

高等医学院校教材



xperimental

Physiological Science



实验生理科学

主编 陈世民 符 健 赵善民 钱朝霞 谢协驹

主审 刘军保 沈行良

●（供基础、临床、预防、口腔、
护理、检验、药学专业用）

上海科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

实验生理科学/陈世民等主编. —上海:上海科学技术出版社, 2003. 9

ISBN 7-5323-7206-5

I. 实... II. 陈... III. 生理实验—医学院校—教材 IV. R33-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 069974 号

上海世纪出版股份有限公司
上海科学技术出版社 出版发行

(上海钦州南路 71 号 邮政编码 200235)

苏州望电印刷有限公司印刷 新华书店上海发行所经销

2003 年 9 月第 1 版 2006 年 10 月第 3 次印刷

开本 787×1092 1/16 印张 16.75 字数 382 000

定价: 28.00 元

本书如有缺页、错装或坏损等严重质量问题,
请向印刷厂联系调换

内 容 提 要

本书是一部系统性介绍实验生理科学知识的教科书,内容包括绪论、实验生理科学基本知识、动物实验、人体(临床)实验、讨论课及附录等六部分。重点讲述动物实验方法。每个实验项目中都分为实验原理和目的、实验对象、实验器材和药品、实验步骤和观察指标、注意事项以及思考题等。实验步骤按仪器装置、手术操作、观察与记录三层结构描述,逻辑性强,条理清晰。书中采用大量数码照片,图文并茂。

本书适用于高等医学院校基础、临床、预防、口腔、护理、检验医学及药学等各专业本科及专科教学,也适用于医学研究生及临床医务工作者在生理科学实验过程中参考。

编写人员名单

主 编 陈世民 符 健 赵善民 钱朝霞 谢协驹
副主编 许小林 黄培春
主 审 刘军保 沈行良
编审秘书 莫燕娜

参编人员(按姓氏笔画为序,*为编委)

马 兰	(海南医学院)	郑子敏	(右江民族医学院)
王小蒙	(海南医学院)	欧守珍	(海南医学院)
王丹妹	(海南医学院)	钱朝霞*	(海南医学院)
王玉芳*	(海南医学院)	莫燕娜*	(海南医学院)
王 密*	(广西卫生管理干部学院)	高凌峰	(海南医学院)
王彩冰	(右江民族医学院)	晋 玲*	(右江民族医学院)
韦健全	(右江民族医学院)	符史干*	(海南医学院)
邓子夫*	(海南医学院)	符 健*	(海南医学院)
邝少秩	(海南医学院)	黄丽娟	(右江民族医学院)
刘军保*	(海南医学院)	黄 武	(成都泰盟科技有限公司)
吉丽敏	(海南医学院)	黄俊杰	(右江民族医学院)
许小林*	(右江民族医学院)	黄培春*	(广东医学院)
许闽广	(海南医学院)	黄斌学*	(右江民族医学院)
陈世民*	(海南医学院)	谢协驹*	(海南医学院)
沈行良*	(海南医学院)	韩 英	(海南医学院)
李佩琼	(海南医学院)	蒙 山*	(右江民族医学院)
何显教*	(右江民族医学院)	赖 术	(右江民族医学院)
赵善民*	(右江民族医学院)		

序 一

《实验生理科学》是一本指导学生或其他有此需要的人们从事生理科学实验的一本比较全面的实验指导教科书。

本书的取材内容大致相当于医学院校生理学、药理学、病理生理学教学的范围,以整体、器官的实验方法为主。本书有很重要的特点与优点。作者们搜集了能够做到的、相当多的实验范例,因此能够满足国内有关院校生理科学教学实验的需求;每个实验都经由作者组织专业人员做过,因此书中所列操作是切实可行的,可起到真正指导实验的作用;本书特别重视实验科学的基本知识,包括仪器、器械、生理溶液、实验动物及对它的操作要领,因此对于加强基础训练很有好处。

生理科学是生命科学的一部分。当今时代,分子生物学和细胞生物学渗透到每一个领域,当然也包括生理科学在内。但这不等于说整体及器官水平的实验就不重要了,恰恰相反,为了说明生命活动中分子过程的功能意义,有时必须与整体、器官的实验相结合,才能说明更多的问题,从这个意义上讲,本书也可作为从事生理科学教学研究的人们的工作参考书。

我非常乐于看到这样一本有用的书籍出版,是为序。

中国科学院院士

浙江大学医学院院长

第二军医大学神经科学研究所所长、教授

陈宜张

2003年7月15日于上海

序 二

本书编者将生理学实验、病理生理学实验及药理学实验等多门学科知识融合成一门学科——实验生理科学,以求强化实验教学。这符合高等医学教育的发展趋势和要求。

《实验生理科学》由四所医学院校老师协作编写,有利于提高本书质量及兄弟院校间的学术交流。本书有三个突出特点:一是系统性较强,对实验仪器、实验基本方法、科研设计、动物实验、临床实验、医学统计学方法和医学论文撰写等都作了介绍,内容详实;二是直观性较强,书中图文并茂,采用了大量的数码照片及示意图,便于理解与指导操作;三是实用性较强,本书既可作为高等医学院校医学各专业本、专科教材,又可供医学研究生和青年教师及临床医务工作者进行生理科学实验研究时参考。

我相信本书的问世在改革实验生理科学的教学,提升读者的科研能力与创新努力,培养优秀医学人才方面将起积极作用。我希望编者能坚持不懈地探索并广纳良言,使本书不断完善。

海南医学院院长、教授、研究员

焦解歌

2003年7月12日于海口

前 言

实验生理科学内容涉及生理学、药理学、病理生理学、实验动物学、医学科研设计、医学统计学、医学科研论文的撰写、实验仪器及器械等广泛领域,它是一门综合性很强的学科。实验生理科学通过实验去创新理论,它是一门兼具实践性及理论性都很强的学科。在高等医学教育中,实验生理科学指导学生自己动手做实验,着重于系统训练学生的生理科学实验技能,培养学生的科学思维方式及科学工作态度,引导学生步入医学研究的殿堂。

为了适应 21 世纪生理科学的发展及我国高等医学教育教学改革的需要,我们组织了海南医学院、右江民族医学院、广东医学院和广西卫生管理干部学院四所医学院校相关专业老师编写了这部教材。本教材内容分为绪论、实验生理科学基本知识、动物实验、人体(临床)实验、讨论课及附录等六部分。我们试图使本教材具有学科内容科学化及系统化,实验操作步骤规范化及条理化,以及图文并茂等特色,力求使本教材既适用于高等医学院校各专业本科及专科教学,又适用于医学研究生及临床医务工作者在生理科学实验研究过程中参考。

本书在编写出版过程中,得到海南医学院和右江民族医学院领导的高度重视和大力支持。参加编写的各位老师不辞辛苦,利用课余时间总结自己的教学及实验经验,阅读大量的参考文献,才使本书顺利完成。书中大多数照片系海南医学院教育技术中心的韩洪老师协助拍摄,海南医学院机能学实验室王世雄、何佟老师协助录入部分文稿,在此一并表示衷心感谢!

特别是,我国著名生理学家、德高望重的中国科学院院士陈宜张教授和海南医学院院长焦解歌教授在百忙之中为本书作序,这是对本书全体编者的鞭策,也是对实验生理科学教学改革的支持,在此表示最诚挚的谢意!

由于编者水平限制,编写时间仓促,本书的缺点和错误在所难免,恳请读者批评指正。

陈世民

2003 年 7 月 16 日于海口

目 录

第一篇 绪论	1
第一章 实验生理科学的特点	1
第二章 实验生理科学实验课的目的与基本要求	3
第一节 实验生理科学实验课的目的	3
第二节 实验生理科学实验课的基本要求	3
第三章 实验生理科学实验报告的格式和写作要求	5
第二篇 实验生理科学的基本知识	7
第一章 常用实验仪器	7
第一节 二道生理记录仪	7
一、概述	7
二、仪器的组成	8
三、仪器的电路原理	9
四、仪器使用的操作规程(三种机型适用)	9
五、使用注意事项	12
第二节 BL-410/BL-420 生物机能实验系统	12
一、概述	12
二、BL-Newcentury 软件的启动	13
三、硬件介绍	13
四、软件介绍	13
五、应用举例	20
第三节 MS-302 多媒体化生物信号记录分析系统	21
一、概述	21
二、MS-302 系统的实用方法简介	21
第四节 示波器系统	23
一、电源与显示器	23
二、Y 轴偏转系统	23
三、X 轴偏转系统(时基单元)	24
四、校正信号	25
五、注意事项	25
六、维修与校正	26
第五节 电刺激器	27
一、概述	27
二、电刺激器的功能	27
三、举例:JJC-3 型生理实验多用仪使用方法	28

四、注意事项	29
第六节 心电图机	29
一、心电图机的主要结构及原理	29
二、心电图机的导联组合	30
三、心电图机的使用	31
第二章 常用器械	36
第一节 哺乳类动物手术器械	36
一、手术刀	36
二、剪子	37
三、镊子	37
四、钳子	38
五、持针器和缝针	38
六、兔头固定器	39
七、狗头固定器	39
八、其他	40
第二节 蛙类动物手术器械	41
一、剪子和镊子	41
二、玻璃分针	41
三、金属探针	41
四、锌铜弓	41
五、蛙心夹	41
六、蛙板	41
第三章 常用生理溶液	42
第四章 常用实验动物	44
第一节 常用实验动物的种类、品系、特点及选择	44
一、实验动物的种类	44
二、实验动物的品系与特点	45
三、实验动物的选择	46
第二节 常用实验动物生理、生化指标正常参考值	48
第五章 动物实验的基本操作技术	49
第一节 实验动物的捕捉、固定与编号方法	49
一、家兔	49
二、狗	50
三、大白鼠	50
四、小白鼠	51
五、蛙类	51
第二节 实验动物去毛方法	52
一、剪毛法	52
二、拔毛法	52

三、剃毛法	52
四、脱毛法	52
第三节 实验动物的给药途径和方法	52
一、经口给药	53
二、注射给药	53
三、给药剂量	56
第四节 实验动物的麻醉	57
一、局部麻醉	57
二、全身麻醉	57
三、麻醉时的注意事项	58
第五节 实验动物的血液抗凝	58
一、体内抗凝	58
二、体外抗凝	59
第六节 实验动物的常用取血法	59
一、狗的取血法	59
二、兔取血法	60
三、大鼠和小鼠取血法	60
四、豚鼠取血法	61
第七节 实验动物的处死法	61
一、暴力法	62
二、大量放血法	62
三、开放性气胸法	62
四、空气栓塞法	62
五、化学药物致死法	62
第八节 急性动物实验常用手术方法	62
一、切开、止血和结扎	62
二、组织的分离	64
三、颈部手术	65
四、腹部手术	67
五、股部手术	68
第九节 动物实验常用观察指标及其测量技术	68
一、体重的测量	68
二、体温的测量	69
三、脉搏的检查	69
四、动脉血压的测定	69
五、呼吸的测定	70
六、中心静脉压的测定	70
七、胸膜腔压力的测定	71
第六章 离体器官、组织实验的基本要求	72

第一节 离体器官、组织的获取	72
第二节 离体器官、组织实验的人工环境	72
第三节 灌流系统的基本组成	74
第七章 医学实验设计	76
第一节 医学实验设计的意义	76
第二节 医学实验设计的基本原则	76
第三节 实验设计的主要内容	77
一、试验对象的选择	77
二、设组与分组	78
三、样本数的确定	79
第四节 常用的设计方法	81
一、平行对照设计	81
二、交叉设计	81
三、拉丁方设计	82
四、序贯设计	82
第八章 常用医学统计学方法	84
第一节 χ^2 (卡方)检验——计数资料的统计分析	84
第二节 t 检验——计量资料的统计分析	85
第三节 直线回归与相关	87
一、直线回归	87
二、直线相关	89
第四节 SPSS 统计软件包在医学统计中的应用	90
一、SPSS 统计软件包的基本操作	90
二、SPSS 在医学常用统计中的应用	92
第九章 医学科研论文的撰写	108
第一节 医学科研论文的基本要求	108
第二节 医学科研论文的格式和内容	109
第三篇 动物实验	113
第一章 经典生理学实验	113
实验一 坐骨神经腓肠肌标本制备	113
实验二 阈刺激、阈上刺激与最大刺激	116
实验三 骨骼肌的单收缩、复合收缩和强直收缩	117
实验四 神经干动作电位、传导速度和不应期测定	119
第二章 循环系统实验	121
实验一 蛙心起搏	121
实验二 期前收缩和代偿间歇	123
实验三 某些理化因素和递质对离体蛙心的影响	124
实验四 减压神经放电	126

实验五 血压和心率的神经、体液调节	127
实验六 狗(或家兔)失血性休克	130
实验七 大白鼠失血性休克	131
实验八 毛花苷 C 中毒及利多卡因抢救	133
实验九 强心苷类药物的作用、中毒与解救	134
实验十 普萘洛尔对抗氯化钡引起的心律失常实验	135
第三章 泌尿系统实验	137
实验一 利尿药实验	137
实验二 急性肾功能不全	139
第四章 神经系统实验	143
实验一 去大脑僵直	143
实验二 大脑皮质运动机能定位	144
实验三 去小脑动物的观察	146
一、毁损小白鼠小脑的观察	146
二、鸽一侧小脑损伤	147
实验四 小白鼠脊髓半横切	148
实验五 局麻药实验	149
一、普鲁卡因蛛网膜下腔麻醉(腰麻)	149
二、普鲁卡因与丁卡因的毒性比较	150
实验六 药物抗惊厥实验	150
一、苯巴比妥钠抗电惊厥作用	150
二、地西洋对抗中枢兴奋药过量引起惊厥的作用	151
实验七 药物的镇痛作用	152
一、热板法	152
二、化学刺激实验方法	153
实验八 纳洛酮、尼可刹米对急性吗啡中毒的解救作用	154
第五章 呼吸系统实验	156
实验一 膈神经放电	156
实验二 呼吸运动的调节	157
实验三 家兔实验性肺水肿	159
实验四 小白鼠实验性肺水肿	160
实验五 家兔呼吸功能不全	161
实验六 平喘药实验(豚鼠肺支气管灌流法)	163
第六章 消化系统实验	166
实验一 消化道平滑肌生理特性及其影响因素	166
实验二 肠缺血-再灌注损伤	168
实验三 氨在肝性脑病发病机制中的作用	170
第七章 血液系统实验	173
实验一 血液凝固	173

实验二 家兔急性弥散性血管内凝血	175
第八章 内分泌与生殖系统实验	179
实验一 药物对离体子宫的作用	179
实验二 肾上腺皮质激素的抗炎作用	180
实验三 肾上腺皮质激素抗内毒素性休克实验	181
第九章 药物的药效学与药代动力学	183
实验一 乙酰胆碱剂量-效应曲线及阿托品 pA_2 测定	183
实验二 药物半数致死量(LD_{50})的测定	185
实验三 水杨酸钠药代动力学参数测定	188
实验四 不同剂量、不同给药途径、不同肝和肾功能对药物作用的影响	190
一、不同剂量的硫酸妥钠对其作用的影响	190
二、肝功能对硫酸妥钠作用的影响	191
三、肾脏功能对链霉素作用的影响	191
四、不同给药途径对硫酸镁作用的影响	192
实验五 磺胺类药物的体内分布和乙酰化率	193
实验六 碱化尿液对水杨酸经肾排泄的影响	195
第十章 感觉器官实验	198
实验一 豚鼠一侧迷路破坏的效应	198
第十一章 其他	199
实验一 小白鼠缺氧实验	199
一、几种类型的缺氧	199
二、影响缺氧耐受性的因素	200
三、种属、年龄、神经系统和代谢状况对缺氧耐受性的影响	201
实验二 有机磷酸酯类药物中毒与解救	201
实验三 链霉素的毒性反应及氯化钙的拮抗作用	204
第四篇 人体(临床)实验	205
第一章 心血管系统检查	205
实验一 人体心电图描记	205
实验二 人体心音听诊	207
实验三 人体动脉血压测定	209
实验四 寒冷、体位变换和运动负荷对血压的影响	212
第二章 人体基础代谢的测定	214
实验一 肺量计测定人体基础代谢率	214
第三章 人类血型鉴定	218
实验一 ABO 血型鉴定与交叉配血	218
第四章 临床药理及药物制剂与处方学	221
实验一 安慰剂的药理效应	221
实验二 药物制剂与处方学	223

一、药物制剂	223
二、处方学	224
第五篇 讨论课	232
第一章 药理学讨论	232
讨论一 药理学总论	232
讨论二 中枢神经系统药理	232
讨论三 心血管药理	233
讨论四 激素类药物	234
第二章 临床病例讨论	236
病例一	236
病例二	237
病例三	237
病例四	238
病例五	238
病例六	239
附录 常用医学统计用表	241
附表1 χ^2 界值表	241
附表2 t 界值表	242
附表3 r 界值表	243
附表4 随机数字表	244
附表5 随机排列表($n=20$)	245
附表6 概率单位(Y)与权重系数(W)表	246
附表7 $P=0$ 或 1.00 时,近似的概率单位(Y)及权重系数(W)表	247
主要参考文献	248

第一篇 绪 论

第一章 实验生理科学的特点

实验生理科学(experimental physiological science)是一门独立的医学基础实验学科,由原来的生理学、药理学和病理生理学实验课有机融合而成。它的主要任务是研究生命机体(包括人和动物)正常情况下及疾病或药物作用下生理功能、代谢的变化及其发生发展的规律。它既是一门实践性和理论性均很强的学科,又是一门与多学科有密切联系的综合性学科。在生命科学高速发展的 21 世纪,实验生理科学作为生命科学的一个分支,必将迎来蓬勃发展的明天。

实验生理科学的研究方法,分为临床实验和动物实验两类。临床实验只能做一些不耽误病情,不损害患者健康,不增加患者痛苦(即非创伤性)的实验,因此受许多条件的限制。动物实验从而成为实验生理科学最常用的研究方法。为了深入揭示正常机体的生理功能,揭示疾病或药物作用下机体生理功能、代谢变化的发生发展机制,必须人为地严格控制实验条件,在动物身上复制各种研究模型,观察和记录各种生理变化及其发展过程。用生理学、生物化学、分子生物学、免疫学及组织学等实验方法,观察与测定研究对象的功能和代谢变化,探讨其变化的发生机制。然后将获得的资料与人的生理功能、疾病表现进行比较分析,从中引出有利于人类防病治病、提高健康水平的科学规律。

根据实验过程时间长短及实验项目的特点,动物实验可分为两类。

(一) 急性实验

这种实验可以在短时间内完成。因为实验课的时间有限(通常为 2~3 h,一般不超过 8 h),所以急性实验是我们在教学中常用的方法。急性实验的优点是不需要严格的无菌操作,比较简单和方便。但也有其缺点:①观察时间短,使观察不够全面。②急性实验多在全麻或局麻下进行,麻醉本身已使机体脱离常态,而同时还要进行必要的手术,如分离血管、暴露器官、打开胸腔或腹腔等,这些手术也使机体状态有了一些改变。

(二) 慢性实验

这种实验观察时间比较长,可达数日、数周或数月,甚至更长时间。其优点是:①在无菌条件下进行手术,等动物恢复后,再进行主要的实验观察。因此,动物的状况接近自然生活条件。②可进行较长时间、全面、系统地观察,对实验过程中的机能、代谢等变化进行综合分析研究。这种实验在教学中使用较少,主要因教学时间限制,不便于进行长

期观察。

此外,生理科学实验还可根据研究对象不同而分为整体实验、离体器官(组织)实验、细胞实验及分子实验等。

(陈世民)

第二章 实验生理科学实验课的目的与基本要求

第一节 实验生理科学实验课的目的

实验生理科学课程旨在通过有关基础理论学习、实验设计、实验仪器及器械的使用、实验操作、实验结果记录与分析、实验报告书写以及实验过程中的团结合作,达到以下目的。

1. 培养学生理论来自实践的科学观点。
2. 培养学生善思考、敏观察、会动手、准表达及巧创新的能力。
3. 培养学生对实验研究的兴趣,初步养成对科学工作的严肃态度、严格要求、严密思维、团结合作及实事求是的工作作风。
4. 使学生初步掌握生理科学实验研究的基本方法和实验操作的基本技能,以及在医学科研设计及论文写作能力方面得到初步训练,为学生进行科学研究工作及临床实践打下一定基础。
5. 使学生加深对有关课程理论的理解,提高其对所学知识综合运用能力。

第二节 实验生理科学实验课的基本要求

(一) 实验课前

1. 预习实验教程,明确该次实验的目的、方法、步骤和注意事项,充分理解该次实验的意义。
2. 设计好实验原始记录的表格。药理学讨论、临床病例讨论或其他讨论课则应事先写好发言稿。
3. 结合实验指导,认真复习有关理论。
4. 检查实验器材和药品是否齐全、完好。
5. 未预习者不得参加实验。

(二) 实验课时

1. 严格遵守实验室规则,保持安静和良好的课堂秩序,尊重指导老师。
2. 小组成员既要有明确分工,又要注意团结合作。这样既可提高实验的成功率,又能使每个同学都能得到应有的技能训练。
3. 实验过程应按照实验方法和步骤,进行规范和准确的技术操作。
4. 认真、全面和敏锐地观察实验中出现的每个现象;准确、及时、客观地记录结果。在没有获得预期结果时,也应据实记录。整个实验过程都不得敷衍、马虎和主观臆测。不许实验后单凭记忆来描述实验结果。
5. 实验全程要积极主动思考:①取得了什么结果?②为什么出现这种结果?③这种结果的意义是什么?④出现非预期结果的原因和意义是什么?力求了解每个实验步骤和实验