



教育部职业教育与成人教育司推荐教材
全国卫生职业院校规划教材

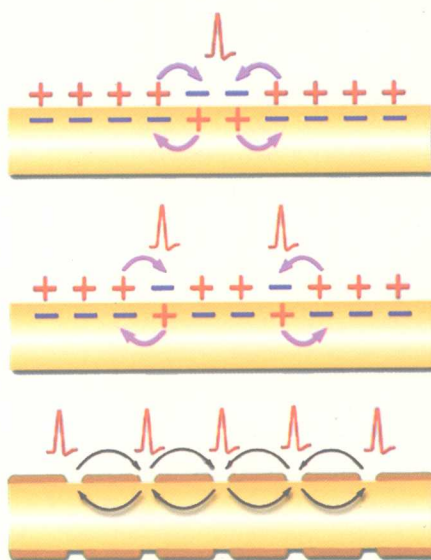
供高职（五年制）护理、涉外护理、助产、检验、药学、药剂、
卫生保健、康复、口腔医学、口腔工艺技术、社区医学、
眼视光、中医、中西医结合、影像技术等专业使用



生理学

（第二版）

顾承麟 任传忠 主编



教育部职业教育与成人教育司推荐教材
全国卫生职业院校规划教材

供高职(五年制)护理、涉外护理、助产、检验、药学、药剂、卫生保健、康复、口腔医学、
口腔工艺技术、社区医学、眼视光、中医、中西医结合、影像技术等专业使用

生 理 学

(第二版)

主 编 顾承麟 任传忠

副主编 彭 波 杨支国 范 黔 刘立英 邵晋萍

编 者 (按汉语拼音排序)

范 黔 (贵阳护理职业学院)

葛洪岩 (菏泽卫生学校)

顾承麟 (无锡卫生高等职业技术学校)

韩爱国 (潍坊卫生学校)

嵇志红 (大连大学医学院)

况 涛 (四川省卫生学校)

刘 浩 (上海职工医学院)

刘立英 (聊城职业技术学院)

彭 波 (黑龙江省卫生学校)

任传忠 (信阳职业技术学院)

邵晋萍 (太原市卫生学校)

石 烽 (西安市卫生学校)

王丽英 (包头市卫生学校)

伍吉云 (井冈山大学医学院)

肖赞英 (西安医学院)

徐 玲 (三峡大学护理学院)

杨支国 (达州职业技术学院)

周朋进 (滨州职业学院)

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书是教育部职业教育与成人教育司推荐教材和全国卫生职业院校规划教材之一,在第一版的基础上做了全面修订,尝试了案例与教学内容相结合的编写形式,使其更体现社会对卫生职业教育的需求,更贴近专业人才培养的要求。全书包括绪论、细胞的基本功能、血液、血液循环、呼吸、消化和吸收、能量代谢和体温、尿的生成和排放、感觉器官的功能、神经系统生理、内分泌、生殖等理论内容和21个实验。在内容安排上,以“必需、够用”为度,努力体现实用性、可读性和创新性,力争做到符合教学规律,使教师易教、学生易学。

本书适用于高职(五年制)护理、涉外护理、助产、检验、药学、药剂、卫生保健、康复、口腔医学、口腔工艺技术、社区医学、眼视光、中医、中西医结合、影像技术等专业使用,也可供从事医疗卫生及相关工作的人员作为在职继续教育参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

生理学 / 顾承麟,任传忠主编. —2版. —北京:科学出版社,2007.12
教育部职业教育与成人教育司推荐教材·全国卫生职业院校规划教材
ISBN 978-7-03-020183-6

I 生… II ①顾…②任… 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(2007)第201550号

责任编辑:李 婷 李 君 / 责任校对:李奕莹

责任印制:刘士平 / 封面设计:黄 超

版权所有,违者必究。未经本社许可,数字图书馆不得使用

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

陈海印刷有限责任公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2003年8月第 一 版 开本:850×1168 1/16

2007年12月第 二 版 印张:12

2007年12月第十二次印刷 字数:322 000

印数:53 001—60 000

定价:24.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换<明辉>)

技能型紧缺人才培养培训教材
全国卫生职业院校规划教材
五年制高职教材建设委员会名单

主任委员 刘 晨

委 员 (按汉语拼音排序)

曹海威	山西医科大学晋中学院	邱大石	潍坊卫生学校
陈锦治	无锡卫生高等职业技术学校	任传忠	信阳职业技术学院
程 伟	信阳职业技术学院	申惠鹏	遵义医药高等专科学校
池金凤	聊城职业技术学院	孙 菁	聊城职业技术学院
戴 琳	安顺职业技术学院	田桂莲	聊城职业技术学院
丁 玲	沧州医学高等专科学校	田锁臣	聊城职业技术学院
范志刚	临汾职业技术学院	王 懿	酒泉卫生学校
方 勤	黄山市卫生学校	王静颖	聊城职业技术学院
冯建疆	石河子卫生学校	王品琪	遵义医药高等专科学校
傅一明	玉林市卫生学校	王秀虎	邵阳医学高等专科学校
顾承麟	无锡卫生高等职业技术学校	文润玲	宁夏医学院高等职业技术学院
桂 勤	惠州卫生学校	吴世芬	广西医科大学护理学院
郭家林	遵义医学高等专科学校	郭雪娟	达州职业技术学院
郭素侠	廊坊市卫生学校	肖守仁	潍坊卫生学校
何从军	陕西能源职业技术学院	谢 玲	遵义医药高等专科学校
姜妹娟	淄博科技职业学院	徐正田	潍坊卫生学校
李 峰	信阳职业技术学院	严鹏霄	无锡卫生高等职业技术学校
李惠兰	贵阳市卫生学校	杨明武	安康职业技术学院
李胜利	沧州医学高等专科学校	杨如虹	大连大学医学院
李新春	开封市卫生学校	苑 迅	大连大学医学院
梁爱华	吕梁市卫生学校	张瑞兰	沧州医学高等专科学校
刘宗生	井冈山大学医学院	张少云	廊坊市卫生学校
马小允	沧州医学高等专科学校	张新平	柳州市卫生学校
马占林	大同市第二卫生学校	钟一萍	贵阳护理职业学院
孟章书	聊城职业技术学院	周进祝	上海职工医学院
潘传中	达州职业技术学院	周梅芳	无锡卫生高等职业技术学校
齐贵胜	聊城职业技术学院	周亚林	无锡卫生高等职业技术学校
綦旭良	聊城职业技术学院	朱建宁	山西医科大学晋中学院

第二版前言

本教材自 2003 年出版发行以来,受到了教育部及全国许多卫生职业院校师生的鼓励和支持。为了适应我国卫生高等职业教育的发展和培养技能型紧缺人才工程的需要,我们根据全国职业教育工作会议精神和各地卫生职业教育同行们提出的宝贵意见、建议,结合 3 年多来的教学改革实践,在全国卫生职业教学新模式研究课题组领导和科学出版社的组织下,将本教材修订为第二版。

这次本教材的修订,本着坚持“贴近学生、贴近社会、贴近岗位”的基本原则,努力体现教材的科学性、思想性、实用性、可读性和创新性,即体现社会对卫生职业教育的需求和专业人才能力的要求,体现与学生的心理取向和知识、方法、情感前提的有效连接,体现开放发展的观念及其专业思维、行为的方式。在保持第一版优势的基础上,根据初中毕业起点五年制卫生高等职业教学的特点,结合学生的实际起点,尽量以学生最适宜的方式叙述专业知识,以利于学生阅读和理解。考虑到初中毕业学生的知识水平、心理特征,在教学内容的编写中难度适当降低,内容形象生动,联系并贴近生活实际。本教材结合临床实际,精选了一些案例插在各章节内容之中,供学生在学习过程中结合实际进行思考分析,这样既可激发学生学习的兴趣,又可培养学生面对实际问题的思考和分析能力。在每章后充实了学习目标测试内容,以利学生在学习后进行复习和运用。我们还特意配制了图文并茂、简明生动的系列教学课件,以利教师在教学中和学生在学习中提高效果。

本教材的宗旨是提供高等卫生职业教学内容的平台性模块,供五年制高等卫生职业教学各专业共同使用,在此基础上相关专业可进一步学习专业模块。教材内容的构建分为 3 个模块:理论模块、实践模块和选学模块。理论模块和实践模块是必修内容,为基本必需的共同要求。选学模块的内容则由各院校根据专业、学时、学分等实际情况选择使用。教材后附有实验指导、生理学教学基本要求和学时分配建议。本课程建议定为 4 学分。

本教材编写是在全国卫生职业教学新模式研究课题组指导下进行的,得到了无锡卫生高等职业技术学校、信阳职业技术学院、贵阳护理职业学院、达州职业技术学院、太原市卫生学校、聊城职业技术学院、黑龙江省卫生学校、包头市卫生学校、大连大学医学院、井冈山大学医学院、西安医学院、三峡大学护理学院、滨州职业学院、西安市卫生学校、四川省卫生学校、菏泽卫生学校、潍坊卫生学校、上海职工医学院等院校的大力支持,在此深表谢意。

由于编者水平有限,在本书第二版的编写中肯定还会有许多欠缺之处,恳请广大师生给予批评、指正。

顾承麟

2007 年 5 月

第一版前言

近年来,我国卫生高等职业教育蓬勃发展,一批又一批既具有系统专业知识,又具有熟练的岗位职业能力学生纷纷走上医护工作岗位,对提高临床医护人员的基本专业素质,体现“以人为本”的服务理念,提升整体服务水平起到了积极作用。卫生高等职业教学以培养学生的岗位职业能力为核心,学生需要在多大程度上接受系统的理论教育,完全取决于其未来职业岗位的要求。本着医学基础理论学习的“必需、够用”的原则,一些卫生职业教育院校开展了模块化教学的课程模式改革,取得了显著的成效。生理学是医学科学的主要基础理论学科,本教材是为适应我国目前卫生高等职业教学的需要,根据初中毕业起点五年制卫生高等职业教学的特点,结合参与全国卫生职业教学新模式改革研究的部分教师的体会编写而成。

生理学是高等卫生职业教学的平台性模块课程,本教材供五年制高等卫生职业教学各专业共同使用。教材内容的构建分为三个模块:基础模块、实践模块和选学模块。基础模块和实践模块是必修内容,为基本必需的共同要求;选学模块的内容则由各院校根据专业、学时、学分等实际情况选择使用。在编写内容上,编者力求反映现代医学科学发展的水平,注重理论联系实际、基础结合临床,贯彻教材的科学性、系统性、适用性、创新性原则,体现职业教育的三个贴近:贴近社会对教育和人才的需要;贴近职业岗位对专业人才知识、能力和情感要求的标准;贴近受教育者的心理取向和所具备的认知、情感前提。在教材编写过程中,编者始终坚持以学生为主体,充分考虑到初中毕业学生初涉医学领域,适当降低起点,力求将原理阐述得通俗易懂;内容编排循序渐进,由浅入深,深入浅出;内容表述图文并茂,形象生动。围绕学习目标,编者还设计了内容精练的链接插入到相关正文中,介绍一些有关人物、事件,进行思想、职业素质和爱国主义教育;拓展和深化有关专业知识和相应的职业岗位能力;介绍有一定影响的新观点、新技术、新方法等;介绍一些与日常生活相关的专业知识与技能等。这些内容仅供学生阅读,不属于考核内容。

为了便于学生自学自测,在每章或节的内容之前均列出相应学习目标,学习内容之后有目标检测题,有助于学生明确目标,掌握重点,及时测评。教材后附有实验指导、生理学教学基本要求和学时分配建议。本课程建议定为4学分。

本教材的编写是在全国卫生职业教学新模式研究课题组指导下进行的,得到了大连大学医学院、江西省井冈山医学高等专科学校、陕西医学高等专科学校、湖北省三峡大学护理学院、河北省邢台医学高等专科学校、山东省聊城职业技术学院、山东省滨州职业学院、陕西省西安市卫生学校、四川省卫生学校、山东省菏泽卫生学校、江苏省无锡卫生学校的大力支持,并得到了北京护士学校刘晨老师的亲自指导,在此深表谢意。

由于编者水平有限,编写时间仓促,因此本教材会有许多欠缺之处,恳请广大师生给予批评指正。

编者

2003年5月

目 录

第1章 绪论	(1)
第1节 生理学研究的对象和任务	(1)
第2节 生命的基本特征	(2)
第3节 机体与环境	(3)
第4节 人体生理功能的调节	(4)
第2章 细胞的基本功能	(7)
第1节 细胞膜的基本功能	(7)
第2节 细胞生物电现象	(11)
第3节 肌细胞的收缩功能	(14)
第3章 血液	(20)
第1节 血液的组成和理化特性	(20)
第2节 血细胞	(22)
第3节 血液凝固与纤维蛋白溶解	(25)
第4节 血量、血型与输血	(27)
第4章 血液循环	(32)
第1节 心泵血功能	(32)
第2节 心肌的生物电现象	(36)
第3节 心肌的生理特性	(39)
第4节 血管生理	(44)
第5节 心血管活动的调节	(51)
第6节 器官循环	(57)
第5章 呼吸	(61)
第1节 肺通气	(61)
第2节 气体交换	(65)
第3节 气体在血液中的运输	(66)
第4节 呼吸运动的调节	(68)
第6章 消化和吸收	(72)
第1节 概述	(72)
第2节 口腔内消化	(74)
第3节 胃内消化	(74)
第4节 小肠内消化	(77)
第5节 大肠内消化	(79)
第6节 吸收	(80)
第7章 能量代谢和体温	(84)
第1节 能量代谢	(84)
第2节 体温	(86)
第8章 尿的生成和排放	(91)
第1节 尿的生成过程	(91)
第2节 尿生成的调节	(101)
第3节 尿液及其排放	(105)



第9章 感觉器官的功能	(108)
第1节 感受器的一般生理	(108)
第2节 视觉器官	(109)
第3节 位、听觉器官	(113)
第10章 神经系统生理	(117)
第1节 神经元活动的一般规律	(117)
第2节 神经系统的感觉功能	(123)
第3节 神经系统对躯体运动的调节	(126)
第4节 神经系统对内脏功能的调节	(132)
第5节 脑的高级功能	(137)
第11章 内分泌	(142)
第1节 概述	(142)
第2节 下丘脑与垂体	(145)
第3节 甲状腺和甲状旁腺	(148)
第4节 胰岛的功能	(151)
第5节 肾上腺的功能	(153)
第12章 生殖	(158)
第1节 男性生殖	(158)
第2节 女性生殖	(159)
生理学实验指导	(163)
生理学实验目的及实验规则	(163)
实验1 反射弧分析	(163)
实验2 神经干的动作电位	(163)
实验3 血液凝固和影响血液凝固的因素	(165)
实验4 ABO血型鉴定	(165)
实验5 蛙心搏动观察及心搏起源分析	(166)
实验6 期前收缩和代偿间歇	(167)
实验7 正常人体心音听取	(167)
实验8 正常人体动脉血压测量	(168)
实验9 哺乳动物动脉血压调节	(169)
实验10 正常人体呼吸音的听诊	(170)
实验11 呼吸运动的调节	(171)
实验12 正常人体体温的测量	(172)
实验13 影响尿生成的因素	(175)
实验14 视敏度测定	(174)
实验15 视野测定	(174)
实验16 色觉检查	(175)
实验17 声波传导途径	(175)
实验18 瞳孔对光反射	(175)
实验19 损毁小白鼠小脑的观察	(175)
实验20 兔大脑皮质运动区功能定位	(176)
实验21 去大脑僵直	(177)
参考文献	(178)
生理学(五年制)教学基本要求	(179)
目标检测选择题参考答案	(184)

第1章 绪论



学习目标

1. 简述生理学研究的对象和任务,解释生理学与医学的关系
2. 概述生命活动的基本特征,解释刺激、反应、兴奋和抑制、兴奋性和阈值概念
3. 说出内环境概念,叙述稳态及其意义
4. 比较神经调节、体液调节、自身调节的特点,举例说明反射、反馈、正反馈、负反馈及其意义

第1节 生理学研究 对象和任务

一、什么是生理学

多姿多彩的生命活动,使地球充满了无限生机。生命是最为珍贵的,生命活动是世界上最为高级、最为复杂、最为神秘的物质运动形式。凡是具有生命活动的个体就是生物体。生理学就是研究生物体生命活动规律的科学。作为医学的重要基础理论学科之一的人体生理学,主要研究正常人体及其细胞、组织、器官等组成部分所

近代生理学的奠基人——哈维

在16世纪中叶,生物学家开始研究机体的生理活动,特别是心脏和血液的流动问题。但当时受到古代学者盖伦的盖伦学说(这种学说又被至高无上的教会奉为法律,不得违反)的阻碍。大部分学者都不敢越雷池一步。但英国医生威廉·哈维(William Harvey, 1578~1657)经过大量的动物实验研究,发现盖伦所说的血液由右心室通过中膈流入左心室的说法是错误的。哈维提出了新的观点:血液从右心室经过肺动脉,又经过肺组织,再由肺静脉流入左心房,这样右心室的静脉血通过肺变成了新鲜的动脉血,再回到左心房。这个观点被称为“血液循环”学说。1628年,哈维所著的《论心与血的运动》一书出版标志着近代生理学的诞生。

链接

表现出来的各种生命现象的活动规律,例如,呼吸、消化、循环、肌肉运动等。生理学的任务就是要研究这些生命活动的发生机制、条件以及体内、外环境变化时对这些活动的影响,从而掌握各种生理活动发展、变化的规律。

二、为什么要学习生理学

生理学的产生和发展与医学具有密切的联系。生理学的理论和研究成果可指导临床医护实践,并在实践中得到检验、完善;而临床实践中不断发现的新问题,又为生理学的研究提出新课题、新任务,推动生理学的不断发展。人体出现的各种疾病,无一不是正常生命活动发生量变和质变的结果,只有掌握了正常生命活动的规律,才能去认识、探索疾病的发生、发展及防治规律。所以,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,为以后学习其他学科和医护工作实践提供重要的理论基础。

三、怎样学习生理学

生理学是一门实验性的学科。实验是生理学研究的基本方法。生理学中的所有概念、定义、定律、学说等理论均建立在实验和观察分析的基础上。

生物学的实验方法

生理学的实验方法包括急性实验和慢性实验两大类,实验对象主要是各种实验动物。

1. 急性实验方法 实验过程一般不能持续太久,实验后动物往往不能生存。具体可分为:

(1) 离体细胞、分子实验法:将动物的细胞取出进行细胞培养、实验分析,或分离出亚细胞成分进行分子生物学实验。例如,取动物的心肌细胞,在其细胞膜上进行离子通道的实验分析研究。





(2) 离体组织、器官实验法:从活着或刚死去的动物身上取下所要研究的器官组织,置于一定的人工环境中,并在一定时间内保持其生理功能以进行研究。例如,取动物的神经组织,在离体条件下研究神经组织的生物电活动。

(3) 活体解剖法:在动物麻醉或毁坏其大脑的条件下,进行活体解剖,对体内各器官进行预定的实验研究。例如,在动物体内直接观察胃肠运动的形式及分析其影响因素。

2. 慢性实验方法 在清醒而完整的动物身上,观察其整体活动或某一器官对体内、外环境条件变化的反应规律。

生物机体是一个完整统一的整体,其各种功能活动都是整体活动的一部分,并与环境保持密切的联系。人体的各种功能活动还受语言、文字以及心理和社会因素的影响。因此,我们在学习生理学时,必须以辩证唯物主义思想为指导,用对立统一的观点去看待机体的一切功能活动,从生物的、社会的、心理的水平来综合观察和理解人体的生命活动。

第2节 生命的基本特征

我们知道,有生命的个体就是生物体,而生物体的生命活动形形色色、千姿百态。那么,怎样才能判断一个物体是否有生命呢?生物学家通过广泛而深入的研究,发现新陈代谢、兴奋性和生殖是各种生物体生命活动的基本特征。

一、新陈代谢

新陈代谢是指机体与环境之间进行物质和能量交换实现自我更新的过程。

新陈代谢包括合成代谢(同化作用)和分解代谢(异化作用)。合成代谢是指机体不断地从环境中摄取营养物质来合成自身新的物质,并储存能量的过程。分解代谢是指机体不断分解自身旧的物质,释放能量供生命活动的需要,并把分解产物排出体外的过程。物质的合成和分解称为物质代谢;伴随物质代谢而产生的能量的储存、释放、转移和利用过程称为能量代谢(详见第7章)。在新陈代谢中,物质代谢和能量代谢同时进行,两者不可分割地

联系在一起。

生命过程中的一切机能活动都是建立在新陈代谢基础上,新陈代谢一旦停止,生命也就随之终结,所以新陈代谢是生命活动最基本的特征。

二、兴奋性

生物体与环境的关系不仅表现在物质和能量代谢方面,还表现在当环境条件发生变化时能引起机体功能活动的改变,由此生物体不断主动地适应环境得以生存。

(一) 刺激与反应

作用于机体的环境条件变化称为刺激。刺激按其性质可分为:①物理刺激,如声、光、电流、射线、机械、温度等。②化学刺激,如酸、碱、离子、药物等。③生物性刺激,如细菌、病毒等。在人类,社会因素和心理活动构成的刺激对人体的生理功能和疾病的发生、发展也具有十分重要的作用。

接受刺激后,机体活动状态发生的相应变化称为反应。如寒冷刺激可使机体分解代谢加强,产热量增加、皮肤血管收缩、散热减少,甚至肌肉颤抖等,这就是机体对寒冷刺激的反应。

有效刺激的条件

能引起机体发生反应的刺激为有效刺激。有效刺激除了应具有一定的刺激强度外,还必须具有一定的作用时间和强度变率。

时间:刺激必须持续一定时间,才能引起组织发生反应。如果时间持续太短,即使强度足够也不能引起组织发生反应。如果使刺激强度和强度变率保持不变,引起组织发生反应的最短作用时间则称为时间阈值。

强度变率:刺激由强变弱或由弱变强,均可引起组织发生反应。单位时间(秒)内刺激强度的变化速度,称为强度变率。强度变率越大,刺激作用越大,反之刺激作用就较弱。

刺激的三个条件是互相影响的,其中一个或两个的值发生变化,其余的值也会发生相应的改变。机体或组织对刺激的反应是三个条件综合作用的结果。由于电刺激的强度及作用时间均易于控制,其对组织损伤较小,故为生理实验和医疗实践中常用的刺激方法。





刺激的种类很多,但并非是所有刺激都能引起机体发生反应。实验表明,任何刺激要引起机体或组织产生反应必须具备三个条件:强度(刺激强度)、时间(刺激持续时间)和强度变率(刺激强度变化速度)。如将刺激的时间和强度变率保持不变,刺激必须要达到一定的强度,才能引起组织反应。能引起组织发生反应的最小刺激强度称为阈强度或阈值。强度等于阈值的刺激称为阈刺激;强度大于阈值的刺激称为阈上刺激;强度小于阈值的则称为阈下刺激。阈刺激和阈上刺激都能引起组织发生反应,所以是有效刺激,而单个阈下刺激则不能引起组织反应。

临床实例分析

在临床治疗中,护士给病人进行肌肉注射或皮下注射时,常遵循“进针快、出针快、推液慢”的“二快一慢”原则。根据刺激和反应的基本原理,分析并解释以下问题:

1. 在进行肌肉注射或皮下注射时,为什么要实行“二快一慢”原则?
2. 注射时,为减轻病人的疼痛,还可采取哪些方法?



(二) 兴奋与抑制

当机体接受刺激而发生反应时,从其外表活动特征来看有两种基本表现形式,即兴奋和抑制。兴奋是指机体接受刺激后由相对静息状态变为活动状态,或活动由弱增强。如当人遇到紧急情况时心跳加快、呼吸急促、肌紧张增强、动作迅速,表现为兴奋反应。抑制是指机体接受刺激后由活动状态转入静息状态,或活动由强减弱。如当人体吸入过多的 CO_2 可使呼吸运动减弱甚至暂停,表现为呼吸抑制。

机体接受刺激后究竟发生兴奋还是抑制,主要取决于两个方面:①刺激的质和量。机体处于同样的功能状态,刺激的强弱不同,反应可不同。例如,疼痛刺激可引起心跳加强、呼吸加快、血压升高等,这是兴奋的表现;而过于剧烈的疼痛则引起心跳减弱、呼吸变慢、血压降低,甚至意识丧失,这却是抑制的表现。②机体的功能状态。当机体的功能状态不同

时,同样的刺激,但引起的反应可不同。例如,饥饿、饱食或不同精神状态的人,对食物的反应截然不同。

(三) 兴奋性与阈强度

机体对刺激发生反应的能力或特性称为兴奋性。兴奋性是一切生物体所具有的另一基本特征,其能使生物体对环境的变化作出应变,因此,这是生物体生存的必要条件。

组织的兴奋性与阈强度呈反比关系,即阈强度越小,说明组织的兴奋性越高;阈强度越大,说明组织的兴奋性越低。各种组织的兴奋性高低是不同的,阈强度就可作为衡量组织兴奋性高低的客观指标。

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子代个体,这种功能称为生殖。生物个体的寿命是有限的,只有通过生殖过程产生新的个体才能使种系得以延续,生命之火才能长存不熄(详见第12章)。

第3节 机体与环境

机体的一切生命活动都是在一定的环境中进行的。组成人体的细胞数以亿计,其中绝大多数细胞并不直接与外界自然环境接触。那么,这些与外界环境隔离的体内细胞又生活在怎样的环境中?它们又是怎样与外界环境进行物质交换?这得从人体内的液体说起。

一、体液

人体内含有大量的液体,体内的液体总称为体液。在成人,体液约占体重的60%。体液可分为两大部分:存在于细胞内的称为细胞内液,约占2/3(约占体重的40%);存在于细胞外的称为细胞外液,约占1/3(约占体重的20%),包括组织液、血浆、淋巴液和脑脊液等。体液的各部分彼此隔开而又互相沟通。细胞内液与组织液之间通过细胞膜进行物质交换;而血浆与组织液之间则通过毛细血管壁进行水分和某些物





质的交换。血浆是体液中最活跃的部分,成为沟通各部分体液与外界环境进行物质交换的媒介(图 1-3-1)。

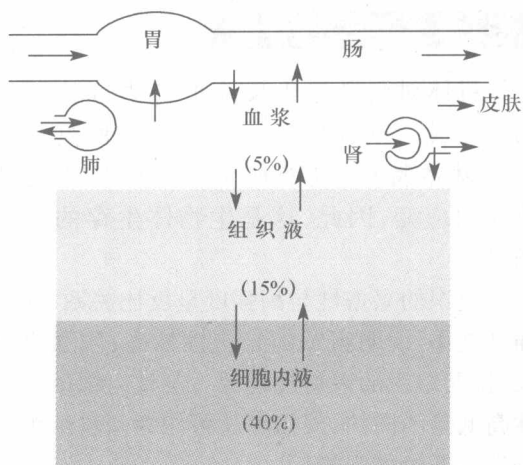


图 1-3-1 体液的分布及其相互关系示意图

二、内 环 境

机体生存所处的自然界称为外环境。体内的绝大多数细胞并不与外环境直接接触,而是浸浴和生存在细胞外液之中。细胞代谢所需要的 O_2 和 CO_2 的排出、营养物质的摄取和代谢产物的排出,都必须通过细胞外液进行。所以,细胞外液是细胞直接生活的体内环境,称为机体的内环境。

三、稳 态

内环境为细胞的代谢提供必要的理化条件和营养物质,并接受来自细胞的各种代谢产物。细胞的正常生理活动需要内环境的各种理化因素(温度、渗透压和酸碱度等)和各种物质的浓度相对恒定,而细胞的代谢活动和外环境的变化又经常引起内环境的波动。正常机体内,通过调节系统的作用,改变各器官组织的活动,可以维持内环境中各种理化因素和物质浓度的相对稳定。生理学中将内环境的理化特性处于相对稳定的状态称为稳态。内环境的稳态是细胞进行正常生命活动的必要条件。机体的一切调节活动最终的生物学意义在于维持内环境的稳态。一旦调节系统或器官组织的活动发生紊乱,稳态就不能维持,就会引起细胞新陈代谢紊乱,并导致疾病。

机体对环境的适应

机体的外环境是自然界。自然界的许多因素,如气温、气压、湿度、光照等变化,都可构成对机体的刺激而影响生命活动。但机体能够随环境条件的变化不断地调整自身各部分的功能,使机体与环境取得平衡统一,保证生命活动的正常进行。机体这种根据外部情况来调整内部关系的生理特性,称为适应性。例如,人从光亮处突然进入暗处,起初什么也看不见,但片刻之后,眼对光的敏感性可提高 1 万多倍。这样人就能适应暗室工作。机体的适应能力随生物的进化而不断地加强和完善。例如,热带动物无法在寒带生存,而人却可从赤道迁居南极。

人类生存的环境除了自然环境,尚有社会环境。社会环境的剧烈变化,可成为致病因素。人体一方面要依赖环境、适应环境,另一方面又不断地影响环境、改变环境。人们已不再消极地适应环境,而是主动地去改善和保护自然生态环境,使环境更适合人体生命活动的需要。

接 链

第 4 节 人体生理功能的调节

人体的结构极为复杂,大约由 10 万亿个细胞组成各种组织、器官和系统。这些结构和功能不同的组织、器官和系统互相联系、互相影响、互相制约、互相协调,成为一个完整的统一体来适应周围环境的变化和保持内环境的稳态,以维持机体生命活动的正常进行。这些都需要通过机体的功能调节来完成。

一、人体生理功能的调节方式

人体生理功能的调节方式主要有神经调节、体液调节和自身调节,其中以神经调节最为重要。

(一) 神经调节

神经调节是指通过神经系统的活动对机体生理功能进行的调节。神经调节的基本方式是反射。所谓反射,是指在中枢神经系统的参与下,机体对内、外环境刺激做出的规律性应答。反射的结构基础是反射弧,它由感受器、传入神经、中枢、传出神经和效应器五个部分组成(图 1-4-1)。反射活动的完成有赖于

反射弧的完整,其中任何一部分受损,反射活动即消失。

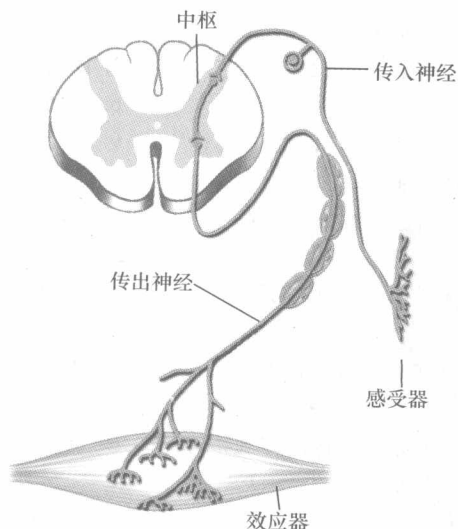


图 1-4-1 反射弧及其组成示意图

反射可分为非条件反射和条件反射两大类。非条件反射是与生俱来的,其反射弧和反射活动较为固定,数量有限,是一种初级的神经活动,多与维持生命的本能活动有关。如食物刺激口腔引起唾液的分泌就属非条件反射。条件反射是后天获得的,是在非条件反射的基础上结合个体生活实践而建立起来的,是一种高级的神经活动,反射活动灵活可变,数量无限,并具有预见性。可见条件反射比非条件反射更具有适应性意义(详见第10章)。

神经调节的特点是迅速、短暂而精确,具有高度的协调和整合功能,所以是人体功能调节中最主要的调节方式。

(二) 体液调节

体液调节是指体液中的化学物质(激素、代谢产物及其他化学物质),通过体液(细胞外液)途径对人体功能进行的调节。如甲状腺产生的甲状腺激素,通过血液循环运输到全身各组织细胞,促进物质代谢和能量代谢,促进生长与发育过程。这种激素经血液运输至远隔组织器官,并影响全身多种组织器官的活动,称为全身性体液调节。此外,由组织细胞产生的一些化学物质或代谢产物如 CO_2 、 H^+ 、腺苷、乳酸等,可在局部组织液内扩散,改变邻近组织细胞的活动,此类称为局部性体液调节。

体液调节的特点是比较缓慢、持久而弥

散,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。

在完整机体内,神经调节和体液调节相辅相成,密切相关。大多数内分泌腺或内分泌细胞直接或间接地接受神经系统的调节,体液调节成为神经调节的一个传出环节,是反射传出途径的延伸,这种调节称为神经-体液调节(图1-4-2)。如肾上腺髓质受交感神经支配,交感神经兴奋时,可促使肾上腺髓质分泌肾上腺素和去甲肾上腺素增加,从而使神经与体液因素共同参与机体的调节活动。

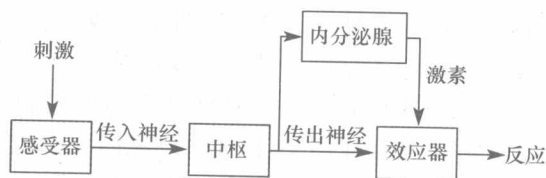


图 1-4-2 神经调节和神经-体液调节示意图

(三) 自身调节

自身调节是指组织细胞在不依赖于神经或体液因素的作用下,自身对刺激发生的一种适应性反应。如当动脉血压在一定范围内波动时,脑血管可通过自身的舒缩活动来改变血流阻力,使脑血流量经常保持相对恒定。一般说来,自身调节是一种比较简单、局限、调节幅度较小的调节方式,但对于人体生理功能的调节同样具有重要意义。

二、生理功能的自动控制系统

人体生理功能的各种调节实际上为一个“自动控制”系统。在自动控制系统中,控制部分与受控部分交互作用,通过闭合环路而完成。在人体内,控制部分相当于反射中枢或内分泌腺;受控部分相当于效应器或靶器官、靶细胞。在这种闭合环路的调节过程中,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1-4-3)。

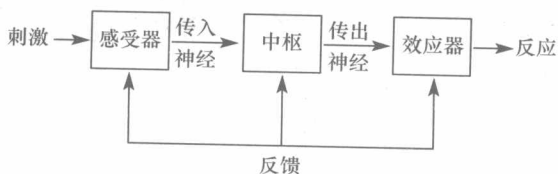


图 1-4-3 生理功能的反馈调节示意图





反馈调节有负反馈和正反馈两种方式。负反馈是指受控部分发出的信息反过来减弱控制部分活动的调节方式。在正常人体内负反馈较为多见,并且极为重要,其意义在于维持机体生理功能的相对稳定。如当动脉血压升高时,可通过一定的途径抑制心血管中枢的活动,使血压下降;而当动脉血压降低时这种对心血管中枢的抑制作用减小,使心血管活动增加,血压得以回升,从而维持血压的相对稳定。正反馈是指受控部分发出的信息反过来加强控制部分活动的调节方式。在人体内正反馈远不如负反馈多见,其意义在于促使某些生理功能一旦发动就迅速加强直至完成,是不可逆的过程。如排尿、分娩、血液凝固等。

反馈作用反映了人体功能活动调节的自动化。通过反馈作用,使机体对刺激的反应能足量、及时、适度地达到某种生理需要的状态,从而对内、外环境的适应更为完善。

生理学是研究生物体生命活动规律的科学。新陈代谢、兴奋性和生殖是生命活动的基本特征。新陈代谢是指机体与环境之间进行物质和能量交换实现自我更新的过程。作用于机体的环境条件变化称为刺激。接受刺激后,机体活动状态发生的相应变化称为反应。反应有两种基本形式,即兴奋和抑制。有效刺激必须具备三个条件:强度、时间和强度变率。能引起组织发生反应的最小刺激强度称为阈强度或阈值。机体对刺激发生反应的能力或特性称为兴奋性。细胞外液是细胞直接生活的体内环境,称为内环境。内环境的理化特性处于相对稳定的状态称为稳态。人体生理功能的调节方式主要有神经调节、体液调节和自身调节。神经调节的特点是迅速、短暂而精确。体液调节的特点是比较缓慢、持久而弥散。反馈调节有负反馈和正反馈两种方式。负反馈是指受控部分发出的信息反过来减弱控制部分活动的调节方式,其意义在于维持机体生理功能的相对稳定。正反馈是指受控部分发出的信息反过来加强控制部分活动的调节方式,其意义在于促使某些生理功能一旦发动就迅速加强直至完成。

小结



目标检测

一、名词解释

1. 新陈代谢
2. 兴奋性
3. 阈值
4. 兴奋
5. 内环境
6. 反射
7. 条件反射
8. 体液调节
9. 负反馈

二、填空题

1. 生命活动的基本特征有_____、_____和_____。
2. 机体生理功能的调节包括:_____、_____和_____。
3. 神经调节的基本方式是_____,其结构基础是_____。
4. 衡量兴奋性高低的客观指标是_____,它与兴奋性呈_____关系。
5. 反射可分为_____和_____两大类。

三、单选题

1. 正常人体内环境的理化特性经常保持
 - A. 固定不变
 - B. 相对恒定
 - C. 随机多变
 - D. 绝对平衡
 - E. 以上都是
2. 属于负反馈的活动有
 - A. 排尿反射
 - B. 血液凝固
 - C. 分娩过程
 - D. 体温调节
 - E. 排便反射
3. 体液调节的特点是
 - A. 精确
 - B. 短暂
 - C. 广泛
 - D. 迅速
 - E. 局限
4. 下列叙述不属于非条件反射的是
 - A. 受到伤害刺激的肢体出现屈曲
 - B. 吸入气体中氧浓度降低引起呼吸加深加快
 - C. 食物入口引起唾液分泌
 - D. 见到美味食物引起唾液分泌
 - E. 强光下瞳孔缩小
5. 维持机体稳态的重要调节过程是
 - A. 神经调节
 - B. 体液调节
 - C. 自身调节
 - D. 负反馈
 - E. 正反馈

四、简答题

1. 人体生理功能活动的调节方式有哪些?各有何特征?其相互关系如何?
2. 何谓内环境和稳态?有何重要生理意义?

第2章 细胞的基本功能



学习目标

1. 叙述细胞膜物质转运的形式、特点和意义
2. 概述静息电位、动作电位、局部反应的概念、特点、产生原理及生理意义
3. 比较动作电位传导与神经肌接头兴奋传递的概念及特点
4. 叙述骨骼肌收缩过程及收缩形式
5. 说出受体、极化、去极化、超极化、阈电位、兴奋收缩偶联、前负荷、后负荷的概念

人体大约由 10 万亿个细胞组成。细胞是人体的基本结构和功能单位。人体一切生命活动都是在细胞基础上进行的。因此,了解细胞的基本功能,有助于深入认识理解机体各系统、器官生命活动的规律。细胞功能涉及许多方面,本章仅讨论细胞膜的基本功能、细胞生物电现象和肌细胞的收缩功能。

第1节 细胞膜的基本功能

细胞膜是细胞与环境之间的屏障,起着支持和保护细胞的作用。它也是细胞与周围环境进行物质交换的重要场所。细胞膜还能接受环境中各种理化因素刺激,从而改变自身的生理功能。

一、细胞膜的物质转运功能

细胞膜以液态脂质双分子层为基架,其中镶嵌着具有不同生理功能的蛋白质分子(图 2-1-1)。

物质以何种方式通过细胞膜进行转运主要取决于以下几个因素:①物质分子质量的大小。小分子物质可直接穿过细胞膜进行转运,而大分子物质的转运则需细胞膜进行复杂的变形活动,如细胞膜凹陷或伸出伪足等。②物质转运是顺浓度差(或电位差)还是逆浓度差(或电位差)。顺浓度差转运细胞不需要消耗

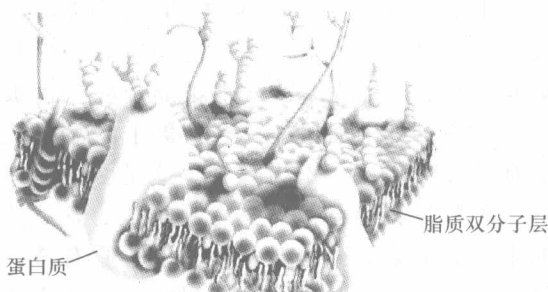


图 2-1-1 细胞膜的基本结构模式图

能量,而逆浓度差转运需消耗能量。③物质是脂溶性还是水溶性。由于细胞膜的脂质结构特点,因此,小分子的脂溶性物质较水溶性物质容易通过细胞膜进行转运。现将几种常见的细胞膜物质转运形式介绍如下。

(一) 单纯扩散

单纯扩散是指脂溶性小分子物质从细胞膜高浓度一侧向低浓度一侧转运的过程。这是一种单纯的物理过程。在人体以单纯扩散方式进出细胞的物质很少,比较确定的有 O_2 、 CO_2 、 NO 、 NH_3 等气体分子。由于这些气体分子是顺浓度差转运,所以不需要细胞消耗能量。通常细胞外 O_2 浓度高于细胞内,所以 O_2 总是由细胞外扩散进入细胞内,而细胞内 CO_2 浓度高于细胞外,所以 CO_2 总是由细胞内扩散到细胞外。

(二) 易化扩散

水溶性或脂溶性很小的物质不易通过细胞膜脂质层,需借助细胞膜上特殊蛋白质才能从细胞膜高浓度一侧向低浓度一侧转运,这一过程称为易化扩散。易化扩散也是顺浓度差转运,不需要细胞消耗能量,但必须有膜蛋白质的帮助。根据借助膜蛋白质的不同,可将易化扩散分为载体和通道转运两种类型。

1. 载体转运 细胞膜载体蛋白分子上有一个或数个能与某种转运物质相结合的位点,物质在高浓度一侧与载体蛋白的位点结合,载





体蛋白发生构型改变,将物质运载到低浓度一侧,然后物质与载体蛋白分离,完成转运。载体蛋白恢复原来结构,并可反复使用(图 2-1-2)。葡萄糖、氨基酸进入细胞就是以载体转运的形式进行的。载体转运具有以下特点:①高度特异性。一种载体只能转运某种特定结构的物质,如葡萄糖载体只能转运葡萄糖,不能转运氨基酸。②饱和现象。在一定范围内增加被转运物质浓度能提高转运速度和转运量,但被转运物质浓度增加超过一定限度时,再增加该物质浓度其转运量不再增加。这是因为载体蛋白的数量和结合位点是有限的。③竞争性抑制。如果某一载体对两种以上物质有转运能力,当其中一种物质浓度增加时,该物质转运量增加,其他物质的转运量则减少。

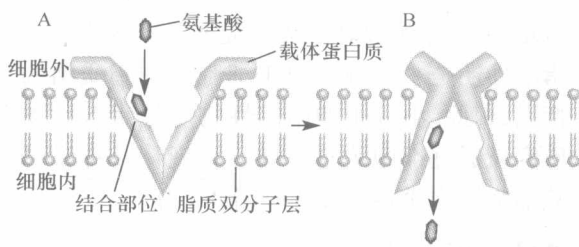


图 2-1-2 载体转运示意图

2. 通道转运 通道蛋白质是贯穿于细胞膜全层的蛋白质,像穿过细胞膜的孔道。通道有备用、激活(开放)、失活(关闭)三种功能状态(图 2-1-3)。当通道激活时,水溶性无机离子如 Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 等可顺浓度差或电位差经各自的通道进或出细胞;当通道失活时,有关

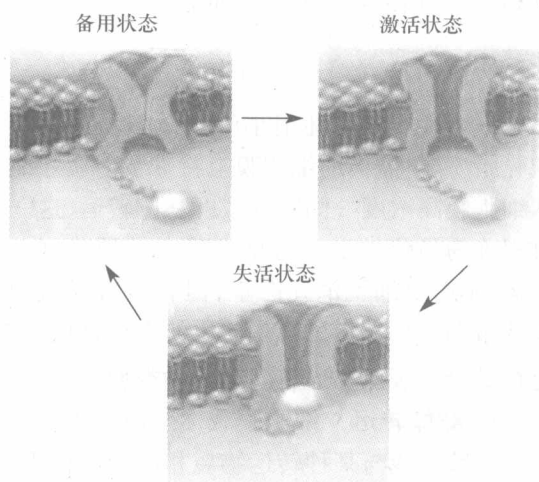


图 2-1-3 通道功能状态示意图

离子则不能通过,即膜对这些离子不能通透;通道备用时,虽呈关闭状态,但与通道失活的区别在于受到刺激时可以开放。通道也有特异性,但不如载体严格,不同离子一般由不同通道转运,如 K^+ 通道、 Na^+ 通道,但某些离子如 Ca^{2+} 可通过几种不同的通道转运。开或关由化学因素调控的通道称为化学门控通道,这种通道较少,如肌细胞终板膜上的乙酰胆碱依赖式通道;由细胞膜两侧电位变化调控的通道称为电压门控通道,大多数细胞膜上的 Na^+ 通道、 K^+ 通道属于此类。

单纯扩散和易化扩散细胞不消耗能量,均属于被动转运。扩散通过量大小取决于转运物质在膜两侧的浓度差及膜对转运物质的通透性。转运物质在膜两侧的浓度差越大,膜对转运物质的通透性越大,扩散通过量越大,反之则减少。单纯扩散对机体细胞 O_2 摄入, CO_2 排出十分重要;易化扩散是跨细胞膜物质转运一种重要而普遍存在的形式,如营养物质进入细胞、细胞生物电的产生、兴奋的传导、肌肉的收缩都与易化扩散密切相关。更重要的是易化扩散可以人为调控,如调控载体与物质的结合、使用通道阻断剂调控通道的开关,从而影响物质进出细胞的数量,以达到调整人体生理过程的目的。某些药物也是通过作用于通道而发挥疗效的,如治疗心绞痛的药物硝苯地平就是 Ca^{2+} 通道的阻断剂。

(三) 主动转运

细胞借助膜上泵蛋白将某种小分子物质(分子或离子)由细胞膜低浓度一侧转运到高浓度一侧的耗能过程称主动转运。泵蛋白是一种特殊蛋白质,常见的有钠-钾泵(简称钠泵)、钙泵、氢泵、碘泵等。钙泵主要分布在各种肌细胞的肌质网上,与肌收缩舒张有关;氢泵见于胃黏膜中,与胃液分泌有关;碘泵主要分布在甲状腺中,与甲状腺激素合成有关。目前研究最清楚的是广泛分布在细胞膜上的钠泵,它在细胞生理活动中最为重要。钠泵是细胞膜上一种 Na^+ - K^+ 依赖式 ATP 酶,它可以水解 ATP 获得能量,把细胞内的 Na^+ 逆浓度差转运到细胞外,同时把细胞外的 K^+ 逆浓度差转运到细胞内。一般情况下每分解 1 个 ATP 分子可将 3 个 Na^+ 泵出细胞外,同时将 2 个

K^+ 泵入细胞内。钠泵活动消耗的 ATP 占人体代谢产能的 1/4。这种直接利用 ATP 分解提供能量来进行主动转运的方式又称原发性主动转运(图 2-1-4)。当细胞内 Na^+ 浓度增

加或细胞外 K^+ 浓度增加时可激活钠泵,而缺氧、能量供应不足、低温、酸中毒等因素可使钠泵活动减弱,某些药物如毒毛花苷(哇巴因)可抑制钠泵活动。

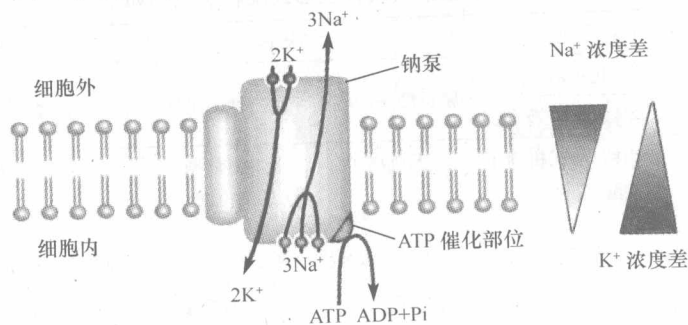


图 2-1-4 钠泵主动转运示意图

继发性主动转运

某些物质逆浓度差向细胞内转运时,不直接利用 ATP 分解释放的能量,而是依赖细胞膜外 Na^+ 顺浓度差进入细胞膜内所释放的势能,即 Na^+ 顺浓度差进入细胞内时通过一种叫做联合转运体的蛋白质将某些物质逆浓度差带入细胞内。由于细胞外高 Na^+ 是钠泵活动造成的,因此,这种转运形式间接利用了 ATP 分解释放的能量,称为继发性主动转运(图 2-1-5),如肠黏膜上皮细胞和肾小管上皮细胞对葡萄糖、氨基酸的吸收过程。

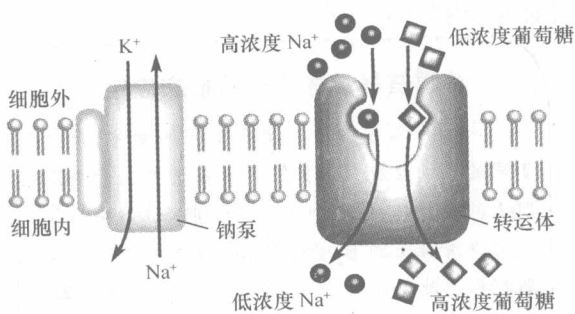


图 2-1-5 继发性主动转运示意图

主动转运是人体最重要的物质转运形式,它使细胞可根据生理需要主动选择对物质的吸收或排出,而不受细胞内外物质浓度差的影响。钠泵活动对维持细胞内外离子浓度差有重要的生理意义:①维持细胞内高 K^+ ,这是细胞许多生理活动进行的必要条件。②维持细胞内低 Na^+ ,阻止水分大量进入细胞,保持细胞正常形态和功能。③维持细胞外高 Na^+ ,这是可兴奋细胞产生兴奋的基础,也为营养物

质继发性主动转运提供能量来源。

(四) 入胞和出胞

一些大分子物质或团块进出细胞,由于分子量大,不能直接穿过细胞膜,必须通过细胞膜一系列复杂的变形吞吐活动来完成。这些过程需要细胞消耗能量。

1. 入胞(胞吞) 是指细胞外大分子物质或团块进入细胞内的过程(图 2-1-6)。如血浆脂蛋白、大分子营养物、细菌、病毒等进入细胞,首先被细胞膜上受体识别并与其接触,然后接触部位细胞膜凹陷或伸出伪足把物质包裹起来,卷入细胞中。进入细胞内的物质是固体,称吞噬;进入细胞内的是液体,称吞饮。

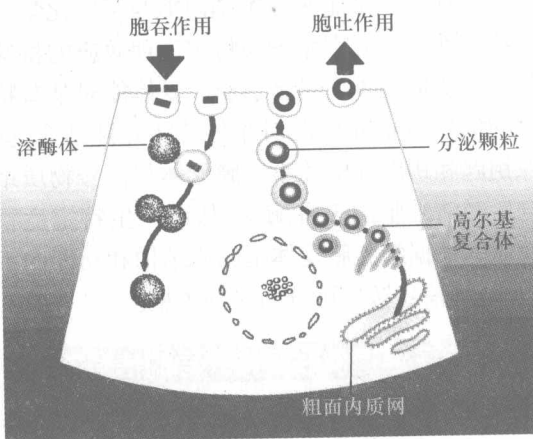


图 2-1-6 胞吞与胞吐式转运示意图

2. 出胞(胞吐) 是指大分子内容物排出细胞的过程。主要见于细胞的分泌活动,如消