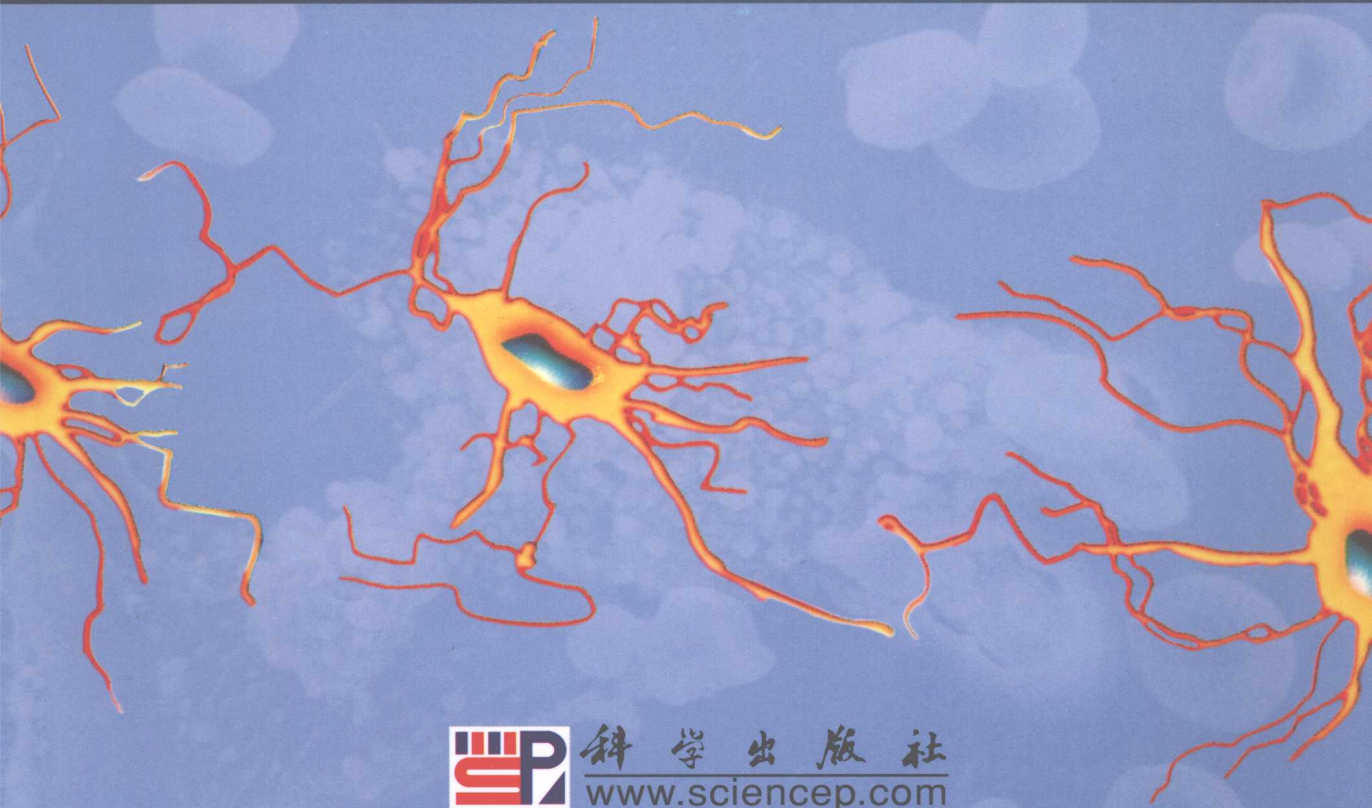




生命科学实验指南系列

生理学实验指南

项 辉 龙天澄 周文良 主编



科学出版社

www.sciencep.com

内 容 简 介

本书是在国内外优秀生理学实验教材的基础上,结合作者多年实验教学经验编写而成的。内容包括总论、生理仪器的原理及使用、细胞生理、神经肌肉、血液、循环、消化和吸收、呼吸、代谢、尿生成及调节、中枢神经系统、感觉器官、内分泌与生殖等;附录列出了生理学实验中常用生理溶液的配制、常用实验动物的麻醉剂量等内容,此外,还列举了实验中近 150 道常见问题以及参考答案。

本书适用于高等院校生命科学、动物科学、医学、药学等相关专业本科生使用,广大生理学爱好者或准备生理学专业研究生考试者也可选本书作为参考书。

图书在版编目(CIP)数据

生理学实验指南/项辉,龙天澄,周文良主编. —北京:科学出版社,2008
(生命科学实验指南系列)

ISBN 978-7-03-021086-9

I. 生… II. ①项…②龙…③周… III. 生理学-实验-指南
IV. Q4-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 019419 号

责任编辑:罗 静 王 静/责任校对:张小霞

责任印制:钱玉芬/封面设计:耕者设计工作室

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

涿海印刷有限责任公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2008 年 3 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2008 年 3 月第一次印刷 印张:13 3/4

印数:1—3 000 字数:311 000

定价:28.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈环伟〉)

本书编写人员名单

主 编

项 辉 龙天澄 周文良

参加编写人员

(按姓氏汉语拼音排序)

陈 卉 陈笑霞 黄俊豪

李 毅 龙天澄 陶武成

王 芳 王 可 项 辉

张碧鱼 周文良

前 言

生理学是研究正常人体及动物生命活动规律的基础学科,是在实践的基础上建立和发展起来的。因此,生理学实验课在生理学教学中占有重要的地位。随着生物信号计算机采样分析系统的应用,使生理学实验教学在仪器连接、调试及使用等方面节省了大量的时间,因此单元时间内生理学实验内容可做大的扩充。在这种形势下,生理学实验教学亟需一本适应现代计算机技术,满足实验教学改革的教学用书。作者在借鉴国内外优秀的生理学实验教材基础上,结合多年实验教学经验完成了本书。

本书内容的编排仍旧以传统的生理系统为主线。在各系统的实验开始前,对本系统的理论知识进行简介,使学生在开始实验前能熟悉相关的内容,在实验中能加深对理论知识的理解。本书编入了作者在多年实验教学中积累的解剖结构图及生理反应记录图,可以使学生及时掌握实验动态,纠正实验过程中的误差和错误。书中以图示的方式,较详细地介绍了国内两套生物信号计算机采样分析系统的操作方法,让学生能在较短的时间内掌握仪器的使用,用更多的时间进行动物处理及对生理反应进行观察。本书在附录中收集了近150道实验教学中的各种问题,并给出了简要答案,以培养学生的学习兴趣并训练学生全面掌握相关知识。本书参考了国外相关实验用书,编写了一些较少出现在国内实验用书中的内容,如细胞转运方面的实验、三大营养物质消化和酶作用的实验。此外,呼吸、尿生成及调节、中枢神经系统、感觉器官及内分泌与生殖等在各章节中都有新增实验内容。

本书先后得到“教育部名牌课程建设”、“中山大学设备与实验室管理处实验教学改革项目”、“设备与实验室管理处实验教材编写项目”、“中山大学生命科学学院教材建设项目”、“中山大学教务处教学改革项目”的大力资助。项辉、王芳、王可、黄俊豪、李毅、陶武成等完成第1、3~13章的部分内容和附录。龙天澄、张碧鱼、陈笑霞等完成第1、2、4~8、10~11章的部分内容和附录。周文良、陈卉等完成第13章的部分内容。书中大多数图片来自作者多年积累,但有少量是引用了参考文献中所列的国内外实验用书。此外,蔡铁隼、刘博、左武麟、王喆、郭景慧、张洁、陈琰、崔继红、胡雯、郭续、朱蕴馨等同志对本书进行了大量资料整理、校对等工作;生命科学学院多届本科生试用此书并提供了绝大多数问题答案,同时提出了很多宝贵建议。在此深表谢意!

本书虽经多年教学实践检验,但编写团队才智有限,而学科发展又十分迅速,书中难免有疏漏之处。恳请各位读者同仁批评斧正,在此深表感谢。

项 辉 龙天澄

2008年1月6日

目 录

前言

第一章 总论	1
第一节 生理学实验的目的与要求	1
第二节 生理学实验的一般性方法	4
第三节 常用动物及动物实验基本操作	10
第二章 生理仪器的原理及使用	21
第一节 生理学实验仪器的组成	21
第二节 RM6240 多道生理信号采集处理系统	30
第三节 BL-420 生物机能实验系统	36
第三章 细胞生理	39
实验 3-1 细胞的渗透性和转运机制	39
第四章 神经肌肉	45
实验 4-1 蛙的坐骨神经-腓肠肌标本的制备	45
实验 4-2 刺激强度与骨骼肌收缩反应的关系	47
实验 4-3 骨骼肌单收缩的分析	48
实验 4-4 骨骼肌收缩的总和与强直收缩	50
实验 4-5 骨骼机电兴奋与收缩的时相关系	51
实验 4-6 神经干动作电位的测定	53
实验 4-7 坐骨神经不应期的测定	56
实验 4-8 神经冲动传导速度的测定	57
第五章 血液	60
实验 5-1 红细胞计数和血红蛋白浓度的测定	60
实验 5-2 鱼类的红细胞渗透脆性	62
实验 5-3 鱼类的白细胞分类计数	64
实验 5-4 血型鉴定	66
第六章 循环	68
实验 6-1 蛙类心脏收缩与电兴奋的关系	68
实验 6-2 蛙类心室肌的期前收缩与代偿间歇	70
实验 6-3 蛙类心脏的神经支配	71
实验 6-4 蛙类离体心脏灌流	74
实验 6-5 家兔动脉血压的神经、体液调节	78
实验 6-6 人体动脉血压的测定及其影响因素	82
实验 6-7 人体的体表心电图的描记	84

实验 6-8	蛙蹼毛细血管及微循环影响因素的观察	86
实验 6-9	植物性神经递质对蛙心的作用	88
第七章	消化和吸收	91
实验 7-1	食物的消化和酶的作用	92
实验 7-2	大白鼠胃液分泌的调节	97
实验 7-3	食物推进和混合的机制	98
实验 7-4	离体肠段平滑肌的生理特性	99
实验 7-5	动物离体肠段的电活动和收缩运动的同时记录	102
第八章	呼吸	104
实验 8-1	通气量的测定及呼吸音的听诊	105
实验 8-2	人体呼吸运动的描记及其影响因素	108
实验 8-3	家兔呼吸运动的神经调节	110
实验 8-4	兔膈神经的传出放电	112
实验 8-5	用力肺活量和用力呼气量的测定	114
实验 8-6	呼吸对血液酸碱平衡的作用	115
第九章	代谢	117
实验 9-1	甲状腺素对代谢率的影响	117
第十章	尿生成及调节	120
实验 10-1	尿样分析	120
实验 10-2	家兔尿生成的神经体液调节	123
第十一章	中枢神经系统	127
实验 11-1	人脑电图 (EEG) 记录	127
实验 11-2	反射弧	129
实验 11-3	家兔大脑皮层运动区的刺激效应	131
实验 11-4	家兔大脑皮层诱发电位	132
实验 11-5	去大脑僵直	135
实验 11-6	几种动物 (家兔、豚鼠、蟾蜍) 脑电活动的描记	137
第十二章	感觉器官	140
实验 12-1	皮肤感受器和牵涉痛	140
实验 12-2	眼睛和视觉	143
实验 12-3	耳蜗和听觉	147
实验 12-4	前庭器官——平衡	149
实验 12-5	味觉	151
第十三章	内分泌与生殖	154
实验 13-1	测定垂体激素对卵巢的影响	157
实验 13-2	胰岛素的作用	158
实验 13-3	类固醇激素的薄层色谱分析	160

实验 13-4 离体子宫灌流	163
实验 13-5 小鼠卵母细胞的体外培养	164
参考文献	167
附录一 常用麻醉剂的种类及用法	168
附录二 常用生理溶液的配制	169
附录三 随机数字表	170
附录四 肺活量与年龄身高的关系	172
附录五 生理学实验中常见问题及答案	176

第一章 总 论

第一节 生理学实验的目的与要求

生物科学是非常特殊和令人兴奋的，因为它是了解所有生物奇妙工作的门。生理学是生物科学的分支学科。从发展上看，它之所以能成为一门独立的学科，应归功于17世纪的英国著名医生威廉·哈维（Willian Harvey）。哈维采用活体解剖法和动物实验法在多种动物体上进行研究，并对人体进行观察，才得出血液循环的正确结论，并于1628年出版了《心血运动论》。所以，生理学建立在实验和观察的基础上，生理学实验对生理学的创立和发展起到了重要作用。尽管科学研究中的一些经验对开始生理学的学习是有帮助的，但好奇是开始学习的最重要的前提。

获得科学知识就像了解一个人。除非与他有深入的沟通，否则你永远不会了解这个人。科学也是如此，如果你想很好地了解它，你必须亲密地接触它。

实验室是为与科学“亲密接触”而设立的。它是科学家们用来验证他们想法的地方，它的主要用途是为科学现象的预言能被证明提供基础。同样，它也是你与生理学“亲密接触”的场所。

一、生理学实验简介

生理学是研究生物体生命活动规律的科学，是一门实验性的科学，它的理论和概念与自然科学的其他学科一样，大部分都是根据实验或观察获得的。生理学实验课在生理学教学中占有重要的地位，首先，通过生理学实验训练，学生可以掌握相应的技巧；再次，通过整个过程，学生可以摸索出一些科研思维的相应规律。生理学实验课程承担起微观和宏观，紧密联系动物的组织结构和功能，是一门有助于培养学生动手操作能力、自学能力、科学思维能力、创新能力的主干课程。实验教学过程一般包含基础实验、综合实验、科研性实验等方面内容。

基础实验：强调基本知识掌握与基本技能的训练，从验证性实验开始，要求学生掌握生理学实验中最为重要、最为基本的内容，掌握基本的实验操作，包括简单的手术方法、生理仪器的连接和参数调节等。

综合实验：进行较复杂的、实验项目较多的、难度较大的实验，如家兔动脉血压的神经体液调节，既有手术操作的难度，不仅要分离颈动脉并插管，还要分离颈部迷走神经、减压神经和交感神经，另外，还需静脉注射相关药物，实验过程的处理也很复杂。

科研性实验：让学生利用所提供的仪器、动物和药品，自选题目，查阅文献资料，设计实验方案，系统地完成科研性实验的选题、论证、操作、结果分析、讨论和总结，使学生对生理学的科研过程有一个初步了解，在实验教学中培训学生的科研思维和自主解决问题的能力，激发学生开拓创新精神，培养学生各方面能力与综合素质。

二、生理学实验的目的

(1) 正确使用生理学实验的基本仪器设备,了解、熟悉或掌握生理学实验的基本操作技术。

(2) 了解获得生理学知识的过程和科学方法。

(3) 加深对生理学基本概念和基本理论的理解。

(4) 培养理论联系实际的能力和对科学工作严肃的态度、严格的要求、严密的工作方法和实事求是的工作作风。为学习相关课程和今后的科研工作提供必要的基本技能培训,并为培养创新型人才打下基础。

(5) 通过生理学实验课,逐步培养学生对事物客观地进行观察、比较、分析和综合的能力以及独立思考、解决实际问题的能力。

三、基本要求

1. 实验前

(1) 仔细阅读实验教程,了解实验的目的、要求、方法和操作步骤。

(2) 结合实验内容,复习有关理论知识,做到充分理解,以提高实验课的实验效果。

(3) 查阅有关文献和书籍,预测该实验各个步骤应得的结果,并运用已知的理论知识进行解释。

(4) 注意实验中可能发生的问题。

(5) 设计好实验原始记录项目和数据记录表格,便于实验时使用。

2. 实验中

(1) 认真听实验指导教师的讲解并仔细观察示教操作,特别注意教师所指出的实验注意事项。

(2) 实验器材的放置力求整齐、稳当、有条不紊。

(3) 严格按照实验指导的步骤进行操作,不可随意更改。不得擅自进行与实验内容无关的活动。要注意保护实验动物和标本,节省器材和药品。在以人作为对象的实验项目中,要恪守注意事项,注意人身安全。

(4) 要以严谨、实事求是的科学态度,仔细、耐心地观察实验过程中出现的现象,要随时记录出现反应的时间、反应的表现以及最后的结果,联系课堂讲授的内容进行思考。

(5) 在实验过程中若遇到疑难之处,先要自己设法解决。如果一时解决不了,应向指导教师汇报情况,要求协助解决。对贵重仪器,在尚未熟悉性能之前,不可轻易动用。

(6) 实验小组成员在不同实验项目中,应轮流进行各项实验操作,力求每个人的学习机会均等。在做哺乳类动物大实验时,组内成员要明确分工、相互配合、各尽其职,并服从统一指挥。

3. 实验后

(1) 将实验用具整理就绪,所用器械擦洗干净,清点数目,如数归还。如有损坏、

缺少，应立即报告指导教师。做好实验室清洁工作，将存活动物和动物尸体放到指定的地方。

(2) 认真搜集整理实验所得的记录和资料，对实验结果进行分析和讨论，并得出结论。

(3) 认真撰写实验报告，按时送交指导教师评阅。

4. 特别注意

实验指导所叙述的实验方法，并不一定是达到每项实验目的的最好方法。肯定还会有更好的方法，希望大家在实验过程中细致观察，深入思考，在实验方法的改革方面充分发挥自己的独创性。

要尊重动物生命，禁止滥用动物。处死动物的时候，要避免给动物造成无谓的痛苦。做到心中有数，尽可能用一只动物多做一些实验，避免不必要的牺牲。

四、撰写实验报告

书写实验报告是生理学实验课的基本训练之一，师生都应认真对待，以便为日后撰写科研论文打下良好的基础。实验报告不同于科学论文，但它们有相同的要素，是报告科学实验结果的正式方式。报告应该有封面页，包括实验的题目、作者名、课程名称、教师和日期。报告正文应该包括五个单独清晰的有标记的部分：介绍、实验材料和方法、结果、讨论和结论、参考文献。当你写实验报告的时候可参考以下模板。

实验报告

封面页

实验题目

作者

课程名称

教师

日期

介绍

提供背景信息

描述所有相关的观察资料

清楚地陈述假说

实验材料和方法

仪器清单或所需的配置

实验的步骤

结果

用图或者表格介绍数据

简要地总结发现

讨论和结论

分析数据

推断所收集的数据是否支持假说
包括其他相关的原始资料信息
解释所有不可控变量或者意想不到的难点
未来工作建议
参考文献
引用所有被用于支持这个报告的原始资料

(1) 实验方法：在这一部分中扼要地写清楚各项实验条件，其中包括实验所用的动物种类、性别及其状态（健康状况，是否经过预先处理等），实验时对动物进行了怎样的处理（如麻醉、手术操作、给予药物或刺激等）。

(2) 实验结果：实验结果可用简练的文字描述；也可用表格，使实验结果突出、清晰，便于相互比较；还可利用各种曲线图，使其形象生动，一目了然；或三者并用，使其得到最佳效果。

(3) 讨论和结论：将实验说明的问题以及实验结果，围绕实验目的，根据已知的理论知识对结果进行讨论、分析和逻辑论证。若出现非预期的结果，应考虑和分析其可能原因。实验结论是从实验结果中归纳出的概括性判断，即实验所能验证的概念、原则或理论的简明总结。应用简练的语言严谨地表达结论。实验的讨论和结论的书写是富有创造性的工作，应严肃认真，不要满足或拘泥于书本的解释，不应盲目抄袭书本或他人的作品。应鼓励和提倡学生对实验中出现的现象提出科学的独特性假设。注意：所参考的文献资料应注明出处。

五、生理学实验室规则

(1) 需携带实验指导、记录本等文具准时进入实验室，并穿戴实验衣帽。

(2) 遵守学习纪律，保持实验室安静；严肃、认真、安全地进行实验，不做与实验无关的事情。

(3) 实验室的一切物品，未经教师许可，不得擅自取用或带出。

(4) 各组需要用到的实验器材、物品，在使用前应查点清楚，不得随意与别组调换；如遇机件不灵或损坏，应报告教师，以便及时修理或更换。

(5) 节约水电及一切消耗性物品，爱护仪器和用具。损坏物品应赔偿。

(6) 保持实验室整洁。公共器材和药品用后立即放回原处，动物尸体和废弃物应放到指定地点。

(7) 实验完毕，应将实验器材、用品和实验台收拾干净，查点清楚，放回原处。做好实验室的清洁卫生，关好窗户、水电，经教师检查无误后，方可离开。

第二节 生理学实验的一般性方法

一、一般性步骤

如果没有新的知识衍生和补充，科学就会停滞不前。科学家们在各学科领域调查研究所用的一般性方法被称为科学方法。这种方法不是单一的精确的技术，它必须遵循一

定的原则，即用合理的、实事求是的和可靠的方法处理和解决科学问题并获取知识。它包含五个主要的步骤。

1. 观察现象

最重要的第一步是对一些有趣的现象进行观察。换句话说，科学家在开展研究前必须确定所要研究的问题或针对点。在许多实验室，虽然这些问题已经很明确，但不管怎样，善于观察是开始研究工作的前提。

2. 提出假说

一旦确定了所要研究的针对点，下一步就是要设计有意义的需要你去解答的问题。而这些问题常常以假说的形式出现，假说就是以未经证实的结论去试图解释一些现象。科学家通常不把自己局限在某个单一的假说中，而是提出多种假说后一一检验。

任何好的假说都必须满足几条规则。

第一，假说必须是可检验的，它必须接受事实和经验、科学理论的检验，在检验中或证实或证伪。这一特点比假说的正确性更重要。任何科学研究中预言的正确性依赖于以实验为基础的原始信息的精确性。我们要注意两个问题以确保生理学假说的准确性：①对科学想法的反复实验是非常重要的，特别是科学家们对相同问题有不同的结论时；②科学实验的结论只能来源于实验获得的精确信息。因此，在研究的始终，仔细观察都是非常重要的。

第二，假说是依据已知事实提出的，它必须同这些事实相符合，并能够说明和解释这些事实，不得与事实相冲突，即假说具有科学性和解释性。我们不能想当然地把不存在的东西强加上去支持我们的假说。

第三，假说不能被人格化（anthropomorphic）。人们总是倾向使所有事物人性化。熊本能地保护它们的幼崽，而人格化就会说成熊爱它们的幼崽，其实爱是人类的情感反应。

3. 收集数据

原始假说提出后，科学家们安排实验提供数据（或证据）去支持或反对他们的假说——这就是检验假说。通过各种定性或定量观察来积累数据。观察还常常以使用各种仪器为辅助，如用照相机、显微镜、刺激器及各种电子设备进行生物化学和生理指标的测量。定性的观测可以通过我们的视觉、听觉或是味觉、嗅觉和触觉去判断。科学家也经常试图发现那些不能通过定性观察来确定的微妙差别，这种数据必须通过测量来得到。基于一种或多种类型的精确测量就是定量观察。定量观察通常包括整体或器官水平的仔细测量，如质量、大小和体积；代谢研究中消耗氧体积的测量；尿液中葡萄糖浓度的测定；在静息和运动条件下血压和脉搏的变化等。

所谓实验就是研究者按照研究目的，充分地控制实验的环境，创设一定的实验条件，科学地选择研究对象，以确立自变量与因变量之间因果关系的一种研究方法。有两条通用原则指导实验的进行。

第一条原则是实验的各种变量应该是实验者可操控的。自变量由实验者巧妙确定。举个例子，如果实验目的是测定人体温度对呼吸频率的影响，那么自变量就是人体温度，观察效果或测量值（呼吸频率）被叫做因变量或者反应变量，它的值视自变量所选择的值来定。做这种实验的理想设计为单因素设计，即其他参数不变，改变单个因素水平，观察测量值。

实验要设立一个标本（或者一组样本）作为对照，所有其他实验标本可与之进行比较。对照的重要性我们已经知道，不用过分强调了。对照组提供正常标准，其他样本以相关的因变量可与之比较。用前述例子进一步说明，如果我们想研究体温（自变量）对呼吸频率（因变量）的作用，我们可以收集个体正常体温（为对照组）呼吸频率的数据，将这些数据与从高温组和低温组个体测量所得的呼吸频率数据进行比较。

第二条实验指导原则是实验的可重复性。如果只对一个手术病人使用试验药物镇痛有效果就说实验是成功的，这无疑是科学的自杀。在发表这样的观点前，应该有大量病人接受药物治疗和监测，减少手术后疼痛，这样才有科学价值。然后，其他研究者通过类似的实验将有可能支持那些结论。可重复性是科学方法中的重要部分，是对许多假说支持或反对的首要根据。

在进行实验和观察时，必须仔细记录数据。通常，原始数据用表格形式记录。表格中应该标识研究的变量和每个样品的结果。这些原始数据将被重新组织和处理来表达更具生理学意义的实验结果。

4. 处理和分析数据

最终数据的形式由所收集的数据性质决定。通常，最终数据表达了原始测量值（原始数据）转换成其他形式的信息。这意味着需要进行统计处理（如求均值等），或单位转换。在很多情况下需要用图表来显示数据。

数据的基本处理

在本实验指南里只需要基本的数据统计处理，如计算平均值、百分比和极差。平均值和极差用于描述大量评估样本中的典型事例。极差是数据中最大数和最小数之间的差。平均值由总和除以样本的数量得到。

制图

对一些实验，要求用绘图显示你的数据（或部分数据）。简单的线形图可提供数据间的关系及数据的趋向。绘图的优点在于节约读者的时间，因为大量统计数据的主要意义可以快速地从图中读出。

绘图主要用线形图，一般用方格纸或坐标纸，现在多用 Excel 或 Origin 等软件。线形图有横坐标（ x 轴）和纵坐标（ y 轴）。两个坐标轴都应该有统一间距的标尺。通常以实验组的处理条件（自变量）为 x 轴（横坐标），测量值（因变量）为 y 轴（纵坐标）。根据两个变量的关系标出测绘点，然后把测绘点用一条线连起来成直线或曲线。有时候，线形图中的曲线会延伸到坐标轴的最远端，这样可以预知“下面将出现什么”。尽管你会产生怀疑，但通过技术处理提供的信息稍微比通过眼球提供的信息准确！

5. 报告研究的结果

表和图都不足以表达最终的科学结果。最后一步需要简单明了地描述从结果中得到的结论。如果可能的话，还应该与其他研究相同问题的研究者比较你的发现。

科学研究不一定能得到预期的结果。如果你的结果与其他人的结果有偏差，或者与根据课堂笔记、阅读教科书所希望得到的结果有偏差，你可以尝试去解释那些偏差。

结果实际上依赖于所使用的观察技术。实验操作时应经常注意这样一系列的问题。你有没有仔细称量待试动物？你有没有先调准仪器？研究对象的血压是否真的如你记录的那么高，你有没有记录错误？如果你记录准确，是否考虑到研究对象有没有对某种东

西产生心烦意乱的情绪,从而使研究时的变量产生严重错误?解释一个意想不到的结果往往比你从预期结果中所学到的要多。

当实验结果与假说一致的时候,假说是正确的概率就比较高了。

假说通过很多不同的研究者来验证后就可叫作理论。理论有两个重要的用途:第一,理论可把一系列数据联系起来;第二,理论作出预言从而引导新的研究途径。当一条理论被反复证明并显示在生物学领域有广泛应用时,那么可称之为生物学原理。

生理学实验一般性步骤总结如下:

一些现象的观察;

假说的阐明(在观察的基础上);

数据的收集(用对照实验来检验假说);

数据的处理和分析;

研究结果的报告(做一份实验报告)。

二、生理学实验的分类

生理学实验是以活的动物或人体作为观察对象和实验材料。根据实验对象的不同可将实验分成人体实验和动物实验两大类。

生理学实验方法虽然多种多样,但通常根据实验的进程也可以将实验分成急性实验和慢性实验两类,而急性实验又可分成离体和在体实验两类。

急性在体动物实验法是在整体水平上主要研究心血管、呼吸、泌尿和消化功能及其神经体液调节的实验方法。它是生理科学实验中常用的实验方法,也是近似生理情况下进行的一种实验方法。适用于综合性研究,所得结果较为全面,但在体的实验受到体内神经体液调节和各种复杂因素的干扰,较难深入了解药物作用的本质和各种变化的细节与内在规律。要分析药物的作用机制还需结合离体实验。两者取长补短,相互补充。

离体器官、组织实验是将动物的某些器官或组织从体内取出并放入特定的生理代用液中,建立与动物机体内环境基本相似的人工环境,以保证脏器或组织维持正常状态。观察并记录其生理活动、病理变化以及各种因素对生理、生化及形态变化的影响。急性离体实验方法可排除在整体情况下体内各种复杂因素的干扰,直接观测离体标本的各项指标,有利于分析作用机制及做定量研究。然而,离体器官、组织实验方法也存在一定的缺点和局限性。它失去了机体完整统一的内环境和神经体液调控作用,失去了体内各种组织、细胞之间的正常比例和相互关系。

另外,根据实验所观察的水平也可将实验分成整体、器官、细胞、亚细胞、分子等水平。

三、生理代用液

为了使标本在离体的情况下还能在一定的时间内保持其近似正常的生理活动,必须尽可能地使标本所处的环境和体内相似,即用人工的方法模拟出机体内环境(人工环境)。人工环境的形成有赖于生理代用液和恒温、通气、恒流的建立。

生理代用液的理化特性(电解质、渗透压、酸碱度、温度等)与体液(细胞外液)相似,故用于离体器官组织实验,可以较长时间维持标本的“正常”机能活动。

生理代用液的基本要求如下。

电解质：溶液中含有一定比例不同电解质的离子，如 Na^+ 、 Cl^- 、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 H^+ 、 OH^- 等，是维持组织和器官功能所必需的。动物组织器官不同，对生理代用液中离子的成分和浓度的要求也不同。

等渗：不同动物对同一种物质的等渗浓度要求不相同，如生理盐水溶液，冷血动物用 0.6%~0.75%，而恒温动物要求用 0.9%。

pH：生理代用液的 pH 一般要求在 7.0~7.8，否则会影响组织器官的功能。为了调节和稳定生理代用液的 pH，常在生理代用液中加入缓冲液。常用的缓冲对为 $\text{K}_2\text{HPO}_4/\text{KH}_2\text{PO}_4$ 、 $\text{Na}_2\text{CO}_3/\text{NaHCO}_3$ 等。

能量、营养物：离体实验中一般用葡萄糖提供组织活动所需的能量。

四、实验观察指标的分类

1. 机能性观察指标

这类观察指标以机体整体功能或以某一器官功能为主，设立实验观察项目，并进行定量、定性分析。包括体温、血压、呼吸、心率、全身一般情况等。

2. 代谢性观察指标

代谢性观察指标是指用生物化学方法，检测机体中某些代谢产物、体液因子等，包括血液红白细胞检测、血尿肌酐浓度、血浆纤维蛋白原、凝血因子、白介素、 K^+ 、 Na^+ 、 HCO_3^- 、 Cl^- 、pH 等约百余种指标。

3. 生物电信号观察指标

基础医学实验研究中，采集各类生物电信号的指标，对积极研究疾病时器官的功能、大脑神经功能、神经递质效应均有十分重要和不可替代的作用。

4. 形态学观察指标

这类观察指标主要描述器官、细胞的形态改变特征。可以用肉眼观察描述，也可以借助显微镜描述细微结构。

五、实验的基本原则

(1) 减少对动物（实验对象）的扰动。

(2) 小信号技术、克服非线性。所谓线性系统是指输出与输入间保持直线关系，即输入增加一倍，输出也增加一倍，此外满足叠加原则，即两个输入同时加入，其输出为各自单独输出的和。不满足此关系的系统称为非线性系统。实际上生物系统都是非线性的，不过在小范围内常可以近似看作是线性的。

(3) 缩短实验时间，克服时变性。

(4) 避开多层次、多系统的相互影响。

六、度量系统

没有测量，我们只能局限于定性的描述。为了确保信息的准确以及便于反复交流，科学家通常使用公认的度量系统。度量系统为十进制。长度、重量、质量、时间和温度标准单位的小数或倍数有特别的名称。如表 1-2-1 列出了度量系统常用的单位，及小数和倍数的前缀。

1. 长度测量

长度的测量单位是米 (m)。小物体用厘米 (cm) 或者毫米 (mm) 来测量。亚细胞结构用微米 (μm) 来测量。

2. 容积测量

容积测量单位是升 (L)。实验室测量液体容积通常用毫升 (mL) 表示。

3. 质量测量

许多人混淆使用质量和重量。质量是一个物体物质的总量；一个物体有不变的质量，不管它在哪里——在地球上或者太空。然而，重量是随重力牵引而变化的；重力牵引力越大重量就越大。

质量的测量单位是克 (g)。药剂量通常指定用毫克 (mg) 或者微克 (μg)；在临床上，体重指定用千克 (kg) 表示。

表 1-2-1 度量衡系统

A. 常用单位		B. 分数和倍数			
测量	单位	分数或者倍数		前缀	符号
长度	米 (m)	10^6	兆	mega	M
容量	升 (L)	10^3	千	kilo	k
质量	克 (g)	10^{-1}	分	deci	d
时间	秒 (s)	10^{-2}	厘	centi	c
温度	摄氏度 ($^{\circ}\text{C}$)	10^{-3}	毫	milli	m
		10^{-6}	微	micro	μ
		10^{-9}	纳	nano	n

4. 温度测量

在实验室和临床上，温度的测量有用摄氏度 ($^{\circ}\text{C}$) 和华氏度 ($^{\circ}\text{F}$)。

可以用沸腾和结冰的水温来比较两种标准：

水的凝固点是： 0°C 和 32°F 。

水的沸点是： 100°C 和 212°F 。

在摄氏刻度下从凝固点到沸点的范围是 100 度。然而在华氏刻度下是 180 度。正常体温大约为 98.6°F 或者 37°C 。

华氏度转化成摄氏度，公式如下：

$$^{\circ}\text{C} = 5(^{\circ}\text{F} - 32) / 9$$

摄氏度转化成华氏度，公式如下：

$$^{\circ}\text{F} = 1.8 \times ^{\circ}\text{C} + 32$$

七、对结构的认识

开始生理学实验之前，学生对本课程术语的了解是必要的，尤其是了解解剖学方面的术语。这里简述机体三维结构方面的一些术语，便于学生描述机体的位置、解剖方向、解剖平面等解剖内容。

解剖位置 (标准位置)：对于人体来说，解剖术语都是基于一个标准位置来定义的，如图 1-2-1 所示，人的解剖位置是直立的，脚稍微分开，头和脚趾朝向前方，手臂垂于

旁边，手掌面向前方。从外表来看，人体分为轴部和四肢部。

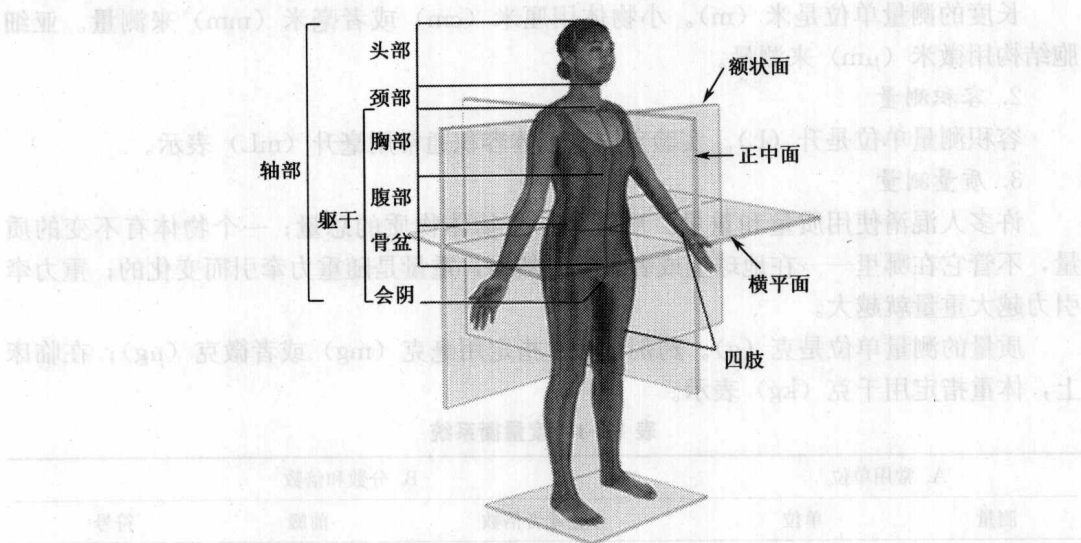


图 1-2-1 人体的解剖位置及机体的三维平面

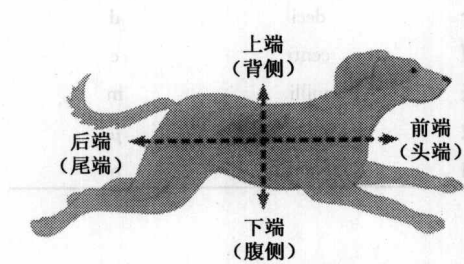


图 1-2-2 机体的定位和方向

机体的定位和方向：对于人体，有三对位置术语，上/下、前/后、中/边；而对于四足动物，经常用头/尾、背/腹、远/近和表/深描述器官的位置，如图 1-2-2 所示。

机体的平面和切面：机体是三维的，为了观察内部结构，常常要利用切片，切片的成像面就是平面。通常有三种平面，矢状面：沿长轴方向把机体分为左右两部分的平面就是矢状面。如左右两部分对称侧为正中面；额状面：有时也称冠状面，是沿长轴方向把机体分为前后两部分；横平面：是沿水平方向把机体分为上下两部分。当器官沿横平面切片时，其切片通常叫横截面。如图 1-2-1 所示。

第三节 常用动物及动物实验基本操作

一、常用实验动物

常用的实验动物有狗、猫、兔、大白鼠、小白鼠、豚鼠、鸽、鸭、蟾蜍或蛙等。无论选用哪种动物，均需是健康的。一般地说，健康的哺乳动物毛色光泽、两眼明亮、眼和鼻无分泌物、鼻端潮而凉、反应灵活、食欲良好。

1. 青蛙、蟾蜍

青蛙和蟾蜍都属于两栖纲，无尾目，是实验教学中常用的小动物。健康的青蛙或蟾蜍皮肤湿润、喜爱活动，静止时后肢蹲坐、前肢支撑、头部和躯干挺起。其坐骨神经-腓肠肌标本可用来观察各种刺激和药物对周围神经、横纹肌或神经肌肉接头的作用。它们的离体心脏在适宜的环境中能持久地、有节律地搏动，常用于研究药物对心脏的