

中等卫生学校教材

人体生理学

(供医士、护士、助产士、检验士等十二个专业通用)

主 编 甘声华

主 审 柴慧霞

四川科学技术出版社

(川)新登字004号

书 名/人体生理学(中等卫生学校教材)

主 编/甘声华

责任编辑·姓 名 康利华

封面设计·曹舞琳

版式设计·杨璐璐

责任校对·戈 木

出版、发行 四川科学技术出版社

成都盐道街3号 邮编610012

印 刷 成都双流印刷三厂

版 次 1993年1月成都第一版

1995年12月第四次印刷

规 格 787×1092毫米 1/16

印张14 字数354千 插页1

印 数 43301—52900

定 价 0.80元

ISBN 7-5384-2489-8/R·387

前 言

随着世界科技突飞猛进,新知识、新理论、新技术不断涌现,医学的基础理论和应用技术也在向深度和广度发展。随着医学模式的转变,以疾病为中心的传统教学内容已不能适应社会发展的需要,特别是经济体制改革后,对培养目标、教学内容和教学方法提出了新的要求,教育改革势在必行。

1988年12月在卫生部召开的全国中等医学教育工作会议上,陈敏章部长正式提出了改革医学教育的要求,并指出:“改革的中心任务是打破教学中旧的传统模式,把类似于高等医学教育的‘学院型’改变成‘实用型’,以适应改变后的城乡医疗卫生工作对中等卫生人才的需要。”根据卫生部的要求,我省从1989年5月开始进行中等医学教育的全面改革,成立了医士专业、护士专业、中医专业和短缺专业四个改革协作组,各组在深入社会调查和反复论证的基础上,制订了新的教学计划,并从1991年新生入学开始执行。

教材改革是医学教育改革中极为重要的组成部分,是新的教育思想、教育内容的具体体现,是为培养“实用型”人才服务的,我省组织了部分有丰富教学经验的高讲、讲师重新编写了全套中等卫校医士、护士教材,这套教材的基本特点是突出中专特色,强化培养目标,既适应三个面向的要求,又从农村的实际需要出发,内容上力求少而精,注重科学性与实用性相结合。全套教材包括普通课、基础课、专业课及新设的医学伦理学、医学心理学、美学等30余门。本套教材为我省中等卫生学校、卫生职业学校的正式教材,为便于今后之统考,省内各县卫校及其它各专业培训班也可作为培训的参考教材使用。

这套教材由于编写时间短,内容变动大,只是改革的初步探索,难免有不足之处,欢迎大家在使用中提出修改意见。

四川省卫生厅科教处

1991年7月25日

编写说明

本教材的教学大纲,是根据四川省卫生厅进行教材改革的精神,由主编写出力求符合医学教育改革要求的人体生理学教学大纲初稿,后经本书编写人员认真讨论修改。书中各章节内容,均按本大纲要求撰写而成。经荣慧霞副教授审定。可供中等卫生学校医士、护士、助产士、检验士等十二个专业通用。

在本教材内容上,既注重教材内容的科学性、逻辑性,又特别重视贯彻学以致用原则,以适应医学科学的发展和培养实用型人才的需要。重视贯彻少而精的原则,在文字上力求简明、通顺,使本教材便于教师好教,学生好学。把单位学时内的字数控制在适当水平,留有授课教师增补教学内容,改进教学方法的余地。每章之末附有适量复习思考题,以培养学生分析、综合及应用知识的能力。

在实验指导中,鉴于二道生理记录仪在各中专学校尚不能在短期内普及,但又要求学生能独立操作实验这一具体情况,仍暂以记纹鼓作为记录装置。

本书系按医士专业总学时数为114学时编写的,亦可供护士、助产士、妇幼医士、卫生医士、放射医士及口腔医士等专业使用。但应根据本专业的学时数及专业特点,取舍教材和实验内容。

本书一律采用法定计量单位。

教材内容和图表,系参考我国高等医药院校和中等卫生学校教材修改、编著而成,特向原作者致以诚挚的谢意。

由于编者水平有限,加之属首次编写,时间仓猝,对书中疏漏、不足之处,恳请读者批评、指正。

甘肅華

1992年10月

目 录

第一章 绪 论	1
第一节 概述.....	1
一、人体生理学的研究任务.....	1
二、研究人体生理学的方法.....	1
三、学习人体生理学的指导思想.....	2
第二节 人体功能活动的特征.....	2
一、内环境与稳态.....	2
二、生物节律.....	3
三、人体功能活动的调节.....	4
第二章 细胞的基本功能	8
第一节 细胞膜的基本功能.....	8
一、物质转运功能.....	8
二、受体功能.....	10
第二节 兴奋性与生物电.....	11
一、兴奋性.....	11
二、生物电.....	12
第三节 肌细胞的收缩功能.....	16
一、骨骼肌收缩的机制.....	16
二、骨骼肌的兴奋——收缩偶联.....	18
三、骨骼肌收缩的形式.....	19
第三章 血 液	21
第一节 血量和血液的理化特性.....	21
一、血量和血细胞比容.....	21
二、血液的理化特性.....	22
第二节 血浆.....	22
一、血浆的成分及其作用.....	23
二、血浆渗透压.....	23
第三节 血细胞.....	24
一、红细胞.....	24

二、白细胞	26
三、血小板	27
第四节 血液凝固与纤维蛋白溶解	28
一、血液凝固	28
二、纤维蛋白溶解	30
第五节 血型	31
一、ABO 血型系统	31
二、Rh 血型系统	32
第四章 血液循环	34
第一节 心脏生理	34
一、心脏的泵血功能	34
二、心肌细胞的生物电现象和生理特性	38
三、心电图	43
第二节 血管生理	45
一、动脉血压和动脉脉搏	45
二、静脉血压和静脉回心血量	48
三、微循环	50
四、组织液和淋巴液	51
第三节 心血管活动的调节	52
一、神经调节	53
二、体液调节	55
第四节 心、肺、脑循环的特点	57
一、冠脉循环	57
二、肺循环	58
三、脑循环	58
第五章 呼吸	60
第一节 肺通气	60
一、肺通气的原理	60
二、肺容量和肺通气量	64
第二节 气体的交换和在血液中的运输	65
一、气体的交换	68
二、气体在血液中的运输	68
第三节 呼吸的调节	69
一、呼吸中枢	70
二、呼吸的反射性调节	71
第六章 消化与吸收	73
第一节 口腔内的消化	73
一、唾液及其作用	73
二、咀嚼和吞咽	74
第二节 胃内的消化	74

一、胃液及其作用	74
二、胃的运动	75
第三节 小肠内的消化	76
一、胰液及其作用	76
二、胆汁及其作用	77
三、小肠液及其作用	78
四、小肠的运动	78
第四节 大肠内的消化	79
一、大肠液及大肠内细菌的作用	79
二、大肠的运动和排便	80
第五节 吸收	80
一、吸收的部位	80
二、几种主要营养物质的吸收	81
第六节 消化器官活动的调节	82
一、神经调节	82
二、体液调节	84
第七章 能量代谢和体温	86
第一节 能量代谢	86
一、能量的来源、转移和利用	86
二、能量代谢的测定	87
三、影响能量代谢的因素	89
四、基础代谢	90
第二节 体温	91
一、正常体温及其生理变异	91
二、机体的产热和散热	92
三、体温调节	93
第八章 肾脏的排泄	95
第一节 概述	95
一、排泄及排泄器官	95
二、肾脏的功能	95
第二节 尿生成过程	96
一、肾小球的滤过作用	96
二、肾小管和集合管的重吸收作用	99
三、肾小管和集合管的分泌作用	100
第三节 影响尿生成的因素	102
一、影响肾小球滤过的因素	102
二、影响肾小管和集合管重吸收的因素	104
三、影响肾小管和集合管机能的体液因素	104
第四节 尿的浓缩和稀释	106
一、尿的浓缩和稀释过程	106

二、脊髓质渗透压梯度的形成和保持	106
第五节 尿的输送、贮存和排放	107
第九章 神经系统	109
第一节 中枢神经系统活动的一般规律	109
一、反射及反射中枢	109
二、神经元之间的功能关系	110
三、中枢神经元的联系方式	113
四、中枢递质	113
五、兴奋在中枢内传布的特征	114
六、中枢抑制	115
第二节 神经系统的感觉机能	117
一、感受器及其一般生理特征	117
二、感觉投射系统	118
三、大脑皮层的感觉分析功能	119
四、痛觉	119
第三节 神经系统对躯体运动的调节	121
一、脊髓对躯体运动的调节	121
二、脑干网状结构对肌紧张的调节	123
三、小脑对躯体运动的调节	124
四、基底神经节在调节躯体运动中的作用	124
五、大脑皮层对躯体运动的调节	125
第四节 神经系统对内脏功能的调节	126
一、植物性神经系统的功能	126
二、植物性神经的外周递质与受体	128
三、植物性神经中枢	129
第五节 脑的高级功能	131
一、条件反射	131
二、大脑皮层的电活动	132
三、觉醒和睡眠	133
第十章 特殊感觉器官	135
第一节 视觉器官	135
一、眼折光系统的功能	135
二、眼感光系统的功能	137
第二节 位听器官	140
一、外耳与中耳的传音功能	140
二、内耳耳蜗的感音换能作用	141
三、内耳前庭器官的功能	143
第十一章 内分泌	144
第一节 概述	144
一、激素分类	145

二、激素的作用	145
三、激素作用的原理	145
第二节 脑垂体	147
一、下丘脑与脑垂体的联系	147
二、腺垂体	147
三、神经垂体	149
第三节 甲状腺	149
一、甲状腺激素的作用	150
二、甲状腺功能的调节	150
第四节 胰岛	151
一、胰岛素	151
二、胰高血糖素	152
第五节 肾上腺	152
一、肾上腺髓质激素	152
二、肾上腺皮质激素	153
第六节 甲状旁腺素、胆钙化醇和降钙素	155
一、甲状旁腺素	155
二、胆钙化醇	156
三、降钙素	156
第七节 其他激素	156
第十二章 生殖	158
第一节 男性生殖	158
一、睾丸的功能	158
二、睾丸功能的调节	159
第二节 女性生殖	159
一、卵巢的功能	159
二、月经周期及其形成机理	160
第三节 妊娠	162
一、受精	162
二、着床	163
三、胎盘的内分泌功能	163
四、分娩和哺乳	164
五、阻碍正常妊娠的一些因素	164
人体生理学实验指导	165
总论	165
实验内容	168
实验一 刺激与反应	168
实验二 生物电现象	170
实验三 刺激频率与肌肉的收缩形式	172
实验四 渗透压对红细胞的影响	173

实验五 血液凝固和影响血凝的因素	174
实验六 出血时和凝血时测定	175
实验七 ABO血型测定	176
实验八 蛙心起搏点的观察与分析	177
实验九 期前收缩和代偿间歇	178
实验十 离体蛙心灌流	179
实验十一 人体心电图描记	180
实验十二 心音听诊	182
实验十三 人体动脉血压的测定	183
实验十四 兔动脉血压调节及交感神经的缩血管作用	184
实验十五 人体肺通气量的测定	186
实验十六 呼吸运动的调节	188
实验十七 胸膜腔负压的观察	189
实验十八 胃肠运动的观察	190
实验十九 人体基础代谢的测定	191
实验二十 人体体温测定	193
实验二十一 影响尿生成的因素	194
实验二十二 尿浓缩稀释试验	196
实验二十三 反射时测定与反射弧分析	197
实验二十四 腱反射检查	198
实验二十五 兔皮肤运动区定位	199
实验二十六 去大脑僵直	199
实验二十七 人体脑电图描记	200
实验二十八 瞳孔对光反射和近反射	202
实验二十九 色盲检查	202
实验三十 视力测定	203
实验三十一 视野测定	203
实验三十二 声波的传导途径	204
实验三十三 胰岛素引起低血糖的观察	205
中等卫生学校人体生理学教学大纲	207
附 本书使用的法定计量单位	215

第一章 绪 论

第一节 概 述

一、人体生理学的研究任务

生理学 (physiology) 是生物学的一个分支学科, 是研究生物体 (简称机体) 生命活动规律的科学。根据其研究对象的不同, 可分为植物生理学、动物生理学及人体生理学等。人体生理学是研究正常人体生命活动规律的科学。人体的生命活动, 是指人体在生命过程中所表现出的各种功能活动。例如, 血液循环、呼吸、消化、排泄、运动等。人体生理学的研究任务, 就是在形态学研究的基础上, 进一步研究人体内的各种生命活动产生的原因、条件以及内、外环境的变化对这些生命活动的影响, 从而认识和掌握其活动规律, 为研究人类疾病的防治, 提高身体素质和延长人类的寿命奠定理论基础, 所以, 人体生理学是医学的一门重要的基础理论课。

二、研究人体生理学的方法

观察和科学实验是研究人体生理学的主要方法。这里所说的观察, 就是把正常人体在同一条条件下的某种生命现象客观、如实地记录下来, 加以综合分析, 然后得出结论的一种研究方法。例如, 正常成人心跳和呼吸的频率以及体温的正常范围, 就是运用这一方法, 在一大群不同年龄、不同性别的健康成人中进行调查, 然后经过统计分析得到的。

生理学实验, 一般是指在人工创造和控制的条件下, 对平时不能从外表观察到的隐蔽或微细的生理活动进行观察, 进而探讨其机理或某种生理过程的因果关系的一种研究方法。为达到此目的, 需要尽量排除与研究无关的因素, 分别对完整机体、器官、细胞以及构成细胞的分子结构的某一特定生理活动进行孤立的分析性研究。但是在进行这种研究时, 会给机体带来一定程度的损害, 甚至危及生命。因此对人体功能活动的研究, 一般要借助于动物实验, 只有在不影响健康的情况下, 才允许对人体进行实验。所以, 动物实验是研究人体生理学的一个重要方法。

动物实验的方法很多, 大体上可分为急性动物实验和慢性动物实验两类。急性动物实验

又可分为活体解剖实验和离体器官、组织实验两种。而不同的实验方法有不同的特点,所以实验者可根据研究内容和目的的不同来加以选择。值得强调的是,无论选择何种实验方法,在解释研究结果时,即不能把局限于某种特定条件下获得的资料引申为普遍规律,更不能把动物实验的结果不加区别地移用于人体。正确的态度应该是实事求是,在恰当估计人与实验动物的区别的前提下,利用动物实验的结果来帮助了解人体的生理功能及其产生机制。

近年来,由于电子计算机的应用和生物电子学的发展,遥控、遥测、体表无创检测等技术日益完善,已可直接观察人体内某些结构的功能活动情况,从而使各种整体情况下的人体生理学研究有了很大的进展。

三、学习人体生理学的指导思想

生命活动虽然十分复杂,但是归根结底都是物质运动,因此生命活动规律也服从于物理学和化学的基本法则。但是生物体毕竟不同于非生物体,生物体内的物质运动又有其特点,不能用一般的物理学和化学的法则简单地加以解释。例如,按照物理学和化学的一般法则,物质总是从高浓度处向低浓度处或是从高电位处向低电位处扩散。在生物体内除了存在这种顺浓度梯度和顺电位梯度的跨膜物质扩散外,还存在逆浓度梯度和逆电位梯度的跨膜物质转运,而这些物质运动又都受细胞膜的活动控制。所以生物体内的物质运动是一种更高级、更复杂的物质运动。

不仅如此,人体内各器官、系统自身及其相互之间都存在矛盾,各个矛盾的对立面之间既相互对立又相互联系,从而使人体成为一个对立统一的整体。各种生命活动就是在这种矛盾的对立统一体内进行和变化的。例如,吸气和呼气就是两个既对立又统一的生理过程。随着气体的吸入,补充了体内代谢活动所需要的氧气;而呼气的进行,又及时将体内代谢活动产生的二氧化碳排出体外。二者不断地交替进行,才能完成机体与外环境间的气体交换,保证体内各种功能活动的正常进行。而且当机体活动增强时,呼吸也随之增强;当机体活动减弱时,呼吸也随之减弱。从而使呼吸的强度与机体功能活动的需要相适应。

因此,学习人体生理学,必须以辩证唯物主义思想为指导,一方面确信各种生命现象都是物质的运动,因而是可以认识的;另一方面确认各种生命活动都是不断变化的,是相互联系、相互影响的。这样才能正确地认识复杂的生命活动,并掌握其活动规律。

第二节 人体功能活动的特征

内环境稳态、生物节律和功能活动的整体性调节与自动控制是高等动物,特别是人类功能活动的特征,对其独立生存具有重要意义。

一、内环境与稳态

(一) 体液与内环境

生命离不开环境。机体所处的环境,包括不断变化的外环境和相对稳定的内环境。人类

生活的外环境，包括自然环境和社会环境。因此，人体的各种功能活动，不仅受自然环境的影响，而且受社会环境的影响。随着社会的发展，社会环境对人体功能活动的影响也越来越受到人们的重视。

内环境(internal environment)

是指体内细胞直接生活的环境。体内绝大多数细胞都不直接与外环境接触，而是生活在一种液体环境中。体内的液体，总称为体液。正常成人的体液，约占体重的60%。体液按其存在的部位可分为两部分：存在于细胞内的，叫细胞内液；存在于细胞外的，叫细胞外液。细胞外液约占体重的

20%，它包括组织液、血浆、淋巴液和脑脊液等（图1—1）。

在细胞内液与细胞外液之间隔有细胞膜，在组织液与血浆或淋巴液之间隔有毛细血管壁或毛细淋巴管壁。由于细胞膜、毛细血管壁和毛细淋巴管壁均有一定的通透性，所以各部分体液虽彼此隔开，但却是相互沟通的。机体通过消化系统从外界摄取的营养物质和通过呼吸系统从外界摄取的氧气，必须通过细胞外液，才能进入细胞内，以满足细胞代谢活动的需要；细胞代谢活动产生的各种代谢产物，也必须先进入细胞外液，然后才能经肾、肺等排泄器官排出体外。因此，细胞外液是体内细胞直接生活的环境，称为机体的内环境，借以区别于整个机体赖以生存的外环境。

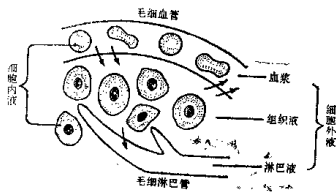


图1—1 细胞内液与细胞外液

(二) 内环境稳态

生命活动的正常进行，就需要内环境保持相对稳定。在生理学中，把机体在一定的限度内，保持内环境中的各种成分和理化性质相对稳定的状态，称为内环境稳态或自稳态(homeostasis)。但是，即使在正常机体内，内环境中的各种因素也是不断变化的，是不绝对稳定的。这是因为一方面存在外环境变化（如气温、食物、社会因素等的变化）的干扰，另一方面体内细胞不断进行的代谢活动，也直接影响内环境的稳定。体内细胞在代谢活动中不断地消耗各种营养物质，同时产生各种代谢产物，通过细胞内液与细胞外液之间的物质交换，必然使内环境中的成分和性质发生相应的改变，甚至偏离正常波动范围。要在各种影响内环境稳定因素的作用下实现内环境稳态，只有通过体内调节系统的作用，随时调整体内各器官、系统的活动，以不断补充内环境中被细胞代谢所消耗掉的营养物质并及时排出进入内环境中的各种代谢产物。所以内环境的各种成分和理化性质的稳定只是相对的，是在一定变动范围内的稳定，是各种导致内环境变动的因素与限制其变动的因素相互作用的结果，是一种动态平衡。

内环境稳态为体内细胞提供了相对稳定的理化条件，使细胞内的各种酶促反应和生理功能得以正常进行。所以，稳态是维持整个机体生存的基本条件。一旦稳态不能维持，必将引起体内功能活动的紊乱，严重时将危及生命。

二、生物节律

保持内环境稳态是人体功能活动的一个特征，与外环境的变化相适应是人体功能活动的另一个特征。这种适应的典型表现之一，就是生物节律(biorhythm)。

生命离不开环境,而机体所赖以生存的自然环境是不断变化的。其中有的是偶然发生的,有的则是周期性的重复出现。而周期性变化中最显著的就是由地球的自转以及月亮与地球的公转所引起的昼夜、月、年(四季)的变化。整个生物界就是在周期性变化的自然环境中所产生、进化和发展的,因此其内部的生理功能也必然会产生与之相适应的周期性改变。这种生物体内的各种生理功能按一定时间顺序变化的节律,称为生物节律。常见的生物节律,有年周期、月周期、日周期和超日周期。年周期和月周期多与生殖功能有关,而所谓超日周期是指节律性变化短于一日的周期,如心动周期、呼吸周期等。

在人的生物节律中,目前研究最多的是昼夜节律,即日周期。几乎人体内的各种生理功能都有日周期,即有昼夜差异,只是波动的幅度和明显程度不同而已。表现明显的如体温、血压、血细胞数、尿液成分、血中激素的含量、各种代谢的强度以及机体对药物的反应等。因此内环境稳态的水平,亦呈现昼夜节律性变化。

生物节律是生物在长期进化过程中形成的一种内在的固有节律。实验证明,人在完全无法得到时间信息的条件下,按个人的习惯生活,其功能活动仍然具有昼夜节律。当环境条件改变时,生物节律也发生相应的改变,并与环境变化同步。但这种变化的速度比较缓慢。例如,运动员外出比赛时,常因时差关系而影响比赛的成绩,就是因其体内的生物节律与当地的环境节律不同步而使其功能状态低下所致。一般需要经历一周或更长的时间,才能逐渐与当地的环境变化相适应。

生物节律最重要的生理意义,是使机体对环境变化的适应具有预见性。以日周期为例,它可使体内的一切功能活动按照昼夜变化有次序,有节奏地进行。在医疗工作中,可根据日周期中生理功能变化的特征和对药物反应的差异性来提高医疗效果。例如,研究成果表明,服用甾皮质激素类药物时,采用隔日服药,将两日剂量在晨6~7时一次服完,比日分三次服用两日效果好。

生物节律的调控机制,至今还不清楚。目前研究最多的是下丘脑中的视交叉上核。如破坏小鼠的这个核团,小鼠原有的一些日周期节律性活动(如饮水、排尿等)就丧失。研究还发现在视交叉上核有一条接受外环境光暗信号的神经束。当这一神经束完好时,机体的生物节律便与环境的光暗变化同步;当切断这条通路时,日周期将不再与外环境的光暗变化同步。研究表明视交叉上核是形成生物节律的重要结构,但不是唯一结构

三、人体功能活动的调节

人体是一个完整的统一体。人体内的各种功能活动不是孤立进行的,而是紧密联系、相互协调的。例如,运动或劳动时,不仅运动系统的活动要增强,呼吸、血液循环以及消化、排泄等功能活动也会发生相应的改变,以适应运动增强时的需要。这是因为运动系统活动增强时消耗的营养物质和氧气增多,产生的代谢产物和二氧化碳也增多,从而影响内环境的稳定,必须相应地调整其它系统的活动,才能保持稳态,使运动顺利进行。所以,运动时和运动后机体功能活动的改变不只局限于运动系统,而是一种整体性反应。这种整体性反应是依靠体内调节系统的活动来实现的。

(一) 人体功能活动的调节方式

人体功能活动的调节方式,包括神经调节(neureregulation)、体液调节(humoral

regulation) 和器官、组织、细胞的自身调节 (autoregulation)。这三种调节方式各有其特点,但又密切配合。其中神经调节是人体内最重要的调节方式。

1. 神经调节 神经调节是通过反射 (reflex) 活动实现的一种调节。反射是机体在中枢神经系统的参与下,对内、外环境的变化作出的适应性反应。反射活动的结构基础,称为反射弧。反射弧由感受器、传入神经、中枢、传出神经和效应器等五个部分组成 (图 1—2)

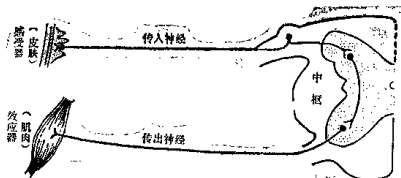


图 1—2 反射弧示意图

内、外环境的变化作用于机体时,首先引起感受器兴奋,再通过传入神经将兴奋传入位于中枢神经系统内的反射中枢,反射中枢对传入的信息进行分析处理后发出兴奋,经传出神经传至效应器,使效应器的活动发生相应的改变,以与内、外环境的变化相适应。例如,强光照射眼睛时引起的瞳孔缩小就是一种反射,称为瞳孔对光反射。在这一反射中,感受器是视网膜上的感光细胞,传入神经是视神经,反射中枢是位于中脑的对光反射中枢,传出神经是动眼神经中的副交感纤维,效应器是瞳孔括约肌。该反射活动的起因,是强光刺激了视网膜的感光细胞,结果是瞳孔括约肌收缩,使瞳孔缩小,以减少进入眼内的光量,从而维持正常视觉。反射弧的五个环节中的任何一个环节受到破坏,反射活动都不可能进行。

反射的种类很多,按其形成过程的不同可分为非条件反射 (unconditioned reflex) 和条件反射 (conditioned reflex) 等两种类型。

(1) 非条件反射:上述的瞳孔对光反射以及唾液分泌反射、呕吐反射、排便反射、性反射等,都属于非条件反射。这是一类由先天遗传的本能性反射,有固定的反射弧,其中枢多位于中枢神经系统的低级部位,是机体适应环境变化的基础反射。

(2) 条件反射:条件反射是人或高等动物在后天生活过程中根据个体所处的生活条件,在非条件反射基础上形成的一类反射。条件反射不是先天遗传的,而是通过后天训练获得的。一般需有大脑皮质参与。如“望梅止渴”、“谈虎色变”等就属于条件反射。机体在生存过程中,可根据自身的经历建立起各种形式的条件反射。条件反射不是一成不变的。当环境条件改变时,条件反射也会发生相应的变化。它可以消退、改变、重建等以适应环境的变化。因而条件反射是一种更高级的反射,它使机体对环境的适应具有预见性,因而更加灵活,从而大大提高了机体的生存能力。

2. 体液调节 体液调节是人体功能活动调节的另一种重要方式。它是指由内分泌系统分泌的激素等生物活性物质通过体液输送,作用于相应的器官或细胞,对其功能活动所起的调节作用。一般将受激素作用的器官和细胞,称为靶器官和靶细胞。

激素通过血液可运至远处的器官、细胞发挥调节作用,称为全身性体液调节。例如,肾上腺髓质分泌的肾上腺素,通过血液可运至心脏,使心跳加快加强。全身性体液调节,一般

在调节机体的新陈代谢以及生长、发育和生殖等方面发挥重要作用。

体内某些细胞可分泌组织胺、激肽、前列腺素等生物活性物质以及细胞活动产生的一些代谢产物如二氧化碳、乳酸、腺苷等,均可经组织液扩散至邻近细胞而发挥调节作用,称为局部性体液调节。例如,当局部组织中的二氧化碳增多时,可引起该处血管舒张,使局部组织的血流量增多,利于将蓄积在局部组织中的二氧化碳及时清除。局部性体液调节的调节范围较小,但在调整器官内部的功能活动方面仍具有重要意义。

神经调节和体液调节各有特点。一般而言,神经调节迅速、准确、作用持续时间较短,故在适应环境的突然变化方面发挥主要作用。体液调节是一种比较原始的调节方式,其作用比较缓慢且不够精确,但作用部位较广泛、作用持续的时间较长,故在调节机体的新陈代谢和维持内环境稳态等方面起了重要作用。

在完整机体内,神经调节与体液调节是相辅相成的。对体内大多数器官来说,既有神经调节作用,又有体液因素的影响。二者产生的生理效应,不可能截然分开。但在大多数情况下,神经调节处于主导地位。由于体内多数内分泌腺的分泌都直接或间接地受神经系统的调节,所以体液调节常成为反射弧传出途径中的一个中

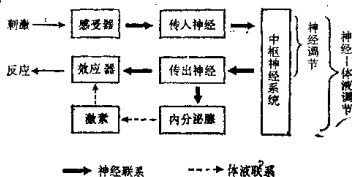


图 1-3 神经调节与体液调节的关系

间环节或辅助部分而发挥作用,形成神经-体液调节(图 1-3)。

3. 自身调节 自身调节是指在内、外环境发生变化时,细胞、组织或器官不依赖于神经调节和体液调节,凭借自身功能活动的改变而产生的一种适应性反应。例如,在一定的范围内动脉血压降低时,脑血管可舒张;而在动脉血压升高时,脑血管则收缩,从而维持脑血流量的相对稳定。这一反应在除去支配神经和体液因素影响的情况下仍然存在,所以属于自身调节。但如动脉血压的变动超出一定范围,则需要依赖于其它调节机制的作用,才能维持脑血流量的相对稳定。因此,自身调节的幅度较小,范围也比较局限,是一种比较简单而原始的调节方式。但对于调整某一功能或保持某一功能活动的相对稳定仍具有积极意义。

(二) 反馈与人体功能活动的调节

人体内的各种功能活动的调控,都是自动控制,因而在调节者(如反射中枢、内分泌腺等)和被调节者(如效应器或靶细胞等)之间必然存在往返的双向联系。一方面调节者发出调节信息作用于被调节者,另一方面被调节者所产生的效应作为反馈信息又返回到调节者,以纠正和调整调节者对被调节者的影响,从而构成了一个闭合的调控环路。这种被调节者通过反馈(feedback)信息影响调节者的活动过程,称为反馈(图 1-4 (1))。反馈的意义,在于保证调节的精确性。

在反馈中,反馈信息使原有调节作用减弱的反馈,称为负反馈(negative feedback)。例如,人体体温调控中的反馈,就是一种负反馈。当外环境温度降低时,皮肤的温度感受器接受冷刺激,通过传入神经将此信息传入下丘脑的体温中枢,通过体温中枢的整合作用,发出调节信息使机体内的产热过程加强、散热过程减弱,从而使体温升高。但体温不会持续升高,这是因为体温升高时,血液温度升高,作为热刺激又返回作用于体温中枢,纠正原有的

调节作用，结果又使机体内的产热过程减弱、散热过程加强，体温又降低。这样由于血液温度对体温中枢的负反馈作用，从而使体温保持相对稳定。由上可知，负反馈的意义，在于使某一生理功能在某一水平上保持稳定，不致发生大的波动。在生理学中负反馈的作用很普遍，这对于内环境稳态的维持以及保持体内某一功能活动的相对稳定具有重要作用。

反馈信息使原有调节作用增强的反馈，称为正反馈（positive feedback）。正反馈的数量较少，一般只存在于需要逐步加强以迅速完成的生理过程中，如排尿、分娩和血液凝固等。

如前所述，机体功能活动的调节，可以是神经性的，也可以是体液性的。反馈同样有神经性的，也有体液性的。正是由于调节作用和反馈作用的相互配合，形成了自动控制环路，从而使机体对环境变化的反应及时、足量、适度。

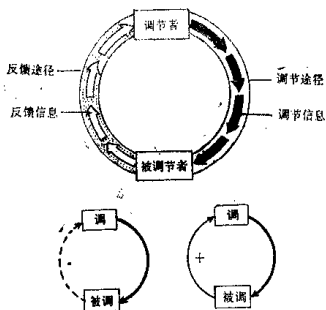


图 1—4 反馈环路（上）和正（右）负（左）反馈

复习思考题

1. 什么是人体生理学？为什么要学习人体生理学？如何学习人体生理学？
2. 何谓内环境稳态？在维持内环境稳态中哪一部分体液的作用最重要？为什么？
3. 试述人体功能活动的调节方式及其意义。
4. 何谓反馈、正反馈和负反馈？其生理意义如何？
5. 举例说明人体功能调节何以能达到高度精确，并说明其基本原理。

（四川省成都卫生学校 陈 窗）