

高等医学院校教材

医学机能实验学

主 编 朱志红

副主编 林丽珊 陈秀娇



北京大学医学出版社

高等医学院校教材

第1版 (91) 日出版

医学机能实验学

主 编 朱志红

副主编 林丽珊 陈秀娇

编 委 (按姓名汉语拼音排序)

陈 晶	陈秀娇	陈玉丽	林丽珊
潘模英	阮志鹏	徐 丽	许莉妍
张 敏	张金添	朱 靖	朱志红

北京大学医学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

医学机能实验学/朱志红主编. —北京:
北京大学医学出版社, 2014. 10
ISBN 978-7-5659-0947-4

I. ①医… II. ①朱… 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 (2014) 第 221152 号

医学机能实验学

主 编: 朱志红

出版发行: 北京大学医学出版社

地 址: (100191) 北京市海淀区学院路 38 号 北京大学医学部院内

电 话: 发行部 010-82802230; 图书邮购 010-82802495

网 址: <http://www.pumpress.com.cn>

E-mail: booksale@bjmu.edu.cn

印 刷: 北京佳信达欣艺术印刷有限公司

经 销: 新华书店

责任编辑: 韩忠刚 刘云涛 责任校对: 金彤文 责任印制: 李 啸

开 本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 11.25 字数: 270 千字

版 次: 2014 年 10 月第 1 版 2014 年 10 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-5659-0947-4

定 价: 25.00 元

版权所有, 违者必究

(凡属质量问题请与本社发行部联系退换)

前 言

随着高等教育培养学生综合素质和创新能力目标的提出和现代医学教育模式的转变,医学实验教学的课程体系、教学内容、教学方法、教学手段等均发生了很大的变化。为了适应医学教育发展和人才培养的需要,许多医药院校将生理学、病理生理学、药理学三个学科的实验教学从原课程中分离出来,科学地进行整合,形成一门综合性、独立的机能学实验课程。

《医学机能实验学》是在医学实验教学改革的思想指导下,经过多年实践后编写完成的。本书主要包含三大部分内容。第一部分为医学机能实验学的基本知识与基本操作,主要介绍机能实验学的意义、常用实验仪器和设备以及实验动物的基本知识和动物实验操作技术,使学生从中了解基本的机能学实验知识和实验技术,初步掌握实验的操作能力和观察能力;第二部分为机能学实验,分为基础性实验、综合性实验、计算机模拟实验和病例讨论等,这样的编排使机能学实验趋于完善,避免为求综合而忽略基础和经典的知识,既对学生进行基本理论、基本知识、基本技能的学习和训练,也重视培养学生综合运用知识、分析和解决问题的能力,而模拟实验用于代替部分验证性实验或难度大的实验;第三部分为实验设计的基本知识,通过学习和开展设计性实验,使学生初步理解科研实验的过程,培养学生科研能力和创新能力,为今后进行科研工作奠定基础。本书内容的编排遵循由浅入深、循序渐进的原则,既继承和发展了生理学、病理生理学和药理学实验课程的核心内容,更强调学科之间的交叉融合,重视新技术的应用,注重学生整体素质和创新能力的培养。新课程体系的建立与实验教学模式的改革相配套,实现了真正意义上的学科交叉融合。

本书内容涵盖面比较广,难易兼有,具有较强的科学性和实用性,可作为医药院校各专业不同层次学生的机能学实验教材,也可用于生理学、病理生理学和药理学独立课程的实验教学,还可作为开放性实验或实验设计等的参考用书。

本书在编写过程中得到莆田学院和基础医学部领导的大力支持,得到莆田学院出版基金资助出版,书中参考并吸收了兄弟院校一些专家教授有关教材或文献的成果(见书后参考文献),谨此一并表示感谢。

《医学机能实验学》的编写是一项探索性的工作。由于我们的经验和水平有限,本书难免有诸多缺点和不完善之处,恳切希望广大读者提出宝贵意见,以便再版时改进。

朱志红

2014年5月

目 录

第一章 绪论	1
第一节 机能实验学概述	1
一、机能实验学的性质	1
二、机能学的实验方法	1
第二节 机能实验学的教学目的和基本要求	2
一、机能实验学的教学目的	2
二、学习机能实验学的基本要求	2
第三节 实验报告的内容和要求	3
一、撰写实验报告的意义	3
二、实验报告的基本内容和一般要求	3
三、实验报告的书写格式	4
第二章 常用实验仪器及手术器械的认识和使用	6
第一节 RM6240 计算机生物信号采集处理系统	7
一、系统特点	7
二、仪器面板	7
三、软件窗口界面	8
四、系统的功能及使用	9
第二节 其他常用实验仪器	25
一、ECG-6511 心电图机	25
二、722 型光栅分光光度计	27
三、PHS-3C 型酸度计	29
四、血气分析仪	32
五、YLS-6B 热板痛觉测定仪	32
六、YLS-7C 足跖容积测量仪	34
七、ZS-SZ1 平衡旋转仪	35
八、数控超级恒温槽	35
九、常用换能器	36
十、其他仪器	37
第三节 常用手术器械	37
一、哺乳类动物手术器械	37
二、蛙类动物手术器械	39
第三章 常用实验动物的基本知识和动物实验技术	40
第一节 实验动物的基本知识	40
一、实验动物的品种品系	40
二、实验动物选择的一般要求	40

三、机能学实验常用的动物及其特点	41
四、常用实验动物的一般生理常数	42
第二节 动物实验的基本技术	43
一、实验动物的捉拿和固定方法	43
二、实验动物的性别辨别、分组和编号标记方法	45
三、实验动物常用药物剂量的换算和试剂的配制	48
四、实验动物的给药方法	51
五、实验动物的麻醉	54
六、实验动物的取血方法	57
第三节 动物实验的常用手术操作技术	59
一、切口与止血	59
二、神经和血管分离技术	60
三、插管技术	60
四、开颅手术	62
五、实验动物的处死	63
第四章 机能学实验	64
第一节 机能学基础性实验	64
实验 1 蛙或蟾蜍坐骨神经-腓肠肌标本的制备	64
实验 2 刺激与反应	66
实验 3 神经干动作电位引导、兴奋传导速度及不应期的测定	69
实验 4 蛙心自律性收缩及其对刺激的反应	73
实验 5 脊髓反射与反射弧的分析	76
实验 6 红细胞渗透脆性实验	78
实验 7 红细胞沉降率的测定	79
实验 8 血液凝固及其影响因素	80
实验 9 生理止血功能的测定	83
实验 10 ABO 血型的鉴定	84
实验 11 人体动脉血压的测定	85
实验 12 心音听诊	88
实验 13 人体心电图的描记	89
实验 14 全血水杨酸钠二室模型药物代谢动力学参数测定	92
实验 15 水杨酸钠半衰期 ($t_{1/2}$) 测定	94
实验 16 药物半数致死量的测定	96
实验 17 不同给药途径对药物作用的影响	99
实验 18 药物的镇痛作用	100
实验 19 吗啡中毒的呼吸抑制及尼可刹米的解救作用	103
第二节 机能学综合性实验	105
实验 20 影响家兔血压的因素	105
实验 21 尿生成的影响因素与急性肾衰竭	108
实验 22 呼吸运动的影响因素和急性呼吸功能不全	111

实验 23 急性心力衰竭	114
实验 24 家兔急性弥散性血管内凝血	116
实验 25 离子与药物对离体蛙心脏活动的影响	118
实验 26 胃肠运动的观察	120
实验 27 消化道平滑肌生理特性及药物对离体肠肌的作用	122
实验 28 利尿药和脱水药对家兔尿量的影响	124
实验 29 有机磷酸酯类中毒及其解救	125
实验 30 糖皮质激素的抗炎作用(鼠耳肿胀法)	129
实验 31 阿司匹林对大鼠足跖炎性肿胀模型的作用	130
第三节 机能学模拟实验	131
一、模拟实验系统介绍	131
二、软件使用	132
三、机能学模拟实验	132
模拟实验 1 刺激强度、频率对骨骼肌收缩的影响	132
模拟实验 2 神经干动作电位及其传导速度的测定	134
模拟实验 3 蟾蜍心室期前收缩与代偿间歇	135
模拟实验 4 离子与药物对离体蟾蜍心脏活动的影响	136
模拟实验 5 药物对离体肠肌的作用	138
模拟实验 6 人体心电图	139
模拟实验 7 家兔动脉血压的神经和体液调节	140
模拟实验 8 药物对家兔动脉血压的作用	142
模拟实验 9 家兔呼吸运动调节	144
模拟实验 10 尿生成的影响因素	145
模拟实验 11 尼可刹米对抗哌替啶抑制呼吸作用	147
模拟实验 12 体液分布改变在家兔急性失血中的代偿作用	148
模拟实验 13 家兔血液酸碱度变化与血气分析	149
模拟实验 14 血浆胶渗压降低在水肿发生中的作用	151
第四节 处方与制剂	152
一、药物的制剂	152
二、药典	154
三、处方学	155
第五节 病例讨论	160
第五章 实验设计	166
第一节 设计性实验的意义和目的	166
第二节 设计性实验的基本步骤和方法	166
一、立题与设计	166
二、实验研究	169
三、撰写论文与答辩	170
四、设计性实验的评估	170
参考文献	171

第一章 绪 论

第一节 机能实验学概述

医学是实验性很强的科学,对生物功能的了解、疾病发生机制的探讨、药物作用规律的掌握等各种医学知识无不来源于实验。可以认为医学研究进步的历史就是医学实验进步的历史。因此,医学实验教学在医学教育中具有举足轻重的地位。医学机能实验学是医学实验教学中的一门重要课程,学习机能实验学,掌握实验的基本方法和基本知识对于一个医学生是十分重要的。

一、机能实验学的性质

医学机能学科的实验教学改革一直是国内医学教育界关注和探讨的热点。医学机能实验学是在探索医学实验教学改革、培养医学生综合素质和创新能力的思想指导下形成的一门综合性实验教学课程。生理学、病理生理学和药理学都是研究机体功能活动规律的科学。生理学研究正常机体功能活动的规律,病理生理学研究疾病情况下的机体功能活动规律,而药理学研究机体与药物相互作用的规律。这三门学科在理论上联系密切,在实验上其方法、手段相似,它们共同构成生理科学或人体机能学,通称“三理”。医学机能实验学是根据“三理”的共性及现代实验教学发展的趋势,将生理学、病理生理学和药理学的实验有机地进行整合和发展,形成一门综合的、独立的实验课程。它是用实验方法研究生物机体正常、疾病和药物作用下的功能活动变化及其机制的实验性科学,是人体机能学的重要组成部分。

机能实验学的教学内容是从生理学、病理生理学和药理学三门学科的原实验教学中精选出来并经过重新编排整合的,由部分经典的基础性实验、综合性实验、学生自行设计的探索性实验、计算机虚拟仿真实验和病例分析等构成。课程内容的设置遵循由浅入深、循序渐进的原则,既继承和发展了生理学、病理生理学和药理学实验课程的核心内容,又强调学科之间的交叉融合,重视新技术的应用,注重学生创新能力的培养。新课程体系的建立与实验教学模式的改革相配套,实现了真正意义上的学科交叉融合。

二、机能学的实验方法

机能学实验常以人体和动物作为研究对象,人体实验项目较少,而动物实验项目相对较多。动物实验按实验时间的长短,可分为急性实验和慢性实验两大类。

1. 急性实验 是指实验观察能在短期内完成,实验过程不能持久,实验后动物不能存活的实验方法。一般又可分为在体实验和离体实验两种方法。

(1) 在体实验:又称活体解剖实验。是在动物麻醉或大脑损毁的状态下,对动物进行手术,暴露器官进行观察或实验。这种实验方法简单,条件易于控制,有利于观察器官间的相互关系和分析某一器官功能活动的过程与特点。由于这种实验方法中动物受麻醉、手术创伤等的影响,因此与正常生理情况下的功能活动存在一定差别。

(2) 离体实验:是把要研究的器官或组织从活的或刚死的动物身上取出,置于适宜的人工环境中,使其在短时间内仍保持生理功能,观察它们的功能活动及影响因素。这种方法有利于排除其他无关因素的影响,能够在特定的条件下来观察离体器官或组织的基本生理特性,但不一定代表它在正常机体内的功能。

2. 慢性实验 是在较长时间内施以致病因素使动物逐渐致病,或者在无菌条件下对健康动物进行手术,并在不损害动物机体完整性的前提下,暴露、摘除、破坏或移植某一器官,然后观察机体或器官的功能活动。这种实验方法使动物状况较为接近自然生活条件,便于观察机体或器官在正常情况下的生理功能以及器官与整体功能活动的关系。

由于时间、条件等因素的限制,教学实验一般采用急性实验。

第二节 机能实验学的教学目的和基本要求

一、机能实验学的教学目的

本课程旨在通过教学使学生熟悉机能学实验的基本原理和基本方法,掌握基本操作技能,培养动手能力;进一步认识人体及其他生物体的正常功能、疾病发生机制及药物作用的基本规律,巩固生理学、病理生理学和药理学的理论知识,使之融会贯通,培养理论联系实际的能力;培养客观地对事物进行观察分析的能力,以及独立思考、解决实际问题的能力;培养科学研究的基本素质,建立严谨的科学作风、严肃的科学态度和严密的思维方法;在积累知识和技能的基础上,激发学生积极探索未知领域的热情,启发创造性思维 and 创新能力,促进智能发展;为进一步学习其他医学课程打下良好、坚实的理论与实践基础,为将来进行创造性工作做好必要的准备。

二、学习机能实验学的基本要求

(一) 实验前

1. 应提前预习实验教材,了解本次实验的基本内容、实验目的、实验原理、实验方法、实验项目和注意事项等。
2. 结合实验内容,复习相关的理论知识,充分理解实验与理论知识的关系。
3. 根据所学的知识对各个实验步骤的可能结果做出预测和解释,并预估在实验过程中可能出现的问题或误差。

(二) 实验中

1. 遵守课堂纪律,遵守《机能学多媒体实验室管理规定》、《实验室规则和操作规程》。
2. 穿工作服进入实验室;按分组名单就座;进入实验室首先要清点实验桌上的实验用品,不足或破损的要及时上报。
3. 严格按照实验步骤以及带教教师的要求进行操作,不得进行实验以外或与实验无关的操作。
4. 认真、仔细、耐心地观察实验现象,及时如实地记录下实验结果。主动联系理论知识,积极思考、分析各种实验现象,尽可能地解决实验中出现的疑难问题,培养观察、分析和解决问题的能力。
5. 实验小组成员应合理分工并密切协作,在不同的实验过程中应轮流担任各项实验操

作,力求学习机会均等。

6. 实验所用的仪器、器材和药品务必按照要求摆放,做到桌面整洁,实验有序。

7. 要爱护实验动物和器材,珍惜实验材料。

8. 注意安全,严防触电、火灾、中毒及被动物咬伤等事故,万一出现事故,要立即报告,迅速处理。

(三) 实验后

1. 收集并整理实验所得的记录和资料,对存储的实验结果进行数据分析、编辑和打印。

2. 认真填写实验记录卡、仪器运行情况表、考勤登记表等。

3. 按照常规清洗并擦干实验器械,整理桌面,清点实验用品,并请实验管理人员核对。如果发现器材和物品损坏或缺少,应及时登记,并视情节性质予以处理。

4. 使用过的实验动物、标本及其他废弃物品等应按要求处理和投放,注意取下连在动物身上的器械和装置。实验器材、药品、试剂、实验动物等不得擅自带离实验室。

5. 要按序关闭计算机和其他电仪器设备。

6. 要安排值日生,做好实验室的清洁卫生工作,注意门、窗、水、电安全。

7. 认真撰写实验报告,按时送交指导教师评阅。

第三节 实验报告的内容和要求

一、撰写实验报告的意义

实验报告是将实验的目的、原理、方法、结果等内容如实地记录下来,经过整理、分析而写出的书面报告。书写实验报告是机能实验学教学的重要环节之一,通过写实验报告,对实验过程进行全面总结,用学过的理论知识对实验中出现的现象及结果进行分析综合,使感性认识提高到理性认识,从而获得对理论知识的深刻理解,使实验者在思维能力、研究能力、综合应用能力及文字表达能力等方面都得到训练和提高。

二、实验报告的基本内容和一般要求

实验报告的基本内容包括实验题目、实验目的、实验原理、实验对象、实验结果及分析讨论等。实验器材及注意事项可以省略,而实验方法除与结果的描述有关部分外,一般不必写出。

(一) 实验题目

实验题目即实验的名称,应力求具体、确切,并能简练表达出实验内容。

(二) 实验目的

实验目的是指通过实验所要证实的论点或要研究的内容、需要解决的问题、应掌握的实验方法和技术、所要达到的预期结果等。字数不宜繁多,一般用1~2句话阐明。

(三) 实验原理

实验原理是指所设计的实验方案的可行性理论依据。根据不同的实验,实验原理可用文字叙述,也可用计算公式、化学反应式等方式表达。

(四) 实验对象

实验对象指实验所要研究的对象,如动物或人等。指出动物的名称、种类、品系、性

别、年龄、体重和健康状况,人体的性别、年龄、体重、健康状况等。

(五) 实验结果

实验结果是指实验对象经过实验过程后所出现的各种现象。实验结果为实验报告中最重要的部分,应将实验过程中所观察到或记录到的现象做真实、正确、详细的记录。

实验结果的显示有多种方法和形式,主要有以下几种:

1. 波形法 指实验中描记的波形(如呼吸、血压、肌肉收缩曲线)经过剪贴编辑,加上标注、说明,可直接贴在实验报告上,以显示实验结果。波形法较为直观清楚,能够客观地反映实验结果。

2. 表格法 对于实验项目较多,或计量、计数性资料可以用列表的方式显示。表格法反映的实验结果清晰明确,便于比较,同时可以显示初步统计分析的结果。

3. 简图法 将实验结果用柱图、饼图、折线或逻辑流程图等方式表示。表示的内容可用原始结果,也可以是经过分析、统计或转换的数据。简图法比表格法更能直观地显示实验结果。

4. 描述法 对于不使用图形及表格显示的结果也可用文字叙述。但要注意文字描述的精炼和层次,注意使用规范的名词和概念。

用波形法、表格法、简图法显示实验结果时,要做好标注或图意说明。定性实验结果可用一、+、±、++、+++、++++、>或<等表示,凡是计量资料或计数资料,应以正确数值和单位作定量的表达,不能笼统地记录。出现非预期的实验结果,或因操作、实验动物发生意外未能完成所要观察的实验,应在实验报告中如实说明,不可伪造或更改实验数据。

(六) 实验讨论和结论

实验讨论和结论是一项富有创造性的劳动,它反映了学生独立思考、分析和应用知识的能力。讨论是指运用所掌握的理论知识,通过分析思考,尝试对实验中出现的现象及结果做出解释。讨论要围绕实验结果展开,要实事求是,有根有据,符合逻辑。对实验过程中出现未达预期的结果,应考虑并分析其可能的原因,并写入讨论中。结论是以实验结果为依据,在讨论的基础上概括、总结出具有代表性的实验结果的论点或推论,是对该实验所验证的基本概念、原则或理论的简明总结。结论应与本次实验的目的相呼应。下结论时应当用最精辟的语言进行高度概括,力求简明扼要,一目了然。结论中不要罗列具体结果,也不要将实验中未得到充分证实的理论分析写入结论。

书写实验报告应严肃认真、独立完成;要使用统一的实验报告用纸;应按规范的格式撰写,结构要完整;要注意文笔简练、条理清晰、观点明确,注意科学性和逻辑性;应按照指导教师的要求,按时完成实验报告,并送交给指导教师评阅,以作为平时成绩的依据。

三、实验报告的书写格式

实验报告的一般项目及格式如下:

机能实验学实验报告

专业: 班级: 座号: 姓名: 姓名:
实验室: 组别: 实验日期: 带教教师:
实验题目:

实验目的:

实验原理:

实验对象:

实验结果:

讨论和结论:

报告人和报告日期:

(朱志红)

第二章 常用实验仪器及手术器械的认识和使用

医学机能学实验多数是以动物为实验对象，通过观察和测量生物信号来了解机体的功能活动情况。生物信号多种多样，一般可分为电信号和非电信号两类。前者如心电、脑电、肌电、细胞生物电等，后者如血压、心音、呼吸流量、肌肉张力、体温、血糖浓度、氧分压、pH 等。有些生物信号是生命活动过程自发产生的，例如上述各种电信号和非电信号。另有一些信号是外界因子施加于机体，机体响应后再产生出来的，例如血药浓度、X 线信号、超声信号、放射性核素信号等。对绝大多数的生物信号，人的感官不能直接感知，需要借助仪器设备才能对其进行观察和测量。

机能学实验仪器是根据被检测信号的性质而设计的。如图 2-1，从实验对象采集的生物信号（如血压、肌肉张力、呼吸流量等），通过换能器（如压力换能器、张力换能器、呼吸流量换能器等）将其转换为电信号，再经过放大器放大后以人感官所能感知的信息形式被显示和记录。若对实验对象施加处理，如给予电刺激，则反映机体功能活动情况的信号就会相应变化，对这些变化信号进行分析，便可获知机体功能活动变化的情况。可见，在机能学实验研究中需要对生物信号进行采集、换能、放大、记录和分析等的仪器设备。

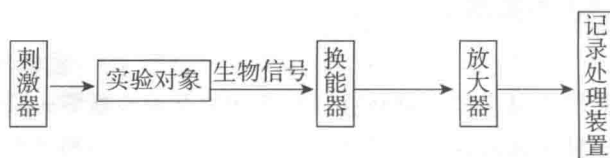


图 2-1 生物信号采集处理的一般过程

机能学实验仪器经历了记纹鼓、感应线圈、电子放大器、示波器、电子刺激器、记录仪和生物信号采集处理系统等不同的年代。仪器设备的不断进步和更新，极大地提高了实验水平和实验效率。尤其是 20 世纪 90 年代以来，随着计算机技术的飞速发展和普及，特别是计算机生物信号采集与处理软件的开发，使得对生物信号放大、记录、处理、分析等各自功能独立的多种仪器，变为以计算机和相应软件为采集处理核心的数字化系统。生物信号采集处理系统的基本原理是：首先将原始的生物信号，包括电信号或通过传感器引入的非电信号进行放大、滤波等处理，然后对处理的信号通过模数转换进行数字化，将数字化后的生物信号传输到计算机，计算机通过专用的生物机能实验系统软件对接收到的这些数字化信号进行实时显示、记录、处理等。另外，生物信号采集处理系统的软件也可以接受使用者的指令向实验动物发出刺激信号。可见，一台计算机生物信号采集处理系统就能代替放大器、示波器、记录仪、刺激器、照相机、监听器、微分器、积分器等多种仪器。这样，大大简化实验室仪器设备，提高实验精度和实验效率，为实验过程的自动化、信息化提供了有力的支持，为推动医学机能学实验教学改革和保证实验教学质量提供了非常好的平台。

本章主要介绍我校机能学实验室购置的 RM6240 计算机生物信号采集处理系统和其他几种常用实验仪器的功能及其使用方法。

第一节 RM6240 计算机生物信号采集处理系统

RM6240 计算机生物信号采集处理系统是综合应用多媒体计算机技术、先进的电子技术和数字信号处理技术的新一代医学实验仪器。它集生物信号采集、放大、显示、记录与分析为一体,是传统医学实验系统(由放大器、记录仪、刺激器和示波器组成)的换代产品。该系统由硬件和软件两部分组成。硬件采用外置式结构,包括外置程控放大器、数据采集板、数据线及各种信号输入输出线。硬件主要完成对各种生物信号的调理、放大,进而对信号进行模-数(A/D)转换,使之进入计算机。软件主要由 RM6240.EXE 及多个实验子模块组成,主要用来对硬件的功能进行调控及对已经数字化了的生物信号进行显示、记录、存储、分析处理及打印输出。RM6240 系统硬件和软件与计算机配套协调工作,实现系统的多种功能。

一、系统特点

RM6240 计算机生物信号采集处理系统是一个系列产品,有多种型号,其中 RM6240B/C 型具备医疗器械注册证,是医疗仪器级产品。

RM6240 系统使用 Windows 风格的中文图形界面,适用于 Windows 操作系统,共享 Windows 资源。仪器采用 12 位 A/D 转换器,采样频率高达 100kHz(并口机型)或 400kHz(USB 接口高速机型)。

RM6240 系统有四个信号输入通道,通过对通道信号模式的选择,每一通道的放大器均可作为生物电放大器、血压放大器、桥式放大器使用,还可通过相应换能器的换能作为肺量计(配接流量换能器)、温度计(配接温度换能器)、pH 计(配接 pH 放能器),具有记滴、监听、全隔离程控刺激器、心电图记录等的功能。系统具有信号实时显示、记录、分析处理(动态或静态)、打印等多种功能,可在任意通道对各通道的信号进行微分、积分、频谱分析及相关分析等数据处理。

二、仪器面板

RM6240 生物信号采集处理系统前面板上设置有外接信号输入插座、刺激器输出插座、记滴插座及监听插座等(图 2-2)。

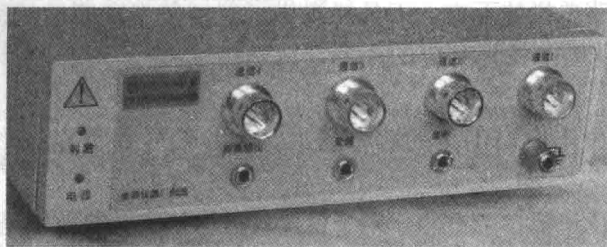


图 2-2 RM6240 系统外置仪器面板

1. 通道输入接口 通道是模拟信号输入、处理放大、转换成数字信号并被显示记录的物理通路。本系统有四个物理通道,可同时处理、放大和记录四路信号。通道输入接口采用

五芯航空插座, 插头与插座有对应的凹凸槽。

2. 刺激输出接口 输出刺激电压或电流, 刺激波形为方波。
3. 受滴器输入接口 用于插入受滴器, 记录液体的滴数。该接口也可用于外触发。
4. 监听输出接口 接有源音箱可监听第1通道信号的声音。
5. ECG 接口 接 ICE 标准导联线, 可观察记录心电图导联图形。

三、软件窗口界面

RM6240 软件窗口界面(图 2-3)可分为 6 个功能区。

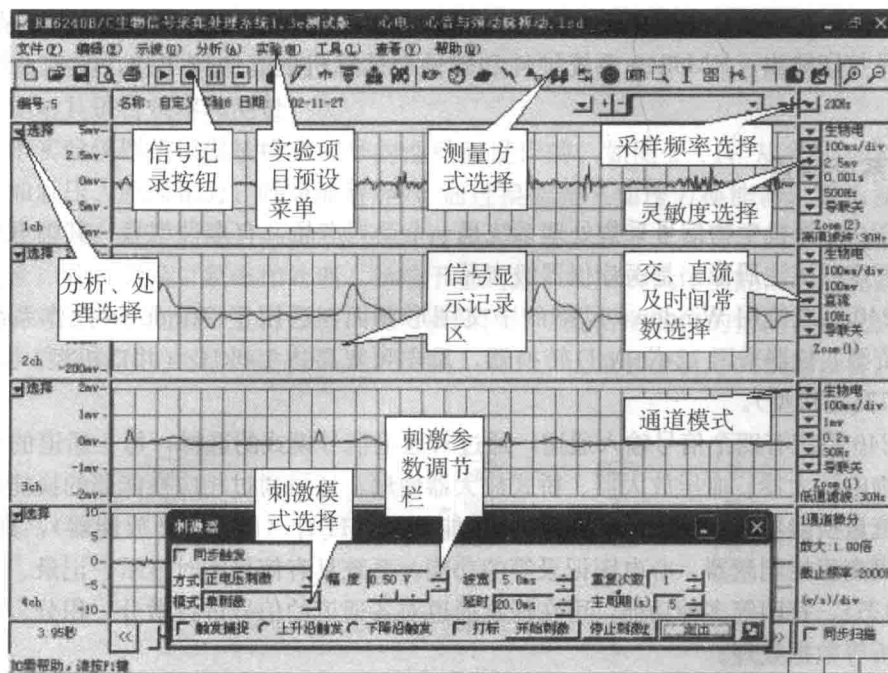


图 2-3 RM6240 系统软件窗口界面

1. 菜单栏 位于窗口的上部, 显示顶层菜单项, 相当于对菜单命令进行第一次分类, 将相同性质的命令放入到同一顶级菜单项下, 选择其中的一项即可弹出其子菜单。
2. 工具栏 位于菜单栏的下方, 工具栏提供了仪器基本功能的快捷按钮, 菜单栏中最常用的指令都能在工具栏中找到对应的图标, 在操作工具栏时只需鼠标直接点击工具按钮即可。
3. 信号显示区 位于窗口中央的四个通道, 实验信号数据以波形的形式显示于该区域内。
4. 参数控制区 位于窗口的右侧, 用于设置各通道的实验参数, 是常用的功能操作区。
5. 标尺及处理区 位于窗口的左侧, 该区显示各通道的通道号及对应信号量纲的标尺。鼠标点击“选择”按钮, 弹出菜单, 有对应通道的“定标”、“显示刺激标注”、信号“实时测量”和“动态测量”, 有对数据进行“微分”、“积分”、“滤波”等处理的功能选项。
6. 刺激器 程控刺激器为一弹出式浮动窗口, 该刺激器可满足各种实验刺激的需要。

四、系统的功能及使用

(一) RM6240 系统的启动

打开 RM6240 外置仪器的电源，前面板上电源指示灯亮（若仅对以前记录的波形进行分析，不做示波及记录，则可不开外置仪器），启动计算机，用鼠标双击计算机屏幕上的“RM6240USB2.0X(I)”图标，即可进入实验系统。

注意开机顺序：应先开外置仪器，然后再点击图标进入实验系统。如果未开外置仪器即进入实验系统，系统无法进行“示波”或“记录”，此时应退出本软件系统，开启外置仪器后再进入实验系统，对有些笔记本电脑，则需重新启动计算机。

(二) 实验参数的设置

1. 实验参数的通用设置方法

实验参数的通用设置方法是通过参数控制区的操作实现的。参数控制区的实验参数从上至下依次有：“采样频率”及各通道的“通道模式”、“扫描速度”、“灵敏度”、“交、直流及时间常数”、“滤波”、“导联”等的功能键。用鼠标点击各功能键，可出现各下拉菜单，在下拉菜单中可根据需要选择各通道的实验参数（图 2-4、图 2-5）。

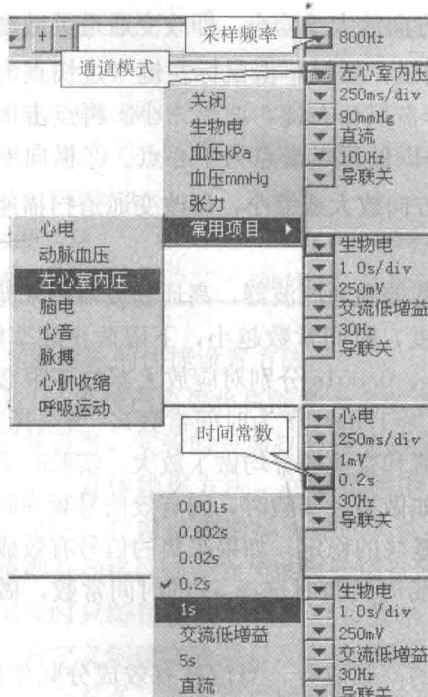


图 2-4 采样频率、通道模式和时间常数设置

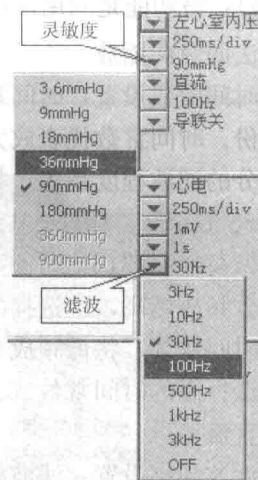


图 2-5 灵敏度和高频滤波设置

(1) 通道模式选择：系统软件启动后，首先要进行通道模式选择。通道模式是指根据实验所需采集的生物信号而选择各通道信号放大器的工作模式，即选择通道所要显示的信号形式，如做血压实验时，要显示血压信号的通道应选择血压模式，并根据习惯选择血压单位。实验时，应根据仪器面板上通道输入接口的连接线，在系统软件窗口选择对应的通道及信号显示。不使用的通道可选关闭。本系统对显示的通道宽度可任意调节，只需在通道的分隔栏

位置按住鼠标左键拖动到所需位置即可,使用热键“Alt+H”可使通道回到等分状态。

在通道模式中有“常用项目”选项,用于在实验中迅速设定常用实验的参数,此后只需根据情况对采样频率及灵敏度稍做调整即可。

(2) 采样频率设置:采样频率是指系统在各通道每秒采集数据的个数,如采样频率 100kHz,表示系统以 100 000 点/秒的速度采集数据。系统采样频率从 1Hz~100kHz 共 21 档。由于计算机画一个波形是以若干点组成的,所以采样频率应高于实验信号频率若干倍才能分辨出有效信号。实验时应根据采集信号的频率选择合适的采样频率,实验信号频率高,需要选择高的采样频率;实验信号频率低,需要选择低的采样频率(采样频率的选择一般为实验信号最高频率的 10 倍)。

(3) 扫描速度设置:扫描速度是计算机显示波形的速度,如 1s/div 表示水平方向一个大格代表 1 秒时间,相当于描笔式记录仪的走纸速度。在同一采样频率下,各通道的扫描速度独立可调,如选择了同步扫描(在界面右下角),则各通道扫描速度均相同,只能同步调节。

(4) 灵敏度设置:灵敏度用于选择放大器的放大倍数。当观察到的信号太大或太小时,应相应地减小或提高灵敏度,使信号在显示区有适当的幅度,以便观察和分析。

在工具栏中应用纵向缩放和横向缩放可以很好选择灵敏度和扫描速度。①纵向缩放(工具按钮

(5) 时间常数设置:时间常数用于调节放大器的高通滤波器,高通滤波器用来滤除信号的低频成份。时间常数代表放大器低频滤波的程度,时间常数越小,下限截止频率就越高,对低频成分的滤波程度越大。如 1s、0.1s、0.01s、0.001s 分别对应放大器的下限截止频率为 0.16Hz、1.6Hz、16Hz、160Hz(截止频率 $f_L = 1/2\pi t$, t 为时间常数)。当选择直流时,放大器不做高通滤波,此时放大器将信号中的交流和直流成分均做了放大。实验时采集的信号有效成分频率越高,应选择的时间常数越小,如做神经实验时,因有效信号频率高,应该选择小的时间常数,将低频成分隔离掉,有助于基线的稳定;如果采集的信号有效成分频率低时,应选择高的时间常数或选择直流,如做胃肠电实验时选择 5s 的时间常数,做张力实验时选择直流等。

(6) 滤波频率设置:滤波频率用来滤除信号的高频成分。当信号有效成分频率较低时,应选择低的滤波频率,以滤除高频干扰。如观察脉搏波时,选择 10Hz 的滤波,代表此时放大器的上限截止频率为 10Hz,可将 10Hz 以上的各种干扰滤掉。

要取得好的实验效果,选择合适的实验参数是关键。当有 50Hz 交流干扰时,还应将菜单栏“示波”中的“50Hz 陷波”打开;当所采集的信号频率本身处于 50Hz 附近时不宜打开“50Hz 陷波”。

几种基本实验的仪器参数设置参见表 2-1。