

# 编写说明

为提高我省中等卫校生理实验教学质量，湖南省中等卫校生理协作组在省卫生厅领导下于一九八二年初组织编写了《生理实验教案集》。编写中首先推选我省九所卫校部分生理学教师组成编写小组，写出初稿分发全省十四所卫校，经过近一年试用与征求意见，然后进行修改，最后推选出谭得圣、蔡德华、王振太、蒋一、蒋光荣、唐植文等六同志为责任编辑，并邀请原协作组组长生理学老教师郭国尧同志（现已退休）共同审编打印成册。打印本又经过近一年的教学实践，并向全国一百多所兄弟卫校征求意见，在此基础上，由长沙市卫校陈建国、姚运秋；常德卫校王振太；郴州卫校王尤理等四位同志作第二次较为全面的修改，力求臻于完善。再次修改中应特别提及的是贵州省贵阳卫校、遵义卫校、甘肃省卫校、山东省莱阳卫校、江西省赣州卫校、福建省卫校、河北省保定卫校、四川省凉山卫校等兄弟学校的生理学教师于百忙中，为我们的修改工作提出了很多宝贵而中肯的意见，对于他们的大力支持，我们仅此表示衷心的感谢。同时我们也热诚希望在今后的生理教学与科研工作中与全国各兄弟学校的同行们广开交流之门、通力协作，共同为发展我国中等卫生教育事业多作贡献。

本书分总论与各论两部分。总论包括参加实验教学师生的应有态度、要求；常用主要电生理仪器、生理溶液及麻醉药品的介绍等。各论中编入实验四十一个，其中大部分属中等卫校教学大纲所列，此外增添一部分电生理实验、胰胆分泌与前后负荷等实验。其内容除了一般生理实验指导中具有之外，另行增写了实验结果、结果分析、结论、异常现象讨论、提问与思考题及其答案提要。由于此书既可供生理学教师在实验教学中参考使用，亦可作为学生的生理实验指导参考书，因而在第二次修改后决定改名为《生理实验指南》。

尽管本书几经修改，但鉴于编者水平有限，时间仓促，书中缺点、错误仍然难免，敬请读者严加指正，以待进一步改进提高。

湖南省中等卫校生理学协作组

《生理实验指南》编写组

一九八四年十一月于长沙

# 目 录

|                    |        |
|--------------------|--------|
| 第一章 总论             | ( 1 )  |
| 一、实验课的目的和要求        | ( 1 )  |
| 二、实验指导教师的职责        | ( 1 )  |
| 三、实验报告的书写          | ( 1 )  |
| 四、常用电生理仪器简介        | ( 2 )  |
| 五、常用生理溶液的配制        | ( 8 )  |
| 六、常用麻醉药剂量与使用       | ( 9 )  |
| 第二章 各论             | ( 10 ) |
| 实验一、坐骨神经腓肠肌标本制备    | ( 10 ) |
| 实验二、刺激与反应          | ( 12 ) |
| 实验三、反射弧的分析         | ( 14 ) |
| 实验四、神经干的动作电位       | ( 15 ) |
| 实验五、神经兴奋传导速度的测定    | ( 18 ) |
| 实验六、肌肉的单收缩与强直收缩    | ( 19 ) |
| 实验七、荷重、初长与肌肉收缩的关系  | ( 21 ) |
| 实验八、红细胞脆性试验        | ( 23 ) |
| 实验九、红细胞沉降率测定       | ( 25 ) |
| 实验十、血液凝固           | ( 25 ) |
| 实验十一、出血与凝血时间的测定    | ( 27 ) |
| 实验十二、ABO血型的鉴定      | ( 28 ) |
| 实验十三、蛙心搏动观察与心搏起源分析 | ( 30 ) |
| 实验十四、期前收缩和代偿间隙     | ( 32 ) |
| 实验十五、离体蛙心灌注        | ( 34 ) |
| 实验十六、蛙心电描记         | ( 37 ) |
| 实验十七、人体心电图的描记      | ( 39 ) |
| 实验十八、人体心音听取        | ( 40 ) |
| 实验十九、人体动脉血压的测定     | ( 42 ) |
| 实验二十、蛙肠系膜微循环观察     | ( 45 ) |
| 实验二十一、哺乳动物血压的调节    | ( 46 ) |
| 实验二十二、肺容量的测定       | ( 51 ) |
| 实验二十三、呼吸运动的调节      | ( 52 ) |

|                         |        |
|-------------------------|--------|
| 实验二十四、胸膜腔负压的观察.....     | ( 55 ) |
| 实验二十五、消化道平滑肌的生理特性.....  | ( 57 ) |
| 实验二十六、胃肠道运动的观察.....     | ( 60 ) |
| 实验二十七、胰液和胆汁的分泌.....     | ( 61 ) |
| 实验二十八、小白鼠能量代谢的测定.....   | ( 64 ) |
| 实验二十九、影响尿生成的因素.....     | ( 65 ) |
| 实验三十、瞳孔对光反射.....        | ( 69 ) |
| 实验三十一、视力测定.....         | ( 70 ) |
| 实验三十二、色盲检查.....         | ( 71 ) |
| 实验三十三、视网膜电图.....        | ( 73 ) |
| 实验三十四、声波的传导途径.....      | ( 74 ) |
| 实验三十五、微音器效应.....        | ( 76 ) |
| 实验三十六、迷路的破坏.....        | ( 77 ) |
| 实验三十七、脊蛙反射.....         | ( 79 ) |
| 实验三十八、小脑破坏的观察.....      | ( 80 ) |
| 实验三十九、兔大脑皮层运动区机能定位..... | ( 81 ) |
| 实验四十、去大脑僵直.....         | ( 83 ) |
| 实验四十一、妊娠试验.....         | ( 84 ) |
| 附 提问与思考题答案提要.....       | ( 86 ) |

# 第一章 总 论

**一、生理学实验课的目的和要求** 目的在于通过实验使学生初步掌握获得生理学知识的基本方法和基本操作技术；培养分析问题、解决问题的科学思维能力和严肃的态度、严格的要求和严密的工作方法；验证和巩固学生的某些基本理论。

实验课中应训练学生正确使用基本实验仪器，正规进行操作，并能初步分析和整理实验结果；要求学生严格遵守实验室规则，爱惜实验用品和动物，保持实验室的秩序和整洁；培养学生在科学工作中的积极主动和互助合作精神。

**二、实验指导教师的职责** 为了使一堂实验课达到预期的目的和要求，除了学生在实验前预习好实验指导、实验中严肃认真地进行操作和仔细地进行观察、实验后认真书写实验报告之外，实验指导教师起着主导作用。具体来说，应做好以下几方面工作：

（一）做好预备实验，为保证实验成功，实验指导教师做好预备实验是很重要的，因为通过预备实验可以检查仪器、试剂的好坏，摸索这一实验在当时条件下可能会出现一些问题，探讨某些正常标准。

（二）做好理论和物资准备：实验指导教师每一堂实验应有教案，重要的内容一定事先书写于黑板上，这样有利教师简明扼要地讲解和学生有条不紊地进行操作。实验用品准备必须充分，某些仪器还应初步调试，以防实验进行中出现这样或那样的问题。

（三）积极指导学生进行实验，每次实验课开始可作简明扼要地讲解，包括本实验目的、提问、原理、主要操作及注意事项等，必要时并进行示教。教师指导学生进行实验既不能包办代替，也不能撒手不管，主要让学生自己进行操作。发现问题给予指出，也要让学生自己去解决，解决不了时再给予启发或协助解决。示教实验应给学生讲解主要操作方法和步骤，不能只让学生看到结果了事。实验课结束时应作简短小结，指出本实验成功与失败的原因，主要结果及异常现象的分析等，但结论应留给学生自己下。

（四）认真批改实验报告：无论示教实验或学生自己做的实验，每人每次均应写出实验报告，否则，不能完全达到实验课的目的。实验指导教师对于学生写的实验报告应认真仔细批改，并作为平时考核成绩之一。对于共同性的问题应在下次实验课前给予分析指出。

**三、实验报告的书写** 书写实验报告是生理学实验课重要内容之一，也是培养学生科学思维能力的有效措施。要求学生必须认真完成。实验报告必须注意文字简练、通顺、书写工整。实验报告一般应包括如下项目：

实验号和题目

实验目的

实验对象

实验方法：可以省略，必要时可作简短说明或指出其名称。

结果及分析：这是实验报告中最重要的一部分，应逐项列出结果并加分析，有曲线者贴上原始记录或仿照描绘、数字要准确，单位要注明，必要时可制成表格或图，以求醒目。异常结果应作可能原因的分析或讨论。

结论：是从实验结果中归纳出概括性的、恰如其份的判断，不要罗列具体结果，也不要超越实验结果范围去进行推理。下结论是富有创造性的工作，必须严肃认真、独立思考。

#### 思考题

主要操作者

日期

气候

室温

**四、常用电生理仪器简介** 生理仪器品种繁多，生理学工作者大多熟悉，不多赘述。但电生理仪器近年来发展较快，它具有灵敏度高，操作简便，实验精确程度高等优点。一般常用的电生理仪器有：

(一) SBR——1型二线示波器 SBR—1型是一种灵敏度较高的、短余辉的二线示波器，可供工业生产和医学生物学等方面使用，其面板控制大致分为四部分。

#### 1、主机部分

电源开关：开关向上为接通。

辉度：控制荧光屏上光迹的明暗程度。

聚焦上线、聚焦下线：调节聚焦，可使光点圆而小，在显示波形时光迹清晰。

标尺亮度：调节坐标片的刻度线亮度，以配合观察和拍照时的不同需要。

#### 2、时基部分

时间/厘米：用以改变光点在水平方向移动速度（即扫描频率），自 $1\mu\text{sec}/\text{cm}$ — $5\text{sec}/\text{cm}$ ，共分21档，根据实际需要选择。

触发选择：选择不同的触发信号。（1）电源触发，（2）上线（AC、DC），下线（AC、DC）内触内，（3）外触发（AC、DC），（4）在近旁的开关用以改变外触发极性（+、-）。

触发电平：当置于“自动”位置时，能呈扫描同步，使波形清晰稳定地显示。

稳定度：用以控制触发扫描的稳定程度。顺时针旋转会自激扫描，逆时针方向旋转会使自激停止。在二者过渡过程中，自激刚停止的一点即为待触发状态。此时触发的同步性能为最佳。

注意：在电生理实验过程中，通常调节“触发电平”，“稳定度”使波形清晰稳定地显示，以便观察。

#### 3、X轴部份

X轴作用：当置于“正常”位置时，即不扩展扫描状态。

①扫描扩展：当波形较密而不易观察时，可用 $\times 2$ 倍 $\times 5$ 倍 $\times 10$ 倍 $\times 20$ 倍扫描扩展档级（根据实际需要进行选择）。在观察动作电位时要进行扩展。当置于扫描扩展档级时，“扫描扩展”指示灯应发亮。②外接扫描：当拨至“V”/“cm”范围的各档级时，X轴呈外接状态（如观察心电图向量环时），可根据外接信号选择不同的灵敏度档级。

移位：用以调节光迹在水平方向上的移位。顺时针方向旋转使光迹向右移动，逆时针方向旋转使光迹向左移动。

#### 4 Y轴放大部分（上线、下线相同）

灵敏度：根据观察的信号幅度，来选择不同灵敏档级进行放大。自  $200\mu\text{V}/\text{cm}$ — $20\text{V}/\text{cm}$  共有18档。

输入选择：①单端式输入，被测信号送入Y轴放大器的输入A或B端。②差动式输入，信号同时从A端和B端输入。③AC是交流输入方式，DC是直流输入方式。

注意：在工业生产观察时，常用单端式输入。而在生物学和医学方面应用时，为了克服干扰，有利于信号的观察，常用差动式输入。

移位：调节光迹在垂直方向的移位。顺时针方向旋转时光迹向下移动，逆时针方向旋转使光迹向上移动。

直流平衡：①半调整的控制器为直流平衡粗调控制。②另一个微调直流平衡控制器。

以上二个控制器用以调节放大器，使之在各灵敏度档级时，放大器各点均无直流电位变动。

(二) SR—54超低频双线示波器 本仪器具有双电子管长余辉示波管和两组独立的垂直放大器，灵敏度与SBR—1型示波器相同，并且具有超低频扫描，放大器为单边输入。内部结构为半导体插件式。使用时要求熟悉仪器操作规程，谨慎使用，严防损坏。

1、操作规程：使用前注意事项：

(1) 检查电源220V电压是否正常，保险管放置是否恰当。

(2) 开机前将仪器各主要控制器置于下列位置。“电源”——关闭，“亮度”——中间，“触发”——“自动”——自动，“X轴作用”——X1（正常），“t/cm开关”——5ms，“Y轴、X轴移位”——中间。

(3) 接通电源，按需要调节标尺亮度。

(4) 适当调节“亮度”及各“移位控制器”，以获得二条扫描线，同时调节“聚焦”控制器，使扫描清晰。

2、X校正信号显示：

(1) 对需要精确测量时无论Y轴、X轴 $\text{V}/\text{cm}$ 或扫描 $\text{t}/\text{cm}$ 均应予以自校。

(2) 自校时置校正信号于IVPP输入Y轴，将Y轴 $\text{V}/\text{cm}$ 置于 $0.2\text{V}/\text{cm}$ （X轴校正相同），扫描 $\text{t}/\text{cm}$ 置于 $1\text{ms}/\text{cm}$ ，此时屏幕上显示峰——峰值为5cm的方波，每个方波在水平方向上正好1cm。否则可分别校正“Y轴校正”和“t/cm校正”即可。

3、信号显示和测量：

(1) 按需要选择“触发选择”位置（通常置于“Y<sub>1</sub>轴”或“Y<sub>2</sub>轴内”）输入信号的幅度可按Y轴 $\text{V}/\text{cm}$ 开关位置由标尺的刻度线距离直接测量。当“触发——自动”开关置于“触发”状态时可调节“触发电平”选择波形触发点（选择扫描线起点在波形上的位置）。

(2) 波形的时间测量可用扫描 $\text{t}/\text{cm}$ 直接读出，此时以屏幕中心8cm范围为最佳。（必要时可采用扫描扩展）。

4、关机前注意事项：

(1) 面板各控制器旋钮置开机前位置。

(2) 关电源开关，并拔除墙上电源插头。

(3) 盖上仪罩布。

(三) FZG—81型直流前置放大器 FZG—81型直流前置放大器是直流交流两用的低噪音前置放大器，抗干扰能力强，适合于作为生物电前置放大器用。

仪器面板上控制开关的功用。

#### 1、输入选择分8档。

(1) 0.001Sec: 指放大器输入端接入电容器, 使整个放大器作为交流放大器用。0.001Sec即代表整个放大器的时间常数。时间常数愈小, 对低频信号的衰减也越大。

(2) 0.01Sec: 指此档的时间常数是0.01Sec当引导动作电位时, 常用该档。

(3) 0.1Sec: 指此档的时间常数是0.1Sec当引导自发脑电图时, 常用该档。

(4) 1Sec: 指此档的时间常数是1Sec。

(5) 直流: 直流输入, 即信号没有通过电容器, 而是直接接到放大器的输入端, 可以观察很缓慢的变化信号。

(6) 平衡: 此时放大器的输入端直接接地。利用面板上的“平衡”旋钮, 可以使放大器输出两端 ( $A_1$ 和 $A_2$ , 或 $B_1$ 和 $B_2$ ) 电位相等且接近零V (面板上的电表指针在零V), 以达到放大器的自身平衡。

(7) 校正: 用于观察放大器的放大倍数。此时仪器内的“校正电压”方波已输入放大器, 可以据此推算放大器的放大倍数。

(8) 辨校: 用于校正放大器的“辨差率”。辨差率等于异相信号放大倍数与同相信号放大倍数之比, 辨差率愈高, 说明放大器抗干扰能力愈强, 当拨到此档时, “校正电压”方波输入到放大器的两个输入端, 即输入同相信号, 利用面板的暗调“辨差校正”, 可以使输出的同相信号幅度逐步缩小, 以达到提高辨差率。

2、增益: 控制放大器的放大倍数。分20、100、200、1000倍四档。

3、输入: 信号从该“输入”三芯插座输入到放大器。包在两芯线外的屏蔽线是接地线, 而信号从其它两芯线以差动形式输入到放大器。

4 滤波: 即高频滤波, 用以除去高频部分以减少噪声。

(1) 100KHZ: 指放大器在100千赫频率时的放大率减少到70%。

(2) 10KHZ: 指在10千赫频率时的放大率减少到70%。当引导动作电位时, 常用该档。

(3) 1KHZ: 指在1千赫频率时的放大率减少到70%。

(4) 0.1KHZ: 指100赫频率时的放大率减少到70%。当引导心电图, 自发脑电图时, 常用该档。

5、平衡: 用于调节放大器的两端输出电压均接近于零V<sub>2</sub>。

6、辨差: 调节放大器的辨差率。

7、输出: 放大器的输出信号, 从此三芯插座输出, 与示波器或记录器相连。

【注】: 本放大器有两导放大器, 左边是A放大器, 右边是B放大器。两导放大器的面板控制功能完全相同。

8、电表指示: 测量各点电压, 由电表指示。各档测量的具体电压 (从左到右) 如下。

(稳压电源) +: 测量经过稳压后的正电压, 应为+12V。

(放大器)  $A_1$ : 放大器A的一个输出端与零V间的电压, 在平衡档时, 应接近零V。

(放大器)  $A_2$ : 放大器A的另一个输出端与零V间的电压, 在平衡档时, 应接近零V。

(稳压电源) -: 测量经过稳压后的负电压, 应为-6V。

9、校正电压: 系多谐振荡器产生的约70赫方波信号, 作为校正放大器的放大倍数用各

档分压（从左到右）如下。

- (1) 关：多谐振荡器关，即没有校正信号输出。
- (2) 0.03 (mv)：30 $\mu$ v方波信号输出。
- (3) 0.1 (mv)：100 $\mu$ v方波信号输出。
- (4) 0.3 (mv)：300 $\mu$ v方波信号输出。
- (5) 1 (mv)：1mv方波信号输出。
- (6) 3 (mv)：3mv方波信号输出。
- (7) 10 (mv)：10mv方波信号输出。
- (8) 30 (mv)：30mv方波信号输出。
- (9) 100 (mv)：100m方波信号输出。
- (10) 300 (mv) 300m方波信号输出。
- (11) 1V：1V方波信号输出。校正“辨差”时常用1v方波号。

10、开：系指交流电源开关。当仪器插入市电220v插座，接通此开关，指示灯亮，放大器即可工作。

(1) 千万注意，输入信号的交直流电压，不得超过 $\pm 4V$ ，否则将击穿本放大器的第一级场效应管。

(2) 放置要平稳牢靠，操作要细心谨慎。在没有必须的情况下，不宜任意拔弄各种开关。

(3) 不可把输入端的两芯线合并起来作为引导电极的一极，以接地线作为另一引导电极的形式，输送生物电信号。

(4) 实验动物必须充分接地。

(5) 观察或记录生物电时，“输入选择”开关，要根据所观察的不同信号对象，拨到适当的位置，但决不该拨到“平衡”档，或“校正”档，或“辨差”档。同时应该把“电表指示”开关拨至“输出”档，“校正电压”开关拨至“关”档。

(6) 不能将输出插座的两芯线合并起来，作为一端，连至示波器（或记录器）。必需时，可以将两芯线的另一线接地（与地线合并起来），以单端输出形式，输入到示波器。

（四）JJC——2生理实验多用仪。JJC——2型生理实验多用仪是生理实验常用仪器。本机包括刺激器，记时器及记滴器三个部分。它主要用途是产生连续的矩形波或正负对称的微分脉冲，也可产生可控的单脉冲或间距可调的双脉冲供刺激神经、肌肉用。其面板控制大致分为四个单元。

#### 第一单元

电源：总电源开关向上为接通，指示灯即亮。

#### 第二单元 受滴、记滴、记时、时间(S)、输出。

受滴、记滴功能主要用于泌尿系统实验，记录尿液的量。将受滴器接“受滴”插座，同时将记滴插座与电磁标相连。当尿液流过时受滴器两极间产生一时性短路，通过电磁效应使电磁标描笔产生一次震动，可用记纹鼓予以记录。

记时功能 ①根据实验需要选择时距。拨动时间(S)开关旋钮进行选择。时距共分1、5、10、20、40秒五档。当记时插座与电磁标相连时，将使电磁标按选定的时距，进行定时记录。②输出插座：该插口与第四单元的输入插口用电线连接。它可控制输出刺激脉冲周

期，由于它的时距比第三单元脉冲周期均长，故称为长周期。周期分1、5、10、20、40秒。

第三单元 间距、板键、手控、频率（倍率）、触发、输出。

间距：顺时针方向旋转时，输出为双脉冲。脉冲间距时间为0—15 mSec，逆时针方向旋转时，输出为单脉冲。

板键：置于中间为停止；置于右侧为双脉冲。

手控：实验中需要单脉时，可将手动开关插头插入该口。同时把板键置于右侧单脉冲处。当手动控制开关接通时，产生一个脉冲。

频率（倍率）：实验需要重复脉冲时，还可选择不同的频率。置于倍率档时，频率10倍于原频率。

触发：输出同步脉冲。如将该插口内的引出线，连接到示波器的触发输入插座上，则刺激器的同步脉冲可触发示波器扫描，即示波器扫描将受到刺激器控制。例如在观察动作电位时，使刺激器的频率与示波器扫描频率同步起来，使动作电位在荧光屏上波形清晰稳定地显示。

第四单元 波宽、输入、指标、振幅、板键、输出。

波宽：输出脉冲宽度可调节范围为0.1 mSec—2 mSec

振幅：刺激脉冲的强度分1、15、30、45、60、75、90、105、120、130、150v共11档，并有微调旋钮。

指标：反映刺激器脉冲输出的信号、接电磁标给予记录。

板键：置于上为通过输出隔离变压器、输出微分脉冲；置于中间为停止；置于下为输出矩形脉冲。

输入：与第二单元或第三单元连接。

输出：该插口的引出线接到生物标本上，作刺激用。

注意事项：如不用刺激脉冲时，应把第三单元，第四单元的板键置于中间停止档。

（五）LMS—2 A型二道生理记录仪。LMS—2 A型二道生理记录仪是一种插件式的墨水书写记录仪器，配合适当的传感器和电极，可测量记录血压、脉搏、呼吸、心电图、体温、心搏、肌肉、胃肠等组织的运动。更换插件还可测其它相应生理指标。是一种适应于教学、临床与科研的高灵敏度的通用记录仪器。凡有明显机械变化和压力变化的生理指标，实验中一般均可用生理记录仪进行记录，与此同时即可删弃记纹鼓、通用杠杆和电磁标。

1 仪器通电前操作：①连接电缆线。②本机电源开关及放大器开关均置于断的位置。③按下琴键开关停键。

2、记录纸安装①搬动抬落笔架将所有笔尖抬起离开书写板方。②用两指轻轻提起书写板，取出机内储纸轴，装好记录纸，放入机内小槽中，拉出纸引头部分，轻轻压下书写板至水平位置，抬起橡皮压轮，压记录纸于轮下。

3、墨水 墨水必须是专用记录墨水，取下墨水壶盖，注入墨水至壶的2/3处，盖上盖子，用指尖堵住盖子中央小孔向下压，由于空气压力，使墨水从壶中流向导管，从笔尖流出。

4 测试时的操作 ①输入引线连接传感器或电极，接通电源，电源开关置于通，指示灯亮，本机进入正常工作，放下抬落笔架，使记录笔尖接触记录纸。②用控速琴键开关，选择合适的走纸速度。③将FG直流放大器开关置于通，旋转零位钮旋至零位。按0.5v校对按键，

便可得10mm方形波。④将前级开关置于通，便可记描信号波形。⑤按动标记按钮标记笔应动作。时间标记笔，按每Sec次或每10Sec1次描记，也可外接标记。

5、FS—2前置放大器的使用，本放大器，可测量心肌、心电、呼吸、脉搏、肌电、血压、体温、胃肠肌肉收缩等多种生理参数。该放大器的“直流平衡”与“调零”均可控制记录笔的零位，“直流平衡”主要使第一级放大器的输出为零，以保证灵敏度旋钮换档时基线位置不变。

FS—2前置放大器“直流平衡”调整方法如下：①将FS—2前置放大器抽去，FG直流放大器开关置于通，调节零位旋钮，使基线在中心零位处。②插入FS—2前置放大器，使“时间常数”为2或0.2、0.02各档，调节调零旋钮，使记录笔置于零位处。③将“时间常数”旋钮置于“DC”档，调节“直流平衡”使记录笔位于同一零位处，则此时“直流平衡”就调好了，在测试过程中，不得再调动，否则基线会偏离原基线位置。

放大器的高频特性，由滤波旋钮控制，分为10、100、300KHZ五档。放大器的低频特性由“时间常数”旋钮控制，分DC（直流）2、0.2、0.02Sec四档，视被测信号的不同选择合适的档级，若不记录被测信号的直流成分变化时，应采用时间常数2、0.2、0.02Sec各档。举例如下表：

| 被测项目        | 滤波 (Hz) | 时间常数 | 备注          |
|-------------|---------|------|-------------|
| 心电<br>(ECG) | 100     | 2    | 纸速25或50mm/S |
| 肌电<br>(EMG) | 1K      | 0.02 | 外接示波器观察     |
| 脉搏          | 30      | 2    | 纸速25mm/S    |
| 呼吸          | 10      | DC   | 纸速2.5mm/S   |
| 直流          |         | DC   | 纸速1mm/S     |

放大器灵敏度控制，由灵敏度开关控制。0.5、1.2、5、10、20、50、100、200mv/cm档九，测前视被测信号幅度大小由200mv/cm档开始，逐渐转向灵敏度高档，直至获得满意记录幅度为止，如果被测信号大于200mv而小于1000mv时，则可直接输入到FG直流放大器描记。

放大器内部提供1mv直流校对电压，当灵敏度开关置于1mv/cm处时，按下校对按钮，便可获记录笔10mm的偏转。

6、FY—2血压放大器的使用(1)“直流平衡”与“调零”和FS—2前置放大器调法相同。放大器的灵敏度由“灵敏度”开关控制，100、50、20、10、5mmHg/cm共五档，测量时视被测信号幅度大小而选择，内部提供100mmHg和10mmHg的校对电压信号，改变“100、10”mmHg的校正信号大小可由调节面板“微调”实现，这是在对血压换能器进行校正时进行的，灵敏度校正后，一般不再动(2)。血压的测量。在测量血压之前，先将血压换能器进行校正，校正时，按顺序连接好血压计、三通管、换能器、记录仪。如记录纸在-20mm—20mm范围，应对0—200mmHg进行校正，其校正步骤如下。①检查血压换能器密封性是否良好。②将FG放大器置于通的位置，旋转调零旋钮，使记录笔于零位。③

将FY—2血压放大器输出开关置于通的位置,旋转“灵敏度”开关置于“50” mmHg/DIV处,调节调零旋钮,使记录笔于零位,然后将测量开关置于通的位置,在血压计为零时,如笔尖偏离中心线,则调整血压换能器零位,使笔尖位于中心线零位。④再调节FG放大器零位旋钮,使记录笔尖置于-20 mm处,用气囊打气加压,使血压计为200 mmHg时,记录笔尖应位移+20 mm处,如不到或超过可调节FY—2血压放大器内部“灵敏度微调”电位器,使记录笔尖位于+20 mmHg处,以上步骤重复两次便校正完毕。血压换能器出厂时多已校正。可酌情约每季度校一次。测血压时,被测体、三通管、换能器、记录仪的连接按序顺接好血压换能器压力窗上的两咀端装上两个通管,用注射器将液态石蜡油充满压力窗,将三通都置于关闭位置,再将插管套在三通咀上,用注射器将插管注射肝素,注满后将插管插入欲测部位。将装有插管的三通置于通的位置,记录器FY—2血压放大器的测量开关置于通,即可进行测试记录,走纸速度视需要而定,欲看波形细节也可将测量范围开关置于“20”位置或高灵敏度位置(零位需要调整)同时选择适合的走纸速度以便视察。也可用示波器观察。注意:血压换能器充石蜡油时,必须将压力窗中的气泡排尽,插管充肝素时也必须排除插管中的气泡。

7、信号的输出与外接信号的输入本仪器设有前级输出插孔和FG直流放大器的输入插孔,利用二芯连接线,可以方便地从输入面板上前级放大器的输出插孔,将FS—2和FY—2放大器的输出信号接至外部检测设备(如示波器、微处理机),也可将外部信号接至FG直流放大器的输入插孔,利用本记录仪进行记录,此时FS—2或FY—2的输出与FG直流放大器的输入端自动断开,与前级无关。

8、注意事项:①因本仪器灵敏度很高,在记录笔“输出”接通前,为防止干扰信号输入,应在前级放大器上输入端接上传感器。②停机时将各类开关均置于“断”的位置,抬起笔落架,使笔尖离开记录纸,套上防护罩。

##### 五、常用生理溶液的配制(见下表)

| 药品名称                                     | 浓度<br>(%) | 任氏溶液          | 乐氏溶液         | 台氏溶液         | 生理盐水          |               |
|------------------------------------------|-----------|---------------|--------------|--------------|---------------|---------------|
|                                          |           | 用于两栖类         | 用于哺乳类        | 用于哺乳类(小肠)    | 两栖类           | 哺乳类           |
| 氯化钠(NaCl)                                | 20        | 32.5<br>(ml)  | 45.0<br>(ml) | 40.0<br>(ml) | 纯NaCl<br>6.5g | 纯NaCl<br>9.0g |
| 氯化钾(KCl)                                 | 10        | 1.4<br>(ml)   | 4.2<br>(ml)  | 2.0<br>(ml)  | —             | —             |
| 氯化钙(CaCl <sub>2</sub> )                  | 10        | 1.2<br>(ml)   | 2.4<br>(ml)  | 2.0<br>(ml)  | —             | —             |
| 碳酸氢钠(NaHCO <sub>3</sub> )                | 5         | 4.0<br>(ml)   | 2.0<br>(ml)  | 20.0<br>(ml) | —             | —             |
| 磷酸二氢钠(NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) | 1         | 1.0<br>(ml)   | —            | 5.0<br>(ml)  | —             | —             |
| 氯化镁(MgCl <sub>2</sub> )                  | 5         | —             | —            | 2.0<br>(ml)  | —             | —             |
| 葡萄糖                                      |           | 2.0g<br>(可不加) | 1.0—2.5g     | 1.0g         | —             | —             |
| 加蒸馏水至                                    |           | 1000<br>(ml)  | 1000<br>(ml) | 1000<br>(ml) | 1000<br>(ml)  | 1000<br>(ml)  |

根据我们的经验,氯化钙最后加入不易引起沉淀混浊。

# 六、常用麻醉药剂量与使用见下表

| 麻醉药名      | 动物    | 给药途径  | 给药剂量<br>mg/kg              | 常配<br>浓度<br>% | 给药量<br>ml/kg | 维持时间                                |
|-----------|-------|-------|----------------------------|---------------|--------------|-------------------------------------|
| 戊巴比妥钠     | 狗 猫 兔 | 静 脉   | 30                         | 3             | 1.0          | 24小时，中途加1/5量可维持1小时以上，麻醉力强，易抑制，呼吸变慢。 |
|           |       | 腹腔、皮下 | 40—50                      | 3             | 1.4—1.7      |                                     |
|           | 豚 鼠   | 腹 腔   | 40—50                      | 2             | 2.0—2.5      |                                     |
|           | 大 小 鼠 | 腹 腔   | 45                         | 2             | 2.3          |                                     |
|           | 鸟 类   | 肌 肉   | 50—100                     | 2             | 2.5—5.0      |                                     |
| 氨基乌甲拉酸乙坦酯 | 狗 猫 兔 | 腹腔、静脉 | 750—1000                   | 30            | 2.5—3.3      | 2—4小时应用安全，毒性小更适应于小动物麻醉。             |
|           |       | 直 肠   | 1500                       | 30            | 5.0          |                                     |
|           | 豚鼠大小鼠 | 肌 肉   | 1350                       | 20            | 7.0          |                                     |
|           | 鸟 类   | 肌 肉   | 1250                       | 20            | 6.3          |                                     |
|           | 蛙 类   | 皮下、淋巴 | 2000 ml/kg<br>400—600 mg/只 | 20            | 3.3 ml/只     |                                     |
| 硫喷妥钠      | 狗 猫 兔 | 静脉、腹腔 | 25—50                      | 2             | 1.3—2.5      | 15—30分钟，麻醉力量最强，注射宜慢，酌情掌握剂量。         |
|           | 大 白 鼠 | 静脉、腹腔 | 50—100                     | 1             | 5.0—10.0     |                                     |
| 安密妥钠      | 狗 猫 兔 | 静 脉   | 40—50                      | 5             | 0.8—1.0      | 4—6小时                               |
|           |       | 肌肉、腹腔 | 80~100                     | 10            | 0.8—1.0      |                                     |
|           |       | 直 肠   | 100                        | 10            | 1.0          |                                     |
|           | 鼠 类   | 腹 腔   | 100                        | 10            | 1.0          |                                     |
| 酒精        | 狗     | 静 脉   |                            | 32            | 12—15        | 无其他麻药时，可用此药代替。                      |
|           | 兔     | 静 脉   |                            | 32            | 5.0          |                                     |

(怀化卫校 谭得圣 长沙卫校陈建国 湘潭卫校董辉光)

## 第二章 各 论

### 实验一 坐骨神经腓肠肌标本的制备

〔目的要求〕学习破坏蟾蜍或蛙脑脊髓和制备坐骨神经腓肠肌标本的方法，要求每个同学制备一个完整的坐骨神经腓肠肌标本。

〔提问〕①动物实验方法一般可分为几类？②何谓离体实验、在体实验？

〔原理〕蟾蜍或蛙的一些基本生命活动和生理功能与温血动物相近似，且其离体组织所需的生活条件比较简单，易于控制和掌握。坐骨神经腓肠肌标本就是从蟾蜍或蛙后肢取下的坐骨神经及其支配的腓肠肌组成，常用于观察神经冲动、兴奋性、兴奋过程、刺激的一些规律及肌肉的收缩特点等。因此，制备坐骨神经腓肠肌标本是生理实验的一项基本操作技术。

〔实验用品〕蛙板，玻璃板，粗剪刀，手术剪，镊子，刺蛙针，玻璃针，大头针或图钉，瓷盘，滴管，培养皿，纱布，丝线，锌铜弓、任氏液。

〔实验对象〕蟾蜍或蛙

〔方法步骤〕

1、破坏脑脊髓：取蛙一只，用自来水冲洗擦干。左手握蛙，并用食指压住其头部前端，拇指按压背部，使头前俯（图1）。右手持刺蛙针由头前端沿中线向尾端划触，触及凹陷处即枕骨大孔。刺蛙针由此垂直刺入，再将刺蛙针尖端向前刺入颅腔，左右搅动，毁坏脑组织。然后将刺蛙针退出，再由枕骨大孔向后刺入椎管捣毁脊髓。此时如蛙的四肢松软，呼吸消失，表示脑脊髓已完全破坏，否则，应按上法再进行捣毁。

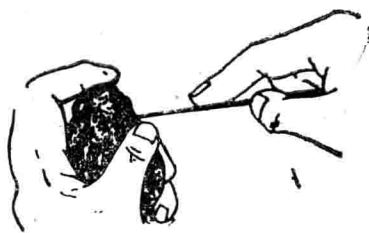


图1、破坏蛙脑脊髓的方法

2、剪除躯干上部及内脏：左手握住的脊柱，使蛙头与内脏自然下垂。右手持粗剪刀在蛙骶髂关节水平以上1cm处剪断脊柱，然后将蛙头、胸部、前肢和内脏一并弃去，仅保留一段脊柱、骶骨及两后肢。

3、剥除后肢皮肤：左手捏住脊柱断端，左手捏住断端边缘皮肤，向下剥掉全部后肢皮肤，将标本放在盛有任氏液的培养皿中，将手及用过的器械洗净。蟾蜍皮比较难剥，也可在离断躯干前先剥皮此比较容易些。

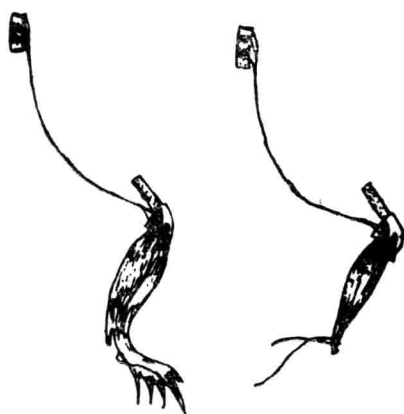
4、分离两腿：用镊子挟住脊柱，将标本提起，用粗剪刀剪去骶骨后，沿正中线将脊柱

分为两半，并从耻骨联合中央剪开两侧大腿，使之完全分离，将标本浸于任氏液中。也可先从耻骨联合前面剪开，再沿正中线小心地由下而上剪开脊柱，这样操作不易剪断坐骨神经。

5、游离坐骨神经：取一腿放于玻璃板上，用玻璃针沿脊柱向下游离坐骨神经，将标本背侧向上放置，在股二头肌与半膜肌之间找出坐骨神经的大腿部分，小心分离，使之完全暴露，并剪去神经干上的所有分支，游离坐骨神经至膝关节处。再将膝关节以上所有肌肉及股骨上端 $1/3$ 剪去，即成坐骨神经小腿标本（图2A）。

6、分离腓肠肌：用玻璃针或镊子将腓肠肌跟腱分离，并穿线结扎，在结扎处下端剪断跟腱。左手持线提起腓肠肌，用手术剪刀剪去与周围联系的组织，只保留腓肠肌起始端与骨的联系。

7 游离坐骨神经腓肠肌标本：用粗剪刀将膝关节以下除腓肠肌外全部小腿剪去，留下的即是坐骨神经腓肠肌标本（图2B）。



(A) (B)

图2、坐骨神经小腿标本（A）  
与坐骨神经腓肠肌标本（B）

### 〔观察项目、结果及分析〕

标本制成后，用经任氏液沾湿的锌铜弓迅速接触坐骨神经或电刺激坐骨神经，如腓肠肌收缩，表示标本良好。要求经老师检查合格为准。

骨骼肌的收缩活动受神经支配，坐骨神经支配到腓肠肌，所以刺激坐骨神经能引起腓肠肌收缩。直接刺激肌肉，也能引起肌肉收缩。在整体中，肌肉的收缩一般是受神经支配的。

〔结论〕刺激完整的支配肌肉的神经可以引起该肌收缩。

### 〔注意事项〕

- 1、剪骨骼时只能用粗剪刀，在剥离标本时，不能用金属器械触碰神经干。
- 2、分离肌肉时，注意按肌肉的层次进行，不要乱剪。分离神经时，一定要把周围的结缔组织剥离干净。
- 3、在整个操作过程中，经常滴加任氏液湿润神经和肌肉，防止干燥影响标本活性。
- 4、避免动物的皮肤分泌物和血液等沾污神经和肌肉，但也不能用自来水冲洗，以免影响组织的机能。

- 5、提起标本时，应一手用镊子夹住椎骨片，一手拿住股骨，使神经处于松弛状态。

### 〔异常现象讨论〕

1、标本制成后，刺激坐骨神经不能引起腓肠肌收缩。原因可能是制作过程中神经干受了过分牵拉、钳夹、污物浸蚀或干燥，致使标本失去了活性。

2 剪断脊柱时剪得过低，致使坐骨神经起始端被剪断。这也是同学们在操作过程中多见的异常现象。我们体会在剪除躯干上部及内脏时，可改用剪开腹壁，把内脏往头端翻拉，由腹腔暴露脊柱，再以粗剪刀剪断脊柱，这样可避免剪断坐骨神经起始端。

### 〔思考题〕

①利用神经肌肉标本进行实验，属于那一类实验方法？这类方法的特点和意义如何？②如何制备一个较好的坐骨神经腓肠肌标本？

（怀化卫校 谭得圣）

## 实验二 刺激与反应

〔目的要求〕证明活的神经肌肉组织能接受各种有效刺激产生反应；掌握神经肌肉实验的电刺激方法和肌肉收缩的记录方法。

〔提问〕①要引起组织反应，刺激必须具备那个条件？②刺激阈与组织的兴奋性有何关系？

〔原理〕活的神经肌肉组织具有兴奋性，能接受刺激发生反应。刺激的性质有电的、机械的、温度的化学的。刺激要引起组织反应，必须具有一定的强度和作用时间。由于电刺激最易控制，对组织的损伤也较少，所以在生理实验中最为常用。

〔实验用品〕记纹鼓，肌槽，感应电刺激器或其他电刺激，酒精灯，食盐结晶少许，任氏液，制备坐骨神经腓肠肌标本所用器械。

〔实验对象〕蟾蜍或蛙

### 〔方法步骤〕

1、制备坐骨神经腓肠肌标本，放于任氏液中浸泡。

2、将记纹纸贴于电动记纹鼓或手转记纹鼓上。

3、将坐骨神经腓肠

肌标本安装于肌槽上。安装的方法是首先将股骨固定于肌槽股骨固定孔内，并将固定螺丝拧紧，然后将腓肠肌一端的线连于肌槽杠杆上，将坐骨神经放于肌槽的电极上（图3）。调节肌槽杠杆上的描笔与记纹鼓呈切线适当接触，使描笔上下移动均能在记纹鼓面描记出曲线。

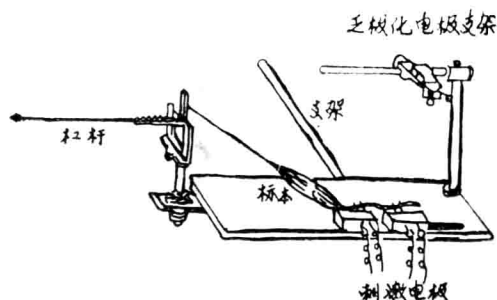


图3、肌槽（平板式）

### 〔观察项目〕

1、直流电刺激 将神经干置于肌槽的电极上，电极由导线经电键连于直流电源（干电池串联）的两极。当电键通电或断电时都见到肌肉发生一次收缩。若持续通电则无反应（因组织发生了适应）。将直流电源的两极直接刺激肌肉，也可引起肌肉收缩。

2、感应电刺激 应用感应电刺激器，使之产生单个感应电震。调节感应电震由弱到强

(即付线圈向原线圈移近), 当至一定强度时。仅在断电刺激才引起肌肉收缩, 如再适当增加电流强度, 才能在通电刺激时引起收缩, 记下此时电流强度(即原线圈与付线圈的距离)。即该神经肌肉标本的通电电震的阈值。将单个感应电震的两极直接刺激肌肉, 也可见肌肉发生收缩。

**3、脉冲电刺激** 应用电子刺激器, 可调节刺激强度、频率和作用时间。本实验采用单个方波脉冲电刺激, 将肌槽电极经导线连接于电子刺激器, 刺激强度(电压)由弱到强, 当达到一定强度时(约 $0.3-0.6V$ ), 肌肉出现轻微收缩, 此时所用的刺激称为阈刺激, 这种刺激强度称为阈值。将脉冲电直接刺激肌肉, 也可见肌肉发生收缩。

**4、机械刺激** 用镊子尖在靠近标本脊柱处迅速夹一下神经, 或直接夹刺肌肉, 均可见肌肉发生收缩。

**5、温度刺激** 用加热的金属丝触及神经或肌肉, 也可引起肌肉发生收缩。

**6、化学刺激** 用食盐结晶少许, 放在神经或肌肉上, 则见肌肉发生不规则的收缩。

### 〔结果及分析〕

1、直流电、感应电、脉冲电、机械、温度及化学刺激坐骨神经或肌肉均能引起腓肠肌收缩

2、刺激坐骨神经引起腓肠肌收缩, 概括起来, 包括以下四方面的生理变化: ①刺激引起了坐骨神经的兴奋传导; ②坐骨神经兴奋传导引起了神经肌肉接头的兴奋传递; ③神经肌肉接头的兴奋传递引起终板电位; ④终板电位引起了肌纤维的兴奋, 通过兴奋收缩偶联导致了肌肉的收缩。

3 通过本实验可以看出, 应用电刺激最方便; 容易控制刺激强度, 频率及作用时间, 且对组织损伤较少。

〔结论〕活的神经肌肉组织能接受电、机械、温度及化学刺激产生反应。在实验中应用电刺激较好。

### 〔注意事项〕

1、由小组分工, 二人做标本为主要操作者, 一人管记纹鼓, 一人管电刺激。

2、当刺激引起肌肉收缩之后, 在记纹纸上作好标记, 然后将鼓转动 $5mm$ , 再作下一项观察。

3、感应电刺激时, 开始将付线圈移至离原线圈最远部位, 然后逐步向原线圈靠近, 直至通电引起肌肉收缩为止。

4、每次刺激, 开关电钮的力量与速度要求一致, 每两次刺激之间要让标本休息半分钟, 并用任氏液湿润标本。

5、机械、温度及化学刺激时, 应从靠近中枢端开始, 以后逐次向接近肌肉的神经干上进行。注意比较不同刺激的优缺点。

### 〔异常现象讨论〕

1、同样强度的刺激, 有时可引起肌肉收缩, 有时则不引起肌肉收缩。其原因可能与标本的机能状态及电钮开关的力量与速度不同有关。

2、使用电子刺激器时, 往往发现没有启动刺激开关, 即有刺激作用。这时可给电子刺激器另加地线, 或将电源插头调换方向。否则, 应检查电子刺激器是否有漏电现象。

〔思考题〕①刺激与反应之间存在什么关系? ②刺激坐骨神经为什么能引起腓肠肌收

缩?这种收缩属等长收缩,还是等张收缩?为什么?

(怀化卫校 谭得圣)

### 实验三 反射弧的分析

**〔目的要求〕**分析反射弧的组成部分,加深理解反射与反射弧的概念,证明反射弧的完整性与反射活动的关系。

**〔提问〕**①什么叫反射?②反射活动的物质基础是什么?

**〔原理〕**在中枢神经系统参与下,机体对刺激所产生的规律性反应活动称反射。反射的实现必须有完整的反射弧。由于脊髓是中枢神经系统的低级部位,脊髓反射比较简单,便于观察,所以往往用脊蛙作为实验对象。

**〔实验用品〕**蛙板、刺蛙针、粗剪刀、玻璃针、镊子、铁支架、双凹夹、小烧杯、培养皿、棉线,0.5%与1%硫酸液,滤纸片、药棉等。

**〔实验对象〕**蟾蜍或蛙

**〔方法步骤〕**

1、制备脊蛙 用刺蛙针破坏蛙的脑部,保留脊髓,称为脊蛙。刺蛙针拔出后,以小棉球堵塞伤口止血。

2、分离左侧坐骨神经 将蛙俯卧于蛙板上,在左大腿背面作一纵行皮肤切口,用玻璃针分开肌肉,钩出坐骨神经,在其下穿线备用。

3、悬挂脊蛙 用肌夹将蛙下颌夹住挂在铁支架上,待蛙四肢松软后再进行实验观察。

**〔观察项目〕**

1、用浸湿0.5%硫酸滤纸片贴于右足趾皮肤,观察有无屈腿反射。

2、环绕右大腿切开皮肤,彻底剥去该下肢皮肤,用0.5%硫酸滤纸片贴于该下肢无皮肤区,观察有无屈腿反射。

3、用0.5%硫酸滤纸片贴于左足趾皮肤,观察有无屈腿反射?然后剪断左侧坐骨神经,重复上述操作,观察有无屈腿反射。

4、用1%硫酸滤纸片贴于蛙腹部皮肤,观察蛙有何反射活动?

5、用探针插入脊蛙椎管,捣毁脊髓,再重复操作4,观察蛙有无反射活动?

**〔结果及分析〕**

1、产生右下肢屈腿反射,因为反射弧五个部分完整:刺激皮肤感受器→传入神经→脊髓中枢→传出神经→引起屈肌收缩。

2、无屈腿反射,因皮肤感受器被破坏。

3、先有屈腿反射,因反射弧完整。剪断坐骨神经后,无屈腿反射,因传入与传出神经破坏。

4、右下肢产生屈伸活动,因腹部皮肤感受器完整可以传入,右下肢传出神经与效应器也完整。左下肢无屈伸活动,因其坐骨神经已剪断。

5、捣毁脊髓,破坏了反射中枢,故刺激腹部皮肤,右下肢也无屈伸活动。