

高校医学实验室废弃物管理现状及改进措施探究

曾 玉¹ 酒卫华^{1,2} (通讯作者)

1.海南医科大学基础医学与生命科学学院热带转化医学教育部重点实验室 海南 海口 571199

2.海南医科大学教务处 海南 海口 571199

【摘 要】：随着高校医学教育与科研的不断发展，医学实验室废弃物产生量日益增加，且这些废弃物种类多、危害大，若管理不善，会对环境和人体健康造成严重威胁，因此本文对高校医学实验室废弃物管理现状展开调查分析，揭示当前管理中存在的问题，并针对性地提出一系列改进措施，以此提升高校医学实验室废弃物管理水平，达成环境保护与实验室安全的双重目标。

【关键词】：高校医学实验室；废弃物管理；现状分析；改进措施；环保安全

DOI:10.12417/2811-051X.25.09.014

引言

在医学人才培养与科研创新进程中发挥关键作用的高校医学实验室，实验时会产生化学、生物、放射性等大量成分复杂的废弃物，其中部分具有毒性、腐蚀性、传染性或放射性，一旦未经妥善处理随意排放，不仅会污染环境，还会给师生及周边居民健康带来潜在风险，因此加强高校医学实验室废弃物管理既是高校自身发展的必要之举，也是履行社会责任、守护生态环境的必然要求。

1 高校医学实验室废弃物管理现状

1.1 废弃物分类情况

根据相关规定高校医学实验室废弃物主要分为感染性、病理性、损伤性、药物性和化学性五大类，其中感染性废物指被病原体污染的实验器材和培养基等，病理性废物包含人体组织、病理切片，损伤性废物涵盖医用针头、玻璃试管等锐器，药物性废物是废弃的药品、疫苗，化学性废物则有废酸、废碱、有机溶剂。目前多数高校已在实验室设置标注相应标识的分类收集容器重视分类收集工作，但实际操作中仍存在化学性废物与感染性废物混放等分类不准确问题^[1]。

1.2 管理责任主体

不同高校在实验室废弃物管理责任设置上存在差异，部分高校由实验室与设备管理处统筹协调全校管理工作、各学院实验室具体执行，也有高校设立专门环保管理部门统一负责全校管理。但也有高校存在管理职责划分不清晰的问题，导致部门间相互推诿，像处理跨学科实验室废弃物时，实验室与设备管理处和学院常因责任界定不明影响处理效率。

1.3 处理流程与方式

高校处理废弃物通常与有资质的第三方机构合作，实验产

生的废弃物由实验室师生按规定分类收集于专用容器，待达到一定量后通知学校相关管理部门，由其联系第三方机构进行转运处理。其中化学性废物多采用中和、焚烧等方式，感染性废物一般先经高温灭菌再作后续处理，病理性废物则多采用焚烧。不过实际操作中存在实验室废弃物长时间积压的问题，原因在于第三方处理机构服务响应不及时或处理能力不足，同时高校内部转运流程较为繁琐。

2 高校医学实验室废弃物管理存在的问题

2.1 管理制度不完善

尽管众多高校已出台实验室废弃物管理办法，然而部分制度因缺失详实的实施细则与操作流程，在实践层面暴露出诸多问题。具体而言，制度中未对不同类型废弃物收集容器的材质、规格以及存放条件等关键要素予以明确界定，致使实际操作过程中难以形成统一标准——酸性废液收集容器材质若未规范，可能出现金属容器被腐蚀的情况；危险化学品废弃物存放条件不明，可能导致其因环境因素发生反应引发安全事故。与此同时，制度对违规行为的处罚措施存在表述模糊、惩戒力度不足等缺陷，无法对相关行为形成强有力的约束机制。由于违规成本较低，实验室废弃物随意丢弃、混放现象频发，诸如将剧毒试剂与普通化学试剂混杂存放，不仅增加后续处理难度，更埋下严重的安全隐患，使得原本制定的管理制度难以有效落实，影响实验室废弃物管理工作的有序开展^[2]。

2.2 环保意识淡薄

部分高校存在师生对实验室废弃物危害认知不足、环保意识淡薄的现象，在实验过程中仅关注实验结果而忽视废弃物正确处理；教学环节中教师对学生废弃物处理教育缺失，致使学生难以养成良好环保习惯，像部分学生因不了解化学试剂危害，直接将未反应完全的试剂倒入下水道，造成环境污染。此

通讯作者：酒卫华，讲师。

课题项目：* 2022 年海南医学院教育科研课题项目（HYYB202264），海南医学院 2022 年大学生创新创业项目（202211810008）

外实验室工作人员在废弃物收集、转运过程中也存在未严格按照规定操作的情况,进一步加剧环境风险,暴露出从师生到工作人员全链条环保意识薄弱的现状。

2.3 处理设施与技术落后

部分高校医学实验室现存废弃物处理设施陈旧落后,难以满足日益复杂的废弃物处理需求,且由于缺乏先进处理技术支撑,致使处理效率和效果大打折扣。一些高校甚至未设置专门的废弃物暂存场所,即便有暂存场所,也存在不符合安全环保标准的情况,由此带来废弃物泄漏、挥发等潜在风险,不仅威胁校园环境安全,还可能对周边生态造成不良影响。在处理技术层面,针对复杂化学废弃物与放射性废弃物,目前仍缺乏行之有效的处理手段,以含有重金属的废液处理为例,传统处理方法往往无法达到理想效果,处理后的废液难以满足严格的排放标准。与此同时,高校在废弃物处理技术研发方面资金投入有限,难以引进先进的处理技术与设备,进一步制约废弃物处理水平的提升。

2.4 经费投入不足

实验室废弃物管理离不开购置专用收集容器、建设暂存场所、支付第三方处理费用等经费支持,可部分高校因对废弃物管理经费投入不足,导致相关工作难以有效开展。为节省经费,这些高校选择减少与第三方处理机构合作频次,致使废弃物在实验室长时间积压;同时,经费不足还制约着处理设施更新与技术改进,让废弃物管理水平难以提升。

3 高校医学实验室废弃物管理改进措施

3.1 完善管理制度

高校构建科学化规范化实验室废弃物管理制度体系需紧密结合自身实际,在职责划分上明确实验室管理部门作为统筹协调单位负责制度修订与流程监督,院系实验室主任作为第一责任人承担日常管理与应急处置职责,实验指导教师对学生操作全程监管以保障废弃物分类正确,同时建立多部门联动机制,后勤保障部门负责转运衔接、环保部门提供专业指导,形成闭环管理体系^[3]。

操作流程设计方面制定分级分类标准,化学性废弃物细分为腐蚀性、毒性、易燃性等类别,生物性废弃物按感染风险划分为高致病性、普通感染性及病理性样本,放射性废弃物根据半衰期和活度设置专属处理流程;针对不同类型废弃物定制标准化收集容器,如耐酸碱PP材质废液桶、防穿刺生物安全转运箱、铅制放射性废物暂存罐,所有容器均需标注危废代码、警示标识、产生日期及责任人信息。

为强化制度执行效力建立“双随机一公开”检查机制,每月随机抽取10%实验室进行现场核查、每学期对所有院系开展全覆盖检查,检查结果通过校园管理平台公示;设立违规行为三级处罚制度,首次违规予以全院通报批评并扣除实验室绩效

分、二次违规暂停实验室使用权限、屡教不改者移交环保部门处理;同时将废弃物管理纳入师生年度考核,对表现突出者给予评优加分奖励,构建奖惩分明的管理生态。

3.2 加强环保教育与培训

为加强高校师生环保教育与培训,课程设置方面构建阶梯式教育体系,低年级医学专业课程嵌入《实验室安全与环保基础》模块,将废弃物分类标准、生物危害标识识别等知识融入解剖学、病理学等理论教学,高年级增设《医学实验室废弃物全生命周期管理》实践课程,借助虚拟仿真实验平台模拟化学试剂泄漏应急处置、感染性废弃物高温灭菌等操作流程;针对实验室工作人员,除开展季度专题培训外,建立“理论考核+实操认证”双轨制培训体系,邀请生态环境部门专家解读最新《医疗废物分类目录》修订内容,组织参观医疗废物集中处置中心,强化其对危险废物转移联单制度、特殊废弃物申报登记流程的理解与应用^[4]。

宣传教育形式上进行创新,制作系列科普短视频在校园公众号连载,以动画形式演示锐器盒规范使用、化学试剂中和处理等关键步骤,在实验室入口设置智能互动屏实时推送“今日危废处理小贴士”,举办“环保创意大赛”鼓励学生设计废弃物减量方案;建立“环保积分制”,将参与培训、正确分类废弃物等行为转化为德育学分,形成“教育-实践-激励”闭环管理模式,全方位营造全员参与、科学规范的实验室环保文化氛围。

3.3 升级处理设施与技术

为加大实验室废弃物处理设施投入,需从硬件建设、设备配置与技术升级多维度协同推进。依据实验室规模与废弃物类型,严格按照《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2023)科学规划建设废弃物暂存场所,通过设置分区明确的物理隔离空间,配备防渗漏托盘、自动监测报警系统等基础设施,全方位保障暂存环节安全可控。

处理设备配置上针对不同性质废弃物精准选型,化学废液处理引入集成化高效废液处理装置,借助膜分离技术中的纳滤、反渗透实现污染物截留与资源回收,搭配离子交换树脂去除重金属离子,并利用在线监测系统实时调控处理参数,确保处理后水质达到《污水综合排放标准》(GB8978-1996);放射性废弃物处理则建设符合辐射防护标准的专用暂存库,采用铅屏蔽结构结合远程监控系统,配备放射性废物分类收集容器,针对不同半衰期核素运用固化处理、深地质处置等专业技术实现安全处置。

建立高校产学研协同创新机制与环境工程企业、科研院所共建废弃物处理技术研发中心,以联合攻关、技术转让等方式引入生物降解、等离子体处理等前沿技术,定期组织技术培训与经验交流活动,将实验室废弃物处理能力提升纳入高校绿色科研体系建设,构建可持续管理模式。

3.4 保障经费投入

高校构建完善的实验室废弃物管理资金保障体系,需设立专项经费,在经费预算编制阶段,结合实验室规模、废弃物产生量及处理技术要求,制定科学合理的经费使用计划,像针对化学试剂类废弃物,优先购置防腐蚀、防泄漏的专用收集容器;对高风险的生物样本废弃物,确保有充足资金用于第三方专业机构合规处置服务;定期安排资金用于老旧处理设施升级改造,引入智能化监测设备和新型处理技术,提升废弃物处理效率与安全性。

拓宽经费来源渠道方面,高校可主动与政府部门、社会机构建立合作关系,积极申报国家及地方环保专项资金、科研项目配套经费,利用政策红利获取资金支持;与环保企业、科研机构开展产学研合作,共同开发实验室废弃物资源化利用项目,例如合作建立有机废液生物降解处理中心,将实验产生的有机废液转化为工业燃料或生物肥料,利用先进的膜分离技术,对重金属废液进行无害化处理与金属回收,此类项目既能有效解决废弃物处理难题、实现资源循环利用,还能通过产品销售创造经济效益,形成“以废养废”的良性循环,缓解高校在废弃物管理方面的经费压力;高校还可探索设立废弃物管理公益基金,吸引校友、企业及社会公众的捐赠,为废弃物管理工作提供长期稳定的资金补充^[5]。

3.5 建立信息化管理系统

利用物联网、大数据与云计算等信息化技术搭建的实验室废弃物管理系统,是实现实验室废弃物高效管理的重要途径,通过构建全流程闭环管理体系,保障废弃物管理的规范性与安全性。在硬件配置上,实验室部署智能称重终端、RFID 标签

打印机及二维码扫描设备,与管理平台形成协同;管理平台集成实时监控、智能预警、数据分析等功能模块,为废弃物全生命周期管理提供技术支持。

师生在实验中产生废弃物时,需规范操作:借助终端设备扫描容器 RFID 标签,自动关联实验项目信息,同步录入废弃物种类(涵盖化学试剂、生物样本、放射性废物等类别)、精确数量(液体按毫升、固体按克或件数统计)、产生时间等关键数据,再依据危险等级将废弃物存放至对应区域。系统还提供便捷的在线预约转运服务,用户可根据实验室实际情况,选择工作日的特定时段提交转运申请。

管理部门通过系统驾驶舱,以电子地图、数据看板等可视化方式,实时掌握各实验室废弃物的产生动态与存放位置;当某区域存储量触及预警阈值,系统自动通过短信、APP 推送等多级提醒机制,确保管理部门及时安排转运。同时,系统强大的数据分析功能可生成季度/年度废弃物产生趋势图、处理成本明细表、风险分布热力图等报告,为优化资源配置、完善管理制度提供数据依据,大幅提升管理效率与决策科学性。

4 结论

高校医学实验室废弃物管理关乎校园环境安全与师生健康,是一项复杂且重要的工作。分析当前管理现状,暴露出管理制度不完善、师生环保意识淡薄、处理设施技术落后、经费投入不足等问题。对此,可通过完善管理制度、加强环保教育与培训、升级处理设施与技术、保障经费投入、建立信息化管理系统等改进措施,提升废弃物管理水平,实现安全规范处理,为高校医学教育科研可持续发展筑牢保障。高校还应持续总结经验,不断优化废弃物管理工作,积极助力环境保护事业。

参考文献:

- [1] 李丹.浅谈高校实验室危化品管理现存问题及改进措施[J].清洗世界,2023,39(08):193-195.
- [2] 孙宇.高校实验室危化品管理现状及提升措施[J].石化技术,2024,31(10):190-192.
- [3] 代玲玲.我国高校实验室危险化学品管理现状与改善措施文献综述[J].应用化工,2022,51(02):25-26.
- [4] 黄国玲.实验室安全与管理的现状与改进策略——以地方高校为例[J].管理科学与工程,2023,12(06):86-87.
- [5] 何辉.论医学类高校实验教学作用与实验室管理[J].家有孕宝,2021,3(02):26-27.