



SHENGLIKEXUESHIYAN FENLEIZHIDAO

生理科学实验分类指导

张日辉◎主 编

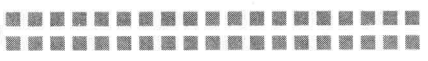


北京师范大学出版集团
BEIJING NORMAL UNIVERSITY PUBLISHING GROUP
北京师范大学出版社

辽宁省教育厅高校学术专著出版基金资助

 SHENGLIKEXUESHIYAN FENLEIZHIDAO

生理科学实验分类指导

张日辉◎主 编 



 北京师范大学出版集团
BEIJING NORMAL UNIVERSITY PUBLISHING GROUP
北京师范大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

生理科学实验分类指导 / 张日辉主编. —北京: 北京师范大学出版社, 2013.1

ISBN 978-7-303-15558-3

I. ①生… II. ①张… III. ①生理学—实验—高等学校—教学参考资料 IV. ① Q4-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 246417 号

营销中心电话 010-58802181 58805532
北师大出版社高等教育分社网 <http://gaojiao.bnup.com.cn>
电子信箱 beishida168@126.com

出版发行: 北京师范大学出版社 www.bnup.com.cn

北京新街口外大街 19 号

邮政编码: 100875

印刷: 北京京师印务有限公司

经销: 全国新华书店

开本: 170 mm × 230 mm

印张: 24

字数: 398 千字

版次: 2013 年 1 月第 1 版

印次: 2013 年 1 月第 1 次印刷

定价: 48.00 元

策划编辑: 姚斯研 责任编辑: 姚斯研

美术编辑: 毛佳 装帧设计: 毛佳

责任校对: 李茵 责任印制: 孙文凯

版权所有 侵权必究

反盗版、侵权举报电话: 010-58800697

北京读者服务部电话: 010-58808104

外埠邮购电话: 010-58808083

本书如有印装质量问题, 请与印制管理部联系调换。

印制管理部电话: 010-58800825

编写组成员

主编：张日辉

参编(以姓氏笔画为序)：

于 洋	付彦铭	冯 宁	卢洪利	刘 宇
张日辉	张 肃	张新安	张福生	苏中军
周 玫	侯义伟	娄彦涛	赵 平	赵 斌
郭 峰	夏庆红	高海宁	韩忠媛	

序

运动生理学是一门以实验研究为特色的新兴学科，在运动生理学研究方法发展的过程中，有些经典研究方法，仍旧沿用至今。但是，随着科学技术日新月异的发展，当前早已突破了传统的研究方法，从整体、系统、器官水平深入到细胞、亚细胞、分子水平，探讨运动对机体功能活动影响的本质问题，这给运动生理学的深入研究注入了新的活力，实践证明，运动生理工作者所取得的研究成果，对增强人们的体质和提高运动员运动成绩起着越来越重要的作用。

本书正是针对目前教学和运动科学研究的需要编写而成。全书的特点包括：第一，涉及面宽，从基础理论到应用实践，由浅入深，介绍了一些经典实验的历史背景；搜集了大量能够做到的实验范例，包括仪器、器械、实验动物及其操作要领。第二，介绍了实验科学的基本知识，把握了教学与实验的系统规律。第三，实用性强，紧扣运动训练与全民健身的科学实践。第四，直观性较强，图文并茂，便于理解，易于操作，通俗易懂。第五，给学生在学学习时留有思考的空间，改变了以前教科书的编写方法。

这是一本有特色、有质量的教材(教学参考书)，为体育院校的本科生及研究生提供了能够起到指导实验研究的作用，能够满足相关院校生理科学实验教学与科研的需求。

张日辉教授是运动人体科学学科带头人，博士生导师，辽宁省教学名师，辽宁省百千万人才工程“百人”层次人才，是全国体育科技先进工作者，先后参与完成国家多项科学研究课题，以及编写多部著作，曾获得辽宁省自然科学学

术成果奖。此处应当特别提到的是：本书的作者是在张日辉教授领导下，在教学和科研一线的年轻教师，他们集思广益，团结协作，把自己的教学经验，以及前辈和兄弟院校的创新借鉴传承于书中，张教授对年轻教师的激励、信任与培养，对今后学科的发展大有益处。该团队作为中国运动科学中青年的后起之秀，攀缘而上，一路挺进，极目前瞻，必有一片更美好风光。在本书即将付梓之际，我深表祝贺，为共同开创我国运动生理学界更美好的前景努力奋斗。

杨锡让

2012年7月2日

前 言

随着科技的发展,先进的科学技术在各交叉学科中得到了广泛的应用。目前,高等医学院校运动医学专业,综合性院校和高等体育院校运动人体科学专业、运动康复与健康专业开设人体生理学、运动生理学、体育测量与评价、神经生物学、电生理学、心理学等课程。各学科都较重视理论课教材的建设,出版了很多统编教材及自编教材。而这些实验性学科也急需实验教材建设,需要一本简单实用的实验课教材,来满足运动人体科学等专业的实验课授课的需要。国内尚缺少运动人体科学专业研究生及本科教学的实验课教材。为更好地培养学生分析问题和解决问题的能力,实验教学是一重要环节。因此,本教材编写组结合我院运动人体科学专业等实际教学情况,经过充分讨论决定编写《生理科学实验分类指导》一书。本教材是国内首次编写的针对运动人体科学专业研究生和本科生实验教学与实践的新教材。本书试图系统地介绍生理科学的几个交叉学科、边缘学科实验教学的原理、实用方法和技术,在教学中各院校、各专业和各门课程可根据本实验室条件、开课计划学时数及本专业学生实际需要选择不同的实验项目,使它成为学生学习和储藏知识的重要参考资料。

本教材编写项目是根据我院运动人体科学专业本科生《人体生理学》《运动生理学》《电生理技术》和研究生《高级实验技术》教学大纲和我院现有仪器条件而确定的,只编写了拟在教学中开设的项目,按照各门课程的教学计划编排了章节内容。我院内部教材《生理科学实验指导》已在教学实践中应用了8年,不断完善,在此基础上完善出版了这本《生理科学实验分类指导》。在编写过程中

参考了几所院校使用的实验指导书和有关研究文献。本书实验仪器操作系统以我院实验室现有实验仪器为重点介绍,如系统地介绍微机化多媒体生物信号记录分析系统、Mega MinMuscleTesterME6000 肌电活动记录系统、Wingate 无氧功率自行车、Polar 心率遥测表、BioGraph 生物反馈仪、心电图测试仪等。力求该教材具有实用性、适用性、先进性、科学性和新颖性的特色。

因编者水平和经验有限,缺点和疏漏在所难免,希望广大师生在使用中提出宝贵的意见,以利进一步完善、提高该课程的教学质量和水平。

感谢辽宁省教育厅给予高校学术前沿研究著作出版基金的资助,也感谢沈阳体育学院第一批教学成果培育项目资助,才能使本书及时地与大家见面!同时也感谢各位领导、专家和同人在生理实验教学改革中给予我们的支持和帮助!

张日辉

沈阳体育学院运动生理生化教研室

2012 年 3 月

目 录

绪 论	(1)
0.1 生理科学实验的方法与特点	(1)
0.1.1 动物实验法	(1)
0.1.2 人体实验法	(2)
0.2 生理科学实验课的目的与基本要求	(3)
0.2.1 生理科学实验课的目的	(3)
0.2.2 生理科学实验课的基本要求	(3)
0.3 生理科学实验报告的格式和写作要求	(5)
0.3.1 基本要求	(5)
0.3.2 实验报告的格式	(5)
第1章 常用实验器械、设备和动物实验技术	(7)
1.1 常用实验器械介绍	(7)
1.1.1 用于手术操作的器具	(7)
1.1.2 用于刺激标本的器具	(8)
1.1.3 用于固定与衔接的器具	(8)
1.1.4 用于移液的器具	(9)
1.1.5 其他	(9)
1.2 BL-410/BL-420 生物机能实验系统	(10)
1.2.1 生物机能实验系统概述	(11)

1.2.2	生物机能实验系统软件介绍	(12)
1.2.3	BL-410 生物机能实验系统操作	(21)
1.2.4	换能器的原理与使用方法	(22)
1.3	常用实验动物及动物实验技术	(24)
1.3.1	常用实验动物的种类、品系、特点及选择	(24)
1.3.2	实验动物的捕捉、固定与编号方法	(28)
1.3.3	实验动物的麻醉	(32)
1.3.4	急性动物实验常用手术方法	(34)
1.3.5	实验动物的给药途径和方法	(40)
1.3.6	实验动物的血液抗凝	(45)
1.3.7	实验动物的常用取血法	(46)
1.3.8	动物处死	(48)
1.3.9	应急处置	(49)
第2章	运动生理实验常用仪器使用指南	(50)
2.1	心肺功能评定使用仪器	(50)
2.1.1	心率遥测表	(50)
2.1.2	心电图机	(53)
2.1.3	超声心动仪	(58)
2.1.4	耶格(JEAGER)肺功能测试仪	(62)
2.1.5	耶格(JEAGER)心肺功能测试仪	(69)
2.2	神经-肌肉功能评定仪器	(78)
2.2.1	反应时测试仪	(78)
2.2.2	等速肌力测试与训练系统	(80)
2.2.3	Mega Win 肌肉电生理测试仪	(85)
2.2.4	视网膜电图仪	(98)
2.3	运动训练及运动能力评定有关仪器	(104)
2.3.1	Monark 839E 功率自行车	(104)
2.3.2	运动跑台系统	(109)
2.3.3	平衡能力测定仪	(114)
2.3.4	生物反馈仪	(117)
2.3.5	人工低氧系统	(126)
2.4	身体成分及体质测试系统	(130)

2.4.1	GMCS-Ⅲ型成人体质 IC 卡测试系统	(130)
2.4.2	网络式学生体质测试系统	(138)
2.4.3	身体成分仪	(146)
2.4.4	超声骨密度仪	(150)
第 3 章	人体生理学实验选择项目	(156)
3.1	神经-肌肉实验	(156)
3.1.1	坐骨神经腓肠肌标本的制备	(156)
3.1.2	肌肉的单收缩和强直收缩	(159)
3.2	人体白细胞计数和分类	(161)
3.3	影响心输出量的因素	(165)
3.4	蟾蜍心搏过程观察、期前收缩和代偿间歇	(168)
3.5	蛙心灌流	(171)
3.6	心血管活动的神经体液调节	(174)
3.7	肺容量及通气功能指标的测定	(178)
3.8	呼吸运动的调节	(182)
3.9	胃肠运动的神经及体液调节	(183)
3.9.1	观察在体胃肠运动及调节	(183)
3.9.2	离体肠段平滑肌的生理特性	(185)
3.10	影响尿生成的因素	(188)
3.11	基础代谢率的测定	(189)
3.12	视觉机能实验	(194)
3.12.1	视敏度测定	(194)
3.12.2	视野测定	(195)
3.12.3	视深度测定	(196)
3.12.4	瞳孔调节反射和瞳孔对光反射	(197)
3.13	反射时测定、脊髓反射、反射弧分析	(197)
3.14	一侧小脑损伤的观察	(199)
3.15	小白鼠脊髓半横切	(200)
第 4 章	运动生理学实验选择项目	(203)
4.1	蟾蜍腓肠肌疲劳曲线的观察	(203)
4.2	血红蛋白的测定和血型的鉴定	(204)
4.3	安静时和运动后脉搏和动脉血压的测定	(207)

4.4	运动对肺通气功能的影响	(210)
4.5	运动时能量消耗的测定	(212)
4.6	PWC ₁₇₀ 机能测验	(214)
4.7	最大摄氧量的推测	(216)
4.8	乳酸阈测定方法	(222)
4.9	无氧功率测定	(224)
4.10	某些感觉机能的测定	(227)
4.10.1	肘关节运动分析器敏感度的测定(肌肉对空间位置感觉的测定)	(227)
4.10.2	两点辨别阈的测量法	(228)
4.10.3	前庭机能稳定性的测定	(228)
4.11	神经类型的测定	(231)
4.11.1	80.8 神经类型测验法	(231)
4.12	反应时运动时的测定	(236)
4.13	身体素质测量与评价	(239)
4.13.1	力量素质的测定	(239)
4.13.2	速度素质的测定	(245)
4.13.3	一般耐力素质的测定	(246)
4.13.4	柔韧素质的测定	(248)
4.13.5	灵敏素质测定	(252)
4.14	疲劳的测定法	(255)
4.15	人体身体成分的测定	(261)
4.16	训练水平的生理学评定	(264)
第5章	电生理学实验选择项目	(267)
5.1	神经干动作电位、传导速度和不应期的测定	(267)
5.2	神经干动作电位、肌肉动作电位、肌肉收缩同步实验	(272)
5.3	在体蟾蜍心肌细胞动作电位、心电图及收缩曲线的描记	(275)
5.4	减压神经放电	(277)
5.5	耳蜗微音器电位记录及微音器效应	(278)
5.6	视网膜电图	(280)
5.7	大脑皮层运动机能定位和去大脑僵直	(281)
5.7.1	大脑皮层运动机能定位	(281)

5.7.2 去大脑僵直	(283)
5.8 大鼠大脑皮层自发放电、诱发电位及脑电图描记	(285)
第6章 高级生理实验技术选择项目	(287)
6.1 表面肌电图记录	(287)
6.2 人体在安静时和运动时心电图和心率的测定	(289)
6.2.1 心电图的测定	(289)
6.2.2 人体在运动过程中心率的测定	(293)
6.3 人体指脉图描记	(295)
6.4 人体脑电图描记	(297)
6.5 生物反馈仪在运动实践中的应用	(303)
6.6 心理测试实验	(305)
6.7 身体平衡能力测试	(306)
第7章 生物医学实验设计、数据处理、科研论文撰写	(309)
7.1 生物医学实验设计	(309)
7.1.1 生物医学实验设计的意义	(309)
7.1.2 生物医学实验设计的基本原则	(309)
7.1.3 实验设计的主要内容	(310)
7.1.4 常用的设计方法	(315)
7.2 数据的收集、整理和分析	(318)
7.2.1 数据的收集	(318)
7.2.2 数据的处理	(319)
7.2.3 实验数据的分析	(321)
7.2.4 SPSS 统计软件包在医学统计中的应用	(328)
7.3 实验报告、科学技术报告及科研论文的撰写	(350)
7.3.1 实验报告的撰写	(350)
7.3.2 科学技术报告的基本结构	(353)
7.3.3 生物医学科研论文的撰写	(354)
附 录	(356)
主要参考文献	(369)

绪 论

0.1 生理科学实验的方法与特点

生理科学实验是一门重要的医学基础实验,由生理学、运动生理学和电生理学实验课整合而成。它的主要任务是研究生命机体(包括人和动物)正常情况下及运动影响下生理功能、代谢的变化及其发生发展的规律。它既是一门实践性和理论性很强的学科,又是一门与多学科有密切联系的综合性实验学科。

生理科学实验的研究方法,分为人体实验法和动物实验法两类。人体实验只能做一些无损伤性的实验,因此受许多条件的限制。动物实验从而成为生理科学实验最常用的研究方法。为了深入揭示正常机体的生理功能及代谢变化的发生发展机制,必须人为地严格控制实验条件,在动物身上复制各种研究模型,观察和记录各种生理变化及其发展过程。然后将获得的资料与人的生理功能进行比较分析,从中分析运动对人体的影响及其适应变化规律,为提高运动员竞技水平和大众健康水平服务。

0.1.1 动物实验法

在生理学实验中根据实验过程时间长短及实验项目的特点,动物实验可分为两类。

1. 急性实验

这种实验可以在短时间内完成。因为实验课的时间有限(通常为 2~3 h,一般不超过 8 h),所以急性实验是在教学中常用的方法。急性实验的优点是不

需要严格的无菌操作，比较简单和方便。但也有缺点：①观察时间短，导致观察不够全面。②急性实验多在全麻或局麻下进行，麻醉本身已使机体脱离常态，而同时还要进行必要的手术，如分离血管、暴露器官、打开胸腔或腹腔等，这些手术也使机体状态有了一些改变。

2. 慢性实验

这种实验观察时间比较长，可达数日、数周或数月，甚至更长时间。其优点是：①在无菌条件下进行手术，待动物恢复后，再进行主要的实验观察。因此，动物的状况接近自然生活条件。②可进行较长时间、全面、系统的观察，对实验过程中的机能、代谢等变化进行综合分析研究。这种实验在教学中使用较少，主要因教学时间限制，不便于进行长期观察。

0.1.2 人体实验法

在运动生理学研究中，常用的人体实验法有运动现场测试法和实验室测试法。

1. 运动现场测试法

运动现场测试法是指在运动现场直接监测运动员运动前、运动中和运动后的恢复过程中，某些生理机能的变化，借以了解不同运动项目的生理特点，或不同人群在完成同一运动项目时的生理反应。例如，心率遥测仪测定运动时运动员的心率变化，就是典型的例子。这种方法的特点是符合运动的实际情况，但测试难度较大，测试条件不易控制，因此，在实际测试中受到限制。

2. 实验室测试法

实验室测试法是指让受试者在实验室进行按照一定的研究目的而设计的运动方案运动时(如在跑台、功率自行车和各种力量练习器上进行运动)，利用各种仪器设备测试运动员在运动过程中的各项生理指标变化，以了解不同形式的运动对人体某些生理机能的影响。

科学技术的发展和实验手段的改进，已经能够利用各种遥测、换能、多导记录等技术，可以无创伤地在不影响人体运动状态下获得真实的整体实验数据，使对整体水平的研究有了新的进展。而微电极、肌肉活检、生物免疫、生物化学及分子生物学等技术使生理学研究方法和技术水平达到了细胞分子水平。

0.2 生理科学实验课的目的与基本要求

0.2.1 生理科学实验课的目的

生理科学实验课程旨在通过有关基础理论学习、实验设计、实验仪器及器械的使用、实验操作、实验结果记录与分析、实验报告书写以及实验过程中的团结合作,达到以下教学目的。

(1)使学生加深对有关课程理论的理解,提高其对所学知识综合运用能力,并培养学生形成理论来源于实践的科学观点。

(2)培养学生善思考、敏观察、会动手、准表达及巧创新的能力。

(3)使学生初步养成对科学工作的严肃态度、严格要求、严密思维、团结合作及实事求是的工作作风。

(4)初步掌握生理科学实验研究的基本方法和实验操作的基本技能,并在生物医学科研设计及论文写作能力方面得到初步训练,为学生进行科学研究工作及临床实践打下一定基础。

0.2.2 生理科学实验课的基本要求

1. 实验前预习

(1)应提前预习实验教材,了解实验的基本内容、目的、原理、要求以及实验步骤和操作流程。并设计好实验原始记录的表格。

(2)结合实验内容,准备相关的理论知识,事先有所理解,力求提高实验课的学习效果。

(3)根据所学的知识对各个实验步骤的可能结果做出预测,并尝试予以解释。

2. 实验时认真做到

(1)严格遵守实验室规则,保持安静和良好的课堂秩序,尊重指导老师。检查实验器材和药品是否齐全、完好。

(2)实验所用的仪器、器材和药品务必按照要求摆放,依照程序操作。各组实验器材不得调换混用,力求保持实验台面的整洁,做到有条不紊。同时,注意节约和爱护,充分发挥各种器材应有的作用,保证实验过程顺利进行,并取得预期效果。

(3)认真听教师对实验教材的讲解,注意观察示范操作的演示,要特别注意教师所指出的实验过程中的注意事项。

(4)要爱护和节约实验动物,按规定对其进行麻醉、手术和处理。

(5)按照实验教材中所列出的实验步骤,以及指导教师的要求操作。在以人体为对象的实验项目中,应格外注意人身安全。

(6)小组成员既要有明确分工,又要注意团结合作。这样既可提高实验的成功率,又能使每个同学都能得到应有的技能训练。实验小组成员在不同实验项目中,应轮流进行各项实验操作,力求各人的学习机会均等。

(7)实验过程中,在认真操作和仔细观察的同时,要及时如实记录,积极思考。经常给自己提出种种问题,如:发生了什么实验现象?为什么会出现这些现象?这些现象有何意义?等等。对某些教师演示的项目,也应同样认真对待,努力取得应有的演示效果。

(8)在实验过程中如果遇到疑难之处,先要自己想方设法予以排除,解决不了时,应向指导教师汇报情况,请求给予协助解决。

(9)认真、全面和敏锐地观察实验中出现的每个现象;准确、及时、客观地记录结果。在没有获得预期结果时,也应据实记录。整个实验过程都不得敷衍、马虎和主观臆测。不许实验后单凭记忆来描述实验结果。对于没有达到预期结果的项目,要及时分析其原因。条件许可时,可重复部分实验项目。

(10)实验用计算机只能用于实验操作,不得玩游戏及操作与实验无关的内容。注意安全,严防触电、火灾、中毒、腐蚀或被动物咬伤事故的发生。

3. 实验课后总结

(1)按要求关闭实验仪器,清洁仪器表面。清点实验器材并洗净擦干,交还借用的器械。如有仪器、器械损坏或遗失,要立即报告负责老师。

(2)把实验废弃物品、动物尸体及存活动物分类集中放到指定地点,严禁乱放乱弃。

(3)清洁实验桌(台),摆整齐桌(台)面上物品。

(4)安排值日生做好实验室清洁卫生,离开实验室前应关好电源、水龙头和门窗。

(5)认真整理、分析实验结果,尤其应重视那些出乎意料的结果,并尝试做出解释。独立书写实验报告并按时交给负责老师评阅。