



全国高等农林院校“十二五”规划教材

水生动物 生理机能学实验

吴 垠 桂远明 主编

3.8-33

1

 中国农业出版社

全国高等农林院校“十二五”规划教材

内容简介

水生动物生理机能学实验

吴 垠 桂远明 主编

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

水生动物生理机能学实验/吴垠, 桂远明主编. —
北京: 中国农业出版社, 2015. 9
全国高等农林院校“十二五”规划教材
ISBN 978-7-109-20518-5

I. ①水… II. ①吴…②桂… III. ①水生动物—生
理—机能—实验—高等学校—教材 IV. ①Q958. 8-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 131718 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区麦子店街 18 号楼)

(邮政编码 100125)

策划编辑 曾丹霞

文字编辑 张彦光

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行
2015 年 9 月第 1 版 2015 年 9 月北京第 1 次印刷

开本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 13.5

字数: 320 千字

定价: 30.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

内容简介

NEIRONGJIANJIE

《水生动物生理机能学实验》是根据教育部关于教学体系、教学内容和教学方法改革的要求编写,将水生动物生理学、生物化学、免疫学、水生动物营养学等课程中的实验内容,按照功能分类,精选、融合和重组,改革和补充了部分实验内容,强调基础,重视实践,培养创新。内容包括绪论、基础性实验、研究创新性实验、生理机能学实验结果的统计分析、生理机能学实验常用仪器和手术器械等。本教材可供水产养殖学、水生动物医学、生物科学、营养学等专业学生使用,也可作为研究生和科研工作者的参考用书。

编写人员名单

主 编 吴 垠 桂远明

副主编 王 斌 丁鉴锋

编 者 丁鉴锋 王 斌 王连顺

王福强 闫红伟 吴 垠

桂远明

水生动物生理机能学实验是研究水生动物组织器官机能活动和代谢相关基本知识的重要依据和来源,也是获得测试动物机能活动正常与异常指标的方法。

根据高等教育要求“培养具有创新精神和实践能力的高级专业人才”的精神和总体思路,本教材在课程体系改革的前提下,优化整合相关课程,将分散在水生动物生理学、生物化学、免疫学、水生动物营养学等课程中的实验内容,经过删减、添加、优化和整合,构建成为《水生动物生理机能学实验》教材。

《水生动物生理机能学实验》内容体系的创建,严格遵循由浅入深、由简单到复杂这样循序渐进的原则和认识规律。其内容包括基础性实验和研究创新性实验等不同层次。基础性实验为机体生理代谢活动的正常指标测定,包括组织器官功能、血液及免疫指标、组织代谢酶活性及营养物质的消化吸收等指标的分析测定;研究创新性实验主要包括疾病、环境因子和营养因子等对水生动物机能活动(生长、发育、免疫等)影响的研究性实验。通过不同层次的学习,使学生分别掌握其基本方法、基本技能和综合应用技术,培养分析问题和解决问题的能力,初步受到动物机能学科研方法的基本训练。在教学方式上,认真贯彻以学生为主体和教师为主导、因材施教的原则,实行必修与选修相结合的方式,即前一个层次为必修,后一个层次为选修。

本书系多门水生动物生理机能学相关课程实验教学改革的研究与实践成果,其教学内容体系具有科学性和前瞻性。书中收录与列入的实验方法都是经过验证的,但由于水生动物门类多,为外热源(变温)性动物,包括低等脊椎动物(鱼类)和各类无脊椎动物(棘皮动物、节肢动物、软体动物等),其机能特性的差异很大,阐述的实验方法多适用于鱼类。又由于作者的学术水平和综合能力所限,不足之处,敬请读者批评与指正。

编者

2015年4月

前言

第一章 绪论	1
一、水生动物生理机能学实验的目的、任务与要求	1
二、实验报告的写作要求	2
三、机能学实验室规则	3
第二章 基础性实验	5
第一节 组织器官的机能实验	5
实验 1 坐骨神经—腓肠肌标本的制备	5
实验 2 刺激强度对骨骼肌收缩的影响	7
实验 3 刺激频率对骨骼肌收缩的影响	9
实验 4 神经干的动作电位	10
实验 5 蛙心起搏点	12
实验 6 期前收缩与代偿间歇	13
实验 7 蛙心灌流	14
实验 8 鱼类心脏灌流	16
实验 9 离体小肠平滑肌的生理特性	18
实验 10 胃肠运动的观察	20
实验 11 鱼类离体肠对葡萄糖的吸收	21
实验 12 反射中枢活动的某些基本特征及反射弧的分析	22
实验 13 鱼类脑垂体中激素分泌细胞的观察	24
实验 14 鱼类的体色	27
实验 15 鱼类的性外激素	29
实验 16 性激素对鱼类生殖行为的影响	30
实验 17 鱼类卵黄蛋白原的测定 I——测定碱不稳定性蛋白结合磷法	31
实验 18 鱼类卵黄蛋白原的测定 II——酶联免疫吸附法	33
实验 19 甲状腺对蝌蚪变态发育的影响	35
第二节 血液成分分析及血清中部分物质含量测定	36
实验 20 鱼类血液的采集及血清的制备	36
实验 21 红细胞与白细胞的计数	38
实验 22 血红蛋白含量测定	40

实验 23	血涂片制作与白细胞分类计数	43
实验 24	红细胞渗透脆性的测定——浓度梯度法	45
实验 25	红细胞比容的测定	47
实验 26	红细胞沉降率的测定	48
实验 27	血液凝固及其影响因素	49
实验 28	鱼类渗透压的调节	50
实验 29	血清蛋白质含量的测定——双缩脲法	53
实验 30	血清 γ 球蛋白的分析测定——盐析法	54
实验 31	血清白蛋白和球蛋白的分析测定——盐析法	56
实验 32	醋酸纤维素薄膜电泳分离血清蛋白	57
实验 33	聚丙烯酰胺凝胶盘状电泳分离血清蛋白	62
实验 34	血糖含量的测定——邻甲苯胺法	67
实验 35	总脂的测定——香草醛法	69
实验 36	甘油三酯的测定	72
实验 37	胆固醇的测定——邻苯二甲醛法	73
实验 38	血清尿素氮的测定	74
第三节	免疫指标的分析测定	76
实验 39	鱼类白细胞吞噬活性测定	76
实验 40	水生无脊椎动物血细胞吞噬活性测定	78
实验 41	鱼类头肾中巨噬细胞的分离和计数	79
实验 42	中性粒细胞氧化还原能力 (NBT 还原试验)	81
实验 43	鱼白细胞杀菌功能的测定	82
实验 44	吞噬细胞吞噬率及吞噬指数的测定	84
实验 45	吞噬细胞吞噬发光率的测定	85
实验 46	E 玫瑰花环的形成试验	86
实验 47	微量 E 玫瑰花环的形成试验	88
实验 48	补体结合试验	89
实验 49	直接凝集试验	93
实验 50	间接血凝试验	95
实验 51	单向琼脂扩散试验	97
实验 52	双向琼脂扩散试验	99
实验 53	免疫电泳	101
实验 54	酶联免疫吸附试验——间接法	103
实验 55	酶联免疫吸附试验——双抗体夹心法	104
实验 56	斑点酶免疫结合试验——直接法	105
第四节	组织酶活力的分析测定	107
实验 57	蛋白酶活力的测定	107
实验 58	胰蛋白酶活力的测定	109
实验 59	淀粉酶活力的测定	111

实验 60	纤维素酶活力的测定	113
实验 61	脂肪酶活力的测定	114
实验 62	过氧化氢酶活力的测定	116
实验 63	超氧化物歧化酶活力的测定	118
实验 64	酚氧化酶活力的测定	119
实验 65	酸性磷酸酶活力的测定	121
实验 66	碱性磷酸酶活力的测定	123
实验 67	谷丙转氨酶活力的测定	125
实验 68	谷草转氨酶活力的测定	127
实验 69	胆碱酯酶活力的测定	129
实验 70	溶菌酶活力的测定	131
实验 71	ATP 酶活力的测定	132
实验 72	乳酸脱氢酶同工酶的测定	134
实验 73	酯酶同工酶的测定	138
第五节	营养与代谢机能实验	139
实验 74	耗氧率的测定	139
实验 75	氨氮排泄率的测定	141
实验 76	水生动物消化率的测定	144
实验 77	营养物质热能的测定	147
实验 78	水分的测定	157
实验 79	蛋白质含量的测定——凯氏定氮法	158
实验 80	粗脂肪（醚浸出物）的测定——索氏抽提法	161
实验 81	粗灰分的测定	162
第三章	研究创新性实验	165
第一节	研究创新性实验的基本程序	165
第二节	研究创新性实验选题	167
一、	不同病原及药物对水生动物生理机能的影响	167
二、	环境因子对水生动物生理机能的影响	169
三、	投喂方式对水生动物生理机能的影响	171
四、	复合酶对水生动物生长、消化和代谢机能的影响	173
五、	营养和环境因子对水生动物繁殖机能的影响	174
六、	水生动物生长和繁殖的内分泌调节	176
第四章	生理机能学实验结果的统计分析	179
一、	统计分析方法	179
二、	数据的整理和结果报告	185
三、	论文写作中常出现的有关动物实验问题	187

第五章 生理机能学实验常用仪器和手术器械	188
第一节 生理实验多用仪	188
一、BL-420E 生物机能实验系统的使用	188
二、D-951 微机化生理实验教学系统	192
第二节 可见分光光度计	194
第三节 血气分析仪	195
第四节 渗透压仪	196
第五节 常用手术器械	198
附录	200
附录一 常用试剂配制	200
附录二 麻醉剂的种类及用法	202
参考文献	205

绪 论

一、水生动物生理机能学实验的目的、任务与要求

(一) 目的和任务

水生动物生理机能学实验是水生动物生理学的配套课程,也是水生动物增养殖学、水生动物医学、生物技术和生物科学等相关专业的基础课程,更是主要的实践环节之一。本课程的主要先修课程是普通动物学、动物解剖学、动物组织学、生物化学,后续课程主要有水生动物疾病学、水生动物营养学、水产增养殖学等。

该课程不仅能强化理论课的教学,还具有独自的教育作用。主要培养学生实际操作能力和实验结果的总结分析能力,培养学生发现问题、分析问题和解决问题的科学思维方法,养成实事求是、严谨求证的工作态度和规范操作、分工协作的工作作风。

通过本课程学习,学生应获得以下的知识和能力:

- (1) 掌握基本的水生动物生理机能指标测定方法。
- (2) 掌握生理实验手术基本操作技能和实验技能。
- (3) 学会相关仪器的使用。
- (4) 能独立分析实验结果、写出规范的实验报告。
- (5) 了解生理机能学实验设计的一般原则和方法,并能做到初步尝试。
- (6) 培养学生进行研究创新型实验的能力。

水生动物生理学是一门实验学科,实验在课程学习和知识掌握中具有重要作用。水生动物生理学实验独立设课能强化学生的重视程度,有助于培养目标的落实。实验指导书所列项目为学生操作或教师示范的内容,对不同专业可采用不同的实验对象和教学内容。实际授课时,课程结构中的实验概述、基本操作、综合实验和多媒体示教内容宜混合编排,有机组合。创新型实验设计在课程进程中间布置,在掌握了一定的实验方法和理论知识基础上实施。实验课成绩评定强调全面性与全程性,包括每次实验操作情况、报告撰写和期末集中考核等。期末考核由笔试和操作组成。综合评定成绩不及格者必须重修本课。

(二) 生理机能学实验的方法

水生动物生理机能学的知识来自对生命现象的客观观察和科学实验。所谓机能学实验,就是人为地创造一定条件,以利于对平时不能从外表观察到的隐蔽或细微的生理活动能被观察,或某种生理过程能被认识。器官组织水平的实验方法主要分为急性和慢性两大类。急性实验法又可分为离体组织器官法和活体解剖法,如离体小肠平滑肌运动的观察即是离体组织器官法,胃、肠等组织消化酶活性的分析测定即是活体解剖法。急性实验持续时间短暂,条件简单,容易排除其他因素干扰,并有可能对研究的对象进行直接的观察和细致的分析。但是,由于该实验方法对动物造成了较大的损伤,所获得的结果可能与动物在正常活动条件下

的生理机能有一定差距,其结果具有较大的片面性。慢性实验是将动物置于一定的条件下,观察不同因子对其机体机能的影响,如促性腺激素对水生动物性腺发育的影响。慢性实验方法周期较长,对实验室条件要求较高,实验动物模型可进行较长时间的研究,并且动物的机能活动更接近正常,所获得数据更接近动物真实状态下的结果。因此,在实际研究过程中,可以针对实验内容,选择适当的方法,以期获得最佳的实验效果。

(三) 实验课的要求

一堂完整的实验课包括实验前、实验中和实验后 3 个环节。实验前应有目的地做好充分准备,仔细阅读和研究实验内容,了解实验原理和基本操作方法,复习有关的生理机能学知识,预期实验中可能出现的结果和问题。这是避免被动盲目操作、提高实验课质量的重要前提。

实验时必须遵守实验室规则,入室前穿好实验服,实验室内要保持安静,不随意走动,不做与实验无关的事。节约实验用品,实验动物只能由教师统一发给。实验器材每次专人负责,领取清点,归还复核,损坏登记,丢失赔偿。已调试好的仪器不要任意调动,实验器具不得与其他组调换,如需要可向准备教师要求添加或更换。实验时要注意动脑思考,实验中自行更改或设计项目应征求同组和教师意见。组内人员分工合作,认真有条理地操作,耐心细致地观察,及时准确地记录,原始记录交教师签字认可后方能结束实验。实验完成较早,通过教师允许可以利用动物预习下次操作、补做上次内容或自行练习等,此时仍要注意规范操作和动物福利等相关问题。

实验结束后,各组清理好自己的场地、物品,归还实验用品,动物尸体放指定位置。值日同学清理好公共用品和场地,报教师同意后方可离开。每人转录、整理原始记录,及时写好实验报告上交。

特别强调的是,要珍惜实验条件和机会,保证实验课质量,绝对不允许用动物和手术器械开玩笑。有兴趣的同学可以申请参加实验准备和预备实验。

二、实验报告的写作要求

写实验报告是对所做实验的再理解和再创造的工作,是检查学生知识掌握和衡量能力的重要尺度之一,是今后撰写科学论文的初始演练。

(一) 一般要求

使用学校统一印制的实验报告纸。将各栏目填写全面,并标明学号和组号,“日期”一栏填写实验的日期,写报告日期可标于文末。“指导教师”一栏不写,由审阅报告的老师填写。报告要求格式标准、书面整洁、图表准确、字迹端正,注意文字规范,不用自造的不规范的简化字、代号,语句通顺,简明精练。

(二) 基本格式与写法

生理机能学实验有的侧重于操作方法(如神经—肌肉标本制备),有的侧重于现象观察(小肠平滑肌运动的直接观察),有的侧重于结果及分析(鱼类血液指标的测定分析、营养成分的测定分析等),多数则兼而有之。应根据实验类型,选用合适的报告格式及详略安排各栏目。

实验报告大体上有两种格式:一种是一般实验报告式,另一种是仿学术论文式,其对应关系如表 1-1。一般认为操作类宜选用前者,而侧重结果分析的实验更适用于后者。

表 1-1 实验报告的基本格式

一般实验报告式	仿学术论文式
题目(内容)	题目
目的原理	前言(导言)
实验对象与实验材料	材料与方法
方法步骤	
结果与分析	结果与分析
讨论(结论或结语)	讨论
注意事项	结论(结语)
附:原始记录	参考文献
体会与建议	

(三) 注意事项

写实验报告应以事实为根据,用科学规范的语句表述,不许修改、编造实验数据,

结果也不可轻易推断或引申。实验方法与步骤可视重要与否而详略,但报告应独立成章,不可用“见书第××页”字样而省略。有的实验报告中,结果、分析甚至实验项目可以列表表达。“讨论”是一篇报告的核心,应紧扣结果联系相关理论进行,主要考查学生对实验内容的理解,及对实验结果目的性的认识,忌千篇一律或离题万里。“结果与分析”一栏可在实验小组内讨论,必要时也可以参考其他组数据(需注明),但每名同学的实验报告必须按要求独立完成,严禁互相抄袭。

三、机能学实验室规则

实验是对学生进行基本技能的训练和培养科学的研究工作的手段,为保证实验正常进行,实验效果准确并保障实验操作者的安全,特制定如下规则。

(1) 进入实验室要穿工作服,离室前脱下并反叠带走,经常清洗,保持清洁。

(2) 尽量不带个人生活、学习用品进入实验室,必要的用具带入后,应放在远离操作的位置。

(3) 在实验室内应保持安静、整洁,不得高声说笑、随便走动或拆卸仪器、搬弄标本。

(4) 学生进行手术时,要注意力集中,按照实验的要求进行,实验动物的处理要按照实验动物管理条例进行,严禁肆虐动物。

(5) 实验室内严禁吸烟、进食、饮水,严禁用嘴吸移液及润湿标签。

(6) 实验室一旦发生意外,打破菌种管或使用有毒材料污染皮肤、衣物、桌面等情况,应保持沉着,立即报告指导教师,切勿隐瞒或自行处理。

①皮肤灼伤:先除尽异物,用蒸馏水或生理盐水冲洗后,涂以2%碘酒。

②灼伤:涂以凡士林油、5%鞣酸。

③菌液流洒桌面:立即以抹布浸沾2%~3%来苏儿或5%苯酚溶液后,盖在污染部位0.5h时方可抹去。

(7) 实验过程中切勿将乙醇、乙醚等易燃药品接近火焰,防止发生火灾。如遇火险,应关掉电源,再用湿布和沙土掩盖灭火,或直接用灭火器灭火。

(8) 被污染过且需要回收的吸管、滴管、试管、玻片等物品用完后立即投入已准备的消毒液中,不得放在桌面上或水槽内。不乱倒废液、乱丢废物。

(9) 因故损坏仪器应报告指导教师并按规定予以赔偿, 对情节严重者给予批评教育。爱护公物, 节约试剂材料, 未经老师许可, 不得将实验室物品私自带走。

(10) 保持实验室整洁、卫生,实验完毕后应整理好器材、物品,关好水、电、煤气,废弃物应根据不同性质做适当处理,并将实验室打扫干净。桌椅置于原处,洗手后离开实验室。

基础性实验

第一节 组织器官的机能实验

神经、肌肉和腺体具有兴奋性和传导性，肌肉（骨骼肌、心肌和平滑肌）除具有兴奋性、兴奋传导性外，还具有收缩性，心肌、平滑肌尚具有自律性。

在研究组织细胞的机能活动规律时，通常需要检测其兴奋性的高低、兴奋的传导速度及兴奋在中枢的传播特征，以及肌肉收缩的能力及其特性。

本节介绍神经、肌肉等兴奋性、兴奋传导性、自律性、收缩特性，以及机体其他机能状态（如反射中枢活动）等的检测方法和描记方法。这些方法不仅都是常规的、经典成熟的、简便易于操作的，而且有的适用于检测水生动物机能状态。

实验 1 坐骨神经—腓肠肌标本的制备

[目的与原理]

1. 目的 掌握生理机能学实验的基本组织分离技术；掌握蟾蜍（或蛙）坐骨神经—腓肠肌标本制备的基本操作方法。

2. 原理 蛙或蟾蜍等两栖类动物的某些基本生命活动和生理功能与温血动物相似，其离体组织的实验条件较简单且易于控制，在机能实验中常用蛙或蟾蜍坐骨神经—腓肠肌标本观察神经、肌肉兴奋性、刺激与反应的关系及肌肉收缩等某些基本特性或活动规律。

[实验对象]

蟾蜍或蛙。

[试剂与器材]

1. 试剂 任氏液。

2. 器材 蛙板、玻璃板、粗剪刀、手术剪、镊子、金属探针、玻璃钩针、蛙钉、滴管、培养皿、锌铜弓、烧杯。

[实验步骤]

(1) 破坏脑脊髓。

1) 取蟾蜍一只，用自来水冲洗干净。左手握住蟾蜍，用食指按其头部使其略向前屈，拇指按住其背部，其余三指则握住蟾蜍的四肢和腹部，其手法如图 2-1-1A 所示。

2) 用右手持金属探针，在头颅后缘，自枕骨大孔与脊椎管之间刺入椎管，先左右摆动，离断脊髓；再向前插入颅腔，向左右摆动数次，捣毁全部脑组织，如探针确已插入颅腔，则向各方向摆动时，即有触及颅骨的感觉。

3) 将探针撤回至枕骨大孔，但不拔出皮肤，直接向后插入脊椎管，直达骶部，轻轻转

动探针，以破坏脊髓。如探针确已在脊椎管中，则不能左右摆动，探针不得穿透脊椎管，以免损伤内脏。最后拔出探针，用小棉球堵塞创口以止血。

脑脊髓破坏完全后，蟾蜍将失去一切反射活动，全身肌肉软瘫。如动物仍有反射动作，表示破坏不彻底，必须重新破坏。

(2) 去皮和制作下肢标本。

1) 左手握住蟾蜍的脊柱，用粗剪刀在前肢腋窝处，将脊柱横断，并沿脊柱两侧避开坐骨神经剪开腹壁，此时头、躯干上部及内脏全部下垂，剪除头、全部躯干及内脏组织，剪去肛周皮肤，留下脊柱和后肢(图 2-1-1B、C)。

2) 用圆头镊子夹住脊柱边缘，注意不要碰到坐骨神经，捏住皮肤边缘，逐步向下牵拉剥离皮肤(图 2-1-1D)。将全部皮肤剥除后，标本放于盛有任氏液的小烧杯中。随即洗净蛙板、剪刀和双手上的污物及毒汁。

3) 用粗剪刀沿脊柱和骨盆的中线，将标本纵剖为两半，注意勿损伤坐骨神经。一半置于蛙板上，以制备标本；另一半置于盛有任氏液的玻璃平皿中备用。

(3) 制备坐骨神经—腓肠肌标本。

1) 把下肢的背面朝上，参照图 2-1-2A 所示，辨认蟾蜍大腿的三头肌、二头肌和半膜肌，以及小腿的腓肠肌。

2) 用玻璃钩针和镊子仔细把二头肌和半膜肌分开，便可看到一条粗大的神经，此即坐骨神经。用玻璃钩针把神经挑起，剪去通往大腿肌肉的神经分支，顺着神经走行方向，转向腹腔面沿脊柱逐渐把神经主干全部分出，直到所连的椎骨为止。用粗剪刀剪除多余的肌肉和脊椎骨，仅留下与坐骨神经相连的一小块脊椎骨，用镊子夹住这块脊椎骨，轻轻提起坐骨神经，用手术剪剪去残余的分支，并将坐骨神经一直分离到膝关节附近。

3) 分离腓肠肌的跟腱，用线结扎跟腱，在结扎处以下将跟腱剪断。持线提起腓肠肌，用粗剪刀剪去小腿骨和其上的肌肉，再将大腿肌肉剪去，只留长 1~2cm 的股骨，并将其上肌肉刮干净，以便在肌动器上固定此标本(图 2-1-2B)。

(4) 检验标本。用锌铜弓的两端轻轻接触神经，若肌肉产生收缩，则表示此标本的机能状态良好。

[方法评估]

此为机能学基础验证性实验操作技术中的最简单的手术之一。只要仔细操作均能成功。

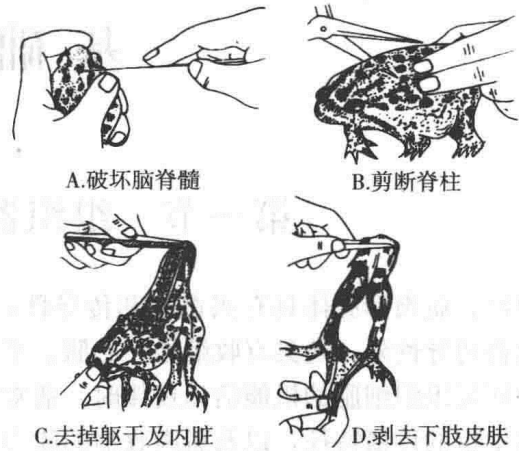


图 2-1-1 破坏蟾蜍脑脊髓及剥去皮肤

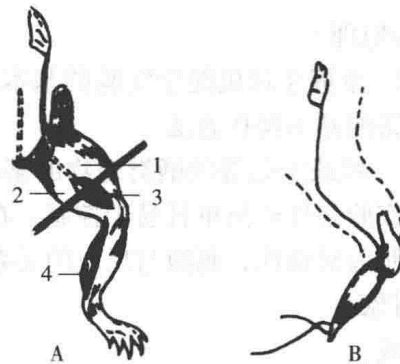


图 2-1-2 分离坐骨神经(A)和坐骨神经—腓肠肌标本(B)

1. 股头二肌 2. 半膜肌 3. 坐骨神经 4. 腓肠肌

[应用意义]

为检验骨骼肌生理特性的基础手术。在完成此手术的基础上再进行其他神经肌肉特性的实验。

[注意事项]

- (1) 避免蟾蜍毒液及其他污物等污染坐骨神经标本。
- (2) 不得用镊子等金属器械接触神经或用力拉扯神经。
- (3) 剪除神经分支时不得损伤其主干。
- (4) 移动制备好的标本时，应用镊子分别夹持脊椎骨片和股骨断端。
- (5) 制作过程中应经常用任氏液湿润标本，以防干燥，标本必须放在任氏液中浸泡数分钟后再开始实验。

[思考题]

为什么在标本的制作过程中不能用清水冲洗标本而只能用任氏液湿润或浸泡标本？

实验 2 刺激强度对骨骼肌收缩的影响

[目的与原理]

1. 目的 掌握刺激及记录肌肉收缩的方法和测量组织兴奋性的方法；观察刺激强度与肌肉收缩反应的关系；理解阈刺激、阈上刺激、阈下刺激、最大刺激等基本概念。

2. 原理 神经、肌肉组织具有兴奋性，能接受刺激而发生反应。但刺激要引起组织兴奋，其强度和作用时间必须达到一定的阈值（称强度阈值及时间阈值）。兴奋性不同的组织其阈值大小也不相同，兴奋性高的阈值小，因此，阈值常作为衡量组织兴奋性高低的客观指标。

不同种类的组织兴奋性高低不同，同一组织的不同单位其兴奋性也不同，例如腓肠肌是由许多肌纤维组成的，各肌纤维的兴奋性高低并不相同。当用刺激时间一定的单个刺激直接（或通过神经间接）刺激腓肠肌时，如刺激强度太弱，不能引起肌肉收缩（强度未达到阈值的刺激为阈下刺激）；只有当刺激增强到一定强度时，才能引起肌肉发生最微弱的收缩，这种刚能引起最小反应的最小刺激强度称阈强度（或强度阈值），强度达到阈值的刺激即称阈刺激，此时只是少数兴奋性较高的肌纤维产生了收缩。以后随着刺激强度的增加，越来越多的肌纤维被兴奋，肌肉的收缩也相应地逐步增大（强度超过阈值的刺激称为阈上刺激）；当刺激强度增大到某一个强度时，整块骨骼肌中所有的肌纤维均产生了兴奋，肌肉出现最大的收缩反应，此时如再继续增大刺激强度，肌肉的收缩却不再增大。这种能使肌肉发生最大收缩反应的最低刺激强度称为顶强度（或最适强度）。具有顶强度的刺激称为最大刺激，最大刺激引起的肌肉收缩称为最大收缩。可见，在一定范围内，骨骼肌收缩的大小取决于刺激的强度，这是刺激与组织反应之间的一个普遍规律。

[实验对象]

蟾蜍或蛙。

[试剂与器材]

- 1. 试剂** 任氏液。
- 2. 器材** 计算机、BL-420E+6 生物机能实验系统、张力换能器、肌动器、铁架台、双凹夹、蛙类手术器械等。