

PHARMACOLOGICAL EXPERIMENTS

● 药理学实验

供医学 药学 护理学 检验学
预防医学各专业使用

汪 晖 主编

湖北科学技术出版社



高等医学院校教材

药 理 学 实 验

主编 汪 晖

湖北科学技术出版社

主 编 汪 晖

副 主 编 (按姓氏笔画为序):

乐 江 杨 静 张卫国

编写人员 (按编写章节先后次序排列):

汪 晖 鄢友娥 敖 英 张卫国

黎七雄 乐 江 陈 曼 李 颖

吴 勇 杨 静 刘英慧 廖长秀

孔 锐 王红英 曾汉高

目 录

第一章 药理学实验的目的和要求	1
第二章 药理学实验的基本知识	3
第一节 文献检索与选题	3
第二节 实验设计与开题报告	4
一、实验设计的基本要素	4
二、实验设计的基本原则	5
三、实验设计的方法与步骤	7
四、实验设计范例与选题	8
五、开题报告	8
第三节 数据整理与统计分析方法	9
一、实验结果的类型	9
二、实验结果的整理方法	10
三、实验结果的常用统计方法	10
四、实验结果图表的种类及设计要求	13
第四节 实验报告的书写方法	16
第五节 论文撰写与答辩	17
第六节 论文 PPT 的制作方法	20
第三章 药理学实验的基本技术	21
第一节 实验药品	21
一、给药剂量的确定	21
二、实验动物与人用药量的换算	22
三、药物浓度与给药容量的确定	24
四、常用药品的配制方法	25
第二节 实验动物	27
一、实验动物喂养条件及动物保护条例	27
二、实验动物的种类选择	30
三、实验动物的性别鉴别	31
四、实验动物的编号	31
五、实验动物的捉拿方法	32
六、实验动物的给药途径与方法	33
七、实验动物的麻醉方法	35

八、濒死或已死亡动物的检查	37
九、实验动物的处死方法	38
十、实验动物的尸检方法	38
十一、实验动物的尸体处理	39
第三节 实验动物取样与标本制作	39
一、实验动物的取血方法	39
二、实验动物血清（血浆）的制备与保存方法	42
三、实验动物的脏器取材方法	42
四、组织匀浆的制备与保存方法	44
五、脏器病理学取材与固定	44
第四章 药理学实验常用的实验动物模型	46
第一节 肝损伤动物模型	46
一、四氯化碳致肝损伤法	46
二、醋氨酚致肝损伤法	46
第二节 肾损伤动物模型	47
一、阿霉素致肾损伤法	47
二、甘油致肾损伤法	47
三、庆大霉素致肾损伤法	47
第三节 哮喘动物模型	48
一、组胺和乙酰胆碱引喘法	48
二、血小板活化因子引喘法	48
第四节 疼痛动物模型	48
一、扭体法	48
二、热板法	49
第五节 炎症动物模型	49
一、耳肿胀法	49
二、棉球植入法	50
第六节 惊厥动物模型	50
一、电惊厥法	50
二、化学物质致惊法	51
第七节 心律失常动物模型	51
一、哇巴因诱发心律失常法	51
二、乌头碱诱发心律失常法	52
第五章 药理学动物实验基本技能训练	53
实验一 常用动物基本操作	53
实验二 动物给药剂量换算与药物配制	54
第六章 影响药物作用的因素	55
实验三 不同溶媒对药物作用的影响	55

实验四	不同给药途径对药物作用的影响	55
实验五	不同剂量对药物作用的影响	56
实验六	不同剂型对药物作用的影响	56
实验七	肝损伤对药物作用的影响	57
实验八	肾损伤对药物作用的影响	58
第七章	药物代谢动力学实验	59
实验九	人体乙酰化酶活性的测定及乙酰化类型的分布	59
实验十	肝药酶诱导剂和抑制剂对戊巴比妥钠催眠作用的影响	60
实验十一	磺胺嘧啶钠药动学参数的测定与计算	61
实验十二	酚红血浆半衰期的测定	64
第八章	药物效应动力学实验	67
实验十三	受体拮抗剂 pA_2 值的测定	67
实验十四	局麻药表面麻醉作用的比较	69
实验十五	巴比妥类药物的抗惊厥作用	70
实验十六	巴比妥类药物的催眠作用	70
实验十七	氯丙嗪的降温作用	71
实验十八	氯丙嗪的抗激怒作用	72
实验十九	药物对小白鼠耗氧量的影响	73
实验二十	药物的镇痛作用	74
实验二十一	药物的抗心律失常作用	76
实验二十二	急性心肌梗死及药物的作用	78
实验二十三	药物的降压和利尿作用	79
实验二十四	药物对小白鼠胃肠道蠕动的影晌	80
实验二十五	药物对气管平滑肌的影响	81
实验二十六	药物对凝血时间的影响	82
实验二十七	阿司匹林对血小板聚集作用的影响	83
实验二十八	缩宫素对离体子宫平滑肌的影响	84
实验二十九	氢化可的松对急性炎症的影响	87
第九章	毒理学实验	88
实验三十	药物的急性毒性实验	88
一、	单次给药 LD_{50} 实验	88
二、	最大耐受量实验	97
三、	单次给药固定剂量法实验	98
四、	单次给药近似致死量实验	99
实验三十一	烟碱的毒性作用	99
实验三十二	有机磷农药中毒及其解救	100
第十章	综合性实验	102
实验三十三	传出神经系统药物对动物血压及肠平滑肌的影响	102

实验三十四	尼可刹米对吗啡所致呼吸抑制的作用·····	103
实验三十五	可乐定的作用及其作用机制·····	104
实验三十六	生理和病理状态下动物血压的变化及药物的作用·····	105
实验三十七	强心苷类药物对在位兔心的作用·····	108
第十一章	药典、药物制剂与处方学·····	109
第一节	药典·····	109
第二节	药物剂型·····	110
第三节	处方·····	112
第十二章	病案讨论·····	115
第一节	病案讨论范例·····	115
第二节	各大系统病案选题·····	116
第三节	综合病案选题·····	124
第十三章	新药的临床研究与设计·····	127
第一节	新药临床研究的概述·····	127
第二节	新药临床研究设计原则与方法·····	128
第三节	新药临床研究的分期·····	131
第四节	新药的生物等效性试验与设计·····	137
[附录]	·····	141
附录一	常用实验动物的生殖和生理常数·····	141
附录二	常用实验仪器操作和保养方法·····	142
附录三	随机化的应用——随机数字表法·····	155
附录四	常用药物名称的中英文对照·····	157

第一章 药理学实验的目的和要求

药理学实验课是药理学教学的重要组成部分，其目的在于通过实验，不仅仅是验证药理学中的重要基本理论，牢固地掌握药理学的基本概念，以便正确地应用于临床；更重要的是加强智能培养，即了解获得药理学知识的科学途径，掌握进行药理学实验的基本方法和技能，培养与提高自学、独立思考、独立工作、科学思维、实验设计与统计的能力，初步具备对事物进行客观的观察、比较、分析、综合和解决实际问题的能力。同时，通过实验培养学生对科学工作的严肃态度、严格要求、严密工作方法和实事求是的作风。

为了达到上述目的，要求学生做到下列事项：

1. 实验前

(1) 仔细预习《药理学实验》教程，了解拟进行实验的目的和要求，领会其设计的原理、方法和操作步骤。

(2) 结合实验内容，复习有关药理学、生理学、生物化学等方面的理论知识。

(3) 预测实验中各步骤可能出现的情况，注意实验中可能发生的问题。

2. 实验时

(1) 实验分小组进行，每次实验前做好明确分工，同时要密切配合，使实验时能各尽其责，有条不紊地完成实验。

(2) 先检查仪器、药品、动物是否与实验教程相符合，将实验器材妥善安排、正确装置。

(3) 严格按实验教程上的步骤进行操作，准确计算给药量，注意爱护动物和标本，节约实验材料和药品。

(4) 保持实验室肃静和实验台面清洁与整齐，注意遵守实验室规则，当仪器损坏时，应立即报告教师，按规章处理。

(5) 细致地观察实验过程中出现的现象，随时记录药物反应的出现时间、表现及最后转归，联系理论实际，动脑思考，克服对教师的依赖性。

3. 实验后

(1) 认真整理实验结果，必要时对实验结果进行统计学处理，整理成文字、表和图，经过分析讨论，作出结论，写出实验报告，按时交指导老师。

(2) 整理实验器材，主动参加洗净、擦干和妥善安放等收尾工作。将处死动物及其他废物丢入指定场所，做好实验室清洁卫生。

实验指导教师也应尽职尽责，认真做到以下几点：

(1) 明确实验目的和要求，精通实验内容，明确各项实验在整个实验教学计划中所

处的地位和作用，以便统筹兼顾，使学生对药理学实验有更全面、系统的理解和学习。

(2) 正式实验课前必须进行预试验，它是正式实验前的关键步骤。根据预试所得的结果或经验，对原实验设计作一些必要的修正，以确保正式实验能有条理、按秩序地顺利进行下去。

(3) 认真、耐心地指导学生进行各项实验技术操作，要注意启发和引导学生思维，注重学生独立分析问题和解决问题能力的提高。

(4) 仔细评阅实验报告，加强对学生实验成绩的考核工作。

以上是从学与教两方面提出总体的要求，师生双方只有通过共同努力，才能达到药理学实验课的教学目的。

(武汉大学医学院 汪晖)

第二章 药理学实验的基本知识

第一节 文献检索与选题

一、文献检索与选题

为了确定药理学科研课题（立题）和提出立题依据或撰写论文，必须进行文献检索。检索内容包括所涉及研究领域内的国内外研究状况与水平、近几年的研究成果与新的研究热点等。

文献检索是重要的课题来源之一。文献检索中选题的具体方法有：

1. 寻找科学领域的空白点 在查阅文献时如发现了空白点，应对这方面的历史和现状作全面了解，证明确实是空白点，即可作为选题。
2. 通过文献启发选题 在文献基础上提出新见解、新论点，这种选题来源是文献研究的重要方法之一，也是文献综述、文献阅读的价值所在。
3. 文献矛盾中选题 在科研选题上，可根据学术上争鸣的焦点进行选题，通过论证提出自己的观点与看法。

二、选题的基本原则

选题时要注意所选课题应具有科学性、创新性和可行性，特别是创新性和可行性的辩证统一。

- （1）科学性：指选题应建立在前人的科学理论和实验研究基础之上，应符合科学规律，而不是毫无根据的胡思乱想。
- （2）创新性：指选题具有自己的独到之处，或提出新规律、新见解、新技术、新方法，或是对旧有的规律、技术、方法有所修改、补充。
- （3）可行性：指选题切合研究者的学术水平、技术水平和实验室条件，使实验能够顺利实施。

三、选题的基本程序

- （1）初始意念：研究者发现问题并提出问题，形成一个初始意念。
- （2）查阅文献：使意念更系统、更深刻，形成科学假说。
- （3）立出题目：将科学假说加以概括，即可形成科研题目。

(4) 陈述问题：陈述内容包括立题依据、选题意义、实验方法、技术路线以及预期结果。

(5) 专家论证：题目确立后请专家论证，并根据论证意见，修改选题。

(武汉大学医学院 郝友娥)

第二节 实验设计与开题报告

一、实验设计的基本要素

实验设计是科学研究计划中关于研究方法与步骤的一项内容，是实验研究所涉及的各项基本问题的合理安排。严密合理的实验设计是顺利进行研究工作的保证，同时也能最大限度地减少实验误差，以获得精确可靠的实验结论。

无论是新药的创制还是药物某项药效学的验证，其药理学实验设计都包括最基本的三大要素，即处理因素、实验对象与实验效应。

1. 处理因素

实验中根据研究目的确定的、由实验者人为施加给受试对象的因素称为处理因素，如药物、某种手术等。在设置处理因素时，应注意以下几个问题：

(1) 处理因素的强度。强度亦称水平，是指施加处理因素的强弱、大小、高低、轻重等，对药物来说是指药物的剂量大小。

处理因素及其水平可以是一个或多个，它们的组合包括：单因素单水平、单因素多水平、多因素单水平、多因素多水平。所谓单因素设计是指给予一种处理因素，如观察药物处理前后的变化。多因素设计是指给予几种处理因素同时进行观察。

单因素单水平的实验简单易行，但效率低，如观察普萘洛尔单一剂量对血压的影响；单因素多水平的实验效率较高，并且使用广泛，如“不同剂量前列腺素对血小板聚集的影响”；多因素单水平的实验效率也较高，如“锌、锰、钼对氟中毒大鼠的拮抗作用”；多因素多水平的实验研究效率高，但实验条件较难控制，如“A、B、C 3 种药物的药效学比较”，其中每种药物有 3 个水平，需比较出最佳药物及剂量。

一次实验涉及的因素不宜过多，否则会使分组增多，受试对象的例数增多，在实际工作中难以控制。但处理因素过少，又难以提高实验的广度和深度。

(2) 明确非处理因素。非处理因素虽然不是我们的研究因素，但其中有些因素可能会影响实验结果，产生混杂效应，所以这些非处理因素又称混杂因素。如进行两种降压药物的药效学比较时，非处理因素可能有年龄、性别等。若两组年龄、性别构成不同，则可能影响结果比较。设计时明确了这些非处理因素，才能设法消除它们的干扰作用。

(3) 处理因素的标准化。处理因素在整个实验过程中应做到标准化即保持不变，否则会影响实验结果的评价。如实验设计中处理因素是药物时，则药物的质量（成分、出厂批号等）、剂型、给药时间、次数、方法和途径必须保持不变。

2. 实验对象

实验对象的选择十分重要，对实验结果有着极为重要的影响。药理学研究的主要实

实验对象包括整体动物（正常动物、麻醉动物和病理模型）、离体器官、组织及细胞等。实验对象必须具备两个基本条件：反应性和稳定性。即实验对象接受处理因素后能作出有效的反应，并且这种反应的走向趋于一致。选择何种对象应根据实验目的、方法以及各种动物或标本的特点来决定。

3. 实验效应

实验效应是指受试对象在处理因素作用后呈现的反应或受到的影响，其具体表现形式是指标。这些指标包括计数指标（定性指标）和计量指标（定量指标）等。指标的选定需符合以下原则：

（1）特异性：即选用能反映某一特定现象且不与其他现象相混淆的指标，如血压（尤其是舒张压）可作为高血压病的特异指标；尿生化检测中尿素氮和肌肝可作为肾功能衰竭的特异指标。

（2）客观性：即选用易于量化的、经过仪器测量和检验而获得的客观指标，如心电图、血常规分析等化验室的检查结果、病理学诊断意见、细菌学培养结果等，而少用易受研究人员心理状态、感官差异等影响的主观指标。

（3）重复性：即在相同条件下，指标可以重复出现。为提高重复性，需注意仪器的稳定性，减少操作误差，控制动物机能状态和实验环境条件。在注意到上述条件的情况下，重复性仍然很小，说明该指标不稳定，不宜采用。

（4）灵敏性：即能根据实验要求相应显示出微小的变化。它是由实验方法和仪器的灵敏度共同决定的。如果灵敏性差，对已经发生的变化不能及时检测出来，或常常得到假阴性结果，这种指标应该放弃。

（5）精确性：精确性包括准确度和精密度两层意思。准确度是指观察值与真实值的接近程度，主要受系统误差的影响。精密度是指重复观察时，观察值与其均数的接近程度，其差值属随机误差。实验效应指标要求既准确又精密。

（6）可行性：指标既有文献依据或实验鉴定，又符合本实验室的技术设备和研究者的实际水平。

在选择指标时，还应注意以下关系及特点：①计量指标优于计数指标，将计数指标改为半定量指标也是一大进步；②动态指标优于静态指标，如体温、疗效、体内激素水平变化等，可按时、日、年龄等作动态观察；③所选指标要便于统计分析。

二、实验设计的基本原则

为了提高研究效率，控制误差和偏倚，药理学实验设计同其他科学研究一样必须遵循三大基本原则，即对照、随机和重复原则。

1. 对照原则

对照是比较的前提。在生物学实验中存在许多影响因素，为消除无关因素对实验结果的影响，实验中必须设立对照组。对照应符合“齐同可比”的原则，除处理因素不同外，其他非处理因素尽量保持相同，从而使实验误差尽可能缩小。如实验动物要求种属、性别、年龄相同，体重相近；实验的季节、时间和实验室的温度、湿度也要一致；

操作的手法前后要相同等。

根据实验研究的目的和要求不同，可选用不同的对照形式，常用的对照形式有：

(1) 空白对照（正常对照）：是指在不加任何处理条件下进行观察的对照。例如，观察生长素对动物生长作用的实验，就要设立与实验组动物相同种属、年龄、性别、体重的空白对照组，以排除动物本身自然生长的可能影响。

(2) 实验对照（阴性对照）：是指在某种有关实验条件下进行观察的对照。如要研究切断迷走神经对胃酸分泌的影响，除设空白对照外，尚需设假手术组作为阴性对照，以排除手术本身的影响。

(3) 标准对照（阳性对照）：是指在所谓标准条件下进行观察的对照或用标准值或正常值作为对照。如用已知经典药物在标准条件下与实验药物进行的对照。它既可验证实验方法是否可靠，又便于受试药与经典药进行效价强度的比较。

(4) 自身对照：是指用同一个体实验前资料作为对照，将实验（如用药）后的结果与实验前的资料进行比较。这种同一个体实验前后资料的对比可以较好地减少个体差异的影响。

(5) 相互对照（组间对照）：是指实验中设立若干实验组进行组间对照。例如受试药设立若干剂量组时进行的组间比较，以研究受试药的量效关系。一般至少 3 个剂量组。

2. 随机原则

即所研究总体中的每一研究对象都有同等的机会被分配到各组中去。随机的目的是将样本的生物差异平均分配到各组。实验中凡可能影响结果的一切非研究因素都应随机化处理，使各组样本的条件尽量一致，消除或减小组间的人为误差，从而使处理因素产生的效应更加客观，实验结果更为可靠。但随机不等于随意。一般来说，在抓取实验动物时，身体健壮、行动敏捷的动物奔跑速度快，不易被抓到；身体较弱、行动迟缓的动物容易被抓到。如果通过随意抓取动物来进行分组，所得到的实验结果很可能受到动物体格差异的影响。

随机化的方法有抽签法、随机数字表法、随机化分组表法等，药理学实验中常用方法有下列两种：

(1) 简化分层随机法：常用于单因素小样本的一般实验。即将同一性别的动物按体重大小顺序排列，分组时由体重小的到体重大的按次序随机分到各组。在一个实验中体重不宜相差过大。一种性别的动物分配完后，再分配另一性别的动物。各组雌雄性别数目应一致。

(2) 完全随机法：主要用于单因素大样本的实验。先将样本编号后，按统计专著所附的随机数字表，任取一段数字，依次排配各样本。然后按这些新号码的奇偶（两组）或除以组数后的余数（两组以上）作为分配归入的组次。最后仍同前再随机调整，以使各组样本数达到均衡。

3. 重复原则

重复是指实验中受试对象的例数或实验次数要达到一定的数量。它包含有两方面的

意思：重复性和重现性。若样本量过少，可能把个别现象误认为普遍现象，把偶然或巧合事件当作必然规律，其结论的可靠性差。如样本过多，不仅增加工作难度，而且造成不必要的人力、财力和物力的浪费。所以在进行实验设计时，要对样本大小作出科学的估计，以满足统计处理的要求。

在药理学实验中，通常根据文献资料和预实验结果，结合以往的资料估算样本数。在药效学实验中，对于药效作用强的药物样本数可少，反之则增加样本数。此外，实验中变异系数（CV）大则样本数要增大；可信限要求小则样本数也要增大。

一般而言，计量资料的样本数每组不少于 5 例，以 10~20 例为好。计数资料的样本数则需每组不少于 30 例。进行组间比较时，实验动物每组所需的样本数参见表 2-1。

表 2-1 动物实验每组所需的样本数

动 物	计量资料	计数资料
小（小鼠、大鼠、蛙）	≥10	≥30
中（兔、豚鼠）	≥6	≥20
大（犬、猫）	≥5	≥10

三、实验设计的方法与步骤

进行药理学实验设计应包括以下步骤：

- (1) 查阅文献，确定选题和提出立题依据。
- (2) 明确实验目的，设计实验方法和实验步骤。

一般根据实验目的和要求确定实验方法，实验设计方法包括：完全随机化设计、随机区组设计、析因实验设计、正交实验设计等，其中应用极为广泛的设计方法主要是前两种。当处理因素只有一个（可为多个水平）时，可用完全随机设计。完全随机化设计中只有一个处理因素，但有几个研究水平，每个受试对象随机分配到各个实验组。这种设计方法是其他设计方法的基础，体现了实验设计的随机化原则。当受试对象按一定条件配成对或区组时，可用配对设计或区组设计。随机区组设计是配对设计的扩大，它将多个条件相近的受试对象配成一组称为一个区组。例如某实验中有 5 个对比组，将 5 个条件相近的受试对象用随机方法分配到各组中，则此五个受试对象称为一个区组，该实验共有 5 个区组。随机区组设计使组间均衡可比性增强，减少了个体差异对实验结果的影响，并且提高了实验效率，可减少样本量。

实验设计内容应包括以下几项：

- (1) 选择实验对象；
- (2) 确定样本例数及分组方法；
- (3) 确定给药途径、给药剂量和观察时间；
- (4) 确定观察指标及测定方法；
- (5) 拟定数据统计分析方法。

3. 进行预实验

预实验的目的在于检查各项准备工作是否完备，实验方法和步骤是否切实可行，测试指标是否稳定可靠。根据预试结果，调整或修改设计方案，并确定进行正式实验的条件。

对于探索性实验，在完成实验设计之后可从学生的实验设计中选择部分进行正式实验，收集、整理实验资料并进行统计分析，最后总结和完成论文，进行论文答辩。

四、实验设计范例与选题

1. 范例

X 药对急性肾功能衰竭作用的影响

【目的】通过制备急性肾功能衰竭的实验动物模型，以及选择有效的观察指标，证实 A 药在急性肾功能衰竭的治疗作用。

【药品与试剂】X 药，庆大霉素注射液，尿素氮（BUN）和肌酐（Cr）试剂盒，甲醛。

【仪器】低速离心机，分光光度计。

【动物】雄性 Wistar 大鼠。

【方法】取健康雄性 Wistar 大鼠 50 只，体重 250~300 g，随机分成模型对照组，X 药小剂量、中剂量、大剂量组和维拉帕米阳性对照组。将大鼠置于代谢笼中，收集并记录 24 h 正常尿量。各组大鼠腹腔注射庆大霉素 140 mg/kg，连续 7 天。于注射庆大霉素的同时，分别经口灌胃（ig）给予小、中、大剂量组 X 药和维拉帕米组 ig 15 mg/kg，模型对照组 ig 等容量生理盐水。于末次注射庆大霉素后，收集 24 h 总尿量，并断头处死动物，取血制备血清，测定血清 BUN 和 Cr。剖腹取肾，经 10% 甲醛固定后，常规制片，进行组织学检查。

【数据处理】血清 BUN、Cr 和 24 h 总尿量采用组间 t 检验。

2. 实验设计选题

【选题 1】证实 A 药的祛痰作用。

【选题 2】通过动物实验设计，证实 B 药的抗炎作用。

【选题 3】通过动物实验设计，证实 C 药的细胞免疫抑制作用。

【选题 4】通过动物实验设计，证实 D 药的保肝作用。

【选题 5】通过动物实验设计，证实 E 药的抗高血压作用。

【选题 6】已知四个未知药 A、B、C、D，包括氯丙嗪、戊巴比妥钠、尼可刹米和地西洋，但不知 A、B、C、D 各是何药，要求通过实验证明以上各药各为何药？

五、开题报告

开题报告是指当课题方向确定之后，课题负责人在调查研究的基础上撰写的报请上级批准的选题计划。它主要说明课题应该进行研究、自己有条件进行研究以及准备如何开展研究等问题，也可以说是对课题的论证和设计。开题报告是提高选题质量和水平的重要环节。

开题报告主要包括以下内容：

- (1) 课题名称；
- (2) 课题的研究意义，对国内外研究现状、发展趋势的分析；
- (3) 课题的研究目标、研究内容、拟解决的关键问题；
- (4) 课题拟采取的研究方法和手段、技术路线、实验方案及可行性分析；
- (5) 课题的创新之处；
- (6) 课题的研究计划及预期进展、预期结果；
- (7) 与课题有关的研究工作已取得的成果和已具备的实验条件；
- (8) 研究经费的预算。

(武汉大学医学院 鄢友娥)

第三节 数据整理与统计分析方法

药理学研究的目的是从充满变异的生物试验中获得药物作用的必然规律性认识，统计学方法作为一个重要的研究工具，能帮助研究者定量分析变异对实验结果的影响，从中归纳出具有规律性的信息，进而较有把握地推断出带有普遍意义的结论。

一、实验结果的类型

统计资料类型通常针对反应变量而定。在计算统计指标时，各个反应变量可进一步划分为计量资料、计数资料和等级资料三类。

1. 计量资料

用定量的方法测定观察单位某项指标量的大小所获得的资料称计量资料，如血压值、血糖值、血细胞数……。每个观察对象的测量值又称变量值，因此计量资料是一群变量值，其为连续变量，常带有度量衡单位，如 cm、mg、ml 等。计量资料所包含的信息比计数资料丰富，是药效统计分析中最常用的资料类型。

2. 计数资料

将每一观察单位按某种属性或类别分组计数，得到各组观察单位的个数，这类资料称计数资料，如某种疾病的患病人数与未患病人数；某人群中 O、A、B、AB 各种血型的人数，某一特定反应出现或不出现（例如死亡或存活、有效或无效、呕吐或不呕吐、惊厥或不惊厥等）的个数。阳性率是对计数资料进行统计分析最常用的指标，但值得注意的是：并不是含有率或百分率的资料都是计数资料，如体重增长率、大鼠足趾肿胀率、白细胞计数中的百分率等都是计量资料的衍生数据。

3. 等级资料（半定量资料）

将每一观察单位按某种属性的不同程度分组计数，得到各组观察单位的个数，这类资料称等级资料，如用药后疾病痊愈、显效、改善、无效和恶化的人数；组织病变程度为+++、++、+、±、-的人数；疼痛缓解为高度、中度、轻度、无效的人数等。等级资料介于计量资料和计数资料之间，可比计数资料获得更多的信息，但由于指标测

量值带有较大的主观性，不如计量资料准确。等级资料的概率分布常偏离正态，需要应用非参数方法进行统计分析。

二、实验结果的整理方法

(1) 计量资料和计数资料应以正确的单位和数值作定量表示，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。

(2) 尽可能将有关数据组成表格或统计图，使主要结果有重点地表达出来，以便阅读、分析和比较。作表格时，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，由左向右逐项填写。绘图时，应在纵轴和横轴上列出数值刻度，标明单位。一般以纵轴表示反应程度，横轴表示时间或药量，在图的下方注明实验条件。如不是连续性变化，也可用柱形图表示。

(3) 凡有曲线记录的实验，应及时在曲线图上标注说明，包括实验项目、实验动物的种类、性别、体重、给药量或其他实验条件等。对较长的曲线记录，可选取典型变化的段落，剪下后粘贴保存。需注意的是必须以客观的态度进行裁剪工作，不论预期内的或预期外的结果，均应留样参考。

三、实验结果的常用统计方法

1. 计量资料的统计分析

计量资料的统计分析方法基本可归为两大类，即“参数统计”和“非参数统计”。前者常需要数据资料符合正态分布，在多数情况下，一组计量数据的分布情况是符合正态规律的，因而参数统计方法是常规、重要的分析方法。在药效统计分析中，也会遇到一些数据资料不符合正态分布或其他分布或有时分布情况不能确定，在这种情况下，除有时可以通过数据转换方法转为正态分布来应用相应的分析方法外，通常的统计方法就不适用了，这时可采用非参数统计方法。总之，在对计量资料进行统计分析前，应首先分析该资料数据的性质和分布，如是否偏态、是否有异常数据，是否需要数据转换等，才能选择适宜的方法进行统计分析，避免盲目套用公式。

(1) 计量资料的常用统计指标

①均数 (average, 常用 $\bar{x}$ 表示)：反映了一组测量数据的平均水平或集中趋势，是描述计量资料的一个重要统计指标。其计算公式为：

$$\bar{x} = \frac{1}{n}(X_1 + X_2 + X_3 + \cdots + X_n) = \frac{\sum X_i}{n}$$

②标准差 (standard deviation, 常用 S 或 SD 或 σ_{n-1} 表示)：反映测量值变异程度的指标，表示个体间差异的大小，可用来计算变异系数。其计算公式为：

$$S = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}}{n-1}}$$

③标准误 (standard error, 常用 S_x 或 SE 或 SEM 表示)：反映抽样误差大小的指