

生 理 学

（第2版）

主 编 田 仁 张 敏



人民军医出版社



全国医学院校高职高专规划教材
供护理、助产及其他相关专业使用

生 理 学

SHENGLIXUE

(第2版)

主 编 田 仁 张 敏
副主编 潘桂兰 焦金菊 廖 于
编 者 (以姓氏笔画为序)
于晓婷 辽宁卫生职业技术学院
田 仁 邢台医学高等专科学校
朱 亮 大连医科大学
刘云霞 承德医学院
孙永波 淄博职业学院
李 峰 皖西卫生职业学院
李红伟 泰山护理职业学院
张 敏 江西九江学院基础医学院
林 玲 漯河医学高等专科学校
贾晓丽 赤峰学院医学院
程继勇 廊坊卫生职业学院
焦金菊 辽宁医学院
温晓竞 河北北方学院基础医学院
廖 于 重庆医药高等专科学校
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/田 仁,张 敏主编. —2 版. —北京:人民军医出版社,2012. 1
全国医学院校高职高专规划教材
ISBN 978-7-5091-5292-8

I. ①生… II. ①田… ②张… III. ①人体生理学—高等职业教育—教材 IV. ①R33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 228702 号

策划编辑:郝文娜 文字编辑:郁 静 杨善芝 责任审读:陈晓平

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)51927282

网址:[www. pmmp. com. cn](http://www.pmmp.com.cn)

印刷:京南印刷厂 装订:桃园装订有限公司

开本:787mm×1092mm 1/16

印张:18.75 字数:452 千字

版、印次:2012 年 1 月第 2 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

全国医学院校高职高专规划教材（护理、助产专业·第2版）

编 审 委 员 会

主任委员 黄 敏 宋国华

副主任委员 牟兆新 封苏琴 欧阳蔚 单伟颖
田 仁 姚 磊

委 员 （以姓氏笔画为序）

丁淑贞	马 骥	马可玲	王安民
王志敏	王桂琴	王惠珍	牛卫东
牛春雨	叶文忠	刘昌权	刘晓芳
刘家英	关 红	杜友爱	李军改
李志强	李怀珍	杨云山	杨壮来
杨美玲	肖建英	邱兰萍	冷圣梅
沈曙红	宋大卫	宋小青	张 敏
张立力	陈月琴	陈佩云	陈俊荣
陈瑞领	周 英	周立社	周更苏
周国明	周恒忠	周晓隆	周菊芝
赵 玲	赵佩瑾	贲亚琍	胡雪芬
保颖怡	侯继丹	耿 杰	钱 明
徐江荣	高江原	常唐喜	崔香淑
崔洪雨	雷 慧	慕江兵	蔡文智
薛洲恩			

编辑办公室 郝文娜 徐卓立 曾小珍 池 静
袁朝阳

全国医学院校高职高专规划教材(护理、助产专业·第2版)

教 材 书 目

- | | |
|-----------------|-----------------|
| 1. 信息技术应用基础 | 20. 内科护理学 |
| 2. 职业生涯与发展规划 | 21. 外科护理学 |
| 3. 就业与创业指导 | 22. 妇产科护理学 |
| 4. 医用化学基础 | 23. 儿科护理学 |
| 5. 人体解剖学 | 24. 传染病护理学 |
| 6. 组织学与胚胎学 | 25. 眼耳鼻咽喉口腔科护理学 |
| 7. 生理学 | 26. 精神科护理学 |
| 8. 生物化学 | 27. 皮肤病与性病护理学 |
| 9. 病理学 | 28. 中医护理学 |
| 10. 病理生理学 | 29. 急危重症护理学 |
| 11. 病原生物学与免疫学基础 | 30. 康复护理学 |
| 12. 医学遗传与优生 | 31. 老年护理学 |
| 13. 护理药理学 | 32. 护理美学 |
| 14. 营养与膳食 | 33. 护理心理学 |
| 15. 预防医学(含统计) | 34. 护理管理学 |
| 16. 护理学导论 | 35. 护理礼仪与人际沟通 |
| 17. 基础护理学 | 36. 护理伦理学 |
| 18. 健康评估 | 37. 卫生法律法规 |
| 19. 社区护理学 | |

出 版 说 明

人民军医出版社 4 年前组织全国各地近 50 所医学院校编写出版了《全国医学院校高职高专规划教材(护理、助产专业)》第 1 版。全套教材出版后在几十家院校应用,先后多次重印,有的学科重印 10 余次,逐步成为医学教育领域中的一套优质品牌教材,为我国高等医学职业教育和专科教育事业作出了贡献。

随着我国医疗卫生事业的发展和进步、国家大力促进医疗体制改革、加快卫生职业教育步伐、加强社会主义新农村和社区医疗建设,进一步提高基层医疗卫生水平成为日渐迫切的需求;为各级卫生机构大量输送既有良好职业素质和沟通技巧,又有精湛专业技术和实践能力的医护人员,是当前医学教育的重要目标。人民军医出版社有 60 年的医学专业出版历史,出版了大批优秀学术著作和教材,具有较强的出版力和影响力。按照国家教育部、卫生部的有关文件精神,人民军医出版社广泛征求各院校的意见,决定组织《全国医学院校高职高专规划教材(护理、助产专业)》的修订再版。

修订再版工作从 2011 年年初开始,组成第 2 版教材编委会,召开主编会议及各本教材的编审会议,确定教材的编写思路,按规定进度完成教材的编写出版工作。

本套教材秉承科学严谨、特色鲜明、质量一流的传统,坚持精理论强实践、精基础强临床、培养实用技能型人才的核心思想,遵循“三基”“五性”原则,结合当前医学模式的变化和整体化护理的进程,针对新的需要,注重与国家护士执业考试新大纲接轨,突出护理专业实践技能培养,紧贴高职高专这一层次的人才培养目标,满足“双证上岗”的需求。

本版教材的书目调整为 37 本,保留了第 1 版教材的精华,补充了近年来的新知识新发展,改进了部分章节的讲授方式,修改删除了原教材中部分不够实用的内容。本版教材淡化学科界限,围绕“基础课为专业课解惑、专业课渗透人文关怀、体现先进护理理念”的主线展开。第 2 版教材经过精简、融合、重组、优化的精心打造,内容更加充实,更适用于技能型人才的培养模式,更能促进校内的理论和实践教学与临床实际工作相结合,也更符合当前医疗卫生事业的发展需求。

本套教材涉及面广,起点较高,涵盖了护理、助产专业的基础课、专业基础课、专业课和人文课 4 个领域,可供高职高专护理、助产以及其他相关专业的学生使用,基本满足了多数院校的教学要求。欢迎各高等医学专科学校、职业技术学院以及有高职高专培养需求的医学院校选用本套教材并对教材存在的不足提出宝贵意见。

前言

本套教材系根据人民军医出版社 2011 年初组织全国 30 余所高等医药职业院校领导和专家在第 1 版的基础上论证《全国医学院校高职高专规划教材》(护理专业·第 2 版),根据主编会议精神编写而成。主要供医学院校高职高专护理、助产及其他医学相关专业学生使用。

本套教材的编写宗旨是“实施精品战略,紧扣教育发展需求,体现工学结合特色”,与时俱进,更加具有针对性和实用性,紧贴护理专科层次人才培养目标和国家护士执业资格考试的需求,突出基层医疗岗位的第一任职需要,突出专科层次护理专业学生面向城乡基层的广泛就业特点,突出专业实践技能培养,既高标准、高起点、高质量,又有特色、有创新地编写一套贴近实际、内容实用的护理专业优秀专科规划教材。

“生理学”是高等医学职业教育护理专业一门重要的基础课程,主要内容是研究正常人体生理功能及生命活动规律,任务是使学生掌握正常人体功能的基本理论和基本技能,认识器官系统的基本功能,人体功能与结构的联系,为今后学习专业课程奠定基础。本书编写主要根据以下原则进行:一是尽量保持学科系统性,知识连续性、通俗性、易读性、科学性和衔接性,更有利于学习掌握。二是提高教材的适用性和实用性,根据教学实际需要和具体情况精心选编核心知识点内容,突出联系临床实际;适当降低知识容量和难度,尽量适合于读者群体的知识层次和实际需要,更有利于教师教学和学生使用,有利于实用型人才的强化培养。三是内容版式编排以链接、思考题和小结形式,便于学生理解掌握。四是精心制作和适当增加图表,尽量做到图文并茂,更具有趣味性和可读性,更便于激发学生学习兴趣。

本书编写过程中得到各位作者所在单位和人民军医出版社的大力支持和帮助,在此一并表示真诚的感谢。由于图书出版周期较短,加上作者水平所限,恳请各位读者对书中的错误不吝赐教,以便再版时更正。

主 编

2011 年 7 月

目 录

第1章 绪论 (1)	
第一节 生理学概述..... (1)	
一、生理学研究对象和任务 (1)	
二、生理学的发展与研究 (1)	
三、学习生理学的基本观点 (3)	
第二节 生命活动的基本特征..... (4)	
一、新陈代谢 (4)	
二、兴奋性 (4)	
三、生殖 (6)	
四、适应性 (6)	
第三节 人体与环境..... (6)	
一、人体与外环境 (6)	
二、人的体液 (7)	
三、内环境与稳态 (7)	
第四节 人体功能调节..... (8)	
一、人体功能的调节方式 (8)	
二、机体功能调节的自动控制..... (10)	
第2章 细胞的基本功能 (14)	
第一节 细胞膜的基本结构和功能 (14)	
一、细胞膜的基本结构..... (14)	
二、细胞膜的物质转运功能..... (15)	
三、细胞膜的受体及其信号转导 (18)	
第二节 细胞的生物电现象 (20)	
一、生物电现象..... (20)	
二、静息电位及其产生机制..... (20)	
三、动作电位及其产生机制..... (21)	
四、兴奋的引起及传播..... (23)	
第三节 肌细胞的收缩功能 (24)	
一、神经-肌肉接头处的功能传递 (25)	
二、骨骼肌的收缩原理..... (26)	
三、骨骼肌的兴奋-收缩耦联 (28)	
四、骨骼肌收缩的外部表现..... (29)	
第3章 血液 (33)	
第一节 概述 (33)	
一、血液的组成..... (33)	
二、血液的理化特性..... (33)	
三、血液的功能..... (34)	
第二节 血浆 (35)	
一、血浆成分和作用..... (35)	
二、血浆渗透压..... (35)	
第三节 血细胞 (37)	
一、红细胞..... (37)	
二、白细胞..... (40)	
三、血小板..... (41)	
第四节 血液凝固与纤维蛋白溶解 (42)	
一、血液凝固..... (42)	
二、纤维蛋白溶解..... (46)	
第五节 血量、血型与输血..... (47)	
一、血量..... (47)	
二、血型与输血..... (47)	
第4章 血液循环 (51)	
第一节 心肌细胞的生物电现象 ... (51)	
一、心肌细胞的类型..... (51)	
二、心肌细胞的跨膜电位及其 形成机制..... (52)	
三、自律细胞跨膜电位及其形成	

机制·····	(53)	二、气体交换的过程·····	(108)
四、正常体表心电图·····	(55)	三、影响气体交换的因素·····	(109)
第二节 心肌细胞的生理特性·····	(56)	第三节 气体在血液中的运输·····	(110)
一、心肌的自动节律性·····	(57)	一、氧的运输·····	(111)
二、心肌的传导性·····	(59)	二、二氧化碳的运输·····	(113)
三、心肌的兴奋性·····	(60)	第四节 呼吸运动的调节·····	(114)
四、心肌的收缩性·····	(62)	一、呼吸中枢·····	(114)
第三节 心动周期与心脏射血功能·····	(63)	二、呼吸的反射性调节·····	(115)
一、心动周期和心率·····	(63)	第6章 消化与吸收·····	(120)
二、心脏的泵血过程·····	(64)	第一节 消化生理概述·····	(120)
三、心脏泵血功能的评价·····	(66)	一、消化与吸收的概念·····	(120)
四、影响心排血量的因素·····	(67)	二、消化道平滑肌的生理特性·····	(120)
五、心力储备·····	(69)	三、消化道的神经支配·····	(121)
六、心音·····	(70)	四、胃肠道激素·····	(123)
第四节 血管生理·····	(71)	五、社会心理因素对消化功能的 影响·····	(124)
一、血管的分类与功能·····	(71)	第二节 口腔内的消化·····	(124)
二、血流量、血流阻力与血压·····	(72)	一、唾液及其作用·····	(124)
三、动脉血压与动脉脉搏·····	(73)	二、咀嚼与吞咽·····	(125)
四、静脉血压与血流·····	(77)	三、食管的功能·····	(125)
五、微循环·····	(79)	第三节 胃内的消化·····	(125)
六、组织液与淋巴液的生成与回流 ·····	(82)	一、胃液分泌·····	(125)
第五节 心血管活动的调节·····	(84)	二、胃的运动·····	(128)
一、神经调节·····	(84)	第四节 小肠内消化·····	(130)
二、体液调节·····	(89)	一、胰液及其作用·····	(130)
三、社会心理因素对心血管活动 的影响·····	(91)	二、胆汁及其作用·····	(131)
第六节 重要器官的血液循环特点·····	(92)	三、小肠液及其作用·····	(132)
一、心脏血液循环·····	(92)	四、小肠的运动·····	(133)
二、肺血液循环·····	(94)	第五节 大肠内消化·····	(134)
三、脑血液循环·····	(95)	一、大肠的运动·····	(134)
第5章 呼吸·····	(99)	二、大肠液及其作用·····	(134)
第一节 肺通气·····	(99)	三、排便与排便反射·····	(134)
一、肺通气的原理·····	(100)	第六节 吸收·····	(135)
二、肺通气功能的评价·····	(104)	一、吸收部位及机制·····	(135)
第二节 呼吸气体的交换·····	(107)	二、主要营养物质的吸收·····	(136)
一、气体交换的原理·····	(107)	第7章 能量代谢与体温·····	(139)
		第一节 能量的来源与去路·····	(139)
		一、机体能量的来源·····	(139)
		二、三磷酸腺苷在能量代谢中的	

作用	(140)	四、尿液浓缩与稀释原理	(165)
三、能量的转移、储存和利用	(140)	第三节 影响尿生成的因素	(166)
第二节 能量代谢的测定	(141)	一、影响肾小球滤过的因素	(166)
一、直接测热法	(141)	二、影响肾小管和集合管泌尿功能 的因素	(167)
二、间接测热法	(141)	第四节 尿液及排放	(171)
第三节 影响能量代谢的因素	(142)	一、膀胱与尿道的神经支配	(171)
一、体表面积	(143)	二、排尿及排尿反射	(172)
二、肌肉活动	(143)	三、排尿异常	(172)
三、环境温度	(144)	第9章 感觉器官	(174)
四、精神活动	(144)	第一节 概述	(174)
五、食物特殊动力效应	(144)	一、感受器与感觉器官及其分类	(174)
第四节 基础代谢	(144)	二、感受器的一般生理特性	(175)
一、基础代谢及基础代谢率测定	(144)	第二节 视觉器官	(176)
二、基础代谢率测定的临床意义	(145)	一、眼的折光系统及其调节	(176)
第五节 正常体温	(145)	二、眼的感光换能功能	(180)
一、体温的概念及意义	(145)	三、与视觉有关的几种生理现象	(183)
二、体温的测量	(145)	第三节 位听觉器官	(185)
三、体温的生理性变异	(146)	一、耳的听觉功能	(185)
第六节 体热平衡	(147)	二、内耳的位觉和运动觉功能	(190)
一、产热	(147)	第四节 嗅觉和味觉	(193)
二、散热	(148)	第10章 神经系统	(195)
第七节 体温调节	(149)	第一节 神经元活动的一般规律	(195)
一、温度感受器	(149)	一、神经元和神经纤维	(195)
二、体温调节中枢	(149)	二、神经元间相互作用的方式	(197)
三、体温调节机制	(149)	三、反射活动的一般规律	(205)
四、体温调节异常	(150)	第二节 神经系统的感觉功能	(207)
第8章 排泄	(152)	一、脊髓的感觉传导功能	(207)
第一节 概述	(152)	二、丘脑感觉投射系统	(208)
一、排泄的概念及途径	(152)	三、大脑皮质的感觉分析功能	(209)
二、尿液的组成和理化特性	(152)	四、痛觉	(210)
三、肾的结构与功能概述	(153)	第三节 神经系统对躯体运动的 调节	(211)
第二节 尿的生成过程	(156)	一、脊髓对躯体运动的调节	(211)
一、肾小球的滤过功能	(156)	二、脑干对肌紧张的调节	(214)
二、肾小管和集合管的重吸收 功能	(159)	三、小脑对躯体运动的调节	(215)
三、肾小管和集合管的分泌功能	(163)		

四、基底神经节对躯体运动的调节	(216)	三、维生素 D ₃	(255)
五、大脑皮质对躯体运动的调控	(217)	第 12 章 生殖	(258)
第四节 神经系统对内脏活动的调节	(218)	第一节 概述	(258)
一、自主神经系统	(218)	一、生殖的概念与意义	(258)
二、内脏功能的中枢调节	(221)	二、生殖的调控	(259)
第五节 脑的高级功能	(222)	第二节 男性生殖	(259)
一、人类大脑皮质的活动特征 ..	(223)	一、睾丸的功能	(259)
二、学习与记忆	(225)	二、睾丸功能的调节	(261)
三、大脑皮质的电活动	(227)	三、阴茎的勃起和射精	(262)
四、觉醒与睡眠	(228)	四、男性性生理	(263)
第 11 章 内分泌	(231)	第三节 女性生殖	(263)
第一节 概述	(231)	一、卵巢的功能及其周期性变化	(264)
一、内分泌系统和激素	(231)	二、卵巢功能的调节	(265)
二、激素作用的一般特征	(232)	三、卵巢主要激素的生理作用 ..	(266)
三、激素的分类	(233)	四、子宫内膜及其周期性变化 ..	(267)
四、激素的作用机制	(235)	五、妊娠	(269)
第二节 下丘脑与垂体	(236)	六、避孕	(272)
一、下丘脑的内分泌功能	(236)	七、女性性生理	(274)
二、下丘脑与垂体的功能联系 ..	(238)	第 13 章 衰老与长寿	(276)
三、腺垂体激素	(239)	第一节 人的生长发育规律	(276)
四、神经垂体激素	(241)	一、生长发育的概念	(276)
第三节 甲状腺	(242)	二、人体生长发育的规律	(277)
一、甲状腺激素的合成	(243)	第二节 健康	(280)
二、甲状腺激素的生理作用	(244)	一、健康的定义	(280)
三、甲状腺功能的调节	(245)	二、促进健康的途径	(281)
第四节 肾上腺	(247)	第三节 衰老的概念及规律	(282)
一、肾上腺皮质激素	(247)	一、衰老的概念	(282)
二、肾上腺髓质激素	(250)	二、衰老的主要生理变化	(283)
第五节 胰岛	(251)	三、衰老的心理变化	(284)
一、胰岛素	(252)	四、衰老的发生机制	(284)
二、胰高血糖素	(253)	第四节 寿命的概念及规律	(286)
第六节 甲状旁腺激素、降钙素和维生素 D₃	(254)	一、寿命的寓意	(286)
一、甲状旁腺激素	(254)	二、人的寿命规律	(286)
二、降钙素	(255)	三、长寿探索史话	(287)
		四、延缓衰老的途径	(288)
		参考文献	(290)

第一节 生理学概述

一、生理学研究对象和任务

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现象和规律的一门科学。机体是指包括人体在内的一切生物体。生命活动是指机体在形态结构基础上所表现的各种功能活动。生理学根据其研究的机体不同,分为动物生理学、植物生理学、人体生理学等。医学生学习的是人体生理学,通常称为生理学。人体生理学的任务是研究在正常状态下人体生命活动的过程、产生机制、意义及其影响因素,从而认识和掌握生命活动的规律,为疾病的防治、增进人类的健康提供科学的理论依据。

生理学是一门重要的医学基础课程,与其他医学课程及临床实践密切相关。19 世纪法国著名生理学家克劳德·伯尔纳曾说过:“医学是关于疾病的科学,而生理学是关于生命的科学。所以后者比前者更有普遍性。这就是为什么说生理学必然是医学科学的基础。”对于医学学生来说,只有学好生理学,熟悉并掌握正常机体的活动规律和构成机体的细胞、组织、器官、系统的功能,以及它们之间的相互联系和相互作用,才能深刻地认识和掌握机体疾病的发生发展规律,为更好地学习病理解剖学、病理生理学等其他医学基础课程和临床课程,并为临床防病治病奠定坚实的基础。在护理专业领域,护理人员要能够依据护理对象的生理特点、心理行为方式等采取相应的积极护理措施,为护理对象提供合理的照顾,与医生配合处理好护理对象的健康问题,从而维护或促进健康。这些都要求专业护理人员必须有坚实的生理学知识。因此,生理学是医学中的一门重要的基础课程。

二、生理学的发展与研究

(一)生理学发展简史

和其他学科一样,生理学知识也来源于实践。以实验为特征的近代生理学始于 17 世纪。1628 年,英国的外科医生威廉哈维(William Harvey)发表了著名的《心与血的运动》一书,这是人类历史上第一次以实验的方法证明心脏是循环系统的中心,血液由心脏射入动脉,再由静

脉回流入心,不断循环。从此,生理学被人们承认是一门真正的、独立的、现代的科学。哈维则被公认为现代生理学的奠基人。以后,随着生物学和其他自然科学的发展,许多新的技术应用于生理学实验研究,使生理学的研究日益深入,生理学的知识和理论不断得到发展。19世纪法国的著名生理学家克劳德·伯尔纳(Claude Bernard)提出的内环境概念成为生理学中的一个指导性理论。1929年美国生理学家坎农(W. B. Cannon)在长期研究自主神经系统生理的基础上,提出了著名的稳态概念,进一步发展了伯尔纳的内环境恒定的理论。20世纪初,俄国著名生理学家巴甫洛夫对脑的功能进行了研究,创建了高级神经活动学说,对生理学、医学、心理学甚至哲学产生了深远的影响。中国近代生理学的研究自20世纪20年代才开始发展。林可胜是我国近代生理学和中国生理学会的奠基人,又是我国消化生理学的先驱。1926年在他的倡导下,成立了中国生理学会,翌年创刊《中国生理学杂志》。学会的成立和专业杂志的出版,对于生理学在我国的发展起了很好的推动作用。我国生理学发展到今天的水平,是许多生理学前辈及其后继者长期辛勤劳动和无私奉献的结果。

(二)生理学研究内容和水平

人体的结构和功能十分复杂,在研究机体生命活动现象产生的机制时,需要从不同水平提出问题进行研究。根据研究的层次不同,生理学研究内容大致可以分为3个不同的水平。

重点提示

生理学研究的3个水平。

1. 整体水平的研究 在生理情况下,机体各个器官和系统的功能互相协调,从而成为一个统一的整体,并在不断变化着的环境中维持正常的生命活动。从整体水平上的研究,就是以完整的机体作为研究对象,观察和分析在各种环境条件和生理情况下不同器官、系统之间互相联系、互相协调,以及完整机体对环境变化发生各种反应的规律。例如,观察机体处于高原、太空、潜水等条件下功能活动变化和特征就属于整体水平研究。

2. 器官和系统水平研究 在器官和系统水平上对机体功能进行研究,着重观察和研究各个器官或系统的功能,它的功能活动发生机制,以及神经、体液因素对其功能活动的影响。例如,血液循环系统生理功能的研究,需要观察心脏各部分如何协调工作、心脏如何射血、血液在心脏和血管中流动的基本规律以及各种神经、体液因素对心脏和血管功能的影响等方面的知识,就是以心脏、血管以及整个循环系统作为研究对象进行研究得到的。

3. 细胞和分子水平研究 生理活动的物质基础是生物机体,构成机体最基本的结构单位是细胞,各个器官的功能都是由构成该器官的各个细胞的特性决定的。在细胞和分子水平上进行的研究,其研究对象是细胞和构成细胞的分子。在细胞水平上的研究,多数情况下需要将所研究的细胞从整体上分离下来,放在适当的环境中培养,使细胞仍能保持良好的状态,然后对其功能进行研究。在完整机体内,细胞所处的环境比在离体实验条件下复杂得多。对于任何一种细胞在完整机体中所表现的生理功能的分析,必须考虑到这些细胞在体内所处的环境条件以及各种环境条件可能发生的变化。细胞的生理特性是由构成细胞的各个成分,特别是细胞中各种生物大分子的物理和化学特性决定的,因此,生理学的研究还必须要深入到分子水平。在这个水平上进行研究和获取知识的学科称为细胞生理学。

以上3个水平的研究之间不是孤立的,而是互相联系、互相补充的。要阐明某一个生理功能的机制,一般都需要从细胞和分子、器官和系统,以及整体3个水平进行研究,把在不同水平上研究所得到的知识综合起来,才能对机体的功能有全面、完整的认识。

(三) 生理学的研究方法

生理学是一门实验性科学,它的知识主要是来自实验研究和临床实践。许多生理学知识是通过在志愿者身上进行观察得到的,但是更多的生理学知识则来自动物实验。人与动物的某些细胞、器官在功能上有着非常相似的基本过程,这就使人们能够在一定范围内选择合适的动物作为研究对象来研究人体的某些生理现象,避免了对人体的伤害。

生理学实验依据实验进程分为慢性实验和急性实验两类。

1. 慢性实验 指的是在完整而清醒的动物身上,在机体保持内、外环境相对稳定的条件下,进行各种生理学实验的方法。如在麻醉条件下给犬做胃瘘手术,待其清醒后观察胃液分泌的调节。慢性实验可在较长时间内对该动物重复多次观察。其优点是保存了各个器官的自然联系和相互作用,便于观察在正常情况下的生理功能与整体的关系。缺点是体内因素比较复杂,不易控制,对个别因素的作用及其机制的研究受到一定限制。

2. 急性实验 可分为在体实验与离体实验。

(1)在体实验:是在完整的动物身上进行的,动物在麻醉状态或破坏实验动物脑的高级部位的条件下,对动物实施手术暴露出要观察的器官,然后进行观察或实验。如在麻醉后做兔颈动脉插管,观察各种刺激对血压的影响。此方法的优点是保存了被研究器官与其他器官的自然联系和相互作用,便于分析各器官之间的相互影响。

(2)离体实验:将动物的某些细胞或器官从体内分离出来,在特定的实验条件下进行研究。如将兔的一段小肠游离出来,放在一个类似于体内的人工环境中,观察各种刺激下小肠的运动变化。此方法的优点是实验条件易于控制,结果也便于分析,但是所获得的结果不能简单等同于它们在整体条件下的活动情况。

应当指出,动物实验为我们了解人体功能提供了大量可借鉴的资料,但是在应用这些资料时,务必要考虑到动物和人之间的差别,不可简单地把动物实验中观察到的现象直接应用套用于人体。

三、学习生理学的基本观点

学习生理学,应在辩证唯物主义思想指导下,运用功能与结构、局部与整体、机体与环境等对立统一的观点,去认识和掌握机体生命活动规律。

机体是由许多细胞、组织、器官、系统组成的整体,各功能活动互相联系、互相配合、互相制约、互相依存,作为一个完整机体进行着有规律的活动。例如,人们在进行剧烈体力活动时,在骨骼肌进行协调收缩和舒张的同时,呼吸加深加快,心跳加快加强。机体的功能活动还与周围环境保持着协调平衡。例如,当环境气温下降时,可使皮肤血管收缩,血流量降低,散热减少;骨骼肌紧张性提高,内脏代谢增强,产热增多,使体温不致下降。人生活在自然环境和社会环境之中,其生命活动必然受到社会、心理因素的影响,故应从生物的、心理的、社会的水平去观察和理解机体的生命活动。

学习生理学还应坚持理论与实践相结合的原则,既要重视基本理论知识的学习,又要积极参与实验实习,以验证、深化、巩固理论知识,训练基本技能,培养科学求实的学风;作为医学生还要注意适当联系生活实际和临床实际,在实践中学习生理学,并把学到的生理学知识应用到实践中去。

第二节 生命活动的基本特征

机体生命活动的基本特征主要包括 4 个方面,即新陈代谢、兴奋性、生殖和适应性。

一、新陈代谢

机体不断地从环境中摄取营养物质并合成为自身的物质(合成代谢),同时又不断地分解自身原有的物质(分解代谢),并将其分解产物排出体外。机体与环境之间进行的这种不断破坏和清除衰老的结构,重建新的结构的吐故纳新过程称为新陈代谢。

物质的合成需要摄取利用能量,而物质在分解过程中又会将蕴藏在其内的化学能量释放出来,作为机体各种生理活动的能量来源并维持体温。因此,新陈代谢包含着物质的转变(物质代谢)和能量转换(能量代谢)两个密不可分的过程。

一切生命活动都是建立在新陈代谢的基础上的,新陈代谢一旦停止,生命也就随之终结。因此,新陈代谢是生命活动的最基本特征之一。

二、兴奋性

兴奋性是生命活动的基本特征之一,是所有生物体具有的共同特性。

(一)刺激与反应

机体所处的环境是经常发生变化的,正常情况下,机体会对环境的变化做出适当的反应。这是生物体普遍具有的功能。生理学通常将能引起机体发生反应的内外环境变化称为刺激。刺激的种类很多,按其性质可分为物理刺激(如声、光、电、温度等)、化学刺激(如酸、碱、药物等)和生物性刺激(如细菌、病毒等)。对于人类而言,社会心理性刺激(如情绪波动、社会变革等)对于人体生理功能和疾病的发生、发展也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,刺激要引起机体或组织细胞发生反应,必须具备 3 个要素:足够的刺激强度、足够的刺激作用时间和刺激强度-时间变化率。任何性质的刺激必须达到足够的强度,才能引起机体发生反应。若将刺激作用时间和强度-时间变化率固定不变,只改变刺激强度,将刚刚能引起组织细胞产生反应的最小刺激强度称为阈强度,简称阈值。阈值可以作为衡量细胞兴奋性高低的标准,一般认为兴奋性与阈值呈反变关系,即兴奋性 $\propto 1/\text{阈值}$,阈值越大,兴奋性越低;反之,阈值越小则兴奋性越高。刺激强度等于阈值的刺激称为阈刺激;刺激强度小于阈值的刺激称为阈下刺激;刺激强度大于阈值的刺激称为阈上刺激。因此,要引起可兴奋细胞产生兴奋必须施加阈刺激和阈上刺激(两者合称有效刺激)。一个阈下刺激不能引起组织细胞发生兴奋。

反应是指刺激引起的机体功能活动的改变,是刺激的结果。如腺体分泌、神经传导、肌肉的收缩等。反应按其外在表现可有兴奋和抑制两种形式,由相对静止状态变为明显的活动状态或由较弱的活动变为较强的活动称为兴奋;另一种是相反的过程,即由明显的活动状态变为相对静止或由较强的活动变为较弱的活动称为抑制。如电刺激家兔颈部交感神经引起心率加快、心肌收缩力加强,即为兴奋;若刺激其颈部迷走神经,则心率减慢、心肌收缩力减弱,即为抑制。兴奋与抑制是反应过程中的既对立统一又相辅相成的两个过程。人体正常的活动表现都是兴奋和抑制相互协调的结果。

(二) 兴奋性

兴奋性是指一切活的细胞、组织或机体对刺激产生反应的能力或特性,是生物体能够生存的必要条件。几乎所有的组织细胞受到刺激后都具有不同程度、不同表现形式的反应能力,如各类肌细胞表现为肌肉收缩、腺体表现为分泌活动、神经组织表现为神经冲动的发放。随着研究的深入和研究方法的不断进步,给兴奋性概念赋予更加确切的新含义。生理学对兴奋性的定义,是指活的组织细胞受到刺激后产生动作电位的能力或特性。在机体和动物体中,神经、肌肉、腺体的兴奋性较高,受刺激后反应迅速而明显,并伴有动作电位的产生,故称它们为可兴奋组织或可兴奋细胞。可兴奋组织兴奋时虽然外在表现不同,但兴奋时首先产生的都是生物电变化,即产生动作电位(详见第2章)。可见动作电位的爆发是兴奋的重要标志。

需要指出的是兴奋性是机体基本生命活动之一,但不同的组织细胞或同一组织细胞在不同状态下,对刺激反应的能力并不相同,即组织的细胞的兴奋性是一个变数。用什么来衡量组织细胞的兴奋性?最常用的指标就是上面提到的阈值。

(三) 组织兴奋过程中兴奋性的周期性变化

组织细胞在受到有效刺激产生一次兴奋的过程中,其兴奋性会发生一系列周期性的变化,然后兴奋性才恢复至接受刺激前的正常水平。这种周期性的变化依次分为4个时期:绝对不应期、相对不应期、超常期和低常期。如图1-1所示,横坐标代表时间,纵坐标代表兴奋性的高低,正常水平以上表示兴奋性高于正常,正常水平以下表示兴奋性低于正常,零点表示兴奋性为零,即兴奋性暂时性消失。给组织一次阈刺激,在兴奋发生的当时以及兴奋后最初的一段时间,无论施加多强的刺激也不能使细胞再次兴奋,这段时间称为绝对不应期(absolute refractory period)。处在绝对不应期的细胞,暂时失去兴奋性。在绝对不应期之后,细胞的兴奋性逐渐恢复,在一定时间内,受刺激后可发生兴奋,但刺激强度必须大于原来的阈强度,这段时期称为相对不应期(relative refractory period)。相对不应期是细胞兴奋性从无到有直至接近正常的一个恢复时期。相对不应期过后,有的细胞还会出现兴奋性的波动,即其兴奋性轻度的高于正常水平或低于正常水平,分别称为超常期(supranormal period)和低常期(subnormal period)。

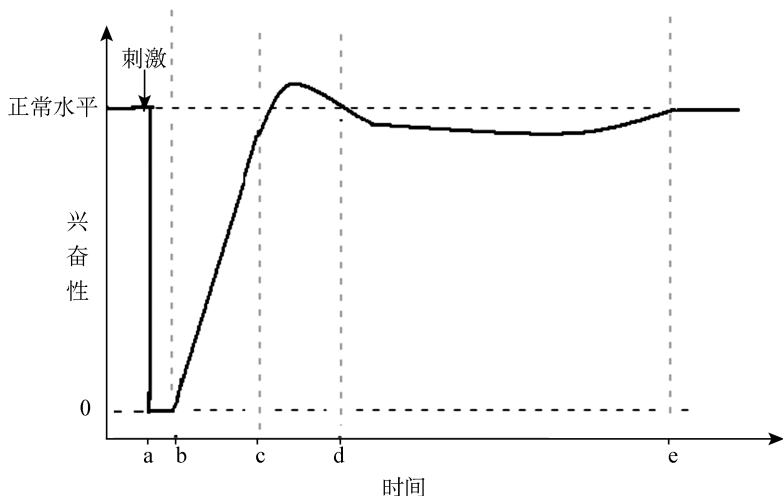


图 1-1 组织兴奋后兴奋性周期性变化

ab. 绝对不应期;bc. 相对不应期;cd. 超常期;de. 低常期

riod)。

兴奋后出现不应期的原因,是由于钠通道在接受一次刺激而激活开放后,会经历不同的功能状态,即备用、激活和失活状态。其中在备用和失活状态下的钠通道都是不开放的,只有在激活状态下通道才开放。绝对不应期的出现就是由于钠通道处于失活状态造成的。

组织发生一次兴奋后,兴奋性规律性变化是普遍存在的,这些变化具有十分重要的意义,特别是绝对不应期,它的长短决定了组织两次兴奋间的最短时间间隔,即决定了组织在单位时间内能够产生反应的最多次数。也就是说,不管给组织的刺激频率有多高,组织依其绝对不应期的长短,在单位时间内最多只能产生一定次数的兴奋。在神经纤维,绝对不应期大约相当于锋电位发生的时间,所以锋电位不会发生叠加,而且产生锋电位的最高频率也受到绝对不应期的限制。

三、生殖

人体生长发育到一定阶段,男性和女性两种个体中发育成熟的生殖细胞相结合,便可形成与自己相似的子代个体,这种功能称为生殖。生殖是人类得以繁殖后代、延续种系的基本生命特征(详见第12章)。

四、适应性

当动物或人体长期生活在某一特定的环境中,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。机体根据内外环境的变化而调整体内各部分活动的功能称为适应性。适应分为行为适应和生理适应两种。

行为适应常有躯体活动的改变,如在低温环境中机体会出现趋热活动;遇到伤害性刺激时会出现躲避活动。行为适应在生物界普遍存在,属于本能行为适应。

重点提示

生命活动的基本特征——
新陈代谢、兴奋性、适应性和生殖。

生理适应是指身体内部的协调性反应。如在高原低氧环境中生活的人,血液中红细胞和血红蛋白会增多,以增强运输氧的能力,就属生理性适应。

第三节 人体与环境

人体正常生理功能的保持与其所处的环境因素有着密不可分的关系。机体所处的生存环境有内环境和外环境。

一、人体与外环境

人生活在自然环境中,所以把自然界称为人体的外环境。机体通过与外环境不断进行的新陈代谢活动维持着正常的生命活动。机体组织细胞的构成成分同自然环境的元素分布有着明显的相似性,而且机体外部环境的质量与人类的正常生命活动与健康水平息息相关。因此,人体和自然环境是不可分割的对立统一整体,两者之间存在相互关系,一方面是外环境的变化对人体的作用;另一方面是人的活动对外环境的影响。只有这两方面的关系达到平衡时,人才能够保持正常的生理状态。对于人类而言,外环境包括自然环境和社会环境,它们对人体的各种