

基础医学实验系列教材

总主编 肖子曾 严杰 总主审 黄政德



新世纪全国高等中医药院校创新教材

XIN SHI JI QUAN GUO GAO DENG ZHONG YI YAO YUAN XIAO
CHUANG XIN JIAO CAI

医学机能学实验教程

(供医药类相关专业用)

主 编 严 杰 刘慧萍

全国百佳图书出版单位

中国中医药出版社



新世纪全国高等中医药院校创新教材
基础医学实验系列教材

总主编 肖子曾 严 杰 总主审 黄政德

医学机能学实验教程

(供医药类相关专业用)

主 编 严 杰 刘慧萍

中国中医药出版社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

医学机能学实验教程/严杰, 刘慧萍主编. —北京: 中国中医药出版社, 2013. 11
基础医学实验系列教材

ISBN 978 - 7 - 5132 - 1443 - 8

I. ①医… II. ①严… ②刘… III. ①机能—人体生理学—实验—中医药院校—教材

IV. ①R33 - 33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 085859 号

中国中医药出版社出版
北京市朝阳区北三环东路 28 号易亨大厦 16 层
邮政编码 100013
传真 010 64405750
北京时代华都印刷有限公司印刷
各地新华书店经销

*

开本 787 × 1092 1/16 印张 11 字数 238 千字
2013 年 11 月第 1 版 2013 年 11 月第 1 次印刷
书 号 ISBN 978 - 7 - 5132 - 1443 - 8

*

定价 25.00 元
网址 www.cptcm.com

如有印装质量问题请与本社出版部调换
版权专有 侵权必究

社长热线 010 64405720
购书热线 010 64065415 010 64065413
书店网址 csln.net/qksd/
官方微博 <http://e.weibo.com/cptcm>

《基础医学实验系列教材》

专家指导委员会

总 主 编 肖子曾 严 杰

总 主 审 黄政德

编 委 (以姓氏笔画为序)

万红姣	文礼湘	邓冰湘	艾碧琛
卢芳国	成细华	伍参荣	刘群良
刘慧萍	孙贵香	严 杰	杜 可
杨胜辉	李 杰	李新华	李鑫辉
李迎秋	肖子曾	吴长虹	何 倩
余望贻	宋 岚	张 波	张国民
陈 安	欧阳建军	赵爱明	胡 梅
胡方林	郭春秀	唐 群	曾 辉
曾 嵘	雷久士	廖 君	熊艾君

编委会秘书 刘慧萍

《医学机能学实验教程》编委会

主 审 邓冰湘

主 编 严 杰 刘慧萍

副 主 编 雷久士 曾 辉 张国民 曾 嵘
 杜 可

编 委 (以姓氏笔画为序)

卜 兰 兰	王 宏 宝	尹 胜	师 振 予
朱 伟	刘 慧 萍	刘 春 燕	杜 可
严 杰	肖 艺	余 颜	余 望 贻
陈 丽	罗 琳	莫 莉	唐 群
唐 标	黄 姍 姍	黄 小 平	龚 勇 珍
曾 嵘	曾 辉	雷 久 士	

前 言

随着现代医学科学技术、教育科学技术的进步与发展,医学教学理念也发生了深刻变化。尤其在基础医学教学领域,不仅要求在教学过程中传授理论知识,更要求加强学生动手能力的训练,而且还要求教学方法、内容、手段规范和先进,以适应高等中医药院校发展的要求。

为此,湖南中医药大学在近20年基础医学实验教学改革的基础上,借鉴其他院校的经验,依照教育部对实验教学改革的要求,编写了本套基础医学实验系列教材,包括《人体解剖学实验教程》、《医学显微形态学实验教程》、《医学免疫学与病原生物学实验教程》、《生物化学与分子生物学实验教程》、《医学机能学实验教程》、《中医基础课程实验教程》6本,主要适用于高等中医药院校各专业基础医学实验课程的教学。本系列教材打破了传统的学科界限,将性质相似的实验课重新组合;改变了传统的实验模式,提高了综合性实验和设计性实验的比例;用现代实验方法验证中医的经典理论。

由于我校基础医学实验教学条件所限,该套教材难免存在不足之处,恳请读者、教师和学生提出宝贵意见,以便再版时修订提高。

《基础医学实验系列教材》

编委会

2012年9月

编写说明

随着全国高等中医药院校基础医学实验教学改革的发展，在基础医学实验教学领域，转变实验教学观念、调整专业设置、更新教学内容、改革管理体制、整合实验教学资源、创新医学机能学实验教学内容和模式已成为全国高等中医药院校实验教学改革趋势。因此，我们总结近10余年医学机能学实验教学的实践经验，借鉴其他兄弟院校机能学实验教学改革和教材编写经验，编写了这本《医学机能学实验教程》，可用于高等中医药院校各专业医学机能学实验教学。

医学机能学实验课主要包括生理学、病理生理学、药理学三门课程，另外我们还增加了与机能学实验相关的部分方剂学、实验针灸学的内容。本教材从人体机能学实验的基本理论、基本知识、基本技能出发，系统地组织实验项目，使学生能通过机能学实验的基本训练，逐步熟悉动物实验方法、疾病模型的复制、药物疗效和毒性的观察，从而掌握实验设计、数据统计分析、论文撰写等。对于培养医学生的科学精神、创新能力、实践能力和综合分析能力具有较重要的意义。

本教材内容较充实、完整，体现了多学科知识融汇的特点。实验项目选择注重实用性，既编写了基本常规验证性实验，又充实了新开设的综合性实验。

本教材在编写过程中得到了相关教研室老师的鼎力支持，在此一并表示衷心的感谢！由于我们的学术水平和编写能力有限，难免会存在缺点和错误，希望使用本教材的同行和医学生们提出宝贵意见和建议，以利于今后修订和完善。

《医学机能学实验教程》

编委会

2013年7月

目 录

上 篇 机能学实验基本知识

第一章 绪论	1
第二章 机能学实验设计的原理与方法	5
第三章 机能学动物实验的基本技术	11
第一节 机能学实验动物	11
第二节 实验动物的编号、捉拿和固定方法	15
第三节 实验动物的给药方法	20
第四节 实验动物的麻醉	22
第五节 实验动物的取血方法	24
第六节 实验动物的处死方法	26
第七节 急性动物实验中常用的手术方法	26
第八节 动物实验常用手术器械及使用方法	29
第四章 机能学实验常用仪器、设备使用技术与方法	33

下 篇 常用机能学实验选编

第五章 神经-肌肉实验	48
实验 1 坐骨神经-腓肠肌标本制备	48
实验 2 生理及药理因素对骨骼肌收缩的影响	50
实验 3 神经干动作电位、传导速度及不应期的测定	52
实验 4 筒箭毒碱和琥珀酰胆碱对蛙腹直肌作用的比较	54
实验 5 八正散对家兔输尿管动作电位的影响	55
第六章 血液系统实验	57
实验 1 出血和凝血时间测定	57
实验 2 ABO 血型鉴定	58
实验 3 溶血性试验	58
实验 4 针刺“足三里”穴对家兔白细胞总数的影响	60
实验 5 针刺“足三里”穴对家兔巨噬细胞吞噬功能的影响	61
第七章 循环系统实验	63
实验 1 人体心音听诊	63
实验 2 人体动脉血压的测定	64

实验 3	生理和药理因素对家兔动脉血压的影响	65
实验 4	蟾蜍舌的微循环观察	68
实验 5	四逆汤对低血压状态大鼠的升压作用	69
实验 6	血府逐瘀汤及其拆方对小鼠耳廓微循环的影响	70
实验 7	急性心功能不全及防治	72
实验 8	强心苷作用、中毒和解救	74
实验 9	生理与药理因素对离体蛙心的影响	75
实验 10	急性失血性休克及治疗措施	77
实验 11	神经体液调节及药物对犬血压、心电图、呼吸的影响	79
第八章	呼吸系统实验	83
实验 1	生理和药理因素对兔呼吸运动的影响及气胸观察 ...	83
实验 2	呼吸功能不全	84
实验 3	缺氧及其解救	86
实验 4	实验性肺水肿	87
实验 5	肺顺应性测定	89
实验 6	人体肺通气功能的测定	91
实验 7	针刺、艾灸对实验性肺水肿家兔呼吸状态的影响 ...	92
第九章	消化系统实验	94
实验 1	家兔胃运动的观察	94
实验 2	消化道平滑肌生理特性及药物对离体肠的作用	95
实验 3	传出神经系统药物对离体兔肠的作用	97
实验 4	生大黄、大承气汤对小鼠肠运动的影响 (炭末法)	99
实验 5	氨在肝性脑病发病机理中的作用	100
第十章	代谢实验	102
实验 1	小鼠能量代谢的测定	102
实验 2	麻黄汤对正常大鼠足跖汗液分泌的影响 (着色法)	103
实验 3	白虎汤对啤酒酵母致大鼠发热的影响	104
实验 4	药物剂量和给药途径对药物作用的影响	106
实验 6	药酶诱导剂、药酶抑制剂及肝功能对戊巴比妥钠催眠 作用的影响	107
实验 6	药物血浆半衰期的测定及肾功能对其影响	109
实验 7	半数致死量测定	111
实验 8	烟的毒性实验	115
实验 9	发热	115
实验 10	酸碱平衡紊乱	118

实验 11 兔高钾血症	121
第十一章 泌尿系统实验	123
实验 1 五苓散对大鼠的利尿作用 (代谢笼法)	123
实验 2 急性肾功能不全	124
实验 3 利尿实验	126
实验 4 生理与药物因素对兔尿液生成的影响	128
实验 5 针刺“次髎”穴对家兔膀胱内压的影响	130
第十二章 内分泌系统实验	132
实验 动物肾上腺摘除后的观察	132
第十三章 感觉器官实验	134
实验 1 视野测定	134
实验 2 瞳孔的调节反射和对光反射	135
实验 3 传出神经药物对兔眼瞳孔的作用	136
实验 4 视敏度测定	137
实验 5 色觉测定	138
实验 6 人体听力检查和声音的传导途径	138
实验 7 视觉调节反射和瞳孔对光反射	139
实验 8 破坏动物一侧迷路效应	140
第十四章 中枢神经系统实验	142
实验 1 反射弧的分析	142
实验 2 脊髓反射特性	143
实验 3 大脑皮层运动区功能定位和去大脑僵直	144
实验 4 大脑皮层诱发电位	146
实验 5 有机磷农药的中毒及解救	148
实验 6 氯丙嗪、普萘洛尔的抗缺氧作用	149
实验 7 氯丙嗪的镇吐作用	150
实验 8 药物对中枢兴奋剂致惊厥的拮抗作用	151
实验 9 药物的镇痛作用	152
第十五章 设计性实验	156
第一节 设计性实验目的	156
第二节 设计性实验的立题、设计与实施	156
第三节 设计性实验的组织与管理	158
第四节 设计性实验成绩的评定	160

1. 急性动物实验 急性在体实验研究又叫活体实验或体内实验,是在将动物麻醉或破坏大脑的条件下,人们观察其不同状态整体或某一器官、系统的代谢及机能和形态结构改变。例如,对心血管活动、呼吸运动、胆汁分泌和肾脏泌尿功能的研究,我们可通过血压、呼吸记录和胆汁、尿量收集进行研究。急性离体实验又称体外实验,即从动物体内取出所要研究的器官、组织或细胞,如心脏、血管、神经、肌肉、肠段等,也可用无菌操作方法从离体的器官组织中分离出细胞,置于能够保持其生理功能的人工环境中开展实验研究或培养增殖后再行研究与分析。急性动物实验在短时间内可以完成,无需严格的无菌操作,有方便、适用和实验条件简单、易于控制等特点,是机能实验教学中常用的实验方法。其不足之处是观察时间短,获取资料不全面;麻醉可能影响动物的各种生理功能。因此,常用于一些病程短、发病急的疾病研究,或用于观察疾病发生、发展过程的某一阶段的研究。

2. 慢性动物实验 即在有菌条件下进行手术操作,暴露所研究的器官(如各种造瘘术)或摘除、破坏某一器官(摘除某一内分泌腺、破坏迷路等),或埋电极于神经中枢作为刺激或引导电极,待伤口长好后,在接近正常生活条件下进行实验研究,从而保证了实验动物的状态较为接近自然生活条件,并可进行长时间的、较为系统全面的观察,便于对动物模型开展机能、代谢变化和组织、形态结构改变研究。但在机能实验教学中因教学时间的限制,不可能进行长时间实验观察,故较少应用。

三、机能学实验研究水平与层次

从研究方法和知识的获得来说,机能学科是实践性极强的学科群,其发展与其他自然科学的发展密切相关,并且相互影响、相互促进;科学技术发展和新技术不断应用于机能学实验研究,使得机能学科的知识与理论发展日新月异。细胞是构成机体的最基本单位,许多不同的细胞构成组织或器官。执行某一生理功能的不同器官相互联系,构成器官系统。整个机体就是由各个器官系统相互联系、相互作用而构成的一个复杂的有机体。因此,机能学研究就是从细胞和分子、器官和系统以及整体这三个水平开展的。

1. 细胞和分子水平研究 构成器官系统的基本单位是细胞,而细胞及构成细胞的各种生物分子的物理学、化学和生物学特性决定了其所构成的器官的生理功能。因此,研究一个器官的功能要从细胞和分子水平进行。在许多情况下,将要研究的某种组织细胞从整体取下,在人工的生理环境下对其功能进行研究,故细胞和分子水平的研究常常通过体外实验法。但不能简单地把体外实验结果直接用于推测或解释细胞在完整机体内的功能和作用。体内细胞所处的环境比体外实验时复杂得多。对某一细胞进行在体功能分析,必须考虑其所处环境及其变化对细胞功能的影响。

2. 器官和系统水平研究 体内各个器官、系统的活动规律、影响因素与调节及其在整体生命活动中的意义和作用研究称为器官和系统水平研究。通常采用在体或离体法研究某一器官或系统的功能变化和影响因素,如用离体“蛙心”观察电解质对心脏活动的影响,这是器官和系统水平研究。

3. 整体水平研究 整体水平研究是指对完整机体的各个系统功能活动之间的相互

关系,以及完整机体与环境之间的对立统一关系的研究。例如从整体水平研究自然环境的变化(如温度、湿度、气压等)对人体功能活动的影响,以及机体对这些情况的适应过程;研究各种社会活动、社会条件、思想情绪、精神状态等对人体整体及各器官系统功能的影响;研究整体活动中各系统功能的调节机制与相互影响、相互协调的规律。

四、机能学实验教学发展趋势与要求

传统的机能实验教学模式是按学科设立教学实验室,开设以验证各自课程理论知识为主的实验项目。虽然传统模式在高等医学教育发展的历史长河中起了不可否定的主导作用,但随着科学技术和医学科学的发展,其不利于学科间交叉、渗透与融合,忽视了对学生进行基本技能和综合素质的培养等不足已经显现出来,已不能很好地适应医学教育的发展。综合生理学、病理生理学、药理学的实验教学内容,编写综合性机能实验指导,开设综合性机能实验的实验教学改革正在全国各高校逐步展开,层层深入。这种综合化、整体化的医学机能实验教学的发展趋势对机能实验教学提出了开放化的新要求。同时开放化的机能实验教学既需要建设先进的现代化实验室,又要求学生全面掌握各种机能实验技术和方法、实验研究手段。开放式实验教学对学生开设综合性、创新性和设计性实验,这要求学生在具有一定的医学专业知识的基础上,能够灵活运用机能实验技术和方法,进行实验设计,开展探索性或创新性实验研究。同时也迫切需要一本融现代教育理念、现代教育技术、实用机能学实验技术与方法为一体的机能实验方法学教材或参考书,供医学本科生、研究生、机能学科的教师和实验技术人员学习、使用与参考,使他们能根据研究内容与目的,选择所需实验技术与方法,设计实验,开展实验研究,从而达到授人以渔的教育教学目的。

五、机能学实验教学要求和实验室规程

(一) 学习机能实验学课程的目的

1. 了解机能学实验的基本方法和常用仪器装置。
2. 学习和掌握机能实验学的基本技能和基本操作。
3. 认识人体及其他生物体的正常功能、疾病模型及药物作用的基本规律。
4. 培养学生科学研究的基本素质,培养学生客观地对事物进行观察、比较、分析和综合的能力,以及独立思考、解决实际问题的能力。

(二) 学习机能实验学课程的要求

1. 实验前

- (1) 认真阅读实验指导,充分了解本次实验的目的、要求、实验步骤、操作程序及注意事项。
- (2) 结合实验内容复习相关理论,预测各实验项目应得结果。
- (3) 预估实验过程中可能出现的问题和产生的误差,确定解决和纠正的方法。

2. 实验中

(1) 认真听取实验指导老师的讲解和观看示教操作, 特别注意指导老师强调指出的实验操作步骤和注意事项的讲解, 严格按照实验步骤进行操作, 不得擅自进行与实验无关的活动。

(2) 实验过程中要严格按照实验步骤循序操作, 不得随意变动和进行与实验无关的活动。在以人体为对象的实验, 要特别注意人身安全。爱护实验动物和器材, 并节约实验药品和材料。实验器材的放置力求整齐、有序。

(3) 注意力要高度集中, 仔细、耐心、敏锐地观察实验所出现的现象, 如实记录实验结果并联系理论进行思考。对没有达到预期结果的项目, 要及时分析原因, 或是重复该部分实验。

(4) 在进行哺乳类动物实验时, 因操作复杂, 项目多, 应由组长对组内成员进行合理而明确的分工, 使各位学生既各尽其责, 又相互配合, 以保证按时圆满完成实验任务。另外, 在不同的实验中, 实验小组成员应轮流承担实验操作和项目, 力求各人的学习机会均等。

(5) 实验中如遇到疑难问题, 应先设法自行解决, 如有困难, 再请指导老师帮助解决。

3. 实验后

(1) 将实验仪器整理就绪, 实验器皿和器械清洗擦干净。

(2) 在老师指导下, 妥善处理动物和标本, 打扫室内卫生。

(3) 整理实验记录, 认真撰写实验报告, 按时上交, 由指导老师批阅。

(三) 实验室规程

1. 实验人员进入实验室必须穿好实验工作服, 严格遵守实验室各项规章制度和操作规程。

2. 保持实验室内的整洁、安静, 不得迟到、早退, 严禁喧哗、吸烟和吃零食, 如有违者, 指导老师有权停止其实验。

3. 实验室内各组人员要使用本组的仪器和器材, 不得与他组调换, 以免混乱。实验者在未熟悉实验仪器和设备性能及使用要点之前, 不得轻易动手操作。如遇仪器损坏或机件不灵, 应报告指导老师或实验技术人员, 以便修理或更换, 不得擅自拆修和调换。

4. 爱护实验动物, 注意节约各种实验器材及药品。在实验中如被动物抓伤、咬伤, 应立刻报告指导老师, 进行妥善处理。

5. 实验结束后, 学生应自觉整理好实验仪器设备, 做好清洁工作, 经指导老师或实验技术人员检查后方可离开实验室。

第二章 机能学实验设计的原理与方法

一、实验设计的基本程序

实验设计是通过学生自行设计实验,了解机能学实验研究的基本过程,使学生具有一定的实验研究能力。这对理解课堂讲授的已知规律和应用已知规律去探讨、开创新的未知世界有重要的作用,因此完成一个好的实验设计对培养开拓型人才有重要的意义。

实验研究的基本程序包括立题,设计,预备和正式实验,实验资料的收集、整理、统计分析,总结和完成论文。

立题在实验设计中具有第一位重要性,立题时需要注意科学性、先进性、可行性和实用性。

科学性是指选题有充分的科学依据;先进性是指选题对已知的规律有所发现和创新;可行性是指立题时考虑已具备的主、客观条件;实用性是指立题有明确的目的和意义。

立题的过程是一个创造性思维的过程,它需要查阅大量的文献资料及实践资料,了解本课题近年来已取得的成果和存在的问题;找出要探索的课题关键所在,提出新的构思或假说,从而确定研究的课题。

实验设计是根据立题而提出的实验方法和实验步骤,是完成课题的实施方案。它包括实验材料和对象、实验的样本例数和分组、技术路线和观察指标、数据的收集和处理方法等。

二、实验设计的三大要素

实验设计包括三个基本要素,即实验对象、处理因素、观察指标。

(一) 实验对象的选择

机能学实验的对象包括人和动物。为了避免实验给人带来损害或痛苦,除了一些简单的观察,如血压、脉搏、呼吸、尿量的实验可以在人体进行以外,主要的实验对象应当是动物,选择合适的实验动物对实验的成功有重要的意义,选择的条件如下:

1. 要选择接近于人类而又经济的动物 灵长类动物最接近人,但价格昂贵,有时实验需用大动物完成,可选用犬、羊、猴。一般常选择的实验动物为家兔、大鼠、小

鼠，它们比较接近于人类而价格又比较便宜。

2. 根据实验要求选择动物的品种 其中以纯种动物为佳，且应是健康和营养良好的动物。

3. 根据实验要求选择动物的年龄、体重、性别 一般选择发育成熟的年幼动物，对性别要求不高的动物雌雄混用，但分组时应雌雄搭配。与性别有关的实验，只能用某种性别的动物。

（二）处理因素

处理因素是指对实验对象施加的某种外部干预。给实验动物以各种处理，包括接种细菌、毒素等生物病菌，给予化学制剂或药物；进行创伤、烧伤等物理刺激等。处理实验对象的目的有两个方面，一是复制人类疾病的动物模型，观察其发病机制；二是进行实验治疗，观察药物或其他治疗手段的疗效。

1. 人类疾病动物模型的复制 人类疾病的动物模型包括整体动物、离体器官、组织细胞。在复制动物模型时，一般遵守以下原则：

（1）相似性原则：即复制的模型尽可能近似人类疾病。最好是找到与人类疾病相似的动物自发性疾病。如有一种大鼠会自发产生高血压，称为原发性高血压病大鼠（SHR），猪有自发性动脉硬化，用它们来研究人类的高血压或动脉硬化则比较理想。但动物与人相似的自发性疾病模型不多见，往往需要人为地在动物身上复制，需注意相似性原则。

（2）重复性原则：即复制模型的方法要标准化，使疾病模型可以重复复制。为此，选择的动物、实验方法、使用的仪器和环境因素应力求一致，即有一个标准化的模型复制方法。

（3）实用性原则：即复制的方法尽量做到经济易行。如灵长类动物在相似性上最好，但价格昂贵；如果能用中小动物（家兔，大、小鼠）复制出类似人类疾病模型，则更为实用可行。

2. 疾病处理和实验治疗 给予药物治疗和观察治疗效果是综合性机能实验的一个重要方面。在设计时可分为两类：

（1）单因素设计：是指给一种处理因素（如药物），观察处理前后的变化，它便于分析，但花费较大。

（2）多因素设计：是指给几种处理因素同时观察，用析因分析法进行设计，它能节省经费和时间。

（三）观察指标

设计一些好的观察指标是体现实验的先进性和创新性的重要环节。观察指标是反映实验对象在经过处理前后发生生理或病理变化的标志。它包括计数指标（定性指标）和计量指标（定量指标）、主观指标和客观指标等。指标的选定需符合以下原则：

1. 特异性 指标能特异地反映观察现象的本质，不会与其他现象相混淆。如高血

压中的血压（尤其是舒张压）可作为高血压病的特异指标；血气分析中的血氧分压和二氧化碳分压可作为呼吸衰竭的特异指标。

2. 客观性 最好选用各种仪器检测的客观指标，如心电图、脑电图、血气分析、生化检测等。由仪器报告定量的数据不受主观因素影响，而主观指标（如肝、脾触诊）易受主观因素影响，造成较大误差。

3. 重现性 在相同条件下指标所测的结果可以重现。重现性高的指标一般意味着偏性小，误差小，能较真实地反映实际情况。为提高重现性，需注意仪器的稳定性，减少操作的误差，控制动物的机能状态和实验环境条件。在注意到上述条件的情况下，重现性仍然很小，说明这个指标不稳定，不宜采用。

4. 灵敏性 指标反映处理因素带来的变化的灵敏程度，最好选用灵敏性高的指标，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，或往往得到假阴性结果，这种指标应该放弃。

三、实验设计的三大原则

实现实验设计的科学性，除了对实验对象、处理因素、观测指标作出合理的安排以外，还必须遵循实验设计的三个原则，即对照原则、随机原则、重复原则。

（一）对照原则

设置对照是为了使观察指标通过对比发现其特异变化。要具有可比性，在比较的各组之间，除处理因素不同外，其他非处理因素尽量保持相同，从而根据处理与不处理之间的差异，了解处理因素带来的特殊效应。通常实验应当有实验组和对照组。对照组与实验组有同等重要意义。因为在实验中难免有非处理因素干扰造成的误差，如动物个体差异、实验环境的作用等。如果设立一个对照组，应选择同一种属和体重、性别相近的动物，在同一实验环境下进行实验，仅仅是不给特殊的实验处理，由于实验组与对照组的非处理因素处于相同状态，两者对比可消除非处理因素带来的误差。对照有多种形式，可根据实验目的加以选择。

1. 空白对照 亦称正常对照，对照组不加任何处理因素。如观察某降压药的作用时，实验组动物服用降压药，对照组动物不服用药物或服用安慰剂。

2. 自身对照 对照与实验均在同一受试动物身上进行。例如用药前后的对比，先用A药后用B药的对比，均为自身对照。

3. 相互对照 又称组间对照。不专门设立对照组，而是几个实验组之间相互对照。例如用几种药物治疗同一疾病，对比这几种药物的效果，即为相互对照。

4. 标准对照 不设立对照组，实验结果与标准值或正常值进行对比。如果是药物疗效观察，用已知有效的阳性药物作为标准对照组，对新的实验组的药物效应与已知阳性药物作用进行对比。

（二）随机原则

随机是指实验对象的实验顺序和分组进行随机处理。随机分配指实验对象分配至各

实验组或对照组时，它们的机会是均等的。如果在同一实验中存在数个处理因素（如先后观察数种药物的作用），则各处理因素施加顺序的机会也是均等的。通过随机化，一是尽量使抽取的样本能够代表总体，减少抽样误差；二是使各组样本的条件尽量一致，消除或减小组间人为的误差，从而使处理因素产生的效应更加客观，便于得出正确的实验结果。例如进行一个药物疗效的实验，观察某种新的抗休克药物对失血性休克的治疗效果，实验组和对照组复制同一程度的失血性休克模型，然后给予实验组抗休克新药，对照组给予等量生理盐水。如果动物的分配不是随机进行，把营养状态好和体格健壮的动物均放在实验组，把营养差和体格不好的动物放在盐水对照组，最后得到的阳性实验结果并不能真正反映药物的疗效，很可能是动物体格差异所致。

随机化的方法很多，如抽签法、随机数字表法、随机化分组表法等，具体可参阅医学统计学。

（三）重复原则

重复是保证科学研究结果可靠性的重要措施。由于实验动物的个体差异等原因，一次实验结果往往不够准确可靠，需要多次重复实验方能获得可靠的结果。重复有两个重要的作用：一是可以估计抽样误差的大小，因为抽样误差（即标准误）大小与重复次数成反比。二是可以保证实验的可重复性（即再现性）。实验需重复的次数（即实验样本的大小），对于动物实验而言（指实验动物的数量）取决于实验的性质、内容及实验资料的离散度。

重复性可用统计学中显著性检验的值来衡量其是否满意：

$P \leq 0.05$ 差异在统计学中有显著意义，不可重现的概率小于或等于5%，重现性好。

$P \leq 0.01$ 差异在统计学中有非常显著意义，不可重现的概率小于或等于1%，重现性非常好。

重复数（实验例数）应适当，过少固然不行，过多也没必要，这不仅是浪费，而且要例数多才有显著水平的动物实验反而比例数少就有显著水平的实验重现性差。

四、实验设计方法

依照实验设计要求和原则，实验设计大纲包括以下内容：

（一）立题或自由选题

根据学生在生理学、病理生理学、药理学所学的知识，自由选题。选题时注意科学性、先进性、可行性和实用性。

（二）实验动物选择和分组

根据与人类疾病尽可能相似的原则，选择经济实用的动物。根据研究目的和处理方式进行分组：如果是单因素设计，只有一种处理因素而无非处理因素者用完全随机设计分组法；如果有一种处理因素和一种非处理因素，则采用配伍设计分组；如果有一种处