

高等医学院校教材

# 医学机能实验学

YIXUE JINENG SHIYANXUE

李玉山  
彭勇  
陆红敏  
谭志鑫  
主编

高等医学院校教材

# 医学机能实验学

YIXUE JINENG SHIYANXUE

李玉山 彭勇 陆红敏 谭志鑫 主编

图书在版编目(CIP)数据

医学机能实验学/李玉山,彭勇,陆红敏,谭志鑫主编.

武汉:湖北人民出版社,2015.8

ISBN 978-7-216-08714-8

I. 医… II. ①李… ②彭… ③陆… ④谭… III. 实验医学—医学院校—教材

IV. R-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 204367 号

出品人:姚德海

责任编辑:刘天闻

封面设计:刘舒扬

责任校对:范承勇

责任印制:王铁兵

法律顾问:王在刚

---

出版发行:湖北人民出版社

印刷:武汉市福成启铭彩色印刷包装有限公司

开本:880 毫米×1230 毫米 1/16

字数:274 千字

版次:2015 年 8 月第 1 版

书号:ISBN 978-7-216-08714-8

地址:武汉市雄楚大道 268 号

邮编:430070

印张:11

插页:2

印次:2015 年 8 月第 1 次印刷

定价:20.00 元

---

本社网址:<http://www.hbpp.com.cn>

本社旗舰店:<http://hbrmcbs.tmall.com>

读者服务部电话:027-87679656

投诉举报电话:027-87679757

(图书如出现印装质量问题,由本社负责调换)

# 《医学机能实验学》

## 编委会

主 审 黄德斌

主 编 李玉山 彭 勇 陆红敏 谭志鑫

副主编 郭昌洪 谢云华 滕东升 杨代竹

郭冰飞 冯本周 王世华 田龙夫

编 委 (以姓氏笔画为序)

万 星 王 涛 王亚琼 刘永萍 刘戌香

李 芳 吴 昊 陈 坤 陈 英 陈姝鸣

黄素梅 龚天佐 龚秀丽 龚琼艳

# 前言

医学高等教育是培育服务于社会、人民大众的医学人才,“健康所系,性命相托”是医学生的誓言,是医务工作者的神圣使命,更是社会对医学人才高标准严要求的准则。医学教育更是以实践为主体的教育,从微观到宏观、从形态到机能、从正常到异常、从基础到临床、从教学到科研,实践教育贯穿始终。实验教学作为实践教育的主要载体,是医学教育的重要组成部分,是培养学生实践技能和创新能力的有效途径和重要环节。当今社会,随着医学模式由生物学模式向“生物—心理—社会”模式的转变,对医学教育提出了更高的要求,传统医学实验教学的单一模式,不能锻炼学生的创新思维,不利于学生创造性的发挥。改革医学教育,创新实验教学体系,是培养应用性素质型医学人才的重要举措,而且必须从基础医学实验教学开始,在学生学医入门时就开始培养实践技能、创新思维和意识,使之成为一种思维习惯,贯穿于今后的生活、学习和工作中。只有打好坚实的医学基础,刻苦钻研医学专业知识,努力提高道德文化素养,才能维护医学殿堂的圣洁和荣誉。医学机能实验学正是为适应医学教育教学改革和医学模式转变,本着淡化学科界限、重组课程内容的原则,将以往的生理学、病理生理学和药理学实验教学内容重组、整合而形成的一门相对独立的医学核心课程,强调培养学生的科学思维、实践技能和创新能力的,从根本上改变了实验教学依附于理论教学的传统观念,真正做到了理论教学与实验教学统筹协调,以便使医学相关专业学生能从掌握人体机能、代谢的基本知识基础之上,系统理解常见疾病的发生、发展机制和药物干预机制。本课程的整合能在加强基本知识、基本理论和基本技能的同时,充分体现理论联系实践、知识最终服务于临床的教学模式。本书在编写的过程中,充分体现了基础医学各学科实验内容的有机融合,突出了医学机能实验学课程的知识性、科学性、系统性和实用性。全书共九个章节的内容。着重对医学机能实验学基本理论,常用仪器设备运用,实验操作技能,离体标本制备,生物正常机能到疾病的发生、发展,药物干预机制,实验设计等内容进行实用化、科学化和系统化的组织编写。适用于高等医药院校临床、护理、预防、影像、检验、中医、中药等专业本科和7年制、8年制学生的医学基础实验教学,也可作为相关专业的研究生和年轻教师的学习参考。

由于我们的经验和水平有限,书中难免存在缺点甚至错误。我们诚恳希望使用本书的老师和同学们提出宝贵意见和建议。

李玉山

2015年8月

# 目 录

|                            |    |
|----------------------------|----|
| 第一章 绪论.....                | 1  |
| 第一节 医学机能实验学概述.....         | 1  |
| 第二节 医学机能实验学目的要求.....       | 1  |
| 一、目的.....                  | 1  |
| 二、要求.....                  | 2  |
| 三、实验报告的书写.....             | 2  |
| 第二章 基础知识.....              | 4  |
| 第一节 常用实验动物介绍.....          | 4  |
| 一、实验动物的作用和意义.....          | 4  |
| 二、实验动物的种类.....             | 4  |
| 三、常用医学实验动物及特点.....         | 5  |
| 四、常用实验动物的一些生理常数.....       | 6  |
| 五、实验动物编号标记方法及性别鉴别.....     | 7  |
| 第二节 实验动物的捉持固定及给药途径与技术..... | 8  |
| 一、实验动物的捉持与固定方法.....        | 8  |
| 二、实验动物的给药途径与技术.....        | 9  |
| 第三节 实验动物的取血与处死方法 .....     | 12 |
| 一、常用实验动物的取血方法 .....        | 12 |
| 二、实验动物的处死方法 .....          | 13 |
| 第四节 药物的来源与运用 .....         | 14 |
| 一、中药有效成分的提取 .....          | 14 |
| 二、实验动物用药量的确定 .....         | 17 |
| 三、药物浓度与剂量的计算 .....         | 19 |
| 第五节 动物麻醉 .....             | 21 |
| 一、全身麻醉 .....               | 21 |
| 二、局部麻醉 .....               | 24 |
| 三、麻醉效果的判断 .....            | 24 |
| 第六节 常用生理盐溶液的制备 .....       | 25 |
| 第三章 常用仪器设备和器材 .....        | 27 |
| 一、BL-410/420 生物信号处理系统..... | 27 |



|                                 |           |
|---------------------------------|-----------|
| 二、BI-2000 医学图像分析系统 .....        | 37        |
| 三、HF 系列超级抗干扰电生理实验系统.....        | 38        |
| 四、WebChart-400 人体生理学实验系统 .....  | 38        |
| 五、智能热板仪 .....                   | 39        |
| 六、HW-1000 超级恒温水浴.....           | 39        |
| 七、常用换能器的类型及使用方法 .....           | 40        |
| 八、HV-4 离体组织器官恒温灌流仪 .....        | 43        |
| 九、心电图机 .....                    | 44        |
| 十、血气分析仪 .....                   | 44        |
| 十一、分光光度计 .....                  | 46        |
| 十二、电子天平 .....                   | 46        |
| 十三、常用手术器械及用途 .....              | 47        |
| <b>第四章 哺乳动物实验手术操作基本技能 .....</b> | <b>50</b> |
| 一、动物固定、剪毛 .....                 | 50        |
| 二、切开、组织分离、止血、打结与缝合 .....        | 50        |
| 三、神经、血管分离技术 .....               | 52        |
| 四、插管技术 .....                    | 53        |
| 五、动物实验意外的处理 .....               | 57        |
| <b>第五章 离体标本的制备 .....</b>        | <b>60</b> |
| 一、两栖类动物组织标本的制备 .....            | 60        |
| 二、哺乳动物组织标本的制备 .....             | 63        |
| <b>第六章 正常机能实验部分 .....</b>       | <b>68</b> |
| 一、神经干动作电位、传导速度和不应期的测定 .....     | 68        |
| 二、电刺激与骨骼肌收缩活动的关系 .....          | 72        |
| 三、负荷对肌肉收缩的影响 .....              | 75        |
| 四、出血时间的测定 .....                 | 78        |
| 五、凝血时间的测定 .....                 | 79        |
| 六、血型的鉴定 .....                   | 79        |
| 七、红细胞计数 .....                   | 82        |
| 八、血红蛋白测定 .....                  | 84        |
| 九、红细胞沉降率的测定 .....               | 85        |
| 十、白细胞计数 .....                   | 86        |
| 十一、白细胞分类计数 .....                | 87        |
| 十二、蛙心起搏点的观察 .....               | 88        |
| 十三、蛙心灌流 .....                   | 90        |
| 十四、期前收缩与代偿间歇 .....              | 93        |
| 十五、蛙肠系膜微循环的观察 .....             | 94        |
| 十六、心血管活动的调节、降压神经放电 .....        | 95        |

|                               |     |
|-------------------------------|-----|
| 十七、心音、血压、心电图 .....            | 99  |
| 十八、家兔呼吸运动的调节及膈神经放电的同步记录 ..... | 107 |
| 十九、影响尿液生成的因素 .....            | 109 |
| 二十、损伤小鼠一侧小脑对躯体运动的影响 .....     | 112 |
| 二十一、家兔去皮质强直 .....             | 113 |
| 二十二、反射弧的分析 .....              | 115 |
| 二十三、视敏度、视野、盲点的测定 .....        | 116 |
| <b>第七章 药物对机能作用实验部分</b> .....  | 121 |
| 一、药物半数致死量的测定 .....            | 121 |
| 二、地塞米松的抗炎作用 .....             | 124 |
| 三、酚磺酞血药浓度的测定 .....            | 125 |
| 四、不同给药途径对药物作用的影响 .....        | 126 |
| 五、苯巴比妥钠与苯妥英钠的抗惊厥作用 .....      | 127 |
| 六、有机磷酸酯类农药中毒及解救 .....         | 129 |
| 七、利尿药实验 .....                 | 130 |
| 八、拟肾上腺素和抗肾上腺素类药物对血压的影响 .....  | 133 |
| 九、强心苷对在体蛙心收缩功能的影响 .....       | 134 |
| 十、药物对家兔离体肠平滑肌的作用 .....        | 136 |
| 十一、药物的镇痛作用 .....              | 138 |
| 十二、吗啡急性中毒引起呼吸抑制的解救 .....      | 140 |
| <b>第八章 病理生理实验部分</b> .....     | 142 |
| 一、高钾血症实验 .....                | 142 |
| 二、实验性肺水肿 .....                | 146 |
| 三、几种类型的缺氧 .....               | 149 |
| 四、休克实验 .....                  | 152 |
| 五、肝性脑病及其解救 .....              | 154 |
| 六、实验性急性右心衰竭 .....             | 156 |
| <b>第九章 实验设计</b> .....         | 159 |
| 第一节 科学研究的程序 .....             | 159 |
| 一、立题 .....                    | 159 |
| 二、实验设计 .....                  | 159 |
| 三、预实验与正式实验 .....              | 161 |
| 四、收集和整理资料 .....               | 161 |
| 五、综合分析得出结论 .....              | 161 |
| 第二节 实验研究论文的书写 .....           | 162 |
| 一、一般要求 .....                  | 162 |
| 二、各项具体内容的写作 .....             | 163 |
| <b>参考文献</b> .....             | 167 |



# 第一章 绪论

## 第一节 医学机能实验学概述

医学机能实验学（functional experiment）是研究生物正常机能、疾病发生机制和药物作用机理的一门实验性学科。它充分体现出了基础医学生理学、病理生理学和药理学等三门课程基础理论知识的紧密相关性，包含并发展了生理学、病理生理学和药理学的实验教学内容，重视和实现了机能实验学新技术的应用，是培养学生实践动手能力、科学思维方式和开拓创新精神的重要途径，是医药院校学生的必修课程。该课程涉及生理学、药理学、病理生理学、动物学、统计学、计算机、实验方法和技术等相关知识。通过对医学机能实验学的学习，掌握机能实验学的基本理论和实验技能；熟悉机能实验学常用仪器装置和使用方法；认识生物正常生命活动过程及其规律，掌握疾病的发生及其机制，观察药物的作用特点及其原理；培养学生们观察、分析、解决问题的科学思维能力和开拓创新精神以及科学研究的素质。科学研究活动的本质是知识发现与知识创新，其中自主创新尤为重要，创新有赖于科学实践体验来萌发新思路。

医学机能实验学是以实验活动（即实践活动）方式来开展该课程教学活动的，学生在学习本课程时，只有领会课程的总体目标和每一次实验的目的，才能主动、高效地学习，努力提高医学实践技能与科学研究的能力。进行医学科学实验是医科学生的基本活动，实验过程中要勤于实践、善于观察、正确思考。随着科技的进步和发展，不仅促进了医药学的进步和发展，同时对医药学教育提出了更高的要求。对机能实验学教学设施、技术要求也越来越高。大多数机能实验教学依赖于生物电子学仪器和电子计算机。这就要求学生们在掌握医学知识的前提下，还必须具备一定的生物电子学基础知识和计算机操作能力。这些知识既有利于学生对电生理学理论知识的理解，又有利于对现代机能实验方法的掌握。

## 第二节 医学机能实验学目的要求

### 一、目的

- (1) 熟悉机能实验学常用仪器装置、使用及维修保养。
- (2) 熟悉机能实验学的基本理论和实验技能。
- (3) 学习和认识生物正常生理机能、疾病发生机制和药物作用机理。
- (4) 培养观察、分析、解决问题的能力 and 创新精神以及科学思维、研究的素质。

## 二、要求

### 1. 机能实验活动前

(1) 认真阅读机能实验学教材。预习实验的基本内容，包括实验目的、实验原理、操作步骤及注意事项。

(2) 根据实验内容预习相关的理论知识。

(3) 根据已掌握的基础知识对实验结果作出预测及解释。

(4) 预测实验中可能发生的问题和误差，并制定预防措施。

### 2. 机能实验课堂上

(1) 认真听取老师关于实验内容、实验方法及步骤，以及实验中注意事项的讲解。

(2) 按照实验方法中列出的实验步骤循序操作。实验小组成员分工明确，轮流操作，相互配合，力求学习机会均等。

(3) 按照实验操作要求正确使用实验仪器和各类器械。爱护公物，注意节约实验器材和药品。

(4) 仔细观察并如实记录实验过程中出现的各种现象。客观、准确的记录实验结果。无论实验结果是否为预期结果，都要联系有关理论知识进行思考和分析。

### 3. 实验内容完成后

(1) 关闭实验仪器。认真清点并归还实验器械和用具。如有损坏和丢失，应查明原因，及时报告。

(2) 将使用过的动物或动物尸体，实验后的废物、废液按要求送还到指定地点。

(3) 按要求认真做好实验器械、器具、实验台、实验凳及教室内清洁卫生。

(4) 认真整理实验记录，对实验结果进行分析讨论。独立完成实验报告。

## 三、实验报告的书写

每次机能实验教学活动结束后，要求学生认真、独立地按要求完成实验报告，按时送交指导教师评阅，以作为平时成绩的依据。实验报告是对每项实验活动全过程的总结，是机能实验学课程的重要组成部分。通过书写实验报告，使学生学习撰写科学论文的基本格式，学习绘制图表的方法。同时让学生应用学到的基础理论知识，或通过查阅有关文献资料，针对实验结果进行分析讨论并作出正确结论。从而使学生驾驭知识、独立思考、分析归纳、解决问题的能力以及文字书写表述能力得到实践和提高。为在临床工作中书写病历以及将来撰写科研论文打下良好的基础。

实验报告的写作要求是：

### 1. 格式

#### 医学机能学实验报告

学生姓名\_\_\_\_\_ 专业、班级\_\_\_\_\_ 组别\_\_\_\_\_ 授课教师\_\_\_\_\_ 日期\_\_\_\_\_

实验题目：

实验目的：

材料与方法：

实验结果:

讨论和结论:

### 2. 书写要求

(1) 完整填写实验报告有关项目,字迹规整,文字精练。

(2) 材料与方法。内容包括实验用动物(或标本),实验用主要器材、仪器、药品,实验处理、记录方法和观察指标等。

(3) 实验结果。是实验报告中十分重要的部分。应将在实验中观察记录的现象真实准确地表述。

(4) 讨论和结论。这是实验报告中最重要的部分。撰写实验讨论的过程是从感性认识到理性认识的升华过程。讨论是运用已经学到的基础理论知识对实验结果进行分析和解释,实验讨论又是以实验结果为依据的科学的推理分析过程,推理要符合逻辑。结论则是从实验结果和讨论中归纳出的概括性的判断,在对结果进行分析的基础上推导出恰如其分的结论。如果本实验未能揭示实验结果产生的原因或已知的理论知识难以解释出现的现象,应查阅有关文献资料寻找可能的解释,也可提出自己的见解,但必须提供解释依据,并注明文献出处。讨论和结论的书写反映了学生基础理论的深度,思考、归纳问题以及文字表述的能力。

# 第二章 基础知识

## 第一节 常用实验动物介绍

### 一、实验动物的作用 and 意义

实验动物，是根据科学研究需要，在特定条件下人工饲养、繁殖和科学培育而获得的动物。具有对其携带的微生物进行控制、生物学特性明确、遗传背景清楚、表型均一、对刺激敏感性和反应性一致的特点。广泛应用于科研、教学、鉴定、生物制品生产等方面。

机能实验学多以实验动物为主要研究对象，通过观察实验动物的基本生理机能反应，病理发生、发展的过程及规律，分析药物作用产生的效应和机理，来探求人类生命自身活动的本质和规律以及与外界环境的相互关系，揭示疾病发生、发展的客观过程，探寻防病治病、增进健康的途径和方法。因此，动物实验是医学研究不可缺少的必要环节，经动物实验所获得的研究成果必须经人体实验作最后验证，以确定其在临床中的应用价值。合理、正确地选择和使用实验动物，是顺利完成实验并获得真实可靠实验结果的保证。

### 二、实验动物的种类

随着科学技术及实验动物研究的进展，生物医学研究使用的实验动物数量与种群愈来愈多。实验动物学根据微生物学控制原理或遗传学原理对实验动物进行分类。

#### 1. 按微生物学控制原理分类

目前，通过微生物学的监测手段，按对微生物控制的净化程度，把实验动物分类为：

**无菌动物**（germ free animals）指机体内外均无任何寄生物（微生物和寄生虫以及绝大部分病毒）的动物。

**悉生动物**（gnotobiotic animals）指机体内带着已知微生物的动物。

**无特定病原体动物**（specific pathogen-free animals）指机体内无特定的微生物和寄生虫存在的动物，简称 SPF 动物。

**清洁普通动物**（clean conventional animal, CCV）亦称最低限度疾病动物（MOA）或称清洁动物（CL）。

**普通动物**（conventional animal）未经微生物学控制，普遍的饲养在开放卫生环境里的动物。此类动物只能供教学和一般性实验，不适用于研究性实验。

#### 2. 按遗传学控制原理分类

按遗传学控制方法，根据基因纯合的程度，把实验动物分类为：

**近交系动物**（inbred strain animals）近交系动物一般称之纯系动物。是采用兄妹或亲

子交配,连续繁殖 20 代以上而培育出来的纯品系动物。多以小鼠为代表。

近交品系动物的应用:

(1) 近交系动物的个体具有相同的遗传组成和遗传特性,对实验反应的一致性,使实验数据的一致性较高。

(2) 近交系动物个体之间组织相容性抗原一致,异体移植不产生排斥反应,是组织细胞和肿瘤移植实验中理想的材料。

(3) 每个近交系都有各自明显的生物学特点,如先天性畸形、高肿瘤发病率等,因此广泛应用于这些医学研究领域。

(4) 多个近交系同时使用,不仅可分析不同遗传组成对某项实验的不同反应与影响,还可观察实验结果是否具有普遍意义。

**突变系动物** (mutant strain animals) 正常染色体的基因发生变异、具有各种遗传缺陷的品系动物。即保持有特殊的突变基因的品系动物。

在小鼠和大鼠中,通过自然突变和人工定向突变,已培育出很多突变系动物。尤其像无毛、无胸腺的裸鼠已成为生物医学研究领域中的重要实验动物,广泛应用于肿瘤等研究。

**杂交群动物** (hybrid animals) 也称杂交一代动物或系统杂交动物,指两个近交品系动物之间进行有计划交配所获得的第一代动物,简称 F1 动物。

F1 动物具有遗传和表型上的一致性,杂交优势,杂合的遗传组成等。某些 F1 动物可作为疾病研究的模型,如 C3H<sub>X</sub>IF<sub>1</sub> 为肥胖病和糖尿病的模式。

**封闭群动物** (closed colony animals) 指一个动物种群在五年以上不从外部引进其他任何品种的新血缘,由同一血缘品种的动物进行随意交配、繁殖的动物群。

封闭群动物其特征为遗传组成具有很高的杂合性,具有较强的繁殖力和生存能力,突变种所携带的突变基因通常导致动物在某方面的异常,从而可成为医学研究的模型。

### 三、常用医学实验动物及特点

机能实验要根据实验目的和要求选用实验动物。为了充分体现实验结果的客观性、价值性、科学性、应用性,动物的选择需满足以下的要求。

(1) 选用与人类生理机能相近似的实验动物。即进化程度高、结构和机能代谢复杂的动物。

(2) 选用标准化实验动物。即遗传背景明确、饲养环境及体内微生物得以控制、符合一定标准的实验动物。

(3) 选用解剖生理特点符合实验目的要求的实验动物。

(4) 根据实验研究的特殊需要,选用不同种系实验动物。

(5) 符合经济节约原则。

**蛙和蟾蜍** 蛙和蟾蜍容易获得,离体组织器官实验条件容易达到,是医学实验中常用的动物。在生理、药理实验中,蛙类的心脏在离体情况下可长时间、有节律地搏动,所以常用来研究心脏的生理功能、药物对心脏的作用等。蛙类的腓肠肌和坐骨神经可以用来观察外周神经的生理功能,蛙还常用来做脊髓反射弧的分析等实验。

**小白鼠** 小白鼠性情温顺,对外来刺激极为敏感,易于大量繁殖且价廉,故应用较为广泛,特别是需要大量动物的实验研究,如药物筛选、半数致死量的测定、药理效价比较的

研究。

**大白鼠** 特点与小鼠相似，但体型较大，大白鼠的血压和人相近，且较稳定，故常选用大白鼠进行心血管功能的研究。在抗高血压药的研究开发中，自发性高血压大白鼠（SHR）品系是最常采用的动物。其垂体、肾上腺系统发达，应激反应灵敏，适用于内分泌研究。

**豚鼠** 对组胺很敏感，易致敏，常用于平喘药和抗组胺药的实验，对结核杆菌亦敏感，故也用于抗结核药的研究，此外还用于离体心脏及肠平滑肌实验，其乳头状肌和心房肌常用于心肌电生理特性及细胞动作电位实验，以及抗心律失常药物作用机制的研究，豚鼠耳壳大，药物易于进入中耳和内耳，常用于内耳迷路等实验研究。

**家兔** 家兔温顺、易饲养，常用于观察药物对心脏、呼吸的影响及有机磷农药中毒和解救实验，亦用于研究药物对中枢神经系统的作用、体温实验、热原检查及避孕药实验等。

**猫** 猫对外科手术的耐受性较强，血压较稳定，故常用于血压实验，但价格较昂贵。此外，猫也常用于心血管药物的研究。猫的大脑和小脑发达，其头盖骨和脑的形态固定，常用来做去皮质强直、姿势反射等神经生理学实验。

**狗** 狗的嗅觉、听觉特别灵敏，其嗅觉能力是人的1200倍，听觉比人灵敏16倍，同时具有发达的血液循环和神经系统，是目前教学和基础医学研究中最常用的动物之一。尤其是在血液循环、消化和神经活动的实验研究中，狗的应用更具有重要意义。

四、常用实验动物的一些生理常数

表 2-1

| 指标                         | 小鼠          | 大鼠        | 豚鼠        | 家兔        | 猫           | 狗         |
|----------------------------|-------------|-----------|-----------|-----------|-------------|-----------|
| 适用体重 (kg)                  | 0.018~0.025 | 0.12~0.20 | 0.3~0.5   | 1.5~2.5   | 2~3         | 5~12      |
| 寿命 (年)                     | 1.5~2.0     | 2.0~2.5   | 5~7       | 5~7       | 6~10        | 10~15     |
| 性成熟年龄 (月)                  | 1.2~1.7     | 2~8       | 4~6       | 5~6       | 10~12       | 10~12     |
| 孕期 (日)                     | 20~22       | 21~24     | 65~72     | 30~35     | 60~70       | 58~65     |
| 平均体温 (℃)                   | 37.4        | 38        | 39.5      | 39        | 38.5        | 38.5      |
| 呼吸 (次/min)                 | 136~216     | 100~150   | 100~150   | 55~90     | 25~50       | 20~30     |
| 心率 (次/min)                 | 400~600     | 250~400   | 180~250   | 150~220   | 120~180     | 100~180   |
| 血压 (mmHg)                  | 115         | 110       | 80        | 105/75    | 130/75      | 125/70    |
| 血量 (mL/g)                  | 0.078       | 0.06      | 0.058     | 0.072     | 0.072       | 0.078     |
| 红细胞 (10 <sup>12</sup> /L)  | 7.7~12.5    | 7.2~9.6   | 4.5~7.0   | 4.5~7.0   | 6.5~9.5     | 4.5~7.0   |
| 血红蛋白 (g/L)                 | 100~190     | 120~175   | 110~165   | 80~150    | 70~155      | 110~180   |
| 血小板 (10 <sup>9</sup> /L)   | 500~1000    | 500~1000  | 680~870   | 380~520   | 100~500     | 100~600   |
| 白细胞总数 (10 <sup>9</sup> /L) | 6.0~10.0    | 6.0~15.0  | 3.0~12.0  | 7.0~11.3  | 14.0~18.6   | 9.0~13.0  |
| 中性粒细胞                      | 0.12~0.14   | 0.09~0.34 | 0.22~0.50 | 0.26~0.52 | 0.44~0.82   | 0.62~0.80 |
| 嗜酸性粒细胞                     | 0~0.05      | 0.01~0.06 | 0.05~0.12 | 0.01~0.04 | 0.02~0.11   | 0.02~0.24 |
| 嗜碱性粒细胞                     | 0~0.01      | 0~0.015   | 0~0.02    | 0.01~0.03 | 0~0.005     | 0~0.02    |
| 淋巴细胞                       | 0.54~0.85   | 0.65~0.84 | 0.36~0.64 | 0.30~0.82 | 0.15~0.44   | 0.10~0.28 |
| 单核细胞                       | 0~0.15      | 0~0.05    | 0.03~0.13 | 0.01~0.04 | 0.005~0.007 | 0.03~0.09 |



## 五、实验动物编号标记方法及性别鉴别

### (一) 实验动物的编号

实验前常常需要将动物作适当的分组，慢性实验以及某些药理毒理实验中常用批量动物同时进行实验，为避免混乱，应将动物进行编号，将其标记使各组加以区别。

对小白鼠、大白鼠等体型较小动物常用背部被毛涂色标记方法标记。该方法使用的颜料一般有 3%~5% 苦味酸（黄色）溶液、2% 硝酸银（咖啡色）溶液、0.5% 品红溶液（红色）等，标记时用毛笔或棉签蘸取上述溶液，涂在动物身体不同的部位上，以示不同号码。编号的原则是：从上到下，先左后右，一般涂标左前腿上的斑点标识为 1 号，左侧腰部为 2 号，左后腿为 3 号，头顶部为 4 号，腰背部为 5 号，尾基部为 6 号，右前腿为 7 号，右侧腰部为 8 号，右后腿为 9 号。若动物编号超过 10 或更大数字时，可使用上述两种不同颜色的溶液，即把一种颜色作为个位数，另一种颜色作为十位数，这种交互使用可编到 99 号。如把红色的记为十位数，黄色的记为个位数，那么右后腿黄斑，头顶红斑，则表示是 49 号，其余类推。

此外，还可以用挂牌法给狗、猫等大动物挂牌编号，可将铝制号码牌固定在耳、腿、颈部等处。也可以用剪被毛编号法，用剪刀在动物背部剪毛标记。

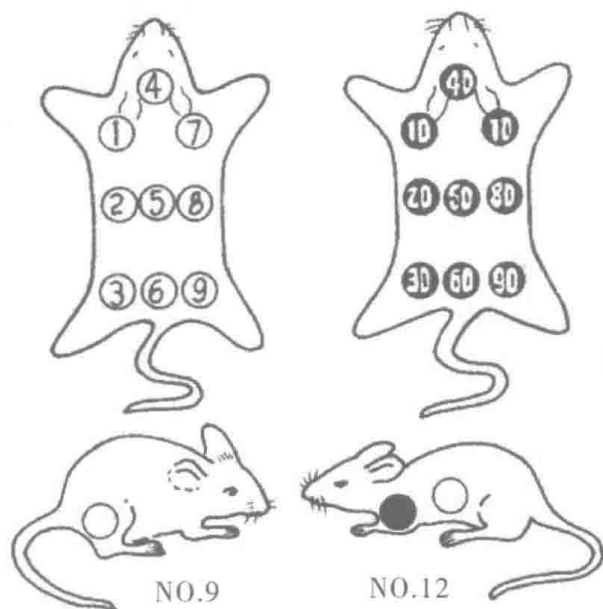


图 2-1 背部被毛涂色标记

### (二) 实验动物的性别鉴别

#### 1. 小鼠和大鼠

小鼠和大鼠性别的鉴别要点：雄鼠可见阴囊内睾丸下垂，夏天尤为明显；雄鼠的尿道口与肛门距离较远，雌鼠则较靠近；成熟雌鼠的腹部可见乳头。

## 2. 豚鼠

用一手抓住动物颈部，另一手扒开靠近生殖器的皮肤，雄性动物在圆孔处露出性器官的突起，而雌性动物则为三角形间隙；另外，成年雌性有两个乳头。

## 3. 家兔

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

## 4. 青蛙和蟾蜍

用拇指及食指捏住躯干两侧提起动物时，雄性的通常会发出叫声，雌的不会叫；在雄蛙的前肢拇指和食指蹼上有棕色或黑色小突起，雌蛙则无；将动物提起时，前肢作怀抱状的是雄蛙，呈伸直状的为雌蛙。

# 第二节 实验动物的捉持固定及给药途径与技术

## 一、实验动物的捉持与固定方法

### 1. 小白鼠（小鼠）

先用右手抓住鼠尾部将鼠提起，放在粗糙的台面或鼠笼盖上，向后轻拉鼠尾，在其向前爬行时，用左手拇指和食指沿其背部向前迅速捏住小鼠的两耳和颈后部皮肤，使其不能转头，然后将鼠体置于左手掌心中，翻转左手，右手拉住小鼠尾部，将后肢拉直，并以左手无名指和小指压紧尾部和后肢，使小鼠呈一条直线。熟练者也可采用左手一手抓取法，先用拇指、食指抓住小鼠尾巴，将其放在粗糙的台面或鼠笼盖上，改用无名指和小指夹住鼠尾并向后轻拉，再迅速用拇指和食指沿其背部向前迅速捏住小鼠的两耳和颈后部皮肤，将其固定。抓取时须注意，用力过轻，小鼠头部能够反转咬伤实验者的手，过分用力则会使小鼠窒息或颈椎脱臼。进行手术时，可使用固定板固定。将麻醉后的小鼠仰卧或俯卧于固定板上，用棉线绳缚住小鼠四肢，线绳另一端系于固定板左右两侧的钉子上；在上颌切齿上拴一线绳系在前方边缘的钉子上，以达到完全固定。

### 2. 大白鼠（大鼠）

离乳大白鼠（或体型较小的大白鼠）的抓取方法基本与小白鼠相同，但最好带防护手套进行。体型较大时，应以右手抓住鼠尾，左手带防护手套，手掌轻靠于鼠背，突然从背部前肢部位向胸部捏住，使其前肢呈交叉状。固定其头部防止被咬伤，但也不要用力过大，勿握其颈部，以免窒息死亡。若大白鼠被抓多次没有成功，性情会变得异常凶猛，可待其安静后再抓。手术时的固定方法同小白鼠，或用特制的固定盒固定。

### 3. 豚鼠

先用右手掌轻轻扣住豚鼠背部，抓住其肩胛下方，以拇指和食指抓住颈部将其轻轻提起。体重较大或怀孕的豚鼠，可用左手托其臀部。豚鼠生性胆小，当其受惊时，会在笼子内急转，易造成自伤。故抓取时要稳、准、快，不能太粗野；不能抓其腰腹部，防止造成肝破裂而死亡。固定方法基本同大、小白鼠。

### 4. 青蛙和蟾蜍

对于蟾蜍，先用纱布包住两侧耳部的毒腺，挤压一下，放出分泌物，以免捉持时喷射到

眼睛。左手握蟾蜍或青蛙，使其俯卧与手掌中，以食指与中指夹住其两前肢，无名指与小指夹住两后肢，拇指按压头部前端。在麻醉或破坏脑脊髓后仰卧于蛙板上，用大头针或蛙腿夹固定四肢。

### 5. 家兔

右手抓住家兔颈背部皮肤，将其轻轻提起，用左手托住其臀部，使家兔的身体重量承托于手中，然后按实验要求加以固定。因家兔的耳朵非常敏感，不要用抓兔耳的方法来抓取家兔，也不要抓取家兔的四肢，因家兔脚爪锐利，其挣扎时可能会抓伤实验者。做各种手术时，可将家兔麻醉后用粗棉绳拴紧其上门齿，然后绑在实验台铁栓上。该法适于仰卧位固定头部。实验取俯卧位固定动物时，可选用兔头夹固定。四肢固定方法是：用粗棉绳或布带打好扣结，将活结端缚扎于踝关节上部，前后肢平直置于躯干两侧，将绑扎四肢的粗棉绳或布带分别缚于手术台两侧铁栓上。

### 6. 狗

先用特制的长柄钳夹住其颈部，将其按压在地，然后再按实验要求固定。先将棉绳打一空结圈，将绳圈套住狗嘴后，在嘴上方拉紧绳结，然后绕到嘴下方打第二个结，最后绕至颈后打第三个结固定。捆绑狗嘴的目的只是防止其咬人，故打结时切勿过紧，以免激怒或损伤动物。当动物进入麻醉状态后应立即松绑。因为此时动物只能依靠鼻子呼吸，鼻腔积存的黏液可能导致动物窒息甚至死亡。使用易引起呕吐的麻醉药物时尤应注意。头部的固定姿势视实验要求而定，一般做颈、胸、腹、股部实验，多采用仰卧位。做脑、脊髓部实验，多采取俯卧位。常用狗头夹固定狗头。四肢固定在头部固定前、后进行均可。方法基本同家兔。

## 二、实验动物的给药途径与技术

### (一) 经口给药

多用灌胃法，此法剂量准确，适用于小白鼠、大白鼠、家兔等动物。小鼠、大鼠（或豚鼠）：灌胃时将灌胃针接在注射器上，吸入药液。左手抓好动物，右手持注射器，将灌胃针插入动物口中，沿咽后壁徐徐插入食管。动物应固定成垂直体位，针插入时应无阻力。若感到阻力或动物挣扎时，应立即停止进针或将针拔出，以免损伤或穿破食管以及误入气管。一般当灌胃针插入小鼠食管 2cm、大鼠或豚鼠食管 3cm 后可将药物注入。狗、兔和猫等动物灌胃时，先将动物固定，再将特制的扩口器放入动物口中。灌胃时将扩口器放于上述动物上下门牙之后，并用绳将它固定于嘴部，将带有弹性的橡皮导管（如导尿管），经扩口器上的小圆孔插入，沿咽后壁而进入食管，此时应检查导管是否正确插入食管，可将导管外口置于一盛水的烧杯中，如不发生气泡，即认为此导管是在食管中，即可将药液灌入。兔灌胃时，将兔固定在木制固定盒内，左手虎口卡住并固定好兔嘴，右手取 14 号细导管，由右侧唇裂避开门齿，将导管慢慢插入，如插管顺利，动物不挣扎，插入约 15cm 时，即表示插入胃内，将药液注入。各种动物一次灌胃能耐受的最大容积小鼠为 0.1~1.0ml，大鼠为 1~5ml，豚鼠为 1~5ml，家兔为 80~150ml，狗为 200~300ml。

### (二) 注射给药

#### 1. 蟾蜍淋巴囊注射

蟾蜍皮下淋巴囊有数个，注入药物易吸收。一般注射部位为胸、腹或股淋巴囊。由于其