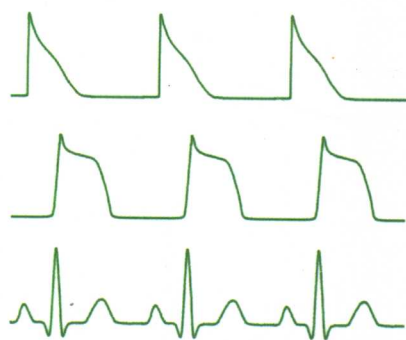
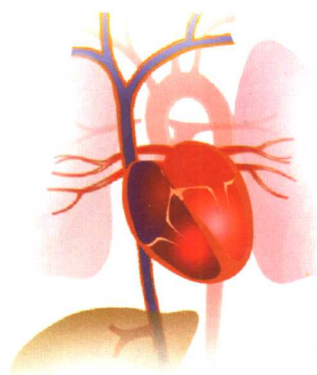


高等医学院校教材

供临床医学、麻醉、药学、影像、口腔、护理、检验专业用

机能实验科学

郑先科 李国华 黄碧兰 主编



北京大学医学出版社

高等医学院校教材

机能实验科学

(供临床医学、麻醉、药学、影像、口腔、护理、检验专业用)

主 编 郑先科 李国华 黄碧兰

副主编 于龙顺 王明江 汪 雄 郑 梅

刘志跃 刘 欣 吴建新

主 审 王迪浔 欧阳静萍

北京大学医学出版社

JINENG SHIYAN KEXUE

图书在版编目 (CIP) 数据

机能实验科学/郑先科, 李国华, 黄碧兰主编. —北京: 北京大学医学出版社, 2005. 2

ISBN 7-81071-672-7

I. 机... II. ①郑... ②李... ③黄... 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 143259 号

机 能 实 验 科 学

主 编: 郑先科 李国华 黄碧兰

出版发行: 北京大学医学出版社 (电话: 010-82802230)

地 址: (100083) 北京市海淀区学院路 38 号 北京大学医学部院内

网 址: <http://www.pumpress.com.cn>

E - mail: booksale@bjmu.edu.cn

印 刷: 莱芜市圣龙印务书刊有限责任公司

经 销: 新华书店

责任编辑: 冯智勇 责任校对: 焦 娴 责任印制: 张京生

开 本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 18 字数: 451 千字

版 次: 2005 年 2 月第 1 版 2005 年 2 月第 1 次印刷 印数: 1—8000 册

书 号: ISBN 7-81071-672-7/R·672

定 价: 26.00 元

版权所有, 违者必究

(凡属质量问题请与本社发行部联系退换)

参编人员 (以姓氏笔画排序, * 为编委)

- | | | | |
|------|-------------|------|--------------|
| 于龙顺* | (鄯阳医学院) | 杜先华 | (鄯阳医学院) |
| 王明江* | (鄯阳医学院) | 郑先科* | (鄯阳医学院) |
| 王新均 | (鄯阳医学院) | 郑梅* | (云南中医学院) |
| 兰星莲 | (鄯阳医学院) | 金莉* | (齐齐哈尔医学院) |
| 关兵才 | (美国俄勒冈医科大学) | 赵燕燕* | (河北大学药学院) |
| 刘志跃* | (内蒙古医学院) | 徐海* | (北京大学医学部) |
| 刘欣* | (天津医科大学) | 高卫真* | (天津医科大学) |
| 朱盈芬* | (首都医科大学) | 康毅* | (天津医科大学) |
| 吴建新* | (大理医学院) | 黄武 | (成都泰盟科技有限公司) |
| 吴胜英 | (鄯阳医学院) | 黄碧兰* | (咸宁医学院) |
| 张尽庭* | (河南大学药学院) | 龚新荣 | (鄯阳医学院) |
| 李国华* | (鄯阳医学院) | 路西明* | (河南科技大学医学院) |
| 李莲 | (鄯阳医学院) | 温克* | (天津医科大学) |
| 杨苹* | (桂林医学院) | 熊顺华 | (鄯阳医学院) |
| 汪雄* | (鄯阳医学院) | | |

序

在今天生命科学迅猛发展和知识“爆炸”的年代，医学教育不仅需要让学生系统掌握基础医学的理论知识，更需要培养学生科学思维和科学创新的能力。多数医学生在基础医学学习阶段往往不自觉地仅重视理论知识的提高而忽略实践课程的学习，学校所设置的实验课程多数也是以验证理论课内容为主，实际结果是忽视了实验教学，这种教学模式的致命缺陷是所培养的学生缺乏科学创新的原动力。原有生理学、病理生理学和药理学等机能实验课程的学科设置也不例外。而且实验内容的安排多以验证本学科知识为主，使学生难以建立生物机能的整合观念，缺少对医学生科学思维与科研技能的培养。分科实验的体制在一定程度上制约了创新人才的培养，现将生理学、病理生理学和药理学机能性研究实验合成为机能实验科学，这样的教学改革，将有利于跨学科知识融合，有利于学生综合能力的培养。

机能实验科学是以生理学、病理生理学和药理学等机能学科的理论为基础，以整体动物和离体器官组织为实验对象，研究机体各种生理活动及规律、病理生理改变以及药物与机体相互作用及其作用规律的一门多领域整合性实验科学，是机能学科的重要组成部分，也是医学基础课学习与后期临床医学教育之间的桥梁。

本书内容丰富而翔实，较系统地介绍了机能实验研究所必需的基本知识与技术。包括实验科学的方法论、论文的撰写、计算机技术在机能实验研究中的应用、生物信号记录的知识与技术、实验动物及动物实验的基本知识等。教材非常注重生命科学研究中如何发挥实验者主体作用及观察思维能力的培养，并将其贯穿于整个实验内容之中。这是本书编撰者善于积累前人的经验与自己从事科学实验研究体会的结晶，学习这些知识与方法对学生今后的发展一定会受益终生。本书的另一特点是实用性强，选择性大，实验内容设计不拘泥于单一学科知识领域，而从整合观念上着眼于学生综合机能学科知识能力的培养，构建了具有应用研究前景的实验内容与方法。本书不仅适用于高等医学院校本科生的学习，对从事生物机能研究的研究生、临床医师和中青年科技工作者也有一定的参考价值。

撰写本书的作者们均为长期从事机能实验教学和科研第一线的中青年骨干师资人员，对基础医学教学有十分丰富的经验，同时也是机能学实验的改革者和倡导者，精心编撰了此《机能实验科学》一书。我们相信此书的出版将会受到广大读者的欢迎，谨此，特祝贺《机能实验科学》一书的出版，并希望随着时代的发展不断更新与不断完善。百尺竿头，更进一步。

唐朝枢

北京大学医学部生理与病理生理学系

2005年1月于北京

前 言

21 世纪是生命科学的时代, 医学科学是生命科学的重要领域。医学理论来源于临床实践和医学科学实验, 而机能实验则是医学实验科学的重要组成部分, 是医学高等教育的必修基础课程和技能训练课程。传统的基础医学机能课三学科(生理学、药理学、病理生理学)的实验教学按阶段分科独立教学, 实验内容通常是验证本学科已知理论, 学生按教师规定的内容和操作方法, 亦步亦趋, 这样的教学模式限制了学生的主动性, 违背了以人为本, 以学生为主体的教育理念, 不利于培养具有创新能力的医学高级人才。

20 世纪末, 教育部启动了“面向 21 世纪高等医学教育教学内容和课程体系改革计划”。各院校实施了机能实验教学改革, 将生理、药理、病理生理三学科实验融合为“机能实验学”。打破学科界限, 开设了综合性实验和实验设计课, 促进了学生多学科知识综合运用能力的培养。但实验教学内容、实验方法仍规定得较死, 学生仍处于完全被动的地位, 忽视如何引导学生观察实验中蕴含的丰富知识信息和非预期现象。这样的教学显然仍不利于发挥学生的主动性和培养探索精神和创新意识, 也不利于激发学生的学习兴趣。

人才的成长、科技的创新靠实践, 靠科学实践的体验(experience)萌发新思路(idea)。现代教育必须将教学的立足点从传授知识深化到开阔思路、启迪思维上, 把教师的认识从培根的“知识就是力量”转移到“掌握知识的力量才是力量”上来。

本教材以唯物辩证法为基本指导思想, 遵循认知的基本规律, 着眼于学生观察、思维、技能和探索创新等综合素质培养, 正确处理实验科学的理论与实践、实验科学特点与大学生认知特点、需要与可能、教与学、掌握知识与发展能力、广而博与少而精、共同要求与因材施教的关系。注意精选教学内容, 建立合理的教材结构, 在内容和要求上具有一定弹性, 力求发挥实验教学在医学人才培养中的重要作用。

教材内容包括医学实验方法论、实验动物和动物实验基本知识、生物信号记录的基本知识及原理、实验设计与结果的整理及计算机制图、实验仪器和器械使用等有关医学机能实验必需的基本知识。实验内容涉及生理学、药理学、病理生理学, 实验项目设计打破学科界限, 分为: 实验基本能力训练、机能学基础性实验、提高性实验和实验设计与探索性实验。所有实验设置有“要求与思考题”和“作业题”, 同一实验尽可能介绍多种方法, 为发挥学生的主体作用创造了宽松的氛围和条件, 便于开阔思路, 充分挖掘实验现象中蕴含的丰富知识信息, 激发学生的学习兴趣。

教材编写充分考虑了多学科、多层次教学的需求, 内容设置以适合五、七年制临床医学专业为主体, 兼顾麻醉、药学、影像、口腔、护理、检验专业本、专科的人才培养目标需要。本教材提供了生命科学机能研究领域较广博的实验方法与技术, 可供生命科学研究工作者及研究生参考使用。

在 5 年多的教学实践中, 同多所兄弟院校交流, 不断改革与探索, 力求使本教材能适应 21 世纪我国高等医学教育培养创新型医学人才目标的需求。本教材在参编院校的精诚合作下得以编写完成正式出版之际, 华中科技大学同济医学院王迪浚教授和武汉大学医学院欧阳静萍教授不辞劳苦认真审阅了教材内容, 国家 973 首席科学家、北京大学医学部唐朝枢教授

在百忙中为本书作序，这是对本书全体编者的鞭策，也是对机能实验教学改革的支持，在此一并表示最衷心的感谢！

由于编者水平有限，教材中缺点和不足之处在所难免，恳请师生和读者在使用过程中提供反馈信息，以利再次修订日臻完善。

郑先科

2005 年 1 月

目 录

第一章 导论	(1)
第一节 机能学实验概论	(1)
一、机能学实验课教学的回顾与思考.....	(1)
二、医学实验教学的性质、任务、目的.....	(1)
三、机能实验教学方法概论.....	(2)
四、机能实验课教学内容和课程体系的改革.....	(2)
五、机能实验课教学对学生的要求.....	(3)
六、机能实验课教学对教师的要求.....	(4)
第二节 实验科学中的观察与思考	(4)
一、观察、思维、想像与实验科学.....	(4)
二、逻辑思维在实验科学中的应用.....	(5)
第三节 实验结果的处理及表示	(7)
一、实验结果的处理.....	(7)
二、实验结果的表示方法.....	(8)
第四节 实验报告及医学科研论文的写作要求	(8)
一、实验报告的写作要求.....	(8)
二、医学科研论文的写作格式和内容.....	(9)
 第二章 实验动物基本知识及常用生理溶液配制	(13)
第一节 实验动物的种类、品系、特点及编号	(13)
一、实验动物的种类	(13)
二、实验动物的品系	(13)
三、常用实验动物的特点	(14)
四、实验动物的编号与标记	(15)
第二节 实验动物给药剂量的计算	(16)
一、药物浓度的表示方法	(16)
二、溶液浓度的计算	(16)
三、溶液浓度的换算	(17)
四、剂量的计算	(17)
五、人和动物及各类动物间药物剂量的换算方法	(18)
第三节 常用实验动物一般生理参数	(21)
第四节 机能学实验常用生理溶液及配制	(23)
一、常用生理溶液成分与含量	(23)
二、溶液浓度与剂量的计算	(23)
三、配制生理溶液的常用试剂及配制方法	(26)

第三章 生物信号记录基本知识及原理	(28)
第一节 生物膜的电学特性	(28)
一、生物膜的等效电路	(28)
二、膜时间常数	(28)
三、膜的离子电流和刺激电流与膜电位	(30)
四、刺激强度与膜电位	(31)
第二节 生物电信号的特性	(32)
第三节 生物电信号记录中的若干问题	(32)
一、生物电信号拾取	(33)
二、生物电信号放大	(34)
三、生物电信号记录	(34)
四、诱发生物电现象产生	(34)
五、干扰与抗干扰	(35)
第四节 生物信号放大器的性能指标及作用	(35)
一、通频带	(35)
二、高增益	(37)
三、高输入阻抗	(38)
四、高共模抑制比	(38)
五、信噪比	(39)
六、零漂	(39)
第五节 电刺激、电刺激器和刺激伪迹	(40)
一、电刺激	(40)
二、电刺激器	(41)
三、刺激伪迹	(42)
第六节 计算机生物信号记录分析系统的工作原理	(42)
第七节 BL-410 生物机能实验系统	(43)
一、系统功能特点	(44)
二、软件介绍	(45)
第四章 实验设计与机能学实验数据的收集、整理	(53)
第一节 实验设计	(53)
一、实验设计的基本程序	(53)
二、实验设计的三大要素	(53)
三、实验设计的三大原则	(55)
四、实验设计方法	(56)
五、动物随机分组方法	(57)
六、动物实验前的准备	(60)
第二节 实验数据的完整性和准确性	(61)
第三节 实验数据的度量	(62)
一、定性度量	(62)

二、等级度量	(62)
三、等差区间度量	(63)
四、等比例度量	(63)
第四节 实验数据的记录方法	(63)
第五节 实验数据质量的评价	(64)
一、效度	(64)
二、信度	(65)
第六节 实验数据的分析	(66)
一、实验数据的逻辑检查	(66)
二、偏离数据的判断和处理	(66)
三、缺失数据的处理	(66)
四、数据分析中统计方法的正确选择	(66)
第七节 实验数据的计算机分析及制图	(68)
一、Microsoft Excel 在机能实验数据统计分析中的应用	(68)
二、机能学实验中统计图的绘制及 SigmaPlot 的使用	(72)
第五章 机能实验常用器材及仪器	(85)
第一节 常用实验器材及使用	(85)
一、肌动器及其使用	(85)
二、换能器及其使用	(85)
三、电极	(86)
四、神经标本盒	(89)
五、三维调节器	(89)
第二节 常用手术器械及使用	(89)
一、手术刀	(90)
二、手术剪	(90)
三、手术镊	(90)
四、止血钳	(90)
五、持针器	(90)
六、皮钳	(91)
第三节 机能学实验常用仪器及使用	(91)
一、生理记录仪及其使用	(91)
二、心电图机及其使用	(93)
三、分光光度计及其使用	(95)
四、小动物呼吸机及其使用	(99)
五、钠钾氯电解质分析仪及其使用	(101)
六、血液分析仪及其使用	(103)
七、动态微循环观察测量分析仪及其使用	(104)
第六章 动物实验基本操作技术	(108)

第一节 实验动物的抓取与固定	(108)
一、蟾蜍	(108)
二、小白鼠	(109)
三、大白鼠	(109)
四、豚鼠	(109)
五、兔	(110)
六、狗	(111)
第二节 实验动物的给药途径和方法	(111)
一、蛙(或蟾蜍)淋巴囊注射法	(111)
二、灌胃法	(111)
三、皮下注射法	(112)
四、肌肉注射法	(113)
五、腹腔注射法	(113)
六、静脉注射法	(113)
第三节 实验动物的麻醉	(114)
一、麻醉药品的分类	(114)
二、常用麻醉药物的选择与用法	(114)
三、麻醉技巧	(114)
四、麻醉方法	(116)
五、使用麻醉药物的注意事项	(117)
第四节 实验动物的血液抗凝	(117)
一、体内抗凝	(117)
二、体外抗凝	(117)
第五节 实验动物的常用取血法	(118)
一、狗的取血法	(118)
二、兔取血法	(118)
三、大鼠和小鼠取血法	(119)
四、豚鼠取血法	(119)
第六节 实验动物的处死法	(120)
一、大量放血法	(120)
二、开放性气胸法	(120)
三、空气栓塞法	(120)
四、化学药物致死法	(120)
五、打击法	(120)
六、颈椎脱臼法	(120)
七、断头法	(120)
八、破坏脑脊髓法	(121)
第七节 机能学实验常用离体标本制备	(121)
一、坐骨神经干标本制备	(121)
二、离体骨骼肌标本制备	(122)

三、离体蛙心脏标本制备	(122)
四、离体主动脉条标本制备	(124)
五、离体肠管标本制备	(124)
六、离体子宫标本制备	(124)
七、离体气管标本制备	(125)
第八节 哺乳类动物常用手术操作技术	(125)
一、动物基本操作技术	(125)
二、头部手术	(126)
三、颈部手术	(127)
四、胸部手术	(130)
五、腹部手术	(131)
六、股部手术	(132)
七、心导管插管术	(132)
八、中心静脉压的测定	(135)
第七章 实验基本能力训练	(136)
实验一 哺乳类动物常见手术操作及压力、张力换能器使用训练	(136)
实验二 刺激诱发肌肉收缩现象的观察与分析	(139)
实验三 蛙心起搏点的观察与分析	(141)
实验四 脊髓反射的观察与反射弧分析	(142)
实验五 小肠平滑肌生理特性的观察与分析	(144)
第八章 基础性实验	(147)
实验一 低温、局麻药对蟾蜍坐骨神经干动作电位传导速度及不应期的影响	(147)
实验二 电刺激及化学因素对心脏活动的影响	(150)
实验三 红细胞渗透脆性测定、影响血液凝固的因素及血型鉴定	(152)
实验四 生物活性物质及药物对气管条舒缩的影响	(156)
实验五 痛阈测定及镇痛药对痛阈值的影响	(158)
实验六 兔减压神经放电及其影响因素	(161)
实验七 生理因素及药物对呼吸运动及膈神经放电的影响	(163)
实验八 各种因素对药物作用的影响	(166)
实验九 药物 ED_{50} 和 LD_{50} 的测定	(169)
实验十 药物血浆浓度的测定及 $t_{1/2}$ 、 V_d 等参数的计算	(171)
实验十一 竞争性拮抗药 pA_2 值的测定	(173)
实验十二 有机磷农药中毒及其解救	(175)
实验十三 强心苷对在豚鼠心脏的作用	(176)
实验十四 垂体后叶素对小白鼠离体子宫的作用	(177)
实验十五 高钾血症对心电活动的影响	(178)
实验十六 缺氧及耐缺氧	(181)
实验十七 血浆渗透压和毛细血管壁通透性改变在水肿发生中的作用	(185)

实验十八 人体心电图描记	(187)
实验十九 人体动脉血压的测定	(188)
第九章 提高型实验	(192)
实验一 抗心律失常药对心肌动作电位时程与不应期的影响	(192)
实验二 神经、体液因素及药物对动脉血压的影响	(194)
实验三 神经和体液因素对循环、呼吸和尿生成的影响	(196)
实验四 急性心肌缺血对心功能的影响	(198)
实验五 吸入不同浓度的氧和二氧化碳对家兔呼吸、循环功能的影响	(200)
实验六 双盲实验方法鉴别未知药物	(202)
实验七 利多卡因对毒毛花苷 K 所致家兔心律失常的作用	(203)
实验八 胸膜腔内压与动、静脉血压变动及影响因素	(205)
实验九 不同药物对家兔骨骼肌的影响	(206)
实验十 局部麻醉药的药理作用及毒性比较	(208)
实验十一 兔大脑皮质诱发电位及其影响	(210)
实验十二 呼吸功能不全	(212)
实验十三 窒息所致的动物呼吸、循环衰竭及复苏	(214)
实验十四 急性肾功能衰竭时肾功能的变化及其影响因素的分析	(215)
实验十五 急性右心衰竭及其血流动力学变化	(219)
实验十六 影响心功能的因素及实验性心力衰竭的发生与治疗	(220)
实验十七 肝功能不全	(224)
实验十八 家兔失血性休克及抢救	(225)
实验十九 家兔酸碱平衡紊乱	(228)
实验二十 肾上腺摘除对应激能力及水盐代谢的影响与药物替代疗法	(231)
实验二十一 大鼠主动回避反应的建立和消退以及某些因素的影响	(232)
实验二十二 大鼠体外海马脑片的制备及 CA_1 区突触后电位的观察	(234)
实验二十三 离体心室乳头肌动作电位及药物作用的影响	(237)
实验二十四 用全细胞式和贴附式膜片钳技术记录颈上神经节细胞膜钙通道电流 ...	(240)
实验二十五 人体肺通气功能测定与临床评价	(247)
实验二十六 人体左心室功能的无创测定及评价	(252)
第十章 探索性实验	(254)
第一节 探索性实验的目的	(254)
第二节 选题范围	(254)
第三节 实验程序与实施方案	(255)
第十一章 病例讨论	(257)
附：药物制剂与处方学	(264)

第一章 导 论

第一节 机能学实验概论

一、机能学实验课教学的回顾与思考

传统的高等医学教育基础实验教学从属于各自学科理论教学内容,开设验证性实验。生理学、病理生理学和药理学实验课同样如此,而且,实验中学生按照教师规定的操作要求进行实验,得到预期结果,结果分析照搬书本知识。整个实验过程学生完全处于被动地位。这种教学模式限制了学生的主动性和学习兴趣。生理学、病理生理学和药理学分科开设实验课,教学内容多限于各自单一学科范围内。当今生命科学和医学的研究要解决某一科学问题,必须依赖多学科的知识 and 技能。学科之间的相互交叉渗透是普遍现象,边缘学科的相继出现则是很好的证明,这是科学发展的必然结果。实验课内容仅限于各自学科领域的知识印证,既不利于学生发散思维的培养,又缺乏多学科知识的融会贯通,显然不符合从整体角度研究生命活动及培养具有综合素质的医学人才的要求。当然,分学科开设实验也难以实现教学资源的优化配置。

20 世纪末,机能实验教学改革成为高等医学教育的一个热点。很多院校编写了机能实验教材,成立了机能综合实验室,用机能实验课替代了生理学、病理生理学和药理学的分科实验课。这已经成为当今医学教育的一个趋势,这一改革带来很多优点,特别是能够加强学生多学科知识综合运用能力的培养。但是新的机能实验教学内容、实验方法仍作统一规定,学生依然处于完全被动地位,亦步亦趋地进行实验,仍不太关注实验中蕴含的丰富知识信息和非预期的现象。这样的教学模式不可能调动学生的主动性和积极性,更不可能激发学习兴趣。王志均院士指出:“科学实验中最忌讳的是人云亦云,亦步亦趋,不思创新。”国际化现代教育理念是以教师为主导、以学生为主体,充分发挥学生的主体作用。教育者要转变传统的教育教学思想,改革不利于创新人才培养的传统教学模式和教学方法。

二、医学实验教学的性质、任务、目的

通过实验获得知识的科学,属于实验科学。专致于医学的实验科学称为医学实验科学。“实验医学”的开创者,法国著名生理学家伯尔纳(Claude Bernard)是现代医学的奠基人之一。他在《实验医学研究导论》、《实验医学研究原理》、《实验病理学讲义》和《动物和植物共有的生命现象》等著作中系统地阐述了医学研究的方法论、哲学思想、医学实验科学的性质和任务。医学知识来源于科学实验,是一门实践性很强的实验科学。在高等医学教育中开设实验教学课程,目的在于学习必需的实验技术方法,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,培养学员的动脑、动手能力和探索创新精神。概括地说是达到习格物之技艺、明知识之由来、晓知识之未迨之目的。

三、机能实验教学方法概论

我国的教师历来以“传道、授业、解惑”为己任，通常以“授业”和“解惑”为尽责，而疏于“传道”，更疏于“教而引思”。致使中国的学生只会“学答”，不会“学问”，没有问题怎么能发展？提不出问题何以能创新？固然传授知识是培养能力的前提，不学习知识就无从发展智力或能力，但学到了知识，并不等于发展了能力，知识多不等于能力强。在课堂教学中，教师如何提出启发性问题，布置使学员有思考余地的作业，特别是鼓励学生质疑，敢于和勇于提出科学问题。教师在传授知识的基础上，要把更多的精力放在为学员发展分析、解决问题能力创造条件和氛围上，把我们的认识从培根的“知识就是力量”转变到“掌握知识的力量才是力量”上来。

实验课不只是验证已知，更重要的是深入挖掘实验现象中蕴含的丰富知识信息，培养从事实验科学工作的能力。歌德曾经说过：“凡是值得思考的事物，没有不被人思考过，我们必须做的只是重新思考而已”。每个致力于献身科学的人，都不应以占有了前人思考的结论为满足。科学是不断发展的，已有知识不一定已成为定论，许多似乎已被定论的知识不断被后继的研究所修正或补充。科学理论有它的历史演进过程，任何科学理论都将随着科学的发展而发展。正如钱学森所说：“在自然科学中，除数学外，其他一切科学的命题在某种程度上是可争辩的，并且常处于会被新发现的事实推翻的危险中。”因此，科学不承认客观事实以外的权威，要提倡“怀疑精神”。真正的判断标准只能是实验，人类的智慧在永恒的检验、修正、补充中不断发展和完善。科学工作者应坚持与时俱进的永恒追求与探索，乃至有所发现、有所创造。应大力提倡从实验现象观察中寻找新的知识增长点，萌发新设想，产生新思路，充分挖掘学生的潜能。据此实验教学中应以现象为起点，引导学生探寻现象与本质的联系，启发学生“学而引思，思而生疑”，提出科学的问题。这样的教学模式一定能促使学生由传统的被动学习转变为主动学习，由只注意“学答”转变为“学问”，由教师要学生如何做转变为学生要如何做，从而实现“创新性教学”或“创造力教学”的理念。“创造力教学指的是要能真正有鼓励开发并表达受教育者想法的机会，如此才能发挥他们有创造力的才能”（伯尔纳语）。教师作为实验教材和实验教学的设计者，如何切实做到“以人为本”，营造充分发挥受教育者主体作用的宽松氛围和条件，从而发挥教员的主导作用，是转变教育理念实施“创造力教学”的关键。

20 世纪 50 年代开始，我国的高等教育借鉴前苏联的模式，特别强调基本知识、基本理论、基本技能的“三基”教学原则，但忽视了方法、特别是方法论。方法论属哲学范畴，它提供了人们应当怎样观察问题和处理问题的一般指导原则。古今中外卓有建树的科学家几乎均曾得益于哲学思维。哥白尼创立日心说受到古希腊自然哲学的启示；爱因斯坦深知“哲学是全部科学之母”；伯尔纳说到，生理学和医学工作者都需要哲学的帮助，需要正确的方法和理论思维；吴阶平教授特别强调医学生学哲学用哲学的重要性。医学教育工作者必须学习哲学理论并始终贯穿于教学科研实践中，引导学生学会运用哲学观点分析和解决问题。

四、机能实验课教学内容和课程体系的改革

按照人们认识事物的正常规律，即实践—认识—再实践—再认识的过程来安排实验教学。伯尔纳指出：“真正的科学家的工作，既包括实验的理论，又包括实验的实践。第一，他注意一个实事；第二，这个实事反映在他头脑中产生一个观念；第三，他按照这个观念进

行推理；第四，在这次实验中注视新的现象的产生，于是又回到了第一步，依次进行一遍。”他把这种过程归纳为：观察→观念（假设）→实验（包括观察）的过程。可见在实验中，观察是第一位的。教师应通过实验现象引导学生深化认识已知和探索未知。

按照上述理念，我们构建了机能实验教材内容和课程体系，教材内容规划为实验理论、实验实践和自学内容。实验理论课主要讲授：“实验科学的方法论”（即医学实验中如何应用辩证思维进行实验观察和分析）、“机能学实验数据的收集与整理”、“实验数据的计算机分析与绘图”、“生物信号记录基本知识及原理”、“实验设计基本知识”等。将实践课规划实施为四个阶段：

第一阶段：实验基本能力训练（结合实验理论教学内容，培养学生实验观察、思维能力和机能实验的基本技能）。

第二阶段：基础性实验（主要是对实验能力培养大有裨益的特色经典性实验）。

第三阶段：提高型实验（综合性实验及生命科学研究中技术难度较大的部分电生理实验），培养学生的综合能力和实验研究水平。

第四阶段：探索创新性实验（学生自行设计实施实验，亲身体验一次实验研究过程）。

这些内容是一个有机联系的整体。目的是经过循序渐进的实验教学过程，促进学生深化认识已知、探索未知、自主发展、和谐发展和深层次发展。

这种新的组合赋予机能实验课一个全新的面貌，体现一种全新的教学理念。不言而喻，这种安排要求教师的带教方法也要发生重大变革。强烈的责任心和循循善诱是这个变革的核心。

五、机能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。本教材1~6章的内容学生必须认真自学，每次实验课前必须认真做好准备，内容主要包括：实验目的原理、教学重点与难点、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、所用试剂溶液的成分及配制方法、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。

科学研究活动的本质是知识发现与知识创新，其中自主创新尤为重要。创新有赖于科学实践体验（experience）萌发新思路（idea）。从事科学工作，必须勤于实践，勤于思考。

进行科学实验是科学工作者的基本活动。不同的学科，不同的人，用不同的思维方式开展科学实验，有着不同的方法。但是，在生物医学领域内，有些基本原则和思维方式方法是大多数研究共同遵循和使用的。伯尔纳讲得十分精辟：“良好的方法能使我们更好地发挥运用天赋的才能，而拙劣的方法则可能阻碍才能的发挥。因此，科学中难能可贵的创造性才华，由于方法拙劣可能被削弱，甚至被扼杀；而良好的方法则会增长、促进这种才华。……在生物科学中，由于现象复杂，谬误的来源又极多，方法的作用较之其他科学更为重要。”在实验中学会观察与独立思考，于观察中思考，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。一个人掌握了他所研究的学科的基本理论和基本方法，并学会了独立思考和工作，比起主要以掌握细节知识而培养出的人，一定会更好地适应科学的发展。

这里所说的方法不应简单地理解为科学实验技术方法，还包括科学思维方法，概括地

讲,就是科学实验的方法学或方法论。只有运用唯物辩证法,才能找到适宜的最佳方法,才能了解事物的本质和发展规律。实验教学的重要内容之一,是通过书写实验讨论探寻实验现象发生的机理,运用辩证思维和逻辑推理方法探讨现象与本质的联系。本章第二节对此作了扼要论述。

实验过程中要善于观察、勤于思考和操作,要善于“学问”而不应只会“学答”。实事求是,获得真实可靠的资料,通过缜密的思考探究现象发生的机制,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。教与学者都要有责任心,努力做到举一反三,不能敷衍了事。惟如此,才能调动起学习的积极性,开发自己潜在的智能。

为能真正鼓励学生开发并表达自己的想法,实现创造力教学的理念,本教材提供了广博的内容和发挥学生主体作用的广阔空间,实验操作要把握原则性和灵活性相结合,要有所为和有所不为。在实验中有需要进一步探索的问题,应按照实验设计要求(第四章)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。

联系实际,学以致用,自己缺什么就补充学习什么,自觉完善自己;把思维方式、方法学习放在第一位,知识技能学习放在第二位,增强独立处理问题的能力,这是学生提高综合素质的基本要求。

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。

六、机能实验课教学对教师的要求

人才的培养、科技的创新靠科学实践。通过实验教学培养学生的实践能力和探索意识,是教师必须认真研究和永恒追求的目标。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。

第二节 实验科学中的观察与思考

一、观察、思维、想像与实验科学

在实验研究中,一般从仔细观察现象开始。观察什么、如何观察受思维指导。哲学家赫拉克利特说:“为了认识真理,获得智慧,首先要通过视觉、听觉、嗅觉、触觉等感觉器官去认识自然的事物。……要认识自然事物的真理,除了应用感官之外,更重要的还在于用脑思考,从这个意义上讲,智慧在于善于思考、善于想像。”科学研究必须借助于思维和想像力,以把握事物的内在本质,构想出事物的运动图式,挖掘出实验现象中蕴含的丰富知识信息。正如英国物理学家廷德尔所说:“有了精确的观测作为研究的依据,想像力便成为自然科学理论的设计师”。杰出的原子物理学家卢瑟福说:“出色的科学家总是善于想像的”。爱因斯坦把想像力当作一种可贵的智能,他认为“想像力比知识更重要,因为知识是有限的,