

国家级药学实验教学（示范）中心实验系列教材

药理学实验教程

主 编 罗永煌

副主编 伍小波 罗 雷

Experiment Course of Pharmacology



科学出版社

国家级药理学实验教学(示范)中心实验系列教材

药理学实验教程

主 编 罗永煌

副主编 伍小波 罗 雷

科学出版社

北 京

内 容 简 介

药理学实验是药理学教学中的重要环节,为适应素质教育和实验教学改革的需要,编者结合药理学实验教学的实际情况编写了本教材,旨在通过系统的实验训练,让学生验证药理学的重要理论,掌握药理学实验的基本方法,了解获得药理学知识的科学途径,达到牢固掌握药理学的基本概念和基本知识的目的。本教材由药理学实验基础知识、药理学验证性实验、药理学综合性实验、药理学设计性实验和药理学虚拟实验系统以及附录等部分组成。

本教材不仅可作为在校学生的药理学实验教材和从事药理学教学教师的参考用书,还可作为医药科技工作者的参考读物。

图书在版编目(CIP)数据

药理学实验教程 / 罗永煌主编. —北京: 科学出版社,
2015.9

国家级药学实验教学(示范)中心实验系列教材
ISBN 978-7-03-045845-2

I. ①药… II. ①罗… III. ①药理学-实验-教材
IV. ①R965.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 230372 号

责任编辑: 杨 岭 华宗琪 / 责任校对: 丁彦斌 贺江艳
责任印制: 余少力 / 封面设计: 墨创文化

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>

成都创新包装印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2015年10月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2015年10月第一次印刷 印张: 6 1/4

字数: 150千字

定价: 18.00元

西南大学 国家级药理学实验教学（示范）中心
国家级药理学虚拟仿真实验教学中心

实验系列教材编委会

主 任	黄承志			
副主任	陈章宝	胡昌华	罗永煌	
委 员	黄承志	陈章宝	胡昌华	罗永煌
	付爱玲	邹 祥	陈 敏	袁吕江
	邓 君	刘艳飞	刘 伟	杨星钢
	廖国建	祝慧凤		

《药理学实验教程》编委会

主 编	罗永煌	
副主编	伍小波	罗 雷
编 委	罗永煌	（西南大学）
	伍小波	（西南大学）
	罗 雷	（西南大学）
	吕君江	（重庆大学）
	赵晓燕	（西南大学）
	赵爱珍	（西南大学）
	何小燕	（西南大学）

总 序

创新是以新思维、新发明和新描述为特征的一种概念化过程,创新是一个民族发展的灵魂,是一个民族进步的不竭动力,提高自主创新能力,建设创新型国家,是国家发展战略的核心,是提高综合国力的关键,创新更是引领发展的第一动力。因此,培养大学生创新能力是 21 世纪高等教育适应经济社会发展需要,是提高人才培养质量的必然要求,但这也是目前高校人才培养中普遍存在的薄弱环节。实验教学是理论教学的一种延续,既能让学生对课堂上所学知识进行消化和吸收,又能有效地训练学生的实验技能,培养学生的观察能力、实践能力、创新能力、创新精神和科学素养。因此,实验教学作为教学活动的有机组成部分,是培养高素质创新型人才的重要教学环节,其地位无可替代。实验教材则是体现实验内容、教学方法和人才培养思想的载体,是培养高素质创新型人才的重要保证。因此,强化以培养创新能力为目标的实验教材建设,对改革实验教学体系、提高实验教学质量、实现人才培养目标具有重大的作用。

为了加强大学生实践能力和创新能力的培养,西南大学国家级药学实验教学(示范)中心在教学实践中坚持“以学生为本,将知识传授、能力培养和素质提高贯穿于实验教学始终”的指导思想,秉持“实践创新,能力至上”的实验教学理念,按照“能力培养,虚实结合、从基础到专业,从认知训练到创新应用,从学校到社会”的原则建立和完善实验教学体系。中心结合多年开展实践教学的有益经验和实验教学体系,组织长期从事本科实践教学的教师编写本套实验教材,旨在与国内药学领域的专家和兄弟院校交流,分享中心取得的点滴经验和成果,也为药学类专业的实践教学和人才培养提供实践教学指导。为了进一步促进大学生实践创新能力的培养,我们推出了本套药学创新实验系列教材。教材按照实验的基本要求、验证性实验、综合性实验、设计性实验和虚拟仿真实验等层次进行编写。

西南大学国家级药学实验教学(示范)中心(<http://etcp.swu.edu.cn/>)由真实实验教学和虚拟仿真实验教学组成,是西南大学开展药学类专业及相关专业人才培养、科研服务和文化遗产的核心平台之一,她承担着西南大学药学类及相关专业的实验教学及研究任务,并面向社会开放,承担着全国高校、院所和企业的实验技能培训、大学生夏令营和冬令营的实验教学工作。中心自 2003 年开始建设以来,不断整合校内药学类相关实验教学资源进行建设,于 2007 年成为西南大学校级药学实验教学示范中心,2009 年成为重庆市市级药学实验教学示范中心,2012 年经教育部批准为“十二五”国家级药学实验教学(示范)中心。作为实验教学的一个重要补充,西南大学国家级药学虚拟仿真实验教学中心(<http://yxxf.swu.edu.cn/>)于 2014 年被教育部批准为全国首批 100 个虚拟仿真实验教学中心之一,也是全国首批 3 个药学/中药学虚拟仿真实验教学中心之一。

西南大学实验教学的发展得到了国内外各兄弟院校和同仁的支持与帮助，在此向他们表达诚挚的谢意。同时，也希望在各方的支持与帮助下，中心的实践教学得到更好的发展。

药学创新实验教材编委会

2015 年 2 月于重庆北碚

前 言

药理学不仅是药学专业的专业发展课程，也是医学基础与临床之间的一门桥梁学科，而药理实验是药理教学中不可缺少的组成部分，对学习和掌握药理学知识具有重要作用。通过药理实验既可以验证药理学理论，促进理论与实践相结合，加深学生对理论知识的理解，同时也有助于培养学生的动手能力及严谨的工作态度和科学的思维方法，为将来的工作和科研奠定基础。

实验教材是实施实验教学的重要依据，也是提高实验教学质量的重要保证。为适应药理实验教学改革的需要，提高教学质量，编者根据多年药理实验教学经验，结合参考多本药理学实验教材，编写了本教材。

本教材由药理学实验基础知识、药理学验证性实验、药理学综合性实验、药理学设计性实验和药理学虚拟实验系统及附录等几部分组成。本教材内容广泛，重点突出，实验项目难易兼顾，既有传统的定性实验，也有定量实验；既有整体实验，也有离体实验，使学生对药理学实验的方法有初步了解。

本教材的每个实验都包括实验目的、实验材料、实验方法、实验结果，对实验的指导主要放在“注意事项”上，并列出了思考与讨论。选编的实验数量超过了实验教学学时数，目的是留有选择余地。本教材不仅可用作在校学生的药理学实验教材和从事药理学教学教师的参考书，还可作为医药科技工作者的参考读物。

由于编写水平有限，书中难免存在疏漏之处，真诚希望广大读者批评指正。

编 者

2015 年 6 月

目 录

第一章 实验基础知识	1
一、药理学实验课的目的和要求	1
二、药理学实验设计基本原则	1
三、实验动物给药量的计算	5
四、实验结果的整理和实验报告的撰写	6
五、药理学实验动物基本技术	7
第二章 验证性实验	12
实验一 药物的局部作用与吸收作用	12
实验二 药物的协同作用与拮抗作用	13
实验三 不同给药途径对药物作用的影响	14
实验四 肝功能对药物作用的影响	16
实验五 肾功能对药物作用的影响	17
实验六 苯巴比妥钠对小鼠肝脏细胞色素 P450 含量的影响	18
实验七 传出神经系统药物对麻醉动物血压的影响	20
实验八 传出神经系统药物对动物离体肠肌的作用	22
实验九 普鲁卡因与丁卡因表面麻醉作用的比较	24
实验十 肾上腺素对普鲁卡因浸润麻醉的增效作用	25
实验十一 氯丙嗪镇静作用及其强化麻醉的观察	26
实验十二 解热镇痛药对发热家兔体温的影响	27
实验十三 镇痛药镇痛作用——扭体法	28
实验十四 镇痛药镇痛作用——热板法	29
实验十五 药物对小鼠自发活动的影响	31
实验十六 有机磷酸酯的急性中毒与解救	32
实验十七 强心苷对离体蛙心的作用	33
实验十八 利多卡因对家兔电致颤阈的影响	34
实验十九 药物对离体家兔心脏冠状动脉流量的影响	35
实验二十 药物的祛痰作用	37
实验二十一 药物的镇咳作用	38
实验二十二 药物对胃肠道蠕动的的影响	39
实验二十三 药物对实验性胃溃疡的防治作用	40
实验二十四 糖皮质激素对小鼠二甲苯耳肿胀的影响	42
实验二十五 地塞米松对蛋清诱发大鼠足肿胀的影响	43
实验二十六 糖皮质激素的红细胞膜稳定作用	45

实验二十七 糖皮质激素对单核/巨噬细胞吞噬功能的影响	46
实验二十八 胰岛素的毒性反应及其解救	47
实验二十九 杯碟法对抗菌药物的抗菌作用比较	48
实验三十 抗菌药物 MIC 的测定	50
实验三十一 磺胺药物的溶解性	51
第三章 综合性实验	53
实验三十二 药物的配伍禁忌	53
实验三十三 药物半数致死量(LD ₅₀)和半数有效量(ED ₅₀)的测定	54
实验三十四 利尿药和脱水药对家兔尿量的影响	56
实验三十五 环磷酰胺对小鼠血清抗体形成的影响	57
实验三十六 药物的体内抗菌实验	59
实验三十七 药物对家兔呼吸运动的影响	61
第四章 设计性实验	63
一、设计性实验目的	63
二、设计性实验完成的基本步骤	63
三、设计性实验已具备的基本条件	64
四、实验器材与药品请领	65
五、设计性实验要求与分组	65
六、注意事项	66
七、选题参考	66
第五章 药理学虚拟实验系统	67
一、VBL-100 虚拟实验系统简介	67
二、VBL-100 虚拟实验系统的使用	68
附录一 常用实验动物的选择与饲养管理	74
附录二 常用实验动物的一些生理常数	79
附录三 实验动物非挥发性麻醉药的剂量	80
附录四 人和动物间按体表面积折算的等效剂量比率表	81
附录五 生物机能实验系统简介	82
主要参考文献	87

第一章 实验基础知识

一、药理学实验课的目的和要求

1. 目的

药理学实验课的目的是通过实验，使学生掌握进行药理学实验的基本方法，了解获得药理学知识的科学途径，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。药学院校的学生还要在药理学实验中学习进行新药临床前药理学研究的方法，以及定量药理学实验和药物的生物检定法等。

在实验课中还应培养学生科学工作的严肃的态度、严格的要求、严密的工作方法和实事求是的作风，并初步具备对事物客观进行观察、比较、分析、综合和解决实际问题的能力。

2. 要求

为了达到上述目的，要求做到下列事项。

1) 实验前

(1) 仔细阅读实验指导，了解实验目的、实验要求、实验方法和操作步骤，领会其设计原理。

(2) 结合实验内容，复习有关药理学、生理学和生物化学等方面理论知识并达到充分理解。

(3) 估计实验中可能出现的情况和可能发生的问题。

2) 实验中

(1) 将实验器材妥善安排，正确安装。

(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，随时记录药物反应的时间、表现及最后转归，联系课堂讲授内容进行思考。

(4) 注意节约实验材料。

3) 实验后

(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，妥善安放。将存活和死亡动物分别送至指定场所。做好实验室的清洁卫生工作。

二、药理学实验设计基本原则

药理学研究的基本目的是通过动物实验来认识药物的作用特点和规律。由于生物个

体之间存在着差异性,每个个体对药物的反应均不尽相同,因此要取得精确可靠的实验结论,使实验的重现率达到较高水平,必须进行实验设计和统计分析。药理学实验设计是建立在逻辑推理和统计分析基础上的一门科学。其基本原则有三点,即重复、对照和随机。

(一)重复

重复的目的是看实验结果的重现率。重现率越高,实验结果的可信度就越高。重现率在95%以上者,可认为实验结果相当可靠。如进行两种药物间比较,则可认为两药的平均值或有效率的差别有显著意义,并用“ $P(\text{概率}) < 0.05$ ”来表示,意即“不能重现的可能性小于5%”;如重现率在99%以上者,可认为实验非常可靠,可作出差别有非常显著意义的结论,并用“ $P < 0.01$ ”来表示。重现率小于95%者,说明可重复同样实验100次,将有5次以上的机会出现相反的结果,因此认为两药的差别可能是个体差异造成的,统计学上可做出“两组差别无统计学意义”的结论,并以“ $P > 0.05$ ”来表示。但这种结论并不意味着两组无差别,更不是说两组相同,通常可在检查原因后,改进实验条件,增加实验例数,还有可能提高实验的重现率,达到统计学上有显著意义的水平。实验结果的实际价值不但需从统计结论看还应从专业角度来评定。在统计学上都是达到 $P < 0.05$ 的水平,例数多者并不一定比例数少者更有价值。但为了得出正确的结论,根据实验中的重复原则,对各类动物的重复数,可提供出一个大体范围供实验时参考。

1. 实验动物

测量资料多用大动物,属性资料则用小动物,一般每组20~100例。下面列出一般测量资料所需的例数,如按剂量分3~5组用药,则每组例数还可以减少一半,但每组不得小于5例。

(1)小动物(小鼠、大鼠、鱼、蛙):每组10~30例。

(2)中等动物(兔、豚鼠):每组8~20例。

(3)大动物(犬、猫、猴):每组5~20例。

2. 临床病例

(1)公认难愈的疾病(癌、狂犬病、红斑狼疮综合征等):5~10例。

(2)急性严重的疾病(休克、心力衰竭、流行性脑脊髓膜炎等):30~50例。

(3)一般慢性疾病(冠心病、哮喘等):100~500例;也可根据以往的资料估算实验例数。

(二)随机

1. 随机的意义

随机就是使每个实验研究对象(如动物)在接受用药、化验、观察、抽样、分组处理时,都有相同的机会,而不受研究者主观意愿支配或客观的干扰,从而缩小实验偏差,

因此随机是实验中的重要原则。但是,由于一些人存在着“随机就是碰巧”的看法,实验中常常忽视了随机的原则。例如,对病人分新药组和老药组进行治疗时,医生常常不敢把危重病人放入新药组,而老病号则由于过去用过老药,往往积极争取用新药,结果使两组的对比性受到偏差的干扰。

2. 实验设计中随机抽样分配方法

实验分组方案决定后就可按下述随机抽样分配方法将实验对象分配。

(1)抽签法:通常可用带有数字的纸张代替,由分组医师代为抽签,读到某病人随意翻看一张,单数者分入A组,双数者分入B组。

(2)翻页法:取一本厚书(最好是字典)随机翻取双页数中双数者(十位及个位两数),以其除以2后所得商的个位数为分组数字,注意翻到相同页数照样计算,不应舍弃另翻。例如,翻到412~413页,取412中12除以2得6。再翻到290~291页,取90除以2得45,第二分组数字为5。以此类推。

(三)对照

1. 对照的意义

对照是比较的基础,没有对照就没有鉴别,也谈不上科学性。对照组与用药组应符合“齐同可比的原则”。也即,除了要研究的因素(如药物)以外,对照的一切条件与用药组完全“齐同”,具有“可比性”。例如,实验中动物的体重、性别、种属、实验条件、设施、环境、饲料及用药时间等都必须一致。只有这样才具有可比性。可比性是实验中最重要的基本原则。

设立对照组,一方面可以通过对比减少干扰因素的影响,突出用药的真正效果;另一方面也有利于控制实验条件,保证实验的可靠性。例如,平喘喷雾法实验中,设立盐水及氨茶碱与新药同时实验,如果氨茶碱组不出现平喘作用,就意味着实验中出了偏差(喷雾器有堵塞、致喘液失效或其他原因)。

2. 对照的分组

药理实验中常采用不同类型的分组对照,通过组间显著性差异,反映组间有无本质差别,分组的类型有:

1)阴性对照组

(1)空白对照组,不含研究中处理因素(药物)的对照,应为阴性结果。其中不给任何处理的对照为空白对照,多用于前后对照,用药前观察即空白对照。但在两组对比中少用。

(2)假处理对照组,即除不用被研究的药物外,对照组的动物要经受同样的处理。例如,麻醉手术,注射不含药的溶媒等。这样对照可比性好,较常用。

(3)安慰剂对照组,临床研究中病人的心理状况对药效影响很大,为此推荐采用外形一致,气味相同,但不含主药品的乳糖或淀粉剂作为对照组,称之为“安慰剂对照组”。

安慰剂可以呈现意想不到的强大的“药效”。治头痛有效率为 60%，心绞痛发作减少率为 80%，甚至对术后剧痛也有 30% 止痛率。其也可引起各种“不良反应”，如嗜睡、乏力 50%；头痛、头晕 25%；恶心 10%；口干 9%；有人甚至会出现典型的药疹变态反应。设立安慰剂对照组有利于正确评定药效，也可避免将上述“不良反应”归因于受试的新药。

2) 阳性对照组

以已肯定疗效的药物作为对照，应为阳性结果，常用药物作为标准对照。例如，平喘用氨茶碱，利尿用氢氯噻嗪，抗心绞痛用硝酸甘油，镇痛用吗啡等。设立阳性对照可评定药物效价的强度，也可以判定该次实验结果是否可靠。如阳性药物，不能显示阳性结果，则本实验的结果值得怀疑。

3) 实验组

(1) 不同剂量组：药理研究中，不同剂量实验组颇为多用。组间条件非常相近，可比性很强，如果药效随剂量而增加，就充分说明反应确是由药物引起的，一般取 3~5 个剂量，剂量间呈等比关系，也即剂量对数值间是等差关系。

(2) 不同制剂组：药理研究中，常将提取得来的有效成分的各种组分进行对比，借以了解有效成分何者最多。有时采用相同的主药剂量但改变制剂的 pH 或附加成分，以分析各种因素对药效的影响。

(3) 不同组合：对比两种或多种药物不同比例的组合，目的在于分析药物的相互作用。

3. 对照的性质

(1) 自身对照：同一个体用药前后的对照为自身对照，此种对照可大幅度减少个体差异，但要注意前后两次机体的状态有何变动。例如，高血压病人，入院后，即使不用药，血压也会明显下降；感冒病人用药 3 天，即使药物无效，症状也会显著改善。

(2) 配对对照：对动物采用同种同窝同性别的配对，以观察每对动物接触不同处理时的反应强度，此为配对对照，由于配对动物条件相近，效果要比不同窝者好。

(3) 交叉对照：同一个体前后两次接受 A、B 药物的治疗，半数病人先用 A 药一个疗程。休息数日后再用 B 药一个疗程；另一半病人则先用 B 药后用 A 药。休息的目的是减少药物后遗效应，休息长短视药物特性而定，这种对比可在人群中尽可能减少个体差异，称为交叉对照。此方法临床上颇为多用，由于经时过久，故主要适用于病程较长、较稳定，药效能迅速判断的临床研究。

(4) 历史对照：用过去文献资料作为对照，称为历史对照。除癌症、狂犬病等外一般最好不用。因为不同时代的医护条件、病情程度有所不同。例如，治疗的输液、纠酸及抗生素、激素用法的差异等，均对病情有一定的影响。

(5) 双盲对照：为了减少主观因素和心理影响，更确切地评价药效，可采用医师与病人两方面均不知道分组实情的方法，即所谓“双盲法”，新药组与对照组（可以是安慰剂，也可以用弱阳性对照药）的划分只有临床研究主持小组成员是不“盲”的，以便在必要时采取措施保障病人安全。这样在主诉病情变化和判断疗效时，都可以得到正确客观的对

比资料。整个的临床研究应在保证安全的前提下进行,医护人员对两组病人均应采取同样严密的监护措施。

(四)各组实验对象的例数

实验结论的重现率与可靠性同各组实验例数有关,但还要考虑实验误差问题。如果药效强大,两组差别大,实验误差又小,通常 20~30 例已可取得 $P<0.05$,即重现率大于 95% 的实验结论;反之,如果必须数百例、上千例,才能勉强达到 $P<0.05$ 水平。这就意味着药物疗效并不突出,两组差别不大,或实验本身的误差波动很大。对于这种实验除了进行统计学分析以外,还要从药理专业角度考虑,这种差别有没有临床意义。实验对象的例数参见前面相关内容。

三、实验动物给药量的计算

在要给动物给药的时候,常常会遇到两个问题:①给予多少剂量才恰当?②应配成何种浓度的药液,给予多少毫升才合适?现分述其处理方法。

1. 给药剂量的决定

药物对于某种动物的适当剂量得自实践经验,不能凭空推算。在我们为了某一目的准备给某种动物用药而需要解决剂量问题时,首先应该查阅该药的有关文献(学报、文摘、手册和专著等),了解前人的经验。如能查到为了同一目的,给相同种类动物用药的记录,那就可以直接照试。有时查不到治疗剂量,但能找到致死量(LD_{50} 或 MLD),可先用致死量的 $1/5\sim 1/3$ 进行尝试。

如果查不到待试动物使用的剂量,但知道其他动物使用的剂量或人使用的剂量,这时就需要加以换算。关于不同种类动物间用药剂量的换算,一般认为不能简单地按体重比例增减,而需按单位体重所占体表面积的比例来换算,其具体方法详见附录四。但换算而得的剂量仍有可能偏大或偏小,也只能当作一个参考值。

2. 药液浓度的考虑与给予药液容量的计算

(1)决定了给药剂量以后,应该考虑怎样配制药液的适当浓度呢?这时就应当从供试动物身上,以某种特定途径给药时的最适给药剂量入手,现举例加以说明:

例 1 已知戊巴比妥钠给家兔静脉注射时的适当剂量为 25mg/kg ,问宜将戊巴比妥钠配成何种浓度的溶液,才便于给药?

解:家兔静脉注射时的药液剂量以 1ml/kg 较恰当。现在即已决定采用 25mg/kg 的剂量,这就是说每 1ml 药液中以含戊巴比妥钠 25mg 为宜。 25mg/ml 的浓度如用百分浓度表示,就是 2.5% 。因此当需要给家兔按 25mg/kg 静脉注射戊巴比妥钠时,宜将药液配成 2.5% 的浓度。

(2)在需要按照预定剂量,利用现成药液给药的时候,又该怎样计算每个动物应当给予的毫升数呢?现再举例说明:

例2 盐酸吗啡给小鼠腹腔注射时的剂量为 15mg/kg 。现有药液的浓度为 0.1% ，体重 17g 的小鼠应注射此种药液几毫升？

解：按 15mg/kg 的剂量计算， 17g 体重的小白鼠应给药 0.255mg ， 0.1% 的药液每 100ml 含药 100mg ，即每 1ml 含药 1mg 。所以该小鼠应注射盐酸吗啡溶液 0.26ml 。

在某些药理试验中，也按摩尔浓度配制药液，如将 1mol 的药物溶于溶剂中，配成 1L 的溶液（其他浓度以此类推），表示为 1mol/L ，余类推。

四、实验结果的整理和实验报告的撰写

整理实验结果和撰写实验报告就是做完每项实验以后的总结工作。通过良好的总结，可使我们将实验过程中获得的感性认识提高到理性认识，明确已经取得的成果、尚未解决的问题及工作中的优缺点。实验报告是向他人提供研究经验及供本人日后查阅的重要资料。应当充分认识在校学习期间学会做这一道科学研究工作中关键性工序的重要性。

1. 实验结果的整理

实验结束以后应对原始记录进行整理和分析。药理实验结果有测量资料（如血压值、心率数、瞳孔大小、体温变化、生化测定数据和作用时间等）、记数资料（如阳性反应或阴性反应数、死亡或存活数等）、描记曲线、心电图、脑电图、照片和现象记录等。凡属测量资料和计数资料，均应以恰当的单位 and 准确的数值做定量的表示，不能笼统表示。必要时应做统计处理，以保证结论有较大的可靠性。同时尽可能将有关数据列成表格或绘制成统计图，使主要结果有重点地表达出来，以便阅读、比较和分析。做表格时，一般将观察项目列在表内左侧，由上而下逐项填写，而将实验中出现的变化，按照时间顺序，由左而右逐格填写。绘图时，应在纵轴和横轴上画出数值刻度，注明单位。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，不论是预期内的结果还是预期外的结果，均应一律留样。

2. 实验报告的写作

每次实验后应写好报告，交指导老师批阅。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。一般包括下列内容：

(1) 实验题目。

(2) 实验目的。

(3) 实验方法。当完全按照实验指导上的步骤进行时，也可不再重述。如果实验方法临时有所变动，或者发生操作技术方面的问题，影响观察的可靠性时，应作简要说明。

(4) 实验结果。实验结果是实验报告中最重要的一部分，需绝对保证其真实性。应随时将实验中观察到的现象在草稿本上记录，实验告一段落后立即进行整理。不可单凭记忆

或搁置了长时间之后再作整理，否则易致遗漏或差错。实验报告上一般只列经过归纳、整理的结果。但原始记录应予保存备查。

(5)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。

(6)结论。实验结论是从实验结果归纳出来的概括性判断，也就是对本实验所能说明的问题、验证的概念或理论的简要总结。不必再在结论中重述具体结果。未获证据的理论分析不能写入结论。

五、药理学实验动物基本技术

(一)实验动物的性别鉴别、编号

1. 实验动物性别鉴定

实验动物性别鉴定如表 1-1 所示。

表 1-1 实验动物性别鉴定		
动物	雄性	雌性
大白鼠与小白鼠	①生殖器与肛门之间的距离较大；②用手指轻捏外生殖器，可见阴茎凸出；③天热时可见下垂的阴囊	①生殖器与肛门之间的距离较小；②乳头明显；③肛门和生殖器间有沟
青蛙与蟾蜍	①捏住腰部将之提起时，前肢作环抱状，并鸣叫；②前肢拇指与食指间趾蹼上有棕黑色小突起(所谓婚痣)	①捏住腰部将之提起时，前肢呈伸直状，不鸣叫；②无婚痣
家兔	左手抓住颈部皮肤；右手拉住尾巴，将之夹在中指与无名指之间，用拇指及食指将靠近生殖器的皮毛扒开	
	可见阴茎露出	仅呈椭圆形，无阴茎
豚鼠	豚鼠无尾，其他同家兔	

2. 实验动物编号

较大的动物如猫、犬、猴等，可用号码牌挂在动物颈部，或将特制的铝质标牌固定在耳壳上。小鼠、大鼠及家兔一般用 1%苦味酸溶液(以稀乙醇配制)涂于体表不同部位的毛上。编号方法不尽相同，以能明显区别为原则。例如，1 号涂在左前肢，2 号涂在左后肢，3 号涂右前肢，4 号涂右后肢，5 号涂头部，6 号涂背部，7 号涂尾部，8 号涂头及背部，9 号涂头及尾部，10 号不涂色等。

(二)实验动物的捉持和给药方法

1. 小白鼠

(1)捉持法：以右手提鼠尾，将小鼠放于鼠笼或其他粗糙面上，将鼠尾向后轻拉，使

小鼠固定在粗糙面上，以左手的拇指及屈成“V”状的食指捏其双耳及头颈部皮肤，无名指、小指和掌心夹其背部皮肤和尾部，这样便可将小鼠完全固定，并可保持头颈部平直。

(2)灌胃法：以左手捉持小鼠，使其头部朝上，颈部拉直。右手持配有灌胃针头(以16号输血针头磨去针尖后制成)的注射器，自口角插入口腔，再从舌面紧沿上腭进入食道。如手法正确，不难成功。若遇阻力，应退出后再插，不能用力强插，以免刺破食道或误入气管，使动物致死。灌胃的药液量一般为 $0.1\sim0.3\text{ml}/10\text{g}$ 。试以生理盐水做灌胃练习。

(3)皮下注射：可由两人合作。一人左手抓住小鼠头部皮肤，右手拉住鼠尾。另一人左手捏起背部皮肤，右手持注射器(5号或6号针头)，将针头刺入小鼠背部皮下。如由一人操作，可按前法捉持小鼠，右手持注射器，针尖从右侧肋缘上穿入皮下，向前推至右前肢腋下部位，将药液推入即可。小鼠皮下注射的药液量一般为 $0.05\sim0.2\text{ml}/10\text{g}$ 。试以生理盐水进行练习。

(4)肌肉注射：可由两人合作。一人左手抓住小鼠头部皮肤，右手拉住鼠尾。另一人持注射器(4号或5号针头)，将针头刺入后肢外侧部肌肉。如一人单独操作，以左手拇指和食指抓住小鼠头部皮肤，小指、无名指和掌部夹住鼠尾及一侧后肢，右手持注射器刺入后肢肌肉给药。每腿注射不宜超过 0.1ml 。试以生理盐水进行练习。

(5)腹腔注射：以左手抓住小鼠，使腹部在上面，头部下倾，右手持注射器(5号或6号针头)，取 30° 角将针头从一侧下腹部向头端刺入腹腔。进针部位不宜太高，刺入不能太深，以免伤及内脏。注射量一般为 $0.1\sim0.2\text{ml}/10\text{g}$ 。试以生理盐水进行练习。

(6)尾静脉注射：将小鼠置特制的固定筒内(或倒置的大漏斗、乳钵下)，使鼠尾露出在外。用酒精(或二甲苯)棉球涂擦尾部，或将鼠尾在 50°C 热水中浸泡半分钟，使血管扩张。用左手拉住尾尖，从左右两侧尾静脉中，选择一条扩张最明显的尾静脉，右手持注射器(4号针头)，将针头刺入血管，推入药液。如推注时有阻力，且局部肿胀变白，表明针头没有刺入血管，应拔出后重新穿刺。穿刺血管时宜从鼠尾末端开始，以便失败后可在第一次穿刺点的近心端重新进行。小鼠尾静脉注射的药液量一般为 $0.1\sim0.2\text{ml}/10\text{g}$ 。试以生理盐水做尾静脉注射练习。

2. 大白鼠

(1)捉拿法：右手抓住鼠尾，将其置于粗糙面上，左手拇指及食指固定头部，其余三指夹住背部而固定之，然后进行其他操作。为了防止被鼠咬伤，左手可戴防护手套，或以布巾包住鼠身，抓鼠时握力不要过大，勿捏其颈部，以免窒息死亡。

(2)灌胃法：捉拿法同上，右手将连在注射器上的大鼠灌胃针头从口角处插入口腔，再经舌面插入食道及胃，注意勿用力过大，避免将针头插入气管。灌注容量：每只不超过 2ml 。

(3)腹腔注射法：同小白鼠。

(4)静脉注射法：尾静脉注射方法同小白鼠。

(5)皮下、肌肉及腹腔注射：皮下、肌肉及腹腔注射方法同小白鼠，给药量可稍多。