



教育部职业教育与成人教育司推荐教材
卫生职业学校教学改革实验用书

生理学基础

(护理、药学和医学相关类专业用)

主编 古天明



高等教育出版社

教育部职业教育与成人教育司推荐教材
卫生职业学校教学改革实验用书

生理学基础

(护理、药学和医学相关专业用)

主 编 古天明

副主编 范为民 李 莉

主 审 黄莉军 田 仁

编 委 (以姓氏拼音为序)

陈 勇 湖南省环境生物技术学院医学部

范为民 信阳卫生学校

古天明 四川成都卫生学校

何宪平 襄樊职业技术学院

李 莉 四川成都卫生学校

柳海滨 首都铁路卫生学校

汪光宣 芜湖地区卫生学校

杨友谊 南阳医学高等专科学校

姚运秋 长沙卫生学校

赵幼梅 上海中医药大学医学职业技术学院

周新妹 嘉兴学院医学院



高等教育出版社

内容简介

本书根据教育部“2004—2007 年职业教育教材开发编写计划”(教成司函[2004]13 号)的精神编写而成。全书理论部分共分十三章,并附有实验指导和部分模拟试题,每章开始部分列有学习要点,分为掌握、熟悉、了解三个层次,便于学生学习。

本教材理论部分本着“必需”、“够用”的原则,结合近年来生源的实际情况,适当删去了一些偏深、偏难的内容。实验部分本着培养学生实践动手能力的精神,精选了实验项目,使教材的适用性和可读性更强。

本教材的深度和广度适中,适用对象是卫生职业学校护理、药学和医学相关类专业的学生。

图书在版编目(CIP)数据

生理学基础 / 古天明主编. —北京:高等教育出版社,
2005.7(2006 重印)

护理、药学和医学相关类专业用

ISBN 7-04-017336-0

I. 生... II. 古... III. 人体生理学 - 专业学校 -
教材 IV. R33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 077379 号

策划编辑 席 雁 责任编辑 张晓晶 封面设计 刘晓翔 责任绘图 朱 静
版式设计 王 莹 责任校对 杨凤玲 责任印制 朱学忠

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100011
总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 北京明月印务有限责任公司

开 本 787×1092 1/16
印 张 13
字 数 310 000

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2005 年 7 月第 1 版
印 次 2006 年 8 月第 2 次印刷
定 价 16.90 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 17336-00

前 言

本书根据现代职业教育的理念,为培养和造就面向 21 世纪新型高素质技能型人才需要而编写,适合卫生职业学校护理、药学和医学相关类专业的学生使用。

为了尽力体现职业技术教育“着力为基层医疗单位培养高素质技能型人才,以突出学生实践动手能力为本位”的特色,编委们在教材编写过程中,融入了长期从事生理学教学的心得体会。对基础理论知识、临床实践操作、实验项目等入编内容,都予以认真商讨,严格把关;并结合本教材的使用对象主要为初中毕业生的实际,在注重思想性、先进性、科学性、启发性的同时,尤为突出实用性。本教材对理论内容的遴选编排,以够用与实用为着眼点,力图做到提纲挈领,尽量摒除浓墨渲染和杂沓纷复,重在为后续课程奠定基础。故编纂该书时,我们始终遵循“内容精审,体例划一,衔接严谨,博约得当”这一编写原则,使之既不冗长,也不疏漏。

参加本书编写的人员有南阳医学高等专科学校的杨友谊(第一章、第十三章)、长沙卫生学校的姚运秋(第二章)、四川成都卫生学校的古天明(第三章)、湖南省环境生物技术学院医学部的陈勇(第四章)、襄樊职业技术学院的何宪平(第五章)、嘉兴学院医学院的周新妹(第六章)、信阳卫生学校的范为民(第七章、第十二章)、四川成都卫生学校的李莉(第八章)、首都铁路卫生学校的柳海滨(第九章)、上海中医药大学医学职业技术学院的赵幼梅(第十章)和芜湖地区卫生学校的汪光宣(第十一章)。为了做到集思广益,本教材在编写过程中,还多方征求和广泛听取了有关同仁的意见。对他们所给予的热情支持和关心,谨此一并致谢。

本书虽然包含着众编委多年来的心血,但我们仍不敢擅言这是全臻至善之作,不足之处,在所难免。倘有疏失,敬望广大师生不吝赐正。

《生理学基础》编委会

2005 年 2 月

目 录

第一章 绪论	1	第四节 血液凝固和纤维蛋白溶解	26
第一节 概述	1	一、血液凝固	26
一、生理学的研究对象和任务	1	二、纤维蛋白溶解	29
二、生理学的研究水平	1	第五节 血型	29
三、生命活动的基本特征	2	一、ABO 血型系统	30
第二节 人体与环境	3	二、Rh 血型系统	31
一、外环境与适应	3	模拟试题	32
二、内环境与稳态	3	第四章 血液循环	34
第三节 人体机能的调节	4	第一节 心脏生理	34
一、人体机能的调节方式	4	一、心脏的泵血功能	35
二、人体机能调节的自动控制	5	二、心肌细胞的生物电现象	39
模拟试题	6	三、心肌细胞的生理特性	40
第二章 细胞的基本功能	8	四、心音及心电图	44
第一节 细胞膜的物质转运和受体功能	8	第二节 血管生理	45
一、细胞膜的物质转运功能	8	一、动脉血压与脉搏	46
二、细胞膜的受体功能	11	二、静脉血压与静脉回流	48
第二节 细胞的生物电现象	11	三、微循环	48
一、静息电位	11	四、组织液的生成与回流	50
二、动作电位	12	第三节 调节和影响心血管活动的因素	51
第三节 骨骼肌细胞的收缩功能	15	一、神经调节	51
一、骨骼肌细胞的微细结构	15	二、体液调节	53
二、骨骼肌的收缩机制	16	三、社会心理因素对心血管的影响	54
三、骨骼肌的收缩形式	17	模拟试题	55
四、影响骨骼肌收缩的主要因素	18	第五章 呼吸	58
模拟试题	19	第一节 概述	58
第三章 血液	20	第二节 肺通气	59
第一节 血液的组成和理化特性	20	一、肺通气的原理	59
一、血液的组成	20	二、肺通气功能的评价	63
二、血液的理化特性	20	第三节 肺换气与组织换气	65
第二节 血浆	21	一、气体交换的原理	65
一、血浆的成分及其作用	21	二、气体交换的过程	65
二、血浆渗透压	21	三、影响气体交换的因素	66
第三节 血细胞	22	第四节 气体在血液中的运输	67
一、红细胞	22	一、O ₂ 的运输	67
二、白细胞	24	二、CO ₂ 的运输	69
三、血小板	25	第五节 呼吸运动的调节	70

一、呼吸中枢的调控	70	一、尿液	107
二、呼吸的反射性调节	71	二、尿的输送贮存与排放	108
模拟试题	72	模拟试题	109
第六章 消化与吸收	74	第九章 神经系统的功能	111
第一节 消化	74	第一节 反射活动的一般规律	111
一、机械消化	74	一、神经元和神经纤维	111
二、化学消化	77	二、神经元之间的功能联系	113
三、大肠的功能	80	三、神经递质	114
第二节 吸收	81	四、反射中枢的活动方式	115
一、吸收的部位	81	第二节 神经系统的感觉功能	117
二、几种营养物质的吸收	82	一、感受器及一般生理特征	117
第三节 调节和影响消化吸收的因素	84	二、感觉投射系统	118
一、神经调节	84	三、感觉中枢	119
二、体液调节	85	四、痛觉	120
三、社会心理因素对消化吸收的影响	86	第三节 神经系统对躯体运动的调节	121
模拟试题	87	一、脊髓对躯体运动的调节	121
第七章 能量代谢和体温	89	二、脑干对躯体运动的调节	123
第一节 能量代谢	89	三、小脑对躯体运动的调节	123
一、能量的来源和去路	89	四、基底神经节对躯体运动的调节	124
二、能量代谢的测定	90	五、大脑皮质对躯体运动的调节	124
三、影响能量代谢的因素	91	第四节 神经系统对内脏活动的调节	125
第二节 体温	91	一、自主神经的主要功能及其生理意义	126
一、人体体温及其生理变动	91	二、自主神经的递质和受体	127
二、人体的产热和散热	92	三、内脏功能的中枢调节	128
三、体温调节	94	第五节 脑的高级功能	128
模拟试题	96	一、条件反射	128
第八章 肾的排泄	97	二、人类大脑皮质活动的特征	129
第一节 概述	97	三、觉醒与睡眠	129
一、排泄与排泄器官	97	模拟试题	130
二、肾的功能	97	第十章 特殊感觉器官的功能	132
三、肾的结构和血液循环特点	98	第一节 视觉器官的功能	132
第二节 尿的生成过程	99	一、眼的折光功能及其调节	132
一、肾小球的滤过作用	100	二、眼的感光功能	135
二、肾小管和集合管的重吸收作用	101	三、与视觉有关的几种生理现象	136
三、肾小管和集合管的分泌作用	103	第二节 听觉器官的功能	137
第三节 影响尿生成的因素	104	一、外耳和中耳的功能	138
一、影响肾小球滤过的因素	104	二、内耳的感音功能	139
二、影响肾小管和集合管重吸收和分泌的 因素	105	三、听阈和听力	140
第四节 尿液及其排放	107	第三节 前庭器官的功能	140
		一、椭圆囊和球囊的功能	140

二、半规管的功能	141	一、衰老的主要生理变化	162
三、前庭反应	141	二、衰老的心理变化	164
模拟试题	142	第三节 延缓衰老的途径	164
第十一章 内分泌	143	一、优生	164
第一节 概述	143	二、良好的社会自然环境	165
一、激素作用的一般特征	143	三、健康的心理素质	165
二、激素的分类及作用机制	144	四、适当的劳动和运动	165
第二节 下丘脑与垂体	145	五、科学的饮食调养	165
一、下丘脑的内分泌功能	145	模拟试题	165
二、腺垂体激素及其作用	146	生理学实验指导	167
三、神经垂体激素及其作用	147	实验总论	167
第三节 甲状腺	148	一、实验的目的和要求	167
一、甲状腺激素的生理作用	148	二、常用实验仪器和器械	168
二、甲状腺功能的调节	149	三、实验报告的内容与书写要求	169
第四节 肾上腺	149	四、实验室守则	170
一、肾上腺皮质	149	实验各论	170
二、肾上腺髓质	151	实验一 坐骨神经-腓肠肌标本的 制备	170
第五节 胰岛	151	实验二 刺激强度与肌肉收缩反应的 关系	173
一、胰岛素	152	实验三 刺激频率与肌肉收缩形式的 关系	174
二、胰高血糖素	152	实验四 反射弧的分析	175
第六节 调节钙磷代谢的激素	152	实验五 渗透压对红细胞的影响	176
一、甲状旁腺激素及其生理作用	153	实验六 血液凝固和影响血凝的因素	177
二、降钙素及其生理作用	153	实验七 ABO 血型的鉴定	178
三、1,25-二羟维生素 D ₃ 及其生理 作用	153	实验八 蛙心搏动观察及其影响因素	179
模拟试题	154	实验九 人体心音听诊	182
第十二章 生殖	155	实验十 人体心电图描记	183
第一节 男性生殖	155	实验十一 人体动脉血压的测量	185
一、睾丸的功能	155	实验十二 哺乳动物动脉血压的调节	186
二、睾丸功能的调节	156	实验十三 人体肺活量的测定	189
第二节 女性生殖	156	实验十四 胸膜腔内压的观察	189
一、卵巢的功能	156	实验十五 哺乳动物呼吸运动的调节	190
二、月经周期	158	实验十六 胃肠运动的观察	192
三、胎盘的内分泌功能	159	实验十七 人体体温的测量	192
模拟试题	159	实验十八 影响尿生成的因素	194
第十三章 衰老	161	实验十九 破坏小鼠一侧小脑的观察	195
第一节 衰老的概念及发生机制	161	实验二十 去大脑僵直观察	196
一、衰老的概念	161	实验二十一 瞳孔反射	196
二、衰老的发生机制	161	实验二十二 声波传导	197
第二节 衰老的生理与心理变化	162		

第一章 绪 论

【学习要点】

掌握兴奋性、内环境、稳态的概念和内环境稳态的意义,人体机能活动的主要调节方式与特点。熟悉生命活动的基本特征和兴奋、抑制、阈值、反射及反馈的概念。了解生理学的研究对象和任务。

第一节 概 述

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,是研究机体正常生命活动规律的科学。机体是一切有生命个体的统称。

生理学的研究对象是正常状态下,人体细胞、组织、器官乃至整体的机能活动,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这些机能活动发生的条件、过程、规律及其影响因素等。

生理学的产生和发展与医学有着十分密切的关系。一方面,许多医学问题的研究要以生理学的理论和方法为基础,不了解正常的人体机能,就谈不上对疾病的正确诊断和治疗;另一方面,医学的实践与发展不但能检验生理学理论的正确性,而且还不断对生理学提出新的课题,推动生理学的研究与发展。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、药理学等其他医学专业课程打下坚实的基础。

二、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,生理学需要从整体、器官与系统、细胞与分子三个不同的水平进行研究。

1. 整体水平

整体水平研究要求人或动物在清醒状态下,在内、外环境变化时完整机体各系统之间机能活动的联系机制与影响等。例如气温变化或运动时整体所发生的变化,以及此时各系统之间生理机能的相互协调。

2. 器官与系统水平

器官与系统水平主要研究各个器官生理活动的规律及其调节机制,以及它们对整体生理机能的作用和意义等。有关这一方面的研究内容称为器官生理学。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。

3. 细胞与分子水平

细胞与分子水平以细胞及其所含物质分子为研究对象,例如研究细胞膜、细胞器、细胞核的各种超微结构,以及细胞内各种物质分子的物理化学变化过程。有关这方面的研究内容称为细胞分子学。

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。因此,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机能。

三、生命活动的基本特征

通过观察与研究发现,无论是原始的单细胞生物体还是高等动物乃至人类,都具有新陈代谢和兴奋性等生命活动的基本特征。了解这些基本特征,有助于理解人体生理活动的规律。

(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。同化作用是指机体从环境中摄取营养物质,合成自身成分,并贮存能量的过程;异化作用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。新陈代谢一旦停止,生命也就随之终结。

(二) 兴奋性

兴奋性(excitability)是指机体对刺激产生反应的能力或特性。

1. 刺激

当环境发生变化时,人体的机能活动会随之发生一系列改变,这种能为机体感受到的各种环境变化称为**刺激**(stimulus)。刺激按照性质不同可划分为物理性的(如电、机械、温度、声、光和放射线等),化学性的(如酸、碱、盐及各种化学物质等),生物性的(如细菌、病毒等)。此外,对人类来说,还有社会心理性因素形成的刺激。

并不是任何刺激都能引起机体产生反应,它必须具备三个条件或要素,即刺激的强度、作用时间和刺激的强度-时间变化率(单位时间内刺激的变化幅度)必须达到某一个足够值。而且引起机体发生反应的刺激,其性质应该是适宜刺激。各种组织细胞都有各自的适宜刺激,例如,光波对眼感光细胞的刺激,声波对内耳感音细胞的刺激。

2. 反应

机体接受刺激后,所发生的机能状态或活动的改变称为**反应**(response)。机体的反应形式有两种,一种是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,称为**兴奋**(excitation);另一种是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,称为**抑制**(inhibition)。兴奋和抑制是人体机能状态的两种基本表现形式,两者互为前提,对立统一,且可随条件改变而互相转化。

3. 刺激与兴奋性的关系

由于不同组织的兴奋性高低有所不同,即使是同一组织,当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-时间变化率不变,刚能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比关系,即兴奋性 $\propto 1/\text{阈值}$ 。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。但肌肉和腺体在产生不同外在表现之前,一个共同的标志是先产生动作电位。生理学将神经、肌肉和腺体这三种组织称为可兴奋组织。

第二节 人体与环境

一、外环境与适应

外环境(external environment)是指人生活的自然环境和社会环境。人与自然环境之间存在两方面的关系:一方面是自然环境变化对人的作用。春、夏、秋、冬四季气温、气压、湿度、光照的不断变化,构成对人体的刺激,而人类通过长期的进化,已逐步具备了适应自然环境变化的能力。如当外界气温降低时,皮肤血管收缩,以减少散热量,甚至还会通过寒颤来增加产热量;而气温升高时,则皮肤血管扩张,汗腺活动增强,致使散热量增加。机体这种随环境变化调整自身生理机能的过程称为**适应**(adaption)。然而人体对自然环境变化的适应能力是有一定限度的,若气温过高或过低,人体都无法适应。另一方面是人类的活动对自然环境的影响。应该引起重视的是,随着人类社会生活的发展,人类赖以生存的自然环境不断受到破坏,例如森林的过度砍伐、大气的污染、臭氧层空洞的增大及生态平衡的失调等。如果这些问题得不到解决,将日益严重地威胁人类的健康和生存。

社会环境是影响人体机能的另一个重要因素。由于人的心理变化是与社会环境密切联系的,故常称为社会心理因素。随着社会的发展,人们的生活节奏不断加快,学习、就业、工作压力越来越重,因精神过度紧张造成患有心理疾病的人明显增多。与此同时,目前对人类健康威胁很大的心血管疾病、恶性肿瘤、胃溃疡及内分泌紊乱等疾病也都呈上升趋势。社会心理因素对人体健康的影响已成为 21 世纪医学研究的重要课题之一。

二、内环境与稳态

(一) 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。人体内绝大部分细胞并不与外环境直接接触,而是生活在体液环境中。**体液**(body fluid)是人体内液体的总称,约占体重的 60%,其中约有 2/3 存在于细胞内,称为**细胞内液**;其余约 1/3 存在于细胞外,称为**细胞外液**,包括血浆、淋巴液、组织液、脑脊液和房水等。由于细胞外液是体内绝大部分细胞直接生活的液体环境,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 O_2 和营养物质,又接受细胞代谢产生的 CO_2 和代谢产物,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。

(二) 内环境稳态

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只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内环境的稳态(homeostasis)。它是细胞进行正常生命活动的必要条件。

内环境稳态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。如果内环境稳态遭到严重破坏,超过机体的调节能力,就会影响人体的正常机能,如不能迅速纠正,可导致疾病甚至危及生命。

第三节 人体机能的调节

当机体的内、外环境发生变化时,体内一些器官组织能够做出相应的机能改变,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机制来实现的。

一、人体机能的调节方式

(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机能进行的调节。它在整个调节中起主导作用。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应。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。

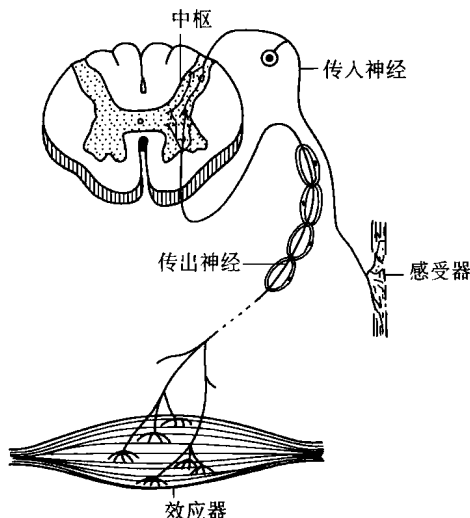


图 1-1 反射弧模式图

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。反射弧和反应方式都比较固定的反射,是一种原始的、初级的神经活动,多为维持人和其他动物生命的本能。例如,食物刺激口腔引起唾液分泌,手碰到火时的迅速缩手动作等。

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,属于高级神经活动。如“望梅止渴”、“谈虎色变”等一类的例子。条件反射的建立,因其数量无限,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。

(二) 体液调节

体液调节(humoral regulation)是指通过体液中特殊化学物质的作用对机体机能进行的调节。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 CO_2 , H^+ 等)和一些生物活性物质(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。

体液调节的特点是作用缓慢,时间持久,范围广泛。

因为人体的内分泌腺大多数是受神经系统支配的,所以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,有体液物质参加的复合调节方式称为**神经-体液调节**(nervous-humoral regulation)。人体内的机能调节大多数是这种复合式调节。

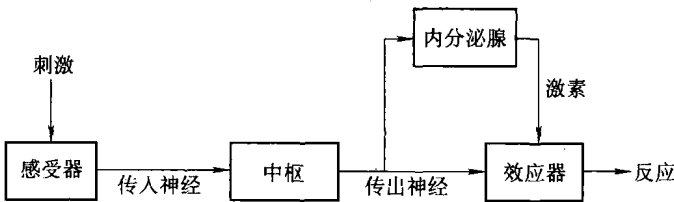


图 1-2 神经-体液调节示意图

(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,由自身对刺激产生的适应性反应。例如,脑血管的自身调节,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。

自身调节其特点是调节幅度小,范围局限,是一种原始的、简单的调节方式。但对组织器官的生理功能仍有一定的调节意义。

二、人体机能调节的自动控制

人体机能的调控过程与工程技术中的控制过程具有共同的规律。根据控制论的原理,人体的调节系统可以看作是一个由控制部分和受控制部分组成的自动控制系统。自动控制系统又称为**反馈控制系统**,是一个闭合式回路。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。由控制部分发送到受控部分的信息称为**控制信息**;由受控部分返送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对控制部分的活动加以纠正和调整的过程称为**反馈**(feedback)(图 1-3)。

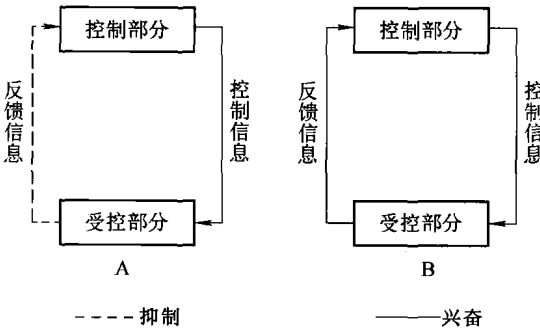


图 1-3 反馈调节

A. 负反馈 B. 正反馈

根据反馈信息的作用效果不同,可将反馈

分为负反馈和正反馈两类。

(一) 负反馈控制系统

负反馈(negative feedback)是指从受控部分发出的反馈信息抑制或减弱控制部分的活动,使反馈后的效应与原效应相反。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。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。在机体机能调节中,负反馈最为多见。

(二) 正反馈控制系统

正反馈(positive feedback)是指从受控部分发出的反馈信息促进或加强控制部分的活动。正反馈的反馈作用与原效应相一致。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,正反馈的生理意义在于使机体的某种生理机能逐步加强并迅速完成。

总之,机体正是由于存在着反馈控制系统,对刺激的反应能及时、准确、适度,维持人体与外环境的统一和内环境的相对稳定。

模 拟 试 题

【单项选择题】

1. 下述各项中,_____不是生命的基本特征。
A. 新陈代谢 B. 兴奋性 C. 反应 D. 适应性
2. 机体对环境变化发生反应的能力或特性称为_____。
A. 兴奋 B. 抑制 C. 兴奋性 D. 兴奋或抑制
3. 衡量组织兴奋性高低的指标是_____。
A. 肌肉收缩的强弱 B. 腺体分泌的多少
C. 刺激阈值的大小 D. 动作电位幅度高低
4. 机体或组织接受刺激后是否发生反应取决于_____。
A. 刺激的性质 B. 刺激的有效量
C. 机体所处的机能状态 D. 以上均是
5. 阈值与兴奋性的关系是_____。
A. 反比关系 B. 正比关系 C. 因果关系 D. 反馈联系
6. 机体的内环境是指_____。
A. 细胞内液 B. 细胞外液 C. 阈值 D. 稳态
7. 下述各项中,_____不属于可兴奋组织。
A. 神经组织 B. 肌肉组织 C. 腺体 D. 骨组织
8. 神经调节的基本方式是_____。
A. 反射 B. 反应 C. 适应 D. 反馈
9. 调节机体机能活动的主要方式是_____。
A. 神经调节 B. 体液调节 C. 自身调节 D. 反馈调节
10. 下列生理过程中,属负反馈调节的是_____。
A. 排尿反射 B. 血液凝固 C. 降压反射 D. 分娩过程

【思考题】

1. 反射和反应有何不同？各举例说明。
2. 如何理解机体机能活动的完整统一性？试举例说明。

第二章 细胞的基本功能

【学习要点】

掌握细胞膜的物质转运形式、特点,静息电位、极化、除极化、超极化、阈电位及兴奋-收缩偶联的概念,静息电位和动作电位的产生机制。熟悉细胞膜的受体功能和影响骨骼肌收缩的主要因素。了解动作电位传导的特点和机制,骨骼肌的收缩原理。

细胞是机体形态结构和生命活动的基本单位,机体内的各种生命活动都是在细胞的基础上进行的。研究细胞的功能活动,将有助于揭示生命活动的本质,理解机体及各器官、系统的基本生命活动的规律。细胞的功能涉及面很广,本章只讨论细胞膜的物质转运和受体功能、细胞的生物电现象以及骨骼肌细胞的收缩功能。

第一节 细胞膜的物质转运和受体功能

一、细胞膜的物质转运功能

细胞在新陈代谢过程中所需的营养物质,以及细胞产生的代谢产物,都必须跨越细胞膜这一屏障才能转运到相应的部位,即物质转运。常见的细胞膜物质转运方式有以下几种。

(一) 单纯扩散

脂溶性物质由膜的高浓度一侧向低浓度一侧移动的过程称为单纯扩散(simple diffusion)。由于细胞膜的基架是脂质双层,因而脂溶性物质能以单纯扩散方式通过细胞膜,目前比较肯定的脂溶性物质有 CO_2 、 O_2 、 N_2 、尿素和类固醇激素等。水分子虽然是极性分子,但因分子小且不带电荷,仍能以单纯扩散的方式迅速地通过细胞膜。

影响单纯扩散的主要因素有两个:①膜两侧分子的浓度差(又称浓度梯度)。在一般情况下,扩散量与膜两侧溶质浓度差呈正比;若为电解质溶液,则离子的移动不仅取决于该离子的浓度,也取决于离子所受的电场力。②膜对该物质的通透性。所谓通透性(permeability)是指细胞膜对某物质通过的阻力大小或难易度。阻力小,通透性大,物质容易通过,扩散量就大;反之,则扩散量小。

(二) 易化扩散

非脂溶性或脂溶性甚小的物质在膜蛋白质的帮助下,由膜的高浓度一侧向低浓度一侧转运的过程,称为易化扩散(facilitated diffusion)。根据参加帮助的膜蛋白质的不同,将易化扩散分为载体转运和通道转运两种类型。

1. 载体转运

通过细胞膜中的载体蛋白构型变化,将物质由膜的高浓度一侧向低浓度一侧转运的过程称为载体转运(carrier transport)。载体在物质浓度高的一侧与被转运物质结合,引起载体蛋白的构

型变化把物质转运到浓度低的另一侧,被转运物质与载体分离而被释放,载体又恢复到原来的构型,可反复循环使用。葡萄糖、氨基酸等小分子物质就是以这种方式通过细胞膜的(图 2-1)。

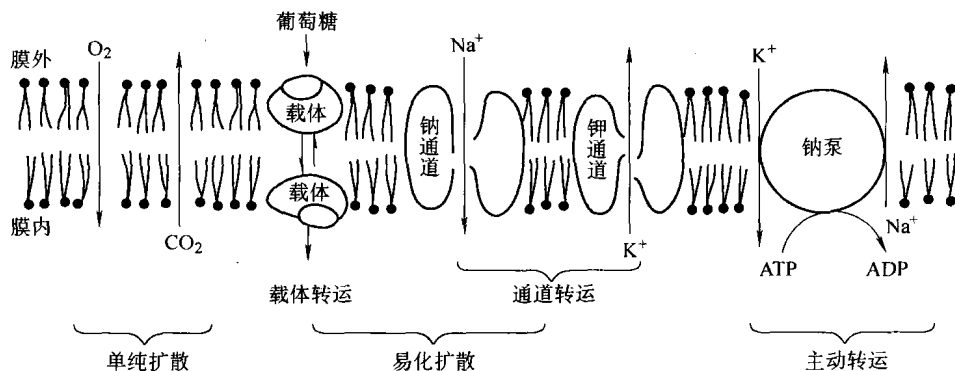


图 2-1 细胞膜对物质转运的几种形式示意图

载体运转具有以下特点:

(1) 特异性 一种载体只能转运某种特定结构的物质,这同载体蛋白与它所转运的物质之间具有高度结构特异性有关,即具有选择性。

(2) 饱和现象 物质转运量在一定范围内随物质浓度增加而增加,但超过某一限度时,物质浓度的增加则不能使转运量再增加,这种现象称为饱和现象。

(3) 竞争性抑制 如果一个载体可以同时转运 A 和 B 两种物质,而且物质通过细胞膜的总量又是一定的,那么当 A 物质转运增加时,B 物质的转运就会减少。

2. 通道转运

借细胞膜中通道蛋白的帮助,将物质由膜的高浓度一侧向低浓度一侧转运的过程称为**通道转运**(channel transport)。细胞膜上的通道蛋白就像贯通细胞膜的一条管道,在一定条件下迅速开放或关闭。开放时,物质从膜的高浓度一侧向低浓度一侧移动;关闭时,虽然膜两侧存在浓度差,但物质不能通过细胞膜。控制通道开放或关闭的因素是环境中化学物质的浓度或膜电位改变。根据引起通道关闭的条件不同,将通道分为两类。① **化学门控通道**(chemically-gated channel)由化学物质浓度改变控制通道开或关,如细胞外液中某种递质、激素或 Ca^{2+} 浓度改变等。这种通道主要分布在神经细胞的突触后膜和骨骼肌细胞终板膜上。② **电压门控通道**(voltage-gated channel)由膜两侧电位差改变控制通道开或关。当膜两侧电位差变化到某一临界值时,通道蛋白分子的结构发生变化,允许某物质通过通道,该物质即可顺浓度差移动。如 Na^+ 通道、 K^+ 通道和 Ca^{2+} 通道等,主要分布在神经纤维和肌细胞膜中,是可兴奋细胞产生生物电的基础(图 2-1)。

上述的单纯扩散与易化扩散,物质分子都是顺浓度差移动的,它们所通过的膜并未对该过程直接提供能量,是一种不耗能的转运,因而统称为**被动转运**(passive transport)。被动转运所需的能量,来自高浓度溶液本身所含的势能,就像骑自行车下坡一样靠势能自动下滑,不需要另外供能。

(三) 主动转运

细胞膜将某种物质分子或离子由低浓度一侧移向高浓度一侧的耗能过程,称为**主动转运**(active transport)。主动转运就像“水泵”引水上山需要耗能一样,因此有人提出了“泵”的概念来解释主动转运过程。“泵”在这里的含义是说明它是一种耗能而做功的系统,它的作用是在消耗代

谢能的情况下逆浓度差转运物质。体内不同类型的细胞膜或细胞内的膜性结构上存在各种主动转运系统,但目前研究最多和最清楚的是膜对 Na^+ 和 K^+ 的主动转运。大量研究证明,转运 Na^+ 和 K^+ 的钠钾泵(sodium-potassium pump),简称钠泵(sodium pump),其化学本质是一种镶嵌在脂质双层中具有 ATP 酶活性的特殊蛋白质,它被细胞内 $[\text{Na}^+]$ 增高和细胞外 $[\text{K}^+]$ 增高所激活,因而又称 $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ 依赖式 ATP 酶。当细胞内 $[\text{Na}^+]$ 增高和细胞外 $[\text{K}^+]$ 增高时,钠泵被激活,钠泵的 ATP 酶作用发挥,分解 ATP 释放能量,在有能量供应的情况下,将 Na^+ 从细胞内泵出,同时将细胞外的 K^+ 泵入。通常每分解 1 个 ATP 分子,可将 3 个 Na^+ 泵出膜外,同时将 2 个 K^+ 泵入膜内(图 2-1)。

钠泵活动的生理意义:① 引起细胞内高 K^+ 和细胞外高 Na^+ 不均衡的分布,这是细胞产生电信号的基础。② 钠泵活动所形成 Na^+ 势能储备,可用于其他物质的逆浓度差跨膜转运。如葡萄糖、氨基酸等营养物质的跨膜转运所需的能量来自钠泵活动所形成的细胞上 Na^+ 的高势能,而不是直接来自 ATP 的分解。因此,这类转运形式称为继发性主动转运(secondary active transport)。

钠泵广泛存在于机体各细胞膜上,其活动是机体最重要的物质转运方式。除钠泵外,目前了解较多的还有钙泵($\text{Ca}^{2+} - \text{Mg}^{2+}$ 依赖式 ATP 酶)、 $\text{H}^+ - \text{K}^+$ 泵($\text{H}^+ - \text{K}^+$ 依赖式 ATP 酶)等,它们对细胞的功能活动亦起着重要作用。

以上三种物质转运方式,主要涉及一些小分子物质或离子。

(四) 胞吞与胞吐

1. 胞吞作用

大分子或团块物质从细胞外进入细胞内的过程称胞吞作用(endocytosis)。若进入的物质为固体物则称为吞噬(phagocytosis),如白细胞或巨噬细胞将异物或细菌吞噬到细胞内部的过程。吞噬进行时,首先是细胞膜对某些异物(如细菌)进行识别,然后细胞向异物周围伸出伪足,伪足逐渐将异物包围起来,形成吞噬小体,再通过膜的融合和断裂,最后将吞噬物移入细胞内。若所进入的物质为液体则称为吞饮(pinocytosis),如小肠上皮细胞对营养物质的吸收过程。

2. 胞吐作用

大分子或团块类物质由细胞内排放到细胞外的过程,称胞吐作用(exocytosis)。如消化腺分泌消化液,内分泌腺分泌激素,神经递质的释放,都是通过胞吐作用完成的(图 2-2)。

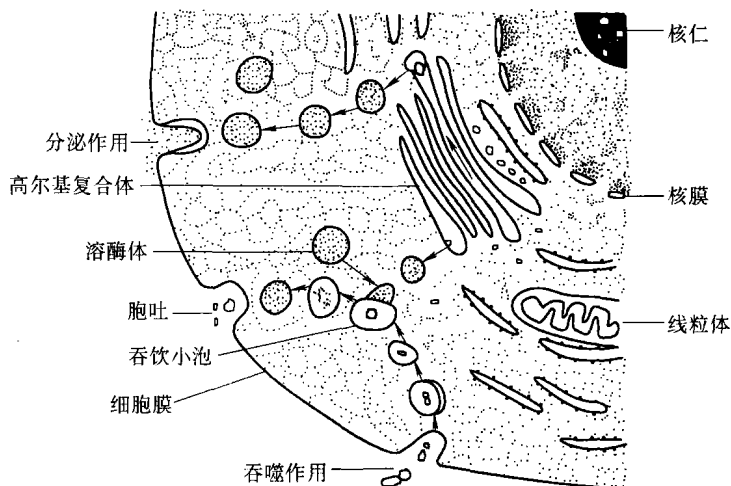


图 2-2 细胞的胞吞和胞吐作用示意图