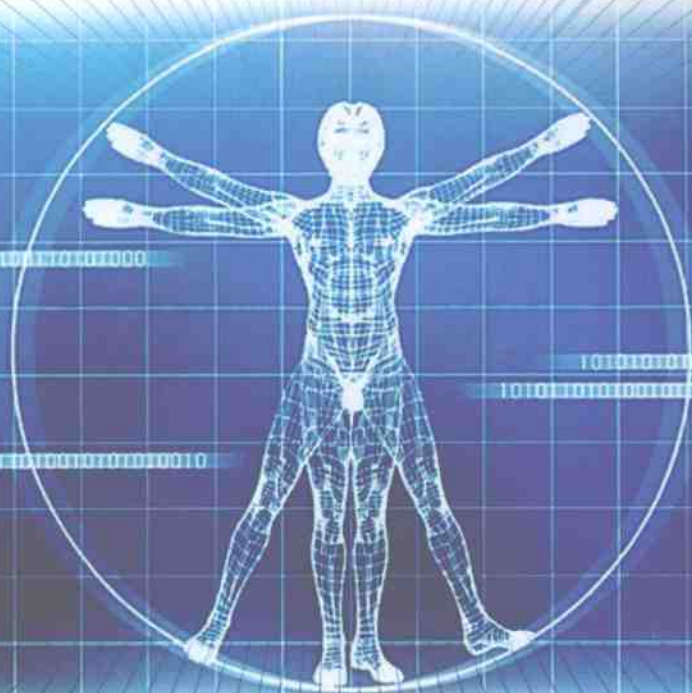


基础医学类实验系列丛书

机能学实验指导

主编 李耀华
吴建新
周萍



云南民族出版社

基础医学类实验系列丛书

机能学实验指导

主 编：李耀华 吴建新 周 萍

主 审：钱金枕 段利华

副主编：田昆仑 钮荣祥

参编者：秦 燕 苏 娟 黄秀琼 王 茜

董丛丽 徐 立 唐兰兰

云南民族出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

机能学实验指导/李耀华, 吴建新, 周萍主编. —昆明:
云南民族出版社, 2007. 7
(基础医学类实验系列丛书)
ISBN 978 - 7 - 5367 - 3784 - 6

I. 机… II. ①李…②吴…③周… III. 机能 (生物) —
人体生理学—实验 IV. R33 - 33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 127671 号

责任编辑	岳灵玉
装帧设计	云南师范大学印刷厂工作室
出版发行	云南民族出版社 (昆明市环城西路 170 号云南民族大厦 5 楼 邮编: 650032) http: //www. ynbook. com ynbook@vip. 163. com
印 刷	云南师范大学印刷厂
开 本	787 × 1092 1/16
印 张	(总) 60
字 数	(总) 1460 千
版 次	2007 年 9 月第 1 版
印 次	2007 年 9 月第 1 次
印 数	1 ~ 1000 套
定 价	94.00 元 (全 7 本)
书 号	ISBN 978 - 7 - 5367 - 3784 - 6/R · 114

序

我国的高等教育，从20世纪末逐步进入了大众化教育阶段，高等教育的发展进入了快速发展时期，大学的分类分层也更加明显。

大理学院根据学校的实际和社会的需求，在总结国内外高等教育先进思想的基础上，于2004年教学工作会上，比较早地提出了要培养“思想品德优良、基础理论扎实、个性充分发展、具有较强实践能力和创新精神、能适应地方经济、社会发展需要的高素质应用型人才”的人才培养定位。这个办学理念和定位，将把学校带入一个崭新的发展快车道。随着时间的推移，将更加证明它的先进性和正确性，并深刻地影响着学校的未来。

医学教育本来就是一个实践性很强的学科。培养应用型人才，不仅要求教师要重视专业理论教学的传授，更要重视实验教学环节，尤其是综合运用各方面知识解决实际问题的能力，重视学生专业核心技能的培养和实践能力的提高。开展好实验教学工作、让学生有更多的机会练习，在培养合格学生过程中具有重要的、不可替代的作用。

为了推动我校的实验教学改革，培养更多优秀的应用型人才，我校教学科研服务中心牵头，组织编写大理学院医学教辅材料丛书，并与出版社联系出版事宜，无疑是一件大好事。

大理学院医学教辅材料丛书的各个分册，都是各个老师经过多年教学工作的经验总结，有的已经在教学工作中使用了多年，具有很强的实用性，解决了学生部分实验教学和课程练习的问题，为教学提供了比较规范的、有我校特色的教辅材料。希望教师们在教学中，不断修改完善，让它绽放出更绚丽的色彩来。

作为分管教学的副校长，我要感谢为之付出辛勤劳作的编者老师，感谢为把此系列丛书正式出版做出努力的教学科研服务中心的同志们。

大理学院副校长 钱金楸 教授

2007年6月30日

前 言

现代医学教育不仅需要让学生系统掌握基础医学的理论知识,更需要培养学生科学思维和科学创新的能力。多数医学生在学习医学基础知识阶段往往仅重视理论知识的提高而忽略了实践课程的学习,学校所设置的实验课程多数也是以验证本学科知识理论课内容为主,结果是忽视了实验教学,这种各自为阵的教学体系在一定程度上制约了创新人才的培养,教学模式的不足使所培养的学生缺乏科学创新的原动力。原有的生理学、病理生理学和药理学等机能实验课程的设置也不例外,使学生难以建立生物机能的整合观念,缺少对医学生科学思维与综合技能的培养,现将生理学、病理生理学和部分药理学实验合并形成机能学实验,这将有利于跨学科知识融合,有利于学生综合能力的培养。

机能学实验是以生理学、病理生理学和部分药理学等机能学科的理论为基础,以整体动物和离体器官组织作为实验对象,研究机体各种生理活动及规律、病理生理改变、药物与机体相互作用及规律的一门多领域整合性实验课程。在机能学实验教学中,遵循综合、循序渐进的教学方式,学生在初步了解机能实验基本技能和经典实验的基础上,再进行综合性实验和病案讨论,最后进行科研实践,这是机能学科的重要组成部分,也为医学基础课程与后期临床课程之间的学习搭建了一座桥梁。

本书内容丰富而翔实,较系统地介绍了机能学实验研究所必需的基本知识与技术。包括实验设计、论文的撰写、计算机技术在机能学实验研究中的应用、生物信号记录的知识与技术、实验动物及动物实验的基本知识等。本书的另一特点是实用性强,选择性好,实验内容设计不拘泥于单一学科知识领域,而从整合观念上着眼于学生综合机能学科知识能力的培养,构建了具有应用研究前景的实验内容与方法。

撰写本书的作者们均为长期从事机能学实验教学第一线中青年骨干教师和科研资深人员,对基础医学教学有十分丰富的经验,同时也是机能学实验的改革者和倡导者,精心编撰了此书。我们相信此书的出版将会受到广大读者的欢迎。由于编写和修订时间仓促,书中不免有不当之处,恳请广大师生及读者指正。

大理学院 生理学及病理生理学教研室
机能学综合实验室
2007年7月24日

目 录

第一章 机能学实验基础知识	(1)
第一节 机能学实验概述	(1)
一、机能学实验的目的、特点和要求	(1)
二、实验室守则	(2)
三、实验报告的书写	(3)
第二节 常用生理溶液及手术器械	(4)
一、常用手术器械	(4)
二、常用生理溶液的成分、配制及换算	(8)
第三节 实验常用仪器的介绍	(9)
一、电刺激器具	(9)
二、常用换能器以及电极	(14)
三、分光光度计和血气分析仪	(18)
第四节 计算机化生物信号采集与处理系统	(19)
一、BL-420 生物机能实验系统	(21)
二、PcLab 生物机能实验系统	(42)
三、Ms302 生物信号采集系统	(49)
四、信号输入、刺激、监听输出面板接线图	(55)
第五节 常用实验动物的基本操作技术	(55)
一、常用动物的种类和选择	(55)
二、常用动物的捉持、固定和给药法	(58)
三、常用动物的麻醉方法及异常情况的急救	(65)
四、常用动物的取血和处死方法	(67)
五、动物实验一般知识与急性实验动物的基本操作技术	(69)
第二章 机能学实验	(82)
第一部分 普通生理实验	(82)
实验一 坐骨神经腓肠肌标本的制备	
刺激强度和刺激频率对骨骼肌收缩的影响	(82)
实验二 神经干动作电位的引导、兴奋传	
导速度的测定和不应期的测定	(86)
实验三 红细胞渗透脆性的实验	(89)
实验四 出血时间和凝血时间	(91)
实验五 ABO 血型的鉴定和交叉配血	(94)
实验六 心音听诊	(97)
实验七 人体动脉血压的测定	(99)

实验八 蛙心期前收缩和代偿间歇	(101)
实验九 减压神经的传入放电	(103)
实验十 胸内压和气胸	(105)
实验十一 人体肺通气功能测定	(107)
实验十二 膈神经放电	(109)
实验十三 兔离体小肠平滑肌的生理特性	(111)
实验十四 视敏度、视野的测定及瞳孔对光反射	(113)
实验十五 声音的传导途径	(117)
实验十六 破坏动物一侧迷路的效应观察	(118)
实验十七 反射弧的分析	(119)
实验十八 损坏小白鼠一侧小脑的效应观察	(121)
实验十九 去大脑僵直	(122)
实验二十 大脑皮层运动机能定位	(124)
第二部分 机能学综合性实验	(126)
实验二十一 呼吸运动的调节及急性呼吸衰竭	(126)
实验二十二 动脉血压的调节与失血性休克及微循环观察	(128)
实验二十三 兔胆汁分泌的调节及肝性脑病	(132)
实验二十四 尿生成的影响因素及急性肾功能衰竭	(136)
实验二十五 影响心输出量的因素与急性心力衰竭	(139)
实验二十六 离体心脏灌流实验	(142)
实验二十七 病案分析	(144)
第三章 实验设计	(147)
一、科研选题	(147)
二、实验设计	(148)
三、实验结果的观察和记录	(152)
四、实验结果的整理、分析、判断及结论的形成	(153)
五、实验论文的书写	(153)
附 录	(158)
附录一 实验动物的一般常数	(158)
附录二 人体常用的生理常数	(161)
附录三 动物给药量的确定及人与动物的用药量换算方法	(162)
附录四 国际单位制中用以表示十进制倍数的词头及符号	(164)
附录五 机能学实验常用术语英中文对照	(165)

第一章 机能学实验基础知识

机能学实验是一门将生理学实验、病理生理学实验、部分药理学实验三者有机地结合在一起的经验性学科。它保持了原有的机能学实验特征,即仍以活体为实验对象,并在此基础上研究机体各种生理活动及其规律、病理生理改变以及药物与机体的相互作用及作用规律(疗效与不良反应及其机制,药代动力学及其规律)。一切实验结论均源自活体组织器官、活体细胞或整体动物的反应结果。与此同时,机能学实验突出的特点是对传统的实验方法及教学方式进行了改革创新,并应用先进的实验设备进行教学。该学科改变了传统的生理学、病理生理学、药理学实验课分别隶属于三门学科的教学模式,以独立的课程形式为学生开设,由此形成一门具有综合性、独立性、新颖性、先进性特色的实验课程。

第一节 机能学实验概述

一、机能学实验的目的、特点和要求

(一) 机能学实验的目的

本课程旨在通过实验教学训练学生基本操作技能,培养其动手能力,并使通过该课程的学习将三门学科的理论知识融会贯通;培养学生实事求是、严谨的科学作风和严密的科学逻辑思维方法,以及观察、分析、解决问题的综合能力。同时,通过学习实验课程中的新技术、新方法,使学生了解和掌握机能学科实验方法的更新和发展方向,启发学生在机能学科实验研究中的创新思维,为培养学生的科学研究思维和科学研究能力奠定良好基础。

(二) 机能学实验的特点

1. 实验对象均为活体

机能学实验均以活体为对象,包括记录人体的正常功能、整体的动物和离体的器官或组织均在具有活性的前提下应用于实验。故应小心、规范地操作尽量保证动物或标本处于最佳的活性状态。

2. 影响因素诸多

动物的机能状态、实验操作及条件、药物和试剂等均可影响实验结果,况且许多生理现象在实验过程中稍纵即逝,故需仔细观察、翔实记录,并分析实验结果以推断实验结论,学会向事实求知。

3. 要求规范操作

机能学实验中所使用的仪器及器材多,其性能复杂,且动物手术过程有相当的难度,所以要求实验者应严格按有关规程进行操作。同时要学会不断总结经验,提高操作的技能。

(三) 机能学实验课的要求

为了实现机能学实验课的目的,要求做到:

1. 实验前

(1) 仔细阅读本课程和有关课程的讲义,了解实验的目的、要求、步骤和操作程序。充分理解实验设计原理,预测实验结果及实验过程中可能出现的问题,并制定相应的应对措施。

(2) 设计好实验原始记录的表格并拟定对本实验结果进行分析讨论的发言提纲。

(3) 结合实验内容复习有关理论知识。

(4) 预测实验过程可能会出现的问题,并制定预案。

2. 实验时

(1) 按照实验操作规程认真进行实验。应培养独立操作、独立解决问题的能力。

(2) 要养成严肃的科学态度、严格的工作要求,保持实验室的整齐、清洁,实验器材的安放整齐稳当、有条不紊。保持实验室安静,不要高声讨论问题,影响他人实验。

(3) 要认真观察实验发生的结果和现象,想想为什么会出现这种现象?并真实客观地记录实验结果,加上必要的文字注释,有时还需要绘制图形或曲线进行分析。实验中的每项结果都应随时记录,必要时可进行描记、拍摄等,不可单凭记忆,以免发生遗漏或错误,更不可随意修改。

(4) 实验中取得的结果应考虑:①取得了什么结果?②为什么出现这种结果?③这种结果有什么生理意义?④出现非预期结果的可能原因是什么等。

3. 实验后

(1) 将实验用具整理就绪,所用器械冲洗干净后,交还借用的器械。如果器械有损坏或短缺,应立即报告负责教师。

(2) 动物尸体、标本、纸片和废品应放到指定地点,不要随地乱丢,严禁丢到水池中,以免堵塞排水管。抹干净实验台。某些试剂或药品可能有毒,或混合后会产生某种毒性,或可能会污染环境,应听从老师的安排,注意安全,适当存放或进行必要的处理。严禁乱放乱弃。要树立牢固的自身安全和环境保护意识。

(3) 搞好实验室的清洁卫生工作,离开实验室前应关灯,关窗,关水龙头。

(4) 认真整理实验结果并撰写实验报告,按时交教师评阅。实验报告中应尽可能使用原始结果,若原始记录图只有一份,可采用复印等办法加以解决。实验报告的书写是培养科学思维和严谨求实科学作风的一种途径,应认真对待,反复推敲,不断提高书写实验报告的写作技巧和水平。

二、实验室守则

(1) 进入实验室前,应充分预习本实验的实验指导及相关的理论知识,明确本实验的目的。

(2) 遵守学习纪律,准时到达实验室并穿好实验工作服。实验时因故外出或早退应向代教老师请假。

(3) 实验时必须严肃认真;实验期间不得进行任何与实验无关的活动。保持实验室安静。讲话要低声,以免影响别人实验。

(4) 要有高度的安全意识,实验时要防止触电、电器短路、防火和防止漏水。

(5) 实验室内各组仪器和器材由各组自己使用,不得与别组调换,以免混乱。如遇仪器

损坏或机件不灵,应报告代教老师或实验准备室技术人员,以便修理或更换,不要自行乱修。

(6) 爱惜公共财物,注意节约各种实验器材和用品。

(7) 爱护实验动物,实验用的动物按组发给,如需要补充使用,须经代教老师同意才能补领。

(8) 保持实验室清洁整齐,不必要的物品不要带进实验室。实验完毕后,应清洁实验器材和实验桌。动物尸体、纸片及废品应放到指定地点,不得随地乱丢。离开实验室要关好水电门窗,确保实验室的安全。

三、实验报告的书写

实验报告是对实验的总结,是表达实验研究成果的一种形式。书写实验报告是一项重要的基本技能训练,是学习书写论文的基础。通过书写实验报告,可以熟悉撰写科研论文的基本格式,学会绘图制表方法;学习如何应用有关理论知识和查阅相关文献资料,对实验资料进行整理分析,做出实验结果;培养学生独立思考、严谨求实的科学作风。

书写实验报告应注意内容真实准确,文字简练、通顺,书写清洁、整洁,标点符号、外文缩写、单位度量准确、规范。

(一) 实验报告的一般格式

1. 姓名、专业、年级、班次、组别(此项可写在实验报告本的封面)
2. 实验序号和题目注明日期、室温和湿度
3. 实验目的
4. 实验原理
5. 实验对象
6. 实验药品和器材
7. 实验方式和步骤
8. 实验观察项目及结果
9. 讨论
10. 结论

(二) 实验报告的书写

1. 实验序号和题目

实验题目要能够明确表达实验的内容。

2. 实验目的

相当于论文前言部分,但不要求提供背景。要直截了当地说明为什么要进行该项实验,解决什么问题,具有什么意义。

3. 实验对象

人:注明性别、年龄、职业、健康状况。

动物:注明来源、种属、性别、年(周)龄、健康状况。

4. 实验药品和器材

药品:注明中英文及缩写,来源和批号剂量、施加途径与手段。

器材:所有的仪器、材料应介绍齐全,包括名称、型号、规格、数量。

5. 实验方法和步骤

通常按时间顺序用序号列出每一步操作,说明实验方法、实验过程中的具体步骤。

6. 实验结果

实验结果是实验过程中观察到的现象和原始记录的资料(如曲线)和数据、经过。在实验完成之后,应对实验过程中观察到的现象和原始记录的资料(如曲线)和数据认真的核对,系统分析,对数据进行统计学处理,形成实验结果。实验结果可选用适当的表格、图表、曲线的方式,加上必要的简明扼要的文字叙述。

7. 讨论

实验结果的讨论是根据已知的理论知识对本实验结果进行实事求是、符合逻辑的分析推理,从而推导出恰如其分的结论,最好能提出实验结果的理论意义和应用价值。如果实验出现非预期的结果,绝对不能舍弃或随意修改。要对“异常”的结果进行分析研究,找出出现“异常”结果的原因。有时,正是从某种“异常”的结果中发现新的有价值的东西,从而实现新理论的建立,或者实验技术的改进等。

8. 结论

结论应与本次实验的目的相呼应。结论是从实验结果和讨论中归纳出概括性的判断,即是本次实验所能验证的理论的简明总结。实验结论不是实验结果的简单重复,不应罗列具体的结果,也不能随意推断和引申。如果实验结果未能说明问题,就不应勉强下结论。

第二节 常用生理溶液及手术器械

一、常用手术器械

(一) 蛙类手术器械

1. 金属探针

用于破坏蛙类的脑和脊髓。

2. 剪刀

普通粗剪刀用于剪皮肤、肌肉和骨等粗硬组织;细剪刀或眼科剪刀用于剪神经、血管和心包膜等细软组织。禁用眼科剪刀剪皮肤、肌肉或其他粗硬物。

3. 镊子

圆头镊子对组织损伤较小,用于夹捏组织和牵提切口;有齿镊子用于夹捏骨头和剥脱蛙皮;眼科镊子有直、弯两种,可用于分离神经、血管和夹捏细软组织。但切不可用镊子直接夹捏或牵提神经血管。

4. 玻璃分针

用于分离血管、神经等组织,不可用力过猛,以防折断。

5. 蛙心夹

使用时将蛙心夹的一端夹住蛙心尖部,另一端借助缚线连于换能器,以描记心脏的舒缩活动。

6. 蛙板

用于固定蛙类,以便进行解剖和实验。板上有多个圆孔,用以在镜下观察蛙舌、肠系膜



图 1-1 常用手术器械

微循环。制备神经肌肉标本时,可将蛙腿用大头针固定在蛙板上,并应在蛙腿下垫一块玻璃片进行操作。

7. 锌铜弓(锌铜叉)

制备神经肌肉标本时常用它对本标本施加刺激,以检查其兴奋性,或用它来刺激神经以判断支配肌肉的神经分支。

(二) 哺乳类手术器械

1. 手术刀

用于切开皮肤和脏器。常用手术刀由刀片和刀柄组成。根据手术的部位与性质, 可以选用大小、形状不同的手术刀片。刀片宜用血管钳夹持安装, 避免割伤手指(见图 1-2)。刀柄一端为一良好的钝性分离器, 可以用于分离组织; 或用以显露手术野深部。常用的执刀方法有 4 种(见图 1-3)。

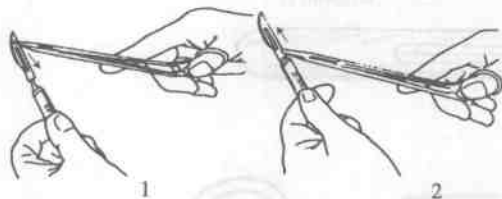


图 1-2 安装、取下刀片法

1. 安刀片法 2. 取刀片法

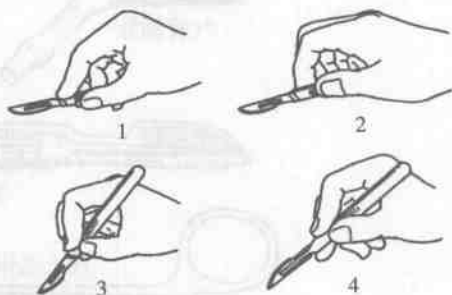


图 1-3 执刀方法

1. 执弓式 2. 握持式 3. 执笔式 4. 反挑式

(1) 执弓式: 是一种常用的执刀方法, 动作范围广而灵活, 用于腹部、颈部或腹部的皮肤切口。

(2) 握持式: 用于用力较大、切口范围较广的切口, 如切开较长的皮肤、截肢等。

(3) 执笔式: 用于用力轻柔而操作精巧, 小而精确的切口, 如眼部手术, 局部神经、血管、作腹膜小切口等。

(4) 反挑式: 使用时刀口朝上, 常用于向上挑开组织, 以免损伤深部组织。

2. 剪刀

有手术剪刀、眼科剪刀、普通粗剪刀。又有大小、类型(直弯、尖头及圆头)长短之分。持剪的方法是以拇指和无名指分别插入剪柄的两环, 中指放在无名指指环前面的外方柄上, 食指轻压在剪柄和剪刀交界处(见图 1-4)。

(1) 弯手术剪刀: 用于剪毛; 直手术剪刀用于剪神经、血管、脂肪、肌肉等组织。

(2) 眼科剪: 常用于剪包膜、神经, 或剪开血管、输尿管以便插管, 禁用眼科剪刀剪皮肤、肌肉、骨骼等。

(3) 普通粗剪刀: 用于剪毛、皮肤、骨骼或剪破组织。

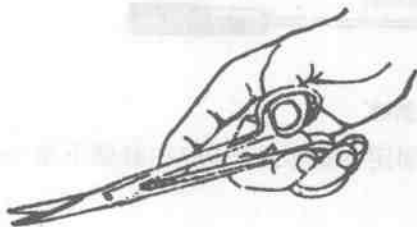


图 1-4 执剪姿势图



图 1-5 执镊姿势

3. 止血钳

有大小、直弯、有齿、无齿之分。根据止血部位不同,所需的止血钳类型不同。执钳方法与手术剪同。

(1)直止血钳、无齿止血钳:主要用于手术浅部止血,也可用于浅部的组织分离。有齿止血钳主要用于强韧组织的止血、提起切口处的皮肤等,不能用于皮下止血。

(2)弯止血钳:主要用于手术深部组织或内脏止血,不宜用于夹持血管、神经及脆弱的组织。

(3)蚊式止血钳:适用于分离小血管及神经周围的结缔组织及小血管止血,不宜用于夹持大块或坚硬组织。

4. 镊子

分有齿和无齿两类,大小长短不一,可根据手术需要选用。执镊方法用拇指对食指和中指,不宜握于掌心内(见图1-5)。

有齿镊用于牵拉切口处的皮肤或坚韧的筋膜、肌腱,不可用于夹捏内脏及血管、神经等软组织;无齿镊用于夹捏皮下组织、脂肪、粘膜和血管等;眼科镊用于夹捏细软组织。

5. 持针器

持针器的头端较短,口内有槽。执持针器的姿势与执剪刀略同,但为了缝合方便,仅用手掌握住其环部即可,不必将手指插入环口中(见图1-6)。

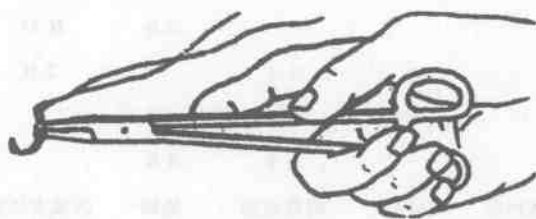


图1-6 执持针器姿势

6. 组织钳(爱立斯钳)

弹性大而软,尖端有细齿,对组织损伤轻微,用于夹持皮肤、皮下组织及手术野铺巾。

7. 缝针

有大小、直弯、圆三角之分。圆针用于内缝组织,三角针用于缝合皮肤。

8. 骨钳

有剪刀式和小碟式两种。用于打开颅腔和骨髓腔时咬切骨质,剪刀式适用于咬断骨质,小碟式适用于咬切骨片。

9. 颅骨钻

用于开颅钻孔用。

10. 动脉夹

用于夹闭动脉以阻断动脉血流,以便插动脉插管;还可用于兔耳缘静脉注射针头。

11. 各种插管

Y形管为气管插管,可根据动物的气管大小而选择。用于急性动物实验时插入气管,以

保证呼吸道通畅;用粗细不同的塑料管制成的插管,可作动脉、静脉、输尿管插管之用。

二、常用生理溶液的成分、配制及换算

在进行离体组织或器官实验时,为了维持标本的“正常”功能活动,标本所处的环境因素,如电解质成分、渗透压、酸碱度、温度,甚至某些营养物质的浓度,须尽可能地与体内环境相接近。

表 1-1 常用生理溶液的名称及成分

	等张 氯化钠液	任氏液 (RingerSol)	拜氏液 (BaylissSol)	洛氏液 (LockeSol)	台氏液 (TyrodeSol)	豚鼠支气管 (ThorotonSol)	大白鼠液 子宫液 (DaleSol)	克氏液 (KrebsSol)
冷血动物								
NaCl(g)	6.0~6.5	6.5	6.5	9.2	8.0	5.59	9.0	6.9
温血动物								
	8.5~9.0							
10% KCl(ml)		2.0	1.4	4.2	2.0	4.6	4.2	3.5
5% CaCl ₂ (ml)		2.0	2.4	2.4	2.0	1.5	0.6	5.6
5% NaHCO ₃ (ml)		4.0	4.0	3.0	20.0	10.4	10.0	4.2
5% MgCl ₂ (ml)					2.0	0.45		
5% NaH ₂ PO ₄ (ml)				0.2		2.0		
Glucose(g)			2.0	1.0	1.0		0.5	2.0
PH				7.5	8.0			
用途	蛙龟蛇	离体神经	离体蛙心	哺乳动物	兔肠	豚鼠支气管	大白鼠子宫	哺乳动物
	狗兔鼠							

本表为配制 1000ml 溶液之用量(各家主张不完全相同)。配制时,在加各种盐的顺序中,CaCl₂ 排最后,Glucose 是临用时加入。

满足这样条件的溶液称为生理代用液,或称生理溶液。最简单的生理溶液为 0.9% (恒温动物)或 0.65% (变温动物)的 NaCl 溶液,又称为生理盐水。但单纯的生理盐水与体液(细胞外液)有很大不同,因为其难以长时间维持离体组织或器官的正常活动,为此,Ringer 在溶液中添加 CaCl₂ 等电解质,能长时间地维持蛙心跳动,该溶液称为任氏(Ringer,s)液。此后,许多生理学家按其工作需要,配制了各种生理溶液(表 1-1)。

这些代用液中不仅电解质的晶体渗透压与体液相同,而且几种离子的比例、O₂ 与葡萄糖的含量以及缓冲能力也与体液相同,用这样的代用液能更长久地保持离体组织或器官的功能。

代用液不宜久置,故一般临用时配制,为方便配制起见,最好事先配好代用液所需的各种成分较浓的基础液,临用时按所需量,取基础液置于瓶中,加蒸馏水到定量刻度即可。在配制溶液前,应当烘干药物,然后精确称量。值得注意的是,在加入电解质时,如配制时溶液中要求有 NaHCO₃ 或 NaH₂PO₄ 而又需加入 CaCl₂ 时,则前两种盐都必须事先完全溶解而

且充分稀释后,方可逐滴加入氯化钙,否则易产生 CaCO_3 或 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ 沉淀物,使溶液混浊。葡萄糖应在临用时加入,因含有葡萄糖的溶液不能久存。

要注意测定与校正已配制成的生理代用液的 pH 值。Ringer 液应校正到 pH 7.2, Locke 液和 Tyrode 液应校正到 pH 7.3 ~ 7.4。

(李耀华 黄秀琼)

第三节 实验常用仪器的介绍

生理学实验常用的仪器设备很多,包括了记纹鼓、电子放大器、示波器、多导记录仪等常用的经典的仪器设备与目前越来越为人们广泛使用的先进的计算机化生物信号采集与处理系统。

这些仪器一般由如下四大部分组成(如图 1-7):



图 1-7 常用生理实验仪器的基本组成部分和连接示意图

(1)刺激部分:常用的刺激装置为电子刺激器和感应电刺激器。能给动物某个部位如神经或组织细胞以刺激,通过调节仪器不同旋钮或命令可调节刺激强度及刺激维持时间,再通过记录(显示)部分观察与记录组织、器官功能的变化。

(2)引导转换部分:电极,换能器(张力换能器,压力换能器等)。将信号从原始生理现象如机械收缩、压力和声音等变换为生物电信号。

(3)采集、放大部分:把微弱的生物电信号加以放大并采集。最原始的经典实验仪器是各式各样的杠杆和记纹鼓,现在通常使用的信号调节记录系统是示波器、记录仪或功能更多的计算机化生物信号采集与处理系统。

(4)记录(显示)部分:用纸带记录仪记录或显示屏显示信号。通过调节相关旋钮(或软件)来调节记录走纸(或扫描)速度和显示扫描的时间(信号的 X 轴)。这类系统包括示波器、附示波器照相机、多导生理记录仪、X-Y 记录仪、磁带记录仪、计算机系统等。

一、电刺激器具

电刺激是生理学实验中最常使用的人工刺激。因其强度、频率、时程和变化形式等刺

激参数均易于精确控制,只要掌握适当,不易造成组织的损伤。对于神经纤维和肌肉组织来说,电刺激也是最接近于体内的自然刺激。在生理实验中,通常将能够产生刺激引起组织兴奋且可控制的电刺激仪器称电刺激器。将刺激器产生的电流(或电压)引导到组织的器具,称刺激电极。

(一)电刺激

电刺激是由流入可兴奋组织的一个或多个电流脉冲所组成的。进行电刺激时首先要考虑所用的电刺激的各项参数。采用不同的参数刺激同一组织结构,可出现不同的甚至相反的反应。

1. 刺激电流的波形

大致有三种,即正弦波(Sine wave)、方波(Square Wave)、不对称的波形(如感应电波)。其中最常用的是方波,电流的上升时间是几微秒到几十微秒,持续时间从几十微秒到几秒。常采用方波刺激的原因不仅是由于波形简单,易于产生和严格控制,而且计算刺激量也比较容易,陡峭的前沿刺激电流也比较有效。

但是如果采用单向方波刺激时波宽太大(超过1ms)或采用直流电刺激作用时间太长,均可引起很大的损毁效应。为了尽量减少刺激电流引起的热和电解作用对生物体的影响,在保持刺激有效的前提下,必须尽可能地缩短时间,而且要采用双向方波刺激。后者特点在于:在正方波时离子向一个方向运动,紧接而来的负方波使离子向相反方向运动,这样可极大地减少电解作用。有人认为,一般开始采用电刺激法时,以波宽1ms、电压10V左右,双向方波,每秒钟100次(50对)为好。若波宽减为0.5ms以下,电压常加大为50~90V。

2. 刺激电流的强度

可用电压(电位差)或电流强度来表示。电流强度一般在几微安到几十毫安,工作中电压可在200V以内,在某些特殊情况下可超出这个范围。电刺激之所以能引起组织兴奋,是由于他可使细胞膜静息电位降低到阈电位,若用的电流太低则不能引起兴奋,电流过大,则对引起兴奋来说,不再起更大的作用,反而可引起组织内电解和发热效应,使细胞受到破坏。因而在进行电刺激时,要控制电压强度或刺激电流密度(Density of stimulating current)。一般电流与电压强度是平行增减的。但实验证实,经多次刺激之后,电压的变化不大,而电流则随电极尖部的极化作用而降低。

3. 刺激电流脉冲的重复频率

一般不大于每秒1000次。当刺激太频时,有一部分刺激会落在组织的不应期而无效。刺激中枢神经系统所需的频率到底以多少为好,这要看那个结构要求有哪种反应。例如用电刺激狗脑的额叶眶回,当频率为6次/秒时呼吸变慢;30次/秒时呼吸停止;60次/秒时呼吸加深加快;180次/秒时无反应。实际工作中以60~100次/秒为好。

4. 重复刺激时间和各串刺激相隔时间

当一串刺激停止之后,在一些脑组织结构中的后效应可延续几毫秒到几秒之久。经较长时间连续刺激后,被刺激的部位可能出现增益作用。但有时亦可引起效应减弱(称之为“疲劳”)。对于引起机体活动的中枢神经结构,每串刺激时间可用10~20s。超过这一限度常可致“疲劳”。

为了避免一串刺激对下次刺激的影响,在安排刺激程序中,各串刺激彼此相隔的时间,必须加以考虑。应容许中枢兴奋状态和中枢抑制状态消失后,可再给予刺激。这个条件在