

陈克敏 主编

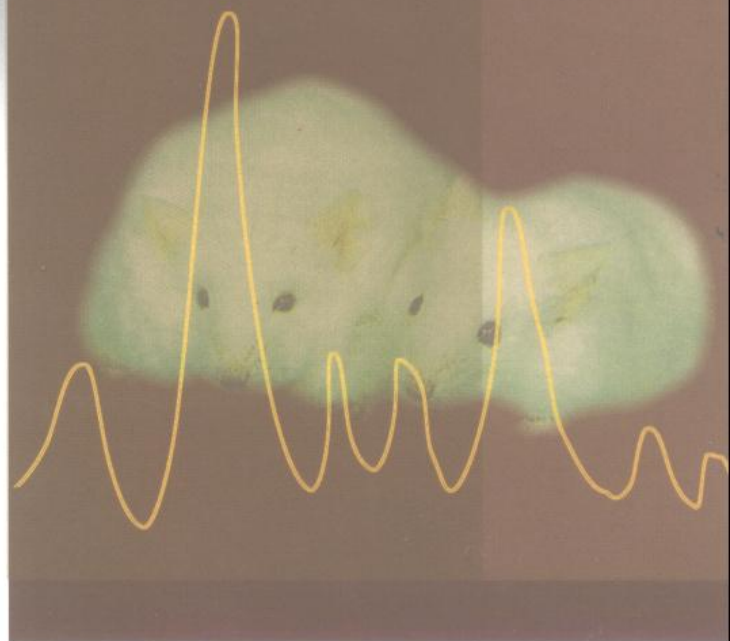
高等院校选用教材·医药类



面向21世纪课程教材

Textbook Series for 21st Century

实验 生理 科学 教程



科学出版社

面向 21 世纪课程教材
Textbook Series for 21st Century

高等院校选用教材·医药类

实验生理科学教程

陈克敏 主编

科学出版社

2001

内 容 简 介

本书在对原来的生理学、病理生理学与药理学实验课教学内容精选的基础上,进行加工、重组与提高,按系列编写。其理论体系包括生理科学基本知识与技能、实验设计基本程序、常用生物统计方法。实验内容包括离体组织器官实验、整体动物实验、电生理实验、实验动物病理模型实验及临床前药理学与毒理学实验等6个系列共37项实验。另设专门章节介绍了用以引导学生探索未知领域、自行设计并完成的探索性实验。学生经过学习能掌握生理科学实验设计原理与实验方法,并对实验结果进行初步的统计学分析。对培养学生综合素质与能力将会起到极大的促进作用。

本教材兼收并蓄,突出实用性,可供设备条件不同的院校选用。主要适用于基础医学、临床医学、护理学、中医等专业的师生。

图书在版编目(CIP)数据

实验生理科学教程/陈克敏主编. -北京:科学出版社, 2001.2

(高等院校选用教材·医药类)

ISBN 7-03-009102-7

I. 实… II. 陈… III. 生理实验-高等学校-教材 IV. R33-33

中国版本图书馆CIP数据核字(2000)第87484号

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号
邮政编码:100717

新蕾印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2001年2月第一版 开本: 787×1092 1/16
2001年2月第一次印刷 印张: 15 1/4
印数: 1—7 000 字数: 342 000

定价: 20.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换(环伟))

编写人员

主 编	陈克敏		
副主编	夏叶玲	刘豫安	王竹立
编 委	(以姓氏笔画为序)		
	叶 红	冯鉴强	杨宇杰
	肖建初	吴一丁	林明栋
	袁亚非	梁明华	谭红梅

前 言

传统高等医学教育属于生理科学范畴的生理学、病理生理学与药理学的教学以传授知识为主。实验教学附属于理论教学,其内容侧重于演示现象,验证课堂理论,忽视了对学生能力与素质的培养。这三门实验课按阶段分科进行,学科间的教学内容难以互交叉、渗透与融合,出现不必要的重复。学生动手实践机会少,仪器设备重复购置;但利用率不高,投资的效益低。仪器更新换代困难。实验技术水平与教学质量难以迅速提高。

目前,我们要培养高质量医学专门人才,要“面向现代化、面向世界、面向未来”。因此我们必须注重素质教育,采用将传授知识、培养能力与提高素质融为一体的人才培养模式,使我们培养出来的人才有知识、有能力、更有使知识和能力充分发挥其效能的素质,以适应科技飞跃发展与社会主义建设的需要。生理科学三门实验课按阶段分科教学的框框应该被打破,在新的教育思想与教育观念的指导下进行改革。

扬州大学医学院与承德医学院先后从1985年及1990年开始,把生理学、病理生理学与药理学三门教学实验课有机地组合成一门“机能实验学”。中山医科大学从1996年秋起开展“创建跨学科、多层次生理科学实验课的研究”。该研究先后在教育部与卫生部“高等医学教育面向21世纪教学内容和课程体系改革计划”中立项并得到资助。我们三所院校多年教改实践与探索表明,生理科学教学实验课三合一,独立开课,独立考核,以培养学生综合素质与能力为主要目的,大大调动了学生学习的积极性。在教学中以教师为主导,以学生为主体,促进学生个性的发展,促进教师对学生的因材施教,促进了师生双向交流,对培养学生综合素质、创新精神与多种能力起了极大的促进作用。这一机能学科教学实验改革的大方向已为卫生部及教育部所肯定。越来越多的高等医学院校正步入开展同类教改的行列,很多院校向我们索取了教材。为了推动生理科学教学实验改革的发展,我们集三所最先进行本项教改院校的教师协编一本新的教材,因为其内容为生理科学的实验学,故定名为《实验生理科学教程》。

实验生理科学在对原来的生理学、病理生理学与药理学教学实验内容精选的基础上,进行加工、重组与提高,按照系列实验编写。教材理论体系包括生理科学基本知识与技能、实验设计基本程序、常用生物统计方法。实验内容包括离体组织器官实验、整体动物实验、电生理实验、实验动物病理模型实验及临床前药理学与毒理学实验等六个系列共37项实验。另设专门章节介绍用以引导学生探索未知领域、自行设计并完成的探索性实验。

本教材从实验学角度编排内容,每一系列实验先概述、后为具体实验。让学生先了解每一实验的共性,掌握一般规律,然后进行具体实验。教材内容由浅入深,循序渐进、图文并茂。本书还向学生介绍实验数据的常用统计方法及实例,让学生不仅能分析本组实验结果,而且能对全班结果进行综合的统计学分析。本教材既介绍常用的生理科学实验仪器设备,也介绍目前正在逐步普及的先进仪器设备——电子计算机实时记录分

析系统。所收载的实验种类很多，便于各校根据自己条件选择使用，也可作为学生开展探索性实验设计方案时的参考。所以本教材兼收并蓄，比较实用，适合于设备条件不同的院校使用。学生经过学习能掌握生理科学实验设计原理与实验方法，对实验结果进行初步的统计学分析。对培养学生综合素质与能力将会起到极大的促进作用。

在本教材编写期间，得到了三个院校各级领导的亲切关怀与帮助，也得到了科学出版社的大力支持与指导。由于编者水平有限，加上编写时间仓促，不足之处在所难免，我们衷心希望采用本教材的教师、学生随时提出宝贵意见，以便在本教材再版时加以改进。

编 者

2000 年 5 月

目 录

前 言

第一章 绪 论	1
1.1 实验生理科学概述	1
1.2 实验生理科学教学要求和实验室守则	1
1.3 实验结果的处理和实验报告的撰写	2
1.4 实验结果图形的绘制	3
第二章 实验生理科学常用仪器、设备及器械	7
概 述	7
2.1 实验室常规设施	14
2.2 电子计算机实验实时记录分析系统	16
一、简 介	16
二、DOS 操作平台下的计算机实时分析系统	18
(一) MS-302 计算机实时分析系统	18
(二) Super Dr 95 计算机实时分析系统	33
三、Windows 操作平台下的计算机实时分析系统	34
(一) BioLab-410 计算机实时分析系统	35
(二) PcLab 计算机实时分析系统	44
(三) PowerLab 计算机实时分析系统	52
2.3 生理记录仪系统	53
一、LMS-2A 型二道生理记录仪	53
二、台式自动平衡记录仪	54
三、RM-600 型四导生理记录仪	55
2.4 示波器记录系统	58
一、SBR-1 型双线示波器	58
二、VC-10 双线记忆示波器	60
2.5 生化分析系统	61
一、分光光度计	61
二、血气分析仪	63
2.6 常用生理溶液及手术器械	63
一、常用生理溶液的成分及配制	63
二、常用手术器械	65
第三章 动物实验的基本操作技术	68
3.1 实验动物的种类	68
3.2 实验动物的品系	69
3.3 实验动物的选择	70
3.4 实验动物的编号、捉拿与固定	72
3.5 实验动物的给药方法	75

3.6	实验动物的麻醉	79
3.7	实验动物的取血与处死方法	81
3.8	动物实验一般知识与基本操作技术	83
第四章	生理科学实验设计的基本程序	97
4.1	生理科学实验研究基本程序	97
4.2	实验设计三大要素	99
4.3	实验设计三大原则	103
4.4	常用的实验设计方法	105
4.5	药物剂量的确定	108
第五章	实验生理科学常用的生物统计方法	112
5.1	量反应资料统计方法	112
5.2	质反应资料统计方法	114
5.3	回归与相关	116
第六章	离体器官、组织实验	118
	概 述	118
6.1	观察理化因素及递质对离体蛙心收缩活动的影响	120
6.2	药物对离体肠活动的影响	123
	一、递质及理化因子对离体肠活动的影响	123
	二、阿托品作用机制的探索	125
6.3	药物对豚鼠气管平滑肌的作用	126
6.4	药物对离体主动脉条的作用	127
6.5	药物对离体子宫的作用	129
第七章	在体动物实验	131
	概 述	131
7.1	心肌兴奋性的变化及蛙心起搏点的确定	132
	一、期前收缩和代偿间歇	132
	二、蛙心起搏点	134
7.2	生理因素及药物对动脉血压的影响	136
7.3	传出神经系统药物对猫血压和心率的影响	138
7.4	洛非西定的中枢性降压作用	140
7.5	生理因素及药物对兔呼吸运动的影响	142
7.6	生理因素及药物对尿生成的影响	144
7.7	筒箭毒碱对大鼠坐骨神经和肌电活动的影响	145
7.8	大白鼠的胃液分泌	147
7.9	大脑皮层运动机能定位及去大脑僵直	149
7.10	脊髓反射的分析	152
第八章	电生理实验	154
	概 述	154
8.1	神经干动作电位、传导速度及不应期的测定	157
8.2	刺激强度和频率对骨骼肌收缩的影响	158
8.3	减压神经的传入放电	160
8.4	药物的抗心律失常作用	162

一、利多卡因的抗心律失常作用	162
二、奎尼丁和普萘洛尔对乌头碱诱发大鼠心律失常的保护作用	163
第九章 动物病理模型实验	165
概 述	165
9.1 三种类型缺氧	167
9.2 影响缺氧耐受性的因素	169
9.3 呼吸衰竭	170
9.4 急性右心衰竭	172
9.5 失血性休克	174
9.6 急性肾功能衰竭	175
9.7 酸碱平衡紊乱	179
9.8 氨在肝性脑病发病机制中的作用	182
9.9 有机磷酸酯类中毒及解救	184
9.10 兔急性 DIC	186
第十章 人体机能测定	190
概 述	190
10.1 心音听诊	190
10.2 人体动脉血压的测量	192
10.3 人体心电图	193
第十一章 临床前药理、毒理实验	197
概 述	197
11.1 乙酰胆碱量效关系曲线及阿托品 pA_2 测定	198
11.2 磺胺嘧啶钠药代动力学参数的测定	203
11.3 影响药物作用的因素	211
11.4 戊巴比妥钠对小鼠催眠作用的半数有效量 (ED_{50}) 测定	214
第十二章 探索性实验的设置与实施	222
附录	227
表 1 t 值表	227
表 2 F 值表	229
表 3 q 值表	230
表 4 χ^2 值表	231

第一章 绪 论

1.1 实验生理科学概述

实验生理科学(experimental physiological science)是为了适应现代素质教育的需要,把生理科学中的生理学、病理生理学与药理学三门课程教学实验内容有机地重组而成的一门崭新课程。是生理科学的实验学,故名实验生理科学。我们把上述三门课程的精选内容编成系列实验,由浅入深,循序渐进,让学生对动物正常机能、致病因子或药物引起的机能变化进行连续的动态的观察与实验。教学内容包括生理科学的经典实验、综合性实验与学生自选题目、自行设计并完成的探索性实验。学科间的内容相互交叉渗透。本门课程教学的目的是为了提高学生的综合素质,提高学生自学能力、动手操作能力、科学思维能力、开拓创新能力、语言与文字表达能力。让学生经历一次初步科研工作的实践,为日后学生参加第二课堂业余科研活动打下良好基础。

实验生理科学既有本门课程的理论体系,更有丰富的系列实验。实验教学是其主要教学形式,是一门高等医学教育的必修课。独立开课,独立考核,自成体系。

本课程教学分三个阶段:

第一阶段:基本知识 with 基本技能实验阶段。从简单的经典实验开始,使学生掌握本课程的常用仪器设备的基本操作,熟悉基本实验设计原理与方法,培养学生观察、纪录实验结果及收集、整理实验数据的能力。

第二阶段:综合性实验阶段。通过进行较复杂的、实验项目较多的、难度较大的实验,进一步强化实验操作,掌握实验方法,着重对实验结果进行科学分析、逻辑推理,最后得出恰如其分的结论,培养学生分析问题与解决问题的能力。

第三阶段:探索性实验阶段。学生自选题目,设计实验方案,进行实验,以小论文形式写出实验报告,最后进行论文答辩,以培养学生各方面的能力与综合素质。

最后根据学生笔试的成绩、动手操作考试的成绩、探索性实验的成绩、以及平时成绩综合评定学生本门课程的总成绩。

1.2 实验生理科学教学要求和实验室守则

1. 实验前

(1) 仔细阅读本课程和有关课程的讲义,了解实验的目的、要求、步骤和操作流程。充分理解实验设计原理,预测实验结果。

(2) 设计好实验原始记录的表格及写好对本实验结果分析讨论的发言提纲。

(3) 结合实验内容复习有关理论。

(4) 未预习者不得参与实验。

2. 实验时

(1) 遵守课堂纪律，准时到达实验室，中途因故外出或早退应向教师请假。

(2) 保持实验室的整齐、清洁，实验器材的安放力求整齐、稳当、有条不紊，不必要的物品不要带进实验室，书包等杂物应放于边台或抽屉内。

(3) 保持实验室安静，不要高声谈笑，不得进行与实验无关的活动。

(4) 爱护公共财物，各组仪器和器材由各组使用，不得与别组调换，以免混乱。如遇仪器损坏或机件不灵，应报告教师或技术人员进行处理。

(5) 按照实验步骤，认真操作，注意保护实验动物和标本，节省实验器材和药品。

(6) 注意安全，严防触电、火灾、被动物咬伤及中毒事故的发生。

(7) 仔细、耐心地观察实验过程中出现的现象，真实客观地记录实验结果，并加上必要的文字注释，有时还需要绘制图形或曲线进行分析。实验中的每项结果都应随时记录，必要时可进行描记、照相等，不可单凭记忆，以免发生错误或遗漏。更不可随意修改。实验报告中应尽可能使用原始结果，若原始记录图只有一份，其他同学可采用复印等办法加以解决。应培养严谨求实的科学作风。

(8) 对实验中取得的结果作如下思考：① 取得了什么结果？② 为什么出现这种结果？③ 这种结果有什么理论或实际意义？④ 出现非预期结果的原因是什么？

3. 实验后

(1) 将实验用具整理就绪，所用器械冲洗干净，交还借用的器械。如果器械有损坏或短缺，应立即报告负责教师。

(2) 动物尸体、标本、纸片和废品应放到指定地点，不要随地乱丢，严禁丢到水池中，以免堵塞排水管。抹干净实验台。某些试剂或药品可能有毒，或混合后会产生某种毒性，或可能会污染环境，应听从老师的安排，注意安全，适当存放或进行必要的处理。严禁乱放乱弃。要树立牢固的自身安全和环境保护意识。

(3) 值日生应搞好实验室的清洁卫生工作，离开实验室前应关灯，关窗，关水龙头。

(4) 整理实验结果。

(5) 认真撰写实验报告，按时交负责教师评阅。

1.3 实验结果的处理和实验报告的撰写

实验中应对实验的条件、实验结果、有可能出现的异常现象等进行忠实详尽的记录。实验记录的结果必须进行整理和分析，以揭示其变化的规律性，探索这些自然规律的成因。

实验中得到的结果数据，一般叫做原始资料，可分两大类，一类是测量资料，以数

值大小来表示某种变化的程度。例如血压值、呼吸频率、尿量、血流量等。这类资料可从测量仪器中读出，也可通过测量所描记的曲线而得到。另一类是计数材料，是清点数目所得到的结果，例如动物实验中记录动物存活或死亡数目等。实验中必须注意记录对照资料。

凡属曲线记录的实验，应对记录的曲线图进行整理，在图上标注说明，要有刺激记号，时间记号等。

凡属于测量性质的结果，例如高低、长短、快慢、轻重、多少等，必须进行测量，以正确的单位和数值定量，并把测量的数值列成表格。

做表格时应事先周密考虑，一般将观察的项目列于表的左侧，由上而下逐项填入。表的右侧可按时间或数量变化的顺序或观察的指标的不同由左至右逐格写入。必要时可根据表格的数值绘图。绘图要求见本节附录“实验结果图形的绘制”。

为了使实验数值更明确可靠，往往需要有一定数量标本的结果，并进行统计学处理，找出其规律性，有关统计方法参考有关章节或参考书。

每次实验，均要求写出实验报告。实验报告应注意文字简练，通顺，书写清楚，整洁，正确使用标点符号。实验报告的格式和要求如下：

- (1) 姓名、班次、组别（此项可写在实验报告本的封面）。
- (2) 实验序号和题目。注明日期、室温、气压。
- (3) 实验目的（要求尽可能简洁、清楚）。
- (4) 实验对象。
- (5) 实验方法（如与实验指导相同，可省略）。
- (6) 实验结果。把经过处理的结果写上并附上原始资料（包括记录的曲线图）。
- (7) 讨论。对实验结果进行科学的分析，分析推理要有根据，实事求是，符合逻辑。并在分析实验结果的基础上推导出恰如其分的结论，而不是用现成的理论对实验结果作一般性的解释。如果本实验未能揭示实验结果产生的原因，则可用已知的理论知识加以必要的解释。如需参考课外读物，应注明出处。书写讨论部分应严肃认真，不应盲目抄袭书本或别人的实验报告。
- (8) 小结。小结是对实验结果进行分析后所得到的概念或论点。小结应与本实验的目的相呼应，本实验未能验证的内容不要写到小结中。也不要罗列具体的经过或重复讨论的内容。小结的文字要精炼。

1.4 实验结果图形的绘制

实验结束后，除对所获数据、资料进行必要的统计学处理以外，有时还需要设计和绘制图表，以清晰明确地表达实验结果。一个好的图表不仅可以准确表示实验中某变量的增减以及诸变量之间的相互关系，而且可以节约文字，帮助理解、记忆，给人以直观的印象。

学习绘制图表是实验生理科学的基本要求，它将为今后科学研究资料的整理打下良好的基础。这里，只简单介绍坐标图与直方图两种常用的图形以及注意事项。

1. 坐标图

当一个变量的不同数值与另一变量呈现连续变化时,可采用坐标图(曲线图)的形式。一般说,两个变量中的一个将从属于一个有意改变的因素(如药物、刺激等),这一变量称为从属变量(dependent variable),而另一变量则不是实验因素影响所造成的变化(如时间),此为独立变量(independent variable)。习惯上,以横坐标表示独立变量,而以纵坐标表示从属变量。

为了区分对照组与实验组的数据,常选用黑色实线和黑色实心圆表示对照组的曲线及其相应的点,而用断线或有色线及空心圆或其他符号(如正方形、三角形等)表明实验组的曲线及其数据点。将对照组与实验组数据的各个点连接起来,可以绘成平滑的曲线以表示数据的变化趋势(图 1-1)。

为了用坐标图表示各点间差异的意义,同样可以在图中使用标准差或标准误。表达方式是在数据点的上、下划一适宜长度的垂直线(也可只划一边),两端标以细的水平短线。垂直线的全长必须与标准差或标准误相一致(图 1-2),如果对照组与实验组在曲线上有重叠,为曲线清晰,便于识别,可以在横坐标方向上把各数据点稍微移动一点(图 1-2)。

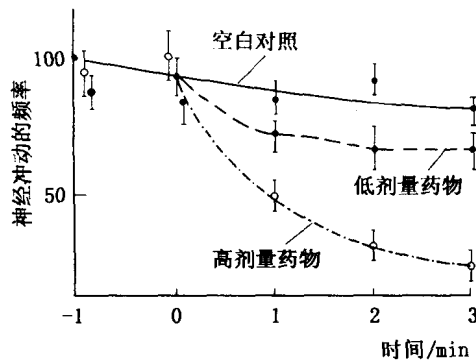


图 1-1 坐标示意图

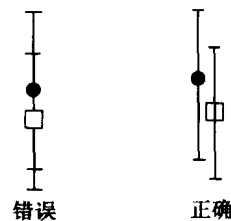


图 1-2 标准误的表示方法

有时实验所得到的个别数值过于分散,因而不适于用这些数值绘制曲线,在这种情况下可计算对照组及其配对实验组数值差异的百分数,即 $(\text{对照组数据} - \text{实验组数据}) \div \text{对照组数据} \times 100\%$,而后分别求其均数,并将均数绘制于坐标图上,这样的相对数值常显示出比原来的绝对值更为集中,更能表现出实验结果。

2. 直方图

直方图适用于比较在不同情况下所收集到的一系列数据,这些数据是不连续的或性质不同的。例如从不同种类的动物体上收集到安静情况下的血压、心率、体温、呼吸频率等,可以用直方图加以说明(图 1-3)。

由图 1-3 可见，直方图可以横向设计，也可以纵向设计。无论哪种设计，均须注意宽度与高度的比例以及它们之间的距离，以免出现过高或过宽的图形。直方图也可用于两组间的比较，但需将实验组与对照组加以区分，以便辨别。为了表示一组数据与其均数的离散程度，或测定的均数与总体均数的离散程度，常常使用标准差或标准误。表达方式是在直方图的顶端标以适当长度的垂直线，线的两端标以细的水平短线。垂直线的 1/2 在直方形内，另 1/2 在直方形外。也可只标出直方形外的那一部分。注意：直方形内外垂直线的长度必须相同，并与所求得的标准差或标准误完全一致，内表示“-”，外表示“+”。

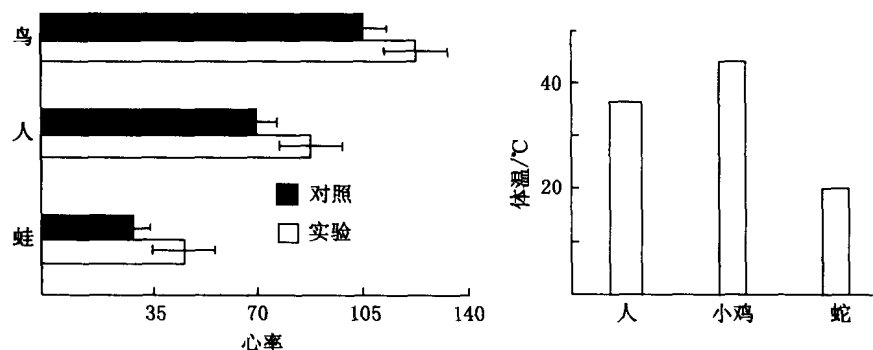


图 1-3 直方图示意图

3. 绘制实验图解的注意事项

(1) 在绘制图解以后，必须注明图号和图注，图注应明确简练，一目了然。图号与图注应写于图的下方。

(2) 所有的图解均需仔细标记，标明坐标轴上的变量数值及其单位。多组比较的曲线图应注明组别。

(3) 在设计图解时，应在坐标轴上选择适宜的标度，使曲线在图中均匀分布，不致过于集中（图 1-4）。

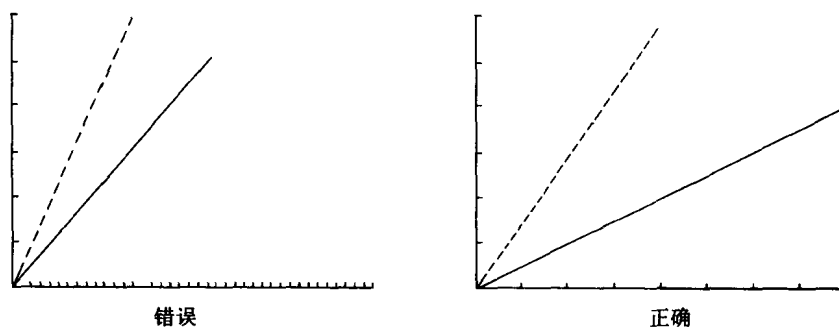


图 1-4 坐标轴上标度大小的选择

(4) 如果实验结果中没有接近零位的数值, 最好只绘出实际出现数值的坐标区域, 以免曲线过于集中 (图 1-5)。

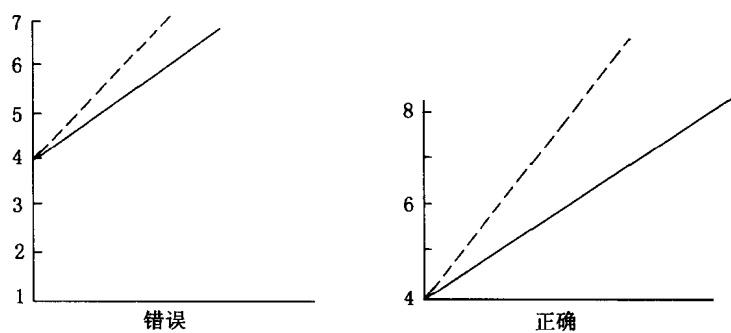


图 1-5 坐标轴上标度数值的取舍

(王竹立)

第二章 实验生理科学常用 仪器、设备及器械

概 述

实验生理科学属于生理科学的实验学范畴。主要是用各种实验手段对正常生理机能、致病因子或药物作用下的机能变化进行实验与观察，以探讨生理机能内在的规律性及疾病发生与药物作用的机制。实验生理科学所用的仪器设备很多，包括常用的经典的仪器设备与目前越来越为人们广泛使用的先进的网络化的计算机生物信号实时记录分析系统。从功能来分，常用的仪器设备可分为下述四大部分（见图 2-1）。

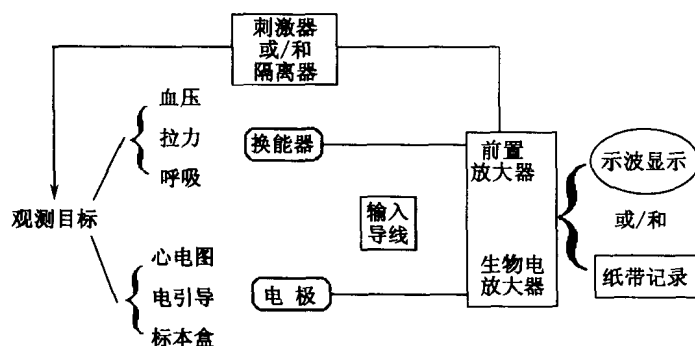


图 2-1 常用实验测定仪器的基本组成部分和连接示意图

(1) 输出刺激部分 常用的刺激装置为电子刺激器和感应电刺激器。能给整体动物某个部位如神经或离体组织细胞给予刺激，通过调节仪器不同旋钮可调节刺激强度及刺激维持时间，再通过记录（显示）部分观察与记录组织、器官功能的变化。

(2) 转换放大部分 将感官难以观测的微小变化转换成电的信号并加以放大（信号的 Y 轴）。该部分包括：①引导转换信号（引导电极，换能器等），将信号从原始生理现象如机械收缩、压力和声音等变换为生物电信号。②放大信号，通过把微弱的生物电信号加以放大。最原始的经典实验仪器是各式各样的杠杆和记纹鼓，现在通常使用的信号调节记录系统示波器、记录仪或功能更多的现代化计算机实时记录分析系统。

(3) 信号调节部分 调节信号基线的位置，通过调整增益以调节输出信号的高低。

(4) 输出记录（显示）部分 用纸带记录仪或显示屏记录或显示信号。通过调节相关旋钮来调节记录走纸速度和显示扫描的时间（信号的 X 轴）。

仪器的四大功能组件介绍：

1. 输出刺激部分

包括电子刺激器、刺激隔离器（见图 2-2）和各种刺激电极。



图 2-2 隔离器和电子刺激器

(1) 电子刺激器 是能产生一定波形的电脉冲仪。所产生的波形有方波、上弦波和锯齿形波。其中方波波形简单、上升速度快，波前缘刺激电流对生物组织是较为有效的刺激，易控制刺激参数（包括刺激强度、刺激时间和刺激频率，见图 2-3）而最为常用，故较多用。通过调节刺激器的参数（刺激强度、刺激时间和刺激频率），可给组织器官予以不同强度的刺激。

刺激强度 是指方波高度，可用电压或电流强度表示。电流一般从几微安至几十微安。在实验过程中，过强过弱的刺激均应避免，因为刺激强度过小，不能引起组织器官功能变化；刺激强度过大可引起组织内电解和热效应而损伤和破坏组织。

刺激时间 又叫波宽，是指方波的持续时间。为了减少组织损伤，应尽量缩短刺激时间（一般从几十微秒至数秒），并采用正负双向方波刺激。用单向方波刺激时刺激时间不宜过长，否则将引起组织电解和热效应的损伤，故应采用实验最佳刺激时间与刺激强度。选用波宽为 1ms 的双向方波刺激，方波振幅以 10mV 为佳；若波宽减少至 0.5ms，则振幅常需加大至 40~50 mV。

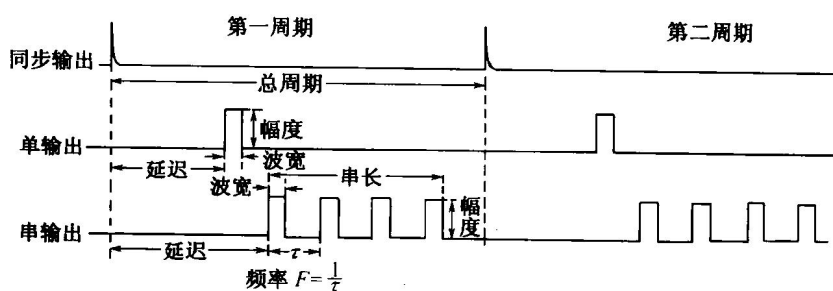


图 2-3 电子刺激器的方波刺激波形和各参数示意图

刺激频率用连续刺激时，则应调节刺激频率（刺激方波的重复频率），一般应少于 1000 次/s。刺激频率过高时部分刺激会落在组织的有效不应期而成为无效刺激。刺激频率随被刺激组织的不同而异。一般组织器官机能实验的刺激频率以 60~100 次/s 为宜。根据实验需要还可调节一连产生数个方波时间的“串长”，确定不断输出刺激方波的持续时间。

电子刺激器除可调节上述刺激参数外，尚有其他功能。如同步脉冲表示一次刺激的