

普通高等教育“十一五”国家级规划教材
全国普通高等教育中医药类精编教材

生理学

SHENGLIXUE

(供中医类、中西医结合等专业用)

主 编 张志雄

副主编 王德山 牛 欣 苗维纳

上海科学技术出版社

普通高等教育“十一五”国家级规划教材
全国普通高等教育中医药类精编教材

生理学

(供中医类、中西医结合等专业用)

主 编 张志雄
副主编 王德山
牛 欣
苗维纳

上海科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

生理学/张志雄主编. —上海:上海科学技术出版社,
2006.8

普通高等教育“十一五”国家级规划教材. 全国普通
高等教育中医药类精编教材. 供中医类、中西医结合等
专业用

ISBN 7—5323—8472—1

I. 生... II. 张... III. 人体生理学—中医学院—
教材 IV. R33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 044904 号

上海世纪出版股份有限公司
上海科学技术出版社 出版、发行

(上海钦州南路 71 号 邮政编码 200235)

新华书店上海发行所经销

苏州望电印刷有限公司印刷

开本 787×1092 1/16 印张 18

字数 410 千字

2006 年 8 月第 1 版

2006 年 8 月第 1 次印刷

定价: 24.00 元

如发生质量问题,读者可向工厂调换

普通高等教育“十一五”国家级规划教材
全国普通高等教育中医药类精编教材

《生理学》编委会名单

主 编

副主编

编 委

张志雄(上海中医药大学)

王德山(辽宁中医药大学)

牛 欣(北京中医药大学)

苗维纳(成都中医药大学)

(以姓氏笔画为序)

于远望(陕西中医学院)

方志斌(安徽中医学院)

包怡敏(上海中医药大学)

吉恩生(河北医科大学中医学院)

杨午鸣(浙江中医药大学)

赵铁建(广西中医学院)

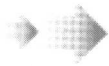
钱佳利(长春中医药大学)

高治平(山西中医学院)

全国普通高等教育中医药类精编教材

专家指导委员会名单

(以姓氏笔画为序)



万德光	马 骥	王 华	王 键	王乃平
王之虹	王永炎	王洪琦	王绵之	王新陆
尤昭玲	邓铁涛	石学敏	匡海学	朱文锋
乔旺忠	任继学	刘红宁	刘振民	严世芸
杜 建	肖鲁伟	吴勉华	张伯礼	陆德铭
周仲瑛	项 平	祝彼得	顾 璜	唐俊琪
陶功定	梁光义	彭 勃	谢建群	翟双庆

前 言

中医教材是培养中医人才和传授医学知识的重要工具,高质量的教材是提高中医药院校教学质量的关键之一。根据教育部《关于普通高等教育教材建设与改革的意见》的精神,为了进一步提高中医教材的质量,更好地把握新世纪中医药教学内容和课程体系的改革方向,让高等中医药院校有足够的、高质量的教材可供选用,以促进中医药教育事业的发展;为了继承创新、发扬光大中国传统医学,让学生在规定的课时内,牢固掌握本门学科的基础知识和基本技能,着重培养学生的创新能力和实践能力。全国高等中医药教学管理研究会和上海科学技术出版社共同组织,全国各中医药院校积极参与,共同编写了本套供中医药院校本科生使用的“全国普通高等教育中医药类精编教材”。

“精编教材”概念的提出是基于上海科学技术出版社组织教材编写、出版的经验,是对中医教学内容和教学方法规律探索的体会,是对中医人才培养目标的理解。本套教材是以国家教育部新版的教学大纲和国家中医药执业医师资格考试要求为依据,以上海科学技术出版社出版的以突出中医传统和特色的高等医药院校教材(五版)及反映学科发展新成果的普通高等教育中医药类“九五”规划教材(六版)为蓝本,充分吸收现有国内外各种版本中、西医教材的合理创新之处。从教材规划到编写的各个环节,层层把关,步步强化,重在提高内在质量和精编意识。既体现在精心组织,高度重视,以符合教学规律;又体现在精心编写,在“三基”、“五性”和“三特定”的教材编写原则下,确保内容精练、完整,概念准确,理论体系完整,知识点结合完备,并有创新性和实用性,以切合教学实际,结合临床实践,力求“精、新、实”的特点。同时,教材编排新颖,版式紧凑,形式多样,主体层次清晰,类目与章节安排合理、有序,充分体现了清晰性、易读性及和谐性。

在本套教材策划、主编遴选、编写、审定过程中,得到了专家指导委员会各位专家的精心指导,得到了全国各中医药院校的大力支持,在此一并致谢!

一纲多本、形式多样是高等教育教材改革的重要内容之一,教材质量的高低直接影响到人才的培养,殷切希望各中医药院校师生和广大读者在使用中进行检验,并提出宝贵意见,使本套精编教材更臻完善,成为科学性更强、教学效果更好、更符合现代中医药院校教学的教材。

全国普通高等教育中医药类精编教材
编审委员会

2006年3月

编写说明

为适应我国高等中医药教育发展,全面推进素质教育,培养 21 世纪高素质中医药人才,我们在全国高等中医药教学管理研究会的指导下,在上海科学技术出版社支持下,编写了这本全国普通高等教育中医药类精编教材《生理学》。

本教材努力正确把握中医药本科教学内容和课程体系的改革方向,精选教材内容,根据“精、新、实”的原则,尽可能使教材通俗易懂,更贴近学校实际的教学需求。在本教材的编写过程中力求概念清楚、准确;语言精练,便于学生学习和理解,为培养新世纪创新型医药学人才打下扎实的基础。在编写形式上,为了使明确目标、把握重点,各章前均列出了导学,便于学生预习、总结、复习之用。

生理学是一门医学的基础性学科,为中医院校学生必修的基础课程。通过本课程的学习,学生应掌握生理学的基本理论、基本知识及基本技能,为学习后续课程及从事医药实践工作奠定基础。本教材适用于中医类、中西医结合等相关专业。教材共十一章,建议的理论课时数为 60~80 学时,在保证重点内容教学的基础上,各校可根据不同专业的要求安排教学学时。

本教材的编者来自于国内十一所中医院校,他们是活跃在中医院校生理学教学、科研第一线的中、青年学术骨干,在过去的一年多的时间里,为编写一本高质量的《生理学》付出了辛勤的劳动。在此向他们表示我由衷的敬意与感谢!

本教材在编写中参考了姚泰教授、刘先国教授、施雪筠教授等编写的教材,在此向他们表示感谢!本教材的编写一直得到上海科学技术出版社坚定不移的支持,一如它五十年来在中医药教材出版领域的表现——专业的学术素养和敬业的职业态度,以及一切从学生出发的社会责任感。

由于时间紧迫,经验不足,尽管尽了最大的努力,但无论从形式到内容都难免有不足或错误之处,恳切希望读者发现错误后能告知我们,以便再版时加以改正。

张志雄

上海中医药大学

2006 年 6 月

目 录

第一章 绪论	1
第一节 生理学的研究内容和任务	1
一、生理学的研究对象与任务	1
二、生理学的研究方法与内容	1
第二节 生命活动的基本特征	2
一、新陈代谢	3
二、兴奋性	3
三、适应性	3
四、生殖	3
第三节 机体功能的调节	4
一、机体功能的调节方式	4
二、机体功能活动的自动控制原理	5
第二章 细胞的基本功能	7
第一节 细胞膜的基本结构和物质转运功能	7
一、细胞膜的基本结构	7
二、细胞膜的物质转运功能	9
第二节 细胞的跨膜信号转导	13
一、G 蛋白偶联受体介导的信号转导	13
二、酶偶联受体介导的信号转导	13
三、离子通道偶联受体介导的信号转导	14
第三节 细胞的生物电现象	15
一、生物电现象的观察和记录方法	15
二、静息电位及其产生原理	16
三、动作电位及其产生原理	18
四、组织的兴奋和兴奋性	22
第四节 骨骼肌细胞的收缩功能	23
一、骨骼肌细胞的微细结构	24
二、骨骼肌的兴奋-收缩偶联	25
三、骨骼肌收缩的分子机制	26

四、骨骼肌收缩的形式与力学分析	28
-----------------------	----

第三章 血液

第一节 概述	31
一、内环境与稳态	31
二、血液的组成及血量	32
三、血液的理化特性	34
四、血液的功能	35
第二节 血细胞生理	35
一、红细胞	35
二、白细胞	37
三、血小板	39
第三节 血液凝固和纤维蛋白溶解	41
一、血液凝固	41
二、纤维蛋白溶解	44
第四节 血型与输血	44
一、血型与红细胞凝集	44
二、红细胞血型	45
三、输血原则	46

第四章 血液循环

第一节 心肌的生物电现象和生理特性	48
一、心肌细胞的生物电现象	49
二、心肌的生理特性	52
三、心电图	57
第二节 心脏的泵血功能	59
一、心动周期与心率	59
二、心脏泵血过程及其机制	60
三、心脏泵血功能的评价	61
四、心脏泵血功能的调节及其影响因素	62
五、心脏泵功能的贮备	64
六、心音和心音图	64
第三节 血管生理	65
一、各类血管的结构及功能特点	65
二、血流量、血流阻力、血压及其相互关系	65
三、动脉血压和动脉脉搏	68
四、静脉血压和静脉回心血量	70
五、微循环	72
六、组织液的生成和回流	74

七、淋巴液的生成与回流	75
第四节 心血管活动的调节	75
一、神经调节	76
二、体液调节	80
三、自身调节	82
第五节 器官循环	82
一、冠脉循环	83
二、肺循环	84
三、脑循环	85

第五章 呼吸

第一节 肺通气	88
一、肺通气原理	88
二、肺容积和肺容量	93
三、肺通气量	95
第二节 呼吸气体的交换	96
一、气体交换原理	96
二、气体在肺的交换	97
三、气体在组织的交换	99
第三节 气体在血液中的运输	99
一、氧和二氧化碳在血液中存在的形式	99
二、氧的运输	100
三、二氧化碳的运输	103
第四节 呼吸运动的调节	105
一、呼吸中枢与呼吸节律的形成	105
二、呼吸的机械反射性调节	107
三、呼吸的化学感受性调节	108

第六章 消化和吸收

第一节 概述	112
一、消化道平滑肌的生理特性	112
二、消化道的神经支配及其作用	114
三、消化腺的分泌功能	115
四、消化道的内分泌功能	115
第二节 口腔内消化	117
一、唾液的分泌	117
二、咀嚼与吞咽	118
第三节 胃内消化	118
一、胃液的分泌	119

二、胃的运动及其控制	123
第四节 小肠内消化	125
一、胰液的分泌	125
二、胆汁的分泌与排出	126
三、小肠液的分泌	128
四、小肠的运动	129
第五节 大肠内消化	130
一、大肠液的分泌及肠内细菌的作用	130
二、大肠的运动和排便	130
第六节 吸收	131
一、概述	132
二、主要营养物质的吸收	133

第七章 能量代谢和体温

第一节 能量代谢	136
一、机体能量的来源和转化	136
二、能量代谢的测定	138
三、影响能量代谢的主要因素	140
四、基础代谢	141
第二节 体温及其调节	142
一、人体正常体温及其生理变动	143
二、机体的产热和散热	144
三、体温调节	147

第八章 尿液的生成与排出

第一节 肾脏的结构和血液循环特点	149
一、肾脏的结构特点	149
二、肾脏的血液循环特点	151
第二节 尿液生成的过程	152
一、肾小球的滤过	152
二、肾小管和集合管的重吸收	156
三、肾小管和集合管的分泌	160
第三节 尿液生成的调节	161
一、肾内自身调节	161
二、体液调节	162
三、神经调节	165
第四节 尿液的浓缩与稀释	165
一、尿液浓缩与稀释的机制	165
二、尿液浓缩与稀释的过程	167

第五节 血浆清除率	168
一、血浆清除率的测定方法	168
二、测定血浆清除率的意义	168
第六节 尿液及其排出	169
一、尿液的成分与理化性质	169
二、尿液的排出	169

第九章 内分泌

第一节 概述	172
一、激素的分类	172
二、激素的特性	173
三、激素作用的机制	174
第二节 下丘脑与垂体	176
一、下丘脑调节肽	177
二、神经垂体激素	177
三、腺垂体激素	179
第三节 甲状腺	183
一、甲状腺激素的合成与代谢	183
二、甲状腺激素的生物学作用	185
三、甲状腺功能的调节	186
第四节 甲状旁腺和甲状腺 C 细胞	187
一、甲状旁腺激素	188
二、1,25-二羟维生素 D ₃	189
三、降钙素	189
第五节 肾上腺	190
一、肾上腺皮质激素	190
二、肾上腺髓质激素	193
第六节 胰岛	195
一、胰岛素	195
二、胰高血糖素	196
第七节 性腺	197
一、睾丸的内分泌功能	197
二、卵巢的内分泌功能	199
三、胎盘的内分泌功能	201
第八节 其他	202
一、前列腺素	202
二、褪黑素	202

第十章 神经系统

第一节 神经系统的基本结构与功能	204
一、神经元	204
二、神经胶质细胞	207
第二节 神经元间的信息传递	207
一、突触分类与结构	208
二、化学性突触的传递	209
三、神经递质与受体	212
第三节 反射中枢活动的一般规律	216
一、反射中枢	216
二、中枢神经元的联系方式	217
三、反射中枢内兴奋传递的特征	218
四、中枢抑制	219
五、中枢易化	220
第四节 神经系统的感觉分析功能	221
一、躯体感觉的传导	221
二、丘脑的核团及其感觉投射系统	222
三、大脑皮层的感觉分析功能	223
四、痛觉	224
第五节 神经系统对姿势和运动的调节	227
一、脊髓对躯体运动的调节	227
二、脑干对肌紧张的调节	230
三、小脑对躯体运动的调节	231
四、基底神经节对躯体运动的调节	232
五、大脑皮层对躯体运动的调节	234
第六节 神经系统对内脏活动的调节	235
一、自主神经系统的结构特征	236
二、自主神经系统的功能	237
三、各级中枢对内脏活动调节	239
第七节 脑的高级功能	241
一、大脑皮层的生物电活动	241
二、觉醒和睡眠	243
三、学习与记忆	244
四、大脑皮层的一侧优势与语言中枢	246

第十一章 感觉器官

第一节 概述	248
一、感受器、感觉器官的定义与分类	248
二、感受器的一般生理特性	249
第二节 视觉器官	250

一、眼的折光功能	250
二、视网膜的感光功能	253
三、几种视觉现象	255
第三节 听觉器官	258
一、人耳的听阈和听域	258
二、外耳和中耳的传音功能	259
三、内耳(耳蜗)的功能	260
第四节 前庭器官	263
一、前庭器官的感受装置与适宜刺激	263
二、前庭反应与眼震颤	265
第五节 嗅觉与味觉	266
一、嗅觉	266
二、味觉	266

第一章

绪 论



1. 掌握：兴奋性；机体功能调节方式；负反馈。
2. 熟悉：生理学研究的三个水平；正反馈。
3. 了解：凡列入教学内容，除掌握、熟悉的，其余均为了解。

第一节 生理学的内容和任务

一、生理学的研究对象与任务

生理学(physiology)是研究生物体生命活动及其规律的科学,是生物科学的一个重要分支。按研究的对象不同,可分为动物生理学、植物生理学等。**人体生理学**(human physiology)是研究正常人体生命活动及其规律的科学。本书所说的生理学即指人体生理学。

生理学是医学科学的重要基础课程之一,主要探讨机体各种功能活动的发生机制、发展过程、活动规律,在整体中各自所起到的作用,环境因素改变对它们的影响;进而阐明在一个完整的机体内,其各系统和器官之间的功能活动是如何相互联系、相互制约、相互协调,从而能在复杂多变的环境中维持正常的生命活动。医学生掌握必要的生理学知识,可为学习其他基础医学和进行科学研究奠定基础;为中西医临床实践提供重要的客观诊治依据和检测标准;为研究中医药理论,继承和发扬中医药学,加速中医药现代化提供人体功能活动规律的基本知识与技能。

二、生理学的研究方法与内容

(一) 生理学的研究方法

生理学是一门实验性科学。生理学的知识主要是在实验中获得。根据实验对象的不同,生理学实验分为动物实验与人体观察。一般生理学研究皆以动物实验为主,只有在不影响机体健康的情况下,才允许对人体进行无创伤性实验观察。由于人与动物在进化程度上有很大的差异,而且动物实验是在特定条件下进行的,虽然在动物体上获得的资料与人体具有某些

共性,但不能将实验结果视为人体的规律,更不能将动物实验资料不加区别地用于人体。

生理学的动物实验方法归纳起来可分为急性和慢性实验两大类。

1. **急性实验** 急性实验根据实验的目的又可分为离体实验和在体实验两种:① 离体实验是指从活的或是刚被处死的动物体中摘取出所要研究的器官、组织或细胞等,放置于人工控制的实验环境中进行观察,分析其功能活动规律及原理的实验。② 在体实验是指用药物先将实验动物麻醉后或破坏脑和脊髓等方法,施行手术暴露所需要进行实验的器官,施加各种因素进行各种预定的观察、记录等。急性实验的实验条件易于控制、观察直接、无关因素的影响少,结果易于分析等,所以实验结果比较明确。

2. **慢性实验** 通常是在无菌条件下,对动物施行手术,暴露、摘除、破坏、切除或移植某些器官,待手术创伤恢复后,动物在清醒或接近正常生活状态下,观察其功能缺损、功能紊乱表现等,以分析各器官、组织在正常状态下的功能活动规律的实验。例如,应用外科无菌手术制备各种器官的瘘管(胃瘘、肠瘘、唾液腺瘘等),观察各种因素对其分泌的影响;或摘除、破坏某些器官,观察对正常机体功能活动的影响等。慢性实验最大的优点在于实验动物处在清醒状态,各器官间保持了自然关系,其各种功能接近常态。由于此类实验可使实验动物较长时间存活下去,所以可多次、重复进行预定的同一个指标的观察、分析,所以获得的结果更接近于整体自然状态。但慢性实验方法复杂,影响因素较多。

(二) 生理学的研究内容

人体的各种功能活动是以相应的结构为基础的。在结构上,人体是由器官、系统组成的,器官、系统是由组织细胞构成,细胞又是由生物大分子所构成。所以,对机体功能活动的研究通常是在三个水平——细胞和分子水平、器官和系统水平、整体水平上进行的。

1. **细胞和分子水平** 细胞是组成人体最基本的结构与功能单位,组成细胞的基本成分是生物大分子。因此,细胞的生理特性是由构成细胞的各种生物大分子的理化特性所决定的。细胞、分子水平的研究,主要任务是研究细胞内各亚微结构的功能和生物大分子的理化变化过程,如腺细胞的分泌、神经细胞的信息传导与传递、肌细胞收缩的分子机制等。细胞、分子水平的研究所获得的资料有助于对器官、系统功能的深入认识,以及对揭示生命活动的本质是十分必要的。

2. **器官和系统水平** 主要是研究构成机体的各器官或系统固有功能发生的原理、活动规律、内外环境变化对其影响的机制,以及它们对整体水平的生理功能的作用和意义等。

3. **整体水平** 以完整的机体作为研究对象,研究机体内各器官、系统之间功能活动的内在联系与规律,以及内外环境因素变化对整体功能活动的影响等。

上述三个水平的研究是人为加以区分的,它们是人类认识生命不可分割的组成部分。对于分子、器官、系统的研究,都是为了更深刻地掌握整个人体生命活动规律;整体功能活动并非是由组成整体的各个器官、系统功能活动的简单总和,而是在整体协调统一下产生更复杂、更高级的功能活动。因此,整体水平上的研究比细胞和分子水平、器官和系统水平上的研究更为复杂。

第二节 生命活动的基本特征

各种生物体均能够以各自特点进行多种形式的生命活动,但其最基本的生命活动是新陈

代谢、兴奋性、适应性与生殖。

一、 新陈代谢

新陈代谢(metabolism)是指机体与环境不断地进行物质交换,实现自我更新的过程。它包括物质代谢和能量代谢两个方面,物质代谢可分为合成代谢与分解代谢两个过程。

在生命活动进行过程中,机体需要不断地从外界获取营养物经同化作用,合成自身的新物质,并贮存能量;同时又不断地将机体原有物质经异化作用分解为代谢产物,同时释放出能量,供给机体生命活动的需要。在新陈代谢过程中,物质的变化与能量的转化是同一活动中的两个方面,两者是紧密联系的。物质的合成代谢是贮存能量的过程,其分解代谢是释放能量的过程。新陈代谢一旦停止,生命也将结束。

二、 兴奋性

各种生物体都在一定的环境中生活,机体生存的内外环境中各种因素是在不断地发生变化。活的组织、细胞或有机体对于内外环境变化具有的反应能力或特性,称为**兴奋性**(excitability)。

能被机体所感受并且能够引起反应的内外环境变化,统称为刺激。因此,刺激的种类很多,如化学性、机械性、温度、压力、声音、光、电等。生理学将由刺激引起机体内部代谢过程及外部活动发生相应的改变称为**反应**(reaction)。反应有两种表现形式:一种由相对静止变为活动状态,或由活动较弱变为活动较强的过程,称为**兴奋**(excitation);另一种反应与兴奋相反,在接受刺激后由活动转为静止状态,或由活动较强转为较弱的过程,称为**抑制**(inhibition)。对活体组织或细胞进行刺激究竟引起兴奋还是抑制,一方面取决于刺激的质和量,同时也由组织、细胞的功能状态和特性来决定。

不同组织和细胞的兴奋性是不一样的,在机体中神经、肌肉和腺体细胞的兴奋性最高,因此,在生理学中将此类细胞称为**可兴奋细胞**(excitable cell)。兴奋的表现形式多种多样,如腺细胞的分泌、肌细胞的收缩、神经细胞的神经冲动等。三种可兴奋细胞虽然在兴奋时有不同的外部表现,但是它们在发生兴奋时均有一个共同的变化,即最先出现的可传导的跨膜电位变化——动作电位,故动作电位通常被认为是发生兴奋的客观指标。

三、 适应性

适者生存是生物进化过程中的基本规律之一。完整机体在内外环境发生变化时,经常不断地调整体内各部分的功能及相互关系,保持内环境的稳定,以利于生命活动的正常进行,种族的繁衍,机体的这种生命活动特性称为**适应性**(adaptability)。

生物体长期生存在某一特定的环境中,在不断变化的环境影响下,机体能够形成一种与环境相适应的自身生存模式,并随着生物不断进化而增强。人的适应性远高于其他动物,当人体遇到各种突然而强烈的环境变化时,能够迅速产生各种适应性反应,以保护机体免受其损害。但机体的适应性是有一定限度的,如果超过限度,就会产生适应不全,甚至导致病理性损害。

四、 生殖

随着生长发育成熟,生物体具有产生与自己相似的子代个体的功能称为**生殖**(reproduction)。