

“十一五”高等医药院校精品课程规划教材

供临床医学、护理学、预防医学、医学检验、麻醉学、医学影像、口腔医学、药学等专业用

新编生理学实验教程

主 编 王会平 林国华

主 审 夏 强 陆 源

浙江大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

新编生理学实验教程 / 王会平, 林国华主编. — 杭州:
浙江大学出版社, 2005. 9

“十一五”高等医药院校精品课程规划教材

ISBN 7-308-04493-9

I. 新... II. ①王... ②林... 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 (2005) 第 110089 号

责任编辑 阮海潮(ruanhc@163.com)

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: 0571-88273163 88273761(传真))

(网址: <http://www.zjupress.com>)

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

排 版 杭州好友排版工作室

印 刷 富阳市育才印刷有限公司

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 13

字 数 333 千

版 印 次 2005 年 9 月第 1 版 2006 年 7 月第 2 次印刷

印 数 4001 — 7000

书 号 ISBN 7-308-04493-9/Q · 053

定 价 20.00 元

前 言

为适应新世纪对医药高级人才的要求,生理学实验教学需要在教学理念、教学内容和教学方法等方面进行全面的改革,特别是强调对学生进行科学思维和创新意识的培养、动手能力和观察能力的培养以及基本的学术规范教育。本生理学实验教程的编写是对上述改革思路的实践。

本教材是以提高学生的动手能力、观察能力、分析能力和创新能力为主旨,删除了陈旧的实验材料、仪器及使用方法,保留了生理学实验的基本操作技术、基本实验方法和基本实验内容,新增了计算机生物信号采集处理系统的使用方法和先进的实验技术,改革了实验内容编排方式,并补充了实验记录结果及带有启发性和引导学生进行创新思维的探索性问题。

本书的编写工作由浙江大学医学院、杭州师范学院负责,由多位具有丰富生理学理论和实验教学及研究工作经验的高校教师精心设计完成的。本书主要内容包括生理学实验概论、生理学实验常用仪器和设备、动物实验基本操作技术及研究性实验的基本程序和要求,以及 55 个生理学实验。实验内容包括经典的生理学动物实验和生理学模拟实验,强调实验操作和实验结果定量化,强调实验结果整理、统计和分析的科学性,并提出学生的实验报告应以研究论文的格式进行组织和写作。

本教材内容丰富、知识和实用性强,具有探索性,适用于本、专科临床医学、护理学、预防医学、医学检验、麻醉学、药学、影像医学、口腔医学等专业的生理学实验,还可作为生物学等相关专业师生的参

考用书。

十分感谢中国生理学会常务理事、浙江大学医学院博士生导师夏强教授对本书编写工作的关心和审阅,他对本书的指导思想、编写原则、内容取舍和编写方法等方面都提出了许多宝贵的意见和建议。感谢全体参编教师的辛勤劳动和热情配合。

由于我们的知识和能力有限,书中难免仍有不妥之处,欢迎读者不吝赐教。

编 者

2005 年 8 月于杭州

目 录

第一部分 总 论

第 1 章 生理学实验概论	3
1.1 生理学实验教学的性质、任务和目的	3
1.2 生理学实验及其方法	3
1.2.1 急性动物实验	3
1.2.2 慢性动物实验	4
1.3 生理学实验课的教学要求	4
1.3.1 生理学实验课教学对学生的要求	4
1.3.2 生理学实验课教学对教师的要求	5
1.4 实验结果的处理及表示	5
1.4.1 实验结果的处理	5
1.4.2 实验结果的表示方法	5
1.5 实验报告的写作要求	6
1.5.1 撰写实验报告的意义	6
1.5.2 实验报告的写作格式	6
1.5.3 实验报告的写作要求	7
第 2 章 生理学实验常用仪器和设备	8
2.1 刺激系统	8
2.1.1 电刺激	9
2.1.2 电刺激器	9
2.1.3 刺激伪迹和刺激隔离器	10
2.1.4 电极	11

2.2 引导、换能系统	13
2.2.1 机械引导(传动)装置	13
2.2.2 换能器	14
2.3 信号调节放大系统——生物电放大器	16
2.3.1 生物电信号的基本特性	16
2.3.2 生物信号的交、直流特性	17
2.3.3 生物电信号的拾取	18
2.3.4 生物电放大器的基本要素	19
2.4 显示记录系统	22
2.4.1 生理记录仪	22
2.4.2 示波器	23
2.5 计算机生物信号采集处理系统在生理学实验中的应用	24
2.5.1 计算机生物信号采集处理系统的基本组成和工作原理	25
2.5.2 计算机生物信号采集处理系统的基本操作	27
2.5.3 刺激器的设置	28
2.5.4 生理学模拟实验	29
2.6 生命维持系统	30
2.6.1 常用生理溶液	30
2.6.2 恒温器	32
2.6.3 人工呼吸机	32
2.7 生化分析系统	32
2.7.1 分光光度计	32
2.7.2 血气分析仪	33
第3章 动物实验基本操作技术	35
3.1 常用手术器械及使用方法	35
3.2 实验动物及其选择	37
3.2.1 实验动物的分类	37
3.2.2 常用实验动物的特点	37
3.3 实验动物的编号、捉拿和固定方法	39
3.3.1 动物编号方法	39
3.3.2 动物捉拿和固定方法	39
3.4 实验动物的给药方法	42

3.4.1 经口给药法	42
3.4.2 注射给药法	43
3.5 动物的麻醉	46
3.5.1 常用麻醉剂的种类及用法	46
3.5.2 麻醉方法	47
3.5.3 麻醉效果的观察	48
3.5.4 麻醉注意事项	48
3.6 实验动物的常用取血和处死方法	49
3.6.1 实验动物的取血方法	49
3.6.2 实验动物的处死方法	50
3.7 动物实验常用手术操作	51
3.7.1 基本操作技术	51
3.7.2 颈部手术	51
3.7.3 胸部手术	52
3.7.4 腹部手术	53
3.7.5 股部手术	54
第4章 研究性实验的基本程序和要求	55
4.1 实验设计	55
4.1.1 实验设计的基本程序	55
4.1.2 实验设计的三大要素	55
4.1.3 实验设计的三大原则	57
4.2 实验观察和记录	57
4.3 实验结果的处理	58
4.4 研究的结论和研究论文的撰写	58
4.5 实验设计的初步练习	59

第二部分 各 论

第5章 细胞的基本功能	63
实验 5.1 离体蟾蜍坐骨神经-腓肠肌标本制备	63
实验 5.2 不同强度和频率的刺激对肌肉收缩的影响	66

模拟实验操作	69
实验 5.3 神经干动作电位及其传导速度的测定	70
模拟实验操作	72
实验 5.4 神经干不应期的测定	73
模拟实验操作	74
实验 5.5 神经-肌接头兴奋的传递和阻滞	75
实验 5.6 负荷对肌肉收缩的影响	77
实验 5.7 神经干、肌膜动作电位和骨骼肌收缩同步记录	79
实验 5.8 人体心电图	81
第 6 章 血液生理	83
实验 6.1 红细胞渗透脆性试验	83
实验 6.2 出血时间和凝血时间测定	85
实验 6.3 影响血液凝固的因素	87
实验 6.4 纤维蛋白溶解	89
实验 6.5 ABO 血型的测定	91
第 7 章 循环生理	93
实验 7.1 蟾蜍心室期前收缩和代偿间歇	93
模拟实验操作	95
实验 7.2 离子与药物对离体蟾蜍心脏活动的影响	96
模拟实验操作	98
实验 7.3 离体心脏冠脉流量和心脏收缩活动测定	99
实验 7.4 人体心电图的描记	102
实验 7.5 心音和心音图	105
实验 7.6 人体无创性左心室功能测定——心缩-时间间期测定	108
实验 7.7 动脉血压的神经与体液调节	110
模拟实验操作	112
实验 7.8 人体动脉血压的测定及运动对血压的影响	113
实验 7.9 减压神经放电	115
实验 7.10 离体血管张力测定	117
实验 7.11 蟾蜍肠系膜微循环观察	120

第 8 章 呼吸生理	122
实验 8.1 肺通气功能的测定	122
实验 8.2 胸内负压和气胸的观察	125
实验 8.3 家兔呼吸运动调节	127
模拟实验操作	128
实验 8.4 膈神经放电	130
第 9 章 消化生理	132
实验 9.1 唾液分泌	132
实验 9.2 胃肠运动观察	134
实验 9.3 离体小肠平滑肌运动	136
模拟实验操作	137
实验 9.4 胰液和胆汁分泌的调节	139
第 10 章 能量代谢	142
实验 10.1 基础代谢率的测定	142
第 11 章 肾脏生理	144
实验 11.1 影响尿液生成的因素	144
模拟实验操作	145
实验 11.2 运动性蛋白尿测定	147
第 12 章 感觉器官	149
实验 12.1 耳蜗电位的测定	149
实验 12.2 声波传导途径的检测	152
实验 12.3 视网膜电图	154
实验 12.4 生理盲点测定	156
实验 12.5 瞳孔反射	158
实验 12.6 视敏度的测定	160
实验 12.7 视野的测定	162
实验 12.8 破坏动物一侧迷路的效应	164

第 13 章 神经生理	166
实验 13.1 反射弧的分析	166
实验 13.2 反射中枢活动的某些基本特征	168
实验 13.3 中枢抑制	170
实验 13.4 去大脑僵直	172
实验 13.5 小脑功能的观察	174
实验 13.6 大脑皮层运动区的刺激效应	176
实验 13.7 脑的立体定位术	178
实验 13.8 大脑皮层诱发电位	181
实验 13.9 人体脑电图	184
第 14 章 内分泌与生殖	186
实验 14.1 胰岛素引起的低血糖痉挛	186
实验 14.2 大鼠性周期的观察	188
实验 14.3 妊娠检验	191
附 录	193
附录 1 实验参数配置总表	193
附录 2 人和实验动物的血压、心率、呼吸、体温正常参考值	194
参考文献	195

第一部分 总 论

第 1 章 生理学实验概论

1.1 生理学实验教学的性质、任务和目的

通过实验获得知识的科学,属于实验科学。生理学知识来源于科学实验,生理学是一门实践性很强的实验科学。17 世纪初,英国 Harvey 首先在动物身上用活体解剖和科学实验的方法研究了血液循环,证明心脏是循环系统的中心,血液由心脏射入动脉,再由静脉回流入心脏,不断循环。1628 年,Harvey 的著作《心与血的运动》出版,是历史上第一本基于实验证据的生理学著作,标志着生理学成为一门独立的学科。因此,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。要真正学好生理学,必须同时重视理论课和实验课的学习,两者相辅相成,不可分割。

开设生理学实验课程,目的在于学习必需的实验技术和方法,通过这些方法引发出自然状态下单凭感官观察不到的现象,引导学生观察实验现象,通过思考探寻现象与本质的联系,实现深化认识已知,探索未知,培养学生的动脑、动手能力和探索创新精神。

1.2 生理学实验及其方法

生理学实验是利用一定的仪器设备和方法,人为地控制某些因素以再现动物机体的某些生命活动过程,或将一些感官难以观察到的内在的、迅速而微小变化着的生命活动展现、记录下来,便于人们观察、分析和研究。

生理学是研究动物机体生命活动(机能)及其规律的一门学科,因此生理学实验的对象一般都是机能正常的“活体”,而且这种“活体”的特征在动物机体的整体、器官及细胞等不同水平上有不同的表现形式。

生理学实验的方法一般根据动物的组织器官是在整体条件下进行实验,还是将其解剖取下置于人工环境条件下进行实验,分为在体实验方法和离体实验方法,也可分为急性动物实验和慢性动物实验。

1.2.1 急性动物实验

选择动物的整体或离体标本,或先给动物机体造成损伤,然后在短期间内观察机体或器官所发生的变化。通常是将动物固定,在局麻或全身麻醉下进行实验。按实验需要可分离出血管或神经,打开胸腔或腹腔,记录各器官的机能活动,如描记血压、呼吸等。这是教学实验中常用的方法,可在短时间内获得实验结果,较易阐明一些现象和理论。一般又可分急性整体动物实验和急性离体实验。

(1)急性整体动物实验 急性整体动物实验法是在整体水平上主要研究心血管、呼吸、

泌尿和消化功能及其神经体液调节的实验方法。它是生理学实验中常用的实验方法,也是近似生理情况下进行的一种实验方法。这种方法比较简单,易于控制条件,有利于观察器官间的具体关系和分析某一器官功能活动的过程与特点。但是,由于动物失去知觉,破坏了机体与外界的相互作用,与正常生理情况下的功能活动仍有差别。另外,整体的实验还受到体内神经体液调节和各种复杂因素的干扰。

急性整体动物实验常用的方法有:血压测定法、呼吸运动描记法和泌尿、消化功能测定法等。

(2)急性离体组织器官实验 离体实验是根据实验目的和对象的需要,将所需的动物器官或组织按照一定的程序从动物机体上分离下来,置于人工环境中,设法在短时间内保持它的生理功能而进行研究的一种实验方法。此种方法的优点在于能摒弃组织或器官在体内受到的多种生理因素的综合作用,从而能比较明确地确定某种因素与特定生理反应的关系。但由于离体实验的实验对象已去除了整体时中枢神经的控制,所以离体实验得出的结论还不能直接推广至整体时的情况。因此,对于一种机理的论证,必须结合整体实验结果加以阐明。离体器官、组织实验常用方法有离体心脏、离体骨骼肌、离体平滑肌实验法等。

1.2.2 慢性动物实验

慢性动物实验是使动物处于清醒状态下,观察动物整体活动或某一器官对于体内情况或外界条件变化时的反应。在慢性实验前,首先在无菌条件下,给动物施行一定的实验手术,根据实验目的要求,对动物进行一定的处理,如导出或去除某个器官、埋入某种电极或药物,待其恢复接近正常生活状态,再观察所暴露器官的某些功能或摘除、破坏某器官后产生的生理功能紊乱等现象。

慢性实验的最大优点是保持了实验动物机体的完整性及其与外界环境的统一性,动物处于比较接近自然的状态。因此,所观察到的实验结果比较符合客观实际,也比较准确可靠,但由于观察时间长,对实验设备和技术要求较高,影响因素较多,因而难度较大,故生理学实验教学中较少采用,而广泛应用于研究工作中。

1.3 生理学实验课的教学要求

提高实验课的教学质量,需要师生共同努力。因此,实验课的要求包括对教师和学生两个方面。

1.3.1 生理学实验课教学对学生的要求

学生是学习的主体,只有领会课程的总体目标和每一次实验的目的,才能主动、高效地学习。本教程总论各章内容学生必须认真自学。每次上实验课之前必须认真做好预习和准备,内容主要包括:实验目的、原理、相关的理论知识背景、所用仪器的使用方法及参数设置、动物手术操作方法、需要观察的指标及意义、预测各项实验处理的反应、所用试剂溶液的配制方法、思考题和作业题中涉及的相关内容等。只有做到心中有数,有备而来,才能达到实验教学的目的。

实验过程中要按程序正确操作、善于观察、认真记录、勤于思考。通过思考去剖析实验中

引发的现象,收到观察与思考互为补充、相得益彰之效,不仅可深化认识已知,也将有所发现、有所创新,从而激发求知欲和学习兴趣。为能真正激发学生表达自己的想法,实现创造性教学的理念,本教程在每个实验项目后面,提供了一些需要进一步探索的问题,以激发学生进一步去思考。学生也可选择一些问题,按照实验设计要求书写实验设计书,经指导老师修改后,提出书面申请,到开放性实验室实施探索性实验。

搞好同学之间的协作,提倡多讨论问题,相互启发,相互学习,相互帮助,共同提高,培养这种团队精神和品德是实验教学的目标之一。

实验后,要按规定整理实验器具和处理实验动物,做好实验室的清洁卫生工作。学生应及时整理实验记录,认真撰写实验报告,按时交给教师批阅。

1.3.2 生理学实验课教学对教师的要求

教师不仅应该具备所涉学科的基本知识和新的信息,还应牢固确立教书育人的观念和新的教学理念,充满激情,善于引导学生观察、思考、开拓思路,鼓励学生质疑、表达想法、积极动手,让学生享受实验科学的无穷乐趣,激发求知欲和学习兴趣。每次实验课教师应充分备课,按照教学大纲要求讲授相关内容,提问并记录成绩。在实验中,教师要注重培养学生的协作和团队精神。在实验总结时,教师应注重引导学生如何对实验结果进行整理、推理分析,导出科学的结论,实现深化认识已知,探索未知的教学目的。教师应鼓励学生参与自己开展的科研工作,藉以培养学生的科研能力。

1.4 实验结果的处理及表示

1.4.1 实验结果的处理

实验结果包括实验过程中观察到的现象,记录的曲线、数据等,这些结果一般叫原始资料。原始资料分为两大类:一类是计量资料,另一类为计数资料,实验者务必分清这两类资料的区别。

凡通过曲线记录结果的实验,应对曲线进行整理,去伪存真,在图上标注说明。实验处理要有处理标记,电刺激要记录刺激参数,包括刺激方式、强度、波宽、频率、刺激持续时间等。

凡属测量性质的结果,如高低、长短、快慢、多少等,以正确的单位和数值定量,并把测量数据列成表格。

实验结果必须真实可靠,对实验条件、实验结果以及出现的异常现象等进行忠实详尽的记录。原始资料必须进行分析处理,才能揭示其变化的规律性,探索其本质。

1.4.2 实验结果的表示方法

(1)实验结果可以直接用实验记录加上标注表示。实验记录通常是以实验项目的变化为纵坐标,以时间为横坐标,描绘出记录曲线。这种表示较直观,例如肌肉收缩曲线、动脉血压变化曲线等(图 1-4-1)。

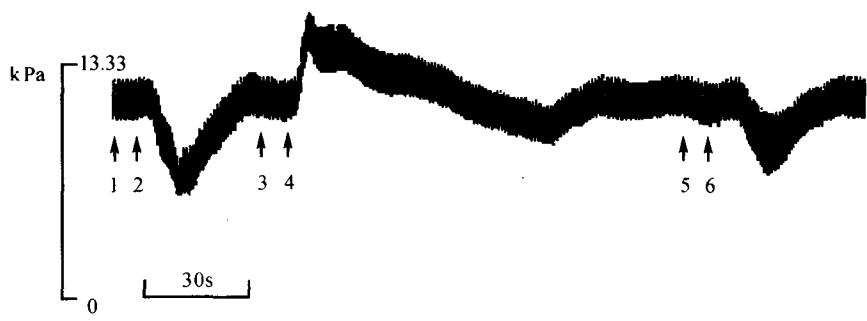


图 1-4-1 电刺激迷走神经、减压神经和静脉注射去甲肾上腺素对家兔动脉血压的影响
1、3、5:处理前对照;2、4、6:分别为刺激迷走神经外周端、
静脉注射去甲肾上腺素和电刺激减压神经中枢端。

(2)为便于比较,有些非连续性的实验结果,常用三线表格形式表示。制表时,一般将实验处理项目放在表格左侧,由上而下排列;观察指标按时间顺序或主次顺序,从左到右排列(表 1-4-1)。

表 1-4-1 各种处理因素对家兔尿量和血压的影响

实验项目	尿量(滴/min)		血压(kPa)	
	处理前	处理后	处理前	处理后
v.i 0.9% NaCl 20ml				
刺激迷走神经末梢端				
v.i 20% 葡萄糖 5ml				
v.i 1:10000 NE 0.3ml				
v.i 速尿 5mg/kg				
v.i 垂体后叶素 2U				

- (3)每项处理引起的指标变化(图、数据)必须有对照。
(4)一些较复杂的实验结果必须进行统计学分析处理,然后以统计图、表的方式表达。

1.5 实验报告的写作要求

1.5.1 撰写实验报告的意义

撰写实验报告是生理实验课的重要组成部分,学生必须高度重视,并为之付出相应的时间和精力。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,为日后撰写科研论文打下良好的基础。

1.5.2 实验报告的写作格式

医学科研论文有其固定的、特有的书写格式,一般由以下几个项目组成:论文题目、论文作者与单位、城市名和邮编、论文摘要(中文和英文)、关键词(中文和英文)、正文、致谢及参

考文献。正文包括前言、材料与方法、结果、讨论及结论。学生可查阅相关文章或医学期刊以便进一步了解。本教程要求学生尽量按照科研论文的格式学习书写实验报告,通过这样的训练,初步掌握科研论文的写作要求。本教程在具体的实验项目编写格式上,有意参照科研论文的格式,希望通过这样的编排,潜移默化地使学生掌握医学科研论文的书写格式和要求。因此,一份完整的实验报告应包括:①实验题目;②作者;③摘要;④引言;⑤材料和方法;⑥结果;⑦讨论;⑧参考文献。

1.5.3 实验报告的写作要求

实验者应独立完成实验报告,完整填写实验报告的有关项目,字迹工整,文字精练。

(1)实验题目 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,切忌冗长,也要避免过分笼统,以致反映不出报告的主题。

(2)作者署名 作者系指实验参加者和实验报告的撰写者。署名应写全名,并列出作者的单位(年级、专业、班级)。署名应列在题目的下方和报告正文前面。

(3)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。摘要包括目的、方法、结果、结论四个部分,文字力求简明扼要。

(4)引言 扼要介绍本实验相关的背景知识。

(5)材料与方法 包括实验用动物(或标本)、实验用主要器材、仪器、药品、实验处理、记录方法和观察指标等。

(6)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。实验报告需提供如下实验结果内容:①以表格形式记录的实验原始数据;②经过统计处理的图、表;③经过编辑标注的原始记录曲线;④对图、表的说明文字;⑤对结果的文字叙述。

(7)讨论 讨论是实验报告的核心部分,是学生独立思考、独立工作能力的具体体现,因此应该严肃认真,不能盲目抄袭书本和他人的实验报告。应根据掌握的理论或查阅资料所获得的知识,对实验结果进行有针对性的解释、分析,并指出其生理意义。撰写实验讨论也是以实验结果为依据的科学的推理分析过程。推理要符合逻辑,结果务必真实。在对结果进行分析的基础上推导出恰如其分的结论,而不是用现成的理论对实验结果作一般性解释。

如果本实验未能揭示实验结果产生的原因或已知的理论知识难以解释出现的现象,应查阅文献资料寻找可能的解释,也可提出自己的见解,但必须提供解释依据,并注明文献出处。

(8)参考文献 参考文献是实验报告引用他人的资料,在报告最后列出的文献目录。参考文献引用处,在引用句末根据引用顺序用上标序号表示,并用方括弧括住序号。参考文献索引按引用序号、作者、题名、杂志名称、出版时间、卷(期)、页格式书写。

(汝海龙 林国华)