

高等医学院校实验教材

生理学实验指导

孙庆伟 杨君佑 孟庆芳 潘桂兰 主编

中国医药科技出版社

-33
QW

高等医学院校实验教材

生理学实验指导

主 编 孙庆伟 杨君佑 孟庆芳 潘桂兰

副主编 蔡方吉 张 业

编 委 孙庆伟 杨君佑 孟庆芳 潘桂兰

蔡方吉 张 业 伍慧珠 胡泗才

饶新华 王 滨 刘立生 邱春复

厚华钢 车启超 高金池 马祖贤

中国医药科技出版社

登记证号:(京)075 号

内 容 提 要

本书主要是根据国家教委高教司规定的“全国普通高校临床医学专业本科主要课程基本要求”编写的。内容包括生理学实验的主要仪器与一般操作方法、细胞、血液、循环、呼吸、消化、泌尿、能量代谢、感官、神经、内分泌与生殖等 53 个实验,书后还附有常用生理盐溶液的配制及常用实验动物的主要生理正常值。本书主要供医学院校各专业以及综合性大学、师范院校生物系本、专科作生理学实验教材。

图书在版编目(CIP)数据

生理学实验指导/孙庆伟等主编。—北京:中国医药科技出版社,1996.1

ISBN 7-5067-1511-2

I. 生… II. 孙… III. 生理学-实验-高等学校-教材

IV. Q4-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(95)第 20749 号

*

中国医药科技出版社 出版
(北京西直门外北礼士路甲 38 号)
(邮政编码 100810)

北京长凌营印刷厂 印刷
全国各地新华书店 经销

*

开本 787×1092mm¹/16 印张 7.25

字数 190 千字 印数 1—7600

1996 年 1 月第 1 版 1996 年 1 月第 1 次印刷

定价:8.27 元

前 言

本书主要是根据国家教委高教司规定的“全国普通高校临床医学专业本科主要课程基本要求”，并照顾到各参编院校的实际情况进行编写的，共选取了 53 个实验。选材时既考虑到基本理论的验证与基本技术操作能力的培养，也注意反映当代生理学新技术。各院校可根据自己的实验条件、课时数以及专业与本、专科的不同选做这些实验。本书主要供医学院校各专业、综合性大学与师范院校生物系(本、专科)作生理学实验教材。

参加本书编写的有赣南医学院、衡阳医学院、齐齐哈尔医学院、包头医学院、桂林医学院、右江民族医学院、南昌大学、井冈山医专和江西抚州师专等 9 所院校，作者都是富有实验教学经验的中、老年教师。

由于参加本书编写的人员较多、编写时间仓促，加上作者水平有限，不当之处，盼各院校师生和读者指正。

孙庆伟

1995.12

目 录

第一章 总论	(1)
第一节 绪论	(1)
第二节 生理学实验常用仪器介绍	(2)
第三节 动物实验的基本知识	(15)
第二章 细胞生理实验	(21)
实验一 刺激强度与骨骼肌收缩的关系	(21)
实验二 刺激频率与骨骼肌收缩的关系	(24)
实验三 神经干动作电位的测定	(25)
实验四 神经冲动传导速度的测定	(27)
实验五 坐骨神经干不应期的测定	(27)
第三章 血液实验	(29)
实验六 血细胞计数	(29)
实验七 血红蛋白测定	(30)
实验八 红细胞渗透脆性的测定	(31)
实验九 影响血液凝固的因素	(32)
实验十 出血时间和凝血时间测定	(35)
实验十一 ABO 血型鉴定	(36)
第四章 循环实验	(38)
实验十二 蛙心起搏点分析	(38)
实验十三 期前收缩与代偿间隙	(39)
实验十四 离体蛙心灌流	(41)
实验十五 心音听诊	(43)
实验十六 人体动脉血压的测定	(44)
实验十七 影响心输出量的因素	(46)
实验十八 蛙肠系膜微循环的观察	(48)
实验十九 心血管活动的神经体液性调节	(50)
实验二十 减压神经放电	(54)
实验二十一 心电图的描记	(56)
第五章 呼吸实验	(60)
实验二十二 人体肺容量和肺通气量测定	(60)
实验二十三 兔呼吸运动的调节	(62)
实验二十四 胸内负压与气胸观察	(65)
实验二十五 膈神经放电	(66)
实验二十六 离体肺顺应性测定	(68)
第六章 消化实验	(71)
实验二十七 离体小肠平滑肌的生理特性	(71)

实验二十八 胆汁分泌与胃肠运动的观察	(73)
第七章 能量代谢实验	(75)
实验二十九 人体基础代谢率的测定	(75)
实验三十 小白鼠能量代谢的测定	(78)
第八章 泌尿实验	(80)
实验三十一 影响尿生成的因素	(80)
第九章 感官实验	(82)
实验三十二 视力的测定	(82)
实验三十三 视野的测定	(83)
实验三十四 盲点的测定	(84)
实验三十五 视觉调节反射和瞳孔对光反射	(85)
实验三十六 声音的传导途径	(86)
实验三十七 人眼震颤的观察	(87)
实验三十八 动物一侧迷路破坏的效应	(88)
实验三十九 微音器效应	(89)
第十章 神经生理实验	(91)
实验四十 反射弧分析	(91)
实验四十一 小白鼠脊髓半横切	(92)
实验四十二 大脑皮层运动机能定位	(93)
实验四十三 去大脑僵直	(94)
实验四十四 毁坏小白鼠、蛙一侧小脑的观察	(95)
实验四十五 家兔大脑皮层的诱发电位	(96)
实验四十六 人体脑电图的观察	(98)
第十一章 内分泌和生殖实验	(100)
实验四十七 胰岛素引起的低血糖痉挛	(100)
实验四十八 肾上腺摘除动物的观察	(100)
实验四十九 妊娠诊断试验	(101)
实验五十 未成年小鼠诱发排卵的观察	(103)
实验五十一 小鼠动情周期观察	(104)
实验五十二 人绒毛膜促性腺激素(hCG)的放射免疫测定	(104)
实验五十三 血清孕酮的放射免疫测定	(107)
附录	
一、常用生理盐溶液的配制	(108)
二、常用实验动物的主要生理正常值	(108)

第一章 总 论

第一节 绪 论

一、生理学实验课的目的

生理学是一门实验性很强的科学。生理知识来自实践,来自对生命现象的客观观察和科学实验。生理学实验的目的,在于通过实验了解获得生理学知识的科学方法,验证和巩固生理学的某些基本理论,初步逐步掌握生理学实验的基本操作技术,在实验过程中培养学生客观地对各种生理现象进行观察、比较、分析、综合和独立思考问题的能力,以及逐步培养学生对科学工作的严肃态度、严格的要求、严密的方法和实事求是的作风。

二、生理学实验课的要求

为达到生理学实验课的上述目的,要求:

(一)实验前

1. 仔细阅读实验教材或指导,了解该次实验的目的、要求、原理、实验步骤和操作流程。
2. 结合实验内容,复习有关理论,做到对实验充分理解。

(二)实验时

1. 按照实验指导的要求,检查、安放、联接好实验器材或实验装置。
2. 按照实验步骤,严肃认真地循序操作,不能随意更动,不得进行与实验无关的活动。要注意保护实验动物和标本,节省实验器材和药品,爱护仪器,如出现故障及时报告带教老师。
3. 仔细、耐心地观察实验过程中出现的现象,要认真地如实地随时加以记录,并联系所学理论进行思考:为什么出现这种现象,这种现象有什么生理意义等。

(三)实验后

1. 应将实验用具整理就绪,所用器械清洗干净。如有损坏短少,应立即报告带实验老师。
2. 整理实验记录,做出实验结论。认真书写实验报告,按时交给负责教师评阅。
3. 妥善处理实验动物和标本,做好实验桌及实验室的清洁卫生工作。

三、实验结果的处理

实验过程中所得到的结果需要进行整理和分析。凡属于测量性质的结果,例如,高低、长短、快慢、轻重、多少、强弱等,均应以正确的单位和数值来描述,如呼吸频率加快或减慢,以次/min 表示。凡有曲线记录的实验,尽量用记录到的曲线来表示结果。在曲线上应标注说明,要有刺激记号、时间记号等。有些实验测量出的结果为便于比较、分析,可用表格或绘图表示。做表格时,一般将观察的项目列在表内左侧,将所得结果可按时间或数量变化的顺序由左向右逐格写入。作坐标图时,横坐标表示各种刺激条件,纵坐标表示所发生的各种反应,并加以适当注解,如剂量、重量、强弱等。

四、实验报告书写的格式和要求

写实验报告是生理学实验的基本训练之一,应认真严肃地对待。

一份完整的实验报告应包括以下几部分：

1. 注明姓名、专业、班级、组别、日期、室温和气压。

2. 实验序号及题目。

3. 实验的目的要求。

4. 实验方法一般不必描述，必要时可简要说明。

5. 实验结果是实验报告的核心部分，应将记录到的结果按前面提出的要求处理后，忠实、准确、详细地描述。

6. 讨论和结论 讨论是根据已知的理论知识，对实验结果进行科学的分析和解释，并判断结果是否正确。若出现非预期的结果，应分析其可能的原因。结论是从实验结果和讨论中归纳出一般的概括性的判断，或理论的简明总结，书写要简明扼要。实验的讨论和作出结论是富有创造性的工作，应严肃认真对待，不要盲目抄袭书本或他人的报告。

实验报告的书写要文字简练、通顺、整洁，学生间可相互讨论和争辩，但必须自己独立完成。

(赣南医学院 孙庆伟)

第二节 生理学实验常用仪器介绍

一、常用手术器械

做各类动物实验时所使用的手术器械尽管不完全一样，但基本器械及使用方法和保养大致相同，现将蛙类和哺乳类动物常用的实验器械简单介绍如下。

(一) 蛙类常用手术器械

1. 探针 用于破坏蛙的脑和脊髓

2. 剪刀 组织剪用于剪开肌肉等软组织，眼科剪用于剪开神经、血管等微细组织，粗剪(家用剪)用于剪开骨头、皮肤等坚粗组织。

3. 镊子 圆头镊用于夹持或提起肌肉之类组织；眼科镊用于夹持神经或血管周围的细小结缔组织；有齿镊用于夹持皮肤。

4. 玻璃分针 用于分离神经和血管等组织。玻璃分针尖端细而脆，使用时不适于用力过大，用后应妥善放置，以免折断尖端而影响其使用价值。

5. 蛙心夹 用于夹心尖。借夹子另一端所系的缚线连于记录装置来描记心脏活动情况。

6. 蛙板 其中央的小玻璃片作制备神经肌肉标本“操作台”用。蛙板本身为木质制品，作蛙体手术固定使用，常用蛙钉或大头针将蛙腿钉于蛙板上即可。

(二) 哺乳类动物常用手术器械

1. 手术刀 用于切开皮肤、组织、脏器。执刀方法可因切口大小而异，较大切口可采用拇指与中指、无名指夹住刀柄两侧，食指压于刀背上；较小切口可采用执钢笔式执刀法。

2. 剪刀 组织剪用于剪皮下组织、肌肉等；眼科剪用于剪血管、神经、脑膜等精细组织，勿用于剪皮肤、粗大肌肉、线、纱布等较硬粗的物质，以免损坏刀刃。粗剪(家用剪)用于剪毛、坚硬的组织或杂物。

3. 镊子 分有齿、无齿、圆头、尖头等多种规格。有齿镊适用夹镊较大、较厚、较坚韧组织或提拉

切口皮肤等,其夹持较稳固。无齿镊适用于夹持较脆弱组织,如脏器、大血管、腹膜等软组织,其损伤组织较小。眼科镊专用于夹镊精细、脆弱组织,如神经、小血管等,其对组织损伤更小。不用于夹持坚硬粗大物质,以免易受损坏。

4. 止血钳 分直、弯和大小不同多种规格,主要用于止血,也用于提拉皮肤和分离肌肉、皮下组织。蚊式止血钳较精细,适用于分离血管和神经周围组织。使用时可以拇指和无名指插入钳柄的两个环圈内,食指轻压两柄交界处来协助控制钳的活动方向。

5. 骨钳 用于打开颅腔和骨髓腔时咬切骨质。

6. 动脉夹 用于阻断动脉血流,使用时先湿点生理盐水。

7. 颅骨钻 开颅钻孔用。

8. 气管插管 急性动物实验中,常将其插入动物气管,以保证动物呼吸通畅。

9. 动脉插管 急性动物实验中,常将动脉插管细小而有切口的一端插入动脉腔内,另一口径较粗的一端接水银检压计以记录血压。若用生理记录仪时,可用合适口径的细塑料管做动脉插管,其一端连于血压换能器的输入装置端,另一端插入动脉管腔内。

10. 持针钳 用于夹持缝针进行缝合用。

11. 缝针 直针用于缝合坚韧组织,如缝皮肤;直圆针用于缝合表层肌肉组织;弯针多用于缝合较深较厚的软组织。

各种手术器械使用结束后,都应及时洗净。齿间、轴节间的血迹和污物用小刷在水中擦洗,后用干布擦干,忌用火焰烘干或作重击用,以免镀镍剥脱生锈。久置不用的金属器械还需擦油剂加以保护。

二、电刺激器具

(一) 锌铜弓

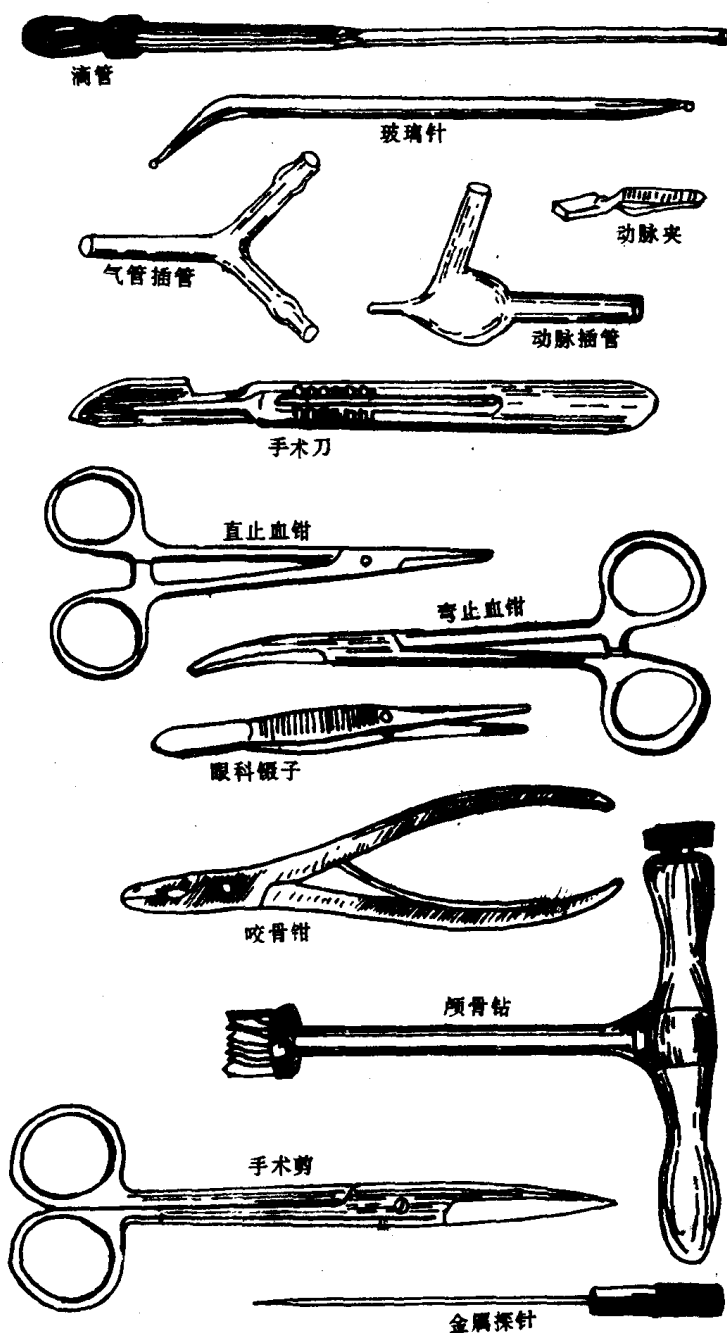


图 I-1 常用手术器械

锌铜弓是最简单的电刺激器,常用来检验神经肌肉标本的兴奋性。由铜和锌两种金属制成两个刺激电极(图 I-2),最早由 Galvani 所创造。使用时锌铜弓先湿少许任氏液,然后将锌铜弓两臂轻轻地同时接触被检查的神经,就可产生微弱的电流刺激。这是由于铜带正电、锌带负电,产生“接触电位差”的缘故。

(二)JJC-2A 型生理实验多用仪

JJC-2A 型生理实验多用仪是由电刺激器、计时器和记滴器三部分组成的“多用”实验常用仪器。刺激器属方波电脉冲刺激仪,其输出的脉冲宽度、幅度、频率、间隔及出现时间都能准确地进行定量控制,故为学生生理实验中用于兴奋组织的常用仪器。依仪器面板插件可分为四个单元(图 I-3)。

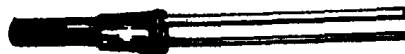


图 I-2 锌铜弓

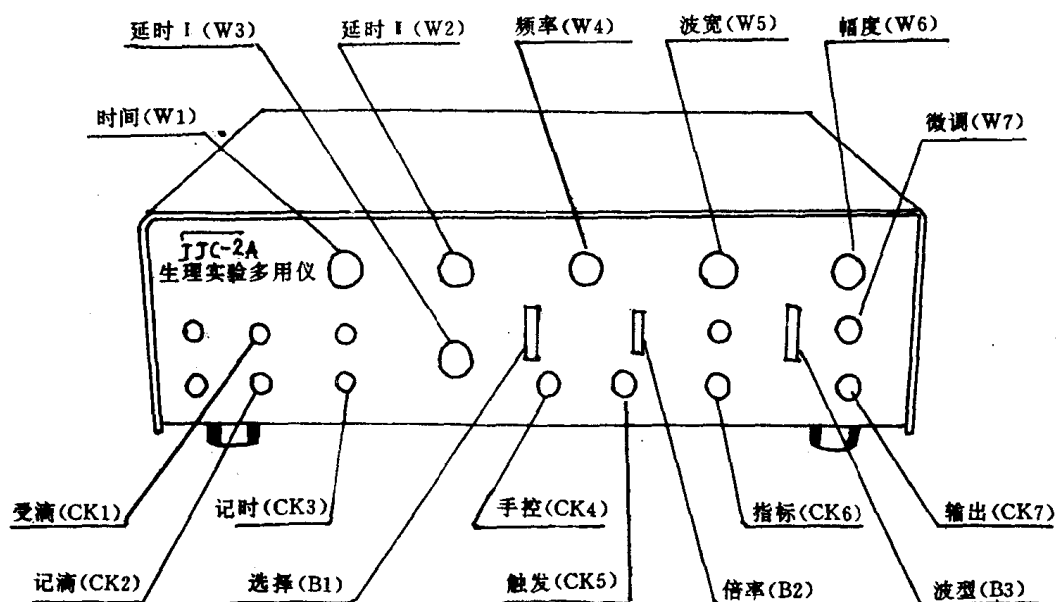


图 I-3 JJC-2A 型生理实验多用仪面板图

1. 插件单元 I

(1)电源 本机工作电压为 220V, 50Hz。旋钮拨向上位为接通电源,指示灯发亮,仪器即可使用。

(2)指示灯

2. 插件单元 II(主要用于记滴和计时)

(1)受滴 该插孔连接受滴电极用。

(2)记滴 将备用电磁标插入该插孔。当受滴电极因液体(如尿)滴流过受滴棒时,产生短暂的同数短路,使电磁标产生同数震动而得到记录。

(3)时间 为时距选择开关。共分 1、5、10、20、40s 五档。

(4)记时 该插孔与备用电磁标连接,电磁标就会按所选择的时距定期记录,每记录一次指示灯闪亮一次。

(5)输出 该插孔用电线与插件单元 IV 的“输入”插孔连接,可使刺激脉冲周期能按所选定时距输出(即用于“长周期”脉冲输出)。

3. 插件单元 III(主要用于调节手控刺激脉冲频率和双刺激脉冲间隔时间)

(1)间距 按顺时针方向旋转,即为双脉冲刺激方式。两个脉冲的时距可在0~15ms 范围内选择。当旋钮置于最左端时(逆时针方向转),只有单个脉冲输出。

(2)单一—停—复扳键 为刺激方式选择扳键。当扳键置于“单”位置时,配合手控开关,可随意输出单次刺激脉冲;当扳键置于“复”的位置时,则为自动输出连续刺激脉冲,并配用“频率”旋钮即可选定不同刺激密度进行实验;当扳键置于“停”的位置时无刺激脉冲输出,即为插件单元Ⅲ的“输出”插孔已没有刺激输出。

(3)手控 可随意作单脉冲刺激。先把扳键拨至“单”的位置上,然后按动一次手控开关,则可随意产生一次刺激脉冲。

(4)频率 为选择连续刺激脉冲密度的旋钮。使用时先把扳键拨至“复”的位置上,然后通过此旋钮来选择不连续刺激频率。从0.5~25c/s 共10个档级。

(5)倍率($\times 10$) 当把此旋钮置于“ $\times 10$ ”时,表示输出的连续刺激频率为原“频率”10倍。

(6)触发 为同步刺激脉冲输出插孔。用备用线将该插孔与示波器的外触发“输入”处相连时,所刺激频率即能同步触发示波器扫描,使生物电图形能同步而稳定地显示在屏幕上。

(7)输出 用备用线将该插孔和插件单元Ⅳ的“输入”插孔连接,能使刺激按所选定频率或单次手控触发输出。

4. 插件单元Ⅳ(主要用于控制刺激强度)

(1)波宽 为控制每次输出刺激脉冲的波宽调节旋钮。从0.1~1ms 共六个档级。

(2)振幅 为每次输出刺激的强度调节旋钮,从0~120V 共11个档级。在振幅旋钮的下方设有10格的“微调”旋钮,此旋钮每拨动1格,表示所输出的刺激脉冲电压强度为所选定的“振幅”电压数值的1/10、2/10、3/10……10/10倍。

(3)输入 一般与插件单元Ⅲ的输出插孔连接,使输出刺激脉冲既受强度控制,又受频率共同控制。若需“长周期”的刺激脉冲,可将此插孔与插件单元Ⅱ的“输出”插孔连接。

(4)指标 为反映刺激脉冲有无输出指示标志的插孔。用电磁标插入即可予以记录。

(5)  扳键 为控制刺激脉冲输出性质扳键,“”表示该处所输出的刺激脉冲经隔离变压器微分后的刺激脉冲,在电生理实验中常使用此档级;“”表示该处所输出的刺激脉冲为未经隔离变压器的方波刺激脉冲。经典生理学实验多用此档级,如刺激肌肉。但如果此档在电生理实验中由刺激伪迹所引起的干扰不大,电生理也可选用此档级;“停”为刺激脉冲停止输出的控制部位。

(6)输出 为输出刺激脉冲的插孔。用刺激电极插入即可导出刺激脉冲。

使用方波刺激器时,步骤虽无固定次序,可按各自习惯操作,但必须严格遵守下述原则。

(1)进行刺激前所用刺激参数除熟知其合适数据外,一般选择最佳参数从最小数值开始。

(2)在未预先选定最佳刺激参数前,“—停—”扳键必须置在“停”的位置上。

(3)寻找阈刺激时,每换粗调(振幅旋钮)向高位进档一级时,“微调”必须每次都预先复位置于最小值开始。

(4)刺激输出的两接线端或电极两端都不能接碰,也不能将水或溶液弄到仪器内,否则易造成短路而将输出电路元件烧毁。

(右江民族医学院 马祖贤)

(三)YSD—4 型药理、生理实验多用仪

YSD—4 型药理、生理实验多用仪包括刺激器、记时器及记滴器三个部分,分述如下。

1. 矩形波刺激器

本机可作矩形波刺激器使用,可输出矩形电脉冲,脉冲各参数包括振幅(强度)、波宽、频率,均可单独地作精细调节。

(1)刺激方式

①连续“A” 按“启动”钮即可输出连续脉冲,脉冲的频率由“A 频率”选择开关决定,电磁标即作上述标记。按“停止”钮时即停止输出。

②连续“B” 此档主要用于做激怒实验,由后面板两蕊插座输出可变交流电压(50Hz,0~140V 连续可调)。输出频率由“B 时间”控制。例如:0.125s 即 0.125s 输出一次。每次输出交流电压的持续时间由“A 频率”选择开关控制,例如“A 频率”置 1Hz 即每次输出持续 1s;置 4Hz 即每次输出持续为 1/4s 即 250ms。

在“连续 B”时,前面板仍有刺激输出,输出的频率由“B 时间”选择开关决定,可由 0.125s(8Hz)~60s(1/60Hz)调节,此时“A 频率”选择开关需放在适当位置,“波宽”和“强度”旋钮均起作用。例如:“B 时间”为 0.125s,“A 频率”须置于 16Hz 以上;“B 时间”为 1s,“A 频率”须置于 2Hz 以上,也就是说必须使 A 频率 $\geq 2/B$ 时间,否则易损坏仪器。

③连续双次 此档主要用于做心脏不应期的实验,刺激输出为一对一对的连续脉冲,对与对之间的周期由“B 时间”选择开关决定,延迟旋钮在 300ms 内连续可调。

④定时 按“启动”钮可输出连续脉冲,脉冲的频率由“A 频率”选择开关决定,输出时间长短由“B 时间”选择开关决定,可用于定时刺激。例如:当频率为 8Hz,时间为 1s 时,按“启动”钮输出定时为 1s、频率为 8Hz 的矩形波,也就是在 1s 的时间内输出 8 个脉冲。

⑤单次 按“启动”钮可输出单次脉冲,可用于单刺激,如刺激神经肌肉标本,引起肌肉的单收缩。还可用于做小白鼠电惊厥实验。

(2)启动 在采用“连续 A”、“定时”、“单项”时使用。

(3)停止 在连续 A 及计时、计数、复零时使用。

(4)氖管 显示刺激输出的有无,刺激频率的快慢及方波的大小。

(5)A 频率 指每秒钟有多少方波脉冲。分 11 档,即 1、2、4、8、16、32、64、128、256、512、1024Hz。

(6)B 时间 分 10 档,即 0.125、0.25、0.5、1、2、5、10、15、30、60s。

(7)波宽 指脉冲方波的宽度,即刺激的作用时间。从 0.05~5ms 连续可调。

(8)强度 分 1~2V、0~10V、和 0~100V 3 档,微调可使正脉冲连续可调。

(9)同步输出 同步输出孔插在后面板上,与示波器“外触发同步”输入插孔相连。同步输出端可输出与本机输出刺激脉冲同步的触发脉冲作为示波器的外触发电源。

(10)延迟 使用延迟钮,当按下刺激器输出启动时,同步输出端即产生触发脉冲,而刺激器的输出端要稍后才有刺激脉冲输出。可见延迟装置可控制刺激脉冲输出滞后于触发脉冲的时间,二者之间有 0.2~20ms 连续可调。

2. 计时器(电子钟)

前面板方面的开关拨到“计数”,多用仪即可按“B 时间”选择开关选定的时间进行计时,由荧光数码管直接显示累计的时间数,并由后面板的电磁标 I 进行记录,按“停止”钮即可复“0”。

3. 记滴器

前面板方面的开关拨到“计数”，受滴器的引线插入“计数输入”，数码管即可显示滴下液滴的次数，并由电磁标 II 进行记录。

4. 注意事项

- (1) 刺激器输出电缆线的两个头不可短路，否则将因输出电流过大而损坏仪器。
- (2) 本机后面板有单独地线插孔，必须良好接地。

(蚌埠医学院 韩永勤)

(四) 刺激电极(图 I-4)

1. 普通电极

电极由两根银丝装在绝缘框套内，一端通过电线与电子刺激器输出端相连，以引导电刺激脉冲；另一端使银丝裸露少许，以便与组织接触而施加刺激

2. 保护电极

将两根银丝包埋在绝缘框套中，一端通过电线与电子刺激器输出相连；另一端挖有空槽，银丝在槽内裸露少许。它主要用于刺激在体的神经干，以保护周围组织免受刺激。

3. 乏极化电极

用直流电刺激组织时，使用上述两种电极会发生极化现象。即组织外电解质中的阴离子在正极下集聚，阳离子在负极下集聚。这种极化现象对直流电有抵消作用，使刺激强度减弱，而且在停止刺激断电时，阴阳离子会形成反向电流。此外，电解所产生的气体附于电极上可使电极电阻变大，电流变小，刺激强度减弱；离子的集聚，还会影响组织的兴奋性。故用直流电刺激组织时，须使用乏极化电极。常用的乏极化电极有 Zn-ZnSO_4 电极， Hg-HgCl 电极和 Ag-AgCl 电极。

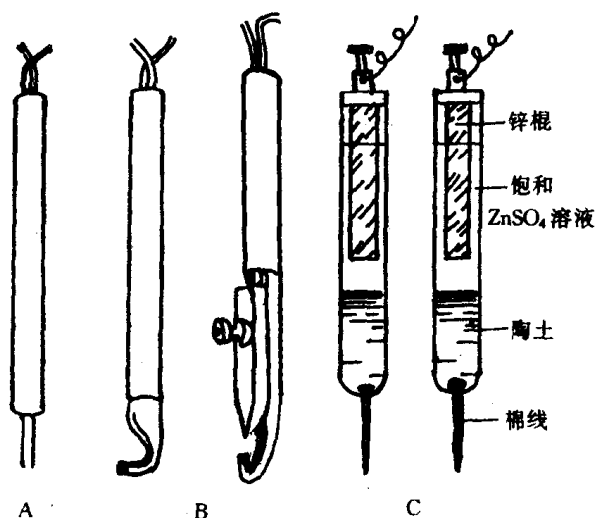


图 I-1 电 极

A. 普通电极; B. 保护电极; C. 乏极化电极

三、记录仪器

(一) 电动记纹鼓

电动记纹鼓是学生实验常用的以电为动力的记录仪。可记录伴有机机械变化的各种生理现象，如呼吸运动、心脏收缩活动等。也可借助其它装置将血压波动和腺体分泌等生理活动转变为机械变化再记录下来。通过客观所记录到的曲线，帮助我们对各生理活动进行精细观察和分析，从而揭示和认识其内在规律和特点。电动记纹鼓分单鼓和双鼓两种，但两者的结构和使用方法基本相同，现以单鼓为例(图 I-5)，作如下简单介绍。

1. 记纹鼓结构

记纹鼓由两部分构成，一为转动的圆鼓，其依靠螺丝钉固定在鼓轴上，鼓固定的位置可随需要而上下移动，鼓面贴记纹纸后则可作描记曲线用；另一部分为动力装置的机座，主要有电动机、变速箱、齿轮及摩擦离合器。一般以交流电源带动电机中的马达，经变速箱调节电机转速，再经齿轮和摩擦离合器带动圆鼓。双鼓比单鼓多一个辅鼓装置，使其贴用的记纹纸较长而适用于长时间的连续描

记。

2. 记纹鼓的使用方法

根据所观察的生理活动情况需要,选择下述相应的转动记录方法。

(1)手转鼓 鼓用手来转动。用于描记非连续性的生理活动,如阈刺激、阈上刺激、最大刺激及负荷对肌缩影响等实验。此类记录适合于仅分析不同刺激强度或不同负荷条件下的肌缩幅度,不需分析其收缩时程变化。使用时用手直接按需要转动鼓面即可。如果鼓轴管下端带有梢钉,则需将其提起,使梢钉脱离鼓座小孔后再转圆鼓。

(2)慢鼓 用于连续记录比较缓慢的生理活动变化。如描记呼吸频率和蛙心的心搏频率等。鼓速按记录的生理反应速度而定,一般以能反映清楚所观察生理现象为前提,鼓速尽量慢些,以使所描记曲线更完整和集中而利于分析。使用时先将“粗调”旋向慢档,后调“细调”旋钮,以使鼓速合适为止。

(3)快鼓 适用于描记反应速度迅速的生理变化,如肌肉单收缩的全过程变化描记。

3. 记录纸的粘帖

将长短和宽度合适的记录纸光滑面朝外,在其左端边缘涂上少许浆糊并覆压在右端纸缘上,然后套在双鼓上,并调节鼓间距离,使纸紧围鼓面而无皱褶。单鼓贴纸可不用浆糊,改用1~2根橡皮筋或用鼓面装有的上下两端的弹簧夹将纸固定于鼓面即可。

4. 描记方法

通常用墨水笔尖在记纹纸上直接描记。笔尖常用杉木刨花剪制而成。也可用塑料管拉制或细无缝钢管等制成。描笔粘连于描记杠杆上,描笔滴适量墨水后即可工作。

5. 记纹鼓使用时注意事项

(1)描笔加墨以笔湿润为度,加墨时应避免墨水粘污记纹纸和工作台。停鼓时应让笔尖暂离鼓面,以免笔尖持续在一处与纸接触造成曲线被污染。

(2)圆鼓为顺时针方向转动,故杠杆、电磁标和其他描笔应置于记纹鼓右侧,描笔尖应与鼓面呈切点相接,若同时使用数支描笔,各笔尖应置于同一垂直线上。

(3)需要变换鼓速时,一定要在圆鼓转动时进行,否则容易损坏记纹鼓零件。

(4)实验完成后剪下的记录曲线,应按实验目的客观选取最具代表性的结果,裁成长方形。每项实验记录曲线应包括对照、实验反应和复原三部分。贴在报告纸上时各图的基线必须在同一水平线上。记录图正下方还应附必要说明。

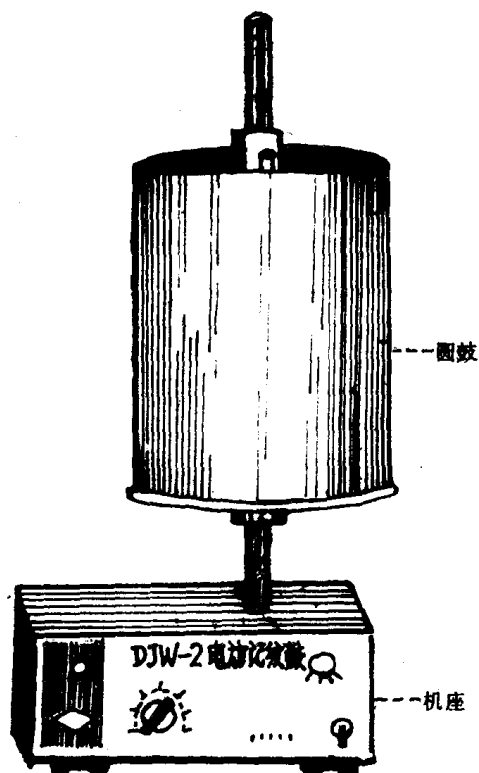


图15 电动记纹鼓

(右江民族医学院 马祖贤)

(二)SBR-1型二线示波器

SBR-1型二线示波器灵敏度高,稳定性较好,适用于生物电的观察。这类示波器的显示部件为阴极射线示波管,因此又可称之为阴极射线示波器。在阴极射线示波管内有灯丝、阴极、栅极、阳

极等组成的电子枪,从电子枪发射的热电子经阳极高压作用而被加速,电子束快速地射撞在荧光屏上,形成光点。由 Y 轴放大器输入的电信号提供给两块垂直偏转板后,则可改变两块垂直偏转板的电压,从而使光点在垂直线上移动。由 X 轴时基扫描电路输出的电信号提供给水平偏转板后,可见光点自左向右移动。根据示波器主要工作原理及面板上的分区加以介绍(图 I-6)。

1. 电源、辉度、聚焦及标尺亮度的作用

(1) 电源开关

开关向上接通电源后,整机开始工作,示波器 30min 后,达到稳定预热工作状态。

(2) 辉度

辉度旋钮可控制荧光屏上光点的明暗程度。阴极射线示波管电子枪所发射的热电子量受栅极电压控制。栅极电压提高,则热电子发射量增加,光点亮度增大;反之,则亮度减小。

(3) 上、下线聚焦

调节聚焦旋钮可使光点圆而小,在显示波形时,可使光迹清晰。聚焦是通过调节示波管内第一、二阳极之间的电压差而使电子束射线的光点散开或聚集成清晰的光点。

(4) 标尺亮度

标尺是位于示波管前面的一块有机玻璃刻度板,调节“标尺亮度”旋钮,可改变坐标板侧面光源的强弱,而显示刻度线条,以配合观察或摄影时的需要。

2. 时基部分

一般情况下示波器以垂直轴(Y 轴)反映信号的幅值,而水平轴(X 轴)则反映电信号的时程(持续时间)。阴极射线示波管的水平偏转板上加一偏转电压,则可使光点自左向右扫描。示波器内装有 X 轴时基扫描电路,用以控制扫描的频率。

(1) “时间/厘米”控制旋钮 “时间/厘米”表示光点在水平方向移动 1cm 所需要的时间。“时间

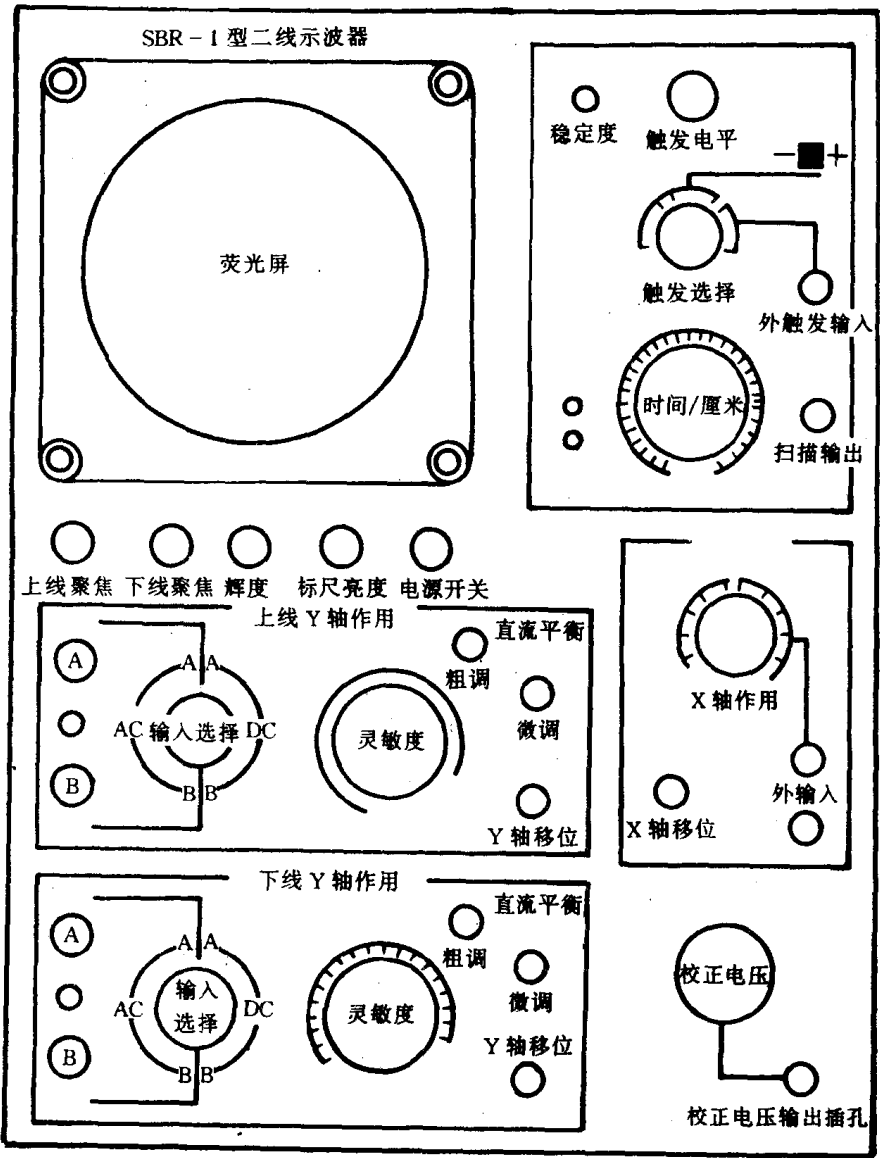


图 I-6 SBR-1 型二线示波器面板图

厘米”共分 21 档($1\mu\text{s}/\text{cm}\sim 5\text{s}/\text{cm}$),根据实验需要选择相应的扫描速度,可使荧光屏上显示的电信号波形适当展开,便于观察、分析。

(2)“触发选择”控制旋钮 为清晰地观察和测量电信号的参数,可选择不同方式的触发扫描,使波形相对地稳定在荧光屏上。触发方式有:①电源触发;②上线(AC、DC)、下线(AC、DC)内触发;③外触发(AC、DC)。在“触发选择”控制旋钮的旁边有一黑色“触发极性”开关,由于外触发信号有“+、-”之分,因此需要把“触发极性”开关拨到与外触发信号相同的极性位置,“触发选择”控制旋钮应拨到外触发 AC 或 DC 位置。例如,与 JJC-2A 型生理实验多用仪配合使用时,多用仪的连续触发脉冲为正向触发,此时应将示波器“触发极性”开关拨到“+”的位置;多用仪的单个触发脉冲为负向触发,示波器的“触发极性”开关应拨到“-”的位置。

(3)“触发电平”旋钮 置于“自动”时,能与内触发扫描同步,使波形清晰稳定地显示。

(4)“稳定度”旋钮 用以控制触发扫描的稳定程度,逆时针旋转“稳定度”旋钮会自激扫描;顺时针旋转则自激停止,在两者过渡过程中,自激刚停止的一点即为“待触发状态”,此时与外触发信号的同步性能最佳。实验时一般将“触发电平”旋钮旋至“自动”与“连续”之间,此时扫描线消失,即为“待触发状态”。通常在做电生理实验时均同时调节“触发电平”和“稳定度”,以使波形清晰、稳定地显示,便于观察。

3. X 轴部分

(1)“移位”旋钮 用来调节光点在水平方向向左或向右位移。

(2)“X 轴作用”旋钮 ①正常:为普通扫描档,即不扩展扫描状态,扫描速度按照时基部分的“时间/厘米”控制器的面板刻度来计算。②扫描扩展:当波形较密而不易观察分析时,可选用“ $\times 2$ ”倍、“ $\times 10$ ”倍、“ $\times 20$ ”倍扫描扩展档级以使波形充分展开,此时示波器面板上“扫描扩展”指示灯发亮。③外接扫描:“X 轴作用”旋钮置于“V/cm”各档级时,X 轴呈外接状态,并反映 X 轴输入信号的幅值,如果没有信号输入,则光点不扫描。

4. Y 轴放大部分

SBR-1 型二线示波器有两个结构、功能完全相同的 Y 轴放大器,即“上线 Y 轴作用”和“下线 Y 轴作用”。

(1)灵敏度 根据待测信号的幅度,选择不同灵敏度档级进行放大($200\mu\text{V}/\text{cm}\sim 20\text{V}/\text{cm}$),上线与下线 Y 轴放大器的放大倍数相同,均可将待测信号进行垂直水平的放大。例如减压神经群集性放电的最大幅值为 $200\mu\text{V}$,经直流前置放大器放大 1000 倍后输入示波器,若示波器的灵敏度旋钮置于 $100\text{mV}/\text{cm}$ 档,此时荧光屏 Y 轴上可出现 2cm 高的波形。但是,在引导心电图向量环时,应将示波器左侧墙板打开,将“X 轴偏转板选择”开关从原有的“ Y_1+Y_2 ”位置拨到“ $(Y_1)-Y_2$ ”位置,此时上线 Y 轴增幅器已和 X 轴偏转板的电路接通而变为水平放大器,同时示波器面板中间“上线 Y 轴增幅器接 X 轴偏转板”指示灯发亮,为使实验结果精确,实验时应将上线、下线 Y 轴放大器的放大倍数保持一致。

(2)输入选择 ①单边输入:即一个电极为有效电极,另一个为接地电极,被测信号可以从 A 端或 B 端输入。②双边输入:即被测信号同时从 A 端和 B 端输入,此时“输入选择”旋钮应拨到“AB”位置。在生物学和医学研究中,为了提高抗干扰能力,有利于信号的观察,常选用双边输入。③“AC”是指交流输入方式,“DC”是指直流输入方式。

(3)移位 用以调节光点在垂直方向的上、下移位。

(4)直流平衡 仪器面板上暗调节的半调整控制器为直流平衡粗调控制器,另一个旋钮为直流平衡微调控制器,Y 轴没有信号输入时,旋动灵敏度各档应没有电位差。若有一定量的直流电位存

在时,旋动灵敏度旋钮则可使扫描线移位,此时需调节直流平衡控制器,使 Y 轴放大器在各放大档位变换时均无直流电位变动。

5. 示波器的操作练习

(1)电源开启前示波器面板上主要控制器应置于下列位置:

“辉度”旋钮	置中心位置
“触发选择”旋钮	置“上线 AC”位置
“触发电平”旋钮	置“自动”位置
“X 轴作用”旋钮	置“正常”位置
“时间/厘米”旋钮	置 1ms/cm 位置
“灵敏度”旋钮	置 20V/cm 位置
“X 轴和 Y 轴移位”旋钮	置中心位置
“校正信号开关”	置“关”位置

(2)开启电源后,风扇转动并发出声响,表示仪器内部电源接通。熟悉示波器面板上各旋钮的作用。

(3)通电 5min 后,若荧光屏上无扫描线出现,则适当调节 X 轴和上、下线 Y 轴的移位旋钮,使两条扫描线显示在荧光屏的刻度上。适当调节辉度旋钮,使扫描线的辉度适中(不宜太亮,以免损坏荧光屏)。适当调节上、下线聚焦旋钮,使两条扫描线聚焦成最细的线条。

(4)调节直流平衡 调节上线 Y 轴“移位”旋钮,使扫描线位于荧光屏的正中线上,将灵敏度旋钮旋至 10V/cm,若扫描线偏离荧光屏的正中线,则用小螺丝刀调节直流平衡粗调控制器,使扫描线回到荧光屏的正中线,依此方法逐次旋转灵敏度旋钮至 200 μ V/cm,使灵敏度旋钮在 20~2000V/cm 之间旋转时扫描线不偏离荧光屏正中线,即上线 Y 轴放大器各放大倍数档级均无直流电位变动,依照上述方法调节下线 Y 轴的直流平衡。

(5)将校正信号输出输入连线一端的插头插入校正信号输出插孔,另一端的一个插头分别插入上、下线 Y 轴的“A”输入端,上、下线 Y 轴作用部分的“输入选择”旋钮分别旋至“A”位置,“校正信号”旋钮旋至“100V”位置,记下荧光屏上矩形波的波幅和波宽,比较上、下线 Y 轴放大器的放大性能是否一致。

(6)将“校正信号”旋钮旋至“1V”位置,要求在荧光屏上显示 5cm 高的矩形波,灵敏度旋钮应置何档级。

(7)为了测算校正信号的波宽并使其精确度提高 1 倍,将“X 轴作用”扫描扩展旋钮旋至“ $\times 2$ ”档级,读出波宽数值。

(8)适当调节“稳定度”旋钮,使信号稳定地显示在荧光屏上。

(9)将“校正信号”旋钮旋至“关”的位置,“触发选择”旋钮旋至“外 AC”位置。用小螺丝刀顺时针旋转“稳定度”暗旋钮,使扫描线消失后再用螺丝刀逆时针旋转少许,使扫描线刚刚能够显示在荧光屏上,旋转“触发电平”旋钮使扫描线消失,此即“待触发状态”。

6. 使用注意事项

(1)辉度不宜太亮,光点太亮以及光点始终停留在某处,则容易损坏荧光屏。

(2)切断电源后,不能立即再行开启电源,必须等 3~5min 后才可再次开启电源,否则易损坏示波器。

(3)电源开启后,冷却风扇应工作,若电源开启 1~2min 后冷却风扇不工作,应立即切断电源查找原因,以免损坏仪器。