



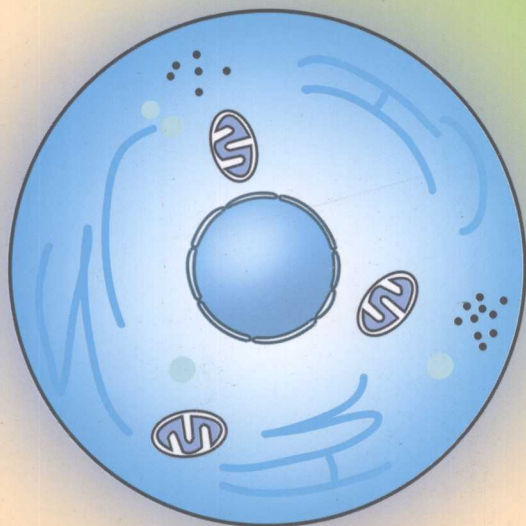
面向21世纪精品课程教材

全国高等医药教育规划教材

基础医学实验教程

EXPERIMENTS OF BASIC MEDICAL SCIENCES

主 编 陆 源
副主编 鲍建芳 厉旭云 周 韧



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS
浙江大学出版社

面向21世纪精品课程教材
全国高等医药教育规划教材

基础医学实验教程

主 编 陆 源

副主编 鲍建芳 厉旭云 周 韧



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS
浙江大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

基础医学实验教程 / 陆源主编. — 杭州: 浙江大学出版社, 2009. 5

面向 21 世纪精品课程教材. 全国高等医药教育规划教材

ISBN 978-7-308-06717-1

I. 基… II. 陆… III. 基础医学—实验—医学院校—教材 IV. R3-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 058781 号

基础医学实验教程

陆 源 主 编

鲍建芳 厉旭云 周 韧 副主编

责任编辑 阮海潮

封面设计 刘依群

丛书策划 阮海潮(ruanhc@163.com)

出版发行 浙江大学出版社

(杭州市天目山路 148 号 邮政编码 310028)

(网址: <http://www.zjupress.com>)

排 版 杭州中大图文设计有限公司

印 刷 临安市曙光印务有限公司

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 12.25

字 数 314 千

版 印 次 2009 年 5 月第 1 版 2009 年 5 月第 1 次印刷

印 数 0001—3000

书 号 ISBN 978-7-308-06717-1

定 价 21.00 元

版权所有 翻印必究 印装差错 负责调换

浙江大学出版社发行部邮购电话 (0571)88925591

面向21世纪精品课程教材
全国高等医药教育规划教材

《基础医学实验教程》

编委会名单

主 编 陆 源

副主编 鲍建芳 厉旭云 周 韧

编 委 陆 源 周 韧 鲍建芳
厉旭云 梅汝焕

主 审 茅晓延

前 言

《中共中央国务院关于深化教育改革,全面推进素质教育的决定》中指出“调整 and 改革课程体系、结构、内容,建立新的基础教育课程体系,改变课程过分强调学科体系、脱离时代和社会发展以及学生实际的状况”。浙江大学根据党中央国务院的决定,并结合教育部《高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革计划》和《新世纪高等教育教学改革工程》等“转变教育思想,更新教育观念,改革人才培养模式,实现教学内容、课程体系、教学方法和手段的现代化,形成和建立有中国特色社会主义高等教育的教学内容和课程体系”,大力推进基础医学教育教学的整合课程体系建设。

《基础医学实验教程》综合了生理学、病理生理学、药理学、免疫学和病理学的主要教学实验。

该教程的“生理科学实验”部分,根据生理学、病理生理学和药理学实验教学的共性及现代实验技术的发展趋势,将这三个学科的实验教学进行了科学有机的整合。“生理科学实验”部分系统地介绍了生理科学实验的基本理论、实验原理和方法、现代实验技术和实验研究的基础知识。以探究为导向的教学模式,通过模拟、基础、综合实验和探索性实验教学,着重培养学生的研究和创新能力。

该教程的“免疫学实验”部分,主要介绍免疫学实验的基本知识、基本理论和需要掌握的基本技能。通过经典和现代最新免疫学实验教学,使学生了解免疫学实验技术方法和应用。

该教程的“病理学实验”部分整合了病理学、组织胚胎学、解剖学实验,系统地介绍了病理学实验的基本知识、基本理论和需要掌握的基本技能。病理学实验通过病理诊断、器官组织细胞的正常形态结

构(包括肉眼观察及镜下观察)、疾病发生的机制及转归结局、疾病的临床症状等的教学和实践,使学生了解疾病的病理学变化、发生发展及预后转归,掌握疾病的病理学诊断基本要点,为临床病理诊断打下坚实基础。

浙江大学《基础医学实验教程》编写组

2009年5月

目 录

第一章 生理科学实验绪论	(1)
第一节 生理科学实验概述.....	(1)
第二节 生理科学实验课程的教学内容和教学目标.....	(1)
一、生理科学实验课程的教学内容.....	(1)
二、生理科学实验课程的教学目标.....	(1)
第三节 生理科学实验课程的教学要求.....	(2)
一、课前准备要求.....	(2)
二、课堂要求.....	(2)
三、课后要求.....	(2)
第四节 实验报告的撰写.....	(3)
一、实验报告撰写的意义.....	(3)
二、实验报告的格式及内容.....	(3)
第二章 生理科学实验常用仪器	(6)
第一节 生理科学实验仪器的基础知识.....	(6)
一、生物电信号的基本特性.....	(6)
二、生物电信号的交、直流特性.....	(6)
三、信号的交流、直流耦合输入方式.....	(6)
四、生物电信号的输入方式.....	(7)
五、生物电信号的滤波处理.....	(7)
六、模拟测量与数字测量.....	(8)
第二节 微机生物信号采集处理仪.....	(8)
第三节 RM6240 多道生理信号采集处理系统.....	(9)
一、系统特点.....	(9)
二、仪器面板.....	(9)
三、软件窗口界面.....	(9)
四、基本功能及使用.....	(10)
五、标 记.....	(14)
六、数据存取和输出.....	(15)
七、数据编辑.....	(15)
第四节 PcLab 和 MedLab 微机生物信号采集处理系统.....	(15)

一、系统特点	(16)
二、仪器面板	(16)
三、软件窗口界面	(16)
四、基本功能及使用	(18)
五、标 记	(20)
六、数据存取和输出	(20)
七、数据编辑	(21)
第五节 分光光度计	(21)
一、721 型分光光度计	(21)
二、7200 型分光光度计	(22)
第六节 恒温器	(23)
第七节 实验装置和器械	(23)
一、换能器	(23)
二、常用器械及使用方法	(24)
第三章 实验动物和动物实验技术	(28)
第一节 实验动物	(28)
一、实验动物的种类	(28)
二、实验动物的品系	(28)
三、实验动物选择的一般要求	(29)
第二节 动物实验技术	(30)
一、动物实验的基本操作	(30)
二、实验动物的麻醉	(35)
三、动物实验常用生理溶液	(37)
四、实验动物手术	(39)
五、实验动物的处死方法	(44)
第四章 生理科学动物实验	(45)
实验 1 蟾蜍坐骨神经腓肠肌标本制备	(45)
实验 2 不同强度和频率的刺激对肌肉收缩的影响	(48)
实验 3 神经干动作电位及其传导速度的测定	(52)
实验 4 坐骨神经干不应期的测定	(55)
实验 5 血液凝固和影响血液凝固的因素	(57)
实验 6 蟾蜍心室期前收缩与代偿间歇	(59)
实验 7 人体动脉血压的测定及运动、体位对血压的影响	(61)
实验 8 人体心电图的描记	(65)
实验 9 离子与药物对离体蟾蜍心脏活动的影响	(68)
实验 10 家兔动脉血压的神经和体液调节	(71)
实验 11 家兔呼吸运动的调节	(75)

实验 12	影响尿液生成的因素	(78)
实验 13	反射弧的分析和反射时的测定	(80)
实验 14	小脑损伤	(82)
实验 15	复制缺氧动物模型及中枢神经系统功能抑制合并低温对缺氧的影响	(83)
实验 16	药物对离体豚鼠回肠的作用	(87)
实验 17	药物对抗二甲弗林引起小鼠的惊厥作用	(89)
实验 18	热板法镇痛实验	(90)
实验 19	静脉注射苯酚磺酞的药动学参数计算	(91)
实验 20	肝功能对药物作用的影响	(94)
实验 21	药物对兔血压的作用	(95)
第五章	生理科学模拟实验	(99)
第一节	生理科学模拟实验系统介绍	(99)
一、	模拟实验内容概要	(99)
二、	软件使用	(99)
第二节	生理科学模拟实验	(101)
模拟实验 1	刺激强度、频率对骨骼肌收缩的影响	(101)
模拟实验 2	神经干动作电位及其传导速度的测定	(102)
模拟实验 3	神经干不应期测定	(103)
模拟实验 4	蟾蜍心室期前收缩和代偿间歇	(104)
模拟实验 5	离子与药物对离体蟾蜍心脏活动的影响	(105)
模拟实验 6	家兔动脉血压的神经和体液调节	(106)
模拟实验 7	人体心电图的描记	(108)
模拟实验 8	家兔呼吸运动的调节	(109)
模拟实验 9	影响尿液生成的因素	(111)
模拟实验 10	体液分布改变在家兔急性失血中的代偿作用	(112)
模拟实验 11	家兔血液酸碱度变化与血气分析	(114)
模拟实验 12	药物对离体豚鼠回肠的作用	(116)
模拟实验 13	药物对家兔动脉血压的作用	(117)
模拟实验 14	尼可刹米对抗哌替啶抑制呼吸作用	(118)
第六章	探索性实验	(120)
第一节	实验研究基础知识	(120)
一、	动物实验研究与临床试验	(120)
二、	常用统计指标和统计方法	(122)
三、	实验研究设计的基本原则和程序	(127)
第二节	探索性实验	(131)
	离体大鼠主动脉环实验	(131)

第七章 免疫学实验	(134)
实验 1 凝集反应	(134)
一、直接凝集实验	(134)
二、间接凝集实验	(135)
实验 2 沉淀反应	(137)
二、琼脂扩散试验	(138)
二、对流免疫电泳试验	(141)
实验 3 溶血反应	(142)
实验 4 免疫标记技术	(144)
一、酶免疫技术	(144)
二、荧光免疫技术	(146)
一、金免疫技术	(148)
实验 5 淋巴细胞的分离	(149)
实验 6 细胞免疫功能测定	(151)
一、E 玫瑰花环试验	(151)
二、淋巴细胞转化试验	(152)
三、NK 细胞活性的检测	(155)
实验 7 流式细胞测定技术	(157)
实验 8 HLA 分型技术	(158)
一、微量淋巴细胞毒试验	(158)
二、DNA 分型技术	(159)
实验 9 超敏反应	(161)
实验 10 非特异性免疫实验	(162)
一、吞噬细胞的吞噬作用	(162)
二、正常体液杀菌作用的测定	(164)
第八章 病理学实验	(165)
第一节 病理学实验概要	(165)
一、实验目的	(165)
二、实验要求	(165)
三、实验材料	(165)
四、实验方法	(165)
第二节 病理学实验内容	(169)
一、大体标本观察项目	(169)
二、病理切片观察项目	(178)
第三节 临床病例讨论	(180)
参考文献	(185)

第一章 生理科学实验绪论

第一节 生理科学实验概述

生理科学实验是一门用实验方法观察正常、疾病和药物作用下的机体功能和代谢变化,研究这些变化的机制及规律的科学。

生理学、病理生理学和药理学同属生理科学,在实验研究和实验教学方面有很大的共性,基本以动物为实验对象,观察和测定机体的功能和代谢变化。随着科学技术的发展,生理科学有了很大的发展,实验技术日趋复杂,其涉及的知识也越来越广,实验教学从单纯的验证性的定性实验发展到定量实验和设计性、研究性实验。实验内容也从单学科发展为多学科整合。为了适应这些变化和发展,我们将生理学、病理生理学和药理学的实验教学内容有机整合成一门新的综合性探索性实验课程——生理科学实验。

生理科学实验是一门医学专业基础必修课程,课程知识涉及生理学、药理学、病理生理学、统计学、动物学、计算机等理论及实验方法和技术。课程比较系统地介绍了生理科学实验的基本理论、实验方法、现代实验技术和实验研究的基本知识,并通过基础、综合实验教学,培养学生知识应用、科学研究的能力。

第二节 生理科学实验课程的教学内容和教学目标

一、生理科学实验课程的教学内容

生理科学实验课程的教学内容包括:

1. 生理科学实验基本理论 实验动物基本知识,常用仪器的原理和使用方法,生理科学实验基本方法和技术,实验数据的采集和统计处理,生理科学实验研究的基本程序,实验报告撰写的要求和格式。这部分内容通过课堂教学与自学相结合的形式进行。

2. 基础和综合性实验 内容涉及离体组织、器官实验、整体动物实验。基础实验安排一些单一因素、单一观察指标的实验,教学重点是学习和训练生理科学实验的基本方法、技能、仪器使用,学习实验数据的记录、统计和实验报告的撰写。综合性实验安排多指标、多因素的实验,教学重点是强化实验操作,掌握实验方法、实验结果的统计分析方法和撰写规范的实验报告。

二、生理科学实验课程的教学目标

生理科学实验课程是一门综合研究性实验课程,通过课程教学,达到以下目标:

1. 通过基本理论的教学,了解和初步掌握生理科学实验的基本理论和研究方法。

2. 通过基础性实验和模拟实验的教学,初步掌握基本实验方法和技术,初步掌握实验数据的测量、记录方法,掌握实验报告撰写规范,培养应用理论知识的能力。

3. 通过综合性实验的教学,掌握和应用生理科学实验方法和技术,具备对复杂实验的观察、记录、分析的能力,能撰写出高质量的实验报告。培养严谨的科学作风和严密的科学思维方法。

第三节 生理科学实验课程的教学要求

一、课前准备要求

生理科学实验是一门实践性较强的课程,实验是本课程的主要教学内容。本课程的实验所用实验仪器设备操作比较复杂,实验动物的手术、标本制备技术难度较高,实验时间较长,处理因素多,干扰因素常会影响实验结果,实验涉及多个学科知识。课前充分的准备工作是实验顺利进行和获得良好实验结果的重要保证。课前的准备工作要求如下:

1. 实验准备

(1) 仔细阅读与本课程有关的资料,了解实验的目的、要求和操作程序,充分理解实验设计的原理。

(2) 设计好实验原始记录项目和数据记录表格。

2. 理论准备

(1) 按预习要求,查阅有关文献和书籍,对各项处理的结果作出科学的预测,对结果进行分析讨论。

(2) 编写参考文献目录及相应的引用内容。

二、课堂要求

1. 遵守实验室规章,有序进行实验。

2. 明确分工,密切配合。

3. 按规定程序操作,全面观察,准确记录实验数据,严禁篡改实验数据和结果。

4. 如实记录意外情况。

5. 珍爱实验设施,珍惜实验材料。

6. 做好实验结束的善后工作,清洁整理实验器具并清点归还,处理实验动物。

7. 离开实验室须请示指导教师。

三、课后要求

及时整理实验记录和数据,按要求认真独立完成实验报告并准时呈交。

第四节 实验报告的撰写

一、实验报告撰写的意义

实验报告是对实验的全面总结。通过书写实验报告,可学习和掌握科学论文书写的基本格式、图表绘制、数据处理、文献资料查阅的基本方法,并利用实验资料和文献资料对实验结果进行科学的分析和总结,提高作者分析、综合、概括问题的能力,为今后撰写科学论文打下良好的基础。

实验报告的内容和格式通常包括实验目的、方法、结果、讨论和参考文献五个部分,它们分别回答为什么进行这项实验、实验的具体方法、有何结果、该结果在医学理论和技术上有什么意义以及文内的引证出自何处等。这种固定而又符合逻辑的内容和格式,既方便作者写稿,也使读者方便阅读、一目了然。

二、实验报告的格式及内容

(一) 实验报告题目

题目是实验报告中心思想和主要内容的高度概括,应言简意赅。题目像一种标签,切忌冗长,也要避免过分笼统,反映不出报告的主题特色。

学生实验报告可用实验教材上的题目,也可根据实验内容自己拟定。题目前可加实验序号。

(二) 作者署名

作者系指实验的参加者和实验报告的撰写者。署名应写全名,署名后列出作者的单位全称或通信地址(学生实验报告须写学校、专业、班级和学号)。署名应署在题目的下方和报告正文前面。现举例如下:

实验 12 家兔动脉血压的神经和体液调节

张 闾

(浙江大学 2008 级临床医学 2 班 2 组,20080207)

(三) 实验目的

实验目的作为实验报告正文的开端,主要提出本实验需要解决的问题,可以包括一个以上问题。实验目的要求精练、简短。

(四) 材料和方法

生理科学实验报告的材料和方法一般的格式内容如下:

1. 实验对象 实验动物的种类、品系、性别、年龄和健康情况,人体性别、体重、年龄等。
2. 实验仪器 仪器设备的名称、生产厂商,实验仪器系统的组成方法及参数。
3. 实验药品和试剂 药品和试剂的名称、规格、剂型和生产厂商。
4. 实验方法 实验环境和条件的控制,样品的制备方法,实验动物的饲养条件,药物、试剂的配制过程和方法。实验对象的分组及处理,实验步骤或流程,操作方法。
5. 数据记录 观察方法和指标,数据记录方式,资料和结果的收集整理。

6. 统计学分析 统计学方法的选用。

(五)结果

实验结果的表达形式有表、图和文字叙述三种。图表设计要恰当。实验报告须提供如下实验结果内容：

1. 对结果的文字叙述。
2. 以表格形式记录的实验原始数据。实验原始数据记录表如表 1-4-1 所示。
3. 经过统计处理的图、表。实验数据统计结果表如表 1-4-2 所示。
4. 经过编辑标注的原始记录曲线。实验原始记录曲线的标注如图 1-4-1 所示。
5. 图、表的说明文字。

表 1-4-1 肾上腺素(E)和乙酰胆碱(ACh)对心肌收缩力和心率的影响

样本号	心肌收缩力(g)			心率(次/min)		
	对照	E	ACh	对照	E	ACh
1						
2						
3						
4						
5						
6						
$\bar{X} \pm S$						

表 1-4-2 静脉注射 X 溶液对家兔呼吸运动的影响

组 别	动物数(n)	呼吸频率(次/min)	气道压力(cmH ₂ O)
生理盐水组	10	72.50 ± 6.24	2.45 ± 0.37
X 溶液组	10	79.10 ± 7.34*	3.01 ± 0.51**

注：数据以 $\bar{X} \pm S$ 表示，采用 t 检验；* $P < 0.05$ ，** $P < 0.01$ ，与生理盐水组比较。

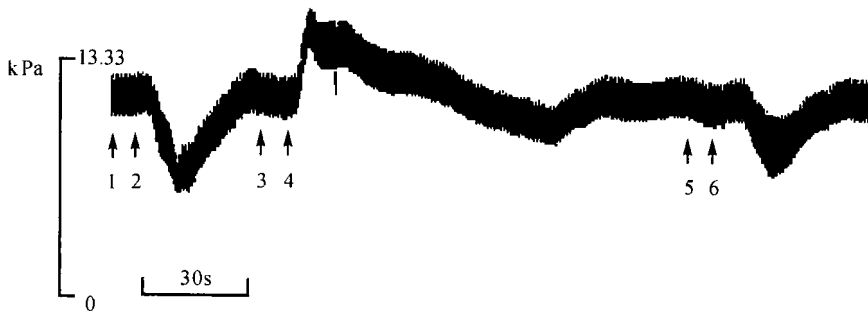


图 1-4-1 电刺激迷走神经、减压神经、静脉注射去甲肾上腺素对家兔动脉血压的影响

1、3、5：处理前对照；2：刺激迷走神经末梢端；4：静注去甲肾上腺素；6：刺激减压神经中枢端。仪器灵敏度：20mmHg/cm；纸速：50mm/min。家兔体重：2.6kg。时间：1999.10.25,13:30；气温 20℃。实验者：朱军。

(六) 讨论

讨论是从实验和观察到的结果出发,从理论上对其进行分析、比较、阐述、推论和预测。

1. 讨论的内容

(1)作者用已有的理论知识对本实验和观察结果进行讨论,从理论上对实验结果的各种资料、数据、现象等进行综合分析,应引用相关文献资料进行比较和分析。

(2)指出结果和结论的理论意义及其大小,对实践的指导作用与应用价值。

(3)实验过程中遇到的问题、差错和教训,与预想结果不一致的原因,有何尚待解决的问题及其解决的方法,提出在今后的实验中需注意和改进地方。

2. 讨论的依据

(1)归纳分析问题须以实验资料为依据,要观点明确,摆事实讲道理。实验中如有不足之处,须加以说明。在解释因果关系时,应说明偶然性与必然性。

(2)用科学的理论阐述自己的观点,分析实验结果。要引经据典,注意逻辑性。

(七) 结论

结论是对整个报告的主要内容和主要论点进行概括性总结。文字要简短,不用表和图。它并非是简单重复正文各部分内容的小结,而是作者在实验结果和理论分析的基础上,经过严密的逻辑推理,更深入地归纳报告中能反映事物本质的规律得出的结论。措辞要严谨、精练,表达要准确,有条理性,结论要与实验目的相呼应。

(八) 参考文献

参考文献是实验报告在引用他人的资料,在报告最后列出的文献目录,这既是为了反映实验报告的科学依据,表明作者尊重他人的研究成果,同时也向读者提供有关原文信息的出处,故参考文献不能省略,同时应符合下列要求:

1. 尽可能选用最新的已公开发表、出版的书刊。
2. 作者亲自阅读过的参考文献。
3. 与实验报告中的方法、结果和讨论关系密切的、必不可少的参考文献。

(陆 源)

第二章 生理科学实验常用仪器

在生理科学实验中多数实验通过观察测量生物信号来了解机体功能的情况。在实验过程中,实验对象(动物及其离体组织器官)的信号反映机体功能情况,通过换能器从实验对象拾取生物信号并变换成电信号,该电信号经记录测量仪器放大,并以人的感官所能感知的信息形式显示和记录。对实验对象施加处理,反映机体功能变化情况的信号也相应发生改变,对这些变化的信号进行分析,便可获知机体功能变化情况。

第一节 生理科学实验仪器的基础知识

生理科学实验仪器是根据被检测信号的性质而设计的。要正确使用实验仪器、保证实验顺利进行,必须了解和掌握生物电信号的基本特征及现代实验仪器的基本知识。

一、生物电信号的基本特性

在生理科学实验中,所观察和记录的生物信号基本特性为振幅低、频率低、源阻抗大。生物电信号的振幅最高的约为 100mV,低的仅 0.01mV;生物电信号的频率范围从 0Hz 到 10kHz,多数信号在 0.2~100Hz,从电信号的频率角度来看,生物电信号属低频信号。生物电有一定的电压和电流,根据欧姆定律,生物电信号也有电阻(或阻抗),生物电信号源的阻抗(称源阻抗)达几万欧姆。

二、生物电信号的交、直流特性

生物电信号可根据其与时间的关系分为交流信号、直流信号和交直流叠加信号。

1. 交流信号 振幅和方向随时间变化的信号为交流信号,如交流电。细胞外记录的生物电信号多数为交流信号,如心电信号、脑电信号、神经干动作电位等。

2. 直流信号 振幅和方向不随时间变化的信号为直流信号,如直流电。振幅和方向随时间变化很缓慢的信号可视其为直流信号,如电极电位、细胞内记录的细胞静息电位。

3. 交直流混合信号 生物信号中既有直流成分又有交流成分的信号。如细胞内引导膜电位变化过程,细胞静息时,记录到的静息电位是直流电信号,细胞兴奋时记录到的动作电位是交流电信号。有些细胞的动作电位含有直流信号成分,如心肌细胞动作电位平台期电位。生物信号通过直流应变式换能器转换为电信号,这类信号往往为交直流混合信号,如反映肌肉舒张期张力、动脉血压舒张压等的是直流信号,而反映肌肉收缩、心脏射血引起张力和动脉血压变化过程的是交流信号。

三、信号的交流、直流耦合输入方式

生物信号放大器都设置有交流和直流两种耦合输入方式,生物电信号和通过换能器转

换后的电信号输入放大器进行放大和处理时,首先需要确定信号的耦合方式。

1. 直流耦合输入方式 电信号不通过耦合器件(电容器或电感器)直接送入放大器的输入端进行放大的方式,信号经放大器放大后输出,输出信号的振幅变大,但时程和相位不变。直流耦合输入方式能观察到信号的真实情况。

2. 交流耦合输入方式 电信号经耦合器件(如电容器)送入放大器的输入端进行放大的方式称交流耦合输入方式。电容器有“隔直”效应,阻止直流电通过电容器。直流电信号不能通过电容器送入放大器的输入端进行放大。交流耦合方式的“隔直”作用,使放大器只放大交流信号而不放大直流信号。

3. 信号的直流耦合输入 细胞内引导的生物电信号和应变式换能器输出的电信号应选择直流耦合方式将信号输入到放大器。

4. 信号的交流耦合输入 细胞外引导的生物电信号采用交流耦合方式将信号输入放大器。在采用交流耦合方式时应根据信号频谱选择合适的时间常数(或下限转折频率),以避免信号的有用频率成分被衰减。

四、生物电信号的输入方式

1. 单端输入方式 生物电信号输入以地电位为参考点的输入方式。单端输入方式抗干扰能力差,在生物电测量中较少采用。

2. 双端输入方式(差分输入) 生物电放大器多采用双端输入方式,即生物电信号通过两个输入端送入放大器放大。生物电放大器采用双端输入方式能极大地抑制干扰信号,并放大生物电信号。

生物电放大器采用双端输入方式,所观察和记录到的生物电信号是生物体、组织或细胞的两点之间的电位差。

五、生物电信号的滤波处理

生物电信号的检测是从各种生物电信号、背景干扰信号、极化电压中检出需要测量的生物电信号。通过滤波的方法,使背景干扰信号、极化电压和不需要的生物电信号衰减并获得所需的生物电信号。

1. 高通滤波器 在放大器的输入端设置高通滤波器以衰减低频信号,通过选择时间常数(τ)来衰减不同频率的低频信号, τ 和下限转折频率(f_L)的关系为: $f_L = \frac{1}{2\pi\tau}$ 。

2. 低通滤波器 低通滤波器用于衰减信号中的高频成分。生物信号放大器的低通滤波一般设 10Hz~30kHz 多档,供滤去不同高频信号使用。

3. 信号滤波 在交流耦合输入方式下,生物电信号经高通滤波器输入放大器,信号的低频成分会被衰减,如果高通滤波器的时间常数(下限转折频率)选择不当,信号的有用成分就会失去。在放大生物信号时,如果有高频干扰信号干扰生物信号,并影响观察和测量,那么可利用放大器的低通滤波器,上限转折频率从高到低逐渐降低,使干扰信号对生物信号的观察测量的影响降低到最小,而并不影响有用信号。上限转折频率过低,会将有用的信号衰减掉。