

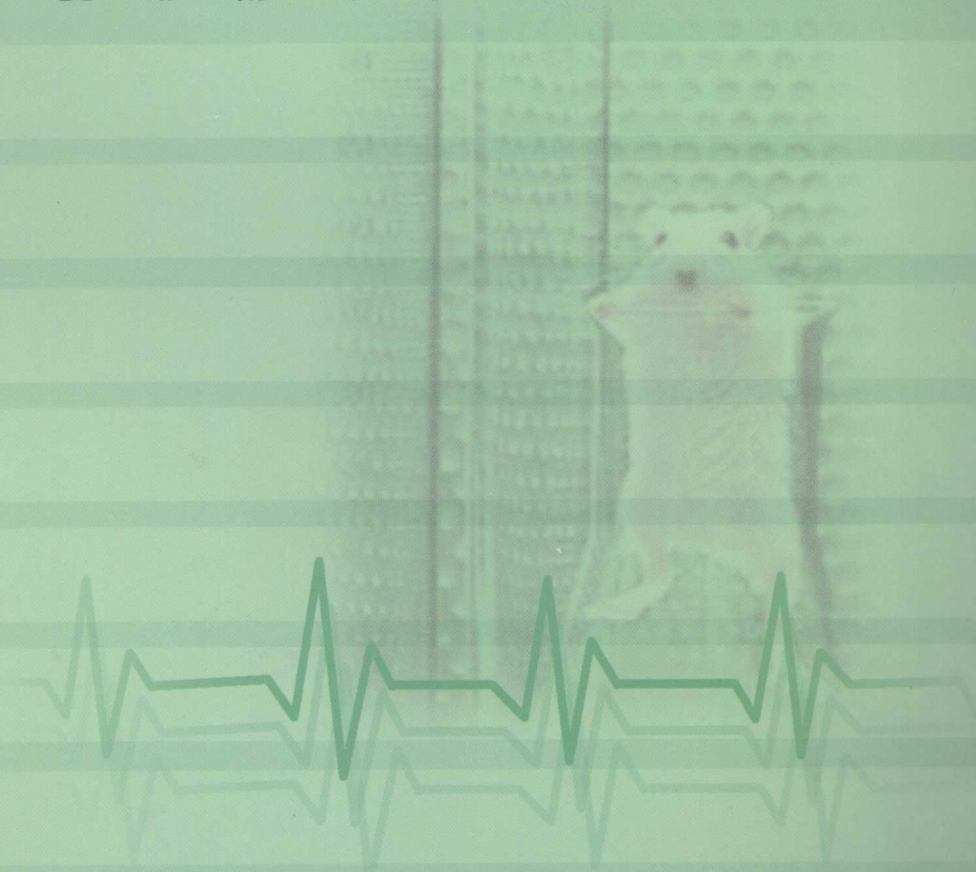
高等医药院校基础医学实验教材

机能实验学

JINENG SHIYANXUE

主编：金海燕

湖南科学技术出版社



高等医药院校基础医学实验教材

机能实验学

JINENG SHIYANXUE

主 编 金海燕

主 审 姜至胜

副主编 谢志忠 韩 伟

插 图 周太国

编 者 (以姓氏汉语拼音顺序排序)

陈 凯 陈临溪 冯大明 胡 弼 黄红林 韩 伟
郭紫芬 金海燕 廖端芳 雷建军 雷小勇 刘德平
罗其富 覃 丽 孙文清 苏 琦 涂 剑 庾勤慧
唐圣松 谢志忠 袁中华 杨永宗 杨君佑 周寿红
周太国 朱建思 郑 兴

湖 南 科 学 技 术 出 版 社

图书在版编目 (CIP) 数据

机能实验学/金海燕主编. —长沙: 湖南科学技术出版社, 2009. 4

ISBN 978-7-5357-5639-8

I. 机… II. 金… III. 实验医学—高等学校—教材
IV. R-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 038355 号

高等医药院校基础医学实验教材

机能实验学

主 编: 金海燕

责任编辑: 邹海心

出版发行: 湖南科学技术出版社

社 址: 长沙市湘雅路 276 号

<http://www.hnstp.com>

印 刷: 衡阳博艺印务有限责任公司

(印装质量问题请直接与本厂联系)

厂 址: 湖南省衡阳市黄茶岭光明路 21 号

邮 编: 421008

出版日期: 2009 年 4 月第 1 版第 1 次

开 本: 787mm×1092mm 1/16

印 张: 10.25

字 数: 251000

书 号: ISBN 978-7-5357-5639-8

定 价: 18.00 元

(版权所有·翻印必究)

内容简介

本教材是为理工科高等院校医学专业教学而编写的一本以机能实验理论与方法为主要内容的教科书。全书内容分为三部分：①机能实验基本理论知识与基本实验技能训练。主要介绍医学机能实验中实验动物的选择、常用器械和仪器的工作原理与使用方法、常用生理溶液的配制、动物实验的基本操作技能。②动物实验项目。根据器官与系统设置实验项目，将部分生理学、病理生理学和药理学三学科的单项实验进行了综合设计，使之相互融合，以利于培养学生综合分析问题和动手解决问题的能力。③设计性实验和研究性实验。介绍设计性实验和研究性实验的基本知识。本教材还编写了部分人类疾病的动物模型复制方法，为立志将来从事研究工作的学生和生理学、病理生理学以及药理学工作者提供参考。

目 录

第一篇 机能实验学的基本知识

第一章 绪论	(1)
第一节 机能实验学概述	(1)
第二节 机能实验学教学目的和要求	(2)
第三节 实验报告的撰写	(2)
第四节 机能实验学实验室守则	(3)
第二章 实验动物的基本知识	(4)
第一节 实验动物的选择原则	(4)
第二节 机能实验常用实验动物	(4)
第三节 实验动物健康状况判定, 年龄与性别辨认	(7)
第四节 实验动物的生理指标正常值	(9)
第五节 机能实验中的动物保护	(9)
第三章 机能实验常用的器械和仪器	(12)
第一节 常用手术器械	(12)
第二节 生物信号采集处理系统	(14)
第三节 医学图像分析系统	(22)
第四节 血气分析仪	(30)
第五节 电解质分析仪	(34)
第六节 分光光度计	(34)
第四章 机能实验常用生理溶液	(38)
第一节 常用生理溶液的成分及配制	(38)
第二节 机能实验常用溶液浓度的单位与稀释法	(39)
第五章 动物实验的基本方法与技术	(41)
第一节 实验动物的捉拿、固定和编号方法	(41)
第二节 实验动物的给药方法	(43)
第三节 实验动物的麻醉方法	(47)
第四节 实验动物用药剂量的计算方法	(50)
第五节 哺乳类动物实验常用手术方法	(53)
第六节 两栖类动物实验常用手术方法	(56)
第七节 实验动物的血压、呼吸检测及记录方法	(60)

第二篇 动物实验及病历讨论

第六章 感觉器官	(61)
第一节 声音的传导途径	(61)

第二节	视觉调节反射、瞳孔对光反射	(62)
第三节	视力、视野和生理盲点的测量	(63)
第四节	药物对家兔眼瞳孔的作用	(66)
第七章	电解质与酸碱平衡	(68)
第一节	实验性家兔高钾血症及其治疗	(68)
第二节	实验性家兔酸碱平衡紊乱及其治疗	(69)
第八章	血液系统	(72)
第一节	家兔的体外血凝、促凝和抗凝	(72)
第二节	家兔急性弥散性血管内凝血	(73)
第九章	循环系统	(76)
第一节	电解质及药物对离体心脏活动的影响	(76)
第二节	急性犬失血性休克及其救治	(79)
第三节	药物的量效关系与竞争性拮抗	(81)
第十章	呼吸系统	(83)
第一节	缺氧	(83)
第二节	呼吸运动的调节	(85)
第三节	实验性急性气胸和胸腔积液及其治疗	(87)
第十一章	消化系统	(90)
第一节	离体小肠平滑肌的生理特性	(90)
第二节	肝脏功能状态对药物效应的影响	(92)
第三节	氨与肝性脑病及实验治疗	(93)
第十二章	泌尿系统	(95)
第一节	尿液生成的影响因素及药物作用	(95)
第二节	急性中毒性肾功能不全	(97)
第三节	肾脏功能状态对药物效应的影响	(99)
第十三章	神经系统	(101)
第一节	神经干动作电位及其传导速度的测定	(101)
第二节	主动脉神经放电与动脉血压的调节	(103)
第三节	香烟的毒性作用	(105)
第四节	有机磷酸酯类的中毒与解救	(106)
第五节	药物的镇痛作用	(109)
第六节	药物对抗中枢兴奋药惊厥的作用	(111)
第十四章	内分泌系统	(113)
第一节	糖皮质激素的抗炎作用	(113)
第十五章	临床前药物试验	(115)
第一节	药物半数致死量 (LD ₅₀) 的测定	(115)
第二节	不同给药途径对药物效应的影响	(116)
第三节	磺胺类血浆药物浓度半衰期测定	(118)
第十六章	人类疾病动物模型复制	(122)
第一节	概述	(122)

第二节	动脉粥样硬化动物模型	(122)
第三节	糖尿病动物模型	(125)
第四节	心、脑缺血-再灌注损伤动物模型	(128)
第五节	胃癌实验动物模型	(132)
第六节	肝纤维化动物模型	(134)
第七节	呼吸衰竭动物模型	(137)
第八节	多器官功能障碍综合征动物模型	(138)
第十七章	扩展性（设计性）实验	(143)
第十八章	病例讨论	(145)
第一节	病例一	(145)
第二节	病例二	(146)
第三节	病例三	(147)
第四节	病例四	(148)
第五节	病例五	(149)

第三篇 研究性实验

第十九章	医学科学研究性实验设计的基本原理和方法	(151)
第一节	医学科学研究的基本要素	(151)
第二节	实验设计的基本原则	(152)
第三节	科技论文的撰写	(153)
第四节	科学研究程序与探索性实验	(155)

第一篇 机能实验学的基本知识

第一章 绪论

第一节 机能实验学概述

生理学、病理生理学和药理学三学科的理论教学内容紧密相关，其基本理论一脉相承，互相渗透，而实验研究与实验教学使用的方法和仪器设备大多相互通用。在传统医学教学模式下，虽然理论教学内容紧密相关，但学科界限明显，各自拥有教学实验室和相对独立的实验内容，难以满足承先启后与融会贯通的教学要求，不利于培养学生综合分析问题的能力和创新思维。近年来，各医学院校对传统的医学实验教学模式进行改革，将生理学、病理生理学和药理学实验室合并为实验中心，实行实验教学环境、人员、仪器设备等资源的整合、共享及合理配置。在三门学科的理论和技术方法的支撑下，统一安排课程，交叉融合实验内容，创立了一门新的课程体系《机能实验学》。

《机能实验学》是一门实践性很强的课程，继承并发展了生理学、药理学和病理生理学实验课程的核心内容，并且更加强化学科之间的承上启下与交叉融合，更加重视新技术和新方法的应用，要求学生在学习中，理论联系实际，大胆实践操作和积极思考。在对学生进行系统、规范的实验技能培养的同时，机能实验学也更加注重学生综合分析问题的能力、动手解决问题的能力、和创新能力的培养。

《机能实验学》课程主要由三部分内容构成：①机能实验基本理论知识和基本实验技术与方法。主要介绍医学机能实验中实验动物的选择、常用器械和仪器的工作原理与使用方法、常用生理溶液的配制、动物实验的基本操作技术。②动物实验项目。本教材在这部分内容的编写中，根据器官与系统设置实验项目，将部分生理学、病理生理学和药理学三个学科的单项目实验进行了综合设计，使之相互融合，在一项实验中可观察到实验动物的生理学、病理生理学变化和药物的作用，以利于培养学生综合分析问题和动手解决问题的能力。③扩展性实验（设计性实验）和研究性实验。介绍设计性实验和研究性实验的基本知识。本教材还编写了部分人类疾病的动物模型复制方法，以培养学生的自学能力和创新精神，并为立志将来从事研究工作的学生和生理学、病理生理学以及药理学工作者提供参考。

根据认知规律，在教学进度与教学内容的安排上，可将《机能实验学》教学分为三个阶段进行：

第一阶段：机能实验基本理论知识与基本技能训练阶段。学习有关实验动物的基本知识，机能实验常用仪器的结构和使用常识，课堂训练动物的捉拿、固定、编号、麻醉、常用手术方法和生命信息检测及记录方法。

第二阶段：综合实验阶段。进行比较复杂的、多实验项目的综合性实验，进一步强化实

验操作技能，熟悉机能实验方法。培养学生观察记录实验结果及整理实验数据的能力，但重点是对实验结果进行科学的分析与推理，得出科学的实验结论。这一实验阶段中，还可进行部分临床病例讨论，为学习后续临床课程以及进行临床医学实践打基础。

第三阶段：扩展性实验和研究性实验阶段。所谓“扩展性实验”，是指在综合性实验基础上，由学生在实验中自主设计或增加观察指标、致病因素、药物剂量和药物种类，以此获取更多实验现象，提高实验的复杂程度和分析难度。例如，在《急性犬失血性休克及救治》这一综合性实验基础上，学生可以增加中心静脉压、肺动脉楔压或心室内压测定，可以注射内毒素或创伤动物，也可给予不同剂量的各种血管活性药物进行比较治疗。所谓“研究性实验”，其严格的概念是：“探索科学未知的实验”或“科学研究实验”。在第三阶段实验教学中，由学生独立完成自主设计扩展的综合性实验，有条件的学生，可在教师的指导下，选择课题，进行研究性实验。

第二节 机能实验学教学目的和要求

1. 掌握机能实验学的基本理论和基本实验技能，熟悉机能实验常用仪器设备的正确使用和基本维护。
2. 重视实验课程，培养认真操作，仔细观察，准确记录，正确分析结果的科学作风，写出符合科学标准规范的实验报告。
3. 提高自学、独立工作、分析问题和解决问题的能力，为临床学习和工作打好基础。
4. 自主培养求知和探索的欲望，强化创新意识。
5. 在本课程结束时，应圆满完成教学大纲规定的学习任务。

第三节 实验报告的撰写

实验报告是学生完成实验后对实验进行的文字总结，学生应以实事求是的科学态度撰写实验报告，其主要内容包括以下几个方面：

1. 一般情况介绍

实验者姓名、年级、班组（或第几实验室）、实验分组、实验日期（年、月、日）、天气（阴或晴）、实验室温度和湿度。

2. 实验名称

例如：实验性家兔高钾血症及其治疗、急性失血性休克及其救治、急性弥散性血管内凝血等均为具体的实验名称。

3. 实验目的

实验内容不同其目的和要求也不同，主要包括以下内容：①实验类型；②用何种动物、方法及实验技术复制实验动物模型；③观察指标或项目；④实验预期目的。

4. 实验动物

对实验动物的描述应包括种属、名称、性别、体重、健康状况。

5. 药品与器材

实验中使用的药品名称和仪器设备名称（实验教材中已有规定，不必重述。如果实验中临时变更，可作说明）。

6. 观察指标

教材中已有规定，不必重述。如有变更，可作说明。

7. 实验方法与步骤

应简明扼要叙述主要实验方法、实验技术和操作顺序（实验步骤），不要一字不漏照教材抄写。

8. 实验结果

实验结果是实验报告中最重要的部分。根据实验目的，将实验过程中对观察到的现象所作原始记录（包括笔记、图画、仪器输出的打印结果）进行归类、条理化、系统化整理和计算处理。不可仅凭记忆描写实验结果。实验结果表达方式有三种：

（1）叙述式：对观察到的实验现象客观地用文字加以描述，要有时间和顺序上的先后层次，不可使用也许、可能、似乎、大概、好像等不确定性词语。

（2）表格式：对实验获得的数据归类列表，能清楚地反映观察现象的差异，有利于相互比较，表格应有表题和计量单位。

（3）简图式：两种或两种以上的实验现象之间的对应关系可用直线图或曲线图表示，归类数据也可用直方图、比例图表示。

三种方式并用，有利于对实验结果的分析与讨论。

9. 实验结果分析与讨论

实验结果分析与讨论是应用所学理论知识解释实验中观察到的实验现象和结果，要重点说明因果关系、一般性规律与特殊性规律之间的关系，同时，对本次实验存在的问题与不足以及实验中出现的“异常现象”加以分析。不可凭空想象或漫无边际地做文章。

10. 实验结论

实验结论是根据实验结果揭示的事实回答实验提出的问题，应简明扼要、高度概括、符合逻辑。

第四节 机能实验学实验室守则

1. 学生进入实验室，必须整齐穿戴白大衣，保持高度的组织性和纪律性，保持实验室的清静，服从实验中心管理人员的管理与监督。

2. 学生实验前必须认真预习实验指导，明确实验内容、实验目的、实验原理、基本操作规程、技术要求以及注意事项。

3. 实验过程中服从安排，合理分工和分配时间，严格按实验步骤顺序进行操作，仔细观察实验现象，正确收集整理实验信息与结果，中途不得擅自离开实验室，保证实验质量。

4. 正确使用仪器设备，严格按仪器操作规程进行操作。使用精密仪器时只能调用当次实验有关的程序，不得它用。如因违规操作造成实验结果延误或失败，则应追究当事人责任，如损坏仪器，除赔偿经济损失外还予酌情罚款处理。

5. 虚心听取带教老师的指导，遵守实验室安全规则。如发生意外事故应立即报告以便及时处理。

6. 爱护公物，严禁随意蹬踏桌椅和墙面。不得将实验仪器设备、器材、动物等带出实验室。违规者按有关规定予以处罚。

7. 实验完毕时，认真清洗器皿、整理仪器、清点器械、打扫卫生，关闭水龙头，切断电源，经指导老师检查许可后方可离开。

8. 根据要求，认真书写实验报告，按时交放实验报告柜以便教师批阅。

（金海燕）

第二章 实验动物的基本知识

在机能实验学的教学和科研实验中,无论是急性动物实验,还是慢性动物实验,首先要考虑的问题是正确地选择合适的实验动物,这是决定实验成功与否的关键。

第一节 实验动物的选择原则

从理论上讲,绝大部分哺乳类动物和两栖类动物都能用于医学实验,但不同类型的实验有不同的实验目的和要求,因此,不能根据实验者个人的喜好随意选择一种动物进行某一项实验。应该针对实验目的和要求,结合各种实验动物生物学特性和解剖生理特征,根据以下原则进行实验动物选择。

(1) 易获性原则 小型啮齿类动物具有多胎性、繁殖周期短、易于饲养的特点,因此,方便大量采购,多用于教学实验;而一些不具有多胎性,繁殖周期长的动物,如灵长类动物、受国家保护的稀有品种动物,则不宜用于机能教学实验和科研实验。

(2) 经济性原则 猪、羊等家畜也具有多胎性、繁殖周期短、易于饲养的特点,但体型大、采购成本高,通常很少用于机能教学实验和科研实验。

(3) 可控性原则 有些动物,尤其是大体型犬科动物,具有较强的攻击性,容易对没有防护经验的实验者(学生)造成伤害,甚至传播疾病,一般教学实验不宜选择。如有特殊实验要求,应选择小体型犬科动物,由专业人员缚捉与麻醉。

(4) 相似性原则 根据实验目的和要求,机能实验需选择与人体功能、代谢、结构及疾病特点具有相似性的动物,否则,将影响实验结果。如研究皮肤散热功能就不能选择无皮肤汗腺的犬类动物,研究基础代谢功能就不能选择基础代谢与人类不具有相似性的两栖类动物。

(5) 重复性和均一性原则 为保证实验结果可重复再现以及实验结果的稳定性和可靠性,应选用标准化实验动物,排除因遗传上的不均质引起的个体反应差异和动物所携带微生物、寄生虫及潜在疾病对实验结果的影响。

第二节 机能实验常用实验动物

根据上述选择原则,机能学教学实验中常用动物包括:①狗、猫、兔、豚鼠、大白鼠和小白鼠等哺乳动物;②蟾蜍、青蛙等两栖动物。

(一) 犬(Dog, *Canis familiaris*)

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,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。犬的这些解剖生理特点,使其适用于循环、泌尿、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、弥散性血管内凝血(DIC)、心律失常、肺动脉高压、肝淤血、实验性腹

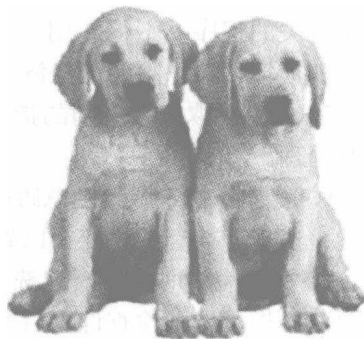


图 2-1 犬

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。犬对手术的耐受性较强，体型大，常用于做许多其他小型实验动物不能耐受的手术，例如：胃痿、巴甫洛夫小胃、肠痿、膀胱痿、胆囊痿和颈动脉桥等。待犬从这些手术创伤中恢复，再复制胃炎、肾炎、肠炎、肝炎或高血压等病理模型，以观察相应器官的功能代谢变化。

（二）家兔（Rabbit, *Oryctolagus cuniculus*）

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主要有三种：

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青紫兰兔（山羊青兔或金基拉兔）：毛色银灰，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，当品系退化淘汰后，也用于机能教学实验。

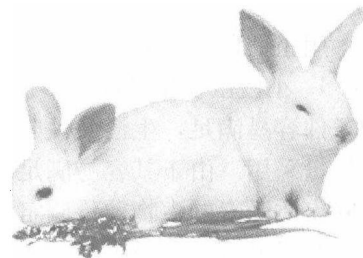


图 2-2 家兔

家兔性情温驯，多胎且便于大量繁殖，容易获得，是机能教学实验中最常用的实验动物。其颈部迷走神经、交感神经和主动脉神经（又称减压神经）各自成束，这些解剖特点使其成为血压的神经体液性调节和减压神经的传入性放电观察最适宜的动物。此外，家兔还适用于呼吸、泌尿、生殖、神经、感官、血液和循环系统的实验。

家兔可用于复制各种病理模型，如水肿、炎症、电解质代谢紊乱、酸碱平衡紊乱、失血、失血性休克、DIC、肺癌、动脉粥样硬化、高脂血症、心律失常、慢性肺源性心脏病、慢性肺动脉高压、肺水肿、肝炎、胆管炎、阻塞性黄疸、肾性高血压、肾小球性肾炎、急性中毒性肾功能不全等。

（三）大白鼠（Rat, *Rattus norvegicus*）

大白鼠属哺乳纲、啮齿目、鼠科、大鼠属，喜啃咬，具有一定的攻击性。机能实验教学中属小体型动物，可用于复制病理模型，如水肿、炎症、缺氧、休克、DIC、胆固醇肉芽肿、心肌梗死、肝炎、肾性高血压、各种肿瘤等。用大白鼠复制病理模型，较其他实验动物有以下特点：



图 2-3 大白鼠

1. 大白鼠和小白鼠相似，多胎且便于大量繁殖，对实验要求同种、纯种、同性别和同年龄的条件比较容易满足，生活条件也容易控制，当实验需要用大量动物而小白鼠不能满足实验要求时，应首选大白鼠，如不对称亚硝胺口服或胃肠道外给药，能诱发大白鼠食管癌，而在小白鼠则很少引起食管癌，因此，在这种情况下，采用大白鼠较为合适。

2. 大白鼠较小白鼠体积大，便于实验操作。例如：可用于直接记录血压，其血压反应较家兔好，可用于研究休克、DIC 时血液循环的变化，后肢可用作肢体血管灌流实验，心脏可用作离体心脏实验，从大白鼠胸导管采取淋巴，研究疾病时淋巴的变化。

3. 大白鼠无胆囊，因此，常用大白鼠胆管收集胆汁，研究疾病时胆汁分泌功能。

4. 大白鼠的垂体-肾上腺系统功能很发达，常用作应激反应和肾上腺、垂体等内分泌功能实验。大白鼠的高级神经活动发达，因此，也广泛用于神经官能症的研究。

(四) 小白鼠 (Mouse, *Mus musculus*)

小白鼠属哺乳纲、啮齿目、鼠科、小鼠属，是机能实验教学中使用的最小鼠属动物，也能用于复制病理模型，如水肿、炎症、缺氧、多种癌、肉瘤、白血病、多种传染病、慢性气管炎、心室纤颤等。

用小白鼠复制病理模型，较用其他实验动物具有以下主要特点：

1. 小白鼠价格低廉，多胎且便于大量繁殖，对实验要求同种、纯种、同性别和同年龄的条件容易满足，生活条件容易控制，所需饲养和占用空间小。因此，只要符合实验要求，应尽量采用。由于其容易满足统计学的要求，适合于需要大量动物的实验，如胰岛素、促肾上腺皮质激素的生物效价测定，药物和毒物半致死量的测定。

2. 小白鼠对许多疾病有易感性，因而适用于研究这类疾病，如血吸虫病、疟疾、流行性感、脑炎等疾病。小白鼠的纯种品系甚多，每系有其独特的生物特性，对某些疾病易患，例如，C3HA 系对肿瘤敏感，C58 系则抗癌，广泛应用于各种肿瘤的研究，C57 系对动脉粥样硬化敏感，因此，常用于研究动脉粥样硬化。

3. 当进行组织学研究时，特别是电子显微镜观察时，小白鼠器官较小，可节约试剂和药品，如可用于研究慢性气管炎时肺组织的病理变化。

4. 小白鼠具有发达的神经系统，可用于复制神经官能症模型。

5. 小白鼠对外界环境适应性差，比较娇嫩，经不起饥饱，不耐冷热，因此，做实验时要耐心细致，动作要轻，以免影响实验结果。

(五) 豚鼠 (Guinea pig, *Cavia porcellus*)

豚鼠属哺乳纲、啮齿目、豚鼠科、豚鼠属，又名天竺鼠、荷兰猪、海猪。体型介于家兔与大鼠之间，属小型实验动物。多胎、便于大量繁殖，性情温驯、喜群居，嗅觉、听觉发达。可用于复制水肿、休克、炎症、心律失常、传导阻滞等病理模型。



图 2-4 豚鼠

用豚鼠复制病理模型，较用其他实验动物具有以下主要特点：

1. 过敏反应灵敏，给其注射马血清，很容易复制出过敏性休克模型。常用实验动物接受致敏物质的反应程度依次为：豚鼠>兔>犬>小鼠>猫>蛙。

2. 听觉系统发达，耳蜗对声波变化敏感，有利于观察耳蜗微音器电位和听神经动作电位的特征及关系。

3. 可复制典型急性肺水肿的动物模型。

4. 由于豚鼠抗缺氧能力强（比小鼠强 4 倍，比大鼠强 2 倍），不适于各类缺氧性实验。

(六) 青蛙 (*Rana nigromaculata*) 和蟾蜍 (*Bufo bufo gargarizans*)

青蛙和蟾蜍属两栖纲、无尾目、蛙科和蟾蜍科，其心脏在离体情况下，能有节奏地搏动很长时间，因此，常用于研究心脏生理功能和某些致病因素、药物对心脏功能的影响。蛙类的腓肠肌和坐骨神经，可用来观察外周神经的生理功能、有害因子对周围神经肌肉或神经肌肉接头的作用。肠系膜和舌可用来观察炎症时的微循环变化。蛙的腹直肌可用于胆碱能物质的生物测定。

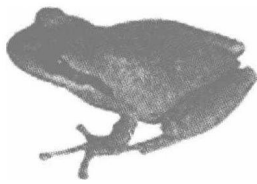


图 2-5 青蛙



图 2-6 蟾蜍

第三节 实验动物健康状况判定，年龄与性别辨认

动物年龄、性别、健康状况及个体差异对实验结果往往有直接影响，不同实验对这些条件有具体的要求。一般来说，最好做到性别相同、年龄一致或接近、个体状态大致相同的健康活泼动物作为实验对象，随机分配到实验组和对照组。

(一) 哺乳类动物健康的一般判定法

1. 一般状态：体格发育良好，喜活动、喜吃食，眼睛有神，反应灵活。
2. 毛发：皮毛柔软而有光泽，无脱毛或毛发蓬乱现象。
3. 腹部：不膨大、无腹泻（肛门周围无稀便或分泌物污染）。
4. 其他：瞳孔清晰，结膜不充血，鼻端湿而凉，皮肤无破伤、感染等。

(二) 动物年龄的判断

不同的实验对动物年龄有不同的要求，一般情况下，常采用发育成熟的青壮年动物。实验动物只有记录出生日期，才能准确计算其年龄。一般可根据动物的某些生理特征和体重判定它们的大致年龄。

1. 犬

表 2-1 犬的年龄与牙齿特点的关系

年 龄	牙齿特点	年 龄	牙齿特点
2~3 周	仅有乳齿	2 岁	下切齿尖锐端消失，牙白色
2~6 个月	有切齿及犬齿	3 岁	中切齿尖锐端消失，牙白色
5~8 个月	生白齿并换恒齿	4 岁	上切齿尖锐端消失
8 个月以后	全部恒齿长成	5 岁	上中齿发黄
1 岁	牙齿生齐，纯白光泽		

2. 兔

表 2-2 青紫蓝兔年龄与体重的关系

年龄 (天)	雄性体重 (g)	雌性体重 (g)	年龄 (天)	雄性体重 (g)	雌性体重 (g)
初生	46~50	43~48	120	2 100~2 300	1 700~2 000
20	170~200	153~180	150	2 855~3 000	2 100~2 500
45	620~700	570~650	180	3 150~3 500	2 900~3 100
50	820~950	790~900			

表 2-3

大耳白兔年龄与体重的关系

年龄 (天)	雄性体重 (g)	雌性体重 (g)	年龄 (天)	雄性体重 (g)	雌性体重 (g)
30	530	530	210	3 200	3 510
60	1 180	1 170	210	3 400	3 990
90	1 710	1 790	270	3 500	4 240
120	2 380	2 370	300	3 630	4 380
150	2 880	2 880	830	3 660	4 460
180	2 890	3 150	360	3 730	4 550

3. 大白鼠

表 2-4

大白鼠年龄与体重的关系

年龄 (天)	体重 (g)	年龄 (天)	体重 (g)
20	18	140	216
40	40	160	228
60	80	180	240
80	130	200	250
100	165	320	260
120	195		

4. 小白鼠

表 2-5

小白鼠年龄与体重的关系

年龄 (天)	体重 (g)	年龄 (天)	体重 (g)
10	4	70	25
20	8	80	27
30	14	90	28
40	18	100	30
50	22	120	31
60	24		

5. 豚鼠

表 2-6

豚鼠体重与年龄的关系

年龄 (天)	体重 (g)	年龄 (天)	体重 (g)
初生	60~80	60	240~330
7	100~120	90	330~400
20	150~200	120	400~470
30	170~220	180	520~600

(三) 性别

性别对一些实验的影响不大,可以雌雄搭配或各半,混合应用。但另一些实验,性别对于实验结果有影响,如骨折愈合受雌鼠动情期影响,因此,疾病模型宜选用雄鼠。

1. 哺乳类动物

表 2-7

哺乳类动物性别的辨认方法

性 别	雄	雌
体 型	体大，躯干前部较发达	体小，躯干后部较发达
性 征	拨开生殖孔有性器官突起，有时明显可见睾丸	乳头较明显
其 他	肛门和外生殖器距离较远	肛门和外生殖器距离较近

2. 蟾蜍的性别辨认 用右手拇指及示指夹皮肤提起时，雄的通常会发出叫声，而雌的不会叫。另外，可观察动物前趾蹼上是否有棕黑色的小突起（常分布在拇指和示指的蹼上），如有则为雄，没有则为雌。提起动物时，前肢作拥抱状则为雄，前肢呈伸直状则为雌。

第四节 实验动物的生理指标正常值

常用实验动物的血压、心率、心搏出量及呼吸频率正常值见表 2-8。

表 2-8

常用实验动物血压、心率、心搏出量及呼吸频率正常值

动物种类	动脉血压 (mmHg)		心率 (次/min)	心搏出量 (L/min)	呼吸频率
	收缩压	舒张压			
狗	112 (95~136)	56 (43~66)	120 (100~130)	2.3	18 (11~37)
兔	110 (95~130)	80 (60~90)	205 (123~304)	0.23	51 (38~60)
猫	120	75	116 (110~140)	0.33	25 (20~30)
豚鼠	77 (28~140)	47 (16~90)	280 (260~400)	90 (69~104)	
大白鼠	98 (82~120)	69 (43~108)	328 (216~600)	0.047	85 (66~114)
小白鼠	111 (95~138)	81 (67~90)	600 (328~780)	163 (80~230)	

第五节 机能实验中的动物保护

(一) 概述

机能实验必须使用动物，实验过程中将给动物造成巨大的痛苦和不安或剥夺其生存权利，这似乎与善待动物和保护动物的伦理观念相矛盾。人类如何对待动物的伦理学争论是从 18 世纪兴起的，由于不同国家和民族的文化背景、宗教信仰不同，人们对待动物的态度也千差万别，但基本的主流观点是：“动物因为有感觉和有趣的生活着而应当有正常的地位，人类应该尊重所有的生命。”从这一基本观点出发，形成了两种对待动物的伦理倾向，即极端的“动物保护主义”和温和的“3R”原则。

极端的“动物保护主义”认为，人类无权使用动物进行痛苦的或无痛的实验，无论实验本身对人类或动物有多大益处，一律不允许。据此理念，从 20 世纪 70 年代起，某些国家的激进动物保护主义组织打着人道主义的旗帜，频繁聚众围攻肉类食品公司、医学研究机构、高校实验室和教室，放走动物、捣毁设备、焚烧资料。这一系列的举动对肉类食品生产、生物医学研究和教学秩序造成的强烈冲击和破坏，使许多对人类或动物有益的工作陷于停顿，因此，极端的“动物保护主义”不利于人类社会的发展和进步。

比较理性的动物保护主义者从人类和动物的最高利益为出发点思考动物保护问题，主张进行对人类或动物有益的实验，同时，又要合理保护动物，以避免不必要的痛苦、不安和死亡。1959 年 W. M. S. Russell 和 R. L. Burch 提出“3R”原则就是这种理性思考的结果。所谓“3R”，即 Replacement（代替）、Reduction（减少）和 Refinement（优化），其基本思想

是尽可能采用其他手段代替实验动物，减少实验动物使用量，设法改进动物实验方法以减轻动物疼痛和不安。如今，“3R”原则已被广泛接受并努力付诸实施。

（二）保护实验动物的“3R”原则及其实施现状

1. 代替 实验动物替代物的研究从20世纪60年代起步，至今已取得了多方面的进步，例如：

（1）用低等动物代替高等动物，如用果蝇作遗传学研究和应激反应研究，用两栖类动物代替哺乳动物研究心脏功能。

（2）用体外培养器官、组织和细胞代替实验动物，如用体外培养的血管内皮细胞和平滑肌细胞代替活体动物研究动脉粥样硬化，用鸡胚培养病毒。

（3）用免疫学方法代替动物，如用高效单克隆抗体搜寻抗原鉴定病毒的存在，以代替用小鼠接种的方法。

（4）计算机仿真、模拟动物实验。

替代物研究的最新范例是我国用仿真宇航员代替犬和大猩猩进行有风险的太空飞行实验。

2. 减少 为尽量减少实验动物的使用，主要采取如下措施：

（1）用低等动物代替高等动物，减少高等动物的使用量。

（2）使用高质量动物，以质量取代数量。如使用遗传质量高度均一的“近交系”动物。

（3）合用动物。鼓励不同学科的研究人员尽可能地合用同一批动物进行实验研究或分别取各自所需的组织与器官。

（4）改进实验设计与统计方法。如有人用同胎、同性别的牛犊研究饲料对乳脂量的影响，仅需两头牛，一头做对照，一头作实验，所获实验结果与用110头的结果相似。

3. 优化 可通过以下改进动物实验方法和实验技术手段的方式减少动物的痛苦、不安和死亡：

（1）使用微创技术。可将临床上常用的微创手术方法移植到动物实验，如采用内镜或导管从动物体内取样检查组织病变情况，以避免解剖动物取样。在不造成动物严重创伤的情况下，可重复取样，既减少了动物使用量，又能保证研究的持续性和重复性。

（2）使用微量分析技术。微量分析技术需要的样品少，可对动物反复多次取样，而又不使动物因过多丧失体液或血液产生痛苦或不安。

（3）改进麻醉方法。虽然实验前对动物进行了麻醉，但在较长时间的实验过程中还应及时合理地补充麻醉药或镇静药，以减轻动物的痛苦与不安。

（4）施行安乐死术。实验结束后，动物难以存活而必须处死时，应施行安乐死术，以尽人道主义责任。不可将动物弃之不管，任其痛苦地自然死亡或用粗鲁的手段宰杀。

（三）在机能实验过程中学生应如何保护动物

国务院1988年批准由国家科学技术委员会颁发的《实验动物管理条例》第六章第二十九条规定：“对实验动物必须爱护，不得戏弄或虐待”。1998年由卫生部颁发的《医学实验动物管理实施细则》第三章第十六条规定：“进行各种动物实验时，应当按动物实验技术要求进行。要善待动物，手术时进行必要的无痛麻醉”。

本实验室根据上述国家法规的基本精神，制定如下动物保护守则：

（1）实验前不得以恶作剧的形式戏弄或虐待动物，如拔除须毛、提拉耳朵、倒提尾巴或后肢、以锐器伤害动物身体和皮毛。