

全国中等卫生学校教材

生理学

(供医士、妇幼医士、卫生医士、口腔
医士、放射医士、护士、助产士专业用)

杨汝菖 主编

徐 屯 主审

人民卫生出版社

全国中等卫生学校教材

生 理 学

(供医士、妇幼医士、卫生医士、口腔医士、
放射医士、护士、助产士专业用)

杨汝菴 主编

张凤芝 刘淑凡

杨汝菴 赵紫东 编写

索逸鹏 麻士纶

徐 屯 主审

人 民 卫 生 出 版 社

生 理 学

杨 汝 菡 主编

人民卫生出版社出版
(北京市崇文区天坛西里10号)

四川新华印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

787×1092毫米 16开本 14 $\frac{1}{2}$ 印张 3插页 245千字

1985年11月第1版 1985年11月第1版第1次印刷

印数: 00,001—95,100

统一书号: 14048·5045 定价: 2.10 元

编写说明

本教材是在卫生部的组织和领导下，在黑龙江省卫生厅和黑龙江省卫生学校具体指导和大力支持下，根据新制定的教学大纲编写的。

在编写过程中，力求做到：①加强教材的针对性，使教材内容与教学大纲相一致、教材篇幅与教学时数相一致，使教材确实能够适合我国中等卫生学校的教学特点和要求；②坚持教材的科学性和先进性，用简洁的语言准确叙述每一个生理学概念，适当地介绍一些新的资料和新的概念；③贯彻辩证唯物主义的科学思维方法，强调人体功能的整体性，注意各章节之间内在的逻辑联系。此外，还从国内外资料中选用、改绘或自绘了一部分新的插图。

这次编写得到了全国各兄弟院校的关心和支持。除来函外，北京铁路卫生学校张湘淦副教授、青岛卫生学校黄沧萍副教授、山东医学院附属卫生学校华大慰副教授、莱阳卫生学校翁永泰副教授和金华卫生学校奚平、芜湖中医学校胡崎、陕西卫生干部进修学院邓群根、广西卫生学校黄礼荣、赤峰卫生学校谷秋林、绍兴卫生学校洪立昌、苏州卫生学校周月华、北京护士学校洪思劬等讲师先后应邀参加了汇稿或定稿会议，哈尔滨铁路卫生学校刘丽滨讲师和鹤岗卫生学校梁国祥老师通读了原稿。各地来人来函提出的宝贵意见，在本教材编写的主导思想、内容安排和叙述方法上，起到了决定性的作用。这本教材如能取得一定成功，那应当说是各位老师通力合作的结果。此外，黑龙江省卫生学校绘图员王育学同志参与插图绘制，苗希昌讲师参与编写组织工作，谨此一并致谢。

这本教材以安徽科技出版社1978年出版的生理学教材为基础，在内容选择、章节安排和叙述方法等方面做了一些新的尝试，限于认识水平、学识水平和教学经验，必然会带来一些新的问题，切望得到广大师生的批评指正。

《生理学》教材编审组

一九八四年十二月

目 录

第一章 绪论	1
第一节 生命和内环境稳态	1
一、机体的自我更新	1
二、机体内环境和稳态	1
第二节 刺激和反应	3
一、刺激	3
二、反应	3
三、兴奋和抑制	3
四、兴奋性和刺激阈	4
第三节 机体功能的调节	4
一、神经调节	4
二、体液调节	6
三、自身调节	6
四、自身调节、体液调节和神经调节的相互关系	6
五、反馈与机体功能调节	7
简要的总结	8
第二章 细胞的基本功能	10
第一节 细胞膜的物质转运功能	10
一、离子和小分子物质的转运	11
(一) 被动转运——扩散	11
(二) 主动转运——离子泵	12
二、团块物质的转运	13
(一) 出胞作用	13
(二) 入胞作用	13
第二节 细胞的受体功能	14
第三节 生物电基础	15
一、关于生物电的基本概念	15
(一) 跨膜电位	15
(二) 跨膜电位的形成条件	16
二、静息电位	16
三、局部电位和动作电位	16
(一) 局部电位	17
(二) 动作电位	17
第四节 肌肉收缩	18
一、肌肉的收缩及其机制	18
(一) 肌细胞的兴奋和兴奋-收缩偶联	19
(二) 肌细胞的收缩过程	19

二、肌肉收缩的形式及其意义	20
(一) 等长收缩和等张收缩	20
(二) 单收缩和复合收缩	21
简要的总结	21
第三章 血液	23
第一节 概述	23
一、血量和血液的一般理化特性	23
二、血液的组成	23
三、血液的基本功能	24
第二节 血浆	24
一、血浆与其他体液的关系	24
二、血浆渗透压	25
(一) 渗透压的基本概念	25
(二) 血浆渗透压的形成和数值	25
(三) 血浆晶体和胶体渗透压的作用	26
(四) 血浆渗透压的意义	26
三、血浆酸碱度	27
第三节 血细胞	27
一、红细胞	27
(一) 红细胞的生理参数	27
(二) 红细胞的生成和破坏	28
二、白细胞	29
(一) 各类白细胞的功能	29
(二) 白细胞的生成和破坏	29
三、血小板	29
(一) 粘附和聚集	29
(二) 释放	30
(三) 收缩	30
第四节 止血和血液凝固	30
一、血液凝固现象	30
二、血液凝固因子	30
三、血液凝固过程	31
(一) 血液凝固的基本步骤	31
(二) 内源性凝血	31
(三) 外源性凝血	32
四、抗凝系统和纤溶系统	32
(一) 抗凝系统	32

(二) 纤溶系统	33	(一) 心血管的神经支配	59
(三) 体外抗凝措施	33	(二) 心血管中枢	60
第五节 输血和血型	33	(三) 心血管反射	61
一、ABO 血型系统的抗原和抗体及其免疫反应	33	二、体液调节	61
二、ABO 血型系统的分型原则和血型种类	34	(一) 全身性体液因素	61
三、ABO 血型系统的输血原则	34	(二) 局部体液因素	62
四、Rh血型系统	35	第四节 心、肺和脑的血流特点	62
简要的总结	36	一、冠脉循环	62
第四章 血液循环	37	二、肺循环	63
第一节 心脏	37	三、脑循环	63
一、心肌电生理特性和心脏收缩	37	简要的总结	63
(一) 心肌细胞的跨膜电位	37	第五章 呼吸	66
(二) 心脏兴奋的产生和传播	38	第一节 肺的通气功能	66
(三) 心肌兴奋和心脏收缩	40	一、肺通气过程	66
(四) 各种离子对心脏兴奋和收缩的影响	42	(一) 通气的动力	66
二、心动周期和心脏泵血功能	42	(二) 通气的阻力	68
(一) 心动周期的基本概念	42	(三) 呼吸功	69
(二) 心脏泵血过程	44	二、肺容量和通气量	69
(三) 心输出量	45	(一) 肺容量	69
(四) 心动周期变化的体征	47	(二) 通气量	70
第二节 血管	48	第二节 气体的交换和运输	71
一、血流量及其与血流动力和血流阻力的关系	49	一、决定气体交换的因素	71
二、动脉血压	49	(一) 气体分压差	71
(一) 动脉血压的形成	49	(二) 呼吸膜	71
(二) 影响动脉血压的因素	50	(三) 肺通气血流比值	71
(三) 动脉血压的正常值和动脉脉搏	52	二、肺换气和组织换气	72
(四) 平均动脉血压和动脉血压稳定的意义	52	三、气体在血液中的运输	73
三、静脉血压和血流	54	(一) 氧的运输	73
(一) 静脉血压	54	(二) 二氧化碳的运输	74
(二) 影响静脉血流的因素	55	(三) 氧和二氧化碳运输之间的相互作用	74
四、微循环和淋巴生成	56	第三节 呼吸运动的调节	74
(一) 微循环的血流通路及其意义	56	一、呼吸中枢	75
(二) 微循环与组织血液灌流量	56	(一) 延髓	75
(三) 微循环和物质交换	57	(二) 脑桥	75
第三节 心血管系统功能调节	58	(三) 大脑皮层	75
一、神经调节	59	二、呼吸反射	75
		(一) 化学感受器反射	75
		(二) 牵张感受器反射	76
		(三) 防御反射	76
		简要的总结	76
		第六章 消化和吸收	78

第一节 消化	78	二、尿生成过程	102
一、机械消化	78	（一）肾小球的滤过功能	102
（一）咀嚼和吞咽	78	（二）肾小管和集合管的重吸收功能	105
（二）胃肠道运动	79	（三）肾小管和集合管的排泄和分泌功能	107
二、化学消化	81	第二节 肾脏对尿液的浓缩和稀释功能	109
（一）唾液的组成和作用	81	一、各段小管对水的重吸收的特点	109
（二）胃液的组成和作用	81	二、决定水的可控性重吸收的基本因素	109
（三）小肠内消化液的组成和作用	82	三、肾髓质间质高渗梯度的形成	110
第二节 吸收	84	四、尿液的浓缩和稀释及其与终尿量的关系	111
一、小肠在吸收中的重要地位	84	第三节 影响尿生成的因素	112
二、吸收的基本机制和部位	84	一、影响原尿生成的因素	113
三、各类营养物质的吸收形式和途径	84	（一）影响有效滤过压的因素	113
第三节 粪便的形成和排便	86	（二）滤过膜的改变	113
一、粪便的形成	86	二、影响和调节终尿生成的因素	113
二、排便反射	86	（一）渗透压感受器反射	113
第四节 消化功能的调节	87	（二）容量感受器反射	114
一、神经调节	87	（三）肾素-血管紧张素-醛固酮系统	114
（一）消化管的神经支配及其作用	87	第四节 尿液的贮存和排放	115
（二）消化器官活动的反射调节	88	一、膀胱的容受性舒张	116
二、体液调节	89	二、排尿反射	116
简要的总结	89	简要的总结	117
第七章 能量代谢与体温	91	第九章 神经系统	118
第一节 能量代谢	91	第一节 神经元活动的一般规律	118
一、能量消耗与产热量	91	一、神经纤维兴奋传导的特征	118
（一）机体能量转化和利用的特点	91	二、突触和突触传递	118
（二）能量代谢的测定原理和方法	91	（一）突触的结构和分类	119
二、影响能量代谢率的因素	93	（二）突触传递过程	119
三、基础代谢率（BMR）	95	（三）神经递质	120
第二节 体温	96	第二节 反射中枢	122
一、体温正常值	96	一、兴奋在中枢扩布的特征	123
二、产热与散热	97	（一）突触与中枢信息的传递	123
三、体温的中枢调节	99	（二）中枢神经元的联系方式与中枢的整合功能	123
简要的总结	100	二、中枢抑制	124
第八章 排泄	102		
第一节 尿及其生成过程	102		
一、尿量和尿的理化性质	102		

(一) 突触后抑制	125
(二) 突触前抑制	125
第三节 神经系统的感觉功能	127
一、感受器的生理特性	127
(一) 适宜刺激	127
(二) 换能作用	127
(三) 适应现象	127
二、特异性与非特异性传入系统	127
(一) 特异性传入系统	127
(二) 非特异性传入系统	128
三、丘脑和大脑皮层的感觉功能	128
(一) 丘脑的感觉功能	128
(二) 大脑皮层的感觉功能	129
四、内脏痛与牵涉痛	129
(一) 内脏痛的特征	129
(二) 牵涉痛的产生原理和意义	130
第四节 神经系统对躯体运动的调节	130
一、运动单位和神经肌肉接头处的兴奋传递	130
(一) 运动单位	130
(二) 神经肌肉接头处的兴奋传递	131
二、脊髓对躯体运动的调节	132
(一) 牵张反射及其类型	132
(二) 牵张反射的意义	133
三、脑干网状结构对肌紧张的调节	133
(一) 脑干网状结构易化区及其作用	133
(二) 脑干网状结构抑制区及其作用	134
(三) 去大脑僵直	134
四、小脑对躯体运动的调节	134
(一) 维持身体平衡	135
(二) 调节肌紧张	135
(三) 协调随意运动	135
五、大脑皮层对躯体运动的调节	135
(一) 大脑皮层的主要运动区	135
(二) 锥体系统及其作用	135
(三) 锥体外系及其作用	136
(四) 上、下运动神经元损伤对肌肉活动的影响	136

第五节 神经系统对内脏功能的调节

一、植物性神经的主要功能和生理意义	137
(一) 植物性神经的主要功能	138
(二) 植物性神经的生理意义	138
二、植物性神经的递质及其受体	138
(一) 递质	138
(二) 受体	139
三、植物性神经中枢	140
(一) 脊髓	140
(二) 脑干	141
(三) 下丘脑	141
(四) 大脑皮层	141

第六节 脑的高级功能

一、条件反射	141
(一) 条件反射的建立和消退	141
(二) 条件反射的泛化和分化	142
(三) 人类条件反射活动的特点	142
(四) 条件反射的形成机制和意义	143
二、大脑皮层语言中枢和优势半球概念	143
三、大脑皮层的电活动	143
四、觉醒与睡眠	144
(一) 慢波睡眠(同步化睡眠)	144
(二) 快波睡眠(去同步化睡眠)	145
简要的总结	145

第十章 感觉器官

第一节 视觉器官

一、折光系统的功能	147
(一) 折光系统的组成和作用	147
(二) 眼的调节功能	148
(三) 眼的折光异常	149
二、感光系统的功能	151
(一) 视网膜的感光细胞	151
(二) 视网膜的光化学反应	151
(三) 视敏度和视野	152

第二节 位听器官

一、听觉功能	154
(一) 声波的传导	154

(二) 耳蜗的换能作用	155
(三) 耳蜗对声音的初步分析	155
二、平衡功能	156
(一) 前庭的结构与功能	157
(二) 半规管的结构与功能	157
简要的总结	157
第十一章 内分泌	159
第一节 概述	159
一、内分泌系统	159
二、激素的化学分类	159
三、激素作用原理	159
(一) 含氮类激素作用的原理	159
(二) 类固醇激素作用的原理	159
第二节 垂体	160
一、下丘脑与垂体的联系	160
(一) 下丘脑与腺垂体的功能联系	169
(二) 下丘脑与神经垂体的联系	161
二、腺垂体	161
(一) 生长激素	161
(二) 催乳素	162
(三) 促黑素细胞激素	162
(四) 促激素	163
三、神经垂体	163
(一) 神经垂体的作用	164
(二) 神经垂体激素释放的调节	164
第三节 甲状腺	164
一、甲状腺激素	164
(一) 甲状腺激素的合成与贮存	164
(二) 甲状腺激素的分泌与运输	165
二、甲状腺激素的生理作用	165
(一) 促进新陈代谢	165
(二) 维持机体正常生长发育	165
(三) 其它作用	165
三、甲状腺分泌的调节	166
(一) 下丘脑-腺垂体的调节作用	166
(二) 反馈作用	166
第四节 肾上腺	166
一、肾上腺皮质	166
(一) 肾上腺皮质激素的种类与化学结构	166
(二) 肾上腺皮质激素的生理作	

用	137
(三) 肾上腺皮质功能活动的调节	169
二、肾上腺髓质	170
(一) 肾上腺髓质激素的合成与灭活	170
(二) 肾上腺髓质激素的作用	170
(三) 肾上腺髓质激素分泌的调节及其对机体的意义	170
第五节 胰岛	171
一、胰岛素	171
(一) 胰岛素的生理作用	171
(二) 胰岛素分泌的调节	172
二、胰高血糖素	172
(一) 胰高血糖素的作用	172
(二) 胰高血糖素分泌的调节	172
第六节 甲状旁腺和甲状腺C细胞	172
一、甲状旁腺	172
(一) 甲状旁腺素的作用	172
(二) 甲状旁腺素分泌的调节	173
二、甲状腺C细胞	173
(一) 降钙素的作用	173
(二) 降钙素分泌的调节	173
简要的总结	173
第十二章 生殖	175
第一节 男性生殖	175
一、睾丸的功能	175
(一) 睾丸的生精功能	175
(二) 睾丸的内分泌功能	176
二、睾丸活动的调节	176
(一) 下丘脑-腺垂体对睾丸活动的调节	176
(二) 睾丸对下丘脑-腺垂体的反馈抑制作用	176
三、精子的成熟与贮存	177
四、勃起与射精	177
五、精液	178
第二节 女性生殖	178
一、卵巢的功能	178
(一) 卵巢的生卵功能	178

(二) 卵巢的内分泌功能	179
二、卵巢活动的调节	180
(一) 下丘脑-腺垂体对卵巢活动的调节	180
(二) 卵巢对下丘脑-腺垂体的反馈作用	180
三、月经周期	180
(一) 月经周期中子宫内膜的变化	180
(二) 月经周期的形成	181
第三节 妊娠	182
一、受精	182
(一) 精子与卵子的运行	182

(二) 精子获能	182
(三) 受精过程	182
(四) 精子与卵子结合	183
二、着床	183
三、妊娠的维持及激素的调节	183
(一) 人绒毛膜促性腺激素	184
(二) 人绒毛膜生长素	184
(三) 类固醇激素	184
四、分娩	184
五、乳腺功能的调节	185
简要的总结	185
生理学实验指导	187
生理学教学大纲	227

第一章 绪 论

生理学是研究机体正常生命活动规律的科学。人体生理学是专门研究人体正常生命活动规律的一门科学。人体生理学是适应人们的生活实践特别是医学实践的需要而发展和发展起来的，反过来又推动医学的进一步发展。医学是防治疾病的科学，而在患病中表现出来的种种病理过程，无一不是正常生命活动发生量变和质变的结果，只有掌握正常生命活动的规律，才有可能去探索病理变化的规律。我们学习人体生理学这门课程，正是为了给进一步学习有关课程特别是医学专业课程打下牢固的生理学基础。

机体是由物质组成的结构复杂的生物个体，人体更是我们地球上迄今为止发展最为完善的物质体系。机体的生命活动与非生物相比固然有质的差异，但终归也不外是物质运动的表现，只是机体的物质运动形式要比在非生物复杂得多，它服从于更高级的物质运动规律。功能以结构为基础，结构与功能相适应。机体正是在进化的长河中适应不断变化着的功能要求而形成了愈益复杂的结构，同时显示出愈益复杂的功能。所以，我们一定要用辩证唯物主义的观点去揭示机体内各种复杂的物质运动规律及其所表现的生命现象，只有这样，才能正确理解生命活动的规律，才能培养和提高科学思维能力，才能把所学的生理学知识有效地运用到医学实践中去。

第一节 生命和内环境稳态

一、机体的自我更新

机体区别于非生物的突出特点在于它具有自我组织和自我复制的能力，表现为营养、反应、生长、生殖等基本生命活动。这类活动是由机体结构所决定的。从物质组成上看，机体所含元素，无一不存在于非生物，所不同的是在机体内存在有许多非生物所缺乏的特殊分子结构，如糖和脂类，特别是蛋白质和核酸，其中核酸和蛋白质是构成机体的基本成分之一。但是，即使是这类特殊分子结构，单独拿出来时，也并不显示出什么生命现象。只有当这类元素和分子按照一定序列和方式组合起来，才能装配成携带生命现象的细胞或机体。机体内的每一系统、每种组织和各类细胞，结构复杂，各司专职，组合精密，井然有序。机体的这种有序结构便是它实现其生命活动的前提。保持机体的这种完整有序的结构，要依靠机体通过其自身的新陈代谢而实现的不断的自我更新。通过分解代谢过程，细胞或机体得以把陈旧的、无用的、多余的或有害的物质分解，把衰老的、垂死的或受损伤的组织成分拆除，并在分解能量物质的过程中把蕴藏于其中的能量释放出来，供实现各项生命活动的需要。通过合成代谢过程，细胞或机体得以合成建造自身结构所需要的造型物质，更替被拆除掉的组织成分，积累生命活动所需要的能量物质。因此可以说，机体通过新陈代谢而不断进行的自我更新，正是生命现象的最本质的特征。新陈代谢一旦停止，自我更新便会中断，生命也就随之终结。

二、机体内环境和稳态

细胞或机体在凭借新陈代谢实现自我更新的过程中，势必要与它所处的环境进行不

断的物质交换和能量交换。脱离环境，细胞或机体将无法生存。细胞或机体正是在与环境始终不息的交换之中求取生存和发展的。

(一) 内环境的组成

人是生存于大气环境中的个体，人的生存和发展有赖于他同这一大气环境之间的物质交换和能量交换。但是，体内数以亿计的细胞，绝大多数并不与整个机体生存的环境相接触，而是生存在与之迥然不同的液体环境之中。因此就把整个机体所处的生存环境称为机体外环境，简称外环境；而把体内细胞所处的生存环境称为机体内环境，简称内环境。内环境是沟通体内细胞与外环境的媒介。那么内环境是由体内何种成分组成的呢？大家知道，人体内含有大量水分，约占体重的60%。体内的水分及溶解于其中的溶质，总称为体液。体液遍布于细胞内外，分布于细胞内者称为细胞内液，分布于细胞外者称为细胞外液（如血浆、组织液、淋巴液、脑脊液、房水等等）。细胞外液充满于细胞间隙，细胞浸浴在细胞外液之中，细胞在自我更新过程中正是与细胞外液直接进行物质交换和能量交换的。不难看出，细胞所处的生存环境是由细胞外液构成的，所以内环境就是细胞外液（图1-1）。

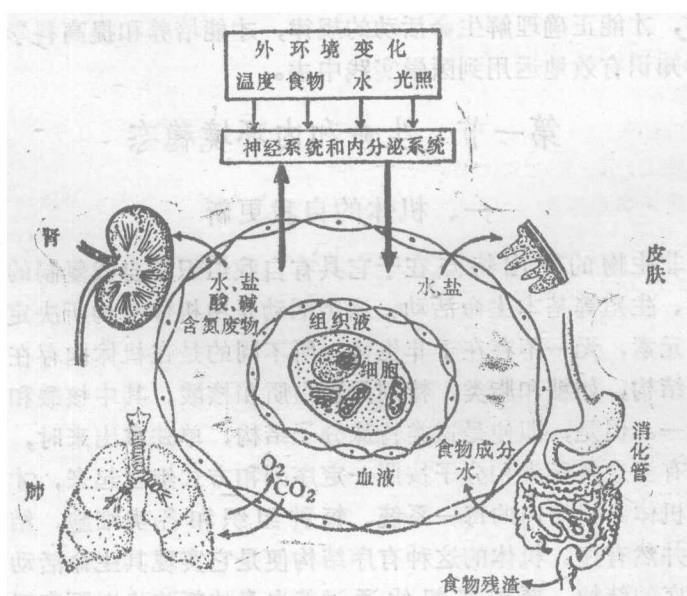


图 1-1 内环境的组成及其稳态的维持

(二) 内环境稳态的意义及其干扰因素

不论是外环境或是内环境，都应具备一定条件才能满足机体或细胞的代谢需要。例如，机体要求外环境中一定要具备相宜的气候、合适的光照、充足的水源、丰富的物质等等。而体内细胞对内环境的要求则更加苛刻。内环境中的种种条件，如温度、pH、渗透压、各种物质浓度等等，其数值的波动只能限于一定范围之内（例如，从口腔测得的舌下温度应维持在36.7~37.7℃），否则将会严重干扰细胞代谢。内环境种种条件保持质和量的相对恒定的状态，称为内环境稳态。内环境稳态之能否得以保持，涉及到细胞或机体的健康与疾病，生存与死亡。

但是,在机体的整个生存过程中,内环境稳态总是要受到干扰,这种干扰可来自两个方面。一方面,外环境条件无时无刻不在变动,这必然会随时影响生存于该环境中的机体的内环境条件。另一方面,浸浴在内环境中的细胞,在生存过程中不断与内环境进行物质交换和能量交换,这不可避免地会随时影响它赖以生存的内环境,例如,氧和营养物质减少,二氧化碳和代谢产物增多,温度上升, pH 下降等等。由此可见,细胞或机体必须随时感受内外环境中发生的变化,并相应地改变自身的功能状态或结构,及时纠正由该种环境变化导致的内环境紊乱,恢复内环境稳态,才能得以生存和发展。而这一切都要靠细胞或机体的一系列彼此相关的生理活动和生物化学反应来实现。

第二节 刺激和反应

一、刺 激

机体内外环境中发生的变化并非都能为细胞或机体所感受,这取决于变化的能量形式、幅度、速率和时程。能为细胞或机体感受到的内外环境变化,称为刺激。刺激按其能量形式可分为化学刺激、电流刺激、机械刺激、温度刺激和放射刺激等等;刺激按其生理意义又可分为适宜刺激和非适宜刺激(详见感觉器章)。

二、反 应

内外环境变化对细胞或机体发挥刺激作用之后,会影响其代谢过程,表现为功能状态或结构发生相应变化,以适应该种环境变化。例如,外环境中气温升高时,会使机体散热活动加强(出汗或出汗增多)以防止体温过高;反之亦然。再譬如,内环境中二氧化碳浓度增高,会作用于神经系统有关部位,使支配呼吸运动的中枢活动增加,引起呼吸加深加快,以排出过多的二氧化碳,使内环境中的二氧化碳浓度得以回降,反之亦然。细胞或机体受刺激后所发生的一切变化,称为反应。

不同细胞组织的反应有各自的特殊表现。神经组织反应表现为电冲动的形成和传导方面的变化,腺组织反应表现为分泌活动方面的变化,肌组织反应表现为张力或长度方面的变化,造血组织反应表现为血细胞演化方面的变化,等等。不同组织发生反应时显示出这类各具特色的表现形式,称为该细胞组织的特殊功能活动。任何细胞组织都有它所独具的特殊功能活动。

三、兴奋和抑制

不同细胞组织在反应形式上可表现出共性,即兴奋和抑制。这是两种性质相反的基本反应形式。接受刺激后,细胞或机体的反应表现为特殊功能活动的出现或加强,称为兴奋;例如上面举过的出汗或出汗增多、呼吸加深加快等等。接受刺激后,细胞或机体的反应表现为特殊功能活动的减弱或停止,称为抑制;例如出汗减少或停止、呼吸变浅变慢等等。除兴奋和抑制这两种功能状态之外,在安静条件下细胞或机体所处的功能状态,称为生理静息状态,此时在外部表现上不显示明显的特殊功能活动。但这并非真正的静息。在生理静息状态下,细胞或机体仍在不停地进行着新陈代谢,仍在积累着能量,为反应的发生做好准备。所以说生理静息状态乃是实现特殊功能活动的基础。

四、兴奋性和刺激阈

细胞或机体接受刺激作用后能够发生反应(或是兴奋,或是抑制)。细胞或机体对刺激发生反应的能力或特性,称为兴奋性。不同细胞组织的兴奋性高低不一。兴奋性的高低指的是反应发生的难易程度;兴奋性高的细胞或组织易于发生反应,兴奋性低的细胞组织不易于发生反应。神经组织、肌组织和腺组织的兴奋性较高,故称它们为可兴奋组织。此外,即使是同一种细胞组织由于所处功能状态不同,其兴奋性高低也会有所差异(详见各论)。

衡量兴奋性高低,可以用刺激强度做指标。同一种刺激之能否产生作用,取决于其强度是否达到或超过一个临界值,这个临界值称为刺激阈或阈强度。刺激阈是引起细胞或机体发生反应所需要的最低刺激强度。凡是强度等于刺激阈的刺激,称为阈刺激;凡是强度高于刺激阈的刺激,称为阈上刺激;凡是强度低于刺激阈的刺激,称为阈下刺激。在刺激阈和兴奋性之间显然存在着反变关系。刺激阈越低,说明细胞组织对该种刺激越敏感,即兴奋性越高;反之,刺激阈越高,则说明细胞组织对该种刺激越迟钝,即兴奋性越低。

细胞组织兴奋性的高低取决于其功能状态,其功能状态取决于环境条件,而细胞组织的兴奋性和功能状态则决定着它在机体整体反应中所发挥的作用。

第三节 机体功能的调节

人体内的各种细胞组织并非孤立地进行着新陈代谢,并非独自地决定自身的兴奋性和功能状态。机体是由各种细胞组织按特定结构方式相互联系成的具有特定功能的统一整体。机体的整体功能并不等于体内各细胞组织在孤立状态下的功能活动的机械相加。体内各细胞组织之间存在着千丝万缕的联系。正是由于这种广泛联系和相互制约,才使机体得以呈现出不同于孤立细胞组织功能活动的整体活动特征。机体的整体活动就在于适应环境变化,完成个体生存和种族繁衍的生物学任务。生物进化到人类,迈入社会生活,由主动适应环境达到能动地改造环境的阶段,所以人还要肩负起他所承担的社会职责。这一切显然与任何细胞组织的孤立活动有质的差异。因此,体内各细胞组织新陈代谢的类型、强度和持续时间,或者说,体内各细胞组织的兴奋性和功能状态,都要符合在该瞬间机体与环境的相互关系,服从机体整体要求。使体内细胞组织相互协调一致的生理活动,称为机体功能的调节,包括神经调节、体液调节和自身调节三种。

一、神经调节

(一) 中枢和反射

神经调节是神经系统通过神经纤维对其所支配的器官所实现的调节。接受神经调节的器官,称为效应器。神经系统由中枢神经和周围神经两大部分组成。中枢部分通过周围神经中的传入和传出纤维而与身体各处的效应器保持广泛的双向联系。中枢神经内部各级神经元之间也存在更加复杂得多的往返联系。中枢神经系统中包含大量具有特定功能的神经中枢(专门调节某一特定生理过程的神经元群)。神经系统的活动一般都要通

过神经中枢才能实现。机体或其器官组织在神经中枢参与下发生的反应，称为反射。

(二) 反射弧

反射是通过反射弧实现的。反射弧是反射活动的基础结构，由五个基本环节组成，即感受器、传入神经、神经中枢、传出神经和效应器〔图 1-2〕。在自然生存条件下，反射活动都需经完整的反射弧来实现：一定刺激作用于感受器，使其兴奋起来产生电冲动，经传入神经传至神经中枢，神经中枢对此冲动加以分析综合之后

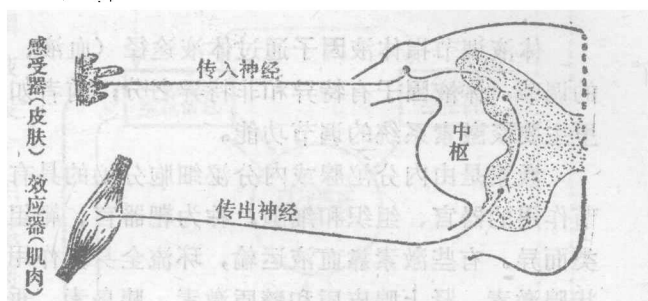


图 1-2 反射弧

再发出电冲动，沿传出神经下达给效应器，使其表现出相应的功能状态的变化。反射弧中任一环节损伤，都会使通过该反射弧实现的反射不复出现〔图 1-2〕。

(三) 非条件反射和条件反射的特点和意义

反射的种类很多，按其形成条件和反射弧特点可分为非条件反射和条件反射两类。非条件反射是生来就有、由遗传因素所决定、无需后天训练即可出现的反射。如角膜受刺激时的瞬目反射，食物入口的唾液分泌反射，还有与生殖活动有关的性反射，等等。非条件反射的反射弧是固定的，绝大多数终生不变。所以，作为机体适应活动的一种基本反应而言，非条件反射是比较恒定的，对个体生存和种族繁衍都具有重要意义。条件反射则不是生来就有的，它是机体在生后的个体生存过程中，在一定条件下建立于非条件反射基础之上的反射。例如，人在饥饿时看到食物外形和颜色或嗅到食物的气味，就会有唾液分泌出来。这与食物入口后引起的唾液分泌截然不同。食物入口后，神经系统所受的刺激是食物本身的理化条件，而看到或嗅到食物后，神经系统所受的刺激只是食物的外部属性，所以此时的唾液分泌反射属于条件反射。这种条件反射性唾液分泌之所以能够出现，是因为人每当进食时都同时看到过食物的形状和颜色或嗅到过食物的气味。在进食时除唾液分泌中枢兴奋之外，相应的视觉和嗅觉中枢也同时处于兴奋状态。这种情形反复出现，久而久之，在相应的视觉中枢和嗅觉中枢与唾液分泌中枢之间，就会接通一种暂时性的联系通路，形成一个原来并不存在的新的反射弧，使原本互不关联的视觉和嗅觉刺激同唾液分泌反应之间显现出因果关系。凭借条件反射，机体可以在刺激本身尚未达到之前即做出相应反应，使机体活动获得了预见性，以防御反应为例，它有利于机体趋吉避凶，防患于未然，所以机体对环境的适应就更为积极主动。此外，条件反射的反射弧是在一定条件下接通的，是在原本无关的非条件反射弧之间临时架接起来的暂时联系。这种联系不是一成不变的，它既可在一定条件下建立起来，又可以在一定条件下消退，使机体活动获得了可塑性，有利于机体随机应变，保留回旋的余地，所以机体对环境的适应就更为机动灵活，精密细致。从中不难体会到，作为机体适应活动的一种反应而言，条件反射极大地提高了机体的生存能力，使其不仅可以主动多变地适应环境，而且还可以机智灵活地去改造环境。

在机体的个体生存过程中，适应环境变化的要求，在非条件反射基础上纷纷建立起来的条件反射不可胜数。于是在成年机体的神经系统活动中，表现明显的纯粹的非条件

反射就极为罕见了。

二、体 液 调 节

体液调节指体液因子通过体液途径（血液、淋巴液、组织液）对各种器官组织实现的调节。体液因子有特异和非特异之分；前者如激素，后者如二氧化碳、乳酸等等。这里主要谈激素系统的调节功能。

激素是由内分泌腺或内分泌细胞分泌的具有特殊生物活性的化学物质。接受激素调节作用的器官、组织和细胞，称为靶器官、靶组织和靶细胞。激素的转运途径随激素种类而异。有些激素靠血液运输，环流全身，作用于远隔器官，故称为全身性激素，如甲状腺激素，肾上腺皮质和髓质激素、胰岛素、垂体的各种激素，等等。另一些激素则是靠内分泌细胞周围的组织液转运，以扩散形式到达附近的靶细胞而对其发挥调节作用，故称为局部性激素。

内分泌系统的作用就在于使体内各细胞组织的代谢活动与整体需要协调一致。脱离了激素调节，细胞或机体的新陈代谢就会发生紊乱，使内环境稳态受到干扰，反过来又会使代谢紊乱更形加剧，细胞或机体就很难自我更新了。因此，内环境中各种激素的浓度一定要保持相对恒定，这也是内环境稳态的内容之一。以血糖调节为例，血液中的葡萄糖含量直接关系到全身各细胞组织能量物质供应，故应维持于一定的波动范围之内。当血糖高于正常范围时，胰岛就会增加胰岛素的分泌量（胰岛素在糖代谢过程中有降低血糖的作用）并减少胰高血糖素的分泌量（胰高血糖素在糖代谢过程中有提高血糖的作用），于是就可使血糖值回降至正常范围，反之亦然。

三、自 身 调 节

自身调节是器官、组织和细胞在不依赖于神经和体液因素的条件下凭借自身功能状态的改变而自动地产生的适应过程。它涉及的范围只限于该器官、组织和细胞的功能状态，属局部性的调节。例如，心室肌收缩力量可随收缩前心室腔内的血液量而作适应性的变化。就是说，在心室开始收缩之前（即心室舒张期末）室内血液量越多，室壁受牵张的程度就越大，收缩起来也就越有力，反之亦然。这就可以提高心肌的工作效率，不致于在驱血量不同的情况下花费相同的力。

四、自身调节、体液调节和神经调节的相互关系

自身调节准确而稳定，但其调节范围常常局限于某个细胞或某个组织器官内部。况且其调节能力有限，例如，脑血流的恒定在平均动脉血压波动于 60~140 毫米汞柱以外时便不能得以维持，于是就不得不仰仗于神经体液的全身性的调节活动了。而神经调节和体液调节两者也各具特色。体液调节传递速度小，接触范围大，激素的作用时间较长。所以体液调节最适于那些变化速率小、分布范围广、连续不断进行着的缓慢生理过程，如新陈代谢及与其密切相关的生理过程。神经调节传递速度快，可将冲动送至特定的效应器上，作用时间短暂。所以说，神经调节最适于那些变化速率大、定位精细、突起突止的快速生理过程，如躯体运动和内脏活动的应急调整。

以上讨论的是三种生理调节的各自特点，此外在发挥作用的条件下它们也是相互依

赖的。例如，神经系统除直接调节效应器外，尚可通过体液系统而对细胞组织实现间接调节，从而构成统一的神经体液调节。在神经体液调节过程中，由于有体液因素参与，就可将神经调解影响传送到没有神经纤维分布的细胞组织，这相当于扩大了神经调节的范围。反过来，神经组织本身的代谢过程同样也需要依赖于体液系统的调节。离开体液调节，神经系统也将失去实现其功能活动的基础。当然，在整体功能活动中，神经系统占主宰地位，尤其是在高级形式的适应活动方面更是如此。

由此即可得出这样的结论，自身调节、体液调节和神经调节，都是以自我更新为基础，以内环境稳态为中心，发挥各自的功能特点，共同维持着机体的完整统一和作为整体的机体对外环境的精确适应（图 1-3）。

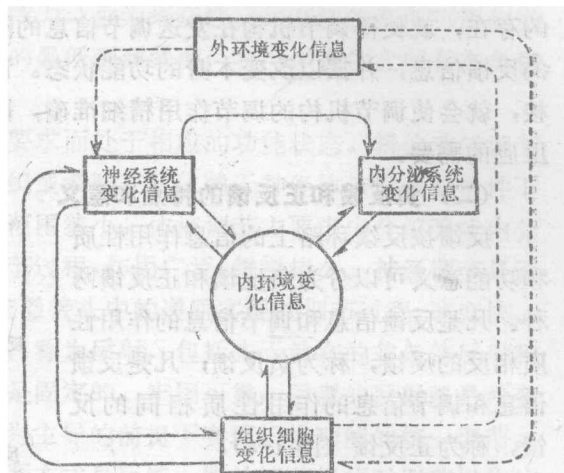


图 1-3 机体信息网络

实线：机体内部信息传递
虚线：机体与外环境之间的信息传递

五、反馈与机体功能调节

机体功能调节过程实质上是信息处理过程。所谓信息，就是以信号编码*形式报导某一事件发生的消息。任何细胞均具有接收、分析、综合、贮存和发送信息的功能。内外环境中出现的种种变化，可以通过相应的信号编码形式发出信息。神经系统、内分泌系统或其它细胞组织接收这一信息并对之进行分析综合之后，将据此相应地更动自身的代谢过程和功能状态，同时又以相应的信号编码形式将自身变化信息发送出去，而为相应的器官组织所接收。机体与环境之间以及机体各部之间的这种信息传递和处理过程，是上述三种功能调节方式的共同基础。实际上机体的各级调节机构就是机体在进行过程中，为适应整体统一活动的需要而逐步形成和不断完善着的庞大复杂、结构合理、组织精密、效率高超的通信网络（图 1-3），这个通信网的中心就是进化中出现最晚的神经系统，特别指的是它的中枢神经部分。

（一）反馈和反馈环路

凡是功能调节过程都要涉及调节一方和被调节一方，前者称为调节机构，后者称为被调节机构。调节机构通过其调节信息来控制被调节机构的功能状态。被调节机构接受调节信息后，其自身功能状态的变化也同样是一种信息，可以通过一定途径传到相应的调节机构，使该调节机构的功能状态发生相应变化。这种由被调节机构向调节机构发送信息而对调节机构功能状态施加的影响，称为反馈。由被调节机构发向调节机构的信息，称为反馈信息；反馈信息所经由的途径，称为反馈途径；被调节机构和反馈途径与调节机构和调节途径形成的闭合回路，称为反馈环路，简称反馈环（图 1-4）。由于反馈

* 编码指的是信号以一定方式进行的时间和/或空间组合。