



全国中医药行业高等教育“十三五”规划教材



全国高等中医药院校规划教材（第十版）

生理学

（新世纪第二版）

（供中西医临床医学专业用）

主 编 施建蓉

全国百佳图书出版单位
中国中医药出版社

全国中医药行业高等教育“十三五”规划教材

全国高等中医药院校规划教材（第十版）

生 理 学

（新世纪第二版）

（供中西医临床医学专业用）

主 审

张志雄（上海中医药大学）

主 编

施建蓉（上海中医药大学）

副主编

刘志敏（北京中医药大学）

周乐全（广州中医药大学）

赵铁建（广西中医药大学）

朱大诚（江西中医药大学）

杜 联（成都中医药大学）

吉恩生（河北中医学院）

编 委（以姓氏笔画为序）

王冰梅（长春中医药大学）

包怡敏（上海中医药大学）

吴智春（山东中医药大学）

陈 懿（湖南中医药大学）

明海霞（甘肃中医药大学）

单德红（辽宁中医药大学）

赵蜀军（安徽中医药大学）

姚小卫（湖北中医药大学）

高剑峰（河南中医药大学）

黄文华（陕西中医药大学）

曾 群（山西中医学院）

谭俊珍（天津中医药大学）

学术秘书

刘爱华（上海中医药大学）

中国中医药出版社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

生理学/施建蓉主编. —2 版. —北京: 中国中医药出版社, 2016. 10

全国中医药行业高等教育“十三五”规划教材

ISBN 978-7-5132-3375-0

I. ①生… II. ①施… III. ①人体生理学-中医药院校-教材 IV. ①R33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 102200 号

中国中医药出版社出版

北京市朝阳区北三环东路 28 号易亨大厦 16 层

邮政编码 100013

传真 010 64405750

廊坊市晶艺印务有限公司印刷

各地新华书店经销

开本 850×1168 1/16 印张 24.5 字数 597 千字

2016 年 10 月第 2 版 2016 年 10 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5132-3375-0

定价 55.00 元

网址 www.cptcm.com

如有印装质量问题请与本社出版部调换

版权专有 侵权必究

社长热线 010 64405720

购书热线 010 64065415 010 64065413

微信服务号 zgzyycbs

书店网址 csln.net/qksd/

官方微博 <http://e.weibo.com/cptcm>

淘宝天猫网址 <http://zgzyycbs.tmall.com>

全国中医药行业高等教育“十三五”规划教材

全国高等中医药院校规划教材（第十版）

专家指导委员会

名誉主任委员

王国强（国家卫生计生委副主任、国家中医药管理局局长）

主任委员

王志勇（国家中医药管理局副局长）

副主任委员

王永炎（中国中医科学院名誉院长、中国工程院院士）

张伯礼（教育部高等学校中医学类专业教学指导委员会主任委员、

中国中医科学院院长、天津中医药大学校长、中国工程院院士）

卢国慧（国家中医药管理局人事教育司司长）

委员（以姓氏笔画为序）

马存根（山西中医学院院长）

王 键（安徽中医药大学校长）

王国辰（中国中医药出版社社长）

王省良（广州中医药大学校长）

方剑乔（浙江中医药大学校长）

孔祥骊（河北中医学院院长）

石学敏（天津中医药大学教授、中国工程院院士）

匡海学（教育部高等学校中药学类专业教学指导委员会主任委员、

黑龙江中医药大学教授）

吕文亮（湖北中医药大学校长）

刘振民（全国中医药高等教育学会顾问、北京中医药大学教授）

安冬青（新疆医科大学副校长）

许二平（河南中医药大学校长）
孙忠人（黑龙江中医药大学校长）
严世芸（上海中医药大学教授）
李秀明（中国中医药出版社副社长）
李金田（甘肃中医药大学校长）
杨 柱（贵阳中医学院院长）
杨关林（辽宁中医药大学校长）
杨金生（国家中医药管理局中医师资格认证中心主任）
宋柏林（长春中医药大学校长）
张欣霞（国家中医药管理局人事教育司师承继教处处长）
陈可冀（中国中医科学院研究员、中国科学院院士、国医大师）
陈立典（福建中医药大学校长）
陈明人（江西中医药大学校长）
武继彪（山东中医药大学校长）
林超岱（中国中医药出版社副社长）
周永学（陕西中医药大学校长）
周仲瑛（南京中医药大学教授、国医大师）
周景玉（国家中医药管理局人事教育司综合协调处副处长）
胡 刚（南京中医药大学校长）
洪 净（全国中医药高等教育学会理事长）
秦裕辉（湖南中医药大学校长）
徐安龙（北京中医药大学校长）
徐建光（上海中医药大学校长）
唐 农（广西中医药大学校长）
梁繁荣（成都中医药大学校长）
路志正（中国中医科学院研究员、国医大师）
熊 磊（云南中医学院院长）

秘 书 长

王 键（安徽中医药大学校长）
卢国慧（国家中医药管理局人事教育司司长）
王国辰（中国中医药出版社社长）

办公室主任

周景玉（国家中医药管理局人事教育司综合协调处副处长）
林超岱（中国中医药出版社副社长）
李秀明（中国中医药出版社副社长）

编审专家组

组 长

王国强（国家卫生计生委副主任、国家中医药管理局局长）

副组长

张伯礼（中国工程院院士、天津中医药大学教授）

王志勇（国家中医药管理局副局长）

组 员

卢国慧（国家中医药管理局人事教育司司长）

严世芸（上海中医药大学教授）

吴勉华（南京中医药大学教授）

王之虹（长春中医药大学教授）

匡海学（黑龙江中医药大学教授）

王 键（安徽中医药大学教授）

刘红宁（江西中医药大学教授）

翟双庆（北京中医药大学教授）

胡鸿毅（上海中医药大学教授）

余曙光（成都中医药大学教授）

周桂桐（天津中医药大学教授）

石 岩（辽宁中医药大学教授）

黄必胜（湖北中医药大学教授）

前言

为落实《国家中长期教育改革和发展规划纲要（2010—2020年）》《关于医教协同深化临床医学人才培养改革的意见》，适应新形势下我国中医药行业高等教育教学改革和中医药人才培养的需要，国家中医药管理局教材建设工作委员会办公室（以下简称“教材办”）、中国中医药出版社在国家中医药管理局领导下，在全国中医药行业高等教育规划教材专家指导委员会指导下，总结全国中医药行业历版教材特别是新世纪以来全国高等中医药院校规划教材建设的经验，制定了“‘十三五’中医药教材改革工作方案”和“‘十三五’中医药行业本科规划教材建设工作总体方案”，全面组织和规划了全国中医药行业高等教育“十三五”规划教材。鉴于由全国中医药行业主管部门主持编写的全国高等中医药院校规划教材目前已出版九版，为体现其系统性和传承性，本套教材在中国中医药教育史上称为第十版。

本套教材规划过程中，教材办认真听取了教育部中医学、中药学等专业教学指导委员会相关专家的意见，结合中医药教育教学一线教师的反馈意见，加强顶层设计和组织管理，在新世纪以来三版优秀教材的基础上，进一步明确了“正本清源，突出中医药特色，弘扬中医药优势，优化知识结构，做好基础课程和专业核心课程衔接”的建设目标，旨在适应新时期中医药教育事业发展和教学手段变革的需要，彰显现代中医药教育理念，在继承中创新，在发展中提高，打造符合中医药教育教学规律的经典教材。

本套教材建设过程中，教材办还聘请中医学、中药学、针灸推拿学三个专业德高望重的专家组成编审专家组，请他们参与主编确定，列席编写会议和定稿会议，对编写过程中遇到的问题提出指导性意见，参加教材间内容统筹、审读稿件等。

本套教材具有以下特点：

1. 加强顶层设计，强化中医经典地位

针对中医药人才成长的规律，正本清源，突出中医思维方式，体现中医药学科的人文特色和“读经典，做临床”的实践特点，突出中医理论在中医药教育教学和实践工作中的核心地位，与执业中医（药）师资格考试、中医住院医师规范化培训等工作对接，更具有针对性和实践性。

2. 精选编写队伍，汇集权威专家智慧

主编遴选严格按照程序进行，经过院校推荐、国家中医药管理局教材建设专家指导委员会专家评审、编审专家组认可后确定，确保公开、公平、公正。编委优先吸纳教学名师、学科带头人和一线优秀教师，集中了全国范围内各高等中医药院校的权威专家，确保了编写队伍的水平，体现了中医药行业规划教材的整体优势。

3. 突出精品意识，完善学科知识体系

结合教学实践环节的反馈意见，精心组织编写队伍进行编写大纲和样稿的讨论，要求每门

教材立足专业需求,在保持内容稳定性、先进性、适用性的基础上,根据其在整个中医知识体系中的地位、学生知识结构和课程开设时间,突出本学科的教学重点,努力处理好继承与创新、理论与实践、基础与临床的关系。

4. 尝试形式创新,注重实践技能培养

为提升对学生实践技能的培养,配合高等中医药院校数字化教学的发展,更好地服务于中医药教学改革,本套教材在传承历版教材基本知识、基本理论、基本技能主体框架的基础上,将数字化作为重点建设目标,在中医药行业教育云平台的总体构架下,借助网络信息技术,为广大师生提供了丰富的教学资源 and 广阔的互动空间。

本套教材的建设,得到国家中医药管理局领导的指导与大力支持,凝聚了全国中医药行业高等教育工作者的集体智慧,体现了全国中医药行业齐心协力、求真务实的工作作风,代表了全国中医药行业为“十三五”期间中医药事业发展和人才培养所做的共同努力,谨向有关单位和个人致以衷心的感谢!希望本套教材的出版,能够对全国中医药行业高等教育教学的发展和中医药人才的培养产生积极的推动作用。

需要说明的是,尽管所有组织者与编写者竭尽心智,精益求精,本套教材仍有一定的提升空间,敬请各高等中医药院校广大师生提出宝贵意见和建议,以便今后修订和提高。

国家中医药管理局教材建设工作委员会办公室

中国中医药出版社

2016年6月

编写说明

“新世纪全国高等医药院校规划教材”《生理学》（供中西医结合专业用）第1版自2009年出版以来，至今已使用7年。2015年，根据国务院《中医药健康服务发展规划（2015—2020年）》《教育部等六部门关于医教协同深化临床医学人才培养改革的意见》（教研〔2014〕2号）的精神，在国家中医药管理局教材建设工作委员会宏观指导下，以全面提高中医药人才的培养质量、积极与医疗卫生实践接轨、为临床服务为目标，在上一版教材的基础上编写了“全国中医药行业高等教育‘十三五’规划教材”《生理学》。参加本教材修订的编者来自全国18个省市，覆盖了全国大部分中医药院校，编写组先后在上海和成都举行了编写会和定稿会。

本版教材编写组成员有多年的生理学教学经验，对前一版教材在使用中的情况比较了解，结合本学科进展，编委会确定了本版教材的修订原则：围绕人才培养目标、定位准确、有特色、提高学生的综合能力、形式新颖。教材定位为生理学教材，面向五年制中西医临床专业。编写基调以上版教材为基础，进一步修订提高、更新和完善。作为中西医临床专业《生理学》教材要体现出与临床结合、与中医结合，本版教材适当补充和更新临床内容；与中医结合方面上一版教材做得比较好，本次编写时中医学理论部分做了进一步完善，增加了这几年中西医结合的相关新成果。鉴于中西医临床专业的《生理学》理论教学的课时相对较少，在教材编写时力求重点突出、条理清晰。本版教材适当增加前沿性的学科发展内容，在正文中以小号字出现，并增加了综合类的复习思考题。

在本版教材修订过程中，各位编者都认真投入和配合。主审张志雄教授全程参与并仔细审阅了全部内容，包怡敏担任了本教材中医内容的统稿工作。由于中西医结合学科发展尚处于探索阶段，编写中西医临床专业使用的生理学教材仍是一项探索性的工作，恳切希望专家和同道对本教材中存在的问题和不足之处提出批评和宝贵意见、建议，以便再版时修订提高。

《生理学》编委会

2016年5月

目 录

第一章 绪论	1	第四节 肌细胞的收缩功能	33
第一节 生理学的研究内容和方法	1	一、骨骼肌细胞的收缩功能	33
一、生理学的研究内容	2	二、平滑肌细胞的收缩功能	39
二、生理学的研究方法	2	第五节 中医学有关生命活动的基本物质的生理功能	41
第二节 生命活动的基本特征	3	一、气血精津液的基本功能	41
一、新陈代谢	3	二、有关气血精津液的现代研究	42
二、兴奋性	4	第三章 血液	45
三、适应性	4	第一节 概述	45
四、生殖	4	一、血液的组成及血量	45
第三节 机体的内环境及其稳态	5	二、血液的理化特性	47
一、体液和内环境	5	三、血液的功能	49
二、内环境稳态	5	第二节 血细胞生理	49
第四节 机体功能的调节机制	6	一、红细胞	49
一、机体功能的调节方式	6	二、白细胞	53
二、机体功能活动的自动控制原理	7	三、血小板	55
第五节 中医学的整体观念与机体稳态的调控机制	10	第三节 血液凝固和纤维蛋白溶解	56
一、中医学对人体生理的主要认识	10	一、血液凝固	56
二、对阴阳学说的现代研究	11	二、抗凝系统	59
第二章 细胞的基本功能	13	三、纤维蛋白溶解系统	60
第一节 细胞膜的物质转运功能	13	第四节 血型与输血	61
一、细胞膜的基本结构	13	一、血型	61
二、细胞膜的物质转运	15	二、输血原则	62
第二节 细胞的跨膜信号转导	19	第五节 中医学与血液的生理学	63
一、细胞的跨膜信号转导概念及特征	19	一、中医学血液生理	63
二、跨膜信号转导的主要途径	20	二、与中医学血液相关的现代研究	64
第三节 细胞的生物电现象	22	第四章 血液循环	66
一、静息电位	23	第一节 心脏的泵血功能	66
二、动作电位	24	一、心动周期与心率	66
三、细胞兴奋的引起和传导	28	二、心脏泵血过程及其机制	67
四、细胞兴奋后兴奋性的周期性变化	32	三、心脏泵血功能的评定	69

四、影响心输出量的因素	71	第四节 呼吸运动的调节	138
五、心脏泵血功能的贮备	73	一、呼吸中枢与呼吸节律的形成	138
六、心音和心电图	74	二、呼吸运动的反射性调节	140
第二节 心肌的生物电现象和生理特性	74	第五节 中医学与呼吸生理	145
一、心肌细胞的生物电现象及其形成机制	75	一、中医学呼吸生理	145
二、心肌的生理特性	78	二、与中医学呼吸相关的现代研究	145
三、心电图	85	第六章 消化和吸收	147
第三节 血管生理	88	第一节 概述	147
一、各类血管的结构与功能特点	88	一、消化道平滑肌的特性	147
二、血流量、血流阻力和血压	89	二、消化腺的功能	149
三、动脉血压和动脉脉搏	91	三、消化道的神经支配及其作用	149
四、静脉血压和静脉回心血量	95	四、消化道的内分泌功能	151
五、微循环	97	第二节 口腔内消化	152
六、组织液和淋巴液的生成与回流	99	一、唾液	152
第四节 心血管活动的调节	102	二、咀嚼和吞咽	153
一、神经调节	102	第三节 胃内消化	154
二、体液调节	107	一、胃液	154
三、局部血流的自身调节	109	二、胃的运动	157
四、动脉血压的长期调节	110	第四节 小肠内消化	159
第五节 器官循环	110	一、胰液	159
一、冠脉循环	111	二、胆汁	161
二、肺循环	113	三、小肠液	162
三、脑循环	114	四、小肠的运动	163
第六节 中医学与血液循环	116	第五节 肝脏的功能	164
一、中医学的血液循环生理	116	一、肝脏的功能特点	164
二、与中医学血液循环系统相关的现代研究	117	二、肝脏与消化有关的功能	165
第五章 呼吸	120	三、肝脏的其他功能	165
第一节 肺通气	121	第六节 大肠的功能	166
一、呼吸道的结构特征和功能	121	一、大肠液及其大肠内细菌的作用	166
二、肺泡的结构和功能	122	二、大肠的运动和排便	167
三、肺通气原理	123	第七节 吸收	167
四、肺容积和肺容量	128	一、消化道主要吸收部位及其机制	167
五、肺通气量	129	二、主要营养物质的吸收	169
第二节 呼吸气体的交换	131	第八节 中医学与消化吸收	172
一、气体交换的原理	131	一、中医学的消化生理学	172
二、气体交换的过程	132	二、与中医学消化功能相关的现代研究	173
第三节 气体在血液中的运输	134	第七章 能量代谢和体温	175
一、氧和二氧化碳在血液中的存在形式	134	第一节 能量代谢	175
二、氧的运输	134	一、机体能量的来源和转化	175
三、二氧化碳的运输	137		

二、能量代谢的测定	177
三、影响能量代谢的主要因素	180
四、基础代谢	181
第二节 体温及其调节	182
一、人体正常体温及其生理波动	182
二、人体的产热与散热	184
三、体温调节	187
第三节 中医学与体温生理学	189
一、中医学中能量代谢与体温的相关理论	189
二、与体热相关的现代研究	190
第八章 尿的生成与排出	192
第一节 肾脏的结构和血液循环特点	193
一、肾脏的结构特点	193
二、肾脏的血液循环特点	195
三、肾血流量的调节	195
第二节 肾小球的滤过功能	196
一、滤过膜及其通透性	197
二、肾小球滤过的动力——有效滤过压	198
三、肾小球滤过率与滤过分数	199
四、影响肾小球滤过的因素	200
第三节 肾小管和集合管的重吸收和分泌功能	201
一、肾小管和集合管的重吸收功能	201
二、肾小管和集合管的分泌功能	206
三、影响肾小管和集合管重吸收和分泌的因素	207
第四节 尿液的浓缩和稀释	208
一、尿液浓缩和稀释的基本过程	209
二、肾髓质高渗梯度形成的机制	209
第五节 尿生成的调节	212
一、体液调节	212
二、神经调节和自身调节	216
第六节 血浆清除率	216
一、血浆清除率测定方法	216
二、测定血浆清除率的意义	216
第七节 尿的排放	218
一、膀胱与尿道的神经支配	218
二、排尿反射	219
第八节 中医学与水液代谢	219

一、中医学的水液代谢理论	219
二、水液代谢的现代研究	220
第九章 内分泌	222
第一节 概述	222
一、激素的分类	223
二、激素作用的一般特性	225
三、激素作用的机制	226
第二节 下丘脑与垂体	228
一、下丘脑与垂体的功能联系	228
二、下丘脑-神经垂体系统	229
三、下丘脑-腺垂体系统	230
第三节 甲状腺	234
一、甲状腺激素的合成与代谢	234
二、甲状腺激素的生理作用	236
三、甲状腺功能的调节	238
第四节 甲状旁腺和甲状腺 C 细胞	240
一、甲状旁腺激素的生物学作用与分泌调节	240
二、维生素 D 的活化、作用及其生成调节	241
三、降钙素的生物学作用与分泌调节	242
第五节 肾上腺	243
一、肾上腺皮质激素	243
二、肾上腺髓质激素	246
第六节 胰岛	248
一、胰岛素	248
二、胰高血糖素	251
第七节 其他	252
一、前列腺素	252
二、褪黑素	252
三、瘦素	253
第八节 中医学五脏与内分泌	254
一、肾与内分泌系统的研究	254
二、心与内分泌系统的研究	255
第十章 生殖与性生理	257
第一节 男性生殖	257
一、睾丸的生精功能	257
二、睾丸的内分泌功能	258
三、睾丸功能的调节	259
四、男性的性反应	259

第二节 女性生殖	260	第六节 神经系统对内脏活动的调节	305
一、卵巢的生卵功能	260	一、自主神经系统的结构与功能特点	305
二、卵巢的内分泌功能	261	二、内脏活动的中枢调节	308
三、卵巢功能的调节	262	第七节 脑的高级功能	310
四、月经周期	262	一、大脑皮质的生物电活动	310
五、女性的性反应	264	二、觉醒与睡眠	312
第三节 妊娠与分娩	264	三、学习与记忆	314
一、受精与着床	264	四、语言中枢和大脑皮质功能的一侧优势	318
二、胎盘激素与妊娠的维持	265	第八节 中医经络生理学	319
三、分娩	266	一、循经感传现象	319
第四节 中医学与生殖	266	二、腧穴的功能结构特征	321
一、中医学的生殖理论	266	三、针刺麻醉的现代研究	322
二、中医学生殖的现代研究	267	第十二章 感觉器官的功能	326
第十一章 神经系统的功能	269	第一节 概述	326
第一节 神经元与神经胶质细胞	269	一、感受器与感觉器官	326
一、神经元	269	二、感受器的一般生理特性	327
二、神经胶质细胞	272	第二节 视觉器官	328
第二节 神经元的信息传递	273	一、眼的折光功能	329
一、突触传递	273	二、视网膜的感光换能功能	332
二、神经递质与受体	280	三、与视觉有关的几种生理现象	335
第三节 神经中枢活动的一般规律	284	第三节 听觉器官	337
一、反射中枢	284	一、外耳和中耳的传音作用	338
二、中枢神经元的联系方式	285	二、内耳的感音作用	340
三、反射中枢兴奋传递的特征	286	第四节 前庭器官	343
四、中枢抑制	286	一、前庭器官的感受装置和适宜刺激	343
五、中枢易化	288	二、前庭反应和眼震颤	345
第四节 神经系统的感觉功能	289	第五节 嗅觉和味觉	346
一、脊髓的感觉传导功能	289	一、嗅觉	346
二、丘脑及其感觉投射系统	290	二、味觉	347
三、大脑皮质的感觉分析功能	291	第六节 中医学与五官功能	348
四、痛觉	293	一、中医学感官理论	348
第五节 神经系统对躯体运动的调节	295	二、与中医学感觉器官相关的现代研究	349
一、脊髓对躯体运动的调节	295	中英文术语	351
二、脑干对肌紧张和姿势的调节	299	主要参考书目	376
三、小脑对躯体运动的调节	301		
四、基底神经节对躯体运动的调节	302		
五、大脑皮质对躯体运动的调节	304		

第一章 绪论

导学

1. 掌握 兴奋性；内环境；稳态；机体功能的调节方式；负反馈。
2. 熟悉 生理学研究的3个水平；体液；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。

生理学（physiology）是生物科学的重要分支，是研究生物体生命活动及其规律的科学。生物体也称有机体，简称机体，是自然界中有生命的物体的总称。根据研究对象的不同，生理学分为动物生理学、植物生理学及人体生理学等。人体生理学（以下简称生理学）是研究正常人体生命活动及其规律的科学。

生理学是西医学课程体系中一门重要的基础医学理论课程，以人体解剖学和组织学为基础，又是药理学、病理学等后续基础课程和临床课程的基础。医学生学习生理学的目的是掌握正常人体生命活动规律及其原理，为后续中西医基础和临床课程的学习提供必要的基础知识和技能，为研究中医药理论、继承和发扬中医药学、加速中医药现代化及奠定中西医结合基础知识，并为临床实践提供重要的客观诊治依据和检测标准。

我国的传统医学——中医学具有丰富的实践经验和独特的理论体系，其中虽然没有现代生理学的概念，但在古代已对人体各器官组织的生理功能有了较为深刻而全面的认识。早在两千多年前的《黄帝内经》（以下简称《内经》）中就有许多对人体脏腑、经络、气血等的结构功能和活动规律的阐述，如心主血脉、肺主气司呼吸、血对全身各脏腑组织器官起濡养和滋润作用等。中医生理学以整体观念为主导思想，强调“五脏一体观”，心、肝、脾、肺、肾五脏之间相互促进、相互制约，共同维持生命活动的正常进行。精、气、血、津液分布于各个脏腑形体官窍中，发挥濡养作用，并使它们之间密切配合，相互协调，共同完成人体的各种生理功能。

生理学与临床医学有着密切的联系，生理学的研究推动了临床医学的发展，推动了中、西医的融合，临床医学实践又不断地为生理学的研究提出新的研究方向与课题。

第一节 生理学的研究内容和方法

生理学研究的具体内容主要是探讨人体各种功能活动的发生原理、产生过程、活动规律，

NOTE

阐明构成人体各系统、器官之间的内在联系和作用,并进一步认识人体作为一个完整的机体,在复杂多变的环境中,其各部分功能活动的相互制约、协调与统一等。

一、生理学的研究内容

机体是由众多细胞、组织、器官和系统构成的统一整体。为了阐明机体功能活动的发生原理、发展过程和活动规律,需要通过不同的研究方法,从不同角度、不同层次进行分析研究。所以,要全面探索人体功能,研究应在细胞和分子水平、器官和系统水平及整体水平上进行。

1. 细胞和分子水平 研究各种组织细胞的生理特性、活动特征及其相互关系,研究构成细胞及其亚细胞器的多种生物大分子的特殊理化变化过程。如细胞膜物质转运的机制、肌肉超微结构的功能及其与兴奋-收缩耦联的关系、各种激素的生物合成过程及其分泌和作用机制、神经细胞的信息传导与传递等。这一水平的研究现称为细胞和分子生理学,所获得的知识对于进一步认识生命活动的本质非常重要。如今,现代生理学与分子生物学紧密联系形成的**生理基因组学**(physiological genomics)成为生理学一个新的分支,主要阐述有关基因在生理学中的作用。

2. 器官和系统水平 研究各器官或功能系统的活动规律及其发生原理在整体中所起的作用,以及各种因素对生命活动的影响。如心脏的射血、动脉血压的形成和影响因素、神经和体液因素对心血管活动的调节等,就是以心脏、血管及整个循环系统作为研究对象所获得的知识。因此,器官和系统水平的研究有助于进一步认识生命活动的规律。

3. 整体水平 以完整的机体为研究对象,观察和分析在环境因素改变和不同生理情况下各器官、系统功能活动之间的相互协调、相互联系,以及完整机体的反应规律。所以,整体水平的研究比细胞和分子水平、器官和系统水平的研究更为复杂。例如在运动时,为确保运动的进行,肌肉的代谢明显增加,循环系统、呼吸系统及其他器官和系统的功能都要发生相应的变化,使机体各部分活动相互协调与配合,以适应机体代谢增加的需要。同时,在整体水平的研究中,还要探讨人体如何适应环境变化,以及在人工模拟的环境中,整体或某一部分的生理功能是如何进行协调统一的。整体水平的研究有助于系统地、整体地揭示机体的功能活动规律。

以上三个水平的研究是人为进行区分的。在不同水平上进行的研究只能在不同水平上说明某种功能活动的规律。在整体上,它们并不是各自独立的,而是相互联系、补充、协调统一的。要想阐明某一种生理功能的机制,必须对细胞和分子、器官和系统及整体水平的研究结果加以综合分析,才能得出比较全面和整体的认识。现在十分重视将不同水平的研究结果加以联系和综合,以求得对机体功能活动更为全面和整体性的认识,因而出现了**整合生理学**(integrative physiology)的新领域。

二、生理学的研究方法

生理学是一门实验性科学,它的知识和理论主要是通过临床实践和实验研究获得的。生理学研究最常用的方法有人体观察和动物实验两种。人体观察仅在不损害健康且得到受试者本人同意的情况下进行,目前主要用于进行人群资料调查,如人体血压、体温、心率、血细胞数量等正常值就是通过对大批人群采样后进行数据统计分析获得的。生理学研究更多的是进行动物实验,常用的动物实验分为急性实验和慢性实验两大类。

（一）急性实验

急性实验（acute experiment）是在短时间内对动物某些生理活动进行观察和记录的实验，可分为离体实验和在体实验两种方法。

1. 离体实验 通常是指从动物体内取出所要研究的器官、组织或细胞，置于一个能保持其正常功能活动的人工环境中，观察、分析某些人为的干预因素对其功能活动的影响。如取家兔一段小肠，在恒温有氧条件下，观察不同因素对平滑肌运动的影响。离体实验由于器官、组织或细胞脱离了整体，排除了许多干扰因素的影响，实验因素单纯，结果容易分析，但与在整体中的真实情况相比，可能会有很大的差异。

2. 在体实验 一般是指在麻醉后或破坏脑和脊髓等条件下，通过手术在保持多因素不变的情况下，人为改变某一因素，观察该器官活动的变化。由于观察的器官没有脱离机体，可以观察整体情况下该器官的功能活动或器官间的相互作用。如在家兔或大鼠的动脉中插入导管，直接观察不同因素对动脉血压的影响。在体实验的条件容易控制，观察分析较为客观，实验结果比较明确，但影响因素较多。

（二）慢性实验

慢性实验（chronic experiment）通常是在无菌麻醉条件下，通过手术破坏、摘除、移植某些器官或将电极埋藏于体内，待动物麻醉和手术恢复后，观察和记录其在清醒状态下的功能活动规律和变化。例如巴甫洛夫创造的多种消化瘘管（如食管瘘、胃瘘等）实验方法，观察动物在清醒状态下，各种不同因素对消化液分泌的影响。慢性实验可以在动物清醒条件下长期、反复观察某一活动，所获得的结果更接近生理状态，但干扰因素较多，实验条件较难控制。

随着现代科学技术的发展，我国学者运用包括生理学研究方法在内的多种实验技术和手段开展了多年的中西医结合研究工作。在不脱离中医学整体观的基础上，使中医学从客观化、定量化及标准化上有所体现，为中医学理论阐明生命活动提供了物质基础，也为多种疾病机制的阐明提供了理论依据和解决途径。近年来，人们运用现代科学方法和实验技术对中医药的研究已取得了长足的进步，如针刺镇痛、针刺戒毒等机制的研究已获得了国际上的认可。目前，中西医结合的基础研究与临床融合仍处于初级阶段，任重而道远。

第二节 生命活动的基本特征

每个生物体均有各具特点的、不同形式的生命活动，但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）是生命活动最基本的表现，是机体不断实现自我更新、破坏和清除衰老的结构，以及重建新结构的过程。新陈代谢包括物质代谢和能量代谢，物质代谢又分为合成代谢与分解代谢两个过程。

在生命活动进行的过程中，机体不断从外界摄取糖、蛋白质、脂肪等营养物质，在体内经同化作用转变成自身的组成物质，在合成代谢中有能量的贮存；同时又不断地将机体自身的一

部分组成物质经异化作用进行分解，并把分解的终产物排出体外，在分解代谢过程中释放能量供机体进行各种功能活动。在物质代谢过程中伴随发生的能量贮存、释放、转移和利用，称为**能量代谢**（energy metabolism）。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，它们是紧密联系、互相对立而又统一的。可见，在生命活动过程中，新陈代谢是一种高级的、复杂的物质运动形式，而生命活动就是这种物质运动形式的具体表现，新陈代谢一旦停止，生命活动亦即结束。

二、兴奋性

机体所处的环境是经常发生变化的，机体能对环境变化发生反应，以适应变化的环境。能引起机体、组织、细胞出现反应的环境条件的变化称为**刺激**（stimulus），如物理刺激、化学刺激、生物刺激等。由刺激引起机体内代谢过程及外部活动发生相应的改变称为**反应**（reaction）。反应有兴奋和抑制两种表现形式：若接受刺激使原先相对静止转为活动，或由活动弱转为活动强的状态称为**兴奋**（excitation）。兴奋的表现多种多样，如腺细胞的分泌、肌细胞的收缩、神经细胞产生的神经冲动等。若刺激使原先活动由强变弱，或由活动变为静止状态称为**抑制**（inhibition）。刺激究竟引起兴奋还是抑制反应，主要取决于刺激的质和量，同时也取决于组织、细胞的功能状态和生理特性。

活的组织、细胞或机体对环境变化所具有的反应能力或特性称为**兴奋性**（excitability），这是一切有生命活动的生物体普遍具有的能力。兴奋的反应能力有大有小，即兴奋性有高低之分。对小的刺激能产生兴奋反应，说明兴奋性高；相反，需用很强的刺激才能引起兴奋反应，说明兴奋性低；如果对任何强大的刺激都不产生兴奋反应，则说明兴奋性完全丧失。不同组织、细胞的兴奋性是不一样的，即使同一细胞，在不同功能状态下，兴奋性也会发生适当变化。

机体内各种细胞都具有兴奋性，但肌细胞、神经细胞和腺细胞比其他细胞兴奋性要高得多，在生理学上，常将这三种细胞称为**可兴奋细胞**（excitable cell）。

三、适应性

机体对刺激不仅能产生反应，而且能产生适应环境条件的改变。机体适应环境的能力称为**适应性**（adaptability）。如果不能适应环境条件的变化，这种物种将逐渐被淘汰；相反，适应环境条件的改变，机体才能生存，即适者生存，这是生物进化过程中的基本规律。人体具有很强的适应能力，当人体遇到各种突然而强烈的环境条件改变时，能迅速做出适应性反应，以保护机体免受伤害。人类不但对自己所生存的环境具有被动适应能力，而且还能主动地改造自然环境，以达到主动适应环境的目的。但机体的这种适应性是有一定限度的，若超出限度，将会产生适应不全，甚至导致病理性损害。

四、生殖

个体的生命是有限的，需要依靠生殖产生新的个体来保证种族延续，所以生殖是生命活动的基本特征之一。机体生长发育成熟到一定阶段后，能够产生与自身相似的子代个体的生理功能称为**生殖**（reproduction）。在人类和高等动物进化过程中，生殖需要雄性和雌性两种生殖细