

高等医药院校配套教材
(供医学类专业通用)

医学生理学

朱思明 主编

MEDICAL PHYSIOLOGY
PHYSIOLOGY MEDICAL
MEDICAL PHYSIOLOGY
PHYSIOLOGY MEDICAL
MEDICAL PHYSIOLOGY
PHYSIOLOGY MEDICAL
MEDICAL PHYSIOLOGY
PHYSIOLOGY MEDICAL
MEDICAL PHYSIOLOGY
PHYSIOLOGY MEDICAL
MEDICAL PHYSIOLOGY

人民卫生出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

医学生理学/朱思明主编. —北京: 人民卫生出版社,
1998
ISBN 7-117-02981-1

I. 医… I. 朱… III. 人体生理学-高等学校: 医学院校
-教材 IV. R33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (98) 第 10262 号

医 学 生 理 学

朱 思 明 主 编

人民卫生出版社出版发行
(100078 北京市丰台区方庄芳群园 3 区 3 号楼)

北京市卫顺印刷厂印刷

新华书店经销

787×1092 16 开本 25 印张 578 千字
1998 年 7 月第 1 版 1998 年 7 月第 1 版第 1 次印刷
印数: 00 001—8 480

ISBN 7-117-02981-1/R·2982 定价: 27.00 元

(凡属质量问题请与本社发行部联系退换)

著作权所有, 请勿擅自用本书制作各类出版物, 违者必究。

编写说明

根据国家教委所提出的“九五”期间教材工作的指导方针：“深化改革，加大投入，抓好重点，提高质量，扩大品种，优化配套”，按照卫生部教材办公室（95）卫教材办第（45）号《关于组织编写各类“配套教材”的通知》之要求，江苏省生理科学学会接受人民卫生出版社教材编辑出版办公室的委托，承担了生理学配套教材用书的组编任务。目前，已经确定的配套教材选题有：《医学生理学》（医本科教材）、《生理学》（全国医学专科配套教材）、《生理学学习提纲》、《生理学实验指导》（含微机系统技术的应用）、《生理学问题集》、《生理学考试指南》和《医用电生理学基础》（选修教材）等7部。该配套教材由江苏省生理科学学会理事长、南京医科大学朱思明教授担任总主编，邀请南京医科大学、河北医科大学、浙江医科大学、上海医科大学、哈尔滨医科大学、大连医科大学、中国医科大学、福建医科大学、首都医科大学、西安医科大学、山西医科大学、第二军医大学、苏州医学院、昆明医学院、贵阳医学院、青岛医学院、镇江医学院、上海铁道大学医学院、汕头大学医学院、上海职工医学院、海南医学院、泰山医学院等22所高等医学院校的高年资教师，分别参加该配套教材各书的组编工作。目前，已经按原定计划出版发行的配套教材有：《医学生理学》、《生理学》、《生理学学习提纲》和《生理学实验指导》等4部；尚有《生理学问题集》、《生理学考试指南》和《医用电生理学基础》等3部将陆续出版。该配套教材全部由人民卫生出版社出版，欢迎各兄弟医药院校选用。

在江苏省生理科学学会生理学配套教材编写组的组织领导下，《医学生理学》由南京医科大学、河北医科大学、浙江医科大学、上海医科大学、哈尔滨医科大学、大连医科大学、福建医科大学、苏州医学院、镇江医学院等9所高等医学院校的教师共同编写。参加组编的教师有：南京医科大学的朱思明、陈启盛、袁孝如，河北医科大学的谷双振、张翼，浙江医科大学的夏强、沈岳良，上海医科大学的郭学勤，哈尔滨医科大学的倪江、张玮，大连医科大学的林茂璋、郑长木，福建医科大学的戴秀中、朱龙坤，苏州医学院的端木肇夏、滕爱芬，镇江医学院的陈滨江、陈永昌等18位老师。朱思明教授担任主编，陈启盛教授、倪江教授和夏强教授担任副主编。

《医学生理学》共分为：绪论，细胞的基本功能，血液，血液循环，呼吸，消化和吸收，能量代谢和体温，肾脏的功能，感觉器官，神经系统，内分泌和生殖等12章。各位参编教师均在各自撰写文稿之末署名。

编写组根据高校医学生理学教学大纲的要求，贯彻“少而精”的原则，坚持教材的思想性、科学性、启发性、先进性和适用性，参考各参编单位以往所选用的教材、教学资料、以及国内外文献，结合各自的长期教学经验和体会，力求把教学重点放在生理学的基本理论、基本知识和基本技能方面，要求全体参编者为实现该配套教材的组编计划和要求而努力工作。经过大家一年多的分工合作，希望能够达到预期的质量水平。

本书的计量单位采用法定计量单位，且以符号表示。本书各章之末，均附有中英对照词汇和参考文献，以供读者查阅。

由于我们的知识和能力有限，参编的作者较多，虽几经校审修订，书中难免仍有不妥之处，热忱欢迎读者不吝赐教，以便再版时予以必要的修订。

朱思明

1997年2月1日 南京

内 容 简 介

生理学是医学基础课程中的重要课程之一，它是一门研究生命活动规律的科学。本书《医学生理学》共分12章，即绪论、细胞的基本功能、血液、血液循环、呼吸、消化和吸收、能量代谢和体温、肾脏的功能、感觉器官、神经系统、内分泌和生殖。全书从分子、细胞、器官、系统和整体研究水平阐明人体各个器官、系统的生理功能及其调控机制。同时结合医学临床实践的需要，着重介绍基本理论、基本知识和基本技能三方面的内容，力求达到医学本科生理学教学大纲的要求。

本生理学可供医学、药学、农学、师范等高等院校的各类专业在进行生理学理论教学时，作为选用教材。同时尚可提供医药卫生系统、农学及师范教育系统的科技人员学习生理学时，作为参考读物。

目 录

第一章 绪论	1
第一节 生理学的研究内容和方法	1
一、生理学的研究内容	1
二、生理学的研究方法	2
第二节 生命的基本特征	3
一、新陈代谢	3
二、兴奋性	3
三、适应性	4
第三节 人体生理功能的调节	4
一、内环境与稳态	4
二、生物节律	5
三、人体功能活动调控的方式	5
四、生理功能的自动控制原理	6
第二章 细胞的基本功能	9
第一节 细胞膜的基本结构和物质转运功能	9
一、细胞膜的化学组成和分子结构	9
二、细胞膜的物质转运功能	11
第二节 细胞的生物电现象和兴奋性	16
一、细胞生物电现象的观察和记录	16
二、细胞生物电现象的物理化学基础	18
三、细胞的生物电活动及其产生机制	19
四、兴奋的引起和兴奋传导的机制	24
五、兴奋性及其影响因素	28
第三节 细胞的信号传递功能	30
一、细胞间的信号传递	30
二、细胞的跨膜信号传递	33
第四节 肌细胞的收缩功能	36
一、骨骼肌的结构与肌丝的分子组成	36
二、骨骼肌的收缩机制	39
三、骨骼肌收缩的形式和力学分析	42
四、平滑肌的结构和生理特性	46
第三章 血液	50
第一节 概述	50
一、血液的组成	50
二、血量及其测定	50

三、血液的理化特性	50
第二节 血浆	52
一、血浆与体液	52
二、血浆的成分	53
第三节 红细胞生理	54
一、红细胞的形态和数量	54
二、红细胞的功能	54
三、红细胞的生成与破坏	54
四、红细胞生成的调节	56
第四节 白细胞生理	56
一、白细胞的正常数值和分类	56
二、白细胞的功能	57
第五节 血小板生理	58
一、血小板的形态和数量	58
二、血小板的生理特性	59
三、血小板的生理功能	59
第六节 血液凝固和纤维蛋白溶解	61
一、血液凝固	61
二、血液中的抗凝血物质	63
三、纤维蛋白的溶解	64
第七节 输血和血型	65
一、输血	65
二、血型	65
第四章 血液循环	70
第一节 心动周期	70
一、心动周期的概念	70
二、心动周期中心腔内压力、容积、瓣膜启闭及血流方向的变化	71
三、心动周期中心房压力的变化	73
四、心音	74
第二节 心脏的泵血功能	76
一、心房和心室在心脏泵血功能中的作用	76
二、心脏泵血功能的评定	77
三、影响心输出量的因素	79
四、心脏泵血功能的贮备	81
第三节 心脏的生物电活动	83
一、心肌细胞的跨膜电位	83
二、心肌细胞生物电现象产生的机制	85
三、心脏自动节律起搏的机制	88
四、心肌细胞的跨膜离子电流	91
第四节 心肌的生理特性	92
一、心肌的兴奋性	92
二、心肌的自律性	94

三、心肌的传导性·····	96
第五节 心脏生物电活动的检测·····	98
一、体表心电图·····	98
二、希氏束电图·····	102
三、窦房结电图·····	104
第六节 血管生理·····	105
一、各类血管的结构和功能特点·····	105
二、血流量、血流阻力和血压·····	106
三、动脉血压和动脉脉搏·····	109
四、静脉血压和静脉回心血量·····	111
五、微循环·····	113
六、组织液·····	116
七、淋巴液·····	117
第七节 心血管活动的调节·····	118
一、神经调节·····	118
二、体液调节·····	125
三、自身调节·····	128
第八节 血量的调节·····	129
第九节 器官循环·····	130
一、冠脉循环·····	130
二、肺循环·····	132
三、脑循环·····	133
第五章 呼吸·····	137
第一节 肺通气·····	137
一、呼吸道的主要功能·····	137
二、肺通气的原理·····	138
三、肺容量和肺通气量·····	144
第二节 肺换气·····	146
一、气体交换原理·····	146
二、气体交换过程·····	147
三、影响肺换气的因素·····	147
四、肺扩散容量·····	149
第三节 呼吸气体的运输·····	149
一、氧和二氧化碳在血液中的运输形式·····	149
二、氧的运输·····	150
三、二氧化碳的运输·····	153
第四节 呼吸运动的调节·····	156
一、呼吸中枢与呼吸节律·····	156
二、呼吸的反射性调节·····	159
三、化学因素对呼吸的调节·····	160
四、运动时呼吸的变化和调节·····	163
第六章 消化和吸收·····	166

第一节 概述.....	166
一、消化的两种方式.....	166
二、消化腺的分泌功能.....	166
三、消化管平滑肌的生理特性.....	167
四、消化管的神经支配及其作用.....	168
五、胃肠激素.....	170
六、消化管的免疫功能.....	171
第二节 口腔内的消化.....	172
一、唾液.....	172
二、咀嚼和吞咽.....	173
第三节 胃内的消化.....	173
一、胃液.....	174
二、胃的运动.....	176
三、胃内消化的调节.....	178
第四节 小肠内的消化.....	181
一、胰液.....	182
二、胆汁.....	183
三、小肠液.....	184
四、小肠的运动.....	185
五、小肠内消化的调节.....	186
第五节 大肠内的消化.....	188
一、大肠液.....	188
二、大肠内细菌的活动.....	188
三、大肠的运动.....	189
四、大肠活动的调节.....	189
五、排粪动作.....	190
第六节 吸收.....	190
一、概述.....	190
二、小肠内主要营养物质的吸收.....	193
第七章 能量代谢和体温.....	198
第一节 能量代谢.....	198
一、概念.....	198
二、人体能量的来源和去路.....	198
三、能量代谢测定的原理和方法.....	200
四、影响能量代谢的因素.....	205
五、基础代谢率.....	206
第二节 体温及其调节.....	206
一、体温及其正常变动.....	206
二、机体的产热与散热.....	208
三、体温调节.....	210
第八章 肾脏的功能.....	213
第一节 肾脏的结构特征及其血液循环.....	213

一、肾脏结构的特征	213
二、肾脏的血液循环	216
第二节 尿的生成过程	218
一、肾小球的滤过作用	218
二、肾小管的重吸收和分泌作用	223
第三节 肾对细胞外液渗透浓度的调节——尿的浓缩与稀释	229
一、尿的浓缩与稀释过程及其机制	230
二、肾对细胞外液渗透浓度的调节	233
第四节 肾对细胞外液容积的调节	236
一、细胞外液容积与机体的钠平衡	236
二、肾对细胞外液容积的调节机制	237
第五节 肾对酸碱平衡的调节	240
一、代谢性酸的生成	241
二、血浆缓冲系统及其作用	241
三、肾对酸碱平衡的调节	242
第六节 输尿管和膀胱的排尿功能	246
一、输尿管的功能	246
二、膀胱的排尿动作	246
第九章 感觉器官	250
第一节 概述	250
一、感觉器官、感受器及其分类	250
二、感受器的一般生理特性	250
第二节 视觉器官	253
一、眼的折光成像功能	254
二、眼的感光换能作用	258
三、其他视觉现象	264
四、视觉的径路	268
第三节 听觉器官	269
一、声音的物理性质与听觉	269
二、人的听阈和听域	270
三、外耳和中耳的功能	271
四、内耳耳蜗的功能	272
五、听神经复合动作电位和听觉脑干各神经核的电位活动	275
六、听觉的径路	276
第四节 前庭器官	277
一、前庭器官的感受装置和适宜刺激	277
二、前庭反应和眼球震颤	279
三、前庭器官感觉的径路	280
第五节 嗅觉和味觉	281
一、嗅觉	281
二、味觉	281
第十章 神经系统	284

第一节 神经元活动的一般规律	284
一、视神经元和神经纤维	284
二、神经元间信息传递的方式	287
三、神经递质	290
四、神经的营养作用	299
第二节 神经胶质细胞	300
第三节 反射活动的一般规律	301
一、反射的概念	301
二、反射弧	301
三、中枢神经元的联系方式	302
四、反射弧中枢部分兴奋的传布	303
五、中枢抑制	305
六、反射活动的反馈调节	308
第四节 中枢神经系统的感觉功能	309
一、脊髓的感觉传导功能	309
二、丘脑的感觉功能	310
三、大脑皮质的感觉分析功能	313
四、痛觉	315
第五节 中枢神经系统对躯体运动的调节	317
一、脊髓对躯体运动的调节	318
二、脑干对躯体运动的调节	321
三、小脑对躯体运动的调节	323
四、基底神经节对躯体运动的调节	326
五、大脑皮质对躯体运动的调节	327
第六节 神经系统对内脏活动的调节	331
一、自主神经系统的结构和功能	331
二、脊髓对内脏活动的调节	334
三、低位脑干对内脏活动的调节	334
四、下丘脑的结构和功能	335
五、大脑皮质对内脏活动的调节	337
第七节 脑的高级功能和脑电图	339
一、条件反射	339
二、学习和记忆	342
三、大脑皮质的语言中枢和一侧优势	344
四、脑电图和脑诱发电位	345
五、觉醒和睡眠	348
第十一章 内分泌	353
第一节 概述	353
一、激素的作用与传递方式	353
二、激素作用的一般特性	354
三、激素的分类	355
四、激素作用的原理	356

第二节 下丘脑与垂体	358
一、下丘脑-神经垂体系统	359
二、下丘脑-腺垂体系统	360
第三节 甲状腺	366
一、甲状腺激素的合成与碘代谢	366
二、甲状腺激素的生物学作用	368
三、甲状腺功能的调节	369
第四节 肾上腺	371
一、肾上腺皮质	371
二、肾上腺髓质	375
第五节 调节钙代谢的激素	376
一、甲状旁腺激素	376
二、维生素 D ₃	376
三、降钙素	377
第六节 胰岛	377
一、胰岛素	377
二、胰高血糖素	378
第七节 其他内分泌激素	379
一、松果体激素	379
二、前列腺素	379
第十二章 生殖	381
第一节 男性生殖	381
一、睾丸的功能	381
二、睾丸功能的调节	382
第二节 女性生殖	382
一、月经周期及其激素基础	383
二、卵巢的内分泌功能	385
三、卵巢功能的调节	386
四、妊娠	387

第一章 绪 论

生理学是生物学的一个分支学科，是研究生物机体生命活动规律的科学，也就是研究生物功能活动规律的科学。**人体生理学**是研究正常人体功能活动规律的科学，是医学科学的重要理论学科之一。它的主要任务是阐明正常人体及其器官、组织等所表现的各种生命活动现象或生理功能活动的机制及其变化规律，为进一步学习医学科学的其他基础和临床课程，为在临床医疗和护理实践以及预防医学的工作中，有效地防治各种疾病，促进人类健康长寿提供必要的理论基础。

第一节 生理学的研究内容和方法

一、生理学的研究内容

生理学在其历史发展过程中，由于研究工作的深入和研究对象的扩大而不断地诞生新的分支学科。如植物生理学、动物生理学、人体生理学、普通生理学、应用生理学、比较生理学、细胞生理学、器官生理学、发育生理学等等。至于生物化学和生物物理学也是从古老的生理学中派生分化出来的学科，现已成为两门独立的学科，为生命科学的研究和发展作出了各自的贡献。

人体生理学的研究内容是人体生理功能活动的规律和机制以及内、外环境发生变化对这些生命活动的影响。因此，我们可以从不同的结构基础出发，对人体的生理功能活动进行以下三个不同水平的研究：

1. **细胞、分子水平的研究** 主要是研究人体各种细胞的超微结构的功能活动以及细胞内各种物质分子的物理化学变化过程。通常将这一方面的研究内容，称之为**细胞和分子生理学**。例如，研究神经细胞、肌肉细胞和腺体细胞的生物电活动及其产生机制以及它们的生理特性等。近年来，由于生物电子学技术、超微量检测技术、同位素示踪技术、电子显微镜技术、计算机技术等方面的引进和应用，使细胞、分子生理学得到迅速的发展，已为研究生命活动现象的基本物理化学过程及其产生机制奠定了良好的细胞、分子生理学基础。

2. **器官水平的研究** 主要是研究人体各种器官生理功能活动的规律及其调控机制，以及它们对整体水平的生理功能有何作用和意义等。一般将这一方面的研究内容，称之为器官生理学。例如，心脏生理学、血管生理学、呼吸生理学、消化生理学、内分泌生理学等等。长期以来，器官生理学中对器官生理活动过程及其调控机制的研究，是生理学历史发展过程中的重要组成部分。

3. **整体水平的研究** 主要是研究人体各个系统之间的功能联系，正常人体内、外环境之间维持相对平衡的生理过程及其机制，以及社会条件对人体生理功能活动的影响。例如，人体在劳动、运动、高温、低温、高原、潜水等生活条件下，将发生哪些生理功能活动的变化，以及此时人体的心血管系统、呼吸系统、神经系统、内分泌系统等方面相

互之间在完整体的条件下又发生哪些效应？由此可见，整体生理学是一项十分复杂的生理学研究课题。它要求被研究的人体或动物应处于清醒的生理状态，同时还要尽量避免人体或动物受到伤害和不应有的影响。近年来，随着生物电子学的发展以及遥控、遥测技术、体表无创伤检测技术和计算机技术的应用，促使人体或动物的整体生理学研究工作有了较大的新进展，对进一步深入阐明生命活动的规律作出了重要贡献，展示了人体生理学发展的美好前景。

综上所述，生理学三个不同水平的研究，是生理学发展过程中紧密相关的不同层次的研究内容和成果。众所周知，整体生理学研究和成果并不等于细胞分子生理学和器官生理学知识在量上的相加。因为细胞分子生理学和器官生理学所获得的知识，是分析性研究的成果，在完整体的条件下它们的功能活动将在中枢神经系统的整体作用之下，产生功能活动的质上的变化。因此，对人体或动物的生命现象活动规律及其机制的认识，必须在分析研究的基础上进行综合研究。也就是说，在开展三个不同水平和层次的生理学研究工作过程中，应当十分注意不同研究水平所得结果的共性和个性；千万不能忘记在从事微观、局部的分析性研究的同时，还要想到宏观、整体的综合性研究的重要作用和意义。

二、生理学的研究方法

生理学是一门实验性科学。生理学的知识是来源于实践，主要是来源于生活实践、实验研究的实践和临床研究的实践。在实践中，生理学的研究方法可区分为急性实验和慢性实验两大类。

1. **急性实验** 急性实验又可区分为：离体细胞、组织、器官的实验方法以及活体解剖实验方法两类。所谓**离体实验方法**，指的是从活的或是刚被处死的动物体中摘取出所要研究的细胞、组织或器官，放置于人工控制的实验环境中，使它能在一定的时间内维持其固有的生理功能，以供进行实验研究。例如，离体神经节细胞实验、离体兔肠平滑肌实验、离体蛙心灌注实验等。**活体解剖实验方法**，指的是先将实验动物麻醉或是将其脑的高级部位破坏，在这种条件下对实验动物进行活体解剖，选定某一器官进行各种预定的实验研究。例如，在麻醉条件下对家兔进行血压实验、泌尿实验，在去大脑动物身上进行各种实验研究等。由于离体实验和活体解剖实验难以长期持久进行，实验后被实验的动物无法存活，一般均及时予以处死，所以这一类的实验研究方法称之为**急性实验**。

2. **慢性实验** 所谓**慢性实验**，指的是在完整而且清醒的动物身上，并在机体保持内、外环境处于相对稳定的条件下，对实验动物进行各种生理实验研究的方法。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、子宫瘘等等）以及摘除或破坏某些器官，以便研究这些器官的生理功能及其活动规律。由于这一类实验方法实验动物可以较长时间存活下去，并可多次对它进行预定的实验研究，因而称为**慢性实验**。

应当指出，生理学的知识大部分是从动物实验中获得，这是研究人体生理学所不可缺少的手段。但是，在应用实验动物所获得的结论时，应当充分考虑人和动物之间的差别，千万不可简单地将其结论机械地套用到人体上。同时，还应当注意到急性实验、慢性实验以及无创伤性实验三者所得到的结果，彼此之间还是有所差异的。因此，我们在评估实验所得结果时，必须进行充分的分析和综合，全面考虑问题，方能得出正确的认

识和结论。

第二节 生命的基本特征

生物具有生命活动，非生物不能表现出生命活动。但是，在特定的条件下，生物体也可以在一定的时程内不表现出固有的生命活动，例如，处于特殊低温条件下的细胞和组织，以及结晶状态下的病毒颗粒等，就是如此。通过对各种生物体，包括各种单细胞生物以至高等动物基本生命活动的观察和研究，已经发现生物体的生命现象至少有三方面的基本活动表现，即**新陈代谢**、**兴奋性**和**适应性**。因为这些活动是生物体所特有的生命现象，所以可以认为三者是生命的基本特征。

一、新陈代谢

新陈代谢是新旧交替、自我更新的最基本的生命活动过程。新陈代谢包括同化和异化两个过程。前者是由结构简单的物质合成为结构复杂的物质；也就是生物体不断地从体外环境中摄取有用的物质，使其合成、转化为机体自身的物质，故称为**同化过程**。这种生理作用称为**同化作用**。与此相反，生物体将复杂的物质分解成为简单的物质；也就是不断地将体内的自身物质分解，并把所分解的产物排出体外，分解时所释放出的能量供应机体生命活动的需要，故称为**异化过程**。这种生理作用称为**异化作用**。一般情况下，在物质合成时，即在同化过程中，需要吸收能量；而在物质分解时，即在异化过程中，将释放出能量。因此，在新陈代谢过程中，物质代谢和能量代谢是同时进行的，它包括机体与外环境之间的物质和能量的交换以及机体内部的物质和能量的转变。

物质代谢与能量代谢是新陈代谢同一过程的两个方面。任何物质都蕴藏着一定的能量，所以物质的交换本身就意味着能量的交换；任何能量的转变也必然伴有物质的合成和分解。同化过程和异化过程也是同时进行和相互依存的两个生理过程。同化是异化过程的前提，没有同化就没有异化；异化是同化过程的条件，它为同化过程提供了必需的能量。由此可见，同化和异化二者是矛盾的统一过程，生物体通过同化和异化过程可以不断地自我更新。生物体内的同化和异化过程是一系列十分复杂的化学变化，它们的顺利进行有赖于酶的存在和作用。因此，酶是新陈代谢过程中不可缺少的一种具有催化作用的物质。新陈代谢是生命活动的最基本特征，新陈代谢一旦停止，生物体的生命也就宣告终止。

二、兴奋性

当环境发生变化时，生物体内的代谢及其外表活动将发生相应的改变，这种改变称为生物机体的反应。能引起生物机体发生反应的各种环境变化，统称为**刺激**。一切具有生命活动的细胞、组织或机体对刺激都具有发生反应的特性，称为**兴奋性**。也可以说，所谓**兴奋性**就是生物体具有感受刺激、产生兴奋的能力。神经、肌肉和腺体等组织受刺激后，能迅速地产生特殊的生物电现象（如动作电位）及其它反应。在传统的生理学中，将它们统称为**可兴奋组织**；而且将这些可兴奋组织接受刺激后所产生的生物电反应过程及其表现，称之为**兴奋**。因此，可兴奋组织感受刺激产生兴奋能力的高低反映了该组织兴奋性的高低。

活着的细胞、组织或机体对适宜刺激所产生的反应有两种形式：一为由相对静止状态转变为活动状态，或是功能活动由弱变强，这种反应形式称为**兴奋性反应**；另一为由活动状态转变为相对静止状态，或是功能活动由强变弱，则称为**抑制性反应**。人体的各种生理功能活动，既有兴奋性活动也有抑制性活动，两者既对抗又协调，并可相互转化；因此，兴奋和抑制二者是对立统一的生理活动过程。人体内各种组织兴奋时的具体表现各不相同，如肌肉的反应表现为**收缩**，腺体的反应表现为**分泌**，神经的反应表现为**发放并传导神经冲动**。至于机体中的其他组织，如上皮、骨骼等受到刺激后也能发生相应的反应（代谢的变化等），只是不容易为人们所察觉，看不到它们反应的表现。最后应当指出：在有些书刊中将一切活组织和机体对适宜刺激发生反应的特性，统称为**应激性**。不难看出应激性的概念要比兴奋性的概念更为广泛一些；因此，二者往往可以混用，在一般情况下可看作是同义语。

三、适 应 性

生物体长期生存在某一特定的生活环境中，在客观环境的影响下可以逐渐形成一种与环境相适应的、适合自身生存的反应模式。生物体所具有的这种适应环境的能力，也就是特性，称之为**适应性**。例如，两栖类动物可以通过脑垂体分泌促黑激素来控制自己的皮肤颜色，使其肤色能与周围生存环境相适应，以保护自己免遭敌对动物的伤害。又如长期居住在高原地区的居民，其血液中的红细胞数量远超过平原地区的居民。这种适应性反应对高原居民是十分必要的，因为血中红细胞数量的增多大大提高了血氧的运载能力，从而有效地克服了高原缺氧给人体带来的不良影响，给自己创造了适应客观环境而生存的条件。

应当指出，人类不但对他所生存的环境具有被动适应的能力；也就是说，除了能随着所处环境的变化，而产生相应的功能变化，使自己能与周围环境保持动态平衡之外；而且还能主动地应用科学技术的成果改造自然环境，使之适合于自己的生存条件而达到主动适应环境的目的。由此可见，人类适应环境的能力是一般动物所无法比拟的。

此外，生物个体的寿命都是有限的，只有通过生殖过程进行自我复制和繁殖，以达到种系延续的目的。所以有的学者认为**生殖**也是生命的基本表现之一。但是，在生物界中，有的动物或植物杂交后的子代，可以生存得像自己的亲代一样，但就是不具有生殖能力。例如，马和驴杂交后所生下来的骡，便是如此。

第三节 人体生理功能的调节

人体是由各种细胞、组织和器官所组成。它们的生理功能活动在空间上和时间上是紧密配合，相互协调成为一个统一的整体。机体与外界环境之间也是保持相互联系和彼此影响的。人体对内、外环境的变化能产生适应性反应，正是因为人体具有十分完善的调控机制，对各种生理功能进行相应调节的结果。高等动物生理功能活动中的内环境相对稳定及生物节律的维持和存在，显然也是通过体内调控机制的作用来实现的。

一、内环境与稳态

细胞的结构和功能是生物体中结构和功能的基本单位，它可以单独进行新陈代谢活

动而生存。人体细胞大都不与外界环境直接接触，而是浸浴在细胞外液（血液、淋巴、组织液）之中。因此，细胞外液成为细胞生存的体内环境，称为**机体的内环境**。内环境所起的主要作用是为机体细胞的活动提供必要的理化条件，使细胞的各种酶促反应和生理功能得以正常进行；同时它又为细胞的新陈代谢提供营养物质，接受来自细胞的代谢产物，以保证代谢活动的顺利进行。不难理解，细胞的正常代谢活动需要内环境理化因素的相对恒定，然而代谢活动本身又会造成内环境理化因素的波动。此时，机体需要维持内环境理化性质的相对恒定，使其经常处于相对稳定状态，这种状态称为**稳态或自稳态**。为此，要求机体在各种调节机制的作用下，使体内的各个系统和器官的活动相互协调，以保证内环境的理化性质处于相对稳定状态，也就是达到稳态的目的。

稳态是一种复杂的动态平衡过程：一方面是代谢过程使稳态不断地受到破坏，而另一方面机体又通过各种调节机制使其不断地恢复平衡。总之，整个机体的生命活动正是在稳态不断受到影响，而又不间断得到维持的过程中得以顺利进行的。

二、生物节律

生物体内的各种生理功能活动经常按一定的时间程序发生周期性的变化，重复出现，周而复始。这种生物体内生理功能活动周期性变化的节律，称为**生物节律**。人和动物的生物节律，可按其发生的频率高低而区分为高、中、低三种节律。生物节律的周期短于一天者属于**高节律**，例如心脏活动的周期性变化、呼吸运动的自动节律等。**日周期**的生物节律属于**中节律**，例如血细胞数、体温、血压、尿成分和各种代谢过程的周期性变化均属此类。生物节律中的**周周期**、**月周期**和**年周期**变化属于**低节律**。例如人类女性的月经周期是月周期性变化；候鸟的迁徙栖息，蛙和蛇的冬眠，就是年周期性变化；人类社会中每周工作5天或6天的工作日制度，给人体带来相应的生理功能活动的种种周期性变化，也就是周周期性的生物节律变化。

应当指出，生物体的**稳态调定点**具有生物节律波动的特征。生物节律的调控中枢可能与下丘脑中的视交叉上核的活动有关。**生物节律的重要生理意义**至少有三：一是由于生物节律的存在使生物体对内、外环境的变化，产生更完善的适应过程，以维持机体生命活动的完整统一性；二是在临床的医疗和护理的工作中，可利用生理功能活动的生物节律性周期变化的特征，以及机体对药物反应强度的周期性差异，来提高防治疾病的效果；三是生物节律的存在有助于促进人类社会生活中的工作、学习与生活的效率和质量，从而为人类社会的卫生和保健，人民的健康和长寿，提供生理学的理论依据。

三、人体功能活动调控的方式

人体对机体内、外环境变化的反应，其目的是为了机体能与内、外环境的变化相适应，使其经常处于相对平衡的稳态，以保证机体正常生命活动的实现。这种适应性反应的生理功能活动过程是依靠人体内三种调控机制来完成的，即神经调节、体液调节以及器官、组织和细胞的自身调节，其中以神经调节最为重要，起主导作用。

（一）神经调节

神经调节是人体最主要的调节方式，通常它是通过反射活动来实现其调控作用的。所谓**反射**，是指在中枢神经系统参与下，机体对内、外环境的刺激发生规律性的适应性反