

高等院校医学与生命科学系列实验教材

# 生理学与 病理生理学实验

EXPERIMENTS IN PHYSIOLOGY AND PATHOPHYSIOLOGY

主 编 刘健翔  
副主编 丁悦敏 张 薇



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS

浙江大学出版社

高等院校医学与生命科学系列实验教材

# 生理学与 病理生理学实验

EXPERIMENTS IN PHYSIOLOGY AND PATHOPHYSIOLOGY

主 编 刘健翔  
副主编 丁悦敏 张 薇



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS  
浙江大学出版社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

生理学与病理生理学实验 / 刘健翔主编. — 杭州: 浙江大学出版社, 2012. 10

ISBN 978-7-308-10071-7

I. ①生… II. ①刘… III. ①人体生理学—实验②病理生理学—实验 IV. ①R33—33②R363—33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 120222 号

## 生理学与病理生理学实验

刘健翔 主编

---

责任编辑 季峥 (really @zju. edu. cn)

封面设计 林智广告

出版发行 浙江大学出版社

(杭州市天目山路 148 号 邮政编码 310007)

(网址: <http://www.zjupress.com>)

排 版 杭州大漠照排印刷有限公司

印 刷 浙江良渚印刷厂

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 9.75

字 数 255 千

版 印 次 2012 年 10 月第 1 版 2012 年 10 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-308-10071-7

定 价 23.00 元

---

版权所有 翻印必究 印装差错 负责调换

浙江大学出版社发行部邮购电话 (0571)88925591

# 前 言

生理学实验是基础医学教育的重要环节,对于学生培养动手操作能力、深刻理解机体的正常功能过程和机理有重要作用。病理生理学实验则通过复制疾病的动物模型,观察病理情况下的机体功能改变,不仅帮助学生理解病因和病理变化的关系,而且有助于学生从另一个角度去理解正常生理功能。鉴于两者在实验方法和操作等方面的诸多共同之处,本教材在介绍生理学实验项目的同时,也选择了一些病理生理学实验项目进行介绍。

在内容编排上,本教材先介绍了实验基础知识,主要是动物实验的基本方法、实验室常用器械设备和药品等。之后介绍了45个实验项目,包括35项生理学实验和10项病理生理学实验。其中,对于人体生理学实验项目,鉴于其实验对象和实验条件的特殊性,单独作一章介绍。为适应教学改革的需要,本教材最后还对设计性实验的基本方法做了简要介绍。

本教材针对教学实际需求,注重实用性和启发性,实验项目的介绍力求详细、具体。本教材可供高等院校临床医学专业学生使用,也可供药学、护理学等其他相关专业使用。

由于时间仓促,编写经验不足,教材中难免有不足之处,恳请广大读者批评指正。

编者

2012年4月

# 前 言

生理学实验是基础医学教育的重要环节,对于学生培养动手操作能力、深刻理解机体的正常功能过程和机理有重要作用。病理生理学实验则通过复制疾病的动物模型,观察病理情况下的机体功能改变,不仅帮助学生理解病因和病理变化的关系,而且有助于学生从另一个角度去理解正常生理功能。鉴于两者在实验方法和操作等方面的诸多共同之处,本教材在介绍生理学实验项目的同时,也选择了一些病理生理学实验项目进行介绍。

在内容编排上,本教材先介绍了实验基础知识,主要是动物实验的基本方法、实验室常用器械设备和药品等。之后介绍了45个实验项目,包括35项生理学实验和10项病理生理学实验。其中,对于人体生理学实验项目,鉴于其实验对象和实验条件的特殊性,单独作一章介绍。为适应教学改革的需要,本教材最后还对设计性实验的基本方法做了简要介绍。

本教材针对教学实际需求,注重实用性和启发性,实验项目的介绍力求详细、具体。本教材可供高等院校临床医学专业学生使用,也可供药学、护理学等其他相关专业使用。

由于时间仓促,编写经验不足,教材中难免有不足之处,恳请广大读者批评指正。

编者

2012年4月

# 目 录

## Contents

<b>第一章 实验基础知识</b> .....	1
1.1 概述 .....	1
1.2 动物实验的基本方法 .....	4
1.3 常用实验动物 .....	5
1.4 实验室常用溶液.....	11
1.5 实验室常用器械和设备.....	14
1.6 动物实验常用给药法.....	21
1.7 动物手术前的准备.....	25
1.8 动物实验的基本操作技术.....	31
1.9 生理信号的采集、处理和记录 .....	36
<b>第二章 生理学人体实验</b> .....	44
实验 1 红细胞计数及血红蛋白含量的测定 .....	44
实验 2 ABO 血型的测定 .....	46
实验 3 体表心电图、心音和脉搏的记录 .....	48
实验 4 动脉血压的测定及其影响因素的观察 .....	50
实验 5 肺通气功能指标的测定 .....	53
实验 6 瞳孔反射 .....	54
实验 7 视野的测定 .....	55
实验 8 盲点的测定 .....	57
实验 9 前庭反应的观察和测定 .....	58
<b>第三章 生理学动物实验</b> .....	60
实验 10 刺激强度和频率对骨骼肌收缩的影响 .....	60
实验 11 神经干复合动作电位的观察及其传导速度的测定 .....	65
实验 12 神经干动作电位不应期的测定 .....	68
实验 13 红细胞渗透脆性的测定 .....	71
实验 14 红细胞悬浮稳定性的测定 .....	73
实验 15 红细胞比容的测定 .....	74

实验 16	血液凝固的影响因素的观察	75
实验 17	蛙心起搏点的分析	77
实验 18	化学因素对离体蛙心活动的影响	79
实验 19	蟾蜍心电图和容积导体的观察	81
实验 20	蟾蜍心室的期前收缩和代偿间歇	83
实验 21	家兔动脉血压的神经、体液调节	86
实验 22	减压神经放电及其影响因素的观察	91
实验 23	家兔呼吸运动的调节	93
实验 24	膈神经放电及其影响因素的观察	97
实验 25	家兔胸膜腔内负压的观察	99
实验 26	家兔离体肺顺应性的测定	101
实验 27	化学因素对离体气管平滑肌运动的影响	103
实验 28	家兔胃肠运动的观察	105
实验 29	化学因素对离体小肠平滑肌运动的影响	107
实验 30	尿生成的影响因素的观察	110
实验 31	反射弧的分析和反射时的测定	114
实验 32	家兔大脑皮层体感诱发电位	115
实验 33	家兔大脑皮层运动区机能定位与去大脑僵直的观察	116
实验 34	去小脑动物的观察	118
实验 35	垂体后叶素对离体大鼠子宫的作用	119
<b>第四章</b>	<b>病理生理学实验</b>	<b>121</b>
实验 36	家兔高钾血症及抢救	121
实验 37	家兔代谢性酸碱平衡紊乱	124
实验 38	脑缺血大鼠海马神经元凋亡的观察	127
实验 39	家兔实验性弥散性血管内凝血及其检测	129
实验 40	家兔失血性休克及抢救	131
实验 41	大鼠内毒素性休克	134
实验 42	小鼠肠缺血再灌注损伤对小肠功能的影响	135
实验 43	家兔急性右心衰竭	137
实验 44	家兔实验性肺水肿	139
实验 45	家兔急性肾小管坏死	142
<b>第五章</b>	<b>设计性实验概述</b>	<b>145</b>
5.1	实验的选题	146
5.2	实验方案的制定与实施	148



# 第一章 实验基础知识

## 1.1 概 述

生理学实验和病理生理学实验是基础医学领域的两门重要学科。两者之间既有明显的区别,又有十分密切的联系。例如,两门课在教学中都用实验动物作为主要实验对象,实验技术手段和仪器设备器械也基本相似。在实验课上,如果在把握学科差别的前提下,注重两门学科的相互交融,既有利于深刻理解正常生理功能,也会为后续的医学课程打下更扎实的基础。

在实验过程中,要注意“三严”,即严肃的态度、严格的要求和严密的方法,通过动手实验,锻炼观察、分析和解决问题的能力,逐渐培养科学思维和规范操作的习惯、分工合作的工作作风。在初学生理学与病理生理学实验时,学生有时会被一些有趣的现象所吸引而忽视了“三严”。殊不知,如果没有规范的操作、严密的设计和严谨的方法,就很难得到可信的结果,这样的实验也就失去了价值。许多实验内容较复杂,包括了动物手术操作、给予刺激或药物,以及数据记录等。如果仅靠一个人单独操作,不仅难以完成,而且也很容易忽视某些情况而导致严重错误。因此,许多实验项目都需要以实验小组的形式,由几位同学共同完成。实验时,每一位成员都各司其职,分工配合,才能得到准确的实验结果。

### 1.1.1 实验课的基本要求

#### 1. 实验前

生理学实验和病理生理学实验往往操作较为复杂,又因为以活的生命体为研究对象,会遇到各种状况。因此,学生需要提前充分预习实验内容,了解实验原理和方法,准备有关理论知识,预测正常实验结果,设想可能出现的各种异常情况,并提前做好预防和准备工作,在有条件的情况下,可提前观看录像。教师示教时,要集中精力,仔细观察,用心揣摩,及时提出问题并解决疑惑。只有做好充分准备,做到心中有数,才能顺利完成实验,避免错误操作。

#### 2. 实验中

应严格遵守实验室的规章制度,规范操作,注意安全,积极动手,仔细、全面地观察实验现象,及时记录,积极思考。实验小组内,要注意组员之间的分工合作和默契。如果发现结果异常,如果时间允许,一般应当重复该项目,不可将错就错。如果遇到异常情况,应当沉着冷静应对,如不能解决,则要及时找老师帮助解决。通过多次的实践锻炼,逐渐培养良好的心理素质和稳定的心态。这一点对于学习临床医学、护理学等专业的同学尤其重要。



### 3. 实验后

如果是急性实验,要在实验项目完成后及时用适当的方法处死动物,并按要求放置动物尸体。应及时整理实验结果并打印,离开实验室之前要清理实验台面,清点、检查并归还仪器和器械,如有损坏和遗失应及时报告,并填写领料单,及时补齐,以免影响下次(组)实验的顺利进行。各小组按顺序轮流值日。实验课后应尽快整理实验数据,按规范独立完成实验报告。

## 1.1.2 实验报告的撰写要求

实验报告是对实验过程和结果的忠实记录和总结,是实验教学和科研工作的第一手资料,具有不可取代的重要价值。同时,实验报告也是检查实验成果、衡量实验操作能力和运用理论知识能力的重要依据。设计性实验的实验报告是今后撰写科学研究论文的初始演练。因此,应当认真撰写并提交实验报告,并养成勤于思考、理论联系实际的学习习惯。

验证性、综合性实验与设计性实验的实验报告格式有所不同。前两者一般采用普通报告格式,而自主设计性或探究性实验采用学术论文格式。两种报告基本格式的对比如表1-1所示。

表 1-1 实验报告的基本格式

普通报告格式	学术论文格式
实验名称	实验名称
一、实验目的	一、背景(Background)
二、实验材料	二、材料与方法(Materials & Methods)
三、方法与步骤	三、结果(Results)
四、实验结果(附原始记录)	四、讨论(Discussions)
五、分析讨论	五、结论(Conclusions)
六、思考题	六、参考文献(References)

验证性实验和综合性实验项目都已经有了完整的实验设计。验证性实验用专门的方法、步骤,单纯验证某一已有的理论,结果完全可以预测。综合性实验则是从多个角度出发,综合运用不同方法来验证,实验结果基本可以预测。但由于有多个因素,实验结果存在复杂性,有时还可能因为实验对象、实验条件等因素有不确定性,需要综合运用几方面的知识来解释。这两类实验的实验目的、实验材料、方法与步骤等内容已经给定,学生只需要按照规范方法操作,按步骤完成,一般就可以得到预期的实验结果。因此,写实验报告时,宜采用普通报告格式,以上这几项内容只需简要地写,而实验结果与分析讨论才是实验工作的真正体现,要详细写。

设计性实验一般需要实验者自主查阅文献,设计实验方案,实验的选题、研究目的、材料与方法等内容也是实验工作的一部分,也需要具体地介绍,因此需采用学术论文的格式来完

整地体现。为了尊重他人的知识产权和成果,凡是引用了他人的文献内容,包括他人的结果、观点或是建立的方法,都要求标注出相应的参考文献。培养标注参考文献的习惯不但有利于培养正确的学术道德观,也是实验报告严谨性和科学性的体现。

无论采用上述何种格式,实验结果与结果是生理学与病理生理学实验报告的核心内容。另外,是否独立完成、认真书写,格式是否规范也是评价实验报告的重要依据。以下主要就实验结果、分析和讨论的一些基本要求和书写规范做一介绍。

### 1. 原始记录

手工记录的数值,要以表格或其他适当的格式附在实验结果部分,作为分析讨论的依据。例如测得的动脉血压值,一般按照收缩压/舒张压的格式列表。要注意数据的准确性和完整性,不可随意涂改数据,不要遗漏数据的单位(例如动脉血压单位是 mmHg 或 kPa)。

应恰当截取生理信号采集处理系统记录的图形曲线,使该段曲线中包含关键的实验信息和参数,如时间、度量衡、刺激开始和结束的标记等。若用一张图来反映某种刺激的效应,则截取的数据曲线一般应包括刺激前(正常)、刺激引起的变化以及刺激结束后的恢复过程三个部分。如果需要用一张图来反映某指标较长时间的变化过程(例如动脉血压的变化趋势),可调节扫描速度,这时会损失一部分数据的细节(如动脉血压的心搏波)。此时,具体数据和细节(如刺激前后收缩压和舒张压数值、心率等的对比)可用软件的分析工具测量得到,以表格的形式呈现。

打印生理信号采集处理系统记录的图形时应注意:打印(或生成图像)后再对原始曲线进行测量和统计,以免测量操作产生的线条覆盖打印的记录曲线。如使用电刺激时,应保留刺激器设置框作为实验结果的参考依据之一。此时应注意:不要用刺激器设置框覆盖数据曲线。在裁切数据时,务必完整保留数据区上方的手动刺激标记和下方的电刺激自动标记,否则会令数据不完整,直接影响实验报告的可信度和说服力。

### 2. 实验结果的表述

实验结果包括原始数据和结果归纳两部分。在如实列出手动记录数据或机器打印的原始数据之后,还应当用规范的生理学术语对原始数据进行描述或归纳。实验结果是得出实验结论的证据,表述一定要准确、具体。例如,“刺激右侧迷走神经引起家兔动脉血压下降(由 105/85mmHg 降至 65/45mmHg)、心率减慢(由 235 次/min 减至 60 次/min)”,这样的表述就要比简单地表述为“刺激迷走神经引起血压下降、心率减慢”更完整、具体,更有说服力。

除了定量或定性地进行归纳之外,为了便于比较分析和发现规律,有时还应当按要求对观测的数据列表进行直观的比较。表格一般采用简表或三线表格式,注意数据要准确,单位要正确。分组实验的结果还要进行统计处理,并且正确、规范地表达。例如,计量统计数据以“均值±标准偏差(或标准误差)”的格式来表示;假设检验的概率用  $P$  值来表示,等等。具体的统计方法因实验而异,统计结果的表示方法可参考医学统计学或生物统计学的书籍或软件。

如果在此基础上用作图软件(如 Excel)进一步作成表格(table)或图表(figure),则能更直观地反映变化趋势,并便于比较。作连线图或柱形图时,通常用横坐标轴表示时间及各种刺激条件,用纵坐标轴表示各种观察和测量的指标。注意:一定要正确标注图表名称、坐标标题、测量指标及单位,以及刺激的类型和强度等关键信息。

### 3. 分析和讨论

在正确表述实验结果的基础上,还应当运用理论知识,对实验结果的原因或机制进行分析。注意:运用理论不等于照抄书本上的理论,或套用从网络上搜索到的信息,应当具体问题具体分析,切不可泛泛而谈,或是张冠李戴。初次做生理学与病理生理学实验,结果往往不完美,会出现异常结果,甚至因实验失败而没有得到结果,这时允许复制他组的数据进行对比,但是也一定要认真分析,找出本组实验失败的原因。

如果是设计性实验的实验报告,还应当对实验结果进行讨论,进而得出结论。讨论重在比较和分析,可以参比他人的结果,但要在实验报告的最末尾标注来源(参考文献)。讨论时可以进行一些推测或引申,但是不可以此作为结论。结论是依据充足的实验结果,严格根据实验目的,对自己的主要结果进行的简要总结归纳。

### 1.1.3 撰写实验报告注意事项

撰写实验报告时,需注意以下几点:

① 实验报告中应注明实验日期。由小组完成的实验要写明各成员的分工,例如谁负责麻醉,谁负责手术,谁负责仪器操作,谁负责记录数据等。

② 实验报告必须附原始数据,同一实验小组成员共享一组原始实验结果(数据、图表或曲线),但每位同学应当独立进行结果的整理和分析讨论,否则视为抄袭。

③ 以下两种情况可复制他人(或组)的数据:一是参考或引证他人(或组)的数据以供比较;二是本人(或组)实验失败,且时间和条件不允许重做。无论何种情况,复制他人(或组)的数据必须注明来源。

④ 不得随意涂改数据,严禁编造数据。如果数据誊写错误,规范的做法是先用线划去错误的数字,再在旁边补上正确的数字。

⑤ 实验报告要用规范的术语进行表述,避免使用口语。例如,“兔子”为口语,应当避免使用,而用书面语“兔”或“家兔”。

⑥ 书写实验报告应当使用黑色或蓝色字迹的墨水笔,要字迹工整。绘制图表要用铅笔和直尺。生理信号采集处理系统打印的图表要裁切粘贴整齐。打印图表时为了美观和节约纸张,可在保持纵横比例的前提下适当缩小尺寸。图表要整齐地裁切,并用固体胶从背面平整地粘贴于指定位置。

## 1.2 动物实验的基本方法

动物实验可根据实验进程的长短不同,分为急性(acute)实验和慢性(chronic)实验两大类。

急性动物实验的主要特点有:

① 实验持续时间短,一般在几个小时以内完成操作和观察;

② 实验条件相对简单,容易排除干扰因素;

③ 可对某些生理指标进行直接观察和细致分析;

④ 为了直接观察记录生理指标,往往需要对动物进行大型手术。实验结束后,动物一般难以正常存活,需要处死(有关实验动物的处死方法详见“1.8.3 动物实验常用处死法”的

介绍)。因此,这类实验的操作过程中不需严格控制无菌条件。本教材中,记录家兔动脉血压和呼吸运动等实验,通常需要对动物进行气管插管术、动脉插管术等,并分离和切断迷走神经,属于典型的急性实验。

慢性动物实验的主要特点有:

① 一般采用健康、机体完整无损、清醒的动物,在其机体的内环境相对稳定的状态下进行实验操作和观察;

② 往往需要通过外科手术来安置某些体内探查装置(如电极),或切除、移植某些器官(如腺体)等,待手术后动物清醒或恢复后进行观察记录和样品提取;

③ 实验结果更能反映出完整机体的真实生理过程;

④ 实验过程一般较长,对实验条件的要求较高,例如通常需要无菌操作。

由上可见,慢性手术对条件的要求更高,往往用于科学研究,在实验教学中较少采用。

器官和组织水平的实验,根据实验研究对象(即所要观察研究的器官和组织)是否独立于机体之外,又可分为活体(*in vivo*)实验和离体(*in vitro*)实验。活体实验又称在体实验或体内实验;离体实验又称体外实验。例如,本教材中家兔胃肠运动的观察即属于活体实验;蟾蜍神经干动作电位的记录、离体心脏灌流等,由于要将所要观察的器官或组织取出体外,属于离体实验。活体实验的优点在于保存了研究对象与整体之间的结构和功能联系,能反映机体各部分之间的相互作用与影响,从“综合”的角度去观察生命活动;离体实验的优点则在于排除了机体其他部分的影响,用“分析”的手段去观察生命活动,实验因素较单一,较易人为控制条件。值得注意的是,由于离开了生命整体,离体实验得到的结果可能与正常机体的生理机能相差较大。

细胞、分子水平的实验,往往可以解释更深入的内在规律,已经成为生理学发展的必经之路。历年来诺贝尔生理学或医学奖获奖情况,以及发表的生理学研究论文,都反映出研究水平微观化的发展趋势。但是,细胞、分子水平的实验,操作技术通常较为复杂,对实验材料和设备条件的要求一般较高,例如常用到体外培养细胞系,以及某些分子生物学的研究手段等。由于这些实验在一般的教学实验室和教学学时内难以完成,因此在本教材中不做具体介绍。

由上可见,每种实验方法都有其优势,也都存在一定的局限性。在进行实验设计时,需要根据实验室仪器设备条件和技术手段现状,选择最适当可行的方法,以适应特定的研究目的和实验对象。许多时候,为了更全面地揭示生理学规律,往往需要综合使用多种实验方法。

### 1.3 常用实验动物

所谓实验动物(laboratory animal),是指经人工培育、遗传背景清楚、对其质量实行控制、用于科学试验及产品生产的动物。用这些动物进行实验有很多优势,不仅可以保证实验者的健康安全,也能保证实验结果的可靠性、精确性、均一性、可重复性和可比较性。小鼠和大鼠是最先严格按科学实验要求繁育的实验动物,也是目前最广泛使用的实验动物。此外,其他某些动物,如地鼠、豚鼠、恒河猴等亦已实验动物化。

生理学实验和病理生理学实验的研究对象常为活体实验动物,包括标准的医学实验动

物,如大鼠、小鼠、豚鼠、仓鼠、家兔、猴等,有时也用其他动物,如鱼、蛙、蟾蜍、猫、狗、蝙蝠等。需要根据不同的实验目的来选择动物的种类。例如,观察神经细胞兴奋性及兴奋的传导、骨骼肌的收缩活动等,所需实验材料可以相对简单,此时往往采用低等动物作为实验动物;而要研究神经系统的高级功能时,则常选用灵长类动物。

常用实验动物的正常生理指标见表 1-2。

表 1-2 常用实验动物的正常生理指标

生理指标	大鼠	小鼠	豚鼠	家兔
每日进食量/g	9.3~18.7*	2.8~7	14.2~28.4	28.4~85/kg 体重
每日饮水量/ml	20~45*	4~7	85~150	60~140/kg 体重
成体体重/g	♂:300~500 ♀:250~300	♂:25~40 ♀:20~30	♂:500~800 ♀:450~750	♂:4000~6000** ♀:3500~5500**
寿命/年	2~4	1~3	4~8	5~12
动脉血压 (收缩压/舒张压)/kPa	17.2/12.1	15.1/10.8	10.3/6.3	14.7/10.7***
心率/(次/min)	260~600	320~780	200~360	120~300
呼吸频率/(次/min)	66~114	84~230	69~104	38~60
潮气量/ml	0.6~1.25	0.09~0.23	1.0~3.9	19.3~24.6
每日尿量/ml	10~15	1~3	15~75	60~250
产热量/(Cal/h)	15.6*	2.34	21.81	132.6
体温/°C	37.8~38.7	37.7~38.7	38.2~38.9	38.5~39.5

注 \* 体重 50g; \*\* 日本大耳白; \*\*\* 动物清醒时测量

用实验动物进行实验必须遵守动物实验的操作规程,事先了解动物的生物学特性,穿好工作服。捉持和操作时避免惊吓动物,并注意动物反应。必要时戴专用的手套捉持,操作完成后洗手及消毒。

### 1.3.1 常用实验动物及其捉持方法

#### 1. 蟾蜍和蛙

蟾蜍(toad)俗称癞蛤蟆,是两栖纲无尾目蟾蜍科动物的总称。我国常见的蟾蜍有中华大蟾蜍、黑眶蟾蜍和花背蟾蜍等。蟾蜍皮肤粗糙,背部皮肤密布皮脂腺,其中最太的一对是位于头侧鼓膜上方的耳后腺。这些腺体分泌的白色毒液,是制作蟾酥的原料。

蛙(frog)是无尾目蛙科的总称。我国常见的蛙类有黑斑蛙、虎纹蛙等。蛙的皮肤较光滑、湿润,也有腺体。

由于身体结构和生物学特性相似,在生理学实验中常将蟾蜍和蛙统称为蛙类。蛙类的内脏解剖结构如图 1-1 所示。

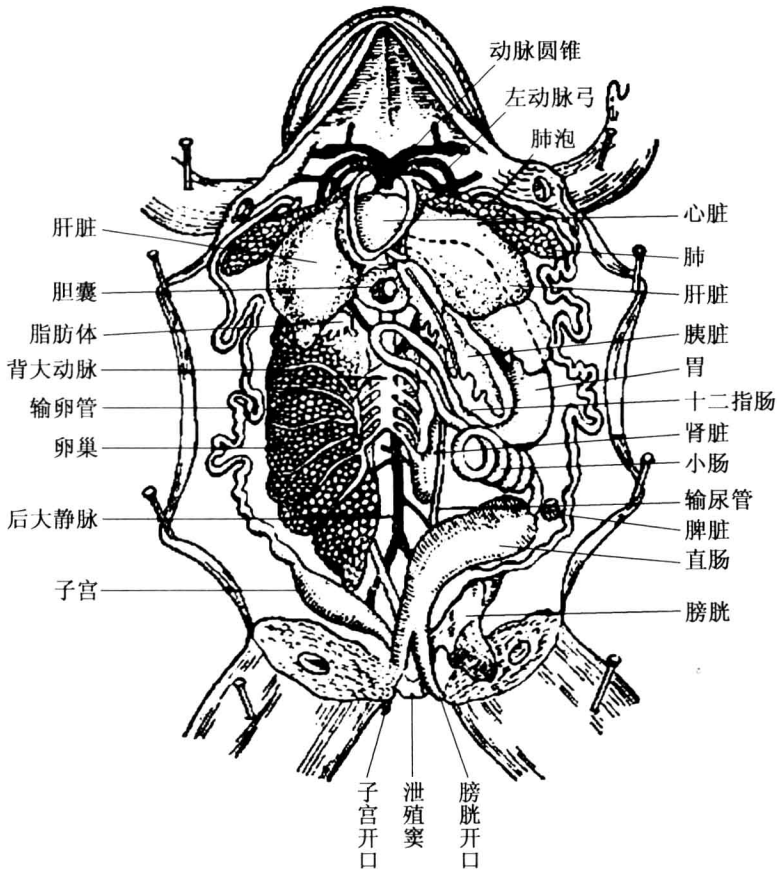


图 1-1 蛙类的内脏解剖结构示意图

蛙类成体采用肺呼吸和颊咽呼吸,冬眠和潜水时采用皮肤呼吸。蛙类的心脏在离体情况下仍能有节奏地搏动很久,故常用来研究心脏的生理、药物对心脏的作用。蛙类后肢的神经肌肉发达,坐骨神经干和坐骨神经-腓肠肌标本常用来观察外周神经的生理功能和骨骼肌的收缩。用蛙类还可以进行脊髓休克观察、脊髓反射与反射弧分析、肠系膜或蹼血管微循环观察等实验。

实验时通常以左手握持蛙体,用食指和中指夹住一侧前肢,用拇指压住另一前肢,将下肢拉直,固定于无名指及小指之间(图 1-2)。在捉持蟾蜍时,切勿挤压其两侧耳部凸起之毒腺(耳后腺),以免毒液射进眼中。实验操作时,可用一块纱布覆盖耳后腺。



图 1-2 蛙的捉持法

## 2. 家兔

家兔(rabbit, *Oryctolagus cuniculus*)是由原产于地中海地区的野生穴兔经驯养选育而成的,属哺乳纲兔形目兔科穴兔属穴兔种。常用于实验的品种、品系有新西兰兔、大耳白兔、青紫蓝兔等。其中,大耳白兔和新西兰兔均为白化品系。由于体形适中,家兔是国内生理学与病理生理学实验教学最常用的哺乳动物。家兔的内脏解剖结构如图 1-3 所示。

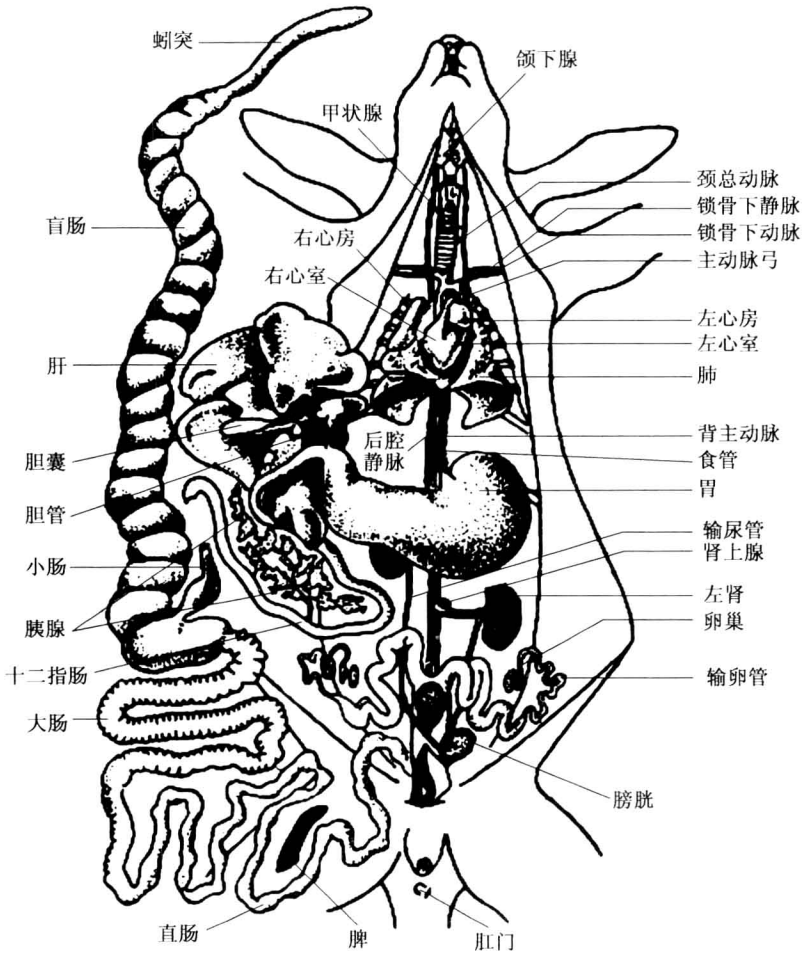


图 1-3 家兔(雌性)的内脏解剖示意图

生物学特性：家兔是夜行性动物，夜间活动量大，而白天多闭目假眠或处于休息状态；胆小怕惊，喜独居，怕热、怕潮，喜干燥、清洁环境。采食特性：家兔是草食性动物，盲肠发达。饲养以青粗饲料为主，适当搭配精饲料。家兔与啮齿类动物都有磨牙和啃木习惯。繁殖特性：家兔属于刺激性排卵动物。雌兔只有经雄兔交配刺激后才能排卵怀孕，否则雌兔卵子将自行吸收。一般情况下，兔约 4~6 个月性成熟，适配月龄 6~8 个月，每月发情 2~3 次，发情周期 8~15 天，妊娠期 30 天，哺乳期 45 天，平均一窝产 8 只左右。

家兔听觉和嗅觉都十分灵敏，胆小怕惊。解剖学上，家兔颈部有降压神经独立分支，属于传入神经，适合做急性心血管实验。家兔为刺激性排卵动物，卵巢表面变化典型，常用于生殖生理和胚胎学研究。

家兔较易驯服，一般不会咬人，但家兔的脚爪锐利，若不小心或捉持方法不当，易被其抓伤。正确的捉兔方法是，一手抓住背部皮肤，轻轻将兔提起，另一手托起臀部(图 1-4d、e)，或将其置于固定箱内。



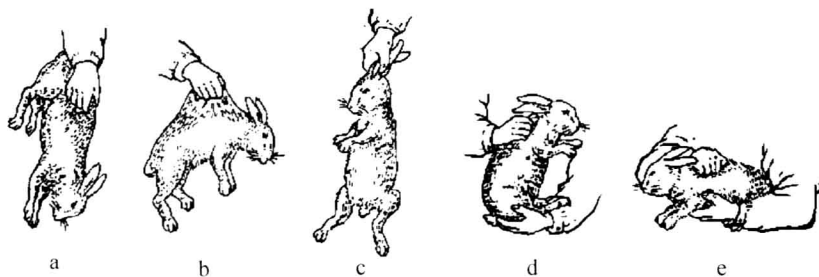


图 1-4 家兔的捉持法(a,b,c 为错误捉持法,d,e 为正确捉持法)

### 3. 小鼠

小鼠(mouse, *Mus musculus*)是从野生小家鼠经长期人工选择培育而成的标准实验动物。常见的多为白化品系,又称为小白鼠(albino mouse)。小鼠属啮齿目鼠科鼯鼠属小家鼠种。小鼠是当今世界上研究最详尽的哺乳类实验动物,在各研究领域广泛使用,用量最大,用途最多。

常用近交品系(inbred strain)有 BALB/c 小鼠、C57BL 小鼠等。常用封闭群(closed colony)或远交群(outbred stock)品系有:① KM 小鼠:即昆明小鼠,在我国一直是生产量、使用量最大的远交群小鼠,被广泛应用。其特点是抗病力和适应力很强,繁殖率和成活率高。② ICR 小鼠:起源于美国 Hauschka 研究所饲养的瑞士小鼠,后美国癌症研究所(Institute of Cancer Research, ICR)分送各国饲养实验,因此称为 ICR 小鼠。其适应性强,体格健壮,繁殖力强,生长速度快,实验重复性较好,广泛应用。③ NIH 小鼠:由美国国立卫生研究院(National Institutes of Health, NIH)培育而成,繁殖力强。

生物学特性:小鼠是小型的哺乳动物,生长发育较快。新生仔鼠 1.5g 左右,45 天体重达 18g 以上。习性:小鼠性情温顺,易于捕捉,胆小怕惊,对外来刺激敏感,喜居光线暗淡的环境。习惯于昼伏夜动,一昼夜活动高峰有两次,一次在傍晚后 1~2h 内,另一次为黎明前。采食特性:小鼠为杂食性动物,门齿生长较快,需常啃咬坚硬食物,有随时采食的习惯。繁殖特性:小鼠成熟早,繁殖力强,寿命 1~3 年。新生仔鼠周身无毛,通体肉红,两眼不睁,两耳粘贴在皮肤上。一周开始爬行,12 天睁眼,雌鼠 35~50 日龄性成熟,配种一般适宜在 65~90 日龄,妊娠期 19~21 天,每胎产仔 8~12 只。群居特性:小鼠为群居动物,群养时雌雄要分开,雄鼠群体间好斗。温湿度要求:小鼠对温湿很敏感,一般以温度 18~22℃、相对湿度 50%~60%最佳。

小鼠的捉持方法较为简单,可用双手法或单手法。初学者可用双手法(图 1-5),用右手提起鼠尾,放在粗糙物(如鼠笼)上面,轻向后拉其尾部,用左手拇指和食指捏住其头部皮肤及双耳,将小鼠固定在掌中,使其腹部朝上,然后以第四指和小指夹住鼠尾。腾出的右手

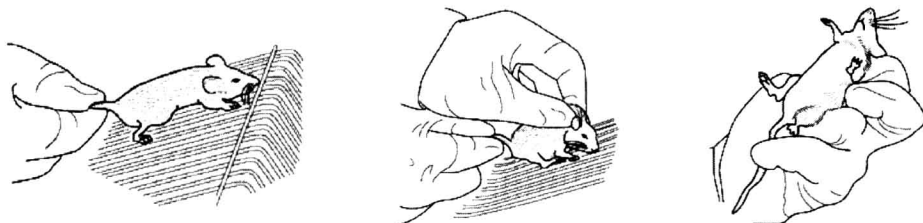


图 1-5 小鼠的捉持法

可进行腹腔注射等操作。捉持熟练后可用单手(左手)捉持,先用无名指和小指夹其尾部,再迅速用拇指和食指夹其头部皮肤,将其固定在掌中。

### 4. 大鼠

大鼠(rat, *Rattus norvegicus*)又称大白鼠(albino rat),是由褐家鼠的白化种人工培育而成,属啮齿目鼠科家鼠属褐家鼠种。大鼠作为实验动物,在使用量上仅次于小鼠,位居第二。

常用品系有:① Sprague-Dawley(SD)大鼠:生长快,繁育性能好,大多用于安全性试验及营养与生长发育有关的研究。该品系对性激素敏感,对呼吸道疾病有较强的抵抗力。

② Wistar大鼠:既有近交系,也有远交群。其被毛呈白色,特征为头部较宽,耳朵较长,尾的长度小于身长。其性情温顺,性周期稳定,生长发育快,乳腺癌发病率很低,对传染病抵抗力强。

③ Fisher 344(F344)大鼠:属近交系大鼠,其被毛呈白色。平均寿命2~3年,血清胰岛素含量低。

大鼠在生理学研究中有多种用途。大鼠垂体-肾上腺系统发达,垂体摘除比较容易,可用于进行肾上腺、垂体和卵巢等内分泌研究。利用大鼠对新环境易适应、有探索性、易训练、对惩罚和暗示敏感的特性可进行行为学和高级神经活动的研究。大鼠无胆囊,但胆总管较大,可用胆总管插管收集胆汁,研究消化功能。

生物学特性:大鼠的生长发育很快,新生大鼠体重约5~6g,45天体重可达180g以上,成体雄性大鼠体重可达500g,雌性可300g。习性:大鼠喜啃咬,白天常挤在一起休息,夜间活动,晚上活动量大。采食特性:采食量大,食性较杂,以谷物为主兼食肉类。对光照、噪音敏感。繁殖特性:大鼠2月龄性成熟,性周期4~5天,妊娠期为19~21天,哺乳期为21天,每胎产仔平均8只。可根据阴道涂片观察性周期中阴道上皮变化,判断性周期中各个时期中卵巢、子宫与垂体激素变化的状态。

大鼠的捉持方法基本同小鼠。如图1-6所示,将大鼠放在粗糙面上,右手轻拉其尾,左手中指和拇指放到大鼠左右前肢腋下,食指放入颈部,使大鼠伸开两前肢,将其握住。对于凶悍的大鼠,可先用一块厚布包裹后再捉持。必要时需戴真皮手套进行捉持。



图1-6 大鼠的捉持法

### 5. 豚鼠

豚鼠(guinea pig, *Cavia porcellus*)俗称荷兰猪,天竺鼠,属啮齿目豚鼠属豚鼠种。豚鼠的祖先原产于南美洲安第斯地区,后被人工驯养和繁育。1780年首次用于热原试验。常用品系为英国种(English)。由于豚鼠个体较小,性情温顺,体质对细菌、病毒和药物比较敏感,因此被应用于传染性疾病研究、药物敏感性试验、过敏反应和免疫变态反应等方面的研究。

生物学特性:豚鼠生长发育很快,寿命为4~8年。出生体重50~150g,离乳体重达150~200g,出生之后在两个月内平均每天增重4~5g。两个月龄时,平均体重可达300~400g;五个月龄时,达到成熟期,雄鼠体重可达750g,雌鼠体重可达700g;到15月龄时,雄鼠