

学科交叉背景下医学高校实验室安全教育课程体系建设研究

何明珠 赵磊 贺亚玲 妥静 常越辰

石河子大学医学院, 新疆石河子市, 832000;

摘要: 学科交叉背景下, 医学实验室安全教育面临风险复杂化、能力需求复合化、责任主体多元化及安全标准缺失等挑战, 传统课程体系存在内容与跨学科需求不适应、教学模式单一、师资知识结构局限、评价缺乏交叉应用考核、无跨系协同机制等问题。为此, 需构建“基础+专业+交叉”立体能力模型, 重构模块化教学内容, 创新教学方法, 建设跨学科师资队伍, 加强跨领域协作, 整合教学资源, 实现课程体系系统性优化, 保障复合型医学人才培养质量。

关键词: 学科交叉; 医学高校; 实验室安全; 课程体系; 教育改革

DOI: 10. 64216/3080-1494. 25. 12. 071

前言

学科交叉融合使医学实验室成为跨学科创新载体, 但也对安全工作提出更高要求, 导致基于单一学科的实验室安全教学呈现内容滞后、模式固化、协同不足等问题^[1]。构建适应学科交叉需求的实验室安全教育课程体系, 是保障实验安全开展和培养复合型安全素养医学人才的关键^[2]。对此, 需以学科交叉新需求为出发点, 分析课程体系现状, 提出系统性建设策略, 为医学高校实验室安全教育改革提供借鉴。

1 学科交叉对医学实验室安全教育的需求

1.1 多学科融合带来的实验室风险类型复杂化

由于学科的交叉和融合, 使得医学实验室的风险由传统的生物安全、化学安全扩展到生物、化学、物理、数据等多个层面, 并呈现出复合、叠加的特点。不同研究领域在实验对象、操作流程、技术手段等方面存在着显著的差异, 这就造成了新型风险因子的产生, 生物样本、工程材料的联用而引发的复合污染问题, 以及基因编辑和信息技术交叉衍生而引起的数据安全隐患等^[3]。多学科设备共用的出现, 进一步加大了风险交叉感染的可能性, 使得传统单一风险评估框架已不能满足复杂场景的需要, 需建立多维度、动态的风险识别与预警体系。

1.2 跨学科实验操作对复合型安全能力的要求

跨学科实验打破了传统的技能边界, 要求操作人员具备生物防护、化学试剂管理、辐射防护及数据安全规范等多学科安全知识的整合能力。同时, 新兴仪器设备与技术方法的应用, 要求操作人员能够快速识别风险和掌握针对性防护技能, 并且能够在应对突发安全事件时综合运用多学科知识^[4]。传统单一学科导向的安全能力

培养模式已经不再适应需求, 需要构建多维度、整合化的能力培养体系。

2 医学高校实验室安全教育课程体系的现状分析

2.1 现有课程内容与学科交叉需求的匹配度不足

目前, 医学高校的实验室安全教育课程还停留在传统的学科导向模式上, 不能满足多学科交叉的需要。当前, 课程教学多聚焦单一学科基础安全知识的传授, 对新兴交叉领域安全内容覆盖不足, 出现了安全教育的“碎片化”现象: 基础安全知识有重复讲授之处, 但缺少生物信息数据安全、医工结合设备操作安全等跨学科的知识点; 课程建设滞后, 缺乏对基因编辑、类器官培养等前沿技术的安全规范的要求; 不同学科的安全内容缺少系统性的整合, 很难建立起覆盖多学科风险的知识体系。这就造成了学生在进行跨学科实验时, 不能对复合型风险进行有效的识别, 其安全防护能力与实践需求之间的差距显著^[5]。

2.2 教学模式单一化

目前医学高校的实验室安全教育还停留在传统的理论讲授阶段, 缺乏适应学科交叉需求的创新性教学方法, 学生参与度和教学效果均有待提高。其具体表现为: 以课堂讲授、PPT 演示为主的教学形式固化, 缺少交互性和实用性, 难以激发学生主动学习意识; 教学场景与真实实验环境相分离, 使理论知识与跨学科操作需求不相融合, 导致学生很难将抽象概念转化为具体防护能力; 现代化教学技术应用不够, 虚拟仿真、情景模拟等手段还没有得到广泛运用, 无法模拟复杂的、跨专业的、风险性较大的教学场景, 学生应对突发安全事件的实战能

力薄弱。另外,教学忽视了学生的个性化需求,没有针对不同学科背景学生的知识结构差异进行因材施教,使得教学的针对性和有效性更弱^[6]。

2.3 师资队伍知识结构难以覆盖多学科安全领域

师资队伍的单一知识结构,很难适应安全教育的多学科需求,是影响安全教育质量的主要原因。目前,医学高校实验室安全教育师资多为医学类实验室管理人员或专业课教师,其知识背景仅限于某一特定的学科领域,对于跨学科的安全知识掌握不足:首先,他们缺少系统的跨学科安全培训,对新兴交叉领域的安全规范与风险特征认知不够;其次教学团队学科构成单一,缺少医学、工学、理学等多学科背景师资的协同配合,很难进行跨学科的联合教学活动;再者师资实践能力较差,大部分教师缺乏处理复合型安全事件的实战经历,这就造成了教学内容与实际需求之间的差距。这一知识结构的局限性,直接制约了该课程内容的深度与广度,使其无法为学生进行全面的多学科的安全指导。

2.4 课程评价体系缺乏对交叉应用能力的考核

现有的课程评价主要是对学生的理论知识进行考核,缺少对学生在跨学科安全应用能力进行系统的评价,不能真实反映学生实际的安全防护水平。当前医学高校实验室安全教育评价体系存在以下局限:一是考核内容侧重知识点记忆,以选择题、判断题等客观题型为主,忽略了对风险识别、应急处置等实践能力的测评;二是评价方式比较单一,多采用期末笔试的方法,缺少对学生的过程性评价和动态化评估,不能全面反映学生在跨学科实验中的安全表现;三是在评估标准中缺乏对交叉应用能力的明确定义,未能针对多学科风险场景设置综合性的考核指标体系,使得学生没有足够重视交叉领域安全问题。这种评价使得学生把安全课程作为“应试科目”来看待,不利于培养学生主动的安全防护意识与综合应用能力。

3 学科交叉背景下医学高校实验室安全教育课程体系的构建分析

3.1 构建“基础+专业+交叉”的三维能力模型

医学院校实验室安全教育应在学科交叉的大环境下,打破传统的单一的人才培养模式,构建“基础+专业+交叉”的立体安全能力模型。基础层侧重于安全素养教育,包括实验室法律法规、风险识别、个人防护、应急处置等普适性安全知识教育,以培养学生对安全问题的基础认知与规范意识,为跨学科实践奠定共同能力

基座。专业层重点培养具有学科特色的安全能力,依据医学各分支学科的实验特点,针对性强化生物安全、化学安全、辐射安全等领域的专业技能,以保证学生掌握本学科核心安全规范。交叉层以复合型安全能力为核心,重点培养学生在多学科融合场景下的风险研判、知识迁移与协同处置能力。

三维模型的构建应该遵循“递进式”的人才培养逻辑,即基础层作为必修内容面向全体学生,专业层按学科方向分模块教学,交叉层通过跨学科项目实践深化应用。同时,要建立能力矩阵评估体系,明确各层级的核心能力指标,以保证能力培养与学科交叉需求的精准对应。该模型不仅强化了安全能力的系统性与层次感,而且为具备不同学科背景的学生提供了个性化的能力发展路径,有效弥合了传统的单一学科培养与综合素质教育之间的差距。

3.2 模块化设计与跨学科知识点融合

新的课程设计理念以“模块化设计+跨学科知识点融合”为核心,构建三维能力模型。模块化设计突破传统学科界限,重构为“基础+专业+交叉”体系:基础模块涵盖实验室通用安全知识、法律法规与伦理规范;专业模块按学科方向划分;交叉模块聚焦“生物信息学数据安全”“医工结合设备操作安全”“纳米生物材料风险防控”等新兴融合领域。各模块采用“知识点—技能点—应用场景”三层架构,确保内容系统可操作。而跨学科融合通过“知识图谱关联机制”实现模块间知识衔接,例如生物安全“样本污染防控”关联化学安全“试剂泄漏处置”,辐射安全“剂量监测”关联医学影像“设备操作规范”;同时补充合成生物学“基因编辑工具安全管理”、AI辅助诊断“医疗数据隐私保护”等交叉领域内容。因此,为保持课程前沿性,建立动态更新机制,定期跟踪学科交叉发展动向,及时纳入最新安全规范与技术标准,最终形成各学科特色鲜明、交叉融合紧密的安全知识网络。

3.3 案例教学、虚拟仿真与跨学科联合实训结合

教学方法的创新,需要推进“案例教学—虚拟仿真—联合实训”的“三位一体”教学模式改革。案例教学以真实的跨学科安全事件为主线,以“事件还原—风险分析—处置反思”为逻辑链,培养学生复合型风险识别与应对能力,所选取的案例涵盖生物与化学交叉污染、医工结合设备事故等多学科场景,构建了案例库并建立动态更新机制。虚拟仿真技术可以打破时间和空间的局限,通过搭建“生物病毒泄漏与化学爆炸耦合”“放射

性物质丢失搜寻”等高风险的场景,利用三维仿真和VR/AR技术,进行沉浸式的应急处置训练,提高学生实战能力。跨学科联合实训是以校级公共平台为依托,设置“多学科安全观察员”角色,通过跨领域教师的协同和指导,以强化学生协作意识、责任意识为目的,组织多学科学生团队开展模拟交叉实验。三者紧密结合,形成“理论—模拟—实战”的闭环,实现由知识到能力的转化。

3.4 跨学科导师团队组建与安全培训机制完善

我们提出了“团队组建”+“培训机制”协同发力的跨学科化与专业化师资队伍建设方案。师资队伍的跨学科化建设要打破院系的藩篱,建立“核心团队+柔性团队”的师资队伍建设模型:核心团队包括实验室管理专家、医学安全领域教师、工科技术人员及伦理学专家,主要承担课程体系设计和核心教学工作;柔性团队可以吸纳临床医院、科研院所的一线安全管理人员以讲座、工作坊等形式参与教学。同时,还需要制定“跨学科导师资格认证制度”,对跨学科导师的知识结构和教学能力标准进行界定。

完善的安全培训机制应构建“常态化+专题化”的培训体系:常态化培训侧重于基础知识的更新,组织导师定期学习《实验室生物安全通用要求》GB19489等国内外最新的安全法规和交叉学科前沿技术的安全风险;专题化培训针对特定领域深入研究,可联合行业机构开展实操培训。另外,还应建立“导师实践考核制度”,对导师的教学能力进行动态监控,包括对学生实训指导情况的评估和模拟跨学科安全事件处置的考核。通过对团队组建与培训机制两个方面进行优化,使师资队伍由原来的“单一学科专家”转变为“跨学科安全导师”,从而为课程体系的顺利实施提供源源不断的智力支持。

3.5 建立多部门协同管理平台与动态更新机制

课程体系长效运行需构建多部门协同管理平台与动态更新机制。协同平台以学校实验室管理处为核心,联合教务处、科研处、院系及附属医院,建立“决策—执行—监督”三级体系:决策层负责总体规划与政策支持,执行层承担课程实施与资源调配,监督层保障教学质量。平台实行“定期联席会议制度”,每月召开跨部门协调会解决课程开设、师资调配及实训资源共享等问题,并依托信息化系统实现教学资源统一管理 with 开放共享。动态更新机制覆盖内容更新、方法优化与评价迭代:内容上,构建“学科交叉需求调研机制”,每年通过师

生及科研团队问卷调研安全需求,结合国内外标准修订调整课程模块;方法上,紧跟教育技术发展,适时引入虚拟仿真、AI辅助教学等新技术;评价上,依据学生安全能力评估结果,动态调整教学目标与考核指标。通过上述机制,课程体系可实现从“静态固化”到“动态适配”的转变,持续响应学科交叉背景下的安全教育需求。

4 总结

总而言之,学科交叉背景下,医学高校实验室安全教育需打破传统框架,推进问题导向的课程改革。当前存在课程内容与交叉需求匹配不足、教学模式单一、师资知识结构局限、评价缺乏交叉考核、跨院系协同机制不健全等问题。对策包括构建“基础+专业+交叉”三维能力模型、重构模块化教学内容、创新教学方法、建设跨学科师资队伍、加强多部门协同管理。通过系统优化,实现从“单一学科覆盖”到“多学科融合”、“理论灌输”到“实践赋能”的转变,为医学交叉创新研究奠定基础,提升复合型医学人才培养质量。

参考文献

- [1] 刘佳霖. 高校交叉学科实验室信息化管理现状调查及对策[J]. 实验室研究与探索, 2022, 41(11): 292-297.
- [2] 陈永井, 金雪明. 新医科背景下高校科研机构实验室安全管理路径探究[J]. 科教导刊, 2025(4): 110-113.
- [3] 徐伟, 蒋芸. 高校实验室危险废弃物安全管理的研究[J]. 实验室科学, 2023, 26(5): 191-193.
- [4] 霍莹, 袁园, 王莹. 跨学科合作视角下高校医学科研创新与发展的探讨[J]. 中国高校科技, 2020(6): 8-11.
- [5] 罗砚浓, 葛仁友, 吴美燕. 医药类本科高校生物医学工程专业的学科建设及人才培养探析[J]. 科教导刊(电子版), 2023(12): 37-39.
- [6] 何明珠, 赵磊, 贺亚玲, 妥静. 交叉学科背景下高校医学类实验室安全课程体系建设探索与实践[J]. 教育教学研究 2025, 7(6): 166-167.

作者简介: 何明珠, 出生年月: 1989 年 12 月, 性别: 女, 民族: 汉族, 籍贯到省市: 山东省日照市, 职称: 高级实验师, 学历: 博士, 研究方向: 实验室安全。
项目: 2024 年石河子大学医学院本科教育教学改革研究项目(YXYJG2024008)