

高等医药院校基础医学实验教学系列教材

医学机能学实验

第2版

主编 林默君



科学出版社

高等医药院校基础医学实验教学系列教材

医学机能学实验

第2版

主 编 林默君

副主编 倪秀雄 许云禄 张小军

编 者 (按姓氏笔画排序)

王瑞幸	方秋娟	许云禄	孙建成	吴枝娟
何瑞岚	余 涓	余 靖	张 立	张 阳
张小军	张文豪	张明芳	陈 纯	陈 炜
陈 瑜	陈少雅	陈爱琴	林 春	林 菁
林 岷	林默君	倪秀雄	唐 影	焦海霞
曾 真	游育红	潘燕霞		

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

本书包括机能学实验概述、基础性实验、综合性实验和研究性实验四篇。第一篇机能学实验概述和第二篇基础性实验中的实验项目,能满足本科、专科医学生培养对生理学和药理学实验的基本要求;第三篇综合性实验,除能满足本科、专科医学生培养对包括病理生理学实验在内的全部机能学实验要求外,还包含蛙心功能实验、循环功能实验和神经电生理学电实验三章高层次实验;第四篇研究性实验,包括常用急性动物模型制备以及细胞水平研究实验。新增设的实验项目,有一定难度,较新颖,可满足七年制医学生和硕士研究生对机能学实验的要求,对学生创新性实验和今后的科研发展有一定的帮助。

本书可作为医学临床、预防、基础、口腔、法医、护理、药学等专业五年制和七年制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作为独立课程的实验教材,还可作为硕士研究生、博士研究生和生物学等相关专业师生的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

医学机能学实验 / 林默君主编. —2版. —北京:科学出版社,2013.11
高等医药院校基础医学实验教学系列教材
ISBN 978-7-03-038931-2

I. 医… II. 林… 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(2013)第248916号

责任编辑:胡治国 / 责任校对:张小霞

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>

北京市安泰印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2009年8月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2014年1月第 二 版 印张:13

2014年1月第五次印刷 字数:304 000

定价:35.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

第2版前言

《医学机能学实验》仍沿用第1版的体例,包括机能学实验概述、基础性实验、综合性实验和研究性实验四篇。第一篇机能学实验概述介绍了基本操作与设备使用;第二篇基础性实验中的实验项目,本次修订新增了四项人体功能实验项目,可满足本科、专科医学生培养对生理学和药理学实验的基本要求;第三篇综合性实验中的实验项目,除能满足本科、专科医学生培养对包括病理生理学实验的全部机能学实验要求外,还包含蛙心功能实验、循环功能实验和神经电生理学实验三章供更高层次学生实验使用;第四篇研究性实验,包括常用急性动物模型制备以及细胞水平研究实验,有一定难度,较新颖,可满足七年制医学生和硕士研究生对机能学实验的要求,对学生今后的科研发展有一定的帮助。全部实验项目均在机能学教学实践中充分应用。本版更新了全部实验装置示意图和部分实验结果典型曲线,每个实验项目均提供了目前使用最广泛的 RM6240 多道生理信号采集处理系统和 BL-420 生物机能实验系统的参数设置,供学生选择使用。

本人负责全书策划与统筹,许云禄教授负责药理学实验项目,张小军讲师负责生理学实验项目,陈炜讲师负责全书附图的制作;各位撰写教师均在各自撰写的文稿之末署名。

本书可作为医学临床、预防、基础、口腔、法医、护理、药学等专业五年制和七年制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作为独立课程的实验教材,还可作为硕士研究生、博士研究生和生物学等相关专业师生的参考用书。

由于我们的能力有限,参编的作者较多,虽几经校审修订,书中难免仍有不妥之处,热忱欢迎读者不吝赐教,以便再版时修订。

林默君

2013年5月25日于福州

第 1 版前言

《医学机能学实验》在隶属于福建医科大学的福建省基础医学实验教学示范中心的 27 位教师的通力协作下终于顺利完成了。与本书有关的《生理学》、《药理学》和《机能学实验》等课程均属福建省省级精品课程。

本书结合各相关学科特点和研究特色进行编写,包括机能学实验概述、基础性实验、综合性实验和研究性实验四篇。第一篇机能学实验概述和第二篇基础性实验中的实验项目,能满足本、专科医学生培养对生理学和药理学实验的基本要求;第三篇综合性实验,除能满足本、专科医学生培养对病理生理学的实验要求外,还包含蛙心功能实验、家兔/大鼠循环功能调节实验和神经电生理学实验五章;第四篇研究性实验,包括几种常用急性动物模型制备和几种细胞水平的功能实验研究介绍两章。新增设的实验项目有一定难度,较新颖,可满足七年制医学生和硕士研究生对机能学实验的要求,对学生今后的科研发展有一定的帮助。全部实验项目均在我校从 1998 年开始的机能学教学改革的实践中充分应用,实验项目多由亲自做过该实验并获得较好实验结果的老师撰写,因此本实验教程更新了较多实验装置示意图和实验结果典型曲线。

本书林默君教授负责全书统筹以及生理学实验项目;倪秀雄副教授负责病理生理学实验项目,许云禄教授负责药理学实验项目,陈炜讲师负责本书大部分附图的制作;各位撰写教师均在各自撰写的文稿之末署名。

本书可用作医学临床、预防、基础、口腔、法医、护理、药学等专业五年制和七年制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作为独立课程的实验教材,还可作为硕士生、博士生以及生物学等相关专业师生的参考用书。

由于我们的能力有限,参编的作者较多,虽几经校审修订,书中难免仍有不妥之处,热忱欢迎读者不吝赐教,以便再版时修订。

福建医科大学
基础医学实验教学中心
林默君
2009 年 7 月 7 日

目 录

第一篇 机能学实验概述

第一章 绪论	(1)
第一节 机能学实验一般过程	(1)
第二节 机能学实验课程的教学要求	(1)
第三节 机能学实验报告的撰写	(2)
第二章 机能学实验常用的仪器、溶液和手术器械	(4)
第一节 机能学实验的基本仪器	(4)
第二节 计算机生物信号采集处理系统	(7)
第三节 RM6240 多道生物信号采集处理系统	(8)
第四节 BL-420 生物机能实验系统	(19)
第五节 微电极放大器和交流电刺激器	(26)
第六节 恒温器和人工呼吸机	(29)
第七节 NLB-8000 型多参数监护仪	(31)
第八节 生化分析仪器	(34)
第九节 常用生理溶液和手术器械	(37)
第三章 动物实验的基本操作技术	(41)
第一节 实验动物的种类、品系和选择	(41)
第二节 实验动物的编号和分组	(45)
第三节 实验动物的捉拿和固定	(47)
第四节 实验动物的给药方法	(50)
第五节 实验动物的麻醉	(54)
第六节 实验动物的手术操作	(57)
第七节 实验动物的取血和处死方法	(62)

第二篇 基础性实验

第四章 基础生理学实验	(66)
实验一 蛙离体神经干生物电信号与兴奋性检测	(66)
实验二 蛙离体骨骼肌收缩张力与刺激强度和频率的关系	(69)
实验三 蛙期前收缩与代偿间歇	(71)
实验四 影响大鼠胃酸分泌的体液因素	(72)
实验五 家兔消化道平滑肌生理特性及药物对平滑肌运动的影响	(74)
实验六 反射弧分析	(76)
第五章 基础药理学实验	(78)
实验七 药物对肝药酶的诱导作用	(78)
实验八 不同给药途径对硫酸镁作用的影响及钙镁的拮抗作用	(79)

实验九 肝素、枸橼酸钠的抗凝血作用	(81)
实验十 药物的镇痛作用	(82)
实验十一 药物的抗惊厥作用	(84)
实验十二 异烟肼半数致死量的测定	(85)
实验十三 磺胺嘧啶钠的时量曲线及药动力学参数测定	(87)
实验十四 药物的量效关系及 pD_2 、 pA_2 的测定	(89)
第六章 人体功能实验	(94)
实验十五 人体动脉血压的测量	(94)
实验十六 人体心电图及其影响因素	(97)
实验十七 脉搏血氧饱和度监测	(99)
实验十八 人体生理指标的同步监测	(100)
第三篇 综合性实验	
第七章 蛙心功能实验	(102)
实验十九 容积导体在心电图描记中的作用	(102)
实验二十 心房和心室兴奋传导	(103)
实验二十一 蛙心电图、心室内压与心肌收缩的同步记录	(104)
实验二十二 Loewi 实验——自主性神经递质的释放	(106)
实验二十三 离体蛙心灌流技术及应用	(108)
实验二十四 蛙急性全心衰竭	(111)
实验二十五 蛙在体心肌细胞动作电位的记录	(112)
第八章 循环功能实验	(115)
实验二十六 家兔中心静脉压的测定	(115)
实验二十七 家兔动脉血压的调节	(117)
实验二十八 大鼠/家兔左、右心室插管实验技术及应用	(120)
实验二十九 大鼠离体心脏灌流	(122)
实验三十 大鼠主动脉血管环张力变化的检测	(125)
实验三十一 家兔减压神经放电与血压调节	(127)
实验三十二 家兔颈动脉窦压力感受性反射测定	(129)
实验三十三 药物对家兔血压的影响及其受体机制分析	(131)
实验三十四 麻醉期间不良刺激对家兔循环功能的影响	(133)
实验三十五 家兔失血性休克	(135)
实验三十六 家兔肠系膜上动脉闭塞性休克	(138)
第九章 呼吸系统实验	(142)
实验三十七 家兔离体肺顺应性测定	(142)
实验三十八 家兔膈肌电活动与呼吸运动	(143)
实验三十九 家兔呼吸运动的调节与膈神经放电	(146)
实验四十 家兔呼吸运动的影响因素与急性呼吸功能不全	(148)
实验四十一 小鼠缺氧与影响缺氧耐受性的因素	(151)
第十章 泌尿系统实验	(155)
实验四十二 家兔尿生成的影响因素	(155)
实验四十三 家兔急性缺血性肾衰竭	(157)
实验四十四 家兔急性中毒性肾功能不全	(161)

第十一章 神经电生理学实验	(164)
实验四十五 蛙坐骨神经干动作电位的引导及分类测定	(164)
实验四十六 蛙缝匠肌动作电位与收缩张力的同时记录	(166)
实验四十七 肌松药对蛙坐骨神经腓肠肌的作用	(168)
实验四十八 预埋电极测腹肌放电衡量清醒大鼠结直肠疼痛敏感性	(170)
实验四十九 豚鼠耳蜗微音器电位引导	(171)
实验五十 家兔大脑皮质诱发电位	(173)
实验五十一 大鼠离体脑片海马场电位的记录	(175)
实验五十二 家兔大脑皮质运动区的刺激效应与去大脑僵直	(177)

第四篇 研究性实验

第十二章 急性动物模型制备	(179)
实验五十三 家兔急性右心衰竭模型	(179)
实验五十四 大鼠急性心肌梗死模型	(181)
实验五十五 家兔实验性水肿	(183)
实验五十六 家兔弥散性血管内凝血	(185)
实验五十七 氨在家兔肝性脑病发生中的作用	(189)
第十三章 细胞功能实验研究	(191)
实验五十八 急性分离大鼠心室肌细胞	(191)
实验五十九 新生大鼠心肌细胞培养与缺血-再灌注损伤模型	(193)
实验六十 大鼠动脉平滑肌细胞培养与鉴定	(194)
实验六十一 药物对体外培养肿瘤细胞的抑制作用	(197)
参考文献	(199)
附录 随机数目表	(200)

第一篇 机能学实验概述

第一章 绪 论

第一节 机能学实验一般过程

机能学实验是研究不同状态下机体功能活动规律的一门医学实验性学科,是在生理学、病理生理学和药理学研究对象相似、实验基本操作相同的基础上建立起来的。机能学实验从人才培养目标出发,打破了学科课程间的壁垒,将实验课从原来的课程中独立出来,删减重复实验,减少验证性实验,以器官、系统或问题(疾病)为中心组织教学,使机能学实验课程之间得到有机结合,甚至使形态与功能课程、基础与临床课程之间的内容得到交叉融合,增加了学生的动手操作能力和动脑机会。

开设机能学实验课程就是要使知识的传授、能力的培养和素质的提高诸方面有机结合,从而培养出适应新世纪医学科学发展所需要的具有创新意识的医学高级人才。机能学实验教学的目的:一方面是配合“三理”(生理学、病理生理学和药理学)理论知识学习,观察并了解机体正常功能活动及其规律,在人为控制条件下制作疾病模型,并通过观察、分析,揭示疾病的发生、发展规律及认识药物作用的特点和规律;另一方面则是通过实验,提高学生自学能力、操作能力、提出分析解决问题能力和开拓创新能力,培养学生掌握严密的工作方法,养成严谨的学术作风、创新的科学思维和刻苦钻研团结协作的精神,为今后从事临床实践和科学研究打下坚实的基础。

机能学实验教学分为以下三个阶段:

1. 基本知识和基本技能实验阶段 从简单的经典实验开始,使学生掌握实验的基本操作、常用仪器设备的使用和实验报告的撰写,熟悉基本实验设计原理与方法,培养学生观察、记录实验结果,及收集、整理实验数据的能力。

2. 分析与综合性实验阶段 通过进行实验项目较多的、难度较大的综合性实验,进一步强化实验操作,掌握实验原理与方法,着重对实验结果进行统计分析、逻辑推理,得出恰如其分的结论,培养学生提出问题、分析问题和解决问题的能力。

3. 研究和探索性实验阶段 通过研究型实验教学和 student 自选题目、自行设计实验方案进行实验,使学生了解医学科学研究的基本程序,初步掌握文献检索、实验设计、科学实验和论文撰写的方法和知识,激发学生开拓、创新精神,培养学生应用知识和从事科学研究的能力。

第二节 机能学实验课程的教学要求

一、课 前 要 求

(1) 预习实验指导,了解实验的目的、要求、方法和操作步骤及注意事项,充分理解实验

设计的原理。

(2) 设计好实验原始项目和数据记录的表格。

(3) 结合实验内容复习有关的理论课内容,并查阅有关的文献资料,对各种处理的可能结果做出科学的预测,并对结果进行初步分析。

二、课堂要求

(1) 进入实验室必须穿工作服,严格遵守《实验室规章制度》和《计算机管理守则》。

(2) 各小组长应在教师的指导下,根据实验内容进行小组内同学的分工,尽量使每个人都有操作的机会,并使全组同学都能看到每一步实验过程。

(3) 必须严格、准确地按照实验指导或老师要求进行实验,并认真、仔细、耐心地观察实验现象,真实、客观地记录实验结果,并注明实验条件与实验参数。

(4) 注意爱护实验动物、标本和器材,尽量节省实验材料及药品,如有仪器、物品损坏应及时报告老师进行处理。

(5) 实验结束后,必须对存储的实验结果去粗取精,选取几个典型的变化过程,删去无用的结果,剪辑出清晰简洁的实验记录,进行数据处理后再打印。每组同学都必须打印一份结果记录,以便做好实验报告。

(6) 做好实验结束的善后工作:动物尸体、标本、纸片和废品应放到指定地点,严禁乱放乱弃,树立牢固的自身安全和环境保护意识;实验台面、器械应擦洗整理干净,并清点归还器械;按程序关闭计算机。

(7) 值日生应做好实验室的清洁卫生工作,离开实验室前应关水龙头、关灯、关窗和关门。

三、课后要求

(1) 积极思考实验取得的结果:取得了什么结果?为什么会出现这样的结果?这样的结果有什么理论或实际意义?出现非预期结果的原因是什么?

(2) 及时整理实验记录和数据,按要求认真独立完成并按时呈交实验报告或论文。

第三节 机能学实验报告的撰写

一、撰写实验报告的意义

撰写实验报告是机能学实验课程的重要环节之一。实验报告是对实验的全面总结。通过书写实验报告,认真整理实验结果,并利用实验数据和文献资料对实验结果进行科学的分析和总结,从而加深学生对理论知识的理解,提高学生独立思考、综合分析及文字表达的能力。此外,通过书写实验报告,学生可学习和掌握科学论文书写的基本格式、图表绘制、数据处理和文献资料查阅的基本方法,为今后撰写科研论文打下良好的基础。

二、实验报告的格式和内容

实验报告要求用统一的实验报告纸书写。实验报告的格式和内容一般应包括:

(1) 姓名、年级、组别、专业和学号:写在实验报告纸上的相应位置。

(2) 实验题目和指导教师:注明日期、室温和湿度。

(3) 实验目的:要求尽可能简洁、清楚。

(4) 实验材料和方法:①实验材料,应包括动物名称(标明性别、体重)、主要仪器(标明型号、厂家)、所用药品名称(标明剂型、批号)等。②实验方法,必须简明扼要地写出实验方法和步骤。

(5) 实验结果:实验结果是实验报告中最重要的部分,应客观、忠实、正确地记述实验所观察到的现象。结果的记述包括:①原始记录曲线的整理,凡有曲线记录的结果均应以打印曲线表示,各曲线应注明所表示的生物信息及其记录参数,并附有刺激记号、参数及时间记号。②原始资料的数据分析与处理,根据资料的性质可分为计量资料(即以数值大小表示事物的变化程度,如电压、血压、呼吸等变化的幅度和频率)和计数资料(即由清点数目而得到的结果,如实验动物的存储和死亡数等)两类。有些资料的分析处理可从生物信号处理实验教学系统中获得,此外则须进行人工处理,必要时须进行统计学处理。通过对实验结果的整理和处理分析,获得机体功能活动及其变化的规律,认识发病机制及适当评估药效。

(6) 讨论:讨论是从实验和观察到的结果出发,结合文献,在理论上探讨分析每一项实验结果产生的机制,是培养独立思考、综合分析问题能力的重要环节。讨论的内容包括:用已有的理论对实验和观察的结果进行讨论,从理论上对实验获得的各种资料、数据和现象进行综合分析;指出结果的理论意义及其对实践的指导作用与应用价值;分析、总结实验过程中遇到的问题、差错和教训,与预想结果不一致的原因,有待解决的问题及其解决的方法,提出在今后的实验中需注意和改进的地方。

(7) 结论:结论是作者在实验结果和理论分析的基础上,经过严密的逻辑推理,更深入地归纳报告中能反映事物本质的规律而得出的总结。

(8) 参考文献:参考文献是实验报告引用他人的资料,在报告最后列出的文献目录,这既是为了反映实验报告的科学依据,表明作者尊重他人的研究成果,同时也向读者提供有关原文信息的出处。参考文献引用处,在引用句末根据引用顺序用上标序号表示,用方括号括住序号。参考文献索引按引用序号、作者、题名、杂志名称、出版时间、卷(期)及页码格式书写。

(王瑞幸 林默君)

第二章 机能学实验常用的仪器、溶液和手术器械

机能学实验以动物为主要实验对象,通过各种实验手段对正常生理、致病因子及药物作用下的机体功能活动变化进行观察和研究,以探讨正常机体功能活动规律及疾病发生与药物作用的机制。生物医学信号是机体功能活动过程表现出的各种信号,是生物体内某些信息的载荷者,反映生物体内组织器官的机能状态。生物医学信号不仅是基础医学实验研究常用的观察指标,而且还是临床实践中对疾病进行诊断、防护和治疗的重要依据。

机能学实验的基本实验过程是通过观察和测量生物医学信号来了解机体功能活动变化的情况,其实验过程如图 1-2-1 所示。在这一过程中,生物医学信号反映机体功能活动变化的情况,生物医学信号中的电信号如跨膜电位、心电图等,可直接通过引导电极提取并输导至生物电放大器,非电信号如压力、张力、液滴、pH、CO₂ 浓度等理化信号则需通过相应换能器转换成电信号,再输导至生物电放大器,最后经记录处理装置显示并被记录出来。若对实验对象施加干扰因素如刺激、药物作用等,则反映机体功能活动变化情况的生物医学信号也会发生相应变化,对这些变化的信号进行仔细地处理和分析,便可获知机体功能活动变化的情况。

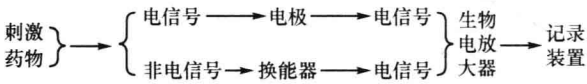


图 1-2-1 机能学实验流程及仪器装置

第一节 机能学实验的基本仪器

一、刺激器与刺激电极

研究生物体的活动往往需要通过刺激诱发。电刺激是较为适宜且常用的方法,其强度、过程和变化形式等参数较易控制,且不易损伤组织,故可重复使用。目前使用的是矩形波电子刺激器,有以下主要功能选择与控制:

1. 刺激方式

- (1) 单次刺激:每按“启动”按钮一次,刺激器就有一个刺激脉冲输出。
- (2) 连续刺激:按“启动”按钮后,即有连续刺激脉冲输出,按“停止”按钮后,则停止刺激脉冲输出。
- (3) 连续双脉冲刺激:刺激器发出连续刺激的每个周期中有两个刺激脉冲,这两个刺激脉冲的幅度和波宽相等,但时间间隔可调节。这种刺激一般用于测定组织兴奋后兴奋性的变化。

2. 刺激参数 矩形波电子刺激器输出的是矩形脉冲。在刺激器面板上可以调节的刺激参数如下。

- (1) 刺激强度:一般以刺激脉冲的电压幅值表示。
- (2) 刺激波宽:指单个刺激脉冲的宽度(时程)。
- (3) 刺激频率(或周期):反映连续刺激中单位时间内脉冲次数的多少。目前有两种表示方法,一种是用频率(次/时间)来表示,另一种是用周期(时间)来表示。

3. 其他

(1) 同步输出:指输出一个与刺激信号在频率(或周期上)一致,但时间上略提前与刺激信号的尖脉冲。常用于触发示波器扫描或其他仪器工作。

(2) 延迟:刺激脉冲与同步脉冲出现的时间相关,但刺激脉冲总是落后于同步脉冲,两者的时间差称为延迟(图 1-2-2)。延迟通常有一定的调节范围,可根据工作需要随意调节。

4. 刺激电极 将刺激器产生的电流引导到组织的电极称为刺激电极。

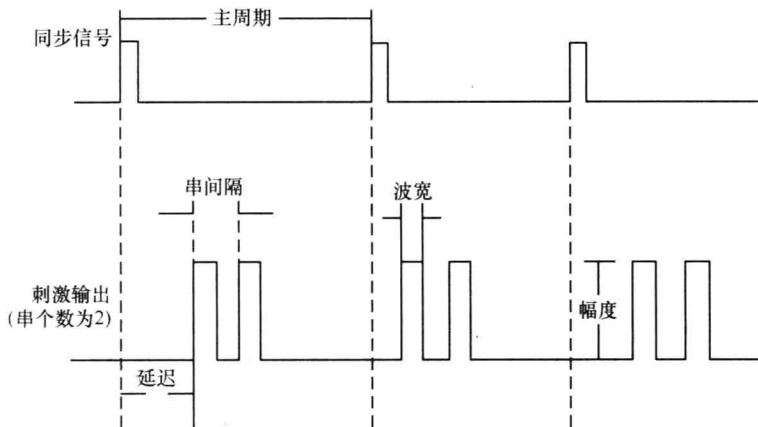


图 1-2-2 刺激同步信号与刺激参数

二、换 能 器

换能器,又称传感器,是指将一种能量形式转变成另一种能量形式的装置。生物医学信号中的非电信号如压力、张力、液滴、pH、CO₂ 浓度等理化信号,需通过各种探头提取后再经不同类别(如张力、压力等)的换能器转换为电信号后,再输导到生物电放大器。以下主要介绍压力换能器和张力换能器:

1. 压力换能器

(1) 用途与原理:压力换能器主要用于测量体内各种压力变化,如血压、中心静脉压、胃肠道内压等。换能器内部有一平衡电桥(图 1-2-3),该电桥的一部分(R_1 、 R_2)由压力敏感元件构成,可以把压力的变化转换成电阻值的变化。当无压力输入时,电桥平衡,换能器输出为零;当外界压力作用于换能器时,敏感元件的电阻值发生变化,引起电桥失衡,从而使换能器产生电信号输出,电信号的大小与外加压力的大小呈线性相关。

(2) 使用方法:测血压时,应向换能器管路内缓慢注入抗凝液体,并排出换能器内的气泡,再将换能器与

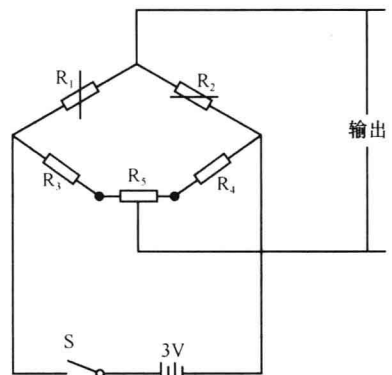


图 1-2-3 换能器原理图

大气相通以确定零压力基线,然后把换能器与充满抗凝液体的测压导管连通,即可进行压力测量。用完后应及时清除换能器内的液体或血液,并用蒸馏水洗净晾干。

(3) 注意事项:①每个压力换能器都有一定的测量范围,使用时应注意被测压力的大小,压力换能器不宜用于检测超过测量范围的压力。②当压力换能器构成闭合测压管道系统时,严禁向闭合测压管道加压,以免损坏换能器。

2. 张力换能器

(1) 用途与原理:张力换能器用于记录肌肉收缩时的张力变化,其工作原理与压力换能器相似,可把张力信号转换成电信号输出。

(2) 使用方法:待测肌肉一端固定,另一端用丝线与换能器的应变梁相连,尽量是受力方向与应变梁运动方向在同一条直线上,开启记录仪,选择适当的灵敏度,即可描记出该肌肉的收缩曲线。

(3) 注意事项:①每个张力换能器都有一定的测量范围,不宜用于检测超过此范围的张力。②实验过程中应防止水滴进入换能器内部。③在安装和调整实验装置时,应防止换能器碰撞。

三、生物电放大器

生物电放大器又称前置放大器。生物电信号通常很微弱,一般为 μV 至 mV 量级,且记录环境中常常混杂有同量级或更大量级的干扰信号,因此必须借助生物电放大器选择性地放大需要记录的微弱的生物电信号。生物电放大器具有灵敏度高、抗干扰能力强等优点。常用的生物电放大器具有以下功能:

1. 增益 增益是指放大器放大微弱信号的能力,也称放大倍数,即输出信号与输入信号之比。大多数的生物医学放大器都有很高的增益,往往大于 1000,实验时可根据需要调节适当的放大倍数。

2. 时间常数 放大器只能对一定频率范围内的信号进行放大,超过此范围的信号,放大器对其放大的能力就会下降,超过越多,放大倍数下降得越显著。这个频率范围的下界称下限截止频率,由放大器的时间常数决定;其上界称为上限截止频率,由放大器高频滤波决定。

时间常数表示输入一个矩形波的电压从最初幅值减少到 37% 时所需的时间,时间常数越小,下限截止频率就越高,即对低频成分的滤波程度越大。如 1s、0.1s、0.01s、0.001s 对应的放大器下限截止频率分别为 0.16Hz、1.6Hz、16Hz、160Hz。

3. 直流 此档不仅能对信号中的交流成分放大,还能放大信号中的直流成分。

4. 高频滤波 用于去除信号中的高频成分,100kHz、10kHz、1kHz、100Hz 分别表示各档放大器的上限截止频率。在实验中,高频滤波与时间常数适当配合就构成了放大器的频响范围,使待测信号可以通过而其他信号不能通过,在一定程度上达到消除干扰的目的。

生物电放大器的上述功能选择,应根据生物体内不同信号特征确定适当的参数,才能使放大的信号真实清晰。

四、记录装置

机能学实验的记录装置主要有示波器和生物记录仪两种。记录装置还有进一步放大信号的功能(又称后置放大)。

第二节 计算机生物信号采集处理系统

随着社会和科学技术的飞速发展,计算机的普及和信号采集处理技术的日趋成熟,计算机生物信号采集处理系统已在机能学实验室得到广泛应用。这种系统具有“刺激器+放大器+示波器+记录仪”等多种仪器的组合功能,能大大简化实验室仪器设备,大幅度提高实验速度和精度,易于应用、维护和管理,为深化现有实验和开设新的实验提供了非常好的实验平台。计算机生物信号采集处理系统除了能进行各种信号采集外,还可以对采集的信号进行统计分析、变换、曲线拟合和图形处理等,是现代化实验室必不可少的设备。

一、计算机生物信号采集处理系统构成

计算机生物信号采集处理系统由计算机、程控生物电放大器、模-数(A/D)转换器、程控刺激器、换能器、专用软件和打印机等组成,即由硬件与软件两大部分组成(图 1-2-4)。硬件主要对通过记录电极或换能器引导出的电信号进行放大,并进而对信号进行 A/D 转换,使之进入计算机。软件主要用来对信号放大、A/D 转换的控制及对已经数字化了的信号进行显示、储存、分析和打印。

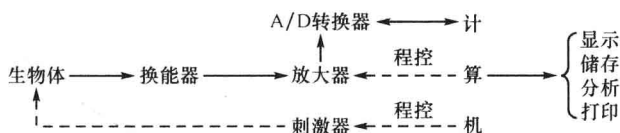


图 1-2-4 生物信号采集处理系统模式图

二、硬件平台

不同生物信号采集处理仪器对计算机的要求有所不同,国产的生物信号采集处理仪器要求普通的 PC 机,MacIab 则要求 Macintosh 计算机为硬件平台。

生物信号采集处理仪器与计算机的连接方式如下:

(1) 通过计算机的 ISA(industry standard architecture)槽口连接,其信号采集卡插在计算机主板的 ISA 槽口上。现在生产的计算机,其主板上很少有 ISA 槽口。

(2) 通过计算机的 USB(universal serial bus)接口连接,Pentium II 及以上的计算机都有 USB 接口。

(3) 通过计算机的 EPP(enhanced parallel port)接口连接,目前生产的计算机都有 EPP 接口。

生物信号采集处理仪器硬件设计有两种类型,一种是外置型,如 MacIab、Powerlab、RM6240A/B/C、Pclab、BL-420 等,这类仪器将多功能放大器、刺激器等外置仪器用数据线与计算机相联;另一种是内置型,如 Pclab/MedIab-E、BL-410、D-951 实验教学系统等,这类仪器将所有部件都安装在计算机内部。

三、软件平台

计算机生物信号采集处理系统需借助计算机的操作系统进行工作。计算机生物信号采集处理系统根据其对操作系统的要求分为 DOS 系统、MacTMOS 系统和 Windows 系统三种。

Windows 操作系统的生物信号采集处理仪器因具有良好的操作性、网络功能、共享 Windows 资源和强大的数据处理功能,已成为生物信号采集处理仪器的主流机型,如国产的 RM6240A/B/C、Pclab、BL-420 和澳大利亚的 Powerlab 等。

第三节 RM6240 多道生物信号采集处理系统

一、系统特点

RM6240 多道生物信号采集处理系统是一个系列产品,有多种型号,其中全隔离型 RM6240B/C 型是国产同类仪器系统唯一的医疗仪器级产品。

RM6240 多道生物信号采集处理系统有 EPP、USB 两种类型接口,系统采用高效、高性能 A/D 转换器,采样频率达 100kHz(EPP 接口机型)或 400kHz(USB 2.0 接口高速机型)。

RM6240 多道生物信号采集处理系统软件可在 Windows98、Windows2000 和 WindowsXP 等操作系统上运行,实现数据共享,并可将实验数据嵌入到 Word、Excel 等软件中。

RM6240 多道生物信号采集处理系统有多个信号输入通道。每一通道的放大器均可作生物放大器、血压放大器、桥式放大器使用,还可作肺量计(配接流量换能器)、温度计(配接温度换能器)、pH 计(配接 pH 换能器)。系统还具有记滴、监听、全隔离程控刺激器(刺激器自带刺激隔离器)的功能。系统可同时处理多种生理信号,具有信号实时显示、记录、波形分析、数据处理(动态或静态)、打印等多种功能。

二、仪器面板

RM6240 多道生物信号采集处理系统面板上设置有外接信号输入插座、刺激器输出插座、记滴及监听等插座(图 1-2-5)。

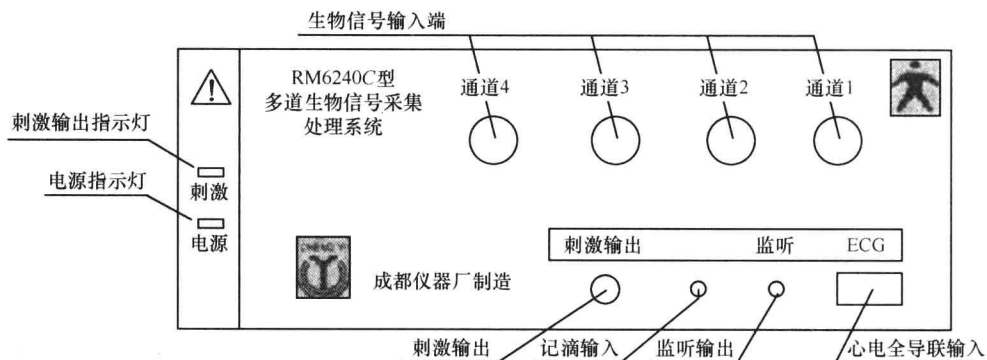


图 1-2-5 RM6240C 型生物信号采集处理系统面板

- 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。一般生物信号采集处理系统有四个物理通道,可同时处理放大和记录四路信号。RM6240 四个物理通道输入采用五芯航空插座,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 12 导联心电图。

三、软件窗口

(一) 启动软件

用鼠标双击计算机屏幕上的“RM6240USB/并口 2. f”图标(图 1-2-6)即可。

(二) RM6240 软件窗口

RM6240 软件窗口(图 1-2-7)可划分为六个功能区:



图 1-2-6 软件图标

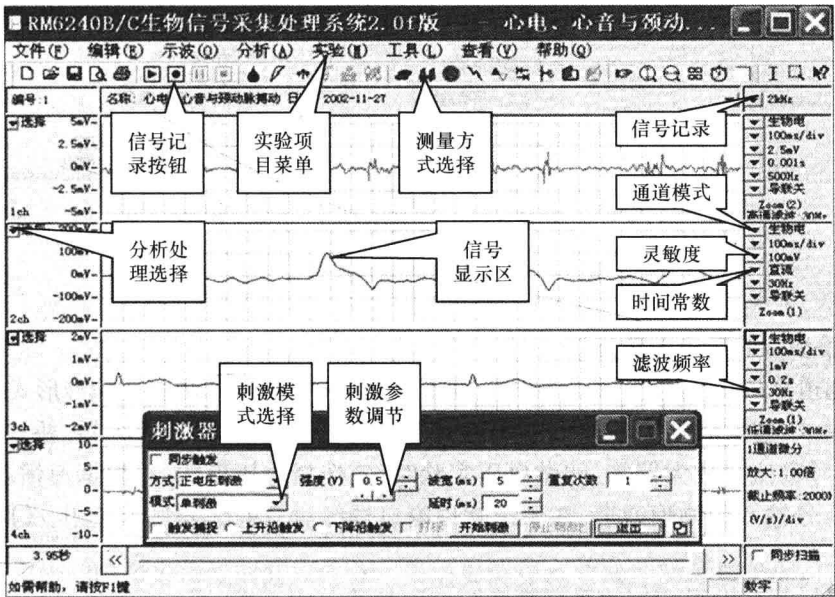


图 1-2-7 RM6240 多道生物信号采集处理系统软件窗口

- 1. 菜单条 软件窗口顶层的菜单项。选择其中的一项即可弹出其子菜单。
- 2. 工具条 处于菜单条的下方。工具条提供了仪器基本功能的快捷按钮。菜单条中最常用的指令,都能在工具条中找到对应的图标(只需鼠标直接点击即可)。在操作工具条时,一旦鼠标指向某图标即会弹出其指令名称。
- 3. 参数设置区 位于窗口的右侧。有“采样频率”及各通道的“通道模式”、“灵敏度”、“时间常数”、“滤波”、“扫描速度”等参数,用鼠标选择各功能键可调节各通道的实验参数。
- 4. 信号显示区 实验信号的数据以波形的形式显示于该区域内。