

药理学及毒理学实验指导

主编 栾云鹏 李琳

高等教育出版社

药理学及毒理学实验指导

主 编 栾云鹏 (西南林业大学)

李 琳 (南方医科大学)

副主编 曹 涌 (西南林业大学)

吕天雯 (西南林业大学)

李艳梅 (西南林业大学)

何 德 (西南林业大学)

编 者

刘莉莉 (西南林业大学)

蔡 铮 (南方医科大学)

毛德昌 (西南林业大学)

李素华 (西南林业大学)

苟小军 (上海中医药大学附属曙光医院)

吴施国 (云南中医学院)

云 宇 (昆明医科大学)

吴培福 (西南林业大学)

贾 璐 (西南林业大学)

邹婷婷 (北京工商大学)

栾云祺 (莫斯科国立罗蒙诺索夫大学)

鲁双军 (宁波市北仑区人民医院)

郝祎卓 (大连市第六人民医院)

石 琳 (北京大学人民医院)

王艳梅 (庆安县中医医院)

郭盘江 (西南林业大学)

郭小兵 (昆明医科大学)

栾 艳 (昆明医科大学)

高等教育出版社·北京

内容简介

本书是为化学生物学、医学、药学等专业本科生提供的实验指导类教材。教材分为基础篇、药理学、毒理学实验,及生物统计三部分。基础篇介绍了常用实验动物及其基本操作、分组与标记方法、给药途径和方法、血液样本采集方法、处死方法和实验废弃物处理。药理学、毒理学实验主要介绍了12个药理学实验、9个毒理学实验和5个综合性实验,适用于相关专业本科生药理学及毒理学基本实验技能的训练。生物统计一篇介绍了常用的6种生物统计学方法。

本书内容全面、实用性强,在强化基础训练的基础上,延伸综合性实验的教学内容,既有广度又有深度,有利于夯实本科生的实践能力。本书可作为高等院校本科生实验教材使用,也可作为相关教学和科研人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

药理学及毒理学实验指导 / 栾云鹏, 李琳主编. -- 北京: 高等教育出版社, 2018.7

ISBN 978-7-04-049723-6

I. ①药… II. ①栾… ②李… III. ①药理学-实验-高等学校-教材 ②毒理学-实验-高等学校-教材
IV. ①R965.2 ②R99-33

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第126033号

Yaolixue yu Dulixue Shiyan Zhidao

策划编辑 李光跃
责任印制 毛斯璐

责任编辑 高新景

特约编辑 郝真真

封面设计 王鹏

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街4号
邮政编码 100120
印 刷 三河市华骏印务包装有限公司
开 本 850 mm×1168 mm 1/16
印 张 7.75
字 数 180千字
购书热线 010-58581118
咨询电话 400-810-0598

网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.hepmall.com.cn>
<http://www.hepmall.com>
<http://www.hepmall.cn>
版 次 2018年7月第1版
印 次 2018年7月第1次印刷
定 价 18.00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 49723-00

前言

药理学及毒理学实验技术在培养化学生物学、医学、药学等相关专业学生的科研和创新能力上起着基础性的指导作用。药理学 (pharmacology) 是为阐明药物作用、改善药物质量、提高药物疗效、防治不良反应提供理论依据。其研究方法是实验性的, 为新药开发、药物新用途的发现等提供可靠的实验资料。毒理学 (toxicology) 是研究外源因素 (化学、物理、生物因素) 对生物系统的有害作用的一门应用学科。主要应用生理学、药理学、生物学、生物化学和病理学等基础学科的理论和技术, 通过动物实验、临床观察和流行病学调查等方法, 研究外来物质的吸收、分布、代谢和排泄、毒性作用等。该学科对人民身体健康的保障、各种安全性的评价和卫生标准的制定提供科学依据。毒理学与药理学密切相关, 目前已发展成为具有一定基础理论和实验手段的独立学科。

全书分 3 个部分, 第一部分为基础篇, 主要介绍常用实验动物及其基本操作、分组与标记方法、给药途径和方法、血液样本采集方法、处死方法和实验废弃物处理。第二部分为药理学、毒理学实验, 其内容涉及本课程基础知识和综合性知识, 包含基础药理学实验 12 个、基础毒理学实验 9 个和综合性实验 5 个。第三部分为生物统计篇, 系统地介绍了药理学及毒理学实验中常用的 6 种生物统计分析方法。本书内容全面, 实用性强, 在强化基础训练的同时, 延伸综合性实验技能指导, 有利于夯实本科生的实践能力, 为高等院校化学生物学、医学、药学等专业本科生提供系统的实验指导类教材。

在本教材的编写过程中, 得到了多所高等院校学者和教师的大力支持, 在此对他们表示衷心的感谢。特别感谢云南师范大学王政昆教授在此教材编写过程中给予的热忱帮助。

由于编者专业范围和知识水平有限, 教材中不足之处在所难免, 恳请广大师生和读者提出宝贵意见, 以便进一步修订和完善。

人类几千年来都在与各种各样的疾病做斗争, 一代又一代。在较量的过程中病原体靠的是盲目的运气, 而科学家则不然。雨后昆明的早晨鸟儿在悦耳的鸣叫, 祝愿莘莘学子们学有所成!

编 者

2018 年 5 月于云南昆明

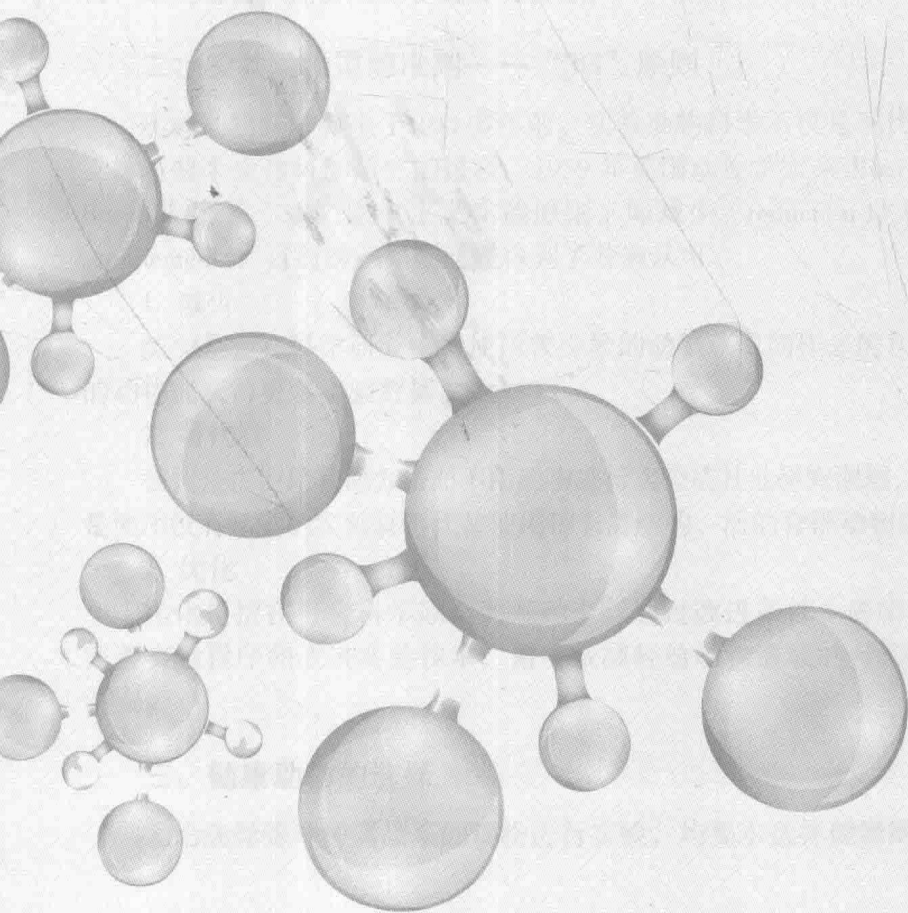
目 录

第一篇 基础篇	1
第一章 实验动物介绍	3
第二章 常用实验动物及基本操作	5
第一节 小鼠	5
第二节 大鼠	6
第三节 豚鼠	7
第四节 兔	8
第五节 犬	9
第六节 树鼩	10
第七节 非人灵长类动物	11
第八节 实验动物性别辨认	11
第三章 实验动物的分组与标记方法	13
第一节 实验动物分组方法	13
第二节 实验动物标记方法	15
第四章 实验动物给药途径和方法	16
第五章 实验动物血液样本采集	20
第六章 实验动物处死方法及实验废物处理	23
第一节 实验动物处死方法	23
第二节 实验废弃物处理	24
第二篇 药理学、毒理学实验	25
第七章 药理学实验	27
实验一 药理学实验动物操作的基本技能	27
实验二 不同给药途径对药物作用的影响	27
实验三 药物在不同pH条件下的吸收与药物作用的关系	29
实验四 全血水杨酸二室模型药物代谢动力学参数测定	30
实验五 肝肾功能对药物作用的影响	32
I 肝损害对药物作用的影响	32
II 肾功能对药物作用的影响	33

实验六	药物的镇痛实验(扭体法)	34
实验七	药物的抗惊厥作用	36
实验八	利多卡因对抗氯化钡引起的心律失常实验	37
实验九	有机磷酸酯类中毒及解救	39
实验十	槲皮素抗炎实验	40
实验十一	小檗碱抗菌实验	42
实验十二	阿司匹林解热实验	43
第八章	毒理学实验	46
实验一	毒理学实验动物基本操作技能	46
实验二	用代谢笼测定动物的能量收支	47
实验三	动物染毒途径和方法	50
I	经口染毒	51
II	皮肤刺激实验	52
III	呼吸道染毒	54
实验四	实验动物生物样品的采集及解剖	56
实验五	链霉素毒性实验	57
实验六	二甲基胍对便秘模型小鼠的影响	58
实验七	食品添加剂对小鼠毒理学影响	59
实验八	生态效率的测定	60
实验九	水质分析	64
第九章	综合实验	69
实验一	Hoechst33342和PI双重染色鉴别凋亡细胞	69
实验二	DNA ladder法检测细胞凋亡	70
实验三	小鼠成骨细胞的分化过程观察及检测	71
实验四	肿瘤细胞的原代培养	72
实验五	金属螯合亲和层析法纯化带His标签的蛋白质	74
第三篇	生物统计	77
第十章	常用生物统计方法实验	79
实验一	数据的统计描述	79
实验二	t检验	83
实验三	χ^2 检验	89
实验四	秩和(非参数)检验	92
实验五	相关与回归	99
实验六	方差分析	104
主要参考文献		113

第一篇

基础篇





第一章 实验动物介绍

在进行药理学、毒理学实验时，实验动物必不可少。利用实验动物可以观察和模拟药物（或毒物）在体内的分布、转化、代谢、作用部位（靶器官）等。然而我们在进行这些实验时是否应该选择同一种动物进行不同领域（或方向）的实验呢？应该选择什么样的实验动物才能够达到我们的目的？这样的问题常常会使我们感到困惑。本章将向大家介绍实验动物以及在实验动物的使用过程中应该遵循的原则。

一、实验动物

实验动物是指经过人工饲养、繁育，对其所携带的微生物及寄生虫实行控制，遗传背景或来源清晰，应用于科学研究、教学、检验检定的动物。也可将以研究、实验、教育、医药生产等为目的而使用的动物，统称为实验动物。这里所指的实验动物包括人工饲养动物、野生动物、经济动物和观赏动物等。

二、实验动物道德准则——“3R”原则

实验动物科学诞生于100多年前。实验动物科学不仅是现代生命科学的基础，同时也支撑着整个生命科学研究的进程。1959年英国动物学家 William Russell 和微生物学家 Rex Burch 提出了“3R”人道主义实验原则，即减少（reduction）、替代（replacement）、优化（refinement），目前这一原则已经得到了普遍认可。

1. 减少

减少是指在科学研究中，使用较少量的动物获取同样多的实验数据，或使用一定数量的动物能获得更多实验数据。

2. 替代

替代是指使用其他方法而不用动物进行实验或其他研究课题，以达到某一实验目的。或是使用没有知觉的实验材料代替使用神志清醒的、活的脊椎动物进行实验。

3. 优化

优化是指在符合科学原则的基础上，通过改进条件，善待动物，提高动物福利，或完善实验程序和改进实验技术，避免或减轻给动物造成的与实验目的无关的疼痛和紧张不安。

三、健康动物的选择

无论选择哪种种属品系的动物进行实验，均要求选择健康的实验动物。健康动物检查

时要求达到：外观体形丰满，被毛浓密有光泽、紧贴体表，眼睛明亮，行动迅速，反应灵敏，食欲及营养状况良好。选择时重点检查以下几项。

1. 眼睛

明亮，瞳孔双侧等圆，无分泌物。

2. 耳

耳道无分泌物溢出，耳壳无脓疮。

3. 鼻

无喷嚏，无浆性黏液分泌物。

4. 皮肤

无创伤，无脓疮、疥癣、湿疹。

5. 颈部

要求颈项端正。如有歪斜，提示可能存在内耳疾患，不应选作实验动物。

6. 消化道

无呕吐、腹泻，粪便成形，肛门附近被毛洁净。

7. 神经系统

无震颤、麻痹。若动物（大鼠、小鼠）出现转圈动作或提尾倒置呈圆圈摆动，应放弃该动物。

8. 四肢及尾

四肢、趾及尾无红肿及溃疡。

第二章 常用实验动物及基本操作

第一节 小 鼠

小鼠 (mouse, *Mus musculus*) 被广泛用于生物学、医学、兽医学、生理学、遗传学、药理学、毒理学、肿瘤、生物制品等的科研和教学。

一、小鼠的一般特征

1. 外貌特征

小鼠全身被毛，面部尖突，两侧长有长长的 19 根胡须，耳耸立呈半圆形，眼大、鼻尖，尾长和体长近相等。成年小鼠体长为 10~15 cm。体重：雄性 20~40 g，雌性 18~40 g。尾部被有短毛和角质鳞片。毛色众多，如白色、灰色、黑色、棕色、黄色等 (图 2-1)。

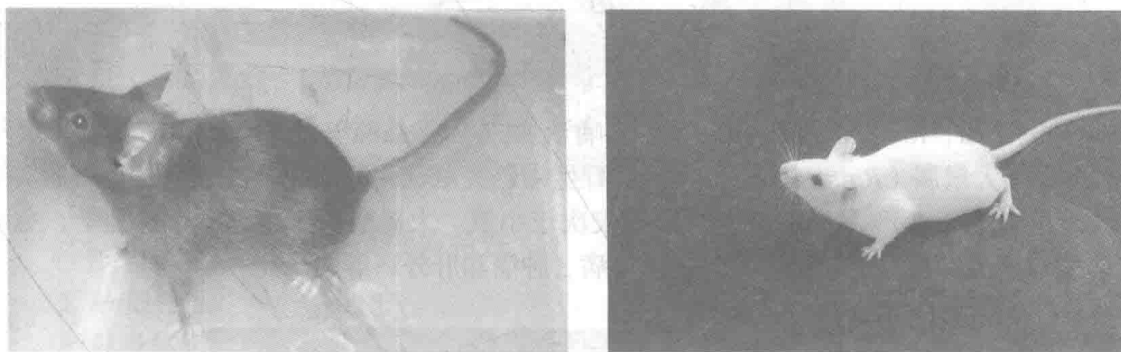


图 2-1 小鼠 (左为 C57/BL6 小鼠, 右为 KM 小鼠)

2. 行为特征

- (1) 小鼠性情温顺，胆小怕惊，对环境反应敏感。
- (2) 小鼠喜安静环境，昼伏夜出，喜欢啃咬。
- (3) 属社会群居性动物。

二、小鼠的捉持操作

右手抓住小白鼠的尾巴将鼠提起，放置于鼠笼边缘或其他易于攀抓处，轻轻向后拉鼠尾。趁其不备，用左手拇指和示指 (食指) 捏住其两耳及头部皮肤，使腹部朝上，屈

曲左手中指使鼠背在上面，然后以环指（无名指）及小指压住鼠尾，使小鼠完全固定（图 2-2）。

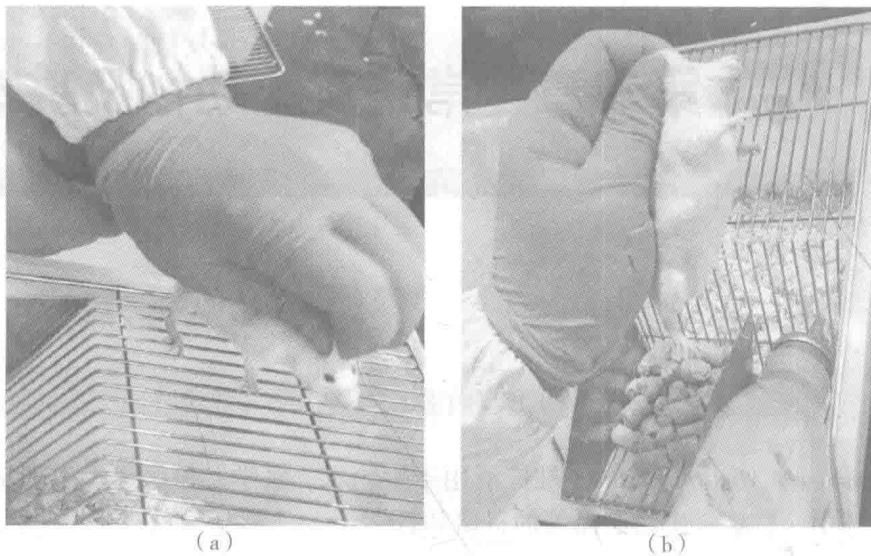


图 2-2 小鼠抓取方法

三、小鼠的主要品系

小鼠的品系较多，可分为近交系和封闭系。近交系主要有 C57/BL6、C3H 系、BALB/c、DBA/2、CBA、AKR、TA1、TA2 和 615 等。封闭系主要有 KM、NIH、ICR 等。

第二节 大 鼠

大鼠（rat, *Rattus norvegicus*）属于哺乳纲（Mammalia）啮齿目（Rodentia）鼠科（Muridae）大鼠属（*Rattus*）。实验大鼠由野生褐色大鼠驯化而成。目前大鼠是常用的实验动物之一（图 2-3），品种品系多，用量仅次于小鼠。大鼠应用于生理学、药理学、免疫学、内分泌学、神经生理、营养学、传染病、肿瘤和肝外科等的研究。



图 2-3 大鼠

一、大鼠的行为特征

1. 大鼠性情温顺，易于捕捉，但当粗暴操作或营养缺乏时可攻击人或互相撕咬，撕咬严重时可致死。

2. 大鼠是杂食动物，嗅觉发达，味觉很差，随时采饮，以谷物为主兼食肉类。大鼠对营养缺乏敏感，特别是维生素和氨基酸缺乏时，可发生典型的缺乏症状。

3. 大鼠喜欢夜间活动，白天常挤在一起闭目休息。进食、交配和分娩多在夜间发生。

4. 大鼠对空气中的粉尘、氨气、硫化氢等极为敏感，易引发呼吸道疾病。大鼠对各种刺激很敏感，环境条件的微小变化即可引起大鼠的应激反应，强烈的噪声可导致大鼠恐慌、互相撕咬、吃仔等现象。对空气相对湿度耐受性差，如空气过于干燥（相对湿度低于40%）时，常发生坏尾症，还会引起哺乳母鼠食仔现象发生。

5. 大鼠汗腺极不发达，尾巴是散热器官。当环境温度过高时，靠流出大量汗液调节体温，但当汗液功能失调时，易中暑死亡。

6. 大鼠具有群居优势，同笼多个饲养比单个饲养的大鼠体重增长快、性情温顺、易于捕捉，单个饲养的则胆小易惊、不易捕捉。

二、大鼠的捉持

以左手或持夹子抓住鼠尾，左手戴防护手套或用厚布盖住鼠身作防护，握住其整个身体，并固定其头骨，防止被咬伤。注意不要握力过大，勿捏其颈部以免窒息致死。根据实验需要可指定于大鼠固定笼内或用绳绑其四肢，固定于大鼠手术台上。

第三节 豚 鼠

豚鼠（guinea pig, *Cavia porcellus*），属哺乳纲（Mammalia）啮齿目（Rodentia）豚鼠科（Caviidea）豚鼠属（*Cavia*）。豚鼠（图2-4）常用于免疫学、微生物学、传染病学、听觉生理、实验性维生素C缺乏病（坏血病）等研究。

一、豚鼠的一般特性及行为特性

1. 一般特性

豚鼠身体短粗，头大颈短，耳圆且小，四肢短小，前足有四趾，后足有三趾。有尖锐短爪，无尾。无主动攻击行为，不善于攀登跳跃。全身被毛短粗紧贴体表，毛色多样，有白色、黑色、棕色、灰色、黄色等；毛色组成有单色、双色、三色。

豚鼠是草食动物，饲料中粗纤维含量较多。豚鼠体内不能合成维生素C，故需要在饲料或饮水中补充。对发霉变质的饲料极为敏感，常因此引起减食、废食和流产等。



图2-4 豚鼠

2. 行为特性

胆小易惊, 温度的波动、声音的刺激、气味的变化、饲养环境和器具的变化, 都会给豚鼠带来惊吓。对外界突然的响声、振动十分敏感, 常出现呆滞不动或僵直不动, 可持续数秒至 20 秒后四散逃跑。有时表现为耳郭竖起 (即普赖反射), 并发出吱吱的尖叫声。

豚鼠喜群居, 其活动、休息、采食多呈集体行为, 休息时紧挨躺卧, 单笼饲养时易发生足底溃疡。群体中有专制型社会行为, 1~2 个雄鼠处于统治地位, 一雄多雌的群体形成明显的稳定性。喜欢安静、干燥、清洁的环境, 且需较大面积的活动场地。

豚鼠性情温顺, 很少发生斗殴。斗殴常发生在新集合在一起的成年豚鼠中, 特别是其中有两个以上雄性种鼠时斗殴较常发生, 但很少咬伤饲养管理员和实验人员。

二、豚鼠的捉持

以右手抓住豚鼠头颈部, 将其两前肢挟在豚鼠头与右手拇指和示指之间, 整个抓住颈胸部 (不要抓得太紧以免窒息), 左手抓住两后肢, 使腹部向上, 而后进行操作。

第四节 兔

兔 (rabbit, *Oryctolagus cuniculus*), 起源于欧洲野生穴兔, 属哺乳纲 (Mammalia) 兔形目 (Lagomorpha) 兔科 (Leporidae) 穴兔属 (*Oryctolagus*)。家兔 (图 2-5) 是由野生穴兔经过驯养选育而成。兔常用于免疫学、肿瘤、实验生理学、生殖生理、遗传性疾病等方面的研究, 及制造生物制品。



图 2-5 家兔

一、兔的一般特征

1. 生活习性

兔听觉、嗅觉灵敏, 胆小怕惊。家兔能凭嗅觉辨别非亲生仔兔, 并拒绝给其哺乳。兔喜躺卧在清洁干燥的地方, 被粪尿污染的饲料兔拒绝食用。

2. 群居特性

家兔群居性很差, 好咬斗, 特别是公兔之间和新组成的群体之间, 因此实验兔适于笼养。家兔喜干怕热, 汗腺不发达, 当气温超过 30℃ 或相对湿度过高时, 易引起母兔减食、流产和拒乳。

3. 夜行性

家兔在笼内白天安静，夜间较活跃。家兔晚上的摄食量和饮水占全日的70%以上，应当合理安排家兔的饲养管理日程。

4. 嗜睡性

兔白天很容易进入睡眠状态。除听觉外，其他刺激不引起兴奋，如视觉消失、痛觉迟钝或消失。

5. 有食粪特性

家兔排出的粪便有两种，一种是粒状的硬粪，粒大，粪干，表面粗糙，依草料种类而呈现深浅不同的褐色；另一种是团状的软粪，多数呈念珠状，量少，质地软，通常呈墨色。家兔排出软粪时会自然吃掉以补充营养，是一种正常的生理行为。

二、兔的基本操作

用一手抓住家兔颈背部皮肤，将兔提起，另一手托住其臀部，使兔呈坐位姿势。固定：将兔作仰卧位，一手仍抓住颈部皮肤，另一手顺其腹部抚摸至膝关节，压住关节；另一人用绳带捆绑四肢，使兔腹部向上，固定在兔手术台上；头部则用兔头固定夹固定。

第五节 犬

犬(dog, *Canis familiaris*), 属于哺乳纲(Mammalia)食肉目(Carnivora)犬科(Canidae)犬属(*Canis*)动物。从20世纪60年代起作为实验动物, 国际通用的实验用犬的主要品种为比格犬(图2-6), 此外还有少量的杂交犬、墨西哥无毛犬、Labrador犬和Dalmation犬等。常用于基础医学、药理学、毒理学、实验外科学、行为学、肿瘤学等方面的研究。

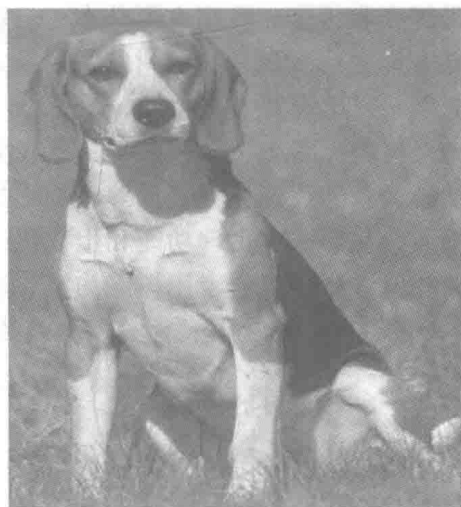


图2-6 比格犬

一、犬的共性

(1) 肉食动物，喜食肉类和脂肪。

(2) 喜欢亲近人，易驯养，可服从人的命令，理解人的简单意图。

(3) 环境适应能力强，可承受较热或较寒冷的天气。

(4) 嗅脑、嗅觉器官和嗅神经极为发达，嗅觉特别灵敏，能够嗅出稀释千万分之一的有机酸，尤其是对动物性脂肪酸更为敏感，其嗅觉能力是人的1200倍，能靠熟悉气味识途。

(5) 神经系统较发达，能较快地建立条件反射。健康犬的鼻尖湿润，呈涂油状，触之有凉感。

(6) 听觉敏锐，大约为人的16倍。不仅可分辨极细小的声音，而且对声源有判断能力，对简单语言可根据音调、音节变化建立条件反射。

(7) 视觉较差, 每只眼睛有单独视野, 视野不足 25° , 并无立体感, 对固定目标 50 m 以内可看清, 但对运动目标, 则可感觉到 825 m 远的距离。犬是红绿色盲。

(8) 味觉迟钝, 很少咀嚼。犬摄食时, 不是通过细嚼慢咽来品尝食物的味道, 而是主要靠嗅觉和味觉的双重作用。因此, 在准备犬的食物时, 要特别注意气味的调理。

(9) 8~10 个月性成熟。第一次配种在 8~10 月龄。为单发情期动物, 每年春、秋为集中发情期。性周期 126~240 d (平均 180 d), 每次发情时间可持续 14~21 d, 妊娠期 58~63 d, 哺乳期 55~60 d, 每胎产仔 2~10 只。寿命为 10~20 年。

二、犬的基本操作

用捕犬叉夹住犬颈, 另一人用粗棉带绑住嘴巴, 使其不能咬人。绑嘴的具体方法(三结法): 将扁带绕上下颌一周, 在上颌处打一结; 然后转向下颌, 再打一结; 最后将带牵引至头后颈背上打第三结, 在此结上须再打一活结以固定。

第六节 树 鼯

树鼯 (tree shrew, *Tupaia belangeri*), 在云南俗称食鼠。树鼯属于哺乳纲 (Mammalia) 有胎盘类攀鼯目 (Scandentia) 树鼯科 (Tupauidae)。树鼯属 (*Tupaia*) 全世界共有 12 种约 50 个亚种, 主要分布于尼泊尔、不丹、越南、马来西亚等热带、亚热带国家和地区。我国主要分布于云南、四川西南部、西藏东南部等地区。云南是我国树鼯资源最丰富的地区, 同样也是树鼯应用研究比较集中的地区。

树鼯 (图 2-7) 体型小, 繁殖快, 易捕捉和饲养, 进化程度高, 新陈代谢比犬、鼠等动物更接近于人。大体解剖也近似于人, 在形态、生理功能和生化代谢等方面与人类也具有极大的相似性。很多学者用树鼯为实验动物进行生态学、神经生理学、寄生虫学及生理代谢关系等方面的研究。



图 2-7 树鼯

一、树鼯的一般特性

树鼯外形与松鼠相似, 体型较小, 吻尖细, 前后肢各有 5 趾, 体毛柔软, 毛色为灰色、棕色, 肩部有淡白色的条纹, 尾毛蓬松, 腹毛不长。人工饲养的树鼯正常寿命可达 8~12 年。

二、树鼯的基本操作

树鼯的抓取和固定方法有器具抓取保定法和徒手抓取保定法。器具抓取保定法是使用自制捕捉保定袋抓取保定树鼯。捕捉保定袋由铁丝、深色厚布料制成。将铁丝弯成圆环形, 带一直线形手柄, 圆环直径不小于 8 cm (稍大于饲养巢箱直径), 将深色厚布料缝制成高约 20 cm, 一端大 (直径约 10 cm) 一端小的圆锥形布袋, 大开口端套缝在圆环形铁丝上, 并穿上小布条以方便收口 (图 2-8)。捕捉时将捕捉袋口与饲养巢箱的孔紧密相对, 在巢箱孔相对方向轻轻拍打巢箱, 树鼯受惊后便钻进捕捉袋, 随后收紧袋口。此方法可对非麻醉状态的树鼯进行转运、采血等实验过程。

徒手抓取保定法是对树鼩进行实验操作时需要直接抓取的一种方法，操作人员佩戴两层手套，内层为医用乳胶手套，外层为帆布或厚线手套。抓取树鼩有两种手势，一种是手呈握式，即大指与其他四指对握，手掌朝动物背部压下，握住动物的背腰部；另一种是将动物头部固定在示指和中指之间（以右手为例），左前肢固定在大拇指和示指间，右前肢固定在中指和无名指间，小指握住动物腹部，另一只手抓住动物下肢及尾部。可进行采血、注射、灌胃给药等实验（图 2-9）。

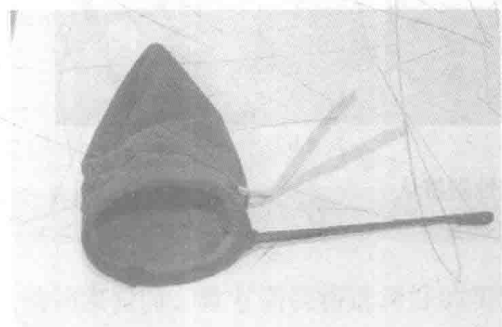


图 2-8 树鼩捕捉保定袋

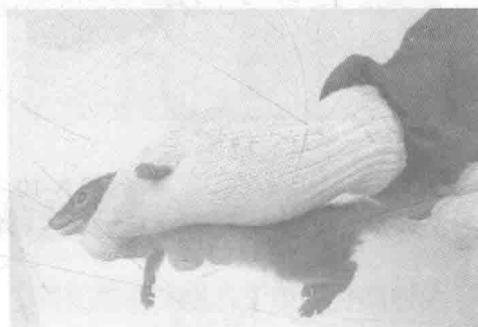


图 2-9 树鼩徒手抓取保定

第七节 非人灵长类动物

用于实验的非人灵长类动物主要有恒河猴、黑猩猩等，常用于传染病学、药理学和毒理学、生殖生理、口腔医学营养、代谢、行为学和高级神经活动研究及老年病、器官移植、眼科、内分泌病和畸胎学、肿瘤学研究。因为非人灵长类动物种类较多，一般不用于基础药理学毒理学研究，故在此不对其进行赘述，对此部分感兴趣的人员可参考相关实验动物书籍。

第八节 实验动物性别辨认

一、大鼠和小鼠

雌雄鼠的区别要点：①雄鼠可见阴囊，站位时阴囊内睾丸下垂，热天更为明显；②雄鼠的尿道口与肛门距离较远，两者间有毛；雌鼠的阴道口与肛门比较靠近，界线不清，两者间无毛相连；③成熟雌鼠的腹部可见乳头（图 2-10）。豚鼠的性别辨认与大鼠基本相似。

二、家兔

雄兔可见阴囊，两侧各有一个睾丸；用拇指和示指按压生殖器部位，雄兔可露出阴茎；雌兔的腹部可见 5 对乳头。

犬和猫等动物外生殖器发育显著，性别容易辨认。