



普通高等教育（医药卫生类）规划教材

供医药卫生类专业使用

机能实验学

主编 刘海鹰 杨晓玲



科学出版社

普通高等教育（医药卫生类）规划教材

供医药卫生类专业使用

机能实验学

主 编 刘海鹰 杨晓玲

副主编 单 芳 马玮玮 阮争光

编 者 （按姓氏汉语拼音排序）

刘海鹰（河西学院医学院）

马玮玮（河西学院医学院）

阮争光（武汉科技大学附属天佑医院）

单 芳（河西学院医学院）

杨晓玲（宁夏医科大学）



科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书根据机能学教学实验的特点和参编学校实验教学改革的经验,重点编纂了机能学实验的基本方法和经典的机能学实验内容,阐明了进行医学生物学科探索、研究的思维方法。本书强调基础理论、注重实践,具有知识性、趣味性、系统性、科学性和实用性的特点。书中内容的安排有利于培养学生观察问题、分析问题和解决问题的综合能力。

本书可作为医药院校三年制、四年制和五年制临床、护理、助产、口腔、影像、药学、检验、中医、针灸推拿、康复等专业学生的实验教材。

图书在版编目(CIP)数据

机能实验学 / 刘海鹰, 杨晓玲主编. —北京: 科学出版社, 2018.8

普通高等教育(医药卫生类)规划教材

ISBN 978-7-03-057865-5

I. 机… II. ①刘… ②杨… 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(2018)第 126466 号

责任编辑: 魏亚萌 / 责任校对: 张凤琴

责任印制: 赵 博 / 封面设计: 铭轩堂

版权所有, 违者必究。未经本社许可, 数字图书馆不得使用

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

石家庄继文印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2018 年 8 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2018 年 8 月第一次印刷 印张: 9

字数: 213 000

定价: 34.80 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

前 言

机能实验学是一门研究生物体正常机能、疾病发生机制和药物作用规律的实验性科学，是随着高等教育的发展和医学教育的改革，尤其是实验教学改革的深入逐步建立起来的，它继承了生理学、药理学和病理生理学实验课程的核心内容，且更加强调学科之间的交叉融合，更加注重新技术的应用及学生创新能力的培养。机能实验学的内容涉及生理学实验、药理学实验和病理生理学实验范畴。本课程以培养学生基本实验操作技能为出发点，以提高学生综合素质和科技创新能力为宗旨，打破了学科之间的界限，开设了综合性实验，对于激发学生的学习兴趣，培养学生的探索精神、科学思维、实践和创新能力都起到了重要的作用。

本书除了将生理学、药理学、病理生理学的经典教学实验内容作为基础性实验外，亦系统性地增加了实验基本知识、基本方法和基本操作技能等方面的内容，并将上述三门学科的实验进行有机整合形成了综合性实验项目和探索性实验内容。此外，为了更好地巩固学生的相关理论知识，书后亦附加了生理学和病理生理学部分练习题，以协助学生学习。

本书编者全部是在教学一线从事多年机能实验教学的骨干教师，有着扎实的理论基础和丰富的实践经验。编写人员分工如下：单芳编写第二章实验一至实验三，马玮玮编写第二章实验四至实验六，阮争光编写第二章实验七至实验九，杨晓玲编写第三章实验一至实验四，其余内容由刘海鹰编写。

由于时间仓促，且编者水平有限，尽管编者们不懈努力，书中仍难免有不妥之处，恳请广大师生批评指正。

刘海鹰

2018年3月

目 录

第一部分 实 验

第一章 机能实验学基础	3
第一节 绪论	3
第二节 实验动物基本知识	5
第三节 实验常用溶液的配制及仪器设备介绍	19
第二章 生理学实验	33
实验一 不同刺激强度和频率对骨骼肌收缩活动的影响	33
实验二 神经干动作电位、兴奋传导速度和不应期测定	35
实验三 影响血液凝固的因素	37
实验四 红细胞渗透脆性实验观察	39
实验五 ABO 血型鉴定	40
实验六 出、凝血时间测定	41
实验七 离体蛙心灌流	42
实验八 期前收缩和代偿间歇	43
实验九 人体动脉血压的测定	44
实验十 人体体表心电图的记录	45
实验十一 人体肺通气功能测定	47
实验十二 离体小肠平滑肌灌流实验	47
实验十三 视力、色盲和瞳孔对光反射检查	49
实验十四 声音的传导途径	50
第三章 病理生理学实验	52
实验一 家兔高钾血症及抢救	52
实验二 家兔实验性肺水肿	53
实验三 缺氧及影响缺氧耐受性的因素	55
实验四 弥散性血管内凝血 (DIC)	56
实验五 家兔失血性休克及抢救	58
实验六 家兔酸碱平衡紊乱	60

第四章 机能学综合实验	62
实验一 神经、体液因素对家兔动脉血压的影响	62
实验二 呼吸运动的调节	64
实验三 影响尿生成的因素及利尿药的作用	65
实验四 急性右心衰竭	67
实验五 家兔急性呼吸衰竭	68
实验六 肝性脑病及解救	70
实验七 急性肾衰竭	73

第二部分 练 习 题

生理学练习题	79
病理生理学练习题	110

第一部分 实 验

第一章 机能实验学基础

第一节 绪 论

机能实验学是一门新兴的基础医学实验课程,是将生理学、病理生理学和药物作用三方面的实验内容进行有机结合,研究机体正常机能、疾病发生机制和药物作用规律的实验科学。它继承并发展了生理学、病理生理学和药理学实验的核心内容,注重学科之间的交叉融合与渗透,并重视新技术的应用,对培养学生的动手能力、综合分析能力及科技创新能力将起到重要的作用。

一、机能实验学的目的

机能实验学旨在进一步加深学生对机能学科基本知识、基本理论的理解和认识,使学生通过基础机能学实验和综合性机能学实验的训练,学会常用医学实验仪器设备的正确使用,初步掌握机能学实验的基本操作技术,建立科学研究的基本概念,培养学生的科学思维方法、开拓创新精神以及观察问题、分析问题和解决问题的能力。

二、机能实验课的要求

1. 实验前 仔细阅读实验教材,熟悉实验步骤、操作程序、实验项目和注意事项。复习有关的理论知识,做到充分理解实验原理,并预测该实验各个步骤应得的结果和可能发生的误差。

2. 实验中 实验器材安放整齐,各组人员分工明确,认真循序操作,注意安全,严格遵守规章制度。注意保护实验动物和标本,使其始终处于良好的机能状态。爱护公物,注意节省实验器材和药品。严密、全面地观察实验中的现象,随时记录,并联系讲授内容进行思考。

3. 实验后 整理和清洗实验用品,如有损坏应报告授课教师,关闭仪器、设备的电源开关。必须在授课教师清点检查过仪器和器械后方可离开。整理实验记录,按要求撰写实验报告。各组按顺序轮流值日,整理卫生,取送动物。

4. 实验过程中要严格遵守实验室规则。

三、实验报告的书写

书写实验报告是对实验的总结,也是机能学实验课的一项基本训练。学生们通过书写实验报告,可以熟悉撰写科学论文的基本格式,学会绘制图表的方法,应用学过的理论知识或查阅文献资料,对实验结果进行分析和解释,作出实验结论,以提高知识运用、独立思考、分析和解决问题的能力及书写能力,为将来撰写科学论文打下良好的基础。学生应以科学的态度,严肃认真地独立完成实验报告的书写;不应盲目抄袭书本或他人的实验报告。

撰写实验报告时应注意文字简练、语句通顺、字迹清楚、页面整洁、标点符号使用正确。实验报告的基本内容包括:

1. 班级、姓名、学号、组别、实验日期。
2. 实验题目。
3. 实验目的。
4. 实验原理。
5. 实验对象。
6. 实验仪器及药品。
7. 实验方法与步骤：简要写明主要实验方法、实验技术、实验步骤。详细记录观察指标的内容和采集的实验数据。阐述要简明、扼要、清晰。
8. 实验项目和结果：此项是实验中最重要的重要组成部分。根据实验目的，对原始记录进行系统化、条理化的整理、归类和统计学处理。一般采用以下三种表达方式：
 - (1) 叙述式：用文字将观察到的与实验目的有关的现象客观地加以描述。描述时需要有时间概念和顺序上的先后层次。
 - (2) 表格式：此种表达方式能较为清楚地反映观察内容，有利于对比分析。每一表格应说明一定的中心问题，需有标题和计量单位。
 - (3) 波形式：对实验中描记的波形或曲线（如呼吸、血压、肌肉收缩曲线）进行剪贴编辑，加上标注、说明，打印出来，直接贴在实验报告上，以显示实验结果。此种表达方式较为直观清楚，能够客观地反映实验结果。
9. 讨论和结论：实验结果讨论是根据已知的理论知识对结果进行的解释和分析。分析推理要有根据，符合逻辑。如果出现非预期的结果，应考虑和分析其可能的原因，并写入讨论中，请老师评阅。结论是从实验结果归纳出的一般性、概括性的判断，即这一实验所能验证的概念、原理或理论的简明总结。

四、实验室守则

为了顺利进行实验并得到可靠的实验结果，学生在实验室学习时，必须遵守实验室的各项规定。

1. 进入实验室前，必须穿好白大衣，不得穿拖鞋进入实验室。实验室内需保持安静，学生应具备严肃的科学态度，不得无故迟到和早退。对无故缺席者，其该次课记作 0 分处理。
2. 进行实验分组。每组学生实验前要有明确的分工，分别负责实验的操作、助手工作、麻醉和记录等。每次实验的主要操作者应实行轮换制，以便每个同学都有操作的机会。
3. 学生应在每次实验前预习实验教材，以了解实验目的、方法、操作步骤和注意事项，并在实验课时认真听取指导教师的讲解和教导。
4. 实验开始前，各小组组长应向老师领取手术器械，并根据清单仔细核查器械有无缺损，进行妥善保管。
5. 正式操作前，学生要仔细检查并核对药品、器材和实验动物。在实验中注意节约药品和器材，爱护仪器和实验动物。
6. 对已由老师调试好的电脑和实验仪器的设置不得擅自更动，以免影响实验结果。
7. 实验中，按照教材中描述的或老师交代的实验方法进行操作，严格遵照执行老师强调的实验注意事项。
8. 实验中仔细观察实验反应和现象。及时、详细地记录实验结果和数据，实验中所做的每一项处理均要在实验记录（如曲线图等）中作出标注，并保存好实验的原始记录。
9. 实验完毕后，必须将器材清洗擦干，清点药品；手术器械按清单归还老师；各组轮流打扫实验室卫生，特别要注意水、电、煤气是否关闭，以确保实验室安全。

10. 如在实验过程中造成实验器材、设备损坏,需如实登记,说明原因并签字;由于不当玩弄而造成实验设备、器材损坏的,需写出情况报告,并酌情赔偿。

11. 实验结束后,按照要求书写实验报告,并于下一次实验课前交给指导老师进行批改。

五、机能实验考核办法

机能实验学作为一门独立的课程,应在学生学习结束后组织单独的考核。考核由平时成绩、实验技能和实验设计三部分组成。平时成绩重点考查学生的课堂表现、实验报告书写质量等;实验技能重点考查学生对实验技术掌握的熟练度和操作的规范性;实验设计重点考查学生设计实验的科学性、可行性和创新性。各部分应占有相近的分值比例,分别体现学生的学习态度、对基本知识的掌握、实践动手能力、利用所学知识分析解决问题的能力以及科学精神和创新意识。通过考核不但可以检验此课程的教学效果,同时也有助于发现教学中存在的问题和不足,以便进行改进和完善,推动机能学实验课程改革不断发展。

第二节 实验动物基本知识

一、常用实验动物的选择与应用

(一) 实验动物的选择

依据实验内容和要求,及实验所要达到的目的进行实验动物的选择,一般遵循如下原则:

1. 所要观察的实验动物功能特性与人类的功能要有相似性 例如,两栖类动物(蛙)与人类的心肌细胞都有自律性,故观察心肌细胞的自动去极化过程可以选用蛙,但蛙的皮肤有呼吸功能而人的却没有,所以不能以蛙的皮肤呼吸功能类比人的皮肤功能。

2. 动物的种属及其生物特性,适合复制稳定可靠的某种模型,用来观察相应的生理学指标 例如,哺乳动物有发育完善的心脏,且和人相似,有完全分隔的左心和右心,所以可以用来进行循环系统功能的研究。但家兔作为草食动物,其消化系统功能与人差异较大,消化液中酶的种类和数量均不同,呕吐反射也不发达,所以不适宜做消化系统功能的研究。

3. 经济易得 只要能达到实验目的,应尽量选择价格较低且容易获得的动物。此外,还要注意制作模型的方法要简便、可靠、需要时间较短,例如,灌服四氯化碳制作急性肝损伤模型时可选择小鼠。

4. 选取健康的动物 健康的温血动物表现活泼,反应灵活,毛有光泽,两眼明亮,眼鼻无分泌物,食欲良好;健康的蟾蜍和蛙皮肤湿润,喜爱活动。进行能量代谢方面的实验要求动物的年龄必须统一;慢性实验应选择年轻健壮的动物。若性别对研究有影响,如研究与性激素分泌功能有关的项目时,应选择同一性别的动物。若性别对研究无影响,应选择雌雄动物各半。若妊娠对实验有影响,应选择无孕的动物。科研实验对动物的品系和纯度要求比较严格,教学实验一般不作严格要求。

(二) 常用实验动物

1. 蛙和蟾蜍 容易获得,且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,以及药物对坐骨神经、横纹肌或神经肌肉接头的作用。蛙的腹直肌还可以用于鉴定拟胆碱药物。蛙还常用来做脊休克、脊髓反射和反射弧分析等实验。

2. 小鼠 由于小鼠的体形小、生长繁殖快、成熟早、性情温顺、对外来刺激敏感、质量标准明确、易于饲养管理和大量繁殖,且价廉,故应用较为广泛,特别是用于需要大量动物实验的研究,如药物筛选,半数致死量的测定,药物效价比较,抗感染、抗肿瘤药物及避孕药物的研究等。此外,破坏小脑动物观察、去大脑僵直等实验也常选用小鼠。小鼠是生物医学领域品种最多、用量最大、用途最广的哺乳类实验动物。目前,我国生物医学动物实验中使用最多的是昆明小鼠(Kunming mice, KM 小鼠),昆明小鼠是我国生产量和使用量最大的远交群小鼠,来源于 Swiss 小鼠。

3. 大鼠 是最常用的实验动物之一,其用量仅次于小鼠。大鼠的特点与小鼠相似,但体型较大。一些在小鼠身上不便进行的实验可改用大鼠。如大鼠的血压和人相近,且较稳定,故常选用大鼠进行心血管功能的研究。在抗高血压药的研究开发中,自发性高血压大鼠(SHR)品系是最常采用的动物。目前,我国生物医学动物实验中使用最多的是 Wistar 大鼠和 SD 大鼠。

4. 豚鼠 对组织胺很敏感,易致敏,常用于平喘和抗组胺药物实验。其对结核杆菌亦敏感,故也用于抗结核药物的研究。此外还可用于离体心脏及肠平滑肌实验,其乳头肌和心房肌常用于电生理特性及心肌细胞动作电位实验,以及抗心律失常药物作用机制的研究。亦可用于听力和前庭器官的实验等。

5. 家兔 温顺、易饲养,常用于观察药物对心脏活动、呼吸运动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、热源检查及避孕药实验等。

6. 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及中枢神经系统药物的研究。

7. 狗 常用于观察药物对心脏泵血功能和血流动力学的影响,心肌细胞、浦肯野纤维电生理研究,降压药及抗休克药的研究等。狗通过训练后,可以用于慢性实验研究,如条件反射、高血压的实验治疗、胃肠蠕动和分泌实验、慢性毒性实验和中枢神经系统的实验等。

二、实验动物的编号方法

在动物实验中,为了观察每个实验动物的反应情况,必须对实验动物进行编号、标记。标记的方法应保证号码清楚、持久、简便、易认和适用。现介绍几种常见的标记方法。

1. 染色法 是用化学剂在动物身体的明显部位,如被毛、四肢等处进行涂染,以染色部位、不同颜色来区别各组动物,是实验室最常用、最易掌握的方法。染色法一般适用于白色大鼠、白色小鼠、豚鼠和白色家兔等动物的短期实验。常用的染液有 3%~5% 苦味酸溶液(黄色)、2% 硝酸银溶液(咖啡色)、0.5% 中性品红溶液(红色)。标记时,用棉签或卷着纱布的玻璃棒或止血钳等蘸取少量上述溶液,在动物体的相应部位逆毛流方向涂上有色斑点。编号原则是先左后右,从前到后。左前腿部记为 1 号,左侧腰部记为 2 号,左后腿部记为 3 号,头部记为 4 号,腰背部记为 5 号,尾部记为 6 号,右前腿部记为 7 号,右侧腰部记为 8 号,右后腿部记为 9 号,不涂色的为 10 号。用单一颜色可标记 1~10 号。如果动物数量超过 10 只,可用两种颜色共同标记,即一种颜色代表十位,另一种颜色代表个位,这样可标记到 99 号。染色法多用于实验周期短、动物数量不多的情况,不宜用于长期实验。

2. 穿耳孔法 是用动物专用耳孔器在动物耳朵的不同部位打一小孔或打成缺口来表示一定号码的方法。这种编号方法适用于长期实验及体毛颜色较深不易着色的动物。打孔原则为左耳代表十位数,右耳代表个位数。应用打孔法时常用消毒滑石粉涂抹在打孔局部,以避免孔口愈合。

3. 挂牌法 将号码压在金属号码牌上, 最好用铝牌, 可反复使用不生锈。将金属牌固定在实验动物耳朵上作为标记。使用时, 先将号码牌的尖端避开耳朵中央动脉穿过耳壳, 再由耳朵内侧面将其折曲固定, 一般用于家兔、豚鼠标记。猴、猫等动物有时可挂在颈部或笼箱上。用于狗的金属号码牌较大, 且牌上穿有小孔, 可固定在狗链条上作标记。

4. 烙印法 是用刺号钳将号码烙压在动物无体毛或明显的部位, 如耳、面鼻部和四肢部位等。应用此方法应注意烙号部位的污染和预防感染。

5. 挂腿圈法 首先将号码冲压在圆形或方形金属牌上, 金属牌常用不生锈的铝板制成, 或可使用市售的打好号码和记号的铝制牌。然后将金属薄片固定在拴腿的皮带圈上, 将此圈固定在动物腿的上部。此法简便、实用, 适用于鸡等禽类的编号。

6. 剪尾法 是将动物的尾尖部剪去, 一般用于大鼠、小鼠的分组, 但仅限于将两组动物区分开, 无法给每只动物编号。需注意, 若需进行尾尖取血, 此法不适用。

7. 剪毛法 是将动物背部的被毛用剪刀剪去, 用于标记, 此法编号标记清楚、可靠, 便于实验人员观察, 常用于大中型动物的编号。

三、实验动物的捉拿与固定

1. 家兔 家兔性情驯良, 较易捕捉。自笼内取出家兔时, 应用手抓住其项背近后颈处皮肤, 提离笼底。如家兔肥大或怀孕, 应再以另一只手托住其臀部或腹部, 将其重心承托在掌上(图 1-1A)。切忌强提兔耳或某一肢体, 将家兔强行从笼中拖出, 其脚爪锐利, 谨防抓伤。将家兔作仰卧时, 一手仍抓住颈皮将其翻转, 另一手顺腹部抚摸至膝关节, 换手臂压住膝关节, 再进行捆绑固定。按实验要求, 用兔盒或兔手术台固定家兔。若仅做家兔头部操作, 如耳缘静脉注射或取血, 可将家兔固定在兔盒中(图 1-1B)。若需要观察血压、呼吸或进行颈、胸、腹部手术, 则应将家兔以仰卧位固定于兔台上。方法是先将四肢绑好固定带, 后肢系在踝关节以上, 前肢系在腕关节以上, 然后将家兔以仰卧位放在兔手术台上, 头部用兔头固定器固定, 四肢用固定带分别系在兔手术台的铁柱上(图 1-1C)。

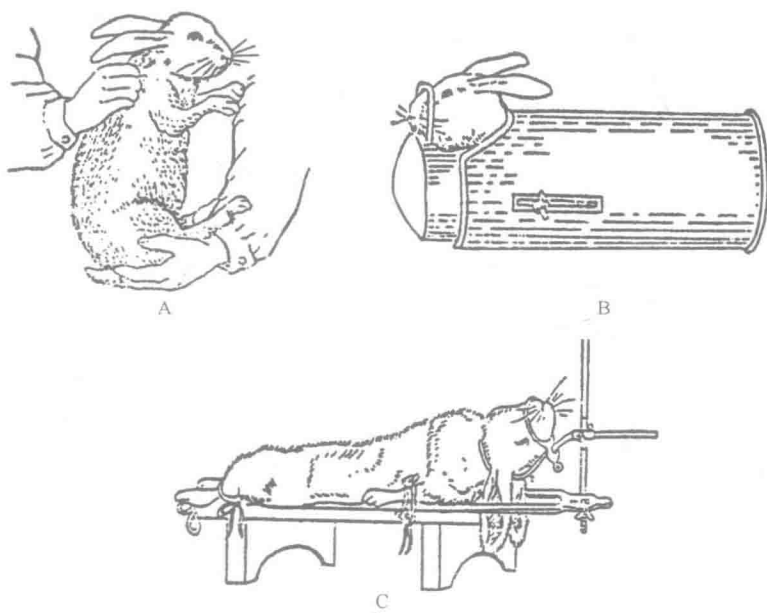


图 1-1 兔的捉拿与固定



图 1-2 大鼠的捉拿

2. 大鼠 大鼠性烈，齿锋利，捕捉时要提防被其咬伤。从鼠笼捉拿时，可用海绵钳夹住其项背皮毛（切勿夹其尾巴）或戴厚手套捉住其尾巴，提出置于实验台上，以左手握住其整个身体后进行操作。在数层厚布的保护下，左手将大鼠压住，食指放在其左前肢前，中指放在左前肢后，拇指置于右前肢后，将头部和上肢固定在手中，再用手掌和其余手指的力量将鼠身握住（图 1-2），右手进行操作。若需做手术，则将其麻醉后绑在固定板上。

3. 小鼠 小鼠较大鼠温和，但也要提防被其咬伤，一般不需戴手套捕捉，可用右手轻抓鼠尾，提起置于鼠笼上，将鼠尾略向后拉，用左手的拇指、食指和中指抓住小鼠两耳后项背部皮毛，再以无名指及小指夹住鼠尾即可（图 1-3）。也可在麻醉后将其固定于小鼠固定板上。

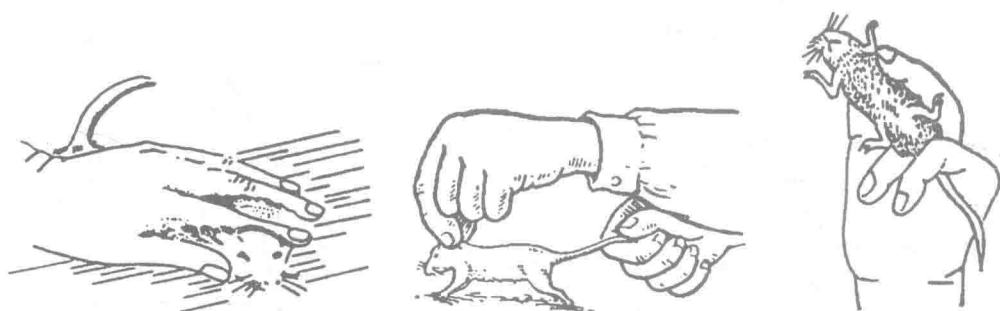


图 1-3 小鼠的捉拿

4. 豚鼠 豚鼠性情温顺，胆小易惊，一般不易伤人，抓取时用右手手掌迅速扣住豚鼠背部，抓住其肩胛上方，拇、食指环握颈部，另一只手托住其臀部（图 1-4）。也可用固定器固定豚鼠，或将豚鼠四肢固定在木板上。

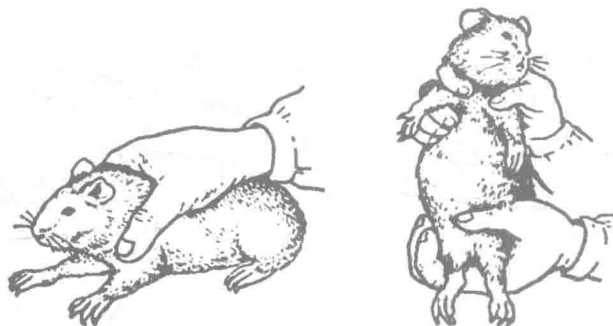


图 1-4 豚鼠的捉拿

5. 蛙和蟾蜍 捉拿蛙时宜用左手将其握住，以中指、无名指和小指压住其左腹侧和后肢，拇指和食指分别压住其右、左前肢，右手进行操作。在捉拿蟾蜍时勿碰压其耳侧和毒腺，以提防毒液射入眼中。如需长时间观察，可破坏其脑脊髓，用大头针将其固定在蛙板上（图 1-5）。

6. 猫 捉猫时应戴手套，防止被抓伤。可先将猫赶入特制的玻璃容器中，用乙醚将其麻醉。或将猫诱入已称重的口袋，扎紧袋口，称重后隔着口袋进行腹腔注射麻醉。

7. 狗 用长柄狗头钳夹持其颈部,并按压在地,向后牵拉其后肢进行后肢小腿外侧小隐静脉的注射麻醉或前肢头静脉注射麻醉。固定时,先固定其头部,再固定四肢。需用特制的狗头固定器固定狗头,四肢固定方法与家兔相同。

四、常用实验动物的给药方法

给药途径和方法应根据实验目的、动物种类和药物剂型而定,常用方法如下。

(一) 经口给药

经口给药分为自动摄入给药和强行经口给药两种方法。

自动摄入给药法可将药物放入饲料或溶于饮水中,使动物自行摄取。该给药方法操作简单,给药时动物接近自然状态,不会引起动物应激反应,适合于长期给药干预实验。但是经由该方法给药,动物摄入药物的量和时间不准确,影响药物作用分析的准确性。

为保证剂量准确,可应用强行经口给药法。此方法的优点是能够准确把握给药时间和剂量,及时观察动物的反应,适合于急性和慢性动物实验。缺点是经常强制性操作易引起动物的不良生理反应,操作不当甚至会导致动物死亡,故应熟练掌握该项技术。现将小鼠、大鼠及家兔的灌胃法简介如下。

1. 小鼠 按前述捉拿法用左手抓住动物,使其腹部朝上,右手持灌胃器(用1~2ml注射器连接磨钝的注射针头构成),先从鼠口角处插入口腔,以灌胃针管压其上腭,使口腔和食管成一直线后,再把针管沿上腭徐徐送入食管约3cm,在稍有抵抗感处(此位置相当于食道通过膈肌的部位)注入药液。如注射顺利,则动物安静、呼吸无异常;如动物强烈挣扎不安,可能针头未进入胃内,必须拔出重插,以免误入气管造成窒息死亡。一次投药量一般为0.2~0.3ml/10g体重。

2. 大鼠 灌胃方法与小鼠相似,采用安装在5~10ml注射器上的金属灌胃管,插入食管约5cm,有时灌胃需人配合。大鼠一次灌胃量为1~2ml/100g体重。

3. 家兔 家兔灌胃采用8号导尿管配以一个木制张口器。灌胃时需两人合作,一人坐好,将家兔的躯体和下肢夹在两腿之间,左手紧握双耳,固定头部,右手抓住其前肢。另一人将兔用张口器横放于家兔口中,并将家兔舌压在张口器之下,再使导尿管通过张口器中部的小孔慢慢沿上腭插入食管16~20cm。为避免误入气管,可将胃管的外端放于清水杯中,若有气泡从胃管口逸出,应拔出再插。如无气泡逸出,表明导管在胃内,即可将药液注入,然后再注入少量清水,将胃管内药液冲入胃内,灌胃完毕后,先拔出导尿管,后取下张口器。灌胃量一般为10ml/kg体重。

(二) 注射给药

1. 两栖类动物淋巴囊注射 蛙与蟾蜍皮下有很多个淋巴囊,注射药物易于吸收,适合于这些动物全身给药。常用注射部位为胸、腹和股淋巴囊。为防止注入药物自针眼漏出,胸淋巴囊注射时应将针头刺入口腔,由口腔组织穿刺到胸部皮下,注入药物。股淋巴囊注射时应由小腿刺入,经膝关节穿刺到股部皮下,注射药量一般为0.25~0.5ml。

2. 皮下注射 是将药物注射于皮肤与肌肉之间,适用于所有哺乳动物。注射时用左手提起动物皮肤,右手将针刺入皮下,将针头轻轻左右摆动,如摆动容易,表示确已刺入皮下,再轻轻抽吸注射器,确定没有刺入血管后将药物注入。



图 1-5 蛙的捉拿与固定

3. 皮内注射 先将注射部位剪毛、消毒,然后用左手拇指和食指把动物皮肤按紧,于两指中间将细针头刺入皮下注药,如注射正确,则注药处出现一白色小皮丘。

4. 肌肉注射 适用于狗、猫、兔等肌肉发达的动物。应选肌肉发达的部位进行注射,一般多选臀部或股部,注射时左手手指轻压注射部位,右手持注射器将针头迅速刺入肌肉,回抽如无回血,即可进行注射。完毕后拔出针头,轻轻按摩注射部位,以利药物吸收。

5. 腹腔注射 常用于大鼠或小鼠给药。穿刺部位一般选在下腹部正中线两侧,该部位无重要脏器。注射时用左手捕捉固定动物,右手将注射针头自下腹部使针头与皮肤成 45° 角缓慢刺入皮下后,再穿过腹肌,刺入腹腔时术者可有阻力突然减小的感觉,再回抽针栓,确定针头未刺入小肠或膀胱后,缓缓注入药液。

6. 静脉注射 将药物直接注入血液,无需经过吸收阶段。此方法药物作用最快,是机能学急、慢性动物实验最常用的给药方法。静脉注射给药时,不同种类动物由于其解剖结构不同,应选用不同的静脉血管。

(1) 家兔:一般采用耳缘静脉注射麻醉药或其他药物,兔耳血管分布见图 1-6。将兔头固定好,找到耳缘静脉,先拔去注射部位的兔毛,用酒精棉球涂擦耳部边缘静脉,并用手指弹动或轻轻揉擦兔耳,促进静脉充血。然后用左手食指和中指压住兔耳根部静脉,拇指和小指夹住耳边缘部分,以左手无名指放在兔耳下作垫,待静脉显著充盈后,右手持注射器尽量从静脉末端刺入血管,并沿血管平行方向深入 1cm,放松对耳根处血管的压迫。推动针栓,感觉有阻力或发现静脉处皮肤发白隆起,表示针在皮下,这时应将针头稍稍退回,再往前端刺入。如无阻力和发白隆起现象,表明针在血管中,用左手拇指和食指捏住针眼处皮肤和针予以固定(如需保留针在血管中,可用大号动脉夹夹住针眼以上的针杆和耳缘加以固定),以防针滑脱,随后即可注药(图 1-7)。注射完毕后,用棉球压住针眼,拔去针头,继续压迫数分钟,以防出血。

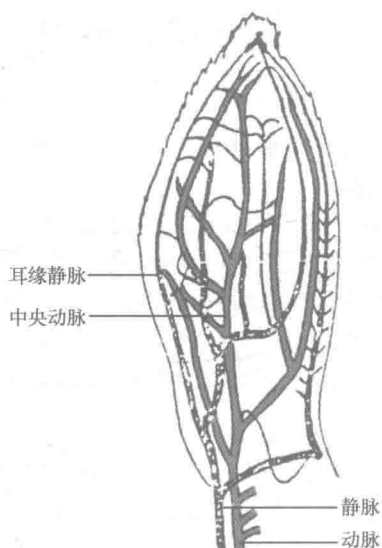


图 1-6 兔耳血管分布图

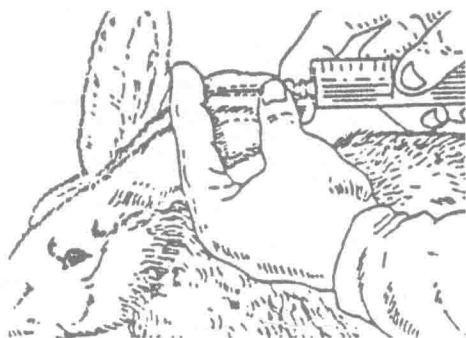


图 1-7 家兔耳缘静脉注射方法

(2) 小鼠和大鼠:一般采用尾静脉注射(图 1-8)。大鼠尾部角鳞较多,注射前需先刮去。鼠尾静脉有 3 根,两侧及背侧各 1 根,左右两侧尾静脉较易固定,应优先选择。注射时先将动物固定在鼠筒或玻璃罩内,使鼠尾露出,在 $45\sim 50^\circ\text{C}$ 热水中浸泡,或用二甲苯涂擦,使

血管扩张,以左手食指压住鼠尾,拇指和中指(或无名指)夹住尾巴末端,右手持注射器连4号细针头,从尾下1/4处进针,如针确已在静脉内,则进药无阻,否则局部发白隆起,应拔出针头再移向前方静脉部位重新穿刺。

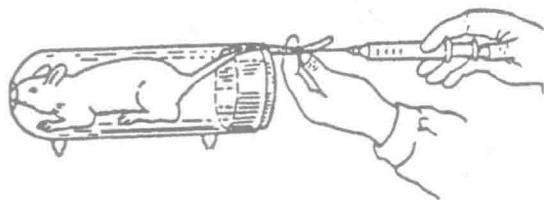


图 1-8 鼠尾静脉注射方法

五、常用实验动物的麻醉方法

麻醉的基本任务是消除动物在实验过程中的疼痛和不适感,保障实验动物的安全,使动物在实验中更加配合,便于操作,确保实验顺利进行。

(一) 常用麻醉药

1. 局部麻醉药

(1) 普鲁卡因:毒性小,是无刺激性的快速局部麻醉药。常用于局部浸润麻醉,用时配成0.5%~1%溶液。

(2) 利多卡因:见效快,组织穿透性好,常用1%~2%溶液进行大动物神经干阻滞麻醉,也可用0.25%~0.5%溶液作局部浸润麻醉。

2. 全身麻醉药

(1) 乙醚:乙醚吸入法是最常用的麻醉方法,可应用于各种动物。其麻醉量和致死量相差大,所以安全度大。但由于乙醚局部刺激作用大,可刺激上呼吸道黏液分泌增加;通过神经反射还可扰乱呼吸、血压和心脏的活动,并且容易引起窒息,所以在麻醉过程中要特别注意。不过总体来说,乙醚麻醉的优点很多,如麻醉深度易于掌握,较安全,且麻醉后恢复较快。其缺点是需要专人负责管理麻醉,在麻醉初期出现强烈的兴奋现象,对呼吸道又有较强的刺激作用。因此,需在麻醉前给予一定量的吗啡和阿托品(基础麻醉),通常在麻醉前20~30分钟,皮下注射盐酸吗啡或硫酸吗啡(5~10mg/kg)及阿托品(0.1mg/kg)。盐酸吗啡可降低中枢神经系统兴奋性,提高痛阈,还可节省乙醚用量及避免乙醚麻醉过程中的兴奋期。阿托品可对抗乙醚刺激呼吸道分泌黏液的作用,可避免麻醉过程中发生呼吸道堵塞,或手术后发生吸入性肺炎。

(2) 氨基甲酸乙酯:是比较温和的麻醉药,较安全。多数实验动物都可使用,更适合于小动物。一般用作基础麻醉,如实验全部过程都用此麻醉时,动物保温尤为重要。使用时常配成20%~25%溶液,狗、兔静脉或腹腔注射5ml/kg。鼠1.5~2g/kg,由腹腔注射。

(3) 戊巴比妥钠:一次给药的有效时间可延续3~5小时,适合一般手术的使用要求。其对动物循环和呼吸系统无显著抑制作用。用时配成1%~3%生理盐水溶液,必要时可加温溶解,配好的药液在常温下放置1~2个月不失效。静脉或腹腔注射后很快进入麻醉期,使用剂量及方法:狗、猫、家兔静脉注射30~35mg/kg,腹腔注射40~45mg/kg。

(4) 硫喷妥钠:黄色粉末,有硫臭,易吸水。其水溶液不稳定,故必须现用现配,常用浓度为1%~5%。此药作静脉注射时,由于药液可迅速进入脑组织,故诱导快,动物能够很快被麻醉。但苏醒也很快,一次给药的麻醉时效仅维持0.5~1小时。在时间较长的实验过