

医学类专业学生对实验室生物安全教育的认知现状及其影响因素



陈柯涵^{1,2}, 罗凡¹, 刘媛媛¹, 陈述亮¹, 熊海蓉¹, 侯炜^{1,2}, 陈良君³

1. 武汉大学基础医学院医学病毒学研究所 (武汉 430071)
2. 武汉大学公共卫生学院流行病学与卫生统计系 (武汉 430071)
3. 武汉大学中南医院检验科 (武汉 430071)

【摘要】目的 了解高校医学类专业学生对实验室生物安全教育的认知现状及其影响因素, 为医学类院校的实验室生物安全教育提供科学参考和建议。**方法** 选取 2023 年 10 月至 11 月某双一流大学选修“实验室生物安全”课程的医学生为研究对象, 利用问卷星平台发布问卷, 进行实验室生物安全教育情况调查。**结果** 共回收 517 份有效问卷, 87.04% 的医学生支持开设实验室生物安全课程并设为必修课, 对生物安全知识的掌握程度平均得分较高 (5.75 分); 83.17% 的医学生认为日常学习专业课的过程是知识的主要来源 ($\chi^2=50.456$, $P < 0.001$), 85.49% 的医学生认为缺乏真实场景是了解知识过程中的阻碍因素 ($\chi^2=122.501$, $P < 0.001$); 是否接受过系统的生物安全培训与医学专业本科生和研究生实验室生物安全知识掌握程度之间均具有相关性 ($P < 0.001$), 且在医学专业研究生中更明显 ($\chi^2=12.303$, $P < 0.001$)。**结论** 医学生对实验室生物安全教育的态度较为积极, 且对实验室生物安全知识的掌握程度较好; 同时, 系统化的培训是医学生掌握生物安全知识的关键因素。

【关键词】 实验室生物安全; 医学生; 安全教育; 安全培训; 认知

【中图分类号】 R-33 **【文献标识码】** A

Current status of cognition of laboratory biosafety education among medical students and its influencing factors

CHEN Kehan^{1,2}, LUO Fan¹, LIU Yuanyuan¹, CHEN Shuliang¹, XIONG Hairong¹, HOU Wei^{1,2},
CHEN Liangjun³

1. Institute of Medical Virology, School of Basic Medical Sciences, Wuhan University, Wuhan 430071, China

2. Department of Epidemiology and Health Statistics, School of Public Health, Wuhan University, Wuhan 430071, China

3. Department of Laboratory, Zhongnan Hospital of Wuhan University, Wuhan 430071, China

Corresponding authors: HOU Wei, Email: houwei@whu.edu.cn; CHEN Liangjun, Email: chenliangjun@whu.edu.cn

DOI: 10.12173/j.issn.1004-4337.202410137

基金项目: 2022 年武汉大学研究生精品课程建设项目 (413100067); 2021 年武汉大学医学部研究生通开课程建设项目 (2021-TK-06)

通信作者: 侯炜, 博士, 教授, Email: houwei@whu.edu.cn

陈良君, 博士, 副主任技师, Email: chenliangjun@whu.edu.cn

【Abstract】Objective To understand the current status and influencing factors of medical students' cognition of laboratory biosafety education, and to provide scientific reference and suggestions for laboratory biosafety education in medical colleges and universities. **Methods** Medical students who took the course of "Laboratory Biosafety" in double first-class universities from October to November 2023 were selected as the research subjects. Questionnaires were released by the Questionnaire Star platform to investigate the situation of laboratory biosafety education. **Results** A total of 517 valid questionnaires were collected, 87.04% of the medical students supported the establishment of laboratory biosafety courses and made them compulsory, and the average score of mastery of biosafety knowledge was higher (5.75 points). 83.17% believed that the daily learning process of professional courses was the main source of knowledge ($\chi^2=50.456, P<0.001$), and 85.49% believed that the lack of real scenarios was the hindrance in the process of understanding knowledge ($\chi^2=122.501, P<0.001$). There was a correlation between whether or not one has received systematic biosafety training and the level of laboratory biosafety knowledge mastery among undergraduate and graduate students majoring in medicine ($P<0.001$), and it was obvious among medical graduate students ($\chi^2=12.303, P<0.001$). **Conclusion** Medical students had a positive attitude towards laboratory biosafety education and demonstrated a strong understanding of biosafety knowledge. Furthermore, systematic training is the key factor for medical students to master biosafety knowledge.

【Keywords】 Laboratory biosafety; Medical students; Safety education; Safety training; Cognition

实验室生物安全是指通过一系列措施确保参与实验活动的人员、环境和公众免受生物有害物质威胁^[1-2]。然而,近年来多个实验室发生病原体感染人等事故,如2004年某国家级病毒研究机构发生SARS冠状病毒实验室人员感染事件^[3];2019年在中国农业科学院兰州兽医研究所师生中发现181例布鲁氏菌病抗体阳性案例^[4]。高校医学生在实验课程和科学研究中常涉及处理细菌、病毒和细胞等生物材料的操作,因此针对医学生的实验室生物安全教育至关重要。

目前关于高校实验室生物安全的研究不断受到关注,主要聚焦于实验室风险管理、管理制度、设备规范等方面,还涉及病原微生物的处理、操作规程等具体问题^[5]。作为进入实验室比例较高且生物安全事件高发的群体,医学生对实验室安全的认知和相关安全知识的熟悉程度在实验室生物安全的重要性不容忽视。本研究以某双一流大学的医学生为研究对象,探究医学生对实验室生物安全领域的认知现状,分析存在的问题,以期高校管理部门和实验室工作人员提供有关实验室生物安全的参考和建议。

1 资料与方法

1.1 研究对象

采用随机抽样的方式,选取2023年10月至11月某双一流大学的医学类专业学生为研究对象。纳入标准:①选修“实验室生物安全”课程的医学类本科生和研究生;②对本研究知情同意。排除标准:重复参与调查者。

1.2 调查方法与内容

以实验室生物安全相关知识为基础,查阅相关文献,并咨询专家意见,制定《某双一流大学医学生实验室生物安全情况的调查问卷》,利用问卷星线上平台进行调查。所有研究对象均被告知本研究的目的、意义、问卷填写注意事项等。调查遵循自愿原则,以匿名形式通过问卷星链接或扫描二维码进行填写,并在线提交。问卷质量控制包括:①在设计阶段确保问题清晰简洁、逻辑合理;②填写问卷前说明注意事项;③筛选符合研究目标的样本并保证样本多样性;④进行数据完整性检查和异常值检测;⑤定期审查数据并根据反馈修正问卷。

问卷内容包括：①性别、年龄、年级、学院和专业等基本信息；②医学生对实验室生物安全的认知；③医学生对实验室生物安全相关知识掌握程度；④医学生对实验室生物安全相关知识了解途径。涉及生物安全方面的调查问卷内容涵盖 3 个维度 12 个条目。

1.2.1 医学生对实验室生物安全的认知

该部分包括 4 个条目，分别是：“您是否认为实验室生物安全与国家安全有关”、“您认为是否有必要在研究生阶段开设关于实验室生物安全的课程”、“是否有必要设置为必修课”、“您认为以下主体（学院、学校以及政府）在实验室生物安全的监管中的重要程度”，“很不重要”计 1 分，“很重要”计 5 分。

1.2.2 医学生对实验室生物安全相关知识掌握程度

该部分包括 4 个条目，分别是：“您认为实验室感染的途径”、“您是否了解生物安全实验室的分级”、“各分级实验室的主要设施设备和防护方法”、“您是否了解各级生物安全防护中的一级防护屏障及二级防护屏障概念”。选中正确答案或选择了解相关知识计 1 分，选中错误答案或选择不了解 / 不确定计 0 分，各题得分之和为医学生实验室生物安全知识掌握程度的得分。总分为 7 分，以平均分为界值，大于平均分为知识掌握程度较好，小于平均分为知识掌握程度较差。

1.2.3 医学生对实验室生物安全相关知识了解途径

该部分包括 4 个条目，分别是：“您所掌握的生物安全知识来源”、“您希望了解的实验室生物安全知识”、“您希望了解的仪器的生物安全操作”、“您认为在了解实验室生物安全知识过程中的阻碍因素”。

1.3 统计学方法

采用 SPSS 26.0 和 R 4.3.1 软件进行数据分析。计数资料采用频数和百分比 ($n, \%$) 进行统计描述，计量资料以均数和标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示。采用 t 检验比较不同组在各统计指标项之间的差异。 $P < 0.05$ 表示差异有统计学意义。问卷中调查内容为多选时，分别统计每个选项的选择人数，计算普及率（选项人数 / 调查的总人数 $\times 100\%$ ）和响应率（选项人数 / 所有选项被选择的次数 $\times 100\%$ ），进而反映每个选项的

医学生群体的广度和深度，并进行拟合优度检验，验证选项之间是否存在显著性差异。

2 结果

2.1 一般资料

共回收问卷 532 份，剔除不合格问卷 15 份，获得 517 份有效问卷，有效回收率为 97.18%。最终纳入 517 名研究对象，其中男性 270 人（52.22%）、女性 247 人（47.78%）；本科生 314 人（60.74%）、研究生 203 人（39.26%）；年龄范围为 16~36 岁，平均年龄（ 20.72 ± 3.84 ）岁。

2.2 医学生对实验室生物安全的认知

2.2.1 实验室生物安全与国家安全

在参与调查的 517 名医学生中，508 名（98.26%）认为实验室生物安全与国家安全相关，表明多数受调查者认为实验室生物安全不仅停留在实验室层面，在国家安全层面也有着重要的意义。

2.2.2 实验室生物安全课程的开设

504 名（97.49%）医学生认为在本科生 / 研究生阶段开设有关实验室生物安全课程是必要的，450 名（87.04%）认为在本科生 / 研究生阶段实验室生物安全课程应当设为必修课，28 名（5.42%）认为不应当设为必修课，其余 26 名（5.03%）则表示不确定。这表明医学生普遍具有较高的生物安全认知水平，且有较高的意愿接受实验室生物安全培训。

2.2.3 实验室生物安全监管主体

如表 1 所示，医学生对学院、学校、政府在实验室生物安全监管中重要程度评分的平均分与中位值 3 分有显著性差异（ $P < 0.001$ ），表明医学生群体有明显的态度偏向，认为学院、学校、政府在实验室生物安全监管中均起到了较为重要的作用，根据重要程度由大到小分别为学院、学校、政府。

2.3 医学生对实验室生物安全相关知识掌握程度

2.3.1 实验室感染途径

由表 2 可知，医学生认为实验室感染途径的拟合优度检验（不包括“其他”选项）未呈现出显著性（ $\chi^2=5.058, P=0.168$ ），意味着各项的选择比例不具有明显的差异性，并且除“其他”选项外，各感染途径的普及率均大于 85%，说明医

学生认为经皮肤接种感染、微生物气溶胶吸入感染、食入感染、接触动物感染是实验室感染的途径,表明医学生群体对实验室感染途径知识的掌握程度较好。

2.3.2 生物安全实验室分级

对生物安全实验室分级有所了解者有 437 名

(84.53%),其中了解各级生物安全实验室的主要设施设备和防护操作的有 353 名(68.28%),不了解以及不确定者有 84 名(16.25%),表明多数医学生对生物安全实验室分级相关知识掌握程度较好,但仍有部分学生欠缺此类知识,且了解程度可能不够深入。

表1 医学生对实验室生物安全监管主体重要程度的认知情况

Table 1. Cognition of medical students on the importance of laboratory biosafety supervision bodies

监管主体	样本量	最大值	最小值	平均值	标准差	t值	P值
学院	517	5	1	4.67	0.865	43.928	<0.001
学校	517	5	1	4.58	0.893	40.330	<0.001
政府	517	5	1	4.45	0.966	34.045	<0.001

表2 医学生对实验室感染途径的认知情况

Table 2. Cognition of medical students on the routes of laboratory infection

项目	响应		普及率 (%)
	选择人数 (n)	响应率 (%)	
经皮肤接种感染	511	25.64	98.84
微生物气溶胶吸入感染	511	25.64	98.84
食入感染	452	22.68	87.43
接触动物感染	507	25.44	98.07
其他	12	0.60	2.32

拟合优度检验: $\chi^2=5.058, P=0.168$

2.3.3 实验室生物安全防护屏障

365 名(70.60%)医学生了解实验室生物安全防护中的一级及二级防护屏障概念,不确定是否了解和不了解者分别有 79 名(15.28%)和 73 名(14.12%),表明仍有较多医学生对实验室生物安全防护中的一级及二级防护屏障概念相关知识不了解。

2.4 影响医学生了解实验室生物安全知识的相关因素

2.4.1 医学生掌握实验室生物安全知识来源

由表 3 可知,医学生掌握生物安全知识来源的拟合优度检验(除“其他”)呈现出显著性($\chi^2=50.456, P < 0.001$),意味着各项的选择比例具有明显的差异性,可通过响应率和普及率具体对比差异性。日常学习专业课的过程、生物安全相关手册和实际实验操作的过程这三项的响应率和普及率较高,说明上述途径是医学生掌握实验室生物安全知识的主要来源,生物安全专项培

训、自行搜索网络等也是医学生掌握生物安全知识的途径。

2.4.2 医学生了解实验室安全知识的阻碍因素

由表 4 可知,医学生在了解实验室生物安全知识过程中的阻碍因素的拟合优度检验(除“其他”)呈现出显著性($\chi^2=122.501, P < 0.001$),表明各项的选择比例具有明显的差异性。缺乏真实场景这一选项的响应率和普及率较高,说明缺乏真实场景是医学生在了解实验室生物安全知识过程中的主要阻碍因素。实验室生物安全知识枯燥、涉及面广、资源/平台不足等也是一些学生面临的主要问题。

2.4.3 医学生希望了解的实验室生物安全知识类型

由表 5 可知,医学生希望了解的实验室生物安全知识的拟合优度检验(不包括“其他”)未呈现出显著性($\chi^2=4.074, P < 0.05$),意

表3 医学生掌握实验室生物安全知识的来源

Table 3. Sources of laboratory biosafety knowledge mastered by medical students

项目	响应		普及率 (%)
	选择人数 (n)	响应率 (%)	
实际实验操作的过程	374	21.00	72.34
生物安全相关手册	390	21.90	75.44
生物安全专项培训	325	18.25	62.86
日常学习专业课的过程	430	24.14	83.17
自行搜索网络	256	14.37	49.52
其他	6	0.34	1.16

拟合优度检验: $\chi^2=50.456$, $P<0.001$

表4 医学生了解实验室生物安全知识的阻碍因素

Table 4. Obstacle factors for medical students to understand laboratory biosafety knowledge

项目	响应		普及率 (%)
	选择人数 (n)	响应率 (%)	
缺乏真实的场景	442	34.03	85.49
实验室生物安全知识枯燥	323	24.87	62.48
实验室生物安全知识涉及面广	361	27.79	69.83
学校提供学习的资源/平台不足	168	12.93	32.50
其他	5	0.38	0.97

拟合优度检验: $\chi^2=122.501$, $P<0.001$

表5 医学生希望了解的实验室生物安全知识类型

Table 5. Types of laboratory biosafety knowledge that medical students want to know

项目	响应		普及率 (%)
	选择人数 (n)	响应率 (%)	
生物安全防护手段与方法	466	25.45	90.14
实验室突发状况处置方法	488	26.65	94.39
实验室设备/试剂安全使用方法	443	24.19	85.69
病原微生物相关知识	432	23.59	83.56
其他	2	0.11	0.39

拟合优度检验: $\chi^2=4.074$, $P=0.254$

意味着各项的选择比例不具有明显的差异性,并且除“其他”项外,各选项的普及率均大于80%,说明医学生希望了解生物安全防护手段与方法、实验室突发状况处置方法、实验室设备/试剂安全使用方法、病原微生物相关知识,并且在希望了解实验室设备/试剂安全使用方法的443人中,希望了解离心机、移液管和移液辅助器、锐器、培养箱、冰箱和速冻

器、应急喷淋装置等常见仪器操作的人数均超过80%,说明医学生对这些常见仪器操作学习的态度较为积极。

2.4.4 医学生实验室生物安全知识掌握程度的影响因素

医学生对实验室生物安全知识掌握程度的平均分为5.75分,以5.75分为界值,大于5.75分为知识掌握程度较好,小于5.75分为知识掌握程

度较差。如表 6 所示, 是否接受过系统的生物安全培训为医学生实验室生物安全知识掌握程度的影响因素 ($P < 0.001$), 接受过系统的生物安全培训的医学生实验室生物安全知识掌握程度较

好, 并且系统的生物安全培训对研究生实验室生物安全知识掌握程度的影响更明显, 表明完善而系统的生物安全培训对于实现实验室生物安全具有重要意义。

表6 实验室生物安全知识掌握程度影响因素分析

Table 6. Analysis of factors influencing the mastery of biosafety knowledge in laboratories

	知识掌握程度较差	知识掌握程度较好	χ^2 值	P值
本科生是否接受过系统的生物安全培训				
是	4 (4.25%)	37 (16.82%)	8.083	<0.001
否	90 (95.75%)	183 (83.18%)		
研究生是否接受过系统的生物安全培训				
是	21 (33.87%)	87 (61.70%)	12.303	<0.001
否	41 (66.13%)	54 (38.30%)		

3 讨论

生物安全问题是影响人类生命健康、维护社会经济发展的重要因素。我国在 2015 年出台的《国家生物安全政策》中将生物安全列入国家战略, 并在 2021 年颁布了《中华人民共和国生物安全法》, 使得全社会对生物安全的认识上升到一个全新的高度^[6-7]。实验室生物安全是生物安全领域至关重要的组成部分, 涉及在实验室环境中处理生物材料时采取的措施和规范等。目前国内高校逐渐认识到实验室生物安全的重要性, 并开始积极加强实验室生物安全管理, 加大实验室生物安全教育。开设实验室生物安全相关课程能够有效提高医学生的生物安全认知及水平, 使他们能够更加安全和专业地进行实验室工作。本研究发现, 经过相关实验室安全课程学习的医学生对实验室安全重要性的认识度较高, 98% 的医学生认为生物安全与国家安全相关。但在对实验室生物安全监管主体重要程度的认知方面, 学生的认识仍有欠缺, 可能与各主体在实验室管理中扮演的角色不同有关。目前国家对已备案实验室进行统筹管理, 然而, 实验室备案管理相关的政府部门与高校日常业务联系不多、沟通交流较少, 对高校生物安全风险了解不全面。因此, 要畅通政府和高校间的沟通机制, 建立“政府-高校-实验室”联合主体的概念, 切实提高政府监管水平及高校的管理职责^[8]。

本研究受调查者对实验室感染途径和实验室生物安全等级等基本生物安全知识的知晓度超过

70%, 高于国内其他学者对医学生实验室生物安全认知的调查结果, 如李运书等通过对全日制在校本科医学生问卷调查发现, 医学生对实验室生物安全的认识比较薄弱^[9]; 程酌等对某重点大学本科生和研究生进行了问卷调查, 发现仅 20.6% 的学生对实验室生物安全知识掌握程度较好^[10]。

“实验室生物安全”这门课程在本次调查的学校开设多年, 在普及、提高医学生实验室生物安全知识方面起到了积极作用。但从长远来看, 该校也应借鉴国内外部分高校的经验, 将该课程内容逐步纳入医学生的必修科目, 全面推行实验室生物安全知识教育^[11], 且从调查结果来看, 学生普遍认可应将“实验室生物安全”课程设置为必修课。

如何让医学生全面掌握实验室生物安全知识, 并能够准确地应用于日常实验活动中, 是实验室生物安全教育的核心问题。本研究发现, 医学生学习实验室生物安全知识的途径包括课程学习、生物安全专项培训、自行搜索网络等。但这些学习方式缺乏真实场景, 成为医学生了解实验室生物安全知识的主要阻碍因素, 也反映了此次调查发现是否接受过系统的生物安全培训是实验室生物安全掌握程度的影响因素。因此, 高校可开设形式和内容更加丰富多样的实验室生物安全相关课程, 如有关临床研究或基础研究的专项实验室生物安全课程、实验室实践参观课程等, 结合真实的场景增强学生的体验感, 同时在授课过程中将实验室生物安全意识培养与社会事件、社会责任感、法治意识相关联, “隐形教育”与“显性教育”相结合^[12], 使学生更加全面地掌握实验

室生物安全知识。在教学过程中可以结合丰富的新媒体形式。研究表明,相较于传统教学,视频教学能够使实验室安全问题可视化,更形象地展示实验室生物安全问题,同时激发学生的好奇心,提高学习积极性,使学习更具趣味性^[13-15]。除视频教学外,虚拟现实(virtual reality, VR)也是实验室生物安全教育正在探索、应用的教学方法,VR技术的沉浸性和交互性使教学更为直观,但其在实验室生物安全教育方面的应用效果有待进一步探讨^[16]。同时,学校和教学中心可以定期开设实验室生物安全线上和线下知识讲座或主题活动,为实验技术人员和学生提供学习和交流的机会^[12]。通过实验室走廊文化和开放共享平台,展示实验室生物安全知识,增加学生接触相关知识的途径和渠道,潜移默化地提高生物安全意识^[11],营造良好的校园实验室生物安全的文化氛围。此外,随着互联网与多媒体技术的快速发展,网络教育也成为实验室生物安全教育的重要途径,学校可以通过开设线上课堂为学生提供自主学习的平台^[17]。

综上,本研究表明医学生对实验室生物安全教育的态度较为积极,且对实验室生物安全知识的掌握程度较好,同时,系统化的培训是医学生掌握生物安全知识的关键因素。本研究存在一定局限性,由于调查场景的限制,研究对象较单一,局限于一个高校的医学生群体,未来有待于纳入更多的研究对象进一步调查研究。

参考文献

- 孙丽翠,姜永莉,甄理,等.实验室生物危害分析及生物安全管理[J].质量安全与检验检测,2023,33(5):46-49.[Sun LC, Jiang YL, Zhen L, et al. Biohazard analysis and biosafety management of laboratory[J]. Quality Safety Inspection and Testing, 2023, 33(5): 46-49.] <https://www.cnki.com.cn/Article/CJFDTotol-XDSJ202305009.htm>
- 王兰英,王世贤,王勇.实验室生物安全[M].北京:人民卫生出版社,2010.
- Normile D. Infectious diseases. Mounting lab accidents raise SARS fears[J]. Science, 2004, 304(5671): 659-661. DOI: 10.1126/science.304.5671.659.
- 汪洁英,宁博,景伟,等.布鲁氏菌病及其在我国的防控现状与建议[J].中国兽医科学,2022,52(12):1578-1585.[Wang JY, Ning B, Jing W, et al. Research progress and suggestions regarding on the prevention and control of brucellosis in China: a review[J]. Chinese Veterinary Science, 2022, 52(12): 1578-1585.] DOI: 10.16656/j.issn.1673-4696.2022.0203.
- 裴杰,王秋灵,薛庆节,等.实验室生物安全发展现状分析[J].实验室研究与探索,2019,38(9):289-292.[Pei J, Wang QL, Xue QJ, et al. Analysis of status of biosafety in laboratory[J]. Research and Exploration in Laboratory, 2019, 38(9): 289-292.] DOI: 10.3969/j.issn.1006-7167.2019.09.064.
- 贺福初,高福锁.生物安全:国防战略制高点[J].政工学刊,2014,(6):69-70.[He FC, Gao FS. Biosafety: the high ground of national defense strategy[J]. Political Work Journal, 2014, (6): 69-70.] DOI: 10.16296/j.cnki.zgzk1979.2014.06.059.
- 孙佑海.生物安全法:国家生物安全的根本保障[J].环境保护,2020,48(22):12-17.[Sun YH. Biosecurity law: the fundamental guarantee for national biosecurity[J]. Environmental Protection, 2020, 48(22): 12-17.] DOI: 10.14026/j.cnki.0253-9705.2020.22.003.
- 刘德英,刘硕,赵珏,等.高校生物安全实验室备案管理困境与机制研究[J].实验技术与管理,2022,39(11):215-219.[Liu DY, Liu S, Zhao Y, et al. Research on dilemma and mechanism of filing management of biosafety laboratories in colleges and universities[J]. Experimental Technology and Management, 2022, 39(11): 215-219.] DOI: 10.16791/j.cnki.sjg.2022.11.038.
- 李运书,徐健,姜霞,等.医学生对实验室生物安全认知情况调查[J].中国感染控制杂志,2017,16(1):73-77.[Li YS, Xu J, Jiang X, et al. Medical students' cognition on laboratory biosafety[J]. Chinese Journal of Infection Control, 2017, 16(1): 73-77.] DOI: 10.3969/j.issn.1671-9638.2017.01.017.
- 程酌,石玉琴,方灿,等.高校实验室安全与学生认知情况的现状分析[J].科教导刊,2016,(29):190-192.[Cheng Z, Shi YQ, Fang C, et al. Analysis on the current situation of university laboratory safety and students cognition[J]. The Guide of Science & Education, 2016, (29): 190-192.] DOI: 10.16400/j.cnki.kjdkz.2016.10.089.
- 张才军,刘云霞,李洱花.本科生生物安全知识认知调查与提升策略—以昆明医科大学为例[J].教育教学论坛,2023,(6):34-37.[Zhang CJ, Liu YX, Li EH. Investigation and promotion strategy of biosafety knowledge

- cognition among undergraduates: taking Kunming Medical University as an example[J]. Education and Teaching Forum, 2023, (6): 34–37.] <https://qikan.cqvip.com/Qikan/Article/Detail?id=7109080221>
- 12 章先, 王继璇, 于晓虹, 等. 依托病原生物学实验培养医学生生物安全意识路径探析[J]. 基础医学教育, 2023, 25(3): 214–218. [Zhang X, Wang JX, Yu XH, et al. Discussion on the path to raising medical students' biosafety awareness based on pathogenic biology experiments[J]. Basic Medical Education, 2023, 25(3): 214–218.] DOI: 10.13754/j.issn2095-1450.2023.03.09.
- 13 Pekdağ B. Video-based instruction on safety rules in the chemistry laboratory: its effect on student achievement[J]. Chem Educ Res Pract, 2020, 21(3): 953–968. DOI: 10.1039/D0RP00088D.
- 14 Matson ML, Fitzgerald JP, Lin S. Creating customized, relevant, and engaging laboratory safety videos[J]. Journal of Chemical Education, 2007, 84(10): 1727. DOI: 10.1021/ed084p1727.
- 15 Carr JM, Carr JM. What can students learn about lab safety from Mr. Bean?[J]. Journal of College Science Teaching, 2016, 45(6). DOI: 10.2505/4/jcst16_045_06_32.
- 16 余佳霖, 马红亮. 虚拟现实技术在实验室安全教育中的应用效果研究—基于柯氏评估模型的实证分析[J]. 信阳师范学院学报(哲学社会科学版), 2021, 41(5): 68–73, 82. [Yu JL, Ma HL. Performance evaluation of virtual reality application in laboratory safety education:—based on Kirkpatrick model[J]. Journal of Xinyang Normal University (Philosophy and Social Sciences Edition), 2021, 41(5): 68–73, 82.] DOI: 10.3969/j.issn.1003-0964.2021.05.011.
- 17 孙琳. 新形势下病原生物学实验室生物安全教育模式的思考[J]. 继续医学教育, 2023, 37(9): 153–156. [Sun L. Thoughts on the biological safety education model in pathogen biology laboratories under the new situation[J]. Continuing Medical Education, 2023, 37(9): 153–156.] DOI: 10.3969/j.issn.1004-6763.2023.09.039.

收稿日期: 2024 年 10 月 25 日 修回日期: 2024 年 12 月 05 日
本文编辑: 张 苗 黄 笛

引用本文: 陈柯涵, 罗凡, 刘媛媛, 等. 医学类专业学生对实验室生物安全教育的认知现状及其影响因素[J]. 数理医药学杂志, 2024, 37(12): 953–960. DOI: 10.12173/j.issn.1004-4337.202410137.
Chen KH, Luo F, Liu YY, et al. Current status of cognition of laboratory biosafety education among medical students and its influencing factors[J]. Journal of Mathematical Medicine, 2024, 37(12): 953–960. DOI: 10.12173/j.issn.1004-4337.202410137.