

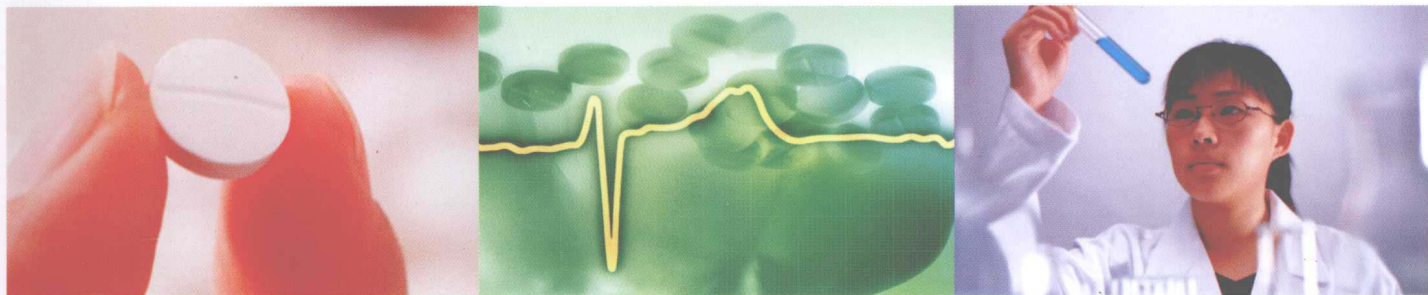
普通高等医学院校适用教材

SHENGLIXUESHIYANZHIDAO

生理学 实验指导

◎主编 黄文华

◎主审 于远望 丁延平



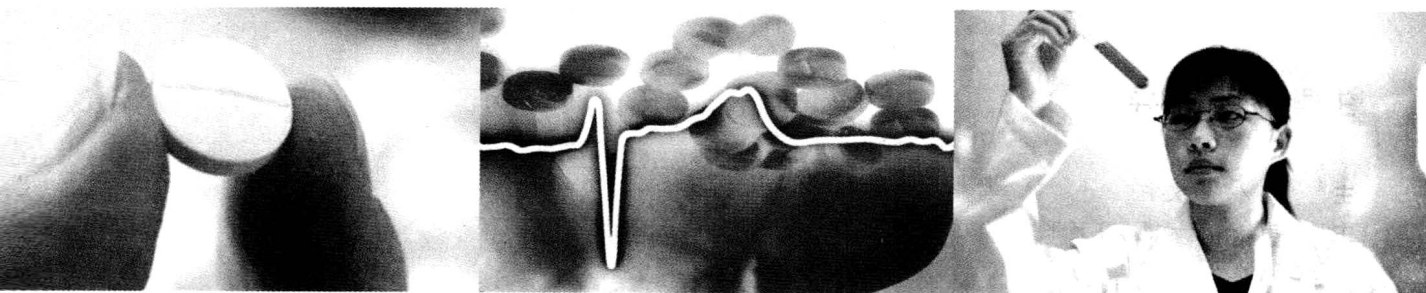
本书根据普通高等医学院校培养目标和生理学教学大纲编写而成，内容包括生理学实验总论和实验分论两个部分。总论具体介绍了生理学实验常用器械、基本操作和常用溶液配制方法等内容；实验分论讲述了生理学常见实验36个。本书所列实验项目适用于普通高等医学院校五年制临床医学、影像、预防、护理、心理、中医、中西医临床、骨伤、中药、药剂、制工等本科专业学生使用，也适合中医、高护、康复、药技、药营等专科学生使用，对研究生《实验动物学》实验教学也有参考价值。

陕西师范大学出版总社有限公司

普通高等医学院校适用教材

SHENGLIXUE SHIYAN ZHIDAO

生理学 实验指导



◎主 编 黄文华

◎副主编 赵小明

◎主 审 于远望 丁延平

◎编 者 张亚琴 孙耀光 韩 曼 宋 亮

张 琪 安 荣 于莉莉 李保兰

陕西师范大学出版总社有限公司

图书代号 JC12N0833

图书在版编目(CIP)数据

生理学实验指导 / 黄文华主编. ——西安: 陕西师范大学出版总社有限公司, 2012. 8
ISBN 978 - 7 - 5613 - 6439 - 0

I. ①生… II. ①黄… III. ①生理学 - 实验 - 医学院校 - 教材 IV. ①Q4 - 33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 185454 号

生理学实验指导

主 编 / 黄文华
主 审 / 于远望 丁延平
责任编辑 / 晏国英
责任校对 / 王 娟
封面设计 / 鼎新设计
出版发行 / 陕西师范大学出版总社有限公司
(西安市长安南路 199 号 邮编 710062)
网 址 / <http://www.snupg.com>
经 销 / 新华书店
印 刷 / 兴平市报社印刷厂
开 本 / 850mm × 1168mm 1/16
印 张 / 6.25
字 数 / 140 千
版 次 / 2012 年 8 月第 1 版
印 次 / 2012 年 8 月第 1 次印刷
书 号 / ISBN 978 - 7 - 5613 - 6439 - 0
定 价 / 12.00 元

读者购书、书店添货或发现印刷装订问题,请与本社高教出版分社联系、调换。

电 话:(029)85303622(传真) 85307826

前言

近年来,随着教学改革的深入,生理学实验课的目的相应拓宽,不单为验证生理学理论,进行“三基三严”的训练,更重要的是培养和提高学生分析问题和解决问题的能力。此外,由于实验设备不断更新,对原实验项目进行了改进及调整,鉴于此,经全体教研室同志充分讨论确定,与机能实验中心合编《生理学实验指导》。

本实验指导分为两部分,第一部分为总论,包括绪言、常用仪器和器械的介绍、动物实验的基本操作技术、常用溶液的配制等;第二部分为实验,按章节次序编写36项实验,编写项目是根据教学大纲中的生理实验技术及基本技能训练要求,结合我室历年的实验教学经验及现在机能实验中心所具备的仪器条件而定。在编写过程中主要参考了施雪筠主编的《生理学实验指导》,陆源、夏强主编的《生理科学实验教程》,莫书荣主编的《实验生理科学》等实验教材,删去了在教学中不做的项目,新增加了计算机在生理实验中的应用。本书所列实验项目适合我校五年制临床医学、影像、预防、护理、心理、中医、中西医临床、骨伤、中药、药剂、制工等本科专业学生使用,也适合中医、高护、康复、药技、药营等专科学生使用,对研究生“实验动物学”的实验教学也有参考价值。

因水平有限,还有很多不妥之处,恳请使用者提出宝贵意见。

作者

2012年6月

目 录

总 论

一、绪 言	(3)
二、RM6240 微机生物信号采集处理系统介绍	(4)
三、生理学常用器械介绍	(16)
四、动物实验的基本操作技术	(16)
五、生理学常用溶液配制方法	(26)

实验分论

实验一 蟾蜍坐骨神经—腓肠肌标本制备	(30)
实验二 阈刺激、阈上刺激与最大刺激	(32)
实验三 肌肉的单收缩与强直收缩	(35)
实验四 神经干动作电位的引导	(37)
实验五 神经干兴奋传导速度的测定	(39)
实验六 神经兴奋不应期的测定	(41)
实验七 神经干、肌膜动作电位和骨骼肌收缩同步记录	(44)
实验八 血细胞比容的测定	(46)
实验九 红细胞渗透脆性实验	(47)
实验十 红细胞沉降率实验	(48)
实验十一 血液凝固	(49)
实验十二 出血时测定	(51)
实验十三 凝血时测定	(52)
实验十四 ABO 血型鉴定	(53)
实验十五 蟾蜍心脏起搏点的分析	(54)
实验十六 期前收缩与代偿间歇	(55)
实验十七 影响心脏活动的体液因素(蛙心灌流)	(57)

实验十八	人体心音听诊	(61)
实验十九	人体动脉血压的测量	(63)
实验二十	人体心电图的描记	(65)
实验二十一	人体动脉脉搏描记	(67)
实验二十二	家兔动脉血压调节	(68)
实验二十三	家兔减压神经放电	(70)
实验二十四	人肺活量测定	(71)
实验二十五	家兔呼吸运动的调节	(72)
实验二十六	家兔胸膜腔内压的观察	(74)
实验二十七	家兔尿生成调节	(75)
实验二十八	反射弧的分析	(77)
实验二十九	破坏小脑动物的观察	(78)
实验三十	家兔大脑皮层运动区功能定位	(79)
实验三十一	去大脑僵直	(81)
实验三十二	人视觉功能测定	(82)
实验三十三	视野测定	(84)
实验三十四	瞳孔的调节反射和对光反射	(85)
实验三十五	声音传导的途径	(86)
实验三十六	破坏动物一侧迷路的效应	(87)
附录	设计性实验	(88)
参考文献		(92)

总论

ZONGLUN

一、绪 言

(一) 生理实验课的目的

1. 初步掌握生理学实验的基本操作技术,了解获得生理学知识的科学方法。
2. 验证和巩固生理学的基本理论。
3. 培养科学的作风和分析解决问题的能力。

(二) 生理实验课的要求

1. 实验前:仔细阅读实验手册,复习有关理论,做到充分理解,预测该实验各个步骤应得的结果和可能产生的误差。
2. 实验中:器材安放整齐,认真循序操作,注意安全,严格遵守规章制度。仔细、严密、全面地观察实验中出现的现象,随时记录,并联系讲授内容进行思考。
3. 实验后:整理和清洗实验用品,如有损坏应报告授课教师。学生在授课教师清点检查过仪器和器械后,方可离开。整理实验记录,按要求撰写实验报告。各组按顺序轮流值日,整理卫生,取送动物。
4. 实验过程中要严格遵守实验室规则。

(三) 生理实验课的重要性和特点

1. 实践是知识的来源。生理学的理论均来源于实际观察,而且必须通过设计完善的实验来检验、修正和发展。
2. 通过实践,可锻炼观察问题、分析问题、解决问题的能力。在实验过程中培养科学工作的严肃态度和实事求是的工作作风。
3. 生理实验理论性很强,与形态课区别较大,具有一定的趣味性。

(四) 生理实验课的基本原理

为了了解生命的某些规律,必须设计特定的实验,选取符合条件的动物或标本(实验对象),通过改变作用于实验对象的某些实验条件(实验因素),观察实验对象的某些生命活动的变化(实验效应或指标)来分析总结和做出正确的判断。以上即为实验的三个基本要素。

1. 为了获得理想的实验结果,必须选用健康的动物。动物的种类和性别应根据实验内容加以选择,使其解剖生理特点尽量符合实验要求。
2. 施于实验对象的实验因素对于细胞和组织来说相当于某种刺激,要考虑作用的强度、时间和范围。生理学常用的是电刺激,这是因为电刺激的参数易于控制,很少造成损伤。选用化学刺激(包括药物)时,要考虑作用时间和是否影响后续实验因素。慎重安排作用时间长、不可逆的实验因素。
3. 要选用能说明问题并且易于观察与记录的实验指标。生理学要观察的现象多种多样,一部分为生物电信号,易于引导记录,是生理学常用的指标;另一部分为非电信号(如血压),则须使用换能器,转变为电信号后记录,或者直接用杠杆来记录。信号小的要利用放大器放大后记录。频率高的信号常用示波器,频率低的常用笔式记录仪。

4. 实验结果的分析。实验中得到的结果数据是原始资料,分为计数和计量两大类,计量的结果应以正确的具体的单位和数值来定量分析,不能只简单地提示。以曲线记录的实验,除应标注说明,作

好标记外,还要就频率、节律、幅度和基线做出定量分析。有的实验为了比较和分析的方便,可用表格和绘图来表示实验结果。

(五) 生理实验课的实验分类

1. 根据实验目的不同,生理学研究分为三个水平。

(1) 整体水平的研究。

(2) 器官、系统水平的研究。

(3) 细胞、分子水平的研究。

2. 按实验要求不同可分为两种。

(1) 急性实验,又可分为在体实验、离体实验。

(2) 慢性实验。

(六) 生理实验报告的写作要求

1. 注明实验日期、实验题目、目的、原理、简要方法(包括仪器、药品等)。

2. 实验步骤:写出实验操作的简要步骤,不要照抄照搬实验指导。

3. 实验结果:是实验中最重要的一部分,应该忠实、准确地记述实验过程中所观察到的现象。一定要随时记录,不可单凭记忆,否则容易发生错误或遗漏。

4. 实验结果的分析与讨论:是根据已知的理论对结果进行的解释和分析,判断结果是否为预期结果,非预期的结果要分析可能的原因,还要指出实验结果的生理意义。

5. 实验结论:一般不要罗列具体的结果,而是写出本实验结果中能够归纳出一般的、概括性的判断,即这一实验所能验证的概念、原则或理论的简明总结。不能充分证明的理论分析不应写入结论。

二、RM6240 微机生物信号采集处理系统介绍

(一) 系统特点

RM6240 微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 型是国产同类仪器系统唯一的可用于人体的医疗仪器级产品。RM6240 有 EPP、USB 两种类型的接口。

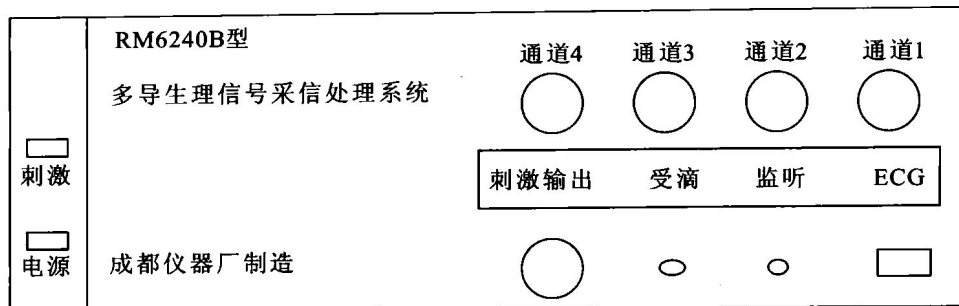
RM6240 微机生物信号采集处理系统适用于 Windows 9X、Windows 2000、Windows NT 和 Windows XP 操作系统,共享 Windows 资源。

仪器采用 12 位 A/D 转换器,采样频率 100 kHz(并口机型)或 200 kHz(USB 高速机型),仪器全程控调节控制。

RM6240 有 4 个输入阻抗 100 M Ω 信号输入通道,频率响应为 DC ~ 10 kHz,每一通道的放大器均可作生物电放大器、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 放大器),具有记滴、监听、全隔离程控刺激器(刺激器自带刺激隔离器)功能。RM6240C 型有符合国际标准的 12 导联转换器,可同时在任意通道观察不同导联的心电波形。另有 4 个模拟通道,可在物理通道和模拟通道对各通道动态地进行微分、积分、频谱分析及相关分析等数据处理。系统可处理多种生理信号,具有信号实时显示、记录、波形分析、处理、打印等多种功能。

(二) 仪器面板

RM6240B/C 型生物信号采集处理系统面板如下。



(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。

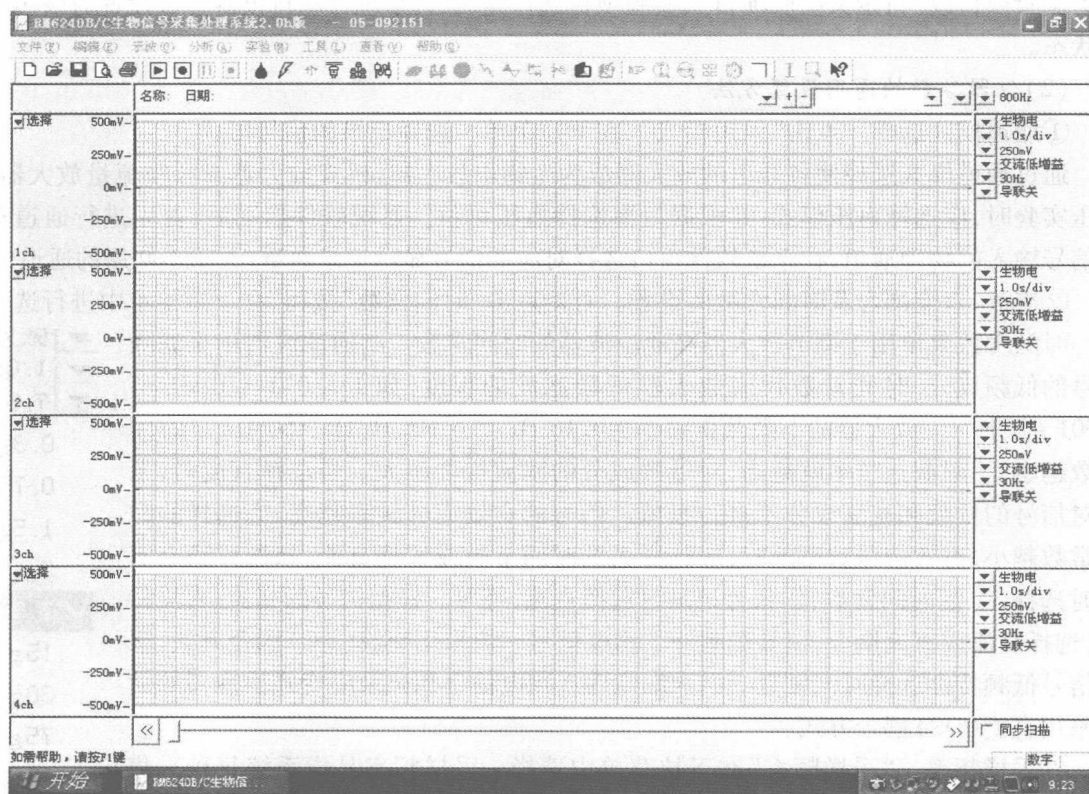
(3)受滴器输入接口。用于插入受滴器,记录液体的滴数。该接口也可用于外触发。

(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(B型无)。接 ICE 标准导联线,可观察、记录12导联心电图。

(三) 软件窗口界面

RM6240 软件窗口界面如下。



(1)菜单条。显示顶层菜单项,选择其中的一项即可弹出其子菜单。

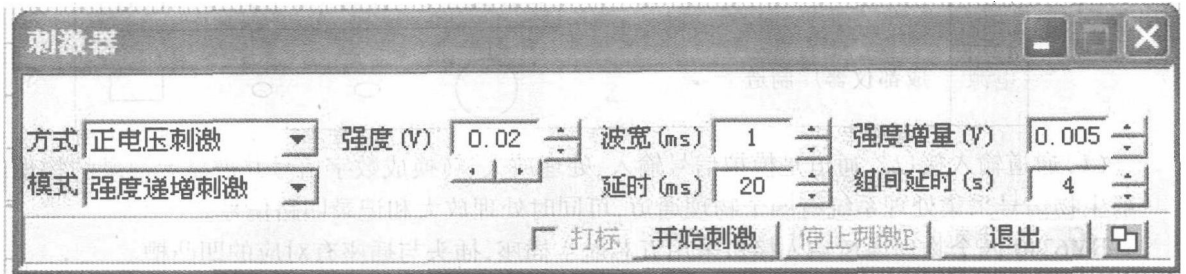
(2)工具条。工具条位于菜单条的下方。工具条提供了仪器所具有的基本功能的快捷按钮。

(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”等功能键,选择各功能键可调节各通道的参数。

(4) 数据显示区。实验数据以波形的形式显示于该区域内。

(5) 标尺及处理区。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“处理”按钮，弹出子菜单，有对应通道定标、标记显示、分析测量、数据处理等功能选项。

(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) 基本功能及使用

1. 仪器参数及设置

(1) 仪器参数的快捷设置方法

仪器本身及实验室事先已将大多数实验项目的参数进行了预先设置，实验时只需打开相应的实验项目就可进行实验，无须进行各项参数的设置。操作方法：系统软件启动后，在“实验”菜单中选择所需实验项目或“自定义实验项目”，实验项目选择完成后，系统自动将仪器参数设置为该实验所要求的状态。

(2) 仪器参数的通用设置方法

① 通道模式选择。点击“通道模式”，在下拉菜单中选择记录的信号形式。

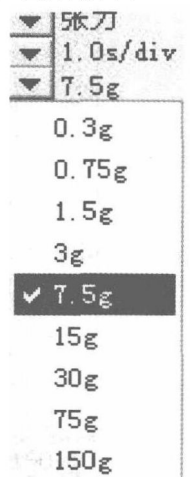
通过通道模式选择使各通道的放大器成为生物电放大器、桥式放大器或呼吸流量放大器等，如做血压实验时，应选择血压模式，并根据习惯选择血压单位。系统软件启动后，首先进行通道选择。根据信号输入的物理通道，在系统软件窗口选择对应的信号显示记录通道，关闭不使用的通道。

② 交流、直流耦合及时间常数的设置。直接点击“时间常数”按钮，在下拉菜单中进行选择。

时间常数菜单用于调节放大器高通滤波器的时间常数。高通滤波器用来滤除信号的低频成分，时间常数代表放大器低频滤波的程度，如 1 s、0.1 s、0.01 s、0.001 s 分别对应放大器的下限截止频率为 0.16 Hz、1.6 Hz、16 Hz、160 Hz。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。当选择直流时，系统对信号的低频和直流成分不进行衰减。信号的有效成分频率越高，应选择的时间常数越小，有效信号频率低时，应选择大的时间常数或选择直流，如做胃肠电实验时选择 5 s 的时间常数，作张力记录时选择直流，等等。根据信号的交流、直流特性，选择交流或直流耦合，引导细胞外生物电信号一般采用交流 (AC) 耦合方式，根据信号低频特性选择时间常数。引导细胞内生物电信号和记录应变式换能器的信号采用直流 (DC) 耦合方式。

③ 采样频率。“采样频率”在下拉菜单中选择。采样频率是指系统每秒采集数据的个数，如采样频率 100 kHz 表示系统以 100 000 点/秒的速率采集数据。系统采样频率从 1 ~ 100 000 Hz 共 21 挡，实验时应根据信号的频率选择合适的采样频率，采样频率一般取信号最高频率的 10 倍。

④ 灵敏度。“灵敏度”在下拉菜单中选择。系统可对小信号进行放大，调节灵敏度使信号在显示区有适当的幅度以便观察和分析。



⑤滤波频率。点击“滤波”按钮进行选择,滤波是用来滤除信号的高频成分。当信号有效成分的频率较低时,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 10 Hz 的滤波,代表此时放大器的上限截止频率为 10 Hz,可将 10 Hz 以上的各种干扰过滤掉。

上述“时间常数”和“滤波频率”均指硬件实现的高通和低通滤波的参数。该仪器还具有数字滤波功能,当需要更宽的滤波范围,或者在实验以后需对滤波效果进行调整时,可以使用数字滤波功能。该功能在效果上与硬件滤波相当,但需消耗计算机的系统资源,并会产生延时,因此更适合在实验后处理波形时使用。

2. 信号记录

(1) 信号记录快捷按钮



示波 记录 暂停 停止 计滴 刺激器

①“示波”按钮。启动“示波”按钮,信号实时动态地显示在“信号显示记录区”内。此时可进行系统参数设置、“采样频率”调节、打开“实时显示”、定标等操作。但系统不保存数据。

②“记录”按钮。启动“记录”按钮,信号实时动态显示在“信号显示记录区”内,同时将数据保存在计算机硬盘上。

③“暂停”按钮。点击“暂停”按钮,数据停止采集和存盘,屏幕显示暂停目前所采集的数据。如再点击“记录”按钮,信号继续采集存盘于同页内,屏幕显示新采集的数据。

④“停止”按钮。点击“停止”按钮,信号停止数据采集和存盘,并将已经记录的数据静态地显示于“信号显示记录区”,如再点击“记录”按钮,信号将换页显示和存盘(可用键盘上的“PgUp”和“PgDn”键显示各记录页)。

(2) 同步触发记录

打开“刺激器”窗口,选中“触发同步”功能,此时记录观察信号需要点击“开始刺激”按钮,信号从左到右显示一“屏”。信号显示的“屏”数由“重复次数”决定。选中“记录当前波形”功能,信号同步显示和存盘。每一屏波形存放一个子文件。

3. 刺激器功能及设置

需要对实验对象进行刺激时,可打开刺激器,选择刺激方式,调节刺激参数。设置完成后,启动“刺激”按钮,刺激器按设定的刺激方式和刺激参数输出刺激脉冲。

(1) 功能选项

①同步触发。一旦选择此项,系统采集信号和刺激器发出刺激脉冲同步进行,每发一次刺激,系统采集并显示一屏波形。

②记录当前波形。选中此项,系统以子文件形式保存当前屏幕波形。每点击一次该键,即保存一屏波形,子文件以数字 1、2、3…编号。可通过键盘上的“PgUp”和“PgDn”键依次查看各子文件的实验波形。在退出系统前,若选择“保存”命令保存实验结果,系统将把全部子文件保存在同一文件内。

③不叠加。每发一次刺激,显示一屏最新采集的原始波形。

④叠平均。每发一次刺激,以当前采集的一屏波形和此前同步采集的所有波形叠加平均再显示。

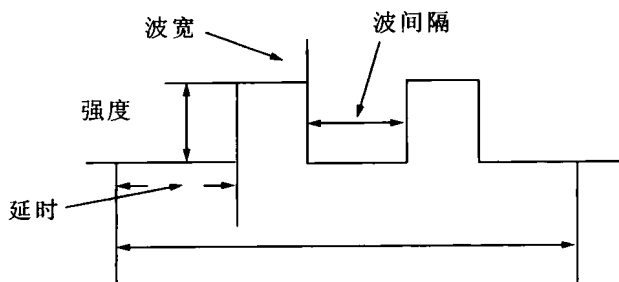
⑤叠累积。以当前采集的一屏波形和此前同步采集的波形叠加后再显示。

⑥“开始刺激”按钮。点击该按钮,刺激器按设定的刺激方式和刺激参数发出刺激脉冲。

⑦“停止刺激”按钮。点击该按钮,刺激器停止发出刺激脉冲。

(2) 刺激参数

刺激器输出的刺激脉冲的波形是方波。刺激器的基本参数如下。



①强度。输出脉冲的电压或电流的强度。脉冲电压范围为0~50 V,0~10 V内以步长0.02 V增减,10~50 V内以步长0.05 V增减。脉冲电流范围为0~10 mA。

②波宽。单个脉冲(方波)高电平的持续时间,即刺激的持续时间,波宽在0.1~1000 ms内调节。

③波间隔。连续脉冲刺激,刺激脉冲之间的时间间隔,波间隔在0.1~1000 ms内调节,波间隔与波宽之和可理解为刺激频率,调节的范围为1~300 Hz。

④主周期。刺激器以周期为时间单位输出序列脉冲,一个主周期内,刺激脉冲可以是一个、数个,甚至数百个,且波间隔可因需设定。“周期数”或“重复次数”是指以主周期为单位序列脉冲的循环输出次数,如“主周期”=1 s、脉冲数=3、“延迟”=5 ms、“波间隔”=200 ms、“波宽”=1 ms、“强度”=1 V、“重复次数”=7,点击“刺激按钮”,刺激器在1 s内发出强度为1 V、波宽为1 ms的3个脉冲,脉冲的时间间隔为200 ms,第一个脉冲在开始刺激的第5 ms发出,如此重复7次,主周期、延迟、波宽、波间隔和脉冲数设置要符合:

$$\text{主周期(s)} > \text{延时(s)} + [\text{波宽(s)} + \text{波间隔(s)}] \times \text{脉冲数}。$$

⑤脉冲数。刺激器在设定的时间内发出刺激脉冲的个数。

⑥延迟。延迟是指刺激器启动到刺激脉冲输出的延搁时间。在触发同步记录时,延迟可用来调节反应信号在屏幕上的水平位置。

(3) 输出方式

刺激器有恒压(电压)和恒流(电流)两种输出方式,恒压输出方式有正电压和负电压两种脉冲,恒流输出方式也有正电流和负电流两种脉冲。

(4) 刺激模式

将刺激脉冲按一定的主周期、脉冲数、波间隔等参数编成某种特定脉冲序列,这种特定脉冲序列称为刺激模式。该仪器基本的刺激模式如下。

①单刺激。一个主周期内输出一个刺激脉冲,可调节参数有强度、波宽、延时、主周期、重复次数,可采用同步触发的方式记录;该刺激模式常用于神经干动作电位、骨骼肌单收缩、期前收缩、诱发电位等实验。

②连续单刺激。主周期等于1 s,无限循环的连续刺激,一个主周期内输出的脉冲数等于频率,脉冲的波间隔相等。该刺激模式常用于刺激减压神经、迷走神经,刺激频率对骨骼肌收缩的影响实验。

③双刺激。一个主周期内输出2个刺激脉冲,可调节参数有强度、波宽、延时、波间隔、主周期、重复次数,可采用同步触发的方式记录。该模式常用于骨骼肌收缩、不应期测定等实验。

④串单刺激。一个主周期内输出一序列刺激脉冲,序列脉冲的脉冲数为3~999个,可调节参数有强度、波宽、延时、波间隔、主周期、脉冲数、重复次数,可采用同步触发的方式记录。该刺激模式常用于刺激减压神经、迷走神经,刺激频率对骨骼肌收缩的影响实验。

⑤定时刺激。在设定的刺激持续时间内,刺激脉冲按设定的频率输出,常用于观察同一刺激时间内,不同刺激频率的刺激效果,如刺激减压神经、迷走神经,刺激频率对骨骼肌收缩的影响实验。可调节参数有延时、波宽、幅度、刺激时间、频率、主周期、重复次数。

⑥强度自动增减。单刺激或双刺激模式下,刺激强度从首强度按强度增量自动递增或递减至末强度。该模式常用于刺激强度与反应自动测定实验。

⑦频率自动增减。连续单刺激和定时刺激模式下,刺激频率从首频率按频率增量自动递增或递减至末频率。该模式常用于刺激频率与反应自动测定实验。

⑧波宽自动增减。单刺激和连续单刺激模式下,刺激波波宽从首波宽按波宽增量自动递增或递减至末波宽。该模式常用于基强度和时值自动测定实验。

⑨串双刺激。由两个刺激脉冲组成一个脉冲组,一个主周期内可输出数个至数百个脉冲组,可调节参数有强度、波宽、延时、波间隔、频率、组数、主周期、重复次数。

⑩连续双刺激。连续双刺激与串双刺激作用基本相同,主周期内的脉冲组数用频率表示。

⑪高级功能。可根据需要将不同主周期、强度、波间隔、脉冲数等刺激模式组成刺激序列,构成功能强大的程控刺激器。

4. 数据分析测量

微机生物信号采集处理系统将采集到的数据以波的形式实时显示于屏幕上,系统可实时分析处理数据并显示主要生理指标数据,对已存盘的数据可进行可视化分析处理并给出各项指标。RM6240微机生物信号采集处理系统提供信号动态实时分析测量和静态分析测量两种功能。

(1) 测量工具

RM6240 微机生物信号采集处理系统的数据分析测量工具作用及使用方法分述如下:

①移动测量。鼠标左键点击移动测量工具,选择绝对测量,鼠标移动到信号的某一点,系统在通道左上角显示该点的时刻和幅度;选择相对测量,鼠标在信号区用左键点击某一点作为参照点(基准点),再移动鼠标到信号的另一端,系统在通道左上角显示该点以参照点为基准的相对时间和幅度。

②区域测量。鼠标左键点击区域测量的工具,用鼠标在需要测量的区域两端各点击一次打上标志线,则系统自动完成该区域数据的分析测量和计算,并将对应信号的生理指标(如平均收缩压、平均舒张压、平均脉压、心率、 dP/dt 、 $t - dP/dt_{max}$ 等)导入数据板,数据板自动开启。

进行区域测量时,鼠标在信号区移动,系统自动在通道左上角显示鼠标箭头所在位置的时刻及幅度值,此时可将鼠标用作移动标尺。在需测量的区域内点击第一点之后,系统将给出鼠标当前点与第一点的相对时间差与幅度差,此时可作相对测量。点击第二点后,将得到区域测量结果。

③斜率测量。鼠标移动到信号的某一点,系统就在屏幕上显示该点的斜率。

④面积测量。选择面积测量工具后,界面出现“面积参数设置”对话框,有三种方式可供选择,即正波方式(计算零线以上波形的面积)、负波方式(计算零线以下波形的面积)和绝对值方式(计算整个波形的面积)。方式选定后,用鼠标在需要测量的区域两端各点击一次即可完成该区域的面积测量。

⑤周期测量。用鼠标左键在若干个连续周期波的相同位置各点击一次,然后点击鼠标右键,系统即自动测量出若干个波的平均周期、频率和波动串。例如,在一段波形上选择两个连续的波峰(或波谷)各点击一次,这时再点击鼠标右键即可测量出这段波形的周期、频率和波动率。

⑥传导速度测量。用鼠标左键选择传导速度测量工具,在对话框中输入引导电极间距离,选择“自动测量”,系统在数据板上显示传导时间、电极距离和传导速度;若选择“手动测量”,则用鼠标在两动作电位起始点各点击一次(也可选同一动作电位的刺激伪迹和动作电位的起始点),系统在数据板上显示传导时间、电极距离和传导速度。

⑦取消标志线。在进行上述各种测量时,会留下各种测量标志线,点击该按钮可清除所有的标志线。

⑧测量信息。点击测量信息工具,打开或关闭“数据板”。测量数据显示于“数据板”的“测量数据显示框”内,数据板除“测量数据显示框”外,还带有数据操作工具,其作用和使用方法简述如下:

新建 清除“测量数据显示框”中的数据,并新建文档(尚未保存的数据将丢失)。

打开 在“测量数据显示框”中打开以文本文件保存的测量数据。

保存 在“测量数据显示框”中以文本(.txt)文件形式保存。

网格 数据显示在网格中。

复制 选取所需数据,点击该键将数据复制到“剪贴板”。使用 Office 等文档中的“粘贴”功能便可将数据复制到文档中,也可粘贴到本系统的实验信息栏内。

粘贴 可将复制的内容粘贴到“测量数据显示框”中。

信息 选中“测量数据显示框”中的数据(测量数据或用户编写的文字),点击该键,所选数据粘贴到“实验信息”的“实验评注”中。

标记 选择“测量数据显示框”中的信息,点击该键,被选中的信息进入“标记输入框”,可作标记之用。

导出 Excel “测量数据显示框”中的所有信息以 Excel 文件格式导出。

导出 Word “测量数据显示框”中的所有信息以 Word 文件格式导出。

(注:在“测量数据显示框”内输入文字时,请使用“Ctrl + Enter”实现回车。)

(2) 分析测量

点击“标尺和处理区”中的“处理”按钮,出现一下拉式菜单,菜单分四个功能块,依次为标定、标注显示、分析测量和数据处理。此处先介绍分析测量(标定、标注显示和数据处理功能以后介绍)。分析测量即对记录信号进行分析处理并计算出各项生理指标。分析测量有实时分析测量和静态分析测量两种。

实时测量也可称为在线分析测量,即指系统实时监测显示实验对象的主要观察指标,同时采集和保存信号数据。静态测量也可称离线分析测量,即系统在数据记录完毕后,对数据进行分析。

1) 通用实时测量

选择该项中的“全屏”,在相应的通道左上部将实时显示当前屏波形数据的最大值、最小值、平均值和峰值。选择该项中的“快速”,则显示两大格内最新波形的数值。

2) 专用实时测量

①心率和呼吸率。实时显示波动率(频率)或间期(周期)。选中“波动率/间期”选项后,在所选通道用鼠标左键确定基线,系统即自动计算出当前屏信号的平均波动频率或间期。

②血压、心室内压、肌肉收缩。选中测量项目后,在弹出的对话框中输入测量时间长度(应大于4个信号周期),系统将定时在所选通道左上角显示上述时间间隔内的测量结果。

3) 专用静态测量

①张力分析测量。

a. 肌肉收缩单波分析:用鼠标左键在一个肌肉收缩波起始点各点一下,数据板中自动给出收缩最大张力(T_{max})、舒张最小张力(T_{min})、张力增量(ΔT)、收缩间期(STI)、舒张间期(DTI)、肌肉收缩时张力最大变化速率($+dT/dt_{max}$)、肌肉开始收缩至发生 dT/dt_{max} 的间隔时间等指标。

b. 肌肉收缩连续波分析:用鼠标左键在连续几个肌肉收缩波起始点各点一下,数据板中自动给出平均收缩峰张力、平均舒张谷张力,平均张力、平均收缩间期(mSTI)、平均舒张间期(mDTI)、频率、收缩最大张力(T_{max})、舒张最小张力(T_{min}),张力增量(ΔT)等指标。

②压力分析测量。

压力测量区间有“全屏平均值”、“全屏原始值”和“区域”。“全屏平均值”、“全屏原始值”的测量区间为一屏信号,“区域”的测量区间由测量者选择。“全屏原始值”给出的指标为主要指标,“全屏平均值”和“区域”给出的指标由测量者选取。

a. 动脉血压测量:该测量项可得到的指标有平均收缩压(MSP)、平均舒张压(MDP)、平均压(MAP)、平均脉压差、心率(HR)、 $+dP/dt_{max}$ 等。

b. 心室内压测量:该测量项可得到的指标有平均心室峰压(mLVSP)、平均心室舒张压(mLVDP)、平均心室内压(mLVP)、心率(mHR)、 mdP/dt_{max} 、 $m-dP/dt_{max}$ 、 $mt-dP/dt_{max}$ 、最大心室内压(LVPmax)、最小心室内压(LVPmin)、平均收缩间期(mSTI)和平均舒张间期(mDTI)。用手动测量方式可实现对单个波形的测量。

c. 中心静脉压测量:用鼠标左键在测量波形上选择A、B两点,系统自动显示该测量区域内的最大静脉压,最小静脉压和平均静脉压。

③呼吸波分析测量。

测量呼吸道压力和呼吸气体流量。

a. 单波分析:用鼠标左键在一个完整的呼吸波的吸气开始、呼气开始和呼气结束选择三点,系统给出该呼吸波的最大呼气峰压、最小吸气谷压、 $+dP/dt_{max}$ 、 $-dP/dt_{max}$ 、呼气间期、吸气间期、呼吸时比、呼吸频率等指标。

b. 连续波压力法(流量法):用鼠标左键在连续数个呼吸波起始点各点击一次,系统在数据板中给出测量区间内呼吸指标:平均呼气峰压(流量)、平均吸气谷压(流量)、最大呼气峰压(流量)、最小吸气谷压(流量)、呼吸频率、 $+dP/dt_{max}$ 、 $-dP/dt_{max}$ 。

④生物电分析测量。

a. 神经放电:用鼠标左键在测量波形的起始点各点击一次选择测量区间,然后在波形上再点击一次选取测量阈值线,数据板即给出信号的最大电平、最小电平、平均电平、脉冲数、放电频率、放电周期。在波形合适的地方点击可调整阈值线。在该通道点击一下鼠标右键,再按上述操作可改变测量区间。

b. 心肌动作电位:在一完整的动作电位起始点点击一次鼠标左键,系统将下列指标自动显示于数据板上:振幅、静息电位、超射幅度、APD10、APD20、APD50、APD90、最大上升速度(dV/dt)等。

4) 专用静态统计

该测量功能可对较长时间区间内的数据进行自动测量和统计,测量的指标有“放电时间统计”、“波动率/间期”、“放电时间概率调节”、“血压平均值”、“血压原始值”、“左心室内压平均值”、“左心室内压原始值”。

5) 波动率/间期测量

用于测量当前屏信号的平均波动频率或间期,如对心电,波动率代表心率;对呼吸,波动率代表呼吸率等。操作方法:选中“波动率或间期”选项后,在所选通道用鼠标左键确定基线,系统即自动计算出当前屏信号的平均波动频率或间期(波动频率由波形在基线位置上下次数确定,故应确保每一周期只有一个峰通过基线)。分析结果在数据板中显示。

6) 心电测量

选择该项中的“心率自动测量”,且通道模式设置为“心电”,即记录心电图,在通道左上部分实时显示心率。

5. 数据处理

用数学的方法对观察记录的生物信号进行分析计算和处理,给出分析计算结果或衰减信号中的某些成分。

(1) 微分分析

对信号进行微分计算,并将计算结果以波的形式显示于物理通道或模拟通道中。微分分析可在实时或静态下进行。在微分分析的对话框中,放大倍数用于调节微分波的幅度。高频截止频率用于