

国家级实验教学示范中心

高等医药院校基础医学实验教学系列教材

总主编 徐 晨

# 人体机能学实验

第2版

周岐新 主编



科学出版社

013065042

R33-33  
19-2

国家级实验教学示范中心  
高等医药院校基础医学实验教学系列教材

总主编 徐 晨

# 人体机能学实验

第2版

主 编 周岐新

副主编 陆 杰 沈 宜 余丽梅

编 委 (按姓氏拼音排序)

陈晓燕(遵义医学院)

王莎莉(重庆医科大学)

凌保东(川北医学院)

余华荣(重庆医科大学)

刘爱东(遵义医学院)

余丽梅(遵义医学院)

陆 杰(重庆医科大学)

张乐之(第三军医大学)

秦大莲(泸州医学院)

张效良(川北医学院)

沈 宜(重庆医科大学)

周岐新(重庆医科大学)

孙文娟(重庆医科大学)

邹 平(泸州医学院)

唐 俐(重庆医科大学)

科学出版社



北航

C1672850

R33-33

19-2

013062045

## 内 容 简 介

本书由长期工作在教学和科研第一线的第三军医大学、遵义医学院、泸州医学院、川北医学院、重庆医科大学的生理学、病理生理学和药理学教师编写而成。本教材主要包括基本实验操作与常用仪器使用、经典验证性实验、综合性实验、创新性实验、病案讨论与处方五大部分。结合医学教育的特点,本教材精选了12个典型病案,供师生在开放式教学中进行理论联系实际讨论。

本教材突出“精”、“简”,兼顾实用性和先进性,适合高等医药院校医学和药学等本科机能学教学使用。

### 图书在版编目(CIP)数据

人体机能学实验 / 周岐新主编. —2版. —北京:科学出版社,2013.8  
国家级实验教学示范中心·高等医药院校基础医学实验教学系列教材  
ISBN 978-7-03-038224-5

I. 人… II. 周… III. 人体生理学-实验-医学院校-教材 IV. R33-33  
中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第173680号

责任编辑:邹梦娜 / 责任校对:李 影  
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>

源海印刷有限责任公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2008年6月第一版 开本:787×1092 1/16  
2013年8月第二版 印张:15  
2013年8月第七次印刷 字数:342 000

定价:39.00元

(如有印装量问题,我社负责调换)



# 《高等医药院校基础医学实验教学 系列教材》编写指导委员会

- 主任** 雷 寒(重庆医科大学)
- 副主任** 董 志(重庆医科大学)  
张绍祥(第三军医大学)
- 委员** 王亚平(重庆医科大学)  
李 和(华中科技大学同济医学院)  
侯一平(四川大学华西基础医学与法医学院)  
文 斌(川北医学院)  
梁文妹(贵阳医学院)  
李著华(泸州医学院)  
范奇元(遵义医学院)  
王燕蓉(宁夏医科大学)  
罗殿中(广西医科大学)
- 总主编** 徐 晨(重庆医科大学)

# 总 序

传统医学实验教学的主要任务是让学生验证理论知识、增加感性认识,但缺乏对学生创新能力的培养,因而实验难度不高,实验条件比较简单。现代高等医学教育更加强调培养学生的探索精神、科学思维、实践能力和创新能力。这就要求从根本上改变实验教学依附于理论教学的传统观念,充分认识并落实实验教学在学校人才培养和教学工作中的地位,形成理论教学与实验教学统筹协调的理念和氛围。要从人才培养体系的整体出发,建立以能力培养为主线,分层次、多模块、相互衔接的科学实验教学体系,使实验教学与理论教学既有机结合又相对独立。要把学生从二级学科狭隘的“项目”实验教学提高到基于一级学科平台的“方法”实验教学,最大限度地拓展学生的专业视野。随着现代生命科学及其各种实验技术的飞速发展,必将对现代医学实验教学提出更高的要求,大量先进医学实验进入实验教学课程体系将成为必然的趋势,要全面推进现代医学实验教学的发展,必须加大对实验项目、实验条件、实验教学体系改革力度,改革传统的以教研室为单位的教学实验室模式,整合完善现代医学实验室功能和管理是提高医学实验教学质量的重要环节。这对培养适应 21 世纪医学卫生事业发展的的高素质医学人才有重要意义。

围绕现代医学生的培养目标,转变旧的传统观念,打破现行课程框架,重新构建新型基础医学实验教学体系的改革势在必行。要实现以上目标,除了对实验室进行整合外,其核心内容就是实验教学教材。为了能够编写出一套适合中西部地区高等医学院校医学教育现状的实验教学教材,2008 年,在科学出版社的大力支持下,《高等医药院校基础医学实验教学系列教材》编委会以重庆医科大学为主体,协同全国 26 所高等医学院相关专业的专家教授共同编写了这一套实验教学系列教材。时隔 4 年,为了进一步完善本套实验教材,我们对本套教材进行修订再版,全套共八本,包括《人体大体形态学实验(系统解剖学分册)》、《人体大体形态学实验(局部解剖学分册)》、《人体显微形态学实验》、《人体机能学实验》、《病原生物学与免疫学实验》、《生物化学与分子生物学实验》、《医用化学实验》、《医学物理学实验》。

本系列实验教材的编写理念是将实验教学按照建设国家级实验教学示范中心要求的实验教学模式,借鉴国外同类实验教材的编写模式,力求做到体系创新、理念创新及编写精美。内容上将基础医学实验教学按照基础医学实验体系进行重组和有机融合,按照基础医学实验教学逻辑和规律,将实验内容分为基本实验操作及常用仪器使用、经典验证性实验、综合性实验和创新性实验等板块进行编写。

本系列教材编写对象以本科、专科临床医学专业为主,兼顾预防、基础、口腔、麻醉、影像、药学、检验、护理、法医、卫生管理、医学信息等专业需求,涵盖全部医学生的基础医学实验教学。各层次学生可按照本专业培养特点和要求,通过对不同板块的必选实验项目和自选实验项目相结合选修实验课程学分。

由于基础医学实验教学模式尚存在地区和校际间的差异,加上我们的认识深度和编写水平有限,本系列教材在编写过程中可能存在偏颇之处,请广大医学教育专家谅解,欢迎同行们提出宝贵意见。

《高等医药院校基础医学实验教学系列教材》编委会

2012 年 10 月

## 第2版前言

岁月流逝,斗转星移。《人体机能学实验》教材自2008年6月正式出版,迄今已经5年了。在这短短的五年中,世界和中国的科学、技术和教育突飞猛进,新领域、新知识、新技术、新方法层出不穷。作为长期在基础医学教育前沿阵地耕耘的我们,深深感受到医学科学日新月异的发展和进步,也在教材的使用中不断发现第1版《人体机能学实验》教材某些内容的疏漏和不足。为此,在科学出版社的大力支持和帮助下,我们以重庆医科大学相关基础学科教授和专家为核心,结合其他兄弟院校力量,重新组织编写了第2版《人体机能学实验》教材。新教材依照原有的编排格式,遵照原有“不求全,而求精;不求繁,而求简;兼顾实用性和先进性,适当超前”的教材编写宗旨,但对教材内容作了重要更新,增添了新内容。如:在无创、伦理和道德允许的前提下,设计了以学生自己为对象的实验,让学生更深刻、真实地观察和体验到体内环境改变或药物给予对机体某些功能的影响;删除了一些学生在有限学时内难以完成的实验;对有些原有的实验,增加了对实验结果的处理,以加深学生对实验结果的认识和理解。

鉴于本教材的编写人员均是忙碌在教学第一线的教学人员,他们能在短短几个月内更新和增添新内容、新插图,完成编写任务实属不易。教材内容虽然经过多人反复阅读、斟字酌句,但错漏还是在所难免。因此,恳请使用本教材的教师和同学提出宝贵意见。

周岐新  
2013年6月

# 第1版前言

人体机能学实验是涉及生理学、病理生理学、药理学等相关学科的一门实践性很强的课程。它对于学生理解和掌握相关学科的理论课内容,培养学生动手、动脑,自主创新能力均具有重要的作用。近年,随着全国各医药院校教学改革的深入开展,基础学科实验课程的整合已成必然趋势。在这一方面,机能学实验已走在其他基础学科实验整合的前列。

回首这几年我们在人体机能学实验教学和教学改革中所走过的路程,我们深深体会到人体机能学科实验的整合是艰难的,要整合好更是困难重重。为此,各院校均根据自身的实际情况在进行不断的探索。华中科技大学同济医学院、中山大学医学院、山东大学医学院等走在改革的前面,是我们学习的榜样。他们所取得的成绩对我们不仅是鼓舞,更是鞭策!

作为西南地区的医学院校,我们不甘落于人后,而是希望借教学改革的春风,集大家的智慧、知识、经验和力量,编写一本适合一般医学院校本科和专科教育使用的机能学实验教材。我们的愿望得到了科学出版社的大力支持,得以在短期内实现。

考虑到全国大多数医学院校的目前状况并结合自身的条件,我们编写这本人体机能学实验教材的宗旨是:不求“全”,而求“精”;不求“繁”,而求“简”;兼顾实用性和先进性,适当超前。为此,我们在教材中把各院校目前为完成同一教学目标而采用的不同实验同时列出,以供选择。为了方便“教”与“学”,有利于对实验内容的理解 and 应用,我们编写的教材突出图文并茂的特点。为了更好地理论联系实际和学科之间更好地融会贯通,我们在编写病例讨论部分时,突出结合典型病例,把相关的生理学、病理生理学和药理学的知识贯通起来。为了体现教材的先进性和适用性,我们也注意把在科研中所创立的成熟可靠的实验方法移植到本教材中。

尽管本书的参编人员均是长期战斗在教学第一线的教师,但由于编写时间比较仓促,参编人员经验不足和水平有限,书中的错漏在所难免,恳请使用本教材的教师和同学提出宝贵意见。

周岐新

2008年3月



# 目 录

## 第一篇 基本实验操作与常用仪器使用

|                                 |      |
|---------------------------------|------|
| 第1章 绪言                          | (1)  |
| 第一节 机能学实验课程的内容、目的、意义和方法         | (1)  |
| 第二节 机能学实验课程教学的基本要求              | (2)  |
| 第2章 机能学实验的常用仪器介绍                | (3)  |
| 第一节 生物信号采集分析系统(BL-420 生物机能实验系统) | (3)  |
| 第二节 换能器                         | (14) |
| 第三节 YSD-4G 药理生理实验多用仪            | (15) |
| 第四节 分光光度计使用                     | (19) |
| 第五节 血气分析仪                       | (22) |
| 第3章 常用实验动物的基础知识和操作技术            | (24) |
| 第一节 常用实验动物的基础知识                 | (24) |
| 第二节 常用实验动物的基本操作技术               | (25) |
| 第三节 实验动物的麻醉和麻醉方法                | (29) |
| 第四节 动物实验的常用插管术                  | (31) |
| 第五节 样本采集、采血和组织固定                | (31) |
| 第六节 给药剂量换算和给药途径                 | (33) |
| 第七节 实验后动物的处理                    | (37) |

## 第二篇 经典验证性实验

|                          |      |
|--------------------------|------|
| 第4章 机能学基础实验              | (38) |
| 实验一 电刺激与骨骼肌收缩反应的关系       | (38) |
| 实验二 蟾蜍坐骨神经动作电位的引导        | (42) |
| 实验三 蟾蜍坐骨神经干动作电位传导速度的测定   | (43) |
| 实验四 蟾蜍坐骨神经干兴奋性的不应期测定     | (44) |
| 实验五 血液凝固及其影响因素           | (46) |
| 实验六 期前收缩和代偿间歇            | (49) |
| 实验七 蟾蜍心脏起搏点的观察           | (50) |
| 实验八 心音听诊                 | (52) |
| 实验九 人体动脉血压的测定及轻微运动对血压的影响 | (53) |
| 实验十 人体体表心电图的记录           | (55) |
| 实验十一 心血管活动的调节            | (57) |



|       |   |       |
|-------|---|-------|
| 实验十二  | 视力测定 .....  | (59)  |
| 实验十三  | 视野测定 .....  | (61)  |
| 实验十四  | 盲点的测定 .....   | (62)  |
| 实验十五  | 视觉调节反射和瞳孔对光反射 .....   | (63)  |
| 实验十六  | 声音传导途径 .....  | (64)  |
| 实验十七  | 反射弧的分析 .....  | (66)  |
| 实验十八  | 反射时的测定和脊髓反射 .....   | (67)  |
| 实验十九  | 脊髓背根和腹根机能的观察 .....  | (68)  |
| 实验二十  | 兔大脑皮层运动区功能定位 .....  | (70)  |
| 实验二十一 | 兔去大脑僵直 .....  | (71)  |
| 实验二十二 | 大鼠大脑皮层诱发电位 .....  | (73)  |
| 实验二十三 | 蟾蜍交感神经传出放电 .....  | (75)  |
| 实验二十四 | 实验性酸中毒 .....  | (76)  |
| 实验二十五 | 实验性缺氧和影响缺氧耐受性的因素 .....  | (78)  |
| 实验二十六 | 家兔失血性休克 .....   | (85)  |
| 实验二十七 | 急性实验性右心衰竭 .....   | (87)  |
| 实验二十八 | 氨在肝性脑病发病中的作用 .....  | (90)  |
| 实验二十九 | 急性中毒性肾功能衰竭 .....  | (92)  |
| 实验三十  | 呼吸衰竭及复苏 .....   | (94)  |
| 实验三十一 | 急性高钾血症及抢救 .....   | (96)  |
| 实验三十二 | 家兔实验性肺水肿 .....  | (99)  |
| 实验三十三 | 组胺对血管壁通透性的影响 .....  | (102) |
| 实验三十四 | 家兔内毒素性发热 .....  | (104) |
| 实验三十五 | 弥散性血管内凝血(DIC) .....   | (105) |
| 实验三十六 | 家兔肠缺血-再灌注损伤 .....   | (109) |
| 实验三十七 | 实验性四氯化碳肝细胞损伤性黄疸 .....   | (111) |
| 实验三十八 | 肝脏功能状态对药物作用的影响 .....  | (115) |
| 实验三十九 | 肾脏功能状态对药物作用的影响 .....  | (116) |
| 实验四十  | 给药剂量对药物作用的影响 .....  | (117) |
| 实验四十一 | 不同给药途径对药物作用的影响 .....  | (118) |
| 实验四十二 | 吸收环境 pH 对药物吸收的影响 .....  | (119) |
| 实验四十三 | 全血水杨酸钠二室模型药动学参数测定 .....                                       | (120) |
| 实验四十四 | 磺胺嘧啶药代动力学参数的测定 .....  | (123) |
| 实验四十五 | 去氧肾上腺素和哌唑嗪对大鼠肛尾肌 $\alpha$ 受体亲和力测定( $pA_2$ 及 $pD_2$ 的测定) ..... | (126) |
| 实验四十六 | 乙酰胆碱和阿托品对豚鼠回肠胆碱能 M 受体的 $pD_2$ 和 $pA_2$ 测定 .....               | (128) |
| 实验四十七 | 去氧肾上腺素和酚妥拉明对家兔主动脉 $\alpha$ 受体亲和力测定 .....                      | (131) |
| 实验四十八 | 乙酰胆碱、维库溴铵和加兰他敏对蟾蜍腹直肌的作用 .....                                 | (133) |
| 实验四十九 | 传出神经系统药物对麻醉兔血压的作用 .....                                       | (134) |

|       |                                       |       |
|-------|---------------------------------------|-------|
| 实验五十  | 传出神经系统药物对家兔瞳孔的作用 .....                | (136) |
| 实验五十一 | 传出神经系统药物对家兔(豚鼠)离体肠管的作用 .....          | (137) |
| 实验五十二 | 有机磷酸酯类中毒及解救 .....                     | (138) |
| 实验五十三 | 局部麻醉药的麻醉作用强度比较 .....                  | (142) |
| 实验五十四 | 局麻药对神经干动作电位产生的影响 .....                | (143) |
| 实验五十五 | 普鲁卡因蛛网膜下隙阻滞麻醉 .....                   | (145) |
| 实验五十六 | 氯丙嗪对乙醚麻醉的影响 .....                     | (146) |
| 实验五十七 | 乙醚麻醉分期与麻醉前给药 .....                    | (147) |
| 实验五十八 | 氯丙嗪的安定和抗激怒反应作用(电刺激法) .....            | (148) |
| 实验五十九 | 氟哌啶醇对锥体外系的影响及东莨菪碱的对抗作用 .....          | (149) |
| 实验六十  | 苯巴比妥钠的抗惊厥作用 .....                     | (150) |
| 实验六十一 | 药物的镇痛作用 .....                         | (151) |
| 实验六十二 | 强心苷对在体蛙心收缩性能的影响 .....                 | (154) |
| 实验六十三 | 呋塞米对清醒雄性家兔的利尿作用和对尿中钠、钾和氯离子浓度的影响 ..... | (155) |
| 实验六十四 | 药物对小鼠小肠推进运动的影响 .....                  | (158) |
| 实验六十五 | 药物对小鼠离体子宫的作用 .....                    | (159) |
| 实验六十六 | 地塞米松的抗炎作用 .....                       | (160) |
| 实验六十七 | 甾体类抗炎药与非甾体类抗炎药抗炎作用比较 .....            | (162) |
| 实验六十八 | 胰岛素过量反应及其解救 .....                     | (163) |
| 实验六十九 | 钙-镁对抗作用 .....                         | (164) |
| 实验七十  | 药物半数致死量 $LD_{50}$ 的测定 .....           | (165) |

### 第三篇 综合性实验

|      |                                     |       |
|------|-------------------------------------|-------|
| 第5章  | 机能学综合性实验 .....                      | (167) |
| 实验一  | 蟾蜍坐骨神经动作电位、腓肠肌肌电和腓肠肌收缩活动的同步观察 ..... | (167) |
| 实验二  | 理化因素对离体心脏活动的影响 .....                | (169) |
| 实验三  | 多种因素对兔动脉血压和减压神经放电的影响 .....          | (171) |
| 实验四  | 兔膈神经和膈肌的传出放电 .....                  | (174) |
| 实验五  | 离体小肠平滑肌的生理特性及药物作用的观察 .....          | (176) |
| 实验六  | 影响尿生成的因素和利尿药的作用 .....               | (178) |
| 实验七  | 某些因素对循环、呼吸、泌尿功能影响的综合观察 .....        | (180) |
| 实验八  | 动脉血压调节与失血性休克 .....                  | (184) |
| 实验九  | 酸碱平衡紊乱 .....                        | (187) |
| 实验十  | 大鼠局灶性脑缺血致急性脑损伤及药物防治 .....           | (189) |
| 实验十一 | 小鼠全脑缺血-再灌致脑神经元退行性病变及药物防治 .....      | (190) |
| 实验十二 | 毒毛花苷 K 对戊巴比妥钠所致急性心力衰竭的作用 .....      | (193) |

第四篇 创新性实验

**第6章 机能学实验设计和应用** ..... (195)

  (实验一) 细胞静息电位和动作电位与 Na<sup>+</sup>、K<sup>+</sup>的关系和药物影响 ..... (195)

  (实验二) 利用豚鼠回肠制备鉴别未知药物 ..... (195)

  (实验三) 利血平的药理作用原理证明 ..... (196)

  (实验四) 可乐定受体作用特点的证明 ..... (198)

  (实验五) 钙通道阻滞剂和 β 受体阻断剂药理作用相似性和差异性证明 ..... (199)

  (实验六) 个体尿液 pH 改变对药物排泄的影响 ..... (200)

  (实验七) 药物对个体认知功能的影响 ..... (201)

  (实验八) 药物作用的个体差异 ..... (202)

  (实验九) 不同时间给药对药物效应的影响 ..... (203)

  (实验十) 家兔心脏缺血-再灌注损伤及预防措施 ..... (203)

第五篇 病案讨论与处方

**第7章 病案讨论** ..... (206)

**第8章 处方** ..... (215)

  (第一节) 处方的意义、组成和格式 ..... (215)

  (第二节) 处方制度 ..... (220)

**附录** ..... (222)

附录 处方

(197) ..... 附录 处方 ..... 一、处方

(197) ..... 附录 处方 ..... 二、处方

(197) ..... 附录 处方 ..... 三、处方

(197) ..... 附录 处方 ..... 四、处方

(197) ..... 附录 处方 ..... 五、处方

(197) ..... 附录 处方 ..... 六、处方

(197) ..... 附录 处方 ..... 七、处方

(197) ..... 附录 处方 ..... 八、处方

(197) ..... 附录 处方 ..... 九、处方

(197) ..... 附录 处方 ..... 十、处方

(197) ..... 附录 处方 ..... 十一、处方

(197) ..... 附录 处方 ..... 十二、处方

# 第一篇

## 基本实验操作 与常用仪器使用

### 第1章 绪 言

#### 第一节 机能学实验课程的内容、目的、意义和方法

机能学实验是一门医学和相关学科的实践课程,主要内容涉及生理学、病理生理学和药理学三门学科。长期以来,生理学、病理生理学和药理学实践课程分别独立开设。由于这些课程的设置、内容、实验操作和仪器使用有密切相关性,甚至雷同,在教学中常常造成不必要的重复。虽然生物体机能正常状态、疾病状态和用药防治状态是不同的,但是这种不同状态器官和系统的功能变化实际上是有有机地联系在一起。因此,开设本门课程目的是把既往在生理、病理生理和药理学实践教学中的割裂的生物体功能变化通过巧妙设计的实验有机地、生动地反映出来。学生通过进行机能学实验,不仅能学到相关的知识和技能,复习、巩固和掌握理论教学中要点、难点和重点,而且培养了耐心细致、科学思维和实事求是的工作作风。

机能学实验主要包括在体(in vivo)和离体(in vitro)实验。根据各实验目的不同,设置不同的评价指标,并应用不同的手段、方法和技术对评价指标进行定量或定性测定,由此分析生命体、系统、器官、细胞或亚细胞结构或功能变化的原因。

依据循序渐进和先简后繁的原则,机能学实验部分主要包括基础实验,综合实验,实验设计和应用,以及病案讨论五个部分。基础实验部分主要由传统的经典实验组成,对验证理论课的重要教学内容和结论非常重要;综合实验部分主要把生物体相关组织、系统和器官功能在正常情况、疾病状态和治疗后的改变结合起来,使学生对机体功能改变有比较全面和系统了解。实验设计和应用部分主要由教师拟订研究题目,在教师指导下,由学生针对课题进行实验设计;这对开拓学生的智力,提高学生分析和解决问题的能力极有帮助。病案讨论部分由教师带领学生在模拟临床条件下,围绕典型病例涉及的生理、病理生理和药理学的相关



知识展开分析讨论,帮助学生系统掌握相关的机能学科的知识,为学生进入临床打下牢固的基础。

为了帮助学生更好地掌握相关的知识和技能,为进一步深造打下坚实基础,本教程还设置了部分常用实验仪器的使用介绍、一些常用的实验技巧、常用生理溶液的配制、一些常用实验动物参考生理和生化指标等内容。

## 第二节 机能学实验课程教学的基本要求

本教程是一门实践性很强的课程。它的设置以已学习过的理论知识为基础。因此在进行相关实验前,学生首先应该掌握已学习过的相关理论知识;其次,要预习相关实验的内容,熟悉实验步骤,了解实验操作规程,构想可能的实验结果,并制订保障实验顺利进行的措施或替代方案。

在实验中,参加实验的同学要作好实验分工,保证实验有条不紊地进行。这就要求做到:要仁慈地对待实验动物,减少对实验动物不必要的刺激和痛苦;要熟悉实验仪器和辅助设施的性能和使用方法,严格按照操作程序进行实验;要耐心和仔细地观察实验现象,准确、及时、清晰地记录实验结果和实验中出现的异常现象;要联系所学过的知识,随时分析评判实验中所出现的结果;对无法解释的现象或结果,要及时报告带课教师,求得教师的帮助。

实验完成后,要认真做好实验器材的收集、整理和归类;做好实验台面和实验室的清洁;仁慈地处理实验动物,并将动物尸体或碎物放到指定地方;要整理好实验资料并按要求写出完整的实验报告。

实验报告的基本格式如下:

姓名\_\_\_\_\_ 年级\_\_\_\_\_ 系、院、班\_\_\_\_\_ 实验日期\_\_\_\_\_

【实验题目】

【实验目的】

【实验原理】

【实验对象】

【实验药品和器材】

【实验方法】或【实验步骤】

【实验结果】

【讨论和/或实验检讨】

【结论】

(周岐新)

## 第2章 机能学实验的常用仪器介绍

### 第一节 生物信号采集分析系统 (BL-420 生物机能实验系统)

BL-420 生物信号采集、放大卡是一台程序可控的,带 4 通道生物信号采集与放大功能,并集成高精度、高可靠性以及宽适应范围的程控刺激器于一体的硬卡。TM-WAVE 生物信号显示与处理软件利用微机强大的图形显示与数据处理功能,可同时显示 4 道从生物体内或离体器官中探测到的生物电信号或张力、压力等生物非电信号的波形,并可对实验数据进行存贮、分析及打印。

#### 一、启动 BL-420 生物信号采集系统

开机进入 Windows 系统,双击 BL-420 生物信号采集系统图标,即可进入软件主界面。TM-WAVE 生物信号采集与分析软件的主界面是用户与 BL-420 生物机能实验系统打交道的唯一手段,故首先需要掌握 TM-WAVE 软件的主界面,熟悉主界面上各个部分的用途。

#### 二、TM-WAVE 生物信号采集与分析软件主界面介绍

##### (一) 主界面

TM-WAVE 生物信号采集与分析软件的主界面如图 2-1 所示。主界面从上到下依次主要分为:标题条、菜单条、工具条、波形显示窗口、数据滚动条及反演按钮区、状态条等 6 个部分;从左到右主要分为:标尺调节区、波形显示窗口和分时复用区三个部分。在标尺调节区的上方是通道选择区,其下方则是 Mark 标记区。分时复用区包括:控制参数调节区、显示参数调节区、通用信息显示区和专用信息显示区四个分区,它们分时占用屏幕右边相同的一块显示区域,可以通过分时复用区顶端的 5 个切换按钮在这 5 个不同用途的区域之间进行切换。分时复用区的下方是特殊实验标记选择区。

TM-WAVE 软件主界面上各部分功能参见表 2-1。

表 2-1 TM-WAVE 软件主界面上各部分功能表

| 名称  | 功能  | 备注               |
|-----|---|------------------|
| 标题条 | 显示 TM-WAVE 软件的名称及实验相关信息                       | 软件标志             |
| 菜单条 | 显示所有的顶层菜单项,您可以选择其中的某一菜单项以弹出其子菜单。最底层的菜单项代表一条命令 | 菜单条中一共有 8 个顶层菜单项 |
| 工具条 | 一些最常用命令的图形表示集合,它们使常用命令的使用变得方便与直观              | 共有 22 个工具条命令     |

| 名称          | 功能  | 备注                       |
|-------------|---|--------------------------|
| 左、右视分隔条     | 用于分隔左、右视,也是调节左、右视大小的调节器                       | 左、右视面积之和相等               |
| 特殊实验标记编辑    | 用于编辑特殊实验标记,选择特殊实验标记,然后将选择的特殊实验标记添加到波形曲线旁边     | 包括特殊标记选择列表和打开特殊标记编辑对话框按钮 |
| 标尺调节区       | 选择标尺单位及调节标尺基线位置                               |                          |
| 波形显示窗口      | 显示生物信号的原始波形或数据处理后的波形,每一个显示窗口对应一个实验采样通道        |                          |
| 显示通道之间的分隔条  | 用于分隔不同的波形显示通道,也是调节波形显示通道高度的调节器                | 4/8个显示通道的面积之和相等          |
| 分时复用区       | 包含硬件参数调节区、显示参数调节区、通用信息区、专用信息区和刺激参数调节区五个分时复用区域 | 这些区域占据屏幕右边相同的区域          |
| Mark 标记区    | 用于存放 Mark 标记和选择 Mark 标记                       | Mark 标记在光标测量时使用          |
| 时间显示窗口      | 显示记录数据的时间                                     | 在数据记录和反演时显示              |
| 数据滚动条及反演按钮区 | 用于实时实验和反演时快速数据查找和定位,可同时调节四个通道的扫描速度            |                          |
| 切换按钮        | 用于在五个分时复用区中进行切换                               |                          |
| 状态条         | 显示当前系统命令的执行状态或一些提示信息                          |                          |

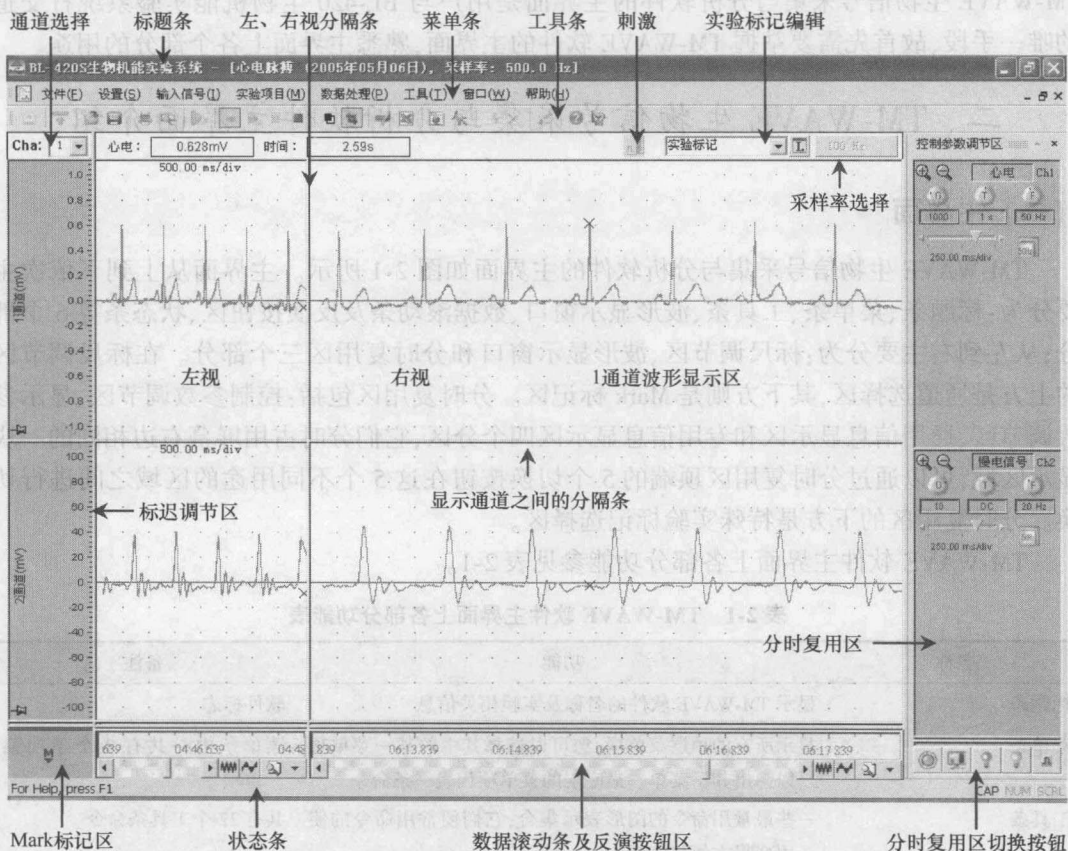


图 2-1 TM-WAVE 生物信号采集与分析软件的主界面



## (二) 通道显示窗口中所包含的快捷功能菜单介绍

在通道显示窗口如果单击鼠标右键, TM-WAVE 软件将会完成两项功能:①结束所有正在进行的选择操作和测量操作, 包括两点测量、区间测量、细胞放电数测量以及心肌细胞动作电位测量等;②将弹出这个通道显示窗口中所包含的快捷功能菜单, 参见图 2-2。

在这个快捷功能菜单中包含的命令大部分与通道相关, 所以如果需要对某个通道进行操作, 就直接在那个通道的显示窗口上单击鼠标右键弹出与那个通道相关的快捷菜单。

下面将通道显示窗口中所包含的快捷功能菜单的功能作一简介。

**1. 原始数据导出** 数据导出是指将选择的一段反演实验波形的原始采样数据以文本形式提取出来, 并存入到相应的文本文件中。

数据导出的具体操作步骤如下:

- (1) 在整个反演数据中查找需要导出的实验波形段;
- (2) 将需要导出的实验波形段进行区域选择;
- (3) 在选择的区域上单击鼠标右键弹出通道显示窗口快捷

菜单, 然后选择数据导出命令, 数据导出菜单中有两个子命令“本通道数据”和“所有通道数据”, 选择其中一个完成数据导出。

执行数据导出命令后得到选择波形段的原始采样数据以文本形式存入到 data 子目录下以“data.n.txt”命名的文本文件中, 其中 n 代表通道号, 例如, 从 1 通道上选择的数据段导出到 data1.txt 文本文件中, 从 2 通道上选择的数据段导出到 data2.txt 文件中, 以此类推。

导出的原始数据采用文本格式的原因之一是为了方便地在 notepad 等文本编辑器中进行查看, 另外文本类型这种中间格式可以被读入到很多其他的数据统计、分析软件, 如 Excel、MatLab、SAS、SPSS 等中进行进一步的统计、分析处理。

**2. 测量点数据导出** 测量点数据导出功能可以将测量光标位置处的波形点数据直接导出到 Excel 中, 也可以将无创血压测定中得到的收缩压、舒张压、心率等指标直接导出到 Excel 中进行统计分析, 这个功能主要用于无创血压测量。

**3. 基线显示开关** 该命令用于打开或关闭标尺基线(参考 0 刻度线)显示。

**4. 门限显示开关** 该命令用于打开或关闭频率直方图或序列密度直方图中用于选择分析数据范围的上、下门限线的显示。

**5. 叠加波形** 该命令在刺激触发方式下有效。它用于打开或关闭在刺激触发方式时得到的波形曲线的叠加波形显示。

刺激触发的叠加波形以金黄色显示。当显示叠加波形时, 在通道显示窗口的右上角将显示到目前为止刺激触发的总次数, 也就是叠加次数。

**6. 叠加平均波形开关** 该命令在刺激触发方式下有效。它用于打开或关闭在刺激触发方式时得到的波形曲线的叠加平均波形显示。

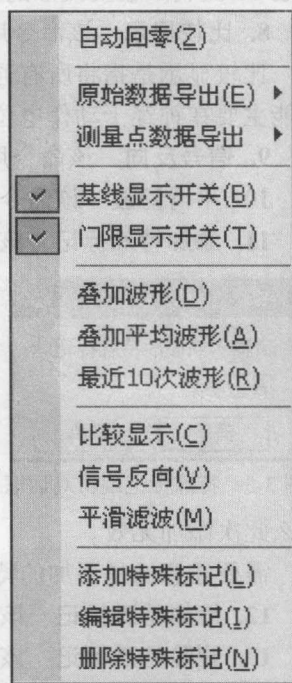


图 2-2 在信号显示窗口中单击右键引出的快捷菜单



**7. 最近 10 次波形开关** 该命令在刺激触发方式下有效。使用该命令可以打开或关闭最近 10 次刺激触发波形的显示。

**8. 比较显示** 该命令用于打开或关闭通道的比较显示方式。

比较显示是指将所有通道的波形一起显示在 1 通道的波形显示窗口中进行比较。这个功能主要在神经干动作电位传导速度的测定实验使用。

**9. 信号反向** 该命令用于将选择通道的波形曲线进行反向显示。

**10. 平滑滤波** 该命令用于对选择通道的显示波形进行平滑滤波。

**11. 添加特殊标记** 该命令用于在波形的指定位置添加一个特殊实验标记。

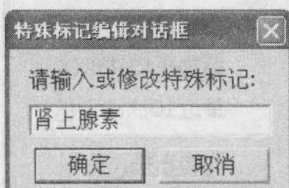


图 2-3 特殊标记编辑对话框

当在某一个实验通道的空白处(这里所指的空白处是指与其他特殊实验标记相隔一定距离的地方)单击鼠标右键,此时弹出的窗口快捷菜单中该命令有效,选择该命令,将弹出“特殊标记编辑”对话框,参见图 2-3。在这个对话框的编辑框中输入新添加的特殊实验标记内容,然后按下“确定”按钮,该特殊实验标记将添加在单击鼠标右键的地方;如果按下“取消”按钮,

那么此次添加无效。

需要注意的是添加的特殊实验标记不能超过 30 个汉字。添加的内容将被存盘。

**12. 编辑特殊标记** 该命令用于编辑记录波形中一个已标记的特殊实验标记。

**13. 删除特殊标记** 该命令用于删除记录波形中一个已标记的特殊实验标记。

当在一个实验通道中某一个已显示的特殊实验标记附近单击鼠标右键,此时弹出的窗口快捷菜单中该命令有效,选择该命令,将弹出删除特殊实验标记确认框,按下“是(Y)”按钮,该特殊标记被删除;如果按下“否(N)”按钮,那么此次删除无效。

### (三) 菜单条及功能介绍

菜单条所含有的功能菜单有文件菜单、设置菜单、输入信号菜单、实验项目菜单、数据处理菜单、工具菜单、窗口菜单和帮助菜单(图 2-4)。

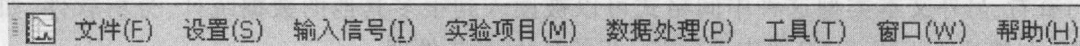


图 2-4 菜单条

下面仅介绍学生实验中最常用到的输入信号菜单和实验项目菜单。

**1. 输入信号菜单** 点击菜单条上的“输入信号”菜单项时,“输入信号”下拉式菜单将被弹出(图 2-5)。

信号输入菜单中包括有 1 通道、2 通道、3 通道、4 通道 4 个菜单项,每一个菜单项有一个输入信号选择子菜单。

当选择某通道后,会向右弹出一个输入信号选择子菜单,参见图 2-5,用于具体指定该通道的输入信号类型。

选定了该通道输入信号类型后,可以再通过“输入信号”菜单继续选择其他通道的输入信号,当选定所有通道输入信号类型之后,使用鼠标单击工具条上的“开始”命令按钮,就可以启动数据采集,观察生物信号的波形变化。