



21 世 纪 课 程 教 材

全 国 高 等 医 药 教 材 建 设 研 究 会
卫 生 部 规 划 教 材

全 国 高 等 中 医 药 院 校 教 材

供 长 学 制 中 医 药 类 专 业 用

神经生理学

NEUROPHYSIOLOGY

主编 李国彰



人民卫生出版社
PEOPLE'S MEDICAL PUBLISHING HOUSE

全国高等医药教材建设研究会 卫生部规划教材
全国高等中医药院校教材
供长学制中医药类专业用

神 经 生 理 学

主 编 李国彰

副主编 张志雄 何承敏

编 委 (以姓氏笔画为序)

尤行宏 (湖北中医学院)	张志雄 (上海中医药大学)
方志斌 (安徽中医学院)	张晓东 (广州中医药大学)
邓冰湘 (湖南中医药大学)	何承敏 (湖北中医学院)
刘志敏 (北京中医药大学)	苗 戎 (天津中医药大学)
杨午鸣 (浙江中医药大学)	苗维纳 (成都中医药大学)
李国彰 (北京中医药大学)	钱佳利 (长春中医药大学)
张 胜 (北京中医药大学)	翁超明 (北京大学医学部)
张允岭 (北京中医药大学)	

学术秘书 程 薇

人 民 卫 生 出 版 社

图书在版编目 (CIP) 数据

神经生理学/李国彰主编. —北京: 人民卫生出版社,
2007.4

ISBN 978-7-117-08528-1

I. 神… II. 李… 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 (2007) 第 023628 号

本书本印次封底贴有防伪标。请注意识别。

神 经 生 理 学

主 编: 李国彰

出版发行: 人民卫生出版社(中继线 010-67616688)

地 址: 北京市丰台区方庄芳群园 3 区 3 号楼

邮 编: 100078

网 址: <http://www.pmph.com>

E - mail: pmph@pmph.com

购书热线: 010-67605754 010-65264830

印 刷: 北京市安泰印刷厂

经 销: 新华书店

开 本: 850×1168 1/16 印张: 33.75

字 数: 1045 千字

版 次: 2007 年 4 月第 1 版 2007 年 4 月第 1 版第 1 次印刷

标准书号: ISBN 978-7-117-08528-1/R·8529

定 价: 56.00 元

版权所有, 侵权必究, 打击盗版举报电话: 010-87613394

(凡属印装质量问题请与本社销售部联系退换)

前言

为了适应当前深化教育改革和发展高等中医药教育的实际需求，在卫生部教材办公室的领导下，由北京中医药大学牵头并组织全国 11 所院校的 15 位教授共同编写了这部《神经生理学》教材。《神经生理学》教材是根据全国高等中医院校研究生培养规划和要求进行编写的，可供高层次本科生（八年制和七年制）《神经生理学》选修课和博士生、硕士生《神经生理学》必修课教学使用。

神经生理学是生命科学的重要组成部分，近年来神经生理学在取得了长足进展的同时，也推动了相关学科的发展。本教材系统介绍了神经系统特别是中枢神经系统在人体功能活动整合调控中的主导作用，以及与内分泌调节和免疫调节的相互关系。通过神经生理学的学习，可提高高层次本科生（七年制、八年制）和研究生有关生命科学，特别是神经科学的基础知识和理论水平，为他们进行科学研究提供必要的理论基础。

本教材以近 10 年来神经生理学教学使用的讲稿为基础，汲取了近年来神经科学，特别是神经生理学领域的新概念、新理论、新技术和新方法。教材编写坚持科学性、先进性和实用性的原则，在介绍神经生理学的基本概念和基本理论的同时，专辟章节介绍了神经生理学实验方法、神经精神疾病的神经生理学基础以及中医的病因病机认识和辨证方法。

本教材在编写过程中，始终得到人民卫生出版社中医编辑室的指导，使教材的质量得到基本保证。同时又得到了北京中医药大学教务处和研究生部各位领导的大力支持以及基础医学院和生理教研室各位老师的热情帮助，同时邀请了北京中医药大学洪纓、刘雪梅，湖北中医学院何伟，泸州医学院李妙龄等博士生参加了部分章节（特别是神经生理学实验部分）的编写工作。在此一并表示感谢！

由于本教材内容涉及学科领域较多，加之专业水平的限制，对许多新知识理解往往有不深入的地方。因此，恳请同道和同学们在使用过程中对本教材存在的问题提出宝贵意见，以便再版时修正。

《神经生理学》编委会

2007 年 2 月

英文缩略语

4-AP	4-氨基吡啶
5-HT	5-羟色胺
6-OHDA	6-羟多巴胺
AA	花生四烯酸
AADC	芳香族左旋氨基酸脱羧酶
ACE	血管紧张素转换酶
ACh	乙酰胆碱
AChE	乙酰胆碱酯酶
AChR	乙酰胆碱受体
AChR-Ab	乙酰胆碱受体抗体
ACSF	人工脑脊液
ACTH	促肾上腺皮质激素
Ad	肾上腺素
Ang	血管紧张素
ANP	心房钠尿肽
AP-1	转录激活蛋白
APC	抗原呈递细胞
APRT	腺嘌呤磷酸核糖转移酶
AQP-2	水孔蛋白-2
AR	雄激素受体
ARC	弓状核
ARE	雄激素反应元件
BBB	血-脑屏障
BDNF	脑源性神经营养因子
BK	缓激肽
BNP	脑钠尿肽
BZ	苯二氮草
CA	儿茶酚胺
cADPR	环二磷酸腺苷核糖
CART	可卡因和安非他明调节的转录肽
CaM	钙调素或钙调蛋白
CaMK	Ca^{2+} /CaM 依赖的蛋白激酶
cAMP	环一磷酸腺苷
CCK-8	八肽缩胆囊素
cGMP	环一磷酸鸟苷
CGRP	降钙素基因相关肽
Cm	膜电容

cNOS	原生型 NOS
CNP	C 型钠尿肽
CNTF	睫状神经营养因子
CNTF-RE	CNTF 反应元件
CO	一氧化碳
CPGs	中枢构型发生器
CRE	cAMP 反应元件
CRE/CaRE	cAMP/Ca ²⁺ 反应元件
CREB	cAMP 反应元件结合蛋白
CRH	促肾上腺皮质激素释放激素
CT	降钙素
DA	多巴胺
DG	二酰甘油 (甘油二酯)
DHEA	脱氢异雄酮
DIT	二碘酪氨酸
DNA-PK	DNA 依赖的蛋白激酶
DYN	强啡肽
Dyn A	强啡肽 A
Dyn B	强啡肽 B
E2	雌二醇
EAA	兴奋性氨基酸
ECoG	皮层脑电图
EEG	脑电图
EGF	表皮生长因子
EM	内啡肽
EMG	肌电图
ENK	脑啡肽
eNOS	内皮型 NOS
ENS	肠神经系统
EP	内啡肽
EPSC	兴奋性突触后电流
EPSP	兴奋性突触后电位
ER	雌激素受体
ERE	雌激素反应元件
ERKs	细胞外信号相关蛋白激酶
FGF	成纤维细胞生长因子
FN	纤维粘连蛋白
FRAs	屈反射传入
FWS	快波睡眠
G	膜电导
GABA	γ -氨基丁酸
Gal	甘丙肽
GBS	格林-巴利综合征
GC	糖皮质激素
GDNF	胶质细胞源性神经营养因子
GFAP	胶质原纤维酸性蛋白
GFR	GDNF 家族受体
GH	生长激素

GHRH	生长激素释放激素
GHRIH	生长抑素
Glu	谷氨酸
Gly	甘氨酸
GnRH	促性腺激素释放激素
GPCR	G 蛋白偶联受体
GPI	糖基化磷脂酰肌醇键
GR	糖皮质激素受体
GRE	糖皮质激素反应元件
GRP	促胃液素释放肽
hCG	人绒毛膜促性腺激素
HPA	下丘脑-垂体-肾上腺皮质轴
HRE	激素反应元件
HSP90	热休克蛋白 90
IAA	抑制性氨基酸
IEG	即刻早期基因
IFN	干扰素
IGF	胰岛素样生长因子
iNOS	诱生型 NOS
IP ₃	三磷酸肌醇
IPSC	抑制性突触后电流
IPSP	抑制性突触后电位
KA	海人藻酸
L-ENK	亮脑啡肽
LEP	瘦素
LGICR	配体门控离子通道受体
LN	层粘连蛋白
LTP	长时程增强
LTs	白三烯
MAPK	丝裂原激活蛋白激酶
MAPKK	丝裂原激活蛋白激酶激酶
MAPs	微管关连蛋白
M-ENK	甲硫脑啡肽
mER	雌激素膜受体
mGluR	代谢型谷氨酸受体
MIT	一碘酪氨酸
MR	毒蕈碱受体
MT 或 Mel	褪黑激素
NA	去甲肾上腺素
NANC	非肾上腺素能非胆碱能
NCAM	神经细胞黏附分子
NCS	神经元钙感受体
NF- κ B	核因子 κ B
NGF	神经生长因子
NKA	神经激肽 A
NKB	神经激肽 B
NMDA	N-甲基-D-天门冬氨酸
nNOS	神经细胞型 NOS

NO	一氧化氮
non-RTPK	非受体酪氨酸蛋白激酶
NOS	一氧化氮合酶
NPK	神经肽 K
NPY	神经肽 Y
NREMs	非快速眼动睡眠
NRIF	NT 受体相互作用因子
NT	神经降压肽
NT-3	神经营养素 3
NT-4/5	神经营养素 4/5
NTFs	神经营养因子
OR	嗅觉受体
ORLR	阿片受体样受体
OXR	增食因子受体
OXT	缩宫素 (催产素)
P	孕酮
PA	磷脂酸
PAD	初级传入去极化
PCR	聚合酶链反应
PDE	磷酸二酯酶
PDGF	血小板源性生长因子
PEN	前脑啡肽
PG	前列腺素
PKA	cAMP 依赖的蛋白激酶, 蛋白激酶 A
PKC	Ca^{2+} /磷脂依赖的蛋白激酶, 蛋白激酶 C
PKG	cGMP 依赖的蛋白激酶, 蛋白激酶 G
PLA_2	磷脂酶 A_2
PLC	磷脂酶 C
PLD	磷脂酶 D
PNMT	苯乙醇胺氮位甲基转移酶
POMC	前阿黑皮素
PP	胰多肽
PR	孕激素受体
PRE	孕激素反应元件
PREG	孕烯醇酮
PS	磷脂酰丝氨酸
PTH	甲状旁腺激素
PYY	酪酪肽
REMs	快速眼动睡眠
Rm	膜电阻
RT-PCR	逆转录聚合酶链反应
RTPK	受体酪氨酸蛋白激酶
Ry	利若丁
RyRs	利若丁受体
SARs	慢适应感受器
Ser/Thr PK	丝氨酸/苏氨酸蛋白激酶
SHBG	性激素结合球蛋白
SIE	sis 诱导元件

SK	K 物质
SM	生长素介质
SP	P 物质
SRE	血清反应元件
SS	生长抑素
STAT	信息传递与转录激活
SWS	慢波睡眠
T ₃	三碘甲腺原氨酸
T ₄	四碘甲腺原氨酸
T _c , τ	时间常数
TEA	四乙铵
TGF- β	转化生长因子- β
TH	甲状腺激素
TKN	速激肽
TNF	肿瘤坏死因子
TPK	酪氨酸蛋白激酶
TR	甲状腺激素受体
TRH	促甲状腺激素释放激素
TSH	促甲状腺激素
TTX	河豚毒素
VAcHT	囊泡胆碱转运体
VAMP	囊泡相关膜蛋白
VIP	血管活性肠肽
VP	血管加压素
VT	囊泡转运体
α -BGT	α -银环蛇毒
β -END, β -EP	β -内啡肽

目 录

第一章 绪论	1
第一节 神经生理学的任务	1
一、整体水平的研究	2
二、器官、系统水平的研究	3
三、细胞、分子水平的研究	4
第二节 神经生理学的发展	5
一、神经生理学的发展简史	5
（一）现代神经生理学的发源	5
（二）19 世纪的神经生理学研究	5
（三）19 世纪末至 21 世纪初的神经生理学研究	5
二、神经生理学在我国的发展	9
（一）黄帝内经是我国神经生理学研究的前驱者	9
（二）20 世纪前半叶我国神经生理学研究	9
（三）1950 年以后我国神经生理学研究	10
第三节 中医与神经生理学	14
一、人体调节功能所主的古代发源与演变	14
（一）古代人体功能调节理论的起源与发展	14
（二）考古人对“思”字造字过程，看心脑共主思维的认识	14
二、“心主神明”论	15
（一）“心主神明”的内涵	15
（二）“心主神明”的历史源流	15
（三）心与感觉	16
三、“脑主神明”论	16
第二章 神经细胞的结构与功能	18
第一节 神经元的结构特点	18
一、神经元的基本结构	18
（一）神经元胞体	18
（二）神经元突起	22
二、神经元分类	24
（一）神经元分类的特点	24
（二）神经纤维的类型	24
三、离子通道	25
（一）离子通道的结构	25

(二) 离子通道的基本特性	25
(三) 钠离子通道	29
(四) 钾离子通道	29
(五) 钙离子通道	29
(六) 氯离子通道	31
第二节 神经元的跨膜物质转运和轴突运输	32
一、神经元的跨膜物质转运功能	32
(一) 脂溶性物质的跨膜转运	32
(二) 葡萄糖、氨基酸的跨膜转运	32
(三) 离子的跨膜转运	33
(四) 水通道和水的跨膜转运	36
(五) 神经元的胞吐与胞纳	36
二、神经元的轴浆运输	37
(一) 轴浆运输的类型	37
(二) 轴浆运输的机制	37
第三节 神经元的生物电现象	38
一、神经元生物电现象的观察和记录方法	38
二、神经元膜的被动电学特性	39
(一) 神经元膜的有关电学特性参数	39
(二) 等效电路	40
(三) 神经纤维的电缆特性	40
(四) 膜的被动电学特性对神经信号传导的影响	42
三、神经元的静息电位	42
(一) 静息电位产生的原理	42
(二) 静息电位的变化	44
四、神经元的动作电位	44
(一) 钠依赖性动作电位	44
(二) 钙依赖性动作电位	48
(三) 钠/钙依赖性动作电位	48
第四节 神经纤维的兴奋与兴奋性	48
一、刺激与兴奋	48
(一) 刺激引起兴奋的条件	48
(二) 阈电位与锋电位	49
(三) 电紧张电位、局部反应和动作电位	49
二、神经纤维兴奋后其兴奋性的周期性改变	51
(一) 兴奋性周期性改变的分期	51
(二) 神经纤维兴奋性的周期性改变的机制	52
三、神经纤维兴奋的传导	52
(一) 神经纤维兴奋传导的形式	52
(二) 神经纤维兴奋传导的特征	53
第五节 神经胶质细胞的结构与功能特点	54
一、神经胶质细胞的结构特点	54
(一) 神经胶质细胞分类	54
(二) 神经胶质细胞形态结构特点	55

二、神经胶质细胞的电生理学特性	56
(一) 膜电位较高	56
(二) 不产生“全或无”的动作电位	56
(三) 神经胶质细胞之间有低电阻的缝隙连接	56
三、神经胶质细胞的功能	56
(一) 支持作用	56
(二) 隔离与绝缘作用	57
(三) 修复与再生作用	57
(四) 屏障作用	57
(五) 参与神经免疫调节作用	58
(六) 维持适当的 K^+ 离子浓度	58
(七) 摄取和分泌神经递质, 参与信息传递	58
(八) 物质代谢和营养性作用	59
第六节 脑内微环境调节作用	59
一、血-脑屏障	59
(一) 血-脑屏障的结构	59
(二) 血-脑屏障的功能特点	60
二、神经胶质细胞对脑内微环境调控的功能	60
三、脑内毛细血管内皮细胞的调节功能	60
第三章 神经元通讯	61
第一节 突触信号的传递	61
一、概述	61
(一) 突触概念的沿革	61
(二) 突触的分类	62
(三) 经典化学性突触的结构	63
(四) 神经递质的受体	64
二、化学性突触信号的传递	65
(一) 化学性突触信号传递的基本过程	65
(二) 神经递质的释放	65
(三) 突触后神经元的电活动变化	69
(四) 突触水平的整合	70
三、神经递质的重摄取与递质囊泡的回收	71
(一) 神经递质转运体与神经递质的重摄取	72
(二) 递质囊泡膜的回收与囊泡再循环	72
四、神经肌肉接头传递	73
(一) 神经-骨骼肌接头的兴奋传递	73
(二) 神经-平滑肌接头与神经-心肌接头的兴奋传递	75
五、突触可塑性	75
(一) 突触信号传递的短时程改变	75
(二) 突触信号传递的长时程改变	76
第二节 神经中枢的通讯活动	80
一、反射活动与反射中枢	80
(一) 反射中枢	80

(二) 单突触反射和多突触反射	80
二、中枢神经元间通讯联络的方式	80
(一) 辐散式联系	80
(二) 聚合式联系	81
(三) 环路式联系	81
三、突触前抑制与突触后抑制	81
(一) 突触后抑制	81
(二) 突触前抑制	82
四、神经中枢内兴奋传递的特征	84
(一) 单向传递	84
(二) 中枢延搁	84
(三) 总和-易化与阻塞	84
(四) 反应形式和兴奋节律的改变	85
五、神经元环路	86
(一) 等级性区域间环路	86
(二) 局部神经元环路	86
(三) 突触微环路的整合	88
第四章 细胞信号转导原理	91
第一节 概述	91
一、细胞信号转导研究进展	91
二、基本概念	92
(一) 细胞信号转导	92
(二) 受体与信号转导	93
(三) G 蛋白与信号转导	96
(四) 第二信使与信号转导	97
(五) 蛋白激酶	98
(六) 蛋白磷酸化与脱磷酸化	100
第二节 第二信使介导的细胞信号转导体系	101
一、环核苷酸信号转导系统	101
(一) AC-cAMP-PKA 信号转导系统	101
(二) NO-cGMP-PKG 信号转导系统	102
二、膜磷脂代谢产物介导的信号转导系统	104
(一) PLC-肌醇磷脂信号转导系统	104
(二) PLD-PA 信号转导系统	105
(三) PLA ₂ -AA 信号转导系统	106
(四) PI3K/AKT 信号转导途径	107
三、Ca ²⁺ /CaM-PK 信号转导系统	108
(一) Ca ²⁺ 信号和 Ca ²⁺ 稳态	108
(二) Ca ²⁺ 与钙调蛋白	109
(三) Ca ²⁺ /CaM-PK 信号转导系统	109
(四) 神经元钙感受体	110
第三节 原癌基因与信号转导	110
一、原癌基因	110

二、受体酪氨酸激酶	110
(一) RTK 的激活	111
(二) RTK 的靶分子 (效应器)	111
三、非受体酪氨酸激酶	111
(一) Src 与信号转导	111
(二) JAK 与信号转导	112
四、小分子 G 蛋白	112
(一) 小 G 蛋白活性的调节	113
(二) Ras 介导的信号转导通路	113
第四节 细胞核内信息与基因转录调控	113
一、转录因子概述	113
二、AP-1 作用与基因调控	114
(一) AP-1 的概念	114
(二) c-fos、c-jun 的诱导表达	115
三、MAPK 通路	115
(一) Ras-MAPK/ERK 通路	115
(二) JNK/SAPK MAPK 通路	116
四、CREB 通路	117
(一) CREB 的分型	117
(二) CREB 的激活	117
(三) CREB 转录活性的调节	117
(四) CREB 的作用	118
五、NF- κ B 通路	118
(一) NF- κ B/Rel 家族	118
(二) I κ B 与 I κ B 激酶	119
六、JAK-STAT 通路	119
(一) STATs	119
(二) JAK/STAT 通路的信号传递过程	119
(三) JAK/STAT 通路转录调节多样性	119
七、核内受体家族	120
(一) 核受体家族的一般特征	120
(二) 核受体分类	120
(三) 核受体的结构	120
(四) 核受体的激活及作用	120
第五节 细胞信号转导网络	121
一、信号转导网络系统中特异性形成的分子基础	121
(一) 胞浆信号转导网络系统的特异性	121
(二) 核内信号转导网络转录响应的特异性	124
二、信号转导网络中信号转导系统之间的相互作用	125
(一) 信号转导系统不同水平的相互作用	125
(二) 信号转导系统之间的相互作用	127
(三) 信号转导网络的调控模式	131
第五章 神经递质与神经肽	133

第一节 概述	133
一、神经递质	133
(一) 神经递质的确定标准	133
(二) 神经递质的分类	134
二、神经调质	134
(一) 神经调质的概念与基本特征	134
(二) 神经递质与神经调质共存	134
(三) 神经递质与调质的相互作用	135
第二节 乙酰胆碱及其受体	135
一、乙酰胆碱的合成与代谢	135
(一) 乙酰胆碱的生物合成	135
(二) 乙酰胆碱的贮存与释放	135
(三) 乙酰胆碱的降解与失活	136
二、乙酰胆碱受体及其信号转导	136
(一) M受体	136
(二) N受体	137
三、乙酰胆碱的主要生理功能	138
(一) 乙酰胆碱在外周的功能	138
(二) 乙酰胆碱在中枢的功能	138
第三节 儿茶酚胺及其受体	139
一、儿茶酚胺的合成与代谢	139
(一) 儿茶酚胺的生物合成	139
(二) 儿茶酚胺的贮存和释放	140
(三) 儿茶酚胺的消除	140
二、儿茶酚胺的受体及其信号转导	140
(一) 去甲肾上腺素受体	140
(二) 多巴胺受体	142
三、儿茶酚胺的主要生理功能	144
(一) 去甲肾上腺素生理功能	144
(二) 中枢多巴胺生理功能	145
第四节 5-羟色胺及其受体	145
一、5-羟色胺的合成与代谢	145
(一) 5-羟色胺的生物合成	145
(二) 5-羟色胺的贮存和释放	146
(三) 5-羟色胺的重摄取与降解	146
二、5-羟色胺受体及其信号转导	146
(一) 5-羟色胺受体在中枢的分布	146
(二) 5-羟色胺受体介导的信号转导	146
三、中枢5-羟色胺的主要生理功能	148
(一) 5-HT对睡眠的影响	148
(二) 5-HT对情绪和精神活动的影响	148
(三) 5-HT对下丘脑内分泌活动的调节	148
(四) 5-HT对体温的调节作用	148
(五) 5-HT对心血管活动的调节	148

(六) 5-HT 调制痛觉与镇痛	148
第五节 氨基酸及其受体	149
一、兴奋性氨基酸	149
(一) 谷氨酸的合成与代谢	149
(二) 谷氨酸受体及其信号转导	149
(三) 中枢谷氨酸的主要功能	151
二、抑制性氨基酸	151
(一) γ -氨基丁酸	151
(二) 甘氨酸	153
第六节 气体分子	153
一、一氧化氮	153
(一) NO 的合成与代谢	153
(二) NO 与跨膜信号转导	154
(三) NO 在神经系统中的作用	155
二、一氧化碳	157
(一) CO 的合成与代谢	157
(二) CO 与跨膜信号转导	157
(三) CO 在神经系统中的作用	157
第七节 嘌呤类物质	158
一、腺苷和 ATP 的合成与代谢	158
(一) 腺苷和 ATP 的生物合成	158
(二) 腺苷和 ATP 的贮存与释放	158
(三) 腺苷和 ATP 的失活	158
二、嘌呤受体及其信号转导	158
(一) P_1 受体 (腺苷受体)	158
(二) P_2 受体 (ATP 受体)	158
(三) P_3 受体	159
三、腺苷和 ATP 的主要功能	159
(一) 对神经系统的作用	159
(二) 对心血管系统的作用	160
(三) 参与痛觉调制	160
第八节 神经肽	160
一、概述	161
(一) 神经肽的分类	161
(二) 神经肽的合成与代谢	161
二、阿片肽	163
(一) 阿片肽的分类和分布	163
(二) 阿片肽受体及其信号转导	163
(三) 阿片肽的生理作用	165
三、速激肽	166
(一) 速激肽的分布	166
(二) 速激肽受体及其信号转导	166
(三) 速激肽的生理功能	166
四、缓激肽	167

(一) 缓激肽受体及其信号转导	168
(二) 缓激肽的生理作用	168
五、脑肠肽	169
(一) 缩胆囊素	169
(二) 血管活性肠肽	170
(三) 神经降压肽	171
六、血管紧张素	172
(一) 血管紧张素的分布	172
(二) 血管紧张素受体及其信号转导	172
(三) 血管紧张素的生理作用	173
七、降钙素基因相关肽超家族	174
(一) 降钙素基因相关肽的分布	174
(二) 降钙素基因相关肽受体及其信号转导	174
(三) 降钙素基因相关肽的生理作用	174
八、钠尿肽家族	176
(一) 心房钠尿肽	176
(二) 脑钠尿肽	177
(三) C 型钠尿肽	177
九、增血糖素相关肽家族	178
(一) PACAP 的分布	178
(二) PACAP 受体及其信号转导	178
(三) PACAP 的生理作用	179
十、胰多肽相关肽	179
(一) 神经肽 Y 的分布	179
(二) 神经肽 Y 受体及其信号转导	179
(三) 神经肽 Y 的生理作用	180
第六章 神经甾体	182
第一节 概述	182
一、神经甾体及其受体在神经系统的分布	182
二、神经甾体的合成代谢及其调节	183
(一) 神经甾体在中枢神经系统的生物合成与代谢	184
(二) 神经甾体合成代谢中的相关受体与酶类	184
三、神经甾体对神经系统的作用	185
(一) 中枢抑制作用	185
(二) 在学习记忆中的作用	186
(三) 神经保护作用	186
(四) 与性行为的关系	186
第二节 神经甾体及其受体的信号转导	187
一、糖皮质激素	187
(一) 糖皮质激素的结构与生物合成	187
(二) 糖皮质激素受体	188
(三) 糖皮质激素受体介导的信号转导	188
二、醛固酮	189