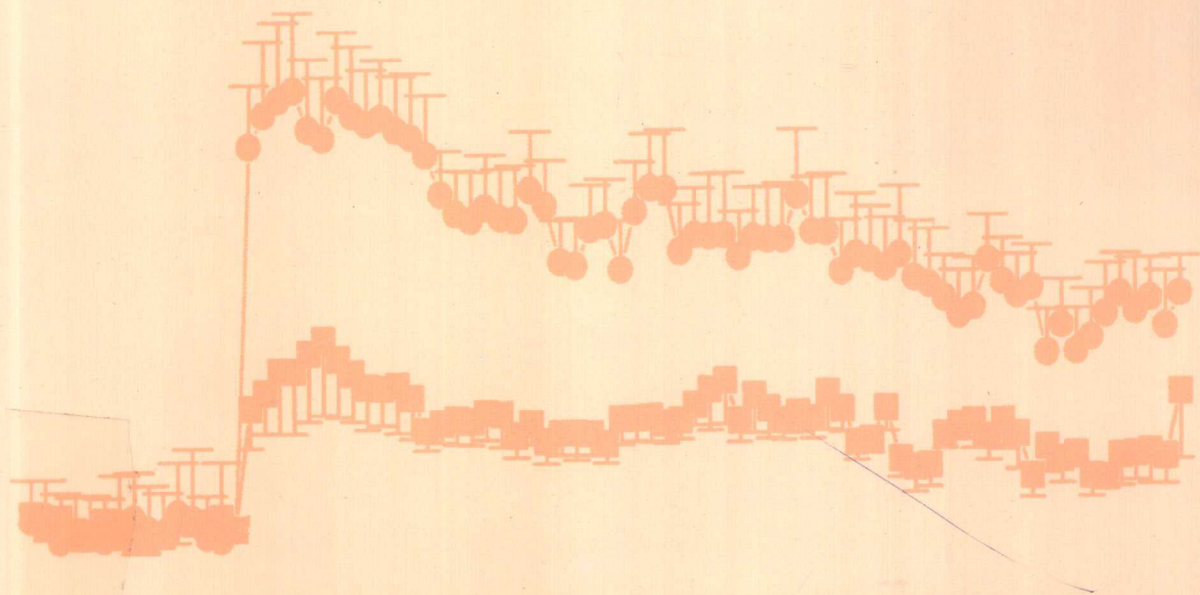


“十二五”国家重点图书出版规划项目

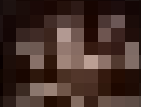
中国科学技术大学 **精品** 教材

生理学与 神经生物学实验

► 陈聚涛 孙红荣 程新萍 汪 铭 编著



中国科学技术大学出版社



生理学 与 神经生物学实验

主编：XXX 副主编：XXX 参编：XXX



“十二五”国家重点图书出版规划项目

中国科学技术大学 **精品** 教材

生理学与 神经生物学实验

SHENGLIXUE YU
SHENJING SHENGWUXUE SHIYAN

陈聚涛 孙红荣 程新萍 汪 铭 编著

中国科学技术大学出版社

内 容 简 介

生理学与神经生物学息息相关,生理上很多机能的调节都是在神经系统的调控下完成的,而研究神经生物学的很多技术、手段和方法也是从生理学发展而来的。本教材在重点阐述肌肉、心血管、呼吸、泌尿、消化等生理学经典实验之后,逐步过渡到神经生物学基础实验操作,从电极制作、动作静息电位记录、膜片钳实验原理和方法、神经细胞分离培养、在体和离体电生理记录技术、动物行为学研究方法到人体的心理物理实验等均有涉及。

本书可作为生物、医学类本科生生理学实验教材,也可以作为选修神经生物学专业的高年级本科生和研究生的入门实验教材。

图书在版编目(CIP)数据

生理学与神经生物学实验/陈聚涛等编著. — 合肥:中国科学技术大学出版社,2012.1
(中国科学技术大学精品教材)

“十二五”国家重点图书出版规划项目

ISBN 978-7-312-02936-3

I. 生… II. 陈… III. 人体生理学:神经生理学—实验—医学院校—教材 IV. R338-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 242516 号

中国科学技术大学出版社出版发行

地址 安徽省合肥市金寨路 96 号,邮编:230026

网址 <http://press.ustc.edu.cn>

安徽省瑞隆印务有限公司印刷

全国新华书店经销

开本:787 mm×1092 mm 1/16 印张:8.75 插页:2 字数:300 千

2012 年 1 月第 1 版 2012 年 1 月第 1 次印刷

印数:1—3000 册

定价:18.00 元

总 序

2008年,为庆祝中国科学技术大学建校五十周年,反映建校以来的办学理念和特色,集中展示教材建设的成果,学校决定组织编写出版代表中国科学技术大学教学水平的精品教材系列。在各方的共同努力下,共组织选题281种,经过多轮、严格的评审,最后确定50种入选精品教材系列。

五十周年校庆精品教材系列于2008年9月纪念建校五十周年之际陆续出版,共出书50种,在学生、教师、校友以及高校同行中引起了很好的反响,并整体进入国家新闻出版总署的“十一五”国家重点图书出版规划。为继续鼓励教师积极开展教学研究与教学建设,结合自己的教学与科研积累编写高水平的教材,学校决定,将精品教材出版作为常规工作,以《中国科学技术大学精品教材》系列的形式长期出版,并设立专项基金给予支持。国家新闻出版总署也将该精品教材系列继续列入“十二五”国家重点图书出版规划。

1958年学校成立之时,教员大部分来自中国科学院的各个研究所。作为各个研究所的科研人员,他们到学校后保持了教学的同时又作研究的传统。同时,根据“全院办校,所系结合”的原则,科学院各个研究所在科研第一线工作的杰出科学家也参与学校的教学,为本科生授课,将最新的科研成果融入到教学中。虽然现在外界环境和内在条件都发生了很大变化,但学校以教学为主、教学与科研相结合的方针没有变。正因为坚持了科学与技术相结合、理论与实践相结合、教学与科研相结合的方针,并形成了优良的传统,才培养出了一批又一批高质量的人才。

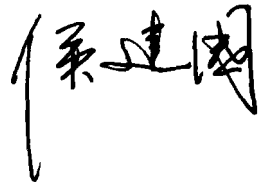
学校非常重视基础课和专业基础课教学的传统,也是她特别成功的原因之一。当今社会,科技发展突飞猛进、科技成果日新月异,没有扎实的基础知识,很难在科学技术研究中作出重大贡献。建校之初,华罗庚、吴有训、严济慈等老一辈科学家、教育家就身体力行,亲自为本科生讲授基础课。他们以渊博的学识、精湛的讲课艺术、高尚的师德,带出一批又一批杰出的年轻教员,培养了一届又一届优秀学生。入选精品教材系列的绝大部分是基础课或专业基础课的教材,其作者大多直接或间接受到过这些老一辈科学家、教育家的教诲和影响,因此在教材中也贯穿着这些先辈的教育教学理念与科学探索精神。

改革开放之初,学校最先选派青年骨干教师赴西方国家交流、学习,他们在带回先进科学技术的同时,也把西方先进的教育理念、教学方法、教学内容等带回到中国科学技术大学,并以极大的热情进行教学实践,使“科学与技术相结合、理论与实践相结合、教学与科研相结合”的方针得到进一步深化,取得了非常好的效果,培养的学生得到全社会的认可。这些教学改革影响深远,直到今天仍然受到学生的欢迎,并辐射到其他高校。在入选

的精品教材中,这种理念与尝试也都有充分的体现。

中国科学技术大学自建校以来就形成的又一传统是根据学生的特点,用创新的精神编写教材。进入我校学习的都是基础扎实、学业优秀、求知欲强、勇于探索和追求的学生,针对他们的具体情况编写教材,才能更加有利于培养他们的创新精神。教师们坚持教学与科研的结合,根据自己的科研体会,借鉴目前国外相关专业有关课程的经验,注意理论与实际应用的结合,基础知识与最新发展的结合,课堂教学与课外实践的结合,精心组织材料、认真编写教材,使学生在掌握扎实的理论基础的同时,了解最新的研究方法,掌握实际应用的技术。

入选的这些精品教材,既是教学一线教师长期教学积累的成果,也是学校教学传统的体现,反映了中国科学技术大学的教学理念、教学特色和教学改革成果。希望该精品教材系列的出版,能对我们继续探索科教紧密结合培养拔尖创新人才,进一步提高教育教学质量有所帮助,为高等教育事业作出我们的贡献。



中国科学技术大学校长
中国科学院院士
第三世界科学院院士

前 言

《生理学与神经生物学实验》是在中国科学技术大学精品教材统一规划下,在前期教学使用的实验讲义的基础上,由多位在生理学和神经生物学理论以及实验教学上具有丰富经验的老师共同完成的。本书可作为生物类、医学类本科生生理学实验教材,也可以作为选修神经生物学专业的高年级本科生和研究生的实验教材。

生理学是一门实验科学,身体的很多机能是在神经调节下完成的。而神经生物学是在生理学基础上发展起来的,二者在实验技术、方法和手段上有很多共性。本教材在重点阐述肌肉、心血管、呼吸、泌尿、消化等经典实验之外,更多地增加了神经生物学的基本教学实验,从电生理设备介绍、电极制作、动作电位、静息电位、膜片钳实验方法、神经细胞分离培养、在体和离体电生理记录技术、动物行为学研究方法到人体的心理物理实验等均有涉及。这些神经生物学实验都是基础性实验,可以为以后的科研工作打下基础。此外,本教材还增加了一些实用性和趣味性的生理学实验,如心电图的测量、斑马鱼的视动实验等。本教材同时配有单独出版的光盘,内容主要涉及生理学实验的Flash动画。该动画引导使用者从实验预习、实验原理、实验目的、实验手术器材到操作步骤、观察步骤、注意事项、思考题等一步步进行,且Flash中插有实验过程中的具体实验录像(如麻醉、解剖、用药,甚至部分观察到的实验结果),使用时与实验课本相对照,能使学生更方便快捷地掌握知识点和实验技巧,增加学生的实验兴趣。

本教材是在《生理学与神经生物学实验Ⅰ》(陈湘川、孙红荣)、《生理学与神经生物学实验Ⅱ》(周逸峰、李祥瑞)、《膜片钳实验》(李祥瑞、程新萍、白永胜)三本使用多年的实验讲义基础上,结合各位老师多年的教学经验编写而成的。参与编写的人员有白永胜、汤勇、孙红荣、杨昱鹏、汪铭、陈聚涛、胡兵、程新萍(按姓氏笔画排序)。感谢滕脉坤、沈显生等老师在编写过程中给予的帮助。

编 者

2011年6月20日

目 录

总序	(i)
前言	(iii)

生理学实验

生理学实验简介	(3)
实验一 蛙或蟾蜍坐骨神经-腓肠肌标本的制备	(14)
实验二 神经干动作电位的引导	(17)
实验三 神经兴奋传导速度的测定	(20)
实验四 神经兴奋不应期的测定	(22)
实验五 骨骼肌的单收缩、复合收缩和强直收缩	(25)
实验六 人体血型鉴定与交叉配血	(29)
实验七 心脏起搏点	(32)
实验八 心脏的期前收缩和代偿间歇	(34)
实验九 心脏的神经支配	(37)
实验十 离体心脏灌流:某些因素对离体心脏的影响	(39)
实验十一 心血管活动的神经体液调节	(42)
实验十二 心音听诊和血压测量	(46)
实验十三 体表心电图	(49)
实验十四 呼吸运动的调节	(52)
实验十五 离体小肠平滑肌生理特性的观察	(55)
实验十六 影响尿生成的若干因素	(57)
实验十七 动物一侧迷路破坏效应	(60)
实验十八 耳蜗电位的引导及微音器效应	(61)
实验十九 反射时的测定	(64)
实验二十 反射弧分析	(66)
实验二十一 谢切诺夫抑制和脊髓反射的外周抑制	(68)
实验二十二 大脑皮层运动区的机能定位	(70)
实验二十三 去大脑僵直	(72)
实验二十四 斑马鱼视动眼动反应	(74)

神经生物学实验

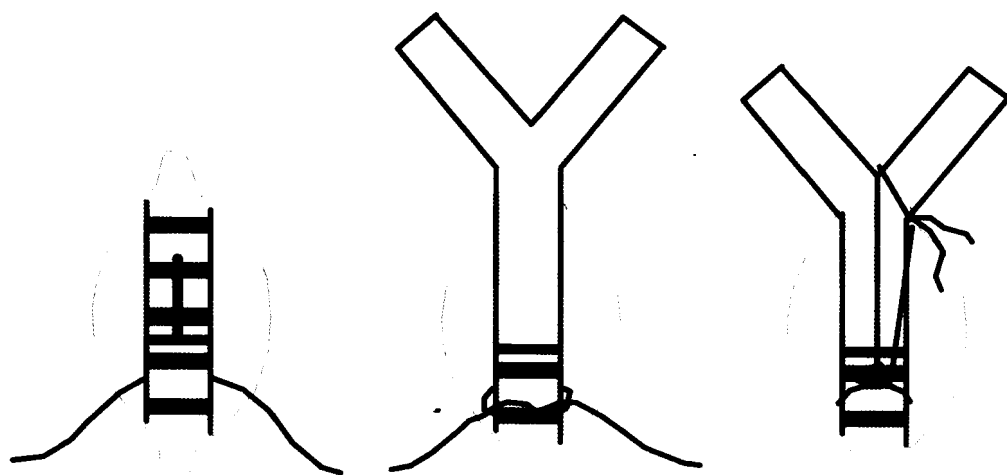
神经生物学实验简介	(79)
实验一 常用电生理仪器测量心电	(95)
实验二 微电极的制作	(96)
实验三 坐骨神经-缝匠肌标本的制备	(97)
实验四 静息膜电位的测定	(99)
实验五 细胞内动作电位的记录	(101)
实验六 大鼠海马神经元的急性分离	(103)
实验七 新生大鼠海马神经元的原代培养	(106)
实验八 应用全细胞膜片钳技术记录配体门控离子通道电流(甘氨酸电流)	(109)
实验九 海马离体脑片电生理记录	(112)
实验十 猫视觉中枢单细胞记录和场电位记录	(116)
实验十一 小鼠 Morris 水迷宫行为学实验	(120)
实验十二 视网膜电图的记录	(123)
实验十三 视觉诱发电位的记录	(126)
实验十四 空间对比敏感度曲线的测量	(128)
附录	(131)
参考文献	(134)

.....

生理学实验

SHENGLIXUE SHIYAN

.....



生理学实验简介

一、生理学实验目的、特点、基本方法和要求

生理学是一门研究人体及动物正常生命活动规律的科学,目的是阐明生命活动发生时需要的条件、产生的原理、产生时的表象以及哪些因素对这种生命活动有调节作用等。而要完成这样一个目的,得到生物体活动时的规律和知识,就必须建立在对动物体进行实际观察和深入研究的基础之上。因此,生理学是一门实验的科学,是众多生理学家对人体和动物进行大量的实验研究的总结。理论来自于实验,生理学实验是生理学理论知识的来源和依据。生理学实验不仅可以验证和巩固在课堂上学习到的生理学基本理论和规律,而且可以学习生理学研究的实验方法。生理学实验是生命科学和基础医学专业学生的基础课程。

(一) 开设生理学实验课的目的

开设生理学实验课程的基本目的是:

(1) 初步掌握生理学实验的基本操作技术,如实验动物的处理,相关的手术过程,实验器械的运用,电信号的采集、处理等。

(2) 了解生理学实验设计的基本原则和获得生理学知识的科学方法,如急慢性实验方法的采用、生理设备的搭建等。

(3) 验证和巩固生理学的相关基本理论,通过对实验过程中各种生理现象的观察和分析,归纳总结生理活动的基本规律并与理论相互验证。

(4) 通过实验培养科学的思维方法和严谨的科学态度。生理学实验使用的动物和仪器种类繁多,步骤相对繁杂,有一定的失败率,这就需要学生具有严谨的科学态度,仔细观察每一步骤所出现的生理现象,并在课前预习,实验后进行总结。

(二) 生理学实验的特点

生理学实验的特点在于以人或者动物为实验对象进行相关生理现象的观察,因此必须注意以下几点:

(1) 对于以人为实验对象的相关实验,虽然实验的设计和实验准备已经符合安全要求,但在实验过程中还是要严格听从老师的指导和要求,以避免不必要的情况发生。

(2) 对于实验动物,应加以爱护,尽量减少动物在实验过程中的痛苦,并充分利用每只动物以获取尽可能多的观察结果和实验数据。

(3) 因为相关实验的步骤较多,持续时间较长,应耐心细致,努力维持动物的正常生理状态。严格按照实验步骤和要求进行操作,以免造成不必要的创伤和出血,使动物的正常生理状态遭到破坏,从而影响到实验结果的可靠性。

(三) 生理学实验的基本方法

根据实验的目的和实验研究的对象,一般生理学的实验方法主要有急性实验方法和慢性实验方法两类:

1. 急性实验方法

急性实验方法是指动物在麻醉或者双毁髓的状态下,用手术的方法取动物的某一局部器官或者组织进行实验,以观察和研究其生理状态的调节规律。急性实验时间相对较短,动物在实验过后一般也不能存活。如果再细分,可以将急性实验方法分为离体实验(in vitro)和在体实验(in vivo)两种。

离体实验是指将动物的某一组织从动物体内取出,放置在适宜的人工环境下还可以存活一段时间,在这段时间内研究和观察其生理活动的规律和调节因素。这种实验方法在生理学和神经生物学中比较常用,如将蟾蜍坐骨神经-腓肠肌标本剥离,放置在任氏液中,可以观察其骨骼肌的收缩特性;将海马从大鼠脑内解剖出来,并切成脑切片放置在人工脑脊液中,可以观察海马神经网络的活动特性。

在体实验方法是指在动物麻醉或者损毁大脑的基础上,将要研究的动物器官或者组织进行暴露以进行实验研究。如暴露动物的膀胱和输尿管研究影响尿生成的因素(家兔),暴露耳蜗进行微音器电位的观察(豚鼠)等。

2. 慢性实验方法

慢性实验方法是在某一特定条件下,连续反复观察和记录清醒动物的生理机能,需要较长时间才有结果的实验方法。有的时候需要对动物提前进行预处理,如进行引导电极的安装固定,或者预先将要研究的器官暴露出体外等手术,需要在无菌的情况下进行,且需要等待动物恢复健康以后才能进行实验。慢性实验是在动物保持清醒和机体完整的情况下进行的,比较符合动物的实际情况,故在科学研究中比较常用,而在基础生理学中要求实验过程较短,该方法一般较少使用。

(四) 生理学实验课的要求

生理学实验虽然是基础实验,验证的也只是一些生理学的基本规律,但即使是简单的实验也可能会失败,更有部分实验步骤多、操作难度大。要做好生理学实验,需要从以下几个方面入手:

(1) 认真预习每一次实验的原理、目的、要求、步骤和操作程序。预习与本实验内容相关的基本原理,解释在本实验过程中出现的现象,并对实验过程中可能出现的新现象加以合理解释。在预习过程中搞清楚实验的操作步骤和注意事项。

(2) 认真听取老师讲解的每一个步骤,并仔细观看演示实验。老师所强调的一般是该实验的重点步骤或特别注意事项,这些内容大多是实验成败的关键或者是多次实验所得出的经验和教训。

(3) 对动物的手术操作要严格按照实验操作规程进行。要按照手术操作规范进行,不可随意乱用手术器械;不能随意颠倒实验顺序,这些步骤是经多次实验后所得出的比较有效的实验顺序。

(4) 实验过程中要认真操作、仔细观察,要分清楚哪些实验结果是正常的生理现象,哪些可能是异常的、偶然的结果,造成这些结果的原因各是什么。在需要合作的实验中应互相配合,明确分工,各负其责,保证实验操作有条不紊。

(5) 实验过程中要注意保护实验动物和标本,尽量节省实验器材和药品,在整个实验过程中不得进行与实验无关的活动。

(6) 实验结束后,根据相关的处理方法将实验动物处死;将实验仪器整理整齐,所用器械清

放大器、微电极放大器等。

4. 采集处理系统:目前一般是通过模拟-数字转换,通过硬件和软件的支持,在计算机上进行数据的记录、存储和分析。

(一) 刺激系统

能使活组织产生反应的刺激因素有很多,如光、声、电、热、机械、化学等。目前应用最多的是电刺激,因为它不易损伤活组织,并且可以进行重复试验,容易控制刺激的强度、时间等参数。当需要进行非电性质的刺激(如光、声刺激)时,可以将电信号转换成光、声等,而且同样能够调节刺激参数。

1. 电刺激器

电刺激器能产生一定波形的电脉冲,可产生方波、尖波、锯齿波、三角波等多种波形。如果要进行声音或图像刺激,则产生的波形更为复杂。在进行刺激时,其可以通过调节刺激的强度、波宽、频率等来改变刺激大小,输出单脉冲、双脉冲或者串刺激。电刺激器既可以输出同步信号,可以利用它来触发计算机进行数据采集和处理,又可以将它与示波器的同步输入相连接,触发示波器进行同步扫描;同时刺激器还可以接受计算机的同步输入,根据采集程序的需要,同步输出需要的电刺激。另外,电刺激器一般具有延时输出功能,即在同步信号输出后的一定时间后再输出刺激脉冲。

2. 刺激隔离器

有时为了防止刺激信号弥散到引导电极处而对生物电信号的记录产生影响,常用刺激隔离器将刺激与地隔离。使用刺激隔离器有时会使刺激脉冲产生变形。

3. 锌铜弓

锌铜弓就是一个简单的锌-铜电化学电池,一极为铜丝,一极为锌丝,一端用焊锡连接起来,常用它来检验神经肌肉的活性。使用时将它的两极与湿润的神经或肌肉相接触,由于铜锌的电化学势不同,锌易于失去电子成为正极,而铜得电子而成为负极,在两极间产生刺激电流,电流按照锌→组织→铜的方向流动。

4. 刺激电极

常用的刺激电极是用金属丝制成的,最好用银丝,也可以用白金丝、不锈钢丝或钨丝制成,但不宜用铜丝。刺激电极有各种形式,如普通电极、保护电极(电极前端的银丝镶嵌在电木绝缘套中,仅能刺激相接触的神经,对周围组织具有保护作用)等。

5. 引导电极

引导电极用于引导生物电流,一般常用金属丝作引导电极。在电生理实验中还常用到甘汞电极(乏极化电极)和微电极。前者不会产生极化作用,对引导的信号影响较小。后者用于记录单个细胞的电活动。

6. 微电极

请参见后面的神经生物学部分介绍。

(二) 换能系统

换能系统是能将生理学实验中的一种能量形式转变为另一种能量形式的仪器。生理学实验中常用的换能器有两类:机械换能器和容量(血压)换能器,可以将一些机械或容量的变化转换成电变化,此电信号经放大后就可进行各种处理。

机械换能器使用时需要固定在合适的支架上,其前端弹簧片一般是有缺口的孔,可以穿线

将其与待测组织相连。连接时要保证换能器受力方向正确,且受力方向与弹簧片平面垂直。

压力换能器一般是将动静脉血压转换为电信号,使用时应该充抗凝剂。

(三) 放大系统

生理电信号一般都很微弱,需要经过放大才能进行显示、记录和处理。放大器的种类很多,其重要参数有放大倍数、高通滤波、时间常数,应根据所记录的生理电信号的特点选择合适的放大器及其参数。在进行生理电信号的放大实验时,一般要经过两级放大,即前置放大器和主放大器(后置放大器)的放大。常用的显示和记录装置都带有主放大器。如果要将生理电信号变成声音信号输出,则需在前置放大器后接一音频放大器(功率放大器),再接一扬声器即可。我们所说的放大器常指前置放大器。

(四) 计算机数据采集处理系统

生理信号处理系统是我院(白永胜、孔令芳、孙红荣)独立研发设计的,专门应用于生理实验的信号采集处理系统,是集生物信号放大、采集、显示、储存、分析等众多功能于一体的仪器,代替了传统的刺激器、生物信号放大器、示波器,一机多用;整个系统分两大部分:硬件部分和软件部分;所有的硬件部分都是通过计算机软件系统来控制的。参数设置分3部分:刺激设置、放大器设置、采集卡设置。选择参数为:

(1) 刺激器:输出电压0~40 V,脉冲波宽0.1 μ s~5 ms,最大刺激频率100 Hz,可以产生单脉冲和双脉冲。

(2) 放大器:四通道程控,放大倍数10~80000倍(16挡),频响范围(DC,1 kHz,10 kHz),最大采样频率20 kHz。

(3) 数据采集:四路,分辨率12位,最大连续采样频率4 kHz,最大叠加采样频率20 kHz。

三、生理学实验动物的处理

(一) 实验动物的种类

生理学实验中使用的动物种类较多,实验主要以活的动物为实验材料,如猫、狗、兔、大鼠、小鼠、豚鼠、鸽子、蟾蜍和青蛙等。在本书中涉及的实验动物有:

1. 蟾蜍和蛙

蟾蜍和蛙的基本的生命活动与恒温动物类似,且其离体组织可以在任氏液中保存,相对比较简单。其神经-肌肉标本、心脏标本等常被用于神经兴奋性、兴奋的传导、静息电位、动作电位、肌肉收缩、心脏机能等实验。

2. 家兔

家兔性情温顺,取血方便。因为其耳缘静脉较浅,易暴露,是静脉麻醉和给药的最佳部位。其颈部减压神经与迷走和交感神经分开而单成一束,常用于心血管反射、呼吸运动调节和尿生成等研究。另外兔也常用于大脑皮层定位、去大脑僵直等实验。

3. 豚鼠

豚鼠又称荷兰猪,蜗管发达,听觉灵敏,常用于耳蜗微音器电位实验。

4. 大鼠

大鼠的脑部生理机能定位已成熟,是神经系统研究常用的实验动物。

5. 猫

猫的大脑、小脑很发达,是神经生理学实验中常用的动物,猫眼能按照光线强弱变化而灵敏

地调节瞳孔大小,常用于视觉生理学研究。

(二) 实验动物的准备

除特殊的要求外,应选用健康的成年动物作实验材料,一般可不考虑性别。健康的哺乳类动物表现为皮毛有光泽、两眼明亮、鼻端潮而凉、喜活动、反应灵活、眼角和鼻部无分泌物、食欲良好等。健康的蛙或蟾蜍表现为皮肤湿润、后肢蹲坐、前肢撑地、头和躯干挺起、喜爱活动等。进行急性实验和一般手术时,麻醉前 12 h 左右不喂食;进行腹部手术时,应饥饿约 24 h。

实验动物的捉拿方法如下:

(1) 蛙和蟾蜍:左手拇指按住头部,食指和中指夹住两前肢,无名指和小指夹住两后肢。

(2) 家兔:一手抓住家兔颈背部皮肤,轻轻提起;另外一手托住其臀部,使其呈坐姿。

(3) 豚鼠:右手从豚鼠背部横握至腹前部提起后,用左手托住其后肢。

(4) 大鼠:一手捉住尾巴,大鼠会本能向前爬,用另一手抓紧大鼠颈背部皮肤,提起使其腹部向上,拉直躯干,或者由小指固定其尾巴在手掌中。鉴于大白鼠在受到惊吓时会咬人,建议戴手套或者使用专用鼠钳。

(5) 猫:戴手套,使用专用猫笼。

(三) 实验动物的麻醉

麻醉能使动物在实验或手术过程中安静,不挣扎,并减少痛苦。麻醉药的种类繁多,作用原理不尽相同,应用时需根据动物的种类以及实验或手术的性质,慎重选择。麻醉的深浅可以从呼吸的速度、深度,角膜反射的有无,四肢和腹壁肌肉的紧张程度以及皮肤对夹捏的反应等进行判断。适合进行实验或手术的麻醉状态应该是:呼吸深而平稳,角膜反射消失,运动反应消失,肌肉松弛。实验中动物如果逐渐醒来,可补注麻醉药,但一次不能超过原剂量的 1/5。

1. 常用麻醉药的种类

麻醉药有局部麻醉药和全身麻醉药。局部麻醉药通过阻断神经纤维的冲动传导而产生局部麻醉作用,适用于浅表的局部小手术,生理实验中不常用。常用的是全身性麻醉药,有挥发性的(如乙醚)和非挥发性的(如巴比妥类)两类。前者容易麻醉也容易苏醒,麻醉深度容易掌握,应随时注意动物的反应,以防过早苏醒或麻醉过量。后者作用时间较长,麻醉后苏醒较慢,也不大容易掌握麻醉的深度。常用的麻醉药有以下几种:

(1) 乙醚

一种呼吸性麻醉药,有强烈的刺激性气味,是一种易燃易爆的液体。适用于时间短的手术或实验,在麻醉猫、兔时将动物放入透明玻璃罩内进行,动物吸入乙醚后 15~20 min 开始发挥作用。动物麻醉之前有一个兴奋加强的时期。乙醚对呼吸有刺激作用,可使黏液分泌增多以致堵塞呼吸道。如用于较长时间的手术,应在皮下注射 0.1~0.3 mL/kg 的 1% 硫酸阿托品溶液,以防止呼吸道黏液分泌过多。

(2) 巴比妥类

巴比妥类,其中以戊巴比妥钠、异戊巴比妥钠及硫喷妥钠最为常用。易溶于水,作用开始快,持续时间 2~4 h,而且给药途径多,如静脉注射、腹腔注射、皮下注射或肌肉注射都可以。

(3) 氨基甲酸乙酯(乌拉坦)

易溶于水,易被胃肠道吸收,麻醉后不易苏醒,适用于多种动物,多用静脉或者腹腔注射,一般用于急性实验。

(4) 氯醛糖