

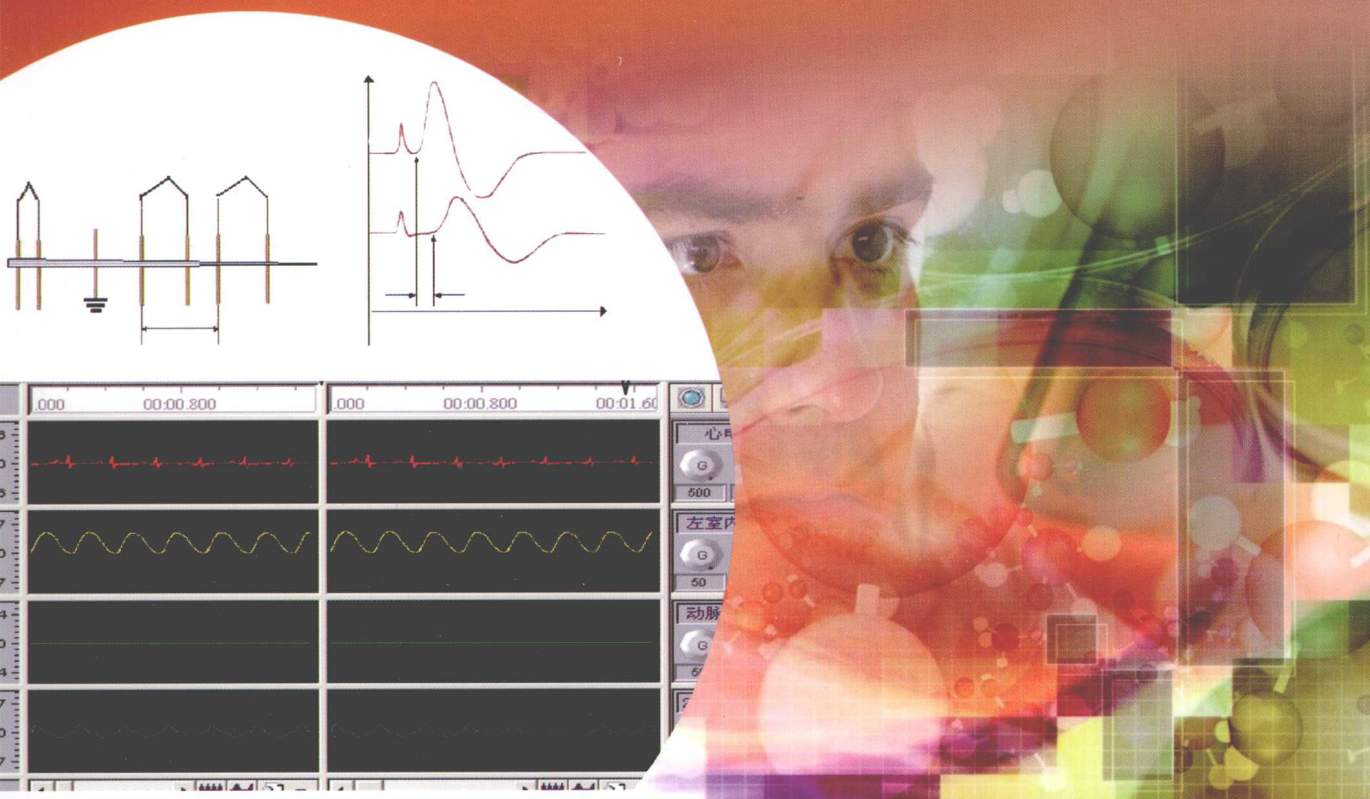


中国科学院教材建设专家委员会规划教材
全国高等院校实验教学示范中心实验教材

供临床、预防、基础、口腔、麻醉、影像、护理、中医、
中西医结合、药学、检验、法医等专业使用

医学机能学实验

郑倩 主编



科学出版社
www.sciencep.com

中国医学科学院北京协和医学院
北京协和医学院生物医学工程研究中心

医学机能学实验

第二版



人民卫生出版社

中国科学院教材建设专家委员会规划教材
全国高等院校实验教学示范中心实验教材

供临床、预防、基础、口腔、麻醉、影像、护理、中医、中西医结合、
药学、检验、法医等专业使用

医学机能学实验

主 编 郑 倩
副主编 张团笑 曹弟勇 陈 卫 蓝海涛 刘 红
编 者 (以姓氏笔画为序)
刘 华 刘行海 刘 勇 买文丽 杨 颖
李苙清 张建武 张 燕 陈守云 林 丽
胡冬伟 黄丹丹 曾 云

科 学 出 版 社

北 京

· 版权所有 侵权必究 ·

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

内 容 简 介

本教材是为适应基础医学教育改革而编写的,它有机融合生理学、病理生理学和药理学实验教学内容,减少基础性实验,增加综合性、探索性实验及虚拟仿真实验内容,特别增加预习内容,这既有利于节约实验经费的投入,充分保障实验仪器设备的不断更新,也有利于学生综合能力的培养。增加预习内容也是对实验教材的大胆创新。本书内容包括:基础性实验、综合性实验、探索性实验、虚拟仿真实验和病案讨论(含处方学)五部分。

本教材图文并茂,具有实用性和先进性,本书适合医药院校临床医学、口腔、预防、妇产、护理、影像、检验等各专业、各层次学生的机能实验教学。

图书在版编目(CIP)数据

医学机能学实验 / 郑倩主编. —北京:科学出版社,2009

(中国科学院教材建设专家委员会规划教材)

ISBN 978-7-03-025491-7

I. 医… II. 郑… 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(2009)第 157906 号

策划编辑:邹梦娜 李国红 / 责任编辑:邹梦娜 李国红 / 责任校对:赵桂芬
责任印制:刘士平 / 封面设计:黄 超

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>

新蕾印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2009 年 9 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2009 年 9 月第一次印刷 印张:11

印数:1—6 000 字数:255 000

定价:19.80 元

如有印装质量问题,我社负责调换

序 言

进入 21 世纪以来,高等教育改革不断深入,对医学实验教育模式也提出了新的认识和要求,医学实验教育必须注重学生的实践能力、分析问题与解决问题能力和创新思维能力的培养,实验教学单纯服务于某一学科和仅限于对理论知识进行验证的教学模式,已不能适应医学教学改革的发展,也难于让学生的综合能力得到充分锻炼和培养;而且装备功能雷同的实验室,造成了实验场地、仪器设备、实验技术人员等教学资源的极大浪费。

近年来,针对传统实验教学模式存在的弊端,和其他兄弟医学院校一样,我校在基础实验教学模式的改革上进行了大胆的尝试。将生理学、病理生理学、药理学三门学科的实验室进行合并组建为新的实验室——机能实验室,并将三门学科实验内容有机融合成为一门新的学科——医学机能学实验。在此基础上,对实验内容进行优化,减少基础性实验,增加综合性、探索性实验及虚拟仿真实验内容,特别增加预习内容,这既有利于节约实验经费的投入,充分保障实验仪器设备的不断更新,也有利于学生综合能力的培养。为了增强学生自主学习能力,本书在编撰中特别增加了实验预习内容,这有利于加深学生在实验前对相关学科知识的系统认识和理解,减少实验的盲目性。

在机能学实验教学改革中,教材建设是改革的重要一环,原有的实验教材已不能适应不断发展的教学改革的需要。为此,我院机能实验中心组织了一批具有较深厚理论知识功底和丰富实验教学经验的中青年教师编撰了这部教材。本书内容丰富,既注重基本技能的训练,同时注重综合素质的培养。

本书是从机能学角度编写的一本面向医学本科各专业学生的机能学实验教材,希望在实验教学中,要对教材的内容不断丰富和完善,使其在教学改革中发挥积极作用。

川北医学院 凌保东

2009年7月1日

前 言

现代医学教育以培养学生医学综合素质为宗旨,医学实验从熟练基础医学实验入手,强化学生实践操作能力,奠定临床医疗和科研创新的基础,进而整体提升学生医学综合素养。

传统的医学实验教学普遍存在验证性、重复性等问题,缺乏系统性和统一性,造成教学资源的浪费,机能实验学是将生理学、药理学、病理生理学相关学科的实验内容有机融合形成的一门独立学科,旨在强化学生基本操作技能,鼓励学生独立思考、协作解决问题,从学生的基本技能和科研创新思维养成入手,培养学生良好的团队精神和终生学习能力。

在本书的编排中,遵循循序渐进的原则,将机能教学分为基础性实验、综合性实验、虚拟仿真实验、探索性实验和病案讨论(含处方学)五部分。其中,基础性实验主要筛选和完善生理学、病理生理学和药理学的经典实验,训练学生的基本操作能力;综合性实验通过在同一动物身上观察生理现象、病理生理改变及药物作用,体现实验内容的有机融合,培养学生观察问题和分析问题的能力;探索性实验培养学生的创新思维和初步的科研能力;虚拟仿真实验可以使实验者在计算机建立的虚拟实验环境中,对实验动物或标本进行虚拟操作,完成设计好的实验项目,不仅节约动物,而且激发学习兴趣,提高机能实验成功率,起到辅助学习训练的作用;病案讨论加强了对理论知识的理解,强化了基础学科和临床学科联系。

机能学实验涉及多门课程,学生学习难度较大。在长期的教学过程中我们体会到预习的重要性,因此本书在实验内容前安排预习内容,让学生在上课之前做到心中有数。这不仅使学生能熟练主动地进行实验,同时培养了学生自学能力,也契合了以学生为主体、教师为主导的现代教学模式。本教材图文并茂,学生通过图片更容易掌握实验操作与技巧,使“教”与“学”更容易,进一步提高机能学教学质量。

本书在编写过程中得到了生理学、药理学、病理生理学和机能中心诸位老师的悉心指导和帮助,得到了学院和基础医学院领导的大力支持,本书图片编辑得到了气象局王可的帮助和指导,在此表示感谢!本书的参编人员均长期从事机能学教学工作,但是由于水平有限,不足之处在所难免,恳请广大师生提出宝贵意见,以便再版时修订。

编 者

2009年6月15日

目 录

序言

前言

第一章 绪论	(1)
第二章 机能学实验常用仪器和手术器械	(5)
第一节 BL-410 生物信号记录系统	(5)
第二节 换能器	(8)
第三节 神经电检诊仪	(10)
第四节 V1100 型可见光分光光度计	(11)
第五节 血气分析仪	(12)
第六节 心电图机	(14)
第七节 恒温水浴箱	(16)
第八节 神经标本屏蔽盒	(17)
第九节 电极	(17)
第十节 常用手术器械	(18)
第三章 常用实验动物基本知识	(22)
第一节 实验动物的基础知识	(22)
第二节 实验动物的基本操作技术	(31)
第三节 麻醉药物和麻醉方法	(42)
第四节 实验标本的采集方法	(45)
第五节 实验动物的急救	(47)
第六节 实验后动物处理	(48)
第四章 机能学基础性实验	(49)
实验一 蟾蜍坐骨神经动作电位测定	(49)
实验二 蟾蜍坐骨神经兴奋传导速度和不应期测定	(51)
实验三 坐骨神经-腓肠肌标本的制备	(53)
实验四 骨骼肌的收缩	(57)
实验五 人体心音听诊和动脉血压的测量	(60)
实验六 人体心电图的描记	(64)
实验七 人体外周神经干兴奋传导速度的测定	(67)
实验八 心脏起搏点的观察	(68)
实验九 期前收缩和代偿间歇	(71)
实验十 血液凝固及其影响因素	(73)
实验十一 ABO 血型鉴定	(76)
实验十二 出凝血时间的测定	(77)
实验十三 红细胞渗透脆性	(78)
实验十四 反射弧的分析及反射中枢活动的基本特征	(80)

实验十五	家兔减压神经放电	(81)
实验十六	呼吸运动的调节	(83)
实验十七	视敏度、视野和盲点的测定	(85)
实验十八	视觉调节反射和瞳孔对光反射	(89)
实验十九	声音传导途径	(90)
实验二十	消化道平滑肌的生理特性	(91)
实验二十一	大脑皮层诱发电位及其药物的影响	(94)
实验二十二	大脑皮层运动功能定位	(96)
实验二十三	人体脑电图的引导	(97)
实验二十四	药物的基本作用	(99)
实验二十五	不同给药途径对药物作用的影响	(100)
实验二十六	给药剂量对药物作用的影响	(101)
实验二十七	巴比妥类药物抗惊厥作用	(102)
实验二十八	尼可刹米对吗啡呼吸抑制的解救作用	(103)
实验二十九	药物的镇痛作用	(104)
实验三十	肝功能状态对药物作用的影响	(106)
实验三十一	有机磷酸酯类中毒与解救及胆碱酯酶活性测定	(107)
实验三十二	水杨酸钠血浆半衰期的测定	(111)
实验三十三	实验性缺氧和影响缺氧耐受性的因素	(112)
实验三十四	急性高钾血症及其解救	(115)
实验三十五	实验性肺水肿	(117)
第五章	机能学综合性实验	(121)
实验一	急性右心衰竭动物模型建立与抢救	(121)
实验二	动脉血压的调节及失血性休克	(123)
实验三	理化因素对离体心脏活动的影响	(127)
实验四	影响尿液形成的因素和利尿药的作用	(131)
实验五	循环、呼吸和泌尿综合大实验	(134)
实验六	实验性气胸对呼吸、循环功能的影响	(135)
实验七	家兔膈神经传出放电和膈肌放电	(137)
实验八	利用豚鼠回肠制备鉴别未知药物	(138)
实验九	呼吸衰竭	(139)
第六章	机能学虚拟仿真实验系统	(142)
第一节	概述	(142)
第二节	仿真实验简介	(144)
第七章	机能学探索性实验	(148)
第八章	病案讨论	(154)
第九章	药物的剂型及处方	(162)
附录		(167)
附录 1	常用实验动物的主要生理生化常数表	(167)
附录 2	常用生理溶液的的成分和配制	(167)
附录 3	t 值表	(168)
附录 4	F 值表	(170)

第一章 绪 论

一、机能实验学课程概述

人类社会已经进入 21 世纪,现代医学工作者不但要掌握人类已经取得的医学成就,也要具备解决未知医学问题的能力,即创新能力和科学实验研究的能力,而实验学科在医学生能力培养中担当重要作用。因此现代机能实验学把生理学、病理生理学和药理学实验有机的融合在一起,成立了一门独立实验学科,课程以活体为主要实验对象,以正常生理功能-疾病生理-药物作用为主线,把机体的不同功能变化通过实验设计有机的联系起来。本门课程具有以经典实验为基础,虚拟实验为辅助,综合实验为核心,探索性实验为创新的特征,是基础实验与临床前沿结合的桥梁学科。

二、机能实验学研究方法

(一) 从研究对象来划分

从研究对象来看,机能实验学的研究方法可分为细胞和分子水平、器官和系统水平、整体水平的研究。

1. 细胞和分子水平 在一定的环境条件下对从整体取下的某种组织、细胞的功能进行研究。例如,观察分离的一个或数个细胞的生物电活动。

2. 器官和系统水平 以离体或在体的一个器官或系统为实验研究对象,观察其功能活动,研究其功能活动的内在机制以及各种因素对其活动的影响。如:离体平滑肌实验、各种因素对心血管活动的影响以及各种因素对呼吸运动的影响等实验。

3. 整体水平 以完整的机体为研究对象,观察和研究在各种生理条件下不同的器官、系统之间互相联系、互相协调的规律,如体温调节的研究等。

上述三个水平的实验研究,它们之间不是孤立的,而是互相联系、互相补充的。

(二) 从实验的具体方法划分

从实验的具体方法来看,可分为急性实验和慢性实验。

1. 急性实验 在较短的时间内完成。一般是在麻醉情况下对动物施行手术,将某一器官暴露或取出,在一定的条件下对其功能活动进行观察。急性实验用时短,教学实验多为此类实验。

急性实验又分为在体实验和离体实验两种。前者是动物处于麻醉状态下观察其整体功能及调节机制,如动物动脉血压的功能的研究。后者是将动物的组织或器官如肌肉、神经等用手术的方法摘出到体外,给予各种刺激或改变其周围环境,观察对其功能状态的影响及活动规律。

2. 慢性实验 此类实验研究对象的状况比较接近正常情况,能够进行较长时间的连续观察,获得比较系统的实验资料,但往往需较长时间。

三、机能实验学课程目的

1. 培养学生理论来自实践的科学观点。
2. 通过机能实验基本操作,提高学生的实践动手能力。
3. 熟悉机能学实验的基本方法和常用仪器设备的使用。
4. 综合运用生理学、药理学和病理生理学等学科的理论知识和实验方法,初步建立整体、全面、系统的疾病观。
5. 认识机体的正常功能代谢、疾病模型复制、药物作用基本规律及常用研究方法。
6. 通过实验设计,培养学生实验研究的兴趣,激发学生的创新、科研意识及学生科学的思维能力,提高学生综合分析问题和解决问题的能力,养成理论联系实际,勇于探索的科学精神以及团体协作精神。
7. 通过病案讨论,培养学生分析病例的能力和对所学知识的综合运用能力,为临床实践打下基础。
8. 通过实验报告的书写和科研论文的撰写,提高学生科研论文的写作能力。

四、机能实验学课程的基本要求

(一) 实验前

1. 预习实验教材,了解每一次实验目的、要求、操作步骤和方法。
2. 通过预习或复习相关理论,完成预习报告。
3. 理解实验设计的基本原理,预测实验结果以及可能出现的问题,要做到心中有数,避免实验中出现不必要的差错和忙乱。
4. 检查实验器材和试剂是否齐全。如果有缺失或者损坏,及时向老师报告。

(二) 实验中

1. 遵守实验室规章制度,保持安静和良好的课堂秩序,尊重老师指导。
2. 认真听取老师的讲解,积极回答老师的提问。
3. 实验器材摆放整齐,按照操作规程正确使用仪器和手术器械。公用试剂和仪器不得随意移动位置,以免影响他人实验。
4. 各实验小组内既要分工负责,又要团结合作,按照实验步骤,以严肃认真的态度操作,实验过程要胆大心细,操作规范,努力提高实验成功率。
5. 不得进行与实验无关的活动。
6. 保护实验动物和标本,节约试剂和药品,爱护实验器材,如出现故障,应及时报告指导老师。

7. 认真仔细地观察实验中出现的现象,实事求是地记录,并积极主动思考和分析实验结果和现象,力求理解每个实验步骤和实验结果的意义。

8. 注意安全,严防触电、火灾、中毒、腐蚀或被动物咬伤等事故发生。

(三) 实验后

1. 将实验用品整理就绪,所用器械清洗干净,如有损坏,应立刻报告老师。

2. 按照规定处理实验后的动物和标本,严禁将动物被毛、器官、组织及尸体等倒入水槽,以免堵塞下水道。
3. 做好实验室清洁工作,各组实验结束后,经教师同意后方可离开实验室。
4. 整理实验记录,独立完成实验报告,按时交给带教教师评阅。

五、实验报告的书写

实验报告的书写是提高学生科研思维能力的一条重要途径,所以实验课要求学生一定要学习撰写实验报告,掌握实验报告的格式和分析结果的思维方法。这是机能实验课的重要组成部分,学生必须高度重视,并为之付出相应的时间和精力。每次实验后,每人都应独立完成一份报告,按时交教师评阅。实验报告应力求简练、通顺、书写清楚、整洁、正确使用标点符号。

1. 实验名称 概括实验的主要内容。
2. 实验目的 反映本次实验的主要意义。
3. 实验器材 要求列出实验所用主要器材。
4. 试剂及药品 要求列出实验所用主要试剂及药品。
5. 实验方法 按本次实验中实际操作,拟出主要操作要点,写出使用的药物和剂量。
6. 实验结果 是报告中较为重要的部分,应将实验过程中观察到的结果实事求是地记录。对于实验结果的表述,一般有三种方法:

(1) 文字叙述:根据实验目的将原始资料系统化、条理化,尽量用准确的医学术语客观地描述实验现象和结果。

(2) 图表:用表格或坐标图的方式总结实验结果,更加突出、清晰,便于相互比较。尤其适合于分组较多,且各组观察指标一致的实验。每一图表应有表题和计量单位。

(3) 曲线图:应用记录仪器(如 BL-410 生物信号记录系统、心电图仪等)描记出的曲线图(如血压、呼吸曲线和心电图等),这些指标的变化趋势通过曲线图直观明了。

在实验报告中,可任选其中一种或几种方法并用,以获得最佳效果。

7. 讨论 撰写实验讨论的过程是从感性认识到理性认识的升华过程。实验讨论又是以实验结果为依据的科学的推理分析过程,推理要符合逻辑,结果务必真实。在对结果进行分析的基础上推导出恰如其分的结论,而不是用现成的理论对实验结果作一般性解释。实验结果可以验证什么理论? 实验结果的意义如何? 说明什么问题? 这些都属于实验报告讨论的问题。如果本实验未能揭示实验结果产生的原因或已知的理论知识难以解释出现的现象,应查阅有关文献资料寻找可能的解释,也可提出自己的见解,但必须提供解释依据,并注明文献出处。如果本次实验失败了,应找出失败的原因及总结以后实验应注意的问题。

实验讨论可依次概括为:总结结果、寻找规律、推理分析、导出观点、得出结论。

8. 小结 从实验结果中归纳出一般性、概括性的判断,不是再次罗列实验结果,语言要简练、准确、客观。还可以总结实验体会,包括成功的经验、实验误差或失败的原因等。结论应与本实验的目的相呼应,实验中未能验证的内容不要写在结论中。

六、实验室规则

1. 学生进入实验室必须穿好白大衣,不迟到,不早退。因故外出或早退应向教师请假。
2. 爱护实验室内的一切设备、器材、药品。未经允许不准带出实验室。
3. 在实验室内不许吃零食,不许看与实验无关的书籍,不得进行任何与实验无关的活动。
4. 遵守实验课纪律,保持肃静,严禁在实验室高声喧哗、打闹,养成良好的科学作风。
5. 必须按操作规程进行实验,听从任课教师指挥,有疑难问题向教师请教,勿擅自处理。
6. 保持实验室内卫生。仪器、药品用后要按要求放回原处,注意节约药品。
7. 实验结束后要整理好实验器材,打扫实验室卫生,关好门、窗、水、电、煤气开关。实验废物如动物尸体、被毛、组织器官等应放在指定地点,不得乱扔或倒入水槽。
8. 因违反操作规程而损坏的实验仪器或器械,要照价赔偿。
9. 按要求写好实验报告。

(郑 倩)

第二章 机能学实验常用仪器和手术器械

第一节 BL-410 生物信号记录系统

BL-410 生物信号记录系统是具有智能化的四通道生物信号采集、放大、显示、记录及数据处理系统。该系统以中文操作系统 Window XP 为基础,实现全图形化界面的鼠标操作。此外,它还具有自动分析、参数预置、操作提示等功能。

一、BL-410 生物信号显示与处理软件主界面介绍

要掌握 BL-410 生物信号记录系统来完成生物机能实验,首先需要掌握 BL-410 软件的主界面,熟悉主界面上各个部分的用途。主界面介绍如图 2-1。

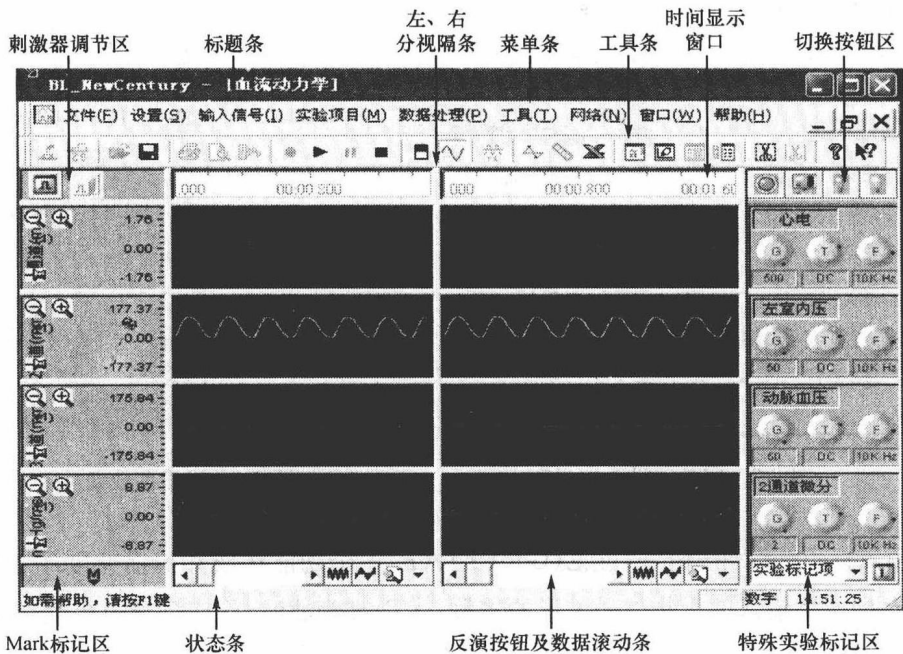


图 2-1 BL-410 生物信号显示与处理主界面

BL-410 是 4 通道的生物信号记录系统,可以同时观察 4 个通道的生物信号波形。实验时可以根据实验观察指标的需要,在屏幕上显示 1 至 4 个波形窗口,并能通过拖动分隔条调整显示窗口的大小,双击鼠标左键则全屏显示。

二、BL-410 生物信号记录系统操作步骤

本节以“神经-肌肉实验”为例来说明 BL-410 的使用方法:

(一) 仪器连接

将转换装置的信号输出端与计算机主机上 1 通道相连(1 通道为默认的信号输入通道)。

(二) 启动计算机

双击 Windows 操作系统桌面上的“BL-410 生物信号记录系统”图标即可启动该程序，进入 BL-410 系统主界面。

(三) 选择实验项目

将鼠标拖至主界面上方菜单条的“实验项目”并单击左键，即可弹出一个实验项目下拉列表(图 2-2)，鼠标在表中选择“肌肉神经实验”，再选定具体实验项目。

(四) 实验参数的调节

实验时要根据被观察信号的大小及波形特点，适当调节该通道的增益、滤波及扫描速度，它们的控制旋钮位于主界面波形显示窗口右侧的参数调节区(图 2-3)，具体操作方法如下：

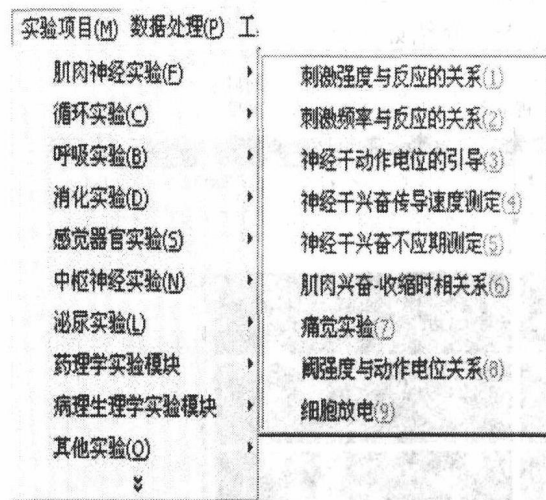


图 2-2 实验项目下拉列表

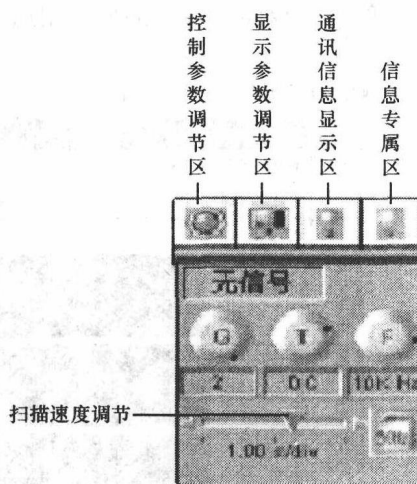


图 2-3 通道参数调节区

1. 用鼠标点击 按钮，即可见(G)、(T)、(F)三个功能按钮和扫描速度调节钮。(G)增益调节，即放大输入的生物信号波形的倍数。(T)高频滤波：作用是滤过生物信号中所带高频率噪音信号而让低频信号通过。(F)时间常数(低频滤波)：作用滤去低频率的噪音信号而让高频信号通过。将鼠标移到三个图标上，通过单击鼠标左右键可改变其参数。点击左键放大，点击右键缩小。


2. 调节扫描速度 将鼠标移动到所需通道的扫描速度调节区位置，在绿色柱的右边单击鼠标左键，扫描速度增快；而在绿色柱的左边单击鼠标左键，扫描速度减慢；此时该通道扫描速度显示也将同时改变。

(五) 系统的内置刺激器的使用

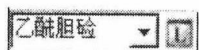
刺激器调节区位于 BL-410 软件主界面左上角(图 2-1)，在工具条的下方，其内部包含两个与刺激器调节相关的按钮，分别是“打开刺激器调节对话框按钮”和“启动刺激器按

钮”。鼠标左键单击打开刺激器调节对话框,如再次点击则关闭已经打开的刺激调节对话框。通常刺激器的参数调节面板以最小化隐藏。当需要调节刺激参数时,用鼠标单击显示窗口左侧的刺激器调节区内打开后,这时刺激器的参数调节面板将展开在主界面的左方(图 2-4)。根据实验需要,用鼠标单击某项参数右边的两个上、下箭头为粗调,下边的两个左、右箭头为细调。根据实验的要求,可进行刺激模式、刺激方式、刺激延时、刺激波宽、刺激频率、刺激间隔和刺激强度等设置。鼠标单击右侧设置刺激器参数对话框,进入程控属性页(图 2-4),用于设置刺激器的程控参数。


(六) 启动刺激

用鼠标单击工具条中的“启动刺激”按钮用于启动或停止刺激,可以选择的多种刺激方式有单刺激、双刺激、串刺激等,如果选择单刺激,每单击该按钮一次,系统将发出一次单刺激;如果选择双刺激,每单击按钮一下,系统将发出一次双刺激;如果选择的是连续刺激,每单击该按钮,系统将持续发出刺激,直到再一次按下这个按钮时才会停止刺激。



(七) 实验标记



在进行实验时常需要对记录进行标记,移动鼠标指向屏幕的右下角点击“实验标记项 L”(图 2-5),进入实验标记选择区,选择实验项目



名称点击选定后,实验图形需要处单击左键,即可打上相应的标记。也可直接单击鼠标右键,鼠标处出现选择菜单,选择“特殊标记”项目进行标记编辑。

(八) 退出实验



结束实验,用鼠标单击工具条上的“实验停止命令”键,此时会弹出一个提示存盘对话框,提示记录的实验数据,输入文件名(文件名自定),点击键保存文件,如果未命名,计算机将默认“Temp. dat”作为该实验数据的文件名,覆盖前一次相同文件名的数据。

(九) 实验结果处理

1. 实验结果反演 将系统记录的实验结果重新演示以供处理。具体操作如下:

(1) 用鼠标点击菜单条上按钮,打开对话窗口,选择需要处理的实验结果,也可以在实验进行时点击按钮暂停实验进行实时的实验结果处理。

(2) 用鼠标拉动波形显示区左边的“左右分视隔条”并拉动波形显示窗口下面的滑条,可将以前记录的实验结果和正在进行的实验过程分视。

(3) 在演示的实验结果中,用鼠标拉动屏幕下方的滑动条查找所需的实验结果波形。在主界面的右下角设置有“波形横向扩宽”按钮和“波形横向压缩”按钮。在反演时,根据实验的要求,将记录波形进行展宽或压缩以便在一幅图上获得较理想的曲线。

(4) 在 BL-410 主界面的左端相对应每个通道还有一个标尺区(图 2-6),用鼠标任何位置按住左键拉动该区可调节波形的大小,并且可保存图形形状不变。



图 2-4 设置刺激器对话框设置属页和程控属页

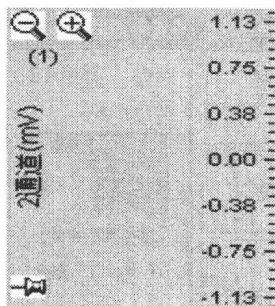







图 2-6 标尺区

2. 图形处理

(1) 在实时实验过程或数据反演中,按下  按钮实验处于暂停状态,然后按下  按钮使系统处于图形剪辑状态。

(2) 如果需要选择实验的一段波形,可用鼠标选定并按住左键拖动鼠标,剪辑区域内被选定区域将变黑,松开左键即可进入剪辑窗口。

(3) 点击图形剪辑窗口左边  按钮,可以重新设定“块”,点击  按钮,可将不需要的波形擦去。退出时点击图形剪辑窗口右边工具条上的退出按钮 ,退出图形剪辑窗口,回到图形剪辑

状态。

(4) 重复上述步骤,剪辑所需波形的图形,然后拼接成一幅整体图形,此时可以打印或存盘。

三、BL-410 生物信号记录系统使用注意事项

1. 在开机状态下,切忌强行插入或拔出计算机各插口的连线。
2. 切忌液体滴入计算机及附属设备内。
3. 未经允许,不得随意改动计算机系统的设置,未经许可不得自带软盘上机操作。

(罗 涛 陈 卫)

第二节 换 能 器

在生物医学中传感器又称为换能器(transducer),换能器是一种能将机械能、化学能、光能等非电量形式的能量转换为电能的器件或装置。在生物医学上,换能器能将人体及动物机体各系统、器官、组织直至细胞水平及分子水平的生理功能或病理变化所产生的如体温、血压、血流量、呼吸流量、脉搏、生物电、渗透压、血气含量等非电量转换为电能,然后送至电子测量仪器进行测量、显示和记录。

一、应变式换能器的工作原理

生理科学实验中使用的张力换能器和压力换能器属应变式换能器,这类换能器是根据导电材料在受力变形时,材料电阻率发生变化或其几何尺寸变化使电阻改变的原理制成的。用导电材料制成电阻丝或喷涂于弹性材料上制成电阻应变片(图 2-7),应变片受水平拉力时,应变片的电阻丝长度(L)变长,截面(S)减小,应变片的电阻(R)增大,同理,应变片受水平压力,其 R 减小。以张力换能器为例,悬臂梁受力(如向下),悬臂梁向下位移变形,贴在梁上面的应变片(R_1 、 R_4)受力被拉长,电阻增大,贴在梁下面的应变片(R_2 、 R_3)受力被缩

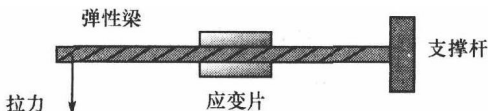


图 2-7 张力换能器模式结构

短,电阻减小,电桥平衡被改变,电桥就输出一个电压,这个电压的值与电阻应变片所受力的变化成比例。力的变化转换成电桥输出电压的变化。测量血压、呼吸的换能器,基本的工作原理与张力换能器相似。

二、常用的换能器

在生理科学实验中,常用的换能器有:

1. 生物电的引导电极 它可将离子电流转换成电子电流。电极多选用银、不锈钢、铂等材料制成,实验室引导动物心电图时常采用注射器针头做引导电极。

2. 张力换能器 它可将各种张力转换成电信号。张力换能器有多种规格,根据被测张力的不同选用合适量程的换能器。常用的有 5g、10g、50g 和 100g 等(图 2-8)。

3. 压力换能器 它可将各种压力,如血压、呼吸道气压转换成电信号。压力换能器根据测量对象的不同,可分为血压换能器和呼吸换能器(图 2-9)。

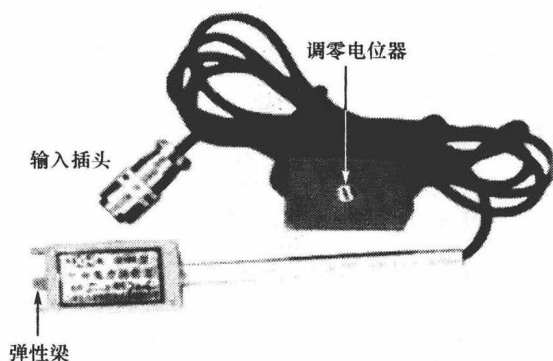


图 2-8 张力换能器

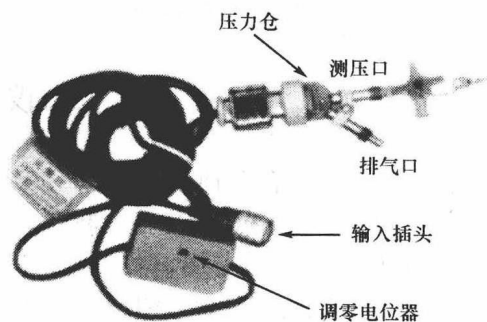


图 2-9 压力换能器

4. 流量传感器 能将各种流体的流量转换成电信号。此类传感器应用光电或磁电原理工作。

三、换能器使用注意事项

1. 在使用时不能用手牵拉弹性梁和超量加载。张力换能器的弹性悬臂梁其屈服极限为规定的量程 2~3 倍,如 50g 量程的张力换能器,在施加了 150g 力后,弹性悬臂梁将不能恢复其形变,即弹性悬臂梁失去弹性,换能器被损坏。

2. 防止水进入换能器内部。张力换能器内部没有经过防水处理,水滴入或渗入换能器内部会造成电路短路,损坏换能器,累及测量的电子仪器。

3. 压力换能器不能碰撞,应轻拿轻放。压力换能器的内部由应变丝构成电桥,应变丝盘绕在应变架上,应变架结构精密,应变丝和应变架在碰撞和震动时,会发生断丝或变形。

4. 压力换能器施加的压力不能超过其量程规定的范围。换能器的弹性膜片在过载情况下将不能恢复其形变,过载会发生应变丝断丝或应变架变形。