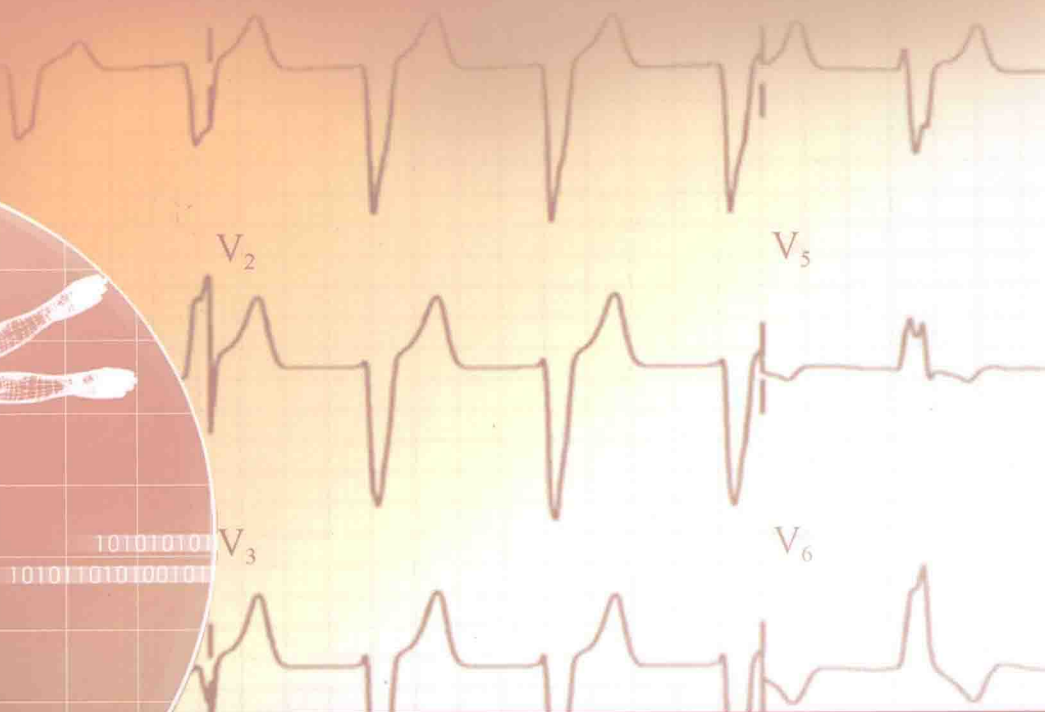
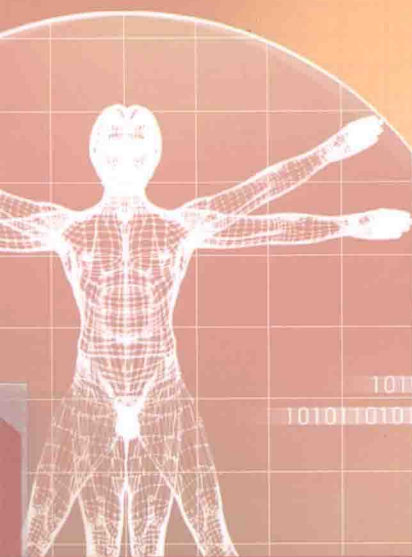




中国科学院教材建设专家委员会规划教材
全国高等院校医学实验教学规划教材

医学机能实验学

朱启文 主编



科学出版社

· 版权所有 侵权必究 ·

举报电话:010-64030229;010-64034315;13501151303(打假办)

内 容 简 介

本教材以实验现象为起点,在紧密结合临床实践的真实案例基础上,全面系统地叙述基本能力训练、经典实验、虚拟实验、人类疾病动物模型复制、人体机能学实验、综合实验、病例讨论、探索性实验、实验结果统计学处理。新增中医病症与治法的动物病理模型、运动生理学、康复医学、心理疾病、ICU 病例讨论,体现了转化医学对机能实验学教学的要求。

本书适于医学院校各专业本科生使用,也可供其他层次相关专业选用。

图书在版编目(CIP)数据

医学机能实验学 / 朱启文主编. —北京:科学出版社,2012.6

中国科学院教材建设专家委员会规划教材·全国高等院校医学实验教学规划教材

ISBN 978-7-03-034694-0

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 121715 号

责任编辑:李 植 周万灏 / 责任校对:张怡君

责任印制:肖 兴 / 封面设计:范璧合

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>

涿州印刷有限责任公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2012年6月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2012年6月第一次印刷 印张:21 1/2

字数:514 000

定价:45.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

中国科学院教材建设专家委员会规划教材
全国高等院校医学实验教学规划教材

医学机能实验学

主 编 朱启文

副主编 李亘松 赵润英 滕伟禹 朱 刚 孙慧哲 潘秀丹

编 委 (按姓氏拼音排序)

- | | | | |
|-----|-------------------------|-----|------------------------|
| 王俊平 | 沈阳医学院基础医学院药理教研室 | 张丽艳 | 沈阳医学院基础医学院病理生理教研室 |
| 王振华 | 中国医科大学基础医学院生理教研室 | 张 辉 | 中国医科大学附属盛京医院康复科 |
| 王 睿 | 沈阳医学院附属奉天医院检验科 | 张 蕾 | 辽宁医学院基础医学院生化与分子生物教研室 |
| 田 坚 | 沈阳医学院附属奉天医院内分泌科 | 陈丽萍 | 沈阳医学院附属沈洲医院呼吸内科 |
| 朱 刚 | 中国医科大学附属第一临床医院心理科 | 金 戈 | 沈阳医学院基础医学院药理教研室 |
| 朱启文 | 沈阳医学院基础医学院生理教研室 | 赵润英 | 沈阳医学院基础医学院药理教研室 |
| 刘 凡 | 沈阳医学院附属奉天医院消化内科 | 姚 阳 | 沈阳医学院基础医学院生理教研室 |
| 孙 艺 | 沈阳医学院附属奉天医院肾内科 | 姚丽莹 | 中国医科大学医学美术教研室 |
| 孙昇燕 | 沈阳医学院附属奉天医院循环教研室 | 柴纪严 | 辽宁中医药大学教学实验中心 |
| 孙慧哲 | 沈阳医学院基础医学院解剖教研室 | 倪月秋 | 沈阳医学院基础医学院生理教研室 |
| 杨 军 | 中国医科大学附属第一临床医院神经内科 | 徐万鹏 | 中国医科大学附属第一临床医院神经内科 |
| 李玉芳 | 沈阳医学院基础医学院生理教研室 | 徐 军 | 沈阳医学院基础医学院中心实验室 |
| 李亘松 | 中国医科大学基础医学院机能实验中心 | 崔 巍 | 沈阳药科大学生命科学与生物制药学院生理教研室 |
| 李晓明 | 辽宁医学院基础医学院组胚教研室 | 隋 璐 | 沈阳医学院基础医学院病理生理教研室 |
| 吴敏范 | 沈阳医学院基础医学院生理教研室 | 黎明新 | 沈阳医学院附属奉天医院检验科 |
| 邹卫东 | 中国医科大学医学美术教研室 | 滕伟禹 | 中国医科大学附属第一临床医院神经内科 |
| 邹 丹 | 沈阳医学院基础医学院病理生理教研室 | 潘秀丹 | 沈阳医学院公共卫生学院统计教研室 |
| 沈静雪 | 沈阳医学院附属奉天医院内分泌科 | 薛维爽 | 中国医科大学附属第一临床医院神经内科 |
| 宋 岩 | 沈阳医学院附属奉天医院 ICU | | |
| 张日辉 | 沈阳体育学院运动人体科学学院运动生理生化教研室 | | |

科 学 出 版 社

北 京

前 言

本教材是将机能实验教学按照转化医学要求的实验教学模式,借鉴国内外同类教材的编写模式编写而成,我们力求做到体系创新、理念创新及编写精美。需要指出,本教材是在2009版《机能实验学》的基础上,结合“全球医学教育最低基本要求”和“本科医学教育国际标准”两个国际医学教育标准的要求,进行了大幅度的改写而成,本版教材更加注重转化医学的理念在全教材的贯穿。旨在建立以学习兴趣、能力培养为主线,多模块、多层次、相互衔接的实验教学体系,与理论教学既联系又相对独立,实现基础与临床、经典与现代的有机结合是我们编写本教材的初衷。

本版有些篇章的内容虽然有了改变,但教材的基本内容仍是以第1版为基础的。所以,第2版教材编写工作能够顺利完成,也包含了第1版编者的贡献。在这里,我们向他们表示由衷地感谢。

为了编写好本教材,我们吸取了兄弟院校的诸多经验,尤其是将近一半编委是来自于临床第一线的老师。值得提出的是本书编写过程中选择编委时充分考虑到章节专业特殊性,都由专业人员完成相应的工作,如第十三章实验结果的统计学处理部分,依据机能实验学的特点,我们略去了大样本资料的计算方法,结合实例阐述了实验结果数据的统计学分析过程。插图编审由中国医科大学医学美术教研室邹卫东老师完成,突出图文并茂的特点,方便“教”与“学”也便于对实验内容的理解和应用,赋予了本教材新的特色,在此深表谢意。

在实验内容上,进一步加大了不同课程间的融合和渗透,案例和相关知识窗贯穿于各系统实验中。本教材专门介绍了与机能实验学密切相关的康复医学、运动生理、心理疾病、ICU、中医机能实验学内容,使理论和实践无缝连接。我们在编写病例讨论时,力求突出结合典型案例,把相关的生理学、病理生理学和药理学的知识贯通起来。

参加本书的编者,都是有多年教学经验的教师。编委会后,大家都参阅了国内外较新的参考书和教材。但由于经验不足,不妥之处在所难免,欢迎大家给予指正。

感谢各位编者的认真、细致的工作,感谢隋璐老师作为编写组的秘书所做的大量工作。

朱启文
2011年9月

目 录

第一篇 机能学实验基本知识、技术和方法

第一章 绪论	(1)
第一节 机能实验学的教学内容和教学目标	(1)
第二节 机能学实验的学习要求	(2)
第三节 机能学实验结果的观察、记录与处理	(3)
第四节 机能学实验报告的写作	(4)
第二章 机能学实验常用仪器及器件	(6)
第一节 生物信号采集与处理系统	(6)
第二节 换能器	(16)
第三节 RB-200 智能热板仪	(18)
第四节 HW-400S 恒温平滑肌槽	(23)
第五节 HX-100E 小动物呼吸机	(26)
第六节 PV-200 足趾容积测量仪	(28)
第七节 ECG-901A 型心电图机	(29)
第八节 KDC-40 低速离心机	(31)
第九节 ZRY-100 在/离体蟾蜍心脏恒压灌流实验装置	(34)
第十节 V-1100 可见分光光度计	(34)
第十一节 OPTI™CCA 便携式血气分析仪	(37)
第十二节 LBY-NJ4 四通道任选式血小板聚集仪	(40)
第十三节 LBY-N6K 自动血液流变仪	(41)
第十四节 RT-1904C 半自动生化分析仪	(44)
第十五节 PE-6800VET 全自动动物血细胞分析仪	(46)
第十六节 MT-100 尿液分析仪	(52)
第三章 实验动物基本知识	(55)
第一节 实验动物的分类	(55)
第二节 实验动物的选择	(56)
第三节 实验动物的捉拿与固定方法	(60)
第四节 实验动物的编号方法	(62)
第五节 实验动物的麻醉	(63)
第六节 实验动物的给药方法	(67)
第七节 实验动物的备皮方法	(70)
第八节 实验动物体液的采集方法	(71)
第九节 实验动物的处死方法	(74)
第十节 实验动物生理指标正常值	(74)
第十一节 实验动物药物剂量的换算	(76)
第四章 动物实验基本操作技术和方法	(79)
第一节 动物实验常用手术器械及使用方法	(79)
第二节 动物实验常用的手术方法	(83)

第三节	动物实验标本制备方法	(91)
第四节	人类疾病动物模型的复制方法	(95)
第五节	动物实验常用生理溶液的配制方法	(115)
第五章	相关学科的实验技术与方法	(118)
第一节	细胞与组织的可视技术	(118)
第二节	免疫组织化学与免疫细胞化学	(124)
第三节	分子生物学常用实验方法	(132)
第四节	血氨的检测	(152)
第五节	心肌酶的测定	(152)

第二篇 机能学实验项目

第六章	机能学基础性试验	(157)
第一节	循环系统	(157)
第二节	呼吸系统	(182)
第三节	神经系统	(190)
第四节	消化系统	(208)
第五节	内分泌系统	(214)
第六节	血液系统	(220)
第七节	泌尿生殖系统	(222)
第八节	运动系统	(228)
第九节	感官系统	(231)
第十节	其他	(232)
第七章	人体机能实验	(259)
第八章	虚拟实验室系统	(283)
第一节	建立虚拟实验室的意义	(283)
第二节	虚拟实验室建设方案	(285)
第三节	教学型虚拟实验室建设的发展方向	(285)
第四节	VBL-100 虚拟实验室系统在医学院校中应用	(285)
第九章	探索性试验	(294)
第一节	探索性试验的性质和目的	(294)
第二节	探索性试验的实施过程	(294)
第三节	探索性试验的实验设计	(295)

第三篇 科研基础知识

第十章	文献检索	(300)
第十一章	医学生物学科研究思维方法与创新	(304)
第十二章	实验设计	(307)
第十三章	实验结果统计学处理	(311)
第一节	实验结果统计学处理的意义	(311)
第二节	统计学中的几个基本概念	(312)
第三节	医学机能学常用的统计学方法	(317)
第四节	统计表与统计图的制作	(329)
第十四章	机能学实验研究论文的撰写	(335)

第一篇 机能学实验基本知识、技术和方法

第一章 绪 论

第一节 机能实验学的教学内容和教学目标

认识生命、认识人体自身,是医学研究的根本。人体是多细胞构成的独特组织体系,其从生到死的过程同样也是独特的。人体能以恰当的活动,尤其是以运动的方式对外界的影响(刺激)做出反应,以适应其赖以生存的环境。借助各种科学方法观察和分析人体,可以从不同的层次(细胞、器官、系统等),不同的侧面(形态、功能、环境等)来进行观察和分析。机能实验学正是从人体功能方面探讨正常或疾病状态下以及在药物干预下,人体(或动物体)机能活动、代谢变化的机制和规律的科学。

机能实验学是医学及医学相关专业医学生的必修课,其基本理论和基本实验方法与技术源于生理学、病理生理学和药理学等医学基础课程,此外课程知识还涉及统计学、动物学、计算机等学科的理论及相关的实验方法、实验研究和实验技术,是一门跨学科的、需要学生动手实践的综合性课程。

(一) 机能实验学课程教学内容

1. 机能实验学基本理论 机能实验学基本理论包括实验动物基本知识,常用仪器的原理和使用方法,机能实验学基本方法和技术,实验数据的采集和统计处理,机能实验学研究的基本步骤,实验报告写作的要求和格式。这部分内容通过课堂教学与自学相结合的形式进行。

2. 基础性和综合性实验内容 基础性和综合性实验内容涉及离体组织、器官实验,整体动物实验。基础实验主要安排一些单一因素、单一观察指标的实验,教学重点是学习和训练机能实验学动物实验的基本方法、技能、仪器使用,学习实验数据的记录、统计和实验报告的撰写方法。综合性实验主要安排多因素、多观察指标的实验,教学重点是强化实验操作、掌握实验方法、实验结果的统计分析和规范的实验报告写作。

3. 探索性或设计性实验内容 探索性或设计性实验内容是在完成基础性和综合性实验教学、学生已具备了机能实验学的基本能力之后,由老师指定或学生自选课题方向,并在老师的指导下,学生完成查阅资料、实验设计、实验准备、实验、实验数据的统计分析及实验论文的撰写。

(二) 机能实验学课程教学目标

机能实验学的教学目标,主要是掌握基本的实验技能、获得探索未知的能力,其次是验证和巩固所学的理论知识。理论教学和实践教学是高等教育的两个基本手段。虽说理论是知识的结晶,但理论终究也只是二手知识,而通过实践得到的是一手知识。经过大学本科的学习,尤其是医学生,倘若只有二手知识,没有通过实验得到的一手知识的能力,永远跟在别人后面,学的再好,也只能是仅掌握二手知识的人才。所以,实验课的目的绝不单纯是验证理论,而是要传授真知和探索未知的能力。

(1) 在掌握基本理论、基本知识、基本技能的基础上,培养学生理论联系实际的能力,通过实验初步掌握常用仪器的使用,学会观察、记录、分析实验结果及书写实验报告的基本方法,了解获得知识的科学方法和手段。

(2) 通过基础、综合实验教学,融会贯通多学科知识和技能,培养学生的动手能力和观察、分析、解决问题的综合能力,尤其是要培养学生开拓创新和团结协作的精神。

(3) 通过探索性或设计性实验教学,使学生了解机能实验学研究从文献检索、实验设计、科学实验、实验数据的统计分析到论文撰写的基本程序,为学生今后接触临床和从事科学研究奠定坚实的理论和实践基础。

第二节 机能学实验的学习要求

在实验教学中,教师要特别注意要求学生实事求是、严格地进行实验,要以严谨的科学态度和严密的逻辑思维方法观察和分析实验现象和实验结果。学生应具有严谨的工作作风和团结协作的合作精神。

实验室是进行机能实验学教学的重要场所,为保障完成机能实验学教学目标,学生必须熟知实验室各项管理规定和规章制度,并严格遵守。此外还必须遵守并做到以下的要求。

(一) 实验课前要求

机能实验学所用实验仪器设备操作比较复杂,实验动物的手术、标本制备技术难度较高,实验时间较长,处理因素多,干扰因素常会影响实验结果。课前充分的准备工作是实验顺利进行和获得良好实验结果的重要保证。课前的准备工作要求如下:

1. 实验方面的准备 要上好机能实验学实验课,必须有备而来、有足够的求知欲望。应该仔细阅读实验教材,了解本次实验的目的和要求,理解实验原理,熟悉实验步骤、操作程序、记录项目和注意事项。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。预备出本次实验的原始记录和结果数据的记录准备。

附:原始记录项目

原始记录项目①实验名称、实验日期、时间、环境温度、实验成员。②受试对象动物种类、品系、编号、性别、体重、健康状况、离体器官名称。③实验仪器主要仪器名称、规格型号、生产厂商。④实验药物或试剂名称,来源(厂商、剂型、规格、含量和批号)。⑤实验方法分组,动物处理(麻醉、手术、刺激、给药途径、剂量、时间和间隔)。⑥实验观察指标名称、单位、指标测量方法、数据形式,记录曲线的标注。⑦实验结果原始数据记录表格、统计数据表格、坐标图、直方图等。⑧处理实验数据的表示方法,统计方法与结果判定标准。

特别要提醒的是,要达到某种目的可能有众多方法,如何选择就是能力的体现。比如要了解心脏的功能,就实验方法而言,可以应用在体或离体模型,可以是急性或慢性实验,这就需要根据你的目的和条件来取舍,这就是能力自我提高的过程。因此,充分理解实验原理和为什么要选择相应的实验方法与步骤,尤为重要。

2. 理论方面的准备

(1) 按照课程进度,预习或复习相关理论知识,通过查阅有关文献和书籍,预测该实验各项步骤可能得到的结果,对预期的实验结果做出合理的解释,对可能出现的意外有相应的对策,并写出预习报告。

(2) 在进行探索性或设计性实验前,要预先根据实验目的和设计的要求认真写出设计的实验方案。

(二) 实验课中要求

1. 严格遵守实验室的所有规章制度 必须按规定的时间参加实验课。进入实验室需穿好工作服。实验组成员应明确分工、密切配合。严格按仪器设备的操作规程和步骤进行实验。不得随意动用与本次实验无关的仪器设备。不得进行任何与实验无关的或非法的活动。严禁在计算机上玩游戏、做个人文件、随意启动其他程序。注意安全,严防触电、火灾、被动物咬伤及中毒事故的发生。

2. 重视掌握本次实验方法和技能 实验课上重点在于掌握本次实验方法和技能的适用性及其目的与效果的判断。要认真听取老师的讲解,比较自己的准备差异;注意观察示教操作,特别注意老师指出的实验注意事项。

3. 认真仔细地观察实验中出现的现象 仔细耐心地观察实验中出现的现象,要做到随时如实、准确、正确地记录实验结果并联系理论加以分析和思考,不可单凭记忆,以免发生错误或遗漏,严禁篡改实验数据和结果。实验中出现问题尽量独立解决,不要过分依赖老师;出现非预期结果,要及时分析其原因,条件许可时应该验证之。

4. 其他 实验时要尊重实验动物生命,善待实验动物,严禁无麻醉下进行各种手术操作。实验时不得随意浪费动物标本、器材、药品和试剂。能重复利用的器材,如纱布、缝合针、试管、导管和针头等,应洗净再用。

(三) 实验课后要求

(1) 实验完毕后,应及时切断电源,关闭水、气、门、窗。将所用仪器设备、实验手术器械等进行清理、摆好和如数归还。如有损坏或缺少应立即报告指导教师。

(2) 按规定妥善处理实验后的动物和标本,放至指定的地点,不得随地乱丢。实验废物不得乱倒、乱扔,尤其是强酸、强碱试剂或具有放射性的液体或污物,动物皮毛、组织器官、纸屑等不得倒入水槽内,应统一放置在指定容器和地点。

(3) 实验结束,各实验组将实验桌、手术台等清理干净;值日生轮流负责实验室的清洁卫生工作,以保证实验室环境的整洁卫生,经指导教师检查验收后,方可离开。

(4) 按实验课要求整理实验记录,独立分析实验结果,认真讨论和撰写实验报告并及时交老师批阅。不得抄袭他人实验结果和实验报告。

第三节 机能学实验结果的观察、记录与处理

为了了解生命的某些规律,必须设计特定的实验,按照随机、均衡的原则选取符合条件的动物或标本(实验对象);通过改变作用于实验对象的某些实验条件(实验因素),观察实验对象的某些生命活动的变化(实验效应或指标)来分析总结并做出正确的判断。以上三者即为实验的三个基本要素。施加的实验因素引起了什么现象?这当然就是看实验指标的变化(请思考,实验指标能够包含所有实验现象吗?)。首先要确定为什么加这样的因素?预计应该得到什么样的结果;其次要注意控制哪些实验条件,在实验过程中,这些实验条件应始终保持一致,这体现的是实验的对照原则。通过对实验现象的分析和思考以及查找并学习相关知识,深入认识生命现象,窥探出现象的内在规律,这是从现象到本质的思辨过程,也许就有新的知识点(你自己的!)

(一) 实验的原始资料

通过实验得到的原始记录和结果数据统计称为原始资料,是实验证据和实验结论的依据。一般包括数据资料及图形资料两大类。计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,例如动物存活或死亡的数目、阳性反应或阴性反应的数目等。非单次实验的原始资料,尤其要注意的是原始记录和结果数据的相互对应,避免混淆。

(二) 实验数据的处理与实验结果表达

蕴涵在原始资料中的实验结果有时并不是能够直接为人所认识的,需要对实验的原始资料进行适当的整理加工,必要时应该进行统计学分析,才能够揭示其本质内容。对原始资料的表示主要有图示法、表格法和文字描述法。图示法和表格法要有题目、序号和说明。

(1) 图示表示实验结果包括实验的照片、绘图和仪器描绘曲线。如果是坐标图,应在纵轴和横轴上列出数值表示,标明单位。一般以纵轴表示反应强度,横轴表示时间或药物剂量,并在图的下方注明实验条件。非连续性的变化,也可用柱形图表示。对较长的曲线,可选取出现典型变化的段落,进行剪贴。

(2) 用表格表示实验结果时,应事先制出完善的表格。一般将观察项目列在表内左侧,自上而下逐项填写,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。

(3) 实验结果以文字描述时,要注意时间概念和顺序上的先后层次,文字要精炼规范。

(三) 实验数据的统计分析与判断

重复是防止偶然性掩盖必然性的措施。如果我们以人体作为实验对象,那么所有的人即为实验的总体,而我们仅能够对有限的若干人进行实验,这些人就成为实验样本。要使实验结果和结论能够可靠地适用所有人,则必须按有关方法估计实验所需样本含量,这就是实验的重复原则,即不能以单次实验来以偏概全。必须在取得一定数量样本的原始资料后,进行统计学处理后,实验数据才成为实验结果,才具有一定的可靠性,才在一定条件下有意义。机能实验学所开展的实验多为前人所完成的实验,具备一定的科学性,因此学生实验时大多只做一次。但要注意前人所完成的实验也不一定就是真理,要有创造性思维,善于观察和发现,多思考、多质疑。要知道,即便是极为经典的实验,也是在极其严格的实验条件下进行的,目前还没有什么实验能够达到单一因素的地步,还不能精确到使隐藏在现象后面本质暴露出来的精度,都有可能出现当前理论不能解释的结果。

(四) 实验结果的分析

实验结束后必须及时对实验中所得到的结果进行科学的整理分析,不论是预期结果还是非预期结果,均应以客观的态度实事求是地整理表达,分析其产生的原因或机制,得出正确的解释和结论。

第四节 机能学实验报告的写作

(一) 撰写实验报告的意义

撰写实验报告是机能实验学课程的一项基本训练。通过实验报告的写作,可以熟悉撰写科学论文的基本格式和方法,通过应用学过的有关理论知识或查阅的有关文献资料,对实验结果进行分析和解释,从而得出实验的结论,使学生应用知识,独立思考,分析、综合和概括问题的能力以及书写能力得到提高,为今后撰写科学论文打下良好的基础。

(二) 实验报告的格式

实验报告封面:

机能实验学实验报告

实验题目:

年级、班级、组别:

组员、主要操作者、执笔人:

指导教师:

实验日期:

实验地点:

(有条件的实验室还应该标明室温、湿度和气压。)

实验报告正文:

实验题目:

年级、班级、组别:

组员、主要操作者、执笔人:

实验目的:

实验原理:

实验材料:

实验方法:

实验结果:

讨 论:

结 论:

参考文献:

评 语:

成 绩:

教师签字(日期)

(三) 实验报告的内容及撰写要求

1. 实验报告的标识项 实验报告的标识项基本上位于实验报告的封面,主要是告知此份报告的基本属性。实验题目一般采用教材上的题目。主要操作者是指标本制作和仪器操作的主要完成人,执笔人为撰写本报告的人。

2. 实验目的 实验目的大致包括用什么方法、什么动物、什么实验技术进行动物模型的复制,确定的主要观察指标或项目。例如,在进行“高钾血症实验”时,其实验目的:学习掌握家兔高钾血症实验模型复制的方法,观察高钾血症动物心电图、血钾浓度的改变特征,观察葡萄糖胰岛素治疗家兔高钾血症的效果。

3. 实验原理、材料方法 这些项目如与教材相同,可以仅注明出处,如果有改进则必须详尽书写。实验材料改进时应该包括仪器和器材、实验对象、药品和试剂等。实验方法改进时需要写明实验方法、实验技术,详细说明实验技术路线(即实验步骤)、观察指标的内容和实验数据的采集方法。对这一问题的交代要简明、扼要、清晰(详见上节)。

4. 实验结果 根据实验目的,对原始记录进行系统化、条理化的整理、归类和统计学处理。其表达方式一般有三种:叙述式、表格式和简图式。

5. 讨论 讨论是运用所掌握的理论知识,通过分析推理,对实验中出现的实验现象和实验结果进行科学解释的过程。讨论一般要用实验结果来回答实验的目的是否已经达到,实验结果提示了哪些非预期的新问题,并分析其产生的可能原因。讨论要有根据,实事求是,符合逻辑。另外要注意的是,讨论要有明确的目的性,不必面面俱到。

6. 结论 结论是在讨论的基础上从实验归纳出的科学性、概括性的判断,也就是对实验所能验证的概念、原则或理论的简要总结。结论和实验目的是相互呼应的;未能充分验证的内容不能写入结论。概括、总结实验结果的论点或推论同时应注意简短,并符合逻辑。

7. 参考文献 标明参考文献是尊重他人劳动,表明了科学的严肃性和言之有据,也体现着自我劳动的艰辛;作为学生,你究竟掌握了多少相关的知识。

(中国医科大学 李豆松)

第二章 机能学实验常用仪器及器件

第一节 生物信号采集与处理系统

生物信号可反映生物体的生命活动状态,因此,生物信号的采集与处理是生物科学研究的重要手段之一。

生物信号的表现形式具有多样性,如既有物理的声、光、电、力等类的变化;又有化学的浓度、气体分压、pH 等的变化,其特点是信号微弱、非线性、高内阻、干扰因素多等。这些特征对于生物信号的采集与处理的研究及运用十分重要。

传统的生物信号采集与处理系统是由功能不同的电子仪器及手工测量工具组合而成,如由前置放大器、示波器、记录仪、分割规、尺、计算器等构成。由于近年计算机工业的飞速发展,特别是微型计算机的广泛应用,以及计算机生物信号采集和处理软件的开发,使得经过放大的生物电信号输入计算机进行观察、测量、处理和储存成为可能,而且更为方便、精确。因此,生物信号采集与处理系统逐渐变为以计算机和相应软件为采集处理核心的数字化系统。

数字化生物信号采集、处理系统与传统的生物信号采集系统相比,生物信号的记录和分析的准确性、实时性、可靠性有了很大的提高。而且更多的参数可以灵活设置,并随时方便地改变,使采集的数据能够共享和进行复杂的多维处理,从而大大提高了系统的性能和实验质量,简化了实验过程。

一个完整的生物信号采集与处理系统一般包括生物信号的引导与换能、生物信号的调理与放大、生物信号的数字化与采集、生物信号的记录与处理四部分(图 2-1)。

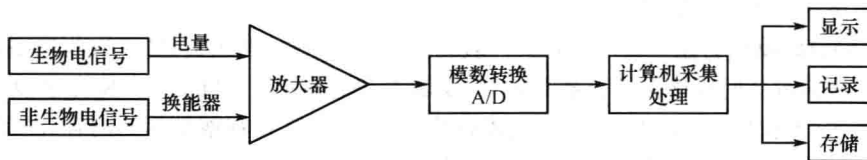


图 2-1 生物信号采集与处理系统

生物电信号通过电极、非电生物信号通过传感器的引导与换能,输入到前置放大器,经过调理与放大的生物信号通过 A/D 转换数字化后采集至计算机,通过计算机的处理、显示、分析、记录并存储所获得的生物信号。

本节主要介绍国内应用较为广泛的 BL-420F 生物机能实验系统(图 2-2)和 PowerLab 生物信号采集与处理系统(图 2-3)的操作。



图 2-2 BL-420F 生物机能实验系统

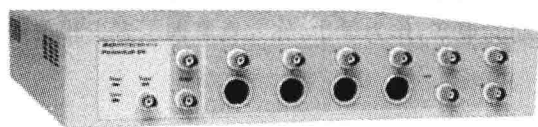


图 2-3 PowerLab 生物信号采集与处理系统

一、BL-420F 生物机能实验系统

BL-420F 生物机能实验系统是一种智能化的具有多路生物信号采集、显示、记录与处理功能的机能实验系统。该系统由计算机、BL-420F 系统硬件和 BL-NewCentury 系统软件三部分组成。它具有记录仪+示波器+放大器+刺激器+心电图仪等传统的机能实验常用仪器的全部功能,并且具有传统仪器所无法实现的数据自动分析、参数预置、操作提示等许多功能。具有血压,呼吸,张力,生物电(心电、肌电、脑电等)等多种生物信号的采集,显示,记录,处理等能力,是机能实验教学的主要仪器设备。

(一) 操作步骤

1. 开机 当计算机各接口连线连接好后,打开计算机电源。

2. 启动软件 进入 Windows 操作系统桌面,双击 BL-420F 系统快捷启动图标,即进入 BL-NewCentury 系统软件主界面。

(1) 主界面及主要功能简介:主界面从上到下依次分为标题条、菜单条、工具条、波形显示窗口、数据滚动条(含反演按钮区)、状态条等 6 个部分;从左到右主要分为标尺调节区、波形显示窗口和分时复用区 3 个部分(图 2-4)。

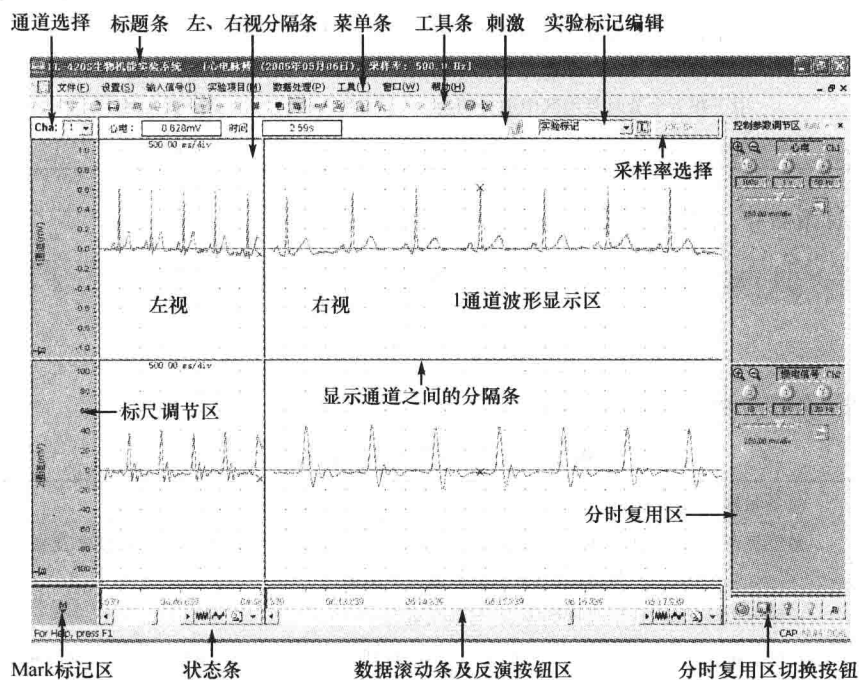


图 2-4 BL-420F 生物机能实验系统主界面

BL-420F 生物机能实验系统主界面上各部分功能参见表 2-1。

表 2-1 BL-420F 生物机能实验系统主界面上各部分功能一览表

名称	功能	备注
标题条	显示 TM_WAVE 软件的名称及实验相关信息	软件标志
菜单条	显示所有的顶层菜单项,您可以选择其中的某一菜单项以弹出其子菜单。最底层的菜单项代表一条命令	菜单条中一共有 8 个顶层菜单项

续表

名称	功能	备注
工具条	一些最常用命令的图形表示集合,它们使常用命令的使用变得方便与直观	共有 22 个工具条命令
左、右视分隔条	用于分隔左、右视,也是调节左、右视大小的调节器	左、右视面积之和相等
特殊实验标记编辑	用于编辑特殊实验标记,选择特殊实验标记,然后将选择的特殊实验标记添加到波形曲线旁边	包括特殊标记选择列表和打开特殊标记编辑对话框按钮
标尺调节区	选择标尺单位及调节标尺基线位置	
波形显示窗口	显示生物信号的原始波形或数据处理后的波形,每一个显示窗口对应一个实验采样通道	
显示通道之间的分隔条	用于分隔不同的波形显示通道,也是调节波形显示通道高度的调节器	4/8 个显示通道的面积之和相等
分时复用区	包含硬件参数调节区、显示参数调节区、通用信息区、专用信息区和刺激参数调节区五个分时复用区域	这些区域占据屏幕右边相同的区域
Mark 标记区	用于存放 Mark 标记和选择 Mark 标记	Mark 标记在光标测量时使用
时间显示窗口	显示记录数据的时间	在数据记录和反演时显示
数据滚动条及反演按钮区	用于实时实验和反演时快速数据查找和定位,可同时调节四个通道的扫描速度	
切换按钮	用于在五个分时复用区中进行切换	
状态条	显示当前系统命令的执行状态或一些提示信息	

(2) 工具条简介:工具条如图 2-5 所示。



图 2-5 工具条

工具条上各部分功能参见表 2-2。

表 2-2 工具条上各命令的功能

图标	命令名称	功能说明
	系统复位	选择系统复位命令将对 BL-420S 生物机能实验系统的所有硬件及软件参数进行复位,即将这些参数设置为默认值
	拾取零值	使信号回到零点,与基线重合
	打开反演数据文件	该命令与“文件”菜单中的“打开”命令功能相同,请参阅本章前面的相关章节
	另存为	该命令与“文件”菜单中的“另存为”命令功能相同,请参阅本章前面的相关章节
	打印	该命令与“文件”菜单中的“打印”命令功能相同,请参阅本章前面的相关章节
	打印预览	该命令与“文件”菜单中的“打印预览”命令功能相同,请参阅本章前面的相关章节
	打开上一次实验设置	该命令与“文件”菜单中的“打开上一次实验设置”命令功能相同,请参阅本章前面的相关章节
	记录	“记录”命令是一个双态命令,当记录命令按钮的红色实心圆标记处于蓝色背景框内时,说明系统现在正处于记录状态,否则系统仅处于观察状态而不进行观察数据的记录

续表

图标	命令名称	功能说明
	启动	选择该命令,将启动数据采集,并将采集到的实验数据显示在计算机屏幕上;如果数据采集处于暂停状态,选择该命令,将继续启动波形显示
	暂停	选择该命令后,将暂停数据采集与波形动态显示
	停止实验	选择该命令,将结束当前实验,同时发出“系统参数复位”命令,使整个系统处于开机时的默认状态
	切换背景颜色	选择该命令,显示通道的背景颜色将在黑色和白色这两种颜色中进行切换
	格线显示	这是一个双态命令,当波形显示背景没有标尺格线时,单击此按钮可以添加背景标尺格线;当波形显示背景有标尺格线时,单击此按钮可以删除背景标尺格线
	同步扫描	这是一个双态命令,当这个按钮按下时,所有通道的扫描速度同步调节,这时,只有第一通道的扫描速度调节杆起作用;当不选择同步扫描时,各个显示通道的扫描速度独立可调
	区间测量	该命令用于测量任意通道波形中选择波形段的时间差、频率、最大值、最小值、平均值、峰峰值、面积、最大上升速度(d_{\max}/d_t)及最大下降速度(d_{\min}/d_t)等参数,测量的结果显示在通用信息显示区中
	心功能参数测量	该命令用于手动测量一个心电波形上的各种参数,包括:心率、R波幅度、ST时段等13个参数。这是一个开关命令,只有在命令打开状态下方可测量
	打开 Excel	选择该命令,将打开 Excel 电子表格。使用这个命令打开 Excel 电子表格后,Excel 电子表格就和 TM_WAVE 软件之间建立了一种联系,以后的区间测量,心肌细胞动作电位测量和血流动力学测量的结果将会自动被写入到 Excel 电子表格中
	X-Y 输入窗口	X-Y 向量图不仅可以做出心电图向量环,还可以完成压力-变化率环(P-dp/dt),压力-速度环(P-dp/dt/p)等分析血压与血压变化速率关系的 X-Y 曲线
	选择波形放大	查看某一段波形的细节,可以使用这个命令。具体的操作方法:先从波形显示通道中选择您想放大的波形段,当您使用区域选择功能选择波形段后,这个命令变得可用,用鼠标单击此命令,将弹出波形放大对话框
	数据剪辑	从原始数据文件中选取有用数据,然后将有用数据另存为一个与原始数据格式相同的其他文件。数据剪辑利用选取的波形构成一个新的数据文件,是在大量的原始数据中选择少量的有用数据
	数据删除	数据删除则是将选取的波形全部从原始文件中剔除,用剩余的原始数据构成一个新的数据文件,适用于从原始数据文件中剔除少量的无用数据
	添加通用标记	在实时实验过程中,单击该命令,将在波形显示窗口的顶部添加一个通用实验标记,其形状为向下的箭头,箭头前面是该标记的数值编号,编号从1开始顺序进行,如 20 ↓,箭头后面则显示添加该标记的时间
	关于	该命令用于打开软件的关于对话框,与“帮助”菜单中的“关于 TM_WAVE”命令功能相同,请参阅相关章节
	及时帮助	该工具条按钮的功能是提供及时帮助,选择该工具条命令后,鼠标指示将变成一个带问号的箭头,此时您用鼠标指向屏幕的不同部分,然后按下鼠标左键,将弹出关于指定部分的帮助信息

3. 设置实验方法

(1) 根据实验项目在“实验项目”菜单项内直接选择该实验模块,系统将自动设置该实验的基本参数(包括通道、采样率、系统放大倍数等)并启动实验。如果在进入某实验模块时出现有参数调节的对话框,则输入相关参数,然后按“确定”按钮即可。在 BL-420F 系统中共设置了九大类共计 52 个实验模块,涵盖了生理、药理和病理生理学的绝大部分实验内容。

(2) 如所要选择的实验在“实验项目”菜单项内没有,则用鼠标单击菜单条上的“输入信号”菜单项,弹出下拉式菜单,移动鼠标,在相应的实验通道中选择输入信号类型,如需选择多通道输入,则重复以上步骤。各通道参数则根据您选择的实验内容自动设置完成。选择好各个通道的信号后,单击工具条上的“启动实验”命令开始实验。该方法适用于科研实验。

实验过程中,如需对该实验设置的各项参数进行保留,只需选择“文件”→“保存配置”命令项,在弹出的“另存为”对话框中输入配置文件名,下一次您可以使用“文件”→“打开配置”命令打开原来保存的配置文件,则系统自动按配置文件的内容设置参数并启动实验。

在实验过程中,如要以全屏方式显示某通道信号,只需用鼠标双击该通道任意部位,即完成单通道的全屏显示。同时也可以通过拖动各通道之间的分隔条任意调节各通道显示区的大小。如要恢复原通道显示大小,用鼠标双击显示区的任意部位即可。

4. 参数调节 在实验过程中,可根据被观察信号的大小及波形特点,调节各通道增益、时间常数、滤波以及扫描速度。

(1) 增益调节:增益调节旋钮在控制参数调节区中。每一个通道均有一个增益调节旋钮,用于实现调节系统增益大小(增益即是指放大器的放大倍数)。

(2) 时间常数、滤波:滤波和时间常数实质上都是滤波,其中滤波是指高频滤波(低通滤波),它的作用是衰减生物信号中夹杂的高频噪声;时间常数是指低频滤波(高通滤波),它的作用是衰减生物信号中混入的低频噪声。50Hz 滤波是专指对电网所带来 50Hz 的干扰进行的滤波(当记录的信号中含有大量的 50Hz 成分时,50Hz 滤波会造成图形的严重失真!如心电信号禁用 50Hz 滤波)。通过上述参数的调节,选择一个较好的通频带,是我们实验成功的基本条件。一般而言,生物信号的类型不同,实验条件不同,所选择的通频带也不相同。

(3) 扫描速度调节:扫描速度调节的功能是改变通道显示波形的扫描速度。如果要改变哪个通道的扫描速度,需将鼠标指示器指在该通道的扫描速度调节器的绿色三角形上,按下鼠标左键,然后用鼠标左右拖动这个绿色的三角形即可。当向右移动绿色三角形时,扫描速度将增大,反之则减小。

5. 定标 定标是为了确定引入传感器的生物非电信号和该信号通过传感器后转换得到的电压信号之间的一个比值,通过该比值计算机就可以方便计算出传感器引入的生物非电信号的真实大小。比如,为了测定血压,我们用标准水银血压计作为压力标准对血压传感器进行定标。假设我们从标准水银血压计读出的值为 100mmHg (13.3kPa),通过血压传感器的转换从生物机能实验系统读出的值为 10mV,那么这个比值就是 $100\text{mmHg} (13.3\text{kPa})/10\text{mV} = 10\text{mmHg} (1.33\text{kPa})/\text{mV}$ 。有了这个比值,以后我们就可以方便地根据从传感器得到的电压值计算实际血压值了。所以,为了对生物非电信号进行定量分析,必须在分析前对所使用的传感器进行定标。

6. 记录存盘 用鼠标单击工具条上的“记录”按钮,此时记录按钮将呈现为按下的状态,计算机开始记录存盘。启动实验时系统的默认状态为记录状态。

7. 测量数据结果显示 在实验过程中,我们要不断观察生物信号测量的数据。这时只需用鼠标单击分时复用区中的通用数据显示区、专用数据显示区按钮即可。通用信息显示区显示各个通道信号的通用测量值,如频率、最大值、最小值、平均值等,专用信号测量则针对一些特殊的实验模块。

8. 暂停观察 如要仔细观察正在显示的某段图形,单击工具条上的暂停按钮,此时该段图形将被冻结在屏幕上。如需继续观察扫描图形,单击启动键即可。

9. 刺激器的使用 刺激器的参数调节按钮在主界面左边标尺调节区的上方。需要调节刺激器时,用鼠标单击刺激器按钮,此时将弹出设置刺激器参数对话框。可以根据实验需要调节

刺激器的各项参数,包括刺激方式、波宽、幅度等。某参数项右边的两个上、下箭头表示对参数粗调,下边两个箭头表示对参数细调。当需要给标本刺激时,使用鼠标单击刺激参数调节区中的启动刺激按钮。

如果你选择的刺激方式为连续刺激方式,那么启动刺激后该按钮变为凹下状态,如要停止连续刺激,则使用鼠标再次单击该按钮即可。

10. 实验标记 实验过程中对发生的事件要做标记(如用药、刺激等)。该系统中有两种方式的标记。

(1) 特殊实验标记:标记内容在工具条上进行编辑。标记内容是实验模块本身预先设置的或自编辑的文字。当我们用鼠标在特殊实验标记列表框中选定标记内容后,移动鼠标到显示区任意位置,单击鼠标左键即可在通道显示窗口中添加特殊实验标记。

(2) 通用实验标记:其标注按钮在工具条上,当我们需要标记时,点击工具条上的通用实验标记按钮,此时在每个显示通道的顶部将自动生成一个数字标记,该数字标记与波形一起移动,通用标记从 1 开始顺序进行编号,并且不可人为改变,通用标记只有在实时实验过程中才能起作用。

11. 心电记录 BL-420F 生物机能实验系统采用了两种心电记录方式,分别为单导联和全导联心电记录。

(1) 单导联心电记录:在实验中如果只需记录一个导联的心电,可选用该方式。使用普通信号输入线即可引导动物的标准 I、II、III 导联,比如,引导动物标准且导联心电的连接方法:使用银针分别插入到动物的右前肢、左后肢和右后肢,引导电极上的白色鳄鱼夹与右前肢上银针相连,红色鳄鱼夹与左后肢银针相连,而黑色鳄鱼夹与右后肢银针相连即可。单导联心电记录方式灵活,只占用一个通道,可以和其他通道内显示的血压、呼吸等信号一同观察,而且抗干扰能力较强。

(2) 全导联心电记录:如果需要同时记录四个导联的心电,选用该方式。全导联心电的连接方法:一通道(右前肢)、二通道(左前肢)、三通道(左后肢)、四通道(胸导联)、接地线(右后肢)。计算机内部对这些独立通道的心电信号将自动合成,四个通道显示不同导联的心电,各通道所显示的心电导联可以通过对话框自行调节。如果不需要记录胸导联心电,则不必连接四通道输入信号。BL-420S 中有专门的全导联心电输入口,用于输入全导联心电。

12. 结束实验 当实验结束时,用鼠标单击工具条上的“停止”实验按钮。此时会弹出一个“另存为”对话框,提示你给刚才记录的实验数据输入文件名(文件名自定义),否则,计算机将以“temp. dat”作为该实验数据的文件名,并覆盖前一次相同文件名的数据。当单击“确定”按钮后,另存为对话框消失。以后你可以调出本次实验数据进行反演。

13. 实验组号及实验人员名输入 如果你需要在实验结果上打印实验组号及实验人员名字,则选择“设置”→“实验人员”菜单命令,将弹出“实验组及组员名单输入”对话框,用键盘输入实验组号和实验人员名单,按“确定”按钮完成编辑。

14. 实验数据反演 使用鼠标左键单击工具条上的“打开”命令按钮,将弹出“打开”对话框,在对话框中的文件名列表框中选择所要反演的文件,然后按“确定”按钮,即打开该数据文件。对于反演的实验波形,你可以通过标尺调节区中的放大、缩小按钮调整波形的大小;也可通过滚动条右边的波形压缩和波形扩展两个功能按钮调整波形的扫描速度,然后通过拖动滚动条来查找所需观察的那一段实验波形。

15. 数据测量

(1) 区间测量:该命令用于测量当前通道图形的任意一段波形的频率、最大值、最小值、平均值以及面积等参数。方法:鼠标单击工具条上的“区间测量”按钮。此时,图形暂停扫描,通道内出现一垂直线条,线条随鼠标移动而移动;单击鼠标左键以确定要测量图形的始端,同时第二条