



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

机能实验学

(第2版)

► 主编 袁秉祥 闫剑群



高等教育出版社
Higher Education Press

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

机能实验学

(第2版)

主 编 袁秉祥 闫剑群



高等教育出版社

Higher Education Press

内容提要

本书旨在为学生提供一本学习机能实验学基本研究方法和指导学生自主进行科研活动的方法学指导教材,共分为四大部分:第一部分是机能实验学的基本知识和技能,介绍实验动物、动物实验、生物信号的采集处理系统和常用生理仪器的基本知识和技能;第二部分是基础与综合机能学实验,融合生理学、病理生理学和药理学的内容,包括神经、心血管、血液、泌尿、呼吸、消化等系统的综合性实验,以及水电解质、酸碱平衡实验和药物与机体相互作用的定量研究;第三部分是人体机能检查与检验,列举了常用人体机能检查和常用临床检验项目;第四部分是机能学科学研究的基本知识,包括科研选题、实验设计与实施、数据处理和论文写作等内容,以指导學生进行专题科研活动。

本书层次分明、内容丰富,体现了机能实验学的综合性和实践性。适合临床、预防、口腔医学和护理等专业的五年制和长学制学生使用,也可供普通医学本科生、研究生以及生理学、病理生理学和药理学专业教师参考。

图书在版编目(CIP)数据

机能实验学/袁秉祥,闫剑群主编.—2版.—北京:
高等教育出版社,2007.12
ISBN 978-7-04-022850-2

I.机… II.①袁…②闫… 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(2007)第155688号

策划编辑	冯娟	责任编辑	甘师秀	封面设计	张楠	责任绘图	杜晓丹
版式设计	马敬茹	责任校对	姜国萍	责任印制	朱学忠		

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010-58581118
社址	北京市西城区德外大街4号	免费咨询	800-810-0598
邮政编码	100011	网址	http://www.hep.edu.cn
总机	010-58581000		http://www.hep.com.cn
经销	蓝色畅想图书发行有限公司	网上订购	http://www.landrac.com
印刷	山东鸿杰印务有限公司		http://www.landrac.com.cn
		畅想教育	http://www.widedu.com
开本	787×1092 1/16	版次	1998年1月第1版
印张	13.25		2007年12月第2版
字数	320 000	印次	2007年12月第1次印刷
		定价	21.00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 22850-00

《机能实验学》(第2版)编写委员会

主 编 袁秉祥 闫剑群

副主编 杜克莘 李玉荣 林明栋

编 委(以姓氏拼音排序)

曹银祥(复旦大学上海医学院)

杜剑青(西安交通大学医学院)

郭春花(山西长治医学院)

康 毅(天津医科大学)

李学军(北京大学医学部)

林明栋(中山大学中山医学院)

刘利兵(第四军医大学)

弥 曼(西安医学院)

王 勇(汕头大学医学院)

杨 杰(延安大学医学院)

张根葆(皖南医学院)

陈健康(第四军医大学)

杜克莘(西安交通大学医学院)

金海燕(南华大学医学院)

李晓辉(第三军医大学)

李玉荣(哈尔滨医科大学)

林 蓉(西安交通大学医学院)

刘 欣(天津医科大学)

王春波(青岛大学医学院)

闫剑群(西安交通大学医学院)

袁秉祥(西安交通大学医学院)

张轩萍(山西医科大学)

秘 书 史小莲(西安交通大学医学院)

李西宽(西安交通大学医学院)

编 者 (以姓氏拼音排序)

曹银祥 陈健康 陈 宁 陈雪红 杜剑青 杜克莘 贺建宇 郭春花

金海燕 金宏波 康 毅 李西宽 李晓辉 李 欣 李学军 李玉荣

梁月琴 林明栋 林 蓉 刘 健 刘利兵 刘 欣 刘 雅 吕 波

弥 曼 牛拴成 屈超玲 史小莲 孙 红 王春波 王 勇 肖丹秦

闫剑群 杨 杰 尹永强 袁秉祥 张根葆 张 莉 张轩萍 周 虹

前 言

机能实验学是在融合生理学、病理生理学、药理学基础理论和基本技能的基础上构筑的一门新的方法学和实验指导性课程。研究机能的动态变化及其影响因素是生理学、病理生理学和药理学三门学科的共同任务,三门学科的基本理论一脉相承,交叉融合,相互渗透;其研究方法相互借鉴,基本相同;实验室、仪器和设备相互通用,教学和科研资源可以共享;三门学科的学科发展和课程建设可以相互促进。在国内机能实验学教学改革实践中,许多院校在教学内容、教学安排、课程设置、教学环境、人员和资源配置等多方面进行了大胆而稳妥的整合。在这种形势下,在三门学科的理论和技术支撑下,一门新的课程——机能实验学应运而生了。

机能实验学是用实验手段研究机体与刺激和影响因素(包括生理、病理、药理因素)之间相互作用规律的方法科学,因此机能实验学的教学方式必然是实践性的,必须将科学实验放在首要位置。一个系统的、多学科整合的综合性实验课程更符合科学研究的实际情况和学科发展规律。《机能实验学》旨在为学生提供一本学习机能学基本研究方法的实验指导教材,在指导机能实验学教学活动中,应采用循序渐进、综合、灵活和现代的教学方式和内容。机能实验学课程的改革打破了学科课程间的壁垒,删减重复性内容,减少单纯验证性实验,以器官、系统或问题(疾病)为中心组织实验教学,增加了学生的动手机会,培养学生的自学能力、科研思维能力和创新能力。实践证明,机能实验学教学改革非常成功,闫剑群教授主持的“机能学科实验教学体系改革的研究与实践”项目探索和总结了20年来机能实验课程发展和逐渐成熟的过程,并获得了2005年国家教学成果二等奖。

《机能实验学》教材作为综合改革的内容之一,经过多次写作、多年使用、反复修改、长期实践,已形成本书特有的编写风格和内容。本教材将吸收全国机能实验学教学改革和实践的成果和经验,并由从事机能实验学教学改革和实践的第一线教师和技术人员组成编委会,编写人员具有很高的机能实验学理论基础,并勇于教学改革,在改革实践中积累了丰富经验。纳入《机能实验学》的教学实验内容,必定是理论和技术方面成熟的、经过反复预试和教学实践、教学效果良好的实验。编委们力戒把本教材写成包罗万象、面面俱到、内容厚重的实验方法学专著。本教材力争充分总结全国机能实验学改革和实践的经验,并从中提取出精华的内容,力求写成一部精品教材。机能实验学教学改革是全国医学教育课程改革和教学实践的一项统一行动,数以千计的从事机能实验学、生理学、病理生理学和药理学的教师均在这项颇有意义的探索中作出了成绩,并为本书的完成和完善作出了突出贡献。《机能实验学》记载了我国20年机能实验学教学改革的经验和成果。

《机能实验学》是在广大教师和医学生长期阅读、使用、反馈意见、修改、再印、再版、再修改中逐渐完善的。尽管如此,每次再版总有疏漏和遗憾之处,总能收到一些有益的反馈意见。敬请广大教师和同学们继续支持我们,对本教材提出宝贵意见。

袁秉祥 闫剑群

2007年8月

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给予严厉打击。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)58581897/58581896/58581879

传 真:(010)82086060

E - mail: dd@ hep. com. cn

通信地址:北京市西城区德外大街4号

高等教育出版社打击盗版办公室

邮 编:100011

购书请拨打电话:(010)58581118

目 录

第一部分 机能实验学的基本知识与技能

第一章 绪论	3	第四节 实验动物液体标本的采集方法	23
第二章 实验动物的基本知识	7	第五节 实验动物的处死方法	25
第三章 动物实验的基本方法	15	第六节 急性动物实验常用的手术方法	25
第一节 实验动物的捉拿、固定与编号	15	第七节 离体标本的制备	28
第二节 实验动物的麻醉方法	18	第四章 机能学实验常用仪器及其使用	
第三节 实验动物的给药方法	19	方法	33

第二部分 基础与综合机能学实验

第五章 神经系统实验	49	影响	74
实验一 电刺激与骨骼肌收缩活动的关系	49	实验三 实验性心力衰竭与药物治疗	77
实验二 神经干动作电位的引导及其传导速度的测定	50	实验四 家兔动脉血压的调节及传出神经系统药物对血压的影响	80
实验三 新斯的明对琥珀酰胆碱和筒箭毒碱松弛肌肉作用的影响	52	实验五 常见心律失常及抗心律失常药物	83
实验四 常用镇痛模型及药物的镇痛作用	54	实验六 失血性休克与抗休克	89
实验五 吸烟的危害——烟碱的毒性作用	57	实验七 药物对犬血流动力学的影响 (示教)	92
实验六 有机磷酸酯类药物中毒及解救	59	附:部分血流动力学二级参数的推导	94
实验七 氯丙嗪与阿司匹林降温作用的比较	61	附:部分血流动力学指标的意义	94
实验八 常用致惊厥模型及药物的抗惊厥作用	63	实验八 乙酰胆碱对离体大白鼠肠系膜动脉的舒张作用 (示教)	95
实验九 大白鼠海马神经细胞钠通道电流的记录 (示教)	65	第七章 血液系统实验	98
第六章 循环系统实验	70	实验一 红细胞渗透脆性观察及糖皮质激素的作用	98
实验一 蛙心起搏点和期前收缩与代偿间歇的观察	70	实验二 溶血与药物溶血反应	99
实验二 离子及药物对离体灌流蛙心的		实验三 家兔实验性 DIC	100
		附:几种常用实验试液	102
		第八章 泌尿系统实验	103
		实验一 尿生成的影响因素及药物对尿	

生成过程的影响	103	实验三 实验性家犬酸碱平衡紊乱及其 治疗(示教)	121
实验二 腹水的形成与利尿药的治疗 作用	106	第十二章 药物与机体相互作用的定量 研究	123
第九章 呼吸系统实验	109	实验一 乙酰胆碱激动 M 受体亲和力和 内在活性测定	123
实验一 呼吸运动的调节及其影响 因素	109	附:竞争性拮抗药亲和力的计算	127
实验二 呼吸衰竭与急性肺水肿	111	附:非竞争性拮抗药亲和力的 计算	129
第十章 消化系统实验	113	实验二 对乙酰氨基酚片的药动学参数 测定	131
实验一 氨与肝性脑病及其实验治疗 ..	113	附:一室模型静脉给药药动学参数 测定	135
实验二 实验性胃溃疡模型的建立与 防治	115	实验三 药物半数致死量与半数有效量 的测定	136
第十一章 电解质代谢与酸碱平衡	117		
实验一 实验性家兔高钾血症及其 治疗	117		
实验二 实验性家兔酸碱平衡紊乱及其 治疗	118		
第三部分 人体机能检查与检验			
第十三章 常用人体机能检查	143	附:常用的分析方法和主要参数	151
实验一 心音听诊	143	附:健康人安静时 TV 和 LF/HF 正常 值调查结果	152
实验二 动脉血压的测量	145	第十四章 常用临床检验	153
实验三 心电图	146	实验一 血常规检查	153
实验四 运动机能测定	147	实验二 尿常规检查	157
实验五 人体心率变异性 and 压力反射敏感 性分析(示教)	149	实验三 血型鉴定	158
附:R-R 间期(RRI)和动脉收缩压 (SBP)的检测方法	150	实验四 出血时间和凝血时间测定	159
		实验五 尿妊娠试验	160
第四部分 机能学科学研究的基本知识			
第十五章 机能学科研选题	165	第一节 实验准备	175
第一节 科研选题的一般过程	165	第二节 预实验	176
第二节 科研选题的一般要求	167	第三节 正式实验	177
第十六章 机能学研究的实验设计	168	第四节 实验实施中应注意的事项	178
第一节 实验设计的基本原则	168	第十八章 医学实验的统计分析	180
第二节 实验设计的基本内容	169	第一节 统计分析的基本概念	180
第三节 分组对照设计	170	第二节 质反应资料的统计分析	182
第四节 药物剂量和浓度设计	173	第三节 量反应资料的统计分析	185
第十七章 机能学研究的实验实施	175	第四节 剂量依赖关系分析	188

第五节 统计方法小结	188	第一节 医学研究论文的撰写	190
第十九章 医学研究论文与实验报告的 撰写	190	第二节 实验报告的撰写	193
附录	196		
一、常用生理溶液的成分和配制	196		
二、实验动物常用麻醉药物及常规用量	197		
三、常用统计表	197		
参考文献	200		

第一部分 机能实验学的基本知识与技能

虽然生物信息学使得生物学和医学研究逐渐迈入理性和推论研究阶段,但生物学和医学仍然属于实践性科学,其理论和知识主要来自于动物实验和临床观察。机能实验学研究机体与生理、病理与药物等因素的相互作用关系,其研究对象主要是实验动物及其器官、组织,细胞和亚细胞结构,实验动物及其结构可处于正常状态,也可处于病理状态。机能实验学研究的一个重要或困难任务就是制造各种符合临床实际和病理机制的病理模型。机体的功能变化反映在各种生物电、化学、机械等指标的改变,这些变化需要用各种仪器或装置进行诱导、记录和分析。因此,了解动物的种类、品系、特性、性别、年龄和状态,熟悉常见动物实验方法,掌握常用仪器的使用和生物信号的观察、记录和分析方法是机能实验学的基本知识和技能。

第一章 绪 论

人们对机体机能的了解及其对生理、病理和药理调控作用的研究有赖于宏观与微观的观察和检测技术的不断发展,有赖于模拟与数字化测量方法的巨大进步。医学科学的新理论、新概念、新药物以及新技术总是伴随着重大的技术发明和突破而出现。“工欲善其事,必先利其器”。医学创新研究的完成和重大发现更需要把技术方法的建立、改进和跨学科交叉放在首要位置。医学是一门实践性、实用性很强的科学,医学的理论教学与实验教学是医学教育中相辅相成、不可分割的两部分。机能实验学教学是医学教育中的重要环节,直接影响医学人才培养目标的实现,尤其是在科学精神、科学态度、实践能力和创新意识的培养方面具有不可替代的地位。

一、机能实验学的形成和发展

实践出真知。生命科学和医学是一门实验性科学,是随着机能实验学等方法学的不断进步而形成和发展起来的。1628年英国医生 William Harvey 进行了活体动物解剖,发现了血液循环和心脏在循环系统的中心作用。随后,人们逐渐认识到,仅用临床观察和尸体解剖还不能对疾病及其治疗有深刻的认识。法国生理学家 Claude Bernard(1813—1878年)首创了制造疾病动物模型,通过观察实验动物疾病发生和发展过程,研究疾病的发病机制,从而开创了实验病理学研究。德国人 R. Buchheim(1820—1879年)及其学生 O. Schmiedeberg(1838—1921年)建立了第一个药理实验室,开始用动物实验研究药物的作用部位,创建和发展了实验药理学。1847年 C. F. W. Ludwig 发明了记纹鼓,使得在动物实验中对各种机能活动的观察更精确、细致和准确,更易于记录和进行定量分析。阴极射线示波器的发明与应用,推动了20世纪中叶电生理实验的发展。随后,超微测量技术、电子显微镜、组织化学、同位素技术、膜片钳技术、细胞分离和培养技术的发明与应用,使机能研究从整体、器官水平推向细胞水平。分子生物学技术的发展把人们的研究提高到基因与蛋白水平,使人们对机体生命过程、病理过程和药理作用的认识更加深入和接近本质。实验技术与方法学的每次突破都成为生理学、病理生理学和药理学等机能学科快速发展阶段的重要标志。“实践是检验真理的唯一标准”,实验为理论的创立提供了依据,理论又为实验提供了指导。两者相辅相成,相互促进,推动了机能学科的发展。

机体的功能(functions)是由各个系统协调完成的;机体的功能活动通常处于正常状态,有时也会处于病理状态。机体功能在各种刺激因素影响下时刻处于动态变化,这些刺激因素可以是生理因素、病理因素,也可能是外源性化学物质(药物、毒物等)。机体功能的基本变化形式是兴奋和抑制,生理因素、病理因素和化学物质均能引起机体功能的兴奋或抑制。

机能实验学是用实验手段研究机体与刺激和影响因素(生理、病理、药理因素)之间相互作用规律的科学。机能实验学是方法科学,因此机能实验学的教学方式必然是实践性、综合性和实用性的,必须将医学科学实验放在首要位置。

二、机能实验学的性质、内容和任务

机能实验学是在生理学、病理生理学和药理学的理论和技术基础上,构筑的一门研究机体功能表现规律的综合性实验方法科学,其研究内容包括:① 正常机体功能指标的测定和生理、病理因素及药物的影响;② 病理模型的制备和生物、化学和物理因素的影响,病理模型的制备和评价是十分复杂的系统工程,理想的病理模型必须与人类疾病的病因和发病机理相同,能够模拟人类疾病的症状和归转,对药物等治疗措施有相同的反应或治疗学过程;③ 除了单纯技术问题外,机能实验学也论述与实验技术相关的方法学和基本理论;④ 机能实验学经常涉及医学科学研究过程中学科交叉的相关理论和技术;⑤ 机能实验学是现代医学教学改革和教学法研究的前沿阵地,是促进医学教育改革,打破课程界限,实行以问题为中心、以系统为中心、以疾病为中心教学模式的突破口。

机能实验学是一门实践性极强的综合医学学科,机能实验学的研究方向应该与医学科技发展的前沿问题和人类健康所面临的重大或重要问题相联系,也应该与临床和医药科技开发等实际问题相联系。

机能实验学的首要任务是融会贯通生理学、病理生理学和药理学的理论和技术,建立起涵盖三门学科基本理论和技术的方法学,并用以指导科学研究实践,包括信息收集、课题立项、实验设计、技术路线、实验技能和方法、资料收集和整理、数据处理、结果分析和论文写作等科学研究全过程。

机能实验学是一门独立的实验方法学科或课程,是医学专业本科生的必修课程。作为一门实验课程,机能实验学的另一重要任务是用科学研究的实践活动促进机能学的实验教学,指导教师和学生 in 科学研究实践中完成科学研究方法学的学习。机能实验学力求融合生理学、病理生理学和药理学的知识和技能,指导学生进行综合性实验和病案讨论,最后进行专题科研实践。改革后的机能实验学课程更符合科研实际情况和机能学科的规律,使其成为一个系统的、多学科整合的综合性实验课程。

为了弥补医学本科生教学环节中缺乏科研训练和实践的不足,机能实验教学安排教师指导下的学生自主实验设计和科研实践,使学生初步了解科学研究的过程,从而培养学生的独立思考、实践、创新、综合分析和解决实际问题的能力,培养学生的刻苦认真、实事求是和理论联系实际的科学精神,并力求使教学实验具有较高的科学性、实用性和先进性。

三、《机能实验学》的使用特点

1. 《机能实验学》适用对象广泛,主要供已进行机能实验学教学改革的五年制和长学制临床医学、口腔医学、预防医学和护理学专业学生使用,其中五年制和长学制教学的区别在于选择实验的难度和专题实验的周期及要求;也可供普通医学本科生、研究生以及生理学、病理生理学和药理学专业教师参考。

2. 本书总结全国 20 年机能实验学教学改革和实践的成果,吸纳全国多所院校机能实验学的教学经验,特别是综合了生理学、病理生理学、药理学三门学科理论和技术的综合性教学经验。

3. 纳入本书的实验内容具有一定的理论性、实用性和可操作性,并且经过反复教学实践,技术成熟,重复性好。一般在实验课内可以得出阳性结果。但在具体实验时,注意不能强求阳性结

果,实事求是和真实性是第一位的。

4. 本书的重要目的在于引导学生学习和参与科学研究过程,进而培养学生的能力和科学态度。实验教学的内容、形式和过程应与科学研究的实际相联系,在学习过程中,尽量使学生多参与科学研究实践。

5. 本书内容简短精练,实验项目经过精挑细拣,写作条理清晰明白,重在指导学生学习机能实验学基本研究方法和科研基本过程,《机能实验学》不是机能实验方法学,并不要求全面系统、面面俱到。

6. 考虑到同时满足五年制和长学制实验教学的需要,本教材所纳入的教学实验次数比实际课时要多,以便不同院校根据自己的实验条件进行选择,在难度上有所兼顾。

7. 为了扩大学生的知识面,接触当代医学实验科学的前沿技术和实用技术,本教材列举了几个示教实验内容。根据经验,示教内容可与研究生学位课题实验相结合,安排研究生进行实验准备、讲解和示教。示教内容和过程可根据各学校实际情况进行安排。

8. 本书分为四大部分:①机能实验学的基本知识和技能;②基础与综合机能学实验;③常见人体机能检查与检验;④机能学科学研究的基本知识。共41项常用实验项目。

各实验项目以实验指导形式作介绍,主要内容包括:实验目的;实验原理;实验材料;实验方法和步骤;注意事项;讨论与思考。在实验原理中简述了与教学实验相关的理论基础,并进行简短的方法学论述;在讨论与思考中给出与实验相关的思考题供实验课集体讨论或实验报告中论述。

科学研究部分按科研实际情况对学生所获得的实验数据进行收集整理,将实验数据进行分析(质反应或量反应;参数或非参数;配对或非配对;单因素或多因素等),并进行统计学处理,对统计结果进行分析与讨论,结合专业知识得出实验结论。为了便于指导学生进行自主选题、实验设计和专题研究,本书机能学科研的基本知识部分的内容可安排承担科研项目的教授进行专题讲授。

四、机能实验学的教学环节

改革中的机能实验学教学特别强调以“学生为主体,教师为主导”的教学理念,提倡学生在教师的指导下进行基本技能训练和综合技能实验,并进行以自行设计、自主实施为核心的科学研究实验。利用本教材,教学单位可根据各自条件和具体情况选择适合的教学环节。机能实验学的教学环节应包括以下几个方面。

1. 机能实验学的基本技术训练 训练内容包括:①机能学实验室的规章和规范要求教育,机能学实验的基本业务素质和专业道德规范培训;②机能学研究的基本实验技术和技能,特别是整体动物和离体组织的实验技术;③机能实验常用和通用的装置和仪器,使学生学会使用一般生理学仪器和常用生物信号的采集、处理和分析系统。

2. 生理学、病理生理学和药理学基础实验 机能实验学尚保留三门学科部分独具特点的实验技术和内容,例如:生理学的神经、肌肉功能实验;病理生理学的休克与死亡、水电解质与酸碱平衡;药理学的药物-机体相互作用定量研究。

3. 机能综合实验 机能实验学最突出的特点是融合了三门学科的教学内容,对教学资源加以优化配置。一次实验可以综合正常机能指标测定、生理因素的影响、病理模型的制备、药物对

生理指标和病理指标的影响。个别综合实验规模较大,一次实验往往需要6~8个学时,需要教学管理部门在教学安排方面给予配合。

4. 示教、观摩和考察

(1) 示教 对某些需要用贵重仪器的重要实验和过程复杂的操作项目,如血流动力学、血液流变学、普通电生理、膜片钳、激光共聚焦和微血管功能等,学生无法在实验课内自己操作完成,机能实验教学中心应结合多媒体影像教学进行课堂实验示教。

(2) 观摩 随机组织、精心挑选本学校正在进行的科研活动供学生参观。这些活动特别适合研究生的学位课题研究。研究者经过充分准备、现场展示和讲解自己的实验过程,教学效果非常好,深受本科生和研究生的欢迎。

(3) 考察 组织学生参观考察本单位的研究所和医学实验中心,使学生实地接触和了解当前较先进的实验技术和仪器,扩大学生的知识面。

5. 多媒体教学 在有限的教学时间和有限的教学资源下,提供丰富多彩的多媒体资源供学生自由选择是现代化教学的一大特色。应引导学生充分利用多媒体教室、图书馆、课件或光盘、精品课程网页等,加深对机能实验学基本理论和实验技术方面的了解。

如在多媒体教室安排1~2次统计软件实习课和数据处理练习课,使学生熟悉国内外常见的统计软件(SPSS、DAS等)在机能实验数据处理方面的应用,特别是学会以下能力:①分析数据的性质(质反应与量反应,参数与非参数,多因素与单因素等),选择正确的统计方法;②量-效关系与受体动力学的数据处理;③血药浓度-时间关系与药物代谢动力学的数据处理;④学会使用可编程的计算器,并处理实验数据。

6. 自主专题研究 引导学生自由组合,自选导师,成立科研小组。在教师指导下,查阅资料,经过认真讨论进行选题,自行实验设计,写出实验设计和开题报告;通过公开招标,选出中标课题。在一定周期内,学生进行实验准备、实验操作、收集资料和结果分析,最后进行实验结果报告或论文答辩。

机能实验学专题研究的目的主要是过程,而不是结果,因此所选课题一般是:实验内容较少,难度适中,周期较短。自主专题研究可超出机能实验中心范围,在本医学院校范围内,实行导师制,由学生和教师双向选择。由于机能实验学教学处于基础医学教育的最后阶段,学生在自行选题时不应局限于机能实验学范围内,可以在整个基础医学范围内,结合机能、形态、细胞与分子生物学、病原学等学科,进行学科交叉,在全校范围内选择导师。

有些学生的课题研究确实有所发现,值得进一步研究,并激起学生的兴趣,可鼓励学生在课余、周末和假期继续完成课题。

7. 典型病案讨论 结合生理学、病理生理学和药理学的理论知识,精选真实病例,以疾病为中心,进行典型病案讨论。由于病案需要经常更新,本书篇幅有限,病案讨论不赘述。

8. 考试和考查 最后根据学生基本技能训练、综合实验以及探索性实验成绩,综合评定学生本门课程的总成绩。期末考试形式包括笔试和实验操作。

(西安交通大学医学院 袁秉祥 闫剑群)

第二章 实验动物的基本知识

在机能学实验中,根据研究课题来源、性质和观察指标的不同,应首先要考虑选择合适的实验动物,包括动物的种类、品系、特性、性别、年龄和状态,这是决定实验成功与否的关键。

一、实验动物的分类

(一) 按遗传学控制方法分类

1. 近交系 近交系一般称为纯系动物,是采用兄妹交配或亲子交配连续繁衍 20 代以上培育出来的动物。近交系动物的基因高度纯化,其纯育系数(F)值可达 99.8%。近交系动物具有长期遗传的稳定性,个体动物遗传的均质性,以及对实验的敏感性和一致性,因而对药物反应的实验结果比较一致,可以减少重复实验的次数或例数,节省实验时间和动物数。另外,近交系动物的一个最有价值的特点是对培育和保种过程有详细的记录,这些记录对于设计新的实验和解释所得结果提供了有利的依据。目前,国际上已培育的近交系小白鼠达 600 个系,大白鼠达 100 多个系,国外应用近交系动物做实验已很普遍。

2. 突变系 突变系是指保持有特殊突变基因的品系动物。在小白鼠和大白鼠中,通过自然突变和人工定向突变,已培育出很多突变系动物,诸如贫血鼠、肿瘤鼠、白血病鼠、糖尿病鼠、肥胖症鼠、高血压鼠、无胸腺裸体鼠等。突变系动物在生物医学上有特殊的价值,例如无胸腺裸体鼠,由于无胸腺,而不受胸腺系统的排斥干扰,故适用于各种免疫实验。

3. F_1 杂种动物 F_1 杂种动物是指两种纯系动物相互交配而生出的第一代子代动物,也称杂交群或杂交一代动物,简称 F_1 动物。 F_1 杂种动物的特点是遗传素质明确、生命力强、体质健壮,因而常被用于遗传、肿瘤、免疫、放射病等实验研究中。

4. 封闭群动物 封闭群动物是指在一定的实验室饲养条件下,在不引入新的血缘品系的情况下,同一血缘品系群内的动物随意交配繁殖 5 年以上所生产的动物。封闭群动物的主要特点为高产、适应性和抗病力强,因而,可用于多种实验研究。

5. 杂种动物 杂种动物是指无计划随意交配而繁殖的动物,一般动物室供应的动物多为杂种动物。杂种动物具有生命力强、适应力强、繁殖率高、生长快、易于饲养管理的特点,但其缺点是没有固定的遗传学特征,对实验反应不规则、重复性差等。杂种动物一般适用于各种实验的筛选实验。

(二) 按微生物学控制方法分类

1. 无菌动物(GF) 无菌动物是指动物机体内均无任何微生物和寄生虫的动物。无菌动物是在无菌条件下对临产动物实施剖腹,取出胎仔,并在无菌、恒温、恒湿的条件下,用无菌饲料饲养而获得的动物。

2. 悉生动物(GN) 悉生动物也称已知菌动物,是指机体内带有已知微生物的动物。悉生动物是人为地将特定的微生物引入无菌动物体内,使其体内带有已知微生物的动物。此种动物

同无菌动物一样,也饲养在隔离器内。

3. 无特殊病原体动物(SPF) 无特殊病原体动物简称 SPF 动物,此类动物是指未患传染病的无菌动物或悉生动物。无特殊病原体动物一般是先培育出无菌动物或悉生动物,然后再将其转移到特定的净化环境(净化级别 10 000 级)和封闭系统中进行饲养繁殖所获得的动物。

4. 清洁普通动物(CL) 清洁普通动物也称清洁动物或最低限度疾病动物。清洁普通动物是将 SPF 动物饲养在空气经过净化(净化级别 10 000 级),设有两条走廊的、温度湿度恒定的设施中所获得的动物。饲养清洁普通动物所需的垫料、饲料、用具等均应经过高压消毒处理。

5. 普通动物(CV) 普通动物也称常规动物或无疾病动物,是指在普通自然环境中进行饲养繁殖的健康带菌动物。普通动物仅可用于教学实验。

(三) 按我国实际情况分类

1. 一级动物 一级动物即普通动物。
2. 二级动物 二级动物即清洁动物。
3. 三级动物 三级动物即无特殊病原体动物。
4. 四级动物 四级动物即无菌动物和悉生动物。

三级动物和四级动物培育饲养要求较高,价格较为昂贵,因此,三级动物和四级动物只适用于一些具有特殊目的和要求的实验。

二、机能学实验常用实验动物

根据上述选择原则,适合机能学实验教学的常用动物有两类:一是哺乳动物,如犬、猫、家兔、豚鼠、大白鼠和小白鼠等;二是两栖动物,如蟾蜍、青蛙等。

(一) 犬(dog)

犬属哺乳纲、食肉目、犬科、犬属,在医学实验中犬属于中等体型实验动物。其循环系统、泌尿系统、消化系统和神经系统较发达,动静脉血管、输尿管、尿道和消化腺排出管粗大坚韧,便于分离和插管;外周神经干粗壮易辨认,又具有与人基本相似的消化过程。这些解剖生理特点说明,犬适用于循环系统、泌尿系统、消化系统实验以及神经系统的部分实验。犬还能用于复制许多病理模型,如:水肿、炎症、电解质紊乱、酸碱平衡紊乱、缺氧、休克、DIC、心律失常、肺动脉高压、肝淤血、实验性腹水和肾性高血压等。此外,犬易于驯养,经训练后能很好配合,可使犬在清醒状态下进行实验;因而适用于慢性实验,如高血压、放射病和神经官能症等。犬还对手术的耐受性较强,体型大,常用于做许多在其他小的实验动物不适宜做的手术,例如:胃瘘、巴甫洛夫小胃、肠瘘、膀胱瘘、胆囊瘘和颈动脉桥等。待动物从这些手术创伤中恢复,再复制胃炎、肾炎、肠炎、肝炎或高血压等疾病模型,以观察相应器官的机能代谢变化。

(二) 家兔(rabbit)

家兔属哺乳纲、兔形目、兔科动物,在生物医学实验中属小型实验动物,机能实验常用家兔品种有以下三种。① 中国本兔:又称白家兔,毛色多为纯白,红眼睛,是我国长期培育的一种品种,成年兔体重 1.5~3.5 kg。② 青紫蓝兔(山羊青兔或金基拉兔):毛色银灰色,成年兔体重 2.5~3.5 kg。③ 大耳白兔(日本大耳白):毛色纯白,红眼睛,两耳长而大,血管清晰,便于静脉注射和采血,成年兔体重 4~6 kg。此外,我国在 20 世纪 80 年代引入了新西兰纯种白兔(简称新西兰白)用于科学研究实验,其毛色纯白,红眼睛,成年兔体重 2.5~3.5 kg,在饲养过程中,当品系退