

北京体育大学出版社



# 实用运动生理实验

王瑞元 熊开宇 编著

4.3

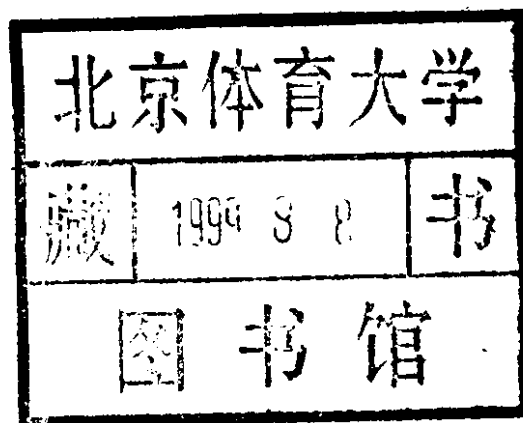
G804.3  
89

396831

# 实用运动生理实验

王瑞元 熊开宇 编著

Ty17/27



北体大 B00074988

北京体育大学出版社

责任编辑:张义霄 审稿编辑:宇 奕

责任校对:古 稀 插 图:王幼良

责任印制:长 立 张玉萍

### 图书在版编目(CIP)数据

实用运动生理实验/王瑞元,熊开宇编著. —北京:北京体育大学出版社,1997.5

ISBN 7-81051-105-X

I. 实… II. ①王… ②熊… III. 运动生理-实验 IV. G804.2-33

中国版本图书馆CIP数据核字(96)第19188号

实用运动生理实验

王瑞元 熊开宇 编著

北京体育大学出版社出版发行  
(北京西郊圆明园东路 邮编:100084)

新华书店总店北京发行所经销  
北京语言学院出版社印刷厂印刷

开本:850×1168毫米 1/32  
1997年5月第1版

印张:6  
1997年5月第1次印刷

定价:5.90元  
印数:2000册

ISBN 7-81051-105-X/G·91  
(本书因装订质量不合格本社发行部负责调换)

# 前 言

人体生理学和运动生理学课程主要由理论教学和实验教学两部分组成。理论教学主要是通过各种教学方法把理论知识传授给学生。实验教学则是培养学生的实际操作能力,验证已学过的理论知识,掌握基本的科学研究方法,提高理论联系实际的能力。因而对学生学习人体生理学和运动生理学以及今后的科学研究工作具有重要意义。

在本书的编写过程中,根据实际情况,考虑到实验设备不足是目前体育院校实验课教学中普遍存在的问题,以及现代科学发展的需要,在实验内容的按排上,留有较大的可供选择的余地。另外,对一些传统的实验方法进行了改革,应用了新的实验仪器,采用了新的实验方法。对一些旧的实验指标也进行了筛选。使所开设的实验课程更能符合时代发展的需要。

本书共分9章,包括:常用实验仪器介绍;骨骼肌机能的测试与评定;神经系统机能的测试与评定;感觉机能的测试与评定;心血管系统的机能测试与评定;呼吸机能的测试与评定;能量代谢及排泄机能的测试与评定;有氧耐力的测试与评定;身体素质的测试与评定。全书由48个实验组成,主要是《实用运动生理学》一书的实验课配套教材,内容包括运动生理学实验和部分人体生理学实验。其中人体生理学实验内容是供体育生物科学系学生上人体生

理实验课时使用,运动生理学实验内容则作为《实用运动生理学》的配套教材,供学生上运动生理学实验课时使用。也可作为体育院校、高等师范院校体育系学生人体生理学和运动生理学实验的参考教材。

书中有不当之处,敬请读者批评指正。

编著者

1996年6月于北京

# 目 录

.....

<b>实验须知</b> .....	(1)
<b>第一章 常用实验仪器介绍</b> .....	(4)
<b>第二章 骨骼肌机能的测试与评定</b> .....	(10)
实验一 坐骨神经-腓肠肌标本的制备 .....	(10)
实验二 骨骼肌单收缩分析 .....	(16)
实验三 骨骼肌的收缩总和 .....	(18)
实验四 不完全强直收缩和完全强直收缩 .....	(19)
实验五 肌肉的阈收缩、阈上收缩与最大收缩.....	(21)
实验六 蟾蜍腓肠肌疲劳曲线的观察 .....	(22)
实验七 运动员肌肉收缩速度(动作)的测定 .....	(24)
实验八 肌肉收缩频率(动作频率)的测定 .....	(25)
实验九 应用肌电图分析技术动作 .....	(27)
实验十 负荷对骨骼肌收缩速度的影响 .....	(29)
<b>第三章 神经系统及感觉机能的测试与评定</b> .....	(31)
实验十一 反射时的测定 .....	(31)
实验十二 反射弧分析 .....	(33)
实验十三 谢切诺夫抑制和脊髓反射的外周抑制 .....	(34)
实验十四 交互抑制 .....	(36)
实验十五 小白鼠脊髓半横切观察 .....	(37)
实验十六 去大脑僵直 .....	(39)

实验十七	大脑皮层运动区的刺激效应 .....	(41)
实验十八	声光反应时的测定 .....	(42)
一、	光反应时测定 .....	(43)
二、	声反应时测定 .....	(43)
实验十九	神经类型的测定 .....	(44)
一、	80.8 神经类型测验法 .....	(44)
二、	安菲莫夫矫正法 .....	(52)
实验二十	视觉—运动条件反射潜伏期的测定 .....	(56)
实验二十一	神经干动作电位的测定 .....	(58)
实验二十二	神经冲动传导速度的测定 .....	(62)
实验二十三	大脑皮层的诱发电位 .....	(63)
<b>第四章</b>	<b>感觉机能的测试与评定 .....</b>	<b>(66)</b>
实验二十四	动物(蟾蜍、鸽子、豚鼠)一侧迷路破坏的效应 .....	(66)
一、	蟾蜍一侧迷路的破坏 .....	(66)
二、	鸽子一侧迷路破坏的效应 .....	(67)
三、	豚鼠一侧迷路的破坏 .....	(68)
实验二十五	视觉机能的测定 .....	(69)
一、	视野的测定 .....	(69)
二、	视敏度测定 .....	(72)
三、	眼肌平衡测定法 .....	(73)
实验二十六	前庭机能的测定 .....	(76)
一、	植物性反应的测定与观察 .....	(78)
二、	躯体性反应的观察 .....	(81)
实验二十七	视网膜电图 .....	(82)

实验二十八 耳蜗电位的引导 .....	(84)
<b>第五章 心血管机能测试与评定 .....</b>	<b>(87)</b>
实验二十九 蟾蜍心搏过程的观察与描记 .....	(87)
实验三十 蟾蜍心室的期外收缩与代偿间歇 .....	(90)
实验三十一 蟾蜍心脏的神经支配 .....	(91)
实验三十二 兔动脉血压的测定及其影响因素的观察 ...	(93)
实验三十三 安静时与运动后动脉血压和脉搏的测定 ...	(98)
一、安静时脉搏和动脉血压的测量方法 .....	(100)
二、运动前后脉搏和血压的测定 .....	(101)
实验三十四 血红蛋白的测定 .....	(103)
实验三十五 血型的测定方法 .....	(107)
实验三十六 容积导体的导电规律 .....	(110)
实验三十七 心电图记录 .....	(112)
<b>第六章 呼吸机能测定 .....</b>	<b>(115)</b>
实验三十八 呼吸运动的调节 .....	(115)
实验三十九 肺通气功能的测定 .....	(118)
一、肺功能计的构造和使用方法 .....	(119)
二、测量肺活量 .....	(119)
三、时间肺活量的测定 .....	(120)
四、最大通气量的测定 .....	(121)
<b>第七章 消化、排泄及能量代谢的机能测试 .....</b>	<b>(122)</b>
实验四十 离体小肠平滑肌的生理特性 .....	(122)
实验四十一 在体胃肠运动的神经与体液调节 .....	(124)
实验四十二 影响尿生成的若干因素 .....	(125)
实验四十三 胰岛素休克 .....	(127)



实验四十四 运动时的能量消耗与机械效率的测定·····	(128)
<b>第八章 有氧耐力的测试与评定</b> ·····	<b>(133)</b>
实验四十五 最大摄氧量的测定·····	(133)
一、最大摄氧量的直接测定法·····	(133)
二、最大摄氧量的间接推测法·····	(135)
(一) Astrand-Ryhniy 方法·····	(135)
(二) 俄亥俄台阶试验(ohio step test)(适用于男受试者)···	(143)
(三) 奎因台阶试验(Queens Step Test)(适用于女受试者)	
·····	(145)
实验四十六 PWC170 机能测验·····	(145)
<b>第九章 身体素质的测试与评定</b> ·····	<b>(151)</b>
实验四十七 身体素质的测试与评定·····	(151)
一、无氧功率的测定·····	(151)
二、测定肌肉力量的简易方法·····	(153)
三、测定灵敏素质的简易方法·····	(155)
四、测定柔韧素质的简易方法·····	(158)
五、测定平衡能力的简易方法·····	(159)
六、测定协调的简易方法·····	(160)
七、填表与评定测试结果及撰写实验报告·····	(161)
实验四十八 疲劳的简易测定法·····	(163)
一、用肌力来判断疲劳·····	(163)
二、神经系统机能·····	(164)
三、感觉机能·····	(165)
四、时间再生法·····	(166)
五、询问表格法—询问疲劳的主观症状·····	(167)

# 实验须知



## 一、实验室要求

(一) 准时进入实验室,不迟到早退。

(二) 与实验无关的物品不得带入实验室。

(三) 保持实验室安静,严禁说笑、打闹。

(四) 药品及其它消耗物资应按需要量取用,避免浪费。

(五) 常用的仪器及实验用品,在上课时一次领取,下课时如数交回。

(六) 精密仪器的使用应严格按操作规程进行,严禁违章操作。

(七) 凡未经允许由学生操作的仪器,一律不得随意动用,以免造成损坏。

(八) 玻璃器皿用完后要洗净,手术器械用完后要洗净擦干,防止生锈。

(九) 一切仪器用品均不得随意携带出实验室,所有公用物品用后应立即归还原处,以免影响其它组使用。

(十) 实验完毕,处理好实验动物,整理好实验用品。最后检查水、电、门窗是否关好后,方能离开实验室。

(十一) 注意实验室清洁卫生。学生建立值日生制度,负责清扫实验室。

## 二、实验课的要求

(一)实验前应预习好实验指导和讲义以及有关理论,充分做好准备工作,必要时可在实验室先熟悉仪器。

(二)预测该实验的各个步骤应得出的结果,并估计实验中可能发生的问题。

(三)实验时听从教师指导,按实验指导进行操作。同时还要积极进行思考,理解各项操作步骤的要点及其意义。并做到专心、细心、耐心和分工明确,有条不紊。

(四)在实验过程中,观察要认真仔细。对许多现象的观察不仅要看到量的变化,而且还要看到质的变化。还要注意各种现象发生的时间关系。要认真分析反应中的因果关系,以及刺激因素和实验条件在形成某种反应中的作用。

(五)在实验过程中要认真、仔细地进行实验记录。

(六)每次实验后,要整理实验记录,作出实验结论,按要求完成实验报告。

## 三、实验记录的要求

实验记录是科学研究工作和实验教学的一项主要内容,是分析实验结果和作出结论的依据。同时,也为下一步实验或研究工作提供资料。因此实验记录必须做到书写清楚整洁,数据真实、确切、完整。

(一)记录实验日期、气温等事项。

(二)记录实验题目。题目要求具体、简洁、鲜明,而且能概括地表达实验内容。

(三)记录实验目的。这有助于了解实验者对本实验的目的和意义的理解程度。

(四)记录实验步骤。实验步骤要记录清楚、简明扼要。一般要

求写明实验方法、实验仪器、仪器的精确程度、实验对象(包括人和动物)的性别、年龄、体重等基本情况。

(五)记录实验数据。实验数据尽量采用表格方式,数字的记录要准确完整,并注意有效数字的取舍。

(六)记录实验中的意外现象。每次实验都要仔细观察,并将所观察到的现象加以记录。不要把有意义的现象从眼前放过去。实验过程中出现的反常现象可能是很有意义的,所以不能遗漏实验中的反常现象,即便是细微之处也不能漏过。

(七)实验记录要求实事求是,不得弄虚作假。

#### 四、实验报告的要求

(一)实验报告字迹要清楚。

(二)记录应是原始数据。

(三)要求把实验所得结果与理论相联系,分析解释结果产生的原因并得出自己的见解。

(四)实验报告须经教师通过,凡不符合要求的报告应按教师指点,进行修改或重写。

(五)每次实验都要按时完成实验报告。

# 第一章 常用实验仪器介绍

---

## 一、传感器(换能器)

在生理实验中,有一些非电物理量(如拉力、压力、声音等)需要转变为电流、电压等电信号才能进行测试分析。传感器就是将非电物理量转变为电信号的装置。一些非电物理量经过传感器转换为电信号后,经过放大器放大,然后可传送给示波器和记录仪进行显示和记录。也可经过计算机采样,将模拟信号转变为数字信号,并进行数据存储、处理等。

生理实验中常用的传感器有,压力传感器、拉力传感器和声音传感器等。

### (一)拉力传感器

拉力传感器一般采用弹性较好的铍青铜合金作为应变感应元件——悬梁臂。两组应变片( $R_1R_2$  及  $R_3R_4$ )分别贴在悬梁臂的两侧。两组应变片和一个可变电位器以及电源组成电桥——惠斯登电桥。(图 1—1)当有外力作用于悬臂梁时,应变片一组受拉,另一组受压,因而使电桥失去平衡。电桥失去平衡后,输出电压就会发生变化。此变化经过放大器放大后,可通过示波器显示和记录仪记录。

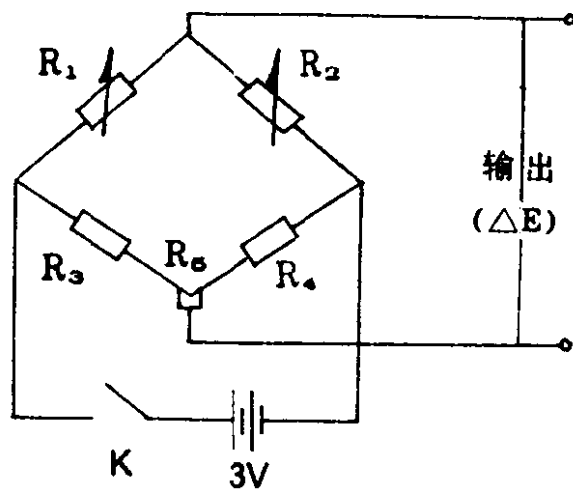


图 1—1 电桥示意图

拉力传感器的测力范围不同。在实验中应根据实验对象的力量大小,选择合适的拉力传感器。

实验时将肌肉拉力连线与拉力传感器的弹性悬梁臂相连,传感器的输出端同放大器的输入端相连,再将放大器的输出端同示波器和记录仪的输入端相连。即可进行实验观察和记录。

## (二)压力传感器

利用压力传感器可测量血压变化。压力传感器的应变片贴在一个弹性扁管上。传感器的头端有两个突出的小孔,其中一个接血管导管,为压力传送小孔;另一个为排气小孔。透明的封闭罩内充满了液态石蜡油。封闭罩内的残气排尽后排气小孔关闭。当压力传送小孔与血管接通时,压力通过液体传到弹性扁管,使应变片变形而造成电桥失去平衡,此时就会有电压变化。压力变化就转变为电压变化。

在实验时首先将压力传感器调至平衡状态,并将动脉套管与传感器接通,然后将其输出端同二导记录仪的血压放大器的输入

端相连。这样就可进行观察与记录了。

## 二、生物放大器

生物电信号不同于一般的电信号,其特点有:(一)一般信号很弱,用毫伏甚至微伏级进行计量;(二)信号源内阻大;(三)有的电位频率特性高(例如动作电位)。因此,必须选用高增益、高输入阻抗、低噪声、差分比大和稳定性好的放大器对生物电信号进行放大后,才能进行观察与记录。

通常的生物放大器由前置放大器和功率放大器组成。前置放大器的作用是将微弱生物电信号进行初级放大,然后再传送给功率放大器。功率放大器是将前置放大器传送的信号再进行放大,并使其达到一定的功率驱动记录仪进行记录。

生物放大器有多种多样。在实验中可根据需要进行选择。在使用时应认真仔细地阅读仪器说明书。

## 三、记录仪

在生理实验中常用的记录仪为二导生理记录仪(图 1—2)。目前生理实验专用记录仪都带有生物放大器功能和拉、压力传感器,可以直接将生物电信号以及经传感器将非电物理量转变成为电量的变化,经过放大器放大后,通过记录笔进行记录。也可与其它专用生物放大器连用。

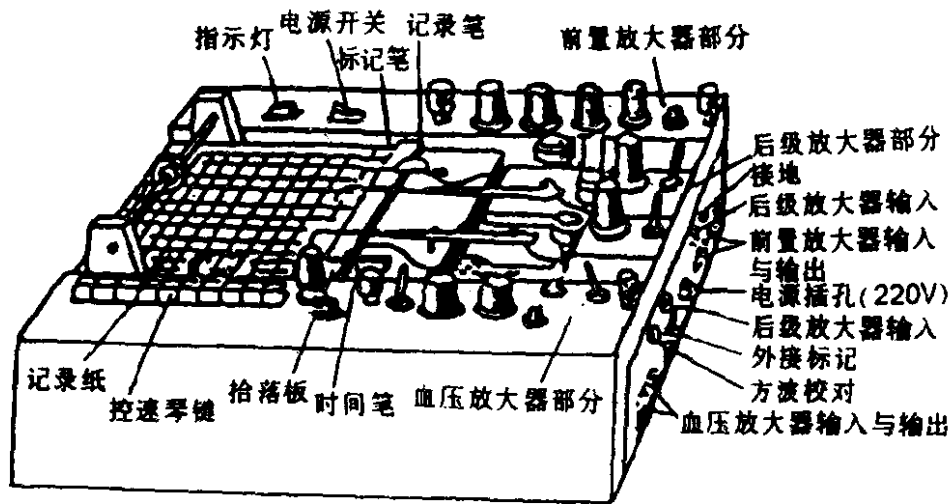


图 1—2 二导生理记录仪

## (一) 仪器结构

### 1. 记录系统

记录系统包括：记录笔、电磁振动装置、墨水储存输送装置和走纸速度控制装置等。记录系统的核心部件是电磁式检流计，记录笔由检流计所驱动。工作原理是与记录笔相连的线圈处于永久磁铁的两极之间，在静态时记录笔位于中间，不发生位移。当线圈中有电流通过时，在磁场的作用下产生力矩使线圈绕垂直轴转动，从而带动记录笔产生位移。线圈的转动幅度和流经线圈的电流强度成正比。因此可通过记录仪将电信号变化记录下来。

### 2. 传感器

二导生理记录仪配备具有不同功能的传感器。常用的传感器有拉力传感器(用于测量力量变化)和压力传感器(可用于测量血压变化)。



### 3. 信号放大系统

放大系统包括功率放大器和前置放大器。前置放大器可连接各种传感器,功率放大器驱动记录笔。

#### (二)二导生理记录仪使用简介

1. 开机前应把所有开关置于“断开”的位置,走纸速度控制开关置于“停”的位置。安装好记录纸,并给记录笔灌注墨水。在安装记录纸灌注墨水时要仔细阅读仪器说明书。

2. 接通电源,接通电源开关,此时可见电源指示灯亮。

3. 调零。在进行记录前应先对放大系统进行平衡调试。

功率放大器的调试。将二芯插头插入输入插座,并使其短路。打开放大器开关,转动调节旋钮使记录笔处于零位(中线位置)。调试完毕后,关闭开关,拔掉二芯短路插头。

前置放大器的调试。插上前置放大器信号输入线,然后使其短路。将放大器的灵敏度位置置于最低档(200mV/cm),时间常数可调到 AC 范围内任意一档,滤波置于“10”的位置。接通前置放大器和功率放大器。调节前置放大器的调零旋钮,使记录笔居中。然后由低到高逐级转换灵敏度旋钮,记录笔均应居中线位置。如有偏差,需要调试“直流平衡”,使记录笔居中。将时间常数调到 DC 档,调节直流平衡。调试完毕后,将放大器开关置于“断开”的位置。

4. 传感器的调试,将传感器的插头插入前置放大器。打开前置放大器和功率放大器的开关,然后进行传感器的“调零”,使记录笔的位置居中。

仪器调试完毕后,即可进行实验。