



全国普通高等中医药院校药学类专业“十三五”规划教材
(第二轮规划教材)

供中药学、药学、药物制剂、临床药学、制药工程及相关专业使用

药理学实验

(第2版)

主编◎周玖瑶 曾南



中国健康传媒集团
中国医药科技出版社

全国普通高等中医药院校药学类专业“十三五”规划教材（第二轮规划教材）

药理学实验

（第2版）

（供中药学、药学、药物制剂、临床药学、制药工程及相关专业使用）

主 编 周玖瑶 曾 南
副主编 郑仕中 黄丽萍 崔广智 张忠泉 林 青
编 者 （以姓氏笔画为序）

王 斌（陕西中医药大学）

王志琪（湖南中医药大学）

方 芳（北京中医药大学）

刘 蓉（成都中医药大学）

余建强（宁夏医科大学）

杨德森（湖北中医药大学）

张忠泉（河南大学）

张晓君（广州中医药大学）

张晓晨（上海中医药大学）

林 青（云南中医学院）

林国彪（广西中医药大学）

周玖瑶（广州中医药大学）

郑仕中（南京中医药大学）

饶朝龙（成都中医药大学）

钱海兵（贵阳中医学院）

黄丽萍（江西中医药大学）

崔广智（天津中医药大学）

曾 南（成都中医药大学）

臧凯宏（甘肃中医药大学）

薛 玲（山东中医药大学）



中国健康传媒集团
中国医药科技出版社

内 容 提 要

本教材是“全国普通高等中医药院校药学类专业‘十三五’规划教材（第二轮规划教材）”《药理学》的配套实验教材，由全国17所高等院校联合编写而成。全书共13章，系统地介绍了药理学实验的基本知识和实验设计的基本原则，包括了52个药理学教学中的常用基本实验，以及新药药理研究的基本要求和生物检定的基本知识、实验设计训练，分列目的、原理、材料、方法、结果、注意、思考题项目。实验性质既有验证性实验、机制分析，又有设计和综合性实验。所选实验方法可靠、重现性好。本教材主要供全国普通高等院校中药学、药学、药物制剂、临床药学、制药工程及相关专业使用，也可供从事药理学相关工作的人员参考。

图书在版编目（CIP）数据

药理学实验 / 周玖瑶, 曾南主编. —2 版. —北京: 中国医药科技出版社, 2018. 8

全国普通高等中医药院校药学类专业“十三五”规划教材（第二轮规划教材）

ISBN 978 - 7 - 5214 - 0249 - 0

I. ①药… II. ①周… ②曾… III. ①药理学 - 实验 - 中医学院 - 教材 IV. ①R965. 2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 097902 号

美术编辑 陈君杞

版式设计 诚达誉高

出版 中国健康传媒集团 | 中国医药科技出版社

地址 北京市海淀区文慧园北路甲 22 号

邮编 100082

电话 发行: 010 - 62227427 邮购: 010 - 62236938

网址 www.cmstp.com

规格 889 × 1194mm ¹/₁₆

印张 7 ¹/₂

字数 155 千字

初版 2015 年 1 月第 1 版

版次 2018 年 8 月第 2 版

印次 2018 年 8 月第 1 次印刷

印刷 三河市腾飞印务有限公司

经销 全国各地新华书店

书号 ISBN 978 - 7 - 5214 - 0249 - 0

定价 22.00 元

版权所有 盗版必究

举报电话: 010 - 62228771

本社图书如存在印装质量问题请与本社联系调换

全国普通高等中医药院校药学类专业“十三五”规划教材（第二轮规划教材）

编写委员会

主任委员 彭 成（成都中医药大学）

副主任委员 朱 华（广西中医药大学）

杨 明（江西中医药大学）

冯卫生（河南中医药大学）

刘 文（贵阳中医学院）

彭代银（安徽中医药大学）

邱智东（长春中医药大学）

委 员（以姓氏笔画为序）

王 建（成都中医药大学）

文红梅（南京中医药大学）

邓 赟（成都中医药大学）

池玉梅（南京中医药大学）

严 琳（河南大学）

杨 云（云南中医学院）

杨武德（贵阳中医学院）

李小芳（成都中医药大学）

吴 虹（安徽中医药大学）

吴啟南（南京中医药大学）

何 宁（天津中医药大学）

张 梅（成都中医药大学）

张朔生（山西中医药大学）

陈振江（湖北中医药大学）

周长征（山东中医药大学）

郑里翔（江西中医药大学）

胡 明（四川大学）

郭 力（成都中医药大学）

容 蓉（山东中医药大学）

巢建国（南京中医药大学）

蒋桂华（成都中医药大学）

傅超美（成都中医药大学）

裴 瑾（成都中医药大学）

王诗源（山东中医药大学）

尹 华（浙江中医药大学）

史亚军（陕西中医药大学）

许 军（江西中医药大学）

严铸云（成都中医药大学）

杨怀霞（河南中医药大学）

李 峰（山东中医药大学）

李学涛（辽宁中医药大学）

吴培云（安徽中医药大学）

吴锦忠（福建中医药大学）

张 丽（南京中医药大学）

张师愚（天津中医药大学）

陆兔林（南京中医药大学）

金传山（安徽中医药大学）

周玖瑶（广州中医药大学）

赵 骏（天津中医药大学）

夏厚林（成都中医药大学）

郭庆梅（山东中医药大学）

康文艺（河南大学）

彭 红（江西中医药大学）

韩 丽（成都中医药大学）

曾 南（成都中医药大学）

全国普通高等中医药院校药学类专业“十三五”规划教材（第二轮规划教材）

出版说明



“全国普通高等中医药院校药学类‘十二五’规划教材”于2014年8月至2015年初由中国医药科技出版社陆续出版，自出版以来得到了各院校的广泛好评。为了更新知识、优化教材品种，使教材更好地服务于院校教学，同时为了更好地贯彻落实《国家中长期教育改革和发展规划纲要（2010-2020年）》《“十三五”国家药品安全规划》《中医药发展战略规划纲要（2016-2030年）》等文件精神，培养传承中医药文明，具备行业优势的复合型、创新型高等中医药院校药学类专业人才，在教育部、国家药品监督管理局的领导下，在“十二五”规划教材的基础上，中国健康传媒集团·中国医药科技出版社组织修订编写“全国普通高等中医药院校药学类专业‘十三五’规划教材（第二轮规划教材）”。

本轮教材建设，旨在适应学科发展和食品药品监管等新要求，进一步提升教材质量，更好地满足教学需求。本轮教材吸取了目前高等中医药教育发展成果，体现了涉药类学科的新进展、新方法、新标准；旨在构建具有行业特色、符合医药高等教育人才培养要求的教材建设模式，形成“政府指导、院校联办、出版社协办”的教材编写机制，最终打造我国普通高等中医药院校药学类专业核心教材、精品教材。

本轮教材包含47门，其中39门教材为新修订教材（第2版），《药理学思维导图与学习指导》为本轮新增加教材。本轮教材具有以下主要特点。

一、教材顺应当前教育改革形势，突出行业特色

教育改革，关键是更新教育理念，核心是改革人才培养体制，目的是提高人才培养水平。教材建设是高校教育的基础建设，发挥着提高人才培养质量的基础性作用。教材建设以服务人才培养为目标，以提高教材质量为核心，以创新教材建设的体制机制为突破口，以实施教材精品战略、加强教材分类指导、完善教材评价选用制度为着力点。为适应不同类型高等学校教学需要，需编写、出版不同风格和特色的教材。而药学类高等教育的人才培养，有鲜明的行业特点，符合应用型人才培养的条件。编写具有行业特色的规划教材，有利于培养高素质应用型、复合型、创新型人才，是高等医药院校教育教学改革的体现，是贯彻落实《国家中长期教育改革和发展规划纲要（2010-2020年）》的体现。

二、教材编写树立精品意识，强化实践技能培养，体现中医药院校学科发展特色

本轮教材建设对课程体系进行科学设计，整体优化；对上版教材中不合理的内容框架进行适当调整；内容（含法律法规、食品药品标准及相关学科知识、方法与技术等）上吐故纳新，实现了基础学科与专业学科紧密衔接，主干课程与相关课程合理配置的目标。编写过程注重突出中医药院校特色，适当融入中医药文化及知识，满足21世纪复合型人才培养的需要。

参与教材编写的专家以科学严谨的治学精神和认真负责的工作态度，以建设有特色的、教师易用、学生易学、教学互动、真正引领教学实践和改革的精品教材为目标，严把编写各个环节，确保教材建设质量。

三、坚持“三基、五性、三特定”的原则，与行业法规标准、执业标准有机结合

本轮教材修订编写将培养高等中医药院校应用型、复合型药学类专业人才必需的基本知识、基本理论、基本技能作为教材建设的主体框架，将体现教材的思想性、科学性、先进性、启发性、适用性作为教材建设灵魂，在教材内容上设立“要点导航”“重点小结”模块对其加以明确；使“三基、五性、三特定”有机融合，相互渗透，贯穿教材编写始终。并且，设立“知识拓展”“药师考点”等模块，与《国家执业药师资格考试考试大纲》和新版《药品生产质量管理规范》(GMP)、《药品经营质量管理规范》(GSP)紧密衔接，避免理论与实践脱节，教学与实际工作脱节。

四、创新教材呈现形式，书网融合，使教与学更便捷、更轻松

本轮教材全部为书网融合教材，即纸质教材与数字教材、配套教学资源、题库系统、数字化教学服务有机融合。通过“一书一码”的强关联，为读者提供全免费增值服务。按教材封底的提示激活教材后，读者可通过PC、手机阅读电子教材和配套课程资源，并可在线进行同步练习，实时反馈答案和解析。同时，读者也可以直接扫描书中二维码，阅读与教材内容关联的课程资源（“扫码学一学”，轻松学习PPT课件；“扫码练一练”，随时做题检测学习效果），从而丰富学习体验，使学习更便捷。教师可通过PC在线创建课程，与学生互动，开展在线课程内容定制、布置和批改作业、在线组织考试、讨论与答疑等教学活动，学生通过PC、手机均可实现在线作业、在线考试，提升学习效率，使教与学更轻松。此外，平台尚有数据分析、教学诊断等功能，可为教学研究与管理提供技术和数据支撑。

本套教材的修订编写得到了教育部、国家药品监督管理局相关领导、专家的大力支持和指导；得到了全国高等医药院校、部分医药企业、科研机构专家和教师的支持和积极参与，谨此，表示衷心的感谢！希望以教材建设为核心，为高等医药院校搭建长期的教学交流平台，对医药人才培养和教育教学改革产生积极的推动作用。同时精品教材的建设工作漫长而艰巨，希望各院校师生在教学过程中，及时提出宝贵的意见和建议，以便不断修订完善，更好地为药学教育事业发展和保障人民用药安全有效服务！

中国医药科技出版社
2018年6月

前 言

本教材为“全国普通高等中医药院校药学类专业‘十三五’规划教材（第二轮规划教材）”《药理学》的配套实验教材，由全国17所高等院校联合编写。全书共13章，系统地介绍了药理学实验的基本知识和实验设计的基本原则，包括52个药理学教学中的常用基本实验，以及新药药理研究的基本要求和生物检定的基本知识、实验设计训练，一般每个实验内容包括目的、原理、材料、方法、结果、注意、思考题等。实验性质既有验证性实验、机制分析，又有设计和综合性实验。所选实验方法可靠、重现性好。

此次修订，以上版教材内容为基础，对编写体系及内容进行修订完善，如对内容框架结构进行适当调整，对部分不合理的内容进行完善修改，且第四章增加“实验十一 给药途径对药物吸收速度的影响”。本教材涉及的实验与主干教材的理论知识紧密联系，可提高学生对理论知识的理解能力，满足应用型、服务型药学人才培养需求。可作为全国普通高等医药院校中药学、药学、药物制剂、临床药学、制药工程及相关专业的实验教学用书，也可供从事药理学相关工作的人员参考。

在编写本教材过程中，得到各编者所在院校的大力支持，在此，致以衷心感谢！由于编写时间仓促，书中难免有不尽完善之处，敬请药理学前辈、同行专家赐教和指正，希望广大读者提出宝贵意见，以便在重印再版时不断修正和提高。

编 者
2018年6月

目 录

第一章 实验研究的基本要求

第一节	实验设计的基本原则	1
第二节	实验记录的基本要求	3
第三节	实验数据的整理与统计方法	4
第四节	实验报告的写作	5

第二章 实验动物基本知识

第一节	常用实验动物的种类	6
第二节	常用实验动物的品种和品系	7
第三节	常用实验动物的生物学特性和特点	9
第四节	实验动物选择的一般要求	10

第三章 动物实验基本操作方法

第一节	实验动物的捉拿、固定、标记	12
第二节	实验动物的给药方法	14
第三节	药理实验动物用药量的计算方法	17
第四节	实验动物的麻醉、采血及处死方法	17

第四章 药理学总论实验

实验一	药物剂量对药物作用的影响	24
实验二	药物理化性质对药物作用的影响	25
实验三	肝功能损害对药物作用的影响	26
实验四	不同给药途径对药物作用的影响	27
实验五	药物的拮抗作用	28
实验六	磺胺嘧啶半衰期的测定	29
实验七	半数致死量的测定	30
实验八	半数有效量的测定	33
实验九	不同酸碱度对药物吸收的影响	34
实验十	不同剂量对药物作用的影响	35

实验十一 给药途径对药物吸收速度的影响	36
第五章 传出神经系统药理实验	
实验一 毛果芸香碱和阿托品对腺体分泌的作用	37
实验二 药物对家兔离体肠平滑肌的作用	38
实验三 传出神经系统药物对血压的作用	39
实验四 有机磷农药中毒及其解救	42
实验五 传出神经系统药物对小鼠肠蠕动的的影响	44
实验六 药物对瞳孔的影响	46
第六章 中枢神经系统药理实验	
实验一 药物对动物自发活动的影响	48
实验二 硫酸镁的抗惊厥作用和中毒时钙盐的拮抗作用	49
实验三 尼可刹米对抗吗啡的呼吸抑制作用	51
实验四 氯丙嗪对发热小鼠体温的影响	52
实验五 药物的抗电惊厥作用	53
实验六 镇静催眠药的协同作用和对抗中枢兴奋药的作用	55
实验七 药物镇痛作用（扭体法）	56
实验八 药物镇痛作用（热板法）	57
实验九 氯丙嗪对家兔基础体温的影响	58
第七章 心血管系统药理实验	
实验一 药物对离体蛙心的强心作用	61
实验二 药物抗心律失常作用	63
实验三 药物抗心肌缺血实验（垂体后叶素致心肌缺血法）	64
实验四 药物对豚鼠离体右心房的作用	66
实验五 可乐定降压作用原理分析	67
第八章 内脏系统药理实验	
实验一 利尿药物对家兔尿量的影响	70
实验二 药物的祛痰作用（酚红排泌法）	72
实验三 药物对豚鼠的平喘作用（喷雾引喘法）	73
实验四 药物的镇咳作用（氨水引咳法）	74
实验五 药物对大鼠胃液分泌的影响	76
实验六 药物对大鼠胃黏膜的保护作用	77
实验七 药物对小鼠胃排空的作用	79
实验八 药物的抗凝血作用	80
第九章 免疫系统药理实验	
实验一 药物对单核-巨噬细胞吞噬功能的影响（炭粒廓清法）	82

实验二 药物对血清溶血素抗体水平的影响	83
第十章 抗炎实验	
实验一 药物对二甲苯致小鼠耳郭肿胀的影响	85
实验二 药物对大鼠炎性足肿胀的影响	86
实验三 药物对小鼠腹腔毛细血管通透性的影响	87
第十一章 化疗药物实验	
实验一 链霉素的毒性反应和钙的拮抗作用（小鼠实验法）	89
实验二 链霉素的毒性反应和钙的拮抗作用（豚鼠实验法）	90
实验三 药物的体外抗菌实验	91
实验四 药物的体内抗菌实验	93
第十二章 其他实验	
实验一 热原实验	97
实验二 溶血性实验	99
实验三 药物过敏实验	100
实验四 药物刺激性实验	102
第十三章 综合性实验	
第一节 概述	104
第二节 未知物的鉴定及实验设计训练	104
第三节 药理学科技论文写作	105

第一章 实验研究的基本要求

药理学是一门以实验为基础的医学桥梁学科，实验教学是其教学工作中的重要组成部分。药理学实验课的目的在于通过实验，使学生掌握进行药理学实验的基本方法，验证药理学中的重要基本理论，更牢固地掌握药理学的基本概念和基本知识。并且，在实验课中培养学生对科学工作的严谨态度和实事求是的作风，使学生通过系统学习和训练初步具备客观观察、独立思考、科学思维、实验设计、综合分析和解决问题的科研能力。

为了达到上述目的，要求做到下列事项。

1. 实验前须做到

- (1) 仔细阅读实验指导，了解实验目的、要求、方法和操作步骤，领会其设计原理。
- (2) 结合实验内容，复习有关药理学和生理学等方面理论知识，达到充分理解。
- (3) 根据理论知识，能推理和预期实验结果、估计可能发生的問題。

2. 实验中应做到

- (1) 将实验器材妥善安排，正确装置和调试。
- (2) 严格按照实验指导书上的步骤进行操作，准确计算给药量，防止出现差错意外。
- (3) 认真、细致地观察实验过程中出现的现象，准确记录药物反应的出现时间、表现以及最后转归，联系课堂讲授内容进行分析思考。
- (4) 注意保持实验室环境整洁安静、保护自身安全、节约实验材料。

3. 实验后要做到

- (1) 整理实验结果，经过分析思考，写出实验报告，按时交给指导教师。
- (2) 整理实验器材，洗净擦干，如数完好归还。将存活和死亡动物分别送至指定处所。
- (3) 做好实验室的清洁卫生工作。

第一节 实验设计的基本原则

药理实验是在整体动物、离体器官或细胞水平进行的科学研究，其目的是阐明药物的作用或机制。在实验过程中，各种非处理因素，如动物个体差异、实验条件、仪器设备或实验误差等均会不同程度影响实验结果，使处理因素（如药物）的效应不容易充分显示出来。因此，要获得真实可靠的实验结果，必须严格遵循实验设计的三大原则：重复、随机、对照，精心设计实验，避免各种误差和偏性干扰，以最经济、简便和可靠的方法，在最短时间内揭示出处理因素的效应，从而达到事半功倍的效果。

一、重复

重复是实验设计的首要原则，即指可靠的实验结果，应能在相同的实验条件下重复出来。它包括两重含义：重复数和重现性。重复数即指动物或器官的个体数，统计学中称为“样本数”；重现性即指在相同条件、相同材料及相同模型上进行的实验，结果可稳定的重复出来。实验的重复数（样本数）

是保证重现性的基本条件。为了达到某一重现性，必须有相应的适当的重复数，样本数过少不行，样本数过大则会耗时费工，不符合节约的原则。因此，应在保证获得可靠结论的前提下，确定最少的样本例数。

样本数大小与药效强度、生物的个体差异、指标的变异系数、实验方法的精确性有关。药效作用强或两组药效差别大则样本数可小，反之，药效作用弱或两组药效差别小则应增加样本数。生物的个体差异小或检测指标的变异系数小，即该指标稳定，数据稍有变化即有显著意义，只要很小样本量就可得到显著性差别；反之，如果生物的个体差异大或检测指标的变异系数大，则会使指标的变化被自身变异所遮盖，需要增大样本量才能使之区分。实验质量越高、方法精确可靠、误差小，则所需例数越少，但不能少于药物实验的基本例数（实验动物的基本例数要求如表 1-1）。

表 1-1 计数和计量实验动物的基本例数要求

动物种类	计量资料	计数资料
小动物（小鼠、大鼠、鱼、蛙）	10	30
中动物（豚鼠、兔）	6	20
大动物（犬、猫、猴、羊）	5	10

二、随机

不论是抽样还是分组，都必须遵守随机化原则。在抽样时，必须使总体中每一个体都有被抽到机会，这样所抽的样本对总体就会有较好的代表性。同样，在决定实验对象接受何种处理（分组、用药等）时，必须使每个实验对象都有相同的机会接受某种分配和处理，这样可以消除研究者主观因素或其他因素对结果影响。但随机的前提是实验对象应具备一定的均衡性（如性别、体重、遗传背景等）。因此，在实验中，我们要求各组除处理因素（如受试药物、疗法）外，其他条件都应完全一致。目的在于尽量减少由于动物的年龄、性别、体重、仪器的性能、实验操作、环境及其他因素而影响实验结果的正确性。随机化是一种最简单、方便、经济的均衡非处理因素的方法，使各组非处理因素基本一致，各组间具有可比性，从而提高显著性检验的灵敏度。

随机并不是随便，也不是随意。原始而简单的随机方法有抽签法、掷硬币法。标准的随机方法是依据随机数字表（见统计学专著）进行分组和抽样。随机数表是由计算机生成的随机数组成，其中每个位置上出现哪一个数字是等概率的。利用随机数表抽取样本可保证各个个体被抽取的概率相等。在此基础上，随机分组的方法包括以下几种。

1. 完全随机分组 把动物全部编号，从随机数字表中任取一段数字，依次与编号动物匹配，然后按奇偶数（分 2 组时）或除以组数后的余数（分 3 组或以上时）进行分组。若每组动物数不整齐时，继续随机调整，使每组动物数均等。此法简单，主要适用于单因素大样本实验，但若实验条件、环境、实验动物差异较大时，不宜采用此种分组方法。

2. 配对随机分组 按照性别、体重及其他条件将动物每两只匹配，分成若干对，然后将每对动物随机分配到两组中。这样两组动物数相等且差异性最小。

3. 随机区组 是配对设计的扩大，将动物分成 3 组以上时适用。先将动物按易区分且对实验影响较大的非处理因素（如性别、体重等）分成若干个区组后，再给每个区组中的动物编号，把每区组内的动物随机分配至各实验组去。该方法可使各组间的非处理因素基本均衡，是药理实验中常用的方法。

三、对照

对照是科研对比的基础，没有对照就没有比较、没有鉴别。比如，某种药物治疗某一疾病的患者100例，痊愈率是100%，但并不能就此得出该药全部治愈的结论，因为患者可能自行痊愈。因此，要判断某种药物的效果，必须与相应的非治疗组进行比较。

对照应符合齐同可比的原则，即指除了要考察的一种实验处理因素（如药物的种类、剂量、给药途径等）外，对照组的一切条件（如动物的年龄、性别、体重，实验的时间、环境、仪器、方法、操作人员，对照组的溶剂、容量等）均应与受试药物组完全一致。在实验中，进行比较的组别间应做到四同：同时、同地、同批动物和同条件，这样才具有齐同可比性，才能突出处理因素的效果，得出准确的结论。对照组一方面起对照作用，另一方面又起监控实验条件的作用，这样保证了实验的可靠性。如实验中典型药物不出现阳性结果，而阴性对照反而出现阳性结果，这样的实验是不可靠的。

1. 阴性对照

(1) 空白对照 不给任何处理，常用于了解实验对象在实验过程中自然发生的变化，如衰老、疾病自愈等。

(2) 假处理对照 如动物需要注射化学药物或手术等处理造模时（如切除卵巢致更年期模型），与模型组的其他的一切因素（如麻醉、取材等）均相同，也进行注射或手术处理，但不施以造模的条件（如仅注射不含化学药物的溶剂；或仅开腹，但不切除卵巢）。用于与模型组进行对比，排除注射和手术处理对结果的干扰。

(3) 模型组（溶剂对照组） 与处理因素组（受试药物组）相比，除处理因素（药物）外，其他的一切处理因素均相同。

2. 阳性对照 采用疗效确切的药物作为对照，应产生阳性治疗结果。如果没有出现阳性结果，则说明实验或检测方法有误，同时，也为药效评价提供参比标准。

3. 对比的类型

(1) 自身对照 同一个体在给药前后进行某些指标的比较，可减少个体差异，节约动物（尤其是大动物）。

(2) 组间对照 在实验中设立若干平行组，如空白对照组和模型组进行比较，受试药物和阳性药物组进行比较，以及不同剂量组、不同给药途径组间进行对比。该法在药理实验中应用最广，但实验时应注意对照的组别之间例数相等，并选择恰当的统计学方法。

第二节 实验记录的基本要求

实验原始记录须记载于正式实验记录本上，字迹工整，采用规范的专业术语、计量单位及外文符号。英文缩写第一次出现时须注明全称及中文释名。使用蓝色或黑色钢笔、签字笔进行记录，不得使用铅笔或易褪色的笔记录。实验记录需修改时，采用划线方式去掉原书写内容，但须保证字迹仍可辨认，然后在修改处签名，避免随意涂抹或完全涂黑。实验记录中应如实记录实际所做的实验操作和结果。实验结果、表格、图表和照片等均应直接记录或订在实验记录本中。

实验记录的内容包括：实验日期、环境条件、实验名称、实验目的、实验材料（试剂、仪器、动物的品系、性别、重量、数量）、实验方法、实验结果、实验过程中出现的问题及解决方法。实验记录不允许隔天写以及写在纸片上。实验记录需要保持真实性和完整性，即便是阴性结果，也必须保留，

不能仅记录符合主观想象的内容和自认为成功的实验。

第三节 实验数据的整理与统计方法

一、实验数据的整理

实验数据的整理是对所做实验的工作总结，也是书写实验报告的准备工作和必备资料，是药理学实验的基本功之一。对实验数据的整理是否合理、恰当，直接影响到实验报告的质量和水平。

实验过程中直接得到的实验数据称为原始资料或原始数据。实验结束以后需对原始资料进行整理。原始资料根据其性质可分为计量资料和计数资料两大类。计量资料是以数值大小来表示事物的变化程度，如血压、心率、瞳孔直径、体温、血糖、尿量和作用时间等。计数资料是通过清点数目所得到的实验结果，如给药后实验动物的阳性反应或阴性反应、死亡或存活数等。凡属计数资料，均应以恰当的单位 and 准确的数值作定量的表示。必要时应作统计处理，以保证结论有较大的可靠性，尽可能将有关数据列成表格或绘制统计图，使主要结果有重点地表达出来，以便阅读、比较和分析。作表格时，要设计出最能反映动物变化的记录表，记录多个或多组动物实验结果时，一般将动物分组的组别列于表左，而将观察记录逐项列于表右。绘图时，应在纵轴和横轴上画出数值刻度，表明单位。一般以纵轴表示反应强度，横轴表示时间或药物剂量，并在图的下方注明实验条件。如果不是连续性变化，也可用柱形图表示。凡有曲线记录的实验，应及时在曲线图上标注说明，包括实验题目，实验动物的种类、性别、体重，给药量和其他实验条件等。对较长的曲线记录，可选取有典型变化的段落，剪下后粘贴保存。这里需要注意的是必须以绝对客观的态度来进行裁剪工作，不论预期内的结果或预期外的结果，均应一律留样。

二、统计方法

药理实验所得数据，必须进行统计学处理并进行显著性检验，才能得出正确结论。显著性检验用于检验两组样本统计值之间的差别是否由于抽样误差所引起，以判断差别在统计学上是否有显著意义。这种差别通常以 P 值来表示，代表无效假设可以成立的概率。 P 值越小，表示无效假设成立的可能性越小，两组差别的统计意义越大。学生实验中常用到的统计方法主要有质反应资料的统计和量反应资料的统计，以下分别介绍。

1. 量反应资料的统计方法 实验数据通过仪器测定获得数字的多少来表示，如血压、心率和血糖等，均称为量反应（计量）资料。量反应资料可用 t 检验法检验两组间均数、自身对比或配对对比的差值均数等数据的显著性。 t 检验要求总体为常态分布或近似常态分布，所比各组的标准差不能相差太大（即方差齐性）。根据两组的基本参数可以算出 t 值， t 值越大，统计学意义越大。 t 值与 P 值以及结论的关系如下：

$t < t_{0.05}$ 时， $P > 0.05$ ，差异无显著意义。

$t \geq t_{0.05}$ 时， $P \leq 0.05$ ，差异有显著意义。

$t \geq t_{0.01}$ 时， $P \leq 0.01$ ，差异有非常显著意义。

2. 质反应资料的统计方法 质反应（计数）资料用来表示实验结果只有质的区别，数据是通过计数阳性反应或阴性反应的动物数获得，如死亡与存活、惊厥与不惊厥、扭体与不扭体等。质反应（计数）资料通常用百分率来表示，两组以上百分率间差别的显著性检验，通常以卡方（ χ^2 ）法进行。其

判断标准为：

$\chi^2 < \chi_{0.05}^2$ 时， $P \geq 0.05$ ，差异无显著意义。

$\chi^2 \geq \chi_{0.05}^2$ 时， $P \leq 0.05$ ，差异有显著意义。

$\chi^2 \geq \chi_{0.01}^2$ 时， $P \leq 0.01$ ，差异有非常显著意义。

第四节 实验报告的写作

实验结束后应及时认真地书写实验报告，交负责教师批阅。实验报告要求结构完整、条理分明、用词规范、详略得宜、措辞注意科学性和逻辑性。除一般项目（姓名、班级、实验组、时间和地点）外，一份完整的实验报告还应包括以下内容。

一、实验题目

实验题目一般应包括实验药物、实验主要内容等。如“普萘洛尔对麻醉犬的降压作用分析”和“药物对离体蛙心的强心作用”等。

二、实验目的

简要说明本次实验的目的，如通过实验掌握某种实验方法或验证某药的作用机制。

三、实验方法

用简练的文字写明主要操作步骤，着重说明所用动物或标本，实验分组，给药剂量和途径，观察指标等。

四、实验结果

实验结果是实验报告中最重要的部分。书写实验报告应根据原始记录填写实验结果，但一般只列出经过归纳、整理和统计后的结果。原始记录应予保存备查。

五、讨论

讨论应针对实验中所观察到的现象与结果，联系课堂讲授的理论知识，进行分析和讨论。不能离开实验结果去空谈理论。要判断实验结果是否为预期的。如果属于非预期的，则应该分析其可能原因。讨论是培养独立思考、综合分析问题能力的重要环节。

六、结论

实验结论是从实验结果归纳出来的概括性判断，应与实验目的相对应。不必再在结论中重述具体结果。在实验中未获充分证据的理论分析不应写入结论。另外，文字叙述应简练切题，注意科学性和逻辑性。

（周玖瑶 张晓君 崔广智）

第二章 实验动物基本知识

第一节 常用实验动物的种类

一、基本概念

实验动物是指经人工培育，对其携带的微生物实行控制，遗传背景明确，来源清楚，可用于科学实验、药品、生物制品的生产和检定及其他科学研究的动物。实验动物是医药学、生命科学研究的基础和重要支撑条件。

实验动物按照动物学的分类法，在界以下分门、纲、目、科、属、种。种是动物学分类系统上的基本单位。同种动物能共同生活、交配、繁衍后代，异种动物之间存在生殖隔离。实验动物的分类主要有以下品种和品系，有些品系还细分为亚系。品种是人们根据不同的需要，对动物采用远交繁殖，进行人工选择和定向培育而出的，具有某种特定外形和生物学特性的动物群体，其特性能较稳定地遗传，如实验动物的SD大鼠、NIH小鼠等。品系，为实验动物学的专用名词，是人们根据不同的需要，对动物采用近交繁殖定向培育而来，来源明确，具有相似的外貌、独特的生物学特征和稳定的遗传特性，可用于不同实验目的的动物群体，如C57BL/6J、BALB/c小鼠品系等。

二、实验动物分类

按照遗传特点的不同，实验动物分为近交系、封闭群（远交系）、突变系、杂交群等。

1. 近交系 经连续20代（或以上）的全同胞兄妹交配（或者亲代与子代交配）培育而成，近交系数应大于99%，品系内所有个体都可追溯到起源于第20代或以后代数的一对共同祖先。近交系的特点：①实验结果比较准确，误差较少。因为近交系动物个体之间极为一致，实验反应基本一致，因此每组仅用较少数的动物，即能发现显著性差异，可以减少重复实验，缩短实验时间。②近交系动物遗传背景明确，每个品系的生物学特性、生理学特点、易感病原等都有完整的背景材料。③近交衰退，生活力弱，对生产环境要求高、产仔少、营养要求高。小鼠近交系如：C57BL/6J、BALB/c、C3H、DBA等。

2. 封闭群 又称远交系，在一定群体内，以非近亲交配方式育成的动物品系，连续15代不从外部引入新的动物种群，或者来源于近交系的种群，在封闭条件下至少经过4代繁殖的动物，都称为封闭群。除少数小鼠、大鼠以近交系或突变系保种和生产外，实验动物绝大多数以封闭群的形式繁育生产。小鼠封闭群如：KM、ICR、NIH、CFW等。

3. 突变系 通过选择和淘汰，能保持特定遗传性状的品系动物。突变系是将基因突变的动物留种，扩大数量，定向培育而成。如：ay - yellow（被毛黄色、肥胖、糖尿病）、an - anemia（贫血症）、dw - dwarf（侏儒症）、dy - dystrophia muscularis（肌肉萎缩）、hr - hairless（无毛症）、ob - obese（肥胖症）、spa - spastic（痉挛）、Fused（椎骨异常）、SHR（自发性高血压大鼠）、青光眼兔等。

4. 杂交群 又称异系杂交,是由不同品系杂交所产生的品系。两个不同近交系杂交所生的第一代动物称为杂交一代动物或F1代。特点:①个体间遗传均一,能取得一致的实验结果;②表现双亲的显性性状;③环境适应性强;④具有杂种优势,如体质健壮、生长快、易于饲养管理、发育均匀、手术后恢复快等优点。小鼠F1代,如Nga:(C57BL/6×DBA/2)F1、LAF1:(C57BL/J×A/HJ)F1等。

三、实验动物等级

根据实验动物体内存在微生物和寄生虫的情况不同,我国将实验动物群体分为普通动物、清洁动物、无特殊病原体动物、无菌动物和悉生动物。

1. 普通动物 普通动物(conventional animal, CV)又称一级动物,没有被疾病控制的动物,排除烈性传染病、人畜共患病,饲养于开放系统环境中。该类动物不携带用现有检测手段可测的人兽共患病原和动物烈性传染病的病原。

2. 清洁动物 清洁动物(clean animal, CL)又称二级动物,仅对于我国国情而定,微生物控制高于普通动物,种子来源于SPF动物(剖腹产),饲养于亚屏障系统环境中。该类动物除普通动物应排除的病原体外,不携带对动物危害大和对科学研究干扰大的病原。

3. 无特殊病原体动物 无特殊病原体动物(specific pathogen free animal, SPF)又称三级动物,无特定病原体动物,没有特定的微生物、寄生虫。但未必没有特定以外的微生物和寄生虫。饲养于屏障系统环境中。该类动物除普通动物、清洁动物应排除的病原体外,不携带主要潜在感染或条件致病对科学实验干扰大的病原。是目前国际公认的标准级别的实验动物,适合于做所有的科研实验。

4. 无菌动物和悉生动物 无菌动物(germ free animal, GF)和悉生动物(gnotobiotic animals, GN)又称四级动物。无菌动物是指采用当前的手段,没有能被检查出微生物、寄生虫的动物。妊娠末期,通过剖腹产、子宫切除手术,将无菌取出的仔鼠放在隔离系统内无菌条件下进行饲养的动物。该类动物不可检出一切生命体。悉生动物又称已知菌动物,具有已知微生物的动物,饲养于屏障系统中。

第二节 常用实验动物的品种和品系

生命科学研究中,最常用的实验动物品种为小鼠、大鼠、豚鼠、兔、犬、猫、猪、青蛙、猕猴、仓鼠等。

一、小鼠

小鼠性情温顺,性周期短,繁殖量大,饲养管理方便,实验资料丰富,因而为使用最多的实验动物。常用的小鼠品系如下。

(一) 远交系(封闭群)小鼠

1. 昆明小鼠(KM) 白色,KM小鼠适应能力强,繁殖和育成率高。被广泛用于药理、毒理、病毒、微生物学的研究以及生物制品、药品的鉴定。

2. ICR小鼠 白色,又称Swiss Hauschka,为美国Hauschka博士饲养的瑞士小鼠。以后由美国肿瘤研究协会分送各地研究所命名为ICR,生育能力高。

3. NIH小鼠 白色,美国国立卫生研究院育成,繁殖力强,育成率高,雄性好斗。广泛用于药理、毒理研究和生物制品的鉴定。