

国家级实验教学示范中心

基础医学实验教学系列教材

第3版

医学机能学实验

主编 薛冰



科学出版社

国家级实验教学示范中心
基础医学实验教学系列教材

医学机能学实验

第3版

主 编 薛 冰

副主编 李 勤 刘慧青 江 虹

王婧婧 于 卉 马 湑

编 委 (按姓氏笔画排序)

山东大学	于 卉	于书彦	马 湑	马剑峰	马雪莲	王 贞
	王 进	王 越	王 蓉	王双连	王建丽	王姿颖
	王婧婧	刘 杰	刘 萍	刘慧青	江 虹	孙 霞
	苏 擘	李 莉	李 勤	李景新	杨贵忠	张 茜
	陈 琳	陈 融	陈哲宇	周玉琴	姚 伟	柴丽娟
	徐红岩	高建新	郭晓笋	崔 敏	蒋 凡	潘 芳
	薛 冰	魏欣冰				
中南大学	向 阳	徐志文	黄艳红			
中山大学	李 乐	谈 智				
吉林大学	李 晶	郭丽荣				
南方医科大学	张 犁					

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本教材将同属于机能学科的生理学、药理学、病理生理学、医学心理学和神经生物学的实验教学内容融合成涵盖五个学科的医学机能学实验。编写内容包括五部分,第一篇为医学机能学实验总论,介绍本实验课程的由来、常用仪器设备、实验基本操作技术等。第二篇为基本实验,分五章介绍五个学科的经典实验。第三篇为涉及多学科相关内容的融合实验,旨在培养学生综合分析能力。第四篇是创新实验,培养学生在现有知识基础上,就感兴趣的问题展开思考与研讨,创建科学假说,设计实验加以证实,提高学生创新思维能力。书末为附录,列举常用试剂配制、给药剂量计算、不同实验动物相关生理参数等,以备读者在实验过程中查阅。

本实验教材适合医学院校医、口腔、卫生、护理、药学、检验、影像等多专业本科及长学制学生使用,也可供相关专业研究生参考。

图书在版编目(CIP)数据

医学机能学实验 / 薛冰主编. —3 版. —北京:科学出版社, 2019.1
基础医学实验教学系列教材
ISBN 978-7-03-057899-0

I. ①医… II. ①薛… III. ①实验医学-医学院校-教材 IV. ①R-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 127868 号

责任编辑:王镭韫 胡治国 / 责任校对:郭瑞芝

责任印制:张欣秀 / 封面设计:王 融

版权所有,违者必究。未经本社许可,数字图书馆不得使用

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>

北京虎彩文化传播有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2007 年 8 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2019 年 1 月第 三 版 印张:16 1/2

2019 年 1 月第六次印刷 字数:355 000

定价:65.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

实验教学是培养创新型人才的重要环节,新的医学机能学实验课程强调实验教学在培养学生实践和创新能力方面的作用,与时俱进,契合现代化的教学理念和改革思路。在教育部“新世纪初高等教育教学改革世界银行贷款项目”资助下,山东大学建立了医学机能学实验课程,将全部医学机能学实验划分成三个层面,即基本实验、融合实验和创新实验。2007年出版了《医学机能学实验》第1版教材。2013年,在第1版基础上出版了《医学机能学实验》第2版。与第1版相比,第2版将第1版内容由三篇改为四篇,调整部分实验内容,增加了融合实验及创新实验。另外,又邀请兄弟院校的教师扩增了部分实验。

进入21世纪,以信息科学和网络技术为代表的现代科技渗透到社会的各个领域,也为医学实验教学的发展带来了新的机遇。抓住这个契机,2006年山东大学在医学基础和临床技能两个实验中心基础上组建医学虚拟仿真实验教学中心,2013年获批第一批国家级虚拟仿真实验中心。

把教材和网络虚拟实验有机结合起来,是建立虚拟与实训有机结合为特征的完整的医学实验教学体系的主要环节之一。因此设计利用网络手段把文字教材和网络资源有机整合起来,撰写第3版《医学机能学实验》。第3版教材沿用第2版格式,分为机能学实验总论、基本实验、融合实验、创新实验四篇。在实验中插入二维码和虚拟实验平台网络链接,学生可以扫描二维码观看实验视频或登录虚拟实验平台,进行虚拟实验操作。

实验教学改革依旧处于探索过程中,加之编者水平所限,教材中不足之处在所难免,恳请同行专家及同学们批评指正。

编 者

2017年12月于济南

目 录

第一篇 机能学实验总论

第一章 绪论	1
第二章 机能学实验常用仪器应用及注意事项	10
第三章 实验动物和实验基本操作技术	42

第二篇 基本实验

第一章 生理学基本实验	56
实验一 刺激的强度与频率对肌肉收缩的影响	56
实验二 坐骨神经-缝匠肌综合实验	60
实验三 神经干的动作电位的测定	62
实验四 静息电位、动作电位的测量及其影响因素	66
实验五 ABO 血型鉴定	68
实验六 期前收缩和代偿间歇	69
实验七 某些因素对离体蛙心活动的影响	71
实验八 家兔心肌细胞动作电位与心电图	74
实验九 心室压力-容积环动态观察正常心功能及影响因素	75
实验十 人体心电图的描记和分析	79
实验十一 心血管活动的神经体液调节	81
实验十二 人体肺通气功能的测定	84
实验十三 呼吸运动的调节	85
实验十四 消化道平滑肌的生理特性	88
实验十五 肠平滑肌和奥迪括约肌电活动的记录	90
实验十六 观察豚鼠耳蜗的生物电现象	93
实验十七 去大脑僵直	95
实验十八 大脑皮质运动功能定位	96
实验十九 兔大脑皮质诱发电位	98
实验二十 去小脑动物的观察	101
第二章 药理学基本实验	102
实验一 酚磺酞药动力学参数的测定	102
实验二 戊巴比妥钠半数有效量 (ED_{50}) 的测定	104
实验三 戊巴比妥钠半数致死量 (LD_{50}) 的测定	106

实验四	苯海拉明的拮抗参数 (pA_2) 的测定	107
实验五	药物对离体豚鼠回肠的作用	110
实验六	有机磷酸酯类中毒及解救	112
实验七	药物的镇痛作用	113
实验八	药物的体外抗凝血作用	114
实验九	地塞米松的抗炎作用	116
实验十	硫酸链霉素的毒性反应及对抗	118
实验十一	药物对四氯化碳诱发小鼠急性肝损伤的保护作用	118
实验十二	不同剂量尼可刹米对小鼠的作用及抗惊厥药物的应用	121
第三章	病理生理学基本实验	123
实验一	淤血性水肿	123
实验二	中毒性肺水肿	124
实验三	缺氧	125
实验四	实验性氨中毒	128
实验五	高钾血症对心电活动的影响	129
实验六	急性呼吸性酸中毒对呼吸及心血管活动的影响	132
实验七	失血性休克	134
实验八	急性弥散性血管内凝血	136
实验九	缺血-再灌注损伤对肠系膜微循环的影响	138
实验十	急性肾缺血对肾泌尿功能的影响	139
实验十一	家兔肠系膜上动脉缺血性休克对肾功能的影响	141
第四章	心理学基本实验	145
实验一	情绪与其生理指标测试	145
实验二	艾森克人格测验	146
实验三	症状自评量表	147
实验四	瑞文标准推理测验	149
实验五	不同应激方式对小鼠行为学和生理机能的影响	150
实验六	反应时间实验	151
实验七	注意特点实验	153
实验八	人的学习与记忆	154
第五章	神经生物学基本实验	157
实验一	脑立体定位及微量注射术	157
实验二	大鼠空间参考记忆的检测——Morris 水迷宫	158
实验三	大鼠脑的固定和取材	160

第三篇 融合实验

实验一	观察家兔血流动力学的影响因素	162
实验二	胰液和胆汁分泌的调节	166

实验三	影响尿生成的因素	168
实验四	影响药物作用的因素	171
实验五	心血管活动的神经调节和药物影响	172
实验六	微循环障碍及药物的影响	175
实验七	家兔急性心肌缺血-再灌注损伤模型及药物干预实验方法	177
实验八	室性心律失常及胺碘酮、利多卡因治疗作用的比较	181
实验九	血管内皮细胞舒张因子——NO 的研究	183
实验十	大鼠局灶性脑缺血-灌注损伤及药物的保护作用	186
实验十一	动物视网膜缺血-再灌注损伤及药物的保护作用	189
实验十二	急性呼吸衰竭	191
实验十三	代谢性酸中毒对呼吸及心血管活动的影响	193
实验十四	急性中毒性肾衰竭	195
实验十五	肺动态顺应性的测量	198
实验十六	大鼠心肌缺血再灌模型的建立和心肌损伤保护药物的筛选	199
实验十七	人参皂苷对家兔急性右心衰竭的影响	201
实验十八	硫酸镁干预对大鼠小肠缺血-再灌注损伤的保护机制初步研究	203
实验十九	犬失血性休克及其防治策略探讨	204
实验二十	肾上腺素受体激动剂对习得性焦虑的易化作用	206
实验二十一	焦虑情绪对痛觉阈值的影响	208
实验二十二	使用转基因动物观察特定基因对动物行为表型的影响	209
实验二十三	海马毁损对大鼠学习记忆的影响	212
实验二十四	病例分析	215

第四篇 创新实验

实验一	应用膜片钳技术观察药物对离子通道的影响	232
实验二	心血管正常生理功能无创伤研究方法设计	234
实验三	呼吸神经元与膈神经放电关系的实验	235
实验四	肺扩张反射模型的建立及其应用	236
实验五	疼痛模型及镇痛方法的设计	237
实验六	动脉粥样硬化及其防治技术	238
实验七	脑缺血损伤及其防治技术	238
实验八	急性低钾血症动物模型的制备及干预研究	239
实验九	高血压动物模型的制备及其干预研究	240
实验十	中药制剂对肝性脑病防治作用的实验研究	241
实验十一	抗抑郁治疗的方法及其疗效验证	242
实验十二	脑卒中后肌肉形态结构变化的超声评估	242
附录		247
附录一	常用生理溶液的的成分和含量	247

附录二	溶液浓度的计算	247
附录三	一定浓度酸、碱溶液的配制	248
附录四	几种易变质药物溶液的配制与保存法	249
附录五	动物给药量的确定及人与动物的用药量换算方法	249
附录六	常用实验动物的正常生理生化数值	252
附录七	随机数字表	254
附录八	t 值表	255

第一篇 机能学实验总论

第一章 绪 论

医学机能学实验课程是探讨生物体功能代谢机制的实验科学。主要侧重于从整体及器官系统水平上,以实验动物为对象研究机体正常及异常生命活动变化的原因和机制。本课程在医学实验教学改革过程中由多门基础医学实验课程合并形成。

一、医学机能学实验课程的由来及教学改革实践过程

新中国成立以来,山东大学乃至全国的医学教育,在很长一段时间里一直沿袭传统的教学模式。将医学知识分解到基础与临床多个学科进行教学,各学科教师分别讲解相关的一部分知识,在讲解理论知识的同时进行相应的实验教学。实验教学的主要目的是验证理论知识,便于学生理解和记忆。因此,实验教学成为理论教学的附属,实验内容仅限于某个学科,不利于学生综合分析能力的提高。

随着医学科学的发展与进步,我国对高等医学教育也提出了更高的要求,特别是改革开放以来,社会急需实践和创新能力强的医学生。形势的发展促使医学教育工作者必须不断地进行与要求相适应的教学改革。最初,机能学部分学科在实验内容和教学方法上进行了一些改革探索,如生理学、病理生理学、药理学等在长学制的实验课程中增加了综合性和创新性实验项目,在提高学生的综合思维和创新意识方面取得了一定的经验。病理生理学将病例分析的教学方法从课堂教学扩展到实验教学,强化了临床思维能力的培养。

新形势下要求我们的教育要面向世界、面向未来。纵观全球的医学基本教育模式,大致分为以下三种。

1. 以器官系统为中心的教学模式 欧美多数医学院及受欧美影响较大的国家和地区的医学院多采用这种教学模式,但不同大学的教学模式又不完全一致。例如,美国的哈佛医学院,2007~2008 学年课程整合计划如下:前 2 年包括化学和生物学;遗传、胚胎与生殖;生理学;人体;免疫、微生物与传染病;人类神经系统与行为;人体系统模块 I (由皮肤病学、呼吸、心血管和血液学构成);人体系统模块 II (由胃肠病、肌肉与骨骼、肾、内分泌与生殖构成);此外,还开设患者与医师、药理学、人体病理学、批判性阅读医学文献、社会医学、预防医学与营养等课程。美国加州大学洛杉矶分校戴维盖芬医学院,则将医学生前 2 年开设的课程分成 9 个模块。医学基础 I 包括病理过程、遗传、分子与细胞生物学和基础免疫;心血管、肾和呼吸医学 I 包括解剖、组织病理、生理、生化、遗传、影像和病理生理学;胃肠、内分泌和生殖医学 I 包括解剖、组织病理、生化、营养、遗传和

病理生理学；肌肉骨骼医学包括解剖、影像、组织病理、药理和病理生理学；医学神经科学Ⅰ包括神经解剖、组织病理、神经生物、影像、药理和病理生理学；医学基础Ⅱ包括药理、微生物、免疫、临床试验与流行病学、传染病和肿瘤学；胃肠、内分泌和生殖医学Ⅱ包括内分泌、生殖健康与疾病、消化系统疾病、性病、皮肤病、治疗学、预防医学；医学神经科学Ⅱ包括神经解剖、神经生物、精神病理、神经病和精神药理；心血管、肾和呼吸医学Ⅱ包括病理、病理生理、高血压、生殖疾病、治疗学、临床试验和流行病学、预防医学等。

2. 以问题为基础的教学模式（PBL 模式） 在 20 世纪 60 年代，北美一些医学院开发出该教学模式，强调基础医学与临床实际结合，医学生从入校开始，就接触临床病例，针对实际病例中的问题展开学习，学习方式以自学和讨论为主。目前，欧美越来越多的医学院校引入此种教学模式。我国部分医学院校近年来也开始试点这种教学模式。

3. 以学科为中心的教学模式 该模式将医学教育分为临床医学与基础医学两大学科；基础医学课程主要包括生物化学、分子生物学、细胞生物学、神经生物学、解剖、组织胚胎、生理、心理、病原微生物、寄生虫、遗传、免疫、病理解剖、病理生理及药理学等。基本上每门课程都开设相应的实验课，并配备专用的教学实验室。医学生在学完基础医学课程后，再进行临床医学，即内、外、妇、儿、眼、耳、鼻、喉、口腔及临床辅助诊治技术的学习。此种教学模式是我国一直沿用的教学模式。通过这种教学模式，我们培养了大批临床医学和医学教育的优秀人才。

但教学实践中我们也体会到了这种教学模式存在的问题。

（1）系统完整的知识被人为分成的诸多学科所分割：机体是由多个系统构成的整体，生命的意义在于整体性，健康的机体必然能够在神经体液调节下，保持内环境稳定（homeostasis）。内环境必定能够与外界环境相协调。

疾病概念最重要的内涵是反映系统性和整体性的紊乱，是系统性疾病，不是学科病。用药或任何方法治疗患者更应注意其全身性反应。死亡的概念是“脑死亡”，脑死亡反映机体作为一个整体功能的永久停止。从健康到病死一直贯穿着“系统性和整体性”这条主线。医学教育必须尽量地体现“系统性和整体性”，如生理学课程讲正常心脏为什么按一定的节律搏动；1 年后病理生理学课程讲有病的心脏为什么会出现心律不齐、心肌收缩力下降及其对机体的影响；药理学课程讲用什么药治疗心律不齐和心肌收缩力下降；心理学课程再讲情绪变化怎么样影响心律和心肌收缩力。“心脏功能”这一完整知识的学习就在 2 年多的时间内，由四个教研室分割成四段完成基础部分，之后再由临床课继续。每讲一门课时必须有一定的重复，同时又都不是一个完整的知识。

因此，进行教学改革的目标之一应该是淡化学科界限，整合课程内容。注重“系统性”和“整体性”教学。教学实践中遇到的问题强烈地促使我们要进行教学改革，实现从以学科为中心到重视系统化和整体化知识的教育观念转变。

（2）实验教学投入效益差：四个医学机能学教研室，均有教学实验室，并独立进行实验教学。实验方法相近，许多实验用仪器相同，有些实验内容也重叠。学校有限的教学经费只能分散投资、重复投资，易造成投入不足、利用率低。

（3）师生对实验课重视程度不够：实验课教学从属于理论课（内容），主要目的是验证课堂所学理论。

(4) 越来越难以验证课堂讲授的理论: 随着医学科学的发展进步, 理论教学内容越来越深入(已达到分子水平), 越来越难以通过实验教学来验证课堂教学内容。迫使我们提出逆向思维: 学生是不是应该去验证所学习的理论? 应该验证多少理论?

(5) 心理学实验教学需要加强: 随着生物医学模式向生物-心理-社会医学模式的转变, 理应努力强化心理学教学, 尤其是实验课教学。

鉴于这些问题, 我们究竟是按传统模式发展, 还是需要进行改革?

2000 年在教育部“新世纪初高等教育教学改革世界银行贷款项目”、基础医学形态-机能学实验课程教学体系改革研究(2000~2004)和山东省教育厅“课程建设项目”医学机能学课程的支持下, 我们开始对机能学学科的实验教学进行改革。

改革目的主要是解决两个问题: ①强化系统性、整体性知识的学习。②强化实验课教学。

项目改革的可行性分析: 若按系统进行理论课教学改革, 会带来许多问题, 如打乱整个教学秩序、重编所有教材。另外, 目前教师的知识结构也难以适应。而通过实验课教学体现系统性教学可行, 编写按系统融合的实验课教材相对容易; 教师备课难度相对较小; 教学管理部门修改教学计划也相对容易。

改变实验课附属于理论课教学模式的工作设想: 设想将一个系统的生理学、病理生理学、药理学和医学心理学的分段实验教学内容有机地结合起来, 形成一个包括该系统生理学特征、病理生理学改变、药物治疗和心理干预在内的、系统化的、整体化的综合实验。再将若干系统的综合实验有机统一成为一门独立的实验课程。实验课不再是各科理论课教学的附属内容, 而成为一门新的独立课程“医学机能学实验课程”。通过融合性的实验课把学生在课堂上学到的分散的理论知识系统化、整体化。在实验教学领域实现从以学科为中心到以器官和系统为中心的教学模式的转变, 从而创建一个传授系统性知识、培养一定研究能力和创新性思维的独立的实验性课程体系。

医学的实践性很强, 需要理论联系实际, 实验教学是理论联系实际的重要环节。实验课教学直观性强, 能提高认识客观事物的能力, 在培养学生的基本技能与综合素质方面, 是课堂教学不能比拟的。

教学改革实践: 首先在实验室合并与共享实验平台基础上, 将原属于生理学、药理学和病理生理学的实验室进行合并, 成立医学机能学实验室, 之后更名为医学机能学实验教学平台。将原属于生理学、病理生理学、药理学和医学心理学的实验教学从理论教学中剥脱出来, 按照实验性质和器官系统进行整合, 在各学科基本实验基础上又创建了部分综合性实验项目, 开设了部分以学生自行设计为主的创新实验, 形成由机能学实验技能基本训练、各学科经典实验、综合实验和创新实验四大主要模块组成的全新的医学机能学实验课程。

2006 年, 我校医学基础实验教学中心被评为全国首批医学类国家级实验教学示范中心, 医学机能学课程也进入了总结经验、深化改革阶段。具体改进如下: ①增加了部分新的融合实验项目(注: 此时将原综合实验更名为融合实验), 并对原有的融合项目进行了改进和完善, 使融合实验项目的质量得到进一步提高; ②增加了神经生物学实验内容, 使机能学课程包含了五门理论课程的相关知识和方法, 学科融合性进一步加强; ③调整开课时间, 将基本技能训练和各学科经典实验与各学科理论教学同步进行, 加强经典实验在强化理论

教学方面的功能,使实验教学与理论教学的结合更加紧密。融合和创新实验在各相关理论课程结束后进行,进一步强化这些实验项目在提高学生实践能力、综合思维和创新意识方面的职能。在此思路下修订了《医学机能学实验》教材,由胡维诚教授任主编、机能学全体教师参与的该教材第1版于2007年由科学出版社出版。2013年在第1版教材的基础上,李瑞峰教授作为主编撰写第2版教材。此次改版将医学机能学实验总论单列一章,同时对部分实验内容进行调整,增加了融合实验及创新实验项目。

进入21世纪,以信息科学和网络技术为代表的现代科技渗透到社会的各个领域,也为医学实验教学的发展带来新的机遇。医学教育的目的是为社会培养优秀的医学人才,实践能力培养在医学教育中具有非常重要的作用。传统的医学实验教学以实训为主,该模式受实验室空间和实验学时的限制,需要消耗大量的实验动物及人体标本。如何利用先进的信息科学和网络技术,在新形势下改革传统实验教学模式,培养创新型人才,是一个具有挑战性和战略意义的研究课题。抓住这个契机,2006年山东大学组建医学虚拟仿真实验教学中心,将学校的优质教学资源、教师的学术研究成果与信息网络技术相结合,开发功能学虚拟实验平台,形成了以虚拟与实训有机结合为特征的完整的医学实验教学体系。2013年获批第一批国家级虚拟仿真实验中心。医学虚拟实验平台的建立大大提升了医学实验教学的深度和广度,拓展了实验教学空间,增强了学生自主学习能力,形成了以虚拟与实训有机结合为特征的完整的医学实验教学体系。

二、医学机能学实验课程学习目的

医学机能学实验课程的学习目的主要有三:①培养动手能力。医学在很大程度上属于实践科学,医学生的教育必须要有良好的实践教学,仅仅通过理论教学,培养不出合格的医师。医学机能学实验课程是学习基础医学阶段唯一在活体动物进行手术操作的实验教学,是在动物身上进行手术操作能力的训练。对于培养学生的实际动手能力至关重要,要求学生对实验动物要像对待人体一样。如何持刀、持剪,如何使每一刀、每一剪,达到心中有底、踏实、不盲目等,从该阶段就要规范。为此,机能实验平台进行了手术无影灯及手术示教设备建设。逐步实现实验前教师为学生示范手术操作,通过反复示教,使学生的规范操作成为习惯,成为自然。②培养运用知识解决问题的能力。医学机能学实验课中的部分实验尤其是融合实验,融合了多学科的知识 and 技能,目的是通过这些实验提高学生综合运用多学科知识解决问题的能力,使学生能够通过实验课将学过的多学科知识进行融汇整理,转变成能够应用的东西。③培养创新思维能力。创新实验是学生根据所学的知识和实验技术,就自己感兴趣的问题建立科学假说,并设计实验加以证实。通过实验设计,在训练所有医学生的创新意识的同时,对于一些学有余力、创新能力强的学生还采用开放实验室和指导他们参加大学生创新训练等方法使这部分学生的创新能力得到进一步提高。

三、医学机能学实验课程要求及注意事项

本课程是用活体动物进行医学实验,其结果对今后从事的临床工作有重要启迪作用,

要严肃认真对待。做到操作规范、一丝不苟；观察结果认真、仔细，结果记录客观、真实；实验结论依据充分。课前做好预习，事先预测实验结果，通过实验验证预测结果，最后得出科学结论。

从医学机能学实验阶段开始，手术操作要基本上以临床医师进行手术需达到的标准来要求。医务人员的基本素质就是要干净利落、井井有条、严肃认真、有条不紊。

通过开展创新性实验，使学生掌握和运用现代化的实验技术和方法，从而提高学生勇于创新、独立思考、发现问题并运用综合知识解决问题的能力，发挥学生的主动性和创造性。在实验工作中，培养学生对科学工作严肃的态度、严格的要求、严密的方法、实事求是的作风和团结协作的精神。为了实现其目的，要求学生做到下列几个方面。

1. 实验前

(1) 仔细阅读实验讲义，了解本次实验的目的要求，充分理解实验原理，熟悉实验步骤、操作程序、实验项目和注意事项。

(2) 结合实验内容复习有关理论，做到充分理解。

(3) 预测该实验各个步骤可能得到的结果，对预期的实验结果能做出合理的解释。

(4) 注意和估计实验中可能发生的误差，并制订防止误差的措施。

2. 实验中

(1) 保持实验室的安静，不得进行与实验无关的活动。

(2) 注意爱护实验动物和标本，使其始终处于良好的机能状态。按照操作规程正确使用仪器和手术器械。爱护公物，注意节省实验器材和药品。注意安全，严格按照正规方式捉拿动物。

(3) 仔细、耐心地观察实验中出现的现象，随时客观地记录实验结果，及时加上必要的文字注释，不可单凭记忆，以免发生错误或遗漏。在实验过程中，实验条件应始终保持一致，如有变动，应加文字说明。

(4) 结合有关理论知识对实验结果进行分析，若出现非预期结果，应分析其原因。

3. 实验后

(1) 整理实验仪器和用具，关闭仪器、设备的电源开关。清洗、擦干手术器械并安放整齐。清点实验用具，如有损坏或短少应立即报告指导教师。按规定妥善处理实验后的动物和标本。

(2) 整理实验记录，对实验结果进行分析讨论，做出实验结论。

(3) 认真撰写实验报告，按要求及时交给指导教师评阅。

四、实验观察指标的选择

医学机能学实验室是对人体或动物的生理机能及致病因子、药物引起的机能变化进行实验观察，探讨各种生理机能活动及其异常变化的规律和机制、药物的治疗作用及作用机制。因此，选择实验观察指标应注意以下几点。

1. 该观察指标能灵敏、可靠地反映实验对象的某种机能活动及其变化过程。例如，可采用动脉血压、心率、心排血量和通过计算所得到的外周血管阻力为指标，观察心血管

活动及某些因素对心血管活动的影响；采用呼吸运动或膈神经放电为指标，观察呼吸中枢的节律性活动及某些因素对呼吸运动的影响；采用尿量为指标，观察某些因素对尿生成的影响等。

2. 尽量采用可测量的观察指标。因为可测量的指标能客观、精确地反映被观察的机能活动的变化及变化程度，从而消除主观或模棱两可的因素对实验结果判断的影响。而且生物学的实验结果常常受到实验动物本身的机能状况、环境因素等多方面的影响，采用可测量指标所获得的结果数据，可经统计学处理，以判定观察指标的变化是否显著，实验结果有无统计学意义。前面列举的几项实验观察指标均属于可测量指标，其变化数据可通过仪器测量而获得。

3. 有些实验的结果难以用仪器定量记录，但应能客观、具体、准确地描述或用摄像、照相的方法进行记录，如去大脑僵直、大脑皮质机能定位、动物一侧迷路破坏的效应、微循环的观察等实验的结果。有些实验，如微循环的观察，还能应用动态图像分析系统实时记录和分析某些指标数据的变化。

五、实验结果的观察、记录与处理

在实验过程中，要仔细、耐心地观察并及时记录每项实验出现的结果。若出现非预期结果或其他异常现象，也应如实记录。实验记录要做到客观、具体、清楚、完整，如刺激的种类、强度、时间，所用药物的名称、剂量、给药时间和途径，动物或标本对刺激或药物的反应性质、特征、强度、持续时间、变化过程等，都应逐一记录。在每次刺激或给药前，均要有正常对照，以便与刺激或给药后的变化进行对比，要等前一项实验的结果恢复正常后再进行下一项实验。为了保证实验结果真实可靠，并便于分析，实验条件应始终保持一致，如环境温度、动物的机能状态、刺激条件等。如果出现可能影响实验结果的非实验因素，也应及时做文字说明。

实验记录的结果必须进行整理和分析，以明确其可靠性，分析其产生的原因或机制，得出正确的结论。

实验中得到的结果数据，一般称为原始资料。原始资料可分为测量资料和计数资料两大类。测量资料是以数值大小来表示某事物变化的程度，如心率、血压值、血流量、呼吸频率、尿量、血糖浓度、神经冲动频率等。这类资料可用测量仪器测量获得，也可通过测量实验描记的曲线而得到。计数资料是清点数目所得到的结果，如动物实验中记录存活或死亡动物的数目，又如白细胞分类计数等。在取得一定数量标本的原始资料后，即可进行统计学处理，得到可用来对实验结果某些规律性进行适当评价的数值。有些数值，如率、比、平均数、标准差、标准误、相关系数等，称为统计指标。为了便于比较和分析，经统计学处理的结果数据，可用表格或绘图表示。用表格表达实验结果，应事先制出完善的表格。一般将观察项目列在表内左侧，由上而下逐项填写。表内右侧可按时间或数量变化的顺序或不同的观察指标，由左至右逐个写入相应的结果数据，包括均数及标准差或标准误。

绘图表达实验结果，需要周密设计和精心制图，来准确表示实验中某变量的增减或变化过程及诸变量之间的相互关系，使人一目了然，易于理解和便于分析。常用于表达实验

结果的图形有直方图和坐标图。

1. 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不连续的或性质不同的数据。例如，从健康受试者在安静和进行不同强度劳动时测定的能量代谢率或从不同种类的动物收集到安静状态下的血压、心率、呼吸频率等数据，均可用直方图来比较（图 1-1-1）。

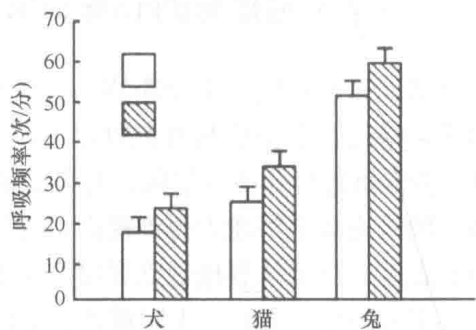


图 1-1-1 实验前后犬、猫和兔的呼吸频率变化直方图

直方图也可用于组间某变量的比较，但各组的直方图应能被区分开来。绘制直方图时，各组直方图的宽度应相同，长度表示该组结果数据的均数；其标准差或标准误的表示方法是在直方图的顶端划一适当长度的垂直线，并在线的两端划一水平短线。

2. 坐标图 当两个相关联的变量呈连续变化时，可采用绘制坐标图（曲线图）的形式表示。例如，在刺激或药物作用下血压的变化过程，可用坐标图表示。绘制坐标图时，一般以横坐标表示的变量不受实验因素影响（如时间）；纵坐标表示的变量是实验因素（如刺激、药物等）引起的变化。可分别将对照组和实验组变量的各数据点连接起来绘成曲线，以表示各组数据变化的过程或趋势（图 1-1-2）。

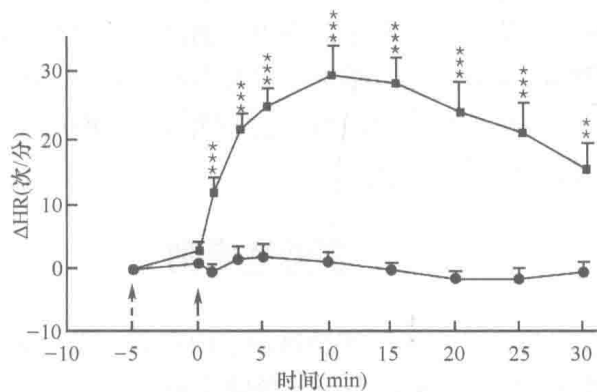


图 1-1-2 室旁核内微量注射荷包牡丹碱对心率的影响

ΔHR 心率的变化（次/分，均值±标准误）；↑注射生理盐水（NS）（0.5μl）；↑注射 NS（0.5μl）或荷包牡丹碱（4μg/0.5μl）；●-●NS 对照组（n=10）；■-■荷包牡丹碱（n=10）；与 NS 对照组比较，** $P<0.01$ ，*** $P<0.001$

曲线中各数据点的数值是样本的变量在该点的均数，其标准差或标准误的表示方法与“直方图”中所述相同。通常将对照组和实验组相同指标的数据变化曲线绘制在同一坐标图上，以便组间比较，但需将各组的曲线加以区分，以便识别。坐标图的纵横两轴应有标目，标目如有单位必须注明。坐标轴上的标度应长短适当，使绘出的曲

线在图中均匀分布,不致过于集中。绘图完成后,必须注明图号、图题和图注,图注应明确简练。

凡有曲线记录的实验,应保持曲线记录的客观性,不可随意修改或取舍。整理曲线图时,应在图上标注说明,要有刺激记号、时间记号等。

六、实验报告的书写要求

实验报告是对实验的总结,也是机能学实验课的一项基本训练。通过书写实验报告,可以熟悉撰写科学论文的基本格式,学会绘制图表的方法,可以应用学过的有关理论知识或查阅有关文献资料,对实验结果进行分析和解释,做出实验结论,从而使学生应用知识、独立思考、分析和解决问题的能力及书写能力得到提高,为将来撰写科学论文打下良好基础。因此,学生应以科学的态度,严肃认真地独立完成实验报告的书写,不应盲目地抄袭书本和他人的实验报告,文字要简练、通顺、书写清楚、整洁。

书写实验报告时应注意以下几点。

1. 实验题目

2. 实验目的

3. 对象与方法 方法和步骤简写。如仪器方法有变动,可作简要说明。

4. 实验结果 是实验中最重要的一部分,应将实验中所观察到和记录到的现象真实、正确、详细地记述。如有曲线记录,应进行整理,合理剪贴,并附以图注和必要的文字说明。若原始的曲线记录图只有一份,同实验组的其他同学可采用复印等方法加以解决。有些实验的结果数据,可绘制成图表来表达。

5. 讨论和结论 根据已知的理论知识对结果进行解释和分析。分析推理要有根据,符合逻辑,还要指出实验结果的理论或实际意义。如果出现非预期的结果,应考虑和分析其他可能存在的原因。结论是从实验结果和讨论中归纳出的一般的、概括性的判断,即本次实验所验证的概念或理论的简要总结。结论还应与本次实验的目的相呼应。结论的书写应简明扼要、概括性强,不要罗列具体的结果,也不能轻易推断或引申。未能在实验结果中得到充分证据的理论分析不应写入结论。

七、实验室守则

1. 实验前认真阅读实验讲义,了解实验目的、内容和要求。必要时身穿隔离衣,按时进入实验室,实验时因故外出或早退应向指导教师请假。

2. 保持实验室安静、整洁,认真听取指导教师的讲解及示教,培养有条不紊的工作习惯。

3. 严格按照操作规范进行实验操作,小组同学要相互配合,密切观察实验过程中出现的现象并随时做好记录。培养严谨、认真、求实的科学态度。

4. 各组实验仪器和器材由本组自己使用,不得与他组调换,以免混乱。如仪器发生故障,应及时报告给指导教师,以便修理或更换,不要自行拆卸或修理。因违反操作规程而损坏仪器设备要赔偿。

5. 爱护公共财物，注意节约各种实验器材和用品。
6. 节约试剂及药品，用前必须看清标签，取出药品后盖好瓶盖，放回原处，避免污染。
7. 实验结束后将手术器材洗净、擦干、清点、摆好，实验器材、用品和实验台收拾干净。将动物尸体、废品垃圾放到指定地点，不要随地乱丢。下课后由值日生负责清洁实验室，做好安全检查。
8. 学生在规定时间内按要求实事求是地写出实验报告交给指导教师批阅。

(薛冰 徐红岩 马剑峰)