



全国医药类高职高专护理专业“十二五”规划教材

供护理、涉外护理、助产、临床医学、检验、
药学、康复、影像技术、口腔、中医等专业用

生理学

第 2 版

● 主编 徐筱跃 郭 兵



第四军医大学出版社

全国医药类高职高专护理专业“十二五”规划教材
供护理、涉外护理、助产、临床医学、检验、药学、康复、
影像技术、口腔、中医等专业用

生理学

第2版

主 编 徐筱跃 郭 兵

副主编 孙玉锦 胡丽华

编 者 (按姓氏笔画排序)

于晓婷 (辽宁卫生职业技术学院)

刘 平 (江西中医药高等专科学校)

孙玉锦 (雅安职业技术学院)

吴春生 (淮北卫生学校)

张莉蓉 (成都大学医护学院)

胡丽华 (江西护理职业技术学院)

胡秋芳 (乐山职业技术学院)

袁 英 (重庆医药高等专科学校)

徐筱跃 (乐山职业技术学院)

高胜利 (山西医科大学汾阳学院)

郭 兵 (重庆医药高等专科学校)

唐 杨 (盘锦职业技术学院)

第四军医大学出版社·西安

图书在版编目(CIP)数据

生理学/徐筱跃,郭兵主编. —2版. —西安:第四军医大学出版社,2012.6(2013.1重印)

ISBN 978-7-5662-0185-0

I. ①生… II. ①徐… ②郭… III. ①人体生理学-高等教育-教材 IV. ①R33

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第122611号

生理学

- 主 编 徐筱跃 郭 兵
责任编辑 张永利
出版发行 第四军医大学出版社
地 址 西安市长乐西路17号(邮编:710032)
电 话 029-84776765
传 真 029-84776764
网 址 <http://press.fmmu.sn.cn>
印 刷 陕西奇彩印务有限责任公司
版 次 2012年6月第2版 2013年1月第7次印刷
开 本 787×1092 1/16
印 张 16.75
字 数 390千字
书 号 ISBN 978-7-5662-0185-0/R·1025
定 价 32.00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

出版说明

为全面贯彻教育部颁布的《国家中长期教育改革和发展规划纲要》等文件精神,适应我国高职高专护理专业教材建设及教学改革的需要,第四军医大学出版社于2011年6月全面启动全国医药类高职高专护理专业“十二五”规划教材第二轮编写工作。

本轮教材编写着力构建具有护理专业特色和专科层次特点的课程体系,以职业技能的培养为根本,与护士执业资格考试新大纲紧密结合,力求满足学科、教学和社会三方面的需求。全套教材包括基础课程、专业课程两大板块。其中,基础课程以应用为目的,以必需、够用为度,构建传授知识、培养能力、提高素质三位一体的基础理论教学体系。专业课程围绕技术应用型人才的培养目标,强调突出护理、注重整体、体现社区、加强人文的原则,构建以护理技术应用能力为主线的、相对独立的实践教学体系。充分体现理论与实践的结合,知识传授与能力、素质培养的结合。注重全套教材的整体优化,处理好不同教材内容的联系与衔接,避免遗漏和不必要的重复。

为更好地体现上述编写思想,本套教材对编写内容进行模块化设计,每个模块基于利“教”、利“学”、利“考”的理念,进行创新及优化:新增“考点链接”模块,以提高学生解决难点问题的综合能力;每章后附有适量综合测试题,全书末附有1~2套模拟测试卷,题型设计尽量贴近护士执业资格考试新大纲内容,使学生能更准确地把握护士执业考试新大纲的变化。

全套教材包括护理专业基础及临床27门科目,主要供三年制高职高专护理、涉外护理、助产专业及其他医学相关专业参考使用。

全国医药类高职高专护理专业 “十二五”规划教材(第2版)编审委员会

主任委员 朱京慈

委 员 (按姓氏笔画排序)

于洪宇	马晓飞	王绍锋	王润霞
艾继周	卢爱工	朱青芝	朱祖余
任云青	刘 红	刘庚祥	刘端海
孙学华	李春卉	李俊华	杨 梅
杨云山	杨守国	杨丽莎	吴伯英
何平先	张晓林	陈元进	陈佑泉
赵小玉	赵丽华	郝 静	姚军汉
袁 杰	高晓勤	宾映初	曹庆旭
阎国钢	梁金香	彭 波	曾昭惠
雷良蓉	赫光中	谭 工	潘润存
戴 琳			

前 言

《生理学》是为医药类高职高专院校护理、涉外护理、助产、临床医学、检验、药学、康复、影像技术、口腔、中医等专业编写的一本教材。本教材着力构建具有专科层次特点的课程体系，以职业技能的培养为根本，与护士执业资格考试紧密结合，力求满足课程、教学和实践三方面的需求。以应用为目的，以必需、够用为度，构建传授知识、培养能力、提高素质三位一体的基础理论教学体系。

本教材注重基础理论、基础知识和基本技能的培养。教材力求反映现代生理学发展水平与趋势，力求密切联系专科和高职教育实际，将生理学知识与临床紧密结合，有适当的深度和广度，重点突出，内容充实。全书结构精炼，安排合理，各章节都配有适当的图表，有利于阅读。

本次教材的编写工作是在第1版基础上进行修改和完善，编写格式和编写人员也有所变动。具体的编写分工为：第一章——徐筱跃；第二章——胡丽华；第三章——于晓婷；第四章——郭兵；第五章——吴春生；第六章——胡秋芳；第七章——张莉蓉；第八章——袁英；第九章——刘平；第十章——孙玉锦；第十一章——唐杨；第十二章——高胜利。相关的实验内容由对应章节的老师编写。

全书内容在第1版基础上增加了实验，由两个部分组成：第一部分是实验总论，第二部分为实验各论。书末附有生理学实验项目名称，各院校可根据专业教学要求和实验条件进行选择。本课程按72学时进行编写，建议定为4学分。

尽管我们在主观上力求把教材编写得更好一些，但由于编者的学识和水平有限，疏漏之处在所难免，敬请广大师生批评、指正。

徐筱跃

2012年4月

目 录

第一章 绪论	(1)
第一节 生理学的任务和研究方法	(1)
第二节 生命的基本特征	(2)
第三节 机体的环境和稳态	(4)
第四节 人体功能的调节	(5)
第二章 细胞的基本功能	(9)
第一节 细胞膜的物质转运功能	(9)
第二节 细胞的跨膜信号转导功能	(13)
第三节 细胞的生物电现象	(14)
第四节 肌细胞的收缩功能	(18)
第三章 血液	(23)
第一节 血液的组成和理化特性	(23)
第二节 血浆	(25)
第三节 血细胞生理	(26)
第四节 血液凝固和纤维蛋白溶解	(30)
第五节 血型与输血	(34)
第四章 血液循环	(37)
第一节 心脏生理	(37)
第二节 血管生理	(52)
第三节 心血管活动的调节	(60)
第四节 器官循环	(65)
第五章 呼吸	(69)
第一节 肺通气	(69)
第二节 肺换气和组织换气	(75)
第三节 气体在血液中的运输	(77)
第四节 呼吸运动的调节	(79)
第六章 消化与吸收	(83)
第一节 概述	(83)
第二节 口腔内消化	(85)

第三节	胃内消化	(86)
第四节	小肠内消化	(90)
第五节	大肠的功能	(92)
第六节	吸收	(93)
第七章	能量代谢与体温	(96)
第一节	能量代谢	(96)
第二节	体温	(98)
第八章	尿的生成和排出	(105)
第一节	概述	(105)
第二节	尿的生成过程	(108)
第三节	影响尿生成的因素	(118)
第四节	尿液及其排放	(121)
第九章	感觉器官的功能	(124)
第一节	感受器的一般生理特性	(124)
第二节	视觉器官的功能	(125)
第三节	位、听觉器官的功能	(130)
第十章	神经系统	(134)
第一节	神经元活动的一般规律	(134)
第二节	神经系统的感觉功能	(143)
第三节	神经系统对躯体运动的调节	(148)
第四节	神经系统对内脏活动的调节	(154)
第五节	脑的高级功能	(160)
第十一章	内分泌	(166)
第一节	概述	(166)
第二节	下丘脑与垂体的内分泌	(169)
第三节	甲状腺的内分泌	(173)
第四节	肾上腺的内分泌	(175)
第五节	胰岛的内分泌	(179)
第六节	甲状旁腺、甲状腺 C 细胞的内分泌与维生素 D ₃	(180)
第七节	松果体的激素与前列腺素	(181)
第十二章	生殖	(183)
第一节	男性生殖	(183)
第二节	女性生殖	(185)
第三节	妊娠与分娩	(188)

实验	(191)
第一部分 实验总论	(191)
第一节 生理学实验须知	(191)
第二节 生理学实验常用仪器、设备、器械简介	(193)
第三节 常用生理溶液的配制	(201)
第四节 实验动物基本操作技术	(202)
第二部分 实验各论	(206)
实验一 坐骨神经-腓肠肌标本的制备	(206)
实验二 反射弧的分析	(208)
实验三 刺激强度和频率与骨骼肌收缩的关系	(209)
实验四 ABO 血型鉴定	(210)
实验五 红细胞渗透脆性的测定	(211)
实验六 出血时间和凝血时间的测定	(212)
实验七 影响血液凝固的因素	(213)
实验八 蛙心搏动的观察及起搏点的分析	(215)
实验九 期前收缩和代偿间歇	(218)
实验十 正常人体心音听诊	(220)
实验十一 人体动脉血压的测量	(221)
实验十二 哺乳动物动脉血压的调节	(223)
实验十三 胸膜腔内压观察	(226)
实验十四 人体肺活量的测定	(227)
实验十五 哺乳动物呼吸运动的调节	(227)
实验十六 胃肠运动的观察	(229)
实验十七 人体体温的测量	(230)
实验十八 影响尿生成的因素	(231)
实验十九 视敏度测定	(234)
实验二十 视野测定	(235)
实验二十一 色觉检查	(235)
实验二十二 声波传导途径	(236)
实验二十三 瞳孔对光反射和瞳孔近反射	(237)
实验二十四 破坏小鼠一侧小脑的观察	(237)
实验二十五 兔大脑皮层运动功能定位及去大脑僵直	(238)
模拟测试卷	(240)
参考答案	(246)

《生理学》教学要求及学时分配	(248)
附录 生理学实验项目名称	(250)
参考文献	(251)
中英文名词对照	(252)

第一章 绪 论

【学习目标】

掌握：兴奋性、内环境、稳态的概念和内环境稳态的意义；负反馈、正反馈的概念。

熟悉：兴奋、抑制、刺激、阈值、反射的概念；生命活动的基本特征；人体功能活动的主要调节方式；比较神经调节、体液调节、自身调节的特点。

了解：生理学的研究对象和任务，生理学研究的方法和研究的三个水平。

第一节 生理学的任务和研究方法

一、生理学的研究对象和任务

生理学 (physiology) 是生物科学的一个分支, 是研究生物体正常功能活动及其规律的一门科学。生物体 (organism) 也称机体, 是自然界中一切有生命物体的统称, 包括人和其他动物、植物、微生物。

生理学的研究对象是正常状态下生物体的功能活动, 对人和其他高等动物来说, 研究对象为细胞、组织、器官及其整体的功能活动, 如循环、呼吸、消化、排泄、运动、感觉、思维以及生殖等。生理学的任务是研究机体正常生命现象及其活动产生机制、条件、过程, 以及内、外环境变化对其功能活动的影响和机体所进行的相应调节, 进而掌握正常生命活动的规律。

二、生理学与医学的关系

生理学的产生和发展与医学有着十分密切的关系。一方面, 医学中关于疾病的理论研究都是以人体生理学的理论为基础; 另一方面, 医学的实践与发展不但能检验生理学理论是否正确, 而且不断对生理学提出新的课题, 推动生理学的研究与发展, 丰富生理学理论。对医护工作者来说, 不了解正常的人体功能, 就不能认识人体功能的异常, 当然也不能正确认识、诊断和治疗疾病。因此, 生理学是医学的重要基础理论学科之一。医学生只有学好了生理学, 才能为下一步学习病理学、药理学等其他医学基础及专业课程打下坚实的基础。

三、生理学的研究方法与研究水平

1. 生理学的研究方法 生理学是一门实验性科学, 它的所有知识都来自临床实践和实验研究。因此, 其研究方法是生理学实验 (physiological experiment), 生理学实验是在人工控制的条件下, 对生命现象进行客观观察和分析, 以获取生理学知识的一种

手段。主要是通过动物实验来进行,包括急性动物实验和慢性动物实验。

急性动物实验可分为离体和在体实验两种方法。离体实验是从活体动物身上取出所需的器官、组织、细胞或细胞内的某些成分,放在一个能保持其正常功能活动的人工环境中,观察人为干预因素对其功能的影响。在体实验是在动物麻醉的条件下,手术暴露某些所需研究部位,观察和记录某些生理功能在环境条件改变时的变化。

慢性动物实验以完整、清醒动物为研究对象,且尽可能保持外界环境接近自然,在较长时间内观察和记录某些生理功能的改变。实验前对动物作某些预处理,待动物康复后再进行观察。

2. 生理学的研究水平 由于人体是由各器官、系统相互联系、相互作用而构成的一个复杂的整体。因此,生理学主要从三个不同的水平进行研究。

(1) 器官与系统水平 是以各个器官和系统为研究对象,研究其生理活动的规律和调节机制,以及影响因素等。例如,研究心脏的射血功能、影响心脏活动的因素以及心脏活动对血液循环和整体生命活动的意义。

(2) 细胞与分子水平 是以细胞及其所含物质分子为研究对象,研究细胞及细胞内各种生物大分子的活动规律。如骨骼肌收缩时的肌丝滑行。

(3) 整体水平 是以完整机体为研究对象,研究机体内各器官、系统之间相互联系和相互影响。内、外环境变化对机体生理功能活动的影响,以及机体对环境变化所做出的各种相应应答。如神经系统、内分泌系统对器官和系统活动的调节;运动对机体各器官、系统生理功能的影响。

生理学三个不同水平的研究是相互联系和相辅相成的。只有宏观与微观、分析与综合相结合,才能全面地、正确地认识完整机体生命活动的规律。

第二节 生命的基本特征

通过科学家的观察、研究发现,自然界的生物体,无论是单细胞生物体还是高等动物和人类,不仅具有自己独特的功能活动,而且都具有新陈代谢、兴奋性和生殖,这是生物体生命活动的基本特征。

一、新陈代谢

新陈代谢 (metabolism) 是指机体与环境之间进行物质和能量交换的自我更新过程。新陈代谢包括合成代谢 (同化作用) 和分解代谢 (异化作用) 两个方面。合成代谢是指机体从外界环境中摄取营养物质,合成自身成分,并储存能量的过程;分解代谢是指机体分解自身成分,释放能量并将代谢终产物排出体外的过程。物质的合成与分解称为物质代谢;伴随物质代谢而产生的能量的储存、释放、转移、利用过程称为能量代谢。机体的一切功能活动都是建立在新陈代谢基础上的,新陈代谢一旦停止,生命也就随之终结。所以新陈代谢是生物体生命活动的最基本特征。

二、兴奋性

机体生活在不断变化的环境之中,机体的功能活动会随之发生改变。机体对刺激

产生反应的能力或特性称为兴奋性 (excitability)。在近代生理学中,通常将组织、细胞接受刺激后产生动作电位的能力称为该组织或细胞的兴奋性。

1. 刺激 刺激 (stimulus) 是指能为机体感受到的各种内外环境变化。按照刺激性质不同可划分为物理刺激 (如电、机械、温度、声、光和放射线等),化学刺激 (如酸、碱、盐及各种化学物质等),生物刺激 (如细菌、病毒等)。对人类来说,还有社会心理性因素形成的刺激。按刺激形式可分为适宜刺激和非适宜刺激。各种组织细胞都有各自的适宜刺激和非适宜刺激,例如,光波对眼感光细胞的刺激属于适宜刺激,而声波对眼感光细胞的刺激则属于非适宜刺激。

刺激具备三个要素 (或三个参数),即刺激的强度、作用时间和强度 - 时间变化率 (单位时间内刺激的变化幅度)。在生命活动过程中,并不是任何刺激都能引起机体产生反应,只有刺激达到一定刺激量,即参数必须达到某一个值才能引起机体发生反应。

2. 反应 机体或细胞受到刺激后所发生的功能活动的改变称为反应 (response)。当机体接受刺激而发生反应时,有两种表现形式,即兴奋和抑制。兴奋 (excitation) 是指机体接受刺激后,功能活动由相对静止状态转为活动状态,或由弱活动状态转为强活动状态;抑制 (inhibition) 是指机体接受刺激后,功能活动由活动状态转为相对静止状态,或由强活动状态转为弱活动状态。兴奋和抑制两者互为前提,对立统一,且可随条件改变而互相转化。

组织细胞受到刺激后是兴奋还是抑制,取决于刺激的质与量以及组织细胞受刺激时的机能状态。当机体功能状态不同时,同样的刺激,引起的反应可以不同。如人在饥饿、饱食不同状态下,对食物的反应是不相同的。

3. 刺激与兴奋性的关系 不同组织的兴奋性高低有所不同,即使是同一组织,处于不同的机能状态时,它的兴奋性高低也不相同,因此,通常用刺激强度来作为判断组织兴奋性高低的客观指标。如果保持刺激作用时间和强度 - 时间变化率两个参数固定不变,引起组织发生反应的最小刺激强度称为阈强度 (threshold intensity),简称阈值 (threshold)。强度等于阈值的刺激称为阈刺激,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则称为阈上刺激。单一的阈下刺激是不能引起组织兴奋的,要引起组织兴奋,刺激的强度必须等于或大于该组织的阈值。阈值的大小与组织的兴奋性呈反变关系。阈值愈小,组织的兴奋性愈高,对刺激的反应愈灵敏。反之,阈值愈大,组织的兴奋性愈低,对刺激的反应愈迟钝。神经、肌肉、腺体的兴奋性较高,受刺激后产生兴奋反应很明显,如神经表现为发放冲动与传导,肌肉表现为收缩,腺体表现为分泌。但神经、肌肉和腺体在产生不同外在表现之前,有一个共同的标志是先产生动作电位,然后才出现肌肉收缩、腺体分泌等个性反应。生理学中将神经、肌肉和腺体这些兴奋性较高的组织称为可兴奋组织。

课堂互动

护士在给患者进行肌肉注射药物时,为什么要“两快一慢”?

三、生殖

生物体生长发育到一定阶段后,能产生与自己相似的个体,这种过程称为生殖 (reproduction)。生殖是生物体繁衍后代,延续种系的基本生命特征。



第三节 机体的环境和稳态

一、外环境

人体生活在环境之中,当环境发生改变时,人体的功能活动随之受到影响。人体生活的环境包括外环境和内环境。外环境是指人生活的自然环境和社会环境。自然环境的各种变化如光照、气压、温度、湿度的变化形成刺激,不断作用于人体,引起人体对此作出相应的反应,以适应环境的变化,维持正常生命活动。此外,社会环境因素的变化,也要影响人体的生命活动。

组成人体的细胞,绝大多数并不直接与外界环境接触,而是生活在体液之中。

二、内环境与稳态

(一) 体液

人和动物体内含有大量液体,机体内的液体称为体液 (body fluid)。正常成人体液约占体重的 60%,其中约有 2/3 存在于细胞内 (约占体重的 40%),称为细胞内液;其余约 1/3 存在于细胞外 (约占体重的 20%),称为细胞外液,包括血浆 (约占体重的 5%)、淋巴液、组织液、脑脊液和房水等 (约占体重的 15%)。体液的各部分彼此隔开而又相互沟通。细胞内液与组织液之间通过细胞膜进行物质交换;血浆与组织液之间则通过毛细血管壁进行物质交换。血浆是沟通各部分体液并与外界环境进行物质交换的重要媒介,因而是各部分体液中最为活跃的部分。

(二) 内环境

内环境 (internal environment) 是指体内各种组织、细胞赖以生存的环境。由于体内绝大部分细胞直接生活在细胞外液的环境中,所以通常把细胞外液看作机体的内环境。

内环境不但为机体细胞的活动提供适宜的理化条件,使细胞的各种酶促反应和生理功能得以正常进行,而且它又是细胞直接进行新陈代谢的场所,既能为细胞代谢提供所需要的氧和营养物质,又接受细胞代谢产生的二氧化碳等代谢产物,然后通过血液的运输,由排泄器官排出体外。因此内环境对细胞的生存以及维持细胞的正常生理功能起着十分重要的作用。

(三) 稳态

正常情况下,内环境的理化性质如温度、渗透压、酸碱度及各种离子浓度等在一个非常窄小的范围内波动,这种内环境的理化性质保持相对稳定的状态称为稳态 (homeostasis)。也称自稳态。

内环境虽不随外环境的变动而发生明显变化,但也不是完全固定不变的静止状态,而是一种复杂的动态平衡。一方面细胞的代谢活动不断使稳态受到破坏;另一方面机体又通过各种调节机制和血液循环不断恢复稳态。因此,稳态是一个相对稳定的状态。

稳态具有十分重要的生理意义。因为细胞的各种代谢活动都是酶促反应,因此,

细胞外液中需要足够的营养物质、氧、水分以及适宜的温度、酸碱度、离子浓度和渗透压等。如果内环境稳态遭到严重破坏,超过机体的调节能力,将会影响人体细胞的正常功能活动,如高热、低氧、水与电解质以及酸碱平衡紊乱,可导致细胞功能的严重损害,引起疾病甚至危及生命。因此,稳态是细胞进行正常生命活动的必要条件。

目前,稳态的概念已大大扩展,不再局限于内环境的理化性质,而是扩大到泛指体内从细胞和分子水平、器官和系统水平到整体水平的各种生理功能活动,在神经和体液等因素调节下保持相对稳定的状态。维持各种生理功能活动的稳态主要依靠体内的负反馈控制系统。

第四节 人体功能的调节

人体由各种组织、器官和系统组成,作为一个有序的整体,具有较完备的调节系统和控制系统。当机体的内、外环境发生变化时,组织、器官能够做出相应的功能改变,使机体适应环境的变化,保持内环境稳态。机体这种对内、外环境变化的适应性反应和内部各器官系统间的协调统一,都是通过机体的调节系统来实现的。

一、生理功能的调节方式

(一) 神经调节

神经调节 (nervous regulation) 是指通过神经系统的活动对机体功能进行的调节。它在人体功能调节中起主导作用。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,机体对刺激产生的规律性应答。反射活动的结构基础是反射弧 (reflex arc)。典型的反射弧由感受器、传入神经、神经中枢、传出神经和效应器五部分组成 (图 1-1)。感受器能将所感受到的各种刺激转换为电信号,沿传入神经传向中枢,神经中枢对传入的信号加以分析、综合,然后将整合后的信息通过传出神经,传至效应器并改变效应器的活动,完成反射动作。反射活动的正常进行,有赖于反射弧结构与功能的完整性,反射弧中任何一个部分受到破坏或发生功能障碍,反射都不能完成。

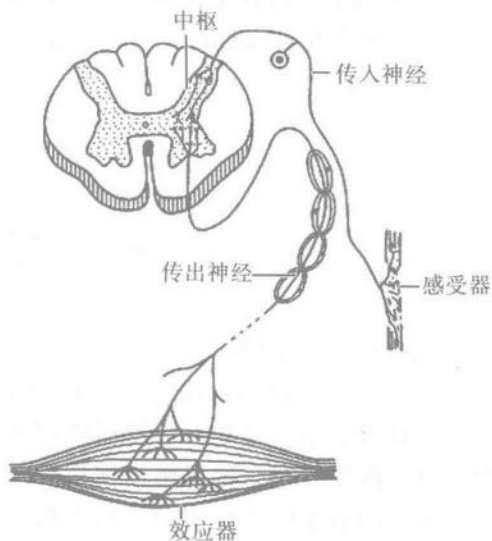


图 1-1 反射弧模式图

人和其他高等动物的反射可分为非条件反射和条件反射两大类。非条件反射 (unconditioned reflex) 是先天遗传的,其反射弧和反射活动都比较固定,数量有限,是一种原始的、初级的神经活动,多与维持人或其他动物生命的本能活动有关。例如,食物刺激口腔引起唾液分泌,肢体被火烧时的迅速回缩动作等。条件反射 (conditioned

reflex) 是建立在非条件反射的基础上, 经过后天学习训练获得的反射, 是一种高级神经活动。如“望梅止渴”、“谈虎色变”等例子就属于条件反射。条件反射的建立, 因其数量无限, 具有预见性, 大大扩展了人类适应环境变化的范围, 但在刺激与反应的因果关系上, 又具有不固定、灵活可变的特点。

神经调节的特点是反应迅速、准确, 作用部位局限和作用时间短暂, 具有高度的协调和整合功能, 是人体功能调节中最主要的调节方式。

(二) 体液调节

体液调节 (humoral regulation) 是指激素或某些生物活性物质通过体液途经对机体功能进行的调节。体液调节可分为全身性体液调节和局部性体液调节两种形式。前者是通过血液循环运送的激素 (如甲状腺激素、胰岛素等) 到达组织器官而发挥的调节作用, 这是体液调节的主要方式。后者是由某些细胞产生的代谢产物 (如二氧化碳、氢离子等) 或一些生物活性物质 (如组胺、缓激肽等) 通过局部组织液扩散, 调节邻近组织细胞的活动。它是体液调节的辅助方式。

因为人体的内分泌腺大多数是直接或间接接受神经系统支配, 在这种情况下, 体液调节实际上成为神经调节的一部分, 是反射传出通路的延长 (图 1-2)。这种以神经为主导, 有体液调节参加的复合调节方式称为神经-体液调节 (nervous-humoral regulation)。人体内的功能调节大多数是这种复合式调节。如肾上腺髓质受交感神经节前纤维的支配, 交感神经兴奋时, 可引起肾上腺髓质释放肾上腺素和去甲肾上腺素, 从而使神经系统与体液因素共同参与机体的调节。

体液调节的特点是作用缓慢, 时间持久, 范围广泛。对调节机体的代谢、生长、发育和生殖等生理过程具有重要意义。

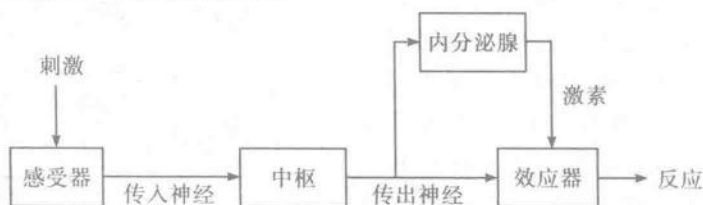


图 1-2 神经-体液调节示意图

(三) 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, 自身对环境刺激产生的一种适应性反应。例如, 在一定范围内增加骨骼肌的初长可增加肌肉的收缩张力; 当动脉血压在一定范围内降低时, 脑血管可舒张。而当动脉血压升高时, 脑血管可收缩, 从而维持脑血流量的相对稳定。

自身调节的特点是调节比较简单、调节幅度小, 范围局限, 但对组织器官的生理功能仍有一定的调节意义。

神经调节、体液调节和自身调节相互配合, 可使生理功能活动更趋完善。

课堂互动

比较神经调节、体液调节和自身调节特点有何不同?

二、人体功能调节的控制系统

人体功能的调控过程与工程技术中的控制过程具有相似的规律。根据控制论的原理,人体的调节系统可以看做是一个由控制部分和受控制部分组成的控制系统。人体内的控制系统可分为反馈控制系统、前馈控制系统和非自动控制系统。

(一) 反馈控制系统

反馈控制系统属于自动控制系统,该系统的基本特点是控制部分与受控制部分之间存在着往返的双向联系,形成一个闭环。由控制部分发送到受控部分的信息称为控制信息;由受控部分返回到控制部分的信息称为反馈信息。对机体而言,反射中枢或内分泌腺可看作控制部分,而其所支配的效应器或靶器官则可看作受控部分。由受控部分发送反馈信息反过来影响和调整控制部分功能活动的过程称为反馈(feedback)(图1-3)。

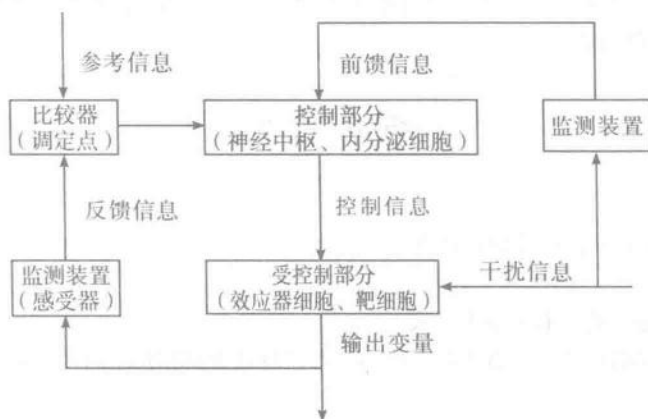


图1-3 生理功能的反馈控制系统和前馈控制系统示意图

根据反馈信息的作用性质不同,可将反馈分为负反馈和正反馈两类。

1. 负反馈 负反馈(negative feedback)是指受控部分发出的反馈信息抑制或减弱控制部分的活动,使受控部分的功能活动朝着与它原先功能活动相反的方向改变。例如,人受到刺激血压升高时,通过反馈回路将血压升高的信息传到心血管中枢,再由心血管中枢发出指令调整心脏和血管的功能状态,使心跳减慢减弱,血管舒张,使升高的血压逐渐降低,恢复到变化前的正常水平。

负反馈控制都有一个调定点。调定点是指自动控制系统所设定的一个工作点,使受控部分的活动只能在设定的工作点附近的一个狭小范围内变动。因此,负反馈的生理意义在于使机体的某种生理机能不至发生过大波动,而在一定水平上保持相对稳定。在机体功能调节中,负反馈最为多见。

2. 正反馈 正反馈(positive feedback)是指受控部分发出的反馈信息促进或加强控制部分的活动,使受控部分的功能活动朝着与它原先功能活动相同的方向改变。例如,血液凝固、排尿反射和分娩过程都是正反馈的例子。这些过程一旦被启动,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。因此,正反馈的生理意义