



全国医学高等教育专升本教材

QUANGUO YIXUE GAODENG JIAOYU ZHUANSHENGBEN JIAOCAI

应用生理学

主 编 李东亮 周玉琴 周崇坦 金秀东

YINGYONG
SHENGLIXUE



人民军医出版社

PEOPLE'S MILITARY MEDICAL PRESS

• 全国医学高等教育专升本教材 •

应 用 生 理 学

YINGYONG SHENGLIXUE

主 编 李东亮 周玉琴 周崇坦 金秀东

副主编 王德宝 刘桂莲 梁 平 成春英

编 者 (以姓氏笔画为序)

王会玲 王德宝 卢 娜 刘桂莲

成春英 李 炳 李东亮 金秀东

周玉琴 周崇坦 侯秋玲 梁 平

郭付清 景文莉



人 民 军 医 出 版 社

People's Military Medical Press

图书在版编目(CIP)数据

应用生理学/李东亮,周玉琴,周崇坦主编. —北京:人民军医出版社,2004.5

全国医学高等教育专升本教材

ISBN 7-80194-160-8

I. 应… II. ①李…②周… III. 人体生理学-医学院校-教材 IV. R33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 109756 号

策划编辑:丁金玉等 加工编辑:霍红梅 责任审读:李 晨

版式设计:赫英华 封面设计:龙 岩 责任监印:陈琪福

出 版 人:齐学进

出版发行:人民军医出版社 经销:新华书店

通信地址:北京市复兴路 22 号甲 3 号 邮编:100842

电话:(010)66882586(发行部)、51927290(总编室)

传真:(010)68222916(发行部)、66882583(办公室)

网址:www.pmmp.com.cn

印刷:潮河印业有限公司 装订:京兰装订有限公司

开本:787mm×1092mm 1/16

印张:17.75 字数:426 千字

版次:2004 年 5 月第 1 版 印次:2004 年 5 月第 1 次印刷

印数:0001~3500

定价:27.00 元



版权所有 侵权必究

购买本社图书,凡有缺、倒、脱页者,本社负责调换

电话:(010)66882585、51927252

编审委员会名单

主任委员

钟世镇 王春生 马建中

常务副主任委员

高体健 齐学进

副主任委员(以姓氏笔画为序)

王仙园	王庸晋	田晓丽	白 琴	刘国强	刘爱国
孙 红	李铨万	李朝品	何 利	张文清	陈胜秋
范振华	和彦玲	郑木明	闻宏山	姜凤兰	洪先本
姚 磊	唐 军	黄伟灿	曹 凯	常兴哲	焦解歌

常务委员(以姓氏笔画为序)

王志红	王丽莎	王培华	朱京慈	庄 平	刘冬焕
刘纯艳	李 砾	李治淮	汪初球	陈忠义	柳明珠
袁爱华	郭永洪	桑瑞兰			

委 员(以姓氏笔画为序)

王亚峰	王庸晋	吕路线	伍素华	刘晓红	刘德纯
刘燕燕	安建钢	杨保胜	张改叶	张金钟	张翼翔
陈正跃	岳秀兰	赵 莉	姜安丽	徐 燕	郭明贤
黄正明	崔存德	雷 鹤			

**

**

**

**

总策划编辑	齐学进	陈琪福	姚 磊
编辑办公室	姚 磊	杨磊石	丁金玉

第一主编名单

1 人文社会医学概论	王亚峰
2 护理科研基本方法	徐 燕
3 护理伦理学	张金钟
4 护理心理学	刘晓红
5 护理管理学	姜凤兰
6 护理教育学	张改叶
7 护理美学	雷 鹤
8 遗传与生殖科学	杨保胜
9 临床解剖学	赵 莉
10 临床免疫学	李朝品
11 医院感染护理学	伍素华
12 临床营养学	安建钢
13 临床病理生理学	陈正跃
14 临床病理解剖学	刘德纯
15 预防医学	张翼翔
16 生物化学	岳秀兰
17 临床生理学	崔存德
18 临床药理学	黄正明
19 现代医学导论	高体健
20 护理学导论	姜安丽
21 健康教育学	郭明贤
22 现代护理实践技能	朱京慈
23 现代内科护理学	王仙园
24 现代外科护理学	袁爱华
25 危重症护理学	王庸晋
26 精神科护理学	吕路线
27 老年护理学	王志红
28 社区护理学	刘纯艳
29 康复护理学	王培华
30 健康评估	刘燕燕

前 言

《应用生理学》适宜于临床医学、护理学、儿科医学、医学影像学、医学检验等各专业专升本学生使用。

几年来在医学教育专升本的生理学教学中,曾经选用过普通本科《生理学》教材,但不合适,且给教与学都带来一定的困惑。对多数学生来说,毕业时间长,年龄偏大,大部头《生理学》艰深烦琐,让他们望而生畏;尤其是业余班的学生,学时所限更不能学完教材全部内容,只得到些支离破碎的知识片段。对于教师来讲,大部头教材与较少的学时之间的矛盾也困扰着他们,讲授内容的取舍消耗了大量的时间和精力。因此,学生和老师都希望有个“专科起点,本科标准,成教特色”的生理学教材。

《应用生理学》的编写遵循理论联系实际、基础结合临床的原则,淡化一些与临床联系不太密切的知识和理论。在保证该书所涉及的知识点不少于本科教材的前提下,尽量减少烦琐的实验过程的描述,以减少篇幅。每章都列出“临床联系”专栏,使同学们在学习生理学的过程中与临床现象相联系,激发学习兴趣,提高他们应用生理学知识分析和解决临床问题的能力。

《应用生理学》的编写还着力突出科学性、先进性、思想性、启发性和实用性,特别在科学性和实用性方面下了功夫。针对成教学生年龄偏大、记忆力差,但具有一定的基础理论知识和临床经验,且理解能力强的特点,语言尽量深入浅出,便于自学。每章后列出思考题和参考文献,一是便于自测自学,二是有利于培养学生阅读、查找文献的能力。

《应用生理学》共10章,绪论和细胞的基本功能编排为绪论,内分泌和生殖编排为内分泌,这样可在45学时内安排讲完。

《应用生理学》在编写过程中得到了参编单位有关领导和许多专家教授的大力支持和热心帮助,在此表示衷心感谢!

由于编写医学专升本教材是一项新的尝试,可供参考与借鉴的资料不多,加之我们的水平有限,本书从形式到内容必然存在这样或那样的不足,殷切希望使用本教材的广大师生和读者提出宝贵意见,以便在修订时加以改进,使教材质量不断提高。

编 者

2004年2月

目 录

第1章 绪 论	(1)
第一节 生命活动的一般规律	(1)
一、研究生命活动的科学——生理学	(1)
二、生命活动的基本特征	(2)
三、生命活动与环境	(3)
四、生命活动的调节	(4)
五、临床联系	(6)
第二节 细胞膜的物质转运功能	(7)
一、细胞膜的化学组成和分子结构	(7)
二、细胞膜的物质转运	(8)
三、临床联系	(12)
第三节 可兴奋细胞的生物电现象和兴奋性	(13)
一、细胞的生物电现象	(13)
二、细胞生物电现象的产生机制	(15)
三、兴奋的引起和兴奋传导的机制	(17)
四、组织兴奋及其恢复过程中的兴奋性变化	(20)
第四节 肌细胞的收缩功能	(21)
一、神经-骨骼肌接头处的兴奋传递	(21)
二、骨骼肌的结构与肌丝的分子组成	(22)
三、骨骼肌的收缩机制	(25)
四、骨骼肌收缩的表现形式和力学分析	(26)
五、临床联系	(29)
第2章 血 液	(31)
第一节 血液的组成和理化性质	(32)
一、血液的基本组成	(32)
二、血浆的化学成分	(32)
三、血液的理化特性	(33)
四、临床联系	(34)
第二节 血细胞	(34)
一、红细胞	(34)
二、白细胞	(37)
三、血小板	(38)
第三节 生理性止血	(40)
一、生理止血的基本过程	(40)

二、血液凝固·····	(40)
三、抗凝与纤维蛋白溶解·····	(43)
第四节 血量和血型·····	(45)
一、红细胞血型·····	(46)
二、输血的原则·····	(48)
第3章 血液循环·····	(50)
第一节 心脏的泵血功能·····	(50)
一、心脏泵血的过程和机制·····	(50)
二、心脏泵血功能的评价·····	(54)
三、心脏泵血功能的调节·····	(55)
四、心脏泵血功能的储备·····	(57)
五、临床联系·····	(58)
第二节 心肌的生物电现象和生理特性·····	(58)
一、心肌细胞的生物电现象·····	(59)
二、心肌的生理特性·····	(63)
三、体表心电图·····	(68)
四、临床联系·····	(70)
第三节 血管生理·····	(70)
一、各类血管的功能特点·····	(70)
二、血管系统中的血流动力学·····	(71)
三、动脉血压和动脉脉搏·····	(73)
四、静脉血压和静脉血流·····	(75)
五、微循环·····	(77)
六、组织液的生成与回流·····	(79)
七、淋巴液的生成与回流·····	(80)
八、临床联系·····	(81)
第四节 心血管活动的调节·····	(81)
一、神经调节·····	(81)
二、体液调节·····	(87)
三、自身调节·····	(88)
四、临床联系·····	(89)
第五节 器官循环·····	(89)
一、冠脉循环·····	(89)
二、肺循环·····	(90)
三、脑循环·····	(91)
第4章 呼吸·····	(93)
第一节 肺通气·····	(93)
一、肺通气的结构基础·····	(93)
二、肺通气的原理·····	(95)
三、肺容量与肺通气量·····	(100)

四、临床联系	(101)
第二节 肺换气和组织换气	(102)
一、气体交换的原理	(102)
二、肺换气	(103)
三、组织换气	(104)
四、临床联系	(104)
第三节 气体在血液中的运输	(104)
一、气体在血液中的存在形式	(104)
二、氧的运输	(105)
三、CO ₂ 的运输	(108)
第四节 呼吸运动的调节	(110)
一、呼吸中枢和呼吸节律的形成	(110)
二、呼吸的反射性调节	(112)
第 5 章 消化和吸收	(118)
第一节 概述	(118)
一、消化道平滑肌的生理特性	(118)
二、消化腺的分泌功能	(119)
三、消化道的神经支配	(120)
四、消化器官活动的激素调节	(121)
第二节 口腔内消化	(122)
一、唾液及其作用	(122)
二、咀嚼与吞咽	(123)
第三节 胃内消化	(124)
一、胃的分泌	(124)
二、胃的运动	(128)
三、临床联系	(130)
第四节 小肠内消化	(131)
一、胰液的分泌	(131)
二、胆汁的分泌和排出	(133)
三、小肠液的分泌	(134)
四、小肠的运动	(135)
五、临床联系	(136)
第五节 大肠内消化	(136)
一、大肠液的分泌	(137)
二、大肠的运动和排便	(137)
三、大肠内细菌的活动	(138)
第六节 吸收	(138)
一、吸收的过程概述	(138)
二、小肠内主要营养物质的吸收	(139)
三、临床联系	(141)

第6章 能量代谢和体温	(143)
第一节 能量代谢	(143)
一、机体能量的来源和转化	(143)
二、能量代谢的测定原理和方法	(144)
三、影响能量代谢的因素	(147)
四、基础代谢	(149)
五、临床联系	(150)
第二节 体温及其调节	(150)
一、体温及其生理变动	(150)
二、体热平衡	(151)
三、体温调节	(154)
四、临床联系	(156)
第7章 尿的生成与排出	(158)
第一节 概述	(158)
一、尿液	(158)
二、肾的结构特点	(160)
第二节 尿的生成过程	(162)
一、肾小球的滤过功能	(162)
二、肾小管与集合管的转运功能	(165)
第三节 尿液的浓缩和稀释	(170)
一、尿液的稀释和浓缩的基本过程	(170)
二、肾髓质高渗梯度的形成	(170)
三、直小血管在保持肾髓质高渗中的作用	(173)
四、影响尿液浓缩与稀释的因素	(173)
五、临床联系	(173)
第四节 尿生成的调节	(173)
一、肾内自身调节	(174)
二、神经和体液调节	(174)
三、临床联系	(176)
第五节 肾功能的评价	(177)
一、肾小球功能评价	(177)
二、肾小管功能的测试	(178)
第六节 排尿	(179)
一、尿液的排放	(179)
二、临床联系	(181)
第8章 感觉器官	(182)
第一节 概述	(182)
一、感受器和感觉器官的概念与分类	(182)
二、感受器的一般生理特性	(182)
第二节 视觉器官	(183)

一、眼折光系统的功能及调节	(184)
二、眼感光系统的功能	(186)
三、与视觉有关的生理现象	(189)
四、临床联系	(190)
第三节 听觉器官	(191)
一、外耳和中耳的传音功能	(191)
二、内耳(耳蜗)的感音功能	(192)
第四节 前庭器官	(194)
一、椭圆囊和球囊的功能	(195)
二、半规管的功能	(195)
三、前庭反应	(196)
第五节 其他感觉器官	(197)
一、嗅觉	(197)
二、味觉	(197)
三、皮肤感觉	(197)
第9章 神经系统	(199)
第一节 神经元和神经胶质细胞	(199)
一、神经元	(199)
二、神经胶质细胞	(201)
三、临床联系	(202)
第二节 神经元之间的功能联系	(202)
一、经典的突触传递	(203)
二、非突触性化学传递	(205)
三、电突触传递	(206)
四、突触的可塑性	(206)
五、局部回路神经元和局部神经元回路	(206)
六、神经递质和受体	(207)
第三节 神经中枢活动的基本规律	(211)
一、反射活动和反射中枢的概念	(211)
二、中枢神经元的联系方式	(212)
三、中枢抑制	(212)
四、中枢内兴奋传递的特征	(214)
五、神经中枢内兴奋和抑制过程的相互作用	(215)
第四节 神经系统的感觉功能	(216)
一、感觉传导通路	(216)
二、大脑皮质的感觉分析功能	(219)
三、痛觉	(220)
第五节 神经系统对躯体运动的调节	(222)
一、运动调节的基本原理	(222)
二、运动控制系统的功能	(224)

三、姿势调节系统的功能	(226)
第六节 神经系统对内脏活动的调节	(230)
一、自主神经系统的功能	(230)
二、内脏活动的中枢调节	(232)
第七节 脑的高级功能	(234)
一、学习与记忆	(234)
二、大脑皮质的语言中枢	(236)
三、大脑皮质的生物电活动	(237)
四、睡眠和觉醒	(239)
第 10 章 内分泌	(242)
第一节 概述	(242)
一、内分泌系统和激素的概念	(242)
二、激素的作用及一般特性	(243)
三、激素作用的机制	(245)
第二节 下丘脑的内分泌功能	(248)
一、下丘脑-神经垂体系统	(249)
二、下丘脑-腺垂体系统	(249)
三、临床联系	(251)
第三节 甲状腺	(252)
一、甲状腺激素的合成与代谢	(252)
二、甲状腺激素的生物学作用	(255)
三、甲状腺功能的调节	(256)
四、临床联系	(257)
第四节 甲状旁腺和甲状腺 C 细胞	(258)
一、甲状旁腺激素	(258)
二、降钙素	(259)
三、临床联系	(260)
第五节 肾上腺	(261)
一、肾上腺皮质	(261)
二、肾上腺髓质	(264)
三、临床联系	(265)
第六节 胰 岛	(265)
一、胰岛素	(265)
二、胰高血糖素	(267)
第七节 性腺	(267)
一、睾丸的内分泌功能	(268)
二、卵巢的内分泌功能	(269)

第 1 章 绪 论

第一节 生命活动的一般规律

一、研究生命活动的科学——生理学

生理学(physiology)是生物科学的分支,是研究机体生命活动规律的科学。机体是有生命个体的统称,组成机体的基本单位是细胞,众多的细胞又组成组织、器官、系统以至复杂的机体(包括人体)。生命活动即生命现象,如呼吸、心跳、血液循环、消化、肌肉收缩、思维活动等。医学生学习的是人体生理学(以下简称生理学),其基本内容是研究正常状态下人体及其各部分的生命活动过程、规律、机制以及影响因素等。

生理学是一门重要的医学基础学科,与医学有着十分密切的关系。巴甫洛夫说“医学的理想境界是运用生理学的知识来防治疾病”,精辟地概括了生理学在医学中的地位。一方面,许多医学问题的研究是以生理学的理论和方法为基础,只有了解人体的正常功能,才能认识疾病时人体发生的变化及其机制,作出正确的诊断和治疗;另一方面,医学实践不但能检验生理学理论的正确性,而且能不断对生理学提出新的课题,推动生理学的发展。由于生理学对学习医学有重要作用,因此医学生学好生理学十分必要。

生理学知识完全来源于实践,生理学是一门实验科学。以科学实验为特征的近代生理学开始于 17 世纪。英国医生哈维(William Harvey)用动物活体实验,首先科学地阐明了血液循环的途径和规律,其本人也被公认为近代生理学的奠基人。大部分系统的生理学知识是从各种生理学实验中总结出来的。生理学实验是为了便于分析问题,在人工控制的一定条件下,对某些实验对象的生理活动施加各种影响因素,以观察它们的变化规律。然后从实验结果的分析、推理中,深入解释各种生理现象发生、发展的原因和机制。研究方法对生理学的发展起着十分重要的作用。

由于人体的功能极为复杂,需要从不同的层次进行研究。通常将生理学的研究分为 3 个水平,即整体水平、器官和系统水平以及细胞和分子水平。生理学家从器官和系统水平研究生理学,取得了大量丰富的生理学知识,构成了当今生理学的基本内容。器官的组成单位是细胞,而细胞又由各具特征的物质分子组成。因此,要解开人体及其器官、系统功能的奥秘,就必须从细胞和分子水平对人体功能加以研究。但是,人体是一个完整统一的整体,其功能活动是以整体为存在形式的,并与周围环境保持密切联系。因此,还必须进行整体水平的研究,要用整合的观点,研究人体功能的整体性和综合性。因此,学习生理学时必须以辩证唯物主义思想

为指导,用发展的、联系的、对立统一的观点去理解和认识人体功能。

二、生命活动的基本特征

人体生命活动表现出 3 个基本特征:新陈代谢 (metabolism)、兴奋性 (excitability) 和生殖 (reproduction)。

(一) 新陈代谢

新陈代谢是生命的基本表现,它包括合成代谢和分解代谢两个方面。机体从环境中摄取营养物合成为自身物质的过程称之为合成代谢 (anabolism)。机体分解其自身成分并将分解产物排出体外的过程称为分解代谢 (catabolism)。

机体生命活动需要不断地从外界摄取营养物质,并在体内经过化学变化以及不断地向外界排出自身和外来物质的分解产物,这一过程称为物质代谢。物质代谢是生命的物质基础,使构成细胞的生物分子在物质交换的过程中不断更新,保证生命活动正常运行。

与物质代谢相伴随的是能量的摄取及其在体内的转换、利用、储存和排出,这个过程称为能量代谢。物质代谢是能量代谢的基础,也是能量的根本来源。物质在体内进行化学转化过程中产生能量,用以机体活动的需要和体温的维持,多余的能量则以热的形式散发到体外。因此,新陈代谢包括两个部分:物质代谢和能量代谢,两者是生命活动必不可少的。

(二) 兴奋性

1. 刺激与反应 机体生活在不断变化着的环境中,经常受到各种因素的影响,能引起机体发生反应的环境变化称为刺激 (stimulus)。刺激按性质的不同可分为:①物理性刺激,如声、光、电、机械、温度等;②化学性刺激,如酸、碱、盐及各种化学物质等;③生物性刺激,如细菌、病毒等;④社会心理性刺激,例如情绪波动、社会的变革等。生理实验中常用的是电刺激,这是因为电刺激使用方便,容易定量控制,不易损伤组织,可重复使用。

反应是指刺激引起机体功能活动的改变,是刺激引起的结果,例如,肌肉收缩、腺体分泌、神经传导等。反应有两种形式,即兴奋 (excitation) 和抑制 (inhibition)。兴奋是指机体接受刺激后由相对静止转为活动或活动状态的加强;抑制是指机体由活动转为相对静止或活动状态的减弱。兴奋和抑制是人体功能状态的两种基本表现形式。两者互为前提,对立统一,可随条件改变互相转化。虽然人体正常功能十分复杂,但都是兴奋和抑制两种基本过程相互作用的结果。例如,正常心跳就是兴奋心的心交感神经与抑制心的心迷走神经相互作用的表现,如果解除心迷走神经对心的抑制作用,心跳就会加快,甚至出现异常。在医疗工作中,医生经常通过刺激与反应来检查病人的病情。

2. 兴奋性与可兴奋组织 兴奋性 (excitability) 是机体的另一个重要特征,即机体生存的环境条件改变时能引起机体活动的变化。这种特性不仅完整机体有,而且组成机体的每一种活组织或活细胞也具有这种特性。广义地说,兴奋性是指机体或活组织细胞对刺激发生反应的能力。近些年来,人们对兴奋性提出了更本质的理解,认为兴奋性的实质是细胞在受刺激时产生动作电位的能力,兴奋就是指产生了动作电位,这将在本章后文详述。

神经、肌肉、腺体 3 种组织在接受有效刺激后,在表现功能变化之前,首先出现的是受刺激部位的电位变化,并迅速地沿神经纤维或肌肉纤维扩布,生理学将这种可扩布的电位变化称为动作电位。神经、肌肉、腺体 3 种组织均能在接受刺激后迅速产生特殊生物电反应,因此,三者被称为可兴奋组织 (excitable tissue)。

(三)生殖

人类和其他生物一样,个体生长发育到一定阶段后,能够产生与自己相似的子代个体,这种功能称为生殖或自我复制(sef-replication)。所不同的是人类及高等动物已经分化为雄性与雌性两种个体,各自发育雄性生殖细胞和雌性生殖细胞,由这两种生殖细胞结合以后才能产生子代个体。通过生殖,人类和生物得以延续,所以生殖是生命的特征之一。

三、生命活动与环境

(一)生命活动与外环境

机体生活在自然界中,所以把自然界称为机体的外环境。机体与外环境之间存在两方面的关系。一方面是外环境的变化对机体的作用;另一方面是机体的活动对外环境的影响。只有这两方面的关系达到良性平衡时,机体才能保持正常的生理状态。对人类来说,外环境包括自然环境和社会环境,对人体的各种功能活动都具有重要意义。

自然环境的影响按性质可分为物理因素、化学因素和生物因素。例如,气温、气压、光照、湿度等许多理化因素在不断地变化,构成对人体的刺激,引起人体相应的适应性反应。然而人体对自然环境变化的适应能力是有一定限度的,例如气温过高或过低,人体就无法适应。但是人类创造的科学技术能够改造环境,使之适合于自己的需要。应该引起重视的是,随着人类社会生活的发展,人类赖以生存的自然环境不断受到破坏,例如森林的过度砍伐、大气的污染、臭氧层的空洞、生态平衡的失调等等。如果这些问题不解决,将日益严重地威胁人类的健康和生存。

社会环境是影响人体功能的另一个重要方面,社会环境的影响包括社会因素和心理因素。由于心理因素与社会环境是密切联系的,故常称为社会心理因素。它通过神经系统,特别是大脑皮质作用于一个或几个器官系统,即通过心理过程起反应。最常见的社会环境刺激是环境紧张。过度的紧张将引起心理状态失去平衡,造成心理上或情绪上的波动,从而通过神经系统、内分泌系统和免疫系统引起机体功能的变化。实际上人体许多功能都要受到社会心理因素的影响,心理障碍已成为临床上经常遇到的问题。与此同时,目前对人类健康威胁很大的心、血管疾病、恶性肿瘤以及胃溃疡、内分泌紊乱等疾病也都与社会心理因素有关。关于这方面的内容在以后的章节中还将有所介绍。总之,由于社会心理因素在医学中的重要作用,人们研究影响人类健康问题时,已不再局限于生物、物理和化学因素,现代医学已经突破了生物医学模式,向着生物-心理-社会医学模式转变。如何通过改善社会环境、提高人们的心理素质以增进人类健康,将是21世纪医学科学面临的重要课题。

(二)生命活动与内环境

1. 内环境 人体的绝大部分细胞不与外环境直接接触,它们生活在细胞外液中,故把体内细胞直接生存的环境,即细胞外液称为内环境(internal environment)。内环境是相对于整体所处的外环境而言,它是生理学中一个重要的概念。

内环境对细胞的生存以及维持细胞的正常生理功能十分重要。一方面它是细胞直接进行新陈代谢的场所,细胞代谢所需要的 O_2 和营养物质只能直接从内环境中摄取,而细胞代谢产生的 CO_2 和代谢尾产物也只能直接排到内环境中,然后通过血液循环运输,由呼吸和排泄器官排出体外;另一方面内环境又是细胞生活与活动的地方,它必须给细胞营造一个适宜的环境,提供适合的理化条件。

2. 内环境稳态 内环境与外环境明显不同的是,其理化因素,如温度、渗透压、酸碱度、各种化学成分(如离子浓度)等经常保持相对的稳定。这种内环境理化因素保持相对稳定的状态称为稳态(homeostasis)。稳态包括两方面的含义:一方面是指细胞外液的理化特性保持相对稳定,不随外环境的变动而明显改变。例如温度,自然环境有春夏秋冬的变化,但人的体温总是稳定在 37°C 左右,波动范围不超过 1°C 。另一方面是指稳定状态并不是绝对固定不变的,而是在一定范围内变化,处于动态平衡之中,因此,稳态是一个相对稳定的状态。现在稳态已不仅专指内环境理化特性的动态平衡,也可以泛指从细胞到人体保持功能状态的相对稳定。

稳态具有重要的生理意义,它是人体生命活动正常进行的必要条件,如果内环境稳态遭到破坏,即可发生疾病。如发热,体温超过正常范围,会对机体产生许多不利影响。

内环境稳态的维持有赖于人体各器官的正常功能和人体各种调节活动的正常进行。在外环境变化和细胞新陈代谢不断破坏内环境稳定的同时,人体通过器官的活动与调节使破坏了稳态得以恢复。从这个意义上说,人体的生命活动正是在稳态的不断破坏和不断恢复过程中得以保持和进行的。

四、生命活动的调节

人体各部分功能活动的相互配合、协调一致,对复杂的内、外环境变化产生恰如其分的反应,维持内环境的稳态,所有这些都是因为人体具有完善的调节机制。

(一)生理功能的调节方式

1. 神经调节 通过神经系统的活动对人体功能进行的调节称为神经调节(neuroregulation),它在人体功能的调节中起主导作用。神经调节的基本方式是反射(reflex)。反射是指在中枢神经系统参与下,人体对刺激产生的规律性反应,如屈反射、角膜反射、膝跳反射等。完成反射的结构基础是反射弧(reflex arc)。反射弧由5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)。感受器是指感受刺激并将刺激转变为神经冲动(电信号)的特殊结构。体内有多种感受器,它们的作用类似换能器,把不同刺激的能量形式转变为生物电信号(见第 8 章感觉器官)。传入神经是指把感受器产生的电信号,以神经冲动的形式传到反射中枢的神经。反射中枢是指位于中枢神经系统中管理某一反射活动的神经细胞群。人体有许多反射,因此也有许多相应的反射中枢。有些反射中枢比较局限,而有些则分布很广。反射中枢的作用是对传入的神经冲动进行加工处理,转化为指令,再发出神经冲动。传出神经是指把反射中枢的指令,以动作电位的形式传到效

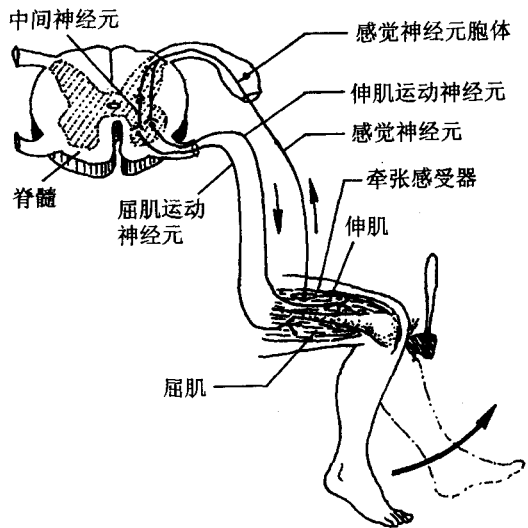


图 1-1 反射弧模式图

应器的神经。效应器是完成反射动作的器官,主要是肌肉和腺体。例如,手无意碰到火时会立即缩回,就是通过屈反射完成的。火的热刺激作用于手部皮肤,皮肤上的痛觉和温觉感受器把痛和热刺激转换成电信号,以神经冲动的方式沿传入神经传向反射中枢,反射中枢经过分析综合作出判断,发出指令再以神经冲动的方式沿传出神经传到相应部位的肌肉,使屈肌收缩,伸肌舒张,协调配合,完成缩手动作。由此可以看出,反射是由刺激引起的经反射弧完成的一种规律性反应。反射的完成有赖于反射弧结构的完整与功能的正常,它的5部分中任何一个部分结构损伤或功能障碍都会使反射紊乱或消失。临床上常用各种反射来检查病人的病情,为疾病的诊断提供依据。

人体的反射很多,概括起来可分为两大类:非条件反射(unconditioned reflex)和条件反射(conditioned reflex)。非条件反射是先天遗传的,反射弧和反应方式都比较固定,多为人和动物维持生命的本能活动,例如,手碰到火时迅速缩回、食物刺激口腔引起唾液分泌等。条件反射是通过后天训练、学习获得的,是一种高级神经活动。它大大扩展了人适应环境变化的能力。神经调节的特点是迅速而精确,作用部位比较局限,作用时间比较短暂。

2. 体液调节 通过体液中化学物质的作用对人体功能进行的调节称为体液调节(humoral regulation)。参与体液调节的化学物质主要是指内分泌细胞分泌的激素,如胰岛素、甲状腺激素等,此外还有人体的代谢产物,如 CO_2 、腺苷等,以及一些细胞产生的活性物质,如组胺、缓激肽等。随着生物技术的发展,发现调节机体活动的化学物质越来越多,如心钠素、NO等。体液调节的方式也由经血液循环的远距离分泌扩展到旁分泌、自分泌和神经分泌。各种化学物质对人体功能的作用将在以后各章的体液调节和内分泌章(第10章)中详细讨论。与神经调节比较,体液调节的特点是作用缓慢、范围广泛、时间持久。

神经调节和体液调节并不是截然分开的。人体的内分泌腺大多是受神经系统的支配和调节。如图1-2所示,体液调节实际上是神经调节的一个传出环节,是反射传出通路的延伸。这种以神经为主导、有体液参加的复合调节方式称为神经-体液调节(neuro-humoral regulation)。人体的功能调节多为这种复合式调节。

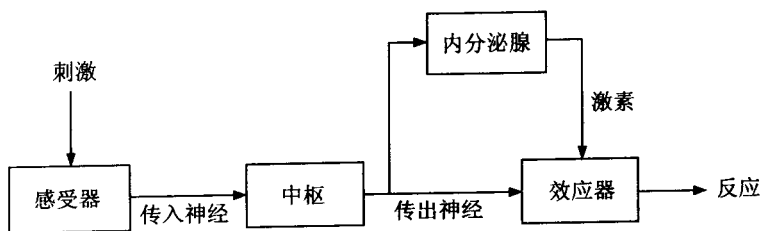


图 1-2 神经-体液调节示意图

3. 自身调节 自身调节(autoregulation)是指组织细胞不依靠神经和体液调节,而由自身对刺激产生适应性反应的过程。例如,脑血管的自身调节和肾血流量的自身调节,这些具体内容将在脑循环和尿的生成与排出中详细讨论。自身调节的特点是调节幅度小,灵敏度低,范围比较局限。

(二)人体功能调节的控制系统

人们发现,人体功能的调节过程和工程技术中的控制过程有许多相同的规律,因此,可以