



中国出版集团
CHINA PUBLISHING GROUP

“十二五”规划教材

全国高等医药院校教材

供临床、护理、药学、检验、口腔等专业用

生理学

主编 梁尚栋



世界图书出版公司

“ 十 二 五 ” 规 划 教 材
全 国 高 等 医 药 院 校 教 材
供 临 床、护 理、药 学、检 验、口 腔 等 专 业 用

生 理 学

主 编 梁尚栋

副主编 高 云 况海斌 罗 丹

张大雷 刘 芳

编 者 (按姓氏笔画排序)

马晓飞	王晶磊	韦红巧	白 洁
田荣波	刘双梅	刘 立	刘 芳
肖丹秦	杨建华	杨树龙	杨 蓓
李桂林	吴 磊	邱春復	邹 挺
邹惟莹	况海斌	张大雷	陈加祥
陈 蝶	罗 丹	周裔春	徐 宏
徐昌水	高 云	高艳华	梁志锋
梁尚栋	董 静	魏 洁	瞿永华

世界图书出版公司

西安 北京 广州 上海

图书在版编目 (CIP) 数据

生理学/梁尚栋主编. —西安: 世界图书出版西安有限公司,
2011.8

ISBN 978 - 7 - 5100 - 3688 - 0

I. ①生… II. ①梁… III. ①人体生理学—医学院校—
教材 IV. ①R33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 164703 号

生 理 学

主 编 梁尚栋
责任编辑 汪信武

出 版 世界图书出版公司
发 行 世界图书出版西安有限公司
地 址 西安市北大街 85 号
邮 编 710003
电 话 029 - 87285507 (教材出版中心)
029 - 87234767 (总编室)
传 真 029 - 87285817
经 销 全国各地新华书店
印 刷 陕西金和印务有限公司
开 本 889 × 1194 1/16
印 张 16.5
字 数 500 千字
印 数 1 ~ 5000

版 次 2011 年 8 月第 1 版
印 次 2011 年 8 月第 1 次印刷
I S B N 978 - 7 - 5100 - 3688 - 0
定 价 49.50 元

☆如有印装错误,请寄回本公司更换☆

教材编写指导委员会名单

主任委员：梁尚栋 南昌大学

副主任委员：郭 华 南昌大学

余启胜 南昌大学

傅颖媛 南昌大学

黄孝天 南昌大学

冷 静 广西中医学院

何祥勇 九江学院

委 员：（按姓氏笔画排序）

万福生 南昌大学

刘德明 南昌大学

李 刚 南昌大学

邹 挺 南昌大学

张 垒 南昌大学

张小燕 南昌大学

金昌洙 滨州医学院

周长春 桂林医学院

莫 冰 南昌大学

贾 勇 云南中医学院

徐方云 南昌大学

栾玉泉 大理学院

彭少君 宜春学院

揭克敏 南昌大学

熊小亮 南昌大学

霍正浩 宁夏医科大学

前言

生命科学的高速发展给医学教育带来新的机遇和挑战，同时也对高等院校的人才培养提出了更高的要求。深化教育改革，不断提高教学质量，培养更多适应社会发展需求的人才，是医学教育面临的首要问题，教材的编写工作也由此显示出其重要性。生理学是研究机体生命活动规律的科学，也是重要的医学基础课程之一。学习生理学不但为后续的临床医学课程奠定基础，而且更重要的是培养医学生分析问题和解决问题的能力，为毕业后从事医学各专业实践和科研等工作打下必要的生理学基础。

生理学是重要的医学基础课程，生理学教材必须有助于医学生将医学基础知识与临床实践相结合。本教材除提供生理学知识外，还在各章内容中增加了结合临床疾病的“知识链接”，使医学生早期接触临床疾病知识，为后期的临床教学服务。“临床病案”中鲜活的疾病知识和疾病案例能有效地吸引学生的注意力，使其有身临其境之感，容易激发学习热情，反过来又促进了生理学基础知识的学习。本教材力求深入浅出，突出重点，有所创新。

参加本教材编写工作的编委们均是参与一线生理学教学的中青年生理学教师，参编的院校和老师有南昌大学医学院高云、沉海斌、李桂林、梁尚栋、刘双梅、罗丹、王晶磊、魏洁、吴磊、徐昌水、徐宏、杨蓓、杨建华、杨树龙、张大雷、邹惟莹、邹挺、陈加祥，广西医科大学梁志锋、韦红巧，九江学院医学院周裔春，佳木斯大学医学院高艳华，武汉工业学院医学院刘立、瞿永华，云南中医学院陈蝶，宁夏医科大学白洁，青岛大学医学院董静，赣南医学院邱春复，佛山科学技术学院医学院刘芳，吉首大学医学院田荣波，西安医学院肖丹秦，宝鸡职业技术学院医学院马晓飞等。

由于时间仓促，大多数教师都是在完成繁重的教学和科研任务期间编写本教材，加之编者的知识背景和专业水平有一定的局限性，书中难免有不足之处，恳请广大师生和专家给予批评指正，以便修订。

梁尚栋

2011年5月于南昌

目 录

第一章 绪 论	(1)	第三章 血 液	(31)
第一节 生理学研究的对象和任务	(1)	第一节 概 述	(31)
一、生理学的任务	(1)	一、血液的组成	(31)
二、生理学的研究方法	(1)	二、血液的理化特性	(32)
三、学习生理学的基本观点和方法 ...	(3)	三、血液的功能	(32)
第二节 生命活动的基本特征	(4)	第二节 血 浆	(33)
一、新陈代谢	(4)	一、血浆成分和作用	(33)
二、兴奋性	(4)	二、血浆渗透压	(34)
三、生 殖	(5)	第三节 血细胞	(35)
第三节 人体与环境	(6)	一、红细胞	(35)
一、人体与外环境	(6)	二、白细胞	(38)
二、人的体液	(7)	三、血小板	(40)
三、内环境及其稳态	(7)	第四节 血液凝固与纤维蛋白溶解	(41)
第四节 人体功能的调节	(8)	一、血液凝固	(41)
一、人体功能的调节方式	(8)	二、纤维蛋白溶解	(43)
二、人体功能的自动控制系统	(9)	第五节 血量、输血与血型	(44)
第二章 细胞的基本功能	(11)	一、血 量	(44)
第一节 细胞膜的结构和物质转运功能 ...	(11)	二、输血与血型	(44)
一、细胞膜的结构	(11)	第四章 血液循环	(47)
二、细胞膜的跨膜物质转运功能	(12)	第一节 心脏的泵血功能	(47)
第二节 细胞的跨膜信号转导	(17)	一、心动周期与心率	(47)
一、G蛋白耦联受体介导的信号转导 ...	(17)	二、心脏泵血过程	(48)
二、离子通道受体介导的信号转导	(18)	三、心脏泵血功能的评价	(50)
三、酶耦联受体介导的信号转导	(19)	四、心泵功能的调节	(51)
第三节 细胞的生物电现象	(20)	五、心力贮备	(53)
一、静息电位	(20)	六、心 音	(53)
二、动作电位	(22)	第二节 心肌细胞的生物电现象	(54)
第四节 肌细胞的收缩	(24)	一、工作细胞(以心肌细胞为例)的	
一、神经-肌接头处的兴奋传递	(24)	跨膜电位及其离子机制	(55)
二、骨骼肌细胞的微细结构	(26)	二、自律细胞的跨膜电位及其离子机制	
三、骨骼肌收缩的分子机制	(27)		(56)
四、骨骼肌细胞的兴奋-收缩耦联	(28)	三、体表心电图	(57)
五、影响骨骼肌收缩效能的因素	(29)	第三节 心肌的生理特性	(58)
		一、兴奋性	(58)

二、自动节律性	(60)	一、唾液及其作用	(109)
三、传导性	(61)	二、咀嚼与吞咽	(109)
四、收缩性	(62)	第三节 胃内消化	(110)
第四节 血管生理	(63)	一、胃液分泌	(110)
一、各类血管的功能特点	(63)	二、胃的运动	(114)
二、血流动力学基础	(63)	第四节 小肠内消化	(115)
三、动脉血压	(64)	一、胰液及其作用	(115)
四、静脉血压与静脉回心血量	(67)	二、胆汁及其作用	(116)
五、微循环	(69)	三、小肠液及其作用	(117)
六、组织液的生成与回流	(71)	四、小肠的运动	(118)
七、淋巴液的生成与回流	(72)	第五节 大肠内消化	(119)
第五节 心血管活动的调节	(73)	一、大肠液及其作用	(119)
一、神经调节	(73)	二、大肠的运动	(120)
二、体液调节	(78)	三、排便与排便反射	(120)
三、自身调节	(81)	第六节 吸 收	(120)
第六节 重要器官的血液循环特点	(82)	一、吸收的部位及机制	(121)
一、冠状动脉循环	(82)	二、主要营养物质在小肠内的吸收	(121)
二、肺循环	(83)	第七节 消化器官活动的调节	(124)
三、脑循环	(84)	一、神经调节	(124)
第五章 呼 吸	(87)	二、体液调节	(125)
第一节 肺通气	(87)	三、社会、心理因素对消化功能的影响	(126)
一、肺通气原理	(88)	第七章 能量代谢与体温	(127)
二、肺通气功能的评价	(92)	第一节 能量代谢	(127)
三、肺通气量	(94)	一、概 述	(127)
第二节 肺换气和组织换气	(95)	二、影响能量代谢的因素	(129)
一、气体交换的原理	(95)	三、基础代谢率	(130)
二、肺换气	(95)	第二节 体温及其调节	(131)
三、组织换气	(97)	一、体温及生理变动	(131)
第三节 气体在血液中的运输	(97)	二、正常体温的维持	(132)
一、氧的运输	(97)	三、体温的调节规律	(134)
二、二氧化碳的运输	(99)	第八章 尿的生成与排出	(136)
第四节 呼吸运动的调节	(101)	第一节 概 述	(136)
一、呼吸中枢与呼吸节律的形成	(101)	一、排泄的概念、途径及肾脏的功能	(136)
二、呼吸的反射性调节	(103)	二、肾脏的结构特点	(136)
第六章 消化和吸收	(107)	三、肾血流量的调节	(138)
第一节 概 述	(107)	第二节 尿液及其生成过程	(140)
一、消化与吸收的概念	(107)	一、尿 液	(140)
二、消化道平滑肌的生理特性	(107)	二、尿的生成过程	(140)
三、消化腺的分泌功能	(108)		
第二节 口腔内的消化	(109)		

第三节 影响和调节尿生成的因素	(147)	二、丘脑的感觉投射系统	(190)
一、影响原尿生成的因素	(147)	三、大脑皮层的感觉分析功能	(191)
二、影响和调节终尿生成的因素	(148)	四、痛 觉	(193)
第四节 尿的浓缩和稀释	(152)	第三节 神经系统对躯体运动的调节 ...	(195)
一、尿液浓缩与稀释过程	(152)	一、脊髓对躯体运动的调节	(195)
二、肾髓质渗透梯度的形成与动态保持	(152)	二、脑干对肌紧张的调节	(197)
三、影响尿浓缩与稀释的因素	(153)	三、小脑对躯体运动的调节	(198)
第五节 清除率	(154)	四、基底神经节对躯体运动的调节 ...	(199)
一、清除率的概念和计算方法	(154)	五、大脑皮层对躯体运动的调节	(200)
二、测定清除率的意义	(154)	第四节 神经系统对内脏活动的调节 ...	(203)
第六节 尿的贮存与排放	(156)	一、植物性神经系统	(203)
一、尿的输送与贮存	(156)	二、脊髓对内脏活动的调节	(205)
二、尿的排放	(156)	三、低位脑干对内脏活动的调节	(205)
第九章 感觉器官	(158)	四、下丘脑对内脏活动的调节	(205)
第一节 概 述	(158)	五、大脑皮层对内脏活动的调节	(206)
一、感受器与感觉器官	(158)	第五节 脑的高级功能	(207)
二、感受器的一般生理特性	(158)	一、条件反射	(207)
第二节 视觉器官	(159)	二、人类大脑皮层的活动特征	(209)
一、眼的折光与成像	(160)	三、大脑的学习和记忆功能	(210)
二、眼的感光功能	(163)	四、大脑皮层的电活动	(211)
三、与视觉有关的几种生理现象	(165)	五、觉醒与睡眠	(212)
第三节 位听觉器官	(166)	第十一章 内分泌	(216)
一、外耳和中耳的传音功能	(166)	第一节 概 述	(216)
二、内耳耳蜗的感音功能	(168)	一、激素传递信息的方式	(216)
三、前庭器官的功能	(169)	二、激素的分类	(217)
第四节 嗅觉、味觉和皮肤感受器的功能	(171)	三、激素作用的一般特性	(217)
一、嗅觉感受器和嗅觉的一般性质 ...	(171)	四、激素的细胞作用机制	(218)
二、味觉感受器和味觉的一般性质 ...	(171)	五、激素分泌的调节	(220)
三、皮肤感觉	(172)	第二节 下丘脑与垂体的内分泌	(221)
第十章 神经系统	(173)	一、下丘脑-腺垂体系统	(221)
第一节 神经元功能活动基础及反射活动的一般规律	(173)	二、下丘脑-神经垂体系统	(224)
一、神经纤维	(174)	第三节 甲状腺的内分泌	(225)
二、神经元之间相互作用的方式	(176)	一、甲状腺激素的分类与合成	(226)
三、神经递质与受体	(181)	二、甲状腺激素的贮存、释放、运输和代谢	(227)
四、反射活动的一般规律	(186)	三、甲状腺激素的生物学作用	(227)
第二节 神经系统的感觉功能	(189)	四、甲状腺功能的调节	(229)
一、脊髓的感觉传导功能	(189)	第四节 甲状旁腺和甲状腺 C 细胞的内分泌及维生素 D ₃	(230)
		一、甲状旁腺激素	(230)
		二、降钙素	(231)

三、1,25-二羟维生素D ₃	(232)	一、生殖的概念	(241)
第五节 肾上腺	(233)	二、生殖功能的调控	(241)
一、肾上腺皮质	(233)	第二节 男性生殖	(242)
二、肾上腺髓质	(236)	一、睾丸的生精功能	(242)
第六节 胰岛内分泌	(237)	二、睾丸的内分泌功能	(243)
一、胰岛素	(237)	三、睾丸功能的调节	(244)
二、胰高血糖素	(238)	第三节 女性生殖	(244)
第七节 松果体的激素与组织激素	(239)	一、卵巢的功能	(244)
一、松果体	(239)	二、卵巢功能的调节	(247)
二、前列腺	(239)	第四节 妊娠和分娩	(249)
三、脂肪组织	(240)	一、妊娠	(249)
第十二章 生殖	(241)	二、分娩	(251)
第一节 概述	(241)	参考文献	(252)

第一章 绪论

【本章重点】

生理学概念、研究的对象、任务和三个水平。生命活动的基本特征。有效刺激必须具备三个条件：强度、时间和强度变化率。内环境、稳态的概念及其意义。人体生理功能的调节方式，比较三种调节的特点。举例说明反射、反馈、正反馈、负反馈及其意义。

第一节 生理学研究的对象和任务

一、生理学的任务

生理学是研究生物机体功能及其生命活动规律的科学。根据研究对象的不同，生理学可分为植物生理学（plant physiology）、动物生理学（animal physiology）及人体生理学（human physiology，简称生理学）等。生理学是一门重要的基础理论课程，其产生和发展与医学具有密切的联系。生理学可以指导临床实践，许多医疗卫生与健康问题的研究都要以生理学的理论和研究成果作为基础；医学临床实践和发展又为生理学的研究提出新课题、新任务，不断扩大生理学的研究领域，丰富生理学的研究内容。

具有生命现象的个体，称为有机体或机体。机体功能是细胞、组织、器官或整体的活动所表现出的生命现象。生命起源于蛋白质，一切生命现象都是蛋白质的一种活动形式。由于进化水平的不同，生命现象的表现形式及其复杂性也不尽相同。人和高等动物处于进化树的顶端，其组织及细胞的结构和功能方面已经达到相当复杂的水平。人体生理学以人体为研究对象，主要研究正常人体及其细胞、组织、器官等组成部分所表现出来的各种生命现象的基本活动规律，如肌肉运动、循环、呼吸及消化等。也就是说它研究正常状态下人体及其各部分的功能，以及这些生命活动的产生原理、产生条件、发生过程、影响规律等，从而认识和掌握各种生命活动发展、变化的规律，为人类疾病的预防、健康的维持、疾病的治疗及寿命的延长提供科学的理论依据。

正常人体功能活动的特点是各个器官或系统在发挥其各自功能的同时，还必须保持其相互间的联系和协调，并处于一种相对恒定的状态。一旦这种恒定的状态发生紊乱，器官或系统的功能也将受到影响，从而导致疾病的发生。因此，医务工作者只有掌握了正常人体各器官或系统的特点和规律，才能在今后的医疗工作实践中对探索疾病的发生、发展及防治规律提供重要的理论基础。

二、生理学的研究方法

（一）生理学发展简史

生理学是一门实践性很强的实验性科学，生理学知识完全来源于实验研究和临床实践。

学习笔记

它是随着生产和医疗实践而逐渐积累起来的。早在两千多年前,我国古代医家所著述的中医著作《黄帝内经》中就已经系统阐述了经络、脏腑、七情六淫、卫气营血等生理学理论,如“心主血脉”“肾主通调水道”等。古罗马名医 Galen 曾进行初步的动物活体解剖,从活体解剖的知识来推论生理功能,对现代医学的发展作出了贡献。

知识链接

近代生理学的奠基人——哈维

哈维 (1578—1657) 1628 年发表的划时代著作《关于动物心脏与血液运动的解剖研究》——中译名称以《心血运动论》驰名——标志着近代生理学的诞生。哈维从各个方面证明心脏是一个可以泵出血液的肌肉实体;证实了心脏瓣膜的作用是防止血液倒流;证实了静脉瓣的作用是防止静脉中的血液向离心脏的方向流动;证明人体及一些动物体内的血量是有限的,血液只能以循环的方式在体内流动;证明了动脉是将血液从心脏输出的血管,静脉是将血液输回心脏的血管;说明了两心房和两心室之间的联系途径以及它们各自不同的作用;证实了血液以循环的方式在血管系统中不断地流动。哈维的贡献是划时代的,他的工作标志着新的生命科学的开始。

生理学真正成为一门实验性科学是从 17 世纪开始的。1628 年英国医生威廉·哈维 (William Harvey, 1578—1657) 在动物身上应用活体解剖法通过多次实验证明了血液循环的途径和规律。在 17—18 世纪,应用显微镜发现了毛细血管,证实了 Harvey 对循环系统结构的推论。物质守恒与能量守恒及转化定律的提出以及燃烧和呼吸原理的阐明,为机体新陈代谢的研究奠定了基础。到了 20 世纪初,俄国著名生理学、心理学家巴甫洛夫 (Pavlov, Ivan Petrovich, 1849—1936) 研究大脑的功能,提出了高级神经活动学说,对医学、生理学、心理学等产生了深远的影响。随着其他自然科学的迅速发展,生理学实验研究也大量开展,积累了大量各器官生理功能的知识。例如,关于感觉器官、神经系统、血液循环、肾的排泄功能等的研究。我国现代生理学形成的标志是 1926 年中国生理学会的成立。北京协和医学院林可胜 (1897—1969) 教授发起创建了中国生理学会,对消化道生理学研究颇有建树。蔡翘 (1897—1990)、张锡钧 (1899—1988) 等集中进行医学教育、神经化学递质的研究工作,都对生理学的发展作出了贡献。

(二) 生理学实验方法

生理学是一门实验性科学,即在人工创造的接近自然的条件下,对机体某种生命活动进行细致周密的观察、分析与综合,进而找出规律性的结论。生理学的实验对象主要是各种实验动物,方法包括急性实验和慢性实验两大类。

1. 急性实验方法 又分为在体与离体实验两种方法。实验过程一般不能持续太久,实验后动物往往需要处死或因损伤严重而不能生存。

离体实验法是从动物身上取下所要研究的器官组织如肌肉、神经、小肠、心脏等,置于与正常人体环境相似的液体中,使它们在一定时间内仍保持生理功能,然后根据特定的目的给予各种刺激或改变其周围条件以观察对其功能的影响及其活动规律。例如,取出蟾蜍的坐骨神经后在离体条件下再用电生理设备研究坐骨神经的传导速度及不应期等。离体实验研究的优点是可以排除无关因素的干扰,器官生存的人工环境条件单纯,易于控制,所得实验结果便于分析。

在体实验法 (活体解剖法) 则需要在动物麻醉条件下进行活体解剖,对体内器官进行条件干预和实验研究,观察其整体功能及调节机制,如在体直接观察蛙心搏动顺序和分析心搏

起源,以及在体观察兔的动脉血压及其影响血压的因素等。

2. 慢性实验方法 慢性实验法是将动物在无菌手术条件下暴露某器官(如巴甫洛夫小胃),或将记录电极、刺激电极埋藏于体内,并在动物完全处于清醒状态时观察其整体情况下的某些器官对机体内、外环境条件变化的反应规律。这样所获得的结果更接近于被研究器官在正常生活条件下的机体功能活动规律。

(三) 生理学研究的三个水平

生理学的研究方法是随着社会的进步、人们思想观念的不断更新和科学研究手段的日益发展而深入发展和提高的。限于生产力的发展水平,早期的生理学研究是从整体的角度进行的,以后逐渐深入器官和细胞。近二三十年来,伴随着电子技术、电镜技术、免疫组织化学技术、同位素技术、三维成像技术、超微量测定技术的发展,特别是计算机技术在生理学研究中的应用,生理学的研究已深入分子及基因水平。根据研究的层次不同,生理学研究可以分成三个水平。

1. 整体水平 是关于机体内各器官、系统的相互联系和相互影响,以及机体与环境之间相互联系和相互影响的研究。由于人体生理学的研究对象是人的机体,整个人体的生理活动并不等于心、肺、肾等器官生理功能的简单总和,而是在各种生理功能之间体现着彼此相互联系、相互制约的完整而协调的过程。人的生理活动还具有个体的特点,并且随着个体生活条件的变异而不断地变化发展着。机体内的这种联系制约、变化发展的规律也是需要加以研究的。例如,在完整人体内心脏搏动的频率和力量,会受机体内、外环境条件,人体的健康情况以及情绪等因素的影响。在这里,研究的对象是整个机体,可称为整体水平的研究。

2. 器官和系统水平 是关于机体内各器官和系统的功能的研究。这方面的研究着重于阐明器官和系统对于机体有什么作用,它是怎样进行活动的,它的活动受到哪些因素的控制,等等。例如,关于血液循环系统的生理功能研究,需要阐明心脏如何射血、血管如何调配血液供给、血管内血液流动的动力和阻力以及心血管活动如何调节等规律。将蟾蜍的心脏摘取出来观察某些离子对它的影响就是器官水平的研究。这类研究要对完整的心脏、血管和循环系统进行观察,是以器官和系统作为研究对象的,称为器官和系统水平的研究。

3. 细胞和分子水平 是关于生命现象的细胞和分子机制的研究。生理活动的物质基础是生物机体,构成机体的最基本结构和功能单位是各种细胞,每一器官的功能都与组成该器官的细胞的生理特性分不开。例如,肌肉的功能与由粗、细肌丝构成的肌细胞的生理特性分不开,神经纤维的功能活动与神经元的生理特性分不开,等等。但是,细胞的生理特性又决定于构成细胞的各种物质的物理、化学特性,尤其是生物大分子的物理、化学特性。例如,细胞对物质的转运功能的研究,需要对细胞膜上钠泵和转运蛋白质的生理特性和功能活动进行研究。这类研究的对象是细胞和它所含的物质分子,可称为细胞和分子水平的研究。

生理功能虽然以细胞和分子特性为基础,并服从于物理、化学的规律,但生理学毕竟不等同于物理学和化学,它们既有细胞和分子水平的研究和科学规律,还有器官、系统和整体水平的研究和科学规律。三个水平的研究只是相对而言。要全面地理解某一生理功能的机制,必须将细胞和分子、器官和系统以及整体三个水平结合起来进行研究。

三、学习生理学的基本观点和方法

生理学研究的是复杂的生命现象,其本质是物质的现象,都是以体内具体的物理、化学过程为基础的。生命活动是一种特殊的、复杂的物质运动。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

学习 笔记

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,才能全面正确地认识人体生命活动的本质和规律。

有生命的个体其所有生理功能活动是“动态”的,是不断变化、发展的,必须用动态的思维和观点去研究和分析人体的结构、功能及其相互关系。

生理学是一门实验性科学。生理学知识来源于科学实验,必须用科学实验的方法来验证理论知识。在验证过程中正确认识和理解生理功能,必须坚持理论联系实际,既要重视理论,也要重视实验,以便更好地掌握其活动规律,并促进生理学理论不断地得到发展和提高。

第二节 生命活动的基本特征

生命现象有多种多样。生物学家通过广泛而深入的研究,发现生命活动的基本特征是新陈代谢、兴奋性和生殖,其中以新陈代谢为最基本的特征。因为这些活动为活的个体所特有,所以,它们是生命活动的基本特征。了解这些特征,有助于理解机体活动的规律。

一、新陈代谢

机体与环境之间进行物质和能量交换以实现自我更新的过程称为新陈代谢 (metabolism)。新陈代谢包括合成代谢 (同化作用) 和分解代谢 (异化作用)。一切生物体总是在不断地重新建造其自身的结构,同时又不断地破坏其自身衰老的结构,不断地进行机体生物分子的新旧交替。一方面机体不断地从外界环境中摄取各种营养物质,经过机体的改造、转化以提供建造结构所需要的新的物质,产生并贮存功能活动所需要的能量,这一过程称为合成代谢。另一方面,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,这一过程称为分解代谢。

物质的合成、分解、转化与利用都是在生物分子的水溶液中的化学变化。其主要表现是利用从外界摄入的氧在一系列催化酶的作用下,使其分解成为二氧化碳和水,同时释放机体功能活动所需要的能量,这一过程称为物质代谢。伴随物质代谢而产生的能量的贮存、释放、转移和利用过程称为能量代谢。物质代谢是生命的物质基础,也是能量代谢的基础,是能量的根本来源。

生命过程中的一切机能活动都建立在新陈代谢的基础上,机体在新陈代谢的基础上表现出生长、发育、生殖、运动等一切生命现象。新陈代谢一旦停止,生命也就随之终结。

二、兴奋性

机体或组织对刺激发生反应的能力或特性称为兴奋性 (excitability)。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反应。因此,这是生物体生存的必要条件。

能被机体所感知引起反应的、内、外环境条件的变化称为刺激 (stimulus)。机体或组织接受刺激后所出现的理化过程和生理功能的变化称为反应 (response)。例如,骨骼肌受到电流刺激,肌细胞发生一系列理化变化,引起肌肉收缩,这是肌肉组织对电流变化的反应。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。

机体各种组织中,神经、肌肉和腺体组织兴奋性较高,称为可兴奋组织(excitable tissue)。它们反应迅速,易于观察,并有电位变化作客观标志,但其对刺激所做出的反应形式各异。神经组织的兴奋性表现为动作电位的产生和传导(神经冲动),肌肉组织的兴奋性表现为肌纤维收缩,腺体的兴奋性表现为腺细胞分泌。

(一) 刺激与反应

刺激的种类很多,按其性质可分为:物理刺激,如声、光、电流、机械、温度、射线等;化学刺激,如酸、碱、离子、药物等;生物性刺激,如细菌毒素、抗体等。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、发展具有十分重要的作用。并非所有的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兴奋反应必须具备三个条件(刺激三要素):强度(刺激强度)、时间(刺激持续时间)和强度时间变化率(刺激强度变化速度)。在所有刺激中,电刺激的三个条件易于控制,且可重复使用而不易损伤组织,故为生理学实验和医疗实践中常用的刺激方法。

1. 足够的刺激强度 如将刺激的时间和强度变化率保持不变,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(threshold,刺激阈或阈值)。强度等于阈值的刺激称为阈刺激(threshold stimulus),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的反应。组织的兴奋性与阈强度呈反变关系(兴奋性 $\propto 1/\text{刺激阈}$),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,阈强度可以作为衡量组织兴奋性高低的客观指标。

2. 足够的作用时间 刺激必须持续一定的时间才能引起组织的反应。如果刺激持续的时间太短,即使刺激强度足够,也不能引起组织反应。

3. 强度时间变化率 刺激作为引起组织反应的一种动因,必须有变化。刺激由弱变强,或由强变弱,均可引起组织反应。单位时间(秒)内强度增减的量,也即强度变化速度,称为强度时间变化率,即指作用到组织的刺激需多长时间其强度由零达到阈值而成为有效刺激。强度时间变化率愈大,刺激作用愈强。

(二) 兴奋与抑制

组织在安静时无明显功能活动表现,但其内部理化过程仍不断地进行,处于一种相对静止状态,称为生理静息状态。在此基础上,当机体接受刺激而发生反应时,从其外表活动特征来看有兴奋(excitation)和抑制(inhibition)两种基本表现形式。兴奋是指组织接受刺激后由生理静息状态变为活动状态,或活动由弱增强。如肌肉受刺激而收缩,肾上腺素作用于心脏使心跳加快、心收缩力量加强、心输出量增多等都是相应组织兴奋的表现。抑制是指组织接受刺激后由活动状态转入生理静息状态,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;乙酰胆碱作用于心脏,引起心跳减慢、心收缩力量减弱、心输出量减少;这些都是组织抑制的表现。

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(reproduction)或自我复制(self-replication)。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来延缓种系。所不同的是,人类及高等动物已经分化为雄性和雌性两种个体,分别发育产生雄性生殖细胞和雌性生殖细胞,由这两种生殖细胞结合以后才能产生子代个体。通

学习 笔记

过生殖,人类和生物得以延续,所以,生殖是生命的特征之一。

第三节 人体与环境

一、人体与外环境

人类和一切生物都生活在地球表面这个环境中。环境(environment)和人是相互对立又相互制约、相互依存、相互影响的。环境是人类和生物赖以生存的空间。这个空间具有各种不同性质、结构和运动状态的物质(包括生物与非生物)。人类环境又分为自然环境(natural environment)和社会环境(social environment)。

(一) 自然环境对人体的影响

自然环境即存在于人们周围的客观物质世界。分为原生环境(primary environment)和次生环境(secondary environment)。原生环境即天然形成的环境条件,其中许多自然因素都对健康起促进作用,但有些地域水或土壤中某些元素含量过多或过少则是有害的,可以导致地方性甲状腺肿、地方性氟中毒、克山病等。次生环境是由于人类生产、生活对自然环境施加影响所造成的,包括人工优化环境(如绿化美化环境)和污染环境,后者系人类过度影响环境所造成,如超量开采地下水、过度砍伐森林、噪音、工矿企业产生的废水和废气等,已经成为危害人类健康的主要问题。

知识链接

机体对环境的适应

完整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。机体这种根据外环境来调整体内各部分活动和关系的功能称为适应性(adaptability)。根据反应可将适应分为行为适应和生理适应。行为适应常有躯体活动的改变,如机体处在低温环境中会出现趋热活动,遇到伤害时会出现躲避活动。这种适应在生物界普遍存在,属于本能性行为适应。人类由于大脑皮层发达而使行为适应更具有主动性。生理适应系指身体内部的协调性反应,如人到高海拔地区生活时,血液中红细胞和血红蛋白均增加,以增强运输氧的能力。生理适应以体内各器官、系统活动的改变为主。

(二) 社会环境对人体的影响

社会环境又称非物质环境,是指人类在生产、生活和交往中相互间形成的特殊关系,包括社会因素和心理因素,如社会制度、教育、人的行为方式、心理状况、医药卫生服务等。

社会环境因素随着社会条件的改变、病因和致病条件的改变而成为影响健康的重要因素之一,它不但可直接影响人群的健康状况,而且还可以影响自然环境和人的心理环境。最常见的社会环境问题是由于社会剧烈变化所带来的环境紧张。过度的紧张可引起心理状态失去平衡,导致心理上或情绪上的波动,从而经过神经系统、内分泌系统和免疫系统引起机体功能的变化,出现诸如精神障碍、各种变态、各种心理障碍等严重问题。社会心理因素也已成为目前严重威胁人类健康的心脑血管疾病、恶性肿瘤、胃溃疡、内分泌紊乱等疾病的主要原因。

(三) 人与环境的关系

地球表层适宜于人或一切生物生存的范围称为生物圈(biosphere)。在生物圈内,自然界不断地提供生命所必需的物质。人与其他生物之间、生物与环境之间保持密切联系,彼此相

互影响、相互适应和相互制约而构成生物与环境的结合体，即生态系统（ecological system）。人与生物、自然之间的和谐与平衡即为生态平衡（ecological balance）。

人与环境的关系主要表现在以下三个方面：人与环境不断地进行物质和能量的交换，二者之间保持着动态平衡关系；人对外界环境改变有较强的适应能力，只要不超过一定的限度，就不致迅速损害人的健康。当然，一旦自然环境急剧变化并超过一定限度，即可引起人体的疾病或死亡。人有改变环境的主观能动作用，但人们在改造环境的同时，必须充分估计和尽量避免环境对人类的反作用，使环境向着对人类有利的方向发展。

二、人的体液

人体内各部位的水分中均含有大量的溶质，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 $\frac{2}{3}$ （约占体重的 40%）；存在于细胞外的称为细胞外液，约占 $\frac{1}{3}$ （约占体重的 20%），包括组织液、血浆、淋巴液、脑脊液、房水、体腔液（胸膜腔液、滑膜液、心包液）等。细胞外液中，血浆约占 $\frac{1}{4}$ ，组织液约占 $\frac{3}{4}$ 。体液的各部分彼此隔开而又互相沟通（图 1-1）。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。血浆的组成与性质不仅可反映机体与外环境之间物质交换的情况，而且成为沟通各部分体液与外界环境进行物质交换的媒介，并能反映组织代谢与内环境诸部分之间物质交换的情况。

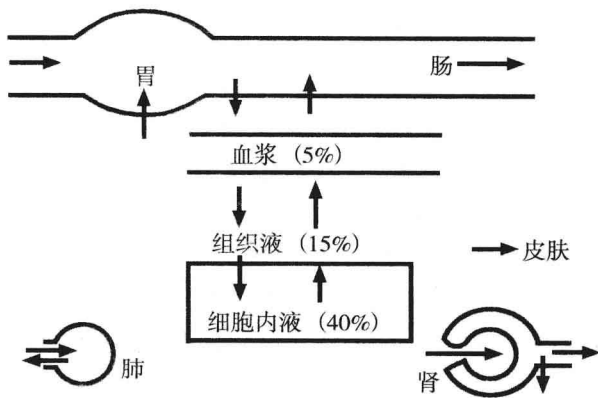


图 1-1 体液的分布与相互关系示意图

三、内环境及其稳态

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进行物质交换，而是浸浴和生存在细胞外液之中。细胞代谢所需要的 O_2 的获取和 CO_2 的排出、营养物质的摄取和代谢产物的排出等细胞赖以生存的物质交换过程，都必须通过细胞周围的细胞外液进行。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（internal environment）。而机体赖以生存的自然环境，即外环境。

内环境的理化特性，如温度、渗透压和酸碱度以及各种离子成分等，都是影响细胞正常生命活动的重要因素。细胞的正常生命活动需要内环境的各种理化因素和各种物质的浓度，必须在一定范围内保持动态的相对恒定。生理学中将内环境的理化因素处于相对平衡的状态，称为稳态（homeostasis）。正常机体内，细胞的代谢活动和外环境的变化经常引起内环境的波动，但通过神经、体液、循环、泌尿、呼吸等系统的调节，改变各器官组织的活动状态，可以维持内环境中各种理化因素和物质浓度的相对稳定。

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不能正常进行，内环境稳态就不能维持，就会引起内环境中各种理化因素的平衡发生紊乱，细胞新陈代谢障碍，进而导致

疾病。

第四节 人体功能的调节

机体能够保持其自身的稳态和对环境的适应，这是因为机体有一整套调节机制，它能对各种生理功能进行调节。调节是指机体根据体内外的变化来调整和控制机体的各种活动，使机体内部各器官和系统功能协调一致，使机体外部运动与所处的外环境相适应。

一、人体功能的调节方式

人体生理功能的调节，是由人体内三种调节机制来完成的，即神经调节 (neuro regulation)，体液调节 (humoral regulation) 与器官、组织、细胞的自身调节 (auto regulation)。其中以神经调节最为重要。

(一) 神经调节

通过神经系统的活动对机体生理功能的调节称为神经调节。神经调节是人体最主要的调节方式。神经调节的基本方式是反射 (reflex)。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 1-2)。反射活动的完成有赖于反射弧的完整。反射弧任何一部分的损害，都将使经该反射弧进行的反射活动不能产生。

人和动物的反射活动，可区分为非条件反射 (unconditioned reflex) 和条件反射 (conditioned reflex) 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且数量有限，是一种初级的神经活动，多与维持生命的本能活动有关。如食物进入口腔引起唾液的分泌 (唾液分泌反射)、物体触及婴儿唇部引起的吮吸动作 (吮吸反射)、异物触及睫毛而引起的眨眼动作、光照眼睛引起瞳孔缩小等均属非条件反射。

条件反射是后天获得的，是在非条件反射的基础上根据个体生活实践而建立起来的，是一种高级的神经活动，刺激性质与反应之间的关系不是固定的，反射活动灵活可变，数量无限，并具有可预见性。通过建立条件反射，可以使大量无关刺激成为预示某些环境变化即将来临的信号，从而扩大了人或动物适应环境变化的能力。

神经调节的特点是传导迅速、作用时间短暂而精确、作用范围较小，表现为高度的自动化。这是由其传导途径、反射效应器官和反馈性自动控制等所决定的。

(二) 体液调节

体液调节是指一些化学物质通过细胞外液或血液循环途径对人体某种器官或组织功能进行的调节。参与体液调节的化学物质主要是各种内分泌腺和内分泌细胞所分泌的激素。例如，肾上腺髓质分泌的肾上腺素，通过血液循环运输到心脏，使心肌收缩力增强、心跳频率加快、心输出量增多。这种激素经血液运至远隔组织器官并影响全身多种组织器官的活动，称为全

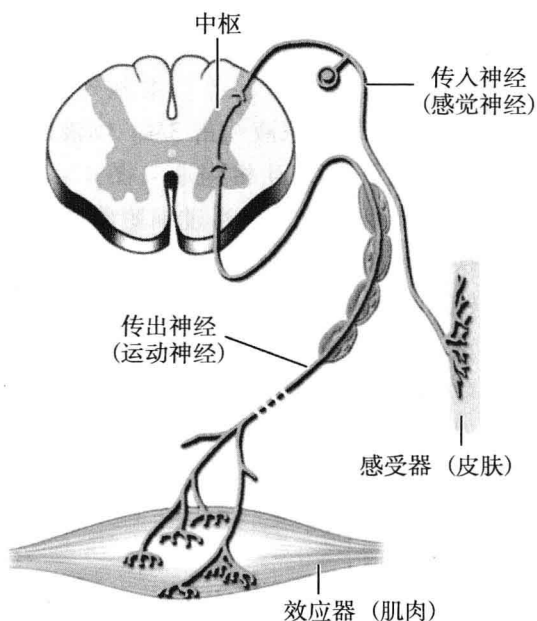


图 1-2 反射弧及其组成示意图