

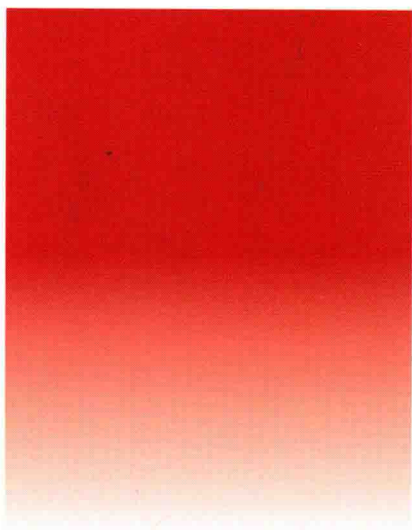
高等医学院校实验教材

供临床、预防、护理、口腔、麻醉等医学类专业使用

COURSE OF FUNCTIONAL
EXPERIMENT SCIENCE
AND INTENSIVE TRAINING

机能实验学教程与 强化训练

杨秀红 张连元 主编



北京大学医学出版社

高等医学院校实验教材
供临床、预防、护理、口腔、麻醉等医学类专业使用

机能实验学教程与强化训练

Course of Functional Experiment Science and Intensive Training

主 编 杨秀红 张连元

副主编 王艳蕾 赵利军 白 静 韩淑英
门秀丽 段国贤

编 者 (按姓名汉语拼音排序)

安春娜	白 静	储金秀	段国贤
耿 菲	勾向博	韩 婷	韩淑英
李 颖	李树民	刘 燕	门秀丽
秦丽娟	孙 娜	王建辉	王树华
王小君	王艳蕾	王银环	吴 静
薛 涛	杨秀红	张 娜	张 田
张 伟	张博男	张连元	张一兵
赵利军	朱丽艳	Daniel H. Nissen	

北京大学医学出版社

JINENG SHIYANXUE JIAOCHENG YU QIANGHUA XUNLIAN

图书在版编目 (CIP) 数据

机能实验学教程与强化训练/杨秀红, 张连元主编.

—北京: 北京大学医学出版社, 2014. 2

ISBN 978-7-5659-0730-2

I. ①机… II. ①杨… ②张… 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 (2013) 第 308825 号

机能实验学教程与强化训练

主 编: 杨秀红 张连元

出版发行: 北京大学医学出版社 (电话: 010-82802230)

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

网 址: <http://www.pumpress.com.cn>

E - mail: booksale@bjmu.edu.cn

印 刷: 北京地泰德印刷有限公司

经 销: 新华书店

责任编辑: 罗德刚 金美娜 责任校对: 金彤文 责任印制: 苗 旺

开 本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 10.5 字数: 264 千字

版 次: 2014 年 2 月第 1 版 2014 年 2 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-5659-0730-2

定 价: 22.00 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

机能实验学将生理学、病理生理学和药理学三门学科的实验内容有机地融合在一起,用实验的方法来观察和研究正常、疾病状态以及药物作用下机体的功能活动规律,其目标是培养学生较强的综合分析能力、开拓创新意识和科学思维方式。

目前,各高校机能实验的条件、设备、技术力量不尽相同,开设实验的学时、内容和考核方式也没有统一的标准。由于本学科涉及的实验内容比较广泛,使用动物种类多,有些实验操作难度较大,即使学生课前预习实验内容,老师课堂耐心指导,也常常会出现实验失败现象。为学生提供一本内容丰富、结构严谨、实用性强的机能实验教材,以提高机能实验教学水平,达到机能实验学的培养目标,是从事机能实验教学研究的高校教师应尽的责任和义务。为此,我们根据自身实验条件和学生实际需要,编写了这本《机能实验学教程与强化训练》实验教材。

按照课程的实施过程,本教材共分七章。第一章是绪论,主要介绍了机能实验学的基本概念、教学内容和基本要求。第二章描述了计算机生物机能实验系统等机能实验常用仪器和设备。第三章内容涉及实验动物的基本知识和操作技能。上述三章内容使学生掌握机能实验的基本理论知识和基本技术,在此基础上,我们将三门学科经典的动物实验教学内容进行衔接,有意识地进行融合和相互渗透,归为第四章,即基础和综合性实验。第五章紧密结合临床实践,编写了便于操作的人体机能实验,为提高学生的临床技能打下基础。第六章为设计性实验教学内容,在介绍实验选题、设计、实施和论文撰写内容之后,根据本校机能学科的研究方向,列举部分设计性实验参考项目,启迪学生的思维,供对相关领域研究感兴趣的学生选择,为他们参加大学生创新性实验计划提供参考。此外,根据机能学科留学生实验教学的需要,教材中“常用实验动物与动物实验基本知识”“基础及综合性实验”“人体机能实验”这三章的大部分内容采取了中英文对照的形式,这是本教材编写的一大特色。

为了尽快提高学生的动手操作能力、分析和解决问题能力及创新思维能力,提高实验的成功率,编者深入课堂,从学生的角度针对实验提出相关问题,包括实验原理和相关理论、实验操作和技术等内容,编写了7套机能实验习题及解答,方便学生课后训练。

本教材的编写得到了我校基础医学院领导的大力支持,在此表示衷心感谢。由于编者水平有限,内容涉及学科较多,虽经过多次讨论和审阅,缺点和错误在所难免,恳请同仁和读者批评指正,以便再版时修订和完善。我们真诚地希望,这本书能为学生和教师提供更加切实有效的帮助。

杨秀红 张连元

2013年11月

目 录

第一章 绪 论	1
第一节 机能实验学概述	1
一、机能实验学及其任务	1
二、机能实验学分类	2
第二节 实验报告的书写要求	2
第三节 实验课的基本要求与注意事项	3
一、基本要求	3
二、注意事项	4
第二章 常用仪器和器械的使用	5
第一节 BL-420 生物机能实验系统	5
一、BL-420 生物机能实验系统软、硬件组成	5
二、BL-420 生物机能实验系统基本原理	5
三、BL-420 系统软件界面及各部分功能介绍	5
四、BL-420 生物机能实验系统的使用	7
第二节 常用仪器的使用	8
一、电子天平 (Electronic balance)	8
二、智能热板仪 (Intelligent hot plate apparatus)	9
三、离心机 (Centrifugal machine)	10
四、722S 分光光度计 (722S spectrophotometer)	10
五、HW-400 恒温平滑肌槽 (Thermostat smooth muscle slot)	10
第三节 常用实验器材及手术器械	11
一、婴儿秤 (Baby scale)	11
二、换能器 (Transducer)	11
三、电 极 (Electrode)	12
四、肌 槽 (Muscle slot)	13
五、神经标本屏蔽盒 (Shielding box for nerve specimen)	13
六、缺氧瓶 (Hypoxia bottle)	13
七、哺乳类动物常用手术器械 (Surgical instruments for mammals)	13
八、两栖类动物手术器械 (Surgical instruments for amphibians)	15
九、人体实验常用器材 (Human experimentation instruments)	15
第三章 常用实验动物与动物实验基本知识	16
第一节 实验动物的种类与选择	16
一、常用实验动物的种类及特点	16

二、实验动物分类	17
三、实验动物的选择	17
四、机能实验中对实验动物的保护	18
第二节 动物实验基本知识	19
一、实验动物的编号、捉拿与固定	19
二、实验动物的给药途径与方法	21
三、实验动物的麻醉方法	23
四、实验动物的取血方法	24
五、实验动物的处死方法	24
Section 2 Fundamentals of animal experimentation	25
1. Numbering, handling and restraint of experimental animals	25
2. Routes of administration for experimental animals	27
第三节 家兔实验基本操作技术	28
一、麻醉与固定	28
二、颈部手术	29
三、胸部手术	30
四、腹部手术	30
Section 3 Elementary operational techniques for rabbit experiments	31
1. Animal anesthesia and restraint	31
2. Operation on neck	32
3. Operation on chest	33
4. Operation on abdomen	33
第四章 基础及综合性实验	34
实验一 刺激强度和刺激频率与骨骼肌收缩反应的关系	34
Experiment 1 Effect of stimulation with different intensities and frequencies on muscular contraction	36
实验二 蛙心起搏点的观察	38
Experiment 2 Observation of cardiac pacemaker in toads	40
实验三 期前收缩和代偿间歇	41
Experiment 3 Premature contraction and compensatory pause	42
实验四 红细胞渗透脆性	44
Experiment 4 Osmotic fragility of erythrocytes	45
实验五 胸内负压和气胸的观察	46
Experiment 5 Observation of intrapleural negative pressure and pneumothorax ...	48
实验六 呼吸运动的调节	49
Experiment 6 Regulation of respiratory movements in rabbits	50
实验七 胃肠道运动的观察	52
Experiment 7 Observation of gastrointestinal motility	53
实验八 尿生成的影响因素	54

Experiment 8 Factors influencing the urine formation	55
实验九 心血管运动的神经体液调节	56
Experiment 9 The neurohumoral regulation of the cardiovascular activities	57
实验十 反射时的测定与反射弧的分析	59
Experiment 10 Measurement of reflex time and analysis of reflex arc	60
实验十一 给药剂量和给药途径对药物作用的影响	62
Experiment 11 The influence of dose and administration route on drug effect	64
实验十二 镇痛药物实验	65
Experiment 12 Action of analgesic drugs	68
实验十三 pH 对药物排泄的影响	70
Experiment 13 Influence of urinary pH on drug excretion	71
实验十四 有机磷中毒及解救	73
Experiment 14 Acute intoxication of organophosphate compound and its treatment	74
实验十五 药物半衰期测定	75
Experiment 15 Measurement of the half-life time of a drug	76
实验十六 组胺和抗组胺药对离体肠平滑肌的影响	77
Experiment 16 The competitive antagonistic effect of diphenhydramine on histamine	79
实验十七 拟、抗肾上腺素药对家兔心率和血压的影响	80
Experiment 17 Effect of adrenomimetic drugs and antiadrenergic drugs on heart rate and blood pressure in rabbits	82
实验十八 高钾血症对心脏的影响及抢救	84
Experiment 18 Effect of hyperkalemia on the heart	85
实验十九 缺氧及抢救	86
Experiment 19 Hypoxia	89
实验二十 血氨升高在肝性脑病发生中的作用	92
Experiment 20 Hepatic encephalopathy	93
实验二十一 急性肺水肿	94
Experiment 21 Experimental pulmonary edema	95
实验二十二 失血性休克及抢救	97
Experiment 22 Hemorrhagic shock	98
实验二十三 急性右心衰竭	99
Experiment 23 Acute right heart failure	100
实验二十四 神经干动作电位的测定及麻醉药的影响	101
实验二十五 麻醉期间不良刺激对循环功能的影响	103
 第五章 人体机能实验	 105
实验一 人体动脉血压的测定及其影响因素	105

Experiment 1 Measurement and influence factors of the blood pressure in human	107
实验二 视野的测定.....	109
Experiment 2 Determination of visual field	110
实验三 人体听力的检查和声音的传导途径.....	112
Experiment 3 Sound conduction tests	113
第六章 设计性实验	115
第一节 概 述.....	115
第二节 实验选题.....	115
一、实验选题的基本原则.....	115
二、实验选题的基本过程.....	115
三、选题范围参考.....	116
第三节 实验设计.....	116
一、基本要素.....	117
二、基本原则.....	117
三、填写实验设计书.....	117
四、开题报告与完善实验设计.....	118
第四节 实验实施.....	118
一、实验准备.....	118
二、预实验.....	118
三、正式实验.....	118
四、数据收集、整理和分析.....	118
第五节 医学科研论文撰写.....	119
一、概 述.....	119
二、医学科研论文的撰写过程.....	120
第六节 设计性实验参考项目.....	121
设计性实验一 肾素-血管紧张素系统与心血管疾病	121
设计性实验二 缓激肽开放胶质瘤大鼠血脑屏障的作用及其可能机制.....	121
设计性实验三 某药对肠道平滑肌活动的影响及机制探讨.....	122
设计性实验四 应激时动物机体的变化.....	122
第七章 机能实验学强化训练	124
习题一.....	124
习题一参考答案.....	127
习题二.....	128
习题二参考答案.....	132
习题三.....	133
习题三参考答案.....	136
习题四.....	137

习题四参考答案.....	141
习题五.....	143
习题五参考答案.....	145
习题六.....	147
习题六参考答案.....	149
习题七.....	150
习题七参考答案.....	153
 附 录.....	 155
附表 1 用基础溶液配制生理溶液的配方	155
Tab. 1 Preparation of physiological solution with basic solution formula	155
附表 2 几种生理代用液中的固体成分的含量 (单位: 克)	155
Tab. 2 Content of solid in several physiological substitutes (unit: g)	155
附表 3 常用实验动物的正常生理、生化指标	156
Tab. 3 Animal's normal physiological and biochemical index	156
 主要参考书目.....	 157

生的可能机制,掌握有效的处理方法并了解其可能的作用机制。

4. 人体机能实验,观察人体细胞、器官、系统乃至整体水平所表现的各种生命现象、活动规律,了解人体与环境之间的相互作用、健康以及维持健康的基本知识。

5. 设计性实验,在学生掌握了机能实验学相关理论和基本实验方法的基础上,在老师的指导下,学生自行完成实验设计、实验准备、实验操作以及实验数据的收集、整理及撰写实验报告。

二、机能实验学分类

机能实验的观察对象包括人体和实验动物。

(一) 人体实验

在人(健康人或患者)身上进行的、以取得实验者所需资料的实验称为人体实验。这类实验对人体无损伤或损伤极小,操作简单易行,方法容易掌握,能多次重复,便于动态观察(如视野和盲点的测定)。通过在正常人体测定一些客观指标,来计算这些指标在正常人群的变化范围和正常平均值等项目,用于衡量人体的健康状况;对病态机体进行测量,以协助临床诊断,了解疾病的进展和治疗效果。

(二) 动物实验

机能实验学以动物实验为主,根据实验目的不同,可以采取不同的实验方法,主要包括以下两个方面。

1. 急性实验 在短时间内完成整体动物或离体器官、组织的功能活动观察和记录即为急性实验,是机能实验常用的方法。分为离体实验和在体实验。主要优点是实验条件比较简单,不需严格的无菌操作,不在实验范围内的许多其他条件一般均可被人工控制,并有可能对观察对象的某种功能进行直接的观察和细致的分析。主要缺点是由于时间短和对整体功能不可避免的破坏,难以获取全面的资料 and 进行动态的观察。

2. 慢性实验 慢性实验以完整、健康的动物为对象,且尽可能保持外界环境接近于自然,以便能在较长时间内反复多次观察和记录机体某些功能的改变。主要优点是可以长时间地动态观察,便于全面、系统地对实验动物的功能、代谢活动进行综合分析。主要缺点是实验观察时间长,实验条件难于控制。

(刘 燕)

第二节 实验报告的书写要求

实验报告的书写是一项重要的基本技能训练,有助于提高综合分析能力及逻辑思维能力。书写报告应注意结构完整、文字简练、条理清楚,并注意科学性和逻辑性。完整的实验报告应包括以下项目:

1. 一般信息 姓名,年级,班次,组别,实验日期(年、月、日)和室温等。

2. 实验名称 高度概括实验内容,用语要准确、明白,符合科学规范。

3. 实验目的 主要说明通过实验验证有关理论,以及所要达到的预期结果。

4. 实验原理 是指实验设计的依据和思路。根据不同的实验可以进行文字叙述,也可用计算公式、化学反应方程式表达。

5. 实验对象 应注明实验对象的种属、性别、体重、数量。
6. 实验用品 是指实验所使用的主要的仪器、器械和试剂。
7. 实验步骤 简要写出实验效应指标的观察方法、手术操作过程、标本的制备、记录手段及注意事项等。

8. 实验结果 是指实验材料经实验过程加工处理后得到的结果。它是实验结论的依据，整个实验报告的核心。根据实验目的将原始记录系统化、条理化。其表达方式一般有 3 种：

(1) 叙述式：用文字将观察到的与实验目的有关的现象客观地加以描述。描述时需要有时间顺序。

(2) 表格式：能较为清楚地反映观察内容，使实验结果突出、清楚，便于相互比较。每一表格应说明一定的中心问题，应标有栏头和计量单位。

(3) 简图式：实验中观察到的各种指标如血压、呼吸、心室内压等，可用曲线图表示，也可取其不同的时相点，用直线图表示。此法使其形象生动，一目了然。

若 3 种表达方式并用，可得到最佳的效果，报告的质量也将明显提高。

9. 分析与讨论 讨论主要是针对实验中所观察到的现象与结果，联系理论知识对其进行分析和解释，得出必要的结论。这部分是实验结果的逻辑延伸，是实验报告的主体。讨论内容包括：

(1) 以实验结果为论据，论证实验目的。

(2) 根据已知的理论知识对结果进行解释和分析。

(3) 如实验出现了非预期的结果，应该考虑和分析其原因。

10. 实验结论 实验结论是实验报告最终的总体上的总结，即是从“结果”和“讨论”中归纳出来的概括性判断。不要罗列具体的经过或重复讨论的内容。结论的文字要精练。

(刘 燕)

第三节 实验课的基本要求与注意事项

一、基本要求

(一) 实验前

1. 预习实验教材，明确本次实验的目的、要求、步骤，充分理解本次实验的意义。
2. 设计好实验原始记录的表格，对本实验结果做出初步科学预测并加以分析。
3. 熟悉所用仪器的性能及手术的基本操作方法。
4. 检查实验器材和药品是否齐全、完好。
5. 注意和估计实验中可能发生的误差并制定防止误差的方法。

(二) 实验中

1. 实验室应保持安静和清洁，不得进行与实验无关的活动。
2. 小组成员既要有明确分工，又要注意团结合作，这样既可提高实验的成功率，又能使每个同学都能得到应有的技能训练。
3. 按照实验步骤，以严肃认真的态度循序操作，不得随意变动，要注意保护实验动物

和标本，爱护并节省实验器材和药品。

4. 仔细、耐心地观察实验过程中出现的现象，随时记录并联系讲授内容进行思考。如实验取得了什么结果？为什么出现这种结果？这种结果的意义是什么？根据相关理论解释出现这些结果的原因，并和小组成员之间进行深入的讨论。

(三) 实验后

1. 清点并清洗实验器材，如有器械损坏或遗失，要立即报告负责教师。
2. 整理实验结果，认真撰写实验报告。实验结果必须真实、准确、可靠。
3. 实验报告应按时上交，评阅后的报告应妥善保存，期末时全部上交并存档。
4. 把实验废弃物品、动物尸体及存活动物分类集中放到指定地点，严禁乱放乱弃。
5. 安排值日生搞好实验室清洁卫生，离开实验室前应关好电源、水龙头和门窗。

二、注意事项

(一) 文明守时

遵守纪律，准时到达实验室（值日生应提早 20 min），在室内应穿白大衣。

(二) 安静有序

进入实验室应服从教师指导，在指定的位置做实验，不得在室内喧哗、打闹；不得将与实验无关的物品带入实验室，未经允许不得将实验室物品带出实验室。

(三) 严守规矩

严格按仪器操作规程进行操作，如仪器失灵、损坏、器材不足等，应及时报告；如有不应有的损坏及过量消耗，按照具体情况由个人或小组赔偿。

(四) 善待动物

进行动物实验时，要正确抓取动物，禁止粗暴捕捉，以免被动物咬伤或造成动物伤亡和应激反应。必须对动物有爱心，不要增加动物不必要的痛苦。若被动物咬伤，应立即将血液挤出，清水冲洗，以碘酊消毒。

（李 颖）

第二章 常用仪器和器械的使用

第一节 BL-420 生物机能实验系统

一、BL-420 生物机能实验系统软、硬件组成

BL-420 生物机能实验系统是配置在计算机上的 4 通道生物信号采集、放大、显示、记录与处理系统。它由以下 3 个主要部分构成：计算机、BL-420 系统硬件和 BL-420 生物信号显示与处理软件，如图 2-1 所示。



图 2-1 BL-420 生物机能实验系统组成

Fig. 2-1 Composition of BL-420 data acquisition and analysis system

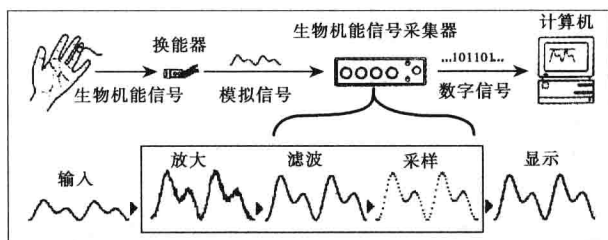


图 2-2 BL-420 生物机能实验系统原理图

Fig. 2-2 Principle of BL-420 data acquisition and analysis system

二、BL-420 生物机能实验系统基本原理

首先将原始的生物机能信号，包括生物电信号和通过传感器引入的生物非电信号进行放大、滤波等处理；然后对处理的信号通过模数转换进行数字化，并将数字化后的生物机能信号传输到计算机内部，计算机则通过专用的生物机能实验系统软件接收从生物信号放大、采集卡传入的数字信号；然后对这些收到的信号进行实时处理，一方面进行生物机能波形的显示，另一方面进行生物机能信号的存贮，如图 2-2 所示。

三、BL-420 系统软件界面及各部分功能介绍

(一) BL-420 生物信号显示与处理软件主界面

如图 2-3 所示，从上到下依次主要由标题条、菜单条、工具条、时间显示窗口、波形

显示窗口和状态条等组成；从左到右依次为标尺调节区、左侧和右侧波形显示窗口、分时复用区等。此外，左上角有刺激器调节区，左下角有 Marker 标记区。

刺激器调节区 标题条 左、右视分隔条 菜单条 工具条 时间显示窗口 四个切换按钮

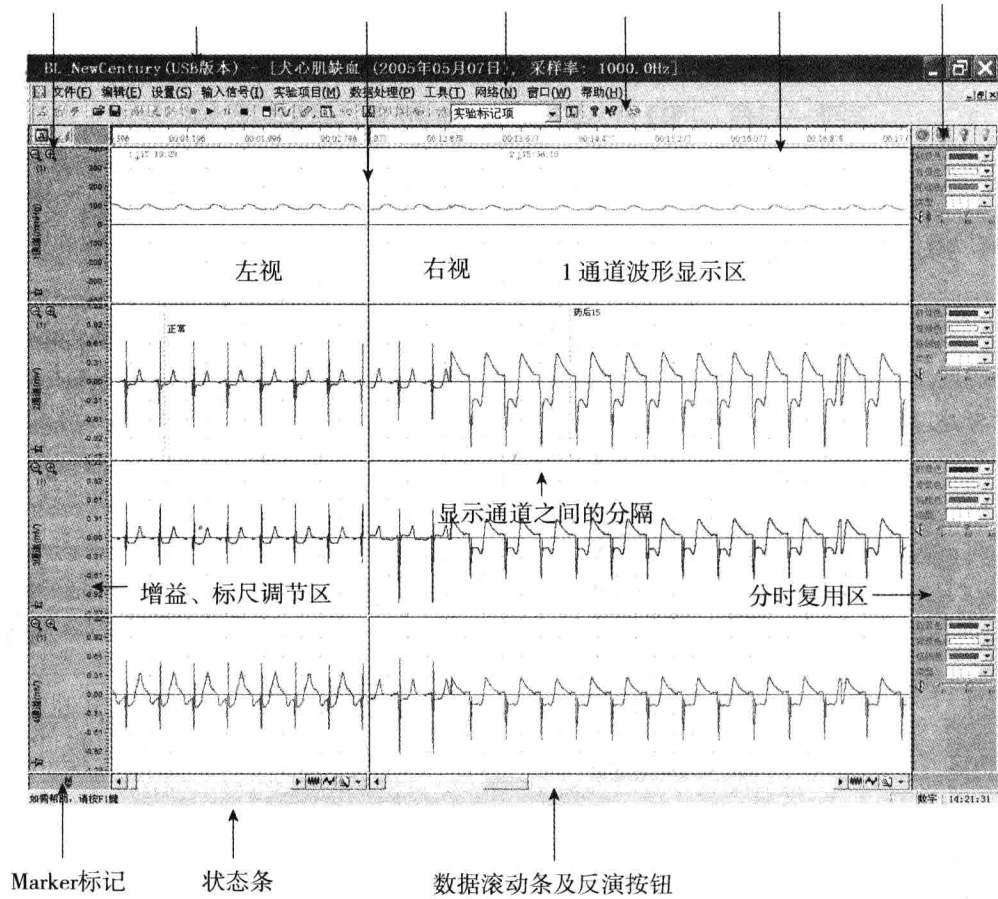


图 2-3 BL-420 生物信号显示与处理软件主界面

Fig. 2-3 Graphical user interface of BL-420 system

(二) BL-420 软件主界面上常用菜单和按钮功能

1. “文件” 菜单 “文件” 菜单包含有“打开”、“另存为”、“退出”等 13 个命令。
2. “输入信号” 菜单 “输入信号” 菜单中包含有“1 通道”、“2 通道”、“3 通道”、“4 通道”共计 4 个选项，每个选项有一个输入信号选择子菜单，包括“动作电位”、“压力”等信号选项，如图 2-4 所示。
3. “实验项目” 菜单 “实验项目” 下拉式菜单中主要包含有 9 个不同的实验模块，如图 2-5 所示。实验者根据需求从中选择一个实验模块。当选择了一个实验模块之后，系统将自动设置该实验所需的各项参数，并且自动启动数据采样，直接进入实验状态。

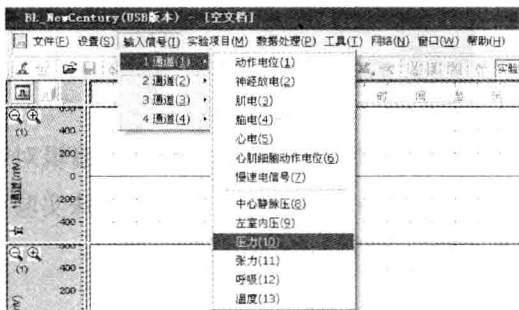


图 2-4 “输入信号”菜单

Fig. 2-4 “Input signal” menu

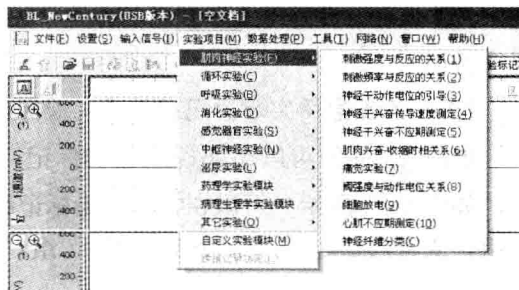


图 2-5 “实验项目”菜单

Fig. 2-5 “Experimental project” menu

4. 分时复用区 在 BL-420 软件主界面的最右边是一个分时复用区，包括：控制参数调节区（ 按钮，调节增益、滤波、时间常数、扫描速度等），显示参数调节区（ 按钮，调节各个通道显示参数，如前景色、背景色、格线色等），通用信息显示区（ 按钮，显示各个通道测量的当前值、时间值、最大值、最小值、均值等数据），专用信息显示区（ 按钮，显示实验模块专用的测量数据）。

在控制参数调节区， 增益调节旋钮用于调节通道增益，可使观察的信号图形增大或变小； 时间常数调节旋钮可用于衰减生物信号中所带入的低频噪声，而让高频信号通过； 滤波调节旋钮可用于衰减生物信号中带入的高频噪声，而让低频信号通过； 扫描速度按钮，可根据记录信号变化的快慢调节显示波形的扫描速度。

5. 其他常用工具按钮 ● 数据记录按钮，▶ 开始按钮，|| 暂停按钮，■ 停止按钮， 通用实验标记按钮， 打开特殊实验标记对话框按钮。

四、BL-420 生物机能实验系统的使用

（一）启动软件

双击 WinXP 操作系统桌面上的“BL-420 软件”的快捷方式图标即可启动该软件。

（二）退出软件

选择 BL-420 软件“文件”菜单中的“退出”命令即可退出该软件。

（三）选定输入信号

有下述两种输入信号方法，选择其中任何一种方式均可开始记录生物信号：

1. 用菜单命令选择区中“输入信号”命令选定实验者自己确定的信号输入方式（自由组合），比如“1”通道选择“心电”，“2”通道选择“压力”，“3”通道选择“张力”。
2. 用菜单命令选择区中“实验项目”菜单中已确定好的实验模块，比如循环实验中的血流动力学模块等。一旦选定后，就有相应的参数设定对话框出现，根据实验要求设定所需参数，即可进行信号的采集、记录。

（四）刺激器参数设置

刺激器调节区包含两个与刺激器调节相关的按钮，分别是“打开刺激器设置对话框”按

钮（），可以设置模式和刺激的方式、频率、强度等，如图 2-6 所示）和“启动/停止刺激”按钮（）。

(五) 添加通用实验标记或特殊实验标记

单击  按钮可以添加通用实验标记，单击  按钮可以打开特殊实验标记编辑对话框，如图 2-7 所示。可以在特殊实验标记编辑对话框中选择一个已经编辑好的特殊实验标记组，或者自己新建一个特殊实验标记组，然后按“确定”按钮选择该组特殊标记。

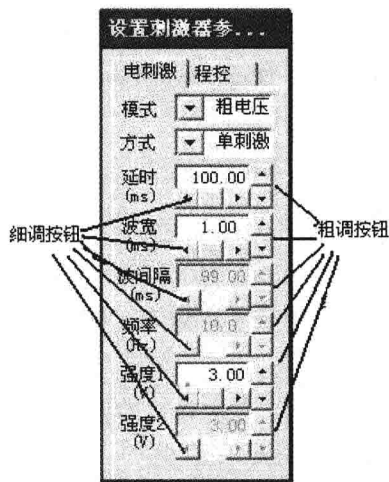


图 2-6 设置刺激器参数对话框
Fig. 2-6 Dialog box of stimulation parameters configuration

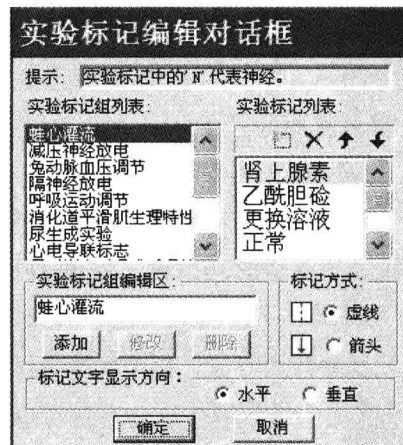


图 2-7 特殊实验标记编辑对话框
Fig. 2-7 Dialog box of special experimental tag editor

(王银环)

第二节 常用仪器的使用

一、电子天平 (Electronic balance)

电子天平称量准确可靠、显示快速清晰，按照精度可分为以下几类：①超微量电子天平；②微量天平；③半微量天平；④常量电子天平；⑤分析天平；⑥精密电子天平。机能实验室常用的是半微量天平和常量电子天平，如图 2-8、图 2-9 所示。微量天平主要用于称量用量少的药品，如组胺、乙酰胆碱等。常量电子天平主要用于实验室老师配药和学生鼠类动物实验的称重等。使用时注意天平载重不得超过最大载荷，被称物品应放在干燥清洁的器皿中称量；称量完毕后，及时取出被称物品，并保持天平清洁。

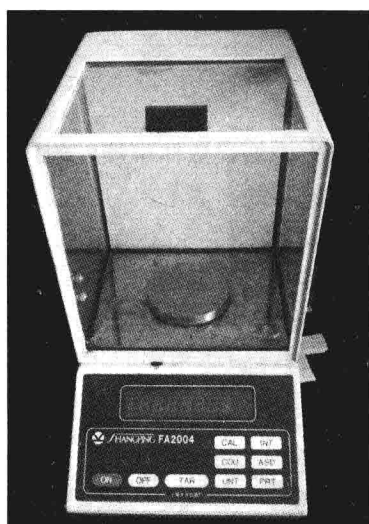


图 2-8 半微量天平

Fig. 2-8 Semi-micro balance



图 2-9 常量天平

Fig. 2-9 Constant balance

二、智能热板仪 (Intelligent hot plate apparatus)

RB-200 智能热板仪 (图 2-10) 采用液晶显示技术, 提供轻触式按钮, 实验数据可现场打印, 也可与计算机连接, 传送实验数据。在机能实验教学中, 此仪器主要用于镇痛药物实验。使用时须注意开机后先加热到设定温度, 系统默认是“55℃”, 在达到设定温度前不要进行实验; 配备的手动按钮, 实验时才能使用, 不能用于其他计时的工作, 以免减少其使用寿命。

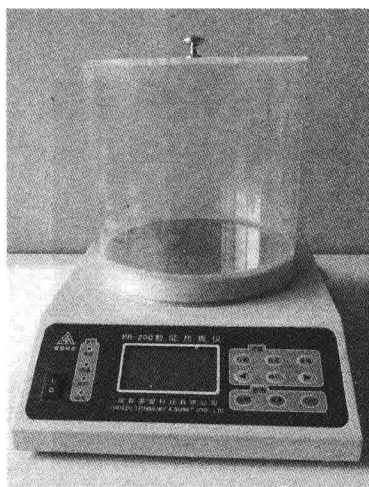


图 2-10 RB-200 智能热板仪

Fig. 2-10 RB-200 intelligent hot plate apparatus

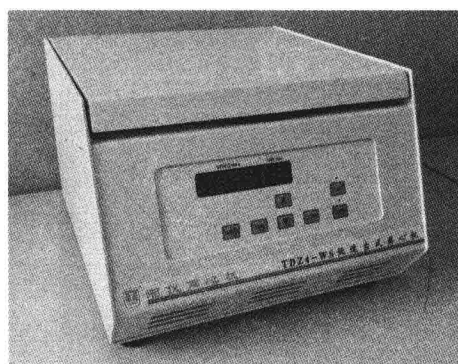


图 2-11 TDZ4-WS 低速离心机

Fig. 2-11 TDZ4-WS conventional centrifuge