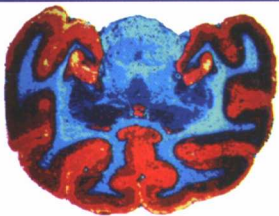
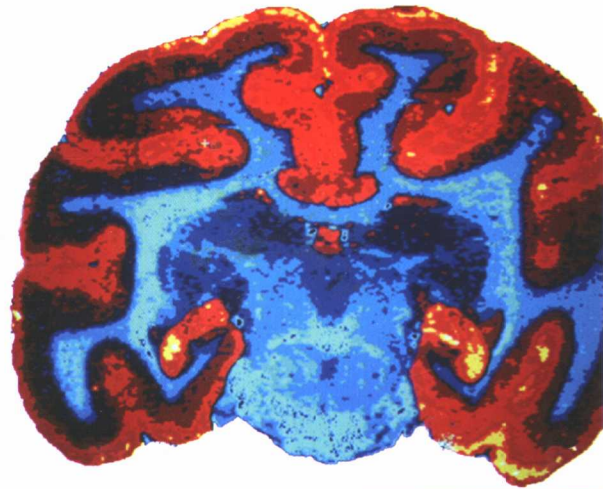
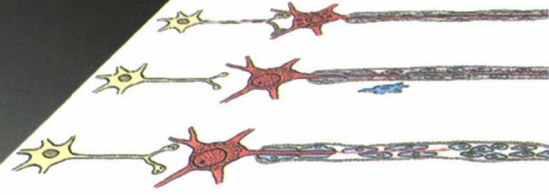


关新民 主编

21世纪高等院校教材

医学神经生物学纲要



 科学出版社
www.sciencep.com

21 世纪高等院校教材

医学神经生物学纲要

关新民 主 编
施 静 副主编
韩济生 顾 问

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书以行为的神经机制为主线,突出介绍神经生物学与医学的关系,旨在促进两者的结合。在内容结构上,减少了细胞和分子生物学的理论内容,增大以行为神经机制为主体的应用成果内容;打破了过去以系统为主体的编写方法,将感觉系统、运动系统中相关内容按行为活动(如反射行为、随意行为、认知行为、意识行为)为中心分别介绍,以提高本书的易读性和趣味性。全书共13章,分别介绍了神经元与受体、简单行为的神经调制及其可塑性和复杂与精细行为的大脑调制及其可塑性。

本书是医药院校相关专业的本科生教材,同时可作为研究生、教师及临床医师的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

医学神经生物学纲要/关新民主编. —北京:科学出版社,2003.8

(21世纪高等院校教材)

ISBN 7-03-011754-9

I. 医… II. 关… III. 医学-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(2003)第059721号

责任编辑:黄方王静/责任校对:柏连海

责任印制:安春生/封面设计:陈敬

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

双青印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2003年8月第一版 开本:850×1168 1/16

2003年8月第一次印刷 印张:27 1/4

印数:1—2 500 字数:548 000

定价:39.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换(环伟))

编写名单

主 编	关新民				
副 主 编	施 静				
顾 问	韩济生				
编 委	王 绍	范 明	罗 非	郑德枢	涂宗革 徐群渊
	黄显奋	滕国玺	曾园山	路长林	张育文
编 者	丁松林	广州医学院			
	邓云平	美国田纳西州立大学医学院			
	王才源	华中科技大学同济医学院			
	王 绍	吉林大学白求恩医学院			
	王廷华	昆明医学院			
	叶雪明	美国西北大学医学院			
	关新民	华中科技大学同济医学院			
	关中晖	美国哥伦比亚大学医学院			
	汪家政	中国军事医学科学院			
	李光千	华中科技大学同济医学院			
	李 燧	华中科技大学同济医学院			
	邹爱萍	美国威斯康星州立大学医学院			
	张育文	华中科技大学同济医学院			
	张自东	华中科技大学同济医学院			
	范 明	中国军事医学科学院			
	罗 非	北京大学医学部			
	易富贤	美国威斯康星州立大学医学院			
	郑德枢	广州医学院			
	施 静	华中科技大学同济医学院			
	赵 鹏	复旦大学上海医学院			
	涂宗革	华中科技大学同济医学院			
	徐群渊	首都医科大学			
	黄显奋	复旦大学上海医学院			
	滕国玺	中国医科大学			
	谢海春	美国哥伦比亚大学医学院			
	曾园山	中山大学中山医学院			
	路长林	第二军医大学			
	潘丽华	美国 Duck 大学医学院			
	潘惠麟	美国宾西法尼亚州立大学医学院			
	潘玉贞	美国宾西法尼亚州立大学医学院			

序

近 10 年来分子神经生物学的发展已经加深了我们对受体-信号转导系统的理解,甚至已经开始明确在发育过程中组装功能性神经回路的分子机制。同时也让我们能将单个基因与神经细胞内的信息传导,以及动物的行为联系起来,从而去探明众多神经功能性疾病的发病机制。这些新进展,最终将可以使我们在细胞和分子水平来研究情感、知觉、学习、记忆和其他认知过程的脑机制成为可能。

现代认知神经生物学的核心是认知心理学和神经生物学的结合,而这一结合极大地促进了感知、情感、动机、思维、语言与记忆的研究。不久前,像动作规划、记忆这类难以观察的精神活动,还被认为是不可能用科学实验来分析研究的。而今天,我们已经可以看到在正常或不正常的精神活动下,脑功能活动的变化,甚至能够直接研究更为复杂的认知过程。我们对精神功能的研究已不再仅仅局限于从行为上来推测了。

21 世纪未来数十年里,神经科学的发展完全有可能使我们去揭示最大的生物学之谜——人类精神、意志与行为的神经生物学基础。

随着神经科学的飞速发展,世界各科技发达国家的医学院校都已开设了神经生物学课程。近年来我国一些医学院校也陆续给本科生开设神经生物学课程,可以认为在不久的将来,医学神经生物学一定会成为我国高等医药院校本科生的一门重要医学基础课程,列入各校的教学计划。面向未来,面向世界,及时出版一本适合我国目前高等医药院校本科生教学使用的医学神经生物学教材是非常必要的。

《医学神经生物学纲要》是在读者已学过神经生物学相关学科的基础上,进一步加深和拓宽知识的一本优秀教材,它通过对行为神经机制的介绍,细致而深刻地阐述了行为活动的多级神经回路网络调制原理,使读者对神经科学从整体、系统、细胞和分子水平的综合研究、对神经的可塑性与机体适应环境的关系、对当代神经生物学与医学发展的关系与影响,有一个较深刻的认识,以促进我国医学和神经生物学的发展。

本书内容丰富、新颖,概念明确、精练,表达清晰、易读,插图简洁、明快。

这本教材是以前我和关新民教授主编的《医用神经生物学》教材的新版。1999 年编委讨论再版时,我提出,新版教材由长期在第一线主持和从事教学的关新民教授担任主编,我退居二线担任顾问,并建议将书名改为《医学神经生物学纲要》。根据中国神经科学学会教学专业委员会召开的“神经生物学教学研讨会”(2002 年 5 月)诸位代表们的意见,在华中科技大学同济医学院、复旦大学上海医学院、第二军医大学,广州医学院、吉林大学白求恩医学院和北京大学医学部等十余所高等医学院校长期从事神经生物学教学和研究的同道们的共同努力下,全稿即将付梓。希

望本书的出版能为满足当前教学需要做出贡献。切望应用本书的老师和学员们能及时提出批评和建议,以便今后加以改进。

韩济生

中国科学院院士
北京大学神经科学研究所所长
北京大学神经生物学系主任
2003年3月

前 言

现代神经科学是 20 世纪中叶才形成的一门新兴科学。可喜的是,近 10 年来,神经科学已受到科学界的高度重视,得到迅速发展,期待揭示出更多脑的活动规律。神经生物学是一门研究人类大脑的结构与功能、行为和认知功能神经机制的基础学科。而医学神经生物学是在介绍神经生物学基本原理的同时,密切联系医学实际,为临床提供防治行为性疾病指南的学科,是增进人类感觉与运动(工作)的效率,提高与神经、精神系统相关性疾病的预防、诊断、治疗水平为最终目的的跨学科的科学。

当今细胞和分子神经生物学的蓬勃发展,已对系统神经生物学、发育神经生物学以及临床各科的许多疾病的发病机制和防治措施等方面都产生了极其深刻的影响,而且这种影响正在迅速拓宽、加深,神经科学的发展正在成为临床医师诊治行为性疾病的指南。可以肯定,临床神经病学和精神病学的未来将取决于神经生物学的发展。

21 世纪的神经生物学还将进一步大发展,并将成为继分子生物学之后生物医学领域中的又一新的“生长中心”。

面对迅猛发展和内容极其丰富的神经生物学与目前我国本科生教学时数有限的矛盾,在这本教材中我们只能择其纲要进行介绍。

当前医学正处于从生物医学模式向社会-心理-生物医学模式的转化时期,这本《医学神经生物学纲要》以行为的神经机制为中心,突出整体行为的细胞、分子机制,对临床医师树立整体观念大有裨益。医学专业的学生学习医学神经生物学,正是为了迎接新世纪现代神经生物学和现代医学大发展的挑战,以适应并促进未来医学的发展。

这本《医学神经生物学纲要》是在我们 1996 年 6 校合编的《医用神经生物学》教材的基础上,由 10 多所高等医学院校、30 多位长期从事神经生物学教学和研究的学者们,参考国内外最新的医学神经生物学教材,结合各自的教学经验和我国当前医学教育的实际情况共同撰写、重新编纂完成的。

本书以阐述行为的神经机制为主线,系统介绍了细胞、分子神经生物学、系统神经生物学、认知神经生物学和发育神经生物学与行为活动有关的基本概念、基本知识和基本理论,并将多水平神经回路调制网络的思路贯彻始终。由于很多专题是由不同学科的学者们协作写成的,从而可促使各学科间的相互渗透和融合,大大提高了各专题的理论水平和使用价值,对读者树立整体与局部细胞、分子机制相结合的思想,促进各学科相关知识的融合,培养读者的综合分析能力等方面都有重要意义。

本书主要作为教材,供高等医学院校本科医学、药学、中医等专业高年级学生使用,也可作为参考书,供相关学科的医师、教师参考。

《医用神经生物学》出版后受到兄弟院校的欢迎,1999年编委会讨论决定在原书基础上进一步改写再版,但因2000年接受国家教委主编面向21世纪课程教材《神经生物学》的任务而暂停。2002年5月,在中国神经科学学会教学专业委员会主持召开的“全国神经生物学教学研讨会”上,与会代表对“面向21世纪课程医学神经生物学教材”的编写给予充分肯定,同时建议根据目前各医学院校教学的实际情况和国内各医药院校即将广泛开展神经生物学教学的大好形势,希望能尽快再编写一本适合当前医药院校本科生使用的医学神经生物学教材。根据该会议精神,我们又按54学时的教学计划,编写这本供高等医药院校本科生教学使用的《医学神经生物学纲要》教材。

现在这本《医学神经生物学纲要》比原来的《医用神经生物学》有很多根本性的改进。《医用神经生物学》是以当时分子神经科学发展为基础编写的,而《医学神经生物学》则是在“脑的十年”神经科学大发展,行为的神经机制和很多与医学有关的基础研究已取得丰硕成果的基础上编写的。全书以行为的神经机制为中心,按绪论——医学神经生物学与行为,神经元、神经元环路与行为,神经通讯的化学信使,受体与跨膜信息转导,感知觉与行为,躯体运动与行为的神经控制,内脏活动与行为的神经体液调制,神经、内分泌、免疫三大系统的相互调制,认知、精神与行为,中枢神经系统的发生、分化与发育异常,神经营养因子与神经生长和修复,中枢神经系统的可塑性、再生和移植,神经干细胞与脑脊髓损伤的修复共13章分别介绍。全书参编单位由原来的6所院校扩大到16所院校和研究单位;30位长期从事神经生物学教学和研究的专家协同编写。

根据我国目前医学教育的现状,大家一致认为《医学神经生物学纲要》应作为一门医学基础课程,在学完解剖学、组织学、生理学、生物化学、药理学之后开课,可在36~54学时之间。因此,在编写中我们切实注意处理好与上述课程的衔接,且只能适当联系一些与临床有关的问题。虽全书是按54学时编写,但一般可按36学时给本科生开课,我们希望本书能给各校师生们的教学活动,留有足够的自我选择余地。

《医学神经生物学纲要》是一本内容丰富、立意新颖、综合分析、思维严谨的新教材。我们希望这本书的出版,能为促进医学与神经生物学的有机结合、推动我国医药院校神经生物学教学的发展,做出应有的贡献。

在本书即将付梓之际,首先感激和怀念为我国神经生物学教学发展孜孜不倦、奉献一生的老一辈神经科学家和支持神经生物学教学发展、具有远见卓识的各级领导;感谢韩济生院士的关怀与指导;感谢全体编委和作者的同心协作和大力支持;感谢印其章教授的指导;感谢杨珺、陈文玲、欧阳兴飏、李熲和孟宪芳等老师在文字和图形处理方面所做的大量工作。

由于知识、经验和时间所限,肯定还会有很多不尽如人意的地方,错误、缺点和不当之处在所难免,敬请各位同行专家、广大教师、同学和其他读者们提出宝贵的批评与建议。

关新民

2003年3月1日

《医学神经生物学》序一

1995年10月中旬,在中国神经科学学会成立大会暨第一届学术讨论会期间,遇到韩济生和关新民两位教授,我有幸看到了他们所编写的《医学神经生物学》一书的书稿,据悉该书的主要目的是供正规医科大学高年级学生以及研究生作为教材使用的。临床医师也可用为参考。

该书内容主要包括了最近十余年来在神经生物学领域内的新概念与新研究成果。这些神经生物学上的新进展正在开始改变现代医学的面貌,使我们对于多年来医学上的疑难问题,看到了被破解的一线曙光。

在过去,一般认为,一项重要的科研成果,往往需要5~10年的反复验证,才能被认为是站得住脚的真理而被纳入教科书,成为可靠的教材。但是近几年来,由于现代科学技术的飞速发展,新发现、新发明日新月异,再加上电子计算机的广泛应用、科研人员之间的激烈竞争、彼此之间迅速的信息交流和频繁的相互验证,使科研周期大为缩短。一项研究成果的真伪与可靠性,往往在短期内即可判定。这就使现代教科书的内容必须较前更加频繁地加以增补、修改或改写,才能跟得上时代的进展步伐。基于以上这种观点,窃以为,这本《医学神经生物学》的出版是及时的和需要的,尽管最近这些年来,我国已有这类著作陆续出版。我相信这本书的问世将会受到医学界、生物界的欢迎,并有助于提高我国未来的医疗水平。

但是,也应当看到,正是由于近年来在神经生物学研究领域内新概念和新成果的发展是如此迅速,有关信息库的储量如此庞大,其中难免也会混杂着一些尚待进一步核实与验证的东西,这就给教科书的编者在选材与评述方面增添了不少困难,编者必须具有高度的判断能力并十分审慎才行。本书的编者在这方面采取了审慎、正确的态度,是应当受到尊重与赞扬的。

张香桐

中国科学院院士

中国科学院脑研究所原所长

1995年10月18日

《医学神经生物学》序二

神经科学在 20 世纪最后 10 年受到科学界以至全社会的高度重视,反映着科学的发展已经达到一个境地,有可能来揭示物质与精神世界之交界面——大脑的奥秘。而正是由于对脑的奥秘缺乏了解,使生物学、医学、行为学中的许多难题得不到及时的解决。举一个最简单的例子:由于医学科学的进步使人类的寿命不断延长;但如果延长寿命的同时不能推迟脑的老化,那就很难回答这种延长给个人和社会带来的究竟是幸福还是负担?又如吸毒问题已成为当前肆虐全球的一大危害。为什么吸毒一旦成瘾,其渴求欲会保持终身,终而成为万恶之渊藪?这样的难题举不胜举。由于我们对自身脑的活动规律的无知或知之不详,人类社会正在为此付出高昂的代价。因此,解决神经科学相关的课题已成为全社会的呼唤。

有鉴于此,我和 68 位同事于 1993 年编写出版了一部《神经科学纲要》,介绍这一领域的基本知识和最新进展,以求推动中国神经科学的发展。该书出版以来,受到各界的欢迎和鼓励。1995 年在国家教委每 4 年举行一次的全国高等学校出版社优秀学术著作评奖中获特等奖,表明了对这一努力的肯定。当初把该书称为“纲要”,是想说明神经科学所包括的问题既广又深,156 万字的著作也只能涉猎其概要。但作为一名生物、医学的学生来说,将近 1000 页的教材显然是超其负荷了。因此迫切需要编写一部更简练的著作,作为医学院校神经生物学课程的基本教材,供 100 学时的教学需要,其容量应不超过《纲要》一书的三分之一。为此需要精选内容,明确基本概念,加强图表的作用等等,而不是简单的压缩。同济医科大学、第二军医大学、白求恩医科大学、苏州医学院、广州医学院和北京医科大学的同事为此付出了辛勤的劳动。现付梓在即,希望本书的出版能为满足这一教学需要略尽绵力。切盼应用本书的老师和学员们能及时提出批评和建议,以便今后加以改进。

韩济生

中国科学院院士
北京医科大学神经科学研究所所长

1996 年 2 月

《医学神经生物学》前言

现代神经科学的迅猛发展,对现代医学特别是医学教育正发生着重大影响。可以肯定,影响将会更深刻、更广泛。神经生物学作为一门新兴的、跨学科的课程,已进入高等医学教育的殿堂。目前我国绝大部分医药院校均已给研究生开设了神经生物学课程,部分院校也已给本科生开课。尽快出版一本适合我国医学生阅读的《医用神经生物学》是当前的需要,也是我们的愿望。

基于此,北京医科大学、同济医科大学、第二军医大学、白求恩医科大学、苏州医学院和广州医学院等6所院校长期从事神经生物学教学的老师们,根据自己十余年神经生物学教学的经验体会,结合兄弟院校的宝贵经验,编写了这本《医用神经生物学》,供研究生和长学制(七、八年制)本科生作为教材,也可供五年制学生选读和医学院校相关学科的老师与临床医师作为参考书。

《医用神经生物学》是以近20多年来神经科学发展中最核心的进展——分子神经生物学为基础而编写的。编写中,我们希望尽可能反映学科的新进展,又切实注意基本知识、基本概念和基本理论的系统性和完整性。力争以最少的篇幅向读者介绍浩瀚的神经科学中的新进展和最基本知识,为跨世纪医学生继续深造打好基础。全书分上、下两篇。上篇系统介绍主要神经递质/调质及其受体和生理功能的基本知识;下篇选择部分与医学生关系密切的专题,介绍多种递质/调质在不同水平整合的研究进展。

《医用神经生物学》是在医学生系统学习解剖学、生理学、生物化学、药理学和病理学中有关神经系统知识之后的一门新的基础课,本书是在上述各学科统编教材基础上的加深及拓宽。编写中,我们希望尽可能注意学科间的连续性,力戒低水平重复,并按跨学科、多学科及综合研究的特点,打破原传统学科的界限,以机能、形态、多学科研究成果的方式进行综合介绍。

由于知识、经验和时间所限,本书肯定还有很多不尽如人意的地方,敬请各位同道与读者批评指正。

编者

1996年3月4日

目 录

第一章 绪论——医学神经生物学与行为	(1)
一、神经生物学的概念与任务	(1)
二、神经生物学的特点	(1)
三、医学神经生物学与行为	(2)
四、脑与行为	(3)
第二章 神经元、神经元环路与行为	(5)
第一节 神经元与行为	(5)
一、反射行为是由神经元按一定连接调制的感觉-运动环路实现的	(5)
二、行为调控的基础是多级神经元环路	(7)
三、大脑是实现复杂行为活动的高级整合中枢	(8)
第二节 神经元胞膜上电信号的传导	(9)
一、电压门控离子通道与离子跨膜转运	(9)
二、静息膜电位形成与维持的离子机制	(15)
三、跨膜离子浓度差的维持与钠-钾泵	(20)
四、动作电位产生的离子机制与调制	(21)
第三节 局部神经元环路和突触微环路整合	(29)
一、局部环路神经元和局部神经元环路整合	(29)
二、突触微环路整合	(31)
第四节 突触区的信号转导与整合	(34)
一、递质释放与电信号和分子信号转换	(34)
二、突触后电位与分子信号和电信号转换	(36)
三、突触水平的整合	(38)
四、共存递质和调质在突触水平的相互调节	(40)
第五节 神经元、胶质细胞、内皮细胞和肥大细胞的相互关系	(41)
一、神经胶质细胞对脑、神经活动的调节	(41)
二、微血管内皮细胞和肥大细胞参与脑的微环境调节	(45)
第三章 神经通讯的化学信使	(48)
第一节 突触信息传递的化学信使	(48)
一、神经递质与神经调质	(48)
二、膜转运体和囊泡转运体	(49)
第二节 乙酰胆碱	(51)
一、乙酰胆碱的合成与代谢	(51)

二、乙酰胆碱受体	(51)
三、胆碱能神经元的分布及其纤维投射	(52)
第三节 儿茶酚胺	(53)
一、儿茶酚胺的合成与代谢	(53)
二、儿茶酚胺受体	(54)
三、儿茶酚胺能神经元的分布及其纤维投射	(56)
第四节 5-羟色胺	(57)
一、5-羟色胺的生物合成与代谢	(57)
二、5-羟色胺受体	(58)
三、5-羟色胺能神经元的分布及其纤维投射	(59)
第五节 兴奋性氨基酸	(59)
一、兴奋性氨基酸的合成与代谢	(60)
二、兴奋性氨基酸受体	(60)
三、兴奋性氨基酸能神经元的分布及其纤维投射	(62)
第六节 抑制性氨基酸	(63)
一、 γ -氨基丁酸	(63)
二、甘氨酸	(65)
第七节 一氧化氮	(66)
一、一氧化氮的生物合成	(66)
二、一氧化氮合酶在中枢神经系统中的分布	(67)
三、一氧化氮的作用方式	(67)
四、神经系统中 NO 的生理作用	(68)
第八节 神经肽及其受体	(69)
一、神经肽概述	(70)
二、下丘脑神经肽	(72)
三、垂体肽	(75)
第九节 阿片肽及其他神经肽	(81)
一、阿片肽	(81)
二、脑肠肽	(83)
三、其他神经肽	(87)
第四章 受体与跨膜信息转导	(91)
第一节 受体的分类与受体调节	(91)
一、受体的分类	(91)
二、受体亚型的多样性	(92)
三、受体与突触信息传递	(92)
四、受体调节	(94)
第二节 G 蛋白偶联受体	(96)
一、G 蛋白偶联受体及其效应系统	(97)

二、G 蛋白的激活及其对跨膜信息转导体系的调节作用与机制	(99)
第三节 与离子通道直接偶联的受体	(103)
一、N-AChR 是配体门控的 Na^+/K^+ 通道受体	(103)
二、5-HT ₃ R 是配体门控的 Na^+/K^+ 通道型受体	(105)
三、NMDAR 是配体门控的 Na^+/K^+ 和 Ca^{2+} 通道型受体	(106)
四、AMPA 和 KAR 是配体门控 Na^+/K^+ 通道型受体	(109)
五、GABA _A R 是配体门控氯离子通道	(110)
六、甘氨酸受体是氯离子通道受体, 又称土的宁敏感受体	(113)
七、甘氨酸主要是脊髓中间神经元的抑制性递质	(113)
第四节 第二信使系统与胞内信息传导	(114)
一、腺苷酸环化酶系统	(114)
二、一氧化氮与鸟苷酸环化酶系统	(115)
三、肌醇脂质信使系统和 IP ₃ 、DAG 分叉信息转导通路	(117)
四、钙与钙调蛋白信使系统	(121)
第五节 信使系统间的相互作用与突触整合	(123)
一、同一递质通过不同途径可激发不同突触效应	(123)
二、底物蛋白磷酸化与信使系统间的相互作用	(125)
三、G 蛋白介导的腺苷酸化酶系统和磷脂酶 C 系统间的相互调节	(129)
四、G 蛋白信号转导系统在离子通道水平上的调节	(131)
五、G 蛋白介导的信息转导系统对受体酪氨酸激酶系统的调节	(134)
六、受体-信号转导系统的网络联系	(135)
第五章 感知觉与行为	(138)
第一节 感知觉概述	(138)
一、感觉与行为	(138)
二、婴儿早期的社会或感知经验剥夺可导致社会行为发育障碍	(138)
三、感受器的活动特征	(139)
四、感觉信号在感觉通路中的编码	(141)
五、感知觉的一般规律	(142)
第二节 视觉	(144)
一、光感受与信息处理	(144)
二、视觉中枢的神经机制	(149)
三、感觉经验与视感知发育	(155)
四、神经活动与视皮质内神经环路发育	(158)
第三节 听觉	(161)
一、声音信息的感受与传递	(161)
二、声音的分析	(168)

三、听觉的中枢分析	(169)
四、听觉系统也存在神经联系的活动依赖性修剪	(171)
第四节 痛觉及其调制	(171)
一、痛觉与伤害性感受器	(172)
二、伤害性感受器的激活与致敏	(175)
三、痛觉传入在脊髓后角的初级整合	(182)
四、伤害性信息的上行传导通路	(187)
五、丘脑是重要的痛整合中枢	(188)
六、脑高级中枢对脊髓后角伤害性信息传递的下行调制	(189)
附录 1 针刺镇痛	(190)
附录 2 中枢刺激镇痛和应激镇痛	(190)
第六章 躯体运动和行为的神经控制	(192)
第一节 脊髓反射性行为及其控制	(193)
一、参与脊髓反射的感受器及传入纤维	(193)
二、参与脊髓反射的最后公路——脊髓运动神经元	(195)
三、脊髓中间神经元在脊髓反射环路中的整合作用	(199)
四、脊髓反射性行为	(201)
五、节律性行为——行走与奔跑	(204)
第二节 高位中枢对脊髓反射性行为的调控	(206)
一、高位中枢对运动的下行控制	(206)
二、高位中枢对脊髓反射的调控	(207)
三、脑干对肌紧张反射的调控	(208)
第三节 平衡与姿势的控制	(209)
一、大脑皮质与延髓网状结构均参与姿势平衡的前馈性调节	(210)
二、前庭系统在姿势平衡的反馈性调节中起决定性作用	(210)
三、适应性学习可以改善姿势反应	(212)
四、在行走活动中学习适应性姿势控制	(214)
第四节 随意运动和行为的调控	(214)
一、初级运动皮质直接参与躯体运动的发起和控制	(215)
二、初级运动皮质在执行运动并使运动适应新环境中起重要作用	(218)
三、运动前区在制定运动计划(运动准备过程)中起重要作用	(221)
四、顶后叶皮质在随意运动调制中起重要作用	(225)
五、小脑对随意运动的调控	(226)
六、基底神经节对随意运动的调控	(228)
第七章 内脏活动的神经体液调制	(232)
第一节 内脏感觉及其传入	(233)
一、内脏感受器	(234)

二、参与内脏感觉调制的神经递质、神经肽及其受体	(234)
三、内脏感觉初级传入神经元	(235)
四、内脏初级传入神经元在中枢的投射部位	(236)
五、内脏初级传入在中枢内的传导途径	(237)
六、内脏和躯体感觉初级传入在脊髓的会聚与整合	(237)
七、躯体和内脏感觉传入在脊髓上位中枢的会聚与整合	(238)
八、脊髓内脏向中传导径路的脑干下行控制	(238)
第二节 脊髓-脑干对内脏反射性行为的调控	(239)
一、脊髓对内脏反射活动的调控	(239)
二、低位脑干参与许多重要的内脏-躯体反射	(240)
三、血管运动的反射性调节	(243)
第三节 下丘脑是内脏-躯体行为的较高级整合中枢	(244)
一、下丘脑信息的传入、传出联系	(245)
二、下丘脑是内脏活动的最重要整合中枢	(246)
三、下丘脑是情感性内脏-躯体活动和行为的高级整合中枢	(248)
四、下丘脑对内脏活动的整合功能受众多高级中枢的控制	(250)
第四节 大脑皮质和边缘系统是内脏-躯体行为的高级整合中枢	(250)
一、大脑皮质的内脏感觉区与运动区的联系	(250)
二、前额叶及扣带回是自主神经整合功能的最高级中枢	(250)
三、杏仁复合体同时介导情绪的主观经验和自主神经反应	(251)
四、躯体-内脏行为的意志控制	(251)
第五节 器官壁内的局部神经元和局部神经环路对内脏活动的调控	(253)
一、交感神经系统和后交感网络	(253)
二、肠神经系统	(254)
三、心神经系统	(257)
第六节 递质与激素受体对心血管活动的调控	(259)
一、调节自主神经末梢释放的突触前受体	(259)
二、调节心血管活动的突触后受体	(261)
第八章 神经、内分泌、免疫三大系统的相互调制	(267)
第一节 概述	(267)
一、神经、内分泌、免疫是各具特色又密切联系的三大调制系统	(267)
二、神经-内分泌-免疫网络调制环路的特点	(268)
三、情绪可明显影响行为和身心健康	(268)
第二节 中枢神经系统是应激性免疫的调控中心	(269)
一、个性和情绪改变与心理应激对免疫功能和疾病易感性的调节	(269)

- 二、行为应激对免疫功能的调节 (270)
- 三、中枢神经系统对应激的反应主要通过交感神经系统和下丘脑-垂
体轴途径表达 (270)
- 第三节 下丘脑是神经对内分泌、免疫调节的高级中枢 (271)
 - 一、下丘脑是神经对内分泌调节的高级中枢 (271)
 - 二、下丘脑对依赖肾上腺的内分泌-免疫活动的调节 (272)
- 第四节 下丘脑活动的神经体液调节 (275)
 - 一、情绪和边缘系统对下丘脑功能和内脏活动的调节 (275)
 - 二、脑干网状结构对下丘脑功能的调节 (275)
 - 三、激素对下丘脑功能的调节 (275)
- 第五节 免疫功能受多种递质和激素的调节 (276)
 - 一、外周神经及其递质对免疫的调节 (276)
 - 二、免疫细胞上有神经递质和激素的受体 (277)
 - 三、激素对免疫的调节 (277)
- 第六节 免疫激素、免疫因子对神经内分泌的调节 (280)
 - 一、免疫激素对神经内分泌活动的调节 (280)
 - 二、免疫因子对神经内分泌的调节 (281)
 - 三、胸腺素对神经内分泌的调节 (283)
- 第七节 局部神经-激素-免疫调节 (283)
 - 一、人体免疫的三道防线 (283)
 - 二、体感神经树突末梢的释放及其对局部神经-免疫调制环路的
调节 (284)
 - 三、哮喘时气道内局部神经免疫的调节 (285)
- 第九章 认知、精神与行为** (286)
 - 第一节 语言与思维的脑功能定位 (286)
 - 一、儿童语言的获得与发展 (286)
 - 二、语言的脑功能定位 (287)
 - 三、语言与思维 (294)
 - 第二节 学习记忆的细胞和分子机制与脑功能定位 (296)
 - 一、学习记忆概述 (296)
 - 二、短时非陈述记忆的细胞与分子机制 (300)
 - 三、长时非陈述记忆的分子机制 (305)
 - 四、陈述记忆的分子机制——海马早期长时程增强的突触机制 ... (307)
 - 五、学习记忆的脑功能定位 (310)
 - 第三节 精神情感活动的脑功能定位与分子机制 (313)
 - 一、大脑皮质和边缘系统是精神情感活动中枢 (313)
 - 二、精神情感活动失调时的功能与器质性脑损害的脑区定位 (318)
 - 三、中枢单胺类递质对精神情感活动的调制 (319)