

精编运动人体科学

实验指南

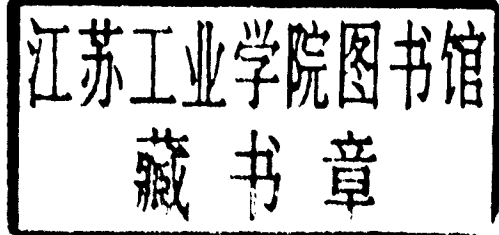
柳爱莲 牛英鹏 主编

河南人民出版社



精编运动人体科学实验指南

主 编 柳爱莲 牛英鹏
副主编 王明献 曹更生



河南人民出版社

主 编 柳爱莲 牛英鹏

副主编 王明献 曹更生

编 者 (以姓氏笔画为序)

牛英鹏 王明献 孙松珍 范 例

柳爱莲 曹更生 崔节荣

图书在版编目(CIP)数据

精编运动人体科学实验指南/柳爱莲,牛英鹏主编. 郑州:
河南人民出版社,2006.12

ISBN 7-215-06111-6

I. 精… II. ①柳…②牛… III. 人体运动—人体学—实验
—高等学校—教材 IV. G804-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 150753 号

河南人民出版社出版发行

(地址:郑州市经五路 66 号 邮政编码:450002 电话:65723341)

新华书店经销

郑州新星印刷实业有限公司印刷

开本 850 毫米×1168 毫米 1/16 印张 14.875

字数 450 千字

2006 年 12 月第 1 版

2006 年 12 月第 1 次印刷

定价:40.00 元

前 言

本书是编者在总结自己多年的教学经验,广泛参阅生物学、医学、运动人体科学等多学科、多版本教材、实验指导等书籍的基础上,为配合体育学各专业、运动人体科学各分支学科(运动解剖学、运动生理学、运动生物化学、体育保健学、运动生物力学、运动遗传学等)教材所编写的实验用教材。内容包括:运动人体科学常用主要仪器设备简介、人体解剖学实验指南、运动生理学实验指南、运动生物化学实验指南、体育运动保健学实验指南、运动遗传学实验指南和现代生物学技术与应用共七章 86 个实验。

本书根据大多数高等院校体育学各专业实验室的现状,参照以往大量实验指导教材,结合当前体育学各专业学生的基本情况及体育学发展状况,经过认真筛选,删去了部分内容和方法较陈旧或不合适的内容,增加了部分先进仪器设备(心肺功能测试系统、运动解析形态、酶标仪、流式细胞仪等)介绍,尤其是现代生物学技术与应用一章,使该书既有较强的可操作性、实用性和经典性,又有一定的先进性、创新性和前瞻性。便于指导实验者独立完成实验,有助于提高学生的综合能力,对拓宽从事体育科研的各级各类人员的研究思路有重要的学术价值和参考价值。

全书共七章 86 个实验,涵盖了运动人体科学各个重要学科及现代生物学技术。其中第一章由崔节荣(河南大学)编写,绪论、第一~四章由牛英鹏(河南大学)、王明献(南阳师范学校)、范例(南阳师范学院)编写,第五章由孙松珍(南阳理工学院)编写,第六、七章由柳爱莲(河南大学)、曹更生(河南大学)编写。全书由柳爱莲、牛英鹏负责统稿。

本书选编的实验可供综合大学、体育院校体育学各专业本专科和研究生使用,也可供生物科学、医学专业的实验课选用,同时也可作为人体科学爱好者的参考书。

由于编者水平有限,书中难免有不足之处,恳请读者指正。

编 者

2006 年 6 月

目 录

绪 论	1
第一章 运动人体科学常用主要仪器设备简介	3
第一节 显微镜	3
第二节 LMS—2B 型二道生理记录仪	5
第三节 RM—6000 型多道生理记录仪	7
第四节 示波器记录系统	9
第五节 刺激器	11
第六节 电脑测试跑台	12
第七节 自行车功率计	14
第八节 心阻抗仪	15
第九节 超声心动仪	15
第十节 心肺功能测试系统	16
第十一节 BIODYNAMICS 身体成分分析仪	21
第十二节 分光光度计	23
第十三节 血乳酸分析仪	26
第十四节 自动生化分析仪	26
第十五节 RT—2100C 多功能自动酶标仪	30
第十六节 流式细胞仪	31
第十七节 运动生物力学解析系统(软件)	33
第二章 人体解剖学实验指南	34
实验 2—1 人体基本结构观察	34
实验 2—2 上肢骨及其连结	35
实验 2—3 下肢骨及其连结	37
实验 2—4 中轴骨及其连结	40
实验 2—5 上肢肌观察	42
实验 2—6 下肢肌观察	44
实验 2—7 躯干肌和头颈肌观察	45
实验 2—8 内脏器官的观察	46
实验 2—9 心血管与调节装置观察	48
实验 2—10 人体形态测量与评价	50
实验 2—11 身体姿势的测量与评价	55

第三章 运动生理学实验指南	59
实验 3—1 动物实验基本操作技术	59
实验 3—2 坐骨神经—腓肠肌标本的制备	64
实验 3—3 神经干动作电位的引导	66
实验 3—4 肌肉的单收缩和强直收缩	67
实验 3—5 人体血细胞的分类及 Hb 含量的测定	68
实验 3—6 人类血型鉴定	71
实验 3—7 人体表面肌电图的描记与观察	72
实验 3—8 人体心电图的描记与分析	74
实验 3—9 人体心输出量的测定	76
实验 3—10 人体动脉血压的测定及其影响因素	79
实验 3—11 运动时最大摄氧量的测定	81
实验 3—12 人视野和视觉深度的测定	82
实验 3—13 前庭功能稳定性的测定	84
实验 3—14 本体感觉功能的评定	86
实验 3—15 身体素质的测量与评价	87
实验 3—16 身体成分的测量与评价	97
实验 3—17 PWC_{170} 实验	101
实验 3—18 Wingate 无氧功率实验	102
实验 3—19 运动性疲劳的判断	104
实验 3—20 训练水平的生理学评定	106
第四章 运动生物化学实验指南	109
实验 4—1 生化实验基本技能操作	109
实验 4—2 全血葡萄糖的测定	110
实验 4—3 超微量全血尿素氮的测定(二乙酰—肟法)	112
实验 4—4 尿蛋白的定量测定	114
实验 4—5 血乳酸的定量测定	116
实验 4—6 尿肌酐的定量测定	118
实验 4—7 血清肌酸激酶的测定	119
实验 4—8 血清睾酮(Testosterone, T)的测定	122
实验 4—9 磷酸原代谢能力的测定	123
实验 4—10 糖酵解代谢能力的测定	124
第五章 体育保健学实验指南	126
实验 5—1 人体一日需热量的测定	126
实验 5—2 止血	127
实验 5—3 包扎	128
实验 5—4 心肺复苏术	130
实验 5—5 肩及肘部运动损伤检查方法	132
实验 5—6 腕、手及腰部运动损伤检查方法	136
实验 5—7 大腿、膝及踝部运动损伤检查方法	139

实验 5—8 按摩的基本手法	142
实验 5—9 穴位按摩	148
实验 5—10 运动与治疗按摩	152
第六章 运动遗传学基础实验指南	157
实验 6—1 有丝分裂中染色体的动态观察	157
实验 6—2 减数分裂中染色体的动态观察	158
实验 6—3 微量全血细胞的培养及染色体标本的制作	159
实验 6—4 人类体细胞染色体核型分析	160
实验 6—5 人体性染色质观察	161
实验 6—6 耳垂血制备染色体 G 显带方法	162
实验 6—7 性染色体长度测量	163
实验 6—8 PTC 尝味实验	164
实验 6—9 谱系调查	164
实验 6—10 皮纹鉴定与选材分析	165
第七章 现代生物学技术及其应用	167
实验 7—1 石蜡切片技术	167
实验 7—2 透射电镜样品的制备	170
实验 7—3 扫描电镜样品的制备	174
实验 7—4 DNA 的制备与分离	176
实验 7—5 原位杂交和免疫组织化学的石蜡切片技术	177
实验 7—6 生物和化学发光测试技术及其应用	179
实验 7—6.1 SOD 活性的测定(邻苯三酚——化学发光体系法)	181
实验 7—6.2 ATP 含量测定(生物化学发光法)	182
实验 7—6.3 细胞化学发光	183
实验 7—6.4 活细胞数的测定	184
实验 7—6.5 NO ⁻ 自由基的发光测定法	186
实验 7—7 酶免疫测试(EIA)技术与应用	187
实验 7—8 血清睾酮的定量测定	191
实验 7—9 聚合酶链式反应(PCR)技术与应用	194
实验 7—10 逆转录酶聚合酶链式反应	204
实验 7—11 流式细胞仪检测技术	206
实验 7—11.1 小鼠胸腺细胞 CD4 及 CD8 分子表达的检测	210
实验 7—11.2 小鼠脾细胞中 T 细胞和 B 细胞的组成检测	210
实验 7—11.3 PI 单染色法	211
实验 7—11.4 Hoechst 33342/PI 双染色法	212
实验 7—11.5 血小板的活化、荧光染色与流式细胞仪分析	212
实验 7—12 细胞因子活性检测	214
实验 7—12.1 IL—1 生物活性检测	214
实验 7—12.2 IL—2 生物活性检测	215
实验 7—12.3 IL—4 生物活性检测	216
实验 7—12.4 IL—8 生物活性检测	217

实验 7—12.5 肿瘤坏死因子生物活性检测	217
附录	219
附录一 多种活动与运动的能量消耗	219
附录二 常用生理盐溶液	228
附录三 人体成分分析报告	229
参考书目	230

绪 论

一、实验课的目的

运动人体科学是体育事业发展的重要基础,各分支学科(运动解剖、运动生理学、运动生物化学、体育保健、运动生物力学、遗传学基础等)的理论和实验研究构成了该基础的两大支柱。实验是研究运动人体科学的基本方法和重要手段。实验课的目的是通过实验使学生逐步掌握人体形态、机能等与运动关系密切的有关指标的测试、评价方法,了解获得知识的科学方法,验证和巩固运动人体各学科的基本理论,培养学生观察、分析、综合、独立思考和解决问题的能力,以及对科学工作的严肃态度、严肃的工作方法和严谨的工作作风,从而为科学地组织体育教学、指导运动训练和全民健身、开展体育科学研究奠定基础。

二、实验课的要求

为了达到实验课的目的,学生必须遵守以下要求:

(一) 实验前

1. 认真预习实验指导,了解本次实验的目的、原理;了解本次实验所需仪器的使用方法、试剂的配制、实验的基本过程和基本操作方法;思考本实验的注意事项、预期结果等。

2. 根据实验内容和要求,复习有关的理论知识,对预期的实验结果、应用与评价等做到心中有数。

(二) 实验中

1. 严格遵守实验室规则,不得违反有关纪律。

2. 按照实验课指导教师的吩咐,进行合理的分组(独立实验除外),组中成员进行分工。严格执行操作规程,不得对实验操作任意改动。

3. 以人体为实验对象且需进行具有一定运动负荷的实验时,必须在确认安全无误的前提下,方可进行实验(如:询问受试者的运动史、既往病史、家族性遗传病等)。受试者出现以下症状之一者,则不能进行有关运动负荷的实验。

(1) 有上呼吸道感染及并发症者。

(2) 让受试者休息 5 分钟后,仍有下列表现时:①心率超过 100 次/分;②收缩压 22.6kpa,舒张压 13.33kpa;③呼吸次数超过 40 次/分;④体温超过 37℃;⑤心电图异常者。

(3) 安静状态下,从卧位站起时,若出现下列症状之一者:①心率减少或增加 20 次/分以上;②舒张压减少或增加 4kpa 以上;③心电图出现异常波形。

4. 进行分组实验时,小组成员一般应分担如下任务:

(1) 组长:负责主持整个实验,检查全部实验装置,监督实验的全过程,不断查看实验进行情况,主持实验结果的讨论。

(2) 副组长:负责实验仪器的借出和归还,监督实验的进行。

(3) 记录员:认真收集原始数据,记录好每步实验的操作、时间、现象或结果等数据资料。

(4) 操作员:原则上,实验的参加者都积极参与实验的具体过程,有些专门的仪器操作要细心、谨慎。

(5) 安全员:认真做好实验中的安全保护工作。

(6)参加实验的每个人都应仔细观察实验过程中出现的现象,随时记录实验结果

(7)及时询问受试者的自我感觉,把握好实验的各个步骤。

(三)实验后

1. 整理实验仪器,所用仪器要擦洗干净,归位,需要干燥处理的仪器,要进行相应的操作以备下次使用。

2. 不得将一些废液随便倒入下水道,以免造成污染。

3. 如有损坏、丢失仪器者,及时报告老师,进行登记处理。

4. 整理实验记录,认真书写、按时上交实验报告。

三、书写实验报告的要求

实验报告是对实验过程及结果的全面总结,因此要认真填写。一般学校应有规范的实验报告格式或专用的实验报告小册子。内容应包括:

① 实验者的姓名、班组、实验日期。

② 实验名称。

③ 实验的目的、原理。

④ 实验对象。

⑤ 实验方法和步骤。

⑥ 实验结果:应将实验过程中所出现或观察到的情况详细、准确、实事求是进行描述;同时给出合理的解释;要对记录数据进行整理、加工、剪贴;认真绘制图、表及曲线等。

⑦ 讨论或分析实验结果:根据已知理论知识对结果进行解释和分析,并指出实验结果的生物学意义;如果出现非预期的现象或结果时,应考虑、分析其可能的原因,并和同学、老师进行讨论分析。

⑧ 结论:实验结论是从实验结果中归纳出的概括性判断,也就是本实验所能验证的概念、原则或理论的简明总结。结论中不要罗列具体结果,更不要出现未能得到充分证据的理论观点。

四 实验室守则

1. 实验前应充分预习实验的内容。

2. 遵守纪律、不迟到、不早退;实验中因故外出要向指导教师请假。

3. 实验时必须服从实验指导老师的指挥,认真进行有关操作,不得进行任何与实验无关的活动。

4. 保持实验室整洁卫生,不需要的物品不要带进实验室。

5. 保持实验室安静,不得大声喧哗而影响他人工作。

6. 运动负荷实验中,不得干扰或暗示受试者。

7. 实验室内各组器材不得与其他组调换、以免混乱;如遇器材损坏和仪器运转不正常时,应及时报告老师进行修理或更换。

8. 凡是与本实验无关的仪器、试剂等一律不准乱动。

9. 爱护公物,注意节约各种实验用品和水电。

10. 实验完毕,应将实验器材、用品和实验台收拾干净、清点清楚,归还原处,不得随意乱放,并清扫地面、关好电源、门窗后方可离开。

第一章 运动人体科学常用主要仪器设备简介

第一节 显微镜

一、概述

显微镜有光学显微镜和电子显微镜,在此介绍光学显微镜。一般光学显微镜是了解人体微细结构的常规仪器,了解和掌握显微镜的结构和使用方法是学习人体形态结构的有效方法之一。通过显微镜可以观察细胞的基本结构和人体各组织、器官的微细结构,使学习者能更直观地掌握人体的结构和功能,对运动解剖学、运动生理学及体育保健学等学科的学习起到促进作用。

二、显微镜的构造

普通光学显微镜是由机械系统、光学系统及光源三部分组成。现以双筒显微镜为例介绍(图 1—1)

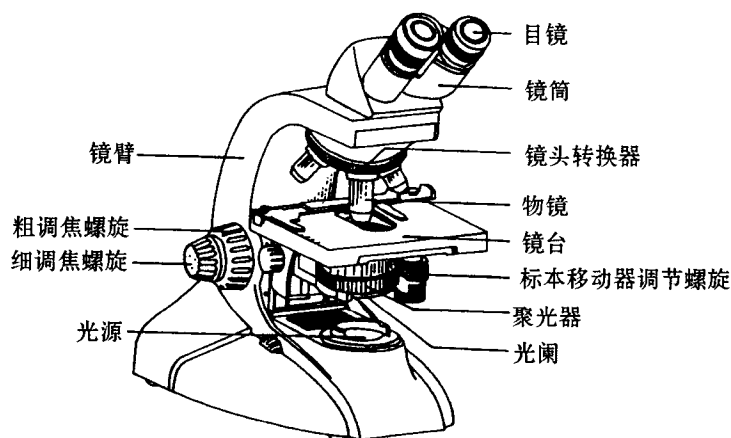


图 1—1 光学显微镜的构造

1. 机械系统。

对光学系统和光源系统起支持和调节作用的结构。包括:

(1) 镜座与镜柱 镜座是显微镜底部的承重部分,可降低显微镜重心,使之不致倾倒。其后方有一直立的短柱即镜柱,它支持着镜台。

(2) 镜臂与镜筒 镜柱以上的斜柄即镜臂,便于手把握。它的顶端安装有镜筒和镜头转换器。镜筒是镜臂前端的两个圆筒,其内安装目镜头。由物镜到目镜的光线便由此通过,调节左右镜筒之间的水平距离,以适应不同观察者两眼的间距,以使左右目镜的视野完全重合。

(3) 镜台与标本移动器 镜台又叫载物台,是放置玻片标本的平台。其中央有一圆孔,为镜台孔,来自下方的光线可由此进入物镜。镜台上装有标本移动器(即推进尺),其上的压片夹用以固定载玻片,镜台右下方有标本移动器调节螺旋,转动螺旋可前后左右移动玻片标本。标本移动器上还带有标尺,可利

用标尺上的刻度寻找和记录所观察标本的位置。

(4) 镜头转换器 镜筒下端一个可放置的圆盘,其上可装置数个物镜镜头,转动转换器可换用不同倍数的物镜。

(5) 调焦螺旋 位于镜柱的左右两侧,有粗、细两个调焦螺旋,能使镜台升降,以调节物镜与所观察标本之间的距离,获得清晰的图像。粗、细调焦螺旋组合在一起,外周粗的螺旋为粗调焦螺旋,其升降距离较大,主要用于寻找目的物。用低倍镜观察标本时,用粗调焦螺旋调焦距。粗调焦螺旋中央、周径较小的是细调焦螺旋,其升降距离较小,能精确地对准焦点,获得更清晰的物像。用高倍镜观察时用细调焦螺旋。

2. 光学系统。

即成像系统,分别由目镜和物镜构成。

(1) 目镜 安装在镜筒上端,其结构是在一个金属圆筒上端装有一块较小的透镜、下端内侧装有一块较大的透镜,其作用是将物镜所放大的物像进行再放大。每台显微镜常备有几个倍数不同的目镜,每个目镜上分别标有 $5\times$ 、 $10\times$ 、 $12.5\times$ 等放大倍数。

(2) 物镜 由数组透镜组成,可放大物体。透镜的直径越小,放大的倍数越高,每台显微镜均备有几个倍数不同的物镜,放大 $40\times$ 以下的为低倍镜,一般有 $4\times$ 、 $10\times$;放大 $40\times$ 以上的为高倍镜,放大 $100\times$ 以上的为油镜。物镜是显微镜获得物像的主要部件,其作用为聚焦来自光源的光线和利用入射光对被观察的物体做第一次放大。

3. 光源系统。

由光源、聚光器和虹彩光圈构成。

(1) 内光源或反光镜 在镜台孔正下方的镜座上有一个内置式电光源,镜座的后侧有电源开关,左侧或右侧有光量调节器,用以调节光线的强弱。旧式显微镜采用外光源,在镜台孔正下方的镜座上有一反光镜,它为一圆形的平、凹双面镜,接受外来光线并将光线反射到聚光器。平面镜反光较弱,用于光线较强的情况;凹面镜反光较强,用于光线较弱的情况。反光镜的方向可以任意转动调节,以选择适合的角度收集来自任何方向的光线。

(2) 聚光器 在镜台孔下方,由 2~3 块凸透镜组成。作用是聚集来自下方的光线,使光线增强,通过镜台孔射入标本上,并使整个物镜的视野均匀受光,以提高物镜的分辨力。

(3) 虹彩光圈 又叫可变光阑。位于聚光器下面,由许多金属片组成。推动操纵光圈的调节杆,就可调节光圈的大小,使上行的光线强弱适宜,便于观察。

三、显微镜的使用方法

(1) 取出显微镜:一手握住镜臂,另一手托住镜座,从柜里轻轻取出,置于实验台上。

(2) 使用前准备:揭下防尘罩,放入抽屉内。插上电源,打开开关。

(3) 对光:用物镜转换器将 $10\times$ 物镜对准聚光器中心,再用手拉动目镜筒滑板,使双眼的视野重合在一起。

(4) 放置标本:将所要观察的标本由切片盒内取出,按顺序摆放在切片盒盖上左侧。取一张切片,先肉眼观察组织切片的外形、大小、颜色及盖片有无破损,然后盖片朝上把切片平放在载物台上,用切片夹固定好。转动载物台下方的两个旋钮,使切片上组织标本的部位对准聚光器中心,以便进行观察。

(5) 低倍镜观察:慢慢转动粗螺旋使低倍镜头与标本相距 0.5cm 左右,然后用双眼在目镜处观察,用手转动粗螺旋使载物台慢慢向下移动,直到视野内物像清晰为止。低倍镜主要用于观察组织、器官的基本结构,要注意观察标本的全貌。

(6) 高倍镜观察:首先在低倍镜下把要观察的部分移至视野中央,然后用物镜转换器转换 $40\times$ 镜头,再适当调节细螺旋使物像清晰。

在高倍镜下,将玻片中的被检物按从上到下、从左到右的顺序移动、观察一遍,再由低倍镜转高倍镜

反复观察几次,以熟练高倍镜的使用。

(7) 观察后的处理:将切片标本取下,按编号放回盒内,叉开物镜镜头,下降载物台,关闭电源开关。拔下电源插头,整理好导线,放在显微镜的右侧。套上防尘罩,把显微镜放回柜中。在登记本上填写使用情况。

一般情况下,用高倍镜观察即可,若有必要,可再换用油镜观察。

油镜观察方法:

转动粗调焦螺旋,使物镜与镜台保持一定距离。滴 1 滴香柏油于玻片标本待观察的区域上,将油镜头转至工作位置,眼睛从侧面注视,转动粗调焦螺旋,直至油镜头浸没于香柏油内,几乎与载玻片相接触,但不能相碰。然后从目镜中观察,用粗调焦螺旋极其缓慢地向上调节至出现物像为止。再用细调焦螺旋调至物像清晰,此时还应适当增加光的亮度。如果镜头已提出香柏油而尚未见到物像时,应按上述过程重复操作。使用完毕,将镜头从香柏油中脱离,取下玻片,用擦镜纸擦去镜头和玻片上的香柏油,再用擦镜纸蘸少许二甲苯擦拭镜头上的油迹,然后用干净擦拭纸擦去镜头上残留的二甲苯。二甲苯用量不宜过多,擦拭时间应短。

第二节 LMS—2B 型二道生理记录仪

一、概述

人体运动系统、心血管系统、呼吸系统等生理指标的测定,是实验课最基础的内容。LMS—2B 型二道生理记录仪是一种墨水描笔式直线记录仪,配合仪器附加的换能器和电极,可测量和记录肌肉舒缩、血压变化、呼吸运动以及心电的变化等。

二、仪器的结构与工作原理

该仪器结构采用插件式,可根据记录指标更换相应的插件。

1. 电源部分:采用 220V 交流电作电源,仪器电源具有二次稳压系统,因而外界电压变化对其影响较小(170~250V 正常工作)。也可接 ± 24 伏的蓄电池供电(需改内部电源接线)。

2. 放大器部分:包括 FG 直流放大器、FD—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。FD—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。FY—2 血压放大器与血压换能器配合,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,描记所放大的生理指标;上下两支短笔分别为标记笔和计时笔,短笔由本机驱动,亦可由外接信号驱动。

三、使用方法

1. 仪器通电前的操作:将仪器的电源开关、两个后级(FG 直流放大器)的“通”、“断”开关和前级(FY—2、FD—2)的测量开关及输出开关,置于“关”或“断”状态;按下控制纸速的“停”键,将前级(FD—2、FY—2)的灵敏度波段开关置于各自的最低挡(500my/cm、12kPa/cm)。检查电源零线是否可靠接地。

2. 安装好记录纸及墨水。

3. 测试前的操作:(1)接通电源,指示灯亮,放下抬落笔架,使记录笔尖正好接触在纸面上。(2)选择适当的走纸速度。(3)确定时间标和标记笔。(4)将 FY—2 的输出开关置于“断”,将 FD—2 插件抽出(或将二芯的后级输入电缆插入该 FG 放大器的 FG 输入插孔),这样便将前级(FY—2、FD—2)与它们相应的后级(FG 直流放大器)从电路上分割开了,前级的零位就不会影响后级。此时分别旋转两个后级

(FG 直流放大器)的零位旋钮,将笔尖调到记录纸上各自的中心线上,按 FG 校对(0.5V)按钮,便可得 10mm 的方波图形。零位调好后,就可将 FY—2 的输出开关置于“通”,恢复 FD—2 的位置(或抽出后级的输入电缆)再分别调前级(此时 FD—2, FY—2 的“测量”均应置于“断”)零位旋钮,确定零位。

4. FD—2 多功能放大器的使用调整:FD—2 多功能放大器是一个高阻抗、低噪音、高灵敏度的双端(亦可单端)输入的生物电测量前置放大器,配合不同的电极或换能器,可测量心电、脑电等生物电信号,配合换能器还可测量呼吸、肌肉收缩等多种生理现象。以上各波形还可以通过仪器“前级输出”插孔,接到示波器或计算机上直接进行观察,该放大器的“直流平衡”与“调零”均可控制记录笔的零位,但“直流平衡”主要是使输入接地时第一级运算放大器的输出为零,以保证灵敏度开关换挡时基线不变。

FD—2 的“直流平衡”调整方法如下:后级、前级零位已调好,前级 FD—2 测量开关仍处于“断”的状态,按下“50Hz 抑制”键,将灵敏度开关置于最低挡,“调零”旋钮定零位后,再将灵敏度开关置于最高位(“0.02”)挡,调“直流平衡”使笔尖保持刚才的零位,如此反复二、三次,灵敏度开关换挡时,基线位置不再改变,“直流平衡”便调好了,测试中不得再动“直流平衡”。放大器的高频特性,由“滤波”旋钮控制。低频特性由“时间常数”旋钮控制,分 DC(直流),2s、0.2s、0.02s、0.002s 五栏,视被测信号的不同选择合适的挡级。若不记录被测信号的直流成分时,应采用时间常数 2s、0.2s、0.02s、0.002s 各挡。

5. FY—2 血压放大器的使用:“直流平衡”意义及调整方法均与“FD—2”一样,放大器的灵敏度由“灵敏度”开关控制,可选择 12kPa/cm、6kPa/cm、2.4kPa/cm、1.2kPa/cm、0.6kPa/cm(分别约为 90mmHg/cm、45mmHg/cm、18mmHg/cm、9mmHg/cm、4.5mmHg/cm)。内部提供 12kPa 和 1.2kPa 校正信号,改变 12kPa 和 1.2kPa 的校正信号大小可通过前级转换盒调节插件盖板上标记处电位器来实现,这是在对血压换能器进行灵敏度校正之后进行的,放大器灵敏度校正好后,一般不再调节。

血压的测定:在测量之前,先将血压放大器的“灵敏度”进行校正,校正时,血压计、换能器、记录仪连接如下:(图 1—2)

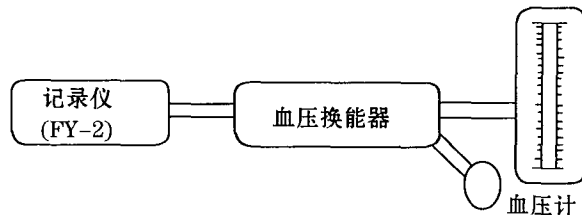


图 1—2 血压换能器

连接后,加压调节 FY—2 放大器“灵敏度”的内部微调电位器,使检压计上的值与记录笔上移的格数所代表的压力值相同,重复二次便校正完毕。血压“灵敏度”的校正,在仪器出厂时已校准。测量血压时,被测体、三通、换能器、记录仪的连接如(图 1—3)

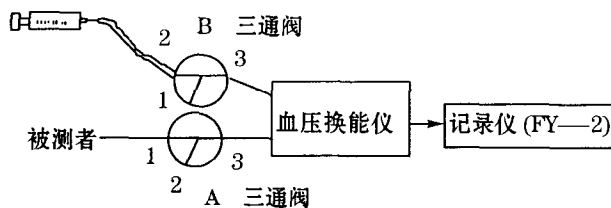


图 1—3 血压测量时三通、换能器、记录仪等装置的连接

在血压换能器压力仓上的两嘴装上两个三通阀 A 和 B,将 A 和 B 的开关均置于 2,用注射器将抗凝的流体注入,待完全排出换能器和插管中的空气后,将三通阀 B 置于不通(1 位或 OFF),再将充满流体的插管插入欲测部位即可。测试完后,先关 FY—2 的“测量”开关,纸速置于“停”挡,再关“输出”开关,再调 FG 放大器零位,使记录笔尖处于中心线上,关 FG 输出,关闭仪器电源。

四、注意事项

1. 记录仪第一次使用时应调整量程。如有偏差,则在调零后输入与量程某一刻度相等的标准电压,再通过调节微调电位器,至记录纸满刻度为止。
2. 因放大器具有较高的灵敏度,FD—2 和 FY—2 的“测量”开关接通以前,一定要使前级放大器输入端接上换能器,或仔细检查连线是否正确,且最好使“灵敏度”开关置于最低挡,然后逐挡提高转至所需要的挡,否则因干扰信号的输入会使记录描笔偏乱而损坏笔杆。在接换能器时,应关掉 FG 放大器。
3. 若在使用 FD—2 或 FY—2 较高灵敏度时,可能出现 50Hz 交流干扰,这时可将“50Hz 抑制”键按下,以减少其影响。
4. 改变换能器输出线与记录仪的输入线的连接可改变曲线的上下方向。
5. 记录暂停时,应同时关闭记录开关和走纸开关,若仅关闭走纸开关,则因描笔在同一位置反复描记,可将记录纸拉毛或划破,阻塞笔尖。
6. 试验结束后,将各种开关均置于“断”位置,于描笔尖下置一小块橡皮,以免笔尖墨水干涸而造成阻塞。仪器较长时间不用时,应将恒压墨水瓶连同供液管道和描笔洗净。并将压纸轮抬起套上仪器防护罩。

第三节 RM—6000 型多道生理记录仪

一、概述

RM—6000 多道仪是由日本光电公司设计生产的一种生理记录装置,可以测量、监视和记录心电、脑电、肌张力、血压、心音、阻抗等多种信号,放大器部分采用插件方式,可根据需要选择放大器,同时可以记录 4 道(或 8 道)生物电信号。更换插件和传感器,可以扩大用途。

二、仪器的基本结构

仪器由框架、电源、多道放大器插箱、示波器和记录仪组成。

1. 框架及电源部分:本仪器的整体框架类似一推车,下面有 4 个轮子,所有的部件均装在推车上,移动起来十分方便。电源总开关设在最低层,并有指示灯,此开关控制各部件的电源,只有接通此开关,其他各部件电源方能启动。车的背后有总电源插座、保险丝座和地线接线柱。

2. 放大器插件箱和插件:RM—6000 多道仪的放大器插槽共有 8 个,同时可放大 8 个生物电信号,插件(即放大器)共有 30 余种。包括各种放大器和信号处理器,可根据所测生理指标选用适当的插件。其中最常用者为生物电放大器(AB—621)、载波放大器(AP—621)、心电放大器(AC—621)等。

3. 监视示波器:RM—6000 监视示波器采用长余辉橙色滤光屏型,共有 4 道扫描线,可根据需要调节与放大器的对照关系。示波器扫描速度为 1、2.5、5 和 10 DIV/Sec,辉度、聚焦、X 轴位移、Y 轴位移都可调,并有一定信号放大能力。

4. 记录器部分:RM—6000 多道仪采用 4 道(8 道)墨水描笔记录器,描笔运动为直线,共有描笔五支(4 道)或九支(8 道),第一支笔为时标或记号标,其余的笔为信号记录用。描笔所记录的信号与示波器扫描线一致,但示波器的扫描速度与记录器的走纸速度可分别任意调节。记录器的走纸速度从 1mm/min 到 200mm/sec,共 16 挡可调。

三、使用方法

(1)开机前检查 检查仪器总电源开关、VC—监视示波器、放大器箱、记录系统电源开关与仪器接地情况,实验需要的换能器、放大器是否齐备,各相关放大器的盒内连接是否正确(由技术员专门负责)。

检查描记装置:记录纸、墨水和描记笔。

(2)实验前的准备 打开电源总开关,指示灯亮,自上而下开通各分电源开关,常规检查记录部分(走纸开关、零线或基线等)。放大器的测量:各换能器与动物(或标本)按规定连接备用。按下各放大器测量按钮,信号经放大器处理输出,先从监视示波器上观察波形,如波形正常则启动描记装置记录实验各阶段的结果。

实验结束操作 实验结束,关闭各放大器的测量按钮,并将灵敏度调至最低。由各分开关到总开关依次关闭电源。处理实验结果及清洁仪器。

四导生理记录仪的常用操作应用举例

1. 动脉血压的描记。

(1)选用载波放大器 AP—601G。平均动脉压可通过接线盒内的导线连接到另一放大器上显示。

(2)血压换能器的使用:血压的变化是通过插入的动脉插管的液体传导入换能器的内腔作用于压力感应膜(片)上的。所以实验前必须灌注含抗凝血剂的液体,用液体排空血压换能器及其动脉插管中的气体。排气的方法是:血压换能器上有一直一斜两个三通管接口,动脉插管固定在直的一侧。操作者必须清楚三通管旋钮三个方向开(ON)和关(OFF)的位置。动脉插管端向上,两接口三通均开,从斜接口端三通口插入装有抗凝剂的注射器,将注射器内的生理盐水缓缓向血压换能器内注入,把管腔内的全部气体向动脉插管口排出,使血压换能器和全部管道内无气泡。按住斜接口端三通口的另一出口,旋钮将三通管通向压力换能器的方向关闭(以防止气体从此开口再进入)。注意:在排除血压换能器内的气体时,动脉插管端三通管必须与外界相通;注入液体要缓慢以免压力负荷过高而损坏压力换能器(参看图1—2)。

(3)血压放大器的使用:使用前先准备好换能器,然后进行以下调定,此时放大器按钮置“OFF”。

零点(平衡)调节:血压放大器指示灯为红色,使血压换能器的插管通大气,按该平衡按钮(BAL),放大器的指示灯由红色变绿色,放大器已将换能器的压力默认为零血压。在记录过程中,不能随意按此平衡按钮,以免仪器重新置零点。如果测定时出现零点重置时,继续实验则无意义。应重新进行测定。

定标和灵敏度选择等:定标按钮(CAL)按下后,内标电压输出(显示器显示),记录笔应记录20 mm幅度的放大,如不在20 mm,请技术员通过灵敏度旋钮(SENSITIVITY)中心的微调进行校正调节。灵敏度按钮在1~2 mmHg范围内选择,选定值记录纸上为1 cm。一般动物血压约120 mmHg,所以宜选100 mmHg或50 mmHg(13.3或6.65千帕)/DIV。波形开关:在DIRECT状态可测量瞬时血压;在MEAN状态时则可测量平均血压的变化。

2. 心率。

心率的记录可选用心率计数器 AT—601G。用动脉脉搏或心电 R 波触发以记录之。

心率计数器的使用:

使用心率计数器时,将放大器按钮置“OFF”。按被测动物的心跳频率,可设定上限(UPPER)和下限(LOWER)警报数。按下上限警报钮(UP)或下限警报钮(LO),调节 UPPER 或 LOWER 旋钮,即可分别设定上限或下限的心跳警报数。选择合适的灵敏度,一般选100 beat/min。接连接盒的 CAL 钮,此时心率计数器可显示100,记录仪可偏转10 mm(灵敏度为100时)。

3. 血流量。

记录动脉血流量——选用电磁血流量计。把电磁流量计的输出线接于四导生理记录仪的资料记录连接板的第四导输入插口上,并按下其按钮,这样,电磁血流量计的信号才能输入到四导仪上显示并在笔写记录仪上记录出来。

第四节 示波器记录系统

一、GOS—625 读出示波器

(一) 概述

示波器是电生理实验中的基本仪器之一,在生理实验课中主要用来观察和记录各种生物电波形及其他电信号,它是无惰性的生理记录仪。因结构比较复杂,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像显示和测量工作。

(二) 结构及功能

1. 功能:利用示波管将需要观测的电信号转换成与其成正比的示波管光点在垂直方向上位置的变化,并在水平方向输入与时间成线性变化的扫描(如锯齿波)电压,将被测信号均匀显示在示波器的荧光屏上。

2. 电路组成:X、Y轴放大,扫描电路,示波管电路,电源五大部分。

3. 示波管部分:供电后可见示波管上光点由弱到强约需数分钟,其亮度由“辉度”旋钮控制,大小由上下线的“聚焦”旋钮控制,另有一“标尺亮度”控制标尺亮度。

(三) 使用方法和各旋钮的功能

1. 机器(GOS—625 示波器)的前面板及各旋钮的功能:

GOS—625 示波器前面板分为4大部分:示波管(荧光屏)及其控制旋钮;Y轴输入部分;X轴时基扫描部分;光标读出测量部分。

荧光屏控制旋钮 POWER:电源开关。

INTEN 旋钮:控制扫描线的亮度。

FOCUS 旋钮:扫描线的聚焦,根据需要控制扫描线的粗细及清楚程度。

ILLUM 旋钮:标尺亮度调节。

Y轴输入放大部分:双道输入。CH1 与 CH2 完全一致。POSITION:控制扫描线上下位置。AC、GND、DC 键:选择输入方式。AC:交流;GND:接地;DC:直流输入。VOLTS/DIV 旋钮:Y轴灵敏度,若中间旋钮拔出则灵敏度值 $\times 5$;CH1 $\times$:输入信号连接处。VERT、MODE 选择键:选择扫描线方式;CH1 上线单一扫描;CH2:下线单一扫描;DUAL:双线同时扫描;ADD:双线叠加扫描。

X轴时基扫描部分:SWEEP MODE:扫描触发方式;SINGLE:单一触发,按一次触发一次;NORM:正常触发,可接外触发;AUTO:自动触发。SLOPE:控制触发方向;COU·PLING:选择触发方式。SOURCE:选择触发源;EXT:外触发。TIME/DIV:扫描速度控制。

光标读出测量部分 ON/OFF:光标使用开关。TRACK REF— Δ :光标移动选择,另外4个方向键可移动光标位置,使用此部分可测出Y轴和X轴上两点光标的数值,自动显示。

2. 使用方法:

(1)接好电源线和地线后,开机、预热3分钟,顺时针方向旋钮“辉度”钮,直至有扫描线显示,适当调节上、下Y轴“移位”,可同时得到两根扫描线。调节聚焦使扫描线清晰。

(2)连接输入线,选择扫描方式,选择信号输入方式(AC、DC),适当调节Y轴灵敏度,选择适当的扫描速度,确定触发方向,若选用外触发,则连线后调节同步,这样可在荧光屏上观察到输入的信号。

(3)信号的测量,利用读出光标可对信号进行测量。

(四) 注意事项

1. 电源切断后,不能马上再开启电源,至少要等3分钟以后才能重新接通电源,否则易将仪器内部元件损坏。

2. 使用时应注意辉度适中,不宜过亮亦不可长时间使光点停留在屏幕同一地方。