

面向21世纪高等医药院校精品课程教材

(供临床、护理、预防、麻醉、妇产、检验、影像、口腔、药学等专业用)

SHENGLI KEXUE SHIYAN JIAOCHENG

生理科学实验教程

主 编 陆 源 夏 强

副主编 魏尔清 谢强敏 杨 军

浙江大學出版社

面向 21 世纪高等医药院校精品课程教材
(供临床、护理、预防、麻醉、妇产、检验、影像、口腔、药学等专业用)

生理科学实验教程

主 编 陆 源 夏 强

副主编 魏尔清 谢强敏 杨 军

编 委 陆 源 夏 强 魏尔清
杨秋火 谢强敏 杨 军
郭 峻 单绮娴 厉旭云
梅汝焕

浙江大學出版社

图书在版编目(CIP)数据

生理科学实验教程 / 陆源, 夏强主编. —杭州: 浙江大学出版社, 2004. 8

面向 21 世纪高等医药院校精品课程教材. 供临床、护理、预防、麻醉、妇产、检验、影像、口腔、药学等专业用

ISBN 7-308-03785-1

I. 生... II. ①陆...②夏... III. 生理学—实验—医学院校—教材 IV. Q4-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 071527 号

出版发行 浙江大学出版社

(杭州浙大路 38 号 邮政编码 310027)

(电话: 0571-88273920 88273666(传真))

(网址: <http://www.zjupress.com>)

(E-mail: zupress@mail.hz.zj.cn)

责任编辑 阮海潮 林杏香

封面设计 刘依群

丛书策划 阮海潮

排版 浙江大学出版社电脑排版中心

印刷 浙江大学印刷厂

开本 787mm×1092mm 1/16

印张 22.25

字数 566 千

版印次 2004 年 8 月第 1 版 2004 年 8 月第 1 次印刷

印数 0001—3000

书号 ISBN 7-308-03785-1/Q·044

定价 35.00 元

内容简介

本书系统地介绍了生理科学实验的基本知识、基本理论和需要掌握的基本技能,并在此基础上结合现代实验技术,较为系统地介绍了开展实验研究的基础知识。全书根据综合研究型教学的要求和特点,以综合性、系统性、研究性、科学性和先进性为原则进行编写,主要包括生物信号测量原理、微机生物信号采集处理系统原理和应用、实验动物和动物实验技术、实验研究、实验设计、计算机网络文献检索、生物医学统计、论文写作、课题申请、17项多媒体模拟实验、35项基础实验和综合实验(每项实验均有比较详细的实验原理、实验预习内容和实验报告要求)、研究型实验和6个系统的29类疾病动物模型。

本书内容丰富、知识性强,突出知识的应用和研究创新,可作为基础医学、临床医学、口腔医学、预防医学、护理学、药学等专业的生理科学实验教材,也可用于生理学、病理生理学和药理学作为独立课程的实验教材,还可作为生物学类相关专业师生的参考用书。

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》指出:应“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》有关“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”和“要根据科技进步的要求,注重更新实验教学内容,提倡实验教学与科研课题相结合,创造条件使学生较早地参与科学研究和创新活动”的要求,正在大力推进课程体系改革。

生理科学实验课程是浙江大学课程体系改革成果之一。生理科学实验课程根据生理学、病理生理学和药理学实验教学的共性及现代实验技术发展趋势,将这三门学科的实验教学部分从原课程中分离出来,科学和有机地整合成一门新型的综合研究型课程。该课程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,以研究为导向的教学模式,通过模拟、基础、综合实验和研究型实验教学,着重培养学生的科研能力和创新能力。

《生理科学实验教程》根据综合研究型课程的教学要求和特点,以综合性、系统性、研究性、科学性和先进性为原则进行编写。在生理科学实验基本理论和知识部分,比较系统地介绍了生物信号测量原理、微机生物信号采集处理系统原理和应用、实验动物和动物实验技

术、生理科学实验研究、实验设计、计算机网络文献检索、生物医学统计和课题申请等。实验部分按计算机模拟实验、基础实验、综合实验和研究型实验进行编排,计算机模拟实验用来替代部分验证性实验,基础实验用以保证学生的基本理论、基本知识和基本技能的学习和训练,综合实验用以培养学生的知识应用和实践能力,研究型实验用以培养学生的科研和创新能力。每项实验均增加了比较详细的实验原理,以帮助学生了解实验设计的基本理论。每项实验还增加实验预习和论文式实验报告要求,以培养学生探究式学习的能力。

《生理科学实验教程》编写组

2004 年 8 月

目 录

第一章 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	2
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	3
三、课后要求	3
第四节 实验报告的格式和内容	3
一、撰写实验报告的意义	3
二、实验报告的格式及内容	4
三、生理科学实验报告撰写的具体要求	6
第二章 生理科学实验常用仪器和设备	8
第一节 生物信号特性及处理技术	8
一、生物信号的基本特性	9
二、生物信号的交、直流特性	10
三、信号的交流、直流耦合输入方式	10
四、生物信号的输入方式	12
五、生物信号的频率及滤波处理	13
六、生物信号放大器的特点	16
七、模拟测量与数字测量	17
第二节 微机生物信号采集处理系统	19
一、微机生物信号采集处理系统构成	19
二、硬件平台	19
三、软件平台	20
四、技术指标	21
第三节 RM6240 微机生物信号采集处理系统	21
一、系统特点	21
二、仪器面板	22

三、软件窗口界面·····	22
四、基本功能及使用·····	22
五、标记·····	32
六、数据存取和输出·····	33
七、数据编辑·····	34
第四节 PcLab 和 MedLab 微机生物信号采集处理系统 ·····	35
一、系统特点·····	35
二、仪器面板·····	35
三、PcLab 和 MedLab 应用软件窗口界面及功能介绍·····	36
四、基本功能及使用·····	37
五、标记·····	42
六、数据存取和输出·····	42
七、数据编辑·····	43
第五节 记录和放大仪器 ·····	43
一、SBR-1 型双线示波器 ·····	43
二、LMS-2B 型二道生理记录仪 ·····	46
三、平衡记录仪·····	49
四、心电图机·····	49
五、FZG-81A 型直流前置放大器 ·····	51
六、微电极放大器·····	53
第六节 刺激器 ·····	54
一、YSD-4 药理生理多用仪的基本功能 ·····	54
二、YSD-4 药理生理多用仪的使用方法 ·····	54
三、使用注意事项·····	55
第七节 分析仪器 ·····	55
一、721 型分光光度计 ·····	56
二、7200 型分光光度计 ·····	58
三、血气分析仪·····	60
第八节 恒温器和人工呼吸机 ·····	61
一、数控超级恒温水槽·····	61
二、动物人工呼吸机·····	62
第九节 实验装置和器械 ·····	62
一、换能器·····	62
二、常用器械及使用方法·····	64
第三章 实验动物基本知识 ·····	69
第一节 生理科学实验常用实验动物的种类 ·····	69
一、蟾蜍·····	69
二、小鼠·····	69

三、大鼠	70
四、豚鼠	71
五、兔	72
六、猫	73
七、狗	73
第二节 实验动物的品系	74
一、按遗传学特征分类	74
二、实验动物的微生物学分类	75
第三节 实验动物选择的一般要求	76
一、种属的选择	76
二、品系的选择	76
三、个体的选择	77
第四节 实验动物的选择与应用	77
一、中枢神经系统实验	77
二、心血管系统实验	79
三、消化系统实验	80
四、呼吸系统实验	81
五、泌尿系统实验	82
第四章 动物实验技术	84
第一节 动物实验的基本操作	84
一、常用实验动物的捉拿和固定方法	84
二、实验动物性别的辨别	87
三、实验动物的编号	87
四、常用给药方法	88
五、动物被毛的去除法	92
第二节 实验动物的麻醉	93
一、常用麻醉药	94
二、麻醉方法	96
三、麻醉操作要求	98
第三节 实验动物用药剂量的计算方法和生理溶液	99
一、药物剂量的确定	99
二、试剂(药物)配制及生理溶液	100
第四节 实验动物手术	104
一、术前准备	104
二、手术	104
三、颈部手术及插管方法	105
四、家兔胸部手术	110
五、腹部手术	112

六、股部手术及插管方法	115
七、开颅术	116
第五节 实验动物体液的采集方法	118
一、血液的采集	118
二、尿液的采集	123
三、脑脊液的采集	124
四、消化液的采集	124
五、淋巴液的采集	125
六、阴道液和精液的采集	125
七、骨髓的采集	126
第六节 实验动物的处死方法	126
第五章 实验研究基础知识	127
第一节 动物实验研究	127
第二节 实验研究设计的基本原则和程序	129
一、实验研究设计的基本原则	129
二、实验研究的基本程序	129
三、实验设计	130
第三节 常用的实验设计方法	132
一、完全随机化设计	132
二、配对设计	134
三、配伍组设计	134
四、均衡不完全配伍组设计	136
五、拉丁方设计	137
六、序贯实验设计	137
七、正交设计	138
八、实验设计与显著性检验对照表	139
第四节 常用统计指标和统计方法	140
一、计量资料的常用统计描述指标	140
二、计数资料的常用统计描述指标	140
三、显著性检验	141
四、Excel 中常用的数据统计分析功能	142
第五节 生物医学文献检索	153
一、光盘数据库	153
二、全文数据库	163
第六节 实验研究论文的撰写	168
一、实验研究论文撰写的基本要求	168
二、实验研究论文的写作步骤	168
三、实验研究论文的格式与内容	169

四、实验研究论文撰写应注意的几个问题	172
五、生理科学实验研究论文撰写要求	172
第七节 科研训练项目的申请	173
一、SRTP 项目的申请	173
二、“挑战杯”学生科研立项资助项目的申请	175
第六章 生理科学模拟实验	177
第一节 生理科学模拟实验系统介绍	177
一、生理科学模拟实验系统简介	177
二、软件使用	177
第二节 生理科学模拟实验	181
模拟实验 1 刺激强度和频率对骨骼肌收缩的影响	181
模拟实验 2 骨骼肌兴奋时的电活动与收缩的关系	183
模拟实验 3 神经干动作电位及其传导速度的测定	184
模拟实验 4 神经干不应期测定	185
模拟实验 5 蟾蜍心室期前收缩和代偿间歇	186
模拟实验 6 离子与药物对离体蟾蜍心脏活动的影响	187
模拟实验 7 家兔动脉血压的神经和体液调节	189
模拟实验 8 主动脉神经放电	190
模拟实验 9 人体心电图	193
模拟实验 10 家兔呼吸运动调节	194
模拟实验 11 家兔血液酸碱度变化与血气分析	195
模拟实验 12 尿生成的影响因素	196
模拟实验 13 体液分布改变在家兔急性失血中的代偿作用	198
模拟实验 14 药物对离体肠肌的作用	199
模拟实验 15 药物对家兔动脉血压的作用	201
模拟实验 16 尼可刹米对抗度冷丁抑制呼吸作用	202
模拟实验 17 膈肌电活动与呼吸运动	203
第七章 生理科学基础实验	205
实验 1 蟾蜍坐骨神经腓肠肌标本制备	205
实验 2 不同强度和频率的刺激对肌肉收缩的影响	208
实验 3 神经干动作电位及其传导速度的测定	211
实验 4 坐骨神经干不应期的测定	215
实验 5 神经干、肌膜动作电位和骨骼肌收缩同步记录	216
实验 6 药物对兔坐骨神经-胫骨前肌的作用	219
实验 7 血浆胶体渗透压降低在水肿发生中的作用	222
实验 8 蟾蜍心室期前收缩与代偿间歇	224
实验 9 人体动脉血压的测定及运动、体位对血压的影响	227

实验 10	人体心电图的描记	231
实验 11	心音和心音图	234
实验 12	人体无创性左心室功能测定——收缩-时间间期测定	237
实验 13	缺氧动物模型复制及中枢神经系统功能抑制和低温对缺氧的影响	240
实验 14	Nikethamide 对抗 dolantin 抑制呼吸作用	243
实验 15	药物对离体豚鼠回肠的作用	245
实验 16	家兔动脉血压的神经与体液调节	247
实验 17	家兔呼吸运动的调节	250
实验 18	反射弧的分析和反射时的测定	253
实验 19	药物的抗惊厥作用	256
实验 20	热板法镇痛实验	257
实验 21	药动学实验	259
第八章 生理科学综合实验		267
实验 22	离子与药物对离体蟾蜍心脏活动的影响	267
实验 23	影响家兔动脉血压的因素	270
实验 24	急性心力衰竭及治疗	274
实验 25	尿液生成的影响因素	277
实验 26	家兔急性弥散性血管内凝血	280
实验 27	影响家兔呼吸运动和血气酸碱度的因素	282
实验 28	离体大鼠主动脉环实验	285
实验 29	离体豚鼠气管平滑肌实验	288
实验 30	子宫兴奋药对离体大鼠子宫的作用	290
实验 31	离体家兔心脏 Langendorff 灌流	292
实验 32	药物对兔血压的作用	295
实验 33	急性肾功能不全	298
实验 34	Carbachol pD_2 和 atropine pA_2 计算	301
实验 35	普鲁卡因半数致死量(LD_{50})的测定和计算	304
附录 临床前药理基本知识		308
一、药效动力学研究		308
二、药代动力学研究		308
三、毒理学研究		309
四、新药的临床前药理、毒理研究的结论及综述		313
第九章 生理科学研究型实验		315
一、生理科学研究型实验教学程序		315
二、立题要求		315
三、研究型实验教学内容		316

四、研究型实验教学要求	316
第十章 疾病动物模型	317
第一节 神经系统疾病动物模型	317
一、脑出血动物模型	317
二、癫痫动物模型	317
三、帕金森病动物模型	318
四、坐骨神经长段缺损模型	318
五、周围神经牵长效应的实验模型	318
第二节 呼吸系统疾病动物模型	319
一、慢性支气管炎动物模型	319
二、支气管哮喘动物模型	319
三、肺水肿动物模型	321
四、急性呼吸窘迫综合征动物模型	322
五、肺气肿和肺心病动物模型	322
第三节 消化系统疾病动物模型	323
一、胃溃疡动物模型	323
二、溃疡性结肠炎动物模型	324
三、肝疾病动物模型	325
第四节 心血管系统疾病动物模型	325
一、心肌缺血动物模型	325
二、心肌梗死动物模型	326
三、心力衰竭动物模型	328
四、心律失常动物模型	329
五、高血压病动物模型	332
六、高血脂和动脉粥样硬化动物模型	333
第五节 泌尿系统疾病动物模型	335
一、肾小球肾炎动物模型	335
二、急性肾盂肾炎动物模型	335
三、急性肾功能衰竭动物模型	336
四、慢性肾功能衰竭动物模型	336
五、坏死性肾病动物模型	337
第六节 内分泌系统疾病动物模型	338
一、甲状腺疾病动物模型	338
二、垂体疾病动物模型	339
三、肾上腺皮质疾病动物模型	339
四、糖尿病动物模型	339
五、肥胖动物模型	340
主要参考文献	341

第一章 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、疾病和药物作用下机体的功能和代谢变化,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,基本上都以动物为实验对象,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,其涉及的知识面也越来越广,实验教学也从单纯验证性的定性实验发展到定量实验和研究型实验。为了适应这些变化和发展,同属生理科学的这三门课程的实验教学需要有一门新的课程来承载。生理科学实验是将生理学、病理生理学和药理学的实验教学部分从原课程中分离出来并进行有机整合而形成的一门新的综合研究型课程。

生理科学实验是一门医学专业基础必修课程,涉及生理学、药理学、病理生理学以及其他密切相关的,如电子学、统计学、实验动物学、计算机等理论及实验技术和方法。该课程教学中比较系统地介绍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知识,并通过基础实验教学、综合实验教学和研究型实验教学,培养学生的基本实验技能及知识应用和科学研究的能力。

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

生理科学实验课程分基础实验教学和研究型实验教学两个教学阶段,两个阶段的教学内容及重点如图 1-2-1 所示。

1. 基础实验教学内容

(1)生理科学实验基本理论 包括实验动物、生物信号测量、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结合的形式进行。

(2)基础实验和综合性实验 内容涉及离体组织、器官实验,整体动物实验和人体实验。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和规范的实验报告撰写。

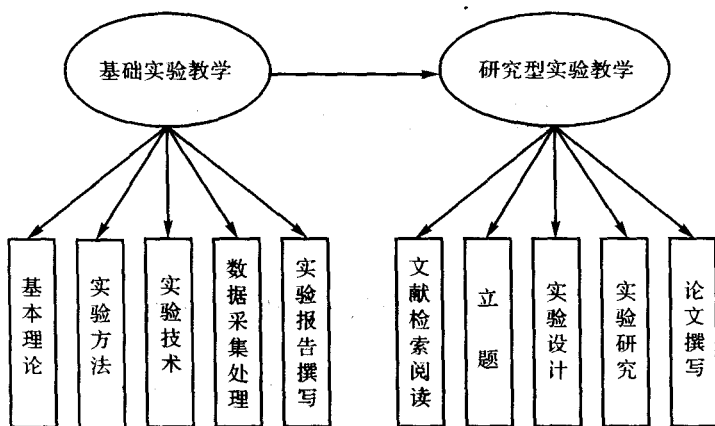


图 1-2-1 生理科学实验课程教学流程和主要内容

2. 研究型实验教学内容

在完成第一阶段基础实验教学后,学生已具备生理科学实验的基本能力。第二阶段进行生理科学研究型实验教学:在教师的指导下,学生自己完成网上文献检索、阅读文献、立题、实验设计、开题报告,进行实验准备、预实验、实验、实验数据的统计分析、撰写实验研究论文和答辩。通过本阶段的教学,使学生经历一次初步的科学研究训练。

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型课程,通过课程教学,使学生了解和掌握生理科学实验的基本方法和技术,了解进行生理科学研究的基本程序,具备初步的科研能力。生理科学实验课程分两个阶段实现教学目标。

1. 第一阶段教学目标

(1)通过生理科学实验基本理论的教学,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,初步掌握实验数据记录、测量、数据统计处理、实验报告撰写,使学生应用理论知识的能力得到培养。

(3)通过综合性实验的教学,使学生能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、数据统计处理和分析的能力,能撰写出高质量的实验报告,养成严谨的科学作风和掌握严密的科学思维方法。

2. 第二阶段教学目标

通过研究型实验教学,使学生了解生理科学实验研究的基本程序,初步掌握文献检索、实验设计、科学实验和论文撰写的方法和知识,培养应用知识和从事科学研究的能力。

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验研究型课程,实验是本课程的主要教学内容。本课程实验所用

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大,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。因此,课前充分的准备工作是实验顺利进行和获得真实实验结果的重要保证。这就要求学生在课前必须按实验预习要求预习和准备。具体要求如下:

(一)实验准备

(1)仔细阅读与实验有关的章节内容,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。具体项目有:

- 1)实验名称、实验日期、时间、环境温度、实验组成员;
- 2)受试对象 动物种类、品系、编号、性别、体重、健康状况、离体器官名称,人体性别、体重、年龄等;
- 3)实验仪器 主要仪器名称、规格型号、生产厂商;
- 4)实验药物或试剂 名称、来源(厂商、剂型、规格、含量和批号);
- 5)实验方法步骤 分组、动物处理(麻醉、手术、刺激、给药途径、剂量、时间和间隔等);
- 6)实验观察指标 指标名称、单位,指标测量方法、数据形式,记录曲线的标注;
- 7)实验结果 原始数据记录表格,统计数据表格,坐标图、直方图等;
- 8)数据处理 实验数据的表示方法、统计方法与结果。

(二)理论准备

- (1)查阅有关文献资料,对各种处理的可能结果作出科学的预测,对结果进行初步分析。
- (2)编写部分参考文献目录及相应的引用内容。

二、课堂要求

- (1)遵守实验室规章制度,有序进行实验,人道对待动物。
- (2)明确分工,密切配合。
- (3)按规定程序操作,全面观察,准确、如实记录实验数据。
- (4)如实记录实验过程中的意外情况。
- (5)爱护实验设施,珍惜实验材料。
- (6)做好实验结束的善后工作,处理实验动物,清洁整理实验器具并清点归还。
- (7)需请示指导教师后才能离开实验室。

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或论文,并按时呈交。

第四节 实验报告的格式和内容

一、撰写实验报告的意义

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,并利用实验数据和文献资料对实验结

果进行科学的分析和总结,提高实验者分析、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。

二、实验报告的格式及内容

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问题。这种固定和符合逻辑的实验报告写作格式,既方便撰写,也方便阅读。

(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。题目就像一种标签,切忌冗长,也要避免过分笼统,以致反映不出报告的主题。

学生实验报告可用实验讲义上的题目,也可自己根据实验内容拟定,题目前应加实验序号。

(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,并列出自作者的单位全称或通信地址(学生实验报告需写学校、专业、班级和学号)。署名应署在题目的下方和报告正文前面。例如:

实验 12 家兔动脉血压的神经和体液调节

李文

(浙江大学医学院 99 级临床医学专业 4 班 2 组, 960407)

(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。实验目的的撰写应精练、简短。

(四)摘要

摘要是从报告内容中提炼出来的要点,是报告内容的不加注释或评论的概括。摘要按目的、方法、结果、结论格式书写,一般在摘要中不出现公式、图表或参考文献,以 200 字左右为宜。

(五)引言或背景

引言作为实验报告正文的开端,主要介绍实验的背景、与本实验相关的研究现状等。作者也可以将自己的发现及解决方案和理论依据在引言中简短地叙述。引言要求精炼、简短,一般为 200~300 字。

(六)材料和方法

生理科学实验报告的材料和方法一般应包括以下内容:

(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、试剂的配置过程和方法,实验对象的分组及处理,实验步骤或流程,操作方法。