



全国高等医药院校国家级实验教学示范中心“十二五”规划教材
供临床医学、基础医学、护理学、药学等专业使用

丛书主编 秦晓群

机能实验学

JINENG SHIYANXUE

主编◎于 军 张 晓 梅爱敏



华中科技大学出版社
<http://www.hustp.com>



全国高等医药院校国家级实验教学示范中心“十二五”规划教材

供临床医学、基础医学、护理学、药学等专业使用

丛书主编 秦晓群

机能实验学

JINENG SHIYANXUE

主 编 于 军 张 晓 梅爱敏

副主编 汉建忠 金宏波 秦 伟 吴 红

编 委 (以姓氏笔画为序)

于 军 (第四军医大学)

尹永强 (天津医科大学)

田 芸 (成都医学院)

汉建忠 (中南大学湘雅医学院)

邢文娟 (第四军医大学)

曲 萍 (第四军医大学)

刘爱东 (遵义医学院)

孙 红 (西安交通大学医学院)

李 姝 (牡丹江医学院)

杨 拯 (成都医学院)

杨芝春 (中南大学湘雅医学院)

吴 红 (牡丹江医学院)

张 晓 (成都医学院)

张海锋 (第四军医大学)

陈宝莹 (第四军医大学)

陈建双 (承德医学院)

陈健康 (第四军医大学)

金宏波 (哈尔滨医科大学)

赵玉峰 (第四军医大学)

胡 浩 (西安交通大学医学院)

秦 伟 (遵义医学院)

铁 茹 (第四军医大学)

梅爱敏 (承德医学院)

曹永刚 (哈尔滨医科大学)

温 克 (天津医科大学)



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>

中国·武汉

内 容 简 介

本书是全国高等医药院校国家级实验教学示范中心“十二五”规划教材。

本书内容共有四篇,第一篇是机能实验学基本理论,第二篇是技术篇,第三篇是实验篇,第四篇是设计篇。本书在基础性和综合性实验中,将“三理”(生理学、药理学、病理生理学)的实验课程有机地进行融合,以达到节约资源和人力,提高教学效率的目的,并进一步编排了探索性实验的内容,以适应培养创新型人才的要求,是目前较为系统、全面、完整且内容丰富的机能实验学教材。

图书在版编目(CIP)数据

机能实验学/于 军 张 晓 梅爱敏 主编. — 武汉:华中科技大学出版社,2013.7
ISBN 978-7-5609-8088-1

I. 机… II. ①于… ②张… ③梅… III. 实验医学-医学院校-教材 IV. R-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 134577 号

机能实验学

于 军 张 晓 梅爱敏 主编

策划编辑:陈 鹏

责任编辑:柯其成

封面设计:李 嫒

责任校对:何 欢

责任监印:周治超

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)81321915

录 排:华中科技大学惠友文印中心

印 刷:华中科技大学印刷厂

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:20.75

字 数:486 千字

版 次:2013 年 7 月第 1 版第 1 次印刷

定 价:46.00 元



华中出版

本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究



全国高等医药院校国家级实验教学示范中心 “十二五”规划教材编委会

主任委员 秦晓群

委 员（按姓氏笔画排序）

于 军	第四军医大学	张晓莉	牡丹江医学院
马志健	海南医学院	陈昌杰	蚌埠医学院
马晓松	深圳大学医学院	陈增保	新疆医科大学
王 军	首都医科大学	罗自强	中南大学湘雅医学院
王迎伟	南京医科大学	金宏波	哈尔滨医科大学
王晓梅	深圳大学医学院	周代锋	海南医学院
孙玉萍	新疆医科大学	秦晓群	中南大学湘雅医学院
吴雄文	华中科技大学同济医学院	高殿帅	徐州医学院
吴 红	牡丹江医学院	高国全	中山大学中山医学院
宋高臣	牡丹江医学院	康 毅	天津医科大学
张 晓	成都医学院		

总序

preface

为了进一步推动高等学校加快实验教学改革,加强实验室建设,培养大学生的实践能力和创新精神,提高教育质量,更好地满足我国经济社会发展和创新型国家建设的需要,教育部于2005年5月启动了高等学校实验教学示范中心建设和评审工作。同时,要求各实验教学示范中心认真总结教学经验,凝练优质实验教学资源,加强实验教学研究,不断开拓创新,探索实验教学改革新思路,引领实验教学改革方向,为全国高等学校实验教学提供示范。在此质量工程实施过程中,一批优秀的国家级医学实验教学示范中心应运而生。

在医学基础课教学中,实验教学占有极其重要的位置,它在培养学生实际动手能力、综合分析问题和解决问题的能力以及科研创新能力等方面发挥着独特的作用。实验教材是实验教学的基础,也是实验教学的载体。但目前各高等学校的实验教材建设明显滞后,主要存在以下几个问题:①实验教材建设落后于理论教材,作为高等学校三大建设之一的教材建设多年来一直受到高度重视,但这里的教材建设一般是指理论教材的建设,而实验教材在大多数高等学校一直不受重视,实验课教材大多是自编的实验指导,不能满足实验教学的需要;②实验教材没有形成自己的体系,许多实验教材只注重了与理论知识体系配套,而忽视了自身的系统性、科学性和完整性,成为理论教材的附属品,没有形成自己独立的教材体系,表现为实验课大多是为了配合理论课教学,偏重于验证理论,缺乏综合性与设计性的教学内容;③实验教材缺乏创新,表现为验证性实验偏多,缺乏设计性、综合性实验课题,验证性实验可以对学生强化课堂所学的理论知识起到积极作用,但不能充分激发学生的创造性思维,不能较好地培养学生分析问题、解决问题的能力,不利于学生综合素质、创新意识和创新能力的培养;④实验教材管理混乱,由于历史原因,高等学校实验教材在管理上较为混乱,缺少实验教材建设规划,也没有教材使用的统一要求,教材使用相对无序,既有本校教师编写的自印讲义、实验指导书,也有从校外选用的实验教材,从而助长了实验教学的随意性。

为了顺应高等医学教育实验教学改革的新形势和新要求,在认真、细致调研的基础上,在国家级实验教学示范中心医学组的专家们和部分示范院校领导的指导下,华中科技大学出版社组织了全国27所重点医药院校的近200位老师编写了这套全国高等医药院校国家级实验教学示范中心“十二五”规划教材。本套教材由12个国家级实验教学示范中心的教学团队引领,有副教授及以上职称的老师占85%,教龄在20年以上的老师占



70%。教材编写过程中,全体主编和参编人员进行了充分的研讨和细致的分工,各主编单位高度重视并大力支持教材的编写工作,编辑和主审专家严谨和忘我的工作,确保了本套教材的编写质量。

本套教材充分反映了各国家级实验教学示范中心的实验教学改革和研究的成果,教材编写体系和编写内容均有所创新,在编写过程中重点突出以下特点。

(1) 教材课程的设置分为三个模式,即传统型课程模式、整合型课程模式、创新型课程模式。

(2) 教材内容体现“三个层次”,即基本训练(基础知识、基本技能训练)、综合型实验、研究型/创新型实验(以问题为导向性的实验)。

(3) 既体现基础性,又具有先进性;既体现学科内涵和实验内容的更新,又有反映新技术、新方法、新设备的现代实验技术和手段。

(4) 强调学生的自主性,加强创新能力培养。

本套教材得到了教育部国家级实验示范中心医学组和各院校的大力支持与高度关注,我们衷心希望这套教材能为高等医药院校实验教学体系改革作出应有的贡献,并能为其他院校的实验教学提供有益的借鉴和参考。我们也相信这套教材在使用过程中,通过教学实践的检验和实际问题的解决,能不断得到改进、完善和提高。

全国高等医药院校国家级实验教学示范中心“十二五”规划教材
编写委员会
2013年6月

前言

实验是自然科学的基础,理论如果没有实验的证明,是没有意义的。只有当实验证实了理论或在其中发现新现象以后,才可能创建新的理论。对于一个合格的医学生来说,不仅要掌握书本上的理论知识,更重要的是要有实验和实践能力。传统的教学多采用以学科为中心的教学模式,实验课教学目标定位不高,实验课仅仅作理论课的附属和验证,其内容也多零散陈旧,缺乏对学生创新思维 and 能力的培养。随着医学高等院校教学改革不断深入,医学实验在教学中的地位越来越受到重视。从 20 世纪 90 年代以来,国内的医学院校对机能学实验教学进行了积极的改革和探索,很多院校成立了实验教学中心,开设了机能实验学课程。实验教学中心的建立实现了教学资源的共享。机能实验学课程的开设改变了以往实验课依附于理论课的地位,使之成为基础医学中一门新发展的独立的学科。机能实验学课程的实施有效提高了基础医学实验教学质量,增强了学生的科学研究素质,提高了学生独立提出科学问题、分析问题和解决问题的能力。

深化基础医学实验教学改革的实践,符合国家对高等教育发展的要求。2010 年 6 月,国家教育部制定了《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020 年)》,其中要求高等教育全面提高教育质量、提高人才培养质量、提升科学研究水平,并要求牢固确立人才培养在高校工作中的中心地位,着力培养信念执著、品德优良、知识丰富、本领过硬的高素质专门人才和拔尖创新人才,加强实验室、校内外实习基地、课程教材等基本建设,支持学生参与科学研究,强化实践教学环节。机能实验学是基础医学实验的重要组成部分,为进一步提升机能实验学课程教学质量,更好构建基础性、综合性和探索性三个层次的实验教学,我们及时组织了国家精品课程教学团队的骨干教师,编写了这本教材。

本书内容共有四篇,在基础性和综合性实验中,将“三理”(生理学、药理学、病理生理学)的实验课程有机地进行融合,以达到节约资源和人力,提高教学效率的目的,并进一步编排了探索性实验的内容,以适应培养创新型人才的要求,是目前较为系统、全面、完整且内容丰富的机能实验学教材。第一篇是机能实验学基本理论,第二篇是技术篇,第三篇是实验篇,第四篇是设计篇。本书保持了原有的机能学科实验特征,即实验以活体或组织器官为研究对象,并在此基础上研究机体各种生理活动及其规律、病理生理改变、药物与机体的相互作用及规律;同时,又突出对传统的实验方法及教学方式的改革,尽可能应用先进的实验设备进行教学,做到尽量在同一动物身上观察生理现象、病理生理改变,以及药物对这些改变的治疗作用;并进一步在探索性实验设计中体现和检验上述教学效果,达



到有效培养学生创新能力和科研思维的目的。这样的内容安排既能体现学科的特点,又注意了学科间的相互融合,力求层次清楚、内容循序渐进,让学生的综合能力和科研素质在从正常、异常以及如何从异常回到正常的系统分析中得到提高。

本书是一本规范的实验学教科书,适合临床医学、生物学及相关专业的本、专科学生实验教学使用,也可供综合性大学相关学科教师及研究生从事教学和科研参考。我们水平有限,希望能够得到广大同行和专家的批评指正。

编 者

2013 年 6 月

目录

contents

第一篇 机能实验学基本理论

◇ 第一章 绪言	/ 3
第一节 机能实验学概述	/ 3
第二节 机能实验学的目的与要求	/ 4
第三节 实验报告的书写	/ 5
第四节 机能实验学的考核	/ 7
◇ 第二章 机能实验学常用实验动物	/ 10
第一节 实验动物的品种、品系、特点及应用	/ 10
第二节 机能实验学常用实验动物	/ 14
第三节 实验动物的选择	/ 17
第四节 选择实验动物应注意的问题	/ 19
第五节 实验动物的标记及分组方法	/ 20
第六节 实验动物药物剂量的确定	/ 23
第七节 实验动物病理模型简介	/ 24
◇ 第三章 机能实验学常用器材及仪器	/ 26
第一节 生物信号的测量基础及原理	/ 26
第二节 心电图机	/ 36
第三节 HX-300 动物呼吸机	/ 38
第四节 神经标本屏蔽盒	/ 41
第五节 恒温平滑肌槽	/ 42



第二篇 技术篇

◇ 第一章 常用手术器械的使用	/ 45
◇ 第二章 实验动物的捉拿与固定	/ 49
◇ 第三章 实验动物的给药途径与技术	/ 53
◇ 第四章 常用动物的麻醉方法	/ 56
◇ 第五章 实验动物的取血与处死	/ 62
◇ 第六章 哺乳动物局部手术	/ 66
第一节 头部手术	/ 66
第二节 颈部手术	/ 66
第三节 胸部手术	/ 69
第四节 腹部手术	/ 70
第五节 股部手术	/ 73

第三篇 实验篇

◇ 第一部分 基本实验	/ 78
◇ 第一章 神经、肌肉系统实验	/ 79
第一节 蛙反射活动实验	/ 79
第二节 蛙神经-肌肉标本的制备	/ 81
第三节 蛙坐骨神经干动作电位	/ 83
第四节 坐骨神经兴奋的刺激强度-时间关系曲线	/ 86
第五节 电刺激与骨骼肌收缩反应的关系	/ 89
第六节 脊髓背根和腹根的功能	/ 91
第七节 家兔大脑皮质运动功能定位	/ 93
第八节 去大脑僵直	/ 94
第九节 小鼠小脑损毁后的运动障碍	/ 97

第十节	大脑皮质诱发电位	/ 98
第十一节	有机磷酸酯类中毒及解救	/ 100
第十二节	苯巴比妥钠对小鼠最大电休克发作的影响	/ 102
第十三节	人体脑电图的描记	/ 103
第十四节	人体肌电图的描记	/ 104
◇	第二章 呼吸系统实验	/ 107
第一节	呼吸运动的调节	/ 107
第二节	膈神经放电	/ 109
第三节	缺氧与耐缺氧	/ 111
第四节	吗啡对氨水引起的小白鼠咳嗽反射的抑制作用	/ 114
第五节	实验性肺水肿	/ 115
第六节	人体肺通气功能的测定	/ 117
◇	第三章 循环和血液系统实验	/ 119
第一节	不同因素对离体蟾蜍心脏收缩的影响	/ 119
第二节	不同因素对兔肠系膜微循环的影响	/ 122
第三节	药物对离体肠管平滑肌的作用	/ 123
第四节	药物对外周血管阻力的影响	/ 125
第五节	心血管活动的神经体液调节	/ 127
第六节	不同因素对减压神经放电的影响	/ 130
第七节	传出神经系统药物对兔血压和心率的影响	/ 133
第八节	洛非西定的中枢性降压作用	/ 134
第九节	期前收缩与代偿间歇	/ 136
第十节	急性右心衰竭	/ 138
第十一节	药物对家兔血压的影响及作用机制分析	/ 140
第十二节	药物对清醒肾型高血压大鼠的降压作用	/ 142
第十三节	普萘洛尔对抗肾上腺素诱发家兔心律失常的作用	/ 143
第十四节	心音听诊	/ 145
第十五节	人体动脉血压测量	/ 146
第十六节	人体心电图的描记	/ 148
第十七节	血型的测定	/ 151
◇	第四章 消化系统实验	/ 153
第一节	影响大鼠胃酸分泌的因素	/ 153
第二节	影响胆汁分泌的因素	/ 155



第三节	抗高血压药物对离体血管平滑肌的作用	/ 157
第四节	肝功能对药物作用的影响	/ 158
第五节	高渗硫酸镁和液状石蜡对蟾蜍肠道的作用	/ 159
◇	第五章 泌尿系统实验	/ 161
第一节	肾血浆清除率的测定	/ 161
第二节	影响尿生成的因素	/ 163
第三节	急性中毒性肾功能不全	/ 166
第四节	利尿药与脱水药实验	/ 169
◇	第六章 感觉器官及其他系统实验	/ 171
第一节	溶液 pH 值对药物转运速率的影响	/ 171
第二节	酸碱平衡紊乱	/ 172
第三节	药物对离体子宫的作用	/ 174
第四节	递质及理化因素对离体肠活动的影响	/ 176
第五节	豚鼠耳蜗微音器效应	/ 178
第六节	人体基础代谢率的测定	/ 180
第七节	视野及视力的测定	/ 181
第八节	视觉调节反射和瞳孔对光反射	/ 183
第九节	破坏动物一侧迷路的效应	/ 185
第十节	传出神经药对瞳孔的作用	/ 186
第十一节	盲点测定	/ 187
第十二节	声音的传导途径	/ 189
◇	第七章 临床前药理、毒理实验	/ 191
第一节	药物在体内的分布	/ 191
第二节	静脉注射酚磺酞的药动学参数计算	/ 192
第三节	肝功能对药物作用的影响	/ 194
第四节	不同给药剂量对药物作用的影响	/ 195
第五节	不同给药途径对药物作用的影响	/ 196
第六节	药物 LD_{50} 及 ED_{50} 的测定	/ 197
第七节	磺胺类药血浆生物半衰期测定	/ 199
第八节	乙酰胆碱量效关系曲线及阿托品 pA_2 测定	/ 201
第九节	制备不同方式的小鼠疼痛模型并测定吗啡镇痛作用的半数有效量	/ 204

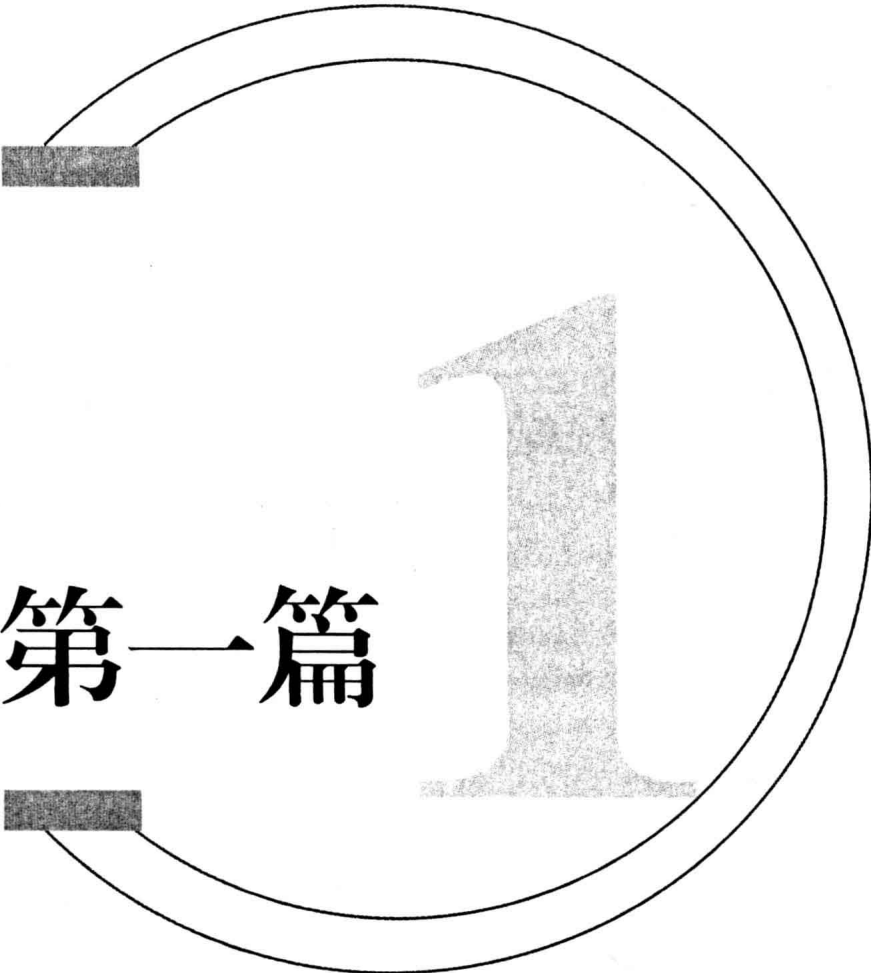
◇ 第二部分 综合实验	/ 208
◇ 第八章 神经、肌肉系统实验	/ 209
第一节 生理和药物因素对蟾蜍坐骨神经-腓肠肌动作电位及肌肉收缩的影响	/ 209
第二节 蛙坐骨神经干动作电位、兴奋传导速度和不应期的同步测定及药物等因素对观察指标的影响	/ 211
第三节 氯丙嗪对攻击性行为及定型活动的影响	/ 213
◇ 第九章 呼吸系统实验	/ 216
第一节 生理及药物因素对豚鼠离体气管平滑肌张力的影响	/ 216
第二节 同步记录兔呼吸运动及膈神经放电并观察生理及药物因素对其影响	/ 218
◇ 第十章 循环和血液系统实验	/ 221
第一节 观察离体蛙心起搏点及不同因素对其收缩活动的影响	/ 221
第二节 复制失血性休克模型及实验性治疗	/ 222
第三节 心律失常模型的复制和心律失常的解救	/ 225
第四节 微循环障碍模型的复制及其血管活性药物抗休克效果的比较	/ 226
第五节 弥散性血管内凝血模型的复制及其凝血功能异常机制的探讨	/ 228
第六节 药物对动物血流动力学的影响	/ 230
◇ 第十一章 消化系统实验	/ 233
第一节 实验性肝性脑病	/ 233
第二节 观察不同因素对兔离体小肠平滑肌活动的影响及阿托品的作用机制	/ 235
第三节 实验性黄疸模型的复制与观察	/ 237
第四节 肝药酶的诱导剂、抑制剂对小鼠肝脏细胞色素 P_{450} 含量的影响	/ 238
◇ 第十二章 泌尿系统实验	/ 241
第一节 不同因素对正常肾脏泌尿功能的影响及急性肾衰竭	/ 241



第二节	心血管活动调节及尿生成的影响因素	/ 243
◆	第十三章 其他系统实验	/ 245
第一节	实验性高钾血症及其治疗	/ 245
第二节	磺胺嘧啶钠药代动力学参数的测定及分析	/ 247

第四篇 设计篇

◆	第一章 概述	/ 253
第一节	设计性实验的目的和选题	/ 253
第二节	开题报告的格式要求	/ 256
第三节	科研论文的撰写格式	/ 257
第四节	文献综述的撰写	/ 259
◆	第二章 机能学设计性实验理论知识	/ 264
第一节	实验设计的基本程序	/ 264
第二节	实验研究的概念与要素	/ 266
第三节	实验设计的类型	/ 268
第四节	实验设计的原则与方法	/ 269
◆	第三章 统计学在机能实验数据处理中的应用	/ 277
第一节	统计学的几个基本概念	/ 277
第二节	常态曲线和随机误差分布的规律	/ 279
第三节	实验资料的类型及相应的假设检验方法	/ 281
第四节	常用的假设检验方法举例	/ 286
◆	附录	/ 293
附录一	常用生理溶液及配制	/ 293
附录二	常用缓冲液的配方	/ 295
附录三	常用酸碱浓度	/ 299
附录四	常用抗凝剂配制方法	/ 302
附录五	常用的与统计有关的附表	/ 303
附录六	常用实验动物一般生理常数	/ 314
附录七	动物与人每千克等效剂量折算系数	/ 315
附录八	常用动物与人体表面积比值	/ 315



第一篇

机能实验学基本理论



第一章

绪 言

第一节 机能实验学概述

机能实验学是一门新兴的基础医学实验课程,综合了生理学、药理学和病理生理学三门学科的相关理论知识和实验技术。机能实验学不是三门学科实验的简单叠加,而是将它们有机地融合而成的一门独立的实验课程。机能实验学课程打破了传统的以学科为中心的课程体系,使学科交叉渗透,有利于培养学生的综合实验技能和分析、解决问题的能力,有助于提高学生的创新意识和科研素养。同时,实现了实验资源的共享,提高了仪器设备的使用效率,减少了实验教学的重复。

生理学、病理生理学和药理学在传统的基础医学教学活动中是各自独立进行的,很多学科间有关联的知识点,因为分科教学而被人为地割裂开,不利于学生在学习下一门课程时将相关的知识与前面已学的课程进行联系,这成为制约学生将所学知识融会贯通的“瓶颈”。开设机能实验学课程的初衷就是要通过一系列综合性实验的教学,将跨学科的实验知识和技能贯穿起来,以弥补分科教学的不足,同时改变以往实验课依附于理论课的地位,重在培养学生的综合能力和动手能力。通过这些综合性实验,学生可以观察生物体的各种生命指标的产生,并探讨其产生的原理,以及生物体在疾病状态下的病理生理过程和药物处理前后这些生命指标的变化。在综合性实验中,既能看到实验中的生理现象及其原理,又能看到疾病状态下疾病发生、发展、转归的规律及药物干预疾病状态的作用机制,因而有利于学生将这些在单科教学时相互独立、分散的相关知识在实验教学中得到有机的联系和融会贯通,从而形成系统而完整的认识。

本教材的内容包括机能实验学基本理论、动物实验基本操作技术、机能实验学基本实验项目、机能实验学综合性实验项目和机能实验学的实验设计与实施。学生在学习时可循序渐进,从机能实验学基本理论、基本操作技术和基本实验项目入手,掌握基本的机能实验学技术和常用仪器使用的知识,初步培养操作能力和观察能力;然后逐渐过渡到综合性实验项目,通过对实验结果的综合分析判断,锻炼逻辑推理及科学思维能力;再在所学基本理论和实验知识基础上,运用所学的实验方法进行初步的科学研究,接触并实际进行实验设计,培养创新精神和科研素养。在教学实践中,设计性实验可以要求学生以课题小组(2~5名学生)为单位,独立查阅文献资料,设计实验方案,然后进行设计答辩。设计答