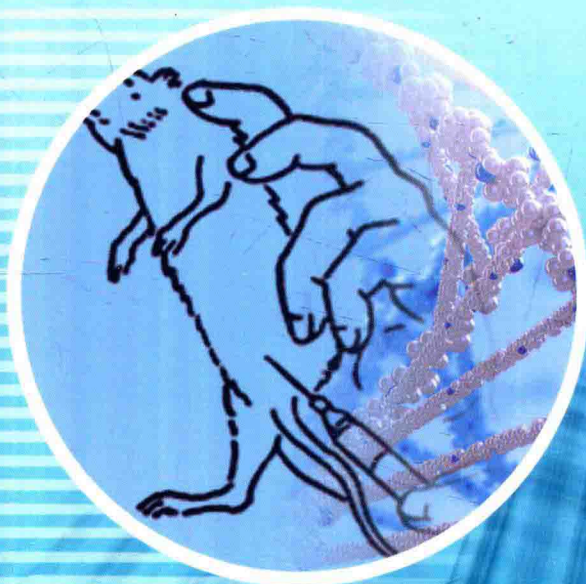


全国高等医药院校规划教材

机能实验学

◎ 主编 赵红 李亘松



科学出版社

全国高等医药院校规划教材

机能实验学

主 编 赵 红 李 亘 松

副主编 曹 宇 吴力钊 魏敏杰

张倩茹 聂志伟

编 委 (按姓氏汉语拼音排序)

曹 宇 陈 航 李 凡 李 亘 松

廖英俊 聂志伟 宋 阳 孙伟楠

王振华 魏敏杰 吴力钊 于艳秋

张倩茹 赵成海 赵 红 赵 祯

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书是一本实用的实验教学用书,与《生理学》《药理学》《病理生理学》教材一同使用,目的在于支持和强化上述三种医学基本理论课程。为突出机能学的特色教学,提高教学层次,本书加强了各学科间的联系,增加了整合课程实验内容,突出各学科间知识体系的相互联系,这些内容扩展了学生对理论知识的理解,使其在实验中完善了自己的知识体系。

本书适合基础、临床、预防、口腔等医学类专业使用。

图书在版编目(CIP)数据

机能实验学 / 赵红, 李亘松主编. —北京: 科学出版社, 2017.6

全国高等医药院校规划教材

ISBN 978-7-03-053496-5

I. ①机… II. ①赵… ②李… 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(2017)第132476号

责任编辑: 王 颖 / 责任校对: 赵桂芬

责任印制: 赵 博 / 封面设计: 陈 敬

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

北京市密东印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2017年6月第一版 开本: 787×1092 1/16

2017年6月第一次印刷 印张: 8

字数: 183 000

定价: 32.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

序

《机能实验学》是专为高等医学院校本科、专科及七年制、日语班、英语班学生编写的实验教材，也可供研究生和从事医学基础研究的工作者参考使用。本书的内容包括生理学实验、药理学实验、病理生理学实验以及涵盖三个学科的综合实验。

本书是一本实用的实验教学用书，与《生理学》《药理学》《病理生理学》教材一同使用，目的在于支持和强化上述三种医学基本理论课程。为突出机能学的特色教学，提高教学层次，本书加强了各学科间的联系，增加了综合课程实验内容，突出各学科间知识体系的相互联系，这些内容扩展了学生对理论知识的理解，使其在实验中完善了自己的知识体系。书中的每一个实验在内容编排和实验设计方面都具备以下特色：

- (1) 列有明确的实验目的，以提示实验的各个关键点。
- (2) 附有直观的实验操作示意图，配以简洁、生动的文字讲解。
- (3) 提出与实验有关的思考问题，以训练学生的开放性思维。
- (4) 注重各学科间知识的交叉与联系，提高学生认识和理解机能个体功能的能力等。

本书与《生理学》《药理学》《病理生理学》基础课程配合使用，会使枯燥无味、难以理解的理论变得生动、容易理解，避免出现理论与实践相脱离的弊病。书中的章节与理论教程中的重要章节相互对应，可以让学生结合理论知识观察各种因素对动物机体功能产生的影响，通过操作去分析和体会实验动物作为一个机能个体功能的完整与统一，更深入切实地掌握动物实验的理论与方法，从而大大提高学生的学习质量与动手能力。

本书由赵红、李亘松主编，张倩茹、聂志伟等参加编写。书中可能存在不足之处，希望广大读者多提宝贵意见。

编者

2016年10月

目 录

第一章 绪论	1	第一节 选题	21
第一节 机能实验的目的、特点与要求	1	第二节 实验设计的基本原则	22
一、机能实验的特点	1	第三节 实验对象的选择	23
二、机能实验的基本原则和要求	1	第四节 观察和记录	23
第二节 实验结果的处理和实验报告 的书写	2	第五节 实验结果的处理、分析及 判断	24
一、实验结果的处理	2	一、实验资料统计学处理	25
二、实验报告的写作要求	2	二、质反应资料统计方法	27
第三节 实验室规则	3	三、回归与相关	27
一、学生实验制度	3	第六节 论文的撰写	28
二、学生实验室安全卫生制度	4	第四章 医用机能实验的常用仪器	29
三、实验仪器操作规程	4	第一节 信号采集、分析系统的基本 知识及使用	29
四、实验器材借用损坏赔偿制度	4	一、生物电信号采样系统的组成 及基本工作原理	29
第二章 动物实验的基本知识和技能	6	二、系统的功能及在机能学的应用	30
第一节 实验动物的选择	6	第二节 机能实验中心的常用仪器	31
一、机能教学实验常用动物的种类 及特点	6	一、DJW-1 电动记纹鼓	31
二、实验动物的选择方法	6	二、LMS-2B 型二道生理记录仪	32
三、实验动物健康状态的判断标准	7	三、GOS-625 读出示波器	34
第二节 实验动物的基本操作技术	8	四、LNL-1 型数控前置放大器	35
一、实验动物的捉拿、固定方法	8	五、YSD-4G 型药理、生理实验多 用仪	37
二、注意事项	9	六、RM-6000 型多道生理记录仪	40
三、实验动物的麻醉	9	七、XWTD-204 台式记录仪	42
第三节 实验动物的常用给药方法	11	八、722 分光光度计	44
一、经口给药法	11	九、BL-410 生物信号采集处理系统	45
二、注射给药法	12	十、RM6240C 信号采集处理系统	48
第四节 药物浓度与剂量的换算	13	第五章 基本实验	53
一、药物浓度的表示方法	13	实验一 坐骨神经干动作电位的引导 与记录	53
二、溶液浓度的计算	14	实验二 坐骨神经干动作电位的传导 速度、不应期的测定	55
第五节 实验动物手术的基本方法 与要求	15	实验三 负荷对肌肉收缩的影响	56
一、常用的手术器械及其使用方法	15		
二、动物手术的基本方法	16		
第三章 实验设计	21		

实验四 肌肉的单收缩和强直收缩	58	实验二十五 药物对家兔血压的影响	96
实验五 血液实验	59	实验二十六 药物对呼吸的抑制及兴奋作用	97
一、血液凝固	59	实验二十七 缺氧	98
二、出血时间与凝血时间的测定	61	实验二十八 急性右心衰竭	101
三、血型鉴定	62	实验二十九 肠缺血-再灌注损伤	103
实验六 蛙心灌流	63	实验三十 家兔高钾血症	104
实验七 心肌正常收缩及期前收缩时动作电位、心电图及收缩曲线的同步描记	65	实验三十一 家兔酸碱平衡紊乱	106
实验八 人体心电图的描记	66	实验三十二 氨在肝性脑病发病机制中的作用	108
实验九 心音听诊	69	第六章 综合实验	109
实验十 人体动脉血压的测定	71	实验三十三 大鼠下丘脑体温调节神经元细胞外记录的实验	109
实验十一 基础代谢率的测定	73	实验三十四 家兔有机磷中毒和解救以及有机磷及解毒剂对蟾蜍离体坐骨神经腓肠肌标本的作用	110
实验十二 肺通气量的测定	76	一、家兔的动物实验部分	110
实验十三 尿生成的影响因素	78	二、胆碱酯酶活性的测定方法 (Hestrin 法)	111
实验十四 大脑皮层运动区机能定位、去大脑僵直	79	三、有机磷及不同解救药对坐骨神经腓肠肌的作用	112
实验十五 视敏度测定	81	实验三十五 正常及肾衰家兔磺胺嘧啶钠药动学参数的测定	114
实验十六 视野测定	82	实验三十六 呼吸运动的调节与呼吸衰竭的治疗	119
实验十七 瞳孔调节反射和瞳孔对光反射	82	实验三十七 家兔血压的调节及失血性休克的治疗	121
实验十八 声音的传导途径	83		
实验十九 微音器效应	84		
实验二十 半数致死量 (LD ₅₀) 的测定	85		
实验二十一 药物对离体肠管的作用	89		
实验二十二 毒扁豆碱对乙酰胆碱作用的影响	91		
实验二十三 苯巴比妥钠的抗惊厥作用	93		
实验二十四 吗啡的镇痛作用	95		

第一章 绪 论

第一节 机能实验的目的、特点与要求

传统的基础医学机能学包括生理学、药理学和病理生理学等亚学科。机能学说到底是属于实验科学。机能学所积累的知识来源于人们对动物（包括人）的实验研究和临床患者的观察结果。William Harvey 等就是根据其其对蛇和蛙等动物血液循环的实际观察而开始了人类对血液循环系统知识的积累；James Parkinson 则根据其其对临床患者的观察，第一次提出了震颤性麻痹这一综合征，并指出其发病部位是黑质，从而开始了人们对基底神经节生理功能的认识。所以，从不同角度、用不同方法来研究和观察正常及患病机体的生命活动规律，对于揭示疾病的原因、疾病的发生发展过程，从而找出对疾病的防治办法，无疑有着重要的意义。

医学生开始机能学知识学习时，尚属初涉医学殿堂。开展机能实验可使学生通过循序渐进的常规实验，验证和巩固所学的基本理论，通过综合实验了解较为先进的科研方法和技能，同时培养自己独立思考、科学思维的能力，建立实事求是、严谨的科学态度，提高自己解决实际问题的能力，为后续知识的学习和毕业后的临床、科研工作奠定良好的基础。

一、机能实验的特点

机能实验与形态学、微生物学、物理、化学等的实验不同，具有以下特点：

(1) 涉及的实验仪器多而复杂。机能实验经常需要使用多导记录仪、前置放大器、示波器以及计算机等，这些仪器多半结构复杂，使用时涉及很多相关物理学知识，因而学生在使用前一定要认真了解仪器特点和使用注意事项；操作时一定要严格按照要求进行，并主动取得教员的帮助，以避免造成人身伤害和仪器的损坏。

(2) 多为急性实验。机能实验多为急性实验，无论在体的（如家兔的尿生成实验），还是离体的（如蛙心灌流实验），其实验对象均为机体或活的组织。因此应注意对实验对象的保护，操作时应轻柔、细致，力戒粗暴，以避免因实验对象的机能状态而影响实验结果。

(3) 应确保麻醉效果。麻醉是进行整体性机能实验时所必须进行的一个步骤。麻醉可通过两个途径进行：腹腔给药和静脉给药。腹腔给药时应注意保护血管和确保给药的一次性顺利实现，静脉给药时应注意避开肝脏和血管。成功的麻醉效果应为：动物的四肢瘫软，角膜反射明显减弱或消失。在进行实验观察时也应注意动物对药物反应的个体差异。

(4) 认真观察记录与分析实验结果。有些机能实验，如磺胺嘧啶的药物代谢动力学，不能直观地得出结论，而是要通过对所获得的实验样品进行仔细地分析计算才能得出结论。所以，实验者应仔细观察动物的反应，收集实验样品，认真分析实验数据。

(5) 实验动物的处死要尽量做到轻柔、迅速以减轻其死前痛苦。

二、机能实验的基本原则和要求

(一) 实验的基本原则

在进行机能实验时，为保证实验结果的客观性和可信性必须遵循以下基本原则：

1. 对照原则 进行实验时必须设对照组,“没有比较就没有鉴别”。设置对照组是为了使观察指标通过对比而发现其在处理因素的作用下而表现出的某种特异性变化。这就要求在比较的各组实验对象之间除了处理因素不同外,所有非处理因素应尽量保持相同,从而根据处理与不处理之间的差异,了解处理因素带来的特殊效应。对照有多种形式:①空白对照(又称正常对照),即对照组不施加处理因素;②自身对照,对照与实验均在同一实验对象进行,如给药前后的对比;③组间对照,即不设专门的对照组,而是几个实验组之间的相互对照,如用几种不同的药物处理同一疾病,比较这几种药物的效果;④标准对照,不设对照组,而将实验结果已建立的标准值进行对比,如基础代谢率的测定与评价。

2. 随机原则 随机是指对实验对象的实验顺序和分组进行随机处理。在分组时,对实验对象进行随机抽取可保证被研究的样本能代表总体,从而减少抽样误差;在施加多个处理因素时采用随机原则,可保证各组样本的条件基本一致,可减少组间人为的误差。

3. 重复原则 “重复”在这里有两方面的含义,一是指实验结果的可再现性,一是指实验结果应该来自足够大的样本。样本越大,重复的次数越多,实验结果的误差越小,可信度越高。一般而言,定性实验的样本数每组不应少于5例,定量实验的样本数每组不应少于30例。

(二) 实验的要求

为顺利地完成任务,获得理想的实验观察结果,实验者必须做到:

1. 认真做好实验前的准备工作

(1) 仔细阅读教材中的有关内容,熟悉该实验的目的、要求、步骤和操作规程,对“注意事项”应予以特别的注意,因为这些往往是最容易出问题的环节。

(2) 复习与该实验有关的理论知识。

(3) 每个实验小组都应在实验前做好分工,并共同按照实验要求拟订好实验操作步骤,做到人人有角色、有事干、有收获。在进行不同实验时每个人的分工应做到互换,以求均衡发展。

2. 认真、规范地实施实验操作

(1) 对实验器械,如剪刀、手术刀等应做到每次都有专人管理,负责器材的清洗和养护。

(2) 对实验仪器,如刺激器、示波器等,应按规定独立操作,不应过分依赖教师,但在排除较大的仪器故障时应尽量在教师的指导下进行。不得进行与本次实验无关的仪器操作以及无目的地摆弄仪器。

(3) 注意保护实验动物和实验标本,尽量节省实验药品和易耗物品。

(4) 电子仪器一定要注意切实接地;使用刺激器时,刺激器的两个输出电极切勿接触,以免损伤刺激器,影响实验的进行。

(5) 仔细耐心地观察实验过程中出现的现象,随时记录并联系相关的理论知识进行思考:出现了什么现象?为什么会出现这种现象?这种现象有什么生物学意义?总之,应密切注意实验过程中出现的任何情况,不管所出现的情况与现行理论知识相符还是相悖,都要及时进行分析 and 总结。

3. 做好实验结束的善后工作

(1) 整理实验仪器,将所有电子仪器的旋钮调至零位,并按操作规程切断电源。

(2) 清点、整理实验器材,所用器械洗净、擦干,金属器械还应在擦干后涂以凡士林油,以防锈蚀。清点后,应请有关教师验收。如有损坏或丢失,除了及时报告负责教师外,还应按有关规定处理。

(3) 将废弃的试剂, 药品, 动物的毛发、器官以及尸体等分类归放到指定的器具。不得随意投放。

(4) 值日的同学应负责将实验室清理干净, 并将废弃物和垃圾携带到指定场所。

(5) 收集、保管好实验资料, 认真填写实验报告并按照要求按时呈交给教师评阅。

(赵 红 王 洋)

第二节 实验结果的处理和实验报告的书写

一、实验结果的处理

实验者必须对所获得的实验结果进行分析处理, 才能发现问题, 得出结论。这项工作可在实验中进行, 也可在实验后进行。凡是属于定量性质的资料, 如高低、长短、快慢、轻重、多少等, 均应以正确的单位和数值标定。凡是有曲线记录的实验, 应尽量用曲线记录实验结果, 在所记录的曲线中应标注有刺激记号、时间记号等。有时为了便于对实验结果进行分析、比较, 可用表格或绘图表示。制作表格时, 应事先详细考虑, 制作出比较完善的表格。一般将观察项目, 例如各种刺激参数列在表内的左侧, 由上向下逐项填写。表的右侧可按时间或数量变化的顺序, 由左至右逐项填写。绘图时, 应注意: ①以曲线形式体现的实验结果通常是以实验观察指标的变化为纵坐标, 以时间作为横坐标而绘制出来的, 如呼吸曲线、肌肉收缩曲线等; 坐标轴应适当加以标注, 如药物剂量、时间单位以及其他必要的说明等。②应选择大小适宜的标度设计拟作之图, 再根据图的大小而确定坐标轴的长短, 绘制经过各点的曲线或折线应光滑, 实验数据若不呈连续性变化, 也可采用直方图的形式表示。③在图的下方应注明实验条件。

二、实验报告的写作要求

学生每完成一次实验都应提交相应的实验报告。实验报告是实验者对其完成的实验工作进行简明扼要的文字总结。实验报告的一般格式如表 1-1 所示。

表 1-1 实验报告的一般格式

姓名	期别	班级	组别	日期
实验题目:				
实验对象的一般情况:				
实验目的:				
实验方法:				
实验结果:				
讨论和结论:				
实验过程中所出现的应该说明的问题:				

学生在撰写实验报告时应注意以下几个方面:

(1) 按照上述要求认真填写有关项目, 填写时应做到字迹工整, 言简意赅, 并应正确使用标点符号。

(2) 实验方法: 这项不必详述, 如果所使用的仪器和方法与实验教材规定的有所不同时, 可做简要说明。

(3) 实验结果: 应根据原始资料真实、准确记述所观察到的实验现象。实验中的每项观察都应有文字记录, 实验结束后, 再根据原始记录填写实验报告。填写实验报告时切不可弄虚作假。

(4) 讨论与结论: 实验结果的讨论是根据已知的理论知识和已有的文献资料对实验结果进行解释和分析, 判断所得到的结果是否为预期的结果; 对于非预期结果要分析可能的原因。还应在讨论中指出实验结果的生物学意义。

(5) 实验结论: 一般不要简单地罗列具体的结果, 而应在讨论的基础上归纳出概括性的判断, 即有关这一实验所能验证的概念、原理或理论的简明总结。结论应言之有据, 不能充分证明的理论分析不应写入结论中。

(6) 引用的参考读物应注明出处。

(赵 红 张 冰)

第三节 实验室规则

一、学生实验制度

- (1) 学生进入实验室必须穿好实验服(白大衣), 不迟到, 不早退。
- (2) 爱护实验室内的一切设备、器材、药品。未经允许不准带出实验室。
- (3) 在实验室内不许吃零食, 不许看与实验无关的书籍。
- (4) 遵守实验课纪律, 保持肃静, 养成良好的科学作风。
- (5) 必须按操作规程进行实验操作, 听从任课教师指挥, 有疑难问题要和教师请教, 不要擅自处理。
- (6) 保持实验室内卫生。仪器、药品用后要按要求放回原处, 注意节约药品。
- (7) 实验结束后要整理好实验器材、填好仪器使用记录, 打扫实验室卫生, 关好门、窗、水、电、煤气开关。
- (8) 按要求写好实验报告。

二、学生实验室安全卫生制度

1. 安全

- (1) 实验课中使用的药品等由值班教师发放用后立即送回。课后交回准备组专人、专柜保管。
- (2) 易燃药器使用中远离火源; 易腐蚀药品使用中注意不要溅到眼、手、脸上。
- (3) 实验中使用动物按操作步骤进行。不慎咬伤或玻璃器材划伤, 立即报告老师, 并妥善处置。
- (4) 使用各种仪器、设备一定按操作规程操作。避免仪器设备损坏和人员受伤。除电冰箱外, 其他仪器使用后一定切断电源。关闭仪器小开关。
- (5) 实验后关闭自来水、煤气开关, 关好门窗。
- (6) 实验室安全负责人由实验教员、值班教辅人员和各组学生组长共同组成。要求实验前、实验中、实验后严肃认真检查安全, 以防事故发生。

(7) 实验室设有干粉灭火器, 教师和学生必须学会使用。

2. 卫生

(1) 学生实验室卫生主要由学生清扫和保持。

(2) 保持环境整洁, 仪器、器材、试剂要定位摆放, 做到无灰尘、无污染。

(3) 实验用药品试剂不要洒到实验台面上和地上, 药品使用中防止相互混合。

(4) 不许向水池内乱扔火柴杆、碎纸、废胶布等实验用废物。不许随地吐痰、乱扔污物。

(5) 用过的玻璃器材要随时清洗干净, 放回原处。

(6) 实验完毕, 将实验台面擦干净, 实验台器材、药品要摆放井然有序。

(7) 值日生负责清扫实验室卫生(地面、天棚、玻璃窗)。

(8) 垃圾和动物尸体一定倒在指定地点。

(9) 实验后要认真洗手, 保持个人卫生。

三、实验仪器操作规程

仪器设备是学校开展教学、医疗、科研工作的物质基础和技术条件, 是国有资产的重要组成部分, 是重要的卫生、教育资源。

(1) 用仪器前必须熟读使用说明书或实验指导, 熟练掌握仪器性能和使用方法, 并在仪器负责人或教师的同意和指导下, 才能开启仪器。

(2) 仪器使用过程中必须严格遵守仪器的操作程序, 不得擅自做与实验无关的内容。操作前教师要向学生讲解仪器的使用注意事项。使用后, 教师应认真检查仪器状态, 擦净仪器, 断电后方可离去, 如有损坏要及时上报、检修。

(3) 对仪器要经常性的保养, 定期检查, 认真填写实验记录及仪器使用记录。

(4) 实验仪器未经允许不准随便乱动, 否则造成仪器设备损坏者, 要追究其责任, 认真处理。

四、实验器材借用损坏赔偿制度

(1) 为了培养学生良好的实验技能以及对国家财产的爱护, 便于实验老师的指导与管理, 特制订本制度。

(2) 器材赔偿制度由实验室的老师具体执行操作, 必须认真对待和管理。

(3) 实验前以实验小组为单位, 并派专人负责向实验准备室借实验器材。

(4) 实验结束后, 必须清理器材、洗刷干净、擦干、清点后, 归还实验准备室。

(5) 各种实验器材如有损坏或丢失, 需将损坏人及器材名称如实登记, 根据情节轻重按器材价格的 50%、30% 酌情赔偿。

(6) 损坏器材由设备处作价, 开具交款单, 由赔偿人到计财处交款, 交款凭证由设备处保存。

(7) 对损坏器材拒不赔偿者交由学生处严肃处理。

(赵 红 郑晓娇)

第二章 动物实验的基本知识和技能

第一节 实验动物的选择

一、机能教学实验常用动物的种类及特点

(一) 蟾蜍 (toad)

蟾蜍属于两栖纲，无尾目。由于进化较低，其离体标本（如心脏、腓肠肌等）能在较长时间内保持着自律性和兴奋性，而且其容易获得和价格便宜，故而经常被用于药物对心脏的影响、反射弧分析以及肌肉收缩等机能实验中。

(二) 小白鼠 (mouse)

小白鼠属哺乳纲，啮齿目，鼠科。其特点是温顺易捉，便于大量繁殖，适用于需要大样本的实验，如药物筛选、药物半数致死量测定等。

(三) 大鼠 (rat)

大鼠亦属鼠科，受惊时有攻击性，易对实验者造成伤害，应注意防护。常用于复制水肿、炎症、缺氧、休克以及肾衰竭等实验模型；同时也常用于大脑皮层运动区功能定位，神经元细胞外记录等实验中。

(四) 家兔 (rabbit)

家兔属哺乳纲，啮齿目，兔科。其特点是性情温顺，易于饲养。常用于与呼吸功能、泌尿功能、心血管功能有关的机能实验中，如呼吸运动的调节及呼吸衰竭的处理、血压的调节和心衰的处理等。

(五) 猫 (cat)

猫属哺乳纲，食肉目，猫科。与兔相比，猫对外科手术的耐受性强，血压相对稳定，但价格较贵且极具攻击性。常用于去大脑僵直、下丘脑功能以及血压方面的实验。

(六) 豚鼠 (guinea-pig)

豚鼠（又称天竺鼠，荷兰猪）属哺乳纲，啮齿目，豚鼠科。其特点是性情温顺，对组胺和结核菌敏感。常用于平喘药、抗组胺药以及抗结核药的研究。

二、实验动物的选择方法

为了获得理想的实验结果，必须根据实验目的选择适宜的观察对象，这包括：

（一）种属的选择

在选择实验动物时，尽可能选择对刺激因素较为敏感且与人类接近的动物。不同种属的动物对同一疾病病因刺激的反应程度会有很大的差异。例如，在进行发热实验时，应首选家兔；在进行过敏反应和变态反应实验时，应首选豚鼠；小鼠则宜用于半数致死量等方面的观察。

（二）性别的选择

由于成年雌性动物的代谢存在着明显的周期性变化，这些变化会影响受试动物对某些实验因素的反应状态。因而在选择实验动物时，要么全用雌性动物，要么全用雄性动物，以排除性别对实验结果的干扰。

（三）状态的选择

实验动物对人类疾病的表达程度和对施加因素的反应情况，除了与动物自身的生理特征有关外，还受动物的状态，如是否饥饿、是否睡眠足够、是否患有其他疾病等的影响。因此，应选择健康、反应机敏以及其他各个方面条件尽量一致的动物作为观察对象。

（四）实验条件的选择

由于环境因素对实验结果有着很强的干扰作用，如明、暗（即光照周期）对体内代谢就有着重要的影响。在实验时应选择与受试动物自然生活尽量一致的实验环境或人为地将实验环境控制到符合条件的程度。

三、实验动物健康状态的判断标准

如前所述，动物的健康状态是保证实验正常进行和获得预期实验结果的重要条件。学生在确定动物的健康状态时，可从以下几个方面着手：

（一）动物的皮毛颜色

健康动物的皮毛应清洁、柔软、有光泽、无脱毛和毛发蓬乱等。

（二）呼吸状态

动物多以腹式呼吸为主。健康的动物呼吸时腹部起伏均匀，无膨大隆起现象。

（三）外生殖器

健康动物的外生殖器应无损伤、无感染、无异味黏性分泌物。

（四）爪趾状态

健康动物的爪趾应无咬伤、无溃疡、无结痂等。

（五）一般状态

健康的动物应发育良好，眼睛有神，反应灵活，运动自如，食欲良好，眼结膜无充血，

瞳孔等大清晰，鼻部无分泌物，无鼻翼扇动、打喷嚏，无腹泻或肛门处无毛发粘结等。

(李亘松 陈 航)

第二节 实验动物的基本操作技术

一、实验动物的捉拿、固定方法

在实验中，正确地捉拿与固定动物，是实验工作的基础，也是实验顺利进行的保证。掌握正确的动物捉拿与固定方法，不仅可有效防止实验者被动物咬、抓伤，也可确保动物不被过分激惹，以保证其正常的生理活动不受明显干扰，从而不致明显地影响实验结果。

在机能实验中，最常用的动物有小鼠、大鼠、蟾蜍以及家兔等。现将这些动物的捉拿和固定的方法依次介绍于下。



图 2-1 蟾蜍捉拿固定方法

1. 蟾蜍 用左手将蟾蜍贴紧在手掌中，并以左手中指、无名指、小指压住其左侧腹部和后肢，以拇指和食指分别压住左右前肢（图 2-1），用右手进行操作。可根据实验要求，用图钉采取俯卧位或仰卧位将蟾蜍固定在蛙板上。抓取蟾蜍时，应注意不要挤压其两侧耳部毒腺，以免毒液射入眼中。

2. 小鼠 捉拿小鼠时应先用右手将鼠尾抓住并提起，将鼠放在较为粗糙的台面或鼠笼上，在其向前爬行时，用右手向后拉尾，用左手的拇指和食指抓住小鼠的两耳及头颈部皮肤，将其置于左手的手心中，拉直四肢并用左手的无名指压紧尾部和后肢，右手即可注射和进行其他操作。取尾血或进行尾静脉注射时，可将小鼠固定在金属或木制的固定器上（图 2-2）。

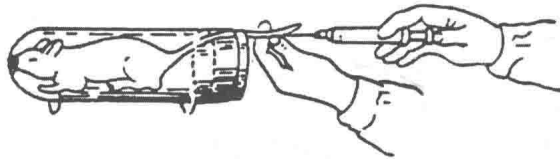


图 2-2 小鼠尾静脉注射

3. 大鼠 处理大鼠时，实验者注意防护，应戴帆布手套进行操作。捉拿时先用右手将鼠尾抓住并提起，放在较为粗糙的台面或鼠笼上，然后抓住鼠尾向后轻拉，用左手的拇指和食指抓紧两耳和头颈部皮肤，其余三指紧捏背部的皮肤，将整个动物固定于左手中，用右手进行操作（图 2-3）。需取血及进行尾静脉注射时，可将鼠体置于大鼠固定盒内，而将鼠尾留在固定盒外，以供实验操作。

4. 家兔 用右手抓家兔颈部的被毛与皮肤，用左手托住其臀部和腹部，使其体重大部分集中在左上手上，然后按实验要求固定。家兔的固定方式有俯卧式和仰卧式两种：做各种手术时，一般对麻醉后的动物进行仰卧式固定，即将动物的四肢用粗的棉线固定，头部则用兔头



图 2-3 大鼠抓取

固定夹固定(图2-4a);做耳血管注射或取血时,可行俯卧式固定,即将家兔安放到特制的固定装置内(图2-4b)。

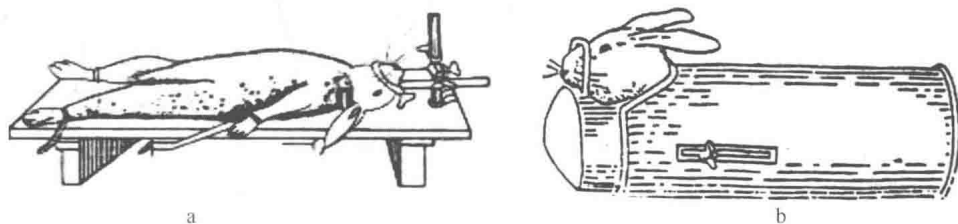


图 2-4 家兔的固定方法

二、注意事项

- (1) 捉拿动物时应做到大胆果断和小心谨慎,动作应尽量轻柔,切忌粗暴。
- (2) 捉拿大鼠,尤其是已经受到激惹的大鼠时,一定要注意防护,以免被其咬伤,必要时可请教师协助。若不慎被动物咬伤或抓伤应对伤口进行妥善处理。
- (3) 捉拿动物时一定要按规范进行,注意不要对动物造成损伤。例如,对于家兔,不能采用抓双耳或抓取腹部的错误方法。
- (4) 抓取小鼠或大鼠时一定要防止拉断鼠尾。切不可玩耍动物。

三、实验动物的麻醉

(一) 麻醉药的选择原则

在对动物进行手术之前,需将动物麻醉。由于不同种属动物对同一种麻醉药物的敏感性不同,而且各种麻药对动物的生理功能的影响和麻醉的时间也存在着差异,因此,根据实验的要求与动物种类的不同,选择适当的麻醉药对于保证实验的顺利进行和获得正确的实验结果,是十分重要的。

例如,氨基甲酸乙酯(又称乌拉坦或尿酯,urethane)很难使人达到可以施行手术的麻醉深度,但却很容易使家兔和猫麻醉,故常用于家兔的麻醉。吗啡(morphine)对狗和其他动物有很好的止痛、镇静作用,能用作麻醉前给药,但对猫的效果却较差,不能用作麻醉前给药。

不同类型的麻醉药对机体生理功能的影响也是不同的。吗啡具有强烈的呼吸中枢抑制作用,同时可削弱胰、胆等消化器官的活动,影响消化道的蠕动和张力,还有抗利尿作用,因此不宜用于呼吸、消化和肾脏机能方面的实验。氯醛糖(chloralose)在较深麻醉后,很少抑制反射活动,故适用于进行反射方面的实验。

因此,理想的麻醉药应具备以下三个条件:第一,麻醉完善,使动物无痛,麻醉时间能满足实验要求;第二,对动物的副作用和对于所要观察的指标影响最小;第三,应用方便。

(二) 几种常用的麻醉药及其使用方法

1. 氨基甲酸乙酯 多数动物实验都可使用,但常用于小动物的麻醉。猫和家兔可采用静脉注射、腹腔注射或直肠灌注等多种途径给药。本药易溶于水,使用时可配制成10%~

25%的溶液。常用动物给药剂量见表 2-1。

表 2-1 常用动物注射氨基甲酸乙酯的剂量

动物	猫与家兔	鸟类	蛙类
每千克体重用量	0.75~1g	1.25g	2g

2. 氯醛糖 本药溶解度较小，常配制成 1%的水溶液。使用前须先在水浴锅中加热，促进其溶解，但加热温度不宜过高以免降低药效。用量为每千克体重 80~100mg，经静脉注射或腹腔注射给药。

3. 巴比妥类 常用的巴比妥类药物有两种，戊巴比妥钠（sodium pentobarbital）和硫喷妥钠（sodium pentothal）。戊巴比妥钠为白色粉末，用时配成 2%的水溶液，由静脉注射或腹腔注射。一次给药的麻醉时间为 3~5 小时，使用剂量见表 2-2。

表 2-2 常用动物注射巴比妥类药物的剂量

动物	狗	猫	兔	鼠
每千克体重用量	25~35mg	40mg	35mg	35~50mg

4. 硫喷妥钠 为淡黄色粉末，其水溶液不稳定，故需在临用前配制，常用浓度为 2.5%~3%，静脉注射。一次给药的麻醉时效仅为 0.5~1 小时，故在时间较长的实验中需重复给药，以维持一定的麻醉深度，各种动物的使用剂量见表 2-3。

表 2-3 常用动物注射硫喷妥钠的剂量

动物	狗	猫	兔
每千克体重用量	16~25mg	16~25mg	7~10mg

（三）使用麻醉药的注意事项

（1）不同动物个体对麻醉药的耐受性是不同的。因此，在麻醉过程中，除参照上述的一般用量标准外，还必须密切注意观察动物的状态，以决定麻醉药的用量。动物达到最佳麻醉效果的表现是：肢体肌肉松弛，呼吸节律变得深而慢，角膜反射存在但反应较为迟钝，肢体呈自然倒下。

（2）麻醉过量时，应根据动物的表现而采取不同的处理办法：

若动物呼吸极慢且不规则，但血压或脉搏仍属正常时，可行人工呼吸和注射苏醒剂。

若动物呼吸停止，血压下降，舌头开始由红变紫，但仍有心跳时，可进行人工呼吸同时静脉注射适量温热的 50%葡萄糖溶液、1:10000 的肾上腺素以及苏醒剂。

若动物呼吸完全停止，心跳极微或停止，可吸氧和进行心脏按摩，同时注射温热的生理盐水和肾上腺素；心跳恢复后注射 50%葡萄糖溶液及苏醒剂。

常用的苏醒剂有咖啡因[1mg/(kg·w)]、可拉明[2~5mg/(kg·w)]和山梗菜碱[0.3~1mg/(kg·w)]等，使用时可通过肌肉注射或静脉注射给药。

（3）如动物麻醉过浅，可临时补充麻醉药，但一次补药剂量不宜超过总量的 1/5。

（李亘松 陈航）

第三节 实验动物的常用给药方法

一、经口给药法

1. 灌胃法

(1) 小鼠灌胃法：左手拇指和食指捏住小鼠颈背部皮肤，无名指或小指将尾部紧压在手掌上，使小鼠腹部向上。右手持灌胃管，灌胃管长 4~5cm，直径约 1mm。操作时，经口角将灌胃管插入口腔，用灌胃管轻压小鼠头部，使口腔和食道成一直线，再将灌胃管沿上腭壁轻轻插入食道内，当推进 2~3cm 时，灌胃管前端约到达膈肌水平（体重 20g 左右的小鼠），此时可稍感有抵抗。如此时动物无呼吸异常，即可将药注入。如遇阻力或动物憋气时，则应抽出重插。如误插入气管，再注药可引起动物立即死亡。药液注完后轻轻退出灌胃管。操作时宜轻柔、细致，切忌粗暴，以防损伤食道及膈肌。一次可灌注药量 0.1~0.25ml/10g 体重（图 2-5）。



图 2-5 小白鼠灌胃法

(2) 大鼠灌胃法：一只手的拇指和中指分别放到大鼠的左、右腋下，食指放于颈部，使大鼠伸开两前肢，握住动物。灌胃法与小鼠相似。采用的灌胃管长 6~8cm，直径约为 1.2mm，尖端呈球状。插管时，为防止插入气管，应先抽回注射器针栓，无空气抽回说明不在气管内，即可注药。一次可灌注药量 1~2ml/100g 体重。最大灌药量不超过 3ml / 只大鼠。

(3) 豚鼠灌胃法：助手以左手从动物背部把后肢伸开，握住腰部和双后肢，用右手拇指、食指夹持两前肢。术者右手持灌胃管沿豚鼠上腭壁滑行，插入食道，轻轻向前推进插入胃内。插管时亦可用木制或竹制的开口器，将灌胃管穿过开口器中心的小孔插入胃内。插管完毕回抽注射器针栓，无空气抽出时，慢慢推注药液；如有空气抽出时，说明插入气管，应拔出重插。药物注完后再注入生理盐水 2ml，冲净管内残存药物。当拔出插管时，应捏住灌胃管的开口端，慢慢抽出，当抽到近咽喉部时应快速抽出，以防残留的液体进入咽喉部，使动物吸入呼吸道。

(4) 家兔灌胃法：用家兔固定箱，可一人操作。右手将开口器固定于兔口中，左手将灌胃管经开口器中央小孔插入。如无固定箱，则需两人协作进行。一人坐好，腿上垫好围裙，将家兔的后肢夹于两腿间，左手抓住双耳，固定其头部，右手抓住其两前肢。另一人

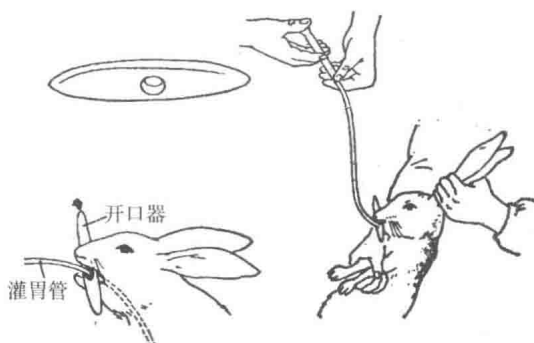


图 2-6 家兔灌胃法

将开口器横放于家兔口中，将家兔舌压在开口器下面。此时助手的双手应将家兔耳朵、开口器和两前肢同时固定好，另一人将灌胃管自开口器中央的小孔插入，慢慢沿家兔口腔上腭壁插入食道 15~18cm。插管完毕后，将胃管的外端放入水杯中，切忌伸入过深（图 2-6）。如有气泡从胃管逸出，说明不在食道内而是在气管内，应拔出来重插。如无气泡逸出，则可将药推入，并以少量清水冲洗胃管，胃管最后的拔出同豚鼠。