

全国高职高专教育医药卫生类专业课程改革“十二五”规划教材

供临床医学、护理学、医学检验技术、医学影像技术、
口腔医学、助产、康复治疗技术等专业用

生理学

主编 叶颖俊

Physiology

江苏科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

生理学 / 叶颖俊主编. —南京: 江苏科学技术出版社, 2012. 9

ISBN 978-7-5345-9449-6

I. ①生… II. ①叶… 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(2012)第156481号

生理学

主 编	叶颖俊
责任编辑	徐祝平 王 云
特约编辑	李辉芳
责任校对	郝慧华
责任监制	曹叶平

出版发行	凤凰出版传媒集团 凤凰出版传媒股份有限公司 江苏科学技术出版社
集团地址	南京市湖南路1号A楼, 邮编: 210009
集团网址	http://www.ppm.cn
出版社地址	南京市湖南路1号A楼, 邮编: 210009
出版社网址	http://www.pspress.cn
经 销	凤凰出版传媒股份有限公司
印 刷	江苏凤凰数码印务有限公司

开 本	880 mm×1 230 mm	1/16
印 张	14	
字 数	335 000	
版 次	2012年9月第1版	
印 次	2012年9月第1次印刷	

标准书号	ISBN 978-7-5345-9449-6
定 价	35.00元

图书若有印装质量问题, 可随时向我社出版科调换。

前 言

《生理学》是生命科学的一个重要分支,是医学院校重要的专业基础课程。通过本课程的学习,掌握《生理学》相关的基本理论、基本知识和基本技能,为后续课程的学习奠定基础。

本教材编写的指导思想是突出专科教育特色,体现思想性、科学性、创新性、启发性、先进性和实用性,注重基本技能的培养,以培养广大临床医疗卫生人才为宗旨。

本教材在编写过程中注重内容的选择和编排,以“够用、适用”为原则,着重于“三基”,适当简化原理,体现新的医学模式,力求文字精练、简洁、概括,内容丰富,层次清晰。本教材未介绍牵涉痛的机制、衰老等内容;加大了社会心理因素对有关疾病影响的论述;考虑到当前青年人群的特点,保留了妊娠与避孕的内容。在有些内容的表述方面,有的用图表归纳表述,有的将大段文字分段分点表述,以方便理解和记忆,达到更好的学习效果。教材的每章内容设有学习目标,章末有思考题,方便学习把握重点,激发学生积极思考,提高学习效果。为增加趣味性、增加知识内容的含量,书中以知识链接的形式,对某些内容进行一定的引伸和拓展。本教材还编写了同步的学习与实验,方便学生复习,满足实践教学地开展。

本教材主要适用于高中起点的三年制临床医学专业,兼顾专科层次其他医学专业的需要,同时也可以作为专科层次成人教育的参考用书。

本书在编写过程中参考并吸收了已出版的生理学 and 人体解剖生理学等相关教材,得到了参编院校的大力支持,在此一并致谢。

各位编委在编写过程中,融入了各自的教学经验和成果,力求做到教师好教,学生好学。由于编写时间紧迫,编者水平所限,不妥之处在所难免,恳请广大师生批评指教,以便及时修订。

编 者
2012 年 6 月

目 录

绪论	1
第一节 概述	1
一、生理学的任务	1
二、生理学与医学的关系	1
三、生理学的研究水平	1
四、生理学的研究方法	2
第二节 生命活动的基本特征	2
一、新陈代谢	2
二、兴奋性	2
三、生殖	3
第三节 人体与环境	3
一、人体与外环境	3
二、内环境与稳态	4
第四节 人体功能的调节	4
一、调节方式	4
二、控制系统	6
第一章 细胞的基本功能	8
第一节 细胞的跨膜物质转运功能	8
一、单纯扩散	9
二、易化扩散	9
三、主动转运	10
四、入胞和出胞	12
第二节 细胞的信号转导功能	13
一、离子通道耦联受体介导的信号转导	13
二、G-蛋白耦联受体介导的信号转导	13
三、酶耦联受体介导的信号转导	13
第三节 细胞的生物电现象	14
一、静息电位	14
二、动作电位	15
第四节 肌细胞的收缩功能	20
一、神经-骨骼肌接头处的兴奋传递	20



二、骨骼肌的兴奋—收缩耦联·····	21
三、骨骼肌的收缩原理·····	22
四、骨骼肌的收缩形式·····	24
五、影响骨骼肌收缩的主要因素·····	25
第二章 血液 ·····	27
第一节 血液的组成及理化特性·····	27
一、血液的组成·····	27
二、血液的理化特性·····	28
第二节 血细胞·····	29
一、红细胞·····	29
二、白细胞·····	31
三、血小板·····	32
第三节 血液凝固与纤维蛋白溶解·····	33
一、血液凝固·····	33
二、纤维蛋白溶解·····	36
第四节 血型与输血·····	37
一、血量·····	37
二、血型·····	37
三、输血·····	38
第三章 血液循环 ·····	40
第一节 心脏生理·····	40
一、心肌的生物电现象·····	40
二、心肌的生理特性·····	44
三、心脏的泵血功能·····	48
四、心音与心电图·····	54
第二节 血管生理·····	55
一、各类血管的功能特点·····	55
二、血流量、血流阻力和血压·····	56
三、动脉血压和动脉脉搏·····	57
四、静脉血压和静脉回流·····	59
五、微循环·····	60
六、组织液与淋巴液的生成与回流·····	61
第三节 心血管活动的调节·····	63
一、神经调节·····	63
二、体液调节·····	67
三、社会心理因素对心血管活动的影响·····	69
第四节 器官循环·····	69
一、冠状动脉循环·····	69
二、脑循环·····	71
三、肺循环·····	72



第四章 呼吸	74
第一节 肺通气	75
一、肺通气动力	75
二、肺通气阻力	77
三、肺通气功能的评定指标	79
第二节 气体交换	80
一、气体交换原理	80
二、气体交换过程及影响因素	81
第三节 气体在血液中的运输	83
一、氧气的运输	84
二、二氧化碳的运输	86
第四节 呼吸运动的调节	88
一、中枢神经性调节	88
二、反射性调节	90
第五章 消化与吸收	93
第一节 消化道的运动	93
一、消化道平滑肌的生理特性	93
二、咀嚼和吞咽	94
三、胃的运动	95
四、小肠的运动	96
五、大肠的运动	97
第二节 消化液及其作用	97
一、唾液及其作用	97
二、胃液及其作用	98
三、胰液及其作用	99
四、胆汁及其作用	100
五、小肠液及其作用	100
六、大肠液、大肠内细菌及其作用	101
第三节 吸收	101
一、吸收的部位和机制	101
二、小肠内主要营养物质的吸收	101
第四节 消化器官活动的调节	103
一、神经调节	103
二、体液调节	104
三、消化活动的神经—体液调节	105
四、社会心理因素对消化功能的影响	106
第六章 能量代谢和体温	107
第一节 能量代谢	107
一、机体能量的来源和转化	107
二、能量代谢的测定	108



三、影响能量代谢的主要因素	109
四、基础代谢	110
第二节 体温	110
一、体温及其生理变动	110
二、机体的产热和散热	111
三、体温调节	113
第七章 尿的生成和排出	115
第一节 概述	115
一、排泄的概念及途径	115
二、肾的生理功能	115
三、肾的结构及血液循环特点	115
第二节 尿液生成的过程	120
一、肾小球的滤过功能	120
二、肾小管和集合管的重吸收功能	123
三、肾小管和集合管的分泌功能	130
第三节 尿液的浓缩和稀释	132
一、肾髓质高渗梯度的形成和维持	132
二、尿液浓缩和稀释的过程	134
三、影响尿液浓缩和稀释的因素	134
第四节 尿生成的调节	135
一、肾交感神经	135
二、体液调节	135
第五节 尿液及其排放	139
一、尿量及尿液的组成和理化特性	139
二、尿液的排放	140
第八章 感觉器官的功能	143
第一节 概述	143
一、感受器与感觉器官的概念和分类	143
二、感受器的生理特性	143
第二节 视觉器官	144
一、眼的折光功能	145
二、眼的感光功能	147
三、与视觉有关的生理现象	148
第三节 听觉器官	150
一、外耳和中耳的功能	150
二、内耳的感音功能	152
三、听阈和听域	153
第四节 前庭器官	154
一、前庭器官的感受细胞	154
二、半规管的功能	154
三、椭圆囊和球囊的功能	155



四、前庭反应	155
第五节 其他感觉器官	156
一、嗅觉器官	156
二、味觉器官	157
三、皮肤的感觉功能	157
第九章 神经系统的功能	158
第一节 神经元及反射活动的一般规律	158
一、神经元和神经纤维	158
二、突触传递	160
三、神经递质和受体	163
四、反射中枢	165
第二节 神经系统的感觉功能	168
一、脊髓与脑干的感觉传导功能	168
二、丘脑及其感觉投射系统	169
三、大脑皮质的感觉分析功能	170
四、痛觉	171
第三节 神经系统对躯体运动的调节	172
一、脊髓对躯体运动的调节	172
二、脑干对肌紧张的调节	175
三、小脑对躯体运动的调节	176
四、基底神经节对躯体运动调节	177
五、大脑皮质对躯体运动的调节	178
第四节 神经系统对内脏活动的调节	180
一、自主神经系统的功能	180
二、各级中枢对内脏活动的调节	182
第五节 脑的高级功能	183
一、人类大脑皮质的活动特征	183
二、学习与记忆	183
三、大脑皮质的语言中枢	184
四、大脑皮质的电活动	185
五、觉醒与睡眠	186
第十章 内分泌	188
第一节 概述	188
一、激素的分类及信息传递方式	188
二、激素的作用机制	189
三、激素作用的一般特征	190
第二节 下丘脑与垂体	191
一、下丘脑与垂体的功能联系	191
二、腺垂体的功能	192
三、神经垂体的功能	194



第三节 甲状腺	194
一、甲状腺激素的合成与代谢	194
二、甲状腺激素的生理作用	196
三、甲状腺激素分泌的调节	197
第四节 肾上腺	197
一、肾上腺皮质激素	197
二、肾上腺髓质激素	199
第五节 胰岛	200
一、胰岛素	200
二、胰高血糖素	201
第六节 甲状旁腺和甲状腺 C 细胞	201
一、甲状旁腺激素	201
二、降钙素	201
三、维生素 D ₃	202
第七节 其他激素	202
一、松果体激素	202
二、胸腺激素	202
三、前列腺素	202
第十一章 生殖	203
第一节 男性生殖	203
一、睾丸的功能	203
二、睾丸功能的调节	204
第二节 女性生殖	204
一、卵巢的功能	205
二、月经周期	206
三、卵巢内分泌与月经周期的调节	206
四、妊娠与避孕	208
五、分娩与授乳	209
六、社会心理因素对生殖系统的影响	209
参考文献	211

绪 论

◎学习目标

掌握:生命活动的基本特征;内环境与稳态的概念和意义;人体功能活动的调节方式。

熟悉:兴奋性的衡量指标—阈值;新陈代谢的概念和意义;反馈的概念和分类;正反馈和负反馈的概念和意义。

了解:生理学的任务、研究方法和三个研究水平;生理学与医学的关系;人体与外环境的关系;人体功能调节的非自动控制系统和前馈控制系统。

第一节 概 述

一、生理学的任务

生理学(physiology)是生物科学的一个分支,是研究正常机体功能及其活动规律的科学。机体是有生命的个体的统称,机体功能就是整个生物及其各个部分所表现的各种生命现象或生理功能,如呼吸、消化、血液循环等。生理学的任务是研究人体生命活动的现象、过程、机制、意义以及影响因素,从而认识和掌握生命活动的规律,为防病、治病、增进健康、延长寿命提供科学理论依据。

二、生理学与医学的关系

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,医学中关于疾病问题的理论研究是以生理学的基本理论为基础的。19世纪法国著名的生理学家克劳德·伯尔纳(Claude Bernard)曾经十分中肯地指出:“医学是关于疾病的科学,而生理学是关于生命的科学。因此,生理学比医学更有普遍性。所以生理学必然是医学的科学基础。一个医师要研究生病的人,要用生理学来阐明和发展关于疾病的科学。”人体生理学作为一门重要的医学基础理论课,不只是因为“不了解正常功能就不能理解疾病”,更重要的是,医师在长期的临床实践中将遇到许多新问题,而认识和处理这些新问题以促使医学科学向前发展,常常要求助于生理学的理论和方法。同时,通过医学实践又可以检验生理学理论是否正确,并不断以新的内容和新的问题丰富生理学理论,并推动生理学研究。由于生理学对医学有重要作用,因此学好生理学十分重要。

三、生理学的研究水平

由于人体功能极为复杂,需要从不同的层次进行研究。通常将生理学的研究分为三个水平,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。构成人体的最基本结构和功能单位是细胞,每一个器官的功能都与组成该器官的细胞的生理特性密不可分,而细胞的生理特性又取决于构成细胞的物质分子,尤其是生物大分子的物理、化学特性。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加以研究。但人体又是一个统一的整体,整个人体的生理功能并不等于各器官



生理功能的简单总和,而是在各种生理功能之间体现着彼此相互联系、相互制约的完整而协调的过程,并与周围环境保持密切联系。因此,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。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。

四、生理学的研究方法

生理学既是一门自然科学,也是一门实验科学,大部分的生理学知识是从各种生理学实验中总结出来的,但又有别于物理、化学等一般自然科学,它的实验方法也有自己的特点。恩格斯曾说过:“生理学是有生命的物体的物理学,特别是它的化学,但同时它又不再专门是化学,因为一方面它的活动范围被限制了,另一方面它在这里又升到了更高的阶段。”生理学的奠基人哈维(William Harvey)首先将动物实验方法引进这一学科领域,他曾提出:“获得关于心脏知识的唯一可能途径,就是剖开动物观察活着的器官。”1628年哈维用动物活体实验,首先科学地阐明了血液循环的途径和规律,标志着生理学开始成为一门独立的科学,哈维被公认为近代生理学的奠基人。

生理学实验是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。在器官水平的生理学研究,动物实验常分为慢性实验和急性实验两大类,而急性实验又可分为在体实验与离体实验两种。慢性动物实验是在无菌麻醉条件下对健康动物进行手术,暴露要研究的器官或摘除、破坏某一个器官,然后在尽可能接近正常的情况下,观察所暴露器官的某些功能或摘除、破坏某器官后所产生的功能变化。急性在体实验是直接在动物体上观察某些因素对某个或某些器官的作用或影响,实验后将动物处死;急性离体实验是将动物的器官、组织或细胞从体内取出,将其置于适宜的人工环境下,观察某些因素对其的作用或影响。

动物实验的结果用于人体时要持慎重态度。如必须以人体为实验对象,应遵守自愿、知情和非创伤性原则。

近几十年来,由于基础科学和新技术的迅速发展,使得生理学的研究有了很大的进展。

第二节 生命活动的基本特征

一、新陈代谢

新陈代谢(metabolism)是指人体与外界环境之间的物质和能量交换,以及人体内物质和能量的转变以实现自我更新的过程。新陈代谢包括物质代谢和能量代谢两个方面。物质代谢是指人体与外界环境之间物质交换和人体内物质转变的过程。能量代谢是指人体与外界环境之间能量交换和人体内能量转变的过程。在新陈代谢过程中,既有同化作用,又有异化作用。同化作用(又称合成代谢)是指人体把从外界环境中获取的营养物质转变成自身的组成物质,并储存能量的过程。异化作用(又称分解代谢)是指人体把自身组成物质分解,释放其中的能量,并排出代谢终产物的过程。

新陈代谢是生命活动最基本的条件,是生命的基本特征,人体的生长、发育、遗传和变异等都是以前陈代谢为基础的,新陈代谢一旦停止,生命即终结。

二、兴奋性

兴奋性(excitability)是指人体或组织感受刺激产生反应的能力或特性,它是在新陈代谢的基础上产生的,也是生命活动的基本特征。在人体各种组织中,神经、肌肉和腺体的兴奋性最高,它们的反应迅速、易被观察,且有电变化为客观标志,在生理学上将这些组织称为“可兴奋组织”。



(一) 刺激与反应

人体生活在不断变化的环境中,能引起人体或组织产生反应的环境变化称为刺激(stimulus)。刺激按性质可分为: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,如情绪变化、社会变革等。生理实验中常用的是电刺激,这是因为电刺激能重复使用,可以定量控制,不易损伤组织。

作为刺激,要引起人体或组织产生反应,必须具备强度、时间和强度—时间变化率三个条件。刺激要达到一定的强度、时间和变化率才能引起人体发生反应。这三个要素的不同组合,可以得到各种各样的刺激。

知识链接

临床注射给药的“二快一慢”

临床上护士进行肌肉注射或皮下注射时,要遵循“二快一慢”的原则,即进针快、出针快、注射药慢,原因是进出针快可以缩短刺激时间,注射药慢能降低强度—时间变化率,两者均可减弱刺激强度,减轻患者痛苦。

反应是指刺激引起的人体或组织功能活动变化,是刺激引起的结果。例如肌肉收缩、腺体分泌、神经传导等。反应有兴奋(excitation)和抑制(inhibition)两种形式。兴奋是指人体或组织接受刺激后由相对静止转为活动或活动状态加强;抑制是指人体或组织由活动转为相对静止或活动强度减弱。虽然人体的功能十分复杂,但都是兴奋和抑制两种基本过程相互消长的结果。人体或组织接受刺激后产生兴奋还是抑制,主要是取决于刺激的质和量以及人体或组织所处的功能状态。

(二) 衡量兴奋性的指标——阈值

各种组织兴奋性的高低不同,通常用刺激强度作为判断兴奋性高低的客观指标。以肌肉收缩为例,将刺激时间和强度—时间变化率固定,从小到大逐渐增加刺激强度,可以测得恰好能引起肌肉收缩的最小刺激强度。这个恰好能引起组织(如肌肉)产生反应(如收缩)的最小刺激强度称为阈强度,简称阈值(threshold)。强度等于阈值的刺激称为阈刺激(threshold stimulus),强度小于阈值的刺激称为阈下刺激,而强度大于阈值的刺激称为阈上刺激。要引起组织产生反应,刺激的强度必须等于或大于阈值。阈值的大小与组织兴奋性呈负相关,即兴奋 $\propto 1/\text{阈值}$,也就是阈值愈小,组织兴奋性愈高,对刺激的反应愈灵敏;阈值愈大,组织兴奋性愈低,对刺激的反应愈迟钝。

三、生殖

生殖(reproduction)是指生物体生长发育到一定阶段后,能够产生与自身相似的子代个体的过程,是生物界普遍存在的一种生命现象,也是生命活动的基本特征之一(详见第十一章生殖)。

第三节 人体与环境

一、人体与外环境

自然界是人体赖以生存的外部环境,称为外环境,包括自然环境和社会环境。人与外环境之间的关系可以概括为适应环境和改造环境。

自然环境包括物理、化学、生物等因素,这些因素的不断变化对人体产生不同的刺激,而人体也相应地作出不同的反应,以适应环境的变化,达到人体与外环境的协调与统一。但人体对自然环境变化的适应能力是有一定限度的,如气温过高或过低,人体都无法适应。另一方面,人类利用科学技术,能够客观认识环境和能动改造环境,使之适合自己的需要。但随着人类社会活动的发展,人类赖以生存的自然环境不断遭到破坏,如环境污染、植被破坏、水土流失、生态失衡等,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。因此改造环境必须遵循自然规律。

社会环境包括社会因素和心理因素,由于两者关系密切,故常称为社会心理因素。人体许多功能活动都受到社会心理因素的影响,由于社会心理因素影响而导致疾病的情况明显增多,如心血管疾病、恶性肿瘤、消化性溃疡、内分泌失调等,都与社会心理因素有关。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,提高人们心理素质,增进人类健康,已成为 21 世纪医学的重要课题。

二、内环境与稳态

(一) 内环境

人体内的液体总称为体液(body fluid),包括细胞内液和细胞外液。正常成年人的体液量约占体重的 60%,其中:细胞内液约占 2/3;细胞外液约占 1/3,包括血浆、组织液、淋巴液、脑脊液和房水等。

人体中绝大多数细胞不与外界环境直接接触,而是浸浴在人体内部的细胞外液中,细胞外液是细胞直接生存和活动的体内环境,故称为内环境(internal environment)。内环境对细胞的生存以及维持细胞正常的生理功能十分重要。在细胞新陈代谢过程中,通过细胞膜与细胞外液之间不断进行物质交换,从细胞外液获取 O_2 和其他营养物质,同时将 CO_2 和其他代谢产物排入细胞外液。细胞要发挥正常的功能,需要适宜的理化条件,而这种适宜的理化条件也是由内环境提供的。

(二) 稳态

外环境千变万化,而内环境各种理化因素(如温度、渗透压、酸碱度、各种离子浓度等)相对的恒定,如体温不随自然环境变化而总维持在 $37^{\circ}C$ 左右。这种内环境的化学成分和理化性质相对稳定状态称为稳态(homeostasis)。稳态是一种动态平衡,包括两方面的含义:一方面是指细胞外液的化学成分和理化性质保持相对恒定,不随外环境的变化而明显变动。另一方面这种恒定状态并不是完全固定不变,而是在微小波动中保持相对恒定,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整个人体功能状态的相对稳定。

稳态的维持是一个复杂的生理过程。在外环境变化的影响和细胞新陈代谢不断破坏内环境稳定的同时,人体又通过器官的活动与调节使被破坏的稳态得以恢复。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的过程中得以保持和进行的。如果稳态不能保持,内环境的理化特性发生的变化超过人体的调节能力,就会损害人体的正常功能。例如,临床上的酸中毒,就是内环境的 H^+ 浓度超过正常界限,破坏了内环境的正常酸碱环境,如不迅速纠正将会引起严重后果。因此,稳态的维持具有极其重要的意义。

第四节 人体功能的调节

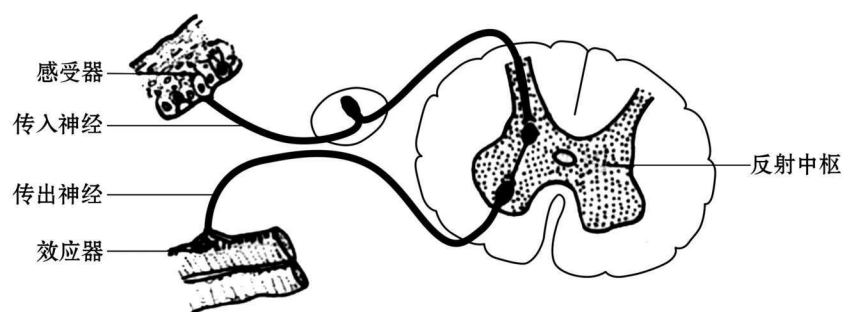
人体各部分的功能活动之所以能够相互配合和协调统一,对复杂的内环境和外环境变化作出恰如其分的反应,使之成为一个统一的整体,是因为人体具有完善调节机制。

一、调节方式

(一) 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),它在人体功能调节中起主导作用,其基本方式是反射(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。反射活动的结构基础是反射弧(reflex arc),由感受器、传入神经、反射中枢、传出神经和效

应器五部分组成(图绪-1)。感受器(receptor)是能感受刺激并将刺激转换为电信号的特殊结构装置。传入神经是把感受器产生的电信号以神经冲动的形式传入反射中枢的神经。反射中枢(reflex center)是位于中枢神经系统中完成某一反射活动的神经元群。传出神经是把反射中枢信号以神经冲动的形式传到效应器的神经。效应器(effector)是完成反射活动的器官,主要是肌肉和腺体。例如,手无意碰到火焰时,火焰的热刺激作用于手部皮肤,皮肤上的痛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入反射中枢,反射中枢通过分析处理,发出指令再以神经冲动的形式沿传出神经传向相应的肌肉,完成缩手动作。由此可见,反射是由刺激引起的经反射弧完成的一种规律性反应,它的完成有赖于反射结构的完整与功能的正常,如组成部分中有任何一个部分遭到破坏或功能障碍都不能完成反射活动。



图绪-1 反射弧模式图

根据形成过程,反射可分为非条件反射(unconditioned reflex)和条件反射(conditioned reflex),两者的形成条件、意义比较详见表绪-1。

表绪-1 非条件反射和条件反射的比较

	非条件反射	条件反射
形成	先天遗传,种族共有	后天获得
中枢	大脑皮质下能完成	必须通过大脑皮质完成
反射弧	恒定、稳固、数量有限	可变、不固定、数量无限
意义	适应性弱,维持基本生命活动	适应性强,扩展人类适应能力
举例	腱反射、吸吮反射等	望梅止渴、谈虎色变等

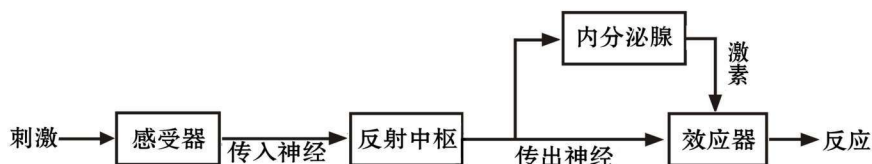
神经调节具有迅速、精确、作用时间短暂等特点,是人体最主要的调节方式,在人体应答环境变化中具有极为重要的意义。

(二) 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内分泌细胞分泌的激素,此外,还有细胞代谢产物(如 CO_2 、乳酸等)和一些生物活性物质(如组胺、缓激肽等)也可参与体液调节。在体液调节中化学物质的递送方式有多种:①经血液运输到达较远距离而发挥调节作用,参与全身性体液调节,又称为远距分泌,是体液调节的主要方式;②有些细胞产生的化学物质扩散到细胞周围的内环境中而只对附近细胞产生调节作用,属于局部性体液调节,又称为旁分泌;③还有一些神经细胞(如视上核、室旁核)合成的激素(抗利尿激素、缩宫素),当机体需要时再释放入血而发挥调节作用,称为神经分泌;④自分泌,即细胞分泌的激素在局部扩散后作用于产生该激素的内分泌细胞本身。

体液调节具有缓慢、广泛、作用时间持久等特点,在人体生长发育、新陈代谢等方面起着经常性调节作用。

人体大部分内分泌腺是受神经支配和调节的,体液调节实际上成为神经调节的一部分,是反射弧传出神经通路上的分支或延伸(图绪-2)。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)。人体的功能调节大多是这种复合式调节。



图绪-2 神经—体液调节

(三) 自身调节

组织、细胞在不依赖于神经或体液调节的情况下对刺激所产生的适应性反应称为自身调节(auto-regulation)。例如,在一定范围内,骨骼肌收缩力与初长度成正比,即收缩前的初长度越长,则收缩力越大;初长度越短,则收缩力越小。

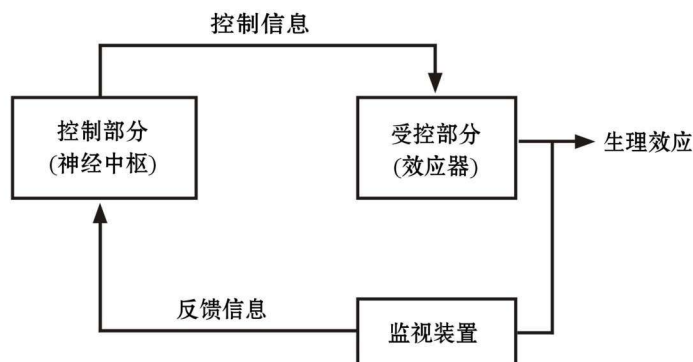
自身调节的特点是范围局限、幅度较小、灵敏度低,但对维持某些生理功能仍具有一定的意义。

二、控制系统

研究发现,人体功能调节过程与工程技术控制有许多相同的规律,因此常借用工程控制术语来描述人体功能调节过程。控制系统由控制部分和受控部分组成。人体功能调节的控制部分是发出指令的部位,如中枢神经系统或内分泌腺等;受控部分是指接收指令的部分,如效应器、靶细胞等。根据工作方式,控制系统可分为自动控制系统、非自动控制系统和前馈控制系统三类。

(一) 自动控制系统

自动控制系统又称反馈式控制系统(图绪-3),是控制部分发出指令作为控制信息管理受控部分的同时,受控部分又将其活动状况作为反馈信息反过来影响控制部分的活动,控制部分进而再调整对受控部分的指令。这种调节是双向的,是一个闭环系统,是人体功能调节控制中最普遍的方式。由受控部分发出的反馈信息来影响控制部分活动的过程称为反馈(feedback)。根据产生效应的不同,反馈分为负反馈和正反馈两种。



图绪-3 自动控制系统模式图

1. 负反馈 反馈信息与控制信息作用相反的反馈称为负反馈(negative feedback),即反馈后的效应与原效应的作用方向是相反的。例如,人受到刺激后血压升高,通过反馈回路将血压升高的信息传



到中枢,再由中枢发出指令调整心血管的功能状态,使心跳减慢、减弱,血管舒张,导致升高的血压又恢复到变化前的水平;反之,如果血压低于正常,则通过负反馈机制使血压回升至正常水平。由此可见,负反馈的作用在于维持机体各种生理功能的相对稳定。前文所说的稳态主要就是通过负反馈机制实现的。

2. 正反馈 反馈信息与控制信息作用相同的反馈称为正反馈(positive feedback),即反馈后的效应与原效应的作用方向是一致的。例如,血液凝固过程、排尿过程、分娩过程都是正反馈,这些过程一旦发动,就会通过正反馈使这些过程加强、加快,直到全部过程完成为止。由此可见,正反馈的作用在于促使某些生理活动一旦发动就迅速加强,直至完成为止。这类反馈在人体内为数不多。

(二) 非自动控制系统

非自动控制系统是控制部分发出指令作为控制信息管理受控部分的活动,但受控部分不会反过来影响控制部分的活动。这种控制方式是单向的,不具有自动控制的特征。这类控制系统在人体功能调节中极少见。

(三) 前馈控制系统

前馈(feed forward)控制系统是控制部分向受控部分发出指令的同时,又通过另一快捷途径向受控部分发出前馈信号进行调控,以使受控部分的活动更准确。如伸手拿东西时,脑发出指令使一定肌群收缩,同时又通过前馈机制,使肌肉活动受到制约,从而使整个动作准确、适度。条件反射也是一种前馈控制系统的活动,它可使人体的反应更具有预见性和超前性。

思考题

1. 引发反应的刺激应具备哪些条件?
2. 何谓内环境?内环境稳态有何生理意义?
3. 何谓神经调节、体液调节和自身调节?各有何特点?
4. 何谓正反馈和负反馈?有何生理意义?

(叶颖俊)

第一章 细胞的基本功能

◎学习目标

掌握:细胞膜的物质转运功能;静息电位和动作电位主要概念和产生机制;神经—肌肉接头处的兴奋传递过程。

熟悉:信号转导的方式;组织兴奋及其恢复过程中兴奋性的变化;兴奋收缩耦联的基本过程。

了解:影响骨骼肌收缩的主要因素;骨骼肌收缩的形式。

细胞是人体的基本结构和功能单位。人体的各种生理活动都是在细胞功能的基础上完成的。只有了解细胞的基本功能,才能更深入了解和认识器官、系统及整体活动及其规律。人体细胞种类多样,执行多种特定的功能,但是它们的某些功能活动有共性,本章介绍的就是这些具有共性的细胞的基本功能。

第一节 细胞的跨膜物质转运功能

细胞膜主要由脂质、蛋白质和极少量的糖类物质组成。1972年 Singer 和 Nicholson 提出的液态镶嵌模型(fluid mosaic model)已被学术界公认,这一模型学说认为:细胞膜以液态(在体温条件下呈液态,具有流动性)的脂质双分子层为基架;脂质分子间镶嵌着具有不同结构和功能的蛋白质,统称为膜蛋白;有些脂质分子和膜蛋白上结合着具有不同功能的糖链(图 1-1)。

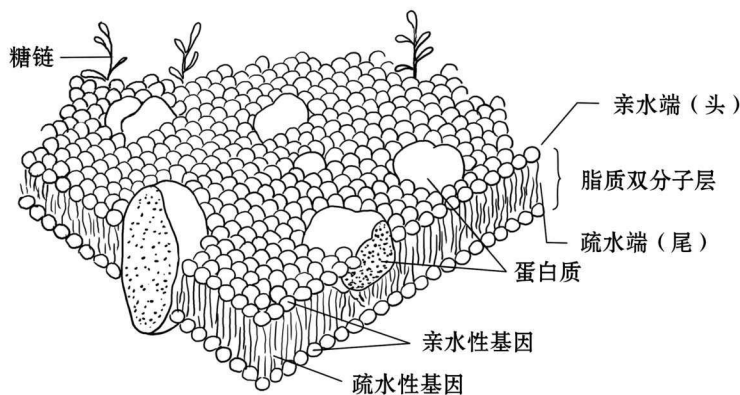


图 1-1 细胞膜的液态镶嵌模型

细胞膜是细胞的屏障,它把细胞内外的物质分隔开,使细胞成为一个相对独立的单位,它还是细胞与外界物质交换及信息传递的媒介。进出细胞的物质种类很多,有脂溶性的和水溶性的;带电的和不带电的;大分子的和分子的。细胞膜转运物质的形式也多种多样,现将已认识到的几种转运形式分别介绍如下: