



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

正常人体功能

(护理、临床、基础、预防、口腔、药学等专业用)

主编 张敏 严秀辉



高等教育出版社
Higher Education Press

Abstract



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

正常人体功能

(护理、临床、基础、预防、口腔、药学等专业用)

主 编 张 敏 严秀辉

副主编 周裔春

编 者 (以姓氏笔画为序)

冯志强 祁文秀 严秀辉 吴培林

张 立 张 敏 张光主 周裔春

阎瑞君



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

内容提要

本教材为普通高等教育“十一五”国家级规划教材(高职教育),主要内容是在介绍生物体的分子结构与功能、物质代谢及其在生命活动过程中的作用的基础上,重点阐述各组织、器官的功能活动,包括生命活动现象、过程、规律及影响因素等。

本教材重点突出、应用性强,内容表达图文并茂,文字叙述简洁流畅。可作为高等职业教育应用型、技能型人才培养护理专业教学用书,也可作为护士执业资格考试及相关专业在职人员职业培训、业务进修的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

正常人体功能/张敏,严秀辉主编. —北京:高等教育出版社,2009.4

护理、临床、基础、预防、口腔、药学等专业用

ISBN 978-7-04-026156-1

I. 正… II. ①张…②严… III. 人体生理学—高等学校—教材 IV. R33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 026947 号

策划编辑 瞿德竑 责任编辑 薛 玥 封面设计 张志奇 责任绘图 尹 莉
版式设计 张 岚 责任校对 杨凤玲 责任印制 毛斯璐

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100120
总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 国防工业出版社印刷厂

开 本 787×1092 1/16
印 张 22.75
字 数 560 000

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landracom.com>
<http://www.landracom.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2009 年 4 月第 1 版
印 次 2009 年 4 月第 1 次印刷
定 价 35.00 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 26156-00

前言

为适应我国高等职业教育发展,满足高等护理教育尤其是高职高专教育的需要,高等教育出版社适时组织编写本套教材。高等护理专业技能型人才的培养目标是面向城乡医疗、保健等卫生服务机构,培养德、智、体、美全面发展,职业综合素质高,技术应用能力强的高等技术应用型护理专门人才。因此,在教材编写过程中,我们始终坚持以护理高职高专教育的培养目标为导向,以职业素质和能力培养为根本,在保证教材思想性和科学性的前提下,尤其强调教材的启发性、适用性。坚持“必需、够用”的原则,以充分体现高等职业教育的特色。

本教材内容包括人体生理学和生物化学两个学科的内容。在编写过程中,根据强化培养目标、淡化学科意识的原则,内容的取舍既考虑到系列教材的整体优化,避免不必要的重复和遗漏,又较好地解决了本教材的内部“融合”问题。我们采取的措施是精选教材内容,如将生物氧化与能量代谢合并;将肾小管的分泌功能,甲状旁腺素、降钙素对钙磷代谢的调节与水、盐代谢及酸碱平衡合并。对诸如历史回顾、机制探讨、公式推导和测试方法等内容尽量不写,而将重点放在一些与正常人体功能直接相关的知识点上,如物质代谢,水、盐代谢与酸碱平衡,各器官和系统的功能等,并尽可能地与临床实际相联系。另外,考虑到护理专业的特点,适当增加了社会心理因素对人体功能的影响等内容。在编排顺序上,力求使知识结构更加科学、合理,并符合学生的认知规律。全书共分16章。文字叙述简洁流畅、通俗易懂,名词术语规范统一,表达方式图文并茂,可读性强。为帮助学生掌握重点和难点,每章正文前有学习目标,章后附有思考题。为提高学生的学习兴趣和分析问题的能力,还以相关链接的形式适当插入与临床相关知识等内容。

参加本教材编写的共有8所院校9位教师。九江学院基础医学院张敏编写第一章、第九章和第十六章;唐山职业技术学院阎瑞君编写第二章,参与第四章编写;山西医科大学汾阳学院祁文秀编写第三章和第七章,参与第五章编写;湖北职业技术学院严秀辉参与第四章的编写;长春医学高等专科学校张立编写第六章和第十二章,参与第五章编写;泸州医学院冯志强编写第八章;杭州师范学院医学院吴培林编写第十一章;九江学院基础医学院周裔春编写第十章、第十三章和第十五章;湖南永州职业技术学院张光主编写第十四章。在教材编写过程中,得到了各参编院校的领导的大力支持。在审、定稿过程中,特邀浙江大学医学院夏强教授担任主审。江西九江学院基础医学院吴建芳副教授承担计算机绘制图、表和修改部分插图的工作,在此对他们的辛勤劳动一并表示衷心的感谢。

由于时间仓促,尤其是我们的学识水平和编写能力有限,书中缺点甚至错误在所难免,恳请各位读者批评指正。

张敏、严秀辉
2008年10月

目 录

第一章 绪论	1	七、维生素	36
第一节 正常人体功能的研究内容		思考题	39
及其与医学的关系	1	第三章 细胞的基本功能	41
一、正常人体功能的研究内容	1	第一节 细胞的跨膜物质转运和	
二、正常人体功能与医学的关系	2	跨膜信号转导	41
第二节 人体生命活动的基本特征	2	一、细胞的跨膜物质转运	41
一、新陈代谢	2	二、细胞的跨膜信号转导	45
二、兴奋性	2	第二节 细胞的生物电现象	46
第三节 机体与环境	4	一、静息电位	47
一、外环境与适应性	4	二、动作电位	48
二、内环境与稳态	4	第三节 肌细胞的收缩	51
第四节 人体功能活动的调节	5	一、神经-肌肉接头处兴奋的传递	51
一、人体功能活动的调节方式	5	二、骨骼肌细胞的收缩机制	53
二、人体功能的反馈性控制	6	三、骨骼肌的收缩形式	56
思考题	7	四、影响骨骼肌收缩的因素	57
第二章 生物大分子的结构与功能	8	思考题	58
第一节 蛋白质	8	第四章 物质代谢	59
一、蛋白质的化学组成	8	第一节 糖代谢	59
二、蛋白质的分子结构	11	一、糖的分解代谢	59
三、蛋白质的理化性质	16	二、糖原合成和分解	68
四、蛋白质的分类	17	三、糖异生	71
第二节 核酸	18	四、血糖	73
一、核酸的化学组成	18	第二节 脂质代谢	74
二、核酸的分子结构	22	一、血脂及血浆脂蛋白	75
三、核酸的理化性质	25	二、三酰甘油的中间代谢	79
第三节 酶	27	三、磷脂的代谢	84
一、酶的分子组成及结构	27	四、胆固醇的代谢	86
二、酶的作用特点与作用机制	29	第三节 氨基酸代谢	88
三、影响酶促反应速度的因素	30	一、蛋白质的营养作用	88
四、酶的调节	34	二、氨基酸的一般代谢	89
五、酶的命名与分类	34	三、某些氨基酸的特殊代谢	95
六、酶与医学的关系	35	第四节 核苷酸代谢	99

一、核苷酸合成代谢	99	第一节 血液的组成及理化特性	157
二、核苷酸分解代谢	102	一、血液的组成及血量	157
第五节 肝的功能	103	二、血液的理化特性	159
一、肝在物质代谢中的作用	103	第二节 血细胞	160
二、肝在生物转化中的作用	104	一、红细胞	160
三、胆汁酸代谢	107	二、白细胞	163
四、胆色素代谢	110	三、血小板	164
思考题	114	第三节 血液凝固与纤维蛋白溶解	166
第五章 能量代谢与体温	115	一、血液凝固	166
第一节 能量代谢	115	二、纤维蛋白溶解	169
一、生物氧化	115	第四节 血型与输血	170
二、能量代谢的测定	123	一、ABO 血型系统	170
三、影响能量代谢的因素	125	二、Rh 血型系统	171
四、基础代谢	126	三、输血的原则	171
第二节 体温	127	思考题	172
一、人体正常体温及生理变动	127	第八章 血液循环	173
二、产热与散热	129	第一节 心脏的功能	174
三、体温调节	132	一、心肌细胞的跨膜电位和心电图	174
思考题	134	二、心肌的生理特性	177
第六章 基因信息的传递	135	三、心脏的泵血功能	180
第一节 DNA 生物合成	136	第二节 血管的功能	186
一、DNA 复制	136	一、血管的功能分类	186
二、反转录	140	二、血流量、血流阻力和血压	187
第二节 RNA 生物合成	141	三、动脉血压和动脉脉搏	188
一、RNA 转录方式	141	四、微循环	191
二、RNA 转录体系	141	五、组织液的生成与回流	193
三、转录的过程	141	六、静脉血压和静脉回心血量	195
第三节 蛋白质的生物合成	143	第三节 心血管活动的调节	196
一、蛋白质生物合成体系	143	一、神经调节	197
二、蛋白质生物合成的过程	145	二、体液调节	201
三、蛋白质生物合成与医学的关系	149	三、社会心理因素对心血管活动的 影响	203
第四节 DNA 重组与基因工程	149	思考题	203
一、DNA 重组的几个概念	150	第九章 呼吸	204
二、基因工程的基本过程	150	第一节 肺通气	205
三、聚合酶链反应	152	一、肺通气的原理	205
四、重组 DNA 技术与医学的关系	154	二、肺通气功能的评价	209
思考题	156	第二节 呼吸气体的交换	211
第七章 血液	157		

一、气体交换的原理	211	第一节 肾的结构和血液循环特点 ...	238
二、气体交换的过程	212	一、肾的结构特点	238
三、影响气体交换的因素	213	二、肾血液循环的特点	240
第三节 气体在血液中的运输	214	第二节 尿的生成	241
一、氧的运输	215	一、肾小球的滤过作用	241
二、二氧化碳的运输	217	二、肾小管和集合管的物质转运功能	244
第四节 呼吸运动的调节	218	三、尿液的浓缩和稀释	248
一、呼吸中枢	218	第三节 尿生成的调节	250
二、呼吸的反射性调节	219	一、肾内调节	250
思考题	221	二、神经和体液调节	251
第十章 消化与吸收	222	第四节 尿的排放	253
第一节 概述	222	思考题	255
一、消化管平滑肌的功能特性	222	第十二章 水、电解质代谢及酸碱	
二、消化腺的分泌功能	223	平衡	256
第二节 口腔内消化	223	第一节 水、盐代谢	256
一、唾液及其作用	223	一、水代谢	256
二、咀嚼和吞咽	223	二、无机盐代谢	257
第三节 胃内消化	224	第二节 酸碱平衡	263
一、胃液及其作用	224	一、体内酸性物质和碱性物质的来源	264
二、胃的运动	226	二、酸碱平衡的调节机制	264
第四节 小肠内消化	227	三、酸碱平衡紊乱	269
一、胰液及其作用	227	思考题	272
二、胆汁及其作用	228	第十三章 感觉器官	273
三、小肠液及其作用	228	第一节 感受器及其一般功能特性 ...	273
四、小肠的运动	228	一、感受器、感觉器官的定义和感受器	
第五节 大肠内消化	229	的分类	273
一、大肠液及其作用	229	二、感受器的一般功能特性	274
二、大肠内细菌的活动	230	第二节 视觉器官	274
三、大肠的运动和排便反射	230	一、眼的折光功能	275
第六节 吸收	231	二、眼的感光功能	277
一、概述	231	三、与视觉有关的几种现象	279
二、主要营养物质的吸收	231	第三节 听觉器官	280
第七节 消化器官活动的调节	234	一、外耳和中耳的功能	281
一、神经调节	234	二、内耳耳蜗的功能	282
二、体液调节	235	三、听阈与听域	283
三、胃液分泌的调节	236	第四节 前庭器官	284
思考题	237	一、前庭器官的感受装置和适宜刺激	284
第十一章 肾的排泄功能	238	二、前庭器官的功能	285

三、前庭反应	285	三、学习与记忆	314
第五节 其他感觉器官	286	四、脑电活动与脑电图	315
一、嗅觉器官	286	五、觉醒与睡眠	316
二、味觉器官	287	思考题	317
三、皮肤的感觉功能	287	第十五章 内分泌	318
思考题	287	第一节 激素的概述	318
第十四章 神经系统的功能	288	一、激素的分类	319
第一节 神经元与神经胶质细胞	288	二、激素的作用机制	319
一、神经元	288	三、激素作用的一般特征	321
二、神经胶质细胞	290	第二节 下丘脑与垂体	322
第二节 突触生理	290	一、下丘脑调节性多肽	322
一、突触的结构与分类	290	二、腺垂体激素	323
二、突触传递的过程	291	三、神经垂体激素	324
三、突触传递的特征	291	第三节 甲状腺	325
四、中枢抑制	292	一、甲状腺激素的作用	325
五、中枢神经元的联系方式	294	二、甲状腺功能的调节	326
第三节 神经系统的感觉功能	294	第四节 肾上腺	327
一、脊髓的感觉传导功能	294	一、肾上腺皮质	327
二、丘脑及其感觉投射系统	295	二、肾上腺髓质	330
三、大脑皮质的感觉分析功能	296	第五节 胰岛	331
四、痛觉	297	一、胰岛素	331
第四节 神经系统对躯体运动的		二、胰高血糖素	332
调节	299	思考题	332
一、脊髓对躯体运动的调节	299	第十六章 生殖	333
二、脑干对肌紧张的调节	301	第一节 男性生殖	333
三、小脑对躯体运动的调节	302	一、睾丸的功能	333
四、基底神经节对躯体运动的调节	303	二、睾丸功能的调节	334
五、大脑皮质对躯体运动的调节	303	第二节 女性生殖	334
第五节 神经系统对内脏活动的		一、卵巢的生卵作用	334
调节	305	二、卵巢的内分泌功能	335
一、自主神经系统的结构特征与功能	306	三、月经周期	336
二、自主神经的递质与受体	308	四、妊娠	338
三、各级中枢对内脏活动的调节	309	思考题	340
第六节 脑的高级功能	311	附:课程标准	341
一、条件反射	311	参考文献	355
二、人类大脑皮质活动的特征	313		

第一章 绪 论



1. 掌握兴奋性、内环境和稳态的概念;人体功能活动的主要调节方式;反馈的概念及负反馈的意义。
2. 熟悉生命的基本特征。
3. 了解正常人体功能的研究内容及其与医学的关系。

第一节 正常人体功能的研究内容及其与医学的关系

一、正常人体功能的研究内容

正常人体功能是一门重要的基础医学课程,其主要任务是研究人体各组织、器官以及系统在正常情况下的生命活动的现象、规律、产生的机制和影响因素等。

人体是一个结构与功能极其复杂的整体,要认识人体各种生命活动现象及其机制,必须从多个不同的方面和水平来进行探讨。正常人体功能研究的主要内容包括:

(一) 生物分子的结构与功能

细胞是构成人体结构和功能的基本单位,而细胞又由各种不同的化学物质组成,其中,蛋白质、核酸、多糖及复合脂质等是存在于人体内的大分子有机化合物,其相对分子质量一般大于 10^4 ,简称生物大分子。人体内生物大分子种类繁多,且各有其不同的结构和不同的生物功能。本教材将重点阐述蛋白质、核酸和酶的分子结构与功能。

(二) 物质代谢及其调节

生命的基本特征是新陈代谢,新陈代谢包括物质代谢和能量代谢,物质代谢是生命活动过程的物质基础。机体通过物质代谢为生长、发育、组织更新和繁殖等提供原料,同时也为生命活动提供所需要的能量。人体内各种物质代谢途径非常复杂,受多种因素的影响,如酶结构和酶含量的变化、神经及激素等都会影响物质代谢。探讨体内物质代谢及其调节,对了解生命活动的规律、探索疾病的发生机制和提高人类健康水平都有极为重要的意义。

(三) 基因信息的传递及调控

基因(gene)即DNA分子的功能片段,携带着复杂的遗传信息,基因信息的传递控制着机体的遗传、变异、生长、分化等正常的生命活动过程。因此,基因信息的传递与医学有着密切的关

系。DNA 的复制、RNA 的转录、蛋白质的生物合成等是正常人体功能的重要内容。

(四) 各组织、器官和系统的功能

机体的生命活动就是组成机体的各器官、系统功能的有机整合。正常人体功能所要研究的内容包括:正常情况下各组织、器官和系统的功能,如肌肉的收缩、神经冲动的传导、心脏的泵血、肾的泌尿、呼吸系统对气体的吸入和呼出、消化系统对食物的消化和吸收等的发生、发展过程,各器官、系统之间的相互关系以及环境变化对机体功能活动的影响等。

二、正常人体功能与医学的关系

正常人体功能与医学的关系非常密切,既是重要的医学基础课程,又与医学的发展密切相关且相互促进。医学的任务是防病治病、促进人类健康。只有了解人类的正常功能,才能认识各种疾病的发生机制。正常人体功能还是基础医学和临床医学所必需的重要基础课程。临床医疗实践不断地为人体功能提出新的研究课题,从而推动人体功能相关理论的不断发展和人体功能相关理论知识的研究和发展又对临床医学的发展起着极大的促进作用,如基因工程技术的飞速发展不仅使许多疑难疾病的发病机制相继被揭示,而且基因工程技术和产品也已广泛应用于人类疾病的诊断和治疗。因此,医学生必须学好正常人体功能。

第二节 人体生命活动的基本特征

与所有生物体一样,人体的生命活动具有四个基本特征,即新陈代谢、兴奋性、适应性(见第三节)和生殖(见第十六章)。本节重点介绍新陈代谢和兴奋性。

一、新陈代谢

机体在生命活动过程中需要从外界环境摄取营养物质,转变成自身的组成成分,并贮存能量;同时,又不断地分解自身的成分,释放能量供生命活动所需,并将分解所产生的终产物排出体外,这一过程称为新陈代谢(metabolism),前者称为合成代谢或同化作用,后者称为分解代谢或异化作用。合成代谢与分解代谢是新陈代谢的两个方面,两者相互依存、对立统一。当物质合成时,吸收并贮存能量,物质分解时则释放能量。因此,在新陈代谢过程中,既有物质代谢,又有能量代谢。新陈代谢是一切生命活动的基础,也是生命活动最基本的特征。新陈代谢一旦停止,生命也就终结。

新陈代谢是一系列复杂的生物化学反应过程,这些生物化学反应都是在细胞内进行的。单细胞生物可直接与外界环境进行物质交换,实现新陈代谢。人体是一个复杂的多细胞生物体,体内的绝大多数细胞都不能与外界环境直接接触。因此,人体的新陈代谢至少包括三个阶段,即消化吸收、中间代谢和排泄。

二、兴奋性

活的细胞、组织或机体对刺激发生反应的能力或特性称为兴奋性(excitability),它是在新陈

代谢的基础上形成的又一重要的生命特征。

(一) 刺激与反应

细胞、组织或机体生活在不断变化的环境中,经常受到各种因素的影响。能被细胞或机体感受的内、外环境因素的变化,统称为刺激(stimulus)。刺激按其能量形式的不同可分为物理性刺激、化学性刺激和生物性刺激,如气温、声、光、电、酸、碱、细菌、病毒等。此外,值得注意的是人类生活的环境不只是自然环境,还包括社会环境。因此,当社会、心理因素发生变化时,如社会、家庭的变故及情绪的波动等,都可作为影响机体功能活动的刺激。

刺激能否引起机体产生反应,取决于刺激强度、刺激持续时间和强度-时间变化率。刺激的三个参数又可相互影响,只有当刺激达到一定的强度、时间和强度-时间变化率时才能引起机体发生反应。如临床上高频电疗法,是用高频电流通过人体,虽然电流强度高达10余安,但因电流频率快,刺激作用时间短,电流通过组织时只产生热效应,而不引起组织兴奋。正常人体功能实验中常用的刺激是电刺激,因为其强度、频率和作用时间较容易精确控制,且可重复使用,又不易损伤组织。

反应是指刺激引起组织或机体功能活动的改变,是刺激的结果。不同的细胞或组织接受刺激后,反应的表现形式不一样,如肌肉收缩、腺体分泌、神经冲动的传导等。虽然不同的组织受到刺激后反应的表现形式不一样,但反应可归纳为两种基本类型,即兴奋(excitation)和抑制(inhibition)。兴奋是指组织或机体受到刺激后,由相对静止状态转变为活动状态,或活动状态加强;抑制是指组织或机体受到刺激后,由活动状态转变为相对静止状态,或活动状态减弱。抑制并不是无反应,而是与兴奋过程相对立的另一种主动过程。组织或机体接受刺激后究竟发生兴奋还是抑制,除与刺激的质和量有关外,还取决于组织当时的功能状态。在不受刺激影响时组织或机体所处的功能状态称为生理静息状态。

(二) 兴奋性与阈强度

不同的组织细胞兴奋性的高低是不同的,即使同一组织细胞在不同的功能状态下其兴奋性也有差异。衡量组织或细胞兴奋性的高低,通常用阈强度作为指标。阈强度是指在保持刺激的时间和强度-时间变化率不变的情况下,引起组织细胞发生反应的最小刺激强度,其值称为阈值(threshold)。显然,组织兴奋性的高低与阈值呈反比关系。阈值愈小,其兴奋性愈高;阈值愈大,其兴奋性愈低。对于所给刺激而言,强度大于阈值的刺激称为阈上刺激;强度小于阈值的刺激称为阈下刺激;强度等于阈值的刺激称为阈刺激(threshold stimulus)。刺激要引起组织发生反应,其强度通常必须等于或大于阈值,一次阈下刺激通常是不能引起组织发生反应的。神经、肌肉、腺体组织的兴奋性较高,常称为可兴奋组织。

(三) 组织细胞兴奋后兴奋性的变化

组织细胞兴奋后其兴奋性会发生一系列变化。在细胞兴奋后的最初一段时间,无论施加多么强大的刺激,也不能使其再次产生兴奋,即兴奋性为零,这段时间称为绝对不应期(absolute refractory period);在绝对不应期之后,组织细胞的兴奋性逐渐恢复,当施加阈上刺激时,组织细胞可以产生兴奋,此期称为相对不应期(relative refractory period);在相对不应期之后,有的组织细胞的兴奋性还会发生波动,如只需阈下刺激即可引起组织细胞产生兴奋的超常期和需要阈上刺激才可引起组织细胞产生兴奋的低常期。通常,可兴奋细胞在兴奋时,其兴奋性经历一系列变化之后又恢复到正常水平。

第三节 机体与环境

一、外环境与适应性

外环境是指人体作为整体所生活的自然环境和社会环境,是人体赖以生存的基础。

人与外环境之间是相互影响的。一方面,外环境中各种物理、化学、生物、社会和心理等因素,如气温、酸、碱、细菌、病毒、工作压力和情绪波动等,均可作为刺激影响人体的功能活动。值得注意的是语言、文字和行为等可以影响人体的心理活动,进而影响人体的功能活动,因此,作为医护工作者,在临床工作中不但要注意自然因素对患者的影响,还应注意自己的语言、行为对患者心理活动的影响。另一方面,人类的活动又会不断地影响和改变环境,如人类一些活动可造成环境的污染、生态平衡的破坏,同时人类还能根据生活的需要改造环境。只有当人的活动与外环境之间相互协调时,人体的功能活动才能正常进行。事实上,外环境中的各种自然因素和社会环境因素并不是一成不变的。在正常情况下,环境因素发生变化时,机体会不断地调整各器官、系统的功能活动,以保持与变化的环境相适应。机体的这种随环境因素的变化而相应地调整自身活动状态的能力,称为适应性。适应性是在生物进化过程中逐步形成的。人类不仅能被动地适应环境,而且还能主动地改造环境,使之能更好地适应于人类的生存。如经常从事高温作业的人比较耐热,而生活在寒带的人则比较耐寒。但是人体的适应能力又是有一定限度的。例如,当机体处于高温环境中,虽然可以通过减少产热、增加散热,以保持体温的相对恒定,但当人体长时间处于温度过高的环境中时,可因散热不足、体温升高而中暑,严重时可危及生命。

二、内环境与稳态

机体内有大量的液体,统称为体液(body fluid)。成人体液总量约占体重的60%,其中约2/3分布在细胞内,称为细胞内液(intracellular fluid);约1/3分布在细胞外,称为细胞外液(extracellular fluid),包括血浆、组织液、脑脊液等。

人体最基本的结构和功能单位是细胞,细胞只有不断地与周围环境进行物质交换,进行新陈代谢,才能维持其正常的功能活动。人体内绝大多数细胞生活在细胞外液之中,因此,把细胞直接生活的环境(即细胞外液)称为机体的内环境(internal environment)。细胞新陈代谢所需的营养物质,如葡萄糖、氨基酸和 O_2 等必须通过细胞外液才能进入细胞,而细胞的代谢产物也是首先排至细胞外液,再由血液运输至排泄器官排出体外的。

内环境不同于外环境的一个重要特征是细胞外液中的化学成分及其理化特性,如各种离子浓度、温度、酸碱度和渗透压等经常保持相对的稳定。这种内环境中各种理化因素保持相对稳定的状态称为内环境稳态(homeostasis)。内环境稳态是细胞进行正常功能活动的必要条件。因为,细胞代谢的各种酶促反应和细胞的兴奋性等都必须在内环境相对稳定的条件下才能保持正常。如果内环境稳态遭到破坏,如发热、酸中毒、缺氧等,将导致细胞功能的紊乱,引发疾病,严重时危及生命。

需要指出的是,内环境稳态并不是说内环境中各种理化因素绝对不变,而是可以在一定的范围内发生波动。这是因为,一方面外环境中各种理化因素经常改变,如气温、一年四季、甚至一天 24 h 都在变化,这必然会对内环境产生影响;另一方面,在人体新陈代谢过程中,细胞不断地与内环境进行物质交换,也会改变内环境的化学成分和理化性质,这就必然会扰乱或破坏内环境稳态。但在正常情况下人体可通过细胞、组织、器官和系统活动使破坏了的稳态得以恢复。例如,细胞新陈代谢不断地从内环境中摄取 O_2 ,同时将产生的 CO_2 排入其中,使内环境稳态遭到破坏;呼吸系统则不断地从外环境中摄取 O_2 以补充 O_2 的消耗,同时将 CO_2 排出体外,从而保持内环境中 O_2 和 CO_2 的相对稳定。因此,稳态是一种动态平衡。

第四节 人体功能活动的调节

人体由各种器官、系统构成,不同器官、系统的功能活动各不相同。但人体内任何器官、系统的功能活动都是在人体这个整体内进行的,因此,人体内各个器官、系统的功能活动必须相互协调,紧密配合,才能使人体的功能活动与内、外环境的变化相适应。协调人体各部分之间的功能活动,使之与内、外环境变化相适应的过程,称为人体功能活动调节。

一、人体功能活动的调节方式

人体功能活动的调节方式主要有三种,即神经调节、体液调节和自身调节,三种调节方式在机体内相互配合。

(一) 神经调节

通过神经系统的活动对人体功能活动进行调节的过程称为神经调节(neuroregulation)。神经调节是以反射的方式实现的。反射是指在中枢神经系统的参与下,组织或机体对刺激作出的规律性应答。反射的结构基础是反射弧,由五个部分组成,即感受器、传入神经、反射中枢、传出神经和效应器(图 1-1)。反射弧结构和功能的完整是反射活动得以正常进行的基础,如果其中任何一部分被破坏,都可导致反射异常或消失。

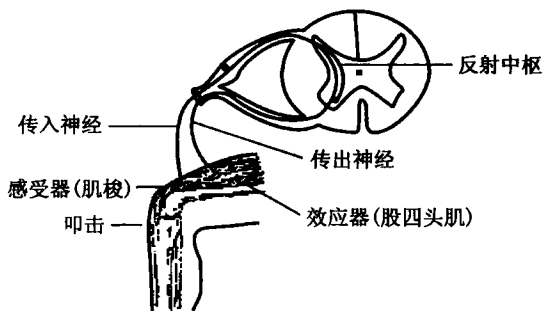


图 1-1 膝反射的反射弧

神经调节是人体功能活动调节的主要方式,在人体功能活动调节中起主导作用,具有作用迅速而准确、作用范围局限和作用时间短暂等特点。

(二) 体液调节

通过体液中的某些化学物质对组织、器官的功能活动进行的调节称为体液调节(humoral regulation)。体液调节是人体功能活动调节的又一重要方式,实现体液调节的主要物质是激素。如甲状腺分泌的甲状腺激素,通过血液运输到达全身各组织、器官,促进物质代谢和能量代谢、促进机体的生长发育等过程。这种通过血液运输实现的体液调节,称为全身性体液调节。此外,组

织、细胞产生的某些特殊的化学物质或代谢产物,如组胺、5-羟色胺、激肽、 CO_2 和 H^+ 等,也可通过组织液扩散,改变邻近组织、细胞的功能活动,这种调节称为局部性体液调节。

人体内大多数内分泌腺或内分泌细胞都接受神经系统的调节,在这种情况下,内分泌腺或内分泌细胞实际上是神经调节的一个传出环节,这样就形成了一种复合的调节方式,这种复合的调节方式称为神经-体液调节(图 1-2)。例如,气温骤降,冷刺激使交感神经兴奋,结果甲状腺激素分泌增加,后者通过血液循环到达并作用于全身的组织、细胞,使机体的产热增加。

体液调节具有作用缓慢、范围广泛、时间持久等特点,主要参与对机体新陈代谢、生长发育和生殖等缓慢生理过程的调节。

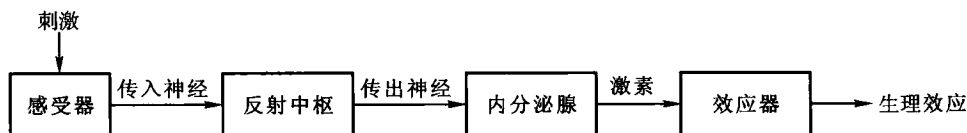


图 1-2 神经-体液调节

(三) 自身调节

自身调节是指组织或器官不依赖神经和体液调节,而自身对刺激发生的适应性反应。如前负荷对心肌收缩力的影响、肾血流量的自身调节等。自身调节是一种比较简单、局限的调节方式,其调节幅度小,灵敏度低。

二、人体功能的反馈性控制

尽管组织、器官功能活动调节的方式和途径不尽相同,但大多数调节过程都具有自动控制的特点,这种自动控制是通过反馈控制系统实现的。在反馈控制系统中,控制部分有控制信号下达到受控部分;同时,受控部分也不断有反馈信号返回到控制部分,改变控制部分的活动,这个过程称为反馈控制。显然,这种控制是双向的闭环系统。将反馈控制理论应用到人体功能活动的调节过程中,可将反射中枢和内分泌腺看做控制部分,而将效应器或靶细胞视为受控部分。受控部分在接受控制部分影响的同时,通过反馈信号不断地纠正或调整控制部分活动的过程称为反馈调节(图 1-3)。根据反馈调节的作用效果,反馈调节可分为负反馈(negative feedback)和正反馈(positive feedback)。

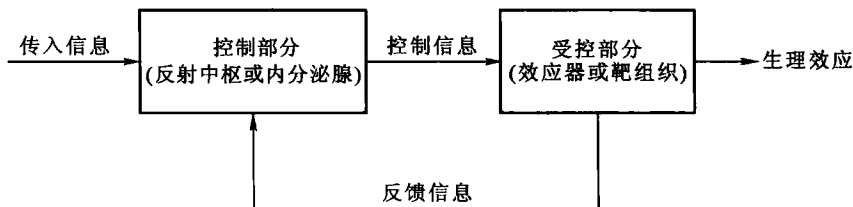


图 1-3 人体功能的反馈调节

负反馈是指受控部分发出的反馈信息使控制部分的调节指令与原效应的作用相反。负反馈在人体功能调节中极为多见,其意义在于维持机体功能活动的相对稳定。例如,当某种原因引起

心脏(受控部分)的活动加强、血管(受控部分)收缩,动脉血压升高时,通过反馈联系将血压升高的信息反馈到心血管中枢(控制部分),结果导致心脏的活动减弱、血管舒张,血压下降至变化前的水平(详见第八章)。

正反馈是指受控部分发出的反馈信息使控制部分的调节指令与原效应的作用一致。正反馈的结果是使受控部分的活动加强,受控部分活动加强的信息再通过反馈联系使控制部分的活动进一步加强,如此循环反复,直至功能活动完成。可见,正反馈的意义在于促使某一功能活动尽快结束。正反馈在人体内并不多见,主要存在于排尿反射、血液凝固和分娩等生理过程。



思考题

1. 正常人体功能的研究内容主要有哪些?
2. 何谓机体的内环境稳态? 举例说明稳态的意义。
3. 何谓负反馈? 举例说明其生物学意义。
4. 试述基因信息传递与医学的关系。

(张 敏)

第二章 生物大分子的结构与功能



1. 掌握蛋白质、核酸的元素组成和特点,一级结构的概念及维持各级结构的化学键;酶、必需基团、活性中心、酶原、酶原激活及同工酶的概念;酶促反应特点及影响酶促反应速度的因素,竞争性抑制与非竞争性抑制的概念及特点。
2. 熟悉蛋白质的空间结构、结构与功能的关系、理化性质及蛋白质变性的临床意义;核酸的基本组成单位、水解产物;DNA 双螺旋结构的要点、DNA 变性、复性与杂交的概念;磺胺药的作用机制及 K_m 值的意义;维生素的概念及 B 族维生素的辅酶形式。
3. 了解氨基酸及蛋白质的分类;RNA 的种类及 tRNA 的结构特点;酶的作用机制;酶活性的调节;酶的命名与分类;酶与医学的关系;脂溶性维生素。

机体是由数以万计的分子组成,而蛋白质、核酸和酶在体内发挥着非常重要的生理功能,这些功能均与其特定结构密切相关,因此,了解这些分子的结构与功能对理解生命的本质具有重要意义。

第一节 蛋 白 质

蛋白质(protein)是生物体内最重要的高分子有机化合物,是生命活动的物质基础,也是构成组织和细胞的最主要的组成成分。其含量约占人体干重的 45%,且种类繁多、结构复杂、功能各异。生物体内许多重要的生命现象和生理活动都是通过蛋白质来实现的,如酶的催化、物质代谢的调节、物质的转运和贮存、机体的免疫保护、肌肉的收缩、细胞信号的转导、生长、繁殖和遗传、组织修复、大脑的记忆以及视觉的产生等。蛋白质的这些功能是不可被其他任何物质所替代的。可见,没有蛋白质就没有生命。

一、蛋白质的化学组成

(一) 蛋白质的元素组成

蛋白质主要由碳、氢、氧、氮和硫等元素组成,有些还含有少量磷或金属元素,如铁、铜、锌、锰、钴、钼等,个别含碘。元素分析证实,各种蛋白质的含氮量十分接近,平均约为 16%,这是蛋白质元素组成的一个重要特点,即 100 g 蛋白质中含有 16 g 氮,或 1 g 氮相当于 $6.25 \text{ g} (100 \div$