

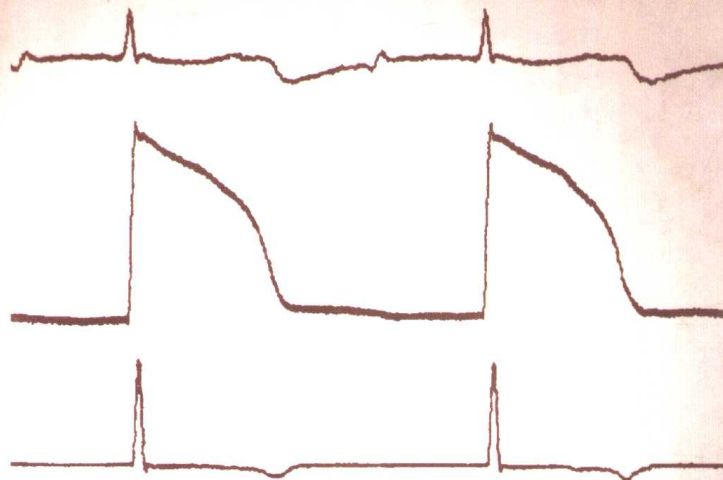


面向21世纪课程教材

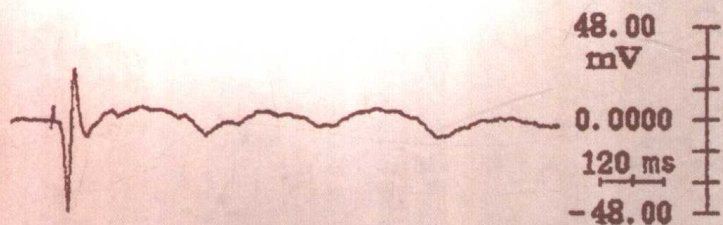
Textbook Series for 21st Century

全国高等医药院校教材 供基础、预防、临床、口腔医学类专业用

医学机能学实验教程



主编 胡还忠



科学出版社

www.sciencep.com

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

全国高等医药院校教材
供基础、预防、临床、口腔医学类专业用

医学机能学实验教程

主 编 胡还忠

副主编 管茶香 郭莲军 胡汉波 余上斌

顾 问 王迪浔 董承翰 胡文淑 魏劲波

科学出版社

2002

内 容 简 介

本教程为国家教育部审查批准的面向 21 世纪课程教材。根据教育部关于教学体系、教学内容和教学方法改革的要求,将生理学、病理生理学和药理学等机能学科的实验教学内容,经过精选、融合和重组,改革和补充了部分实验内容,增加了机能学实验的生物电子学基础,阐述了细胞膜片钳的电子学原理和实验技术,引入了计算机机能学模拟实验、机能学实验设计和实验资料处理的统计学知识以及部分有关的法规和制度,编写成《医学机能学实验教程》。主要内容包括:常用实验观察指标记录的电子学原理与电子仪器,动物实验的基本知识与技能,整体、离体和细胞水平的基础和综合性专题机能学实验,计算机机能学模拟实验,探索性实验的设计与实施,实验设计和实验结果的统计学处理,研究论文的书写,药物处方及新药的报批法规。

本教程强调基础理论,重视实践。内容安排由浅入深,由简至繁。突出了知识性、系统性、科学性和实用性。为医、卫、药、儿科、信息、法医、护理等专业五年制和七年制医学生的机能学实验专用教材,也可作为大专生的参考书籍,部分内容也可供硕士生参阅。

图书在版编目(CIP)数据

医学机能学实验教程/胡还忠主编. -北京:科学出版社,2002.4
全国高等医药院校教材. 供基础、预防、临床、口腔医学类专业用
ISBN 7-03-010194-4

I. 医… I. 胡… III. 人体-机能(生物)-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(2002)第 011838 号

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>

双青印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2002年4月第一版 开本:850×1168 1/16

2002年4月第一次印刷 印张:23 1/4

印数:1—5 000 字数:473 000

定价:25.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换<环伟>)

《医学机能学实验教程》编写人员

- 主 编** 胡还忠
- 副主编** 管茶香 郭莲军 胡汉波 余上斌
- 顾问** 王迪浔 黄承钧 胡文淑 魏劲波
- 编委** (以姓氏笔画为序)
- 王迪浔 (华中科技大学同济医学院)
- 王建枝 (华中科技大学同济医学院)
- 刘少金 (武汉大学医学院)
- 余上斌 (华中科技大学同济医学院)
- 杜以梅 (华中科技大学同济医学院)
- 李自英 (山东大学医学院)
- 余承高 (华中科技大学同济医学院)
- 陈志扬 (华中科技大学同济医学院)
- 陈健康 (第四军医大学)
- 胡文淑 (华中科技大学同济医学院)
- 胡汉波 (华中科技大学同济医学院)
- 胡还忠 (华中科技大学同济医学院)
- 黄承钧 (华中科技大学同济医学院)
- 曹济民 (中国协和医科大学)
- 郭莲军 (华中科技大学同济医学院)
- 管茶香 (中南大学湘雅医学院)
- 樊继云 (中国协和医科大学)
- 魏劲波 (武汉大学医学院)
- 秘 书**
- 冯秀玲 (华中科技大学同济医学院)

前 言

根据第三次全教会关于深化教育改革、全面推行素质教育、努力培养学生的创造性和实际工作能力、提高教学质量与水平的精神,医学教育开展了以学生为中心的教学体系、教学内容及教学方法的改革。医学基础课程机能学科的教学正在发生深刻的变化,将生理学、病理生理学和药理学实验教学内容重组、融合,形成了机能学实验教学课程,并建成了相对独立的二级管理的机能学教学实验室。机能学教学实验室的建成,符合配置优化和资源共享的原则,有利于教师队伍的合理安排和素质的提高;也有利于对学生科学思维、动手能力等综合素质的培养。国外与我国的教育体系存在较大差别,有些国家的医学生入学前已经过预科训练,他们具备了较好的电子学基础和对电子仪器和设备的操作技能;有的地区通过直接参加机能学的科研工作,使学生的机能学实验能力得到系统的训练和培养。中国已加入 WTO,医学教育,包括机能学实验课程教育也应与国际接轨,因此,必须探索新的机能学实验教学模式,精选和安排适合新的教学模式的机能学实验内容,研究和使用的新的教学方法和手段,编写新的机能学实验教程,以适应教学体系改革的需要,保证新的教学方案的实施。为此,华中科技大学同济医学院机能学中心实验室,在基础医学院的直接领导下,邀请中南大学湘雅医学院、中国协和医科大学、山东大学医学院、武汉大学医学院和第四军医大学有丰富教学经验的老教授和中青年骨干教师,分析了我国机能学实验教学改革趋势,集中了各校的宝贵经验,编撰了由教育部批准的面向 21 世纪课程教材《医学机能学实验教程》。

机能学是实验性很强的医学基础理论课程,机能学实验教学是机能学教学中的重要环节。通过机能学实验课程的学习和系统训练,使学生在规定的时间内掌握各种电子仪器的正确使用,学习机能学实验的基本操作技能,熟悉机能学科学研究工作的基本方法,培养学生严肃的科学态度,严密的工作方法和严谨的工作作风。加强学生的参与意识,提高学生的组织能力和团结协作精神,促进学生观察、分析、思考和独立解决问题的能力培养。

《医学机能学实验教程》顺应时代的要求,对内容的选择、组织和撰写,不拘泥于各机能学科之间的界限划分,体现机能学科实验内容的有机融合,突出机能学实验课程的知识性、科学性、系统性和实用性。该教材内容包括机能学实验的基础知识、实验观察指标的记录原理、具体实验的方法与技术及探索性实验内容,也介绍了难度较大的示范性教学实验、计算机模拟实验的内容和 Winschool 局域网机能学实验教学网络系统。此外,为了加强学生的法制观念,选编了与药物处方和新药申报审批相关的法规和制度。本教程内容较多,难易兼有,可根据不同层次学生教学的需要加以选择。我们希望该教材的出版和使用,对机能学实验教学的改革发挥一定的作用。

在《医学机能学实验教程》的编写过程中,得到了各参编院校领导的亲切关怀;科学出版社责任编辑热情帮助;华中科技大学同济医学院教务部和基础医学院大力支持;得到同济医学院生理系、病理生理系和药理系的理解与合作;顾问组专家教授耐心指导;全体参编人员和秘书辛勤劳动。在此一并致谢。

医学机能学实验教程的编写是一项探索性工作。由于我们的经验和水平有限,加之时间紧迫,书中难免存在缺点和错误,诚恳希望使用本教程的广大师生和读者提出宝贵意见和建议,以便再版时修改。

编 者

2001年12月于武汉同济医学院

目 录

第一章 绪言	1
第一节 机能学实验的目的和要求	1
一、实验前	1
二、实验时	1
三、实验后	2
第二节 实验观察指标的选择	2
第三节 实验结果的观察、记录与处理	2
第四节 实验报告书写要求	4
第二章 机能学实验的基本知识	7
第一节 实验动物的基本知识	7
一、实验动物的种类	7
二、实验动物的品系	7
三、实验动物的选择	8
四、实验动物的编号	9
第二节 实验动物给药量的计算	9
第三节 常用实验动物一般生理常数	11
第四节 机能学实验常用生理溶液的配制	13
第五节 常用手术器械	18
第三章 观察指标的记录原理	21
第一节 生物电活动的记录及电子学基础	21
一、概述	21
二、生物电电压放大器的性能及工作原理	22
三、微电极电压记录的电生理学方法	36
四、单电极全细胞电压钳制技术的电子学基础	40
五、电极	47
六、干扰	52
第二节 张力的记录原理	55
一、惠斯登电桥工作原理	56
二、张力换能器及其工作原理	56
第三节 心、肺阻抗血流图	57
一、心阻抗血流图法	57
二、肺阻抗血流图法	57

第四节 微循环的图像观察与处理	58
第五节 血气的分析原理及方法	59
一、血气分析原理	59
二、测量指标	60
三、操作方法	60
四、注意事项	60
第六节 液体电解质测定原理及方法	61
一、工作原理	61
二、测定方法	61
三、样品处理	62
四、注意事项	62
第四章 常用电子仪器	63
第一节 示波器	63
一、SBR-1 型双线示波器	63
二、HH4315 型示波器	65
第二节 多导生理记录仪	67
一、结构和功能简介	67
二、注意事项	70
第三节 LMS-2B 型二导生理记录仪	70
第四节 电子刺激器	74
一、刺激器的一般要求	74
二、JJC-2 型生理多用仪	74
第五章 计算机与机能学实验	76
第一节 计算机技术在机能学实验教学中的应用	76
一、计算机技术与生物信号记录分析系统	76
二、计算机机能学模拟实验	78
三、机能学实验网络教学	78
四、计算机技术在机能学实验教学中的应用前景	78
第二节 计算机生物信号记录分析系统	79
一、MS-2000 计算机生物信号记录分析系统	79
二、BL-410 生物机能实验系统	97
三、D-951 微机化生理药理实验教学系统	104
第三节 BI-2000 图像处理系统的功能简介	108
一、基本结构与功能	108
二、BI-2000 图像处理系统基本操作步骤	109
第四节 Winschool 多媒体局域网	111
一、Winschool 组网及运行环境	111
二、功能	112

三、主菜单及基本操作	112
第六章 实验的基本操作技术	115
第一节 实验动物的给药途径与技术	115
一、经口给药	115
二、注射给药	115
第二节 几种常用实验动物麻醉方法	117
一、吸入麻醉	117
二、注射麻醉	118
三、局部麻醉	119
第三节 哺乳动物实验的操作技术	119
一、动物固定、剪毛	119
二、切开皮肤、皮下组织和止血	120
三、神经、血管分离技术	120
四、插管技术	121
五、实验动物取血技术	125
六、动物实验意外的处理	126
七、实验动物的处死	127
第七章 离体标本的制备	130
第一节 两栖类动物组织标本的制备	130
一、蛙坐骨神经-腓肠肌标本制备	130
二、蛙坐骨神经标本制备	132
三、带神经的蛙缝匠肌标本制备	133
四、蛙腹直肌标本制备	133
五、离体蛙心灌流标本制备	133
第二节 哺乳类动物组织标本的制备	136
一、离体消化道平滑肌标本制备	136
二、离体气管标本制备	137
三、离体肺标本制备	139
四、离体血管条标本制备	140
五、离体心脏标本制备	140
六、离体乳头肌标本制备	141
七、离体输卵管标本制备	141
八、离体子宫标本制备	142
九、离体输精管标本制备	142
十、大白鼠肛尾肌标本制备	142
第八章 中枢神经系统机能学实验基础	144
第一节 动物脑立体定位技术	144
第二节 刺激下丘脑背内侧核对心脏功能的影响	147

第九章 动物离体组织机能学实验	151
第一节 两栖类动物离体组织机能学实验	151
一、蛙坐骨神经干双相、单相动作电位与强度法则	151
二、蛙坐骨神经干兴奋传导速度和不应期测定	153
三、电刺激与骨骼肌收缩活动的关系	155
四、蛙心灌流	157
五、期前收缩与代偿间歇	159
六、蛙缝匠肌被动张力的定量变化、肌梭放电和肌梭放电积分的同步记录	160
七、蛙坐骨神经-腓肠肌标本的神经干动作电位、肌细胞动作电位、肌肉张力和刺激标记 的同步记录以及不同因素对观察指标的影响	162
八、胆碱能神经药物对蟾蜍腹直肌的作用	164
第二节 哺乳类动物离体组织机能学实验	167
一、血液凝固	167
二、红细胞渗透脆性试验	168
三、血沉	170
四、豚鼠离体心肌组织心房肌细胞内动作电位及收缩力的同步记录	171
五、心室肌全细胞 Ca^{2+} 电流的记录	172
六、脑片神经元膜电流的记录	176
七、不同因素对离体家兔(或豚鼠)胃肠平滑肌生理特性的影响	182
八、不同因素对豚鼠离体气管平滑肌张力的影响	184
九、抗心律失常药物对心肌电生理特性的影响	186
十、药物对离体工作心脏缺血再灌注损伤的影响	188
十一、缩宫素对小白鼠离体子宫的作用	189
十二、药物对大白鼠肛尾肌(或输精管)的作用(pA_2 的测定)	190
十三、旁分泌调节在低氧性肺血管收缩(HPV)反应中的作用	193
第十章 整体动物机能学实验	196
第一节 整体动物机能学实验的基本方法	196
一、家兔心电图及降压神经放电的同步记录	196
二、家兔心电图、膈神经放电及呼吸运动的同步记录	198
三、家兔延髓呼吸相关神经元单位放电的记录	200
四、家兔膈肌电活动的记录	203
五、肠平滑肌和奥狄括约肌电活动的记录	204
六、大白鼠中枢神经系统中神经元电活动的记录	206
七、豚鼠耳蜗微音器效应	208
八、家兔(大白鼠)动脉血压的测定(直接测定法)	209
九、清醒大白鼠动脉血压的测定	211
十、家兔中心静脉压的测定	212
十一、家兔(大白鼠)呼吸运动与膈肌放电的同步记录	213

十二、家兔(大白鼠)在体胃肠运动的记录	214
第二节 循环系统	216
一、不同因素对家兔心血管活动的影响	216
二、不同因素对蛙肠系膜微循环的影响	220
三、不同因素对大白鼠肠系膜微循环的影响	221
四、几种生理和病理因素对心输出量的影响	222
五、药物对麻醉大白鼠血流动力学的影响	225
六、药物对麻醉犬心脏血流动力学的影响	227
七、传出神经系统药物对麻醉大白鼠血压的影响	229
第三节 呼吸系统	231
一、呼吸运动的调节	231
二、胸内负压的测定与气胸	232
第四节 影响尿生成的因素	234
第五节 神经系统	236
一、家兔大脑皮质运动机能定位	236
二、窒息对大白鼠大脑皮质诱发电位的影响	237
三、反射弧的分析	239
四、破坏小白鼠一侧小脑	240
五、家兔、小白鼠去大脑僵直	241
六、破坏豚鼠一侧迷路的效应	243
七、药物的镇痛作用	244
八、苯巴比妥钠对药物所致小白鼠惊厥的作用	246
九、Morris 水迷宫实验	247
第六节 药物的效价与毒性测定	250
一、药物半数致死量(LD ₅₀)的测定	250
二、药物血药浓度及半衰期的测定	252
第十一章 人体机能学实验	254
第一节 心音听诊	254
第二节 人体动脉血压测定	255
第三节 人体体表心电图的记录	258
第四节 人体无创心功能测定	262
第五节 人体血流动力学测定(直接法)	264
第十二章 疾病动物模型及其机能学实验	267
一、呼吸功能不全	267
二、急性右心衰竭	269
三、急性中毒性肾功能不全	271
四、酸碱平衡紊乱	273
五、失血性休克	274

六、内毒素性休克	276
七、影响低氧耐受性的因素	278
八、前列腺素在低氧性肺动脉高压发生中的作用	281
九、有机磷酸酯类农药急性中毒的解救	283
十、家兔急性心功能不全的药物治疗	284
十一、豚鼠急性心功能不全的药物治疗	286
十二、药物对在体心肌缺血再灌注损伤的影响	288
十三、药物诱发小白鼠心律失常与抗心律失常的作用	291
第十三章 计算机模拟与示范教学实验	293
第一节 计算机机能学模拟实验	293
一、神经纤维动作电位	293
二、神经干动作电位	295
三、肌肉收缩的力学	297
四、细胞静息电位和动作电位与 Na^+ 、 K^+ 的关系	298
第二节 示范教学实验	300
一、蛙在体心室肌细胞内动作电位、心室肌细胞内动作电位微分值和 ECG 的同步记录	300
二、局灶性脑缺血动物模型的制作及药物的保护作用	302
第十四章 实验设计	304
一、实验设计的目的与安排	304
二、实验设计	304
三、实验设计的实践	306
第十五章 机能学实验设计和统计学基础	307
第一节 机能学实验设计初步	307
一、实验设计的基本原则	307
二、筛选与预试	308
三、实验设计中剂量问题	309
第二节 统计学在机能学实验中的应用	309
一、误差理论	309
二、偶然误差与正态分布	310
三、统计学中几个重要的基本概念	314
四、实验资料的类型及相应的处理方法	316
五、统计学检验需要注意的几个问题	320
六、相关与回归	320
七、统计软件在机能学实验中的应用	322
第十六章 研究论文的书写	325
一、一般要求	325
二、各项具体内容的写作	326

第十七章 新药的评定	329
第一节 新药申报	329
第二节 新药审批	332
第十八章 处方	338
第一节 处方的意义及组成	338
一、处方的意义	338
二、处方的组成及格式	338
第二节 处方制度	340
一、处方制度	340
二、处方制度执行要点	340
第三节 特殊药品的规定	343
一、医疗用毒性药品管理	343
二、精神药品管理	343
三、麻醉药品管理	343
四、我国现行的麻醉药品管理办法	344
附录	346
一、英汉名词对照	346
二、随机数字表	351
三、 t 值表	352
四、 F 值表	354
五、 q 值表 (Newman-Kewls 用法)	355
六、 χ^2 值表	356

第一章 绪 言

第一节 机能学实验的目的和要求

医学机能学主要包括生理学、病理生理学和药理学,是一类实验科学,其理论知识来自实验,因此,机能学实验是研究和发展机能学的基本方法和途径。

医学机能学是医药院校的重要基础课程,在理论和实验技能上为后续课程打下必要的基础。为了适应现代素质教育的需要,将上述三门学科教学实验中精选的内容、实验方法和技术重新组合,编写成医学机能学实验教程,用于独立开设的医学机能学实验课。

机能学实验课的目的在于通过实验课培养学生具有科学的思维方法,开拓创新的精神以及分析问题和解决问题的能力。在实验过程中使学生初步掌握机能学实验的基本操作和技术,学会一些实验仪器的正确使用方法,了解和获得机能学知识的科学方法,以及验证和巩固机能学的部分基本理论。在实验工作中,培养学生对科学工作的严肃的态度、严格的要求、严密的方法、实事求是的作风和团结协作精神。

为了实现机能学实验课的目的,要求学生做到下列几个方面。

一、实验前

(1) 仔细阅读实验教程,了解本次实验的目的和要求,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,并制定防止误差的措施。

二、实验时

(1) 实验器材的放置力求整齐、稳妥、有条不紊。

(2) 保持实验室安静,不得进行与实验无关的活动。

(3) 注意保护实验动物和标本,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,严防触电、火灾、被动物咬伤及中毒事故的发生。

(4) 按照实验步骤,严肃认真地循序操作,不能随意更动。

(5) 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。

(6) 联系有关理论知识对实验结果进行思考:出现了什么结果?为什么出现这种结果?这种结果有什么理论或实际意义?若出现非预期结果,应分析其原因。

三、实验后

(1) 整理实验仪器和用具,关闭仪器、设备的电源开关。洗净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。临时借用的器械或物品如数归还。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,按时交指导教师评阅。

第二节 实验观察指标的选择

医学机能学实验是对人体或动物的生理机能以及致病因子、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、心输出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因素对实验结果判断的影响。更何况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,而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,或用摄像或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。

第三节 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、记录仪的走纸速

度等均应保持前后一致。若有变动,应及时注明。如果出现可能影响实验结果的非实验因素,也应及时作文字说明。

实验记录的结果必须进行整理和分析,以明确实验结果的可靠性,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,例如心率、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,例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。有关统计方法见第十五章。经统计学处理的结果数据,为了便于比较和分析,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,由左至右逐格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,以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体上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)。

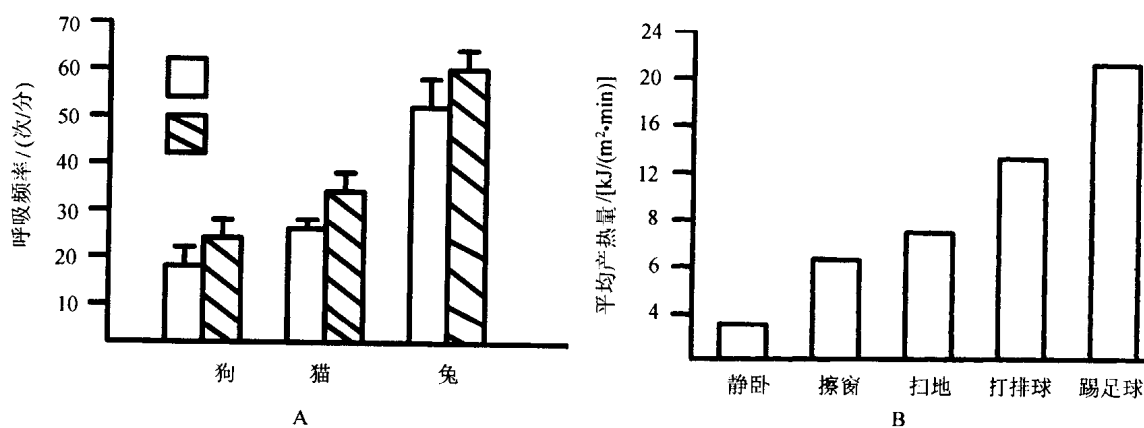


图 1-1 直方图

A. 实验前后狗、猫和兔的呼吸频率的变化; B. 劳动或运动时的能量代谢率

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。垂直线在直方图顶端内外各为 1/2 长度,并与所表示的标准差或标准误一致,图外为正值,图内为负值。也可只划出直方图顶端外的一段垂

直线。

(2) 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是不受实验因素影响的变化(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 1-2)。

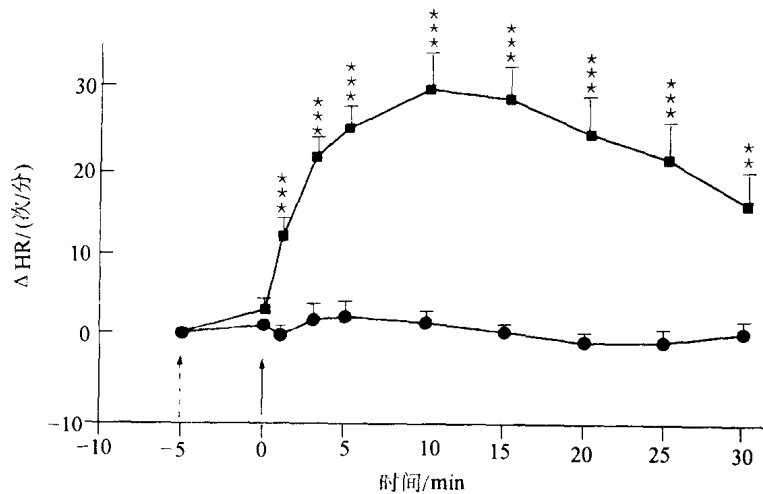


图 1-2 室旁核内微量注射荷包牡丹碱对心率的影响

△HR. 心率的变化(次/分,均值±标准误); ↑. 注射 NS(0.5μl); ↑. 注射 NS(0.5μl)或荷包牡丹碱(4μg/0.5μl); ●—●. NS 对照组(n=10); ■—■. 荷包牡丹碱组(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。

第四节 实验报告书写要求

写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以及书写能力得到提高,为将来撰写科学论文打下良好的基础。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,不应盲目抄袭书本和他人的实验报告。

写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。实验报告的一般格式: