

医科高等职业技术学院 高等医学专科学校 教材

生理学

实验指导

孔繁之 主 编

赵春秀 副主编

中 国 科 学 技 术 出 版 社

中国科学院植物研究所 植物生理研究所 编

生理学

实验指导

1981 年 1 月
1981 年 1 月

中国科学院植物研究所 植物生理研究所

医科高等职业技术学院 医学高等专科学校教材

(供各专业用)

生理学实验指导

孔繁之 主 编

赵春秀 副主编

图书在版编目 (CIP) 数据

生理学实验指导/孔繁之主编. —北京:中国科学技术出版社, 2002.1
医学高等职业技术学院教材

ISBN 7-5046-3233-3

I. 生… II. 孔… 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 (2002) 第 000614 号

中国科学技术出版社出版

北京海淀区中关村南大街 16 号 邮政编码: 100081

电话: 62103204 62103200

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

北京市迪鑫印刷厂印刷

*

开本: 787 毫米×1092 毫米 1/16 印张: 10 字数: 200 千字

2002 年 1 月第 1 版 2002 年 2 月第 1 次印刷

印数: 1~6000 册 定价: 12.00 元

(凡购买本社的图书, 如有缺页、倒页、
脱页者, 本社发行部负责调换)

医科高等职业技术学院 高等医学专科学校教材

《生理学实验指导》编委会

主 编 孔繁之
副 主 编 赵春秀
执行编委 高朝栋
编写人员 署名于各章

责任编辑 陶 翔
封面设计 廖颖文
责任校对 冯 静
责任印刷 李春利

前 言

近几年来,高职高专教育发展迅速,但尚无系统教材。为此,我们依据教育部高职高专教育人才培养工作的意见,以“教学内容要突出基础理论知识的应用和实践能力的培养,基础理论教学要以应用为目的,以必需、够用为度……”为宗旨,组织 10 多个省 20 多个医学院校的高年资教师编写了这本教材,供高等职业技术学院、医学专科学校使用。

本书有以下特点:

1. 各种实验仪器齐全。从简单的记纹器(鼓)、电子仪器、生理记录仪到电子计算机都作了介绍,并且详细说明了各种仪器的结构和使用方法。

2. 实验项目齐全。本书精选了国内大中专院校大部分生理实验项目,以供各校教师根据各自的条件和技术力量选用。

3. 实验方法种类多。同一个实验可采取不同的方法,使用不同的仪器。如影响尿生成的实验,可利用膀胱漏斗收集尿液,也可以用输尿管插管法收集尿液。实验仪器可用记纹器,也可用生理记录仪以及计算机等。

4. 理论与实践相结合。本书各项实验末都有思考题,主要在实验后让学生复习有关理论知识。实验可验证理论;理论要用于实践。

5. 实验项目与临床实践相结合。书中许多实验项目都是临床工作中常做的实验(试验)检查项目,如 ABO 血型鉴定、动脉血压测量、心电图检查、脑电图检查、人体各种反射检查等。因此,本书有较大的实用性。

本书的编写得到参编学校领导的大力支持和帮助,在此深表感谢!

由于我们的水平有限,经验不足,时间仓促,书中一定会有不足之处,衷心希望使用本教材的各校师生提出宝贵意见,及时反馈。反馈意见请寄给本书责任编辑,Email: taoxiang @ sina.com 及 taoxiang @ china.com

《生理学实验指导》编写组

2001 年 12 月

于唐山职业技术学院

读者意见表

欢迎各校教师学生在使用本书时提出宝贵意见

1. 您感到书中哪些段落文字读起来难懂？有何修改建议？
2. 您觉得书中的哪些内容适合用图或表叙述更清晰、简洁？有什么建议方案？
3. 您发现书中有哪些字词、语句有不恰当甚至错误的？请指正，并通知我们。
4. 您还有其他什么意见和想法，请给我们来函，谢谢。

Email: taoxiang @ sina.com taoxiang @ china.com

目 录

第一章 总论	(1)	技术	(64)
一、生理实验课的目的和要求	(1)	第五章 细胞生理实验	(67)
二、实验报告的处理	(1)	实验一 坐骨神经腓肠肌标本	
三、实验报告写作要求	(2)	制备	(67)
四、实验室守则	(3)	实验二 阈刺激、阈上刺激和	
第二章 生理实验常用仪器及手术		最大刺激	(69)
器械	(4)	实验三 神经干动作电位、传导	
第一节 记录仪器	(4)	速度及不应期测定	(70)
一、记纹器及机械传动装置	(4)	实验四 骨骼肌的单收缩和强直	
二、电生理记录仪及换能器	(6)	收缩	(72)
三、示波器及前置放大器	(12)	第六章 血液实验	(74)
第二节 刺激系统	(15)	实验一 红细胞的渗透脆性	(74)
一、电子刺激器	(15)	实验二 红细胞沉降率测定	(75)
二、电极	(17)	实验三 血液凝固及其影响	
三、锌铜弓	(18)	因素	(75)
四、常用手术器械及生理溶液		实验四 出血时和凝血时	
配制	(18)	测定	(77)
第三章 电子计算机实验实时记录		实验五 ABO 血型的鉴定	(78)
系统	(20)	第七章 循环实验	(80)
一、MS302 多媒体化生物信号记录		实验一 在体蛙心搏动的观察与	
分析系统	(20)	描记	(80)
二、SuperDr95 计算机实时分析		实验二 离体蛙心灌流	(82)
系统	(35)	实验三 期前收缩和代偿	
三、Pclab 生物信号采集处理系统的		间歇	(84)
基本操作	(36)	实验四 容积导体的导电	
四、BL-410 生物功能实验系统	(45)	规律	(86)
第四章 动物实验的基本操作		实验五 心输出量的影响	
技术	(60)	因素	(87)
一、实验动物的选择	(60)	实验六 人体心电图描记	(89)
二、动物的麻醉	(60)	实验七 人体心音听诊	(91)
三、动物的捉拿、固定及处死		实验八 人体动脉血压测量及	
方法	(62)	运动对动脉血压的	
四、动物的实验基本操作		影响	(92)

实验九 无创性左心功能 评定..... (93)	实验二 脊髓反射 (124)
实验十 哺乳动物心血管活动的 调节..... (94)	实验三 小白鼠脊髓半横切 ... (125)
实验十一 减压神经放电..... (98)	实验四 肌电图 (126)
实验十二 蛙肠系膜微循环 观察..... (99)	实验五 破坏小白鼠一侧小脑的 观察 (128)
第八章 呼吸 (101)	实验六 大脑皮层诱发电位 ... (129)
实验一 人体肺通气功能的 测定 (101)	实验七 大脑皮层运动区功能 定位 (131)
实验二 膈神经放电 (103)	实验八 兔去大脑僵直 (133)
实验三 哺乳动物呼吸运动的 调节 (106)	实验九 人体脑电的观察 (134)
实验四 胸膜腔内压和气胸的 观察 (108)	实验十 人体腱反射 (136)
第九章 消化和吸收实验 (111)	第十三章 感官实验 (138)
实验一 消化管平滑肌的生理 特性 (111)	实验一 视力测定 (138)
实验二 胃肠运动观察 (112)	实验二 视调节反射和瞳孔对 光反射 (139)
实验三 胆汁分泌实验 (113)	实验三 视野测定 (140)
实验四 人体唾液分泌观察 ... (114)	实验四 盲点测定 (142)
第十章 能量代谢实验 (116)	实验五 声波传导途径 (143)
实验一 小白鼠能量代谢 测定 (116)	实验六 耳蜗微音器电位的 记录 (144)
实验二 人体基础代谢率简易 测定 (117)	实验七 破坏动物一侧迷路的 效应 (146)
第十一章 排泄实验 (121)	实验八 人体眼震颤的观察 ... (147)
实验 影响尿生成的因素 (121)	第十四章 内分泌实验 (149)
第十二章 神经系统实验 (123)	实验一 胰岛素低血糖休克 实验 (149)
实验一 反射弧的分析 (123)	实验二 摘除动物肾上腺的 观察 (149)
	实验三 妊娠实验 (150)

第一章 总 论

一、生理实验课的目的和要求

生理实验课的目的是使学生通过学习某些生理学实验方法，学会某些动物实验基本操作和人体某些功能活动测试的方法、技能，验证和巩固生理学基本理论知识。在实验过程中，培养和提高学生观察事物和分析、综合的思维方法、能力；培养学生科学的、严谨的工作态度，团结协作的工作作风以及理论联系实际的能力等。

为了实现上述目的，要求学生做到以下几点：

1. 实验课前的准备

(1) 认真阅读实验指导：根据教师安排的实验项目，认真阅读将要进行的实验指导的有关内容，了解实验的目的、要求、实验步骤和操作流程。

(2) 复习有关理论知识：结合实验内容，复习有关理论知识，做到充分理解。

(3) 物质准备：配合教师做好有关实验器械、仪器及动物等方面的准备。

(4) 预测实验结果：对实验的各个步骤，应出现的结果，要有所估计。并预测可能发生的某些误差。

2. 实验中的准备

(1) 服装：要求穿白大衣，并按带教教师的编组，进入指定实验室的实验台前。

(2) 遵守实验室规则：阅读实验室规则，听从带教教师的安排。

(3) 实验室器材的核对、摆放：核对实验室器材是否齐全、完好，并注意器材的合理使用，维护和节省消耗性实验物品。实验器材摆放要整齐、清洁、有序。

(4) 实验操作要求：按照实验步骤，以严肃认真的态度循序操作。在操作中要爱护实验动物和标本，节省实验器材和药品。在实验中不得大声喧哗和做与实验无关的事。

(5) 观察和记录实验结果：认真观察、如实记录实验过程中出现的现象。联系有关理论进行思考：为什么会出现此种现象？这些现象的生理意义是什么？

3. 实验后的整理及卫生

(1) 清点、擦洗实验器械：将实验器械清点整理就绪，擦洗干净。如有损坏、缺失，应报告带教教师。

(2) 整理数据，填写实验报告：认真整理实验记录，分析、讨论实验结果，填写实验报告，按时交带教教师评阅(详见下文二、实验报告的处理)。

(3) 打扫卫生：将实验室的实验台、地面及其他部位打扫干净。

二、实验报告的处理

为了将实验过程中通过科学方法将所观察到的结果变为可测量的指标，以便研究其各种变化，需对实验中所得结果进行分析和整理。

凡属测量性质的结果,例如高低、长短、快慢、轻重、多少等,均应以正确的单位和数值定量记录。不能只简单地提示,如呼吸频率加快或减慢,而应标出具体的数值和单位。

一般凡有曲线记录的实验,尽量用曲线记录实验结果。在曲线上应标注说明,要有刺激记号、时间记号等。

有些测量出的结果,为了便于比较、分析,可用表格或绘图表示。做表格时,应事先详细考虑,制作出较完善的表格。一般将观察的项目(例如刺激的各种条件)列在表内左侧,由上向下逐项填入;表的右侧可按时间或数量变化的顺序,由左至右逐格写入。

绘图的注意点为:①在图的旁边列出数值表格;②横坐标表示各种刺激条件,纵坐标表示发生的各种反应;③坐标轴适当注解,包括测量单位;④选择大小适宜的标度,以便做图,并根据图的大小,确定坐标轴的长短;⑤绘制经过各点的曲线或折线要光滑,但一般不是连续性的变化,也可用柱形表示;⑥在图的下方标明实验条件。

从生理实验中得到的结果数据,一般叫做原始资料。它可分为两大类:一类是测量资料,以数值的大小表示某事物的程度,例如白细胞数、血压值、呼吸频率等。另一类是计数资料,是清点数目所得到的记录,例如动物实验中记录动物存活或死亡数目等。在实验中所取得的原始资料,必要时需要通过统计数的处理。这样可以得到明确和用来对实验结果某些规律性进行适当估价的数值。这些数值(如平均数、标准差、标准误……)称之为统计指标。

三、实验报告写作要求

(一) 实验报告册(或纸)的准备

不论示教实验或自己所做的实验,每人均要写出实验报告。学校统一印制实验报告册(或纸)发放给学生。在学期终末,将实验报告汇集,交任课教师评阅。

(二) 按时完成实验报告的撰写

每次实验课结束后,必须按时填写,由实验小组组长汇集,交任课教师评阅。

(三) 填写实验报告的要求

要认真填写实验报告。注意文字要简练、通顺,书写清楚、整洁,正确使用标点符号。具体要求如下。

1. 一般项目的填写 包括姓名、班次、组别、日期、室温、气压等。

2. 实验项目 包括实验题目、号数等。

3. 实验目的和原理 本次实验的目的和原理是什么。

4. 实验方法 简要说明本次实验的方法。如果本次实验方法与课本不同,有变动或因操作技术影响观察的可靠性时,可简要说明。

5. 实验结果 这是实验中重要的部分,应将实验过程中所观察到的现象,忠实、正确地记述。实验结束后,根据实验记录,填写实验报告。不可单凭记忆,否则容易发生错误或遗漏。实验结果的处理见前述。

6. 结论和讨论 实验结果的讨论是依据已知的理论知识对结果进行的解释和分析。要判断实验结果是否为预期的。如果出现非预期的结果,应考虑和分析其可能的原因。另外,还要指出实验结果的生理意义。实验结论是从实验结果中归纳出的一般的、概括

性的判断，也就是这一实验所能验证的概念、原则或理论的简明的总结。结论中一般不罗列具体的结果。

实验的讨论和结论的书写是富有创造性的工作，应该严肃认真，不应盲目抄袭书本。参考课外读物，应注明出处。生理实验报告格式如下：

生理学实验报告

姓名_____班次_____组别_____日期_____室温_____气压_____

实验题目(或实验号)_____

实验目的_____

实验方法、步骤_____

实验结果_____

讨论和结论_____

四、实验室守则

1. 遵守纪律，准时到达实验室。实验时因故外出或早退时应向教师请假。
2. 实验时要认真、严肃，不做与实验无关的任何事。
3. 保持实验室安静，不大声喧哗，以免影响别人实验。
4. 各组实验仪器、器材由各组长负责，不得随意调换。如遇器材或仪器损坏或使用不灵，应报告带教教师或实验室技术人员，以便更换或修理，不得自己动手乱修。
5. 实验动物按组分配，如需补充须经带教教师同意。
6. 爱护公物，注意节约各种实验器材、药品。
7. 保持实验室清洁整齐。实验完毕，要将仪器、器材、实验台收拾干净，清点数目，填写实验日记。
8. 实验动物按要求处死，将其尸体或其他废品放到指定地点。

(孔繁之)

第二章 生理实验常用仪器及手术器械

第一节 记录仪器

在生理实验过程中,只有把各种现象客观地记录后,才能进行精确的观察和分析研究,才能正确地认识其规律。常用的记录仪器有记纹器(弹簧和电动)、生理记录仪、示波器和计算机等。本节主要介绍几种常用的记录仪器及配套装置的结构和使用方法。

一、记纹器及机械传动装置

记纹器为最早用以记录生理变化过程(如血压、呼吸运动、肌肉收缩活动等)的装置。这些生理变化通常是藉水或水银检压计、气鼓、肌动描记杠杆等传动装置而记于转动的记纹器上。

(一) 记纹器的种类

1. 弹簧记纹器(如图2-1) 弹簧记纹器主要分为机座和圆鼓两部分,既可以作慢转,又可作快转。慢转部分的构造是利用弹簧的力量来推动一系列的齿轮,齿轮旋转的快慢可由记纹器上的活动扇片来调节。机身面上另有个钮子,向上提转,记纹器速度即加快。由于弹簧记纹器目前已极少使用,故这里不作详细介绍。

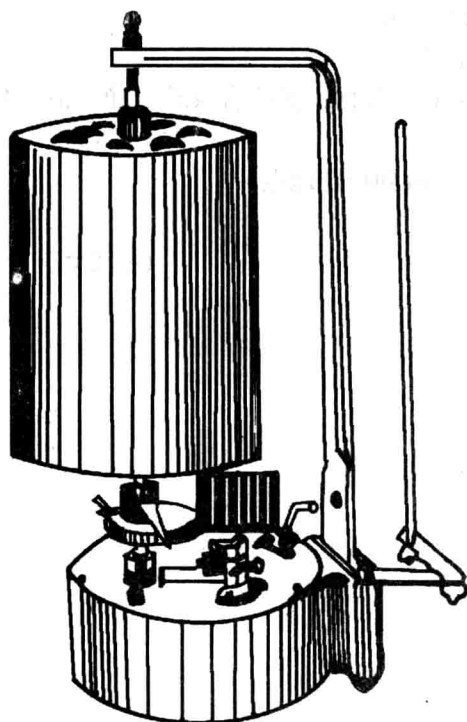


图2-1 弹簧记纹器

2. 电动记纹器 电动记纹器分电动单鼓和电动双鼓(后者可粘贴长记录纸,以作较长时间的连续描记)。其原理和使用方法与弹簧记纹器基本上类似,只是动力不同。电动记纹器以交流电源带动马达作为动力而使鼓转动,其特点是鼓速均匀,能长时间连续转动,且鼓速快慢有多挡调节,故使用方便。但由于转动的速度是由变压器控制,故在调节鼓速时,必须当鼓在通电旋转时,方可旋动调速旋钮选择鼓速,否则会损坏机内齿轮。

(二) 记纹纸

1. 记纹纸 一般选用光滑的白纸,将记纹纸围绕鼓一周,左侧纸端压在右端上,应无褶皱,粘牢,或用两根橡皮圈在鼓上下缘处绷紧压紧。

2. 描记用笔 通常用墨水笔笔尖在记纹纸上描记，墨水笔尖可选用直径相当于6~7号注射针头的无缝钢管制成，简易的也可用刨花片代替。

3. 调节描笔与圆鼓位置 圆鼓是顺时针方向转动的，故应将杠杆、电磁标和其他描笔置于记纹鼓的右侧，使描笔与圆鼓转动方向一致，笔尖与鼓面呈相切接触。若同时使用数根描笔时，各笔尖须位于同一垂直线上。

4. 调节圆鼓，合理描记 记录应从记纹纸的接缝处开始，描记前先转动圆鼓，在圆鼓的下端画一基线后才开始描记，如果记录曲线简单，可上下记录两次或多次，这时可先将圆鼓提高，在圆鼓的下端开始描记，当描记第二行时只要下移圆鼓即可。

5. 调节鼓速 鼓速应按记录的生理反应速度来选择，以保证清楚显示所观察的现象，如记录骨骼肌强直收缩曲线时，可选用4mm/s的鼓速。

6. 整理记录结果 剪取记录曲线时，一定要把曲线变化前的对照水平剪取下来，粘贴时各图的基线必须在同一水平，且各图间的距离应一致。说明应包括实验名称、动物种类、性别、体重、麻醉药物名称、剂量、给药途径、各曲线的含义、实验的时间及实验人等。

(三) 机械转动装置

1. 描记杠杆(图2-2) 描记杠杆分普通杠杆和万能杠杆两种。

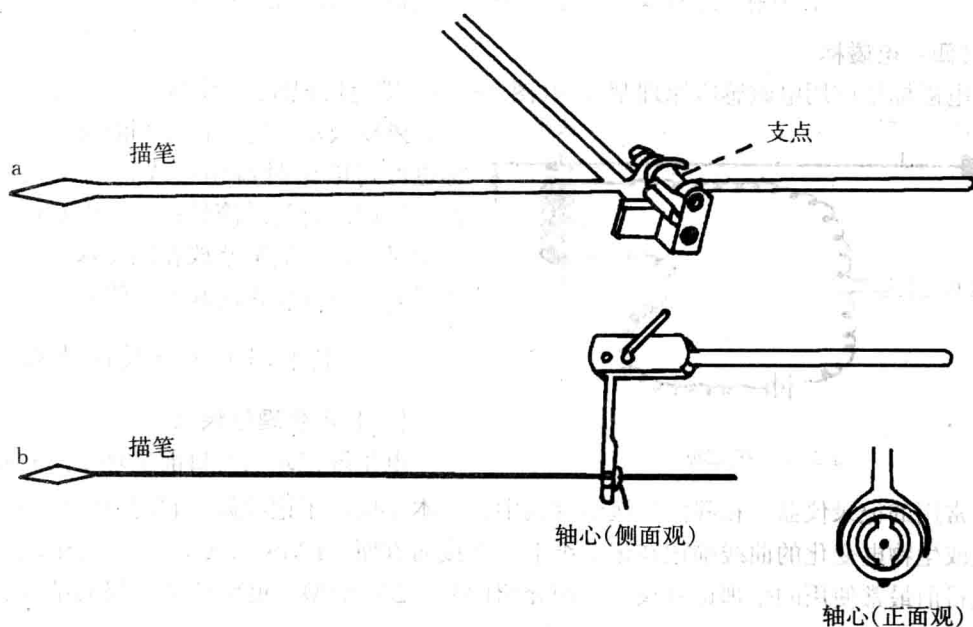


图2-2 肌动描记杠杆

a: 普通杠杆 b: 万能杠杆

普通杠杆：长臂顶端装有笔尖，可与记纹鼓的鼓面接触，借缚线将肌肉标本与杠杆的短臂连接，肌肉收缩时拉动杠杆，即可描记肌肉长度变化曲线。改变杠杆的长短臂的比例可调节记录幅度的大小，必要时在杠杆上加一些胶泥以调节平衡。

万能杠杆：在上下、左右方向上都有关节，描笔可在各个角度上活动，使用时非常方便。

2. 肌动器 有平板式和槽式两种, 制备的肌肉标本在肌动器上的装置方法如图 2-3 所示。先将坐骨神经-腓肠肌标本的股骨插入电极旁的小孔内, 旋紧固定螺旋, 坐骨神经放于电极上, 腓肠肌另一端用线缚紧联于杠杆上(图 2-3)。

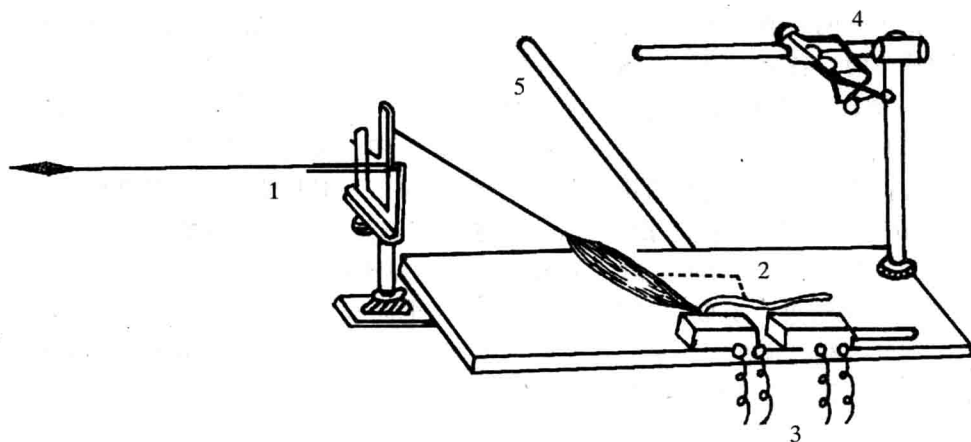


图 2-3 肌动器(平板式)

1. 杠杆 2. 标本 3. 刺激电极 4. 乏极化电极支架 5. 支架

(四) 电磁标

电磁标是应用电磁感应原理制成的(图 2-4)。描笔接记纹鼓, 作标记记号用。通电时, 磁铁吸动描笔, 作出刺激标记。电磁标也可与电记时器相接或记滴器输出相接, 以记录时间或滴数记号。电磁描笔应与记录生理反应描笔放在同一水平, 这样才能确定生理变化的起始与终止。

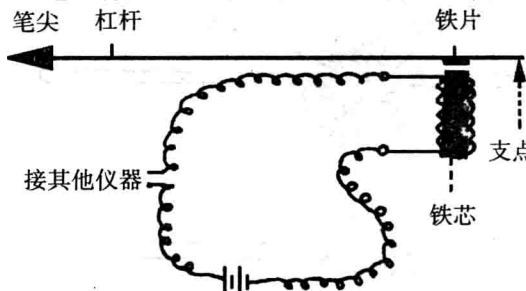


图 2-4 电磁标结构

二、电生理记录仪及换能器

(一) 电生理记录仪

电生理记录仪为目前生理学实验及研究中常用的记录仪器, 在我国的医学院校中, 基本上取代了记纹鼓。它可将实验的生理变化或生物电变化的曲线描记在记录纸上, 直接而方便。LMS-2A(B)型二道生理记录仪是目前最常使用的生理记录仪。下面介绍LMS-2A(B)型二道生理记录仪的结构、功能和使用。

1. 结构和功能简介

(1) 仪器的功能: 本仪器配合适当的换能器或电极可记录和测量血压, 心电和呼吸运动, 测量骨骼肌、心肌和平滑肌的舒缩的活动等, 但由于描笔偏转系统具有一定的机械惰性, 传输的信号高频响应受限, 故不适于记录快速的变化如神经动作电位等。本仪器可同时记录二种生理指标的变化。

(2) 仪器的组成: LMS-2A(B)型二道生理记录仪是一种墨水描笔式记录仪。由记录部分、放大部分和电源部分组成。图 2-5 是LMS-2A(B)型二道生理记录仪的外形

示意图。

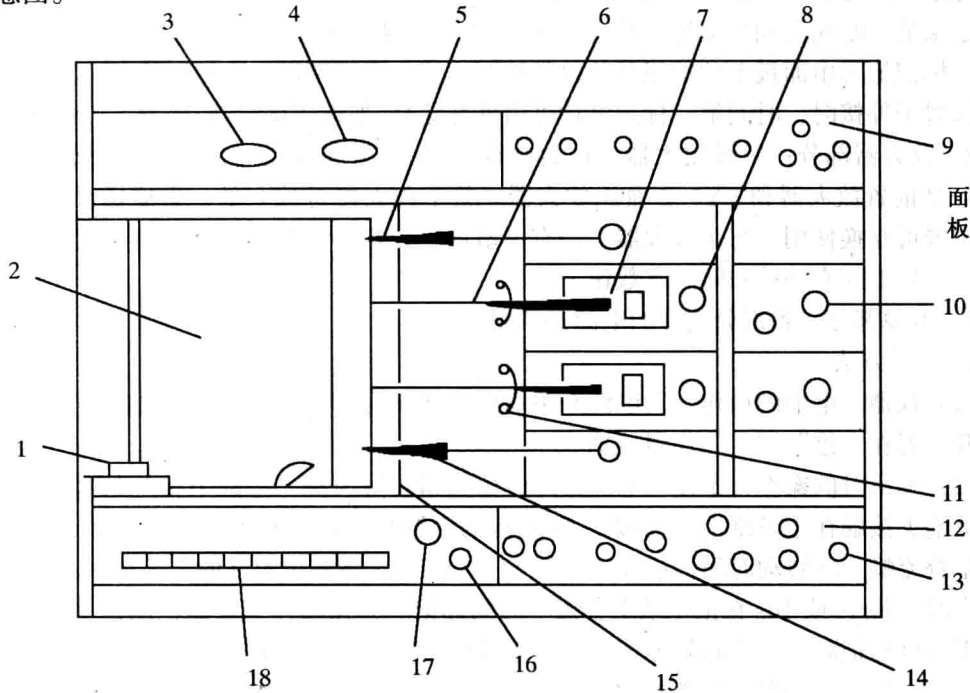


图 2-5 LMS-2A 型二道生理记录仪外形示意图

1. 橡皮轮 2. 书写面板 3. 指示灯 4. 电源开关 5. 标记笔 6. 记录笔 7. 记录笔头 8. 墨水壶 9. FS-2 前置放大器 10. FG 放大器 11. 拾落笔架 12. FY-2 血压放大器 13. 滚花拉手 14. 时间笔 15. 拾落片 16. 标记按钮 17. 时间标记按钮 18. 控速琴键 19. 方波校对 20. FG-2 放大器输入 21. FG-1 放大器输入 22. 接地 23. FS-2 前置放大器输入及输出 24. 接~220V 电源 25. 保险丝 26. 外接标记 27. FY-2 血压放大器输入及输出

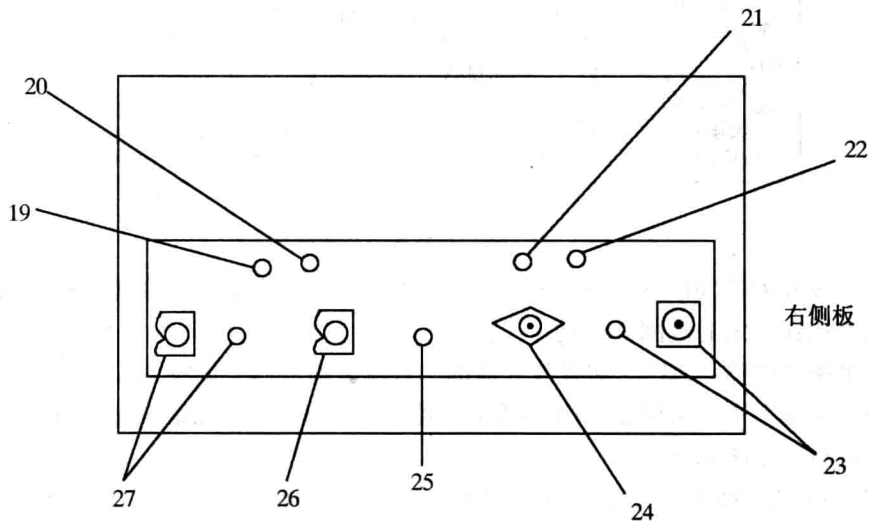


图 2-5 LMS-2A 型二道生理记录仪外形示意图

1) 记录部分：有磁电式记录笔头和记录笔，由 FG 直流放大器输出电流所驱动。

记录、传送装置：记录速度(走纸速度)由面板上的琴键控制。

记录笔、时间笔和标记笔：其升降由抬落片控制。时间笔可提供 1s 或 10s 的时间标记。标记笔可由面板上的按钮开关(17)控制，按一下便可得一次标记符号。当时间标记按钮置于外接时，时间笔、标记笔均可由外部信号(如电子刺激器)控制。

2) 放大器部分：后级放大器(FG 直流放大器)主要是驱动记录笔。前置放大器包括 FS-2 前置放大器和 FY-2 血压放大器。每个放大器是独立的，做成插件式结构，插件位置可互换使用。每个放大器上均有灵敏度、校对、零点和直流平衡按钮。FS-2 前置放大器上还有滤波和时间常数钮。

3) 电源部分：各部分构件的电源是共用的。

2. 使用方法

(1) 仪器通电前的操作：①电源开关及放大器开关均置于“断”的位置。②将控速琴键开关置于“停”键。③仪器接地。

(2) 测试时的操作：①接通电源，此时仪器指示灯应亮。②放下拾笔架和抬落片，使记录笔尖接触在记录纸上。③按下 1mm/s 的走纸琴键，观察走纸是否正常，记录笔书写是否流畅。④转动时间标记按钮，置于 1s 或 10s，观察记时笔的工作是否正常。正常工作时，每 1s 或 10s 在记录纸上会做一时间标记。⑤按动标记按钮，标记笔应摆动。⑥如需外接标记时，可将时间标记按钮置于外接位置，此时标记笔或记时笔由外接信号进行标记，与受滴装置、刺激器同步。⑦测试完毕后，按下琴键开关“停”键，把时间标记按钮置于“停”。

(3) 放大器的使用：

1) FS-2 前置放大器和 FG 后级放大器的使用：

FS-2 前置放大器的面板如下(图 2-6)。

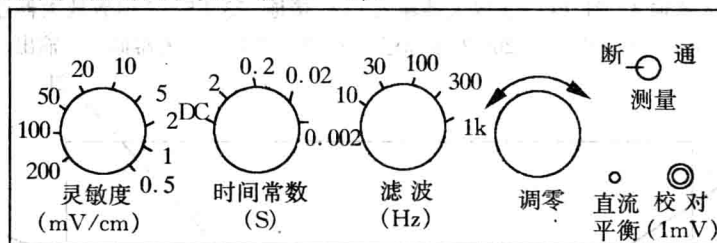


图 2-6 FS-2 前置放大器面板

先将后级放大器(FG 前置放大器)的开关置于“通”的位置，移动位移旋钮，观察记录笔是否能在一定的范围内移动。

直流平衡的调整：FS-2 前置放大器的“直流平衡”与“调零”均可控制记录笔的零位，但“直流平衡”主要是使第一级放大器的输出为零，以保证灵敏度旋钮换挡时基线不变。调整的方法如下。

A. 将 FG 输入线插入 FG 放大器的输入插孔(右侧板上)，FG 放大器开关置于“通”。旋转 FG 放大器上的旋钮，使记录笔在中心零位处，按下右侧板的 0.5V 方波校对按钮，记录笔应摆动 1cm。

B. 拔去 FG 输入线，把 FS-2 前置放大器的“时间常数”旋钮分别旋至 2、0.2、