

EXPERIMENTAL COURSE  
OF FUNCTIONAL SCIENCE



基础医学实验系列

# 机能学实验教程

主 编 龙子江 王 靓  
副主编 王舒舒 吕 磊 江传伟



中国科学技术大学出版社

基础医学实验系列

EXPERIMENTAL COURSE  
OF FUNCTIONAL SCIENCE

# 机能学实验教程

主 编 龙子江 王 靓

副主编 王舒舒 吕 磊 江传伟

编写顾问 黄金玲 江爱娟

编 委 (以姓氏笔画为序)

王 浩 王 靓 王舒舒 龙子江

吕 磊 江传伟 张新芳 张道琴

邹莹莹 高华武

中国科学技术大学出版社

## 内 容 简 介

为了适应实验教学改革发展的需要,培养实用型医学人才,使培养的学生尽快适应实际需要,具有较强的动手能力和科研能力,本教材将机能学包括的生理学、药理学和病理生理学的实验内容进行有机整合,按照验证性、综合性、开放性和设计性试验要求,共编写 67 个实验。有些实验是为巩固理论知识,有些实验是目前科研项目中经常开展的实验,有些实验贯穿整个机能学的理论体系。学生在教师的指导下开展这些实验后,能够掌握常见的机能学实验方法,能够独立思考和设计机能学实验,能胜任临床和科研相关的实验研究等。

本教材适合医药院校本科医学专业和药学专业学生使用。

### 图书在版编目(CIP)数据

机能学实验教程/龙子江,王靓主编. —合肥:中国科学技术大学出版社,2019.1  
ISBN 978-7-312-04534-9

I. 机… II. ①龙… ②王… III. 机能(生物)—人体生理学—实验—高等学校—教材 IV. R33-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 278940 号

**出版** 中国科学技术大学出版社  
安徽省合肥市金寨路 96 号,230026  
<http://press.ustc.edu.cn>  
<https://zgkxjstxcbs.tmall.com>

**印刷** 合肥市宏基印刷有限公司

**发行** 中国科学技术大学出版社

**经销** 全国新华书店

**开本** 710 mm×1000 mm 1/16

**印张** 12.25

**字数** 240 千

**版次** 2019 年 1 月第 1 版

**印次** 2019 年 1 月第 1 次印刷

**定价** 30.00 元

# 前 言

现代医学高等教育强调以学生为本,注重学生综合能力的塑造,坚持传授知识、培养能力、提高素质协调发展,注重对学生探索精神、科学思维、实践能力、创新能力的培养,重视理论知识与临床实际的衔接、融合,培养学生专业素质。实验教学作为高校教学的重要组成部分,其教材建设水平直接决定人才培养的整体质量。全面深化基础医学实验教学改革,构建以学生为主体,引导学生沿着提出问题、分析问题和解决问题的思路开展实践技能学习和创新性研究的全新课程体系,形成高素质应用型人才的培养模式和教学特色,是培养高素质医学人才的必然选择,也是高等院校人才培养的紧迫任务。

本书是生理学、病理生理学和药理学等多学科实验教学内容的有机融合,淡化了独立学科意识,注重横向、纵向联系,强调医学课程之间的内在联系,加强了理论与实践、基础与临床、简单与复杂、经典与现代实验技术的融合以及创新思维的培养,尤其“以器官系统为中心”的跨学科机能学课程整合模式改革不仅有利于知识的获取和记忆,而且能实现基础理论与临床实践的紧密结合,更有效地培养学生的综合素养。以器官系统为中心的机能学实验教学体系,是实验教学改革的一次新的尝试,有利于培养学生的实践能力和创新能力,提高医学生的职业胜任力,为其未来走上工作岗位、迅速进入工作状态打下坚实的基础。

本书既强调基础性理论,也注重实践操作,保持了机能学知识的系统性、完整性、科学性和实用性特点,在实验内容选择上尽量做到从简到繁,由浅入深,将基础验证性实验、综合性实验、设计性实验融于一体,增加创新性实验内容,旨在培养医学生的创新意识和实践动手能力,提高其综合素质。本教材的突出特点是:①按人体系统分类法将相关实验进行整合;②将生理学、病理生理学和药理学实验有机整合,使实验内容更接近于临床应用;

③ 将验证性基础实验、综合性实验、开放性实验、设计性实验和创新性实验有机整合在一起,使学生通过实验教学实践,掌握一些基本的科研实验方法和手段,为今后更快适应社会需要打下基础。我们希望本书的出版和使用,能对机能学实验教学改革有所裨益。

本教材内容的选择、组织和编写是对机能学实验教学改革的深入。在编写过程中,我们得到了安徽中医药大学各级领导的大力支持和帮助,以及国内同行的指点,在此一并致谢。尽管我们精心编写,但书中难免存在不足之处,敬请各位读者和同行给予批评指正。

编者  
2018年6月

# 目 录

前言	( i )
第一章 绪论	( 1 )
第二章 机能学实验通论	( 5 )
第一节 机能学实验常用实验器材	( 5 )
第二节 机能学实验常用溶液及其配制方法	( 14 )
第三节 机能学实验常用气体及其制取	( 18 )
第四节 机能学实验常见动物的基本操作技术	( 19 )
第五节 机能学虚拟仿真实验	( 34 )
第三章 验证性实验(上)	( 37 )
实验一 坐骨神经-腓肠肌标本的制备	( 37 )
实验二 神经干动作电位的测定	( 40 )
实验三 阈刺激、阈上刺激与最大刺激的检测	( 43 )
实验四 骨骼肌单收缩和强直收缩实验	( 45 )
实验五 反射弧的分析	( 47 )
实验六 小鼠小脑的损伤效应实验	( 48 )
实验七 拟胆碱药和抗胆碱药对家兔瞳孔的影响	( 50 )
实验八 有机磷农药中毒及解救	( 52 )
实验九 香烟对小鼠的毒性实验	( 53 )
实验十 巴比妥类药物的催眠作用时间和强度的比较	( 55 )
实验十一 巴比妥类药物对小鼠入睡时间的影响	( 56 )
实验十二 小鼠强迫游泳实验	( 57 )
实验十三 药物的抗惊厥作用	( 59 )
实验十四 氯丙嗪对大鼠激怒反应的影响	( 63 )
实验十五 氯丙嗪对小鼠耐缺氧的影响	( 65 )
实验十六 药物的镇痛作用	( 66 )
实验十七 药物的解热作用	( 70 )

实验十八 药物对小鼠自主活动的影响 .....	( 71 )
<b>第四章 验证性实验(中)</b> .....	( 74 )
实验十九 ABO 血型鉴定实验 .....	( 74 )
实验二十 家兔血液流变学的检测 .....	( 76 )
实验二十一 药物对凝血时间的影响 .....	( 77 )
实验二十二 家兔失血性休克及抢救 .....	( 79 )
实验二十三 家兔实验性弥散性血管内凝血(DIC) .....	( 81 )
实验二十四 蛙心起搏点分析 .....	( 84 )
实验二十五 期前收缩与代偿间歇实验 .....	( 86 )
实验二十六 蛙心灌流实验 .....	( 88 )
实验二十七 家兔动脉血压的调节实验 .....	( 91 )
实验二十八 人体动脉血压的测定 .....	( 94 )
实验二十九 人的心音听诊实验 .....	( 96 )
实验三十 家兔急性右心衰竭模型的复制 .....	( 98 )
实验三十一 人体肺活量的测定 .....	(100)
实验三十二 家兔呼吸运动的调节实验 .....	(102)
实验三十三 家兔胸内负压的观察 .....	(104)
实验三十四 药物对小鼠的镇咳作用(氨水引咳法) .....	(105)
实验三十五 尼可刹米对抗吗啡抑制呼吸的作用 .....	(107)
实验三十六 酸碱平衡模型的复制 .....	(108)
实验三十七 不同类型缺氧模型的复制及影响缺氧耐受性因素的 比较 .....	(110)
实验三十八 家兔实验性肺水肿模型的制备 .....	(113)
实验三十九 家兔胆汁分泌的调节 .....	(115)
实验四十 硫酸镁对大鼠胆汁流量的影响 .....	(117)
实验四十一 药物对小鼠肠管推进性作用的影响 .....	(119)
实验四十二 药物对豚鼠离体肠管的影响 .....	(121)
实验四十三 尿生成的调节 .....	(123)
实验四十四 利尿药和脱水药对动物尿量的影响 .....	(125)
实验四十五 氢化可的松对急性关节肿胀的影响 .....	(127)
实验四十六 胰岛素的过量反应及其解救 .....	(129)
实验四十七 氢化可的松对小鼠耳郭毛细血管通透性的影响 .....	(131)
实验四十八 糖皮质激素对红细胞膜的稳定作用 .....	(133)

<b>第五章 验证性实验(下)</b> .....	(135)
实验四十九 药物的基本作用 .....	(135)
实验五十 不同剂量对药物作用的影响(药物的量效关系实验) .....	(137)
实验五十一 不同给药途径对药物作用的影响 .....	(138)
实验五十二 肝脏功能状态对药物作用的影响 .....	(140)
实验五十三 药物作用的个体差异及常态分布规律 .....	(141)
实验五十四 克拉霉素片血药浓度的检测 .....	(143)
实验五十五 药物的安全性试验 .....	(146)
实验五十六 药物的配伍禁忌实验 .....	(150)
<b>第六章 综合性实验</b> .....	(153)
实验五十七 蛙坐骨神经-腓肠肌标本中神经、肌肉兴奋时的电活动 和肌肉收缩的综合观察 .....	(153)
实验五十八 急性失血性休克动物模型的制备及对家兔动脉血压 和尿生成的影响 .....	(155)
实验五十九 预处理对大鼠心肌缺血-再灌注损伤的影响 .....	(157)
实验六十 新药的一般性药理学实验 .....	(159)
实验六十一 家兔急性肾衰竭模型的复制 .....	(161)
实验六十二 氨在肝性脑病发病机制中的作用 .....	(164)
<b>第七章 开放性实验</b> .....	(166)
实验六十三 交叉配血实验 .....	(166)
实验六十四 人体心电图的描记和分析 .....	(168)
实验六十五 蟾蜍舌的微循环的观察 .....	(171)
实验六十六 大鼠脑电波记录和分析实验 .....	(173)
实验六十七 家兔膈神经放电记录和分析 .....	(175)
<b>第八章 设计性实验的基本知识</b> .....	(178)
第一节 实验设计 .....	(178)
第二节 撰写研究报告 .....	(183)
第三节 学生自主设计机能学实验需注意的问题 .....	(184)
第四节 可供参考的设计性实验内容 .....	(185)
<b>附表</b> .....	(186)



# 第一章 绪 论

机能学是基础医学实验教学的重要组成部分,包括药理学、生理学和病理生理学三门学科。实验教学可使学生有机地掌握医学研究的基本技能与方法,培养学生根据实验的客观结果分析问题和解决问题的能力。机能学实验教学打破传统的基础医学实验教学完全依附于理论教学的框架和模式,建立新的多层次模块化创新能力培养的实验教学体系,课程以高素质创新性医学人才培养为目标,以培养学生实践创新能力为核心,贯穿现代医学整体系统的教学理念,注重医学专业的特殊性,将基础医学的实验教学与理论教学、科学研究和临床实践紧密结合,构建以器官系统为主线、以临床问题为导向的整合式基础医学实验教学创新课程体系,形成“多层次覆盖、多学科融合、多阶段贯通”的立体综合的实验教学模式。

## 一、机能学实验的目的和要求

机能学实验教学在确保与基础医学各个学科的理论课程安排相互衔接的基础上,打破原学科间的壁垒,优化教学内容,整合基础医学各个学科的实验课程内容,根据医学的教学特点和国家的教学大纲要求,分层次设置基本型实验—综合设计型实验—研究创新型实验,其中基本型实验、综合设计型实验、研究创新型实验各占一定比例。实验内容的设置体现了基础、综合、创新的结合,该课程体系统筹实验设置,由浅入深,由简单到综合,注重学生综合能力的培养,避免各学科实验内容的重复,体现出知识的连贯性和实验技能的综合性,使实验内容、实验过程更具系统性和科学性。逐步培养学生的创新意识和创新能力。

### (一) 实验目的

(1) 通过实验,使学生了解获得基础医学知识的科学方法,初步掌握机能学实验的基本技能。

(2) 通过实验,验证机能学某些重要的基本理论,使所学基本知识和基本理论进一步巩固和提高。

(3) 通过实验,培养学生对科学工作的严肃态度以及严密的工作方法和实事

求是的工作作风,并提高其分析问题和解决问题的能力,为今后临床实践和科学研究工作打下坚实的实验基础。

(4) 通过实验,激发学生进行科学研究的动力和进行创新性实验的热情。

## (二) 实验要求

### 1. 实验前

(1) 仔细预习实验教程,了解本次实验的目的和要求、基本原理,熟悉操作步骤、实验项目和注意事项。

(2) 结合实验内容,复习相关理论知识,做到充分理解,以便提高实验过程中的主动性和实验效果。

(3) 预测各实验各个实验步骤的实验结果及可能会出现的问题以及解决问题的方法。

### 2. 实验中

(1) 认真听老师的讲解和观看演示操作过程,特别注意老师指出的实验过程中的注意事项,尤其是操作技术的关键点。

(2) 实验器材的放置力求整齐规范。

(3) 注意保护实验动物和标本,节省器材和药品。注意人身安全,严防触电、防止被动物抓伤及咬伤等事故的发生,一旦被咬伤,要及时清创和进行相关处理。

(4) 仔细、耐心地观察实验中出现的各种现象,认真做好记录,并对实验中各种生理现象的原因加以分析。

(5) 严肃认真地按照实验步骤操作,不能随意更改。按操作规程正确使用仪器和手术器械,对精密仪器,在尚未熟悉其性能之前要认真阅读说明书,不可轻易动用。

(6) 实验小组成员在不同实验项目中,要亲自动手轮流进行各项实验操作,力求对每个实验都有独立学习的机会。组内成员要明确分工,相互配合,各尽其职。

(7) 实验过程中要注意保持实验室内整齐、清洁、安静。不得高声喧哗,不得玩手机或电子游戏,不得做任何与实验无关的事。

### 3. 实验后

(1) 实验完成后要及时关闭各个实验仪器、设备的电源。按规定清洗所用过的手术器械,安放好实验设备。如有损坏或短少的仪器设备,应立即报告指导教师,登记备案。向实验室借用的器械,在实验结束后清洗干净并及时归还。

(2) 动物的尸体及其残余组织均应放置于指定的地点统一处理,不要随地丢弃。严禁将动物尸体或组织等丢弃于水池或垃圾桶内。

(3) 认真整理实验结果,对实验结果结合理论进行分析讨论,并作出结论,提

出自己的看法。

(4) 做好实验室的卫生清洁工作。离开实验室前,应及时关灯,关好门窗和水龙头等。

(5) 认真撰写实验报告,按时交给指导教师评阅。实验报告中应保留原始数据,不要随意改动,包括原始记录图、打印图。培养严谨的科学态度、综合分析问题的能力和文字表达能力。

## 二、实验报告书写要求

书写实验报告是实验课的基本训练之一,是培养学生分析和综合概括问题的能力,亦是训练文字表达的一种重要手段。

(1) 实验结束后,需根据老师的要求,各自书写实验报告,并按时完成,实验报告要求文字简练、语句通顺,书写清楚、整洁。

(2) 在书写实验报告时,对实验过程中的问题要进行讨论分析,但必须独立完成实验报告。严禁抄书。

(3) 机能学实验报告的格式与内容要求:

基本信息包括:姓名、专业、班级、学号、组别、日期等。格式如下:

实验题目:

实验目的:

实验方法与步骤:

(应根据老师的具体要求书写,一般情况下可作简要说明。)

实验结果:

(实验结果是实验报告的重要部分,应将实验过程中所观察或记录到的实验结果如实、准确地记录和说明。为了便于说明和比较,有些实验结果可以以列表或绘图形式表示。)

讨论:

(讨论是实验报告的核心部分。讨论是根据所学的理论知识,对实验结果进行科学的分析和解释,并判断实验结果是否与预期相符。如果出现非预期的结果,应分析其可能的原因。讨论可以帮助学生提高独立思考和解决问题的能力,提倡学生根据自己的实验结果提出创造性的见解和认识,但必须是严肃认真、有科学依据的。)

结论:

(结论是从实验结果和讨论中归纳出一般的概括性的判断,也是实验所验证的基本概念、原理或理论的简明总结。结论的书写应该简明扼要、准确。)

### 三、实验室规则

(1) 遵守学习纪律,准时上、下课。实验期间实验室内不得大声喧哗,不得无故缺席或早退。

(2) 必须严肃认真地进行实验操作、观察实验结果。实验期间不得进行任何与实验无关的活动。

(3) 实验所得数据及实验记录,需经指导老师审核,否则不得结束实验。

(4) 实验仪器和用品凭有效证件领取,不得与其他组调换使用,以免混乱。如仪器损坏或丢失,应及时报告指导老师并按价赔偿。

(5) 爱护公共财物,注意节约各种实验用品。实验动物按组发给,如需补充使用,须经指导老师同意方能补领。

(6) 保持实验室清洁整齐,随时清除污物。实验完毕,应将实验器材、用品收拾妥当,洗净;将手术器械擦洗干净,清点数量,放回原处。经指导老师检查验收后方可离开实验室。

## 第二章 机能学实验通论

### 第一节 机能学实验常用实验器材

#### 一、常用的手术器械

机能学常用的手术器械如图 2.1 所示。

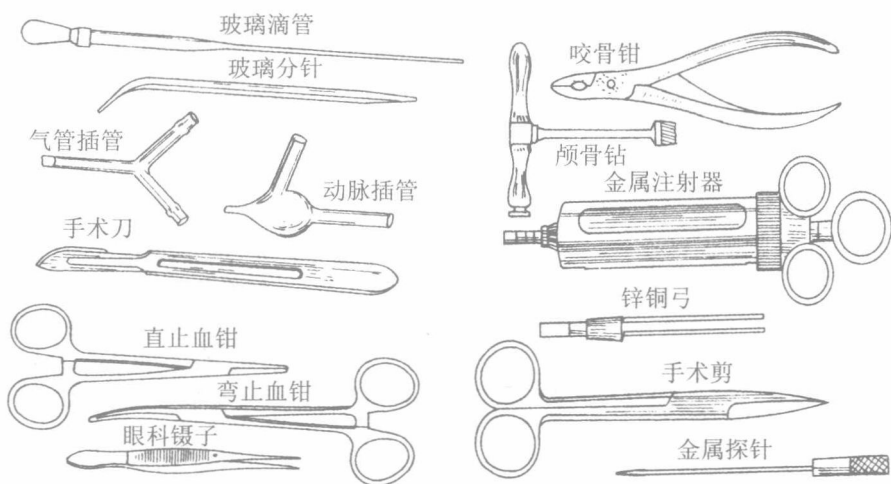


图 2.1 常用的手术器械示意图

#### (一) 剪刀的选择

(1) 手术剪:用于剪肌膜、浅筋膜、神经和血管等软组织。正确持剪方法如图 2.2 所示。

(2) 眼科剪:用于剪神经和血管。不可剪线、毛发和坚韧的结构。

(3) 粗剪刀:用于剪毛发、皮肤、骨骼和肢体等坚韧的结构。

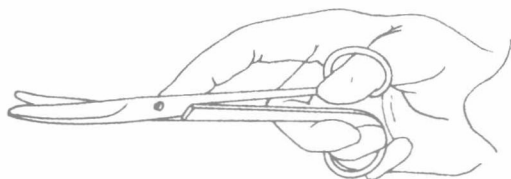


图 2.2 持剪方法示意图

## (二) 止血钳的选择

止血钳分为直钳和弯钳并有大、中、小号之分,又有有齿和无齿之分,有齿的用于夹持皮肤,无齿的用于止血和分离皮下组织和肌肉等。如图 2.3 所示。

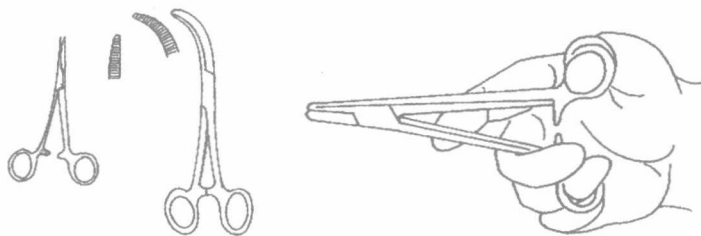


图 2.3 止血钳的分类及正确持钳方法示意图

## (三) 手术镊的选择

手术镊有圆头与尖头、有齿与无齿、大与小等多种规格。

(1) 有齿镊:用于夹持皮肤、韧带等坚韧的组织。

(2) 无齿镊:用于夹持较脆弱的组织,如血管、神经、黏膜等。

常用的还有眼科镊:用于夹持细微结构的软组织。正确的持镊方法如图 2.4 所示。



图 2.4 持镊方法示意图

#### (四) 动脉夹

动脉夹用于夹闭动脉血管,暂时阻断动脉血流。

#### (五) 血管插管

血管插管用于动、静脉插管。

#### (六) 气管插管

气管插管为 Y 形管,用于急性动物实验时插入气管插管或连接动物呼吸机,保持动物呼吸通畅。

#### (七) 三通管

三通管可按实验需要改变液体流动的方向,以便于血管给药、输液和描记血压。

## 二、常用的实验仪器

### (一) 描记气鼓(马利气鼓)

描记气鼓是利用气鼓内气体压力变化带动连接装置上下摆动的传动装置。它是一个上面覆盖橡皮膜的带有侧管的金属浅圆皿,膜中央粘有金属支架,连接张力换能器。

### (二) 检压计

检压计有水银检压计和水检压计两种,其工作原理相同。它们由 U 形玻璃管和固定它的有刻度的木板构成。将 U 形管的一侧与需测压的器官相连通,另一侧管暴露在大气中,当器官内压力发生变化时,液面将随压力的变化而变化。水银检压计(图 2.5)常用于记录较高的压力变化,例如人体动脉血压的测定;水检压计(图 2.6)常用于记录较低的压力变化,例如静脉压、胸膜腔内压等。



图 2.5 水银检压计

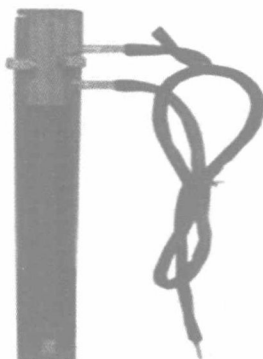


图 2.6 水检压计

### (三) 刺激电极

(1) 普通电极:将两根银丝装嵌在有机玻璃或电木的框套内,银丝上端与引线连接,再进入生物信号记录系统。

(2) 保护电极:将银丝包埋在绝缘框套中,下端挖一空槽,使银丝裸露少许。其他构造与普通电极相同。这种电极用于刺激在体神经干,以保护周围组织免受刺激(图 2.7)。



图 2.7 保护电极

使用刺激电极时,必须先检查电路是否接通。常用的检查方法是用刺激电极刺激一小块新鲜肌肉,观察有无收缩反应。刺激电极周围不应有很多的组织液或生理盐溶液,避免电极短路,或电流经电解质溶液传导而刺激其他组织。

### (四) 神经屏蔽盒

神经屏蔽盒(图 2.8)是一个有机玻璃小盒或铝盒,里面有一长形支架,分布有一对刺激电极和几对引导电极以及接地电极,主要用于神经干动作电位的记录。盒外有一金属板或铜网罩,防止外来电信号对生物电产生干扰。



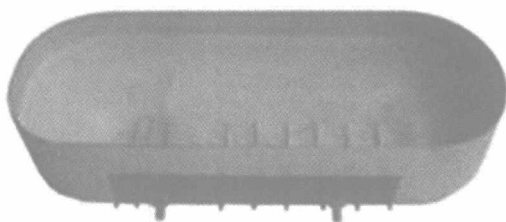


图 2.8 神经屏蔽盒

### (五) 肌动器

肌动器用于固定和刺激蛙类神经肌肉标本。常用的有平板式肌动器和槽式肌动器(图 2.9、图 2.10)。有一固定标本的孔以便插入股骨,并有固定螺丝和刺激电极。

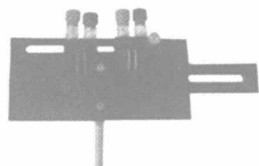


图 2.9 平板式肌动器

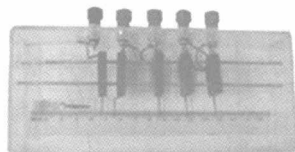


图 2.10 槽式肌动器

### (六) 换能器

换能器是一种能将机械能、化学能、光能等非电量形式的能量转换为电能的器件或装置。在生物医学上,换能器能将人体及动物机体各系统、器官、组织直至细胞水平及分子水平的生理功能或病理变化所产生的如体温、血压、血流量、呼吸流量、脉搏、生物电、渗透压、血气含量等非电量转换为电量,然后送至电子测量仪器进行测量、显示和记录。国内生产换能器的厂家有很多,现介绍一些换能器。

#### 1. 张力换能器

张力换能器(图 2.11),采用金属弹性梁,可根据机械力的大小,选用不同厚度的弹性金属,即张力换能器有不同的量程,两组应变片分别贴于梁的两面。两组应变片中间接一只调零电位器,并用 5 V 直流电源供电(MedLab 生物信号采集处理系统能提供 5 V 桥压),组成差动式惠斯通电桥(图 2.12)。

实验时根据测量方向,采用双凹夹将换能器固定在合适的支架上,肌肉悬挂在梁臂的头端,然后将换能器的输出与生物信号采集处理系统相接。