

# 医学院校微生物教学实验室现状与优化

张蕊\*

(宁夏医科大学, 银川 750004)

**摘要:** 新时代背景下对生物安全提出了新的要求, 也将其列为重中之重。医学院校是培养和造就医学人才的摇篮, 微生物学作为基础医学中一门重要学科, 同时具有理论与实践相结合的教学特性, 基于微生物教学实验室中存在的生物安全问题, 优化建设迫在眉睫。本文通过分析列举微生物教学实验室现状, 从师生安全意识、实验室安全管理、存在的安全隐患等方面, 本着以学生为中心的教学理念, 探讨实验室的优化建设与人员管理, 进一步提高实验室的科学化、规范化。

**关键词:** 生物安全; 实验教学; 微生物教学实验室; 实验室管理

## Current status and optimization of microbiology teaching laboratories in medical schools

ZHANG Rui\*

(Ningxia Medical University, Yinchuan 750004, China)

**ABSTRACT:** New requirements have been put forward for biosafety in the new era, and it is also listed as a top priority. Medical universities are the cradle of medical talents. Microbiology, as an important subject in basic medicine which combine the theory and practice. Based on the biosafety problems existing in microbiology teaching laboratories, it is extremely urgent to optimization. Through analyzing the current situation of microbiology teaching laboratory, this article mainly discusses the current situation and optimization of microbiology teaching laboratories. In line with student-centered teaching conception, contains the safety awareness of teachers and students, laboratory safety management, and existing safety risks, so as to improve the scientific and specification of microbiology teaching laboratories.

**KEY WORDS:** biosafety; experiment teaching; microbiology teaching laboratory; laboratory management

## 0 引言

生物安全是指生物性的危险因子在现代技术开发与应用中可能对社会环境和人类健康造成的潜在危害, 及对其采取的一系列有效预防和控制措施<sup>[1-2]</sup>。

《微生物学》是一门具有较强系统性、综合性与应用性的基础医学课程。在医学院校中, 针对不同专业的学生还划分为《微生物学》《医学微生物学》《病原生物学与免疫学》等课程。由

于这类科目具有理论与实践高度结合的特性, 注重于考查学生的实验操作与动手能力, 故微生物实验教学是学习这门课程必不可少的组成部分。然而, 微生物学实验的材料常为病原微生物, 且涉及生物安全问题, 整个实验过程中, 稍有疏忽不慎就可能发生微生物的污染与外泄, 严重还可能造成危害社会与人身安全, 因此, 如何做到符合生物安全要求, 同时保证实验教学安全顺利地展开, 科学规范管理实验室, 是实验室管理人员工作的重点与难点<sup>[3]</sup>。

\* 通信作者: 张蕊, 硕士, 助理实验师, 研究方向为病原生物学与免疫学。E-mail: 312596589@qq.com

\*Corresponding author: ZHANG Rui, Master, Assistant Experimentalist, Ningxia Medical University, Yinchuan 750004, China. E-mail: 312596589@qq.com

## 1 微生物教学实验室现状与问题

在医学院校中,微生物学实验室主要供临床医学、药学、中医学、护理学、生物科学等专业学生微生物学实验课的教学使用。随着高校发展扩招,学生规模增大,存在实验人员流量大,实验室数量紧张,使用频次高,实验废弃物多且清理不及时,实验设施老旧,制度不完善,许多实验教学的开展已无法达到生物安全的要求,为防止事故发生造成不良后果而大量删减实验内容等现象,也因此暴露出了当前微生物教学实验室存在的诸多问题,以下将从几个方面展开分析:

### 1.1 学生缺乏有菌观念,生物安全意识淡薄

微生物学课程通常为大一学生的基础课程,对于刚进入大学的学生而言,生物安全和无菌操作都是比较陌生的概念,学生对微生物实验认识不足,缺乏生物安全与实验室安全方面的培训,了解此类知识的渠道大多为课前代课教师对注意事项的讲解与强调,但依然存在个别学生不够重视或由于错误认知产生的畏惧心理,在实操过程中出现培养物外泄或皮肤创伤等突发状况,从而造成恐慌和不良情绪。上课前会要求学生将水杯、书包、外套等个人物品放置在实验室外的规定区域,严禁带入实验室,且实验室内的任何物品不得带出,但学生仍不免将课本、手机带入实验室,且授课过程中还会时不时将手机取出存在交叉污染的风险。即便如此,必不可少带入实验室的实验报告册也会因当堂无法完成上交而带出实验室。通常大部分学生在实验过程中能够按照要求无菌操作,但依然存在一些学生因对实验内容不熟悉或操作过于紧张而造成微生物外泄、实验室环境污染等隐患。这些情况的发生都会增加实验室的管理难度和人员感染的风险。

### 1.2 课程满学生多,实验废弃物处理压力大

近年来各专业不断扩大招生,学生数量大幅度增多,又因响应生物安全的要求,在实验过程中增加提供了一次性隔离衣、一次性手套、一次性帽子、一次性口罩等防护用品。由于实验室数量有限,课程安排紧凑,也导致了大量实验耗材废弃物的堆积,实验课结束后堆积成山的废弃实验防护用品造成了生物垃圾处理的压力,一旦处理不及时就会出现废弃物占地堆积,不仅提高了装备耗材的成本,同时也增加了环境污染的隐患。许多高校因为实验室条件有限,没有设置划分独立的污染区存放生物垃圾和实验废弃培养物等,只是单独堆放在一个固定区域,随着实验废弃物的增多,如果高压灭菌处理不及时,长时间堆放会有大量细菌滋生,有的废弃培养物在堆放过程中还会出现培养皿盖打开或试管塞脱落等情况,细菌暴露在空气中也会增加感染性气溶胶传播的风险<sup>[4]</sup>。

### 1.3 实验室使用频次高,环境消毒清洁难度大

教学用实验室与科研用实验室存在一定程度上的差异,教

学用实验室供所有专业学生实验教学使用,人员流动性大,学生数量多,大大增加了实验室日常消毒和清洁的难度。大部分高校的微生物教学实验室通常只涉及不会引起人类或者动物疾病的微生物,但如若实验操作不当,或日常消毒清洁不到位,也会有造成危害公共安全的风险。目前实验室环境消毒方式单一,大多采用消毒液或75%的酒精喷洒擦拭实验台面,定期对实验室紫外灯消毒<sup>[5]</sup>,紫外灯多为悬吊式安装于天花板,其消毒范围局限,作用范围难达到地面,且细菌死亡率受灯管表面清洁度和使用时限的影响<sup>[6]</sup>,多数实验室在这方面不够重视,紫外灯的使用没有相关记录,灯管表面覆盖灰尘粉浆,甚至超出使用时限无法达到消毒的标准。微生物实验室环境中存在的微生物密集,又因其肉眼无法观察的特性,一旦消毒不彻底,当身体上有暴露的伤口或处于亚健康状态时会加大感染的风险。医学院校部分专业学生的微生物学科目与免疫学结合为一门课程,因而免疫学的实验教学也在微生物学教学实验室进行,如此一来还存在着交叉污染的风险。

### 1.4 实验环境条件受限,教学内容不断删减

在医学院校中,以临床医学学生所学科目《医学微生物学》为例,主要涵盖了细菌学、真菌、四体、病毒学等方面的内容,其涉及范围广,且与人类传染性疾病息息相关。由于实验教学实践性强,并在实验过程中可能会接触到活菌的观察与培养,因此,生物安全问题需要尤为注重。根据国家卫生健康委于2023年8月18日发布的《人间传染的病原微生物名录》<sup>[7]</sup>,金黄色葡萄球菌、表皮葡萄球菌、普通变形杆菌、链球菌属等细菌的活菌操作所需实验室等级为BSL-2。通常仅作为基础实验教学的微生物实验室为一级生物安全实验室(BSL-1)<sup>[8]</sup>。在过去的医学微生物的实验教学中,会尽量采用危害较小的非致病菌,但为了实验的综合性与完整性,还是不可避免会使用有致病性的菌种<sup>[9]</sup>。因此,金黄色葡萄球菌、表皮葡萄球菌生长情况的观察、血浆凝固酶实验,普通变形杆菌的迁徙生长现象、硫化氢实验,链球菌在血平板上的溶血环观察与液体培养基中的沉淀生长现象等实验内容,在当前的实验室条件下,都无法应用于课堂的实验教学中,为符合生物安全的要求,教学内容不断删减,许多实验课程都在逐步取消,学生无法动手操作或进行实物的观察,不仅影响了学生对知识的理解和记忆,降低了学生的主动性与参与度,也影响到了整体的学习效果。

### 1.5 实验室设施设备等存在的安全隐患

在微生物实验室中,高压蒸汽灭菌器、干燥箱、恒温培养箱、生物安全柜是重要且存在着一定安全隐患的仪器设备,需要实验室工作人员具备使用、管理以及日常保养维护的能力。高压蒸汽灭菌器在使用过程中为高温高压的运行状态,由于课程与学生的不断增多,故使用高压蒸汽灭菌器对培养皿、培养基以及废弃培养物进行高压灭菌处理的频率也相对增多,长期高负

荷的运转，如有操作与维护检查上的疏忽大意，一旦发生事故后果不堪设想。大型的高压蒸汽灭菌器在灭菌过程中会不断向外排放蒸汽，其空气过滤装置的定期更换是容易被忽视的问题，在高压灭菌废弃培养物时若有毒物质或细菌通过蒸汽排出则有污染环境的风险。干燥箱的使用过程中需要有工作人员在旁监测，长时间的高温运行存在火灾隐患。培养物常需要过夜培养，恒温培养箱长时间处于开机状态，错误地使用与设备老化都有引发火灾的危险。生物安全柜使用不当、物品堆放杂乱、未定时更换过滤器、未定期对其进行性能认证检测等行为会增加操作人员的感染风险。在实验教学过程中常使用酒精灯，课堂秩序混乱、错误使用酒精灯、学生安全意识薄弱等容易造成火灾、灼伤等意外事故的发生。微生物玻片标本的观察常用到油镜，擦去镜油的二甲苯具有刺激性气味大，一定毒性和易燃的特点，在使用过程中如有二甲苯泄漏等情况发生，都是实验室中容易被忽视的安全隐患，需要做好安全培训与教育。

## 2 实验室优化建设与改进措施

### 2.1 建立准入制度，加强安全教育

学生初入实验室，没有受过相关的安全教育，对规章制度认识不清晰，对生物安全意识不到位是存在的普遍现象。因此，建立健全安全管理制度，将安全教育与实验室准入制度作为进入实验室必修课，并严格遵照执行，可以大大降低事故发生的概率。在实验课开课前，可通过线上或线下的方式对学生进行实验室规章制度、实验操作注意事项、生物安全教育等方面的宣传培训，培训中可穿插考核打卡、趣味问答，并作为平时成绩的一部分从而提高学生的重视度与兴趣。与此同时，增加实验室准入考试，学生通过系统的学习与刷题，并量化标准，能够掌握实验室相关安全知识与注意事项后方可参加准入考试，成绩达到规定要求才有资格进入实验室，否则需要继续刷题直至成绩合格。准入考试可采用题库随机抽取，避免学生存在侥幸心理。针对实验室的注意事项、操作规范，以及正确手清洁步骤等，可以制作成小视频，并在每次实验课开始前于课堂的大屏幕上循环播放，以更直观的方式让学生了解并牢记有菌观念、生物安全与微生物实验室存在的安全隐患。通过规范化、制度化的教育培训，增强学生的安全意识。

### 2.2 实验室优化建设，完善运行管理制度

高校中微生物教学实验室仅用于学生开展实验教学活动，由于上课学生多、人员流动大、空间需求大、生物安全防护要求较低等原因，往往存在重视不够，经费不足，空间限制，很难将实验室改建成生物安全水平二级（BSL-2）实验室。以下主要针对微生物教学用实验室，改善现状、缓解生物安全压力所提出的优化建议，仅供参考。将实验室划分为授课区与实验区并有效隔离。于授课区进行实验课的理论教学，不涉及任何

病原微生物的实验操作，学生可将课本、实验报告、手机等物品带入授课区。授课结束后于实验区进行显微镜观察、培养物观察、实验操作等，实验区需在显眼处张贴生物安全警示标识，学生不得将任何私人物品带入实验区，进入实验区后着隔离衣、一次性帽子、一次性手套、一次性口罩等防护用品，实验操作完毕脱去防护用品后必须正确洗手方可离开，不得将实验区内的任何物品带出。实验区内配备洗眼器、喷淋等应急装置，同时配置一定数量的生物安全柜，实验过程中如涉及致病性的菌种，需在生物安全柜中观察或操作。实验区每次实验结束后，整体消毒台面，并用紫外灯照射进行环境消杀，紫外灯管定期清洁检测，达到使用时限后及时更换。划分出独立的污染区用于放置实验产生的生物垃圾与废弃培养物，并及时分类处理，污染区定期清洁与紫外消毒，避免有害物质传播造成环境污染。将授课区与实验区相互隔离，可以有效避免学生个人物品出入实验室造成的交叉污染，同时也能将涉及微生物操作的实验区域独立起来，实行严格的消毒管理。定期对隔离衣进行清洗消毒，可以替换掉一次性隔离衣造成大量生物垃圾的环保压力。针对有免疫学实验需求的课程，授课区还可进行理论授课与不涉及生物安全问题的免疫学实验教学。将各个区域有效利用，在符合生物安全的要求同时，保障课程安全顺利地地开展，以达到改善现状的目的。

### 2.3 改善设施条件，引入多元化教学

配备一定数量的生物安全柜，具有致病性微生物的实验操作或培养物观察全部在生物安全柜中进行，通过改善设施条件，提高防护措施，从而解决一些实验操作无法引入课堂教学的问题。优化改革课程内容，设计采用更为贴近日常生活的实验，如细菌在人体分布的检测，取材鼻拭子或咽拭子进行血平板培养；检测洗手前后与消毒后细菌的分布情况等，尽量避免接触具有传染性与致病性的微生物。选用非致病性的菌种或模拟实验标本替代存在生物安全风险的实验材料，在达到实验效果的同时确保实验教学安全进行。引入多元化教学，借助虚拟仿真技术，通过模拟实验环境与模拟实验操作的方式，将一些受生物安全等因素限制，无法在课堂上展开教学的内容，更为安全、直观地呈现给学生。虚拟仿真技术可以有效避免微生物感染等危险的发生，弥补了传统实验教学上的限制，是一种全新的教学体验。目前，一些高校已引入多元化的教学模式，并受到师生的认可好评，取得了良好的教学效果<sup>[10]</sup>。

### 2.4 强化实验室管理，重视技术人员培训

建立完善的实验室安全管理制度，应定期组织人员对实验室进行监督巡查，如发现安全隐患及时解决，从源头杜绝各类安全隐患与事故的发生。加强安全教育，针对实验室可能出现的各种突发状况制定应急处理预案，重视实验室管理人员的专业培训，如何正确快速地消毒处理意外泄露的微生物培养物，

如何正确处理包扎学生在实验过程中意外暴露的伤口, 以及学生对生物安全产生恐惧心理的正确疏导等, 有助于引导学生走出误区, 正确看待微生物实验课中存在的风险。实验人员需严格掌握实验室仪器设备的使用规范, 并做好日常管理与维护。高压蒸汽灭菌器的使用需持证上岗, 并定期由专业人员对安全阀、压力表等装置进行校验, 于使用期限内更换大型高压蒸汽灭菌器的空气过滤器, 防止高压过程中菌物通过排气装置外泄。教学使用的菌种按照规定严格管理, 建立菌种管理保藏制度, 菌种的存取与使用由专人负责并做好记录, 对存放菌种的冰箱采用双人双锁, 以确保实验室安全。

### 3 结束语

高校是吸收人才、培养人才、输送人才的重要阵地, 微生物实验教学的特殊性对生物安全工作提出了更高的要求, 管理微生物教学实验室是落实生物安全的关键环节, 需要加大重视和管理力度。根据当前医学院校微生物教学实验室的现状与不足, 本文主要从师生的安全教育、实验室建设、多元化教学模式、技术人员培训等方面进行分析, 并提出了相应的改进措施, 通过加强师生安全教育, 增强责任意识, 优化实验室环境, 改进设施条件, 严格制定并遵守各项规章制度, 从而营造安全规范的实验环境, 保证教学高效开展。

实验室管理工作是一项在探索中不断完善的重要课题, 需要持续关注前沿领域并更新改进, 加快适应新时代背景下所提出的新要求。保障实验室安全和实验课顺利开展是每一位实验技术人员的职责所在, 将安全责任意识深入人心, 提升专业水平与创新能力也是每一位实验技术人员强化学习的源动力。

### 参考文献

[1] 汤文庭, 李赫, 唐奇. 高校传染病实验室生物安全管理现状

与对策研究 [J]. 中国动物传染病学报, 2022, 30(02): 233-236.

[2] 刘懿, 林华, 刘伟, 等. 生物安全实验室安全管理体系研究 [J]. 质量安全与检验检测, 2024, 34(01): 104-107

[3] 武有聪, 王涛, 白丽, 等. 医学微生物学实验教学中的生物安全问题探讨 [J]. 中国病原生物学杂志, 2016, 11(02): 1-3

[4] 张伟深, 刘秋娜, 吴美茹, 等. 浅谈病原微生物实验室安全问题与对策 [J]. 广东化工, 2020, 47(16): 233

[5] 万双双, 宋广忠, 杨璠. 浅谈高校病原微生物学实验教学的生物安全管理 [J]. 中国卫生检验杂志, 2019, 29(01): 124-126

[6] 曹璟宜. 医学实验室紫外线灯使用现状及其消毒效果调查 [J]. 中国消毒学杂志, 2010, 27(06): 768-769

[7] 国家卫生健康委办公厅. 人间传染的病原微生物名录 [EB/OL]. [2023-08-18]. <http://www.nhc.gov.cn/qjjys/s7948/202308/b6b51d792d394fba175e4c8094dc87e.shtml> [2024-03-18].

[8] 马雪娇, 卢耀勤, 刘涛. 实验室生物安全管理研究进展 [J]. 中国预防医学杂志, 2018, 19(03): 238-241

[9] 唐小云. 医学微生物学经典实验与理论教学相融合的教学体会 [J]. 基础医学教育, 2019, 21(02): 132-134

[10] 徐欣欣, 陈容容, 魏东盛, 等. 微生物学实验课程多元化建设以及辐射作用 [J]. 实验室科学, 2023, 26(05): 94-98

### 作者简介



张蕊, 硕士, 助理实验师, 研究方向为病原生物学与免疫学。