

YIXUEJINENGGXUESHIXIJIAOCHENG

医学机能学

实习教程

yixuejinengxueshixijiaocheng

主编 徐海

1-33
2
4

北京大学医学出版社

供临床医学、基础医学、预防医学、护理学、药学等专业使用

医学机能学实习教程

主 编 徐 海

编 者(按姓氏笔画为序)

马俊江	马铁民	毛一卿	王建东
包 力	刘秀敏	阮 元	苏付荣
庠宝善	张风云	张志文	张振民
张 敏	李学军	李承红	李菊香
陆 莉	林志彬	郑新程	姚海燕
段 蕾	徐 海	赵长胜	耿 彬
董建文	雷天落	谭焕然	戴浩骐

北京大学医学出版社

YIXUE JINENGXUE SHIXI JIAOCHENG

图书在版编目 (CIP) 数据

医学机能学实习教程/徐海主编. —北京: 北京大学
医学出版社, 2004.2

ISBN 7-81071-522-4

I. 医… II. 徐… III. 人体-机能(生物)-生
理实习-医学院校-教材 IV. R33-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 117069 号

北京大学医学出版社出版发行

(100083 北京市海淀区学院路 38 号 北京大学医学部院内 电话: 010-82802230)

责任编辑: 安林 刘燕

责任校对: 于明

责任印制: 郭桂兰

北京东方圣雅印刷有限公司印刷 新华书店经销

开本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 7.25 字数: 181 千字
2004 年 2 月第 1 版 2004 年 2 月第 1 次印刷 印数: 1-6000 册
定价: 11.50 元

版权所有 不得翻印

前 言

传统的医学实验教学依学科设置，从属于理论教学，重理论知识的强化、操作技能的训练，轻科学思维的开发和创新能力的培养。在实验教学环节方面，传统的医学实验教学普遍存在着验证性、重复性过多的问题，在实验内容的设置上是以“分割式”的单科验证实验为主体，各科间实验重复设置，使实验教学缺乏系统性和统一的教学体系，造成教学资源的极大浪费，不利于创新性人才的培养。生理学、药理学和病理生理学同属于机能学科，这三门学科的实验分别观察机体在正常生理、病理和药物作用状态下生命活动变化的规律，教学实验采用的实验对象、实验方法、实验技术和仪器设备基本相同，传统的教学模式人为地将完整的机能学实验分割开来，使学生所学的知识严重脱节，缺乏完整性和系统性。随着现代医学教育理论的飞速发展，社会对医学人才的素质提出了更高的要求，加强对医学生知识应用能力和实际操作技能的培养势在必行。机能学科实验是以实验动物为对象的医学实践过程，对学生动手能力的培养和科研素质的提高具有重要的意义。将机能学实验作为一门独立的课程，不仅能提高仪器设备的使用率，而且有利于系统地、循序渐进地实现课程培养目标。

动物实验是医学机能学实验最常用的方法，本着指导学生进行具体操作和培养基本实验技能的要求，本书介绍了动物实验的基本知识、机能学实验常用仪器使用方法、基础实验、综合实验、实验设计，另外，书后还附有病例讨论。其中基础实验以训练学生基本操作能力为教学目标；综合实验主要培养学生综合分析问题能力；实验设计旨在开发学生创新思维，初步了解科研的整个过程；通过病例讨论，加强基础学科与临床学科的融合。为了培养医学生专业英语的阅读能力，增加了英文病例讨论。

本书编写过程中得到生理学、药理学和病理生理学诸位老师的悉心指导，在此表示感谢。本书部分内容引自袁盛榕、库宝善主编的《药理学实习教程》，在此向该书作者表示感谢。由于编者水平有限，缺点和错误在所难免，恳请广大读者批评斧正。

编者

2003年11月

目 录

第一章 绪论	(1)
一、机能学实验概述	(1)
二、机能学实验课的目的	(1)
三、机能学实验课的要求	(2)
四、实验报告的写作要求及格式	(2)
第二章 动物实验的基本知识	(4)
一、实验动物的分类	(4)
二、实验动物的应用	(5)
三、实验动物的基本操作技术	(9)
四、急性动物实验常用手术方法	(15)
第三章 机能学实验常用仪器使用方法	(22)
一、四导生理记录仪	(22)
二、MacLab 实时记录系统	(24)
三、PowerLab 实时记录分析系统	(32)
四、BL-410 生物机能实验系统	(35)
五、238 型血气分析仪	(36)
第四章 机能学基础实验	(38)
实验一 蟾蜍坐骨神经-腓肠肌标本制备	(38)
实验二 影响肌肉收缩的因素	(39)
实验三 血型和影响血液凝固的因素	(40)
实验四 影响家兔尿生成的因素	(43)
实验五 心电图及心电向量的记录	(44)
实验六 离体蟾蜍心脏的制备	(45)
实验七 心脏的期前收缩及代偿间歇	(46)
实验八 离子对心脏活动的影响	(47)
实验九 影响心搏活动的体液因素(一)	(48)
实验十 影响心搏活动的体液因素(二)	(49)
实验十一 兔动脉血压的调节	(50)
实验十二 兔降压神经放电	(51)
实验十三 兔肾交感神经放电	(53)
实验十四 家兔呼吸运动的调节	(54)
实验十五 家兔小肠平滑肌的生理特性	(55)
第五章 机能学综合实验	(57)
实验一 筒箭毒碱 ED_{50} 的测定	(57)

实验二	磺胺药的药代动力学参数测定	(59)
实验三	新斯的明对琥珀酰胆碱和筒箭毒碱肌松作用的影响	(63)
实验四	苯巴比妥钠和放线菌素 D 对小鼠肝脏细胞色素 P450 含量的影响	(64)
实验五	传出神经系统药物对血压和血流动力学的影响	(65)
实验六	未知降压药作用机制的分析	(67)
实验七	哌唑嗪对离体血管平滑肌的作用	(69)
实验八	普萘洛尔和奎尼丁对氯化钡诱发心律失常的预防作用	(70)
实验九	病因学	(71)
实验十	酸碱平衡紊乱及高钾血症	(73)
实验十一	缺氧	(76)
实验十二	心血管系统功能障碍	(78)
实验十三	急性右心衰竭	(80)
实验十四	急性肾功能衰竭	(81)
实验十五	离体大鼠心脏灌流及缺血-再灌注损伤	(84)
实验十六	血压调节和失血性休克	(87)
实验十七	中枢未知药对呼吸、心血管系统的影响	(91)
实验十八	小鼠糖尿病模型的建立	(92)
第六章	实验设计	(93)
一、	立题	(93)
二、	实验设计的基本原则	(93)
三、	动物模型的设计原则	(94)
四、	实验对象的选择原则	(95)
五、	实验准备和预实验	(95)
六、	实验方法的选择原则	(95)
七、	观察指标的选择原则	(95)
八、	观察和记录	(96)
九、	实验结果的处理、分析和判断	(96)
十、	实验设计的书写格式	(96)
第七章	病例讨论	(98)

第一章 绪 论

一、机能学实验概述

机能学实验是在原来生理学、药理学和病理生理学三门学科实验的基础上发展而来的,但它不是三门学科实验的简单叠加,而是将它们有机地组合形成的新课程。机能学实验作为一门独立的课程,不仅能提高仪器设备的使用率,减少实验教学的重复建设,而且能有效地实施循序渐进的培养目标。机能学实验课程的建立,打破了传统的以学科为中心的课程体系,使学科交叉渗透,有利于培养学生的实验技能和分析问题的能力,有助于提高学生的创新意识。

本书将机能学实验分为两个阶段。第一阶段为基础性实验,通过一些经典实验验证理论知识,使学生掌握基本的机能学实验技术和常用仪器使用的知识,初步培养学生的操作能力和观察能力。第二阶段为综合性实验和设计性实验。综合性实验将生理学、药理学、病理生理学的知识有机地融合,以培养学生综合分析问题能力和初步科研能力为教学目标。设计性实验要求学生以实验小组为单位,利用业余时间查阅文献资料,撰写出实验设计方案,然后进行设计答辩。每个小组派一名同学陈述实验设计方案的背景知识、实验目的、实验方法、预期结果,由教师和同学提出问题,对实验的技术路线和可行性做出修改,然后由学生自行完成实验。在实验设计过程中,使学生初步了解科研实验的整个过程,为以后进行科研工作奠定坚实的基础。

二、机能学实验课的目的

(一) 培养科学的观点

1. 培养学生理论来自实验的观点。
2. 加深、验证和巩固课堂讲授的理论知识,培养学生理论联系实际的能力。
3. 综合运用生理学、药理学和病理生理学等学科的相关知识和实验方法,使学生初步建立整体、全面、系统的人体观和疾病观。
4. 培养学生勤于动手、敏于观察、科学分析和独立工作的能力,初步养成对科学工作的严肃态度、严格要求、严密工作、团结协作以及实事求是的工作作风。

(二) 训练基本实验技能

1. 学习在动物身上复制典型病理过程和人类疾病的基本实验方法和原理,掌握机能学实验常用的基本技术。
2. 通过实验报告的书写,使学生的科研论文写作能力得到初步训练。

(三) 提高学生的综合能力

1. 掌握获得实验资料一致性和可靠性的一些基本原则,训练学生独立进行动物实验设计的技能。
2. 通过典型病例讨论,培养学生分析病例的能力和对所学知识的综合运用能力,为临床实践打下初步基础。

三、机能学实验课的要求

(一) 实验课前

1. 作好预习，明确实验目的，了解实验方法和操作步骤，做到心中有数。
2. 结合实验，复习有关的理论知识。
3. 检查仪器、手术器械和药品是否完好、齐全。如有缺失或损坏，应及时报告老师以便补充。

(二) 实验课时

1. 严格遵守实验室规则，保持安静，维持良好的秩序，尊重老师的指导。
2. 认真听取老师的讲解，特别是本次实验的目的、主要操作步骤及注意事项等。要准备回答老师的提问。
3. 小组成员既要分工负责，又要密切合作，这样既可提高实验的成功率，又能使每个人都得到应有的技能训练。
4. 实验过程要胆大心细，规范操作。
5. 认真、全面和敏锐地观察实验现象，准确、及时和客观地记录实验结果。
6. 积极主动思考，力求理解每个实验步骤和实验结果的意义。

(三) 实验课后

1. 清洗、擦干、清点手术器材并放回原处，检查实验仪器并妥善安放药品，清洁实验台，打扫整理实验室，关好门窗、水电。
2. 整理、分析实验结果，独立按时书写实验报告。

四、实验报告的写作要求及格式

实验报告的书写是一项重要的基本技能训练。它不仅是对每次实验的总结，更重要的是它可以初步培养和训练学生的逻辑归纳能力、综合分析能力和文字表达能力，是科研论文写作的基础。因此，参加实验的每位学生均应及时认真地书写实验报告。实验报告要求内容实事求是，分析全面具体，文字简练通顺，书写清楚整洁。

实验报告的格式如下：

- (一) 本次实验题目
- (二) 主要操作者及合作者
- (三) 实验日期（年、月、日）
- (四) 实验动物（种类、性别、体重）
- (五) 实验目的
- (六) 实验步骤

只写主要操作步骤，不要照抄实习指导，要简明扼要。

(七) 实验结果

包括实验所得到的原始资料（如血压、呼吸曲线、测得的生化指标等）、动物的反应状态、实验现象的描述和实验数据的处理等。原始资料应附在本次实验主要操作者的实验报告上，同组的合作者要复制原始资料。

机能学实验中所观察的指标，按性质可分为以下三类：

1. 机能性指标 如血压、呼吸、心率、体温及全身状态等。

2. 代谢性指标 如血、尿肌酐，血红蛋白含量，酶的活性，血浆酸碱参数等。

3. 形态结构性指标 如根据形态改变判断心腔扩张和肺水肿是否存在，用染色的方法判断有无心肌梗死及梗死面积的大小等。

对于实验结果的表述，一般有三种方法：

1. 文字叙述 根据实验目的将原始资料系统化、条理化，用准确的医学术语客观地描述实验现象和结果，要有时间顺序以及各项指标在时间上的关系。

2. 图表 用表格或坐标图的方式使实验结果突出、清晰，便于相互比较，尤其适合于分组较多，且各组观察指标一致的实验，使组间异同一目了然。

3. 曲线图 应用记录仪器（如多导生理记录仪、MacLab 仪等）描记出的曲线图（如血压、呼吸曲线和心电图等），这些指标的变化趋势形象生动，直观明了。

在实验报告中，可任选其中一种或几种方法并用，以获得最佳效果。

（八）讨论

根据相关的理论知识对所得到的实验结果进行解释和分析。如果所得到的实验结果和预期的结果一致，那么它可以验证什么理论？实验结果有什么意义？说明了什么问题？这些都是实验报告应该讨论的。但是，不能用已知的理论或生活经验硬套在实验结果上，更不能由于得到的实验结果与预期的结果不符而随意取舍甚至修改实验结果，这时应该分析其异常的可能原因。如果本次实验失败了，应找出失败的原因及以后实验应注意的事项。不要简单地复述课本上的理论而缺乏主动思考。另外，也可以总结本次实验的心得以及提出一些问题或建议等。

（九）结论

结论不是具体实验结果的再次罗列，也不是对今后研究的展望，而是针对这一实验所能验证的概念、原则或理论的简明总结，是从实验结果中归纳出的一般性、概括性的判断，要简练、准确、严谨、客观。

（张 敏 徐 海）

第二章 动物实验的基本知识

一、实验动物的分类

实验动物是指根据研究的需要人工驯养、繁殖、培育的动物。要求动物遗传背景明确，来源清楚，并对其进行微生物控制。实验动物不同于实验用动物，后者是指一切用于实验的动物，除了符合严格要求的实验动物外，还包括家畜和野生动物。野生动物家畜化、家畜动物种群化和实验动物纯系化是野生动物演变为实验动物的过程。

(一) 按遗传学控制分类

根据实验动物遗传的均一性、敏感性和一致性，将实验动物分为三类：

1. 近交系动物 (inbred strain animals)

又称纯系动物，指全同胞兄妹或亲代与子代之间连续交配 20 代以上而培育出的纯品系动物。一般以小鼠为典型代表，较大动物的纯种培育则很难成功。其特点是一个种群的所有同源染色体的相对位置都具有相同基因。这种品系主要应用于遗传、肿瘤和免疫学等领域。

2. 杂交群动物 (hybrid strain animals)

也称杂交一代动物 (first filial generation)，简称 F1 动物，指两个不同的近交系所产生的第一代动物。具有遗传、表型一致的特点。此种动物具有杂交优势、生命力旺盛、繁殖率高、生长快、抗病力强、实验结果重复率高等优点。

3. 封闭群动物 (closed colony animals)

又称远交群，指一个种群在 5 年以上不从外部引进新血缘，仅由同一品系的动物在固定场所进行随机交配并保持繁殖的动物群。这类动物和近交系不同，在动物群的个体之间具有某种程度的遗传学差异。因其生活力和繁殖力比近交系强，因此封闭群动物更为常用。昆明小鼠、LACA 小鼠、Wistar 大鼠、SD 大鼠、新西兰白兔、青紫蓝兔、大耳白兔等均属此类。

(二) 按微生物控制分类

通过微生物学的监察手段，按对微生物控制的净化程度，把实验动物分为以下四类：

1. 普通动物 (conventional animals)

指未经过积极的微生物控制，饲养在开放系统的动物，是微生物控制程度最低的动物。这类动物只能用于一般性实验及教学，不适用于实验研究。

2. 清洁动物 (clean animals)

又称最低限度疾病动物，指采自屏障系统的 SPF 动物，饲养在设有双走廊的、温湿度恒定的屏障设施中的动物。动物所用的饲料、垫料及用品等应经过高压消毒，空气经过一定的过滤处理，工作人员要穿干净的工作服。这种动物不允许带有人畜共患病原体 and 动物烈性传染病原，不携带对动物危害大和对科研干扰大的病原。

3. 无特定病原体动物 (specific pathogen free animals，简称 SPF 动物)

指体内无特定微生物和寄生虫的动物，而非特定的微生物和寄生虫是允许存在的，但不带有潜在感染和条件致病菌，因此其实际上是指无传染病的健康动物。SPF 动物在医学领域中应用广泛。

4. 无菌动物 (germ free animals)

指机体内外不带有任何可检测出的微生物和寄生虫的动物。此种动物在自然界中并不存在，必须用人为的方法培养。一般将临产前的健康动物处死，按无菌手术进行剖腹，切除带胎子宫，放入隔离器中取胎，然后进行人工喂养。无菌动物要饲养在无菌的隔离器内，无菌动物所用的饲料、饮水、垫料和用品都必须经过无菌处理，空气也要经过滤除菌。这类动物由于排除了微生物的干扰，故研究结果准确、可信。

目前按我国的实际情况，将实验动物分为四级：一级为普通动物，二级为清洁动物，三级为无特定病原体动物，四级为无菌动物。

二、实验动物的应用

(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有易感性。

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，一年产6~10胎，属于全年多发情性动物，生育期一年，寿命2~3年。

由于小白鼠繁殖周期短，产仔多，生长快，饲料消耗少，价格低廉，温顺易捉，操作方便，因此在医学实验中被广泛使用。特别适合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。

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(包括小鼠)的心电图中没有S-T段，甚至有的导联也不见T波。

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，所以对需要做较大体型的实验，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)可以用大白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。

3. 家兔 (rabbit)

家兔属哺乳纲，啮齿目，兔科，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。家兔的抗空气感染力强，术后不易感染。但家兔系草食动物，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。另外，家兔心血管系统比较脆弱，手术时易发生反射性衰竭。

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，尤以眼后的椭圆状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~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奏的搏动，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化指标的正常值见表2-1。

表2-1 小鼠、大鼠和兔的正常生理生化值

	小鼠	大鼠	家兔
体温 (直肠, °C)	37~39	38.5~39.5	38.5~39.5
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 ($\times 10^{10}/L$)	15.7~26	10~30	26~30
总血量 (占体重%)	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
血清 Ca^{2+} (mmol/L)	-	31~52	5.6~8.0

(二) 实验动物的选用原则

机能学实验研究选用何种动物，是必须认真考虑的问题。任何使用实验动物进行实验的目的，都是用最少的动物数达到最大的准确度、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类似疾病的动物。
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、实验方法及条件相适应的动物。
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。

(三) 实验动物的选择条件

动物对外界刺激的反应存在着个体差异，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，应注意到各种实验动物之间、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 2-2~4）。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，可以增加实验结果的可比度。

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)
30	510	530	210	3 200	3 510
60	1 170	1 180	240	3 400	3 990
90	1 710	1 790	270	3 500	4 240
120	2 380	2 470	300	3 630	4 380
150	2 650	2 880	330	3 660	4 460
180	2 890	3 150	360	3 730	4 550

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	220	260
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, 如给大鼠麻醉剂(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。而心脏缺血再灌注损伤实验时, 雄性大白鼠比雌性大白鼠容易成功。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(表 2-5)。

(1) 哺乳类动物的性别辨认方法

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, 前肢呈伸直状则为雌; 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, 而雌性青蛙不会叫。

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, 不能用作实验。哺乳类动物健康的一般判定方法如下:

- (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、脓疮、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)和无菌动物四级。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 列举了这三种实验动物的特点。

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	少数	少数	多
统计价值	好	可能好	困难
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

三、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仔细，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. 家兔的捉拿和固定 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，应用拇指与其他四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)。

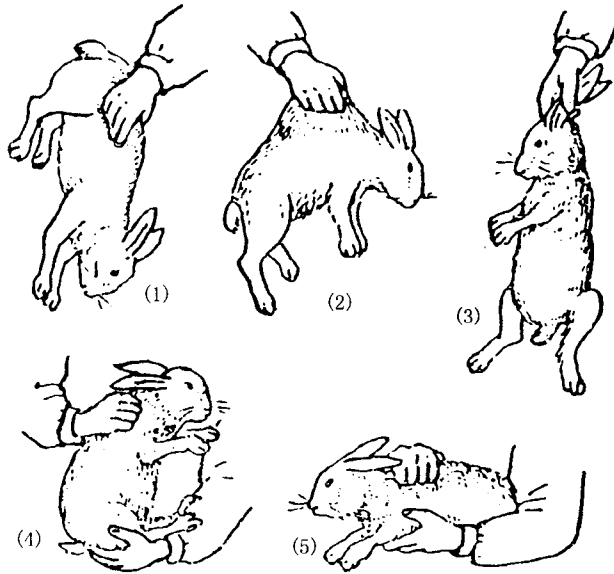


图2-1 家兔的抓取方法

(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(图2-2)。

(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、腹股沟部手术以及观察描记血压、呼吸等。方法：先把固定带(绳)做成活圈套(图2-3)，分别套住家兔的四肢(前肢固定于腕关节上，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。首先将兔两腿分开将后肢绑紧于兔台底端的金属框上，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，接着将固定带绑紧于兔台两侧的金属框上，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（图 2-4）。

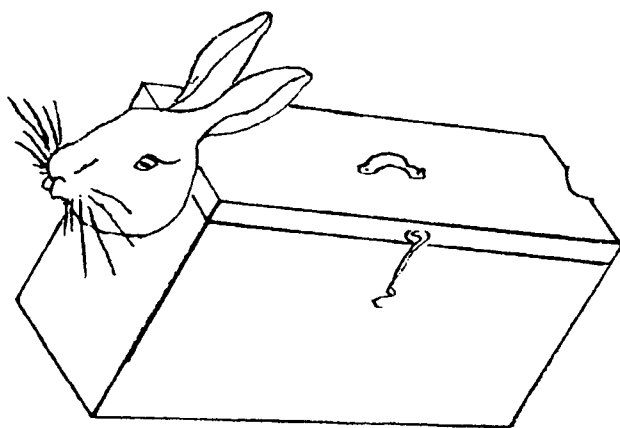


图 2-2 兔盒固定法

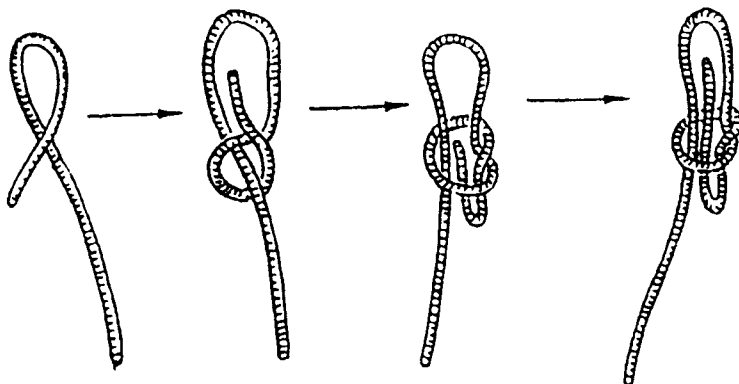


图 2-3 固定带结扣

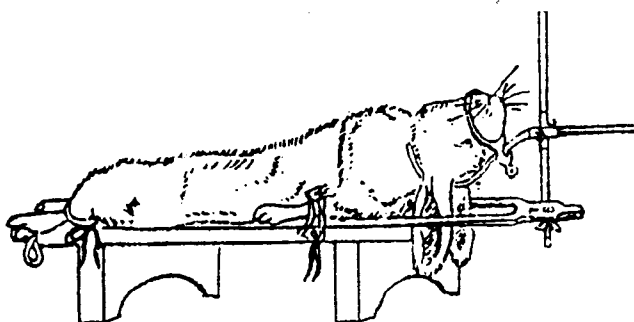


图 2-4 兔台固定

2. 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，而不用止血钳夹其皮肤。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空中，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（图2-5）。若要做手术，则需在大白鼠全麻后用橡皮筋将其固定在大鼠板上。

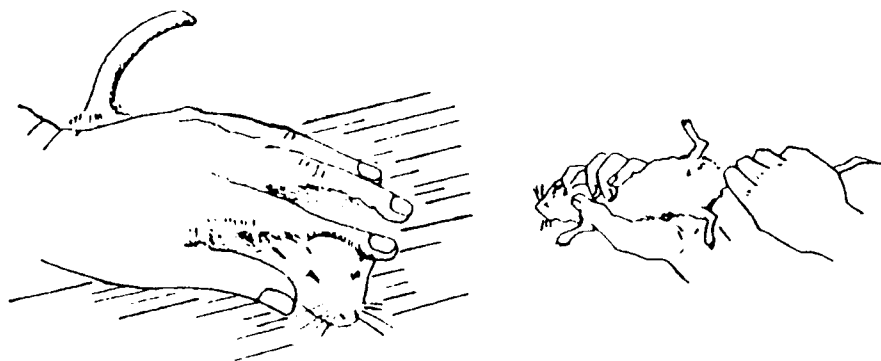


图2-5 大白鼠捉拿法

3. 小白鼠的捉拿和固定 小白鼠较大白鼠温和，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，用左手无名指和小指压住鼠尾及后肢，小鼠即被固定（图2-6），此时可用右手进行技术操作，如腹腔注射等。时间较长的固定，可用棉线将小鼠固定于小鼠板上。

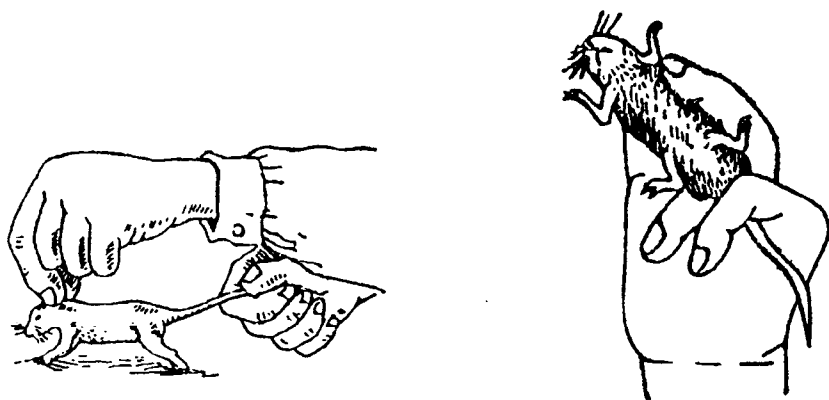


图2-6 小白鼠捉拿法

4. 蛙类的捉拿和固定 用左手将蛙的背部紧贴手掌固定，以中指、无名指、小指压住其左腹侧和后肢，拇指和示指分别压住左、右前肢，右手进行操作（图2-7）。在捉拿蟾蜍时，注意勿挤压其两侧耳部突起的毒腺，以免毒液射到眼中。如实验时间较长，可破坏其脑和脊髓或麻醉后用大头针固定于蛙板上。依实验需要采取俯卧位或仰卧位固定。图2-8为观察舌、肠系膜血液循环状态的固定方法。