

全国高等医学院校规划教材

供中西医结合、中医学、护理学、维吾尔医学、
哈萨克医学、卫生事业管理、全科医学、医疗保险等专业用

人体机能学

第2版

◎ 主编 张建龙 买买提祖农·买苏尔
关亚群 王丽凤



科学出版社

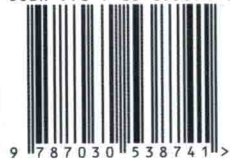
(R-6940.01)



科学出版社互联网入口
科学出版社 高等医学教育出版分社
联系电话: 010-64033532 64033746
E-mail: sp-med@mail.sciencep.com

www.sciencep.com

ISBN 978-7-03-053874-1



定 价: 75.00 元

全国高等医学院校规划教材

供中西医结合、中医学、护理学、维吾尔医学、哈萨克医学、卫生
事业管理、全科医学、医疗保险等专业用

人体机能学

第2版

主 编 张建龙 买买提祖农·买苏尔 关亚群 王丽凤

副主编 蒋 萍 孙 湛 陈 艳

编 者 (按姓氏笔画排序)

于文燕 马小娟 王丽凤 关亚群

许晨波 买买提祖农·买苏尔 孙 湛

李秀娟 李俊红 陈 艳 雪合热提·伊纳也提

蒋 萍 焦 谊

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本教材是为适应医学教育教学改革和医学模式转变,本着淡化化学科界限,重组课程内容的原则而编写的,将以往的生理学、生物化学和病理生理学的基本内容从正常人体功能和代谢表现到疾病状态下的变化有机融合在一起,以便使医学相关专业学生能从本教材中学习掌握人体机能和代谢的基本理论、基本知识、基本技能,并理解临床疾病时常见基本病理过程和重要系统变化的发生、发展机制。本教材满足了高等医学院校与医学相关专业的教学大纲和教学特点及国家执业医师资格考试大纲的要求。在编写过程中,力求简明通俗,便于自学。基本上避免了以往课程内容重复的现象,化解了内容多与学时少的矛盾。在加强基本知识、基本理论和基本技能学习的同时,注意理论联系实际、联系临床,做到早实践、早临床。另外,为了配合本教材的教学安排,我们还编写了配套的《人体机能学实验教程》,可供使用。

本教材供中西医结合、中医学、护理学、维吾尔医学、哈萨克医学、卫生事业管理、全科医学、医疗保险等专业使用。

图书在版编目(CIP)数据

人体机能学 / 张建龙等主编. —2版. —北京: 科学出版社, 2018.1

全国高等医学院校规划教材

ISBN 978-7-03-053874-1

I. ①人… II. ①张… III. ①人体生理学—医学院校—教材 IV. ①R33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 146511 号

责任编辑: 张天佐 李国红 / 责任校对: 彭珍珍 王 瑞

责任印制: 赵 博 / 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>

三河市荣展印务有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2007年2月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2018年1月第 二 版 印张: 23 3/4

2019年1月第十四次印刷 字数: 571 000

定价: 75.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

第 2 版前言

为适应 21 世纪医学科学的发展和医学模式的转变,提高医学生全面素质教育,高等医学教育的变革和创新势在必行。国家教育部在全国高等院校启动的“面向 21 世纪教学内容和课程体系改革计划”及时而有力地推动了医学教育改革的进程。在 20 世纪 90 年代初,针对社区医学和全科医学专业适用型医务人才培养的目标,在课程体系、教学内容和教学方法上进行了实质性的改革,本着淡化学科界限、强调人的整体意识、注重培养目标的原则,对基础医学课程进行了重组和优化,内容上做了合理的增减,实现了学科之间的有机融合。人体机能学就是将以往的生理学、生物化学和病理生理学的基本内容有机融合在一起的一门整合性课程,目的是使刚进入医学大门的学生能从本书中学习掌握有关人体机能、代谢的基本知识,初步理解常见疾病的发生机制。这种融合不仅符合了临床思维模式,而且打破了过去那种正常与疾病分离的倾向。同时,还基本上解决了教学内容不断增加和课时逐渐减少的矛盾,达到了贯彻“少而精”的教学原则和减轻学生负担的目的。目前《人体机能学》已从社区和全科医学专业教学扩展到了护理、中医学、中西医结合、卫生事业管理等专业的教学。

在 20 世纪 90 年代我们使用的是校内讲义授课,到 2000 年开始使用由原西安医科大学樊小力教授主编的、美国中华医学基金会资助出版的国内第一本面向 21 世纪的教材《人体机能学》。在此教材使用 6 年后,鉴于教学过程中出现的问题和学科的发展,急需调整和增补内容,以临床执业医师资格考试大纲规定和相应专业教学大纲与培养目标及教学特点为依据,结合我们在教学改革和教学研究实践中的体会及我区我校的教学具体情况编写了第 1 版教材。现随着医学教育的发展对内容做了相应的充实,编写了第 2 版教材。在编写过程中,力求简明通俗,便于自学,注重先进性、科学性和实用性。为了配合本教材的教学,我们编写了教学大纲、考试大纲和相应的《人体机能学实验教程》,可供学习时参考。

在过去的教学实践过程和此次编写过程中,得到了新疆医科大学学校领导、教务处、教学科研服务中心与教材科、基础医学院和相关教研室的大力支持和配合,对此深表感谢!

由于水平和编写时间有限,本书难免存在不足之处,恳请使用者提出宝贵意见,给予批评指正。

编者
2017 年 2 月

目 录

第 2 版前言

第一章 绪论	1
第一节 概述	1
一、人体机能学研究内容	1
二、人体机能学与医学的关系	1
第二节 生命的基本表现	2
一、新陈代谢	2
二、兴奋性及有关概念	2
第三节 人体功能活动的调节	3
一、基本调节方式	3
二、体内的控制系统	4
第二章 细胞的分子结构和基本功能	5
第一节 生物大分子	6
一、蛋白质	6
二、核酸	12
三、酶	19
第二节 细胞膜的结构和跨膜物质转运功能	25
一、细胞膜的化学组成和分子结构	25
二、跨细胞膜的物质转运	26
第三节 细胞的信号转导	29
一、离子通道型受体介导的信号转导	29
二、G 蛋白和第二信使组成的跨膜信号转导	30
三、酪氨酸激酶受体完成的跨膜信号转导	30
第四节 细胞的电活动	31
一、静息电位	31
二、动作电位	32
第五节 肌细胞的收缩	36
一、骨骼肌细胞收缩的引起和收缩机制	36
二、骨骼肌收缩的外部表现和力学分析	40
第三章 人体物质代谢	43
第一节 糖代谢	44
一、糖的分解代谢	44
二、糖原的合成与分解	51
三、糖异生作用	53

四、血糖	54
第二节 脂类代谢	56
一、脂类的分布和生理作用	56
二、血脂及血浆脂蛋白	57
三、三酰甘油的中间代谢	59
四、磷脂代谢	64
五、胆固醇的代谢	65
第三节 生物氧化	67
一、生物氧化的方式及酶类	67
二、生物氧化中 CO ₂ 的生成	68
三、生物氧化中水的生成	68
四、线粒体内膜对各种物质的选择性转运	71
五、氧化磷酸化及能量的转换	72
第四节 氨基酸代谢	74
一、蛋白质的营养作用	74
二、蛋白质的消化、吸收与腐败作用	75
三、氨基酸的一般代谢	76
四、个别氨基酸的代谢	81
第五节 肝脏代谢	84
一、肝脏在物质代谢中的作用	84
二、肝脏的生物转化作用	86
三、胆汁酸代谢	88
四、胆色素代谢	90
第六节 肝功能不全	93
一、概述	93
二、肝性脑病	93
第七节 能量代谢与体温	98
一、能量代谢	98
二、体温及其调节	102
第八节 发热	108
一、概述	108
二、原因和发病机制	108
三、代谢与功能变化	112
四、防治的病理生理学基础	113
第四章 血液生理与弥散性血管内凝血	115
第一节 血液的组成和理化特性	115
一、血液的组成	115
二、血量	116
三、血液的理化特性	116

第二节 血细胞生理	117
一、红细胞生理	117
二、白细胞生理	118
三、血小板生理	120
第三节 生理性止血	120
一、生理性止血的基本过程	120
二、血液凝固	121
三、纤维蛋白溶解系统	124
第四节 弥散性血管内凝血	125
一、DIC 的原因和发生机制	125
二、影响 DIC 发生发展的因素	127
三、DIC 的发展过程	128
四、DIC 的功能代谢变化	128
五、DIC 的防治原则	129
第五节 血型和输血原则	130
一、血型与红细胞凝集	130
二、红细胞血型	130
三、输血的原则	131
第五章 神经系统的功能	132
第一节 神经元和神经纤维	132
一、神经元的基本功能	132
二、神经纤维的功能	132
第二节 神经元之间的信息传递	134
一、突触的结构和分类	134
二、突触传递的过程	135
三、神经递质和受体	135
四、中枢神经元的联系方式	137
五、兴奋在反射中枢内传播的特征	137
六、中枢抑制	138
第三节 神经系统的感觉分析功能	139
一、脊髓与脑干的感觉传导功能	139
二、丘脑与感觉投射系统	140
三、大脑皮质的感觉分析功能	140
四、痛觉	141
第四节 神经系统对躯体运动的调节	142
一、脊髓前角运动神经元	142
二、脊髓的躯体运动反射	143
三、脑干对肌紧张的调节	144
四、小脑对躯体运动的调节	145

五、基底神经节对躯体运动的调节	146
六、大脑皮质对躯体运动的调节	146
第五节 神经系统对内脏活动的调节	147
一、交感与副交感神经系统的结构与功能	147
二、内脏活动的中枢调节	148
第六节 脑的高级功能和脑电图	150
一、条件反射	150
二、两种信号	150
三、脑电图	150
四、睡眠与觉醒	151
第六章 血液循环与常见的循环功能障碍	154
第一节 心脏的泵血功能	155
一、心动周期	155
二、心脏泵血过程	156
三、心音的产生	157
四、心脏泵血功能的评定	158
五、心脏泵血功能的调节与影响因素	158
六、心脏泵血功能的储备	160
第二节 心脏的电生理学及生理特性	160
一、心肌细胞的动作电位和兴奋性	160
二、心肌的自动节律性	163
三、心肌的传导性	165
四、体表心电图	165
第三节 血管生理	166
一、各类血管的功能特点	166
二、血流动力学	167
三、动脉血压和动脉脉搏	168
四、静脉血压和静脉回心血量	170
五、微循环	171
六、组织液的生成	172
七、淋巴液的生成和回流	173
八、水肿	173
第四节 心血管活动的调节	179
一、神经调节	180
二、体液调节	182
三、自身调节	184
第五节 器官循环	185
一、冠脉循环	185
二、肺循环	186

三、脑循环	187
第六节 心力衰竭	187
一、心力衰竭的病因与诱因	188
二、心力衰竭的分类	189
三、心力衰竭时机体的代偿	190
四、心力衰竭的发生机制	192
五、心力衰竭时临床表现的病理生理学基础	195
六、心力衰竭防治的病理生理学基础	197
第七节 休克	198
一、病因与分类	199
二、发生机制	200
三、细胞代谢变化及损伤	204
四、器官功能的变化	205
五、防治的病理生理学基础	207
第八节 缺血-再灌注损伤	209
一、缺血-再灌注损伤的原因及条件	209
二、缺血-再灌注损伤的发病机制	210
三、主要器官缺血-再灌注损伤的特点	215
四、缺血-再灌注损伤防治的病理生理学基础	217
第七章 呼吸生理和呼吸功能不全	219
第一节 肺通气	220
一、肺通气的原理	220
二、肺通气功能的指标	224
第二节 肺换气和组织换气	226
一、肺换气和组织换气的基本原理	226
二、肺换气	227
三、组织换气	228
第三节 气体在血液中的运输	229
一、氧和二氧化碳在血液中的存在形式	229
二、氧的运输	229
三、二氧化碳的运输	230
第四节 呼吸运动的调节	231
一、呼吸中枢	231
二、呼吸的反射性调节	231
第五节 缺氧	234
一、常用的血氧指标	234
二、缺氧的原因、类型和血氧变化的特点	235
三、缺氧时机体的功能和代谢变化	238
四、影响机体对缺氧耐受性的因素	241

五、氧疗与氧中毒	241
第六节 肺功能不全	242
一、病因和发病机制	242
二、呼吸衰竭时主要的代谢功能变化	247
三、呼吸衰竭防治的病理生理学基础	249
第八章 消化与吸收	251
第一节 概述	251
一、消化道平滑肌的特性	251
二、消化腺的分泌功能	252
三、消化道的神经支配	252
四、胃肠激素	253
第二节 口腔内消化和吞咽	254
一、唾液的分泌	254
二、咀嚼与吞咽	255
第三节 胃内消化	255
一、胃液的分泌	255
二、胃的运动	259
第四节 小肠内消化	260
一、胰液的分泌	260
二、胆汁的分泌和排出	262
三、小肠液的分泌	263
四、小肠的运动	263
第五节 大肠的功能	264
一、大肠液的分泌	265
二、大肠的运动和排便	265
第六节 吸收	266
一、吸收的部位和途径	266
二、小肠内主要物质的吸收	267
第九章 肾脏的正常排泄功能与障碍和体液调节紊乱	270
第一节 概述	271
一、肾的结构特点	271
二、肾血流量的特点及其调节	272
第二节 尿的生成过程	273
一、肾小球的滤过作用	274
二、肾小管和集合管的重吸收作用	275
三、肾小管和集合管的分泌与排泄作用	278
四、尿液的浓缩和稀释	279
五、直小血管在维持肾髓质高渗中的作用	280
第三节 尿生成的调节	280

一、神经调节	281
二、体液调节	281
第四节 清除率	283
一、清除率的概念和计算方法	283
二、测定清除率的意义	283
第五节 尿的排放	284
一、膀胱和尿道的神经支配	284
二、排尿反射	285
第六节 水、电解质平衡及其紊乱	285
一、机体的内环境和稳态	285
二、水和电解质的正常代谢	286
三、水、钠代谢紊乱	288
四、钾代谢紊乱	291
第七节 酸碱平衡与酸碱平衡紊乱	296
一、酸碱平衡的调节机制	296
二、酸碱平衡紊乱的常用指标	299
三、单纯型酸碱平衡紊乱	301
第八节 肾功能衰竭	309
一、急性肾功能衰竭	309
二、慢性肾功能衰竭	312
第十章 内分泌与生殖	317
第一节 概述	317
一、激素作用的一般特性	318
二、激素的分类及作用机制	318
三、激素分泌的调控	320
第二节 下丘脑与垂体内分泌	321
一、下丘脑-神经垂体内分泌	322
二、下丘脑-腺垂体内分泌	322
第三节 甲状腺内分泌	325
一、甲状腺激素及其代谢	325
二、甲状腺激素的生物作用	326
三、甲状腺功能的调节	328
第四节 甲状旁腺、维生素 D 和甲状腺 C 细胞内分泌	329
一、甲状旁腺激素	329
二、维生素 D ₃	329
三、降钙素	330
第五节 肾上腺内分泌	330
一、肾上腺皮质激素	330
二、肾上腺髓质激素	332

第六节 胰岛内分泌	333
一、胰岛素	333
二、胰高血糖素	334
第七节 生殖	334
一、男性生殖功能	335
二、女性生殖功能	335
第八节 应激	338
一、概述	338
二、应激反应的基本表现	339
三、应激性损伤与疾病	343
第十一章 医学分子生物学基础	346
第一节 核苷酸代谢	347
一、嘌呤核苷酸的代谢	347
二、嘧啶核苷酸的代谢	348
三、脱氧核苷酸的合成	349
四、抗代谢物	349
第二节 DNA 的生物合成	349
一、DNA 复制	350
二、DNA 的突变及修复	354
三、反转录	355
第三节 RNA 的生物合成	356
一、转录的模板和酶	356
二、转录过程	357
三、RNA 转录后的加工	359
第四节 蛋白质的生物合成	361
一、蛋白质生物合成的基本条件	361
二、蛋白质的生物合成过程	364
三、蛋白质生物合成与医学的关系	367

第一章 绪 论



内 容 提 要

1. 各种生物体的生命现象至少具有两种基本特性，即新陈代谢与兴奋性。
2. 能引起生物体发生反应的各种内、外环境变化称为刺激。生物体受到刺激后产生动作电位的能力称为兴奋性。动作电位的出现是兴奋的标志。
3. 人体功能活动的调节有神经调节、体液调节和自身调节三种方式。
4. 神经调节是最主要的调节方式，它是通过反射活动来实现的。所谓反射是指在中枢神经系统参与下，机体内、外环境刺激产生的规律性应答反应。
5. 反射结构的基础是反射弧，它由感受器、传入神经、神经中枢、传出神经和效应器5个部分组成。
6. 神经调节的特点是反应迅速、精确、局限、短暂。
7. 体液调节多为激素调节，其调节特点是反应较为缓慢、持久、弥散。
8. 人体的各种功能调节系统可看作“自动控制系统”，反馈作用包括正反馈、负反馈两种形式，负反馈是维持机体稳态的重要形式。

第一节 概 述

一、人体机能学研究内容

人体机能学是研究人体各种正常功能、代谢活动及其原理和疾病状态时的变化与机制的一门科学，它是综合了生理学、生物化学和病理生理学的基本内容而设立的一门基础医学课程。

人体的功能十分复杂，在研究人体的生命活动规律及其机制时，必然要从不同的角度、不同的水平来探讨。因此，人体机能学的研究内容包括了分子、细胞、器官、系统不同水平及人体整体所表现的各种生命现象、活动规律，各部分之间的相互关系，内在的生物化学反应及人体与环境之间的相互作用，疾病状态下的各种功能和代谢变化及其机制。

二、人体机能学与医学的关系

人体机能学是医学主干课程，与医学的关系非常密切。人们在长时间与疾病做斗争的过程中，逐渐认识和积累起关于人体正常功能与代谢的知识，并且由一些科学工作者将这些知识总结概括为人体机能学的理论。随着社会的进步、科学技术的发展，由于新知识、新技术不断涌现和医学模式的转变，使得人体机能学的研究更加深入，其理论知识也不断更新和提高；而人体机能学的这些新成就又迅速应用于临床实践之中，促进了临床医学的发展。例如，心肌电生理的研究促进了对心律失常的认识和防治。我们学习人体机能学，就要学好这一学科的基本理论、基本知识和基本技能。只有掌握和熟悉了正常人体功能、代谢与患病机体的生命活动规律，才能深刻地认识和掌握疾病的发生、发展规律及防治疾病的原理与措施，才能更好地指导自己的医疗实践，并在实践中有所创新和发展。

第二节 生命的基本表现

通过对各种生物体生命活动的观察和研究,发现生命活动至少包括新陈代谢、兴奋性和生殖三种基本特性。由于生殖有专门章节讨论,本节只讨论新陈代谢和兴奋性。

一、新陈代谢

活的机体在适宜的环境中,总是不断地更新自身组织结构,同时又在不断地清除自身衰老的组织结构,此过程称为新陈代谢(metabolism)。它包括同化作用和异化作用两方面。前者是指机体从外界环境中摄取营养物质,并利用体内能量把它们代谢合成为机体自身物质的过程。后者是指机体把自身物质进行分解,同时释放出能量以供机体生命活动的需要,并把分解代谢终产物排出体外的过程。因此,在新陈代谢中,既有物质代谢又有能量代谢,机体只有在不断地与环境进行物质与能量交换的基础上才能实现自我更新。如果新陈代谢一旦停止,机体也就完结,所以新陈代谢是机体生命活动的基本特征。

二、兴奋性及有关概念

所谓兴奋性是指一切活的细胞、组织或机体对刺激产生反应的能力或特性。几乎有机体的所有组织细胞受到刺激后都有不同程度、不同表现形式的反应能力,如各类肌细胞的收缩、腺体的分泌、神经冲动的发放等。随着研究的深入,生理学对兴奋性有了确切的新含义,即兴奋性是指活的组织细胞受到刺激后产生动作电位的能力或特性。在机体中,肌肉、腺体、神经等组织细胞具有产生动作电位的能力,可称为可兴奋性组织或可兴奋性细胞。动作电位的出现是兴奋的标志,有无产生动作电位的能力就是衡量可兴奋性细胞有无兴奋性的标志。

刺激是指能引起细胞、组织或机体发生反应的各种内、外环境的变化。但并不是任何一种环境变化都能引起机体发生反应,只有那些能被机体感受的环境变化才有可能引起反应。

刺激按性质可分为物理性刺激(如机械、温度、电、压力、声、光等)、化学性刺激(如酸、碱等)及生物性刺激(如细菌、病毒及其毒素等)。对于人类而言,社会因素也可能构成刺激,对人体的功能代谢及对疾病的发生发展都有十分重要的作用。

刺激能否引起组织细胞产生兴奋,首先取决于组织细胞本身是否具有兴奋性,只有可兴奋细胞,才有可能在刺激的作用下产生兴奋。其次还要取决于刺激的强度、刺激的作用时间及刺激强度的时间变化率。在研究中一般把刺激作用时间及刺激强度的时间变率固定在某一恒定数值,常以刺激强度的大小作为衡量组织细胞兴奋性大小的标志,把能使细胞产生反应,即产生动作电位的最小刺激强度称为阈强度或阈值。刺激强度小于阈值的刺激称为阈下刺激,阈下刺激不能引起组织细胞兴奋;而把刺激强度等于或大于阈值的刺激分别称为阈刺激和阈上刺激,它们均能使细胞兴奋。所以说阈值是引起细胞、组织或机体产生反应的临界刺激强度。阈值可以作为衡量细胞兴奋性大小的标志,一般认为兴奋性大小与阈值成反变关系,即阈值越大,细胞的兴奋性越小;反之,阈值越小,则细胞的兴奋性越大。

细胞、组织或机体对刺激所产生的活动状态的改变称为反应。反应按其外在表现来看

有两种形式。一是由相对静止状态变为明显的活动状态,或由较弱的活动变为较强的活动,可称为兴奋;二是相反的过程,即由明显的活动状态变为相对静止,或由较强的活动变为较弱的活动,可称为抑制。

第三节 人体功能活动的调节

一、基本调节方式

人体为了在不断变化的环境中生存,必须不断地对环境变化做出适应性反应,以协调人体与环境的关系。当机体处于不同的生理情况或当外界环境发生改变时,体内一些器官、组织的功能活动会发生相应的改变,最后使机体能适应各种不同的生理情况和外界环境的变化,也可使被扰乱的内环境重新得到恢复。这种过程称为生理功能的调节。机体对各种功能活动调节的方式主要有三种,即神经调节、体液调节和自身调节。

(一) 神经调节

机体的许多生理功能是由神经系统的活动来进行调节的。反射是神经调节的基本形式。在中枢神经系统参与下,机体对内、外环境变化发生有适应意义的规律性应答反应,称为反射。反射活动的结构基础称为反射弧(reflex arc)。反射弧由5个基本成分组成,即感受器、传入神经、神经中枢、传出神经和效应器。反射要在反射弧的结构和功能都完整的基础上才能正常进行,反射弧中的任一环节被阻断,反射将不能完成。

神经调节的特点:反应迅速、精确、局限、短暂。

(二) 体液调节

体液调节是指机体的某些细胞能生成并分泌某些特殊的化学物质,后者经由体液运输,到达全身的组织细胞或体内某些特殊的组织细胞,通过作用于细胞上相应的受体,对这些组织细胞的活动进行调节。体内有多种内分泌腺细胞,能分泌各种激素(hormone),激素由血液运输至全身,调节细胞的活动。例如,胰岛B细胞分泌的胰岛素能调节细胞的糖代谢,促进细胞对葡萄糖的摄取和利用,在维持血糖浓度稳定中起重要作用。有一些激素可不经血液运输,而是经由组织液扩散作用于邻近的细胞,调节这些细胞的活动,这种调节是局部性的体液调节,称为旁分泌调节。另外,下丘脑内有一些神经细胞也能合成激素,激素随神经轴突的轴质流至末梢,由末梢释放入血,这种方式称为神经分泌。除激素外,体内有些物质,包括某些代谢产物(如 CO_2),对有些细胞、器官的功能也能起调节作用。

体内多数内分泌腺或内分泌细胞接受神经的支配,这时的体液调节即成为神经调节反射弧的传出部分,此调节称为神经-体液调节,如交感-肾上腺髓质系统兴奋。

体液调节的特点:反应比较缓慢、持久而弥散。

(三) 自身调节

机体内某些器官、组织或细胞在不依赖于神经或体液调节的情况下,自身对刺激产生的适应性反应称为自身调节。例如,血管壁的平滑肌在受到牵拉刺激时,会发生收缩反应。当小动脉的灌注压力升高时,对血管壁的牵张刺激增加,小动脉的血管平滑肌就收缩,使小动脉的口径缩小,因此当小动脉的灌注压力升高时,其血流量不致增大。这种自身调节对于维持组织局部血流量的相对恒定起一定的作用。

二、体内的控制系统

人体生理功能的各种调节形式可以用自动控制理论加以解释。控制系统的基本组成包括控制部分、受控部分和监测装置（图 1-3-1）。

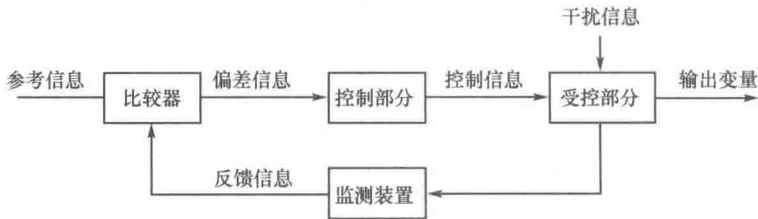


图 1-3-1 人体功能自动控制系统模式图

（一）反馈控制系统

反馈控制系统的特点是一个闭环系统，即在控制部分和受控部分之间存在着双向信息联系，即控制部分发出控制信号支配受控部分的活动，同时受控部分的功能状态经监测装置检测后发出反馈信号改变控制部分的活动。受控部分发出反馈信号影响控制部分活动的过程称为反馈（feedback）。如果作用的结果是增强控制部分的活动则为正反馈，如血液凝固、排尿反射、分娩、细胞膜 Na^+ 通道的开放和 Na^+ 内流互相促进等。其意义在于使机体的某项生理功能在同一方向上不断加强，使这一功能得以迅速完成。如果反馈信号作用的结果是减弱控制部分的活动则为负反馈。也就是说，当某种生理活动过强时，通过反馈调控作用可使该生理活动减弱，而当某种生理活动过弱时，又可反过来引起该生理活动增强。如机体内环境稳态的维持、动脉血压调节的减压反射、呼吸运动调节的肺牵张反射、抗利尿激素分泌调节、体温的调节等。其意义在于使机体的某项生理功能保持稳定。

（二）非自动控制系统

非自动控制系统的特点是在控制部分和受控部分之间只存在单向联系，即只有控制部分向受控部分发出控制信息，是一个开环系统。这种控制方式对受控部分的活动实际上不能起调节作用。在人体正常生理功能的调节中，这种方式的控制系统是极少见的。

（三）前馈控制系统

前馈控制系统指在干扰信号作用于受控部分，引起其功能改变之前，监测装置提前检测到干扰信号并发出信号作用于控制部分，及时调整控制部分发出的信号以对抗干扰信号对受控部分的影响，从而保持受控部分功能状态的稳定，如机体神经调节的条件反射。

（王丽凤）

【思考题】

1. 何谓兴奋性？兴奋的标志是什么？
2. 简述生理功能调节的主要方式及其特点。
3. 负反馈、正反馈有什么不同，各有什么生理意义？