

生理学实验指导

Guidance of Physiological Experiments

(双语版)

主编 裴建明



第四军医大学出版社

生理学实验指导

Guidance of Physiological Experiments
(双语版)

主 编 裴建明

副主编 王跃民 迟素敏

编 者 (按姓氏笔画排序)

马 恒	王跃民	冯 娜	毕 辉
刘亚莉	李 娟	李 嘉	迟素敏
张丽君	张海锋	张淑苗	赵玉峰
胡玉珍	顾晓明	徐 明	殷 玥
郭海涛	韩雪峰	裴建明	

第四军医大学出版社·西安

图书在版编目 (CIP) 数据

生理学实验指导 / 裴建明主编. —西安: 第四军医大学出版社, 2011. 8

ISBN 978 - 7 - 5662 - 0057 - 0

I. ①生… II. ①裴… III. ①生理学 - 实验 - 双语教学 - 医学院校 - 教材 IV. ①Q4 - 33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 173033 号

生理学实验指导

主 编 裴建明

责任编辑 马元怡

出版发行 第四军医大学出版社

地 址 西安市长乐西路 17 号 (邮编: 710032)

电 话 029 - 84776765

传 真 029 - 84776764

网 址 <http://press.fmmu.sn.cn>

印 刷 西安交大印刷厂

版 次 2011 年 9 月第 1 版 2011 年 9 月第 1 次印刷

开 本 787 × 1092 1/16

印 张 6.5

字 数 150 千字

书 号 ISBN 978 - 7 - 5662 - 0057 - 0/Q · 45

定 价 20.00 元

版权所有 侵权必究

购买本社图书, 凡有缺、倒、脱页者, 本社负责调换

前 言

生理学既是一门研究生物机体功能的理论性科学，又是一门实验性科学。生理学实验是生理学教学的主要内容之一。近年来，生理学从理论到实验都有了较大的更新和发展，特别是实验结果的获得和处理已完全采用计算机控制的生物信号采集与处理系统，使实验教学进入了数字化的新阶段，大大提高了生理学实验的成功率和实验教学质量。为了促进教育国际化和培养既掌握专业知识又懂专业外语的高素质复合型人才，双语教学已经成为生理学教学重要的手段。本教材主要根据国家教育部高教司“全国普通高等教育临床医学专业主要课程基本要求”，结合近年来生理学实验的新发展进行编写。

本教材分为绪论、实验内容和附录。绪论介绍了生理学实验的目的和要求、实验结果的记录与处理、实验报告的书写等；实验部分介绍了近年来国内各医学院校开设较多的生理学实验项目，包括实验目的、原理、步骤、观察项目和注意事项等；附录部分主要介绍了生理学实验方法、生理学实验有关的技术资料和生理学实验术语的中英文对照等。在教材的双语对照方面，能够比较恰当地把生理学实验的主要内容进行对照，实用性强，我们尽量要求语言简练，阐述准确。本教材可供医学院校四、五、七、八年制各专业作为生理学实验教材使用。

编写本书，无论从形式或者内容上来说都是一种新的尝试，由于时间仓促，参编人员较多，书稿难免会有不妥或疏漏之处。因此希望各位读者提出宝贵意见，以利于本书的不断改进。

编 者

2011 年 8 月

目 录

绪论	(1)
实验 1 蛙或蟾蜍坐骨神经 - 腓肠肌标本的制备	(5)
Experiment 1 Preparation of Toad "Sciatic Nerve - Gastrocnemius Specimen"	
实验 2 刺激强度、频率与骨骼肌收缩的关系	(9)
Experiment 2 Relationships between the Stimulation Frequency、Intensity and Contraction in Skeletal Muscle	
实验 3 神经干动作电位的引导	(13)
Experiment 3 Induction of the Nerve Trunk Action Potential	
实验 4 神经干动作电位不应期和传导速度的测定	(18)
Experiment 4 Measurement of Conducting Speed of Action Potential and Refractory Period of the Nerve Trunk	
实验 5 反射弧的分析	(22)
Experiment 5 The Analysis of Reflex Arc	
实验 6 反射中枢活动的特征	(25)
Experiment 6 The Characteristic of Reflex Center	
实验 7 去大脑僵直	(28)
Experiment 7 Decerebrate Rigidity	
实验 8 红细胞渗透脆性实验	(31)
Experiment 8 Osmotic Fragility of Erythrocyte	
实验 9 ABO 血型鉴定	(34)
Experiment 9 Identification of ABO Blood Group	
实验 10 心跳起源的分析	(37)
Experiment 10 Genesis Analysis of Heartbeat	
实验 11 期前收缩和代偿间隙	(41)
Experiment 11 Premature Contraction and Compensatory Pause	
实验 12 影响心肌活动的化学因素	(44)
Experiment 12 Effects of Chemical Factors on the Cardiac Activity	

实验 13 减压神经放电	(48)
Experiment 13 Neural Discharge of Depressor Nerve	
实验 14 哺乳动物血压的调节	(51)
Experiment 14 Regulation of Mammalian Blood Pressure	
实验 15 人体动脉血压的测定	(57)
Experiment 15 Measurement of Human Blood Pressure	
实验 16 膈神经放电	(61)
Experiment 16 Neural Discharges of Phrenic Nerve	
实验 17 胸膜腔内压和气胸	(64)
Experiment 17 Intrathoracic Pressure and Pneumothorax	
实验 18 人体肺通气功能的微机实时测定	(67)
Experiment 18 Real Time Determination of Pulmonary Ventilation Function with Computer System	
实验 19 尿生成的影响因素	(71)
Experiment 19 Influencing Factors on Production of Urine	
实验 20 声源定位和声音的传导途径	(75)
Experiment 20 Auditory Localization and Conductive Pathway	
实验 21 耳蜗的生物电现象	(79)
Experiment 21 Bioelectrical Phenomenon of Cochlea	
实验 22 前庭反射和姿势反射	(82)
Experiment 22 Vestibular Reflex and Stellreflex	
附录一 几种常用生理盐溶液的配制	(85)
附录二 实验动物的麻醉	(87)
附录三 大鼠离体心脏灌流技术	(91)
附录四 生理学实验常用术语中英文对照	(93)
参考文献	(98)

绪 论

生理学既是一门研究生物机体功能的理论性科学，又是一门实验性科学。科学实验创立和发展了生理学理论，是研究生理学的基本方法，构成了生理学教学的重要组成部分。因此，要想真正掌握生理学理论知识，必须同时重视理论课与实验课的学习，两者相辅相成、不可分割。

一、实验课的目的和要求

通过生理学实验课的学习，主要使学生初步掌握生理学实验的基本操作技术，了解获得生理学知识的科学方法，验证和巩固生理学的基本理论，从而为后续课程的学习和未来的工作打下良好的基础；在实验过程中，也逐步培养和提高学生客观地对事物进行观察、比较、分析、综合和独立思考、解决实际问题的工作能力，以及对科学工作的“三严”精神，即严肃的科学态度、严密的工作方法、严谨的工作作风和团结协作精神。总之，实验课的学习是造就高素质、高层次、综合性人才的必要环节。为实现实验课的目的，学生在生理学实验的学习中，应努力达到以下要求。

（一）实验前准备

认真阅读实验指导，充分了解本次实验的目的、要求、实验步骤、操作程序及注意事项。

结合实验内容，复习有关理论，预测各实验项目应得结果，并应用相关的理论解释之。

预估实验过程中可能发生的误差。

（二）实验中要求

认真听取实验指导教师的讲解和观看示教操作，特别注意教师强调指出的实验操作步骤和注意事项。

实验过程中要严格按照实验步骤循序操作，不得随意变动和进行与实验无关的

活动。在以人体为对象的实验中，要特别注意人身安全。要爱护实验动物和器材，并节约实验药品和材料。实验器材的放置要整齐有序。

注意力要高度集中，仔细、耐心、敏锐地观察实验所出现的现象，如实记录实验结果并联系理论进行思考，如：发生了什么现象？为什么？其作用机制及生理意义如何？

在进行哺乳类动物实验时，因操作复杂，项目多，应由组长对组内成员进行合理而明确的分工，使各位学生既各尽其责，又相互配合，以保证按时圆满完成实验任务。另外，在不同的实验中，实验小组成员应轮流承担实验操作和项目，力求每个人的学习机会均等。

实验中如遇到疑难问题或故障，应先设法自行解决，如有困难，应请指导教师帮助解决。

对贵重仪器，在未熟悉仪器性能及操作方法之前，勿轻易使用。

（三）实验后注意事项

将实验仪器整理就绪，所用器械洗净擦干。如有损坏或缺失应及时报告指导教师，登记并按规定予以赔偿。临时借用的实验器械或物品，实验完毕后立即归还。

在教师指导下，妥善处理动物和标本，自觉清洁室内卫生。

整理实验记录，写实验报告，按时交指导教师评阅。

二、实验结果的记录和处理

（一）实验结果的记录

实验记录是实验结果的客观反映，也是分析实验结果的依据。实验时要仔细观察，及时记录。要做到客观、完整、具体、清楚，如刺激的种类、时间、强度，药品的名称、剂量和给药时间，动物或标本对刺激发生反应的表现、特征、强度及持续时间等。特别需指出的是在实验中每次刺激或给药前，均应有前对照，以便与刺激或给药后的变化相比较。实验时要有耐心，要等前一项实验基本恢复正常后才可进行下一项实验。

（二）实验结果的处理

实验中为研究某生理现象变化的规律及特征，需用科学方法将所观察记录到的结果转变成可测量性资料，因此，需对实验结果进行整理和分析。首先，要对实验结果的本质进行定性，例如，对引导的电位，要肯定其是场电位还是动作电位，是细胞内还是细胞外，其方向是正还是负，是否为一种伪迹等。凡属定量资料，如：高低、长短、快慢、大小等，均应以法定国际计量单位和数值表达，并根据需要进

行统计学处理，有些结果可绘制成统计表或图形表示。再者，如实验结果是一个随时间而变化的过程，则应考虑其速度、周期和频率。另外，还要考虑这种结果是在机体何部位产生的，它的空间范围、形态大小和分布等情况，以确定现象和结构的关系。

一般凡有曲线记录的实验，尽量用原始曲线反映实验结果。在曲线上应标注度量单位、刺激和时间记号等。

三、实验报告的书写

实验报告是对实验的全面总结。学生通过书写实验报告，将掌握书写科学论文的基本格式及绘图制表的方法，为以后撰写科学论文等打下良好的基础；通过对实验资料全面的总结，将进一步提高分析、综合、概括问题的能力；通过复习有关理论内容或查阅资料，对实验结果作出正确分析和解释，将有利于培养理论联系实际和应用知识的能力。因此，每次实验结束后，完成实验报告是非常必要的。

（一）实验报告写作要求

示教实验或自行操作的实验，均要求每位学生按照每一实验的具体要求，认真地完成实验报告的书写。

实验报告应按规定用统一的标准实验报告纸。写报告应文字简练、条理清楚、观点明确、字迹整洁，并正确使用标点符号。

实验报告必须按时完成，由组长收集交指导教师评阅。

（二）书写实验报告的具体内容

姓名、班级、组别、日期、室温。

实验序号和题目。

实验目的与要求。

实验方法和步骤：如果《实验指导》书中对此有详细叙述，可简写或省略。如果书中没有的，则要详细描述。

实验结果：这是实验报告中最重要的一部分。应将实验过程所观察到的现象及时、忠实、准确、详细地记录。实验结束后，根据记录填写实验报告，不可单凭记忆，否则易发生错误和遗漏。关于实验结果的处理见前述。

讨论和结论：实验结果的讨论是根据已知的理论知识对预期出现的结果进行简要而有针对性的解释和分析，并指出其生理意义。如果出现非预期性结果，应分析其原因。如实验中遗留有尚未解决的问题，应尽可能对问题的关键提出个人的见解。实验结论是从实验结果中进一步归纳出一般性、概况性的推理，即对本次实验所能

生理学实验指导

验证的概念、原则或理论的简明总结。结论中一般不要再罗列具体的结果。实验结果中未能得到充分论证的理论不应写入结论。实验讨论和结论的书写是富有创造性的工作，是培养学生独立思考和独立工作能力的具体体现。因此，应该严肃认真，不应盲目抄袭书本和他人的实验报告。

四、实验室守则

遵守学习纪律，准时到达实验室，不得迟到和早退。实验时因故需外出时，应向指导教师请假，征得同意后方可离开实验室。

实验时，应穿实验工作服，严肃认真地工作，不得进行与实验无关的活动。

保持实验室安静，不得大声喧哗。

实验室内各组要使用本组的仪器和器材，未经指导教员同意不得与他组调换，以免混乱。实验者在未熟悉实验仪器和设备性能及使用要点以前，勿动手操作。如遇仪器损坏或机件不灵，应报告指导教师或实验准备技术人员，以便修理或更换，不得擅自拆修和调换。实验动物按组配发，如需补充，须经指导教师同意后方可补领。

爱惜公共财物，注意节约各种实验器材及用品。爱护实验动物。使用电器时注意安全。

保持实验室清洁整齐，不必要的物品不得带入实验室。实验完毕后，每个实验组将实验器材、用品和实验台整理干净，摆放整齐。动物尸体及废品垃圾放到指定地点，不要随意乱丢。实验室的清洁卫生由各实验组轮流打扫。

（裴建明）

实验 1 蛙或蟾蜍坐骨神经 - 腓肠肌标本的制备

Experiment 1 Preparation of Toad

“Sciatic Nerve - Gastrocnemius Specimen”

【实验目的】 Experimental objectives

1. 学习急性实验的实验方法。
2. 通过本实验熟悉刺激、兴奋、兴奋性和可兴奋组织的概念。
3. 掌握蛙或蟾蜍坐骨神经 - 腓肠肌标本的制备，为进行神经肌肉实验打下基础。

To learn how to perform acute experiments.

To master the concepts of stimulus, excitation and excitability.

To master the method of making the sciatic nerve - gastrocnemius specimen.

【实验原理】 Experimental principle

蛙或蟾蜍等两栖类动物的一些基本生命活动和生理功能与温血动物相似，而其离体组织存活条件易于掌握，在任氏液的浸润下，神经肌肉标本可较长时间保持生理活性。因此，在生理学实验中常用蛙或蟾蜍坐骨神经 - 腓肠肌离体标本来观察神经肌肉的兴奋性、兴奋过程以及骨骼肌收缩特点等。

Some basic vital movement and physiological functions of the amphibian are similar to those of the endotherm, and it's much simpler and easier to control the essential living condition of their isolated tissues. Therefore, it is a common practice to use the specimen isolated from the amphibian to do observation and researches on the excitability of nerve and muscle, the rule of stimulus and reaction, the characteristics of skeletal muscle contraction, and so on.

【实验对象】 Experimental subjects

蛙或蟾蜍。Frogs or toads.

【实验器材与药品】 Experimental supplies and drugs

蛙类坐骨神经-腓肠肌标本制备手术器械和药品 1 套，包括：蛙板、小玻板各 1 块，粗剪刀、直剪刀各 1 把，大镊子、小镊子各 1 把，眼科剪刀 1 把，探针 1 根，玻璃分针 2 根，大烧杯、小烧杯各 1 个，滴管 1 支，培养皿 1 个，棉线，任氏液，锌铜叉。

【实验方法和步骤】 Experimental methods and procedures

1. 破坏脑和脊髓 Destroy the brain and spinal cord.

取蟾蜍一只，用自来水冲洗干净。左手握住蟾蜍，用食指压住头部前端使头前俯，右手持刺蛙针从枕骨大孔向前刺入颅腔（图 1-1），左右搅动捣毁脑组织，然后将刺蛙针退到枕骨大孔，不拔出而是将其尖转向后插入脊柱椎管中捣毁脊髓，插入椎管时，蟾蜍后肢立即失去紧张性，多数情况出现尿失禁。若脑脊髓破坏完全，可见蟾蜍四肢松软，呼吸消失。

2. 剪除上肢和内脏 Cut off the upside of the body and remove the viscera.

在髋关节上 0.5 ~ 1.0cm 处用粗剪刀剪断脊柱。用镊子夹住后端脊柱，以剪刀沿脊柱两侧剪除所有内脏及头胸部，留下后肢、骶骨、后端脊柱及紧贴于脊柱两侧的坐骨神经（图 1-2）。

3. 剥皮 Peel off the skin.

左手用镊子或直接用手捏住脊柱断端（注意不要压迫神经），右手捏住断端边缘皮肤，向下剥去全部后肢皮肤（图 1-3），将标本置于盛有任氏液的培养皿中。将手和用过的器械洗净后再进行以下步骤。

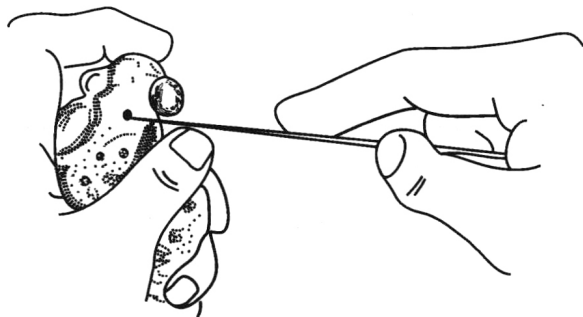


图 1-1 破坏蟾蜍脑和脊髓

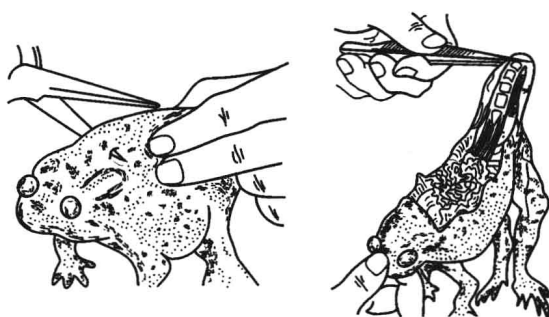


图 1-2 剪除躯干和内脏



图 1-3 剥除后肢皮肤

4. 分离两腿 Isolate the two legs.

用玻璃分针沿脊柱两侧游离出两条坐骨神经，并于近脊柱处各扎一细线，然后在扎线与脊柱之间剪断神经。提着神经上的细线，将两条坐骨神经分别置于两条大腿上，左手持脊柱，将骶骨翘起，将下位脊柱全部剪除。捏着两侧髌骨向反方向分离，使耻骨联合脱臼后，沿耻骨联合正中将两下肢剪开，将一条腿浸于任氏液中备用，另一条置于浸有任氏液的玻璃板上。

5. 游离坐骨神经和剪断股骨 Isolate the sciatic nerve.

认清坐骨神经沟和腓肠肌的部位，用剪刀剪断梨状肌及其周围的结缔组织，左手提着神经上的细线，右手持剪刀或玻璃分针沿坐骨神经沟细心剥离，直至将坐骨神经剥离到腓窝。将游离干净的坐骨神经放在小腿上，沿膝关节的周围将大腿的所有肌腱剪断，并用剪刀刮净股骨下段附着的肌肉，在股骨上三分之一处剪去上段股骨及所附的肌肉，这样制成的称为坐骨神经小腿标本（图 1-4）。

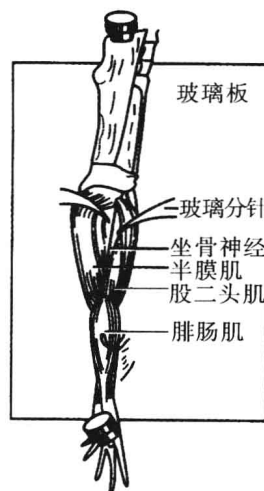


图 1-4 分离坐骨神经

6. 游离腓肠肌 Make the sciatic nerve - gastrocnemius specimen.

在坐骨神经下腿标本的基础上，用剪刀将跟腱的下端剪断，在跟腱与肌肉交界

处扎一条细线，左手提线，右手用剪刀游离腓肠肌，直到膝关节。最后用粗剪刀在膝关节下将小腿剪去，留下的即为坐骨 - 神经腓肠肌标本（图 1 - 5）。做好的标本用锌铜叉的两极轻轻接触坐骨神经，如腓肠肌立即收缩，表示标本的兴奋性良好，然后将标本放入任氏液中，待其兴奋性稳定后再进行实验。

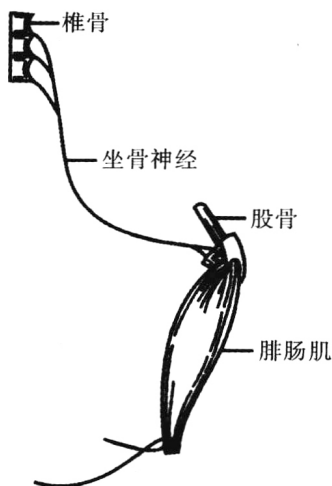


图 1 - 5 坐骨神经 - 腓肠肌标本

【注意事项】 Attentions

1. 已剥离皮肤的组织避免接触皮肤毒液或其他不洁物。
2. 分离神经时，一定要用玻璃分针，不能随使用刀、剪进行操作。
3. 不能过分牵拉神经，以免造成损伤。
4. 标本制备过程中应适当地用任氏液湿润标本。
5. 避免用手指或金属器械接触或夹持标本的神经肌肉部分。

【思考题】 Questions

你制备的坐骨神经 - 腓肠肌标本兴奋性如何？有哪些体会？

（毕 辉 张淑苗）

实验2 刺激强度、频率与骨骼肌收缩的关系

Experiment 2 Relationships between the Stimulation Frequency, Intensity and Contraction in Skeletal Muscle

【实验目的】 Experimental objectives

1. 通过观察刺激强度与腓肠肌收缩力之间的关系，明确阈下刺激、阈刺激、阈上刺激及最大刺激的概念。
2. 通过改变刺激的频率，观察肌肉收缩形式，并观察刺激频率与肌肉收缩形式之间的关系。

To observe the relationship between the stimulation intensity and the contraction force, To understand the concepts of subthreshold stimulus, threshold stimulus, super-threshold stimulus and maximum stimulus.

To observe the relationship between the stimulation frequency and muscle contraction form by changing the electrical frequency of stimulus.

【实验原理】 Experimental principle

肌肉组织具有兴奋性与收缩性，肌肉收缩是其兴奋的外在表现。本实验选用的腓肠肌标本内含许多骨骼肌纤维，由于不同肌纤维兴奋性各不相同，因而就整个腓肠肌标本而言，其收缩力在一定的范围内与刺激强度成正比。给骨骼肌一次有效的刺激，肌肉将发生一次收缩，这称为单收缩。其全过程可分为三个时期：潜伏期、收缩期和舒张期。若给肌肉连续的有效刺激，使两次刺激之间的间隔时间小于该肌肉单收缩的总时程，出现持续的收缩，这称为复合收缩。因刺激频率不同，肌肉会出现不同的复合收缩形式。若连续有效刺激后一刺激落在前一次刺激引起的肌肉收缩的舒张期，则出现舒张不完全的锯齿状的收缩波形，这称为不完全强直收缩。若再增加刺激频率，使后一刺激落在前一次刺激引起收缩的收缩期，肌肉将出现完全

生理学实验指导

的持续收缩状态，看不出舒张期的痕迹，这称为完全强直收缩。强直收缩的高度大于单收缩波的高度，并在一定范围内，当刺激强度和作用时间不变时，强直收缩波的高度随刺激频率的增加而增高。

When the muscle receives an effective stimulus, it will induce an action potential and a single twitch. The curve of the single twitch can be divided into delitescence phase, contraction phase and relaxation phase. If the intervals between each stimulus are longer than the total time of contraction phase and relaxation phase, the muscle will produce a series of single twitches. If we increase the stimulation frequency to have the latter stimulus fall in the former twitch's relaxation, then the muscle will produce an incomplete tetanus. And if we keep on increasing the stimulation frequency to have the latter stimulus fall in the former twitch's contraction, the muscle will stay in a continuous twitching condition, and thus it will produce a complete tetanus.

【实验对象】 Experimental subjects

蛙或蟾蜍。Frogs or toads

【实验器材与药品】 Experimental supplies and drugs

微机生物信号采集处理系统、蛙类手术器械 1 套、肌槽、双凹夹、铁支架、张力换能器、丝线、绘图仪或打印机。

【实验方法和步骤】 Experimental methods and procedures

1. 蟾蜍坐骨神经 - 腓肠肌标本的制备 The sciatic nerve - gastrocnemius specimen preparation

同实验 1。

2. 仪器准备 Instrument connecting

连接张力换能器与微机上，而后将换能器固定于铁支架上，换能器与桌面垂直。打开计算机，启动生物信号采集处理系统。

3. 标本固定 Specimen fixing

把肌槽固定于铁支架上，将标本的股骨断端固定在肌槽插孔中，神经干平搭在肌槽的两个电极上，保持神经与刺激电极接触良好，电极与刺激输出相连。腓肠肌

实验2 刺激强度、频率与骨骼肌收缩的关系

上系的线连于换能器上,调整位置使肌肉处于自然拉长的长度,并使换能器能灵敏地感受肌肉收缩产生的位移(图2-1)。

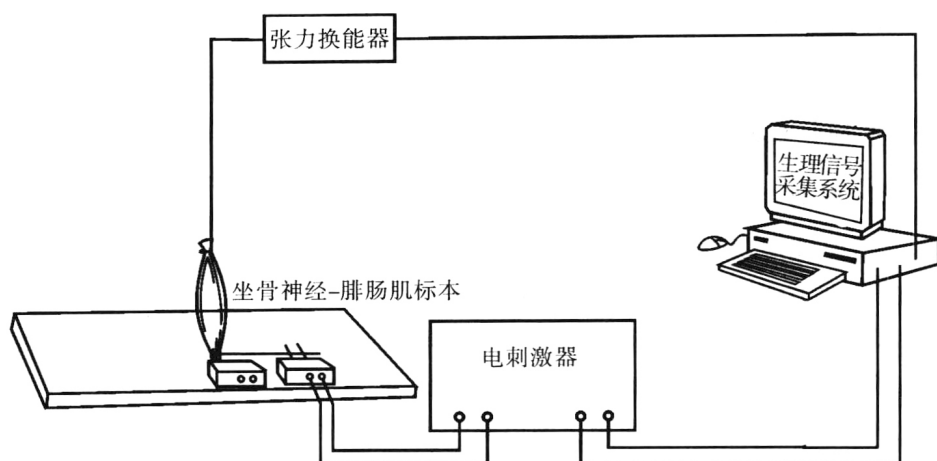


图2-1 骨骼肌单收缩和复合收缩实验装置连接示意

4. 观察与记录 Observation and record

(1) 输出单刺激,刺激强度由较弱刺激开始,若肌肉无收缩反应,可逐步增大刺激强度,直至刚好可以记录到肌肉收缩,此时的刺激就是阈刺激,此前的刺激为阈下刺激。

(2) 继续增大刺激强度,肌肉收缩幅度增大,直至幅度不再随刺激强度增加而增加,收缩幅度达最大时所接受的最小刺激为最适刺激。

(3) 用使肌肉产生最大收缩的刺激强度(最适刺激),并保持这一强度不变。逐步调节刺激频率,描记肌肉的单收缩、不完全强直收缩、完全强直收缩曲线(图2-2)。

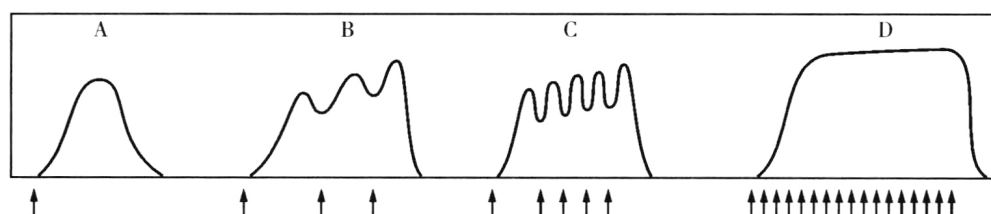


图2-2 肌肉收缩曲线

A: 单收缩

B、C: 不完全强直收缩

D: 完全强直收缩

【注意事项】 Attentions

1. 实验中常用任氏液浸润标本,保持标本的正常生理活性。