

RENTI JI DONGWU
SHENGLIXUE SHIYAN

人体及动物 生理学实验

刘再群 ◆ 主 编

 安徽师范大学出版社

RENTI JI DONGWU
SHENGLIXUE SHIYAN

人体及动物 生理学实验

刘再群 ◆ 主 编

华田苗 ◆ 副主编

孙庆艳

李 晋 ◆ 编 委

王金霞



安徽师范大学出版社

· 芜湖 ·

责任编辑:童 睿
装帧设计:王 芳 桑国磊
责任印制:郭行洲

图书在版编目(CIP)数据

人体及动物生理学实验 / 刘再群主编. — 芜湖:安徽师范大学出版社,
2015.2

ISBN 978-7-5676-1833-6

I. ①人… II. ①刘… III. ①人体生理学—实验—高等师范院校—教学
参考资料 ②动物学—生理学—实验—高等师范院校—教学参考资料
IV. ①R33-33 ②Q4-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 026828 号

人体及动物生理学实验

刘再群 主编

出版发行:安徽师范大学出版社

芜湖市九华南路 189 号安徽师范大学花津校区 邮政编码:241002

网 址:<http://www.ahnupress.com/>

发 行 部:0553-3883578 5910327 5910310(传真) E-mail:asdcbsfxb@126.com

印 刷:安徽宣城海峰印刷包装有限公司

版 次:2015 年 2 月第 1 版

印 次:2015 年 2 月第 1 次印刷

规 格:787×960 1/16

印 张:6

字 数:116 千

书 号:ISBN 978-7-5676-1833-6

定 价:12.00 元

凡安徽师范大学出版社版图书有缺漏页、残破等质量问题,本社负责调换。

前 言

人体及动物生理学是研究生命活动现象和功能的科学,是一门实践性很强的课程。近几年来,人体及动物生理学实验课随着仪器设备的更新及新实验方法的出现,教学内容有了很大的变化,更新实验教材已成为教师的当务之急。本书以提高学生的动手能力、观察能力、分析能力和创新能力为宗旨,以培养高素质人才为目的而编写。在基础实验的基础上,进行了以本科生开设“实验周”模式为主的综合实验设计,还增加了有开创性和学术价值的探究实验。

本书配置了实验教师主讲的示范视频(包括大鼠心脏灌流、坐骨神经—腓肠肌标本的制备、肌肉刺激频率与反应的关系、蛙心期外收缩与代偿间歇、免疫组织化学染色过程和电生理实验),便于同学们学习和掌握一些操作性很强的环节,为学习生理学实验提供了很好的实验示范和参考模板。

本书由刘再群编写实验1至实验10并负责统稿,华田苗编写实验11;孙庆艳、李晋、刘再群和华田苗负责示范视频的录制,王金霞编写试剂配方和文字校对。研究生李苗苗、姜三协助录制视频,本科生孙蕾、吴海波协助文字处理。本书编写和出版获得了“人体及动物生理学”省级精品资源共享课程(项目编号:2012gxxk019)和地方高水平大学生物科学专业建设专项经费的资助,在此深表感谢!

编 者

2014 年月 12 月

目 录

前 言	1
-----------	---

第一部分 基础实验

实验 1 生理信号记录系统的使用和人体肺活量的测定	3
实验 2 视力、视野、盲点的测定	7
实验 3 人体心电图的描记	11
实验 4 人体血细胞计数、血红蛋白测定和 ABO 血型鉴定	15
实验 5 坐骨神经—腓肠肌标本制备及刺激频率与反应之间的关系	17
实验 6 测定反射时及分析反射弧、测定人体动脉血压和人体心音听诊	19
实验 7 蛙心搏过程的观察与描记、蛙类期外收缩与代偿间歇	21

第二部分 综合实验

实验 8 以蟾蜍研究脊髓反射、坐骨神经—腓肠肌和心肌的生理特性	25
实验 9 人的视觉功能、心肺功能和血液功能检测	36

第三部分 探究实验

实验 10 免疫组织化学法研究神经递质在动物中枢神经系统的定位与表达 ...	49
实验 11 在体电生理记录法研究大脑皮层神经元对不同刺激的反应特性	67
附录 常用生理溶液的配制	88
参考文献	89

第一部分 基础实验

基础实验以培养学生基础实验能力为主,要求学生在实验室能遵守实验室守则,在实验老师指导下主动观察、动手、设计和思考,完成单项实验的基本任务,达到具备本科毕业基本能力为培养目标。

实验1 生理信号记录系统的使用和人体肺活量的测定

一、实验目的

- 1.学习生理信号记录系统的使用。
- 2.学习用肺功能测试仪测定人体肺活量。

二、实验原理

1.生理信号记录系统。包括:输入设备(传感器)、输出设备(刺激器)、反应设备(生理信号采集系统)、显示设备(含电脑和BL-420F⁺软件)。BL-420生物机能实验系统是配置在电脑上的4通道生物信号采集、放大、显示、记录与处理系统,它由电脑、BL-420系统硬件、TM-WAVE生物信号采集与分析软件三个主要部分构成。BL-420系统硬件是一台程序可控的,带4通道生物信号采集与放大功能,并集成高精度、高可靠性以及宽适应范围的程控刺激器于一体的设备。TM-WAVE生物信号采集与分析软件又称BL-420F⁺生物机能实验系统软件,主界面如图1-1所示。

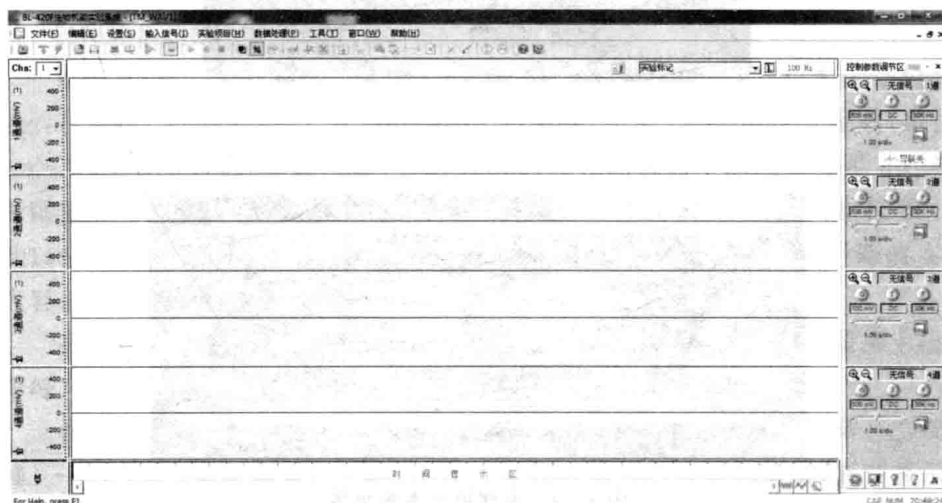


图1-1 BL-420F⁺生物机能实验系统软件主界面

2.肺活量(FVC)是反映肺的呼吸功能的指标,指一次最大吸气后,用力所能呼出的气体量。一般测试3次,取最大值。

三、实验材料

台式电脑(内含 BL-420F⁺ 软件)、生理信号采集系统、FGC-A⁺ 肺功能测试仪、呼吸传感器、记录纸、打印机(局域网内共享)。

四、实验步骤

(一)生理信号记录系统的观察和使用

1.连接电源,先打开生理信号采集系统等外部设备,后开启电脑主机(如图 1-2 所示)。开启生理信号采集系统(如图 1-3 所示)、电脑主机,再打开电脑中 BL-420F⁺ 软件。观察生理信号记录系统,包括输入设备(传感器)、输出设备(刺激器)、反应设备(生理信号采集系统)、显示设备(电脑和 BL-420F⁺ 软件)。



图 1-2 台式电脑



图 1-3 生理信号采集系统

2.传感器包括张力传感器(注意区分上、下方向)和呼吸传感器等,连接时须注意区分。

3.生理信号采集系统有电源线、信号指示灯、1~4 个通道(可连传感器)、输

出刺激端口(可连刺激器)、可连电脑的 USB 接口。

4. 阅读 BL-420F⁺ 软件(生理信号分析软件,成都泰盟公司)简介和使用说明书。

5. 实验结束后,应先关闭电脑,再关闭生理信号采集系统的外部设备。

(二)FGC-A⁺肺功能测试仪测定用力肺活量

FGC-A⁺肺功能测试仪(如图1-4所示)由电源线、主机、显示屏和键盘组成。其中,主机内有系列物理晶体管组成,显示屏可以显示 ID、test、display、print 和呼吸曲线等,键盘上有各种功能键和数字键。

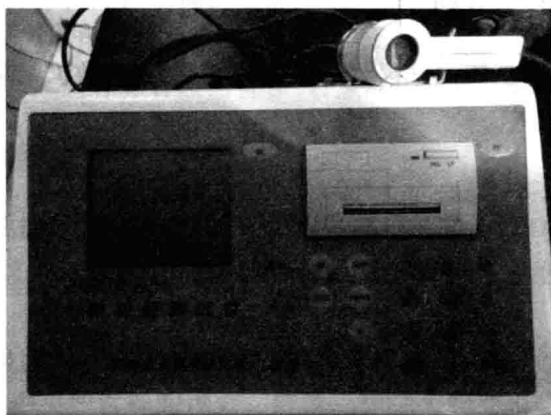


图 1-4 FGC-A⁺肺功能测试仪

1. 打开电源,通电预热 30min。

2. 预热后,按 Enter 进入主菜单(Menu)。

3. 按 ID 输入被测者信息。Code:4 位数(如学号后 4 位数);Age:2 位数; Sex:1/Man, 2/Fem (1,2 为主机界面上数字键,下同); Height:3 位数(单位:cm);Weight:3 位数(单位:kg),不足 100kg,需在两位数字前加 0 补足 3 位数,否则测试仪自动在两个数字中间加“0”,从而出现偏差; Date:8 位数(如 20140725,可不填写)。以上信息按 Enter 键依次选择,也可按[·]修改本项内容。

4. 按 test → FVC(1) → start(0) → 使用呼吸传感器测肺活量(显示屏上出现单峰) → Pass(4)。

按 test → FVC(1) → start(0) → 使用呼吸传感器测肺活量(显示屏上出现双峰) → re (5) (重新测量) → start(0) → 使用呼吸传感器测肺活量(直到显示屏上出现单峰为止) → Pass(4)。

5. 按 display,按[·]可翻页,按 Enter 键。

6. 按 print,选 1 (FVC),获得打印结果。

7. 在实验报告本上粘贴、分析打印结果。

五、注意事项

1. 观察张力换能器时,不能用力触及簧片。
2. 尽量熟悉 BL-420F⁺ 软件的使用。
3. FVC 参数。FVC: 用力肺活量; FVCPRED: 用力肺活量预计值; FEV_{1.0}: 1s 用力肺活量; FEV 1%: 1 秒率; Judgement: Normal、Restrictive、Obstructive、Mixed; 等级划分 F⁺/F⁺⁺/F⁺⁺⁺。

六、参考结果与分析

1. FGC-A⁺ 肺功能测试仪测定用力肺活量,测得数据结果如下(如图 1-5 所示):

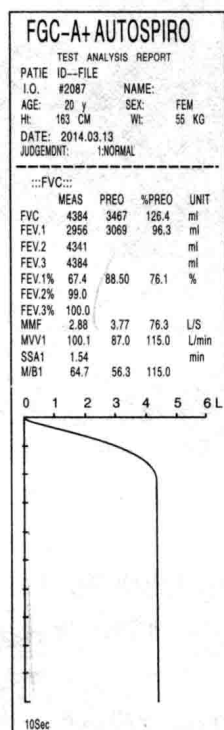


图 1-5 肺活量参考图

FVC(用力肺活量) 3 090ml
 FEV 1.0 2 931ml
 FEV 1% 94.8%
 FVC /FVCPRED 肺活量/用力肺活量预计值(>80%)
 故可判断本人肺活量指标为正常。

实验2 视力、视野、盲点的测定

一、实验目的

1. 学习测定视力的方法,掌握视敏度的概念。
2. 学习视野计的应用,描记视野。
3. 证明盲点的存在,计算盲点的直径、盲点离中央凹的距离。

二、实验原理

1. 视力又称视敏度,是指眼分辨物体细微结构的能力,即检测视网膜中央凹(黄斑区)精细视觉的分辨能力。通常以在一定距离能分辨空间两点的最小距离为衡量标准。

2. 视野是单眼固定注视正前方时所能看到的空间范围,此范围又称为周边视力,也就是黄斑中央凹以外的视力。借助此种视力检查可以了解整个视网膜的感光功能,有助于判断视力传导通路及视觉中枢的机能。正常人的视力范围在鼻侧和颞侧的较窄,在颞侧和下侧的较宽。在相同的亮度下,不同颜色的视野大小顺序为:白色>黄、蓝色>红色>绿色,这可能与不同类型的感光细胞在视网膜上的分布范围以及它们之间出现的功能分化有关。

3. 盲点是视神经离开视网膜的地方,此处无感光细胞,故光线不能在此成像,称为生理性盲点。由于生理性盲点的存在,所以在视野中也存在生理性盲点的投射区。此区为虚性绝对性暗点,在客观检查时是完全看不到视标的部位。根据物体成像规律,通过测定生理性盲点投射区域的位置和范围,可以依据相似三角形各对应边成正比的定理,计算生理盲点所在的位置和范围。

三、实验材料

视力表(2.5m)、遮眼板、指示棒、视野计、视野记录纸、A4纸或记录纸、各种颜色的视标(或示标)。

四、实验步骤

(一) 视力测定

实验室视力表(如图2-1所示)为2.5m远处测视力用表,打开视力表电

源,被测者离视力表 2.5m 远,被测眼睛与视力表上 1.0 处同高。用遮眼板遮挡另一只眼睛,两人互相配合,测试者在视野记录纸上填写被测者裸眼或矫正视力(可选 5 分记录法或小数记录法)。

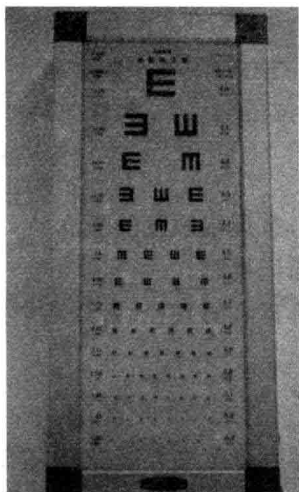


图 2-1 视力表

(二)视野测定

用彩色分辨视野计(如图 2-2 所示)测量,即把视野图纸安放在视野计背面圆盘上,学习在图纸上做记录的方法。需要注意的是,记录时与被测者反应的左右方位相反,上下方位颠倒。

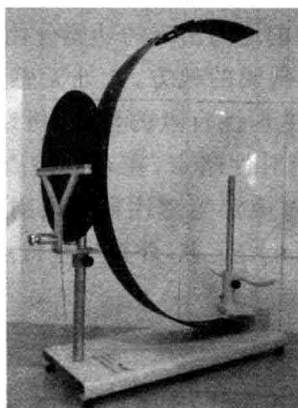


图 2-2 彩色分辨视野计

测试者选择一种某一大小及颜色(如红色)的视标刺激。

让被测者坐在视野计前,带上遮眼罩遮住左眼,下巴放在仪器的支架上,用右眼注视正前方的黄色注视点,不要转动眼睛,同时用余光注意仪器的半圆弧。

如果看到弧上有红色的圆点,或者原来看到了红色后来又消失了,要求立即报告。在红点消失前,觉得颜色的色调有何变化,也要及时报告。

测试者将视野计的分度肖拔出,转动圆盘,将弧放到 $0^{\circ}\sim 180^{\circ}$ 的位置上。然后,将肖插入相应角度位置的孔中,固定圆盘。把弧上滑轮放在被试者左边的半个弧靠近中心注视点处,移动滑轮将红色刺激由内向外慢慢移动,直到被测者看不见红色为止,把这时红色刺激所在的位置用笔记录在视野图纸的相应位置上。然后,再把红色刺激从最外向中心注视点移动,到被测者刚刚看到红色时为止,用同样方法做记录。

按同样的程序,用红色刺激在被测者右边的半个弧上实验,但不同的是当红色刺激从内向外或从外向内移动的过程中,会产生红色刺激突然消失和再现的现象。把红色突然消失和再现的位置记下来,这就是盲点的位置。

把视野计的弧依次放到 $45^{\circ}\sim 225^{\circ}$ 、 $90^{\circ}\sim 270^{\circ}$ 、 $135^{\circ}\sim 315^{\circ}$ 等位置上,再按上述程序测定红色的视野范围,每做完弧的一个位置被测者休息 2min。

按上述步骤分别测定黄、绿、蓝、白各色的视野范围,用相应颜色的笔把被试反应位置记在同一张视野图上。

将另一张视野图纸安放在视野计的背面,让被测者带上遮眼罩,用左眼注视中心黄色注视点,按上述同样程序进行测定和记录。

询问被测者各彩色从视野中逐渐消失时感到色调有何变化。

要求被测者最少测三种颜色:白、红、绿视标,找临界点(从看得见视标到看不见视标处,反之亦然),每个视标测 8 个点,每 45° 测一个点。

(三)盲点测定

单色视标、八点测量、计算盲点的直径、盲点离中央凹的距离(如图 2-3 所示)。人与盲点记录纸的距离为 50cm,中央凹与节点的距离为 15mm。

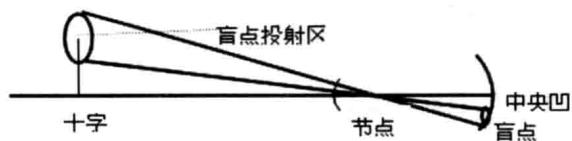


图 2-3 计算盲点与中央凹的距离和盲点直径示意图

盲点与中央凹的距离(mm) = 盲点投射区域与十字距离 $\times (15 \div 500)$

盲点的直径(mm) = 盲点投射区域的直径 $\times (15 \div 500)$

将视力测定结果记录下来,并将视野记录纸和盲点测定实验记录纸粘贴在实验报告上。

五、注意事项

1. 所有检测指标要单眼固定注视,因此需两人配合。

2. 检测时眼与注视中心同高并垂直。
3. 如果出现视觉疲劳时,被测者可休息一会再继续测试。

六、参考结果与分析

1. 视力测定结果:左眼 5.0,右眼 5.0。
2. 盲点图绘制(如图 2-4 所示)及计算。

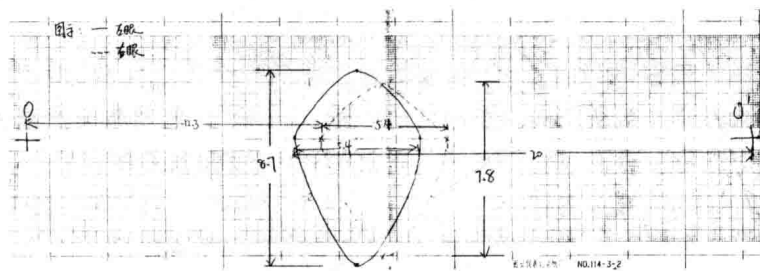


图 2-4 盲点参考图

$$\text{左眼: } \frac{B_1 E_1}{A_1 C_1} = \frac{15}{500} \Rightarrow B_1 E_1 = 2.16 \text{ mm};$$

$$\frac{E_1 F_1}{C_1 D_1} = \frac{15}{500} \Rightarrow E_1 F_1 = 2.1 \text{ mm}。$$

左眼盲点距离为 2.1mm。

距离中央凹距离为 2.16 mm。

$$\text{右眼: } \frac{B_2 E_2}{A_2 C_2} = \frac{15}{500} \Rightarrow B_2 E_2 = 2.52 \text{ mm};$$

$$\frac{E_2 F_2}{C_2 D_2} = \frac{15}{500} \Rightarrow E_2 F_2 = 2.52 \text{ mm}。$$

左眼盲点距离为 2.52mm。

右眼盲点距离中央凹距离为 2.52mm。

3. 视野实验结果:

- (1) 正常人视野范围鼻侧和额侧较窄,在颞侧和下侧较宽;
- (2) 在相同亮度下,白光视野最大,红光次之,绿光最小;
- (3) 生理性盲点呈椭圆形。

造成这样结果的原因是:与人的头面部结构有关,也与感光细胞在视网膜上的分布有关。额头阻挡了光线进入眼球,故鼻侧和额侧视野范围狭窄,而颞侧和下巴处不阻挡光线,故此处视野范围较宽。感受光线明暗的视杆细胞在视网膜周围,故白光视野最大,感受光线色彩的视锥细胞在视网膜中央的中央凹位置,故红光和绿光视野在中央。

实验3 人体心电图的描记

一、心电图(ECG)

人的体表上伴随着心脏周期性运动的电变化而出现的一组有特殊形状的波群,称为心电图。正常心电图包括P、QRS和T三个波形(如图3-1所示),它们的生理意义为:

P波:心房去极化波;

QRS波群:心室去极化波;

T波:心室复极化波;

P—R间期:兴奋由心房至心室的传导时间。

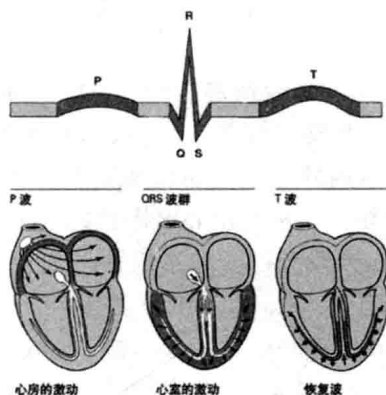


图3-1 心电图

二、心电图产生的原理

心电图是记录心脏电变化的图。心脏在收缩之前,首先发生电位变化。电变化由心脏的起搏点——窦房结开始,经传导系统至心室,最后到达心肌,引起肌肉的收缩。心脏兴奋活动的综合性电位变化可通过体液传播到人体的表面,经体表电极引导并放大而成的波形为心电图。

三、实验材料

心电图机、心电图纸、诊断床、酒精棉球。

四、心电图的记录

1. 被测者安静平卧, 摘下眼镜、手机等附属物品, 全身肌肉放松。

2. 按要求将心电图机面板(如图 3-2 所示)上各控制按钮置于适当位置。在心电图机妥善接地后接通电源。

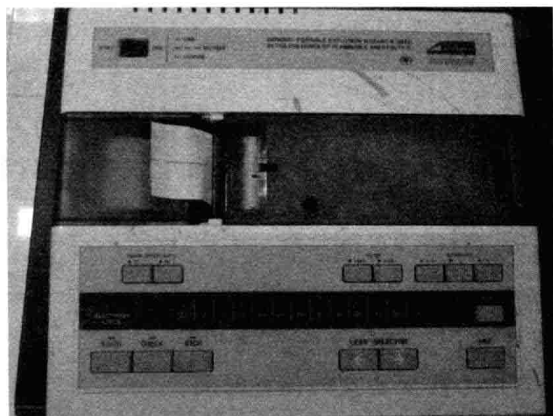


图 3-2 心电图机

3. 安放电极。将准备安放电极的部位先用酒精棉球脱脂, 以减小皮肤电阻, 且电极夹应放在被测者肌肉较少的部位, 一般两臂应在腕关节上方(屈肘)约 3cm 处, 两腿应在小腿下段内踝上方约 3cm 处。

4. 连接导联线(12 个导联), 按所用心电图机的规定, 正确连接导联线。

5. 调节基线调节装置, 使基线位于适当位置。

6. 输入标准电压($1\text{mV}=10\text{mm}$), 走纸速度为 25 mm/s 。

7. 记录心电图。按 start 走一段, 按 stop; 按 selector(→)和 I, 按 check, 按 start 开始记录导联 I, 一般记录 4~5 个波即可, 按 stop; 按 selector(→)和 II, 按 check, 按 start 开始记录, 同上, 直到 V6 记录完毕; 按 selector(→), 按 start 走一段, 按 stop。

8. 记录完毕后取下记录纸, 写下被测者姓名、年龄、性别及记录实验时间, 并在记录纸上标出各导联, 然后粘贴打印记录纸在实验报告上。

五、注意事项

1. 描记心电图时, 被测者应呼吸平稳, 肌肉放松, 以防肌电干扰。

2. 插电极进行导联前, 要用酒精棉球擦拭体表。

3. 电极安放位置要准确。