

闫醒予 主编 马吉庆 主审



大学生理学实验教程

主 编 闫醒予

副主编 才丽平 张立德

柴纪严 杨中华

主 审 马吉燕

辽宁大学出版社
一九九七年·沈阳

图书在版编目(CIP)数据

大学生理学实验教程/闫醒予主编, — 沈阳: 辽宁大学出版社, 1996. 12

ISBN 7-5610-3350-8

I. 大… II. 闫… III. 生理学—实验—高等学校—教材 IV. 04—3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(96)第 26825 号

大学生理学实验教程

主编 闫醒予

辽宁大学出版社出版发行(沈阳市崇山中路 66 号)

辽宁大学印刷厂印刷

开本: 787×1092 1/32 印张: 9.6 字数: 200 千

1997 年 1 月第 1 版 1997 年 1 月第 1 次印刷

印数: 1—3000

责任编辑: 蒋秀英

封面设计: 刘桂湘

责任校对: 沈 菲

ISBN 7-5610-3350-8

G · 1171 定价: 11.80 元

本书编者

(以姓氏笔画为序)

才立平	王	喆	闫	斌	闫醒予
吕盈莹	邵	丽	杨中华	张立德	
柴纪严	肇	晖			

前 言

近年,随着我国科学技术突飞猛进的发展,医学生理学实验手段、方法已有了很大的改观,尤其是电子生理记录仪、示波器、计算机等现代化实验仪器的应用,为生理学实验教学提供了较为理想的条件。由于实验仪器的更新,过去的生理学实验教材显然已不能适应当前教学的需要。为了加快医药学的发展,实现中医药现代化,培养和造就大批实用型人材,根据国家中医药管理局统一规划的新编教材及教学大纲,结合目前现有的实验条件及能力,立足于中医院校教学特点,坚持理论与实践相结合的原则,我们在具有几十年教学、科研经验的专家、教授审查指导下,组织了长年坚持在教学、科研第一线具有丰富经验的教师为主体的教材编写组,编写了这本实验教材,以供中医院校留学生、本科生(包括中医系、中药系、骨伤系、针灸系),函授大学、夜大(包括中医自学成材等)以及专科、卫校学生实验教学使用,并对其它周边学科的实践教学也有其参考价值。

本教材的特点是:既有传统的经典实验和电生理实验内容,又适当增加了计算机在生理实验中的应用;既有用现代实验手段,了解获得生理学知识的方法,又有根据中医理论特点,结合中医实验研究成果进行的中西医结合实验探讨。在编写中我们不但翻阅了国内出版的若干类书籍,而且还参考了大量国外的生理实验内容;不但汲取了前人的精华,同时也将我们多年来积累的浅见写了进去。为了使学生在实验课后总结实验结果和书写实验报告,还在每节实验之后附加了思考题及参考答案,以求引导学生思路的深化。

这本教材的编写是我们在新形势下的一种新的尝试,我们希望它的出版能为提高生理学教学质量,为祖国的医药卫生人材的培养作出贡献。由于编者能力微薄,力不从心,编写水平有限,殷切地希望本教材的使用者和同行专家给予批评指正,以便再版时使内容更加丰富。

编者

1996.7

生理学实验室规则

一、实验者必须穿白大衣。

二、自觉遵守学习纪律,不迟到早退,因故外出应向教师请假。

三、保持实验室安静,讲话要低声,不得进行与实验无关的活动。

四、实验前必须认真预习实验指导及有关理论内容,严肃认真地进行实验,并按时完成。

五、分配给各组的实验器材,不得擅自调换,仪器出现故障,应立即报告教师,及时处理或更换。

六、爱护公家财物,注意节约消耗物品,公共用品用后应立即放回原处,以免影响他组使用,如有损坏物品,应向教师报告,并进行登记。

七、保证实验室清洁整齐,与实验无关的物品不要带进实验室。

八、实验完毕,应认真清洗实验器材,手术器械要洗净擦干。动物尸体及实验废弃物应放到指定地点,禁止随意乱扔。

九、每次实验课结束后,安排轮流值日,负责实验室清洁卫生及门窗、水电安全检查。

目 录

总 论

一、绪言	(1)	(六)电子计算机在生理实验中的 应用	(21)
(一)生理学实验课的目的	(1)	1. IBM-PC486 微机在实验中 应用简介	(21)
(二)实验课的要求	(1)	2. IBM-PC486 微机组成简介	(21)
(三)整理实验结果	(1)	3. 生理学实验应用软件操作概要	(22)
(四)书写实验报告	(1)	三、生理学实验常用器械及使用	(29)
二、生理学实验常用仪器	(2)	(一)描记器材	(29)
(一)生理学常用记录器材的结构 和使用	(2)	(二)手术器械	(30)
1. JWD-1 型电动记纹鼓	(2)	四、生理学实验常用溶液及配制	(32)
2. LMS-2A 型二道生理记录仪	(3)	(一)常用生理盐溶液的配制方法	(32)
3. SC2C-胃肠电图仪	(6)	(二)实验动物的麻醉药物剂量 和使用方法	(32)
(二)换能器的原理及使用	(6)	(三)常用抗凝剂的配制	(33)
1. 机械-电换能器	(6)	五、动物实验的基本操作技术	(33)
2. 容量-电换能器	(7)	(一)实验动物的选择	(33)
(三)阴极射线示波器的原理和使用	(8)	(二)常用麻醉药品及给药途径	(34)
(四)前置放大器原理和使用	(12)	(三)常用动物的固定方法	(34)
(五)电子刺激器材的结构和使用	(16)	(四)常用手术的基本操作	(35)
1. 电子刺激器	(16)	(五)常用动物的给药方法 及采血方法	(36)
2. YSD-4 型药理生理实验 多用仪	(17)		
3. 电极	(19)		

各 论

第一章 神经肌肉	(38)	强直收缩	(43)
实验一 坐骨神经腓肠肌标本制备	(38)	实验七 肌电图描记	(44)
实验二 刺激与反应	(39)	第二章 血 液	(46)
实验三 损伤电位	(40)	实验八 血细胞计数	(46)
实验四 神经干动作电位测定	(41)	实验九 血细胞比容的测定	(47)
实验五 神经兴奋传导速度的测定	(42)	实验十 血红蛋白量的测定	(48)
实验六 骨骼肌的单收缩与 强直收缩	(43)	实验十一 红细胞渗透脆性试验	(49)

实验十二	红细胞沉降率试验	(50)	第八章	内 分 泌	(93)
实验十三	血液凝固	(51)	实验四十二	动物肾上腺摘除后 的观察	(93)
实验十四	出血时测定	(52)	第九章	神经系统	(95)
实验十五	凝血时测定	(52)	实验四十三	反射弧分析	(95)
实验十六	血型鉴定	(53)	实验四十四	脊髓反射——人体 腱反射	(96)
第三章	循 环	(54)	实验四十五	兔大脑皮层运动区功能 定位	(97)
实验十七	蛙心起搏点的分析	(54)	实验四十六	去大脑僵直	(98)
实验十八	期前收缩与代偿间歇	(55)	实验四十七	大脑皮质诱发电位	(99)
实验十九	离体蛙心灌流	(56)	实验四十八	去小脑动物的观察	(100)
实验二十	在位心肌细胞动作电位	(59)	实验四十九	人体脑电图的描记	(101)
实验二十一	影响心输出量的因素	(60)	第十章	感觉器官	(103)
实验二十二	容积导体的导电规律	(62)	实验五十	人视觉功能测定	(103)
实验二十三	人体心电图的描记	(63)	实验五十一	视野测定	(104)
实验二十四	心电向量测量	(66)	实验五十二	瞳孔调节反射和对光 反射	(105)
实验二十五	人体动脉血压的测定	(67)	实验五十三	声音传导的途径	(105)
实验二十六	心音听诊	(69)	实验五十四	破坏迷路效应	(106)
实验二十七	脉搏的描记	(70)	实验五十五	耳蜗微音器电位和 微音器效应	(106)
实验二十八	减压神经放电	(72)	第十一章	生理学实验与针灸 中药	(108)
实验二十九	心血管活动的神经体液性 调节	(73)	实验五十六	针刺对家兔实验性 心律失常的影响	(108)
实验三十	微循环观察	(76)	实验五十七	针刺对家兔失血性 休克血压的影响	(108)
第四章	呼 吸	(78)	实验五十八	人参对大失血家兔 凝血时间的影响	(109)
实验三十一	人体肺容量和肺通气量 的测定	(78)	实验五十九	针刺对实验性肺水肿家兔 呼吸状态的影响	(110)
实验三十二	兔呼吸运动的调节	(80)	实验六十	针刺对小白鼠胃肠运动 机能的影响	(111)
实验三十三	胸内负压观察	(81)	实验六十一	人参对小白鼠耐缺氧 能力的影响	(111)
实验三十四	兔膈神经放电	(82)	实验六十二	肺主“通调水道”实验 观察	(112)
第五章	消化与吸收	(84)	实验六十三	针刺“肾俞”“照海”穴对家兔 肾泌尿量的影响	(113)
实验三十五	胃肠运动观察	(84)	第十二章	实验设计	(114)
实验三十六	小肠的吸收	(84)			
实验三十七	人体胃肠电图描记	(85)			
实验三十八	兔胃平滑肌电活动 的观察	(86)			
实验三十九	消化道平滑肌生理 特性	(87)			
第六章	体 温	(89)			
实验四十	小白鼠能量代谢的测定	(89)			
第七章	泌 尿	(91)			
实验四十一	影响尿生成的因素	(91)			

思考题参考答案

第一章 神经肌肉 (116)	第四章 呼 吸 (131)
实验一 坐骨神经腓肠肌标本 制备..... (116)	实验三十一 人体肺容量和肺通气量 的测定..... (131)
实验二 刺激与反应..... (116)	实验三十二 兔呼吸运动的调节..... (131)
实验三 损伤电位..... (117)	实验三十三 胸内负压观察..... (133)
实验四 神经干动作电位测定..... (117)	实验三十四 兔膈神经放电..... (133)
实验六 骨骼肌的单收缩与 强直收缩..... (117)	第五章 消化与吸收 (134)
第二章 血 液 (118)	实验三十五 胃肠运动观察..... (134)
实验十一 红细胞渗透脆性试验..... (118)	实验三十六 小肠的吸收..... (135)
实验十二 红细胞沉降率试验..... (118)	实验三十七 人体胃肠电图描记..... (135)
实验十三 血液凝固..... (119)	实验三十八 兔胃平滑肌电活动 的观察..... (135)
实验十四 出血时测定..... (119)	实验三十九 消化道平滑肌生理 特性..... (135)
实验十五 凝血时测定..... (119)	第六章 体 温 (136)
实验十六 血型鉴定..... (120)	实验四十 小白鼠能量代谢的 测定..... (136)
第三章 循 环 (121)	第七章 泌 尿 (136)
实验十七 蛙心起搏点的分析..... (121)	实验四十一 影响尿生成的因素..... (136)
实验十八 期前收缩与代偿间歇..... (122)	第八章 内 分 泌 (138)
实验十九 离体蛙心灌流..... (122)	实验四十二 动物肾上腺摘除后 的观察..... (138)
实验二十 在位心肌细胞动作 电位..... (124)	第九章 神经系统 (138)
实验二十一 影响心输出量的 因素..... (125)	实验四十三 反射弧分析..... (138)
实验二十二 容积导体的导电 规律..... (125)	实验四十五 兔大脑皮层运动区功能 定位..... (139)
实验二十三 人体心电图的描记..... (126)	实验四十六 去大脑僵直..... (139)
实验二十四 心电向量测量..... (127)	实验四十八 去小脑动物观察..... (139)
实验二十五 人体动脉血压的 测定..... (127)	实验四十九 人体脑电图的描记..... (140)
实验二十六 心音听诊..... (127)	第十章 感觉器官 (140)
实验二十七 脉搏的描记..... (128)	实验五十一 视野测定..... (140)
实验二十八 减压神经放电..... (128)	实验五十二 瞳孔调节反射和对光 反射..... (140)
实验二十九 心血管活动的神经体液性 调节..... (129)	实验五十三 声音传导途径..... (141)
实验三十 微循环观察..... (130)	实验五十四 破坏迷路效应..... (141)

总 论

一、绪 言

(一) 生理学实验课的目的

生理学是一门实验科学就在于它与其它科学知识一样,它的基本观点及其基本原理无不来自科学实验,因此实验课是生理教学中的重要组成部分,它包括实习、示教和声象教学部分。

实验课的目的,在于通过实验使学生了解获得生理学知识的基本研究方法,初步掌握生理学实验的基本操作技能,以及验证和巩固生理学的基本理论。同时在实验中培养学生严肃的科学态度、严密的工作方法和实事求是的工作作风,通过实验逐步培养学生能够客观地对事物进行观察、比较、分析和综合的能力以及独立思考和解决问题的能力,还可通过实验培养学生团结协作精神。

(二) 实验课的要求

1. 课前准备

(1)仔细阅读实验指导,了解实验目的,要求,实验步骤和操作程序。

(2)结合实验内容,复习有关理论,做到充分理解,以便能够对预期的实验结果做出合理的解释。

2. 实验中

(1)遵守实验室规则。

(2)严格按照实验步骤进行操作,正确使用仪器。实验器材的安放力求整齐、清洁、有条不紊,应爱护器材,节省动物与实验消耗用品。

(3)实验中,要认真操作,仔细观察,如实记录。边观察边思考,做到理论联系实际。

(4)操作遇有疑难时,要及时找教师指导解决。同时要团结协作共同完成实验。

3. 实验后

(1)将实验器材,擦洗干净,请教师验收后放回指定地点。如有缺少或损坏,应立即报告负责教师并进行登记。

(2)整理实验记录,作出实验结论,书写实验报告,并按时交给负责教师批阅。

(三) 整理实验结果

整理实验结果就是将实验所观察的现象和所获得的数据进行分析、归纳、综合,并找出规律的过程。通过整理可以加深和进一步明确已经取得的成绩,并训练自己分析、综合问题的能力。

凡属测量和计数资料,均应以正确的单位和数值作出定量表示,然后用文字描述,必要时可进行统计处理,以保证结论可靠性。有些实验数据可用统计表或图表示,以使结果鲜明、突出,便于比较。需附结果图时,应使用原始记录,以保证结果的真实性。对于定性的实验结果,根据记录的资料详细描述刺激或用药与反应的关系,可用文字叙述,也可用表格的方式表达。

(四) 书写实验报告

实验报告是对实验的全面总结。学生通过书写实验报告,将掌握书写科学论文的基本格式,绘制图表的方法,为以后撰写科学论文打下良好的基础;通过对实验资料全面的总结,使学生分析、综合、概括问题能力得到进一步培养;促进学生认真复习有关的理论内容或查阅有关资料;老师通过

批改报告能了解学生知识掌握的情况,并对某些模糊不清甚至错误的概念可及时给予辅导和纠正。

报告内容一般应包括题目、目的、方法、结果、讨论和结论。实验方法可简略书写,避免重复实验指导上的内容。

1. 实验题目:即,每个实验的名称

2. 实验的目的与原理:是指为什么要做此项实验,要达到什么样的预期效果;以及根据什么原理,以什么为依据设计此项实验。

3. 实验方法:是指实验的具体操作过程。

4. 实验结果:是在实验过程中所观察到的真实记录,对此要实事求是地加以记录。不要按主观想象或过后的回忆而描述。

5. 讨论:是实验报告的最重要部分,是用所学的理论知识对实验结果进行分析的过程,它能反映学生应用知识、独立思考、分析问题、解决问题和书写能力。

6. 结论:是用简短的文字形式对实验结果、讨论的中心问题进行高度的概括。可培养学生综合、概括能力和文字表达能力。在实验中未能证实的问题不应写入结论。对出现非预期的结果,应分析其可能的原因。

(闫醒予)

二、生理学实验常用仪器

电子科学发展的日新月异,为生理学实验提供了先进的实验设备。从而使实验手段到实验方法都有了突飞猛进的进步。尤其电子计算机在实验中的广泛应用,更加把生理学实验的发展推到一个更高层次。

虽然在生理学实验中直接使用的仪器是限的,但是了解各种生理学指标的先进测定方法,是生理学实验教学目的之一,因此该节对用于生理实验教学的常用仪器作以简要说明。生理学实验及研究常用的仪器根据用途不同一般分为记录装置和刺激装置,下面分别予以介绍。

(一)生理学常用记录器材的结构和使用

生理记录仪又称为书写或笔录式记录仪,为生理学实验及研究常用的记录仪器。生理记录仪可将各种电信号(包括其它非电信号通过换能器能转换来的电信号)用描笔描记在记录纸上。但由于动圈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。但电子计算机在生理实验及研究中的引用,解决了上述记录仪难以解决的问题,并带来了巨大的优越性,关于计算机问题在后面有详细论述。

生理记录仪或计算机系统配合适当的换能器或电极可将许多生理功能变化如骨骼肌、心肌和平滑肌的舒缩活动,呼吸运动,血压变化及心电记录下来。

我室目前常用记录仪器主要有“JWD-1 型电动记纹鼓”和“LMS-2A 型二道生理记录仪”。以下就此两种仪器使用方法作以简单介绍。

1. JWD-1 型电动记纹鼓

用于记录各种机械变化的生理现象,如肌肉收缩、呼吸运动、血压变化等。常以动力不同分为电动记纹鼓和弹簧记纹鼓,亦有单鼓、双鼓之分,目前电动记纹鼓较普及。一般做较长时间记录时可用双鼓,如上海的 SKG-1 型电动记纹鼓,有主鼓和副鼓,前者为动力鼓,供描记用;后者为固定记录纸用。如果将副鼓卸掉后也可作单鼓用。现以上海的 JWD-1 型电动记纹鼓(图总 1)为例介绍如下。

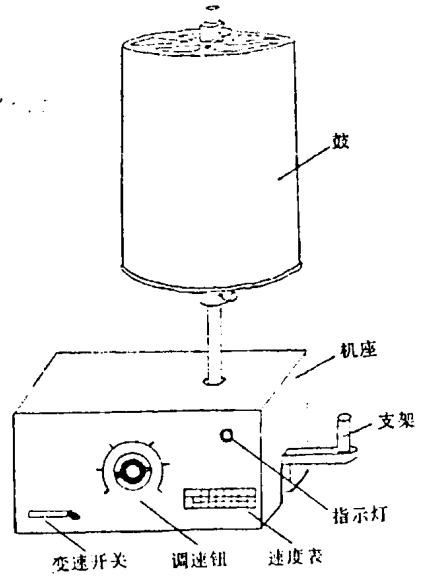
二、生理学实验常用仪器

(1)记纹鼓结构 主要由机座和鼓两部分构成。机座内有电动机和变速器等,前面板有电源开关、指示灯、调速钮、快慢变速开关等;后板有电源插孔和保险丝座。鼓由螺丝固定在鼓轴上,鼓的位置可按需要上下移动。

(2)记纹鼓的位置 记纹鼓放在操作者左侧,支台放在鼓的右侧,如用刺激器,将刺激器放到支台的右侧即操作者的右侧。

(3)取鼓与安鼓 左手托鼓底,右手拧松鼓顶上的固定螺丝,将鼓顺鼓轴方向提起取下。安鼓时还原取鼓程序。

(4)贴鼓纸 将记录纸平摆于实验台上,纸背面朝上。在鼓身上栓一根长于鼓身的细线,供取纸时用。将鼓放置到纸的中段,纸下缘与鼓面下缘平齐,左右手分别将纸按图总 5 附于鼓面。在纸的左边缘均匀涂薄层胶水。拉紧线,使其恰好在记录纸接缝处。两手按左压右方式将纸两端粘合。



图总 1 JWD-1 型电动记鼓

(5)装墨水 滴入描笔尖内安置于杠杆长臂上。

(6)组装杠杆 杠杆必须保持水平,笔尖在鼓面的切线上;杠杆与标本的连线,要求在同一面上互为垂直;标本垂线与鼓面保持平行,杠杆的轴与鼓面也必须保持直角。

(7)开机前准备与描记

- 1)转动机脚使仪器保持水平
- 2)用该机电源线将电源(220V)与记纹鼓“电源插孔”(后面板)连接好。
- 3)将开关置“关”的位置。
- 4)将开关拨向“慢”的一方,此时电源通,指示灯亮,圆筒开始转动。
- 5)慢慢地转动“速度”调节钮(前面板)致所需位置。
- 6)将圆筒高度与描笔调节好,并使笔贴于圆筒上,但不要贴的太紧。
- 7)实验中,根据描记需要可调节圆筒的高度。圆筒上端有一螺丝,将其旋松圆筒即可上下移动至所需高度后,再旋紧螺丝。
- 8)实验完毕先关机,再撤掉与机连接的电线。

注意事项

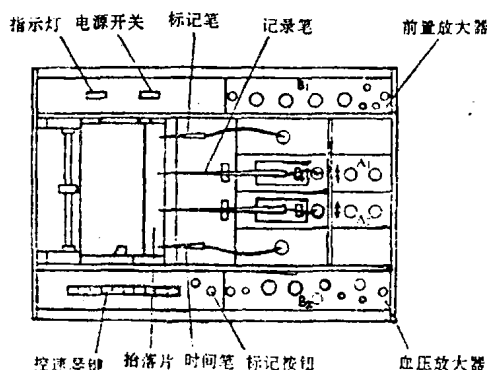
1. 在调节记纹鼓转动速度时,必须在鼓转动时方可拨动“速度调节”钮,如一时拨不动要稍侯再调,切勿用力拨动。

2. 调圆筒高度时,注意用手托住圆筒后再松动上端螺丝,避免滑脱。

3. 注意记录墨水及其它水分不要直接抹在圆筒上。

2. LMS-2A 型二道生理记录仪

LMS-2A 型二道生理记录仪是由我国生产的一种墨水描笔式记录仪,该机配以适当的引导电极或换能器,不但可以测量、记录多种生物电信号、以及血压、脉搏、呼吸、肌肉舒缩等多种非电生理参数指标,并且其放大器因采用插件式,可根据生理指标需要随时更换适当的插件,是一种灵敏度比较高的通用记录仪(图总 2)。



B_1 、 B_2 为前置放大器
 B_1 用于机械—电换能放大
 B_2 用于血压换能放大
 A_1 、 A_2 均为后级放大器

图总 2 二道生理记录仪面板图

(1) 仪器的结构及工作原理

1) 电源部分采用 220V 交流电作电源, 仪器电源具有两种稳压系统。因此外界电压变化时对其影响较小(170~250V 可正常工作), 也可接 ± 24 伏的蓄电池供电(但需改接内部电源接线)。

2) 放大器部分: 包括 FG 直流放大器, FS-2 前置放大器和 FY-2 血压放大器。FG 直流放大器为 1V 输入量级, 主要进行功率放大, 它与记录笔配合, 实现信号的记录。FS-2 前级放大器与高输入阻抗, 低噪音的双端输入差动式放大器, 可对直流信号及加在直流电平上的交流信号进行放大。FY-2 血压放大器与血压换能器配合, 专作血压测量之用。

3) 记录部分: 由书写面板、纸轴、走纸传动及变速系统和描笔等组成。描笔共四支, 中间两支长笔接受放大器来的信号, 描记所选生理指标; 上下两支短笔分别为标记笔和计时笔, 该二笔由本机驱动, 亦可由外接信号驱动。

(2) 仪器的操作方法

1) 开机前的准备

① 将仪器所有开关都置于“断”的位置, 走纸琴键置于“停”的位置。

② 用地线将整机良好接地

③ 安装好记录纸, 为此, 需先搬动抬笔架把所有笔尖抬起, 然后用两指捏着书写板提手轻上提, 取出机内纸轴, 装上记录纸, 放入机内圆孔中, 拉出记录纸头, 将纸平放在书写板上并将其板压回水平位置, 放下压纸轮。

④ 注入记录墨水于墨水壶中, 盖上盖子, 用指尖堵住盖中央小孔向下压几次, 借气压使墨水流到笔尖(注意: 不能用普通墨水)。

⑤ 连接好电源和输入导线。

2) 仪器的调试

① 开启电源, 此时电源指示灯亮, 示仪器各部件均已通电。

② 调节 FG_1 零位, 校对其放大功能: FG_1 输入线插入 FG_1 输入插孔, 将 FG_1 开关置于“通”, 旋转零位旋钮, 将记录笔置于所选零位。按动右侧面板上 0.5V 校对按钮, 便可在记录纸上得到 10mm 的方波图形, 表明 FG_1 放大器工作正常。

③ 调节 FS-2 前置放大器零位, 调节其放大功能: 取下 FG_1 输入线, 在时间常数为 2、0.2、0.02 和 0.002 各挡分别调节: “调零”旋钮, 使记录笔处于 FG_1 所调之“零位”。再将时间常数置于“DC”

挡,调节“直流平衡”使笔位于同一零位处。然后将“灵敏度”旋钮置于“1mV/cm”处,按下“1mV”校对键,此时在记录纸上得到10mm方波图形,表明FS-2前置放大器工作正常。

(3)各种生理信号的测量

使用FS-2前置放大器配合适当的电极和换能器,即可记录心电、肌电、呼吸、脉搏、肌肉收缩等多种生理参数。

在上述仪器调试完成之后,将输入导线与电极或适当传感器接通,电极或传感器另一端与动物或标本接通。将前级放大器开关置于“通”的位置,按需要选择灵敏度、时间常数、滤波等参数,调节“传感器”零位,使记录笔零位与原零位相同。选择适当纸速,按下走纸琴键,便可描记到各种所选信号波形。

(4)血压的测量、记录

使用FY-2血压放大器,可测量、记录动物血压。准备工作同前,将FS-2前置放大器抽出,插上FY-2血压放大器即可。

1)将FY-2血压放大器输出开关置“断”,FG放大器开关置“通”,旋转“调零”钮,使记录笔尖在基线零位。

2)FY-2血压放大器开关置“通”,“灵敏度”开关置“100”,调节“调零”钮,使记录笔尖位于零位。

3)FY-2血压放大器“灵敏度”置“5”,调节“直流平衡”,使记录笔尖仍在零位,并重复2、3步骤二次。在实验过程中不再动“直流平衡”。

4)将FY-2血压放大器“灵敏度”置于“50”处,将输出开关置于“通”,调节“调零”旋钮,使记录笔尖在中心零位上。

5)调节FG放大器的“调零”旋钮,将记录笔调至-20mm基线处。

6)“校对”开关置于100,按校对按钮,记录笔偏移20mm,此高度代表100mmHg。

7)联通血压换能器,若基线移位,可调节换能器“调零”旋钮,使基线回到原水平。

8)将FY-2血压放大器的测量置于“通”,将血压换能器与被测血管插管用三通管接通,此时可见笔尖随血压而上下波动。

9)选择适当纸速,按下琴键开关,便可记录到血压的变化。

(5)仪器的信号输出与外接信号输入

本仪器设有前级输入、输出和FG₁直流放大器输入插孔。凡0.5mV~200mV的交流直流信号都可以输入到本仪器进行放大或记录,频率在0~100Hz的交、直流信号大于200mV而小于1000mV时,可直接输入到FG直流放大器进行描记。前级放大器的输出插口可用FG输入线插入,与外部检测器(如示波器、微处理机等)相接进行监视或处理。

外接输入标记的时间、刺激,可通过外接标记输入本机,但此时“标记”旋钮应置于“外接”的位置。

注意事项

1. 本仪器的放大器灵敏度很高,故记录笔“输出”开关接通前,一定要使前级放大器输入端接上传感器,或将输入端短接,否则因干扰信号输入会使记录笔满偏乱打而损坏记录笔杆。在配接换能器时应暂时断开电源。

2. 放大器的“直流平衡”为暗调,一般在实验前均已调好,不要经常调动。

3. 停机时取下换能器,将各类开关均置于“断”,扳动指笔架,使笔尖离开纸面,将压纸轮抬起,最后套上仪器防护罩。

3. SC₂C 胃肠电图仪

胃肠电图仪是反映胃肠道功能、研究胃肠生理状态的重要手段。它能够描记体内或体表胃肠道平滑肌的电活动曲线。是一种研究胃肠道生理机能的电子仪器之一。我室现用的“SC₂C 双导胃肠电图仪”(图总 3)是国产的精密电子仪器,一台机内具有各自独立的,技术规范相同的二部放大器构成,分别在两支描笔上记录。下面以该机为例简介其操作方法。

(1) 开机前的准备

详见该节二,记录器中(2)的 1)部分。

(2) 仪器调试

1) 开启电源,此时电源指示灯亮,示仪器各部件均已通电。

2) 调节 FG₁ 零件、校对其放大功能:详见该节 2 中(2)的 2)部分。

(3) 输入盒的应用

该机除了主机外,还附有与引导电极相连的输入盒,即自生物体引出信号先引入输入盒,然后经输入盒再进入主机内。输入盒正面有 1~8 号计八个插孔,专门供输入电极插入用。其中第 8 号插孔是人体地线插孔。其余插孔可以与任何记录胃肠电信号电极连接。此外输入盒正面还有四个旋钮,其中第一、第二旋钮控制记录仪上第一支描笔的输入信号;第三和第四旋钮控制第二支笔的输入信号。如需用第一支笔记录胃肠电双极信号时,则使第一旋钮和第二旋钮上的指示线所对的旋钮号码分别与相应的电极插头所插入的插孔号码一致;如需用第二支笔记录,则使第三和第四旋钮上的指示线所对的号码分别与相应的电极插头所插入的插孔号码一致即可。

(4) 主机定标

主机面板控制旋钮如图总 3 所示,将“输入选择”置较对位置,“灵敏度”置于 100mV/cm,“滤波器”置于胃电,“时间”置于 3(10)的位置,按下仪器右边定标按钮,在调整好 FG 直流放大器的微调电位器基础上,使波幅为 1cm,此时的定标电压为 100mV/cm。主机定标完后,将“输入选择”置测量位,按下走纸键,主机便开始工作。

(5) 在有外接输入标记的时间、刺激,可通过外接标记输入本机,但此时“标记”旋钮应置于“外接”位置。

注意事项

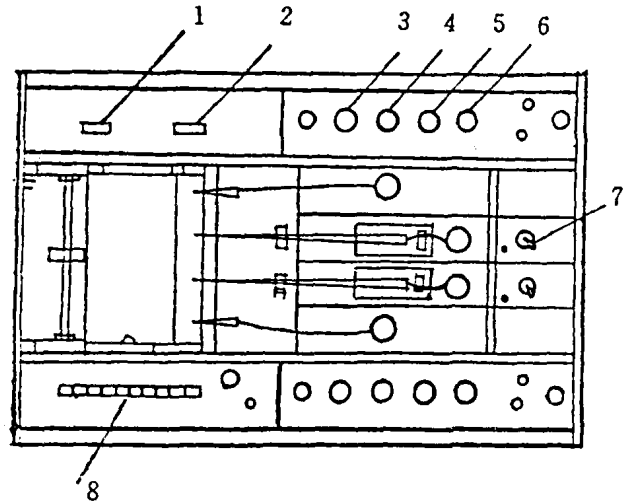
请参考“LMS-2A”型二道生理记录仪之注意事项。

(二) 换能器的原理及使用

机体的很多生理活动都以非电量的机械能的形式表现出来,要将这些非电量信号用电生理记录仪记录下来,首先需将它转换成电量信号,然后经过放大方能在电生理仪进行显示和记录。这种将生理活动的非电量信号转换成电量信号的装置称为换能器,又称“传感器”,生理实验中采用的换能手段很多,我室常用的主要为,机械—电换能器(张力换能器),和容量——电换能器两类。

1. 机械—电换能器(张力换能器)

多采用弹性比较好的铍青铜合金作为应变感应元件——悬梁臂。由两组应变片(R₁R₂及



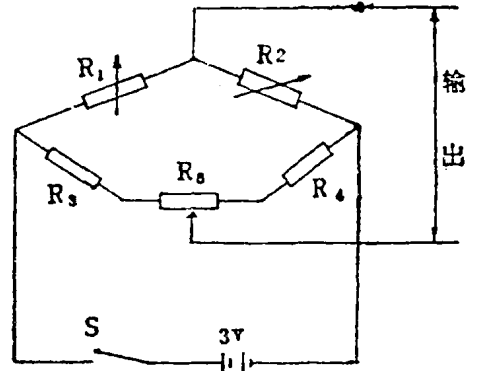
图总 3 SC₂C 双导胃肠电图仪面板

1. 指示灯 2. 电源开关 3. 4. 滤波器 5. 灵敏度
6. 输入选择 7. 放大器 8. 纸速键

R_3, R_4)分贴于悬梁的两侧,两组应变片中间联一可调电位器与一个三伏电源组成的一套桥式电路(图总4)。当外力作用于悬梁臂的游离端受力点,使之作轻微位移时,则一组应变片中一片受拉,一片受压,电阻向正向改变,而另一组则变化相反,使电桥失去平衡,即有电流输出,此电流经过放大输入示波器或记录仪。

应变元件的厚度与承受拉力的大小有关,根据所测生理机械力的大小,可采用不同上限量程的机械—电换能器。测量骨骼肌收缩力通常选用梁臂厚的(量程在100克以上),测量平滑肌的微弱蠕动时选用梁臂薄的(量程在25克)。

使用张力换能器时应将标本的一端固定,例如做肌肉舒缩实验时,应把肌肉一端固定,一端按肌肉自然长度悬于换能器的受力点上,若肌肉过短时,还可以用线将肌肉与换能器的受力点连接起来,然后将换能器的输出与示波器或生理记录仪的前置放大器相接通。先调整前、后级放大器平衡。在拨通前、后级放大器开关后,记录仪描笔应在记录纸的中线,若不在,可调节换能器的“调平衡”钮。

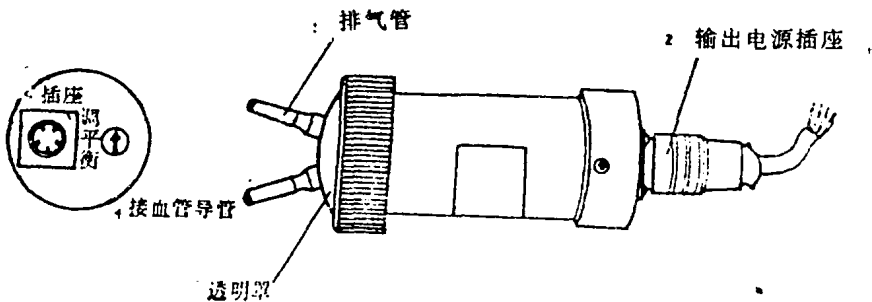


图总4 桥式电路图

2. 容量——电换能器(血压换能器)

血压换能器通过压电装置,采用平衡电桥原理将血压波动的信号,再经血压放大器(在LMS—2A型二道生理记录仪为FY—2血压放大器)将此信号放大,即可在记录器记录下来。

用血压换能器(如图总5)测量血压时,管内需充以抗凝液传送压力,但在换能器的头部用透明罩密封内,要充满石蜡油,并经排气孔排出所有气泡,同时应夹紧液体充填之管,且使其夹闭处尽量接近传感器。液体耦合管宜选用弹性小的硅胶管,以防止被测信号被缓冲而降低测量系统的频率响应。



图总5 血压换能器的结构和外形

1. 排气管 2. 输出电源插座 3. 透明罩 4. 接血管导管 5. 插座及调平衡

注意事项

1. 机械—电换能器的应变元件非常精细,使用时要特别小心,实验时不能用力牵拉或用力扳弄换能器的悬梁臂,以免损坏仪器。换能器应水平地安置在支架上,正式记录前,换能器应预热20分钟,以确保精度。使用时,防止生理盐水等溶液渗入换能器。

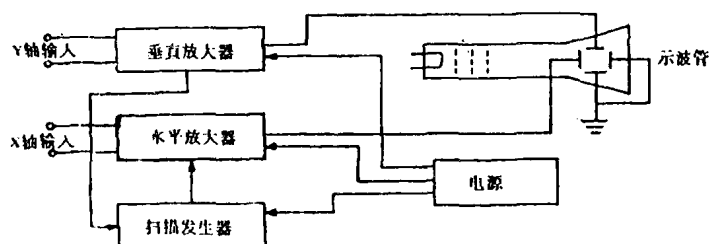
2. 压力换能器在使用时应固定在支架上,不得随意改变其位置,使用前预热30分钟,待零位稳定后方可进行测量。换能器在进行测量前,要将两个压力嘴分别与三通管接好,不得有泄露现象,可用压力计先预压2~3次,然后再调整零位基准。换能器结构中有调零电位器,与记录仪配合调整。

注意“O”型垫圈垫好,以免漏水。

(三) 阴极射线示波器的原理、结构和使用

阴极射线示波器是电生理实验室的必备仪器,它是无情性的生理记录仪。因结构比较复杂,使用前应了解其基本结构、工作原理及仪器各工作单元的用途。掌握正确的调整和使用方法,方能熟练地使用示波器进行图象显示和测量工作,现以 SBR-1 型二线示波器为例介绍其使用、测量和观察。

对照 SBR-1 型示波器面板,了解示波器四个工作单元(显示单元、Y 轴放大器、时间基线、X 轴作用即 X 轴放大器)的作用和使用。并将阴极射线示波器工作原理以简明框图(图总 6)如下。



图总 6 阴极射线示波器工作原理框图

1. 面板控制钮的作用说明

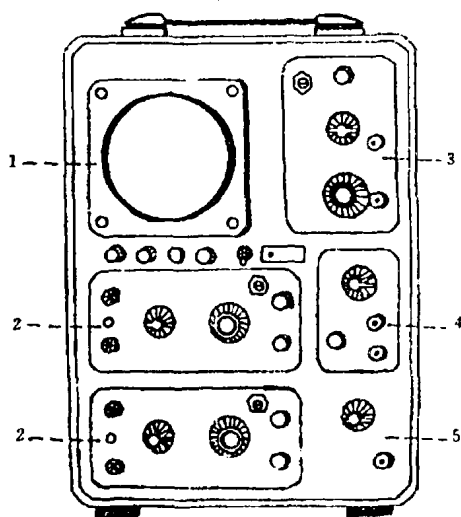
请参照面板框图(图总 7)所示单元位置分部进行介绍。

(1) 显示单元

显示单元包括阴极射线示波器的荧光屏及其控制钮。屏幕上刻有厘米方格,便于测量。其控制钮包括辉度、聚焦和标尺照明。

阴极射线示波器是示波器的主要组成部分。在高真空的玻璃管内部有荧光屏、电子枪和偏转板三个部分。

1) 荧光屏: 示波管的底是一个玻璃圆屏,如图总 8 所示的 S 处,圆屏内壁涂上一层荧光粉(即磷化物)叫荧光屏。当高速运动的电子束打到荧光屏上某点处,这点就发光。在单位时间内打到荧光屏上的电子数越多,发光越强。由于涂在荧光屏上的荧光粉化学成分和激活物的不同,其发光效率和颜色也不同,荧光粉是以锰激活的硅酸锌时,电子束打上后发绿色光,供观察波形用较为合适。荧光粉若是以银激活的硫化锌时,电子束打上后则发兰色光,可供摄影使用。电子束打到荧光粉上发出的光,当电子束停止作用以后,荧光物质发光还需经过一定的时间后才停止,这个时间叫余辉时间。一般说来,观察高频生物信号时,用中余辉示波管(如 SBR-1 型);当观察低频生物信号时,多用长余辉示波管(如 SR-54 型)。



图总 7 SBR-1 型二线示波器面板图

1. 显示单元 2. 垂直放大器 3. 时间基线
4. X 轴作用 5. 标准电压发生器