

“人工智能 + 医学”复合型人才培养展望

朱宇凡 赵 欣 杨志强 钟厚成 蔡 林 谢远龙

(武汉大学中南医院脊柱与骨肿瘤科 武汉 430072)

〔摘要〕 介绍国内外“人工智能 + 医学”复合型人才培养现状,分析培养难点,提出相应培养策略,包括加强“人工智能 + 医学”课程设计与建设,建立考核与评估体系,重视师资队伍建设,构建学校 - 医院 - 企业联合培养模式,加强校际、国际交流。

〔关键词〕 人工智能; 医学教育; 复合型人才

〔中图分类号〕 R - 058 〔文献标识码〕 A 〔DOI〕 10. 3969/j. issn. 1673 - 6036. 2021. 07. 017

Prospect of "Artificial Intelligence + Medicine" Interdisciplinary Talents Training ZHU Yufan, ZHAO Xin, YANG Zhiqiang, ZHONG Houcheng, CAI Lin, XIE Yuanlong, Department of Spine and Orthopaedic Oncology, Zhongnan Hospital of Wuhan University, Wuhan 430072, China

〔Abstract〕 The paper introduces the present situation of "Artificial Intelligence (AI) + medicine" interdisciplinary talents training, analyzes difficulties in training and puts forward the corresponding training strategies, including strengthening the "AI + medicine" course design and construction, establishing the examination and evaluation system, attaching importance to the building of teaching staff, building the "university - hospital - enterprise" joint training mode, and strengthening intercollegiate and international exchanges.

〔Keywords〕 Artificial Intelligence (AI); medical education; interdisciplinary talents

1 引言

人工智能 (Artificial Intelligence, AI) 学科是以计算机科学为基础,涉及控制论、信息论、神经生理学、心理学、语言学等多个领域的综合学科,是计算机科学最有发展潜力的分支之一。人工智能在医学领域已得到广泛应用并对传统医学诊疗模式产生冲击^[1]。医疗领域对人工智能相关人才需求激增,而高端、复合型人才严重缺乏也是人工智能

与医学交叉融合发展的瓶颈。在“人工智能 + 医学”人才培养方面,以斯坦福大学为代表的一些高校走在世界前列^[2],我国教育体系、培养方案、教材设置等方面亟待开创与更新。在人工智能时代背景下如何对传统医学教育模式进行改革,培养高素质、高水平、具有多元核心技能的“人工智能 + 医学”复合型人才,值得教育改革者思考。

2 人工智能对医学发展的冲击

人工智能技术出现之前,几乎所有诊疗任务都由人工完成,存在临床决策主要依赖于医生个人经验、指南更新不及时、医疗成本偏高、医疗资源紧张、地区资源分配不均等问题。人工智能技术旨在

〔收稿日期〕 2020 - 08 - 28

〔作者简介〕 朱宇凡,硕士研究生,发表论文 5 篇;通讯作者:谢远龙,博士。

使计算机模拟并拓展人的某些思维过程和认知行为并开发应用系统。人工智能对传统诊疗模式产生较大冲击,医学正在从信息时代迅速过渡到人工智能时代^[3]:由经验和指南指导临床决策逐渐转变为大数据分析指导临床决策;由人力阅片逐渐转变为 AI 判读系统对图像进行高效识别与分析;基于“总结共性”诊疗思路逐渐转变为基于适当算法全面整合患者信息,实现个体化精准治疗;疾病风险预测、慢性病长期精细化管理、远程诊疗平台搭建等都依托 AI 技术的发展。AI 逐步取代机械性纯人力工作^[4],缩减地区条件、个人技术水平限制带来的诊疗水平差距,提升总体诊疗水平。AI 技术在医疗领域的逐渐普及使医生面对更多挑战,例如以往只需完成患者语言到医学语言的转化,现在则需完成“患者语言——医学语言——计算机语言”的三重转化^[5],这对医生学习能力和计算机水平提出更高要求,无形之中提高医疗从业人员准入门槛,需要一批了解 AI 设备与系统运行原理与维护开发的高层次人才作为技术保障。另外技术无法取代医患沟通与人文关怀,如何在大数据时代保护好患者隐私是每位医学工作者需要思考的问题。

3 “人工智能+医学”复合型人才现状

3.1 国内

教育部、国家发展改革委、财政部联合印发《关于“双一流”建设高校促进学科融合、加快人工智能领域研究生培养的若干意见》,指出深化人工智能与基础科学、信息科学、医学、哲学社会科学等相关学科的交叉融合,构建基础理论人才与“人工智能+X”复合型人才并重的培养体系,探索深度融合的学科建设和人才培养新模式。2018 年天津大学与天津医科大学获批联合创办全国首个人工智能方向医学类本科专业“智能医学工程”,旨在培养医工高端复合型创新人才^[6],此后多所国内院校相继开设类似专业。2019 年 7 月复旦大学与华为合作开设全国首个系统性医学人工智能课程“医学人工智能与机器学习”,内容涵盖人工智能在医学影像学数据、组学数据、电子病历数据 3 大医学场

景中的运用,旨在帮助学生了解学术与产业界的最新动态。

3.2 国外

美国医学协会(American Medical Association, AMA)在 2018 届年会上发布第 1 项关于人工智能的相关政策,鼓励研究 AI 融入医学教育。在美国目前有十几个面向年轻医生的奖学金项目,旨在鼓励其参与人工智能相关工程技术培训^[7]。多所医学院校进行相关课程改革与素质拓展的尝试,如斯坦福大学医学与影像人工智能中心组织本科生和研究生使用机器学习解决医学问题;杜克大学健康创新研究所组织医学生与数据科学专家一起开发智能护理系统;佛罗里达大学组织放射科住院医师与技术公司合作开发乳腺影像计算机辅助诊断系统;沙龙隆德医学智能与创新研究所开设医学新技术暑期课程;弗吉尼亚大学医学工程中心为医学生提供在工程实验室的学习机会以提高学生创新能力^[8]。美国卡尔·伊利诺伊医学院是世界第 1 所“工程-医学”交叉型医学院,该学院致力于培养以工科尤其是数据科学为专长的医生,其教职工大多同时任教于伊利诺伊大学的其他院系。对于申请入学者,要求其本科阶段选修过如微分方程等复杂的数学和工程课程,具备扎实的数学与计算机基础,学生完成 4 年或更久的跨学科培养后可获得医学与工程博士双学位^[7]。古斯塔夫·鲁西研究所作为欧洲顶尖的肿瘤医院之一,与法国国立路桥学校和巴黎中央理工高等电力学院开展合作项目,提供时长为 1 年的交换培训,目标是使计算机科学学生了解医学,同时使医学研究人员更好地理解人工智能的基础,该项目旨在使医学工作者与计算机工程师之间的沟通更加高效。

4 人工智能背景下医学人才培养难点分析

4.1 培养目标不明确

目前我国各高校临床医学专业培养方案与课程体系大同小异,分为公共基础课程、基础医学课程、临床医学课程和床边学习等几个阶段。其中后

两个阶段又往往作为专业技能核心,其教学长期处于依赖经验的学徒式模式。如今 AI 逐渐与现代医学交叉融合,培养核心应由以记忆为基础的课程逐步转向整合与利用信息能力的培养,而目前复合型医学人才培养目标尚未明确与细化:缺乏科学的核心与主干课程设置,学科课程衔接生硬,专业定位与层次划分不够明确,缺乏系统性学科交叉教材,可能存在学生缺乏核心竞争力,升学和就业均不如传统计算机或临床医学专业学生的情况,在一定程度上限制招生规模,降低招生吸引力。

4.2 人才高需求与高培养成本之间的矛盾

我国医学专业学制至少为 5 年,相较于其他 4 年制本科专业学制偏长。医学与人工智能科学交融后,更高的培养目标、更多元且高难度的课程安排会使学制进一步延长;人工智能作为计算机专业新兴分支,对教学设备配置要求较高,这些使“人工智能+医学”复合型人才培养时间与经济成本增加。目前医学人工智能技术发展很快,智能诊断系统、手术机器人、远程诊断平台等新工具的开发和维护需要投入大量人力。现阶段医务人员大多无计算机基础,无法深入了解人工智能知识体系,AI 工程师大多不了解医学知识,复合型尤其是高端复合型人才存在很大缺口,加之本领域人才培养在我国尚处于起步阶段,市场高需求与高培养成本之间的矛盾必然导致人才供需矛盾进一步加剧^[9]。

4.3 考核评估体系不完善

作为一门新兴交叉学科,严谨规范的专业性考核和评估体系必不可少。医学与人工智能科学都是应用性较强的学科,不完善的考核体系容易忽视对学生职业素养和实践能力的考察,无法兼顾对基本功和核心创新能力的评估,流于应试而脱离实际应用,这可能造成毕业生难以适应实际就业中较高的综合实践能力要求。目前官方还未出台相关执业资格考试制度,亟待建立与完善。

4.4 师资力量不完备

教师是人才培养的一线实践者。在“人工智能

+医学”跨界复合型人才培养过程中,跨越学科界限、多学科师资交叉协同、组建多来源的指导团队非常重要^[10]。而现状是师资力量紧缺,创新型、复合型的高素质教师数量远远不能满足需要。很多相关学科的在岗教师研究领域集中于单一学科的某个分支,由于知识广度不足和思维固化,无法很好地适应学科交叉的变革,这将使课程的体系性和衔接性大大降低,违背了医学与人工智能科学融会贯通的基本导向。另外在岗教师存在照本宣科的问题,对学生的引导和教育停留在灌输知识层面,而“人工智能+医学”复合型人才对创新思维与能力的要求很高,陈旧的教学理念与思路与之相悖。

5 “人工智能+医学”复合人才培养策略

5.1 全面启动“人工智能+医学”课程设计与建设

5.1.1 明确核心优势 “人工智能+医学”专业培养目标不应是两个学科的简单合并,应对学科进行精准定位并明确核心优势。“人工智能+医学”复合型人才具有较高的培养成本,对专业方向和培养层次进行细致划分可以减少“一刀切”式的资源浪费,用有限资金和时间培养出尽量多的对口人才。高校在学制规划与安排上,应充分考虑我国医学教育制度现状。参考天津大学与天津医科大学联合开设智能医学工程专业的办学经验,采取医学和工学教育并行展开的策略。该专业学生 4 年本科阶段同时修习医学和工学课程,毕业后由两校共同授予医学和工学双学士学位,成绩优秀者可直接进入本硕博贯通一体化培养体系^[11]。在招生上,应秉承“厚基础宽口径”原则,采取大类招生、前期通识教育、中期分流的制度,引导学生在前期基础课程学习中获得较广的知识面,并了解临床工作与管理者的核心需求,中期则根据自身兴趣与能力进行亚专业选择。课程安排上,应明确主干课程,科学分配学时,适当减少基于机械记忆的医学学科,将更多学时用于学习人工智能技术。对于开发型人才,应力求使学生具备扎实的统计学与编程基础,掌握常用的数据结构、算法、数据库原理与计算机语言,熟悉主流大数据技术、深度学习框架的实际应

用,为成为 AI 工程师做好准备。临床应用型人才定位更偏向医技岗位,对其编程能力的要求可以适当降低,重在优化资源配置,合理选取并使用 AI 医学工具,结合相关临床医学和卫生经济学知识,做到根据诊疗场景需要合理搭配 AI 医学工具、准确识别机器误判、熟悉乃至参与编写 AI 辅助诊治指南^[12]。

5.1.2 培养创新力、领导力与人文精神 在“人工智能+医学”课程设计与建设中,基于不同培养方向与层次要求,高校可自主编写教材并改进传统教学模式,使教师角色从知识灌输者变为创造性活动引导者,增设案例应用型教学、情景模拟、头脑风暴等新课程形式,鼓励学生积极参与大学生创新创业计划。人工智能应用与医学临床实践阶段,由临床医生主导诊疗过程,即传统“一对一”的医患关系将被“多对一”的新模式取代,多个岗位医疗服务提供者将同时直接或间接地参与临床工作。担任团队领导的医生或技术工作者应使团队协作发挥最大价值,为患者带来最佳健康收益^[3],因此应着力、领导力和决策力的培养非常重要。此外新技术的应用势必带来一系列伦理问题,医学是以人为本的科学,因此在强调技术性、创新性的同时切不可忽视医学人文教育^[13],应进一步完善和深化医学心理学和伦理学课程,为临床实习预留一定学时,引导学生在实践中成长为有人文精神、有温度的技术工作者。

5.2 建设专业认证与考核体系

完善的考核与评估体系是人才输出质量的保证。天津成立全国首个人工智能职称评审会^[14],这是一个良好开端。同职称评审一样,“人工智能+医学”执业资格考试制度需要得到政策上的完善。在确定考核形式和内容时,需兼顾对基础知识和实践能力的考察,制定科学的考试纲要,做到与时俱进,及时淘汰陈旧落后的内容,增补更新的内容。校内课程考核也是如此,贯彻“模块化”理念,避免过分注重零散知识点而忽视对整体知识模块的考察。在考核体系设计上,不可将医学及人工智能科学的考察内容直接加合,应做到重点突出、

衔接自然,适当降低对机械记忆的医学知识的考察难度,重点突出对创新实践能力的考察。考试形式应多元化,不拘于传统笔试形式,适当安排不同形式的“任务型”考核,旨在模拟实践场景,考察学生应用技能。

5.3 重视师资建设

师资力量紧缺是医学人工智能学科建设中面临的问题之一。加强师资队伍建设和增强教科研发实力、保障学科可持续发展的有效途径。第一,增加资金投入,完善硬件设施建设和跨院系教学政策,提高教师待遇,吸引优秀人才加入;第二,加强在岗教师继续教育并定期考核,促进在岗教师更新知识库、拓宽知识面、优化教学模式;第三,定期举办教学比赛、学术研讨和境内外访学活动。人工智能教学工具可以辅助和替代部分教师工作,使师生避免一些繁重、低阶、重复性的工作^[15]。在人工智能教学工具开发和应用方面,人工智能相关学科教师具有知识与技术优势。积极鼓励教师开发、应用 AI 教学工具,是基于学科优势提高教师资源利用率、缓解师资紧张的新策略。

5.4 建设“学校-医院-企业”三联体

创立校-院-企合作、联合培养的模式是推动医学 AI 人才升级的有效策略,也是解决师资紧缺、人才输送链不完善等问题的有效手段,合作形式包括科学研究、人才培养、资源共享等。高校可从医疗人工智能企业聘请优秀技术人员为学生授课,从而增强师资多元性、拓展学生思路、强化实践类课程教学;优秀企业可与高校建立定向合作关系,企业作为实习基地,学校对其输送优质人才。医院一方面是学生临床技能培养的传统基地,也是企业开发、测试 AI 医学应用工具的良好平台。三联体模式减轻了学校教学负担,使学生有机会较早地接触实际生产与应用,有利于提升人才综合能力。

5.5 校际、国际交流合作

加强校际、国际交流合作是增强学科活力、完善培养体系的有效途径。跨校合作共建学科网络资

源系统, 医学院校与理工类院校共同打造线上、线下公共学习平台, 不仅使硬件和教学资源得到互通, 减少资源消耗和浪费, 弥补经费、时间紧缺带来的建设短板, 更使培养方法与经验得到共享; 更大的学生样本数量可以更客观地反映教学情况, 利于对教学安排进行及时调整与优化。人工智能医学在国外起步较早, 为使我国自主培养的人才水平与国际对标, 增强学科国际竞争力, 多渠道、全方位的国际交流必不可少。国内高校既应加强与本领域国际一流高校的交流, 也不能忽视对国际优秀企业的访问; 既要关注新兴先进技术, 也要关注教学考核体系与人才导向; 交流学习者不应只有院系领导, 更应有一线教师与学生参与。

6 结语

我国目前面临人口老龄化、人均医疗资源不足、地区发展不均衡等问题, 人工智能技术在疾病诊疗、预防与管理方面具有广泛的应用前景, 有望成为解决这些问题的突破口。目前相关领域人才缺口巨大, 而医工跨学科教育尚在探索阶段, 对传统医学教育模式进行深入改革势在必行。教育主管部门和高等院校应转变思维模式, 以创新为导向, 加快学科软硬件建设, 构建并完善“人工智能+医学”复合型人才培养与评价体系。“人工智能+医学”复合型人才不仅需要掌握医学知识与技能, 还需要具备运用前沿工程技术解决医学问题的能力。当代医学教育应顺应科技发展趋势, 抓住时代机遇, 积极迎接挑战, 培养出服务于“健康中国 2030”远大战略的高质量专业技术人才。

参考文献

- 1 Andrew B B, Jennifer M F, Luke A G, et al. Artificial Intelligence in Health Care: insights from an educational forum [EB/OL]. [2020-08-03]. [https://www.zhangqiaokeyan.com/academic-journal-foreign-pmc-journal-medical-education-and-curricular-development-the-](https://www.zhangqiaokeyan.com/academic-journal-foreign-pmc-journal-medical-education-and-curricular-development-the)

sis/040006254208.html.

- 2 杨茜茜, 顾天翼, 钱小龙. 美国斯坦福大学人工智能人才培养特征研究 [J]. 开放学习研究, 2019, 24 (5): 40-47.
- 3 Wartman S A, Combs C D. Medical Education Must Move from the Information Age to the Age of Artificial Intelligence [J]. Academic Medicine Journal of the Association of American Medical Colleges, 2018, 93 (8): 1107-1109.
- 4 Masters K. Artificial Intelligence in Medical Education [J]. Medical Teacher, 2019, 41 (9): 976-980.
- 5 应明真, 刘凤璇, 陈晰辉, 等. 变革中的医学教育——从信息时代到人工智能 [J]. 医学教育研究与实践, 2018, 26 (5): 721-723.
- 6 宋亚波. 天津创办智能医学工程专业 [J]. 中华医学信息导报, 2018, 33 (8): 6.
- 7 Brouillette M. AI Added to the Curriculum for Doctors - to be [J]. Nat Med, 2019, 25 (12): 1808-1809.
- 8 Paranjape K, Schinkel M, Nannan P R, et al. Introducing Artificial Intelligence Training in Medical Education [J]. JMIR Med Educ, 2019, 5 (2): e16048.
- 9 田雪晴, 游茂. 我国医学人工智能在医疗机构发展面临的问题及政策建议 [J]. 卫生软科学, 2019, 33 (10): 42-44.
- 10 吕薇, 季波, 张怡凡, 等. 美国一流研究型高校人工智能人才培养的经验与启示——基于“以学生为中心”的视角 [J]. 大学教育科学, 2019 (6): 102-109, 123.
- 11 李伟锋, 何峰, 杜育任, 等. 智能医学 赋能未来 [J]. 交通医学, 2019, 33 (6): 551-554.
- 12 邹丽琴, 顾艳艳, 陈川. 人工智能时代医学教育的变化及人文教育的重要性 [J]. 西南国防医药, 2019, 29 (5): 623-624.
- 13 Niet AGVD, Bleakley A. Where Medical Education Meets Artificial Intelligence: "Does Technology Care?" [J]. Medical Education, 2020 (55): 30-36.
- 14 《智能建筑与智慧城市》编辑部. 全国首个人工智能职称评审会成立 [J]. 智能建筑与智慧城市, 2019 (8): 8.
- 15 李泽林, 陈虹琴. 人工智能对教学的解放与奴役——兼论教学发展的现代性危机 [J]. 电化教育研究, 2020 (1): 1-7.