

术专业学生的综合素质、专业视野、就业竞争力<sup>[15]</sup>。近年来,毕业生就业已经不局限于临床科室和实验室,越来越多的学生选择攻读研究生继续深造,部分学生选择去检验技术相关公司从事研发工作。校企联合培养模式衔接了检验领域的最新技术方法、科研动态和临床应用,注重学生综合能力培养,包括创新思维能力和实践操作能力,将科研型教学法的教育理念渗透到检验技术教学过程中。学生们提前接触专业前沿的研究方法和成果,对将来的学习和工作大有裨益。今后,应考虑在毕业设计环节中融入以就业为导向的“校-医-企”联合培养模式,为学生搭建学校与医院、企业之间的桥梁,能更好地培养学生扎实的专业知识和深厚的临床功底,拓宽就业途径,为医学技术相关领域输送高素质的应用型人才。

参考文献

[1] 杨晓艳. 新形势下医学检验教育教学改革的思考研究[J]. 中国卫生产业, 2017, 14(34): 111-112.

[2] 徐漫欢, 郑晓群, 苏苗赏, 等. 医学检验技术专业实践教学体系的改革与研究——以温州医科大学为例[J]. 国际检验医学杂志, 2020, 41(17): 2162-2164.

[3] 孙美艳, 刘微, 郭健等. 体外诊断行业背景下基于校企合作的医学检验混合式教学模式[J]. 吉林医药学院学报, 2021, 42(5): 397-398.

[4] 张轶, 朱琳琳, 张涛, 等. 基于微课的《临床检验仪器与技术》翻转课堂教学改革的探索[J]. 检验医学与临床, 2022, 19(14): 2008-2010.

[5] 黄洁雯, 李擎天, 卫蓓文, 等. 免疫学检验实验课程的整合与实践[J]. 国际检验医学杂志, 2020, 41(17): 2164-2167.

[6] 杨光, 孙东, 万丽平, 等. 医企联合授课《自身免疫性疾病管理·教学

抗核抗体检测》实验教学改革探索[J]. 检验医学与临床, 2022, 19(12): 1719-1720.

[7] 宋珍, 陈宁, 陈松立, 等. 技能基本功大赛在医学检验技术专业实验教学中的探索与实践[J]. 中国高等医学教育, 2020, 34(4): 49-50.

[8] DONKIN R, ASKEW E, STEVENSON H. Video feedback and e-learning enhances laboratory skills and engagement in medical laboratory science students[J]. BMC Med Educ, 2019, 2019(1): 310.

[9] 黎兵, 徐征. 临床免疫学检验技术实验教学改革方法探讨[J]. 国际检验医学杂志, 2018, 39(11): 1400-1401.

[10] 李晞, 王健, 齐运伟, 等. “雨课堂”背景下临床基础检验学技术实验课混合式教学改革与实践[J]. 国际检验医学杂志, 2019, 40(12): 1528-1531.

[11] 孙美艳, 刘微, 郭健, 等. 体外诊断行业背景下基于校企合作的医学检验混合式教学模式[J]. 吉林医药学院学报, 2021, 42(5): 397-398.

[12] 李博, 张鹏, 刘首娉, 等. 高质量检验医学高等教育体系构建的思考与实践[J]. 中华检验医学杂志, 2021, 44(11): 1094-1096.

[13] 梁璐荔, 丁磊, 余文红, 等. 提高医学检验技术本科毕业论文质量的对策研究[J]. 国际检验医学杂志, 2021, 42(17): 2167-2169.

[14] 蔡玉兴, 金玉杰, 李宁, 等. 以就业为导向的“校-医-企”联合育人模式在检验专业毕业设计中的探索[J]. 检验医学与临床, 2022, 19(4): 571-573.

[15] WU L H. Research on the training mode of innovative talents in medical college under the environment of cooperation between school and enterprise[J]. Theor Pract Innov Enntrepr, 2021, 4(17): 135.

(收稿日期: 2022-08-29 修回日期: 2023-01-09)

医学检验专业人工智能教学现状及改进措施\*

薛真睿, 徐 婷, 姚春艳<sup>△</sup>

陆军军医大学第一附属医院输血科, 重庆 400038

**摘要:**人工智能技术已经越来越多地应用于医疗领域, 该技术有望改善医疗工作流程, 提高诊疗效率, 为患者提供更好的诊疗模式。已有众多教育专家提出在医学课程中加入人工智能教学, 以提高医学生运用人工智能技术进行医学实践的能力, 加速人工智能技术在未来医学领域的应用。然而, 目前多数医学院校在人工智能教育的实际规划和实施方面仍存在空白。该研究通过在医学检验专业的《临床血液学检验》课程中引入人工智能教学, 对教学实施情况进行了总结, 提出了可行的改进措施, 以期为医学院校开展本科生人工智能课程教学改革提供参考和借鉴。

**关键词:**人工智能; 医学教育; 教学改革

**DOI:**10. 3969/j. issn. 1673-4130. 2023. 07. 025

**文章编号:**1673-4130(2023)07-0890-04

**中图法分类号:**G642. 3; G647

**文献标志码:**B

人工智能是一门模拟、延伸和扩展人智能的理论、方法、技术及应用的系统性科学, 它具有惊人的计

\* 基金项目: 中国学位与研究生教育学会项目(2020MSA425)。

<sup>△</sup> 通信作者, E-mail: yaochunyan@tmmu. edu. cn。

算能力,可以快速分析数据庞大的资料库。随着医学在人工智能时代的发展,人机交互辅助临床决策的需求进一步上升,人工智能作为一种快速计算工具可以为患者提供更好的个性化诊疗服务。目前,人工智能已经越来越多地应用于医疗领域,从临床诊断到治疗方案的选择,从基础研究到临床药物设计,甚至辅助或取代重复性的医疗工作(如临床实验诊断和放射医学中的图像识别等)<sup>[1]</sup>,人工智能在改善医疗工作流程、提高医生工作效率及减少人为错误等方面,展现出了其他技术无可比拟的优势,有望为患者提供更好的诊疗模式<sup>[2]</sup>。然而,目前多数医学院校的本科医学课程中并没有提供相关的教学资源来推广人工智能基础知识<sup>[3]</sup>。本研究通过在医学检验专业的《临床血液学检验》课程中引入人工智能教学内容并对教学实施情况进行总结,探讨医学检验专业人工智能教学现状及存在问题,并提出可行的改进措施,以期为医学院校开展本科生人工智能课程教学改革提供参考和借鉴。

## 1 人工智能在医学领域中的应用现状

随着人工智能技术的迅速发展,近年来人工智能技术已经渗透到医学及其相关的各个领域中,最具代表性的是“医疗专家系统”<sup>[4]</sup>。该系统的基础设计原理是在计算机上建立数学模型,通过对患者信息的综合处理,提出诊断意见和治疗方案。其核心是通过人工智能技术模拟医生诊治的思维过程,通过疾病数据库及推理机的记录资料,获得诊疗方案。这类系统目前运用实施较好的实例是美国斯坦福大学的 MYCIN 系统,它能根据检测报告识别出感染性疾病的细菌种类,并给出适当的抗菌药物<sup>[5]</sup>。此外,人工智能技术还运用在其他医学管理系统中,如医院信息系统、药物代谢动力学软件、疾病预测预报系统、最佳放射治疗计划软件、计算机医学图像处理与图像识别系统及计算机辅助教学系统等<sup>[6]</sup>。2019 年我国卫生健康委员会发布的《医院智慧管理分级评估标准体系》及国卫办医函〔2018〕1079 号《电子病历系统应用水平分级评价标准(试行)》都将医疗检查项目的数据采集、记录与共享功能列入评价体系,要求医疗质量与效率监控数据应来自日常医疗信息系统,包括检查、检验、治疗、手术、输血、护理等全流程数据的跟踪与闭环管理,配合实时数据核查、提示与管控。医院应提供智能化感知与分析工具,应用信息化手段为门急诊或住院患者提供部分服务。这些人工智能系统在医学领域的运用大大降低了医生及技术人员的工作量,有效避免了人为的计算错误,为患者个性化诊疗方式的实现提供了可靠的技术保障。

## 2 人工智能课程在医学检验专业教学中的现状及改进措施

### 2.1 人工智能课程在医学专业教学中的应用现状

人类和人工智能的共同努力可以超越人类或机器在独立工作中的认知不足,将人工智能教学融入到本科医学教育中,教授医学本科生人工智能技术的专业知识,并使用人工智能系统进行相关的医疗工作,这将是未来医学教育的发展趋势。越来越多的教育专家都呼吁将人工智能整合进医学课程教学,医学生和教师也都认为人工智能技术应该成为医学教育和培训的一部分<sup>[7-8]</sup>。

现有人工智能医学教育研究显示,人工智能在医学教育领域的应用还非常有限。WOOD 等<sup>[9]</sup>的研究显示只有 30% 的学生和 50% 的教师知道医学领域的人工智能,大多数学生(72%)和教师(59%)是从媒体了解人工智能的。教师更显示出对人工智能技术缺少基本的了解( $P=0.031$ )。学生对患者护理培训中的人工智能更感兴趣,而教师对教学培训中的人工智能更感兴趣。

临床医生对人工智能技术的认识与人工智能教学的开展与实践密切相关,而对于人工智能取代临床医生的认知态度也决定了人工智能教学的开展情况。近年来,关于人工智能技术是否会替代临床医生成为疾病诊疗的主体,各方面的意见表现出极大的不一致性。通过一项对全球病理学家关于人工智能技术在医学领域中应用的调查报告显示,多数人认为人工智能技术是一种能极大提高病理学诊断效率及质量的有力工具,但他们也表明了对于自身工作可能被人工智能技术所替代的担忧<sup>[10]</sup>。韩国的临床医生们则认为即使人工智能技术相当成熟,在未来也不会取代他们的角色<sup>[11]</sup>。2018 年在德国进行了一项医学生人工智能教学调查,以了解他们对放射学和其他医学领域人工智能技术的态度,研究结果表明,医学生并不担心人工智能会取代放射科医生<sup>[7]</sup>。而一小部分英国医学生在接受了人工智能培训后,表示对未来与人工智能应用程序的合作更有信心<sup>[8]</sup>。

尽管许多医学教育专家已经意识到在医学课程中加入人工智能教育的必要性,但在实际规划和实施方面仍存在不足。现有的教学研究报告多数还停留在呼吁改变现有医学课程的必要性上,而关于如何将人工智能教育纳入医学课程的计划或实施报告很少。

### 2.2 人工智能课程在医学检验专业教学中的应用及改进措施

#### 2.2.1 人工智能课程在医学检验专业教学中的应用及问题分析

在实际教学活动中,笔者尝试将人工智

能教学引入医学检验专业学生的《临床血液学检验》课程中。在对血细胞分类计数和形态分析的教学中,结合现有技术向学生讲述细胞分类计数的基本原理及人工智能技术在细胞形态分析中的实际应用;同时将学生的人工细胞分类计数结果与人工智能分类计数结果进行比较,并对二者的一致性进行评估。通过本门课程的学习,学生对人工智能在医学检验领域的应用有了基本了解,基本掌握了人工智能进行血细胞分类和形态识别的工作原理。部分学生表示,了解到人工智能的学习与纠错能力后对人工智能的实际应用有了更大的信心,并对学习人工智能相关基础知识有了更浓厚的兴趣。

通过教学活动笔者发现,医学检验专业的学生对人工智能教学有强烈的兴趣,这与他们的专业背景和今后要从事的临床工作密切相关。但在本科阶段的整体教学活动中,他们所接受的教育还仅仅局限在基础和临床医学、数据科学、生物统计学和循证医学知识等方面,这主要是由以下几个原因造成的:(1)医学院校缺少具有工程背景且人工智能理论和实践经验丰富的教师,这是医学院校大规模开展人工智能课程最主要的障碍。(2)现有的教学体系中缺少与医学领域紧密相关的人工智能书籍,没有现成的适合医学本科生的授课教材,这对医学本科生的人工智能课程设置造成了严重的阻碍。(3)医学院的大部分课程都注重知识的获取和保留,面对庞大的生物医学和临床信息教学,用于人工智能技术等教学内容的时间和精力都非常有限,临床医学五年制本科生数学和计算机相关课程仅占全部课程的 3.5%<sup>[12]</sup>,过少的课时将无法保障学生的教学质量。

**2.2.2 人工智能课程在医学检验教学中的改进措施** 根据上述原因,笔者针对医学检验专业中人工智能教学变革提出几点相关建议:(1)开展人工智能教学的一个关键启动点是启用拥有多学科专家的医学教育团队参与人工智能相关的临床应用,使人工智能技术能更好地应用于临床决策的改善。(2)开展协调一致的多学科人工智能机构研究是设立本科医学教育人工智能教学目标的有效方法。GRUNHUT 等<sup>[13]</sup>提出设立一项纵向研究,以全面了解如何将人工智能纳入医学教育课程,并讨论了人工智能在医学应用中的多学科研究、合作、培训和学习应该通过有效的方法纳入课程改革。(3)人工智能技术作为一门综合课程,需要由多学科教育团队进行纵向教学。医学教师在人工智能知识方面的缺陷正在逐步凸显,必须加快将数据科学家和工程师等非临床医生纳入医学教育队伍的进程,组建一批具备新领域技能的教育工

作者是非常有必要的。WOOD 等<sup>[9]</sup>以评估医学生和教师对人工智能教学的态度为目的,以医学院本科教学为基础,组建了一个由计算机科学家和医生组成的团队,开发了一种协作编程方法来进行医学教育中的人工智能教学,他们设计的课程中包括基础课程、选修课程、研究项目和其他课外活动,取得了良好的教学实践结果。哈尔滨医科大学附属肿瘤医院胸外科采用“人工智能+大数据”的金课体系进行教学探索。课程结束后,观察组理论知识考核成绩、技能操作考核成绩均高于对照组( $P<0.05$ )。采用“人工智能+大数据”金课建设教学体系,对于提高医学生的学习成绩、知识掌握情况及创新思维能力有明显的辅助作用<sup>[14]</sup>。陆军军医大学通过开设人工智能课程,并对教学实施过程、教学效果进行总结和分析,探索出了适合医学本科生学习的人工智能课程体系,提高了学生运用人工智能技术进行医学项目实践的能力,并为医学院校开展本科生人工智能课程教学改革提供了参考和借鉴<sup>[12]</sup>。(4)医学教育与其他专业教育不同,医学实践所包含的远不止医学科学本身,社会经济因素、法律及医学伦理学等诸多因素也包含其中,但这些因素却并不包含在人工智能规则中。因此,在实施人工智能教学时,医学教育工作者应认识到人工智能技术在医学领域应用中的一些局限性,如偏差性、不确定度和伦理等问题,从而避免由此产生的一些社会问题。

### 3 小 结

多数医学教育专家认为人类对人际交往和同理心的需求确保了人工智能将不会取代人类医疗工作者,并一致认为有必要将人工智能技术纳入医学教育和培训,组织大规模课程改革势在必行,通过多机构纵向研究形成的将人工智能技术纳入医学课程的建议及本科医学教育详细课程方案的制订,可为不同医学院校的教育工作者提供指导和参考<sup>[15]</sup>。

针对新型冠状病毒感染,人工智能技术在影像学检查中可对疑似患者进行筛查、诊断、疗效评价及预后判断,能完全弥补人工阅片时工作量大、主观性强、缺乏量化标准的不足<sup>[16]</sup>。人工智能技术将加速医学领域的变革,成为未来医疗活动中不可或缺的部分,并有可能成为引导医学教育和医学未来的颠覆性变化。此外,人工智能技术在实际的临床决策中还涉及社会、法律、个人和伦理等方面问题,这都使得医学院校的人工智能教学面临着一场巨大的、无与伦比的变革<sup>[5-6]</sup>。



## 参考文献

- [1] WILJER D, HAKIM Z. Developing an artificial intelligence-enabled health care practice: rewiring health care professions for better care[J]. J Med Imaging Radiat Sci, 2019, 50(4 Suppl 2): S8-S14.
- [2] DAVENPORT T, KALAKOTA R. The potential for artificial intelligence in healthcare[J]. FHJ, 2019, 6(2): 94-98.
- [3] CHEN J. Playing to our human strengths to prepare medical students for the future[J]. Korean J Med Educ, 2017, 29(3): 193-197.
- [4] 蔡自兴, 徐光祜. 人工智能及其应用[M]. 4 版. 北京: 清华大学出版社, 2010: 1-27.
- [5] 王晨阳, 潘习龙, 吴曼琪, 等. 人工智能在医学领域应用浅析[J]. 中华医院管理杂志, 2020, 36(1): 50-52.
- [6] 刘蓬然, 霍彤彤, 陆林, 等. 人工智能在医学中的应用现状与展望[J]. 中华医学杂志, 2021, 101(44): 3677-3683.
- [7] PINTO DOS SANTOS D, GIESE D, BRODEHL S, et al. Medical students' attitude towards artificial intelligence: a multicentre survey[J]. Eur Radiol, 2019, 29(4): 1640-1646.
- [8] SIT C, SRINIVASAN R, AMLANI A, et al. Attitudes and perceptions of UK medical students towards artificial intelligence and radiology: a multicentre survey[J]. Insights Imaging, 2020, 11(1): 14.
- [9] WOOD E A, ANGE B L, MILLER D D. Are we ready to
- 管理·教学
- integrate artificial intelligence literacy into medical school curriculum: students and faculty survey[J]. J Med Educ Curric De, 2021, 8(1): 23821205211024078.
- [10] SARWAR S, DENT A, FAUST K, et al. Physician perspectives on integration of artificial intelligence into diagnostic pathology[J]. NPJ Digit Med, 2019, 2: 28.
- [11] OH S, KIM J H, CHOI S W, et al. Physician confidence in artificial intelligence: an online mobile survey[J]. J Med Internet Res, 2019, 21(3): e12422.
- [12] 刘丽, 吴毅, 谭立文, 等. 初步医学院校开展人工智能课程的研究; 以陆军军医大学为例[J]. 中华医学教育探索杂志, 2021, 20(2): 147-149.
- [13] GRUNHUT J, WYATT A T, MARQUES O. Educating future physicians in artificial intelligence (AI): an integrative review and proposed changes[J]. J Med Educ Curric De, 2021, 8: 23821205211036836.
- [14] 贺长军, 李英滨, 傅毕成, 等. “人工智能+大数据”在胸外科金课建设中的实践和应用[J]. 中华医学教育探索杂志, 2022, 21(4): 442-446.
- [15] 杨金龙, 李朝锋, 方伟. 《人工智能》课程教学改革模式探讨[J]. 教育现代化, 2017, 8(4): 32-33.
- [16] 曹玉坤, 韩小雨, 刘佳, 等. 人工智能辅助影像学在新型冠状病毒肺炎诊治中的研究进展[J]. 中华放射学杂志, 2021, 55(3): 304-308.

(收稿日期: 2022-06-12 修回日期: 2022-11-28)

## 以病例为基础的临床思维培养在微生物检验医师培养中的实践

叶杨芹, 张雯雁, 李根, 徐驰, 谭琪, 宗明, 范列英  
上海市东方医院检验科, 上海 200120

**摘要:**随着检验医学实验室体系建设日臻标准化, 检验技术手段不断更新, 检验医学进入快速发展时期。目前, 检验结果判读日趋复杂, 临床医师在疾病的诊疗过程中对检验结果的依赖性也越来越强。在多学科交融发展的背景下, 检验医师作为连接检验医学和临床医学的桥梁显得愈发重要。检验医师规范化培训在我国起步较晚, 一直处于摸索前进阶段。临床微生物学属于检验医学的亚专业。近年来, 该领域技术不断更新迭代, 检测方式逐渐从传统形态学向基因诊断转换。由于该学科是针对微生物生命体的特殊学科, 进而成为紧密联系临床的重要应用型学科。培养优秀的微生物检验医师成为当前检验医师规范化培训的重要任务。该专业规范化培训目的是培养具备丰富理论知识、掌握扎实的基本技能、沟通技能良好、适应感染性诊疗需求的微生物检验医师。该文将通过实际案例由点到面、由浅入深探讨如何利用病例教学引导和建立临床微生物检验医师的临床思维。

**关键词:** 检验医师; 规范化培训; 临床思维

**DOI:** 10. 3969/j. issn. 1673-4130. 2023. 07. 026

**文章编号:** 1673-4130(2023)07-0893-03

**中图法分类号:** R446. 5

**文献标志码:** B

检验医师规范化培训(简称规培)在我国起步相对晚, 一直在探索中前进。根据《中华人民共和国执

业医师法》的规定, 只有临床医学的学生才能报考执业医师资格考试, 2014 年, 明确规定“医学检验技术”