

普通高等专科学校教育药学类规划教材

# 人体解剖生理学实验

(供药学专业用)

主编 傅建华

主审 张尚俭



1-33

中国医药科技出版社

登记证号：(京) 075 号

### 内 容 提 要

本书为普通高等专科学校教育药理学类理论规划教材《人体解剖生理学》的配套实验规划教材。全书分为4章，编入与药学专业关系较为密切的34个实验项目，配有插图50余幅，共约15万字。其主要特点是，注重形态结构与生理功能紧密配合；由易到难，循序渐进；密切联系理论教学和医药学实践；有较强的适用性、适合国情的先进性和系统性；同时也反映了本学科实验技术的发展趋势；书后有附录可供教学时查阅和参考。全书图文并茂，教学指导性强，文字简洁、精练。

本书供高等专科学校药学专业教学使用，亦可用于相应层次的成人教育、函授、电大、自学考试和中专教学。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

人体解剖生理学实验/傅建华等编写. - 北京：中国医药科技出版社，1999.1  
普通高等专科学校教育药理学类规划教材  
ISBN 7-5067-1945-2

I. 人… II. 傅… III. 人体解剖学；人体生理学-实验-高等学校-教材  
IV. R324-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (98) 第 29115 号

中国医药科技出版社 出版  
(北京海淀区文慧园北路甲 22 号)  
(邮政编码 100088)

世界知识印刷厂 印刷  
全国各地新华书店 经销

开本 787 × 1092mm<sup>1</sup>/<sub>16</sub> 印张 7<sup>3</sup>/<sub>8</sub>

字数 179 千字 印数 1 - 5000

1999 年 1 月第 1 版 1999 年 1 月第 1 次印刷

定价：11.00 元

普通高等专科学校教育药学类

## 规划教材建设委员会名单

**主任委员：**杨爱菊（开封医学高等专科学校）

**副主任委员：**何子瑛（湖北药检高等专科学校）

赵增荣（海军医学高等专科学校）

**委 员：**苏怀德（国家医药管理局科技教育司）

张智德（中国医药科技出版社）

王桂生（石河子大学医学院）

毛季琨（湖南医学高等专科学校）

陈建裕（广东药学院）

钟 淼（中国药科大学）

**秘 书：**张修淑（国家医药管理局科技教育司）

杨仲平（国家医药管理局培训中心）

## 序 言

我国药学高等专科学校教育历史悠久，建国后有了较大发展。但几十年来一直未能进行全国性的教材建设，在一定程度上影响了专科教育的质量和发展的。改革开放以来，专科教育面临更大的发展，对教材的需要也更为迫切。

国家医药管理局科技教育司根据国家教委（1991）25号文的要求负责组织、规划高等药学专科教材的编审出版工作。在国家教委的指导下，在对全国高等药学专科教育情况调查的基础上，普通高等专科学校教育药学类教材建设委员会于1993年底正式成立，并立即制订了“八五”教材编审出版规划。在全国20多所医药院校的支持下，成立了各门教材的编审专家组（共51人）和编写组（共86人），随即投入了紧张的编审、出版工作。经100多位专家组、编写组教师和中国医药科技出版社的团结协作、共同努力，建国以来第一套普通高等专科学校教育药学类规划教材终于面世了。

该套规划教材是国家教委“八五”教材建设的一个组成部分，编写原则是既要保证教材质量，又要反映专科的特色。同时，由于我们组织了全国设有药学专科教育的大多数院校和大批教师参加编审工作，既强调专家审稿把关的作用，也注意发挥中、青年教师的积极性，使该套规划教材能在较短时间内以较高质量出版，适应了当前高等药学专科教育发展的需求。在编写过程中，也充分注意目前高等专科学校教育中有全日制教育、函授教育、自学高考等多种办学形式，力求使该套规划教材具有通用性，以适应不同办学形式的教学要求。

高等药学专科教育的主要任务是为医药行业生产、流通、服务、管理第一线培养应用型技术人才。为此，在第一套普通高等专科学校教育药学类规划教材面世之后，我们又立即组织编审、出版了这套配套教材（实验指导、习题集），以加强对学生的实验教学，培养实际操作能力。从现实国情考虑，我们统筹规划、全面组织教材建设活动，是为了优化教材编审队伍，确保教材质量，规范教材规格。同时，为了照顾各地办学条件和实际需求的不同，在保证基本规格的前提下，提供了若干可供灵活选择的材料。今后，规划教材的使用情况将作为教学质量评估的基本依据之一。

配套教材出齐之后，我们将大力推动以上两套教材的使用，并组织修订及评优工作，竭诚欢迎广大读者对这两套教材的不足之处提出宝贵意见。

普通高等专科学校教育药学类  
规划教材建设委员会

1998年3月

## 前 言

本书是于 1997 年春在武汉召开的全国药学类专科规划教材编审会议后,由国家医药管理局统一组织编写的普通高等专科学校教育药学类实验规划教材。

按照药学类专科课程的教学基本要求,其任务是:通过本课程的学习和实验过程,使药学生建立和形成正常人体形态结构的总体感性认识;初步掌握有关正常人体结构与功能活动规律的基本理论、基本知识和基本操作技能;了解获得人体解剖生理学知识的科学方法,以达到“培养适应 21 世纪现代医学发展需要的药学专业高等应用性人材”的教学目标。

教材的编写本着理论联系实际、少而精和循序渐进的原则,从内容上紧密结合理论教材。全书包括“细胞和人体组织实验”、“人体解剖实验”和“生理学实验”三部分实验教学内容。其主要特点是,具有一定的科学性和先进性,侧重介绍了目前较为先进的换能器、记录仪、电生理学技术和微机生物信息处理系统;同时注意到教材的适用性和可操作性,考虑了部分院校的实验技术条件,在部分实验中仍保留使用传统的杠杆传动和记纹鼓描记方法;通过精选出的具有代表性的实验,以加强对学生实际操作能力、分析和解决问题能力的培养;并在每个实验后出有思考题,以利于联系医药学实践、增强启发性和调动主观能动性。

参加本教材编写的都是从事高校医药学教学工作多年的有经验的中年教师,但因这种集微观结构、人体形态和生理功能为一体的供药学专业使用的实验规划教材,由国家统一组织编写还是第一次,因而没有现成的本专科教材可供借鉴,也无前期资料可供参考;加之电子仪器高速更新换代,实验新技术、新方法不断出现,使编写工作具有一定的难度,通过编者的共同努力,克服了种种困难,数易其稿,终于使教材顺利完成。

本教材的编写工作得到了国家医药管理局、中国医药科技出版社和三个院校领导的大力支持。其中海军医学高等专科学校的郭丹老师,石河子大学医学院的魏红老师和李增春老师都为教材的编写、整理、制图、打印付出了心血和劳动,谨此一并表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,缺点和不当之处在所难免,亟盼老师和同学们批评指正,以便再版时改正完善。

编者

1998 年 3 月

# 目 录

<b>第一章 绪论</b> .....	( 1 )
<b>第一节 人体解剖生理学实验须知</b> .....	( 1 )
一、人体解剖生理学实验课的目的 .....	( 1 )
二、人体解剖生理学实验课的要求 .....	( 1 )
三、人体解剖生理学实验报告的写作 .....	( 2 )
<b>第二节 人体解剖生理学实验常用的实验器材</b> .....	( 2 )
一、常用的手术器械及用途 .....	( 3 )
二、常用的实验仪器 .....	( 5 )
三、计算机生物信息处理系统 .....	( 15 )
<b>第三节 动物实验的基本操作技术</b> .....	( 21 )
一、实验动物的选择和处理 .....	( 21 )
二、实验动物的麻醉 .....	( 21 )
三、静脉注射与腹腔注射 .....	( 22 )
四、动物的抓取与固定 .....	( 24 )
五、插管术 .....	( 26 )
六、神经和血管分离术 .....	( 27 )
<b>第四节 尸体的一般解剖方法及标本的制作技术</b> .....	( 27 )
一、人体解剖结构的基本知识 .....	( 27 )
二、常用解剖器械的使用方法 .....	( 28 )
三、解剖标本制作的基本方法 .....	( 28 )
四、尸体解剖的原则和要求 .....	( 29 )
<b>第五节 组织切片的一般制作方法</b> .....	( 30 )
<b>第二章 细胞和人体组织实验</b> .....	( 31 )
实验一 细胞的基本结构 .....	( 31 )
实验二 上皮组织 .....	( 32 )
实验三 结缔组织 .....	( 33 )
实验四 肌组织 .....	( 34 )
实验五 神经组织 .....	( 35 )
<b>第三章 人体解剖实验</b> .....	( 37 )
实验一 运动系统 .....	( 37 )
实验二 消化系统 .....	( 41 )
实验三 呼吸系统 .....	( 43 )
实验四 泌尿系统 .....	( 45 )

实验五	生殖系统 .....	(46)
实验六	循环系统 .....	(48)
实验七	神经系统 .....	(52)
<b>第四章</b>	<b>生理学实验 .....</b>	<b>(57)</b>
实验一	骨骼肌的单收缩与强直收缩 .....	(57)
实验二	神经干动作电位的观察和记录 .....	(60)
实验三	红细胞的渗透脆性 .....	(62)
实验四	血液凝固及其影响因素 .....	(64)
实验五	ABO血型鉴定 .....	(66)
实验六	理化因素对心脏活动的影响 .....	(68)
实验七	心肌细胞动作电位的记录 .....	(70)
实验八	心血管活动的神经体液调节 .....	(72)
实验九	减压神经放电 .....	(76)
实验十	蛙肠系膜微循环的观察 .....	(78)
实验十一	呼吸运动的调节 .....	(79)
实验十二	胸内负压和气胸的观察 .....	(81)
实验十三	胃肠运动的观察 .....	(83)
实验十四	理化因素对离体小肠平滑肌活动的影响 .....	(85)
实验十五	影响尿液生成的因素 .....	(87)
实验十六	大脑皮质运动区的功能定位 .....	(89)
实验十七	去大脑僵直 .....	(91)
实验十八	大脑皮质诱发电位 .....	(93)
实验十九	视野的测定 .....	(96)
实验二十	声音传入内耳的途径 .....	(98)
实验二十一	豚鼠一侧迷路破坏的效应 .....	(99)
实验二十二	耳蜗微音器电位 .....	(100)
<b>附录一</b>	<b>生理实验常用动物的种类和生理常数 .....</b>	<b>(103)</b>
<b>附录二</b>	<b>常用生理溶液的配制 .....</b>	<b>(104)</b>
<b>附录三</b>	<b>用基础溶液配制生理溶液的配方 .....</b>	<b>(105)</b>
<b>附录四</b>	<b>动物常用麻醉剂的剂量和用法 .....</b>	<b>(106)</b>

# 第一章 绪 论

## 第一节 人体解剖生理学实验须知

### 一、人体解剖生理学实验课的目的

人体解剖生理学实验是高等药学专业教学中一门重要的实验课程。它包括正常人体的大体解剖结构和微观的细胞组织形态观察,以及动物和人体功能的生理实验。具有直观性,操作性较强的特点,又集观察、分析、检测、验证和操作能力的培养为一体,是一门理论性与实践性都很强的技能方法课。其主要目的是:

1. 了解获得人体解剖生理学知识的科学方法。
2. 使学生逐步掌握人体解剖生理学实验的基本操作技术,并正确使用常用的手术器械和实验仪器。
3. 培养学生理论联系实际和严谨求实的科学作风及对事物进行观察、分析、综合判断的能力和解决问题的能力。

### 二、人体解剖生理学实验课的要求

#### (一) 实验前

1. 仔细阅读实验教材,了解实验的目的、要求、步骤、操作程序和注意事项。
2. 结合实验内容复习有关理论,做到充分理解实验课的内容。
3. 预测实验应得的结果。

#### (二) 实验中

1. 自觉遵守实验室的规章制度。
2. 检查实验器材是否完备;熟悉实验仪器的性能和基本操作方法。
3. 严格按实验程序认真操作,不得进行与实验无关的活动。
4. 爱护实验器材、实验动物和标本,节省实验用品和药剂。
5. 以实事求是的科学态度对待每项实验,仔细、耐心地观察实验过程中出现的现象,及时在实验记录上作好标记,随时记录实验结果,并联系理论进行思考:①发生了什么现象?②为什么会出现这些现象?③这些现象有何意义?
6. 对老师讲解的问题以及实验小结应做好笔记。

#### (三) 实验后

1. 清点、擦洗干净手术器械,整理仪器,使仪器面板各旋钮处于正常位置。如有损坏或短少,应立即向老师报告。
2. 填写使用实验仪器的登记本(卡)。



3. 整理、分析实验结果, 认真书写实验报告, 按时递交任课教师批阅。

### 三、人体解剖生理学实验报告的写作

写作实验报告是为了培养学生的独立学习和思考能力, 分析和解决问题的能力以及综合运用知识的能力, 训练药学生写作技能的重要步骤:

#### (一) 实验报告的写作格式

##### 人体解剖生理学实验报告

姓名 \_\_\_\_\_ 学号 \_\_\_\_\_ 班组 \_\_\_\_\_ 实验室号 \_\_\_\_\_ 日期 \_\_\_\_\_

1. 实验题目
2. 实验目的
3. 实验对象
4. 实验步骤
5. 实验结果
6. 分析和讨论
7. 结论

#### (二) 实验报告的一般要求

写实验报告时, 有关实验方法步骤的部分, 可以从简, 仅描述实验的主要方法和步骤, 避免繁琐地罗列实验过程。

实验结果为实验中最重要的一部分, 应将实验过程中所观察或记录的现象做真实、正确、详细的记录。为客观反映实验结果, 可把由记录系统描记的曲线、统计的数据直接贴在实验报告上, 或自己绘制简图, 并附以图注、标号及必要的文字说明。如果观察项目较多, 亦可分步骤写实验结果。

分析和讨论是根据已知的理论知识对结果进行解释和分析, 或从实验中对获取的规律性内容经总结上升为理论。分析和讨论是实验报告的核心部分, 可以帮助学生提高独立思考和分析归纳问题的能力。分析和讨论时, 应根据客观的结果提出有创造性的见解和认识, 切忌盲目抄书, 更不应抄袭别人的劳动成果。在分析和讨论时, 对引用的参考文献、书刊应注明出处。

结论是从实验结果和分析讨论中归纳出的一般性的概括性判断, 也就是该实验所验证的基本概念、原则或理论的简明总结。下结论时, 应当用最精辟的语言进行高度概括, 力求简明扼要, 一目了然。结论中不要罗列具体结果, 也不要将未得到证实的理论分析写入结论。

(傅建华)

## 第二节 人体解剖生理学实验常用的实验器材

人体解剖生理学实验所使用的实验器材种类较多, 且随着现代科学技术的发展, 本学科实验器材的性能也在不断提高。了解实验仪器的基本性能和正确掌握其使用方法, 既关

系到操作能力的培养和实验的成败，也为后续学科的学习打下基础。本节主要介绍其中最基本的几种，尤以生理实验常用的实验器材为主。

### 一、常用的手术器械及用途

常用的手术器械如图 1-1。

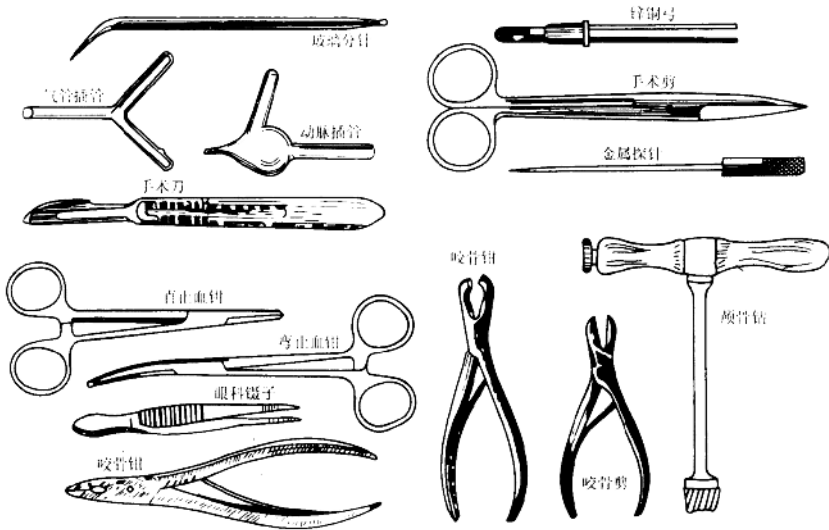


图 1-1 常用的手术器械

#### (一) 剪刀

1. 手术剪（组织剪） 有直、弯两型，又分圆头和尖头两种。手术剪用于剪肌膜、浅筋膜、神经和血管等软组织；尖头剪也多用于剪手术线。正确的执剪方法如图 1-2。
2. 眼科剪 多用于剪较小范围内的神经和血管等软组织。不可用于剪线、毛发及坚韧的结构。
3. 粗剪刀（普通剪刀） 可用于剪皮肤，蛙类骨骼与肢体等较坚韧的结构，或在实验中作杂用。

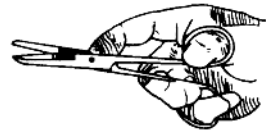


图 1-2 执剪方法

#### (二) 手术刀

解剖实验中主要用于切剥皮肤、分离神经、清理血管、解剖肌肉、剖割脏器；通常以刀刃切开皮肤、切断肌肉和其他组织，以刀尖修洁血管和神经，以刀柄钝性分离组织等。生理实验用于切开皮肤、骨膜和器官等。使用时，可根据操作的要求，选用适当的执刀方法（图 1-3）。

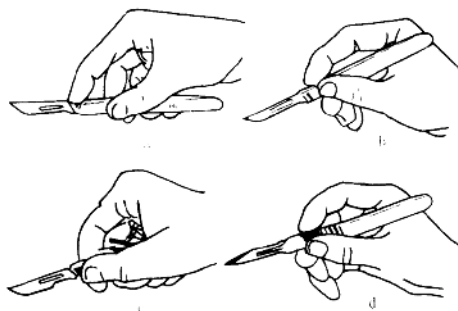


图 1-3 执刀方法  
a. 执弓式; b. 执笔式; c. 握持式; d. 反执式

**(三) 止血钳**

止血钳分直钳与弯钳及大、中、小号规格，又分有齿和无齿两类。有齿的用于夹持皮肤，无齿的除用于止血外，也用于分离皮下组织、肌肉和腹膜等。

正确的执钳方法是：以一手的拇指和环指（俗称无名指）分别插套在止血钳的两个握环内，中指紧靠在环指前的环柄上，示指（俗称食指）贴压在止血钳关节的开合处作依托，以便准确地改变和控制止血钳尖端的用力方向、角度、力量和稳定性，持钳的具体方法同持剪方法。

**(四) 手术镊**

手术镊有圆头与尖头、有齿与无齿、大与小多种规格。有齿镊用于夹持皮肤、韧带等坚韧的组织。无齿镊用于夹持较脆弱的组织，如血管、神经、粘膜等。眼科镊，用于夹持细微结构的软组织。正确的执镊方法如图 1-4。

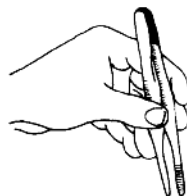


图 1-4 执镊方法

**(五) 持针器**

持针器用于夹持缝合针，术中缝合止血及脏器、皮肤等缝合。其正确的使用方法同执剪方法。

**(六) 咬骨剪与咬骨钳**

咬骨剪与咬骨钳用于打开颅腔、骨髓腔和暴露脊髓时咬剪骨质，以及开胸时修剪肋骨的断端。

**(七) 颅骨钻**

颅骨钻用于开颅时钻孔。

**(八) 其他**

1. 刺蛙针（金属探针） 用于破坏蛙的脑和脊髓。
2. 玻璃分针 用于分离神经、血管和肌肉等。

3. 锌铜弓(叉) 用于对蛙类的神经和肌肉标本施加刺激,以检查其兴奋性。
4. 蛙心夹 使用时以其尖端在蛙心舒张期夹住心尖处,其尾端环孔借手术线连接于张力换能器或描记杠杆上,用于描记蛙心的舒缩活动。
5. 蛙板 用于固定蛙类,以便解剖操作。中央有2cm孔的小蛙板(又称循环板),用于蛙类的微循环观察。
6. 厚玻璃板 在剥去皮肤后的蛙类神经和肌肉标本制作时使用。
7. 动脉夹 用于血管插管前阻断动(静)脉血流。
8. 动脉插管 用于急性动物实验时直接描记动脉血压。使用时将其中先注满肝素等抗凝剂,以保持实验中插管内无血凝块堵塞;以其有斜面的乳头经血管剪口处插入动脉,另一端开口借橡皮管连接于压力换能器或水银检压计以测量和记录血压变化。插管插入动脉后将其用手术线结扎固定于血管上,并保持插管在实验中始终与血管平行,以免其乳头刺破血管。
9. 气管插管 用于实验中保持动物呼吸通畅。使用时先在气管上剪一倒“T”字形剪口,然后将其有斜面的一头朝肺的方向插入气管中,用手术线将其结扎固定于气管上防止滑出,并保持其在实验中始终与气管平行,以免阻塞呼吸。

## 二、常用的实验仪器

随着当今电子科学技术的高速发展,现代生理学的实验仪器也日趋进步,实验技术手段逐渐综合化。表现为实验仪器的更新换代快,向高灵敏度、高精度、微型化、且易于控制操作的方向发展。常用的生理实验仪器一般可由刺激仪器,生物信号探测仪器,信号放大仪器,生物信息处理及记录系统组成。

### (一) 刺激仪器与电极

为了在实验中易于观察和记录到组织细胞或机体的功能活动变化,需采用施加某种刺激的方法。在各种刺激因素中(如声、光、电、温度、机械和化学变化等),因为电刺激较易精确地控制其刺激强度、刺激作用时间、刺激频率等参数,并具有可重复性好、不易损伤组织细胞等特点,故被较多的用于生理实验中。常用的电刺激仪器和电极有:

1. 电子刺激器 是一种能输出一定波形的电脉冲仪器。波形种类有方波、尖波等,常用的是方波。目前各院校使用的电子刺激器类型不一,但功能大同小异,故本书主要介绍其性能、使用的基本方法和注意事项。

(1) 性能 电子刺激器输出的方波及其参数如图1-5。

①幅度 是指刺激强度,分电压、电流强度。面板控制由粗调节和细调节旋钮共同调控。可根据实验的需要选择适宜的刺激强度,一般应由弱至强逐渐增加,以防刺激强度太大造成组织细胞的损伤。

②波宽 是指方波的持续时间,即刺激作用时间。面板控制由粗调节和细调节旋钮共同调控。波宽与幅度二者存在相关性,即同一幅度波宽加大,刺激作用加强,反之亦然。一般波宽为0.1~1.0ms。

③频率 是指单位时间内输出的方波个数。面板控制由粗调节和细调节旋钮共同调控。实验中可根据需要选择不同刺激频率,一般不超过100Hz。

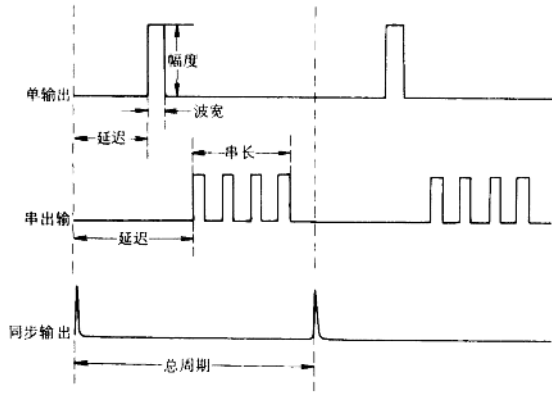


图 1-5 电子刺激器输出的方波及其参数

④同步输出 是指刺激器输出一个与刺激方波同步的触发脉冲。触发脉冲是一次刺激的时间起点，也是整个实验系统中各仪器间同步工作的共同时间起点。主要用于触发显示记录系统（如示波器等）的外触发扫描同步，以便显示记录的信号能固定在同一位置。

⑤延迟 是指刺激器输出触发脉冲后“迟”一定的时间输出刺激方波，即触发脉冲到刺激方波的时间。调节延迟可使显示扫描在先，方波刺激所引起的生理反应信号在后，使信号显示在适当的位置上，以便观察和记录。

⑥总周期 是指同步脉冲的周期，即触发脉冲的间隔时间。在作连续刺激输出串脉冲时，总周期应大于延迟与串长之和。

⑦串长 是指控制串脉冲的总持续时间。串长应大于波宽与频率之乘积。

⑧输出脉冲的方式 分单脉冲输出、双脉冲输出、连续脉冲输出、串脉冲输出。

单脉冲输出：是通过手控开关控制，每按一次手控开关输出一个方波。

双脉冲输出：是指每次输出两个方波，后一个方波与前一个方波的时间间隔可由第二延迟（前后两方波的间隔时间称为第二延迟）控制。

连续脉冲输出：是由频率旋钮来决定单位时间内输出的方波数目，此时串长的调节无效。

串脉冲输出：是指一次触发输出数个方波，每个方波的波宽及幅度调节同①②。

(2) 使用方法 以 JJC-2 型生理实验多用仪（图 1-6）为例介绍输出单脉冲、双脉冲、连续脉冲的使用方法：

①输出单脉冲刺激的方法：顺序为启动电源开关→三单元的输出与四单元的输入插口相连→“时距”旋钮旋转到单脉冲位置→“单-停-复”键扳至“单”→调节“波宽”至所需宽度→调节“振幅”输出至所需电压值→“微分波-停-方波”键扳向下→四单元“输出”插口与刺激电极相连→按动手控开关，每按一次即可输出一个刺激方波。

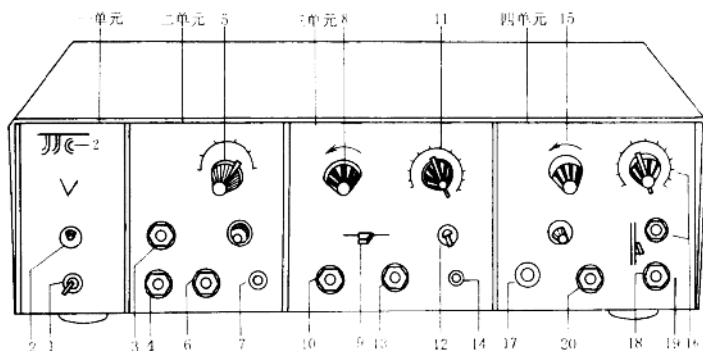


图 1-6 JJC-2 型生理实验多用仪

1. 电源; 2. 指示灯; 3. 受滴; 4. 记滴; 5. 记时间间隔; 6. 记时; 7. 输出; 8. 间距; 9. 单-停-复扳键;  
10. 手控; 11. 频率; 12 倍率; 13. 触发输出; 14. 输出; 15. 波宽; 16. 振幅; 17. 输入;  
18. 微分波-停-方波扳键; 19 输出; 20. 指示插孔

②输出双脉冲刺激的方法: 顺序为“时距”旋钮转至双脉冲位置→每按压手控开关一次, 即可输出两个刺激方波。

③输出连续刺激脉冲的方法: 顺序为“时距”旋钮转到“单”脉冲位置→“单-停-复”键扳到“复”位置→调节“频率”旋钮至所需频率, 此时即可输出连续刺激方波。

### (3) 使用注意事项

①刺激前将所有的刺激参数旋钮均调至最小值的位置, 然后按需要选择各参数, 并由小到大逐渐达到所需值。

②刺激输出的两个接线端或刺激电极不能互相接触, 否则会造成短路而损坏仪器。

附注: JJC-2 型生理实验多用仪还有记时、受滴与记滴功能。

记时: 主要用于实验过程中的时间标记。调节“记时间间隔”旋钮, 可在 1, 5, 10, 20, 40s 五挡进行选择, 电磁标或记时描笔的插头插入“记时”插孔内, 即按选定的时距进行描记。

受滴与记滴: 主要用于记录各种体液 (如尿液、胆汁、胰液等) 的分泌量。受滴器的插头插入“受滴”插孔, 其受滴信号经与“记滴”插孔相连的电磁标或记录仪的记录描笔输出描记。当一滴体液经过受滴器时, 电路导通, 电磁标或描笔描记一次。

2. 电极 在生理实验中, 通过电极既可以对组织或器官施加刺激, 又可将组织器官产生的电变化引导出来, 输入显示记录系统进行观察分析。前者称为刺激电极 (图 1-7), 后者称为引导电极。

(1) 普通电极 使用时将其与电刺激器输出端相连, 经其前端两根裸露的银丝接触神经或肌肉, 以施加刺激。

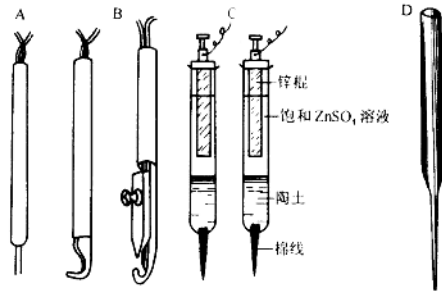


图 1-7 刺激电极

A. 普通电极; B. 保护电极; C. 乏极化电极; D. 玻璃微电极

(2) 保护电极 其两根银丝是包埋在绝缘框中, 其前端钩内裸露出银丝。当其于电刺激器相连后, 可将于体的神经干套挂在电极的钩中施加刺激, 能保护周围的其他组织免受刺激。

(3) 乏极化电极 是一类在使用直流电刺激组织时, 为了避免电极下方出现极化现象而干扰刺激的条件所专用的刺激电极。常用的乏极化电极有: 锌-硫酸锌电极、汞-氯化亚汞电极和银-氯化银电极三种。

(4) 微电极 微电极可用于刺激单个细胞或神经核团, 也可用于引导单个细胞或神经核团的电变化。微电极的尖端很细, 直径仅为 0.5 ~ 5μm。根据制作材料不同可分为金属微电极和充填电解液的玻璃微电极。

使用电极时应注意以下事项: 电极表面洁净无锈蚀, 以保证其与组织接触良好。电极两极间无短路, 电极周围不应聚集很多组织液或生理盐水。电极导线无断路, 电极与仪器应良好导通。

### (二) 记录仪器与附件

生理实验时, 需对实验对象施加刺激, 引起其生理功能的变化, 通过一定的仪器客观地记录, 才能进行精确的观察和分析, 从而揭示和认识其内在的规律。对其生理功能变化的记录仪器, 常用的有生理记录仪和记纹鼓。

#### (1) 生理记录仪

生理记录仪是生理实验中常用的描记仪器, 实验中的慢反应信号(如心电、血压、呼吸、肌肉收缩等)经信号转换装置, 输入生理记录仪描记、观察和分析。由于其描笔的偏转系统具有一定的机械惰性, 传输信号的高频响应受限, 故不适用于记录快速的生理变化信号(如神经干动作电位等)。

生理记录仪的型号和种类(二道、多道)不同, 但其原理和使用方法都大同小异。本教材以 LMS-2 型二道生理记录仪(面板结构如图 1-8)为例介绍如下:

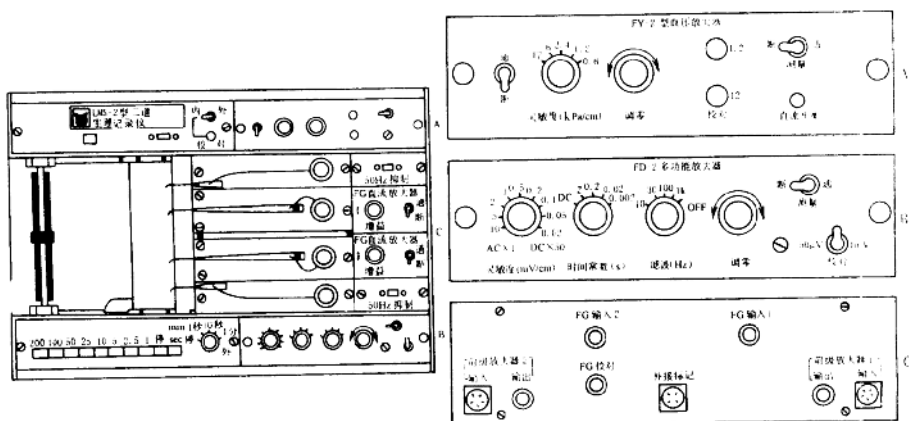


图 1-8 LMS-2 型二道生理记录仪

①主要结构组成 主要包括放大系统和记录系统两部分。

a. 放大系统 包括 FY-2 型血压放大器、FD-2 多功能放大器和 FG 直流放大器。前二者用于连接换能器，并对输入的信号进行放大，其中 FD-2 多功能放大器可连接多种换能器，有灵敏度、时间常数、滤波、调零等调节功能。FG 直流放大器是驱动描笔工作的放大器，有“增益”和描笔“零位”调节旋钮。

b. 记录系统 主要由驱动描笔的电磁振动装置、墨水盒、描笔起落结构、走纸速度调节装置等组成。另外，还有时标和实验标记装置，时标由时间标记旋钮控制时间间隔；当时标旋钮置于“外接”时，时标笔通过外来脉冲控制，用于记录刺激或时间，便于与外部时标同步。

②使用方法 一般按开机前的准备、开机后的调试和实验记录使用三个阶段进行操作。

a. 开机前的准备

连线：连接好各种电缆线。仪器接地。

开关位置：仪器的所有开关置于“断”位，走纸键置于“停”位，放大器的灵敏度置于最低档。

装纸：将描笔起落架扳起，使笔尖离开书写板面，装上记录纸。

加墨水：往墨水盒内注入记录墨水至墨水盒的 2/3 处，盖上盖，手指按住盖子小孔，一压一放，使墨水从盒中经导管流出笔尖。注意排尽导管中的气泡。

b. 开机后的调试

开机：打开电源开关，指示灯即亮。

走纸：选择适当走纸速度，按下控速按键，检查走纸是否正常。

时标：将时标旋钮置于适当位置，时标描笔应按定时打标。若将时标旋钮置于“外接”位，外部刺激输入或计时信号可控制时标描笔。



标记：将“标记”开关扳向“内”，每按一下“标记”按钮，标记描笔应打标一次；如扳向“外”，则由外来脉冲控制。

放大器调零与校对：使用前应进行调零与校对，此项工作已有技术人员完成。实验时按下“FG校对”按钮，得到10mm的方波，即表示FG放大器工作正常。

直流平衡：其作用是使第一级放大器的输出为零，以保证灵敏度变换时描笔基线位置不变。将“时间常数”置于“DC”档，“滤波”和“灵敏度”置于最低档，调节描笔“零位”旋钮使描笔置于中线位；再将“灵敏度”旋钮从最低至最高档反复转换，描笔均应居于原位不动，若笔有偏离，调节“直流平衡”使之回位。如此反复2~3次，可调节好。

定标：定标是仪器本身输出一个标准信号，在记录纸上作一标记，作为分析记录结果的尺度。通常开始实验前和实验结束后各定标一次。

c. 实验记录使用 上述调试完成后，连接有关的换能器或直接输入电信号，选择适当的灵敏度、时间常数、滤波、走纸速度等参数即可进行实验。实验结束后，将开关均置于“关”或“停”的位置，各旋钮回到零位，然后关闭电源。

### ③使用注意事项

a. FY-2型血压放大器和FD-2多功能放大器的“测量”开关接通以前，必须将其输入端接上换能器，或将三芯输入端短路，否则因干扰信号的输入使描笔震荡乱打而损坏笔杆。

b. 在连接换能器时，应暂时将FG直流放大器开关断开，即关笔。

c. 灵敏度的选择应从最低档逐渐提高，以防损坏描记笔。

d. 暂时停机时，将各开关均置于“关”或“停”的位置，笔尖不离开纸面或在笔尖与纸之间加放笔垫，以免笔干或堵塞。

e. 长期不使用时，除上述要求外，应取下各种输入连线，并将备用的有机玻璃清洗槽放在笔尖下，用吸管将墨水盒内的墨水吸净，再用酒精清洗笔尖的管道，罩上防尘罩。

### ④生理记录仪的常用附件——换能器

换能器（传感器）是生理记录仪的常用附件。换能器是将非电量的机械能转换成电量信号，输入记录仪，经放大而监视、描记。

a. 张力换能器 多采用弹性较好的合金材料作为应变元件（即悬梁臂），通过平衡电桥原理将悬梁臂的位移转换为电信号。不同的实验应选用不同量程的张力换能器：如骨骼肌收缩实验宜选用100g的量程，平滑肌实验选用10~25g的量程。

使用时，将张力换能器固定于支架上，被测量标本的一端固定，另一端用线与张力换能器的悬梁臂相连（图4-6），然后调节该线的紧张度，以使悬梁臂不变形且能随肌肉的收缩而位移。注意不能用猛力牵拉或用力扳弄悬梁臂，以免损坏换能器。

b. 压力换能器 由薄片状应变元件传递压力信息，通过平衡电桥原理将薄片的位移转换为电信号。测量动脉血压一般选用10~40kPa量程的压力换能器。

使用时，将换能器半球形的头端内充满肝素-生理盐水混合液，一侧管用于排出里面的气体，另一侧管连接动脉导管（图4-8），经液体传递压力的变化。使用时注意换能器头端的密闭性，不得有泄漏现象；注意将“O”形垫圈垫好，以免漏水；用后将头端清洗干净，切忌硬物划伤薄片膜，损坏换能器。