

·综述与讲座·

# 临床医学研究生实验技术操作培训教学现状研究

陈宇, 颜文青, 张绪超

(医学研究中心, 广东省肺癌转化医学重点实验室, 南方医科大学附属广东省人民医院  
(广东省医学科学院), 广州 510080)

**[摘要]** 针对实验室安全事故多为操作人员违反操作规程和操作不当造成的问题, 强调加强临床医学专业研究生实验室技术操作培训的重要性, 剖析现有实验技术操作培训存在的问题, 提出采取设立专项培训经费、加强实验技术带教队伍建设、充实实验操作培训教学内容、优化教学方法等措施, 全面提高临床医学专业研究生的实验技术操作能力, 助力医院研究生教育全面发展, 推动更好、更快的完成科研任务, 促进医院科研事业的高质量发展。

**[关键词]** 临床医学; 研究生教学; 实验技术; 操作培训; 教学方法

**[中图分类号]** R-33; G642.3 **[文献标识码]** A **DOI:** 10.12019/j.issn.1671-5144.2023.05.009

## Research on the Current Situation of Experimental Technology Operation Training for Clinical Medical Postgraduate Students

CHEN Yu, YAN Wen-qing, ZHANG Xu-chao

(Medical Research Institute, Guangdong Provincial Key Laboratory of Translational Medicine in Lung Cancer, Guangdong Provincial People's Hospital (Guangdong Academy of Medical Sciences), Southern Medical University, Guangzhou 510080, China)

**Abstract:** To address the recurring issue of laboratory safety incidents stemming from operator non-compliance with procedures and improper practices, this study underscores the significance of enhancing laboratory technical training for clinical medical graduate students. We delve into the existing challenges within experimental technology training and propose a series of measures. These measures included establishing dedicated training funds, fortifying the development of experimental technology teaching teams, augmenting the curriculum for experimental operation training, and optimizing teaching methodologies. These collective efforts aim to comprehensively enhance the proficiency of clinical medicine graduate students in experimental technology operations. This, in turn, supports the holistic advancement of graduate education within healthcare institutions, facilitates the more efficient execution of scientific research endeavors, and fosters the high-quality development of hospital-based research.

**Keywords:** clinical medicine; postgraduate teaching; experimental techniques; operation training; teaching approaches

**[基金项目]** 广东省医学科学技术研究基金(C2022003);  
广东省肺癌转化医学重点实验室项目  
(2017B030314120); 广东省人民医院党建课  
题项目(GDPHDJ202308)。

**[作者简介]** 陈宇(1987-), 男, 安徽安庆人, 工程师, 医学  
硕士, 主要研究方向为医学分子生物学。

**[通讯作者]** 张绪超, E-mail: zhuxuchao3000@126.com。

## 前言

医院生物医学实验室是医院进行人才培养、科学研究、实验教学、生产试验、检测检验和技术开发的重要场所, 也是临床医学研究生在医院从事学习和科学研究的主要场所。近年来, 随着国家硕士、博士研究生招生政策的改变, 在医院进行培养的临床医学研究生不断增加, 生物医学实验

室开放程度也越来越高,因研究生仪器使用不当、实验操作不规范等造成的安全事故概率也显著增加<sup>[1]</sup>。我们在实验室管理过程中发现,因操作不当而引发的安全事故时有发生。如何加强临床医学研究生的实验操作技术培训,建立有效的实验操作技术培训体系和带教策略,已经成为研究生教学中亟待解决的重要问题。

## 1 实验技术操作培训的重要性

### 1.1 实验操作不当和违反操作规程是引发实验室安全事故的重要原因

近年来,实验室安全事故频发,实验操作安全是引发实验室安全事故的重要原因之一。2014年对100起典型实验室安全事故分析发现,事故原因主要包括实验操作违反操作规程、操作不慎或使用不当、操作不当、废弃物处置不当、设备老化故障、反应失控、试剂存储不规范等,其中实验中人为操作不当或错误操作原因引起的安全事故占了安全事故总数的68%,而因此造成的人员伤亡数目更是接近80%<sup>[2]</sup>。另外,也有研究表明,实验室安全事故的当事人主要是研究生,发生时间主要在节假日,原因主要是学生违规操作<sup>[1]</sup>。我国大部分研究生培养模式均是导师进行理论指导,由高年级学生或实验技术人员进行具体实验操作教学,许多学生在进入实验室前未能接受系统规范的安全教育和培训,在实际操作中不注意防护或操作不规范,很容易引发安全事故。

### 1.2 临床医学研究生对生物医学实验技术掌握不足

随着现代科技的发展,医疗技术的进步对临床医学研究生提出了更高的要求,不仅需要掌握扎实的临床专业知识,还要承担起医学科研的重要任务。大多数研究生对生物医学实验技术相关知识的了解极其欠缺,他们现有的生物医学实验操作能力远远不能满足实际科学研究运用的需要。第一,临床医学研究生在本科教育阶段主要学习的是医学相关知识,对生物医学实验技术的学习和培训极少,缺乏先进仪器及各种相关配套设备的操作知识;第二,在研究生学位课程教育阶段,开展生物医学仪器及其实用实验操作技术课程的教育几乎是一个空白,大部分研究生没有进行过系统性学习<sup>[3]</sup>;第三,在课题研究阶段,研究生了解生物医学实验技术的手段多为自学或是技术公司组织的实验理论讲解,缺乏实际操作培训,因

而不能熟练运用各种实验技术。临床医学研究生因为缺乏系统的实验技能培训需要浪费大量时间摸索一些基本操作和技能,大大影响了科研项目进度。

### 1.3 部分临床医学研究生导师缺乏指导生物医学实验操作的时间和能力

医院培养临床医学研究生的导师多为临床医生,自身有着繁重的临床诊疗任务,有的甚至是科室或者部门领导,还要承担相应的行政工作,对研究生的技术指导时间极其有限,常常只给研究生提供研究方向和思路,具体的实验设计、技术操作及其分析则需由研究生自主进行实践和探索。部分研究生导师是临床专家,治病救人技术高超,研究方向和思路把握清晰,但自身实验技术操作能力不足。他们很少或没有进行过生物医学实验操作,也没有进行过实验操作技术培训,缺乏指导研究生进行实验操作的能力。对于导师来讲对临床医学专业研究生科研能力的培养更多地在于科研思维培养而非实验技术指导<sup>[4]</sup>,重理论轻实践,故而常造成研究生眼高手低的现象。

## 2 现有实验技术操作培训存在的问题

### 2.1 医院、高校和研究生本身均对操作培训教学重视度不高

医院或者高校对实验技术操作重视程度不高,临床医学专业基本都没有开设专门的“实验操作技术培训”课程。实际的操作培训多为生物医学实验室老师开设的培训班,只有参加了培训班的研究生才可以进入实验室从事科研活动,其目的是对进入实验室的学生进行实验操作基础培训,让其在进入实验室前充分了解实验室的操作安全内容及应急处理办法,避免实验室安全事故的发生。然而,部分研究生只是为了拿到进入实验室的资格才来参加操作培训,心理上并没有引起重视,培训效果不明显。

### 2.2 实验技术操作培训教学方法陈旧,教学效果不佳

“实验技术操作培训”因不受高校和医院重视,针对其教学方法的研究并不多见。目前,“实验技术操作培训”课程的实践教学主要以参观实验室、了解实验室仪器及特殊设备的使用方法和注意事项等为主,教学方法陈旧,开展形式单一,主要是理论教学和参观教学,学生的实际操作动手程序不多,真正实践体验和参与度不高。在进

行操作培训教学时,受现实条件的限制(场地、设备、耗材、试剂、经费等),部分医院在没有相关条件的情况下一般通过视频展示、现场参观等形式开展,研究生无法真实体验相关实验操作内容。因此,即使开展了操作培训教学,也未能达到理想的教學效果,尤其是“实验技术操作培训”的理论教学和观摩教学效果更差,甚至很多研究生只是为了完成导师任务而参加培训,未能体会到真正的“实验技术操作培训”的重要意义。

### 2.3 实验技术培训人员不足,知识结构不合理

实验技术培训是一项专业技术性要求较高的工作,要求培训老师具有丰富的理论知识和很强的操作能力。公立教学医院属于自负盈亏的事业单位,对于辅助科研的实验室工作缺乏重视,认为实验室工作比较简单轻松、没有技术含量、无需学历太高,造成实验技术人员老龄化,高职称、高学历的人员较少<sup>[5-6]</sup>。很多医院的实验技术队伍建设缺少整体规划,实验技术人员少,实验技术培训工作非常薄弱,没有实验技术队伍建设的专项经费和相应的政策,实验技术人员外出交流学习的机会也很少。随着科技创新越来越受到重视,新技术、新设备、新知识日新月异,对实验技术人员要求也越来越高,知识结构不合理和技能水平老化也成为了阻碍实验操作培训效果的现实问题,同时也开始影响医院科研水平的提高。

### 2.4 实验操作培训专项经费不足,无法完成实训,实践操作体验机会少

医院的科研经费主要用于大型实验平台建设及科研项目,而用于实验技术操作培训的专项经费整体不足甚至是几乎没有。医学类生物医学实验室大多由教室、宿舍或办公室二次改造而成,改造过程中虽重视仪器设备安装环境,但由于条件所限往往达不到标准要求,设计中更是忽视对实验平台设备的合理配置,造成实验操作培训使用设备不足。此外,生物医学实验培训需要大量的实验耗材和试剂,也需要经费进行购置,没有专项经费投入也就意味着没有足够的材料来支撑进行实验技术操作培训,研究生也就很少获得甚至没有实训的机会。

## 3 医院科研实验室技术操作培训的内容和效果

医院类生物医学实验室常用的实验主要包括生化与分子生物学、微生物、细胞生物学、动物和

以人类样本为研究对象的实验<sup>[7]</sup>。针对临床医学研究生的实验操作培训也就主要包括基本实验操作常识培训、医学分子生物学实验技术操作培训、高危实验仪器操作培训、高精尖实验设备操作培训和动物实验操作培训等。

### 3.1 基本实验操作常识培训

医院科研实验室进行实验的实验对象主要是人或动物的器官、组织、血液,细胞,微生物,病毒等。这些实验对象多具有一定的感染性,实验前需要做好自我防护措施,如穿实验服、戴口罩和手套操作,不能直接接触实验对象,实验结束后应及时洗手消毒<sup>[8-9]</sup>。实验操作中须严格安排好实验流程进行操作,避免操作不当和严禁违规操作,有安全级别要求的实验需在通风橱或生物安全柜中操作,可能接触到实验对象的实验器材都应进行严格消毒处理<sup>[7]</sup>。实验结束后产生的实验废弃物要进行分类处理。废液要倒入专门的废液桶,禁止直接倒入下水道;实验耗材等固体废弃物要放入生物安全垃圾袋回收,先高压高温灭菌,再按照生物垃圾焚烧处理;实验中用到或产生的锐器,如注射器针头、破碎的玻璃器皿、玻片等也必须使用专用锐器盒回收,交由专门的部门处理。基本实验操作常识培训是试验规范操作的基础,能有效降低安全事故风险,营造安全的实验环境。

### 3.2 细胞和分子生物学实验技术操作培训

细胞和分子生物学技术是进行科学研究的基本手段,规范的实验操作能最大程度的保证科研数据的真实性、有效性和可重复性。临床医学研究生科学研究中常用的细胞和分子生物学实验技术主要有细胞培养技术(cell culture techniques)、目的基因克隆技术(gene cloning techniques)、核酸提取技术、蛋白提取技术、流式细胞术(flow cytometry, FCM)、反转录-聚合酶链反应扩增技术(reverse transcription-polymerase chain reaction, RT-PCR)、实时荧光定量PCR技术(quantitative real-time PCR, qPCR)、微滴式数字PCR技术(droplet digital PCR, ddPCR)、RNA干扰技术(RNA interference, RNAi)、酶联免疫吸附测定技术(enzyme-linked immunosorbent assay, ELISA)、荧光原位杂交技术(fluorescence in situ hybridization, FISH)和蛋白质免疫印迹技术(western blot, WB)等<sup>[10-12]</sup>,系统的实验操作培训能有效降低研究生对这些基本操作技能进行摸索的时间,极大的规范了实验操作过程。

### 3.3 高危实验仪器操作培训

医学研究实验常用的高危仪器在使用前必须受到严格操作培训,考核合格后方可进行独立操作。主要包括高压灭菌锅、高速离心机、超速离心机、烤箱、恒温箱、水浴锅、液氮罐等,均需要专人专管,其中高压灭菌锅属于特种设备,操作人员还需要进行专业的培训,拿到许可证方能进行操作。高危实验仪器操作培训能大大提高研究生的安全意识,有限降低因高危仪器引起的实验室安全事故发生率。

### 3.4 尖端实验设备操作培训

临床医学研究生要进行的科学研究多是创新性和临床转化研究,常用到系列尖端实验设备,此类设备价值极高,操作培训也需要更加严格。如:激光扫描共聚焦倒置显微镜、小动物活体全身光声成像系统(B超)、小动物活体CT系统、流式细胞仪、高通量测序系统、高内涵细胞成像分析系统等仪器设备,价值均在百万以上,甚至高达千万,操作不慎或不规范极可能会造成设备损坏,带来极大的经济损失。尖端实验设备操作培训,不仅可以避免因操作失误而造成损失,还有助于研究生了解其应用领域,促进这些技术在基础和临床科研中的推广。

### 3.5 动物实验操作培训

动物实验操作培训内容主要有如何根据研究目的来选择实验动物,如何合格饲养动物、如何规范操作动物实验并正确处理动物样本。实验动物要在条件合格的动物房饲养,动物实验则要在专门的动物实验中心进行实验<sup>[7]</sup>。实验动物的使用必须符合伦理道德要求。动物实验结束后,废弃动物组织及尸体应该用专用塑料袋密封后尽快放入专用的冷冻柜冻存,然后集中焚烧或移交给专门机构处理<sup>[13-14]</sup>。动物实验是医学研究中的重要一环,动物实验操作培训能有效促进研究生的科研水平。

### 3.6 培训效果

#### 3.6.1 有助于提高研究生的规范操作意识和操作能力

通过实验技术操作培训,研究生体会到了实验操作的重要性,同时实验操作能力也得到了显著提高。操作培训要求研究生亲自上手进行实验操作,强化了动手操作能力,节省了大量学习和摸索基本技术操作的时间。大部分研究生经过培训后,都能认识到规范实验操作过程可以提升实验结果的准确性,避免不必要的重复实验,减少实验

时间和实验材料浪费;也能在实验工作中按规范使用危险化学品、按规范使用各种仪器设备,遵守各项安全操作规程,规范实验步骤,从而减少了实验室的安全隐患,也减少了安全事故发生的概率。

#### 3.6.2 有助于营造良好的实验室环境

实验技术操作培训,除了培训实验操作的规范性和准确性外,还始终强调要创造和保持良好的实验室环境。培训教学内容要求研究生在做实验操作时,实验设备器具、材料要规范放置;实验室内严禁存放私人物品;实验废弃物要严格执行医院实验室的规定要求处置,集中、分类放置,废液不能随意倒入水池中、废弃材料不能随意放置在实验台上,废物更不能随意堆放在地上,医疗废物要放置在专门的垃圾桶等。通过培训,研究生在提升操作能力的同时也养成了良好的实验操作习惯,能主动遵守实验室的各项规章制度、规范放置实验室内各项物品,营造了良好的实验室环境。

## 4 实验技术操作培训常用教学方法

随着技术的更新和科技的进步,传统的操作培训教学方式已经无法满足临床医学研究生教学的需要,混合教学方法应运而生。混合教学方法以案例教学法、综合实训法、观摩教学法、微课教学法混合运用,有助于提升研究生的学习兴趣和积极性,培养学生应变、科研思维、团队协作、实践操作、沟通交流等能力,提高了教学质量。

### 4.1 案例教学法

案例教学法是指运用基于研究案例的方法使研究生参与到真实课题研究的案例中<sup>[15]</sup>。它由哈佛商学院于20世纪初创建,如今哈佛大学商学院已有超过80%的课程是以案例教学法为主<sup>[16]</sup>,其应用在当前各类教学中都取得了较好的成效。实验技术操作培训的案例教学法借助真实课题研究开展教学,培训老师提前对学生进行一次完整研究课题思路和实验方案的讲解,研究生针对教师提供的研究思路查阅资料,熟悉实验方案和实验的详细步骤。教师或高年级的研究生将针对实际实验方案带领研究生进入实验室进行实验的操作教学,并讲解操作要点和难点。这过程不仅能够让学生更扎实地掌握所学知识,还能提高学生操作实践能力,有助于将实验的理论和实验操作实践链接起来,使研究生在未来遇到类似的情况可以直接进行运用,提高研究生对实验技术操作学习的效果。案例教学法能激发研究生的

学习兴趣,使研究生有了更多独立思考和自主操作的空间。

#### 4.2 综合实训法

综合实训法是一种实践教学方法,以实验技术操作过程为基础,以实验操作能力为导向,通过具体的实验技术操作实践,最大程度激发研究生的操作实践能力,是部分医院的生物医学实验室最常用的一种实验技术操作培训方法。综合实训法不仅注重培养专业技术能力和研究生个人意识,还注重培养师生沟通能力。综合实训法普遍应用于各种教学场景,培训导师主导,根据培训实验操作内容需要设计实验方案,研究生为主体,根据方案进行实验操作实训,其主要过程包括实验方案设计和确认、实验技术操作、实验结果分析和讨论等。整个过程对研究生的综合操作能力、师生沟通能力都进行了全面的提高,使研究生实验理论教学与实验操作实践充分结合,极大保证了研究生实验操作能力的提升,也让其对实验过程中的要点难点及易出现的问题和后果有更深刻的认识。

#### 4.3 观摩教学法

观摩教学法是在设备和实验条件不足的医院类生物医学实验室常用的一种实验技术操作教学方法。主要以研究生参观实验室、了解实验室仪器及特殊设备的使用方法和注意事项等为主,辅以培训老师进行实验操作并讲解实验中要注意的要点和难点,研究生的真正实践体验和参与度不高,无法真实体验相关实验内容,无法激起研究生主动学习实验操作的热情和主动思考实验问题的动力,进而导致实验技术操作培训的效果不佳。

#### 4.4 微课教学法(微视频教学法)

微课教学法是近年兴起的一种新型数字化教学手段,是在教学信息化的基础上发展起来的,微课的概念是2008年由美国新墨西哥州圣胡安学院的高级教学设计师、学院在线服务经理 Penrose 提出的<sup>[17]</sup>,主要是利用现代信息技术和终端设备,对实验技术操作教学内容中的操作过程,尤其是易出错的动作和难理解的知识点,通过小视频方式进行直观、生动、明确地展现,帮助研究生们更好的理解所学知识和掌握重难点及易错动作<sup>[18]</sup>。微课教学具有针对性,而且主题突出、短小精悍、形象生动、趣味性强等特点。微课课程是一个经过专业教学设计的主题明确、鲜明生动、知识紧凑的教学单元资源包,实验过程压缩为主要步骤,视频时长较短且容量比较少,研究生可以在任

何时间进行自主下载学习和分享。微课通过音视频进行教学,研究生可以在线学习或移动学习,更有助于信息的传播和分享,也更符合当前研究生们的碎片化学习方式。微信平台辅助教学方式就是微课教学法的一种,现已广泛应用于各行各业的教学。

## 5 结 语

加强临床医学研究生实验技术操作培训,创新操作培训模式,是现代临床医学研究生培养对医院提出的必须要求,不仅能强化研究生实验操作能力,还能有效降低实验室安全事故发生的风险,对培养科研、临床双料创新医学人才和创造安全的科研工作环境都具有积极推动作用。医院根据生物医学实验室现存在的问题,设立实验技术操作培训的专项经费,加强实验技术人员队伍建设,优化教学方法,可全面提高临床医学专业研究生的实验技术操作能力,推动更好、更快的完成科研任务,助力医院科研事业的高质量发展。

### [参 考 文 献]

- [1] ZHANG X, REN X, ZHAO C, et al. Thinking and exploration of strengthening laboratory safety awareness of scientific research postgraduates[J]. Health Vocational Education, 2022, 40(18):32-34. [张晓迪,任晓婷,赵晨茜,等.加强科研型研究生实验室安全意识的思考与探索[J].卫生职业教育, 2022,40(18):32-34.]
- [2] LI Z. Research on statistical analyses and countermeasures of 100 laboratory accidents [J]. Experimental Technology and Management, 2014,31(4):210-212. [李志红.100起实验室安全事故统计分析及对策研究[J].实验技术与管理, 2014,31(4):210-212.]
- [3] LIU B, XIE P, SHU C, et al. Curriculum construction of biomedical instrumentation and practical technology [J]. Researches in Medical Education, 2008, 7(3): 238-240. [刘北忠,谢鹏,舒朝忠,等.生物医学仪器及其实用技术课程建设[J].医学教育探索, 2008,7(3):238-240.]
- [4] XU H, LU J H, YU Y Y, et al. The current situation and thinking of the research skills development for postgraduates specialized in clinical medicine [J]. Chinese Journal of Medical Education, 2019, 39(6):446-449. [徐昊,鲁继红,于岩岩,等.临床医学专业学位研究生科研能力培养现状与思考[J].中华医学教育杂志, 2019,39(6):446-449.]
- [5] WANG W, JIA X. Exploration and practice of construction of experimental technical team based on settings and training [J]. Experimental Technology and Management, 2014,31(7):11-13. [王卫荣,贾贤龙.实验技术队伍建设实施方案的探索与实践[J].实验技术与管理, 2014,31(7):11-13.]

