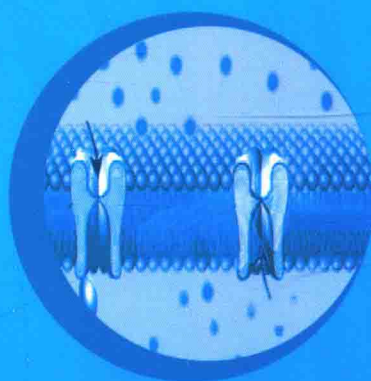
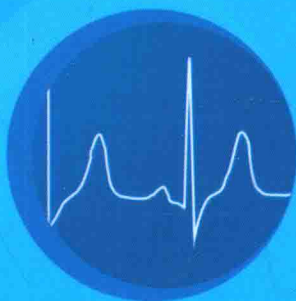


全国高等医药院校实验教材

Textbook of Medical Functional Experiment

医学机能实验学

● 主编 刘永年



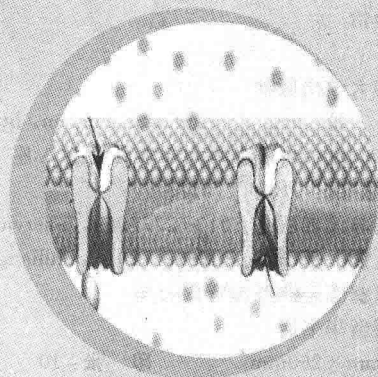
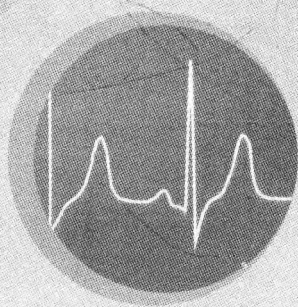
清华大学出版社

全国高等医药院校实验教材

Textbook of Medical Functional Experiment

医学机能实验学

● 主编 刘永年



清华大学出版社
北京

内容简介

医学机能实验学是基础医学实验课教学改革的产物。机能实验学打破了传统医学实验教学的单一模式,对生理学、病理生理学和药理学三个学科的实验内容进行了有机融合,形成了独立开课、单独考核的机能实验学课程体系。机能实验学的建立有利于学科间知识的相互渗透、交叉与整合,有利于培养学生独立思考问题的能力、动手能力、分析和解决问题的能力以及创新能力,尤其对培养综合型医学人才有着十分重要的意义。

本书适合高等医药院校本、专科学生使用。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

医学机能实验学/刘永年主编. -北京:清华大学出版社,2014

全国高等医药院校实验教材

ISBN 978-7-302-36121-3

I. ①医… II. ①刘… III. ①实验医学—医学院校—教材 IV. ①R-33

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第069694号

责任编辑:罗健

封面设计:戴国印

责任校对:刘玉霞

责任印制:王静怡

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦A座 邮 编:100084

社总机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:北京鑫海金澳胶印有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:10 字 数:265千字

版 次:2014年6月第1版 印 次:2014年6月第1次印刷

印 数:1~5000

定 价:20.00元

编者名单

主 编 刘永年

副主编 王建新 王利彦 吴穹 王生兰 马祁生

编 者 (以姓氏拼音为序)

曹成珠	曹学锋	范雪汝	寇毅英	李瑞莲
李生花	李永芳	刘辉琦	刘 杰	刘永年
吕慧玲	马祁生	马玉青	汪晓筠	王建新
王利彦	王生兰	吴 穹	严云飞	杨 梅
杨春燕	俞科贤	张 伟	朱艳媚	

在当今高速发展的信息时代，高等教育改革不断深入，高等医学教育也发生着日新月异的变化，但不论其如何变化，其基本职能都是为社会培养医学人才。医学乃“仁人之术”，这无形中对医学教育践行者的技能和自身综合素质提出了更高的要求，也对医学生应具备的综合能力提出了更高的要求。

在查阅大量相关文献资料的基础上，结合医学机能实验教学实践的实际，主编组织专业教师编撰了这本集生理学、病理生理学和药理学等学科实验教学于一体的医学机能实验学教材，力求做到：①及早培养医学生的实践动手能力，理论联系实际，及时巩固医学生学过的相关理论知识；②有效开拓医学生的实验（实践）思维能力，为今后的科学研究奠定专业基础；③切实提高医学生解决医学实际问题的能力，为其临床工作做好铺垫。

本教材包含以下内容：①依据各科教学大纲基本要求而设计的常规基础性实验；②为开拓学生专业综合思维而开设的综合性实验；③为培养学生初步的科研能力、创新精神而开设的设计性实验；④新编入的“VBL-100 虚拟实验室系统”相关内容，可谓是本教材的一大亮点，它充分应用计算机虚拟仿真与网络技术，集动物简介、基础知识、实验录像、模拟实验、实验考核等内容于一体，模拟仿真实验，无须任何实验准备，可形象、直观地帮助学生理解实验的操作步骤和查看实验效果，是提高医学机能实验教学效果的一个有益补充。

本教材拟通过指导学生科学设计实验，掌握基本原理，发现存在的问题，找出问题的症结，从而激发学生的学习兴趣，使学生熟悉实践操作，达到开拓专业思维能力、提高学生分析和解决实际问题的能力的目的，使之真正成为思维能力强、动手能力强和专业综合素质高的医学生。

本书在编写的过程中难免出现纰漏，恭请专业同仁、学生在使用过程中提出宝贵的意见和建议，使之臻于完善，更好地为医学实验教学服务。

编者

2014年3月

第1章 绪 论	1	实验2 刺激频率与反应的 关系	62
一、医学机能实验学概述	1	实验3 神经兴奋性不应期的 测定	62
二、学习医学机能实验学的目的和要求	2	实验4 神经干动作电位	64
三、实验报告的书写	2	实验5 神经干兴奋传导速度的 测定	65
四、医学机能实验学考核办法	4	实验6 神经干、肌膜动作电位和 骨骼肌收缩同步观察	66
第2章 医学机能实验学的基本知识	5	实验7 红细胞渗透脆性的 测定	67
一、常用实验动物的基本知识	5	实验8 血液凝固及其影响因素	68
二、实验动物的基本操作技术	8	实验9 蛙心起搏点	69
三、实验动物常用手术方法	14	实验10 期前收缩与代偿间歇	70
四、常用溶液的配制	18	实验11 人体心电图的描记	71
第3章 医学机能实验常用仪器	26	实验12 人体心音的听诊	73
一、BL-420 生物机能实验系统	26	实验13 人体动脉血压的测定	74
二、PowerLab 记录分析系统	30	实验14 人体运动试验	75
三、换能器的原理与使用方法	32	实验15 家兔动脉血压的 神经体液调节	75
四、分光光度计的使用	33	实验16 减压神经放电	77
五、血气分析仪	36	实验17 家兔呼吸运动的调节	79
六、心电图机的使用	37	实验18 膈神经放电	80
七、GL-2 离体心脏灌流系统	39	实验19 膈肌放电	81
八、HV-4 离体组织器官恒温灌流系统	43	实验20 消化道平滑肌的 生理特性	82
九、FT-200 动物跑步机	46	实验21 反射弧分析	83
十、ZB-200 小鼠转棒仪	47	实验22 去大脑僵直	84
十一、BA-200 避暗仪	47	实验23 大脑皮层诱发电位	86
十二、DT-200 小鼠跳台仪	48	实验24 视野测定	87
十三、MT-200 水迷宫	49		
第4章 VBL-100 虚拟实验室系统	52		
一、VBL-100 的系统结构	52		
二、VBL-100 的使用	53		
第5章 医学机能基础实验项目	60		
实验1 蟾蜍坐骨神经-腓肠肌 标本制备	60		

实验 25	盲点测定	88	实验 42	传出神经系统药物对血压和血流动力学的影响	102
实验 26	人体听力检查和声音的传导途径	89	实验 43	生理和药理因素对呼吸运动的影响	104
实验 27	不同给药途径对药物作用的影响	90	实验 44	传出神经药物对离体兔肠的作用	105
实验 28	药物剂量和效应的关系——离体豚鼠回肠法	90	实验 45	影响尿生成的因素	106
实验 29	药物血浆半衰期 ($T_{1/2}$) 的测定	91	实验 46	肝脏功能对药物作用的影响	107
实验 30	肾上腺素受体激动药与肾上腺素受体拮抗药对家兔血压的影响	92	实验 47	肾脏功能对药物作用的影响	108
实验 31	胆碱受体激动药和胆碱受体阻断药对豚鼠离体肠管的作用	93	实验 48	小鼠糖尿病模型的建立	108
实验 32	有机磷酸酯类中毒及解救	94	实验 49	强心苷对在体衰竭兔心的影响	109
实验 33	烟碱的毒性实验	95	实验 50	抗心律失常药对氯化钡引起心律失常的预防作用	110
实验 34	普鲁卡因与丁卡因表面麻醉作用的比较	95	实验 51	镇咳药实验	111
实验 35	普鲁卡因的脊髓麻醉作用	96	实验 52	糖皮质激素的抗炎渗出作用	111
实验 36	局部麻醉药对神经丛的作用	97	实验 53	中枢未知药对呼吸、心血管系统的影响	112
实验 37	毒毛花苷 K 对家兔心电图的影响	97	实验 54	药物的镇痛作用	113
实验 38	硫酸链霉素的毒性反应及氯化钙的对抗作用	98	实验 55	巴比妥类药物对药物惊厥的影响	114
实验 39	利尿药、脱水药对家兔的利尿作用及对尿电解质的影响	98	实验 56	氯丙嗪对电刺激小鼠激怒反应的影响	114
第 6 章 机能综合实验项目		100	实验 57	家兔实验性肺水肿	115
实验 40	局部麻醉药对生物电活动的影响	100	实验 58	缺氧	116
实验 41	阳离子和递质对离体蟾蜍心脏的影响	100	实验 59	家兔失血性休克	118
			实验 60	家兔急性肾衰竭	119
			实验 61	高钾血症	121
			实验 62	大鼠心脏缺血-再灌注损伤	122
			实验 63	急性右心衰竭	123

第7章 医学机能设计性实验	125	实验 69 乙酰胆碱对大鼠胃酸	
第1节 设计性实验的原则	125	分泌的影响	133
第2节 设计性实验的基本内容	126	实验 70 中枢神经药物实验设计 ..	134
第3节 设计性实验举例	129	实验 71 肝性脑病	135
实验 64 钙离子在骨骼肌活动		实验 72 肾性高血压动物模型	
中的作用	129	复制与解救探索	136
实验 65 血液总量的测定	130	实验 73 家兔汞中毒及解救 ..	137
实验 66 红细胞的生成调节 ..	131	实验 74 急性左心衰竭的复制与	
实验 67 期前收缩和代偿间歇对		抢救	138
动脉血压的影响	132	第8章 病案讨论	140
实验 68 离子作用于颈动脉体化学		参考文献	149
感受器对血压的影响 ..	132		

第 1 章 绪 论

一、医学机能实验学概述

医学机能实验学是将生理学、药理学和病理生理学 3 门学科的实验有机融合而成的新课程。其中,生理学研究正常人体功能的活动规律,病理生理学研究疾病状况下机体功能的活动规律,药理学研究机体与药物相互作用的规律。这 3 门学科不仅在理论上相互贯通、相互联系,在实验方法和手段上也是高度相似的,它们的各种理论和学说都来自于科学实验。在实践教学中,医学机能实验学并不是这 3 门学科实验的简单叠加,而是要根据它们在学科属性上的相通性将其有机地整合,这样不仅可以提高仪器设备的使用效率,减少实验教学中的重复建设,而且可以打破传统的各学科独立的课程体系,使学科相互交叉、渗透,这有利于培养学生的实验技能和分析问题、解决问题的能力。

人们对疾病的认识首先应从正常的生理功能开始,然后了解疾病的病理生理,继之研究药物的作用及其作用机制。医学机能实验学力图通过对生理现象的观察、病理动物模型的制备和药物防治,以及实验过程中各种生理、病理现象的观察与处理,以训练和提高广大医学生独立思考、细致观察、综合分析等实际工作能力。

医学机能实验学主要内容包括:机能学科实验常用仪器的基本原理及使用方法;实验动物的选择及局部手术;实验基本操作技术;实验常用溶液的配制;实验设计、数据处理及实验报告的书写。

医学机能实验学常以动物为实验对象,实验方法包括离体组织、器官实验和在体组织、器官实验,或急性实验和慢性实验等。离体组织、器官实验是从活着的或刚处死的动物身上取出拟观察的组织或器官,将其置于人工环境中,尽可能维持其生存并使其在一定时间内保持生理功能,而后进行实验研究。譬如,为观察心脏的生理特性和药物对其影响,可取动物的离体心脏或部分心肌为材料;当观察神经本身的生物电活动时,可取动物离体神经,放在适当的环境下,记录其生物电现象;还可用细胞分离和培养技术进一步观察细胞各种细微结构的功能和细胞内物质分子的各种物理、化学变化,以阐明生命活动的基本规律及疾病和药物对生命活动的影响。

在体组织、器官实验是在麻醉或毁损动物脑组织使其失去知觉的情况下,进行在体解剖暴露的组织器官实验。譬如,观察迷走神经对心脏活动的作用时,可解剖暴露动物颈部迷走神经并开胸暴露心脏,用电刺激迷走神经,观察、记录心脏的活动,或观察药物对迷走神经及心脏的作用。同样,观察某些药物对血流动力学的影响时,可直接将导管插入心脏或血管记录其变化等。在体实验不同于离体实验,在整体情况下所观察到的器官活动受多种因素的影响,所观察到的作用不一定是药物直接作用于该组织器官的结果。离体与在体组织、器官实验结果往往是互补的,有利于进一步分析生理因素的相互作用。

急性实验和慢性实验是按实验时间长短来区分的,急性实验一般只观察几个小时,最多一两天,而慢性实验则长达几个星期、几个月甚至更长。

实验研究的步骤大体可分为 3 个阶段,即确立命题并提出工作假说,制定研究方案并开展研究,分析实验结果和从中得出结论。确立命题就是提出所要研究的问题、要解决的疑难问题。工

作假说是假设的答案,有了假说才能着手研究。工作假说是研究者知识和智慧的体现,要进行卓有成效的研究,必须扩大知识面,提高智慧。确立命题并提出工作假说后就要制定实验方案和实施具体的实验研究,所制定的方案应尽量周密、可靠,这样得出的结果才具有客观性。结论是实验结果的逻辑延伸,是对实验结果的理论认识,是通过对结果的分析、综合、归纳、演绎等逻辑推理总结出来的规律。

二、学习医学机能实验学的目的和要求

(一) 目的

开设医学机能实验学,主要通过专门实验课程的学习和训练,让学生掌握有关的基本知识、基本技能和基本方法,了解实验科学知识的来源和研究的具体过程,为今后从事实际工作和科学研究奠定基础。通过该课程的学习应掌握常用实验仪器的原理及使用方法;掌握常用实验动物的选择和局部手术操作方法;掌握常用实验溶液的配制方法;熟悉实验资料的收集、整理和数据处理;熟悉实验结果的分析、整理和实验报告的正确书写方法,深入理解机能学科知识,提高解决实际问题的能力,提高科学思维的能力,培养严谨求实的科学工作作风。

(二) 要求

1. 实验前

- (1) 仔细阅读实验教材,复习相关学科的理论知识,了解实验目的、原理;
- (2) 充分理解实验方法和操作步骤;
- (3) 预测实验结果和实验中可能出现的问题;
- (4) 设计并确定实验结果记录的方式。

2. 实验时

- (1) 按照实验步骤认真操作,正确捉拿实验动物和使用仪器,准确计算所用药量;
- (2) 正确安装连接实验设备,妥善摆放实验器材,有条不紊地进行各项操作;
- (3) 认真、仔细地观察实验过程中所出现的各类现象,准确、及时、客观地记录实验结果,不允许实验后凭记忆补记实验结果;
- (4) 根据所学学科内容,分析实验结果及其蕴含意义,尽量找出出现非预期结果的原因;
- (5) 注意爱护公共财物,节约实验材料。

3. 实验后

- (1) 整理实验结果,认真填写实验报告,分析实验成功与失败的原因;
- (2) 整理实验器材,将所需清洁的器械冲洗干净,按规定妥善安放;
- (3) 按正确的方法处死动物,将动物尸体及其他废物放到指定地点,做好实验室卫生,注意门、窗、水、电安全。

三、实验报告的书写

(一) 实验报告的含义及其重要性

实验报告指把某项实验的目的、方法、结果等内容如实地记录下来,再经过整理而写出的书面报告,是完成一项实验后的全面总结,它可使同学们对实验过程中获得的理论知识和操作技能进行全面的总结,将感性认识提高到理性认识。一份高质量的实验报告应记述明确的实验目的、可靠的实验方法、获得的结果和对实验结果进行综合分析后得出的正确结论,同时还应指出尚未解决的问题和实验中还需注意的事项。

书写实验报告的过程是用所学基础医学的基本理论对实验结果进行分析综合,将逻辑思维上升为理论的过程,也是锻炼学生独立分析和解决问题、准确地进行科学表述的过程。因此,书写实验报告能使学生在专业知识、自学能力、思维能力、研究能力、表达能力和科学态度等方面都得到培养、训练和提高。

(二) 实验报告的书写格式

实验报告要求结构完整、文字简练、条理清楚,并注意科学性和逻辑性,有固定的格式。其格式如下:

姓名: 班级: 组别: 日期:
在本次实验中负责的工作:
实验名称:
实验目的:
实验对象(种类、体重):
实验方法:
结果:
分析及讨论:
结论:

(三) 怎样写好实验报告

1. 实验名称 即实验报告的题目。

2. 实验目的、原理 实验目的主要是说明通过实验验证有关学科的理论或某些结论及所希望达到的预期结果;实验原理指所设计的实验方案具可行性的理论依据;目的和原理应用简短的文字描述,写明观察什么、探讨什么问题。

3. 实验方法及操作步骤 指实验所用的材料、方法和实验操作程序等。主要包括以下两方面内容:

(1) 实验材料和药品: 实验中所用生物标本的来源、制作和预处理;各种仪器设备名称、规格型号;药品或试剂的名称、生产厂家;动物名称、种系、品系、选择标准与动物特征(如性别、年龄、身长、体重、健康状况等)、数量等。均需逐项说明,交代清楚。

(2) 实验方法、步骤: 包括观察指标、手术、标本的制作过程;记录的手段和方法;实验所用的装置、实验条件等。要按实验时实际操作程序和具体情况详实地记录,以反映实验进行的实际过程,使他人能清楚了解实验过程。其表达形式可采用文字按序号列点描述,也可列表或绘出操作流程、流程图来表述。

4. 结果 实验结果指实验材料经实验过程加工处理后得到的结果,是实验结论的依据,是实验报告的核心。其内容包括:

(1) 实验过程中所观察到的各种现象,包括看到的定性、定量结果,动态变化过程及最终结果。

(2) 实验所测得的全部原始数据、图像,包括实验数据的计算过程、公式和单位,需要用统计学方法处理时,也应说明其处理过程和结果。

实验结果的表达方式,可按不同类型的实验结果选用不同的表达方法。如计算要写出计算公式、计算过程、计算结果,并标出计算单位,数据要有一定的精确度;数据结果可用图表来表示。结果以照片表示时,要求主题明确,背景简洁,重点突出,层次分明。对定性实验结果,可用“—”、“+”、“++”、“+++”等表示。

只有认真观察、准确记录、严格按照操作步骤认真操作,才能得出可信的实验结果。实验课不是对前人的实验进行简单的重复,切忌用理论推导结果代替实验结果,特别是实验结果与前人不一致时,更要仔细观察、认真分析、寻找原因,绝不可伪造或与别人对数据后更改实验数据。为了避免发生错误和遗漏,必须根据实验观察的记录加以整理,随后写出实验结果。

5. 分析及讨论 讨论就是针对实验所观察到的现象与结果,联系理论知识,对实验结果进行分析和解释。主要包括:用实验结果说明有关的理论和概念;指出实验结果或结论的意义;分析个人在本次实验中的失误、误差或总结个人本次实验成功的经验和体会;指出需要进一步探讨的问题、对实验的改进意见或建议等。

6. 结论 结论是本实验所发现或证明的问题,要简单明了,证据要充分。

总之,一篇好的实验报告应该写成一篇科学论文,文字简明,记录准确,方法、结果可靠,分析符合逻辑,结论可信。实验结论和讨论的书写虽然是富有创造性的工作,但应严肃认真,不能满足或拘泥于书本的解释,不应盲目抄袭书本或别人的观点或作品。

四、医学机能实验学考核办法

医学机能实验学根据出勤、预习、实验操作、提问和实验报告情况进行考核,最后取各次实验成绩的平均分为实验总成绩。

(一) 预习

1. 复习与实验相关的理论内容;
2. 熟悉有关手术器械和仪器的使用方法;
3. 查阅实验中所用药品、试剂的作用、剂量及毒副作用;
4. 列举本次实验的操作要点、预期结果和注意事项。

(二) 操作

1. 正确制作实验标本或进行手术操作(包括麻醉、固定、手术及连接各种引导与换能装置);
2. 正确连接各种观察记录仪器,要求学会调试,使之在所要求的状态下工作;
3. 正确使用各种药物或试剂;
4. 正确观察、记录各种生物信号,正确测定体液或排泄物中的某种成分,准确读取数据;
5. 及时分析实验中出现的问題,并提出解决方案。

(三) 实验报告

1. 根据实验项目要求整理实验数据,绘制图表与曲线;
2. 客观分析实验结果,总结实验的收获与体会;
3. 规范书写实验报告,格式正确,文字通顺,字迹端正;
4. 正确回答实验指导中提出的问題。

第2章 医学机能实验学的基本知识

一、常用实验动物的基本知识

(一) 常用的实验动物

1. 小鼠 (mouse) 小鼠属哺乳纲,啮齿目,鼠科。小鼠性情温顺,胆小怕惊,喜群居在较暗的安静环境,体小娇弱,不耐冷热,不耐饥饿,对环境的适应性差,对外来刺激极为敏感,对多种毒素、病原体和致癌物质具易感性。

小鼠体型小,易于饲养管理。6~7周龄时性成熟,性周期4~5天,妊娠期19~21天,每胎产仔8~15个,每年产6~10胎,属于全年多发情性动物,生育期1年,寿命2~3年。

由于小鼠繁殖周期短、产仔多、生长快、饲料消耗少、价格低廉、温顺易捉、操作方便,在医学实验中被广泛使用。特别适于需要大量动物的实验,如药物筛选、半数致死量和药物的效价比较等,还可用于制作各种实验性疾病的病理模型。另外,在各种药物和疫苗等生物鉴定工作中也很常用。

目前我国医学研究常用的小鼠为昆明种。

2. 大鼠 (rat) 大鼠属哺乳纲,啮齿目,鼠科。大鼠性情较凶猛,易激怒,抓捕时易咬手。大鼠抗病力较强,但对营养物质如维生素、氨基酸的缺乏敏感,可以发生典型症状。大鼠不能呕吐,无胆囊,无汗腺,尾巴为散热器官。

大鼠繁殖力强,2月龄时性成熟,性周期4天左右,妊娠期20天,一胎产仔8只左右,为全年多发情性动物,寿命3~4年。

大鼠较小鼠体大,又具有小鼠的其他优点,所以对需要较大体型动物的实验,用大鼠比较合适,如离体心脏灌流、直接记录心室内压等。另外,大鼠对许多药物的反应常与人类一致,尤其是对人类致病的病毒、细菌等非常敏感,因此,大鼠广泛用于高级神经活动、心血管、内分泌、实验性肿瘤及营养等方面的研究。由于大鼠价格较便宜,所以某些实验(如缺氧、失血性休克等)可以用大鼠代替家兔而不影响实验结果,但实验技术的操作难度较家兔略大。

目前常用的大鼠品种为Wister大鼠和Sprague-Dawley大鼠。

3. 家兔 (rabbit) 家兔属哺乳纲,啮齿目,兔科,为草食性哺乳动物。家兔胆小怕惊,喜安静、清洁、干燥的环境。家兔胸部的纵隔将胸腔一分为二,心包膜将心脏单独隔出,因此做心脏手术时如不破坏纵隔,它可以正常呼吸而不必人工辅助呼吸;颈部有单独的降压神经分支;耳朵大,血管清晰可见,便于注射、取血;抗空气感染力强,术后不易感染。但家兔系草食性动物,在消化系统方面与人相差很远,此外家兔缺乏咳嗽和呕吐反射,所以不适于这些问题的研究。

家兔为刺激性排卵,雌兔每半个月发情排卵一次,每胎产仔7~10只,寿命8年。家兔是机能学实验常用的大动物,多用于急性实验,也用于慢性实验,能复制多种病理过程和疾病,如水肿、发热、炎症、电解质紊乱、失血性休克和动脉粥样硬化等。目前常用的品种有大耳白兔、青紫蓝兔和新西兰白兔。

4. 蟾蜍 (toad) 和青蛙 (frog) 两者均属两栖纲,无尾目,蟾蜍属蟾蜍科,青蛙属蛙科。它们的幼体形似小鱼,用鳃呼吸,成体尾巴消失,在陆地上生活,用肺呼吸;雄蛙头部两侧各

有一个鸣囊（蟾蜍无鸣囊）；蟾蜍背部皮肤上有许多疣状突起的毒腺，可分泌蟾蜍毒液，尤以眼后的椭圆形耳腺分泌的毒液最多。蟾蜍比青蛙在捕捉和饲养等方面更为简便，故在实验中用途较广。蟾蜍发情时间为4日至4周，每年2月下旬至3月下旬发情一次，产仔1000~4000个，寿命10年。

蟾蜍和青蛙是教学实验中常用的小动物，其心脏在离体情况下仍能较长时间有节律地搏动，常用于心功能不全、致病因素对心脏的直接作用等模型；蛙舌和肠系膜是观察炎症和微循环变化的良好标本。另外，蛙类也可用于水肿和肾功能不全的实验。

小鼠、大鼠和兔的常用生理、生物化学指标的正常值见表2-1。

表2-1 小鼠、大鼠和兔的正常生理、生物化学值

项目	小鼠	大鼠	兔
心率(平均,次/分)	600	328	205
收缩压(清醒,kPa)	12.7~14	11~16	12.7~17.3
呼吸频率(平均,次/分)	163	86	51
通气量(ml/min)	24	73	1070
血红蛋白(g/L)	100~190	120~175	80~150
红细胞($\times 10^{12}$ /L)	7.7~12.5	7.2~9.6	4.5~7.0
白细胞($\times 10^9$ /L)	4.0~12.0	5.0~25.0	6.0~13.0
血小板($\times 10^9$ /L)	15.7~26.0	10~30	26~30
总血量(占体重的百分比)	8.3%	7.4%	8.7%
血清K ⁺ (mmol/L)	—	3.8~5.4	2.7~5.1
血清Na ⁺ (mmol/L)	—	126~155	155~165
血清Cl ⁻ (mmol/L)	—	94~110	92~112

(二) 实验动物的选择

选用何种动物是机能学实验研究必须认真考虑的问题，要用最少的动物做实验获得最大的准确度、最好的稳定性和可重复性，因此要根据实验的目的、内容和特点选用符合要求的动物。实验动物的选择一般应遵循以下几个原则：

- (1) 选用与人的机能、代谢、结构及疾病特点相似的实验动物；
- (2) 选用对实验敏感或患有人类疾病的动物；
- (3) 选用解剖、生理特点符合实验要求的动物；
- (4) 选用与实验设计、技术条件、实验方法相适应的动物；
- (5) 选用有利于实验结果解释的动物；
- (6) 选择符合《实验动物管理条例》的合适动物。

实验动物的选择条件：

动物对外界刺激的反应存在个体差异，为了减少实验误差，在选择实验动物时应考虑动物的年龄、体重、性别、生理状态、健康状况以及动物的等级等。

1. 年龄、体重 实验动物的寿命各不相同，所以在选择动物年龄时，应注意各种实验动物之间、实验动物与人之间的年龄对应，以便进行分析和比较。实验动物的年龄与体重一般呈正比关系，所以可以根据体重估算年龄（表2-2~表2-4）。急性实验宜选用成年动物，慢性实验可选择年幼动物。减少同一批实验动物的年龄和体重差异，能增加实验结果的可比性。

表 2-2 大耳白兔年龄与体重的关系

年龄 (d)	雄性体重 (g)	雌性体重 (g)	年龄 (d)	雄性体重 (g)	雌性体重 (g)
20	510	530	210	3200	3510
60	1180	1170	240	3400	3990
90	1710	1990	270	3500	4240
120	2380	2370	300	3630	4380
150	2650	2880	330	3660	4460
180	2890	3150	360	3720	4550

表 2-3 大白鼠年龄与体重的关系

年龄 (d)	体重 (g)	年龄 (d)	体重 (g)
20	18	140	216
40	40	160	228
60	80	180	240
80	130	200	250
100	165	320	280
120	196		

表 2-4 小白鼠年龄与体重的关系

年龄 (d)	体重 (g)	年龄 (d)	体重 (g)
10	4	70	25
20	8	80	27
30	14	90	28
40	18	100	30
50	22	120	32
60	24		

2. 性别 实验表明,不同性别的动物对同一致病刺激的反应或对药物的敏感性不同。在缺血-再灌注损伤实验中,给予大鼠麻醉剂(戊巴比妥钠)时,雌性动物的敏感性为雄性动物的2.5~3.8倍;而在心脏缺血-再灌注损伤实验中,用雄性大白鼠比雌性大白鼠更容易成功。因此,如实验对动物性别无特殊要求,宜选用雌雄各半,若已证明有性别影响时,最好选用同一性别动物。通常可根据征象进行动物的性别判定。

(1) 哺乳类动物的性别辨认方法(表 2-5)

表 2-5 哺乳类动物性别判定的征象

	雄性	雌性
体型	体大,躯干前部较发达	体小,躯干后部较发达
性征	生殖孔有性器官突起,有明显阴囊	无性器官突起,乳头较明显
其他	肛门和外生殖器距离较远,小鼠的肛门与生殖器之间长毛	肛门和外生殖器距离较近,小鼠的肛门与生殖器之间有一无毛小沟

(2) 蛙类的性别辨别:雄性蛙类前趾蹼上有棕黑色的小突起,雌性没有;提起动物时,前肢作环抱状则为雄性,前肢呈伸直状则为雌性;用右手拇指及示指夹皮肤提起时,雄性青蛙通常会

发出叫声，而雌性青蛙不发声。

3. 健康状况 动物的健康状况对实验结果正确与否有直接影响。动物处于衰弱、饥饿、疾病或气候寒冷、炎热等情况下时，实验结果很不稳定。健康状况不好的动物，不能用于实验。

哺乳类动物健康的一般判定方法如下所述：

- (1) 一般状态：发育良好，眼睛明亮有神，喜活动，反应灵敏，食欲良好；
- (2) 毛发：被毛浓密有光泽且紧贴身体，无脱毛、蓬乱现象；
- (3) 皮肤：无创伤、脓疡、疥癣、湿疹；
- (4) 头部：姿势端正，眼结膜无充血，眼、鼻、耳无分泌物流出，不打喷嚏；
- (5) 腹部：不膨大，肛门区清洁，无稀便或分泌物；
- (6) 爪趾：无溃疡、无结痂。

4. 生理状态 动物的生理状态如怀孕、哺乳等对实验结果影响很大，所以实验不宜采用处于特殊生理状态的动物。

5. 等级 目前我国将医学实验动物分为普通动物、清洁动物、无特殊病原菌动物（SPF 动物）和无菌动物 4 级。各级动物具有不同特点，分别适用于不同的研究目的。实验中最常用的动物为无菌动物、SPF 动物和普通动物，表 2-6 列举了这 3 种实验动物的特点。

表 2-6 不同级别实验动物的特点比较

实验项目	无菌动物	SPF 动物	普通动物
传染病或寄生虫	无	无	有或可能有
实验结果	明确	明确	有疑问
应用动物数	少	少	多
统计价值	高	较高	一般
自然死亡率	很低	低	高
长期实验存活率	约 100%	约 90%	约 40%
实验的准确设计	可能	可能	不可能
实验结果的讨论价值	很高	高	低

二、实验动物的基本操作技术

（一）实验动物的捉拿和固定

动物的捉拿和固定是动物实验的基本操作，实验者应当熟练掌握。应根据动物习性的不同，用相应的方法迅速将其固定在便于实验操作和观察记录的体位，要求整个过程要大胆、心细，不可粗暴。下面介绍几种常用实验动物捉拿和固定的方法。

1. 家兔的捉拿 家兔习性温顺，除脚爪锐利应避免被其抓伤外，较易捕捉。兔自笼内取出时，应用拇指与其他 4 指抓住其项背部皮肤，轻轻提离笼底，再以另一手托住其臀部，将其重心承托在掌上。切忌以手抓提兔耳、拖拉四肢或提拿腰背部，强行从笼中拖出（图 2-1）。

图 2-1 中（1）、（2）、（3）均为不正确的抓取方法，（1）可损伤两肾，（2）可造成皮下出血，（3）可损伤两耳，（4）、（5）为正确的抓取方法（颈后部的皮厚可以抓，并用手托住兔体）。

2. 家兔的固定 依不同的实验需要，可选用兔盒固定或兔台固定。

（1）兔盒固定：若仅作兔头部操作，如耳缘静脉注射、取血或观察耳部血管的变化等，可将兔放入木制或铁制的兔盒内，使头部伸出兔盒前壁凹形口，关上兔盒顶盖即可。

（2）兔台固定：常用背位交叉固定法，可用于急性实验，如颈、胸、腹部、腹股沟部手术以

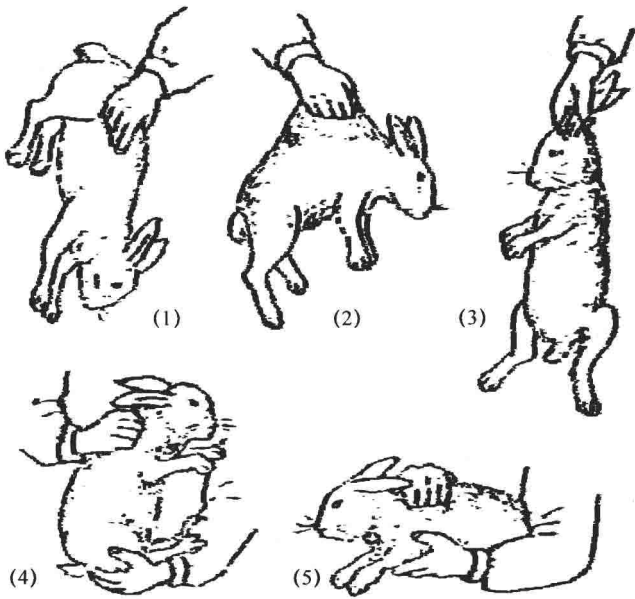


图 2-1 家兔的抓取方法

及观察、描记血压、呼吸等。方法：先把固定带（绳）做成活圈套，分别套住家兔的四肢（前肢固定于腕关节以上，后肢固定于踝关节以上），抽紧布带（绳）的长头，然后将兔仰卧位放在兔台上。首先将兔两腿分开，在兔台底端的金属框上将其后肢绑紧，然后将两前肢的固定带在背部交叉后分别压住对侧前肢的前臂，接着在兔台两侧的金属框上将固定带绑紧，最后将头部用兔头固定器固定，适当调整兔头固定器的高度，使兔的颈部平直。要做到固定牢、体位正。

3. 大白鼠的捉拿和固定 大白鼠被激怒后易咬人，所以在实验前应尽量避免刺激它，应戴帆布手套捉拿，而不能用品止血钳夹其皮肤。方法：先捉住大鼠的尾巴，将其从鼠笼提出，置于实验台上。左手将大鼠压住，示指放在左前肢前，中指放在左前肢后，将头部和前肢固定在手中，再用手掌和其余手指的力量将鼠身握住，用右手拉住其尾部，将尾巴拉紧，另一人即可协助进行腹腔注射等操作；也可以用一手抓其颈部皮肤，另一手拉紧其尾部将其短时固定；若要做手术，则需在大白鼠全身麻醉后用橡皮筋将其固定在大鼠板上。

4. 小白鼠的捉拿和固定 小白鼠较小白鼠温和，一般不需戴手套捕捉，但也要提防被它咬伤。方法：用右手抓住鼠尾将其从笼中提出并置于鼠笼上，在其向前爬行时，将鼠尾略向后拉，然后以左手拇指与示指夹住颈后部皮肤，使鼠离开鼠笼，用左手环指和小指压住鼠尾及后肢，小鼠即被固定（图 2-2），此时可用右手进行技术操作，如腹腔注射等。如固定时间较长，可用棉线将小鼠固定于小鼠板上。

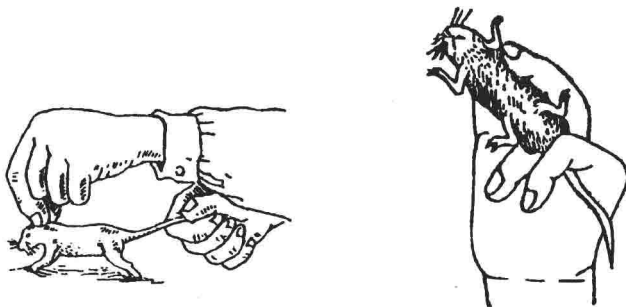


图 2-2 小白鼠捉拿法