....	389	二、腓骨肌萎缩症 .....	409
<b>第二十四章 精神分裂症 .....</b>	<b>393</b>	三、脊球肌萎缩症 .....	410
<b>第一节 精神分裂症的病因学 .....</b>	<b>393</b>	<b>第四节 基因治疗 .....</b>	<b>410</b>
一、遗传因素 .....	393	一、基因治疗的类型 .....	410
二、生化因素 .....	394	二、基因治疗的方式 .....	411
三、神经发育假说 .....	395	三、基因治疗中的靶细胞 .....	411
<b>第二节 抗精神病药的药理学 .....</b>	<b>396</b>	四、基因转移的方法 .....	411
一、选择性多巴胺阻断剂 .....	397	五、基因治疗效果的评价方法 .....	413
二、多巴胺部分激动剂 .....	398	六、帕金森病基因治疗的策略 .....	413
三、5-HT 类受体亚型药物 .....	398	七、神经系统疾病基因治疗的问题与	
四、谷氨酸能阻断剂 .....	399	展望 .....	414
五、抗胆碱能药物 .....	401		
<b>参考书目 .....</b>	<b>415</b>		
<b>中英文术语对照表 .....</b>	<b>424</b>		

# Contents

<b>Introduction</b> .....	1
1. Development of Neurobiology in the West .....	1
2. Development of Neurobiology in China .....	4
3. Fundamental Contents of 《Medical Neurobiology》 .....	5
4. Writing Approaches of 《Medical Neurobiology》 .....	7
5. Suggestions for Reading 《Medical Neurobiology》 .....	8

## Part I Basic Neurobiology (A)

### Chapter 1 Functional Anatomy of the Nervous System .....

§ 1 The Nervous System .....	11
1. Peripheral Nervous System .....	11
2. Central Nervous System .....	12
§ 2 Nerve Cell .....	12
1. The Neuron .....	13
2. Neuroglial Cell .....	15
§ 3 The Nerve Fiber .....	16
1. Afferent Fiber .....	17
2. Efferent Fiber .....	18
§ 4 The Synapse .....	19
1. Electrical Synapse .....	22
2. Chemical Synapse .....	22
§ 5 Circuit .....	22
1. Microcircuit .....	22
2. Local Neuronal Circuit .....	23
3. Network .....	24
4. Pathway or System .....	25

### Chapter 2 Molecular Structure of Neuronal Membrane .....

§ 1 Chemical Composition of Neuronal Membrane .....	28
1. Membrane Lipids .....	28
2. Membrane Proteins .....	29
3. Membrane Saccharides .....	30
§ 2 Lipid Bilayer of Neuronal Membrane .....	31

1. Amphipathic Lipid Molecules .....	31
2. Lipid Molecule Movement .....	31
§ 3 Protein of Neuronal Membrane .....	32
1. Transmembrane $\alpha$ - Helix .....	33
2. Integrative Protein Movement .....	33
§ 4 Receptor of Neuronal Membrane .....	33
1. Ion ChannelCoupled Receptor .....	34
2. GProteinCoupled Receptor .....	34
3. Tyrosine KinaseCoupled Receptor .....	35
§ 5 Ion Channel of Neuronal Membrane .....	36
1. VoltageGated $\text{Na}^+$ Channel .....	38
2. VoltageGated $\text{K}^+$ Channel .....	40
3. Ion Channel as Effector of G - Protein .....	40
§ 6 Pump of Neuronal Membrane .....	40
1. $\text{Na}^+ \text{K}^+$ Pump .....	40
2. $\text{Ca}^{2+}$ Pump, $\text{H}^+ \text{K}^+$ Pump, and Proton Pump .....	41
§ 7 Neurotransmitter Transporter .....	42
1. GABA Transporter .....	43
2. NE Transporter .....	43
3. 5 - HT Transporter .....	43
4. DA Transporter .....	43

### Chapter 3 Static Properties of the Neuronal Membrane .....

§ 1 Resting Potential of the Membrane .....	44
---	----

1. Concentration Cell .....	45	1. Electrical Transmission in the CNS .....	71
2. Ionic Concentration in the Cytoplasm .....	45	2. Chemical Transmission in the CNS .....	71
3. Active Transport of Ions .....	46	3. Chemical Transmission in Neuromuscular junction .....	73
4. Donnan Equilibrium System .....	47	4. Chemical Transmission in Neuroeffector .....	73
5. Resting Potential .....	48	5. Equivalent Circuit of Chemical Synapses .....	73
<b>§ 2 Passive Electrical Properties of the Membrane .....</b>	<b>50</b>	<b>§ 2 Presynaptic Release of Transmitter .....</b>	<b>74</b>
1. Membrane Resistance and Capacitance in Round Cell .....	50	1. Amplitude and Duration of Action Potential .....	74
2. Cable Properties of Elongated Cell .....	52	2. Activity of Calcium Ion Channel .....	75
<b>Chapter 4 Kinetic Properties of the Neuronal Membrane .....</b>	<b>56</b>	3. Vesicular Exocytosis .....	76
<b>§ 1 Local Response and Action Potential .....</b>	<b>56</b>	4. Quantal Release .....	76
1. Intracellular Recording of the Action Potential .....	56	<b>§ 3 Postsynaptic Excitation and Inhibition .....</b>	<b>77</b>
2. Responses Induced by Subthreshold Stimulation .....	57	1. Excitatory Postsynaptic Potential .....	77
3. Impedance Changes During Activity .....	58	2. Inhibitory Postsynaptic Potential .....	79
<b>§ 2 Conduction of the Action Potential .....</b>	<b>59</b>	3. Slow Synaptic Potential .....	80
1. Local Circuit Theory .....	59	<b>§ 4 Synaptic Summation and Integration .....</b>	<b>82</b>
2. Saltatory Conduction in Myelinated Fibers .....	60	1. Spatial and Temporal Summation .....	82
3. Propagating Wave of the Action Potential and Its Length .....	61	2. Synaptic Integration .....	82
<b>§ 3 Ionic Theory of the Action Potential .....</b>	<b>62</b>	<b>§ 5 Presynaptic Inhibition and Facilitation .....</b>	<b>83</b>
1. Na <sup>+</sup> Dependence of the Action Potential .....	62	1. Presynaptic Inhibition .....	84
2. Ion Movements During Activity .....	63	2. Presynaptic Facilitation .....	84
3. Voltage Clamp Experiment .....	63	<b>Chapter 6 Neurochemistry of Neuronal Communication .....</b>	<b>85</b>
<b>§ 4 Molecular Basis for Membrane Conductance Change During Action Potential .....</b>	<b>66</b>	<b>§ 1 Chemical Messengers in the Synaptic Regions .....</b>	<b>85</b>
1. Voltage-gated Na <sup>+</sup> Channel .....	66	1. Neurotransmitters .....	85
2. Voltage-gated K <sup>+</sup> Channel .....	69	2. Neuromodulators .....	86
<b>Chapter 5 Physiology of Neuronal Communication .....</b>	<b>71</b>	3. Coexistence and Corelease of Transmitters .....	86
<b>§ 1 Neuronal Communication .....</b>	<b>71</b>	<b>§ 2 Acetylcholine .....</b>	<b>87</b>
		1. Distribution of Acetylcholine in the Nervous System .....	87
		2. Biosynthesis of Acetylcholine .....	87
		3. Release and Deactivation of Acetyl-	



choline .....	87
4. Cholinergic Receptors .....	88
5. Physiological Functions of Acetyl- choline .....	88
§ 3 Catecholamines .....	88
1. Distribution of Catecholamines in the Nervous System .....	89
2. Biosynthesis of Catecholamines .....	89
3. Release and Deactivation of Catechola- mines .....	90
4. Catecholamine Receptors .....	90
5. Physiological Functions of Catechola- mines .....	92
§ 4 5 - hydroxytryptamine and Hista- mine .....	92
1. 5 - hydroxytryptamine .....	92
2. Histamine .....	94

§ 5 Amino Acid Transmitters .....	95
1. Excitatory Amino Acid .....	96
2. Inhibitory Amino Acid .....	98
§ 6 Neuropeptides .....	100
1. Classification of Neuropeptides .....	100
2. Biosynthesis of Neuropeptides .....	101
3. Degradation and Inactivation of Neuro- peptide .....	101
4. Neuropeptide Receptors .....	101
5. Physiological Functions of Neuro- peptides .....	102
§ 7 Candidates of Neurochemical Messengers .....	102
1. Purines .....	102
2. Nitric Oxide .....	103
3. Carbon Monoxide .....	105

## Part II Basic Neurobiology ( B )

<b>Chapter 7 Transmembrane Transport     and Axonal Transport .....</b>	<b>109</b>
§ 1 Passive Membrane Transport .....	110
1. Simple Diffusion .....	110
2. Facilitated Diffusion .....	111
§ 2 Active Membrane Transport .....	113
1. Secondary Active Transport .....	114
2. Primary Active Transport .....	114
3. Neurotransmitter Transporter Transport .....	117
§ 3 Membrane Vesicle Transport .....	117
1. Exocytosis .....	118
2. Endocytosis .....	119
§ 4 Axonal Transport .....	119
1. Fast/Slow Axonal Transport .....	120
2. Antero/Retro - grade Axonal Transport .....	121
§ 5 Pathway/Power of Axonal Transport .....	122
1. Scaffold of Axonal Transport .....	122
2. Molecular Motor of Axonal Transport .....	123
<b>Chapter 8 Transmembrane Signal     Transduction .....</b>	<b>126</b>

§ 1 G - Proteins .....	127
1. Structure of G - Proteins .....	127
2. Function of G - Proteins .....	129
§ 2 Receptor/Channel Systems .....	131
1. G - Protein Coupled Receptor/Channel Systems .....	131
2. Second Messenger Coupled Receptor/ Channel Systems .....	131
3. Down Regulation of Receptor Mediated G - Protein Coupled Receptors .....	131
§ 3 Effector Proteins .....	133
1. Adenylcyclases .....	133
2. cGMP Phosphodiesterases .....	133
3. Phospholipase C .....	134
4. Ion Channels .....	134
5. Other Effector Proteins .....	134
§ 4 Second Messengers .....	134
1. Cyclic Nucleotides .....	134
2. Calcium Ions .....	135
3. Metabolites of Phosphoinositol .....	135
4. Arachidonic Acids .....	135
5. Interaction Among Signal Substances .....	135
§ 5 Protein Phosphorylation .....	138