

全国高等学校医学规划教材

(供临床、基础、预防、护理、口腔、药学等专业用)

机能实验学

主编 杨芳炬

ShengLi
5500

JIAO

 高等教育出版社
Higher Education Press

全国高等学校医学规划教材

(供临床、基础、预防、护理、口腔、药学等专业用)

机能实验学

主 编 杨芳炬

主 审 周祖玉

副主编 徐江平 李玉荣 冯甲棣 张明升

编 者 (以姓氏拼音为序)

崔泽忠 泸州医学院

冯甲棣 中国医科大学

李玉荣 哈尔滨医科大学

杨芳炬 四川大学

张明升 山西医科大学

张义军 潍坊医学院

周祖玉 四川大学

杜克莘 西安交通大学

敬华娥 川北医学院

徐江平 南方医科大学

杨志梅 四川大学

张 晓 成都医学院

郑月慧 江西医学院

编写秘书 邹 毅 四川大学



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

内容简介

《机能实验学》是一本将生理学、病理生理学、药理学三门课程的实验内容有机融合在一起,体现学科间的交叉融合和新技术的应用以及培养学生创新能力的实验课程教材。

该教材内容涵盖基础医学的三大机能学科实验部分,是目前较为系统、全面、完整且内容丰富的机能实验学教材。

该教材的编写是在全国 11 所医学院校通力合作下完成的,全书集中了各校教学优势与特色,内容涵盖面广,实用性强。

教材分为 13 章。第 1 章主要介绍机能实验学基本知识和学习要求,包括机能实验学的性质与任务,学习目的与要求,实验常用动物的选择及局部手术、常用实验操作技术、常用实验溶液的配制、常用仪器设备的原理及使用方法、常用实验病理模型复制方法等;第 2 章主要介绍了机能学科实验设计的基本知识与方法;第 3 章~第 11 章分别按生理机能系统分类方法将实验分为神经和骨骼肌实验、血液系统实验、循环系统实验、呼吸系统实验、消化系统实验、泌尿系统实验、代谢实验、感觉器官实验、内分泌与生殖系统实验,此种分类编排方式极大方便了广大教师和学生参阅和使用;同时第 12 章专门对专业性较强的药物作用实验进行了介绍,以利于学生学习和掌握药理学的理论与实验技术;第 13 章为生物实验数据处理原理及方法介绍,该章节的引入使机能学实验后期进行数据处理时更为便捷。

该教材使三学科课程基本理论与实验融为一体,相互渗透,相辅相成。内容突出了知识性、系统性、科学性和实用性。

该教材使用对象为医学、口腔、卫生、药学、儿科、法医、护理、护幼等专业本科和长年制学生,也可作研究生学习用书,同时可供广大从事医学基础实验教学和临床研究人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机能实验学/杨芳炬主编. —北京:高等教育出版社, 2006. 1

供临床、基础、预防、护理、口腔、药学等专业用

ISBN 7-04-017983-0

I. 机... II. 杨... 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(2005)第 145518 号

总策划 栾刚 张好 策划编辑 刘晋秦 责任编辑 薛玥 封面设计 张楠
责任绘图 朱静 版式设计 马静如 责任校对 杨雪莲 责任印制 朱学忠

出版发行 高等教育出版社
社址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100011
总机 010-58581000

经销 蓝色畅想图书发行有限公司
印刷 北京鑫海金澳胶印有限公司

开本 889×1194 1/16
印张 15
字数 450 000

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版次 2006 年 1 月第 1 版
印次 2006 年 1 月第 1 次印刷
定价 25.60 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 17983-00

序

记得在十多年前,我在原华西医科大学做呼吸专业教授,每每授课之余,我都在想这样的问题:教育究竟承载着怎样的重荷、责任?在我走上领导岗位后,从最初医科大学副校长、省卫生厅厅长、卫生部副部长,到现在的中国医师协会会长,虽从未主管过教学工作,但上述问题却时常萦绕着我,思考从未停止过,时至今日,答案越来越清晰,明确!那就是教育要发展,要进步,首先教育理念必须发生深刻的变革,教育的内涵必须大幅度外延,教学方式必须改革。具体到医学教育,我个人有几点看法:

在教学上:第一,医学是关系到生命、健康的科学,必须强调严谨性;第二,医学是一门边缘性科学,且发展很快,因此应强调教师知识不断更新,增强和接受新理论、新知识的能力,满足学生扩大知识面的需求;第三,医务工作除了治病救人外,还涉及伦理、道德、法律等一系列问题,医学教育应增加大量社会科学知识,并加强培养医学生的人文关怀精神;第四,医学专业的形态学课程较多,学习时需要强记硬背,但实际运用时非常强调灵活性。因此,注意培养学生的形象思维与逻辑思维,即平时我们所说的临床思维能力,尤为重要。

在教材上:第一,内容在强调“三基”的同时,应能及时反映疾病谱的变化及学科的发展;第二,内容在注重科学性的同时,应为所教所学者着想,即将复杂、高深的知识,用最简单易懂的文字或图表表述出来;第三,教材应充分反映医学这门学科的特点,即形态学、方法学的内容较多。因此,应做到图文并茂,有些内容甚至可用视频来表达。

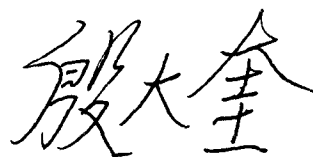
虽然自己对教学工作和教材建设有一些想法,但高等教育出版社请我来为这套医学教材做序时,使我十分为难。一是我离开教育、临床工作多年;二是先前我对其他很多专家邀请做序或跋拒绝多多,此次执笔搞不好会有厚此薄彼之嫌。但我细读此套教材的策划及部分章节后,眼前一亮,不禁释怀。

这套教材在内容、形式上有许多新颖之处:1. 基础学科教材注意了理论与临床紧密结合,删减了为使学科系统化而舍简求繁的内容,突出了为临床服务,打基础的特点;2. 临床学科教材则根据近些年来疾病谱的变化,突出重点地介绍了临床常见病、多发病的诊疗知识、技术手段,而且增加了近年来被公认、成熟的新知识、新技术;3. 这是一套真正意义的立体化教材,不但图文并茂,且配有学生用光盘及教师授课多媒体光盘。光盘中内容丰富,有大量彩图、病案分析、进展讲座、习题。大大丰富了教材内容,达到了医学教育应以视觉教学为主的目的;4. 本套教材作者队伍年轻化,主编平均年龄 50 余岁,多为留学归国人员,且为活跃在教学、临床一线的骨干。

更为可贵的是,本套教材由于策划得当,在丰富了教材内容、提高印刷质量的同时,却未增加篇幅、提高书价,减轻了学生的经济负担。以《病理学》为例,全书彩色印刷,有近 500 幅彩图,并附学生用光盘,有病理报告库(内有 17 个 CPC)和图库(内有 302 幅较为罕见的彩图),而全书定价不过 60 元。作为教材,能有如此的印刷质量、定

价,在我国也是少见的,为此,我深感欣慰!

谨以此文,权当为序,有些提法不知当否,还请教育界、医学界有关同仁指正。



中国医师协会会长

2003年6月12日于北京

出版说明

为贯彻教育部关于“教材建设精品化,教材要适应多样化教学需要”(教高[2001]1号)的精神,在全国高等学校教学研究会、中国医师协会以及数十所高等医学院校大力支持下,经两千余名具有丰富教学经验的医学专家及学者的共同努力,高等教育出版社出版了全国高等学校医学规划教材。愿此凝聚着众多学者智慧与汗水的教科书,能给我国的医学教材建设注入活力,以推动医学教育改革加速发展。

全国高等学校医学规划教材(供临床、基础、预防、护理、口腔、药学等专业用)以全球医学教育最低基本要求及教育部“新世纪高等教育教学改革工程”重点项目——临床医学专业本科教学基本要求为准则;突出对学生创新意识、创新能力和批判性思维方式的培养;强调与医疗卫生的联系,囊括了国家执业医师考试所需的知识。整套教材中各学科相关内容有机衔接、循序渐进,既防止各学科之间脱节,又避免了重复,更为有特色的是书后配有包含信息库、习题库、案例库、图像库等内容的学生用光盘,部分学科还配有教师用光盘。全套教材论述严谨,语言流畅、简洁,层次分明,编排格式新颖,图文并茂,并根据学科特点,采用了全彩色印刷或彩色插页,有些内容甚至用视频形式来表达。

全国高等学校医学规划教材(成人教育)针对成人医学教育特点而编写,主编及编写人员均是具有多年医学教育经验的专家和学者。与同类教材相比,此套教材在以下几方面进行了创新和探索:(1)在确定编写体系和选择教材内容时,注重对学生创新思维、分析解决问题能力以及综合素质的培养,尽量做到以问题为中心,与临床紧密结合,学以致用。(2)注重素质教育,加强对学生伦理、道德素质和法制观念的培养。

建立面向现代化、面向世界、面向未来的立体化、系列化精品医学教材,是高等教育出版社追求的目标。尽管我们在出版教材的工作中力求尽善尽美,但仍避免不了存在这样或那样的不足和遗憾,恳请广大专家、教师及学生提出宝贵的意见和建议,为促进我国高等医学教育的进一步发展共同努力。

全国高等学校医学规划教材 (供临床、基础、预防、护理、口腔、药学等专业用)

第一批启动教材(已于2003年——2004年陆续出版)

基础化学	主编 祁嘉义	内科学	主编 张运
医用有机化学	主编 唐玉海	外科学	主编 郑树森
生物化学	主编 赵宝昌	妇产科学	主编 孔北华
医用物理学	主编 洪洋 鲍修增	儿科学	主编 王卫平
临床医学导论(第2版)	主编 孙宝志	眼科学	主编 葛坚
医学伦理学	主编 孙慕义	耳鼻咽喉头颈科学	主编 韩德民
系统解剖学	主编 钟世镇	口腔临床医学导论	主编 樊明文
局部解剖学	主编 王怀经	神经病学	主编 张淑琴
断层解剖学	主编 刘树伟	精神病学	主编 李凌江
组织学与胚胎学	主编 高英茂	传染病学	主编 李兰娟
医学微生物学	主编 黄汉菊	法医学	主编 侯一平
医学寄生虫学	主编 汪世平	中医学	主编 陆付耳
生理学	主编 王庭槐	循证医学	主编 李幼平
病理学	主编 王恩华	全科医学	主编 梁万年
病理生理学	主编 肖献忠	康复医学	主编 纪树荣
药理学	主编 颜光美	预防医学	主编 施榕
诊断学	主编 张桂英	流行病学	主编 姜庆五
医学影像学	主编 孟峻非	医学统计学	主编 倪宗瓚
核医学	主编 黄钢	医学信息检索	主编 徐一新

第二批启动教材(将于2005年——2006年陆续出版)

医学细胞生物学	主编 胡次平	医学免疫学	主编 高晓明
临床药理学	主编 王怀良	机能实验学	主编 杨芳炬
医学心理学	主编 吴均林	卫生法学	主编 孙东东
医学微生物学		皮肤性病学	医学分子生物学
医学遗传学		急救医学	卫生学

全国高等学校医学规划教材 (成人教育)

内科学	主编 刘远厚	生理学	主编 徐斯凡
外科学	主编 高居忠	生物化学	主编 万福生
妇产科学	主编 林仲秋	人体解剖学	主编 席焕久
儿科学	主编 黎海芪	药理学	主编 凌保东
病理学	主编 章宗籍	医学伦理学	主编 卜平
医学免疫学	主编 张昌菊	预防医学	主编 钟才高
医学微生物学	主编 吴移谋		

前 言

实验教学是高等医学教育的重要组成部分,是培养学生实践能力、创新意识、科学思维方法和严谨科学态度的有效途径。以科学的思维和严密的逻辑为引导,对相关课程的知识进行合乎逻辑的重组和实施,培养出融知识、能力与素质为一体的医学科技创新人才是当今医学教育和人才培养目标。

《机能实验学》正是以该目标为出发点,将生理学、病理生理学、药理学内容有机融合在一起,以基础与临床的有机结合为指导,用活的整体或组织器官以及离体组织器官为研究对象,精心设计而形成一个新的综合性实验课程体系教材。

该教材由四川大学牵头,会同西安交通大学、南方医科大学(第一军医大学)、中国医科大学、哈尔滨医科大学、山西医科大学等11所学校的同仁共同编写而成。集众家之所长、重点突出内容新颖、实用性强、适用范围广是本教材的特点。

该教材所涉及的机能学科实验内容的融合不是简单的拼凑,它摆脱了理论教学的束缚,结束了为验证理论而实验的历史,为按照实验教学规律组织教学创造了条件,让学生学有所思,思有所获。是目前较为系统、全面、完整、内容丰富且操作性很强的机能实验学教材。

该教材的编排本着由浅入深、循序渐进的培养步骤,以机能实验基本知识和基本技能训练为起点,让学生先熟悉一定的实验技术和方法,培养起实验课的学习兴趣后再进入经典的或综合性实验的学习,让学生用严谨的科学态度,细致的观察能力和严密的逻辑思维方法对实验现象和实验中出现的科学的问题进行科学的实事求是的分析,最后引导学生自己查阅文献进行实验讨论或设计新的实验。

该教材按生理学、病理生理学和药理学的系统知识将实验内容进行章节分类设计,有利于查找相关内容与使用。

由于编写时间仓促,水平有限,定会有不完善的地方,甚至可能出现某些遗漏和错误,在此,恳请广大读者给以批评指正。

机能实验学教材编写组

2005年7月于成都

郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人给予严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话：(010) 58581897/58581896/58581879

传 真：(010) 82086060

E - mail：dd@hep.com.cn

通信地址：北京市西城区德外大街4号

高等教育出版社打击盗版办公室

邮 编：100011

购书请拨打电话：(010)58581118

目 录

第一章 机能实验学绪论	1	六、开颅手术	60
第一节 机能实验学基本知识	1	七、各种离体器官、组织制备方法	61
一、机能实验学的性质和任务	1	八、蟾蜍或蛙神经-骨骼肌标本的制备	63
二、机能实验学的教学目的	2	第六节 常用试剂、药物剂量的换算	
三、机能实验学实验要求	2	和配制	64
四、实验结果的记录方法与实验报告的		一、常用生理溶液的成分与配制	64
书写要求	2	二、常用抗凝剂的浓度	65
五、实验室规则和操作规程	3	三、药物剂量的换算	66
第二节 机能实验学常用仪器及配套器械 ..	4	第二章 实验设计	68
一、生物信号采集与处理基本知识	4	一、研究选题	68
二、计算机生物信号采集与分析系统	8	二、实验设计	70
三、RM-6000 多导生理记录仪	15	三、实验原始数据的收集	72
四、BI-2000 型图像分析系统	17	四、数据处理	73
五、换能器	19	五、论文撰写	74
六、心电图机	21	附1 实验设计方案的基本内容和要求	74
七、激光多普勒 PeriFlax 系统	23	附2 实验原始数据记录表	75
八、分光光度计	25	第三章 神经和骨骼肌实验	76
九、HX-300 动物人工呼吸机	28	实验1 刺激强度和刺激频率与骨骼肌	
十、神经标本屏蔽盒	29	收缩的关系	76
十一、PowerLab 多通道生理信号采集与		实验2 神经干动作电位引导、兴奋传导	
处理系统	30	速度及不应期的测定	78
十二、电磁流量计	33	实验3 兔减压神经放电及药物对放电	
十三、膜片钳实验装置及基本工作原理	34	的影响	81
十四、血气分析仪	39	实验4 疼痛反应与药物的镇痛作用	82
十五、恒温平滑肌槽	41	实验5 药物的镇痛实验(扭体法)	84
十六、脑立体定位仪及脑立体定位技术	41	实验6 药物对抗小鼠电惊厥作用	85
第三节 常用实验动物和动物实验基本		实验7 蟾蜍缝匠肌细胞膜电位观察	86
知识	43	实验8 终板电位	88
一、常用动物种类及选择	43	实验9 蟾蜍背根电位	89
二、常用动物的捉持法、编号法、给药法、		实验10 大鼠大脑皮质电位记录	90
取血法	46	实验11 人体脑电图	91
三、动物实验常用的麻醉方法及异常情况		实验12 兔大脑皮质诱发电位	92
的急救	52	实验13 兔大脑皮质运动区定位	93
第四节 常用手术器械与使用方法	53	实验14 大鼠体外海马脑片的制备及	
第五节 机能实验学常用手术方法	56	CA1 区突触后电位的观察	94
一、基本操作技术	56	实验15 神经细胞单位放电	96
二、颈部手术	57	实验16 反射弧分析与反射中枢兴奋传	
三、胸部手术	58	布特征观察	97
四、腹部手术	59		
五、股部手术	60		

实验 17 药物对动物学习和记忆的影响.....	98	实验 46 呼吸运动的调节及影响因素	145
实验 18 地西洋对小鼠自主活动的影响 ...	101	实验 47 急性肺水肿	147
实验 19 运用膜片钳技术记录海马锥体 神经细胞离子通道电流.....	101	实验 48 呼吸功能不全	149
实验 20 大鼠海马神经细胞单通道钠电 流的记录	102	实验 49 药物对豚鼠离体气管条肌张力 的影响.....	150
第四章 血液系统实验	105	第七章 消化系统实验	152
实验 21 影响血液凝固的因素	105	实验 50 传出神经系统药物对离体肠肌 的作用.....	152
实验 22 红细胞渗透脆性实验	107	实验 51 人体唾液分泌	153
实验 23 生理止血功能的测定	108	实验 52 胃肠运动的观察及影响胃肠运 动的因素	154
实验 24 ABO 血型鉴定和交叉配血 实验	109	实验 53 梗阻性黄疸	155
实验 25 血细胞比容测定	111	实验 54 肝细胞性黄疸	157
实验 26 红细胞沉降率测定	112	实验 55 溶血性黄疸	159
实验 27 弥散性血管内凝血模型的复制 及其凝血功能异常机制的探讨 ...	113	第八章 泌尿系统实验	160
第五章 循环系统实验	115	实验 56 尿液生成的影响因素及利尿 药的作用	160
实验 28 蛙心起搏点的观察	115	实验 57 水肿的形成与利尿药的作用	163
实验 29 容积导体的导电现象——心电 描记	116	实验 58 复制急性中毒性肾功能不全及 药物的治疗作用	164
实验 30 离体蛙心灌流	117	第九章 代谢实验	168
实验 31 期前收缩和代偿间歇	118	实验 59 人体基础代谢的测定	168
实验 32 蛙离体心肌细胞动作电位的 观察	120	实验 60 体液 pH 对药物吸收的影响	169
实验 33 Langendorff 离体心脏灌流 实验	121	实验 61 酸碱代谢平衡紊乱	170
实验 34 动脉血压的调节和药物对动 脉血压的影响	123	实验 62 家兔发热模型的建立与阿司匹 林的解热作用	171
实验 35 实验性高钾血症及其抢救	125	实验 63 氯丙嗪对体温的调节作用	172
实验 36 心脏泵血功能的测定	128	第十章 感觉器官实验	174
实验 37 急性右心衰竭	129	实验 64 视敏度测定	174
实验 38 急性心肌梗死及药物治疗作用 ...	131	实验 65 视野测定	175
实验 39 豚鼠组胺性哮喘模型及平喘 药的选择	132	实验 66 盲点测定	176
实验 40 冠状动脉结扎诱发心律失常	134	实验 67 视觉调节反射和瞳孔对光反射 以及药物对其的影响	177
实验 41 强心苷对心力衰竭心脏的 作用	135	实验 68 声音的传导途径	178
实验 42 急性失血性休克及药物治疗	137	实验 69 耳蜗的微音器电位与前庭蜗神 经动作电位	179
实验 43 药物对犬血流动力学的影响	139	第十一章 内分泌与生殖系统实验	181
实验 44 感染性休克模型的复制及其血 管活性药物的抗休克效果比较 ...	141	实验 70 胰岛素的降血糖作用	181
第六章 呼吸系统实验	144	实验 71 胰岛素的过量反应及其解救	182
实验 45 人体肺通气功能测定	144	实验 72 妊娠实验	183
		实验 73 人精子穿透无透明带金黄地鼠 卵实验	184
		第十二章 药物作用实验	186

实验 74 全血水杨酸二室模型药物代谢动力学参数测定	186	三、实验数据的分类	202
实验 75 药物半数致死量(LD ₅₀)的测定 ...	187	四、实验数据统计分析的层次	203
实验 76 有机磷酸酯类中毒及解救	188	第二节 计数数据的整理与分析	203
实验 77 不同剂型对药物作用的影响	190	一、率的估计	203
实验 78 不同给药途径对药物作用的影响	191	二、率的齐性检验	204
实验 79 药物的基本作用	191	第三节 计量数据的整理与分析	206
实验 80 影响药物作用的因素	192	一、计量指标的描述性统计	206
实验 81 糖皮质激素对实验性大鼠足跖肿胀的抗炎作用	195	二、两组或多组计量数据总体期望的比较(假设检验)	207
实验 82 糖皮质激素对实验性小鼠耳郭肿胀的抗炎作用	196	三、相关变量的回归分析	210
实验 83 抗菌药物体外抑菌实验	197	第四节 实验质量控制中的非参数分析 ...	212
实验 84 抗菌药物体内抗菌实验	199	常用统计数值表	216
第十三章 实验数据分析	201	附表 1 标准正态分布表	216
第一节 实验数据结构与整理	201	附表 2 χ^2 界值表	219
一、实验数据的一致性	201	附表 3 q 界值表(Newman-Keuls 法用) ...	220
二、实验数据的准确性	201	附表 4 F 界值表	221
		附表 5 t 界值表	222
		参考文献	224

第一章 机能实验学绪论

第一节 机能实验学基本知识

一、机能实验学的性质和任务

机能实验学是一门将生理学、病理生理学、药理学等机能实验有机地结合在一起的实验性学科。其课程保持了原有的机能学实验特征,即仍以活体为实验对象,并在此基础上研究机体各种生理活动及其规律、病理生理改变以及药物与机体的相互作用及作用规律(疗效与不良反应及其机制,药物代谢动力学及其规律)。一切实验结论均源自活体组织器官、活体细胞或整体动物的反应结果。与此同时,机能实验学突出的特点是对传统的实验方法及教学方式进行了改革创新,继承并发展了生理学、病理生理学和药理学实验课程核心内容,加强了学科之间的交叉融合,并更加重视了新技术的应用以及学生创新能力的培养。

机能实验学是新的实验课程体系建立的重要标志。目前在课程体系、教学内容、教学手段和培养目标等方面已具备一定特色,已成为一门重要的基础医学课程。

机能学科的理论知识完全来源于实践和总结,因此机能实验学是研究和发展机能学科理论的基本方法和途径。

机能实验学课程内容包括:正常机体功能指标的测定方法和生理、病理因素及药物对其的影响;病理模型复制和生物、化学、物理因素对其的影响;同时介绍与实验技术相关的方法学理论,机能学科交叉理论和技术,科学实验设计的基本思路和方法。

机能实验学在对学生进行系统、规范的实验技能训练的同时,更加注重创新能力的培养。为医学及医学相关专业学生提供了理论联系实际、大胆实践操作和积极思考的机会,为发挥创造性思维提供思考和实践的空间。

机能实验学课程按照循序渐进、科学合理、内容系统先进的原则,将教学重点放在对学生基本技能的训练,基本素质的培养及一些新技术的应用上。该课程和其他实践性学科一样,在培养学生科学精神、科学态度、实践能力和创新意识等方面,具有不可替代的地位。

机能实验学作为一门独立的实验方法学科和课程,是医学及医学相关专业学生的必修课程。

机能实验学的首要任务是使学生通过学习机能实验学,掌握医学实验的基本规律,训练实验基本技能,培养学生科学思维方法。机能实验学融会贯通生理学、病理生理学和药理学的理论和技术,使该课程更符合科研实际情况和机能学科的规律,使其成为一个系统的、多学科的、整合的综合性实验课程。

机能实验学的另一重要任务是通过该课程设置教师的指导,学生自主实验设计和科研实践,使学生初步了解科学研究的过程。学生根据自己所掌握的知识,查阅有关资料、设计题目及拟出合理实验路径及方法。包括信息收集、课题立项、实验设计、技术路线、实验技能和方法、资料收集和整理、数据处理、结果分析、科研总结、科研论文写作等科学研究等过程。通过此种学习方法,学生头脑中不再只是单纯的某一个实验的知识,而是全面学习实验中所涉及的动物、仪器、方法、分析、总结等一整套科学的实验学知识。由此达到培养学生的独立思维、实践创新、综合分析和解决问题的能力目标,同时还培养学生刻苦认真、实事求是、理论联系实际的科学态度和精神。学生通过该课程的学习,可以掌握相关实验技能,具备科学实验的基本素质,这将为学习后续课程、临床医学实践和医学科学研究乃至终生的学习、工作、科研等能力打

下坚实基础。

机能实验学还运用科学研究的实践活动促进机能学的实验教学,教师可以在科学研究实践中完成科学研究方法的学习并运用于教学,由此进一步发展与提高机能实验学教学水平与研究水平,进一步推动实验教学的改革与创新,更大幅度提高该课程的教学质量。

二、机能实验学的教学目的

本课程旨在通过实验教学训练学生基本操作技能,培养其动手能力,并使学生通过该课程的学习将三门学科的理论知识融会贯通;培养学生实事求是、严谨的科学作风和严密的科学逻辑思维方法以及观察、分析、解决问题的综合能力。同时,通过学习实验课程中的新技术、新方法,使学生了解和掌握机能学科实验方法的更新和发展方向,启发学生在机能学科实验研究中的创新思维,为培养学生的科学研究思维和科学研究能力奠定良好基础。

三、机能实验学实验要求

(一) 做好实验前理论与操作准备

机能实验学课程是集机能学科理论与实验操作为一体的新型课程,因而在进行该课程学习前需做好相关准备。

1. 熟悉相关生理学、病理生理学、药理学理论知识,以明确相关实验的设计目的、实验原理以及预期的实验结果。

2. 预习实验教材中拟进行的实验内容,掌握实验目的与原理,了解实验步骤及操作要点、注意事项等。

(二) 以严谨的科学态度进行实验

1. 实验中严格按操作程序进行。实验小组各成员合理分工并密切合作,注意培养自己的动手能力与独立解决实验过程中的问题的能力。

2. 仔细、耐心地观察实验现象,认真做好记录。主动联系理论,思考、分析实验结果和各种实验现象。认真总结实验成败原因。培养实事求是的科学作风。

3. 所进行的实验结果均应完整记录。整理分析其结果后写出实验报告。

四、实验结果的记录方法与实验报告的书写要求

(一) 实验结果表示方法

1. 图形表示法 实验结果如以图形记录在实验仪器上的,可通过输出设备打印出来,再附在实验报告上。如神经骨骼肌的电活动记录,心肌、肠肌收缩曲线,血压曲线等。

某些数据亦可经统计学处理后做成图形表示。如不同血药浓度与相应时间的对应关系,此时血药浓度为纵坐标、时间为横坐标,描记出药时曲线图形。

2. 数据表示法 以测定数据记录的实验结果也可用统计数据表格形式表示,如各组动物不同情况下的血液、体液、电解质浓度、 PCO_2 及 PO_2 等数据。

(二) 实验报告的书写要求

1. 实验报告的一般格式 实验报告的一般格式如表 1-1 所示。

2. 实验报告的书写要求 书写实验报告要求字迹清楚、工整,按格式要求逐一书写。

(1) 实验题目:一般将实验题目放在实验报告纸的第一行靠左或居中。

(2) 实验目的:字数不宜繁多,一般用 1~2 句话阐明实验所要证实的论点或要研究的内容即可。

(3) 实验方法:应注明实验动物名称及麻醉方法。其余内容如实验仪器、实验药物或试剂、实验步骤与过程等,可用“按××章××实验项下的实验方法进行”等字样表示。

(4) 实验结果:根据实验结果真实、完整地以图形、表格或文字方式表示出来。如因操作失误或实验动物发生意外未能完成所需观察的实验结果,应在实验报告中如实说明。

表 1-1 实验报告的一般格式

××大学实验报告

课程 _____ 系, _____ 级, _____ 班, 姓名 _____

题 目	
实验目的	
实验动物	
实验方法	
实验结果	
讨 论	
结 论	

完成报告 _____ 年 _____ 月 _____ 日, 批改报告 _____ 年 _____ 月 _____ 日, 教师签名 _____

(5) 讨论和结论: 讨论应结合实验结果进行, 宜简明扼要。讨论主要是分析、解释所观察到的实验结果和现象。如为预期结果, 应结合理论知识进行其作用、作用机制的阐述; 如未达预期结果, 应找出原因, 总结其经验教训。

结论放在实验讨论后, 作为结尾完成。结论应以实验结果为依据, 在讨论的基础上概括、总结具有代表性的实验结果的论点或推论。

五、实验室规则和操作规程

1. 按时进入实验室, 不得迟到、早退或随意缺席。
2. 养成良好的学习和工作作风, 保持实验室安静。严禁在实验室里高声喧哗、打闹。
3. 爱护实验室设施。实验中严格按实验步骤和方法进行。未经教师同意不得随意动用实验室仪器或器械。切忌违规操作或粗暴使用精密仪器。如微机操作应掌握如何正确开机、如何进入实验程序、如何启动记录、如何存储与输出、如何打印实验结果及关机等。严禁在微机上玩游戏, 新建个人文件, 随意启动其他程序、损坏实验程序等与实验无关、甚至非法的活动。
4. 实验前认真按教材清点实验桌上的实验器材, 如有实验器械缺少或损坏应及时向教师报告。实验

完毕后应将器械清洗干净、擦干,摆放整齐。如在实验过程中意外损坏实验器械,应向教师报告说明,以及时检修或更换。故意损坏实验仪器或器械者,除照价赔偿外,学校将给予行政处罚。

5. 养成节约的良好习惯。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、插管、针头等,应洗净再用。实验中不得图个人方便而随意移走公用物品。实验废物不得乱倒、乱扔,尤其强酸、强碱试剂及有放射性的液体或污物,动物被毛,组织器官,纸屑等不得倒入水槽内,应统一放置在指定地点。

6. 实验完成后,应及时关闭微机。离开实验室以前应安排值日小组做好实验室清洁,整理桌面物品,关闭总电源及稳压器开关、水开关、门窗等。最后请实验室管理人员检查验收后方能离开。

(四川大学 杨芳炬)

第二节 机能实验学常用仪器及配套器械

一、生物信号采集与处理基本知识

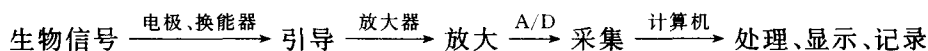
生物信号可反映生物体的生命活动状态,因此,生物信号的采集与处理是生物科学研究的重要手段之一。

生物信号的表现形式具有多样性,既有物理的声、光、电、力等的变化;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与处理软件的开发,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与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,并可以随时改变,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;生物信号的放大;生物信号的采集;生物信号的记录与处理四部分。即:



(一) 生物信号的引导

生物信号一般可分为两类,一类是电信号,如心电、脑电、肌电和细胞电活动(动作电位,静息电位);另一类是非电信号,如体温、血压、呼吸、心音、肌肉的收缩、二氧化碳分压、氧分压、pH等。在一个生物信号的采集与处理系统中电信号的采集需要合适的电极引导,非电信号的采集需要合适换能器将其转换成电信号。因此,电极和换能器是各种生物医学测量中必不可少的关键部分,它们的特性往往决定了测量系统的质量。

1. 电极 电极是连接测量系统和生物体不可缺少的元件。采集生物电信号时需要合适的电极,电极的性能优良与否,电极的类型选择是否适合将直接影响电信号的采集结果。

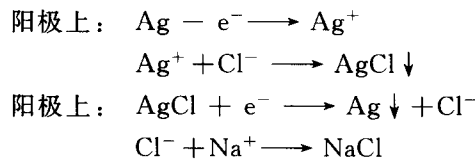
(1) 电极的种类:电极的种类很多。根据安放的位置,可分为体表电极、皮下电极及植入电极;根据电极形状,可分为板状电极、针状电极、螺旋电极、环状电极;根据电极的粗细,可分为粗(宏)电极与微电极;

根据制作材料,可分为金属电极、玻璃电极、乏极化电极等。在生物电信号的引导中,常常根据各种实验的不同要求选用不同类型的电极。

(2) 常用的电极

1) 普通金属电极:这类电极一般用铂(白金)、金、银、合金(镍、铜、锌)、不锈钢等金属制作而成。金属电极的外形可以根据实验要求制成各种形状。ECG、EMG、EEG及神经干复合电位等的检测一般均用此类电极。

2) 乏极化电极:当电极进入生物体组织或与生物的组织表面相接触时,会在电极和组织之间出现半电池电动势。如果电极中有电流流过,则还会出现极化电位。极化电位可随电极中流过电流的大小而变化,电流越大、极化电位越大。半电池电位与极化电位的总和电位差称之为电极电位。这种电位影响生物信号的检测,使波形畸变、失真,也影响刺激的精度等。为了解决这一问题一般用Ag-AgCl乏极化电极。这类电极在电生理学实验中常作为刺激电极,也用于精确的生物电信号的检测。其工作原理是:当直流电通过Ag-AgCl电极刺激活组织时,正负离子分别向阴极及阳极移动,但不是吸附在电极表面使之极化,而是与电极发生化学反应。使极化现象不再发生,刺激脉冲或引导的生物电信号也就不会失真。Ag-AgCl电极所发生的电化学反应表达式如下:



Ag-AgCl电极的缺点是Ag-AgCl对活组织有毒性作用,因而不能直接将它与活组织接触,而应通过琼脂盐桥或脱脂棉线中介,这样既能导电又避免直接与组织接触。

3) 微电极:微电极是用于测量细胞生物电活动的微型电极。这种电极的尖端直径仅为0.5~5 μm。微电极有两种类型:一类是金属微电极,另一类是充灌了电解质溶液的玻璃微电极。金属微电极多采用0.3~0.5 mm不锈钢丝或钨丝,经过特殊方法处理而制成。这种电极除尖端外,其他部分是绝缘的。玻璃微电极一般选用高熔点、高电阻率和膨胀系数低的硬质毛细玻璃管,国外一般采用Pyrex毛细玻璃管,国内一般采用GG-17毛细玻璃管。经过净化处理后毛细玻璃管用已经商业化的微电极拉制仪拉制成玻璃微电极,其内一般充以3 mol/L KCl溶液作为电解质。微电极通常有很高的电阻,一般在5~40 MΩ范围。由于电学上的差异,玻璃微电极通常用来测量低频生物电信号,而金属微电极一般用来测量高频生物电信号和作为刺激电极。

(3) 选择电极时应注意的事项

1) 电极材料与生物组织的相容性:一方面是要求电极材料对组织无害,另一方面是生物组织内环境对电极工作(尤其慢性实验时)没有影响。

2) 使电极的接触阻抗尽可能的小。降低接触电阻相当于降低了信号源阻抗,使得对放大器输入阻抗的要求降低,放大器选择范围加宽。一般增大电极面积可以降低接触电阻,但同时会降低空间分辨率。

3) 注意电极的机械性质和几何形状对生物体状态的影响。

4) 尽量使用半电池电位和极化电压小的电极。使用双电极时应用同一种材料,使半电池电位近似相等。

2. 换能器 换能器又称传感器,是将能量从一种形式转换成另一种形式的传感元件。换能器对于生物医学的基础研究和教学起着重要的作用,是非电信号精确测量不可缺少的部分。由于生物体的特殊性,所以生物换能器在性能和结构上必须满足下列要求:

(1) 换能器本身具有良好的技术性能,如:灵敏度、信噪比要高,线性好,零点漂移低等。

(2) 换能器对被测对象的影响要小,不会给被测对象的生理活动带来负担,其形状和结构应该符合被测对象的解剖结构。