



“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

全国高等医药院校规划教材

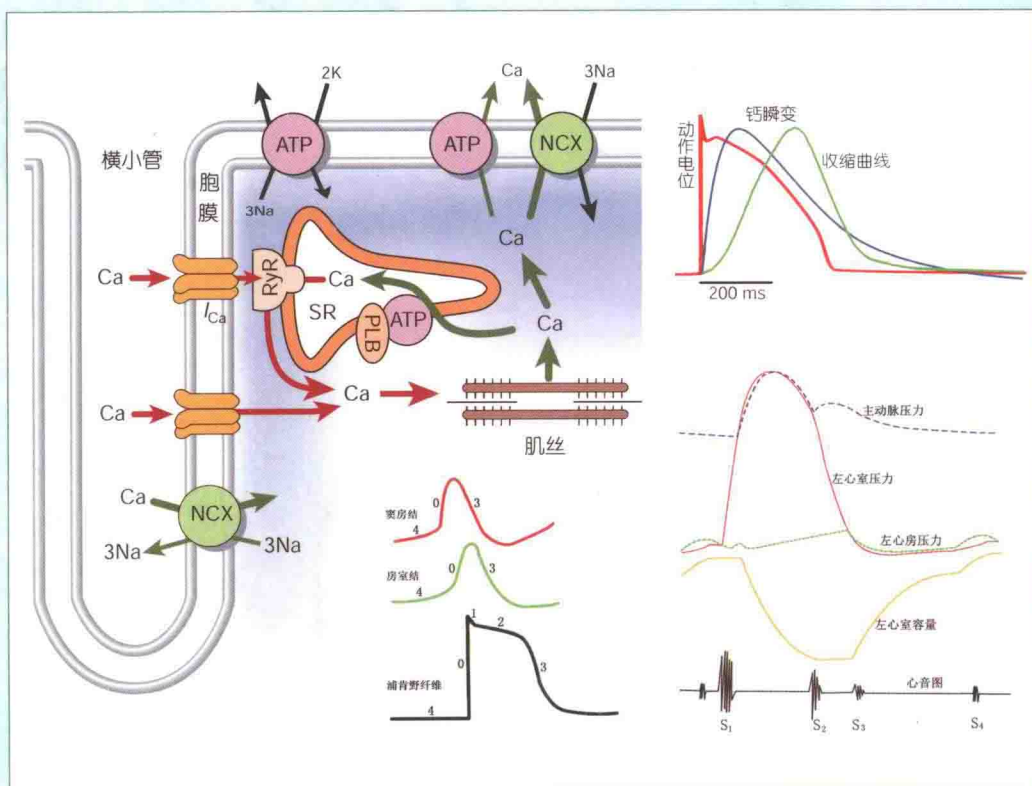
(供临床、基础、口腔、法医、预防、护理、检验、药学、妇幼保健等专业用)

大学生理学

COLLEGE PHYSIOLOGY

(第4版)

主编 朱妙章





“十二五”普通高等教育本科国家级规划

全国高等医药院校规划教材

(供临床、基础、口腔、法医、预防、护理、检验、药学、妇幼保健等专业用)

Daxue Shenglixue

大学生理学

COLLEGE PHYSIOLOGY

(第4版)

主 编 朱妙章

副主编 裴建明 曾晓荣 潘桂兰 马 青 戎伟芳
肖中举 安书成 杜剑青 扈启宽 杨永录
王立伟 肖丹秦 倪 鑫 胡志安 高天明



高等教育出版社·北京
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING

内容简介

本教材先后入选面向 21 世纪课程教材,普通高等教育“十五”、“十一五”国家级规划教材和“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材,得到了大家的好评,2009 年被评为国家级精品教材。

本教材系统地介绍生理学的基本理论、基本知识和基本技能,覆盖了生理学内容的基本知识点,具有普遍适用性。在内容顺序安排方面,注意前后的铺垫和衔接,以求生理学知识的循序渐进,并利于逻辑思维的训练。在阐述生理学基本理论的基础上,适当介绍生理学的最新进展,有选择地介绍对学生有启发性的生理学史和与临床有联系的问题。在每章前有中、英文要点,在重点和难点文旁有提示,起到助学和导学作用,对理解重点、难点和图表含义很有帮助。教材配有内容丰富的网络学习资源,包括选择题和思考题、前沿知识的参考资料、神经生理学趣事、部分诺贝尔奖获得者及中外著名生理学家的介绍等。

本教材篇幅合理,其深度和广度适合教与学的原则,适用于高等医药院校和综合大学生命科学院(系)五、七和八年制学生使用。

图书在版编目(CIP)数据

大学生理学 / 朱妙章主编. —4 版. —北京: 高等教育出版社, 2013. 12
供临床、基础、口腔、法医、预防、护理、检验、药
学、妇幼保健等专用
ISBN 978 - 7 - 04 - 038657 - 8

I. ①大… II. ①朱… 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(2013)第 295604 号

策划编辑 瞿德竑 责任编辑 瞿德竑 封面设计 张楠 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 100120
印 刷 北京玥实印刷有限公司
开 本 850mm × 1168mm 1/16
印 张 28.5
字 数 640 千字
购书热线 010 - 58581118
咨询电话 400 - 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>
版 次 2002 年 3 月第 1 版
2013 年 12 月第 4 版
印 次 2013 年 12 月第 1 次印刷
定 价 56.00 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 38657 - 00

数字课程

大学生生理学

(第4版)

登录方法:

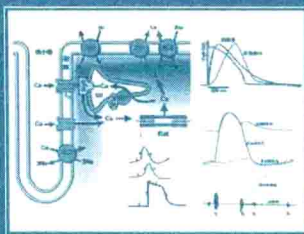
1. 访问<http://res.hep.com.cn/38657>
2. 输入数字课程账号(见封底明码)、密码
3. 点击“LOGIN”、“进入4A”
4. 进入学习中心, 选择课程

账号自登录之日起一年内有效, 过期作废。
使用本账号如有任何问题,
请发邮件至: medicine@pub.hep.cn

登录以获取更多学习资源!

《大学生生理学(第4版)》

朱妙章 主编



资源说明 | 纸质教材 | 教学资源 | 版权信息 | 联系方式



资源说明

《大学生生理学(第4版)》资源网站是一个开放式的网络教学平台, 为学生的学习和拓展知识提供必要的参考资料。本课程资源丰富, 包括以下内容: ①选择题和思考题, 选择题包括A型题和X型题, 并提供答案和解题思路; ②教材拓展知识, 部分章节提供前沿知识的参考资料, 有利于拓宽学生的知识面, 了解学科前沿动态; ③诺贝尔生理学或医学奖部分获奖者以及著名的中外生理学家的介绍; ④其他参考资料, 如中英文专业词汇对照、参考文献等。

高等教育出版社版权所有 2013

<http://res.hep.com.cn/38657>

读者可凭纸质版教材封底所附明码和密码登录, 访问本书的数字课程网站 <http://res.hep.com.cn/38657>, 获取相应数字资源。

请在具有 IE 内核的浏览器下访问数字课程。其他浏览器访问, 可能造成课程资源无法正常显示。

本书编写人员

主 编 朱妙章

副主编 裴建明 曾晓荣 潘桂兰 马 青 戎伟芳 肖中举 安书成 杜剑青
扈启宽 杨永录 王立伟 肖丹秦 倪 鑫 胡志安 高天明

编 委 (以姓氏笔画为序)

于 军 于远望 王 强 王会平 王烈成 孔德虎 冯 娜 朱 辉
朱肖星 刘 军 刘 健 刘长金 刘洪雷 闫文利 孙启新 杜友爱
李 杨 李 雪 张玉芹 张海锋 陈 迈 陈晓东 周士胜 柯道平
姜春玲 殷 玥 高 峰 高云芳 黄文华 梁尚栋 隋建峰 温海霞
谢冬萍

助 编 殷 玥 朱肖星 冯 娜

编 者 (以姓氏笔画为序)

于 军 于远望 马 青 马 静 马新亮 王 强 王云雅 王立伟
王竹立 王会平 王旭东 王春安 王莎莉 王桂敏 王烈成 王跃民
孔德虎 龙 钢 付 锋 冯 娜 邢文娟 邢宝仁 戎伟芳 吕顺艳
朱 辉 朱肖星 朱妙章 朱锦宇 朱萧玲 刘 军 刘 玲 刘 健
刘长金 刘文冲 刘以训 刘亚莉 刘远谋 刘洪雷 闫文利 孙 刚
孙 菲 孙纪元 孙启新 安书成 杜友爱 杜俊杰 杜剑青 李 军
李 杨 李 娟 李 雪 李 嘉 李 寰 李金玲 李红梅 杨永录
肖中举 肖丹秦 肖家思 肖赞英 迟素敏 何 争 何建平 宋 刚
张 衡 张万会 张万琴 张玉芹 张庆红 张晓东 张海锋 张海滨
张淑苗 陈 迈 陈 晨 陈希瑶 陈宝英 陈定章 陈晓东 周 旭
周 柯 周 洁 周士胜 季乐乐 金宏波 孟 华 赵 超 赵玉峰
赵志青 段玉斌 胡志安 柯道平 南 瑛 姜春玲 夏 强 倪 江
倪 鑫 袁 铭 袁文俊 顾晓明 徐 明 徐海伟 殷 玥 高 峰
高 瞻 高天明 高云芳 高文元 郭海涛 黄文华 黄彰海 梁尚栋
扈启宽 隋建峰 韩晓彬 董明清 嵇志红 曾晓荣 温海霞 谢 安
谢冬萍 裴建明 熊 鹰 熊加祥 潘桂兰

第4版前言

教材是知识的载体,是实现既定培养目标的工具,教材建设在提高人才培养质量中发挥着重要的基础性作用。教育部一直高度重视以教材建设为抓手,推动医学课程和教学改革。教育部的文件指出“十二五”普通高等教育本科教材建设,要贯彻落实《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020年)》和《国家中长期人才发展规划纲要》,要坚持育人为本,以服务人才培养为主要目标,实施精品教材战略,提高教材质量为核心,为提高大学本科教学质量和人才培养质量发挥更大作用。教材要适应不同类型高等学校和不同教学对象的需要,编写一本符合教育规律和人才成长规律的优秀教材,是我们奋斗的方向和目标。

生理学是医学和生命科学中的主干基础课程。医师必须掌握人体每个器官的功能、调节及其机制,不了解正常人体生命活动的规律,就不可能理解疾病状况下的变化与症状。我们要为培养优秀的医师打好基础。《大学生理学》的编校质量不错,得到了大家的认可与共识,2009年被评为国家级精品教材,2012年获批“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材。第4版在前3版的基础上进行修改与更新。教授们精选教材内容,严格把握教材的深度,取舍恰当,言简意赅,表达正确。

本科生教材必须满足基础理论、基本知识和基本技术训练的要求,新、深的内容需适宜,在编写过程中,由于受学时的限制,在贯彻思想性、科学性、先进性和启发性的同时,应注意适用性,教材要达到精、新、实用和富有启发性的要求,将学科的新知识、新成果写入教材。譬如以往国内外教科书中均认为PO/AH热敏感神经元与冷敏感神经元在体温调节中有同等重要的作用,近年来许多研究证明,在调节机体产热和散热过程中,热敏感神经元起主导作用,编者适时引进科学的新进展,当热敏感神经元活动增加时,增加散热反应,引起体温降低;而热敏感神经元活动降低时,则散热减少,产热增多,维持正常体温的恒定,这是体温调节研究的新进展。热敏感神经元的作用类似交感神经对血管的缩舒作用,交感神经兴奋引起血管收缩,交感神经抑制引起血管舒张。近几年来,随着无线遥测技术的应用,行为性体温调节有新的进展与认识,在过高或过低的极端环境温度中,人类主要依赖行为性体温调节维持体温恒定,并非自主性体温调节,表明自主性体温调节功能是有限度的。新进展得到大家公认后,应及时编入教材,以反映教材的先进性。

本教材配套数字课程中,有关于老一辈生理学家的生平与业绩介绍,有部分获得诺贝尔生理学或医学奖科学家的介绍,点击获奖者姓名即可查阅获奖的研究内容与成就,希望学生能够从中得到启发。科学研究是不断解惑和释疑的过程,怀疑是科学家创新的开端,成功的科学家有敢于怀疑和精于思考的科学精神。本教材中各章原有的思考题和参考资料也移至数字课程中,选择题可供学生课后练习使用。

第4版新参加的编写单位有宁夏医科大学、西安交通大学附属广仁医院与生命科学院、西安医学院、泸州医学院、西北大学、咸阳民族学院医学院和上海同济大学医学院等。1至4版教材共计有30所大学参加编写,每章有2~3位教授主笔撰写或审稿,对保证教材的质量起了重要作用。第4版教材的出版,要感谢所有编者的辛勤劳动,同时对三位助编的热心支持表示衷心感谢。也期望使用教材的师生多提宝贵意见,并向所有关心和支持我们编写的同道们表示深切的感谢。编者在生理学领域教学与探索中,倾注了毕生的精力,但仍有许多未知数与疑惑,有待于中青年科学家与教师继续努力,早日揭开生理学中未知领域神秘的面纱。

本书封面插图反映离子的跨膜扩散和转运、钙的内流和钙诱导钙释放的示意图；动作电位、钙瞬变和收缩曲线图，反映了兴奋收缩偶联的关系；窦房结、房室结和心室肌的动作电位图显示其不同部位的图形特点，表明有相应的离子内流或外流，离子流的差异形成了动作电位的不同形态特征；心室压力、主动脉压力、左心房压力、心室容积变化的曲线和心音的变化，这组经典曲线含义深刻，反映了心脏射血与充盈的机制或过程。本书封面插图承蒙我校电教室袁甜老师的热情支持，在此表示衷心感谢。

无限风光在险峰，科学研究的道路从来都不是平坦的，唯有那些不畏艰险的人，才有可能登上科学的顶峰，寄希望年轻的大学生和研究生们，努力拼搏吧！这是编者们的希望。

朱妙章

2013.7

第3版前言

大学生理学是教育部批准的普通高等教育“十一五”、“十五”国家级规划教材和面向21世纪课程教材,第3版在前两版的基础上进行修改和更新,要面向世界,面向未来。编者长期从事生理学教学,有丰富的教学经验,精选教材内容,斟酌取舍,写作深度反复考虑,力求做到言简意赅。由于受学时的限制,本科生教材必须满足基础理论、基本知识和基本技术训练的要求,除了贯彻思想性、科学性、先进性和启发性外,还应注意适用性,新、深的内容要恰如其分,以达到精、新、实用和富有启发性的要求。

近些年来,国内编写出版了一批生理学的好教材,有利于医学和生命科学人才的培养。每本教材都有特色,体现了主编和作者的风格。生理学教材在安排各章顺序时,大致有两种方案,一种方案是在讲授细胞生理后,安排神经生理,另一种是细胞生理后讲授血液循环生理,两种方案各有其利弊和理由。不少生理学教材都把难学的神经生理移到最后,这是一种分散难点的办法,但不是最恰当的处置,从整体生理学观点出发,我们在讲授细胞生理知识后,接着介绍神经生理的内容,如突触传递、递质与受体、反射的概念和特征,介绍神经系统对躯体运动的调节、神经系统的感觉分析和脑的高级功能,神经体液调节,交感、副交感神经对内脏功能的调节,自主神经和传出神经的分类,肾上腺素受体、胆碱受体等内容。将神经生理学放在前面讲,恰逢神经解剖的内容刚结束,讲授神经生理是非常有利的,将结构和功能紧密联系起来,有利于神经生理的学习,神经生理的部分内容又与细胞生理有关联,如突触传递内容与神经肌接头类似,兴奋性突触后电位、抑制性突触后电位、突触后抑制、突触前抑制与除极、超极化、兴奋、抑制、出胞和入胞、静息电位和动作电位等细胞生理内容密切相关,这样的安排有利于巩固上述概念和内容,而且有关自主神经的调节、递质、受体、信号转导、反射和突触传递在器官生理中都要涉及,这样可为学习后面的内容铺路,也容易讲深神经和激素对心血管活动的作用原理。血液生理中有部分内容和组织学、生物化学重复,第四军医大学在三个教研室之间达成共识,为避免同一内容在不同课程中重复讲授,我们将血细胞生理分工给组织胚胎学教研室承担,血液凝固和纤维蛋白的溶解由生物化学教研室讲授,这两节内容虽是血液生理内容,在大课中我们就不讲了,但考虑各校情况不同,这两节的内容在血液生理章中仍然保留。

在心脏生理中,我们建议先叙述心肌细胞的生物电,用电变化来解释心肌生理特性,然后讲授心脏缩舒的活动,这样安排更符合“兴奋-收缩偶联”的程序,更易为学生接受。用心肌电生理的观点解释心肌特性,自律性的产生是外向电流的衰减或内向电流的增强,导致了4相缓慢自动除极。心肌兴奋性变化的特点是不应期长,心肌的不应期为什么特别长?原因是 Ca^{2+} 的缓慢内流(有除极作用)对抗了 K^{+} 外流的复极化作用,因此,出现了复极缓慢的平台,导致心肌复极时间长,由于 Na^{+} 通道有电压依赖性,静息膜电位未恢复,而 Na^{+} 通道的活性和膜电位的恢复密切相关,在膜电位恢复到一定程度时, Na^{+} 通道才有活性。兴奋后 Na^{+} 通道有较长一段时间处于失活状态,直到3相初期(相当于舒张早期),也就是说,在收缩期和舒张早期时,心肌都处于不应期,因此,心肌不会发生强直收缩,收缩后一定发生舒张,使心脏保持收缩与舒张交替的节律性活动;心肌自动节律性的特点是上高下低,窦房结自律性高,逐级降低;上控制下,自律性高的窦房结对自律性低的起搏组织有抑制作用(超速抑制),频率差别越大,抑制作用越大;在特殊传导系统中,有快、慢反应的起搏细胞,其自律性机制不一样。有了电生理学知识,就容易理解心房和心室不同步收缩的原因,因为房室

结的纤维细,又是慢反应细胞,0相的幅度和速度小,此处传导速度慢,保证心房兴奋、收缩在前,尔后是心室的兴奋和收缩,即心室的收缩在心房收缩完后才开始,有利于心脏的充盈和射血,邻近心肌两个细胞间有电阻较小的缝隙连接,有利于心肌细胞间兴奋的迅速传导,心肌细胞上结构上虽然互相隔开,但在功能上却似一个细胞,只要有一个心肌细胞兴奋,动作电位就会扩布到其他心肌细胞,表明心肌是功能性合胞体,使两个心房或心室几乎同步收缩,它是心肌全或无式收缩的原因。

过去生理学教科书忽视心脏的充盈功能,只强调心脏的泵血功能,我们建议把射血(泵血)和充盈功能并列来表达,考虑到心脏的收缩和舒张分别引起了射血和充盈,二者是因果关系,本书用收缩和射血、舒张和充盈来完整地表达心脏的机械功能。心房和心室的机械活动周期可分为收缩期和舒张期,心动周期的完整定义应包括心房和心室的活动周期,由于心室在心脏活动中起主要作用,因此,心动周期主要是指心室的活动周期。射血和充盈分别是心室收缩期和舒张期中的主要功能,从心动周期的时间过程看,心室收缩包括心缩始期、等容收缩期、快速射血期和减慢射血期,心室舒张期包括心舒始期、等容舒张期、快速充盈期、减慢充盈期和心房收缩期,等容收缩期是心室压力上升速度和幅度最大的时期,心室压力的升高为心室射血作准备,而等容舒张期则是压力快速下降的时期,为心室充盈做好准备。从辩证唯物主义观点来看,在心动周期过程中,出现的时相变化和压力的升降是表面现象,透过现象看本质,心脏射血和充盈的过程不仅是了解心动周期中各期的变化,而应掌握收缩、舒张过程中,心室内压、心脏瓣膜、血流方向和心室容积变化间的相互关系及其意义,这五对矛盾中,心室肌收缩和舒张变化是主要矛盾,它是引起心室压力升降的原因,继而引起相应心瓣膜的开放和关闭,血液的出心和回心,心室容积的增大和缩小,抓住主要矛盾,射血和充盈的原理就迎刃而解。

本书在重点、难点的内容旁有文字简洁的小结或提示,学生用书本随堂听课,可免于记录详细笔记,可腾出时间专心听讲,接受教师的启发式讲解,提高当堂课的吸收率和教学效果。

生理学是一门主干的医学基础课程,又是一门充满无限生命力的科学,在实验中要仔细地观察,对结果要及时分析和思考,对新异的变化和意外结果要用不同常人的思维方式,充分发挥想象力,大胆用实验去求证和探索,即使实验失败也不要轻易放弃,成功存在于多次失败的坚持过程中。

科学发展日新月异,编者的专业知识都有一定局限性,恳切地希望广大师生在使用教材过程中,提出意见和建议。本书编写过程中,得到了第四军医大学和参编院校的支持,助编段玉斌讲师协助我完成全书的修改工作,朱肖星博士承担了部分秘书工作。本书的英文要点由高峰教授和闫文利教授在繁忙教学任务期间进行阅修;清样稿由裴建明主任、胡志安主任、姜春玲教授、迟素敏教授、段玉斌博士、刘亚莉博士、郭海涛博士、赵玉峰博士、韩雪峰博士、董玲博士、朱肖星博士、李嘉博士、张海锋博士鼎力相助。故此,在本书出版之际,向他们表示最诚挚的感谢!

朱妙章
2008.5

郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任；构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人进行严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话 (010) 58581897 58582371 58581879

反盗版举报传真 (010) 82086060

反盗版举报邮箱 dd@hep.com.cn

通信地址 北京市西城区德外大街4号 高等教育出版社法务部

邮政编码 100120

短信防伪说明

本图书采用出版物短信防伪系统，用户购书后刮开封底防伪密码涂层，将16位防伪密码发送短信至106695881280，免费查询所购图书真伪。

反盗版短信举报

编辑短信“JB, 图书名称, 出版社, 购买地点”发送至10669588128

短信防伪客服电话

(010) 58582300

目 录

第一章 绪论	1	四、电突触传递	41
要点	1	第四节 骨骼肌的收缩	42
第一节 生理学的研究内容和方法	2	一、骨骼肌细胞的微细结构	42
一、现代生理学的发展	2	二、肌细胞收缩的原理	45
二、生理学研究的不同水平	3	三、骨骼肌收缩的外部表现	48
三、生理学的研究方法	4	四、影响肌肉收缩效能的因素	50
第二节 生命的基本特征	5	复习题	55
一、新陈代谢	5	第三章 神经生理	56
二、兴奋性	6	要点	56
三、生殖	6	第一节 神经元与神经胶质细胞	59
四、适应	7	一、神经元	59
第三节 生理功能的调节	7	二、神经胶质细胞	61
一、机体的内环境与稳态	7	第二节 中枢神经系统活动的基本规律	62
二、生理功能的调节方式	8	一、突触	63
三、生理功能的调控机制	9	二、中枢神经递质	68
复习题	10	三、反射	72
第二章 细胞的基本生理过程	11	第三节 神经系统的感觉分析功能	77
要点	11	一、感觉信息的传导	77
第一节 细胞膜的生理	14	二、大脑皮质的感觉代表区及其功能	80
一、细胞膜的结构与成分	14	三、中枢对特异感受活动的传出性控制	83
二、物质跨细胞膜的转运	17	四、疼痛生理	84
第二节 生物电现象和兴奋性	22	第四节 神经系统对躯体运动的调节	86
一、静息电位和动作电位	22	一、脊髓的躯体运动反射	87
二、动作电位时相和细胞的兴奋性	26	二、高级中枢对肌紧张的调节	91
三、电刺激引起细胞兴奋的过程和条件	27	三、大脑皮质的运动控制功能	93
四、神经纤维动作电位的细胞外记录	28	四、基底核对运动的调节	96
五、兴奋在神经纤维上的传导	29	五、小脑	98
第三节 细胞间信号传递与转导	32	第五节 神经系统对内脏活动的调节	100
一、细胞的信号分子与受体	32	一、自主神经系统的结构和功能特征	100
二、细胞表面受体介导的跨膜信号转导	33	二、各级神经中枢对内脏活动的调节	104
三、神经肌肉接头处的兴奋传递	38	第六节 脑的高级功能及其他活动	107

一、学习和记忆	107	一、体液与内环境稳态	168
二、大脑皮质的语言功能	111	二、血液的组成和理化特性	169
三、大脑皮质的电活动	113	第二节 血细胞生理	172
四、觉醒和睡眠	115	一、血细胞的生成	172
复习题	119	二、红细胞生理	173
第四章 感觉器官	121	三、白细胞生理	176
要点	121	四、血小板生理	178
第一节 概述	125	第三节 血液凝固与纤维蛋白溶解	180
一、感受器和感觉器官	125	一、血液凝固	180
二、感受器的一般生理特性	125	二、纤维蛋白溶解	185
第二节 视觉器官	126	第四节 血量与血型	187
一、眼的折光系统及其调节	127	一、血量	187
二、视网膜的结构和两种感光换能系统	131	二、血型	187
第三节 听觉	136	复习题	190
一、外耳的集音、共鸣和辨向功能	137	第六章 血液循环	192
二、中耳的传音和增益功能	137	要点	192
三、内耳耳蜗的感音功能	140	第一节 心肌的生物电现象和生理特性	196
四、听觉电生理	148	一、心肌细胞的生物电现象	196
五、听觉冲动的传入途径	150	二、心肌的生理特性	201
六、听觉的生理功能	151	第二节 心电图	210
第四节 前庭系统	152	一、心电图各波和间期的意义	210
一、前庭系统的感受装置	153	二、心电图和心肌细胞电变化的关系	211
二、前庭毛细胞和传入神经的电生理现象	155	第三节 心脏的射血与充盈	212
三、前庭系统的适宜刺激和生理功能	155	一、心动周期与心率	212
四、前庭反射	156	二、心脏射血与充盈(充血)过程	213
第五节 皮肤感觉	157	三、心动周期中瓣膜的活动	216
一、触压觉	158	四、心音和心音图	216
二、痛觉	159	五、心输出量	217
三、温度觉	161	第四节 血管生理	221
第六节 嗅觉和味觉	161	一、血管的结构与功能特点	221
一、嗅觉	161	二、血管系统中的血流动力学	222
二、味觉	163	三、动脉血压	224
复习题	164	四、静脉血压	228
第五章 血液	166	五、脉搏	229
要点	166	第五节 心血管功能的调节	230
第一节 血液的组成和理化特性	168	一、神经调节	231
		二、体液调节	243
		三、自身调节	248

四、动脉血压的长期调节	248	三、消化道的神经支配	299
第六节 微循环、组织液与淋巴循环	249	四、消化器官的内分泌功能	301
一、微循环	249	第二节 口腔内消化	303
二、组织液的生成与回流	253	一、唾液分泌	303
三、淋巴循环	254	二、咀嚼和吞咽	304
第七节 重要器官循环的特点	255	第三节 胃内的消化	305
一、冠脉循环	255	一、胃的分泌	305
二、肺循环	259	二、胃的运动	312
三、脑循环	260	第四节 小肠内的消化	314
复习题	262	一、胰液分泌	314
第七章 呼吸生理	264	二、胆汁的分泌与排出	316
要点	264	三、小肠液的分泌	317
第一节 肺通气	266	四、小肠的运动	318
一、呼吸道的功能	266	第五节 大肠内的消化	320
二、肺通气原理	268	一、大肠液的分泌及肠内细菌的作用	320
三、肺通气功能的评价指标	272	二、大肠的运动和排便	320
第二节 呼吸气体的交换	274	第六节 吸收	322
一、气体交换原理	274	一、钠及相关物质的吸收	324
二、肺泡气与血液中的气体通过呼吸膜的扩散	276	二、其他物质的吸收	326
三、影响肺气体交换的因素	277	复习题	328
第三节 气体运输	278	第九章 泌尿生理	329
一、氧的运输	278	要点	329
二、二氧化碳的运输	281	第一节 肾的功能解剖学和肾循环	331
第四节 呼吸运动的调节	283	一、肾的功能解剖学	331
一、脑干呼吸神经元	283	二、肾的血液循环	335
二、呼吸节律形成机制	285	第二节 尿的生成和影响因素	337
三、呼吸运动的随意调节	286	一、肾小球的滤过作用	337
四、呼吸运动的反射性调节	286	二、肾小管的重吸收和分泌作用	342
五、异常呼吸	292	第三节 尿液的浓缩和稀释	350
复习题	293	一、尿的浓缩、稀释过程及其机制	350
第八章 消化和吸收生理	294	二、影响尿浓缩和稀释的因素	354
要点	294	第四节 尿生成的调节	354
第一节 概述	296	一、肾内自身调节	354
一、消化道平滑肌的生理特性	298	二、神经调节和体液调节	354
二、消化腺的分泌功能	299	第五节 排尿	360
		一、输尿管的功能	360
		二、膀胱的排尿活动	360
		复习题	362

第十章 能量代谢和体温	363	三、分泌的调节	418
要点	363	第七节 胰岛	419
第一节 能量代谢	364	一、胰岛素	419
一、机体能量的来源和去路	364	二、胰高血糖素	422
二、能量代谢的测定	365	三、生长抑素	423
三、影响能量代谢的因素	369	四、胰多肽	423
四、基础代谢	370	第八节 其他器官和组织分泌的激素	423
第二节 体温	371	一、褪黑激素	424
一、人体正常体温及其变动	371	二、前列腺素	425
二、机体的产热与散热	373	三、瘦素	425
三、体温调节	376	四、脂联素	426
复习题	379	复习题	427
第十一章 内分泌	380	第十二章 生殖	428
要点	380	要点	428
第一节 概述	384	第一节 男性生殖	429
一、激素作用的一般特性	384	一、睾丸的功能	429
二、激素的分类	385	二、睾丸功能的调节	431
三、激素作用的机制	387	第二节 女性生殖	432
四、激素的合成、释放与代谢	390	一、卵巢的功能	432
第二节 下丘脑-垂体的内分泌功能	391	二、卵巢周期性活动的调节	434
一、下丘脑的内分泌功能	391	第三节 妊娠	436
二、垂体	393	一、受精	436
第三节 甲状腺	398	二、着床	437
一、甲状腺激素的化学组成与合成代谢	398	三、妊娠的维持及激素调节	438
二、甲状腺激素的生物学作用	401	四、分娩与授乳	438
三、甲状腺功能的调节	403	复习题	439
第四节 调节钙、磷代谢的激素	406	参考文献	440
一、甲状旁腺激素	406	① 中英文专业词汇对照	
二、1, 25-二羟维生素 D ₃	408	② 历届诺贝尔生理学或医学奖	
三、降钙素	408	③ 生理学家	
第五节 肾上腺皮质	409	④ mmHg — kPa 速见表	
一、肾上腺皮质激素	409	⑤ cmH ₂ O — kPa 速见表	
二、肾上腺皮质激素的合成、转运和代谢	410		
三、肾上腺皮质激素的生物学作用	412		
四、肾上腺皮质激素分泌的调节	414		
第六节 肾上腺髓质	416		
一、肾上腺髓质激素	416		
二、肾上腺素和去甲肾上腺素的生物学作用	417		

第一章 绪 论

要点

1. 生理学是研究生物机体生命现象的发生规律及其机制的科学，也是一门实验科学。

2. 生命的四大基本特征是新陈代谢、生殖、兴奋性和适应。

3. 生理功能及机制需从细胞和分子水平、器官及系统水平、整体水平进行研究，三个水平的研究是相互联系与相互补充的。

4. 内环境的相对稳定性及机体对外环境变化的应答反应都是调节的结果，调节方式有神经调节、体液调节和自身调节。

Outline

1. Physiology is the study of how the body functions, with emphasis on specific cause-and-effect mechanisms. Knowledge of these mechanisms has been obtained experimentally through applications of scientific methods.

2. The discipline of physiology also deals with those characteristics that are the property of a living organism as opposed to a nonliving body. Four fundamental properties distinguish the living body. Firstly, only living organisms exchange matter and energy with the environment in order to continue their existence (metabolism). Secondly, only living organisms can receive signals from their environment and react accordingly (excitability). Thirdly, what distinguishes a living organism is the life cycle of growth and reproduction (procreation). Finally, the living organism is able to adapt to changing circumstances (adaptability).

3. Physiological function and mechanism must be studied from the level of integration, organ and cell. The study of three levels is relative and complementary to each other.

4. Relative stability of internal environment and body response to the changes of environment are the result of regulation activity. Types of the regulation on body function include nerve regulation, hormonal regulation and autoregulation.

5. 反馈信息降低控制部分的活动称负反馈,它在维持机体内环境的稳态中起重要作用;反馈信息促进、加强控制部分的活动称正反馈,它使生理活动不断加强,直至最终完成生理功能。

5. The activity of feedback information reducing control-part is called negative feedback, which makes the important effect on keeping body internal environment. Improving control-part is called positive feedback, which make the physiological activity enhanced until ultimately accomplishing physiological function.

第一节 生理学的研究内容和方法

生理学 (physiology) 是研究生物机体生命现象的规律和机制的科学,即主要研究呼吸、消化、循环、生殖、泌尿、肌肉运动等的发生原理和活动规律。生理学有许多分支,如人体生理学、动物生理学、植物生理学、细菌生理学等。由于人体生理学主要研究正常人体的各种生命活动,所以也叫做正常人体生理学 (简称生理学);而研究人体各种异常即患病机体的生命活动的科学叫做病理生理学。

人们对生命活动规律的了解是从实验中总结出来的。因此,生理学又是一门实验性科学,一切生理学中的理论均来自实践或实验。

生理学与医学有着极其密切的关系。人类在对疾病的长期斗争中,积累了许多关于人体功能活动的知识,也向生理学提出了许多亟待解决的问题。生理学的每一个进展,都会对医学产生巨大的推动作用。例如,生理学有关生物电研究的成果,就使临床的疾病诊断技术发生了巨大的变革;糖尿病发病的机制就是在胰岛内分泌生理研究中阐明的;心肺制备生理实验方法的建立为体外循环技术提供了基础;受体研究的发展为临床治疗提供了许多有效手段等。通过医学实践检验生理学理论,并不断以新的内容丰富生理学理论。因此,生理学是一门重要的医学基础理论科学。此外,如病理生理学、微生物学、药理学等,均需要生理学知识,要学好这些学科,必须先学好生理学。

一、现代生理学的发展

现代生理学发展的主要特征表现为研究生命活动的分子结构及功能、研究整体功能活动的协调发生及机制。

20 世纪以来,科学技术的飞速发展和各自然学科知识的相互交叉和渗透,为生理学的研究提供了新的理论和技术。分子生物学和计算机等技术在生理学研究中的应用,阐明了生命的物质基础是核酸和蛋白质等生物大分子物质为主构成的复合体系。随着生理学的研究进入细胞、亚细胞和分子水平,使人们逐步认识到体内不同的细胞既有共性又有各自的功能特征;细胞膜和各种细胞器的功能协同表现出细胞的功能;在细胞执行其功能的过程中,还受到细胞内、外各种因素的影响,这些因素作用于细胞,通过改变细胞膜上的离子泵活动、离子通道的性状、膜内多种信号转导系统的活动,调节细胞的功能同整体的状

态相一致。伴随人类基因组测序工作的完成,生命科学进入了后基因组时代(post-genome era)和蛋白质组时代,使得人们能从DNA链及蛋白质的变化中去探索生命活动发生的信息和疾病的发生机制。

目前,生理学的研究由整体水平发展到分子水平。只有认识了细胞和分子水平变化的全过程,才有可能阐明体内各种生理功能的机制。鉴于此,在20世纪的后期,生理学的研究大部分都涉及细胞、亚细胞和分子水平。

人体的生命活动是在神经、内分泌和免疫系统的调节下,以整体功能(unity of function)的形式表现的。因此,在对生命活动进行微观分析研究的同时,必须重视整体功能及调节机制的研究。在20世纪末,针对部分生理学者仅重视分子水平的研究而忽视整体功能的研究,有的生理学家担心生理学会被迅速发展的分子生物学兼并等问题,国内外的一些资深生理学家提出了现代生理学应走整合生理学(integrative physiology)研究的道路,这就为生理学的发展指明了方向。

21世纪是生命科学的世纪。生理学的研究已进入整体、系统、器官、细胞、亚细胞和分子6个层次。这些层次之间,在量和质的规定性方面都有明显的差异,同时又存在着复杂的相互作用和有机的联系,构成多层次的统一整体。生理学研究的是功能,细胞和分子水平研究的是生命现象的本质,其中也存在功能的问题。因此,上述的6个层次都有其功能和活动的规律。整体生理活动规律是各个层次局部规律相互作用的综合。但整体的规律不等于各个局部的简单相加。整合生理学的发展将逐步阐明各个层次的特有功能活动以及其中的规律。

近年,为了强调分子生物学、细胞生物学水平的研究和整体水平研究之间的联系和结合,国际生理学界又提出了转化生理学(translational physiology)的概念。这个概念的提出,有助于把分子生物学和细胞生物学水平的研究成果运用到整体水平的研究,同时又把整体水平(包括临床医学的研究)发展到细胞和分子水平进行研究。

二、生理学研究的不同水平

研究人体的生理功能时可以从整体、器官和系统、细胞以及分子三个水平进行。

(一) 整体水平

研究对象是整个机体,包括机体内各器官、系统的相互协调,以及机体与环境之间的相互影响。环境的变化会影响机体的生命活动,机体在变化的环境中维持正常的生命活动。因而,整体水平研究的是机体在不同生理条件下,不同器官、系统之间的相互联系及调节。

(二) 器官和系统水平

研究对象是器官和系统。阐明器官和系统在机体中所起的作用,它是怎样进行活动的,它的活动受到哪些因素的控制等。例如,要了解心脏如何射血、血管如何调配血液供给、血液在血管内的流动规律、各种神经体液因素对心血管活动的调节等,均是在器官和系统水平进行的研究,其研究内容称为器官和