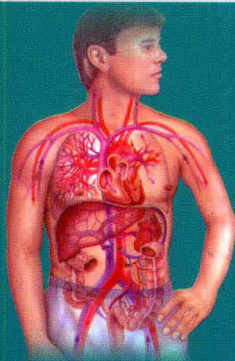
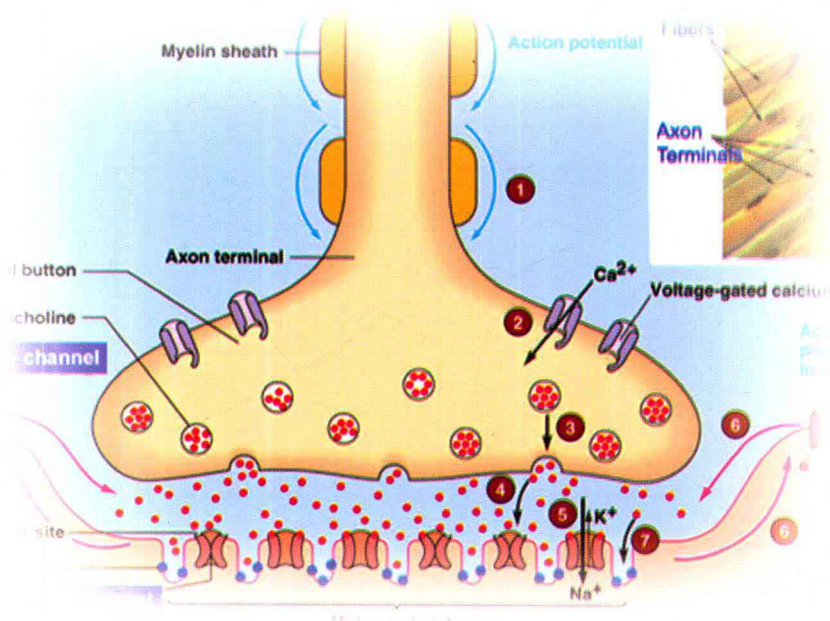


中等卫生职业教育规划教材

ZHONGDENG WEISHENG ZHIYE JIAOYU GUIHUA JIAOCAI



生理学基础



杨志伟 主编

SHENGLI XUE JICHU



湖北科学技术出版社

供中等卫生职业教育各专业用



中等卫生职业教育规划教材

ZHONGDENG WEISHENG ZHIYE JIAOYU GUIHUA JIAOCAI

生理学基础

SHENGLI XUE JICHU

主 编 杨志伟

副主编 李少平 任贤俊

编 者 (按姓氏笔画排序)

任贤俊 咸宁市卫生学校

刘继伟 十堰市医药卫生学校

朱 刚 湖北职业技术学院

张 琳 仙桃职业学院

李少平 仙桃职业学院

杨志伟 湖北职业技术学院

陈 晖 孝感市结核病防治所

罗 琼 荆州职业技术学院医药学院

盛幼珍 湖北职业技术学院

黄世英 湖北职业技术学院

舒 丹 武汉大学医学院职业技术学院

湖北科学技术出版社

供中等卫生职业教育各专业用

图书在版编目（C I P）数据

生理学基础 / 杨志伟主编，—武汉：湖北科学技术出版社，2010.7

中等卫生职业教育规划教材

ISBN 978-7-5352-4487-1

I. ①生… II. ①杨… III. ①人体生理学—专业学校—教材 IV. ①R33

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2010）第 067242 号

责任编辑：冯友仁		封面设计：戴 旻	
出版发行：湖北科学技术出版社		电话：027-87679468	
地 址：武汉市雄楚大街 268 号		邮编：430070	
（湖北出版文化城 B 座 12-13 层）			
网 址： http://www.hbstp.com.cn			
印 刷：湖北睿智印务有限公司		邮编：430011	
787×1092	1/16	10.75 印张	258/千字
2010 年 7 月第 1 版		2010 年 7 月第 1 次印刷	
定价：20.00 元			

本书如有印装质量问题 可找本社市场部更换

《中等卫生职业教育规划教材》 组织编写委员会

主任委员	周森林	
委 员	胡国平	柯于浪
	倪洪波	孟 林
	董 莺	雷良蓉
	龚家柄	郭 华
	饶凤英	施向东
学术秘书	刘文俊	
策 划	冯友仁	

前 言

《生理学基础》是根据中等卫生职业教育各专业的特点及其对本教材的要求编写的实用性教材。全书共分十二章，主要由湖北职业技术学院、仙桃职业学院、咸宁市卫生学校、十堰市医药卫生学校、荆州职业技术学院、武汉大学医学院职业技术学院、孝感市职业病防治所等单位的老师共同编写完成的。2009年8月底于武汉召开的《生理学基础》教材编写会议，研究了如何进一步体现教材的“新、特、少、精”的特点及职业教育规定的“必须、够用”的原则；确定了新教材的学时计划及编写大纲。之后，各编写人分头进行编写，于2009年12月底在应城召开了定稿会议，认真讨论各章修改内容，相互进行了校对。

该教材以“三基”（基本概念、基本原理、基本技能）为主线条，按照生理学内在的逻辑性编写而成。它更加注重理论联系实践；注重基础课与临床课相结合；注重基本医学素质的培养与实用性相结合。本教材突出了中等卫生职业教育相关专业的知识重点；简化了一些与卫生专业联系不甚紧密生理活动机制的阐述；增加了大量的通俗易懂插图。全书总体结构、章节布局合理，内容详略得当、繁简适宜。

全书编写主要参考了姚泰主编的《生理学》；周衍椒等主编的《生理学》；张尚俭主编的《人体解剖生理学》；采用了邵佐棠等老师的部分插图，在此深表谢意。

由于我们的水平有限，本教材中的不足之处，恳求读者给予批评指正。

编 者

2010年6月

目 录

第一章 绪论	1
第一节 概述	1
一、生理学的研究对象和任务	1
二、生理学和医学的关系	1
三、学习生理学的方法	1
第二节 人体功能与环境	2
一、人体功能与环境的联系	2
二、内环境及其稳态	3
第三节 人体功能的调节	3
一、人体功能调节的方式	3
二、人体功能调节与反馈	4
第二章 细胞的基本功能	6
第一节 细胞膜的物质转运功能	6
一、单纯扩散	7
二、易化扩散	7
三、主动转运	8
四、出胞与入胞	8
第二节 细胞的兴奋性和生物电现象	9
一、兴奋性	9
二、细胞的生物电现象	11
第三节 肌细胞的收缩功能	14
一、神经-肌肉接头处的兴奋传递	14
二、骨骼肌的兴奋-收缩耦联	15
三、骨骼肌的收缩原理	15
四、影响骨骼肌收缩的主要因素	17
五、骨骼肌收缩的形式	18
第三章 血液	20
第一节 血液的组成和理化特性	20
一、血液的组成	20
二、血量	21
三、血液的一般理化特性	21
第二节 血细胞	22
一、红细胞	22

二、白细胞	23
三、血小板	24
第三节 血液凝固与纤维蛋白溶解	25
一、血液凝固	25
二、纤维蛋白溶解	27
第四节 血型 and 输血原则	28
一、血型	28
二、输血原则	29
第四章 血液循环	31
第一节 心脏生理	31
一、心的泵血功能	31
二、心肌细胞的生物电现象和生理特性	34
三、心电图	38
第二节 血管生理	39
一、血流量、血流阻力和血压	39
二、动脉血压和动脉脉搏	40
三、静脉血压与静脉血流	42
四、微循环	43
五、组织液和淋巴液的生成与回流	44
第三节 心血管活动的调节	45
一、神经调节	45
二、体液调节	47
第五章 呼吸	50
第一节 肺通气	50
一、肺通气的原理	51
二、肺通气功能的评价	53
第二节 呼吸气体的交换	55
一、气体交换的动力	55
二、气体交换过程	55
第三节 气体在血液中的运输	57
一、氧的运输	57
二、二氧化碳的运输	57
第四节 呼吸运动的调节	58
一、呼吸中枢	58
二、呼吸的反射性调节	59
第六章 消化和吸收	62
第一节 概述	62
一、消化道平滑肌的特性	62
二、消化腺的分泌和消化液的功能	63
第二节 消化管各段的消化功能	63

一、口腔内消化	63
二、胃内消化	64
三、小肠内消化	66
四、大肠的功能	68
第三节 吸收	69
一、吸收的部位	69
二、小肠内主要营养物质的吸收	69
第四节 消化器官活动的调节	70
一、神经调节	70
二、体液调节	71
第七章 能量代谢和体温	72
第一节 能量代谢	72
一、机体能量的来源与利用	72
二、影响能量代谢的因素	73
三、基础代谢率	73
第二节 体温	74
一、正常体温及其生理波动	74
二、机体的产热和散热	75
三、体温调节	76
第八章 尿的生成与排泄	78
第一节 肾的结构和血液循环特点	78
一、肾的结构特点	78
二、肾血液循环的特点	80
第二节 尿生成的过程	80
一、肾小球的滤过作用	81
二、肾小管和集合管的重吸收作用	83
三、肾小管和集合管的分泌作用	85
第三节 尿的浓缩和稀释	87
一、尿液浓缩和稀释的基本过程	87
二、骨髓质高渗梯度的形成和维持	88
第四节 尿液生成的调节	89
一、肾内自身调节	89
二、神经调节	90
三、体液调节	90
第五节 尿液及其排放	92
一、尿液	92
二、排尿	92
第九章 感觉器官	95
第一节 概述	95
一、感受器与感觉器官的概念和分类	95

二、感受器的生理特性	95
第二节 眼的视觉功能	96
一、眼的折光功能	96
二、眼的感光功能	98
三、与视觉有关的几种生理现象	98
第三节 耳的听觉功能	99
一、外耳和中耳的功能	99
二、内耳的感音功能	100
第四节 前庭器官的平衡感觉功能	101
一、前庭的功能	101
二、半规管的功能	102
三、前庭反应	102
第十章 神经系统	104
第一节 神经元及反射活动的一般规律	104
一、神经元和神经纤维	104
二、突触	105
三、神经递质	107
四、反射活动的一般规律	107
第二节 神经系统的感觉功能	109
一、脊髓的感觉传导功能	110
二、丘脑及其感觉投射系统	110
三、大脑皮层的感觉分析功能	111
四、痛觉	113
第三节 神经系统对躯体运动的调节	114
一、脊髓的躯体运动反射	114
二、脑干对肌紧张的调节	116
三、小脑对调节躯体运动的功能	116
四、基底核对躯体运动的调节	117
五、大脑皮质对躯体运动的调节	118
第四节 神经系统对内脏活动的调节	119
一、自主神经系统的结构和功能特征	119
二、自主神经的主要功能	121
三、自主神经的递质及其受体	122
四、各级中枢对内脏活动的调节	123
第五节 脑的高级功能与电活动	125
一、条件反射	125
二、学习与记忆	126
三、大脑皮质的语言中枢	127
四、大脑皮质细胞的电活动	128
五、觉醒与睡眠	129

第十一章 内分泌	132
第一节 概述	132
一、内分泌系统	132
二、激素的化学分类	132
三、激素作用的一般特征	132
四、激素作用机制	133
第二节 垂体	134
一、腺垂体	135
二、神经垂体	136
第三节 甲状腺	137
一、甲状腺激素的合成与释放	137
二、甲状腺激素的生理作用	137
第四节 肾上腺	139
一、肾上腺皮质	139
二、肾上腺髓质	140
第五节 胰岛	141
一、胰岛素	141
二、胰高血糖素	142
第六节 甲状旁腺和甲状腺 C 细胞	142
一、甲状旁腺素	142
二、降钙素	142
第七节 其他激素	143
一、松果体激素	143
二、前列腺素	143
三、胸腺激素	143
第十二章 生殖	144
第一节 男性生殖	144
一、睾丸的功能	144
二、睾丸功能的调节	145
第二节 女性生殖	145
一、卵巢的功能	145
二、月经周期及其形成机制	146
第三节 妊娠与避孕	147
一、妊娠	147
二、避孕	148
生理学基础实验指导	150
生理学实验课的目的和基本要求	150
实验一 动物实验的基本方法	151
实验二 刺激与反应	153
实验三 血液凝固和影响血凝的因素	154

实验四	ABO 血型的鉴定	155
实验五	家兔动脉血压调节	156
实验六	呼吸运动的调节	157
实验七	胃肠运动的观察	159
实验八	影响尿生成的因素	159
实验九	去一侧小脑动物的观察	161
参考文献		162

第一章 绪 论

✧ 课时目标

1. 掌握机体内环境的概念、内环境稳态的概念及其生理意义、正反馈和负反馈的概念及生理意义。
2. 熟悉人体功能活动调节的方式及特点。
3. 了解人体生理学的任务和研究方法。

第一节 概 述

一、生理学的研究对象和任务

生理学是生物科学的一个分支，是研究生物机体的各种正常的生命活动规律的一门学科。机体是指包括人体在内的一切有生命的生物体的总称。生命活动是指机体在形态结构上所表现的有利于维持机体生命的各种功能活动。根据研究机体的对象不同把生理学分为植物生理学、动物生理学和人体生理学等，而我们医学生所学习的是人体生理学，简称生理学(physiologia)。它是指专门研究人体的正常生命活动规律的科学。机体最基本的生命现象有新陈代谢、兴奋性、生长发育、生殖、衰老和死亡等，生命活动有肌肉收缩、腺体分泌、血液循环、呼吸、消化吸收、肾排泄、大脑思维等。

生理学的任务，就是阐明机体正常生命活动的产生原理、条件、过程和调节，以及人体内外环境变化对这些生命活动的影响，从而掌握正常生命活动规律，为个体（包括自身和他人）、家庭和社会的卫生保健、预防和治疗疾病，提供科学的理论依据。

二、生理学和医学的关系

在医学体系中，生理学是一门重要的必不可少的基础理论学科。它是用物理、化学的理论和研究方法研究生命现象，而生命现象是在形态结构基础上表现出来的，故生理学是以物理学、化学、解剖和组织胚胎学为基础，而其本身又是药理学、病理学等基础学科和临床各学科及预防医学的基础，因而起着承上启下的作用。而临床医学和预防医学的发展又不断地为生理学提出新的课题，不断地推动生理学的发展。因此，医学生必须学好生理学，才能为学好其他医学各学科奠定坚实的理论基础。

三、学习生理学的方法

(一) 物质性

人体的生命活动是一种高级的物质运动形式，它服从于最基本、最简单、最一般的

物质运动规律，又有其独特的、复杂的生物运动形式，故必须用唯物主义的观点来学习生理学。

（二）整体性

人体的功能活动是由一定的结构来决定，人体是由许多细胞、组织、器官和系统组成的整体，它们在功能上相互联系、相互配合、相互依存、相互制约，作为一个整体进行协调的有规律的功能活动。故应从细胞分子、组织器官、系统以及整体三个水平来研究生理学。另外，人作为自然和社会的一分子，其生命活动还受社会、心理因素的影响，故还应从生物-社会-心理因素的水平来观察和理解人体的生命活动。

（三）实验性

生理学是一门实验性学科，它的所有理论知识都来源于医学实践和生理学实验，现代生理学的发展更要依靠科学的实验研究。故学习生理学应坚持理论与实践相结合的原则，既要重视理论知识的学习，更要重视基本技能的训练和态度素质的教育。

生理学的动物实验一般分为急性动物实验和慢性动物实验。急性动物实验又分为离体实验和在体实验两种方法。离体实验是从活着的或刚处死的动物身上取出所需要的器官、组织或细胞，置于一个能保持其正常生理功能的人工环境中，观察某些人为干预对其功能的影响。如体液因素对离体蛙心搏动的影响。在体实验是在动物麻醉条件下，手术暴露需要研究的部位，观察和记录在人为干预下对其某些功能活动的影响，如动脉插管记录动物血压。急性动物实验的优点是实验条件比较简单，易于控制，便于直接观察和细致的分析，但实验结果可能与正常条件下完整机体的生理功能有所不同，甚至有很大的差别。慢性动物实验是以完整的清醒的动物为研究对象，且尽可能地保持外界环境接近自然，以便能在较长的时间内观察和记录某些生理功能的改变，实验前一般要对动物做某些预先处理，待手术康复后再进行观察，如研究唾液的分泌调节。慢性动物实验适用于观察某一器官或组织在正常情况下的功能以及在整体中的作用地位，但慢性动物实验的干扰因素较多，且实验条件较难控制。

第二节 人体功能与环境

一、人体功能与环境的联系

人虽然是最高等的动物，但其组成元素相差无几，其中碳、氢、氧、氮（C、H、O、N）四种元素含量最多。组成人体的元素都是以无机化合物和有机化合物两种形式存在，其中蛋白质和核酸是人体内最重要的物质，它们是生命现象的物质基础。人类和其他生物一样，都是生活在自然环境和社会环境中，自然环境和社会环境就是人类生活的外环境。人类要在这种环境中生存，必然要与外界环境发生紧密的联系。人在生活过程中，一方面不断地从外界环境中摄取营养物质合成自身成分，贮存能量，即同化作用；另一方面又不断地破坏自身已衰老的结构，分解物质并把分解产物排出体外，释放能量，即异化作用。机体与环境间进行物质交换和能量交换来完成自我更新的过程，称为新陈代谢。新陈代谢是生命活动最基本的特征，是人体与环境间最基本的联系。如果新陈代谢一旦停止，那么生命也就终止了。生命活动的基本特征还包括兴奋性、适应性、生殖功能。

二、内环境及其稳态

(一) 内环境

细胞是构成人体结构和功能的最基本的单位。人体内含大量的液体，机体内的液体总称为体液。正常人的体液量约占体重的 60%，其中 2/3（体重的 40%）分布于细胞内，称为细胞内液；约 1/3（体重的 20%）分布于细胞外，称为细胞外液。约 3/4 的细胞外液（体重的 15%）分布于细胞间隙内，称为组织液；约 1/4 的细胞外液（体重的 5%）则在血管内不断地循环流动，称为血浆。此外，还有少量的淋巴液和脑脊液等，也属于细胞外液。人体内各部分体液彼此隔开，有较大的差别，但相互之间又通过细胞膜和毛细血管壁沟通，构成整体。人体细胞除了表层皮肤暴露于外界环境之外，其余绝大部分并不与外界环境直接接触，而是生活在体内的细胞外液中，因此细胞外液是细胞赖以生活的直接场所，特称为机体内环境（internal environment），以区别于整个机体所处的外环境。

(二) 稳态

正常情况下，机体内环境的化学成分和理化性质，随着内外环境的改变而发生相应的变化，经常保持相对稳定的状态称为内环境稳态。例如，血钠浓度为 135~145mmol/L、血钾浓度为 4.1~5.6mmol/L、血浆 pH 值为 7.35~7.45 等。稳态具有十分重要的生理意义，它是细胞进行正常生命活动的必要条件。因为细胞的各种代谢活动都是复杂的酶促生物化学反应过程，稳态一旦遭到破坏，机体某些功能将会出现严重紊乱，甚至引起疾病。目前，生理学关于稳态的概念已经扩展开来，不仅用于内环境化学成分和理化性质的动态平衡，也可用于单个细胞、某一组织、某一器官、某一系统乃至整个机体生理功能保持相对稳定和相互协调的状态。

第三节 人体功能的调节

人体内的各种细胞、组织、系统和器官不断地进行着各不相同而又紧密联系的功能活动，当环境发生变化时，通过人体内高度完备的调节和控制系统的调节作用，人体功能将发生相应的改变，以维持机体内环境的稳态和对外环境的适应。

一、人体功能调节的方式

(一) 神经调节

神经调节是指通过中枢神经系统的活动，经过周围神经系统，对人体功能进行的调节作用。神经调节最基本的方式是反射。反射（reflex）是指在中枢神经系统的参与下，机体对内、外环境的刺激作出的有适应性、规律性的反应。如瞳孔对光反射、瞬目反射、吸吮反射、望梅止渴、谈虎色变等。实现反射的结构基础是反射弧，它由感受器、传入神经纤维、反射中枢、传出神经纤维和效应器五个部分组成（图 1-1）。反射弧的结构必须完整，功能才能完整。如果任何一个部分被破坏，均会导致反射活动的丧失。

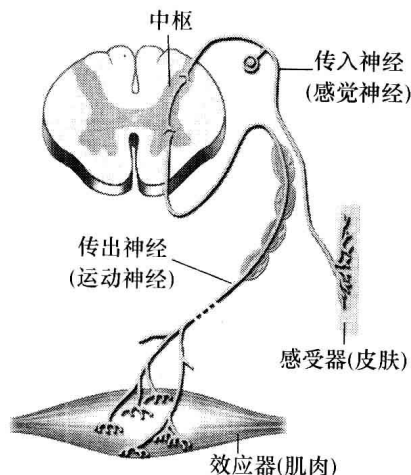


图 1-1 反射弧的结构示意图

按反射形成的过程,可将它分为非条件反射和条件反射两种。非条件反射(unconditioned reflex)是指个体一出生就具有的、先天遗传的、反射弧比较固定、结构比较简单的、较低级的反射。如前所讲述的瞳孔对光反射、瞬目反射、吸吮反射等。条件反射(conditioned reflex)是指个体在出生后生活过程中经过不断地训练,在非条件反射的基础上所建立起来的较高级的反射。如望梅止渴、画饼充饥、谈虎色变等。条件反射多种多样,具有极大的易变性,它的形成大大增强了机体活动的预见性,提高了机体适应环境的能力。

神经调节的特点是迅速、精确、短暂,是人体功能活动调节中最主要的方式。

(二) 体液调节

体液调节是指体通过体液因子对人体功能进行的调节。体液因子主要是内分泌腺所分泌的激素,如甲状腺激素、性激素、生长素等。根据其作用范围和作用特点可分为全身性体液调节和局部性体液调节。激素由血液运输到全身远隔组织器官发挥的调节,属于全身性体液调节。而由组织细胞产生的一些化学物质,如腺苷、激肽、组胺等,以及某些代谢产物,如 CO_2 、 H^+ 等,通过局部组织液的扩散至邻近组织细胞发挥的调节,属于局部性体液调节。

体液调节的特点是缓慢、广泛、持久。

人体内大多数内分泌腺或内分泌细胞直接或间接受神经系统的调节,在这种情况下,体液调节成为神经调节的一个传出环节,称为神经-体液调节(图 1-2)。如肾上腺髓质受交感神经节前纤维支配,当交感神经兴奋时,可促使肾上腺髓质释放肾上腺素和去甲肾上腺素,从而使神经和体液因素共同参与机体迅速适应内外环境的急骤变化。

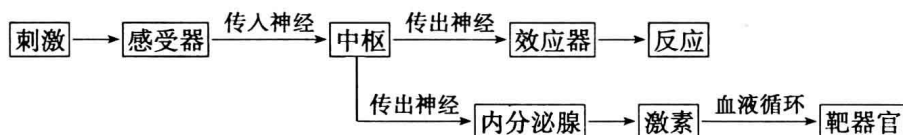


图 1-2 神经-体液调节示意图

(三) 自身调节

自身调节是指不需要神经和体液调节参与,组织、细胞、器官对环境刺激所自动发生的适应性反应。如心肌细胞的异长自身调节,在一定范围内心室内血液容积越多,扩张程度越大,心肌纤维被拉越长,其收缩力就越强。又如肾脏血浆流量的自身调节,当动脉血压在 $10.7\sim 24.0\text{kPa}$ 范围内波动时,依靠肾动脉的舒缩,使肾脏的血浆流量保持相对恒定。

自身调节的特点是调节幅度小、不灵敏、有局限性。

二、人体功能调节与反馈

人体各种功能活动的调节机构都属于自动控制系统。自动控制系统是由控制部分(如反射中枢、内分泌腺)和受控部分(如效应器、靶器官)及其闭合环路联系组成的。由控制部分发出的调节受控部分活动的信息,称为控制信息。由受控部分发出的调节控制部分活动的信息,称为反馈信息。这种由控制部分发出的控制信息调节受控部分的活动,称为控制。这种由受控部分发出的反馈信息调节控制部分的活动,称为反馈(feedback)(图 1-3)。

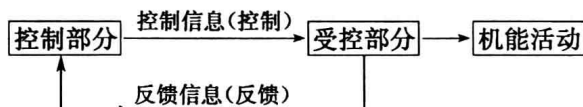


图 1-3 反馈示意图

反馈根据作用效果不同可分为负反馈和正反馈两种形式。受控部分发出的反馈信息调整控制部分的活动，使受控部分的活动朝着与它相反的方向改变，称为负反馈（negative feedback）。它是人体功能维持稳态的重要而又常见的调节机制，是可逆的过程。如降压反射（即颈动脉窦和主动脉弓压力感受器）、体温调节、血浆激素浓度的水平等。

受控部分发出的反馈信息调整控制部分的活动，使受控部分的活动朝着与它相同的方向改变，称为正反馈（positive feedback）。它可产生“滚雪球”效应，或促使某一生理活动过程很快达到高潮并发挥最大效应，是不可逆的过程。如血液凝固、排尿反射、排便反射、分娩活动等。

复习思考题

一、名词解释

机体内环境 稳态 神经调节 反射 体液调节 自身调节 正反馈 负反馈

二、简答题

1. 简述维持机体内环境稳态的生理意义。
2. 说出三种人体功能活动调节的特点。
3. 举例说明正反馈和负反馈的生理意义。

（刘继伟）

第二章 细胞的基本功能

✳ 课时目标

1. 掌握细胞膜的物质转运形式、静息电位的概念、动作电位的概念。
2. 熟悉阈电位、动作电位的特点及其意义、神经—肌接头的兴奋传递过程、特征、兴奋—收缩耦联。
3. 了解静息电位的产生、动作电位的产生机制、兴奋在同一细胞上的传导机制；肌肉收缩的肌丝滑行理论。

细胞是人体和其他生物的基本结构和功能单位。人体的机能活动是在细胞的功能的基础上进行的，离开了对细胞的结构和功能认识，要阐明机体的新陈代谢、生长、发育等最根本的机体生命活动规律将是不可能的，因此，只有学习了细胞基本生理功能，才能对机体的生命活动规律有更深入的理解和认识。

第一节 细胞膜的物质转运功能

一切动物细胞都被一层薄膜所包被，这称为细胞膜。它是细胞的屏障，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。关于细胞膜的基本结构和组成现在公认的是液态镶嵌模型。其基本内容是：以液态的脂质双层分子为基架，其中镶嵌着具有不同生理功能的蛋白质（图 2-1）。

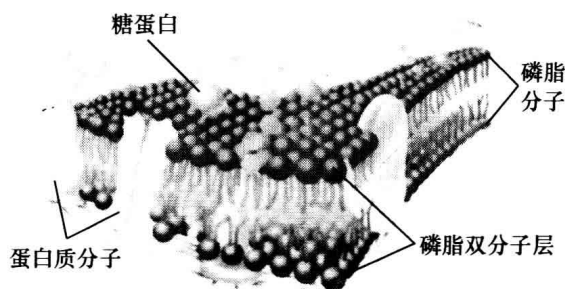


图 2-1 细胞膜的液态镶嵌模型

一个进行着新陈代谢的细胞，不断有各种物质进出细胞。物质通过细胞膜的过程称为细胞膜的转运功能，有如下几种形式。