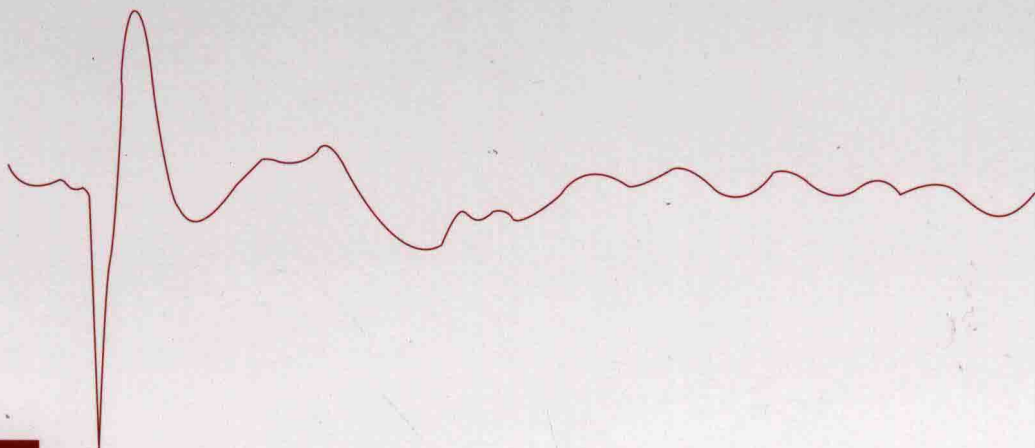




EXPERIMENTS
IN ANIMAL PHYSIOLOGY

动物生理学实验

何建平 乔卉◎主编

全彩版



科学出版社

动物生理学实验

何建平 乔 卉 主编

本教材由国家基础科学人才培养基金 (J0730640, J1103541)
及陕西师范大学教材建设基金资助



科学出版社

北 京

内 容 简 介

本教材是在“互联网+”的教育改革新趋势下,依据陕西师范大学十多年使用生理信号采集系统仪器开展动物生理学实验教学的经验,以及近两年新形势下的信息化实验教学改革成果,组织动物生理学实验教学一线优秀教师联合编写的。本教材运用多样化的数字化资源,以文字、实物及示意图片、重点操作视频及实验原理电子课件等多种形式,多方位地呈现了每个生理学实验的原理、操作及结果,是我们推动信息化实验教学改革的利器。全书实验体系层次完善,第一部分主要介绍动物生理学实验的基础知识;第二部分为基础及综合实验,以训练学生的基本实验技能和分析能力为主要目标,从实验原理、操作到结果分析,内容直观易读,强调思维拓展;第三部分是以培养学生创新能力为导向的创新研究型实验。

本教材涵盖生理学教学大纲中重要的实验内容,是能够满足师范和非师范院校本科生学习动物生理学的实验用书。

图书在版编目(CIP)数据

动物生理学实验 / 何建平, 乔卉主编. —北京: 科学出版社, 2018.3

ISBN 978-7-03-056929-5

I. ①动… II. ①何… ②乔… III. ①动物学-生理学-实验-高等学校-教材 IV. ①Q4-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 049674 号

责任编辑: 丛楠 马程迪 / 责任校对: 王晓茜

责任印制: 师艳茹 / 封面设计: 铭轩堂

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>

北京汇瑞嘉合文化发展有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2018年3月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2018年3月第一次印刷 印张: 14 1/2

字数: 344 000

定价: 59.90 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

编写人员名单



主 编 何建平 乔 卉

编 者 (按姓氏笔画排序)

乔 卉 何建平 范 娟 贾 蕊

徐 畅 郭 玲

绘 图 乔 卉

摄 影 李金钢



动物生理学是生命科学专业、生物技术和生态学专业的专业基础课，也是一门实验性课程。动物生理学实验中关键的实验数据的采集、记录方法的发展历程经历了记纹鼓、多道仪，到现在与计算机整合的生物信息采集记录分析系统等多个阶段。在不同时代，生理学数据的记录和分析各具特点，随着仪器的不断发展和进步，生理学数据的采集和记录分析能力日益强大和完善，数据更加精确，实验效率和水平也日益提高。因此，对动物生理学实验教学模式也提出了新要求。

“互联网+”的教育改革新趋势为动物生理学实验课程的改革翻开了新的篇章。教学内容上，“互联网+”让我们轻松实现了将日新月异的新实验方法、技术和仪器的应用呈现在动物生理学实验课程教学中；教学模式上，“互联网+”让学生能更快地熟悉和规范操作使用动物生理学仪器，实验课程教学模式实现了重心的转移，探索与创新的新气象更多地在实验教学中涌现。

依据陕西师范大学十多年使用生理信号采集系统仪器开展动物生理学实验教学的经验，以及近几年新形势下的信息化实验教学改革成果，本教材运用多样化的数字化资源，以文字、图片、视频及课件等多种形式，多方位地呈现了每个生理学实验的原理、操作及结果。数字资源均出自实验教学经验丰富的一线教师的制作、实际操作示范与录制剪辑，实验内容涵盖面广，指导性和可操作性强。本教材旨在更好地推动和深化信息化实验教学的改革，有效提高学生的实验动手能力，同时通过教学模式改革，在实验课堂上培养学生主动探索的意识和能力，突出对学生创新能力的培养，提高学生的科研素养。

本教材的实验内容按照总论、基础及综合实验、创新研究型实验三个部分编写，共编写了44个实验。总论主要包括对生理学实验的基本要求、生理学常用仪器及基本操作技术的介绍，训练学生的基本操作技能。第二部分是基础及综合实验，培养学生基本技能的应用，以及解决、分析问题的能力；此部分的实验保留了一些生理学中的经典实验项目，同时每个实验后面都增加了“实验探索项目”，引导和培养学生在完成基本实验内容后主动探索和解决问题的意识及能力，突出培养探索创新意识和能力。第三部分为创新研究型实验，主要介绍了6个目前生理学研究热点的研究背景和基本实验方法及流程，方便学生文献查阅、开展相关的创新性课题研究，培养学生的科研素养。

本教材编写人员都是多年从事动物生理学理论和实验教学的一线教师，教材不仅图文并茂，而且数字资源丰富。既在实验原理部分有相关理论知识数字资源，也在实验操作过

程都设有实际操作演示图片及视频，以提高实验的指导性和可操作性。此外，每个实验都提供具体的基本实验参数，方便学生设置；每个实验都附有一线教师提供的操作技巧和实验要点，有利于学生更好地完成和掌握实验操作；同时也附有该实验的基本结果，利于学生在实验过程中进行对比和思考。

本教材编写过程中，得到陕西师范大学生命科学学院李金钢等教师的鼎力支持和帮助，在此深表谢意。本教材得到国家基础科学人才培养基金（J0730640，J1103511）及陕西师范大学教材建设基金资助。

虽然殚精竭虑，力求妥帖，但水平有限，纰漏之处难免，实乃心余力拙。诚冀各位使用者批评指正，以便于精益求精，至臻完善。

编 者

2017 年 6 月

目 录



第一部分 动物生理学实验总论

第 1 章 绪论	3
一、动物生理学实验的目的和要求	3
二、实验报告的撰写	4
第 2 章 动物生理学常用实验仪器	7
一、动物生理信号采集处理系统的组成	7
二、动物生理信号采集处理系统的使用	11
第 3 章 动物生理学实验常用的基本操作技术	12
一、常用的手术器械及使用方法	12
二、动物生理学实验常用的实验动物及其选择	16
三、动物生理学新技术、新方法简介	32

第二部分 基础及综合实验

实验 1 蟾蜍坐骨神经-腓肠肌标本的制备	37
实验 2 神经干动作电位的记录与分析	42
实验 3 神经兴奋传导速度的测定	48
实验 4 神经兴奋不应期的测定	52
实验 5 刺激强度和频率对骨骼肌收缩的影响	56
实验 6 兴奋由神经传递至骨骼肌并产生收缩的过程中生物信号的检测	63
实验 7 反射时测定和反射弧分析	66
实验 8 去小脑动物的观察	68

实验 9	家兔大脑皮层诱发电位的引导	70
实验 10	家兔大脑皮层运动区的刺激效应	74
实验 11	去大脑僵直	77
实验 12	视野、盲点测定	80
实验 13	耳蜗微音器电位的记录与观察	84
实验 14	破坏蟾蜍一侧迷路的效应	88
实验 15	血细胞计数	90
实验 16	红细胞沉降率的测定	94
实验 17	红细胞的溶解——溶血	97
实验 18	出血时间和凝血时间的测定	99
实验 19	血液凝固现象观察及影响血液凝固的因素分析	101
实验 20	蛙类心脏起搏点观察	103
实验 21	蛙类心搏曲线记录及期外（期前）收缩和代偿间歇	106
实验 22	蛙类离体心脏灌流	112
实验 23	人心音听诊	118
实验 24	人体指脉图描记	121
实验 25	蟾蜍毛细血管微循环的观察	123
实验 26	家兔主动脉神经传入冲动的引导	125
实验 27	家兔动脉血压的神经、体液调节	130
实验 28	家兔左心室内压的测定与影响因素	136
实验 29	家兔胃肠运动形式的观察	140

实验 30	大鼠胃液分泌调节	142
实验 31	离体小肠段的生理特性	145
实验 32	家兔呼吸运动的调节	151
实验 33	鼠类耗氧量的测定	159
实验 34	尿生成的调节及其与血压的关系	161
实验 35	肾上腺素与促黑激素对皮肤色素细胞的影响	166
实验 36	甲状腺对蝌蚪变态的影响	168
实验 37	胰岛素休克现象的观察	170
实验 38	大鼠性周期的观察	172

第三部分 创新研究型实验

实验 39	创新研究型实验基本方法	177
一、选题		177
二、实验设计		178
三、实验实施		178
四、实验结果的分析		178
五、实验结论		178
六、动物生理学创新研究型论文的撰写		179
实验 40	急、慢性应激对小鼠情绪行为及学习记忆的影响	180
实验 41	中枢递质对消化道活动的调节	186
实验 42	发育早期社会环境对啮齿类动物社会行为的影响	191
实验 43	地下鼠的低氧适应机制	195
实验 44	中枢递质对左心室内压的调节	198

主要参考文献	201
附录 1 RM6240 多道生理信号采集处理系统软件使用说明	205
一、硬件系统	205
二、软件操作	205
附录 2 RM6240 多道生理信号采集处理系统主要实验放大器参数的设定	217
附录 3 RM6240 多道生理信号采集处理系统有关实验刺激参数的设定	219
附录 4 常用生理溶液的配制	220
附录 5 常用实验动物麻醉剂的给药途径及参考剂量	221



► 第一部分

动物生理学实验总论

第1章

绪 论

一、动物生理学实验的目的和要求

(一) 动物生理学实验目的

学生通过对动物生理学实验的学习,能够在实验技能、综合分析能力和科学研究素养三个层次得到训练和提升,系统地掌握动物生理学实验的基本方法和基本技能。培养学生对基本仪器的操作能力、实验分析能力、应急能力及团队协作精神,并通过完整系统的科研训练,提高学生的实验设计和实验结果分析的能力,提升学生的创新能力。

(二) 实验课要求

为达到实验课的实验目的,在进行实验课学习中必须做到以下三个方面。

1. 课前准备 认真阅读实验教材,明确本次实验的目的、方法、步骤和注意事项;结合实验内容,认真复习相关理论知识,充分理解实验原理和方法,保证实验课效果;充分了解实验操作步骤,提高实验操作的准确性。

2. 实验过程中 遵守实验室各项规章制度,保持实验室安静,不得大声喧哗,以免影响他人实验。实验桌上禁止放置和实验无关的物品,禁止携带食物、饮料等。爱护实验器材和实验动物,注意节约药品和试剂。实验组成员要有明确的分工与协作,以提高实验成功率。实验过程中要操作规范、准确,仔细观察和记录实验中出现的各种生理现象,如实记录实验数据,及时准确地加上必要的标记和文字说明。在实验过程中要积极主动地对各种实验现象进行思考,如果出现意外结果,要及时分析原因,尽可能及时解决。

3. 实验课结束后 按要求整理好实验仪器及器材,实验用的手术器械、手术台及其他手术用品要清洗、擦拭干净。如有损坏或遗失,应立即报告教师。按要求处理实验废弃物及动物尸体,不可自行处理。实验结束后,认真打扫实验室卫生,关闭水及电源,在得到教师认可后方能离开实验室。及时整理实验结果,独立完成实验报告并按时提交。

二、实验报告的撰写

实验报告是对实验的全面总结，旨在训练学生分析探讨问题的能力，也是对学生撰写科研论文的初步训练，是整个实验的最后环节，也是很重要的训练环节。

实验报告要求文字简练、条理清晰。实验报告具有一定的格式，主要包括以下信息：实验者姓名、所在专业、班级及组别、实验日期、实验序号及题目、实验目的、实验对象及器材、实验方法及步骤、实验结果、分析和讨论、结论，具体格式如下。

动物生理学实验报告

姓名	专业	班级、组别
日期	室温	
实验序号及题目：		
实验目的：		
实验对象及器材：		
实验方法及步骤：		
实验结果：		
分析和讨论：		
结论：		

撰写实验报告时应注意以下几点。

1. 实验目的 说明本次实验需要解决的主要问题，可以是一个或多个，需简明扼要。
2. 实验对象及器材 本次实验所使用的动物、器械、仪器等，仪器应注明型号和规格。
3. 实验方法 简明扼要，可用流程图表示。如果与实验指导书上的方法有所不同，应将改变的地方加以说明。
4. 实验结果 是实验报告中的重要组成部分，实验结果的表达形式有图、表和文字。首先，用文字如实客观地叙述本次实验结果，配以实验记录的图和原始数据形成的表。对表和图应加以标注和必要的文字说明，如图表的名称、刺激标记、施加的刺激类型、实验参数（药物名称、浓度或剂量）、定标单位等。在描述过程中要把图表和语言叙述有机结合，排版布局要合理。

实验结果如图 1-1 所示。

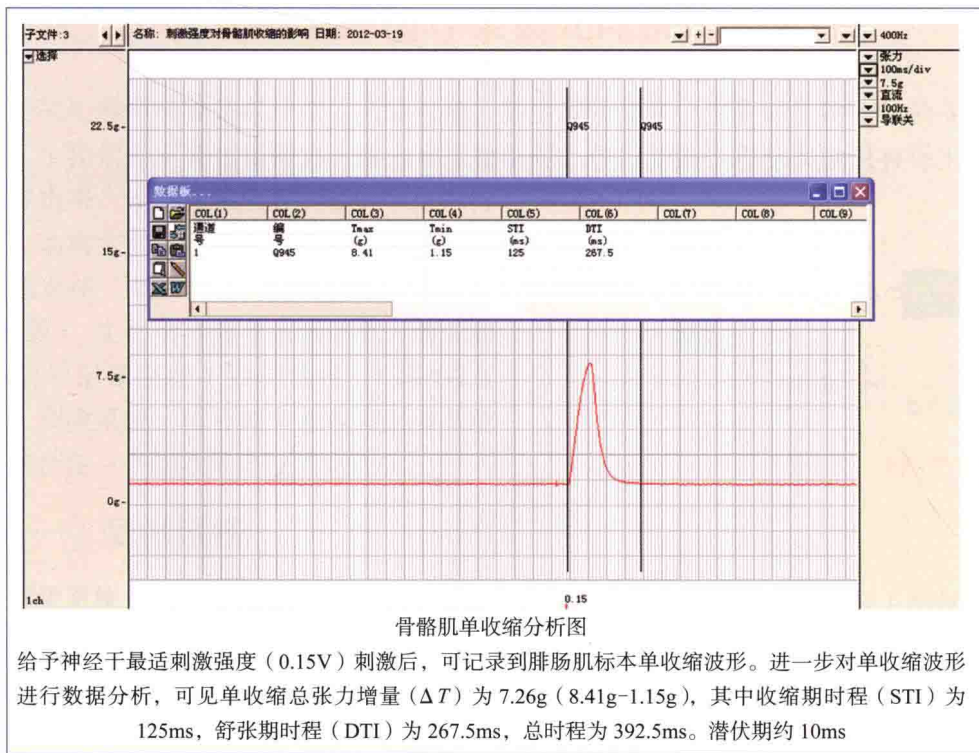


图 1-1 实验结果图与文字排版示例

5. 讨论 以获得的实验结果为依据，从理论上对其进行科学的分析和解释。首先应判断实验结果是否与预期结果相符，然后根据已掌握的知识，对实验结果进行分析，并指出其生理意义。如果与预期的结果不符，应分析原因。讨论中也可以提出

自己的独立见解，以此提出新的探索课题。讨论部分能充分体现学生的独立思考能力、分析问题和文字表达能力，学生应独立完成，不能盲目抄袭课本或者他人的实验报告。

6. 实验结论 主要训练学生的归纳总结能力。实验结论是对实验结果进行归纳，如本次实验所能验证的基本概念、原理或理论。结论一定是从本次实验结果中归纳出来的，要精练、简明，概括性强，不能将实验中未能得到的判断写入结论。

第2章

动物生理学常用实验仪器

随着科技水平的不断发展,许多先进的仪器设备也应用到动物生理学的实验中。学习并熟练使用动物生理学的实验仪器和设备是做好动物生理学实验的前提。目前,在动物生理学实验中广泛使用的仪器是生理信号采集分析系统。下面将对该仪器做系统介绍。

一、动物生理信号采集处理系统的组成

动物生理学实验是以动物为实验对象,其生理功能变化主要以生物信号的变化来表现,生物信号主要包括张力、压力和生物电等。进行动物生理学实验只有将生物信号引导出来,才能对其生理功能的变化进行研究。动物生理学实验中使用的主要仪器包括刺激系统(刺激器)、生物信号引导系统(传感器)、生物信号调节系统(放大器)和生物信号记录系统(如计算机)(图1-2)。其中,刺激系统、信号调节系统及记录系统可以整合在一个信号采集处理系统中。

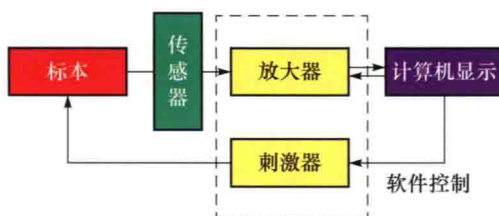


图 1-2 动物生理学实验仪器配置

(一) 刺激系统

刺激系统是对实验对象施加刺激,引起其生理功能变化(即产生兴奋)的仪器设备。动物生理学实验中常用的刺激形式是电刺激,这是由于电刺激的刺激参数、刺激方式可人为控制,使用方便,对组织损伤小。常见的刺激系统主要包括电子刺激器或感应电刺激器、刺激隔离器及各种刺激电极。

电子刺激器是能产生一定波形的电脉冲仪,产生的波形有方波、正弦波和锯齿波,实验中常用的是方波。方波上升速度快,能对生物组织形成有效刺激。同时,方波的刺激参数易于控制,如刺激强度、刺激时间和刺激频率等(图1-3)。

1. 刺激的基本参数

(1) 刺激强度 刺激强度是指方波的波幅,用电流或电压表示,刺激强度中电流