



全国成人高等教育专科规划教材
供护理、助产及其他医学相关专业使用

生理学

SHENGLIXUE

主 编/杜友爱 胡 庆



人民军医出版社

PEOPLE'S MILITARY MEDICAL PRESS

全国成人高等教育专科规划教材

供护理、助产及其他医学相关专业使用

生理学

SHENGLI XUE

主 编 杜友爱 胡 庆

副主编 张彩苹 周崇坦 张翠英 乔 蕾

编 者 (以姓氏笔画为序)

白瑞樱 新乡医学院

乔 蕾 河南职工医学院

刘桂莲 牡丹江医学院

杜友爱 温州医学院

张彩苹 山西医科大学第一医院

张翠英 长治医学院

金元哲 延边大学医学部

周崇坦 承德医学院

胡 庆 沧州医学高等专科学校

高亦珑 宁夏医科大学高职学院

黄 萍 温州医学院

潘 丽 广州医学院护理学院

潘桂兰 包头医学院



人民军医出版社

PEOPLE'S MILITARY MEDICAL PRESS

北 京

图书在版编目(CIP)数据

生理学/杜友爱,胡庆主编. —北京:人民军医出版社,2011.1

全国成人高等教育专科规划教材

ISBN 978-7-5091-4385-8

I. ①生… II. ①杜… ②胡… III. ①人体生理学—成人教育:高等教育—教材 IV. ①R33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 247797 号

策划编辑:徐卓立 文字编辑:银冰 责任审读:张之生

出版人:石虹

出版发行:人民军医出版社

经销:新华书店

通信地址:北京市 100036 信箱 188 分箱

邮编:100036

质量反馈电话:(010)51927290;(010)51927283

邮购电话:(010)51927252

策划编辑电话:(010)51927300—8743

网址:www.pmmp.com.cn

印刷:三河市祥达印装厂 装订:京兰装订有限公司

开本:787mm×1092mm 1/16

印张:17 字数:404千字

版、印次:2011年1月第1版第1次印刷

印数:0001~6000

定价:35.00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

全国成人高等教育专科规划教材（护理专业）

编 审 委 员 会

主任委员 金青松 赵富玺 毛兰芝

副主任委员 杨美玲 王玉良 李朝品
朱启华 周英 姚磊

委 员 （以姓氏笔画为序）

丁风云	于肯明	马跃美	王桂琴	王庸晋
尹卫东	邓荆云	龙霖	申玉杰	史宝欣
白昕	玄英哲	朱红	朱海兵	刘叶建
刘喜民	许礼发	孙乐栋	孙慧远	杜友爱
李兆君	李秀金	李春玉	李科生	杨玉南
杨立群	杨壮来	杨保胜	杨瑞贞	吴彩琴
宋晓亮	张琳	张丽华	张宝军	陈冬志
武秋林	金政	金玉忠	周立社	单伟颖
赵长安	贵亚琍	胡定伟	钟禹霖	姚军汉
高静	高健群	郭学军	曹凯	常唐喜
崔香淑	章晓红	梁玉	彭力辉	薛松梅
戴达宁	魏瑞荣			

编辑办公室 郝文娜 徐卓立 池静

全国成人高等教育专科规划教材（护理专业）

教材目录

1. 学士学位英语统一考试指导教程	张宝军	主编
2. 医用基础化学	李兆君	主编
3. 人体解剖学	杨壮来等	主编
4. 组织学与胚胎学	金 政	主编
5. 生理学	杜友爱等	主编
6. 生物化学	赵长安	主编
7. 病理学	丁风云	主编
8. 病原生物学	赵富玺等	主编
9. 免疫学基础	毛兰芝	主编
10. 医学遗传与优生	杨保胜等	主编
11. 病理生理学	章晓红等	主编
12. 护理药理学	于肯明等	主编
13. 护理学基础(含导论)	杨瑞贞等	主编
14. 健康评估	刘叶建等	主编
15. 社区护理学	李春玉等	主编
16. 内科护理学(含传染病)	王庸晋等	主编
17. 外科护理学	彭力辉	主编
18. 妇产科护理学	吴彩琴等	主编
19. 儿科护理学	薛松梅	主编
20. 医院感染护理学	王桂琴	主编
21. 五官科护理学	孙慧远	主编
22. 精神科护理学	邓荆云	主编
23. 皮肤性病护理与美容	孙乐栋	主编
24. 中医护理学	金玉忠等	主编
25. 急救护理学	高健群等	主编
26. 康复护理学	郭学军	主编
27. 老年护理学	高 静	主编
28. 护理健康教育	单伟颖	主编
29. 营养与膳食指导	崔香淑等	主编
30. 护理礼仪与行为规范	金青松	主编
31. 护理心理学	玄英哲等	主编
32. 护理管理学	胡定伟	主编
33. 人际沟通与护理实践	史宝欣	主编
34. 护理伦理学	朱启华	主编
35. 护理与法	白 昕	主编

出版说明

CHU BAN SHUO MING

《全国成人高等教育专科规划教材》(护理专业)由人民军医出版社于 2010 年组织出版,全套共 35 本,主要供医学院校成人专科教育的护理、助产类专业使用,其中基础和人文教材还可供检验、影像、口腔、康复、营养、医疗美容等其他医学相关专业使用。

本套教材立足国情,紧紧围绕国家对成人专科教育的各项要求编写。教材突出“以岗位需求为导向,以能力素质为核心”的特色定位;坚持“以整体人为中心”的护理理念,适应护理模式的转变,吸收护理学最新研究成果,努力反映临床护理服务向预防、康复、健康教育、社区人群干预、家庭护理等领域扩展的趋势;力求使全套书从内容到形式更加符合护理学成人高等专科教育的培养目标、人才规格和专业要求。

考虑到受教育者大多来自临床护理岗位,有一定的实践经验,但脱产学习时间少,阶段性强的特点,全套教材在内容取舍上着力体现“必需为准、够用为度”的原则。基础知识要求针对性强,为专业课解惑;专业知识则围绕护理程序展开,注意知识的更新和疾病谱的变化,有利于临床综合能力的提高;课程之间特别强调相互衔接,避免重复。为了提高学习效率,教材中的各章节末设置了“学习指导”,其中“本章小结”栏目对所学内容做出扼要总结和归纳,提示学习中的重点、难点;“实践与思考”栏目提供灵活多变的案例或问题,调动大家通过自身实践,加速知识的消化和吸收。

参加本套教材编写的是 30 多所医学院校遴选出一批具有丰富临床和教学实践经验的专家。在本套教材出版之际,我们对各院校给予的大力支持,对编者们付出的辛勤劳动表示衷心的感谢。希望各院校在使用中注意反馈总结,使本套教材不断完善,真正成为受到院校好评的成人护理高等教育专科教材。

《全国成人高等教育专科规划教材》(护理专业)

编审委员会

2010 年 10 月

前

言

QIAN YAN

为适应高等医学教育发展形势的需要,人民军医出版社于2010年1月在北京召开了“全国成人高等教育专科规划教材”(护理专业)的编委会,确定了本套教材的主编和副主编,以后陆续召开了各教材的主编及编者会及定稿会议。根据会议的精神和要求,我们编写出版了这本《生理学》教材。

本教材除了强调基本理论、基本知识和基本技能,体现教材的思想性、科学性、先进性、启发性和适用性外,更注意高等医学教育的特点,针对教材的读者对象是成人中等医学教育的在职护理人员,学习后应达到相应专科水平的需要,力求体现够用、适用为度的宗旨。编写中我们力求突出护理专业的特点,把知识传授、能力培养、素质提高融入教材中,在内容上有一定的缩减,既避免不必要的重复,又防止重要内容的遗漏,还涵盖了执业护士生理学考试大纲的内容。本教材注重创新,体现特色,力争贴近社会需要,贴近学生需求。文字表达通俗易懂,言简意赅,深入浅出,突出重点,概念明确。本书每章后均有学习指导,设有“实践与思考”或“知识链接”等栏目,增加了教材的可读性、适用性。

本教材编写人员均为长期在教学第一线、具有丰富教学经验、最了解学生需求的骨干教师。大家分工合作,最后由主编统一修编完成。本书编写过程中,得到了各参编单位领导的大力支持,在此一并表示衷心的感谢。

由于时间仓促,水平有限,书中难免有不足或错误之处,恳请广大师生和读者在使用过程中批评指正,以便今后修订改进。

编 者

2010年10月

目 录

MU LU

第 1 章 绪论	1
第一节 生理学的研究任务、方法和水平.....	1
一、生理学的研究任务	1
二、生理学的研究方法和水平	1
第二节 生命的基本特征.....	2
一、新陈代谢	2
二、兴奋性	2
三、适应性	2
第三节 机体的内环境.....	3
第四节 人体生理功能的调节.....	3
一、人体生理功能的调节方式	3
二、人体生理功能调节的自动控制	4
第 2 章 细胞的基本功能	7
第一节 细胞膜的物质转运功能.....	7
一、单纯扩散	8
二、易化扩散	8
三、主动转运.....	10
四、胞吐与胞吞.....	12
第二节 细胞的跨膜信号转导功能	13
一、跨膜信号转导系统.....	13
二、细胞内信号转导系统.....	13
第三节 细胞的生物电现象	14
一、静息电位及其产生机制.....	14
二、动作电位及其产生机制.....	15
三、动作电位的引起及传导.....	17
第四节 肌细胞的收缩功能	18
一、神经-肌肉接头的兴奋传递	18
二、骨骼肌的收缩机制.....	19

三、骨骼肌的兴奋-收缩耦联	20
四、骨骼肌收缩的外部表现.....	21
第 3 章 血液	25
第一节 概述	25
一、血液的组成.....	25
二、血量.....	25
三、血液的功能.....	26
第二节 血浆	26
一、血浆的主要成分及功能.....	26
二、血液的理化特性.....	27
第三节 血细胞生理	28
一、红细胞.....	28
二、白细胞.....	31
三、血小板.....	33
第四节 血液凝固与纤维蛋白溶解	34
一、血液凝固.....	34
二、抗凝和促凝.....	37
三、纤维蛋白溶解.....	37
四、凝血、纤溶与人体防卫	38
第五节 血型与输血	39
一、血型.....	39
二、输血的原则.....	42
第 4 章 血液循环	44
第一节 心脏生理	44
一、心脏的泵血功能.....	44
二、心肌的生物电现象和生理特性	52
第二节 血管生理	63
一、各类血管的功能和特点.....	63
二、血流量、血流阻力和血压	64



三、动脉血压·····	65	第四节 小肠内消化·····	116
四、静脉血压和静脉回心血量·····	68	一、胰液及其作用·····	116
五、微循环·····	69	二、胆汁及其作用·····	117
六、组织液的生成·····	71	三、小肠液及其作用·····	118
七、淋巴液的生成和回流·····	73	四、小肠的运动·····	118
第三节 心血管活动的调节·····	74	第五节 大肠内消化·····	119
一、神经调节·····	74	一、大肠液及其作用·····	119
二、体液调节·····	80	二、大肠内细菌的活动·····	119
三、局部血流调节·····	82	三、大肠的运动与排便·····	120
第四节 心、肺、脑循环的特点·····	83	第六节 吸收·····	120
一、冠脉循环·····	84	一、吸收的部位·····	120
二、肺循环·····	85	二、小肠内主要营养物质的吸收·····	120
三、脑循环·····	86	第七节 消化器官活动的调节·····	123
第5章 呼吸·····	89	一、神经调节·····	123
第一节 肺通气·····	89	二、体液调节·····	124
一、肺通气的原理·····	89	三、消化期几种重要消化液 分泌的调节·····	126
二、肺通气功能的评价·····	95	四、社会、心理因素对消化 功能的影响·····	129
第二节 呼吸气体的交换·····	97	第7章 能量代谢和体温·····	131
一、气体交换的基本原理·····	97	第一节 能量代谢·····	131
二、气体交换的过程和影响因素·····	98	一、机体能量的来源和转移·····	131
第三节 气体在血液中的运输·····	100	二、能量代谢的测定·····	133
一、氧的结合运输·····	100	三、影响能量代谢的因素·····	135
二、二氧化碳的结合运输·····	102	四、基础代谢·····	136
第四节 呼吸运动的调节·····	103	第二节 体温及其调节·····	137
一、呼吸中枢与呼吸节律的形成·····	103	一、正常体温及其生理变动·····	137
二、呼吸运动的反射性调节·····	105	二、人体的产热与散热·····	139
第6章 消化和吸收·····	109	三、体温调节·····	142
第一节 概述·····	109	第8章 尿的生成与排出·····	145
一、消化的方式·····	109	第一节 肾的功能解剖和肾 血液循环·····	145
二、消化道平滑肌的特性·····	109	一、肾的功能解剖·····	145
三、消化腺的分泌和消化液 的功能·····	110	二、肾血液循环的特点及其调节·····	147
第二节 口腔内消化·····	111	第二节 尿的生成过程·····	149
一、唾液及其作用·····	111	一、肾小球的滤过功能·····	149
二、咀嚼和吞咽·····	111	二、肾小管和集合管的物质 转运功能·····	152
第三节 胃内消化·····	112		
一、胃液及其作用·····	112		
二、胃的运动·····	115		

第三节 尿液的浓缩和稀释·····	156	一、神经元·····	187
一、尿浓缩和稀释的过程·····	156	二、神经元之间的信息传递·····	190
二、尿浓缩和稀释的机制·····	156	三、神经递质和受体·····	194
三、影响尿浓缩和稀释的因素·····	159	四、神经胶质细胞·····	197
第四节 尿生成的调节·····	160	第二节 反射活动的一般规律·····	198
一、肾内自身调节·····	160	一、反射中枢·····	198
二、神经和体液调节·····	160	二、中枢神经元的联系方式·····	198
第五节 清除率·····	163	三、中枢兴奋传递的特征·····	199
一、清除率的定义和计算方法·····	163	四、中枢抑制·····	200
二、测定清除率的意义·····	163	第三节 神经系统的感觉功能·····	202
第六节 尿液及其排放·····	164	一、脊髓与脑干的感觉传导功能·····	202
一、尿液·····	164	二、丘脑及感觉投射系统·····	203
二、排尿·····	164	三、大脑皮质的感觉功能·····	204
三、排尿异常·····	166	四、痛觉·····	206
第9章 感觉器官·····	168	第四节 神经系统对躯体运动	
第一节 感觉器官的一般生理·····	168	的调节·····	207
一、感受器的定义和分类·····	168	一、脊髓对躯体运动的调节·····	207
二、感受器的一般生理特性·····	168	二、脑干对躯体运动的调节·····	210
第二节 视觉器官·····	169	三、小脑对躯体运动的调节·····	211
一、眼的折光功能与调节·····	170	四、基底神经节对躯体运动	
二、眼的感光功能·····	173	的调节·····	212
三、与视觉有关的几种生理现象·····	176	五、大脑皮质对躯体运动的调节·····	214
第三节 听觉器官·····	177	第五节 神经系统对内脏活动	
一、外耳和中耳的功能·····	177	的调节·····	216
二、内耳的功能·····	179	一、自主神经系统的结构与功能·····	216
三、人耳的听阈和听域·····	180	二、各级中枢对内脏活动的调节·····	219
第四节 前庭器官·····	181	第六节 脑的高级功能·····	220
一、前庭器官的感受细胞·····	181	一、条件反射·····	220
二、半规管的功能·····	182	二、大脑皮质的语言功能和	
三、椭圆囊和球囊的功能·····	182	一侧优势·····	221
四、前庭反射·····	182	三、脑电图和皮质诱发电位·····	222
第五节 其他感觉器官·····	184	四、睡眠与觉醒·····	223
一、嗅觉器官·····	184	第11章 内分泌·····	228
二、味觉器官·····	184	第一节 概述·····	228
三、皮肤的感觉功能·····	185	一、激素的分类·····	229
第10章 神经系统·····	187	二、激素作用的一般特性·····	229
第一节 神经元与神经胶质细胞		三、激素作用的机制·····	230
的一般功能·····	187	第二节 下丘脑与垂体·····	231

一、下丘脑与垂体的联系	231	第七节 松果体激素和前列腺素	246
二、腺垂体	233	一、松果体激素	246
三、神经垂体	235	二、前列腺素	246
第三节 甲状腺	236	第 12 章 生殖	249
一、甲状腺的结构	236	第一节 男性生殖	249
二、甲状腺激素的合成与运输	236	一、睾丸的生精功能	249
三、甲状腺激素的生理作用	237	二、睾丸的内分泌功能	249
四、甲状腺激素分泌的调节	238	三、睾丸功能的调节	250
第四节 甲状旁腺和甲状腺 C		第二节 女性生殖	251
细胞	239	一、卵巢的生卵功能	251
一、甲状旁腺激素	239	二、卵巢的内分泌功能	251
二、降钙素	240	三、月经周期	252
三、胆钙化醇	240	第三节 妊娠与分娩	255
第五节 肾上腺	241	一、妊娠	255
一、肾上腺皮质	241	二、分娩	257
二、肾上腺髓质	243	三、避孕	257
第六节 胰岛	244	第四节 授乳	257
一、胰岛素	245	参考文献	259
二、胰高血糖素	245		

第1章 绪论

第一节 生理学的研究任务、方法和水平

一、生理学的研究任务

生理学(physiology)是生物科学的一个分支,是研究正常生命活动规律的科学。

人体生理学的任务是研究构成人体各个系统的器官和细胞的正常活动过程,包括各个器官、细胞功能表现的内部机制,不同细胞、器官、系统之间的相互联系和相互作用,从而使人们了解人体作为一个整体,其各部分的功能活动是如何互相协调、互相制约,在复杂多变的环境中维持正常生命活动的过程。

人体生理学是医学的重要基础理论学科之一。学习人体生理学的目的是掌握正常人体生命活动的基本规律,为今后学习其他医学基础和临床课程提供必要的理论基础。

二、生理学的研究方法和水平

(一)研究方法

生理学是一门实验性科学,某些研究可在不损害健康的前提下对人体进行试验,也可在人群中进行测量和统计,如体温的正常值。但主要是通过动物实验获得生理知识来探讨人体的某些生理功能。动物实验分为慢性实验和急性实验,后者又可分为在体实验和离体试验。

(二)研究水平

由于完整机体是由各种器官和系统组成的,而各器官和系统又是由各种组织和细胞所组成,因此生理学的研究大致在三个不同水平上进行。整体水平是在完整的机体情况下,研究体内各个器官、系统之间的相互联系和相互协调的规律,以及整体与环境之间的相互作用。器官和系统水平是研究各器官、系统的功能和调节,以及各种因素对它们活动的影响。细胞和分子水平的研究可以分析某种细胞,构成细胞的分子或基因的生理特性、功能及其调节机制。以上三个水平的研究,对了解生命活动的规律都是必需的,但它们之间又是相互联系和补充的。要阐明某一生理活动功能的机制,一般需要对三个水平的研究进行分析和综合,得出比较全面的结论。



第二节 生命的基本特征

通过对各种生物体,包括对单细胞生物体乃至高等动物基本生命活动的观察和研究,发现生命至少有三种基本活动,即新陈代谢、兴奋性和适应性,因为它们都是活生物体所特有的,因此可认为是生命的基本特征。

一、新 陈 代 谢

机体与其周围环境之间所进行的物质交换和能量转换的自我更新过程,称为新陈代谢(metabolism),它包括同化作用(合成代谢)和异化作用(分解代谢)两个方面。同化作用是指机体不断从外界环境中摄取营养物质来合成自身物质,并储存能量的过程;异化作用是指机体将自身物质分解,同时释放能量以供生命活动的需要,并将终产物排泄出体外的过程。因此新陈代谢过程中,既有物质代谢又有能量代谢,新陈代谢一旦停止,生命也就结束。因此新陈代谢是机体生命活动的基本特征。

二、兴 奋 性

兴奋性(excitability)是指机体感受刺激产生反应的特性或能力。这种能被机体感受而引起机体发生一定反应的环境变化,称为刺激(stimulus)。如皮肤能感受温度的刺激、耳能感受声波的刺激、眼能感受光的刺激等。机体接受刺激后能出现体内代谢和外部活动的变化,这种变化称为反应(response)。反应的形式有两种:一种是由相对静止转变为活动,或由活动较弱转变为活动较强,称为兴奋(excitation);另一种是由活动状态转变为相对静止,或由活动较强转变为活动较弱,称为抑制(inhibition)。在机体各种组织中一般以神经、肌肉以及腺体兴奋性最高,它们只需接受较小强度的刺激,就能发生某种形式的反应,因此,习惯上将它们称为可兴奋性组织。各种组织兴奋性的高低不同,即使同一组织在不同的功能状态下,它的兴奋性高低也不一样,通常把阈强度作为衡量兴奋性高低的客观指标。阈强度是指刚能引起组织反应的最小刺激强度,简称阈值(threshold)。它与兴奋性的关系是:兴奋性越高,所需的阈值越小;反之,兴奋性越低,所需的阈值越大。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。

三、适 应 性

当动物或人体长期生活在某一特定环境中,在环境的影响下,本身可以逐渐形成一种特殊的、适合自身生存的反应方式。机体按环境变化调整自身生理功能的过程称为适应。机体对环境变化产生反应而适应环境的能力称为适应性(adaptability)。自然环境的变化对人和动物都会成为刺激而影响机体的生理活动。正常的机体能够对这种变化产生适应性反应。如长期居住在高原地区的人,其红细胞数远远超过平原地区的人,这样就增加了血液运氧的能力,从而克服高原低氧给人体带来的不适。人类不仅受自然环境的影响,还受社会环境的影响。由于社会环境影响而致疾病的情况明显增多。自然界中的生物、物理、化学因素以及语言、文字、思维、情绪等社会因素的改变在一定条件下,都可构成对人体的刺激而影响生命活动。而人体

也能随着环境的变化,不断调整心理活动和机体的生理功能,使之与环境保持协调。

第三节 机体的内环境

环境是人类赖以生存和发展的必要条件。单细胞生物乃至高等动物的细胞所面临的环境有两种,即内环境和外环境。外环境是指机体直接生存的环境,包括自然环境和社会环境。人体内绝大部分的细胞并不与外环境直接接触,细胞直接接触的环境是细胞外液。所以,细胞外液成为细胞生存和活动的直接环境,称为机体的内环境,简称内环境(internal environment)。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。细胞通过细胞膜从内环境摄取氧和其他营养物质,同时将二氧化碳和其他代谢产物排到内环境中,后者则通过机体的呼吸和排泄等途径排出体外。

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、各种离子浓度等通常保持相对的稳定,这种内环境的理化性质保持相对稳定的状态,称为内环境的稳态(homeostasis)。稳态包括两方面的含义:一方面是指细胞外液理化性质总是在一定水平上保持相对恒定,不随外环境的变化而明显变化。如在自然环境的春夏秋冬季节中,温度发生了变化,但人的体温总是维持在 37°C 左右,变动范围不会超过 1°C 。另一方面是指这个恒定状态并不是静止不动的,在正常生理状态下有一定的波动,但其变动范围很小。因此,内环境稳态是一个动态的、相对稳定的状态。如果稳态不能维持,内环境理化条件发生变化,超出一定的范围,就可能引起疾病;反过来,在疾病情况下,细胞外液的某些成分会发生变化,超出正常的变化范围,这时机体许多器官可发生代偿性的活动改变,使内环境的各种成分重新恢复正常;如果器官、细胞的功能活动不能使内环境的各种成分恢复正常,则内环境可进一步偏离正常,使细胞和整个机体的功能发生严重障碍,甚至死亡。

第四节 人体生理功能的调节

在生理情况下,人体内各细胞、组织和器官所进行的不同活动并不是彼此孤立和互不相关的,而是紧密联系、互相配合,使机体成为一个统一的整体。同时当环境发生变化时人体内各系统、器官活动也将发生适当的变化,以适应外界环境的变化、保持机体正常生理功能的进行,这种适应性的反应过程是机体调节活动的结果。

一、人体生理功能的调节方式

(一)神经调节

通过神经系统的活动对机体功能进行的调节称为神经调节(nervous regulation)。它在机体的所有调节方式中占主导地位,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应。反射的结构基础是反射弧(reflex arc)。反射弧由五部分组成,即感受器、传入神经、神经中枢、传出神经和效应器(图 1-1)。感受器能够感受机体内外环境的变化,并将这种变化转换成神经信号,通过传入神经纤维传到相应的神经中枢,中枢对传入信号进行分析综合后做出反应,再经传出神经纤维传至效应器,改变后者的

活动状态。反射的完成有赖于反射弧结构的完整性,如果其中任何一部分被破坏,都将导致这一反射的消失。神经调节的特点是产生效应迅速,调节作用精确,作用时间短暂。

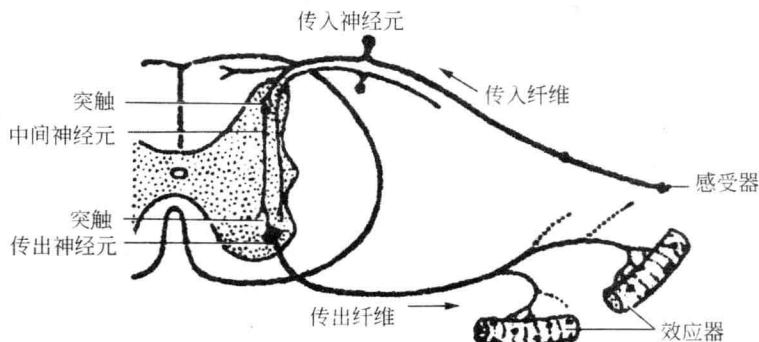


图 1-1 反射弧

(二)体液调节

体液调节(humoral regulation)是指体液中某些特殊的化学物质通过体液运输,对机体器官或组织细胞的功能活动进行调节,这些化学物质有内分泌腺分泌的激素,某些组织细胞分泌的肽类和细胞因子等。激素等物质往往是经血液运输到全身各处进行调节,称为全身性体液调节。某些组织细胞产生的一些化学物质,一般是通过在组织液内扩散的方式改变邻近组织细胞的功能活动状态,这种调节称为局部性体液调节。另外,人体内有不少内分泌腺或内分泌细胞还直接或间接地接受神经系统的调节,在这种情况下,体液调节成了神经调节的一个传出环节,是反射弧传出途径的延伸,这种调节称为神经-体液调节。如交感神经兴奋,可促使它所支配的肾上腺髓质分泌肾上腺素和去甲肾上腺素,经血液运输,调节有关器官的功能活动。体液调节的特点是产生效应较缓慢,作用广泛,持续时间较长。

(三)自身调节

自身调节(autoregulation)是指体内某些细胞、组织或器官在不依赖于神经或体液调节情况下,自身对刺激产生的一种适应性反应。如在一定范围内血管壁的平滑肌在受到牵拉时,会发生收缩反应;心肌被拉长后,心肌收缩力量将发生改变。自身调节是一种局部调节,其调节幅度较小,灵敏度较低,但对组织、器官的生理功能仍有一定的调节意义。

二、人体生理功能调节的自动控制

人体生理功能的调节过程与工程技术的控制过程具有共同的规律,按照控制论的原理,可将人体的各种功能调节系统看作是“自动控制”系统。将反射中枢或内分泌腺等看作是控制部分,将效应器或靶细胞看作是受控部分,而将后者的状态或所产生的效应称为输出变量。在控制部分和受控部分之间,通过不同形式的信息传递,形成一个闭合回路,即存在着双向的信息联系,控制部分发出信息到受控部分改变其活动状态,而受控部分也不断有信息反馈到控制部分,不断纠正和调整控制部分的活动,从而达到精确的调节。这种由受控部分发出的信息反过来影响控制部分活动的调节方式称为反馈调节(图 1-2)。反馈调节有负反馈和正反馈两种方式。

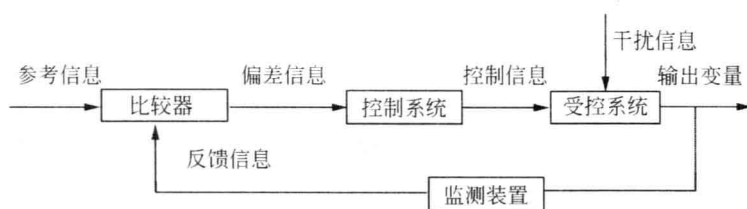


图 1-2 自动控制系统

(一) 负反馈

负反馈(negative feedback)是指反馈作用与原效应作用相反,使反馈后的效应向原效应的相反方向变化。也就是说当某种生理活动过强时,通过反馈调控作用可使该生理活动减弱,而当某种生理活动过弱时,又可反过来引起该生理活动增强。如当动脉血压(输出变量)高于正常时,压力感受器立即将信息通过神经纤维反馈到心血管中枢(控制部分),使心血管中枢的活动发生改变,从而调节心脏和血管的活动,使动脉血压向正常水平恢复;反之,当动脉血压低于正常时,对压力感受器的刺激减弱,传向中枢的神经冲动减少,心血管中枢的活动改变,继而改变心脏和血管的活动,使血压恢复正常。负反馈调节在机体各种生理功能调节中最为常见,它在维持机体各种生理功能活动的相对稳定中具有重要意义。

尽管负反馈调节是维持机体稳定的一种重要调节方式,但是这种调节是有缺陷的。因为只有在外界干扰使输出变量出现偏差以后负反馈调节才发生作用,所以总要滞后一段时间才能纠正偏差,而且容易因矫正而产生一系列波动。那么,人体究竟怎样维持稳态的呢?干扰信号作用于受控系统的同时,还可以直接通过监视装置作用于控制系统,调整控制信息以对抗干扰信息对受控系统的作用,从而使输出变量保持稳定。因此,我们就把干扰信息通过监测装置对控制部分的直接调控作用称为前馈(feed-forward)(图 1-3)。条件反射就是前馈的例子。如冬泳前见到的河水及其周围的寒冷环境,通过监测装置(视觉器官)将信号传送到体温调节中枢(控制部分),后者发出控制信息到产热和散热器官(受控部分),对受控部分进行前瞻性调节,加快机体稳态反应的速度,防止干扰信号的干扰(图 1-3)。

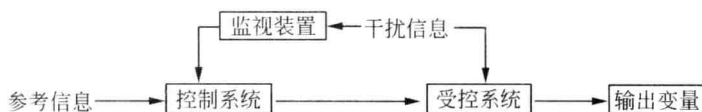


图 1-3 前馈

(二) 正反馈

正反馈(positive feedback)是指反馈作用与原效应作用一致,起到促进或加强原效应的作用,使某一生理过程加速完成。如血液凝固过程、排尿过程、分娩过程都是正反馈的例子。在正常分娩过程中,子宫收缩导致胎儿头部下降并牵张子宫颈,宫颈部受牵张时可进一步加强子宫收缩,再使胎儿头部进一步牵张宫颈,宫颈牵张再加强子宫收缩,如此反复,直至胎儿娩出。

在病理情况下,也会有许多正反馈的过程出现。如当一个人发生大量失血时,由于心脏射出的血量减少,血压明显降低,血压的下降又导致冠状动脉血流量减少,从而使心肌收缩力更

弱,射出血量更少,如此反复,直至死亡。在这个过程中,心脏活动减弱,经过反馈控制,心脏活动更弱,所以是正反馈,也常称为恶性循环。

学习指导

本章小结

各种生物体的生命活动的最基本特征包括新陈代谢、兴奋性和适应性。新陈代谢包括同化作用和异化作用,前者伴随能量合成,后者伴随能量释放。机体感受刺激产生反应的能力或特性称为兴奋性。适应性是指机体对环境变化产生反应而适应环境的能力。人体生理功能调节的形式有神经调节、体液调节和自身调节,其中以神经调节为主。而神经调节的主要方式是反射。人体各种生理功能相对稳定主要在于负反馈调节。

实践与思考

人在激动时心搏加快是属于神经调节? 体液调节? 还是神经-体液调节? 其机制如何?

(杜友爱 黄 萍)