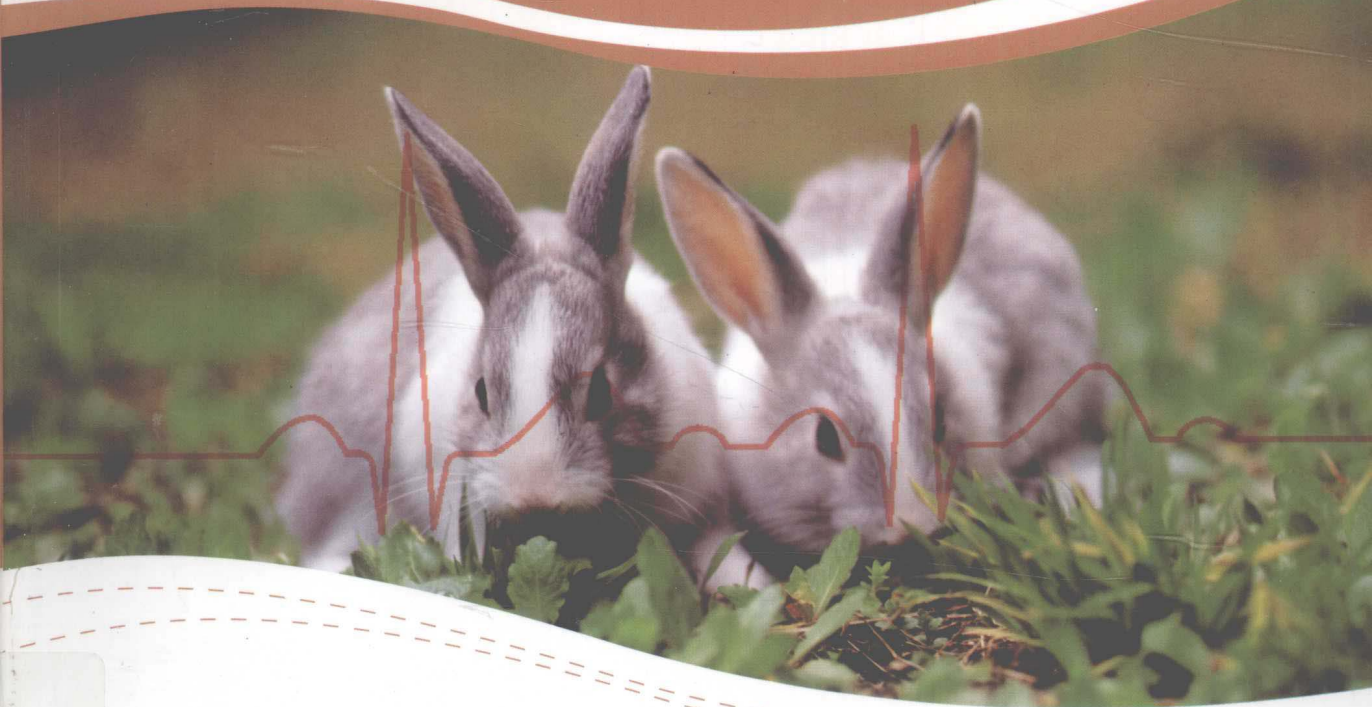


# 动物生理学 实验教程

主编 刘宗柱

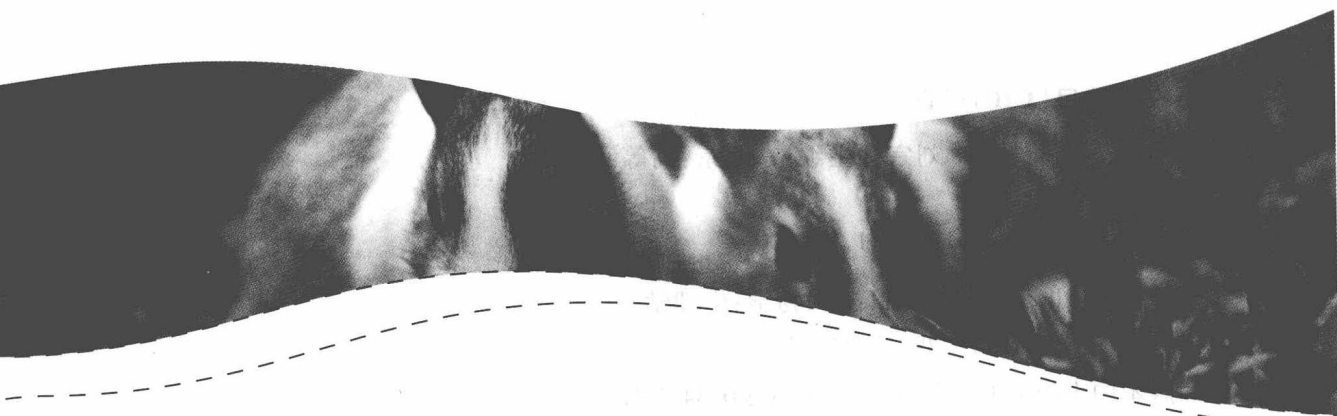


高等教育出版社  
HIGHER EDUCATION PRESS

高等农林院校基础生物学系列实验教材

# 动物生理学实验教程

Dongwu Shenglixue Shiyān Jiāochéng



主 编 刘宗柱

副主编 董 晓 程美玲

编 者 (按姓氏笔画为序)

冯善祥 (菏泽学院)

刘宗柱 (青岛农业大学)

李 斐 (青岛农业大学)

陈现伟 (临沂师范学院)

董 晓 (青岛农业大学)

董方圆 (青岛农业大学海都学院)

葛仕豪 (菏泽学院)

程美玲 (云南农业大学)



高等教育出版社·北京  
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING

## ■ 内容简介

本书作为动物生理学理论课的配套教材或者单独开设的动物生理学实验课的教材,系统地介绍了动物生理学实验的基本知识、基本理论和需要掌握的基本技能,并对动物生理学相关的研究型实验提出了原则性要求。全书分三个部分:第一部分的总论介绍了常用的实验器械和仪器及其使用方法、常用实验动物和基本的生理手术操作技术;第二部分的基础实验介绍了动物生理学基本实验 42 个,涉及神经和肌肉、血液和循环、呼吸、消化、泌尿、中枢神经、内分泌、生殖和泌乳等内容;第三部分针对神经-肌肉、内分泌和消化生理等 3 个方面,设置了 3 个研究型实验。本书结合当今生理学实验技术的发展,应用计算机辅助教学手段对生理实验中电、机械等信号的采集和处理,显著提高了实验的效率。

本书可供农林院校、综合性院校和师范院校的动物医学、动物科学、生物科学、生物技术、生物学等专业的本科和专科学生使用,也可供药理学和毒理学以及兽医学等相关专业的教师和研究生参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

动物生理学实验教程/刘宗柱主编. —北京:高等教育出版社,2011.3

ISBN 978-7-04-031527-1

I. ①动… II. ①刘… III. ①动物学:生理学-实验-高等学校-教材 IV. ①Q4-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 013485 号

策划编辑 吴雪梅 李光跃 责任编辑 王超然  
封面设计 杨立新 责任印制 毛斯璐

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

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司  
印 刷 国防工业出版社印刷厂

开 本 787×1092 1/16  
印 张 11.5  
字 数 260 000

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.landaco.com>  
<http://www.landaco.com.cn>  
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2011 年 3 月第 1 版  
印 次 2011 年 3 月第 1 次印刷  
定 价 19.60 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 31527-00

# 高等农林院校基础生物学系列 实验教材编委会

主任委员：刘家尧

副主任委员：郭立忠 王 伟 王冬梅

委 员：(以姓氏笔画为序)

王明友 王晶珊 朱 伟

全先庆 刘 新 刘洪庆

初庆刚 咸洪全 高 玲

海利力·库尔班 薛仁镐

穆 平

## ► 前 言

随着计算机技术的快速发展和计算机辅助教学手段在教育环境构建中的广泛应用,动物生理学的实验仪器和实验方法也得到了迅速革新,对很多经典的动物生理学实验产生了深远的影响。动物生理学实验教学已从过去的实验理论验证转变为对实验能力的培养;实验也从定性转变为定量;在动物生理学实验仪器上,原来常用的占主导地位的记纹鼓、刺激器、二道生理记录仪等简单的实验器材已逐渐淡出历史舞台,集刺激输出、多道信号采集与分析于一体的计算机辅助实验仪器渐趋普及。本实验教程正是为了适应这些新变化和计算机知识的普及而编写的。将先进的计算机教学设备与动物生理学实验相结合,一方面可极大地提高实验效率,使学生在相同的时间内可以完成更多的实验项目以提高自身的实验技能;另一方面可以提高学生对实验课的学习兴趣,激发学生们的学习动力和潜能。为适应研究型大学本科教育的需要,本实验教材除了编写各章节的基础性实验之外,还增加了综合性实验以培养学生客观地对事物及其现象进行观察、比较、分析和综合的能力以及协作精神,特别是通过综合性、研究型实验,锻炼学生综合运用理论知识,培养学生发现问题以及主动分析和解决问题的能力。

目前,已有多个版本的动物生理学实验教材。这些动物生理学实验教材,较好地适应了现代动物生理学实验技术的发展,在动物生理学实验教学中发挥了重要的作用。然而,现行的实验教材,有的编排虽然很全面,但过于复杂。限于实验教学学时的要求,学生所能开设的实验项目不足所编排项目的20%,造成浪费。有的实验教材则过于简略,缺少综合性、研究型实验项目的设置,不能满足宽口径、厚基础以及综合素质教育的需求。本实验教程的编写,一方面借鉴已有的动物生理学实验教材的长处,较详细地介绍了动物生理学实验的基本操作,合理设置综合性、研究型实验项目;另一方面,大幅度精简基础性实验项目的设置,有效地压缩了教材篇幅。在基础性实验项目的设置上,主要参考《2010 全国硕士研究生入学统一考试》(第3版)所规定的27个实验项目为基础,确保本教材满足本科生基本教学和研究生入学考试的需求。同时考虑到不同院校实验条件的具体特点和实验项目设置的习惯,适当增加了一些经典的生理学实验项目。研究型实验项目的设置,在介绍基本操作



的基础上,给出研究内容的原则性建议,以期能够为本科生科研训练以及研究生的高级生理学实验提供基本训练。

本书由动物生理学教学第一线的教师编写,内容分三个部分。第一部分为动物生理学实验总论,介绍了常用实验动物和器械、基本操作技术、动物生理学实验常用仪器。第二部分介绍了动物生理学基本实验 42 个,大多数实验结合计算机生物信号采集系统对生理实验中的电、机械等信号采集和处理实行了计算机化,有效提高了实验的效率。第三部分介绍了动物消化、内分泌和神经-肌肉等 3 个综合性实验,使学生学会对某项动物生理功能展开多方面的研究,为今后进行科学研究打下基础。在附录中介绍了生理溶液的配制及常用实验动物的生理常数。

本实验教程可供农林、师范院校以及综合性大学的动物医学、动物科学、生物科学、生物技术、生物学等专业的本科和专科学生使用,也可供药理学、毒理学和兽医学的师生参考。

限于编者对动物生理学实验的认识水平,以及动物生理学实验技术的迅速发展,本书不当之处,敬请读者和各位同仁予以批评指正。

编 者

2010 年 6 月

# 目 录

## 第一部分 总 论

1 绪论 .....	2
2 动物生理学实验基本技术 .....	6
3 综合性实验设计及研究型实验的基础知识 .....	32

## 第二部分 基本实验

实验 1 坐骨神经 - 腓肠肌标本制备 .....	42
实验 2 刺激强度与骨骼肌收缩的关系 .....	46
实验 3 刺激频率与骨骼肌收缩的关系 .....	50
实验 4 神经干复合动作电位及其传导速度的测定 .....	54
实验 5 神经干动作电位、肌电及骨骼肌收缩曲线的综合观察 .....	58
实验 6 反射弧分析与脊髓反射 .....	61
实验 7 大脑皮层运动区的机能定位 .....	65
实验 8 去大脑僵直 .....	68
实验 9 破坏动物 - 侧迷路的效应 .....	71
实验 10 出血时间、凝血时间的测定 .....	73
实验 11 红细胞沉降率的测定 .....	75
实验 12 血红蛋白测定 .....	77
实验 13 红细胞脆性实验 .....	79
实验 14 血细胞计数 .....	81
实验 15 血液凝固的影响因素 .....	85
实验 16 红细胞凝集与人类 ABO 血型鉴定 .....	87
实验 17 蛙心起搏点观察 .....	90
实验 18 蛙类微循环的显微观察 .....	93



实验 19	蛙心的期前收缩与代偿间歇	95
实验 20	离体蛙心灌流	98
实验 21	动脉血压的直接测定与影响因素	101
实验 22	交感神经对血管和瞳孔的作用	104
实验 23	人体动脉血压的间接测定及运动对血压的影响	106
实验 24	蛙心电图及容积导体的导电规律	109
实验 25	呼吸运动的调节	112
实验 26	胸膜腔内压的测定	115
实验 27	唾液、胰液和胆汁的分泌	117
实验 28	小肠吸收与渗透压的关系	120
实验 29	胃肠运动的直接观察	122
实验 30	离体小肠平滑肌的生理特性	124
实验 31	瘤胃内容物的显微观察	127
实验 32	离体小肠的吸收实验	129
实验 33	小白鼠能量代谢的测定	132
实验 34	损毁下丘脑对家兔体温的影响	136
实验 35	影响尿液生成的因素	139
实验 36	肾小球血流的观察	142
实验 37	胰岛素、肾上腺素对血糖的影响	144
实验 38	摘除肾上腺对动物应激的影响	146
实验 39	甲状腺对蝌蚪变态发育的影响	148
实验 40	摘除甲状腺对动物的影响	150
实验 41	睾酮对雏鸡第二性征发育的影响	152
实验 42	乳山羊排乳反射	154

### 第三部分 综合性实验设计及研究型实验

实验 43	蟾蜍低级中枢、神经 - 肌肉接头及肌肉疲劳时间的测定	158
实验 44	雄激素不同用药途径对雏鸡第二性征及红细胞数、血红蛋白含量的影响	160
实验 45	兔肝门静脉及后腔静脉血管瘘管安装技术	162
附录		165
附录 I	常用生理溶液、药物的配制与使用	165
1.	常用生理溶液的成分与配制方式	165
2.	消毒液、洗液的配制	166
3.	脱毛剂的配制	168
4.	特殊试剂的配制与保存	168
5.	常用血液抗凝剂的配制及使用	169



6. 常用麻醉药物剂量 .....	170
附录Ⅱ 实验动物的生理指标 .....	171
1. 常用实验动物的一般生理常数参考值 .....	171
2. 常用实验动物血液学主要生理常数 .....	171
3. 常用实验动物白细胞分类计数参考值 .....	172
参考文献 .....	173

## 第一部分

# 总 论

动物生理学是一门实验性科学,其理论体系根植于大量的动物实验观察。动物生理学的发展和它的每一项新理论的建立都借助于大量的动物实验,并在大量实验结果的支持下不断发展和完善。因此,学习动物生理学,必须同时进行实验课的学习,才能更好地理解和掌握生理学的理论知识,并推动其发展。

## 1.1 动物生理学实验及其方法

动物生理学的知识来自对生命现象的客观观察和科学实验。所谓生理学实验,就是人为地创造一定条件,以利于对平时不能从外表观察到的隐蔽或细微的生理活动能被观察,或某种生理过程能被认识。器官组织水平的生理实验方法主要分为急性和慢性两大类。急性实验法又可分为离体组织器官法和活体解剖法。如离体蛙心灌流即是离体组织器官法,而胃肠运动的直接观察即是活体解剖法。急性生理实验持续时间短暂,条件简单,容易排除其他因素干扰,并有可能对研究的对象进行直接的观察和细致的分析。动物在实验后一般不能存活,也无需无菌条件,但所获得的结果可能与正常生理机能相差较大,不能轻易进行推断。慢性生理实验通常先实施慢性生理手术,在无菌条件下安置体内电极、安装瘘管或切除、移植腺体等,待动物术后恢复时,再在实验动物完全清醒的情况下进行记录、取样等实验项目。这类实验过程较长,对实验室条件的要求也相对较高,实验动物模型也可使用较长时间,其机能活动更接近正常。当然,每种方法都有它的长处,也都存在一定的局限性,要了解并选择适当的方法,以与一定的研究目的和实验对象相适应。

## 1.2 动物生理实验的课程内容和要求

动物生理学是农林院校、水产院校动物生产类(含畜牧、水产、名贵经济动物养殖)、动物医学、动物检疫、野生动物与自然保护区管理、动物科学及生物技术专业本、专科必修的专业基础课,在理论上和实验技能上为后续课程的学习打下必要的基础。

为了适应现代教育、教学思想,融传授知识和能力培养为一体,动物生理学实验课除了讲授经典的生理学实验外,还特别注重对学生的获取知识的能力,观察、分析问题的能力以及实事求是的科研作风、严肃认真的工作态度和团结协作精神的培养。因此,动物生理学实验课应使学生通过对经典生理学实验的学习,掌握动物生理学实验的仪器、设备的基本操作,熟悉和掌握动物生理学实验的基本技术,掌握观察、记录实验结果,收集、整理实验数

据和编辑实验曲线与图形的方法,学习撰写一般性的实验报告。

通过对多个实验项目的同时观察或综合性实验,进一步强化、规范实验操作,掌握实验方法;重点培养学生分析、综合和逻辑推理的能力。

通过探索(研究)型实验设计的训练,促进学生的创新思维,使学生掌握实验设计的基本原理、原则;使学生掌握撰写科学研究论文的基本方法,为今后进行科学研究打下良好的基础。

## 1.3 动物生理学实验课的要求

### 1.3.1 实验前

(1) 仔细阅读《动物生理学实验教程》中的有关内容,了解实验的目的、要求,充分理解实验的原理,熟悉实验项目、操作步骤和程序,了解实验的注意事项。

(2) 结合实验阅读相关理论知识,必要时还需要查阅一定的资料,做到充分理解实验原理与方法,力求提高实验课的效果。

(3) 预测实验结果,对预测的结果尽可能地作出合理的推测与解释;设计好实验原始记录的表格。

(4) 估计在实验中可能发生的问题,并思考解决问题的方法或措施。

(5) 有条件的学校,可利用网络课堂的视频资料预习实验的技术操作要领。

### 1.3.2 实验时

(1) 遵守实验室规则。实验桌上不要放置与实验无关的物品,严禁实验过程中进食和饮水,杜绝危及安全和健康的隐患。

(2) 爱惜实验动物和标本,使其保持良好的生理状态和兴奋性;节约药品、水、电,确保实验完成。

(3) 操作前注意倾听教师讲解的实验重点以及操作要领,按程序正确地操作仪器、手术器械,按实验步骤进行实验。

(4) 认真观察和记录实验结果,并加上必要的标记、文字说明;实验过程中还要思考出现了什么样的结果,为什么会有这些结果,这些结果有何意义。若出现非预期结果,还应分析其原因,并尽可能及时解决。

(5) 实验中要有耐心,必须等前一项实验指标基本恢复正常后,才能进行下一项实验,注意观察实验的全过程。

### 1.3.3 实验后

(1) 实验完成后要及时关闭仪器和设备,并切断电源;按规定整理实验器具,实验动物

放在指定地点;做好桌面和教室的清洁卫生;离开实验室前要洗手。

(2) 及时整理实验记录,分析实验结果,作出实验结论。

(3) 认真撰写实验报告,按时交给教师批阅。

## 1.4 动物生理学实验报告的撰写

动物生理学实验课中无论是学生自行操作,还是示范的实验项目,每一位学生都应按照实验的具体内容,独立、认真地完成实验报告。实验报告是对实验的全面总结,是应用知识、理论联系实际的重要环节,是对学生撰写科学论文能力的初步培养,还可为今后的科学研究打下良好的基础。

实验报告的撰写要求文字简练、条理清晰、观点明确、字迹清楚,正确使用标点符号。一般的院校都印刷有专门的实验报告纸,如没有统一印制的实验报告纸,实验报告可参考以下格式:

### 动物生理学实验报告

姓名:\_\_\_\_\_ 学号:\_\_\_\_\_ 班级:\_\_\_\_\_ 组别:\_\_\_\_\_

同实验者:\_\_\_\_\_ 日期:\_\_\_\_\_ 实验成绩:\_\_\_\_\_

实验题目(序号)

实验目的

实验原理

材料与试剂

实验步骤

实验结果

分析与讨论

思考题

书写实验报告时需要注意以下几点:

(1) 实验目的要求尽可能简明扼要。

(2) 实验原理要求对实验设计的基本原理(包括技术路线)进行有重点的简明的叙述。

(3) 实验方法如与《动物生理学实验教程》所提的方法相同,只需简要写出主要实验步骤,不要抄写教材内容。若在实验仪器或方法上有所变动,可对变动之处作简要的说明。

(4) 实验结果是实验报告中最为重要的部分,包括实验所得的原始资料(如血压、呼吸曲线、神经放电波形、心电图、生理生化指标等)。写实验报告就是要根据实验目的将原始数据系统化、条理化,并进行统计学分析(视具体情况而论)。对实验过程中所观察到的现象应忠实、客观地加以描述,描述时需要有时间概念和顺序性,注意系统性和条理性。对记录曲线应进行合理的剪切、归类并加以编辑,在实验报告的适当位置进行粘贴,并加以标注和必要的文字说明,如曲线的序号,名称,施加(或撤销)刺激(药物)的标记、刺激及显

示、记录的参数(或药物名称、浓度或剂量),定标单位,效(反)应时程的变化过程。对实验结果的数据,可绘制成图表进行表达,在具体写作过程中上述各部分可相互融合,详略得当。

(5) 分析和讨论是实验报告中最具有创造性的部分,是学生独立思考、独立工作能力的具体表现,因此,应该严肃、认真,不能盲目抄袭书本和他人的实验报告。讨论的基本思路是以实验结果为论据,论证实验目的。进行实验结果的讨论,首先要判断实验结果是否符合预期设想,然后根据已掌握的课堂理论或查阅资料所获得的知识,对实验结果进行针对性的解释、分析,并指出其生理意义。如果出现和预期的结果相矛盾的地方,也应分析其产生的原因。如实验中尚有问题没有解决,应尽可能地提出自己的见解。绝对不可以修改实验结果来迎合理论,更不能用已知的理论或生活经验硬套在实验结果上,也不要简单重复教材上的理论知识。

实验结论是从实验结果中进一步归纳出来的一般性、概括性的判断,即对本次实验所能验证的概念、原则或理论的简明总结。结论应与本次实验的目的相呼应。结论的书写要简明扼要,概括性强,不必要再罗列具体的结果,也不要轻易推论和引申。实验中未能得到充分论证的理论分析不要写入结论。所引用的课外参考资料应注明出处。

(程美玲)

## 2

# 动物生理学实验基本技术

## 2.1 动物生理学实验常用手术器械

### 2.1.1 常用手术器械

在生理学实验中为了使用和叙述方便,将手术器械分别归类为哺乳动物手术器械(常规手术器械、外科手术器械)和小型动物手术器械[包括:普通(粗)剪刀、手术剪、眼科镊、尖头无齿镊(或普镊)、金属解剖针、玻璃分针、蛙板或玻璃板、蛙钉、锌铜弓、蛙肌板或蛙肌槽、支架、双凹夹](图 1-2-1)。

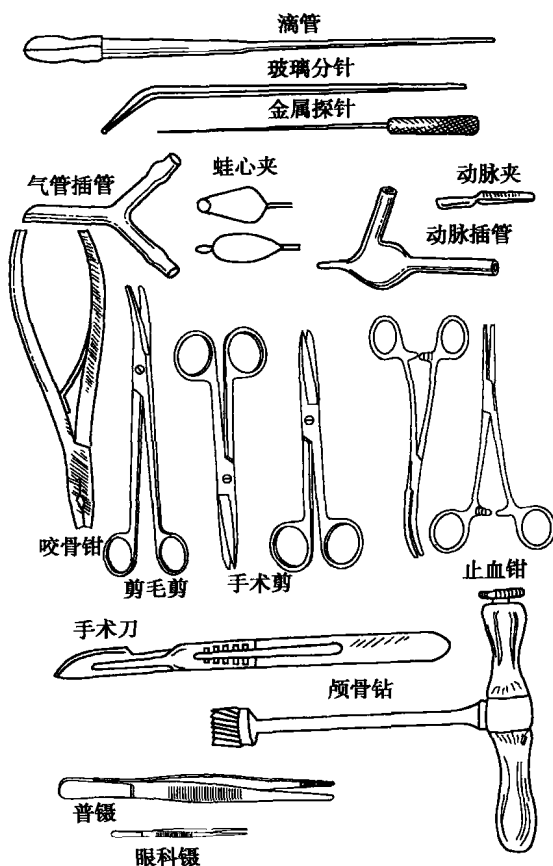


图 1-2-1 动物生理实验常用器械

现仅介绍常规的手术器械。

(1) 手术刀 手术刀主要用来切开皮肤和脏器。手术刀又分为圆刃、尖刃和弯刃 3 种。刀柄也分多种,最常用的是 4 号刀柄和 7 号刀柄。可根据手术部位、性质的需要自由拆装和更换变钝或损坏的手术刀片(图 1-2-2)。

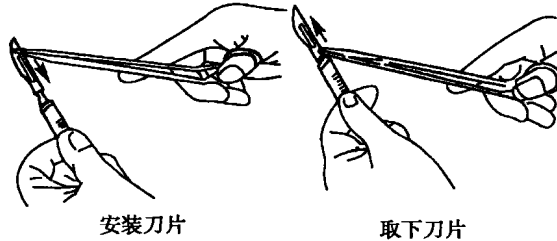


图 1-2-2 手术刀片的安装与取下

持刀的方式有 4 种,其中“执弓式”是一种常用的持刀方式。其动作范围广泛而灵活,用于腹部、颈部或股部的皮肤切口(图 1-2-3)。

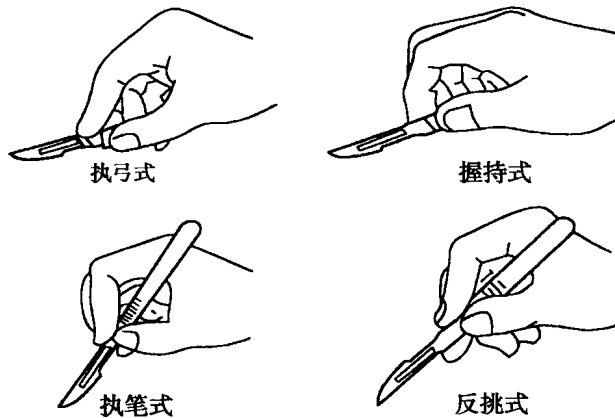


图 1-2-3 持刀方式

(2) 手术剪和粗剪刀 手术剪分钝头剪、尖头剪。其尖端有直、弯之分。主要用于剪皮肤、肌肉等软组织。也可用来分离组织,即利用剪刀尖插入组织间隙,分离无大血管的结缔组织。另外,还有一种小型的眼科剪,主要用于剪血管和神经等软组织。一般来说,深部操作宜用弯剪,不致误伤。剪线大多用钝头直剪,剪毛用钝头、尖端上翘的剪。正确执剪姿势是用拇指与无名指持剪,食指置于手术剪的上方(图 1-2-4)。

粗剪刀,为普通的剪刀。在蛙类的实验中,常用来剪蛙的脊柱、骨和皮肤等粗硬组织。

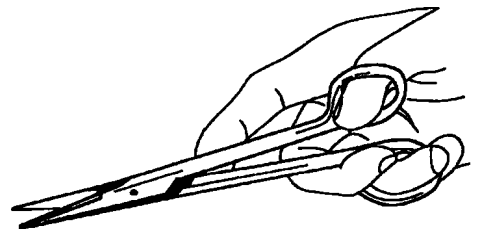


图 1-2-4 手术剪的握持方法



(3) 手术镊 手术镊种类很多,名称也不统一,常用的有无齿镊和有齿镊 2 种,用于夹住或提起组织,以便剥离、剪断或缝合。有齿镊用于提起皮肤、皮下组织、筋膜、肌腱等较坚韧的组织,使其不易滑脱。但有齿镊不能用于夹持重要的器官,以免造成损伤。无齿镊用于夹持神经、血管、肠壁或其他较纤弱的组织,而不致使之受损伤。正确执镊的方法如图 1-2-5 所示。

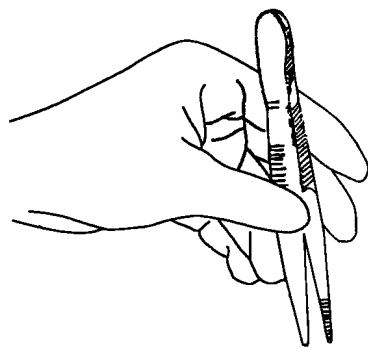


图 1-2-5 镊子的握持方法

(4) 血管钳 血管钳又称止血钳,有直、弯、带齿和蚊式钳等数种。主要用于夹血管或者止血点,以达到止血的目的。也用于分离组织,牵引缝线,把持或拆除缝线等。正确持钳与持剪刀的方法相同(图 1-2-6)。放开血管钳的方法是利用右手已套入血管钳的拇指与无名指相对挤压,继而两指向相反的方向旋开,放开止血钳。

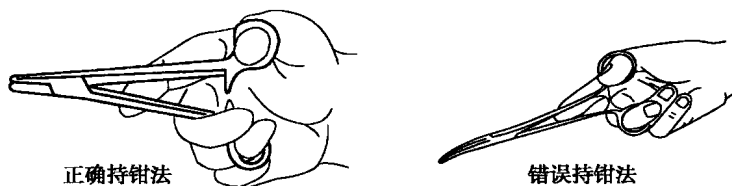


图 1-2-6 持钳法

(5) 骨钳 有大、小之分,分别根据需要在打开颅腔和骨髓腔时,用于咬切骨质。

(6) 颅骨钻 用于开颅时钻孔。

(7) 气管插管 急性动物实验时,插入气管以保证呼吸通畅或人工呼吸。将一端接气鼓或换能器,可用于描记呼吸运动。

(8) 血管插管 有动脉插管和静脉插管。一些小型动物的动脉插管可用 16 号输血针头磨平来替代。在急性实验时插入动脉,另一端联结压力换能器或水银检压计,以记录血压。静脉插管插入静脉后固定,以便在实验过程中随时用注射器向静脉血管中注入药物或溶液,也可用于持续性按时间点采集血液样本。

(9) 蛙针 专门用来毁坏蛙类的脑和脊髓。

(10) 玻璃分针 用于钝性分离神经与血管等组织。

(11) 蛙心夹 使用时将夹的前端在蛙心室舒张时夹住心室尖,尾端用线联结在换能器上。

(12) 动脉夹 用于临时性阻断动脉血流,便于插管等进一步操作。

(13) 蛙板 一块 20 cm × 15 cm 的木板或其他材质的平板,用于固定蛙类;用于观察血液循环的蛙板,应为木质的,一侧挖有一直径 2 cm 左右的圆孔,整体尺寸较普通蛙板稍小。

各种手术器械使用后,都应该及时清洗,齿间、轴间的血迹也应清洗干净。洗净后用布擦拭干,忌用火烘干或重击。久置不用的金属器械应擦油保护。