

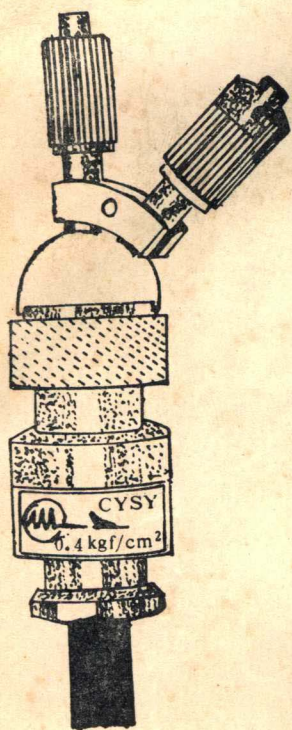
高等医学院校教材

病理生理学 实习指导

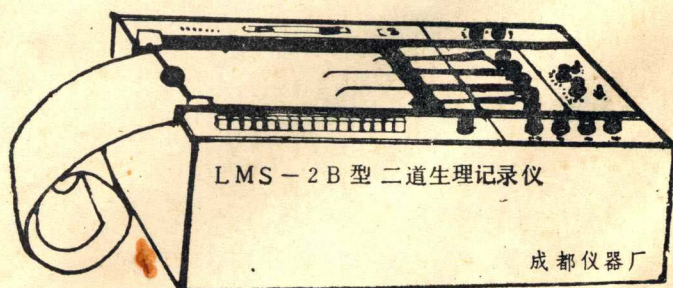
BINGLI SHENGLIXUE

SHIXI ZHIDAO

张希贤 主编



科学技术文献出版社



医学影像学教材系列

病理生理学 实习指导

第2版 供临床医学专业用

主编 王 颖 副主编 王 颖

人民卫生出版社

人民卫生出版社



高等医学院校教材

病理生理学实习指导

主 编 张希贤

副主编 尤家驷 金丽娟

罗德成 高 伟

科学技术文献出版社

1989

高等医学院校教材
病理生理学实习指导

张希贤 主编

科学技术文献出版社出版

北京印刷三厂印装

新华书店科技发行所发行 各地新华书店经售

*

787×1092毫米 16开本 8印张 204千字

1988年12月北京第一版第一次印刷

印数：1—43000册

科技新书目：183—129

ISBN 7-5023-0649-8/R·19

定价：2.45元

前 言

1986 年底我们曾向全国 118 所高等医学院校病理生理教研室发函征稿，并于 1987 年 12 月在广州举行了“全国病理生理学实习课教改经验交流暨实习指导内容研讨会”。与会代表 51 名，来自 45 所院校和有关单位。代表们交流了 1978 年以来各校实习课教学改革的经验，并共同研讨了病理生理学实习课的目的和实习指导的内容。

全体代表一致认为，编写一本实用的实习指导，对于搞好本学科的课程建设具有十分重要的意义。为了编好实习指导，首先必须明确实习课的目的，同时还要结合各校科研特点，集中各校实习课教学之所长，同一内容应编有不同条件的几种类型的实验，以供选用。此外，还应该“编用结合”，逐步提高。

在目前情况下，《病理生理学实习指导》应包括三部分内容：①病理生理学教学实验的基础知识与基本技能训练；②病理生理学教学动物实验；③课堂讨论的典型病例。

经大会推荐与协商组成了《病理生理学实习指导》编写组。我们根据上述原则选编了 43 个实验和 10 个病例。全部内容由 20 所高校的 37 位教师执笔。这些内容均经编写单位在历年本科教学中多次使用，并取得了较好的教学效果。因此，本书的编写出版，基本上集中地反映了 1978 年以来病理生理学实习课教学改革的成绩。我们希望，各校在今后的教学实践中，能探索出更多更好的实验，编写出更深刻更典型的病例和其他课堂讨论的材料，使本书再版时内容更为丰富实用。

本书在编写出版过程中，得到中国病理生理学会副理事长李楚杰教授和孙秉庸教授，暨南大学副校长云冠平教授和周耀明副教授，以及卫生部教材办公室主任南潮编审、《中国病理生理杂志》编辑部的支持与帮助，谨表谢意。

由于编者水平有限，错误之处在所难免，请读者指正。

编者

1988 年 3 月

编者 (按章节先后为序)

张希贤 暨南大学医学院
王俊元 第三军医大学
罗德成 第三军医大学
尤家录 湖南医科大学
金丽娟 第一军医大学
葛宝林 青岛医学院
朱佐江 第一军医大学
张金山 第二军医大学
傅红 第二军医大学
陈华燮 中山医科大学
杨绍忞 南京医学院
甘小虎 泸州医学院
王淑芬 中国医科大学
杜葵琴 白求恩医科大学
张海鹏 中国医科大学
周志咏 皖南医学院
张福珍 皖南医学院
石瑞金 上海第二医科大学
曹旅川 湖南医科大学

肖惠清 湖南医科大学
李永伟 广西医学院
董超仁 北京医科大学
王志朝 北京医科大学
高广道 西安医科大学
李化民 锦州医学院
刘丽娟 锦州医学院
邹爱平 同济医科大学
高京生 第三军医大学
范乐明 南京医学院
张国忠 贵阳医学院
庄宗杰 贵阳医学院
高伟 第一军医大学
王静珍 第一军医大学
邹令英 南京医学院
赵克森 第一军医大学
刘自强 吉林医学院
杨国雄 贵阳医学院

目 录

概论	(1)
一、病理生理学实习课的特点	(1)
二、病理生理学实习课的目的	(1)
三、病理生理学实习课的基本要求	(2)
四、实验报告的写作	(2)
第一部分 病理生理学教学实验的基础知识与基本技能训练	(4)
第一章 常用实验仪器	(4)
第一节 LMS-2A 型二道生理记录仪	(4)
第二节 RM-6200 型四道生理记录仪	(7)
第三节 换能器	(8)
第四节 心电图机	(12)
第五节 电动离心机	(13)
第六节 简易人工呼吸器	(14)
第七节 血气分析仪	(14)
第八节 传统测量记录器械	(15)
第二章 常用实验动物及其基本操作技术	(17)
第一节 常用实验动物的种类及其特点	(17)
一、青蛙与蟾蜍	(17)
二、小白鼠	(18)
三、大白鼠	(18)
四、豚鼠	(18)
五、家兔	(18)
六、狗	(18)
第二节 常用实验动物的品系	(18)
一、按遗传学特征分类	(18)
二、按微生物学特征分类	(19)
第三节 实验动物的选择	(20)
第四节 实验动物的捕捉与固定方法	(21)
[附] 实验动物的编号方法	(23)
第五节 实验动物去毛方法	(23)
第六节 实验动物的给药途径和方法	(24)
第七节 实验动物的麻醉	(27)
第八节 实验动物的取血方法	(28)
第九节 急性动物实验常用手术方法	(29)

第十节 常用实验观察指标及其测量记录	(32)
一、压力的测量与记录	(32)
二、呼吸的测量与记录	(33)
第十一节 实验动物的处死方法	(34)
〔附〕 常用实验动物的正常生理、生化参数表	(35)
第三章 病理生理学实验设计的基本内容	(36)
第二部分 病理生理学教学动物实验	(39)
第一章 钾代谢障碍	(39)
实验一 兔高血钾症	(39)
实验二 豚鼠高血钾症	(40)
第二章 酸碱平衡紊乱	(41)
实验三 狗酸碱平衡紊乱	(41)
实验四 豚鼠酸碱平衡紊乱	(43)
第三章 水肿	(45)
实验五 家兔实验性肺水肿	(45)
实验六 大白鼠实验性肺水肿	(46)
实验七 血管壁通透性改变在水肿发生中的作用	(46)
实验八 血浆渗透压和毛细血管壁通透性改变在水肿发生中的作用	(47)
实验九 血浆渗透压改变在水肿发生中的作用	(49)
第四章 炎症	(51)
实验十 急性炎症的局部现象	(51)
实验十一 急性炎症的渗出现象	(52)
实验十二 炎症灶局部组织细胞的炎性增生及其屏障机能	(53)
实验十三 组胺对血管壁通透性的影响	(54)
实验十四 活化补体对人白细胞的趋化作用	(55)
第五章 缺氧	(56)
实验十五 家兔乏氧性缺氧	(56)
实验十六 几种类型的缺氧	(57)
实验十七 影响缺氧耐受性的因素	(59)
实验十八 种属、年龄、神经系统和代谢状况对低气压缺氧耐受性的影响	(61)
第六章 发热	(62)
实验十九 内毒素性发热	(62)
实验二十 内生致热原性发热	(63)
实验二十一 中枢神经系统机能状况对发热的影响	(65)
第七章 播散性血管内凝血(DIC)	(66)
实验二十二 狗(兔)脑粉浸液引起急性播散性血管内凝血	(66)
实验二十三 牛凝血酶引起狗(兔)急性播散性血管内凝血	(67)
第八章 休克	(70)
实验二十四 狗失血性休克	(70)

实验二十五	兔失血性休克	(73)
实验二十六	大白鼠失血性休克	(74)
实验二十七	感染性休克	(76)
实验二十八	肠系膜上动脉闭塞性休克	(77)
第九章	心功能不全	(78)
实验二十九	过量输入生理盐水及去甲肾上腺素对心功能的影响	(78)
实验三十	急性右心衰竭	(80)
实验三十一	急性左心衰竭	(83)
实验三十二	急性全心衰竭	(85)
实验三十三	心脏再灌注综合征	(89)
第十章	呼吸功能不全	(90)
实验三十四	急性人工气胸	(90)
实验三十五	呼吸功能不全	(91)
第十一章	肝性脑病	(93)
实验三十六	氨在肝性脑病发病机理中的作用	(93)
第十二章	黄疸	(94)
实验三十七	氨基半乳糖实验性肝细胞性黄疸	(94)
实验三十八	四氯化碳实验性肝细胞性黄疸	(97)
实验三十九	阻塞性黄疸	(98)
第十三章	急性肾功能不全	(101)
实验四十	蟾蜍急性肾功能不全	(101)
实验四十一	家兔急性肾功能不全	(101)
实验四十二	急性肾功能不全时血和尿中肌酐含量测定	(103)
实验四十三	急性肾功能衰竭时滤过钠排泄分数的测定	(106)
第三部分	课堂讨论的典型病例	(109)
病例一		(109)
病例二		(109)
病例三		(110)
病例四		(111)
病例五		(112)
病例六		(114)
病例七		(115)
病例八		(117)
病例九		(118)
病例十		(119)

概 论

一、病理生理学实习课的特点

病理生理学是研究患病机体生命活动的科学。它的基本任务是探讨疾病和病理过程的发生、发展及转归的一般规律，以及病体机能和代谢变化的一般机制，为疾病的预防和治疗提供理论依据。因此，病理生理学是一门理论科学。

病理生理学的研究方法有两种，即临床研究与动物实验研究。临床研究观察所获得的规律，虽能直接应用于人类疾病的防治，但其研究只能在不损害病人健康、不耽误病情、不增加病人痛苦的条件下进行。它受许多条件的限制，有很大的局限性。因此，病理生理学主要是采用动物实验研究方法。在动物身上复制各种疾病或病理过程，作为人类相应疾病的模型。实验者可以有意识地控制某些条件或改变某些条件，自始至终地深入探讨各种病理变化的发生原因、发展规律和机制，而且可以进行实验性治疗和预防，为临床治疗和预防工作提供线索。所以，病理生理学又是一门实验性科学。

病理生理学的动物实验方法，有急性实验和慢性实验之分。

(一) 急性实验 一般是在麻醉情况下施行手术，在较短时间内，将器官暴露或取出，便于进行细小环节的观察分析，适于某些急性过程疾病的研究。教学实验多属此种。因为受到急性手术创伤或麻醉的影响，所得结果常不完全真实。需要慢性实验与临床研究加以校正。

(二) 慢性实验 先在无菌条件下给动物施行手术，待手术创伤愈合后再进行实验观察。动物的状况比较接近于自然生活条件，能够进行较长期的连续观察，获得比较系统的实验资料，便于揭露疾病过程中整个生命活动变化的规律。

在医学科学研究中，两者常起到相辅相成的作用，不可偏废。

病理生理学实习课的特点是由病理生理学的基本任务和研究方法所决定的，并且反映在实习课的目的之中。

二、病理生理学实习课的目的

(一) 通过教学实验，学生可以初步掌握复制人类疾病动物模型的基本方法和病理生理学实验的基本操作技术。

通过实验报告的书写，对学生加强论文写作的训练。

(二) 通过典型病例的课堂讨论，培养学生分析病例的能力，为临床思维和临床决策打下初步的基础。

(三) 通过相应的实验与课堂讨论，可以加深学生对有关理论内容的理解。

(四) 通过实验与课堂讨论的具体环节, 培养学生进行医学研究与临床思维必须具备的“严肃的科学态度、严密的科学方法和严谨的科学作风”等。

三、病理生理学实习课的基本要求

(一) 实习前

1. 认真预习实习指导的有关内容。了解该次实习的目的、要求、方法和操作步骤, 领会其设计原理。
2. 结合实习, 复习有关的理论内容。
3. 小组成员应有明确合理的分工, 使每位学员都能轮流得到训练基本操作技术的机会。
4. 设计好原始记录的表格, 或写好分析讨论发言提纲。
5. 检查实验用品(器材与药品)是否齐全。

(二) 实习中

1. 实验器材要正确装置, 妥善安排。
2. 严格按照实习指导上的步骤进行操作, 尽量减少实验动物的不必要损伤。
3. 密切合作, 主动相互配合。
4. 认真地观察实验中出现的每个现象。
5. 在事先设计好的原始记录表格中, 准确、及时、客观地记录实验结果。必要时并加以文字描述。
6. 联系有关的理论内容, 积极主动地进行思考, 力求理解每个实验步骤和每个实验结果的意义。
7. 注意节约实验动物与实验用品; 爱护实验器材。
8. 讨论时, 要积极发言, 语言简练, 观点明确。言之有据, 言之有理。

(三) 实习后

1. 整理实验器材, 洗净擦干。器材药品均应妥善安放。
2. 将实验后存活的动物或动物尸体及其他废弃物品等均应放到指定的处所。
3. 做好实验室清洁卫生工作。
4. 整理实验结果, 分析讨论, 写出实验报告, 按时交给指导教师评阅。

四、实验报告的写作

实验报告的书写是一项重要的基本技能训练, 是论文写作的基础, 应该认真地进行。

参加示教实验或自己做实验的每位同学, 均应按照实验的具体要求, 认真写出实验报告。写报告应注意文字简练、通顺, 书写清楚和整洁, 正确使用标点符号。

书写实验报告的内容, 应包括如下的项目。

(一) 姓名、年级、班次、组别、实验日期(年、月、日)、室温;

(二) 实验号数和实验名称;

(三) 实验目的;

(四) 实验对象或实验动物;

(五) 实验步骤 一般可略,如果器材药品或方法步骤临时有所变更时,可作简要说明。

(六) 实验结果 是实验中最重要的一部分。对于实验结果的表述,可用简练的文字描述结果产生的时间关系;同时也可用表格,使实验结果突出、清晰,便于相互比较;还可用各种曲线图,使其形象生动,一目了然。在优秀的实验报告与论文中,常为三者并用,得到最佳的效果。

(七) 讨论 实验结果的讨论是根据已知的理论知识对结果进行解释和分析,是做出结论前的逻辑论证。讨论时还要指出实验结果的意义。

因为教学实验均为人们反复研究和重复过的,故应该能够出现预期的结果。如果出现了非预期的结果,应该考虑和分析其原因。

(八) 结论 实验结论是从实验结果中归纳出的一般的概括性判断,也就是这一实验所能验证的概念、原则或理论的简明总结。

结论中一般不要罗列具体的结果。在本实验结果中未能得到充分证据的理论分析,不应写入结论。

第一部分 病理生理学教学实验的 基础知识与基本技能训练

第一章 常用实验仪器

第一节 LMS-2A型二道生理记录仪

生理记录仪亦可称为书写式记录仪或笔录式记录仪，是病理生理学教学实验和科研实验中常用的记录仪器。

LMS-2A 型二道生理记录仪是由成都仪器厂生产的一种墨水描笔式记录仪。这种仪器配以适当的引导电极或换能器，即可测量记录多种生物电信号，以及血压，呼吸，脉搏，骨骼肌、胃肠平滑肌和心肌收缩等多种非电生理参数指标。仪器的放大器采用插件式，可根据记录指标更换适当的插件。它是一种高灵敏度的性能稳定可靠的通用记录仪。这种仪器不仅常用于教学实验，而且可以满足临床检测和医学科学研究之需要，故应熟练掌握。该厂已成功地产出新产品 LMS-2B 型二道生理记录仪，其描记为直线式，质量性能更佳。

一、仪器的结构与工作原理

仪器的面板与侧面板的结构如图 1-1-1 与图 1-1-2 所示。仪器的结构可分为以下五个部分：

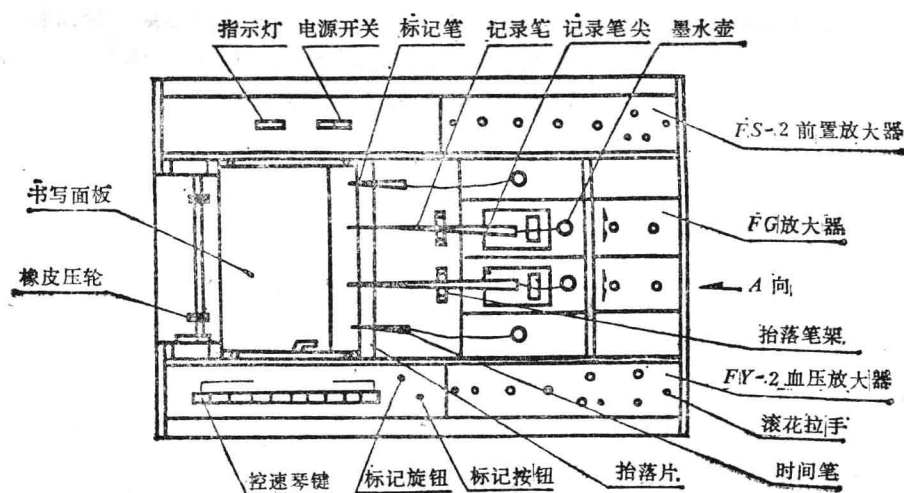


图 1-1-1 LMS-2A型二道生理记录仪面板

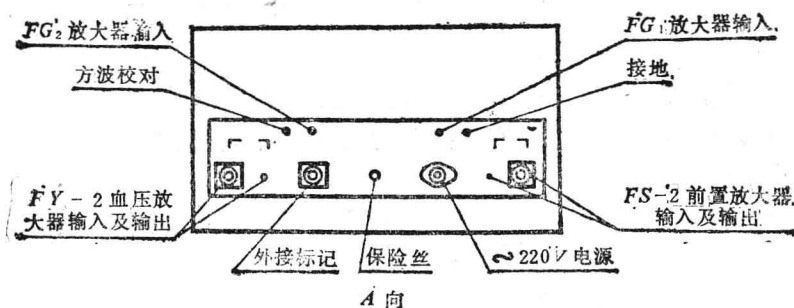


图 1-1-2 LMS-2A型二道生理记录仪侧面板

(一) 描笔记录器部分 主要包括带描笔的电磁振动装置、墨水贮存器、描笔起落机构、书写面板和走纸速度控制等部件。

(二) 放大器部分

1. FG 直流放大器 (后置放大器) 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。

2. FS-2 前置放大器为高输入阻抗、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。

3. FY-2 血压放大器, 与血压换能器配合, 专作血压测量用。

(三) 标记装置 包括时间标记笔与事件标记笔。标记笔可由本机驱动, 亦可由外接信号驱动。

(四) 电源部分 采用 220V 交流电作电源。仪器内具有二次稳压系统。因此, 外界电压变化对其影响较小, 170~250V 均可正常工作。如改接内部电源接线, 可接 $\pm 24V$ 的蓄电池供电。

(五) 换能装置 包括机械-电换能器, 血压换能器等。换能器亦称传感器。

二、仪器的使用操作规程

(一) 仪器通电前的准备工作

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轻上提, 取出机内贮纸轴, 装上记录纸, 放入机内圆孔中, 拉出记录纸引头, 将纸平放书写板上并将板压回水平位置, 放下压纸轮。

4. 注入专用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。

5. 连接好电源线及输入导线。

(二) 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: 将 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各档分别调节“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。

(三) 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, 即可测量心电、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换能器接通, 电极或换能器另一端与动物或标本接通。将前置放大器开关置于“通”的位置, 按需要选择灵敏度、时间常数、滤波等参数, 调节“换能器”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。

(四) 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。

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”开关置于“5”处, 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。

(五) 仪器的信号输出与外接信号输入 本仪器设有前置输入、输出和 FG_1 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描记。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。前置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”位置。

三、注意事项

(一) 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。

(二) 若实验只用一支记录笔, 应将另一记录笔抬起离开纸面。

(三) 本仪器的放大器灵敏度很高, 故记录笔“输出”开关接通前, 一定要使前置放大

器输入端接上换能器或将输入端短接，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。

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

(暨南大学医学院 张希贤)

第二节 RM-6200 型四道生理记录仪

RM-6200 型四道生理记录仪是成都仪器厂与日本光电公司联合生产的精密仪器，是 RM-6000 型的改型产品，具有 RM-6000 型同等的功能。RM-6000 型的插件，均能在 RM-6200 型上使用。而且，RM-6200 型占地面积小，轻便，移动灵活，更适于临床诊断及小型科研教学实验室使用。成都仪器厂已引进成套生产线，实行国产化，各项技术指标均已达到国外先进水平。有力地促进了教学实验的现代化。

一、外型与结构

RM-6200 型四道生理记录仪的外形与结构如图 1-1-3 所示。

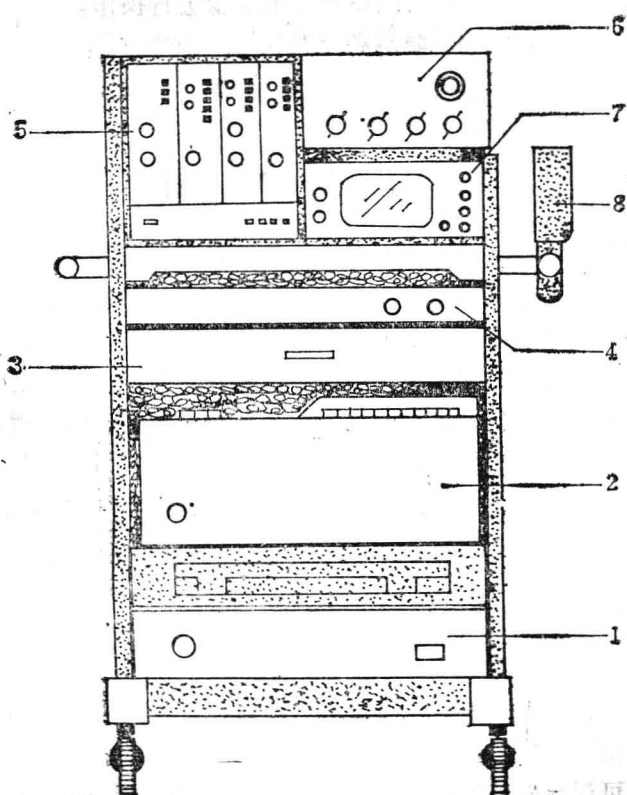


图 1-1-3 RM-6200 型四道生理记录仪外形结构

由1.总电源箱,2.直线墨水式描笔记录器,3.小物件存放抽屉,4.监视通道选择器,5.固定插件箱,6.心电导联选择箱,7.二道示波监示器,8.脑电、心电输入插孔盒等叠合组装在一

小推车上。

二、整机使用

- (一) 开机使用前应接好各部件和整机的电源线，接妥地线。
- (二) 根据测试项目需要，分别将不同功能的四个放大器插件内部开关按说明置于适当位置，并分别插入插件固定箱内。
- (三) 按实验目的将面板各旋钮及连接盒的接线置于适合位置，接好换能器或电极。
- (四) 依先后次序分别打开总电源箱、四道墨水式记录器、插件箱、二道示波监视器的电源后，按说明书进行校准，投入测量。
- (五) 工作完毕后，各放大器灵敏度置于最低档位，关掉记录器各描笔。与开机相反顺序关掉二道示波监视器、插件箱、四道墨水式记录器、总电源箱电源。拔掉电源插头和地线。

三、注意事项

- (一) 在测量过程中注意切勿使记录仪过载以免打坏笔尖。
- (二) 记录测试完毕后应把角铁放在笔尖下，以防墨水在笔尖尖端凝固造成笔尖堵塞。如长期不使用，应将墨水吸尽并将笔尖清洗干净。
- (三) 仪器使用较为复杂，应按说明书规定的步骤进行操作。
- (四) 仪器使用后应放在防潮、防晒和无腐蚀气体的地方。

(第三军医大学 王俊元 罗德成)

第三节 换 能 器

机体的很多机能代谢活动，都以非电能的其他能量形式表现出来。如体温的热能、心音和呼吸运动、肌肉收缩位移或肌张力、心尖搏动、脉搏等机械力以及血管、心腔和颅内压等压力的变化。要将这些非电量信号，用电生理记录仪记录下来，首先需将其转换成电量信号，然后经过放大，才能在电生理记录仪中显示或记录。这种将非电能量信号转换成为电能量信号的装置，统称为换能器。因这种装置能感受各种非电的机能代谢活动，并定量地传递给电生理记录仪，故亦称为传感器。

换能器的种类很多，但在教学实验中最常用的有两种，即压力-电换能器和肌张力（机械-电）换能器。现举例介绍如下。

一、CYSY 型压力换能器

该换能器为我国航空工业部长城科学仪器厂生产，适用于生物科学教学科研实验和医疗检测。可测量动脉血压、心腔内压、静脉血压、颅内压以及其他的体腔压力。灵敏度和精度较高，稳定性较好，使用方便。各项技术指标均已达到国外同类换能器的水平，促进了我国机能实验的现代化，可配国内外各种生理记录仪使用。该换能器加有隔离膜，临床应用安全可靠。

(一) 结构与工作原理 本器件属于非粘贴式弦线式压力换能器。其内部结构（见图 1-1-4）有平膜片与小轴成刚性连接。在小轴正交的两个方向上装有长宝石柱两根，而在内