

21

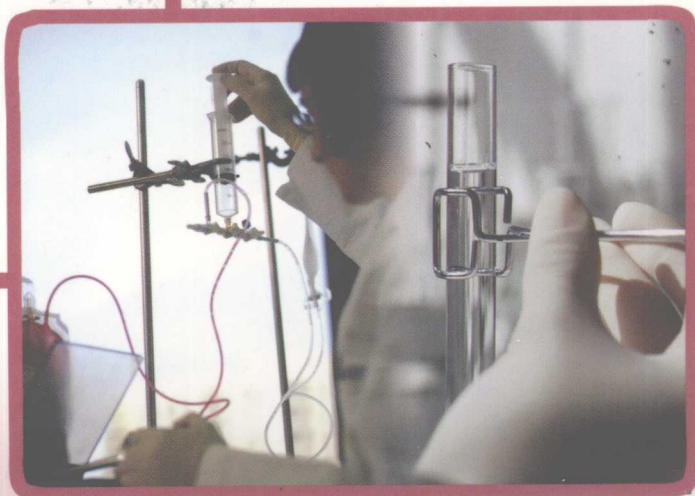
世纪高等医学院校教材

(供临床医学七年制使用)

医用机能实验教程

Textbook of Functional Experiment

赵华 杨世杰 主编



科学出版社

www.sciencep.com

R33-33
Z302:1

21 世纪高等医学院校教材
(供临床医学七年制使用)

医用机能实验教程

Textbook of Functional Experiment

赵 华 杨世杰 主 编

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书将生理、病理生理、药理三门实验课的教学内容进行精选,将三个学科互相渗透以及相关的教学内容进行融合,建立了机能实验教学课程体系。全书分为基本理论、机能实验项目、综合性和学生自主设计实验三篇,详细介绍了各个机能实验的实验目的、原理、操作步骤、注意事项等内容,由浅入深,循序渐进,实用性强,有助于培养学生科学的思维能力和分析问题、解决问题的能力。本书可供高等医学院校七年制学生使用,也可供相关人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

医用机能实验教程/赵华,杨世杰主编. —北京:科学出版社,2004.3

(21世纪高等医学院校教材. 供临床医学七年制使用)

ISBN 7-03-012974-1

I. 医… II. ①赵… ②杨… III. 人体-机能(生物)-生理实验-医学院校-教材 IV. R33-33

中国版本图书馆CIP数据核字(2004)第013736号

责任编辑:黄 敏 / 责任校对:包志虹

责任印制:刘士平 / 封面设计:卢秋红

版权所有,违者必究。未经本社许可,数字图书馆不得使用

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>

双 青 印 刷 厂 印 刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2004年3月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2004年3月第一次印刷 印张:12 1/2

印数:1—4 000 字数:282 000

定价:22.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换(环伟))

《医用机能实验教程》编写人员

Contributors of Textbook of Functional Experiment

主 编 赵 华 杨世杰

副主编 李 扬 赵丽娟 刘 洁

编 委 (以姓氏笔画为序)

孙连坤 刘 洁 李 扬 李 峰

李 晶 张春晓 杨世杰 赵 华

赵丽娟 夏映红 章 宏 葛敬岩

编写人员 (以姓氏笔画为序)

于 蕾 王建春 王秋静 石 卓 关凤英 孙连坤

刘 芬 刘 洁 刘 潇 孙晓霞 乔 萍 李 扬

李 峰 李 晶 李华丽 张学新 张春晓 苏建军

杨 柯 杨世杰 陈 霞 赵 华 赵丽娟 夏映红

徐海艳 袁海波 黄 民 章 宏 葛敬岩

前 言

近年来,各高等医药院校打破了各学科“单打一”式的传统实验教学方法,对实验课教学模式、教学内容及管理体制进行了大量的改革和探索,以适应 21 世纪实施素质教育、培养创新和开拓型人才的需要。一个新的、初具规模的基础医学实验学课程体系已经在各高等医学院校形成,并为广大的教师和学生逐渐接受,与其相适应的机能学实验教材也相继出版。各学校五、七年制及其他各层次的医学生大多通用同一实验教材,在教学形式和教学内容上多无差别,到目前为止,全国缺少仅供七年制学生使用的机能实验课教材。七年制临床医学教育是我国医学高等教育的重点,对于七年制学生的教学,从内容、方法和深度上要求进一步地提高、更新和规范化。因此,编写一本适用于七年制的专用实验课教材,对于提高七年制的教学水平非常必要。

我们于 2002 年编写了机能实验教程,供不同层次的临床医学生使用,在该教材的编写中,集各家教学之所长,比较其优势,将生理、病理生理和药理三门实验课的教学内容进行了精选,打破学科界限,将三门学科互相渗透、相关的教学内容进行融合,并按系统进行组合,按照从整体到细胞的不同水平编排实验,由浅入深,循序渐进,拓展了一些综合性、实用性强的实验,建立了机能实验教学课程体系。尽管如此,我们认为该教材仍不能兼顾不同层次临床医学生的需求,尤其对临床七年制的学生,从教材编写的内容、方法和深度上需要提高。因此,我们于 2002 年在完成机能实验教程教材的初稿时即策划编写一本临床七年制专用实验课教材,以提高七年制实验课的教学质量。本教材在原有教材的基础上,对大部分实验从内容、深度上又进行重新组合、调整、修改和更新,加大了实验的难度和深度,并且增加了一些综合性、设计性实验和科研技能实验,例如,呼吸运动的调节与膈神经放电;刺激中枢相关核团对血压、呼吸的影响;离体心脏灌注、氧反常和钙反常等实验。此外,我们对所有章节实验项目中的专

业术语均附加了英文,使学生在实验课的学习中进一步掌握专业英语。总之,我们以提高七年制学生的综合素质、科学的思维能力和独立地分析和解决问题的能力为教学的宗旨,力图充分发挥学生的主观能动性,在教材的编写中体现出七年制实验课教学的特色。

本教材的编写由生理、病理生理和药理及机能教学中心的教师们共同完成,在每章实验内容后面标注作者的名字,以示负责。临床七年制专用实验教材的编写是我们的一种探索性尝试,它需要进一步在教学中去摸索和证明,使其不断完善。由于经验不足,并且时间仓促,不足之处在所难免,切望读者及同仁赐教,以使再版时予以改正。

赵 华 杨世杰

2004年1月

目 录

第一篇 基本理论

BASIC PRINCIPLE

第一章 绪论

INTRODUCTION (1)

第一节 机能实验科学概述

Introduction to Functional Experimental Sciences (1)

第二节 实验的基本类型和基本要素

Classification and Fundamentals (2)

第三节 实验目的和要求

Objectives and Requirements of Experiments (3)

第二章 机能实验常用设备

INSTRUMENTS TO FUNCTIONAL EXPERIMENTS (4)

第一节 生物信号记录系统

Recording System of Biological Signals (4)

第二节 生化分析系统

Biochemical Analysis System (18)

第三节 常用溶液

Common Solutions (23)

第三章 动物实验的基本操作技术

ESSENTIAL TECHNIQUES OF ANIMAL EXPERIMENTS (29)

第一节 实验动物

Experimental Animals (29)

第二节 动物实验操作的基本知识

Essential Knowledge of Animal Handling and Experimental Operation..... (32)

第三节 动物模型的复制

Making Animal Models (42)

第四章 实验数据的处理

STATISTIC ANALYSIS OF EXPERIMENT DATA (43)

第一节 量反应资料(计量资料)的统计处理方法

Quantitative Analysis of Data (43)

第二节	质反应数据资料(计数资料)统计处理方法 Qualitative Analysis of Data	(47)
第三节	直线回归与相关 Linear Regression and Correlation	(49)

第二篇 机能实验项目

A LIST OF FUNCTIONAL EXPERIMENTS

第五章 离体器官、组织实验

	IN VITRO EXPERIMENTS	(51)
实验一	坐骨神经-腓肠肌标本的制备和骨骼肌收缩影响因素的观察 Preparation of Sciatic Nerve-gastrocnemius Specimen and Observation of the Factors of Influencing Skeletal Muscle Contraction	(51)
实验二	各种离子及药物对离体蟾蜍心脏活动的影响 Effects of Different Ions and Drugs on Contraction of Isolated Frog Heart	(55)
实验三	离体心脏灌注,氧反常和钙反常 In Vitro Heart Perfusion, Oxygen Paradox and Calcium Paradox	(58)

第六章 整体实验

	IN VIVO EXPERIMENTS	(62)
实验四	心力衰竭 Cardiac Failure	(62)
实验五	缺氧 Hypoxia	(64)
实验六	家兔酸碱平衡紊乱 Disruption of Acid-Base Balance in Rabbit	(66)
实验七	大鼠应激性胃溃疡 Stress-induced Gastric Ulcer in Rat	(68)
实验八	肺顺应性和胸内压的测定 Measurements of Pulmonary Compliance and Intrapleural Pressure	(69)
实验九	急性呼吸衰竭 Acute Respiratory Failure	(72)
实验十	有机磷酸酯类中毒及解救 Toxication and Detoxication of Organophosphates	(73)
实验十一	神经系统的感觉和运动功能 Sense and Motor Functions of Nervous System	(77)
实验十二	中枢抑制药抑制效应的观察 Pharmacodynamics of Central Nerve System-inhibiting Drugs	(82)

实验十三	影响药效学的因素和药物毒性的观察 Factors of Effecting on Pharmacodynamics and Observation of Drug Toxicity	(84)
实验十四	药代动力学参数的测定 Determination of Pharmacokinetic Parameter	(87)
实验十五	药物半数致死量(LD ₅₀)的测定 Determination of Drug Median Lethal Dose (LD ₅₀)	(89)
实验十六	抗心肌缺血药物的药效学观察 Pharmacological Effect of Anti-myocardial Ischemia Drugs	(91)
实验十七	糖皮质激素的药效学观察 Pharmacological Effect of Glucocorticoid	(93)
实验十八	抗惊厥药物的药效学观察 Pharmacological Effect of Anti-convulsion Drugs	(97)
实验十九	镇痛药的药效学观察 Pharmacological Effect of Analgesic Drugs	(99)
实验二十	氨在肝性脑病发生中的作用 Roles of Ammonia in Development of Hepatic Encephalopathy	(103)
实验二十一	高钾血症 Hyperkalemia	(106)
实验二十二	家兔肠缺血再灌注损伤 Intestinal Ischemia-Reperfusion in Rabbit	(108)
实验二十三	弥散性血管内凝血 Disseminated Intravascular Coagulation	(110)
第七章	电生理实验 ELECTROPHYSIOLOGICAL EXPERIMENTS	(112)
实验二十四	神经干动作电位、传导速度及不应期的测定 Measurements of Nerve Action Potential, Nerve Conducting Speed and Refractory Period	(112)
实验二十五	感受器电位 Receptor Potential	(115)
实验二十六	心肌的生物电特性分析 Analysis of Myocardial Bioelectrical Characteristics	(120)
实验二十七	刺激中枢相关核团对心血管活动和呼吸运动的影响 Effects of Stimulating Center Nucleus on Cardiovascular and Respira- tory Activities	(123)
第八章	人体机能实验 HUMAN FUNCTIONAL EXPERIMENTS	(126)
实验二十八	视敏度、视野、盲点的测定	

Measurements of Visual Acuity, Visual Field and Blind Spot	(126)
实验二十九 视觉调节和瞳孔对光反射	
Vision Regulation and Pupil Light Reflex	(129)
实验三十 声音的传导途径	
Pathways of Sound Conduction	(130)

第三篇 综合性和学生自主设计实验

COMPREHENSIVE AND STUDENT-DESIGNED EXPERIMENTS

第九章 综合性实验

COMPREHENSIVE EXPERIMENTS	(133)
实验三十一 消化道平滑肌生理特性及药物对平滑肌运动的影响	
Physiological Characteristics of Gut Smooth Muscle and Effects of Drugs on Movements of Smooth Muscle	(133)
实验三十二 心血管活动的神经体液调节和减压神经放电	
Neuroregulation and Humoral Regulation of Cardiovascular Activity and Discharge of Depressor Nerve	(136)
实验三十三 呼吸运动的调节与膈神经放电	
Regulation of Respiratory Movement and Discharge of Phrenic Nerve	(141)
实验三十四 正常肾脏功能调节与肾缺血性衰竭模型的复制	
Regulation of Kidney Functions and Kidney Ischemia Failure Model	(143)
实验三十五 失血性休克模型复制及抗休克药物作用的观察	
Hemorrhagic Shock Model and Effect of Anti-shock Drugs	(147)
实验三十六 药物对犬心功能的影响及药物安全性指标的测定	
Effect of Drug on Cardiac Function of Dogs and Determination of Drug Safety	(149)
实验三十七 膜片钳技术原理及全细胞离子通道记录	
Principle of Patch Clamp Recording Technique and Whole Cell Rec- ording	(151)
实验三十八 学习和记忆研究的行为学观察	
Behavioural Observation of Learning and Memory	(155)
实验三十九 病例分析	
Case Analysis	(156)

第十章 学生自主设计实验

STUDENT-DESIGNED EXPERIMENTS	(169)
第一节 实验设计的目的	

Objective of Experimental Design	(169)
第二节 实验设计的基本要素	
Elements of Experimental Design	(171)
第三节 实验设计的基本原则	
Principles of Experimental Design	(172)
第四节 实验设计的基本内容	
Contents of Experimental Design	(174)
第五节 实验设计的类型	
Major Types of Experimental Design	(175)
第六节 实验设计的方法与步骤	
Methods of Experimental Design	(177)
机能实验名词	(180)

第一篇

基本理论

BASIC PRINCIPLE

第一章 绪 论

INTRODUCTION

第一节 机能实验科学概述

Introduction to Functional Experimental Sciences

医学机能实验科学包括生理学、病理生理学和药理学,三门课程合为一体组建成一门综合性医学实验科学,是近年来各高校医学改革上的突破。学科交叉与知识融合,跨门类的综合性实验学研究已呈发展趋势。例如,生物体的某一生命活动现象和规律需要用整合的概念,在正常、病理或药物干预条件下去探讨,并阐明不同状态之间的转化规律。这是因为临床疾病的发生、发展涉及生理、病理机制和药物的应用,因此,研究人体的生理功能机制,并通过对功能异常时的动物病理模型的复制及药物的应用等,可将三门学科有机地结合起来,更贴近于临床实际。

科学上的重大发现和发明都是从科学实验中提炼和总结出来的,而医学科学理论也都是在实验的基础上建立起来的。医学理论教学和实验教学两者不可分割,相辅相成,在医学教育中具有同等重要的作用。系统的科学实验创建了医学的基本理论,因此实验是最被人们广泛应用的一门科学,是现代医学发展的重要条件和手段。机能实验学的任务是从人才培养目标出发,打破学科课程间的界限,建立交叉、融合的实验体系,以增加学生的动手操作和动脑机会,培养学生的操作能力、自学能力、科研思维能力和创新能力。机能实验学的内容包括:①基本的实验理论知识和基本实验技能训练。从简单的经典实验开始,熟悉机能实验的研究方法及常用实验技术,掌握本课程常用仪器设备的基本操作,培养学生观察、记录实验结果及收集、整理实验数据的能力。②综合性实验训练。在简单实验的基础上,进一步进行较复杂、难度较大的实验,强化实验操作,掌握实验方法,并对实验结果进行科学分

析、逻辑推理,最后得出恰如其分的结论,培养学生提出问题、分析问题与解决问题的能力。

第二节 实验的基本类型和基本要素

Classification and Fundamentals

一、实验的基本类型

科学实验研究可分为定性、定量、对照、析因、模拟等五类实验研究,而在基础医学教学实验中,按实验所需时间的长短又分为急性、慢性两种实验。

1. 急性动物实验 是在短时间内能完成的实验,也是在科研和实验教学中常用的方法。它是用活体解剖的方法,将所要研究的某一器官和组织置于实验仪器的控制之下;或用离体器官实验方法,将所需器官或组织从动物体内取出,置于人工环境中,观察其活动及对外加因素的反应和机制。急性实验简单而方便,不需严格的无菌操作程序,并且在预定时间内得到预期的实验结果。其缺点是不能排除由于麻醉、创伤带来的影响。

2. 慢性动物实验 在无菌条件下施行一定的外科手术,待动物恢复正常状态后再进行实验和观察,这就相对保证了实验动物的状态较为接近自然生活条件。因此,所观察的实验结果比较符合客观实际,也比较正确可靠。但是,由于受到实验时间的限制,不可能进行长时间的实验观察。因此,在教学实验课程中开展及应用较少。

二、实验的基本要素

完成一项实验研究的基本要素包括实验对象、实验设备、实验信息、实验试剂四个方面,缺一不可。

1. 实验对象(experimental objective) 在机能实验中,所选用的实验对象主要是指各种类型的动物。为了了解生理及病理现象的某些规律,探明疾病的发生、发展规律,并寻找有效的治疗措施,需要建立并应用相应的人类疾病动物实验模型,有利于更全面地了解、认识疾病的本质,从而掌握疾病演变的一般规律和特殊规律。

2. 实验设备(experimental instruments) 完备的实验仪器和设备是进行实验的基本条件。在现代科学发展的时代,仪器设备的质量决定实验研究水平的高低。实验研究的先进性和科学性取决于仪器设备的先进程度。

3. 实验信息(experimental information) 实验研究需要以专业知识的综合性资料为依据,并掌握实验方法和技术、设备、所需试剂等信息。资料的收集主要靠查阅文献,根据所了解的相关文献资料丰富和完善自己的实验设计。

4. 实验试剂(experimental reagents) 在科学研究中,对实验试剂的要求极为严格。为确保实验的稳定性和准确性,一般均需要采用分析纯的药物和试剂。试剂的质量好坏直接影响实验的结果和可信度。

第三节 实验目的和要求

Objectives and Requirements of Experiments

一、目 的

1. 掌握医学综合实验的基本理论和实验的基本操作技术,学会本课程常用仪器设备的正确使用方法,了解获得机能学知识的科学方法,验证并巩固其基本理论。
2. 通过认真的实验观察、记录和实验结果的综合分析,写出规范的实验报告,培养学生养成严谨的科研作风和掌握严密的科研思维方法。
3. 通过探索性实验,学会选题、查阅文献、写综述、科研设计,并写出小论文,激发学生探索和求知的强烈欲望,培养学生开拓、创新精神。
4. 独立进行实验操作,善于观察、发现问题,提高独立分析问题和解决问题的能力,为临床学习、工作打下较好的基础。
5. 通过机能学实验,培养学生刻苦钻研、吃苦耐劳和团结协作的精神。

二、实验室规则

1. 实验前,应充分预习本次实验内容;实验中,按照实验要求,认真地进行实验操作,严格遵守操作规范,仔细观察,争取准确而快速地完成实验。实验后,认真写报告,进行实验结果的分析和总结。
2. 实验室内保持整洁、肃静。不必要的物品不得带入实验室,不许喧哗或嬉戏,保持良好的实验秩序。实验结束时,将实验器材、用品和实验台整理干净,动物尸体必须放到指定地方。
3. 爱惜实验仪器和设备。不得随意调换仪器,如遇仪器损害或使用不灵,应报告负责教师和技术人员,以便及时更换和维修,对损坏或丢失的物品、仪器,应酌情赔偿。
4. 节约使用药品、试剂和动物,实验动物按组分发,额外补充时需要教师同意。
5. 注意安全用电。

(赵 华)

第二章 机能实验常用设备

INSTRUMENTS TO FUNCTIONAL EXPERIMENTS

第一节 生物信号记录系统

Recording System of Biological Signals

一、PowerLab 生理信号实时记录系统(PowerLab recording system)

(一) 系统功能简介

PowerLab/4ST 与相应的电脑连接,可同时在 4 个通道灵敏地采集多种生物信号,并能进行放大、显示、记录与分析处理,同时又具有刺激功能。其测量得到的数据精确可信,应用广泛,易于操作,具有分析简易、图形重叠、积分以及其他众多的交互性和实验后的处理能力,是生理学、药理学和病理生理学等学科进行科研和教学工作比较精密的仪器。

PowerLab/4ST 系统包含了连接在电脑上的 PowerLab/4ST 硬件部分及 Chart 和 Scope 软件部分。PowerLab/4ST 硬件部分是一个四通道的信号记录设备(图 2-1)。被测量的电信号经相应的放大器和换能器,再由面板上的端子输入,PowerLab 也提供了一个隔离刺激输出(isolated stimulator output)和两个普通的刺激输出(output1,output 2),分别用于人和动物实验刺激神经和肌肉等。

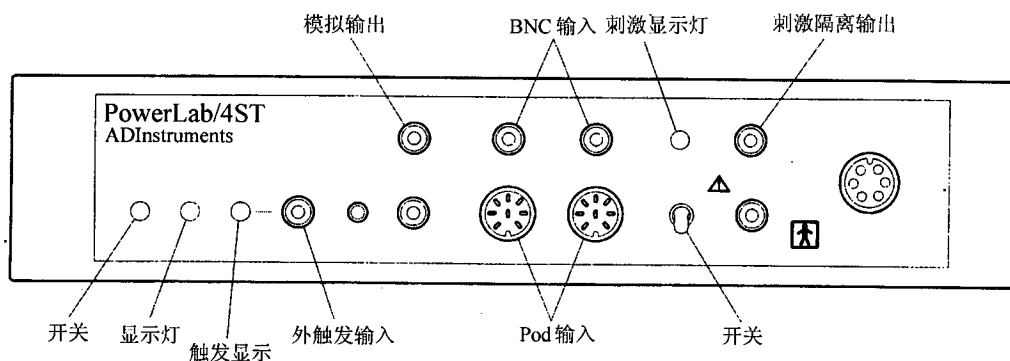


图 2-1 PowerLab/4ST 系统的面板

PowerLab 软件具有直观的图形界面,易学易用,与常用的文字处理、电子数据表格和图形软件完全兼容,可将数据传送到其他应用程序生成文本和图形报告。基本软件包括 Chart

软件和 Scope 软件。

(二) 基本软件功能和使用

1. Chart 软件的使用方法和功能 根据实验的要求,将需要的记录电极或换能器等与 PowerLab/4ST 主机输入的相应通道连接好。打开 PowerLab/4ST 主机电源,预热 10min,待状态指示灯显示为稳定状态时(草绿色),即可开始进行实验。

(1) 使用方法:

1) 双击桌面上的 Chart 软件的快捷方式图标,出现 Chart 应用程序窗口(图 2-2)。

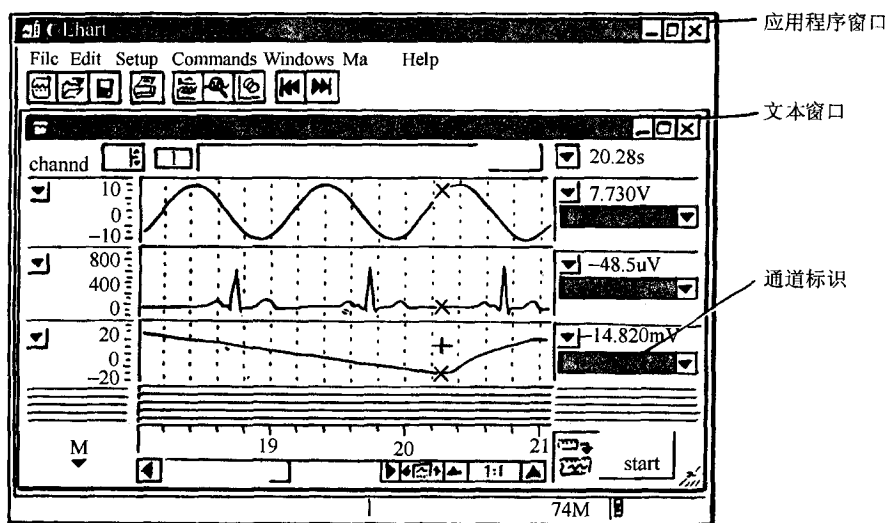


图 2-2 Chart 应用程序窗口

2) “setup”菜单中的“channel setting”命令,可打开通道设置对话框(channel setting dialogbox);在通道数目选择框(number of channels)中键入你所需要的通道数,然后分别点击每一通道的名称框(channel title),输入你所需的通道名称(中英文皆可),点击 OK。

3) 在右侧的采样速率下选择适当的采样速率。

4) 在选择通道下拉菜单中的输入放大(input amplifier)命令,出现输入放大对话框,在量程(range)下拉菜单中选择适当的量程;如噪音较大,可在低通滤波(low pass)下拉菜单中选择适当的滤波水平,调节至信号清晰并波形占据左面预览窗口的 1/2 到 2/3 左右,点击 OK。

5) 点击开始(start)按钮开始记录,即可在设置好的通道看到所记录的信号;点击结束(stop)按钮停止记录。

6) 从文件(file)菜单上选择保存(save)文件可保存已记录的信号;也可以利用微机进行剪辑并打印出来。

7) 实验结束后,从 file 菜单选择 exit,退出 Chart 软件。

(2) Chart 软件功能:

1) 通道设定:途径有两种。

A. 设定通道:见“使用方法 2)”。

B. 开启设定档:用事先已设定的参数来记录你所要记录的输入信号,设定档提供你一种较简单的方式,让你将 Chart 的相关参数调节好,你不必每次做实验都要重调一次,设定档是最常被使用的文件。具体方法如下:

a. 关闭文件:点选菜单中的 file,然后按 close,关闭目前已开启的文件。结束时不用存档。

b. 开启文件:点选菜单中的 file,然后按 open,将会有有一个 Chart 目录对话框出现。

c. 点选放置设定档的文件夹(physiology),点选 experiment settings 4ST。

d. 将鼠标移至条列的文件选单中,点选要开启的文件。

2) 信号采集和记录:

A. 在 Chart 窗口右下部,start 按钮的左边有一个 record/monitor(监视)按钮,点击它可在记录样品数据或仅仅显示数据之间选择。

B. 在实验中加入注解,方法如下:

a. 按 start 开始记录。

b. 点击注解栏内部并键入你想加上的注解内容。

c. 当你要注解时,点击注解栏右边的 add 按钮或按 enter 键,此时这些注解内容就会消失,同时在这个时间点波形图上会出现一条直立虚线,这就是加入注解的位置。

d. 当你完成记录后,你可以看到所有虚线底部横轴处有注解的编号,鼠标移到编号上面点击,注解编号即可见到注解内容。

e. 你也可以从 Commands 菜单中选取 add Comment 命令,在这里你可以按照你的需求给已存的数据加上注解。

f. 从 Windows 菜单中选取 Comments Window,以建立注解窗口,以便依次查看数据注解,在文件中找出一个注解,或删除、编辑注解等。

3) 启动刺激器:从 setup 菜单中点选 stimulator, stimulator 对话框出现,通过控制面板定义刺激的形式,从 setup 菜单中选择 stimulator panel 就可以打开刺激面板,可以在记录前或记录时改变刺激设置。刺激器按钮可以手动开始一系列脉冲或阶跃;如果连续选择已经建立,面板上的开关按钮就可以开始和停止刺激。注意刺激器只有在记录的时候才有作用。

4) 分析:Chart 软件不只是用来记录,也可以分析波形。可以用 Chart 的卷动轴查看记录的结果,测量波幅大小和时间值,使用 Zoom Window 来检视局部的结果等。

A. 快速检视波形图

a. 卷动图形:视窗下方的卷动栏可让你前后检视图形。将鼠标移至视窗下方卷轴区,按一下灰色的区域会向左或向右卷一个屏幕的距离;按两侧的箭头屏幕会缓慢卷动;按住卷动钮拖拉则可快速卷动图形。

b. 视图按钮:在卷动栏右边有三个视图按钮,可用来快速压缩或扩展时间轴。按缩小钮数次,可将图形压缩。将鼠标移至时间轴上,游标变成双箭头,此时将鼠标移至想要观察的时间点上点击一下,或拖动鼠标选择一个区域。

c. 利用注解快速检视波形图:如果在记录中做了一些注解,可利用它找到图形位置。其方法为:从菜单中的 Windows 中点选 Comments Window,此时会出现注解窗口,点选想要