

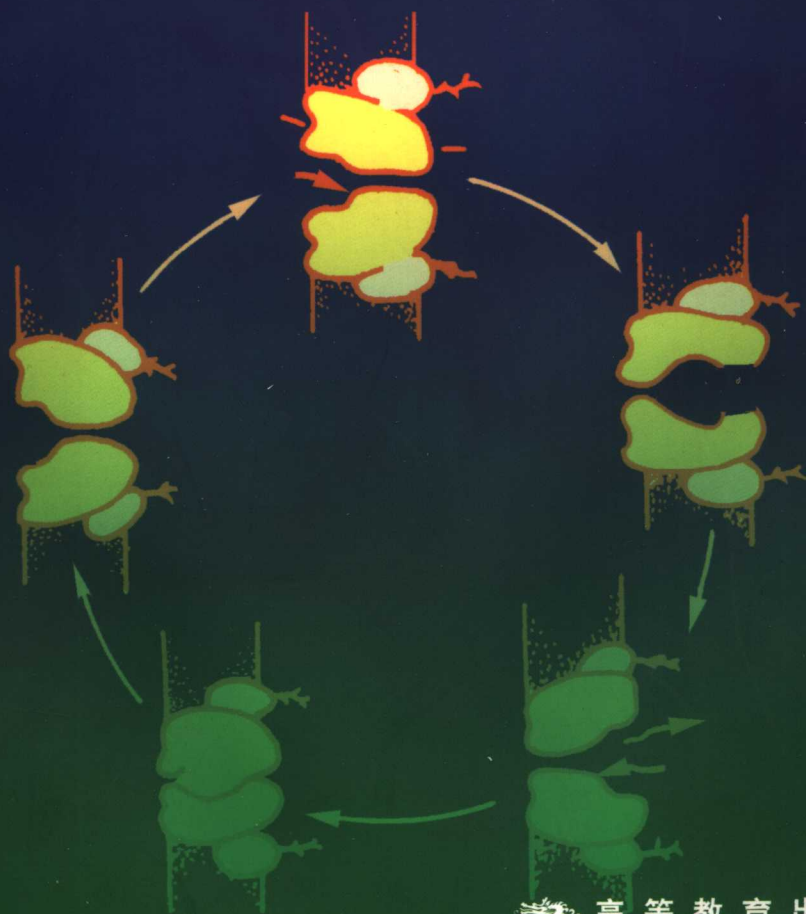


普通高等教育“十五”国家级规划教材

大学生理学

(第二版)

主编 朱妙章



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

普通高等教育“十五”国家级规划教材

大学生理学

(第二版)

主 编 朱妙章
副主编 袁文俊 刘远谋 高天明 王莎莉
潘桂兰 杜剑青 隋建峰 安书成



高等教育出版社
Higher Education Press

内容提要

本教材为教育部高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革项目的研究成果,是教育部批准的普通高等教育“十五”国家级规划教材和面向 21 世纪课程教材。

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,配合教育部、卫生部推广使用的国家题库,使教材具有普遍适用性。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。在重点和难点内容的文旁有提示或小结,起助学和导学作用。

本书以精、新、实用和富有启发性为主要特点,力求体现教材的系统性、易读性、科学性、实用性和先进性,以适用培养高级医学和科技人才的要求。编者都有丰富的教学经验,参阅了近年国内外出版的生理学教材,精选内容和图表,力求使教材内容新颖。

本书的深度和广度控制在适合于教与学的原则,教材分量适当。适合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. —2版. —北京:高等教育出版社,2005.8(2006 重印)

ISBN 7-04-017521-5

I. 大... II. 朱... III. 生理学-高等学校-教材
IV. Q4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 056646 号

策划编辑	席雁	责任编辑	席雁	封面设计	张楠	责任绘图	尹文军
版式设计	马静如	责任校对	尤静	责任印制	尤静		

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 100011
总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 北京四季青印刷厂

开 本 850×1168 1/16
印 张 31.5
字 数 790 000

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
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>
畅想教育 <http://www.widedu.com>
版 次 2002 年 3 月第 1 版
2005 年 8 月第 2 版
印 次 2006 年 8 月第 3 次印刷
定 价 52.00 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 17521-00

本书编写人员

主 编	朱妙章					
副主编	袁文俊	刘远谋	高天明	王莎莉	潘桂兰	杜剑青
	隋建峰	安书成				
编 委	刘以训	宋 刚	刘长金	高 峰	周士胜	姜春玲
	孙 刚	裴建明	夏 强	臧伟进	倪 鑫	张玉芹
	安书成	闫文莉				
助 编	张庆红	吕顺艳				
编 者	(以姓氏笔画为序)					
	马 青	马新亮	孔德虎	王会平	王竹立	王 彤
	王春安	王莎莉	邢宝仁	吕顺艳	朱肖星	朱妙章
	刘长金	刘以训	刘远谋	闫文莉	安书成	孙 刚
	杜剑青	李希成	杨 焜	肖家思	宋 刚	张万会
	张万琴	张玉芹	张庆红	张晓东	张 衡	迟素敏
	陈 晨	林茂璋	周士胜	郑观成	赵玉峰	赵志青
	赵 超	柯道平	姜春玲	段玉斌	袁文俊	夏 强
	倪 鑫	高天明	高文元	高 峰	高 瞻	黄彰海
	隋建峰	韩晓彬	嵇志红	谢 安	臧伟进	裴兆辉
	裴建明	潘桂兰				

编者简介 (以编写内容顺序排名)

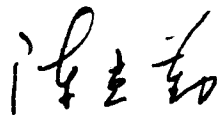
- 裴建明 第四军医大学生理学教研室 教授 主任
高峰 第四军医大学生理学教研室 教授 博导
陈 晨 澳大利亚 Monash 大学亨利王子医学研究所 教授 博导
闫文莉 第四军医大学外语教研室 副教授
赵玉峰 第四军医大学生理学教研室 讲师 博士
袁文俊 第二军医大学生理学教研室 教授 博导
邢宝仁 第二军医大学生理学教研室 教授
王莎莉 重庆医科大学生理学教研室 教授 主任 博导
高天明 南方医科大学生理学教研室 教授 主任 博导
杜剑青 西安交通大学医学院生理学教研室 教授
张晓东 第四军医大学基础部生理学教研室 副教授
王春安 第二军医大学生理学教研室 教授
隋建峰 第三军医大学生理学教研室 教授
肖家思 第三军医大学生理学教研室 教授
郑观成 第二军医大学长征医院病生研究室 教授
周士胜 大连大学医学院生理学教研室 教授 博导
谢 安 美国芝加哥大学 副教授
高文元 第二军医大学生理学教研室 教授 博导
嵇志红 大连大学医学院生理学教研室 副教授
段玉斌 第四军医大学生理学教研室 讲师 博士
马 青 宁波大学医学院生理学教研室 教授
张玉芹 武汉科技大学医学院生理学教研室 教授 主任
杨 焜 华中科技大学同济医学院生理学教研室 教授
刘长金 华中科技大学同济医学院生理学教研室 教授 主任 博导
裴兆辉 中山大学医学院 博士后
朱妙章 第四军医大学基础部生理学教研室 教授 博导
刘远谋 上海第二医科大学 教授 主任 博导
臧伟进 西安交通大学医学院药理学教研室 教授 副院长 博导
赵志青 美国 Emory 大学 教授 博导
马新亮 美国 Jefferson 教授 博导
夏 强 浙江大学医学院生理学教研室 教授 主任 博导
王会平 浙江大学医学院生理学教研室 教授
安书成 陕西师大生命科学学院生理学教研室 教授 硕导

- 宋 刚 山东大学西校区医学院生理学教研室 教授 博导
- 张 衡 山东大学西校区医学院生理学教研室 教授 博导
- 潘桂兰 内蒙古科技大学医学院 教授 主任 硕导
- 柯道平 安徽医科大学生理学教研室 教授 主任
- 孔德虎 安徽医科大学生理学教研室 教授
- 王竹立 中山大学医学院生理学教研室 教授
- 李希成 第三军医大学生理学教研室 教授
- 姜春玲 大连医科大学生理学教研室 教授 博导
- 张万琴 大连医科大学生理学教研室 教授 博导
- 林茂樟 大连医科大学生理学教研室 教授 博导
- 王 彤 美国 yale 大学 教授
- 黄彰海 南方医科大学生理学教研室 教授
- 迟素敏 第四军医大学生理学教研室 副教授 硕导
- 孙 刚 上海复旦大学生命科学院 教授 博导
- 张万会 广东东莞理工学院 教授 博导
- 高 瞻 第四军医大学生理学教研室 讲师 博士
- 吕顺艳 第四军医大学生理学教研室 讲师 博士
- 张庆红 第四军医大学生理学教研室 副教授
- 倪 鑫 第二军医大学生理学教研室 教授 主任 博导
- 朱肖星 第四军医大学药理学教研室 博士
- 赵 超 英国 Cambridge 大学 教授
- 刘以训 中科院动物所生殖生物学国家重点实验室 研究员 博导 院士
- 韩晓彬 中科院动物所生殖生物学国家重点实验室 博士

序 一

在生物科学和医学科学中,生理学的历史源远流长,近代生理学起源于公元 17 世纪,也有近 300 年历史。一本生理学的内容浩繁,如何剪裁取舍,使之适合高等院校学生学习之用,多年来虽已有一定之规,但仍需要编者根据不同读者对象进行考虑,而本书被定为普通高等教育“十五”国家级规划教材,就使编者必须注意到当前生理学的发展趋势和 21 世纪对培养生物科学和医学科学人才的要求,面向世界,面向未来,既要适当增加各个生理功能系统中新的重要研究进展,也要考虑到有关相邻和新兴学科中新的理论的渗透和联系,以引导和启发学生的思考。

我高兴地看到本书编者已经注意到这些问题并在本教材中有所体现。详略恰当地介绍了生理学的基本理论和基本知识,适量地介绍了生理学的最新进展,力求使教材具有系统性,易读性、科学性和先进性。同时,编者对各个章节的中、英文要点,文旁的提示和小结,复习思考题等都做了精心安排,有利于同学们逻辑思维的训练和学习,也是本书的优点。我深信本书将获得广大读者的喜爱,并在他们的学习中发挥重要作用。



2005 年 3 月

序 二

《大学生理学》为教育部高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革项目的成果,是教育部批准的普通高等教育“十五”国家级规划教材和面向 21 世纪课程教材。

本教材系统地介绍生理学的基本理论,覆盖了生理学内容和基本知识,配合教育部、卫生部推广使用的国家试题库,使得教材具有普遍适用性。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,有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及其与临床有联系的问题。

本书以精、新、实用和富有启迪性为主要特点,力求体现教材的系统性、易读性、科学性、实用性和先进性,以适用于培养 21 世纪高级医学和科技人才的要求。编者有丰富的教学经验,参阅了大量近年国内外出版的生理学教材,精选内容和图表,力求使教材内容新颖。本书的深度和广度控制在适合于教与学的原则,教材分量适当,适合高等医药院校和综合大学生命科学院(系)的本科生使用。

在学习国内、外最新教材的基础上,在结构安排和版面设计上做了一些创新性调整。① 在每章前有中英文要点,以便学生掌握重点,对本章内容起提纲挈领的作用,又有利于双语教学。② 在重点和难点内容旁有提示、小结或注解,还留有些空白处,供学生自己去总结,也便于学生做课堂笔记。③ 在每章末有复习题和思考题,复习题是应该掌握和熟悉的内容,思考题的难度要大些,其中有部分不能直接从书本中找到答案,要根据生理学知识去分析和归纳,体现功能科学的学习方法和特点,目的在于要培养分析推理和举一反三的能力。④ 在本教材的内容安排上,我们把神经生理放在前面讲授,考虑到先讲神经生理可以为后面的内容铺路。如自主神经的作用、递质、受体和反射的概念等在以后的器官生理中都会遇到,这样在器官生理中,可以讲深讲透。在心脏生理学中,先介绍心肌细胞的生物电,再叙述心脏的射血与充盈功能,这样安排更符合“兴奋-收缩偶联”的规律,有别于人民卫生出版社的第 1 至 5 版的生理学教材(先讲心脏的泵血功能,后讲心脏的生物电活动)。本教材先阐述心肌细胞的生物电,用电变化来解释心肌生理特性,然后讲授心脏收缩舒的活动,这样的安排更易为学生接受。⑤ 书末摘引了王志均教授的《漫话科学发现》与《机遇在生命科学发现中的作用》两篇文章。王教授的话富有哲理和启发性,语重心长,勉励青年学生要有雄心和信心,激发学生的好奇心和奋发向上的精神,寄托了老教育学家和生理学家对青年学生的殷切希望。

臧益民

第二版前言

生理学是医学生从形态学转向功能学科开始学习的课程,形态学要记忆的东西较多,生理学则不同,有些内容虽然也要记忆,但更多的是理解和逻辑思维的内容,我们知道神经有兴奋与传导功能,如果刺激一条神经,可以看到与神经有联系的肌肉发生收缩,在没有电生理仪器记录的情况下,仅靠观察,看不到在神经上的变化,事实上,神经发生兴奋与传导的变化,这是经过我们大脑思维、分析得出的结论。同理,切断支配心脏的迷走神经,心跳明显加快,切断支配心脏的交感神经,心跳减慢,说明心迷走神经的存在使心率减慢,心交感神经有加快心率的作用。又如自主神经的化学传递实验(又称 Loewi 实验),Loewi(洛伊维)制备两个蛙心,一个蛙心保留有迷走神经支配,刺激迷走神经引起蛙心跳减慢,将蛙心的灌流液移入第二个蛙心套管中,使第二个蛙心跳动变慢,表明迷走神经受刺激时,一定释放了一种化学物质,经过灌注液的途径抑制另一个心脏,后来证明此物质就是乙酰胆碱,自主神经末梢释放化学物质传递信息的结论就是从这个实验中分析得来的,Loewi 的贡献于 1936 年获诺贝尔生理学或医学奖。类似的例子很多,生理学的理论很多来自实验,因此,也可以说生理学是一门实验科学。实验是给研究对象施加某种刺激,观察其反应,从中推断和分析某器官或细胞的功能,并揭示其内在的联系。生理功能有一定变动范围,在不同的条件下有不同的表现,即使在相同的条件下,功能状态不一样,也会有不同的反应,因而分析结果时要注意实验的方法和条件,运用逻辑推理和分析判断的方法,以期得出符合实际的结论。随着实验技术和仪器的更新,尤其是细胞、分子生物学实验技术和计算机的应用,可以揭示人体更细微和更复杂的功能、机制及活动规律,生理学的内容在广度和深度上不断拓展,观念上不断更新,譬如一个神经末梢只释放一种递质的理念受到了挑战,已证明有的神经末梢释放两种或多种神经递质。科学的进步在不断完善生理学的理论,我们书中介绍的生理学知识基本上是经过深思熟虑的,但不能说都是绝对正确的,因为有些认识还在深化,有些理论还在发展中,要鼓励学生向老师提问题,学生也要向自己多问几个为什么,击中要害的问题往往是许多科学发现的起点,学贵有疑,怀疑是科学创新的开始,要敢于在不同概念、理论间寻找和发现联系。教师在授课过程中,发现有不妥和不科学之处要告诉学生,并少量介绍有争议的东西,给学生留下思考、分析、判断、辨别、回味和探索的问题,培养学生的批判性思维能力和创新能力。

近十几年来,生理学中有关各种离子通道,细胞之间及细胞内信号转导等取得了较大进展。因此,我们在介绍生理学基本理论和基本技术的同时,为培养学生的兴趣和扩展知识面,要适度介绍新进展和新技术,与时俱进。不但要知道过去生理学的研究成果,还要知道生理学发展的前沿,体现教材的科学性与先进性。而教材的深度和广度要考虑教学时数、学生的时间和精力,在充分借鉴以往教材编写经验的基础上,紧紧围绕总体培养目标而精选教学内容,使之既适合于教也适合于学,表现为教材的适用性,使教材成为实现既定培养目标的基本工具。

编者努力用辩证唯物主义的观点阐明人体机能活动的基本规律,机体内存在着多对矛盾(如

兴奋和抑制、激活和失活、胞吞和胞吐、收缩和舒张、射血和充血、吸气和呼气、分解和合成、产热和散热等),在各个系统器官生理中,无所不在,无时不在。用矛盾的普遍性和对立统一规律去理解和学习生理学,会收到较好的效果。在生理活动中要分析何者是主要矛盾,如心脏的射血与充血过程中,有心室内压的变化、瓣膜的变化、血流方向的变化、心室容积的变化和缩舒的变化,其中心脏收缩和舒张这对主要矛盾决定了心室内压的升高和降低、瓣膜的开放和关闭,由此引起血流方向和心室容积的变化。

教材在贯彻科学性、适用性、系统性、先进性和思想性的基础上,更重要的是形成和培养学生一种科学的思维方法,启发学员在理解、分析和思考所遇到的生理学问题时,开阔视野,提高自学和钻研业务的本领,有助于培养学员独立分析和解决问题的能力。

生理学是基础医学中涵盖了众多生命功能及其机制的一门重要学科,在20世纪诺贝尔生理学或医学奖中,共颁奖91次,计172人获奖,有一半是属于生理学的研究成果,从诺贝尔奖的名称和获奖数量看,足以证明生理学在医学中的地位。又从硕士研究生入学考试的西医综合中有生理学,许多学科也常选用生理学作为硕士生和博士生入学考试的一门专业基础课,以及医师资格执照的考试中也有生理学的内容,这些又从一个侧面说明生理学的重要性,希望我们的大学生能牢记祖国和人民的培养和重托,以振兴中华为己任,发扬拼搏和奉献精神,要有决心和恒心学好本领,主动将自己的抱负、理想和祖国的命运结合在一起,为祖国的四化建设做贡献。从我做起,从点滴小事做起,这是主编和编者对大学生们的期望。

编者参阅了国内外最新的教科书,对第一版的书稿作了更新与补充。第一版《大学生理学》得到了使用院校和兄弟院校的肯定和鼓励,又被教育部批准为普通高等教育“十五”国家级规划教材,对我们是一个鼓舞,也是一个鞭策,我们还有许多不足,我们要在第二版中努力去完善它。在第一版的基础上,我们又邀请了上海第二医科大学、重庆医科大学、大连大学医学院、安徽医科大学、内蒙古科技大学医学院、西安交通大学医学院、陕西师范大学生命科学院和宁波大学医学院的同行加盟,还有5位在美国和澳大利亚工作的中国学者参加,增强了我们编者的力量。第二版的编写单位共计有21所高等医科院校的教授参加。各章书稿的审修除主编外,第二章由高天明教授负责,第三章由袁文俊教授负责,其他的几位副主编也协助主编做了不少工作;各章的中、英文要点由编者做了修改和补充,最后经闫文莉和高峰教授审修订稿。感谢全体编者和审稿者的努力,他们倾注了大量心血进行了撰写和修改,使书稿得以顺利完成。当前,新理论不断涌现,尽管我们期盼能与时代同步,但限于主编的水平,书中的错漏和表达欠妥之处在所难免,希望同行和读者多提意见,以便不断改进和提高。

与本书配套的辅导教材(朱妙章等主编.生理学.第1、2版分别于2002和2005年由科技文献出版社出版)对本书每章的复习题、思考题和研究生入学试题都作了相应的解答,对学习生理学有解惑与启示作用,供学生复习时参考。

我们非常感谢德高望重、曾担任两届(18、19届)中国生理学会理事长和第一、二版《中国生理学史》的主编陈孟勤先生在百忙中为本书第二版撰写序言。同时邀请著名生理学家、曾担任中国保健医学会心脏学会主任委员和《心脏杂志》主编臧益民先生为本书撰写序。

本书在编写过程中,得到了第四军医大学领导和教务处的指导,得到生理学教研室的裴建明主任、臧益民教授、高峰教授、张庆红副教授、吕顺艳和高瞻讲师、毕辉、张海锋和马恒博士、槐勇、徐明、霍建华硕士的大力支持,在校对时间紧的情况下,迟素敏副教授、张庆红副教授、李树壮教

授、段玉斌、赵玉峰、张海锋、裴兆辉和杨俊博士鼎力相助。在本书出版之际,向他们表示最诚挚的谢意,最后,向高等教育出版社辛勤劳动的编辑们表示深深的敬意。

朱妙章

2004.8

第一版前言

《大学生理学》经教育部审核批准为“面向 21 世纪课程教材”，我们深感责任重大。为编好本教材，集思广益，博采众长，我们邀请了第一、二、三、四军医大学，浙江大学医学院（原浙江医科大学），华中科技大学同济医学院（原同济医科大学），西安交通大学医学院（原西安医科大学），中山大学医学院（原中山医科大学），山东大学医学院（原山东医科大学），大连医科大学和中国科学院动物研究所等 11 个单位的教授参与编写。

我们按照教学大纲的要求，详略得当地介绍了生理学的基本知识体系，使本教材内容有一个合理的覆盖面，以便于医科院校和综合性大学都能使用；配合教育部、卫生部推广使用的国家试题库，使教材具有普遍的通用性；在学习国内、军内统编教材的基础上，研究国外教材的近况，在结构安排和版式设计上作了些调整。在每章前有中、英文要点，对本章内容起提纲挈领的作用，以便学生掌握重点；在重点和难点内容旁有提示或注解；在每章末有复习题和思考题，复习题是应该掌握和熟悉的内容，思考题的难度要大些，有些题不能直接从书本中找到答案，要根据生理学知识去分析和归纳，体现功能科学的学习方法和特点，培养学生分析推理和举一反三的能力。期望本教材在促进学生掌握生理学的基本理论中发挥助学和导学的作用。

在本教材的内容安排上，我们把神经系统放在前面讲授，是考虑到先讲神经生理可以为后面的内容铺路。如自主神经的作用、受体和调节的概念等在以后的器官生理中都会遇到。在心脏生理学中，我们先叙述心肌细胞的生物电，用电变化来解释心肌生理特性，然后讲授心脏舒缩的活动，这样逐层深入的安排更易为学生接受。

在每章中，根据内容重要性的不同，用不同字号排印，用大字排印的内容是生理学的基本知识和基础理论，用小字排印的内容则是参考性或尚无定论的内容，但在具体区分这两方面的材料时，可能做得不够恰当。又考虑到各院校教学计划规定的学时数不统一，因此，教师在使用时可以根据不同情况和自己的教学经验，选择讲授的内容和深度。有些非重点或学生能看懂的内容可安排自学。

本书的编写得到教育部和高等教育出版社的指导和支持，同时得到第四军医大学学校领导、训练部和基础部的大力支持。学校成立了教材编写顾问组进行具体指导；在编写本书的筹划中，**王复周**教授、臧益民教授和张万会教授等都对教材的编写提出了很好的意见和建议；在编写前，我们对书稿提出了统一的要求。编者以认真负责的态度撰稿和修改，恳切吸纳同行的意见，几易其稿。编者署名在各章节末。书稿经主编审修后，又聘请臧益民教授（负责第二、五、六、七、八、九章），胡三觉教授（负责第三、四章），朱运龙教授（负责第十、十一、十二章）进行审修，对保证教材质量起到了重要作用。杨焜教授和张万琴教授等对教材的编写提出了很好的建议。各章英文要点由樊家勇、闰文莉讲师和高峰教授协助按中文要点对照审修，又请美国 Thomas Jefferson 大学的 James R. Pierce 博士审修订稿。在书稿的校对和编排中，裴建明副教授、吕顺艳博士、高瞻博士、于军、郭海涛和毕辉等博士生付出了辛勤的劳动，在校对任务重、时间紧的情况下，除上述人员外，还有周京军博士、韦耿泽和韩雪峰博士生、马恒硕士生等的积极参与。在此表示衷心

的感谢。

本书在4所军医大学合作的基础上,又邀请了6所大学和中国科学院动物研究所的同行共同编写。在学习军内、国内统编教材的基础上,力求体现参编院校和研究所的特点。已出版的生理学教科书给我们很多启示,因此,本书的出版要感谢张镜如、陈宜张、臧益民、姚泰、范少光、杨煜、朱思明等教授,同时要感谢老一辈生理学家,如蔡翘、吴襄、徐丰彦、周衍椒、卢振东、王复周等教授,他们为培养我国和我军医学人才起到了积极作用,我们要感谢他们对生理学教学作出的杰出贡献。

书中的生理学名词以中国自然科学名词审定委员会公布的为标准,如用“心排血量”、“除极”、“促胃液素”、“机制”代替“心输出量”、“去极化”、“胃泌素”、“机理”等旧名词。书中的插图引自参考文献,少部分做了小的修改。

计量单位均采用法定计量单位,但血压和气体分压用 mmHg 表示。mmHg 与 kPa 的换算参见附录三,不在每章首次出现处标注换算系数。

书末摘引了王志均教授的《漫话科学发现》与《机遇在生命科学发现中的作用》两篇文章。王教授的话语重心长,富有哲理和启发性,勉励青年学生要有雄心和信心,激发学生的好奇心和奋发向上的精神,寄托着王教授对学生的殷切希望。

由于我们的水平和知识有限,参编的作者较多,本书虽然经多次审校修改,但书中仍难免存在一些错漏和不妥,热忱欢迎同行和读者批评指正。

朱妙章

2001年6月

目 录

第一章 绪论	1	四、肌肉收缩的力学分析	50
第一节 生理学的研究内容和方法	1	参考资料	53
一、生理学研究的不同水平	2	复习题	55
二、生理学的研究方法	3	思考题	56
第二节 生理功能的调节	4	参考文献	56
一、机体的内环境与稳态	4	第三章 神经系统	58
二、生理功能的调节方式	4	第一节 中枢神经系统活动的基本	
三、生理功能的调控机制	5	规律	61
复习题	6	一、突触	61
思考题	6	二、中枢神经递质	67
参考文献	6	三、反射	72
第二章 细胞的基本生理过程	7	第二节 神经系统对躯体运动的	
第一节 细胞膜的生理	11	调节	77
一、细胞膜的结构与成分	11	一、脊髓的躯体运动反射	78
二、物质跨细胞膜的转运	13	二、高级中枢对肌紧张的调节	82
第二节 生物电现象和兴奋性	18	三、大脑皮质的运动功能	84
一、静息电位和动作电位	19	四、基底神经节对运动的调节	88
二、动作电位时相和细胞的兴奋性	23	五、小脑	89
三、电刺激引起细胞兴奋的过程和		第三节 神经系统对内脏活动的	
条件	24	调节	92
四、神经纤维动作电位的细胞外		一、自主神经系统的结构和功能特征	92
记录	25	二、自主神经系统的中枢调节	96
五、兴奋在神经纤维上的传导	26	第四节 神经系统的感觉分析	
第三节 细胞间的信号传递	29	功能	99
一、细胞的信号分子与受体	29	一、感觉信息传入的两种系统	99
二、细胞表面受体介导的信号跨膜		二、丘脑的核群及功能	102
转导	31	三、大脑皮质的感觉代表区及其	
三、神经肌肉接头传递	39	功能	103
四、电突触传递	42	四、中枢对特异感受活动的传出性	
第四节 骨骼肌的收缩	43	控制	106
一、骨骼肌细胞的微细结构	43	五、疼痛生理	106
二、肌细胞收缩的原理	45	第五节 脑的高级功能	109
三、骨骼肌收缩的外部表现	48	一、学习和记忆	109

二、大脑皮质的语言功能	115	思考题	169
三、大脑皮质的电活动	117	参考文献	170
四、觉醒和睡眠	120	第五章 血液	171
参考资料	122	第一节 血液的组成和理化特性	173
复习题	123	一、体液与内环境稳态	173
思考题	124	二、血液的组成和理化特性	174
参考文献	125	第二节 血细胞生理	177
第四章 感觉器官	126	一、血细胞的生成	177
第一节 概述	130	二、红细胞生理	177
一、感受器和感觉器官	130	三、白细胞生理	180
二、感受器的一般生理特性	130	四、血小板生理	182
第二节 视觉器官	131	第三节 血液凝固与纤维蛋白 溶解	185
一、眼的折光系统及其调节	132	一、血液凝固	185
二、视网膜的结构和两种感光换能 系统	136	二、纤维蛋白溶解	189
第三节 听觉	141	第四节 血量与血型	191
一、外耳的集音、共鸣和辨向功能	142	一、血量	191
二、中耳的传音和增益功能	143	二、血型	191
三、内耳耳蜗的感音功能	145	复习题	194
四、耳蜗对声音的分析	153	思考题	194
五、听觉冲动的传入途径	154	参考文献	195
六、听觉电生理电位	155	第六章 血液循环	196
第四节 前庭系统	156	第一节 心肌的生物电现象和生理 特性	201
一、前庭系统的感受装置	156	一、心肌细胞的生物电现象	201
二、前庭毛细胞和传入神经的电生理 现象	158	二、心肌的生理特性	206
三、前庭系统的适宜刺激和生理 功能	159	第二节 心脏的射血与充盈	215
四、眼球补偿运动和前庭性眼球 震颤	160	一、心动周期与心率	215
五、前庭脊髓反射	161	二、心脏射血与充盈(充血)过程	216
第五节 皮肤感觉	161	三、心动周期中瓣膜的活动	218
一、触压觉	161	四、心音和心音图	219
二、痛觉	163	五、心排血量	220
三、温度觉	164	第三节 心电图	224
第六节 嗅觉和味觉	165	一、心电图各波和间期的意义	224
一、嗅觉	165	二、心电图和心肌细胞电变化的 关系	225
二、味觉	167	第四节 血管生理	226
复习题	168	一、血管的结构与功能特点	226
		二、血管系统中的血流动力学	227

三、动脉血压	229	五、异常呼吸	310
四、静脉血压	233	复习题	311
五、脉搏	234	思考题	311
第五节 心血管功能的调节	236	参考文献	312
一、神经调节	236	第八章 消化和吸收生理	313
二、体液调节	248	第一节 概述	315
三、自身调节	254	一、消化道平滑肌生理特性	317
四、动脉血压的长期调节	254	二、消化腺的分泌功能	318
第六节 微循环、组织液与淋巴		三、消化道的神经支配	318
循环	258	四、消化道的内分泌功能	320
一、微循环	258	第二节 口腔内消化	322
二、组织液的生成与回流	262	一、唾液分泌	322
三、淋巴循环	264	二、咀嚼和吞咽	323
第七节 器官循环的特点	265	第三节 胃内的消化	324
一、冠状循环	265	一、胃的分泌	324
二、肺循环	270	二、胃的运动	331
三、脑循环	271	第四节 小肠内的消化	333
参考资料	273	一、胰液分泌	333
复习题	276	二、胆汁的分泌与排出	335
思考题	277	三、小肠液的分泌	337
参考文献	278	四、小肠的运动	337
第七章 呼吸生理	280	第五节 大肠内的消化	339
第一节 肺通气	282	一、大肠液的分泌及肠内细菌的	
一、呼吸道的功能	282	作用	340
二、肺通气原理	284	二、大肠的运动和排便	340
三、肺通气功能的评价指标	289	第六节 吸收	341
第二节 呼吸气体的交换	292	一、钠及相关物质的吸收	342
一、气体交换原理	292	二、其他物质的吸收	346
二、肺泡气与血液通过呼吸膜的		复习题	347
扩散	294	思考题	348
三、影响肺气体交换的因素	295	参考文献	348
第三节 气体运输	296	第九章 泌尿生理	349
一、氧的运输	296	第一节 肾的功能解剖学和肾	
二、二氧化碳的运输	299	循环	351
第四节 呼吸运动的调节	301	一、肾的功能解剖学	351
一、脑干呼吸神经元	301	二、肾的血液循环	354
二、呼吸节律形成机制	303	第二节 尿的生成和影响因素	357
三、呼吸运动的随意调节	304	一、肾小球的滤过作用	357
四、呼吸运动的反射性调节	304	二、肾小管的重吸收和分泌作用	362

第三节 尿液的浓缩和稀释	370	第四节 钙、磷代谢的内分泌	
一、尿的浓缩、稀释过程及其机制	370	调节	427
二、影响尿浓缩和稀释的因素	373	一、甲状旁腺激素	427
第四节 尿生成的调节	374	二、1,25-二羟维生素 D ₃	429
一、肾内自身调节	374	三、降钙素	430
二、神经体液调节	375	第五节 肾上腺皮质	431
第五节 排尿	379	一、肾上腺皮质激素	431
一、输尿管的功能	379	二、肾上腺皮质激素的合成、转运和	
二、排尿功能	380	代谢	432
复习题	382	三、肾上腺皮质激素的生物学作用 ..	434
思考题	382	四、肾上腺皮质激素功能的调节	436
参考文献	383	第六节 肾上腺髓质	438
第十章 能量代谢和体温	384	一、肾上腺髓质激素	438
第一节 能量代谢	385	二、肾上腺素和去甲肾上腺素的生物学	
一、机体能量的来源和去路	385	作用	439
二、能量代谢的测定	386	三、分泌调节	440
三、影响能量代谢的因素	390	第七节 胰岛	440
四、基础代谢	391	一、胰岛素	440
第二节 体温	392	二、胰高血糖素	444
一、人体正常体温及其变动	393	三、生长抑素	445
二、机体的产热与散热	393	四、胰多肽	445
三、体温调节	397	第八节 其他内分泌器官和物质 ..	445
复习题	400	一、褪黑素	445
思考题	400	二、前列腺素	446
参考文献	400	三、瘦素	447
第十一章 内分泌	401	四、脂联素	448
第一节 概述	405	复习题	448
一、激素作用的一般特性	405	思考题	449
二、激素的分类	406	参考文献	449
三、激素作用的机制	408	第十二章 生殖	450
四、激素的合成、释放与代谢	411	第一节 男性生殖	451
第二节 下丘脑—垂体系统	412	一、睾丸的功能	451
一、下丘脑的内分泌功能	413	二、睾丸功能的调节	453
二、垂体	415	第二节 女性生殖	454
第三节 甲状腺	419	一、卵巢的功能	454
一、甲状腺激素的化学组成与合成		二、卵巢周期性活动的调节	456
代谢	420	第三节 妊娠	458
二、甲状腺激素的生物学作用	423	一、受精	458
三、甲状腺功能的调节	425	二、着床	459