

人工智能在临床血液学检验中的教学应用与发展

何佳静 张颖君

四川大学华西第二医院, 中国·四川 成都 610041

摘要: 人工智能技术在医学领域的迅速崛起为医疗工作流程优化和诊疗效率的提升提供了重要契机, 并逐步改善患者的诊疗模式。在医学教育中, 教育专家已提出将人工智能纳入医学课程, 以培养学生在医学实践中运用人工智能的能力。然而, 当前大多数医学院校在人工智能课程规划和实施方面尚存在不足。本研究旨在分析当下人工智能在临床血液学检验中的应用现状, 对临床血液学检验在互联网大数据时代下的未来发展所提出的构想, 以期人工智能进一步促进医学检验教育的个性化和精准化发展, 全面提升教学效果, 助力医学检验教育迈向智能化和现代化。

关键词: 人工智能; 血液学检验; 教学

The Teaching Application and Development of Artificial Intelligence in Clinical Hematology Testing

Jiajing He Yingjun Zhang

West China Second Hospital of Sichuan University, Chengdu, Sichuan, 610041, China

Abstract: The rapid rise of artificial intelligence technology in the medical field provides an important opportunity for optimizing medical workflow and improving diagnosis and treatment efficiency, gradually improving the diagnosis and treatment mode for patients. In medical education, education experts have proposed incorporating artificial intelligence into medical curricula to cultivate students' ability to apply artificial intelligence in medical practice. However, most medical colleges currently have shortcomings in the planning and implementation of artificial intelligence courses. The purpose of this study is to analyze the current application of AI in clinical hematology testing, and propose ideas for the future development of clinical hematology testing in the era of Internet big data, so as to further promote the personalized and accurate development of medical testing education, comprehensively improve the teaching effect, and help medical testing education move towards intelligence and modernization.

Keywords: artificial intelligence; hematological examination; teaching

0 前言

人工智能 (AI, artificial intelligence) 技术是当下引领社会科技与经济的核心技术手段, 其与大数据, 云计算等新兴专业领域为现在多个行业提供了时间, 技术和人力的多方位便利。人工智能在医学领域亦存在众多应用实践与未来进一步发展的可能性, 所提供的科技便利不限于数据收集、整合、高速处理、模仿与学习等。人工智能在解决实际医疗问题及未来智慧医疗的展望已有丰富的研究成果, 如医学生物信息学的资源交叉整合、智能医疗设备的开发与应用、疾病的辅助诊断技术等, 其中疾病的辅助诊断又涵盖医疗影像的捕捉与分析。医学检验领域作为辅助疾病诊断与疾病进程评估的重要手段, 对医疗对象的标本检测中亦涉及对于图片影像的识别与判断。医学检验多种亚专业例如血液、体液微观形态的识别, 微生物菌种的初步判定, 自身免疫抗体核型的分析, 均离不开检验工作者对检验对象的初步形态学识别。近年人工智能在飞速发展的自动化检验领域不断更新迭代, 人工智能在捕捉影像后基于大数据的自动学习技能已在多种仪器中实现, 越来越多的医院临床检验科已逐步引入人工智能辅助识别仪器来提高工作效率。

中国多数医院作为培养医学人才的基地有相应的教学责任, 院内众多临床科室为医学高校学生、社会规范化培训人员及进修人员提供了学习平台。其中, 医学检验科作为未来检验医师及检验技师的培训基地, 承担了关键的教学任务。如何高效协助新一代检验人员夯实检验“基本功”, 从基础理论走向临床实操是当下医学检验科教学着力点与改革创新点。本研究基于医学检验科人工智能技术的逐步应用, 深入人工智能影像识别技术在医学检验科血液学检验亚专业的应用现状, 分析当下教学模式, 寻求未来俱进创新的教学方向。

1 人工智能技术在医学领域内的应用现状

人工智能在医疗领域的技术支持包括智能算力、大数据、算法、人机智能交互等。应用于临床医学中的成果集中于整合数据对疾病的诊断以及构建学习模型对医学影像识别, 而前者的人工智能诊断依据又包括了疾病的影像识别, 故当下人工智能技术在医学领域的应用核心即机器对图像的识别判断, 基于深度学习算法的模型是重要核心手段。

1.1 人工智能辅助诊断疾病

影像学检查结合病理学检查目前仍是多数疾病定性的

金标准。利用人工智能构建的深度学习模型将二者整合判断识别加速了疾病的精准判断与未来进程预测。邹璐璐^[1]利用过往 18 年 7298 例卵巢肿瘤患者的影像学证据集结合肿瘤标志物血清检测数据构建的深度学习模型在前瞻性试验中获得预测灵敏度为 87.5%，特异度为 83.9%，AUC 为 0.907。而对于人工智能和临床医生识别的准确度作对比，黄晓斌^[2]等发现，他们在计算机断层扫描血管造影（CTA）图像的分析中应用了 Cvpilot 人工智能系统和及 3mensio 工作站，而 Cvpilot 人工智能系统较低年资医生更接近专家识别的准确度。这一发现为人工智能在临床教学中的作用提供了有利基础，即人工智能可协助高年资临床教学人员实现部分教学内容。金鑫^[3]对于主动脉缩窄（Coarctation of Aorta, CoA）儿童的临床特征研究证实了基于人工智能的流体力学对主动脉缩窄影像识别可被成功地应用于 CoA 的辅助诊断。准确度最高的识别系统可达到准确性 0.95、特异性 0.9，AUC0.94。

1.2 人工智能辅助影像识别

病理、超声、检验作为辅助临床科室进行诊疗的重要元素，精准识别图像是三者共同的关键。当下人工智能在医疗领域的核心技术即利用卷积神经网络（Convolutional Neural Networks, CNN）深度学习临床影像并精准判断。在病理领域，以组织病理学为金标准，对比分析 AI 图像识别系统和专业病理医师对子宫内膜细胞团块良恶性的准确率及诊断所需时间显示二者的总体符合率为 92.1%，而人工诊断每张切片所需 6.67 分钟；AI 诊断每张切片所需 5.00 分钟^[4]。李林^[5]对于医学精子的图像研究引入了卷积神经网络的算法对精子头部进行二分类及多分类，结果显示对 1000 张精子图像的识别，计算机仅耗时 33 秒而专业检测人员则需要两个小时，这一识别系统有着很好的临床实用价值。在医学检验领域，样本处理、形态识别以及自动审核是人工智能领域应用的三个中心方向，而基于图谱的深度学习功能已在自动外周血阅片系统中得以实现。研究发现运用机器学习原理建立基于深度神经网络的血细胞分析模型已达到 99.6 的准确率，且其拍摄的大量细胞图像及对应分析结果对于神经网络学习过程以及对于检验科内接受教学的进修、规培和实习人员都具有重要价值。

2 人工智能在医学检验科内的教学应用

医学检验科内带教工作仍存在工作量大、人手不充足、重实践轻理论的困境。改革实践教学，优选教学方法，提高学生的兴趣是目前带教的中心所在。

2.1 ChatGPT 在检验领域教学探索

预训练转换器（chat generative pre - trained transformer, ChatGPT）是 2022 年产自美国的互动聊天机器人，其核心技术是基于人工神经网络的自然语言处理、深度学习和机器学习从而高效回复用户所输入的问题。

ChatGPT 系统是年轻人产生学习主体性与丰富交互体验的良好工具之一，潘雨凌^[6]等利用了 ChatGPT 设计的在线导学案例展示了脂代谢过程在生化检验中的应用，其研究展示，80.% 以上的医学检验学本科学生认为 ChatGPT 辅助后课程层次分明、内容全面、可激发学习兴趣，90.4% 的学生认为教师设计的 ChatGPT 导学案例有助于创新意识和临床思维的培养。此外，病理学领域亦有 ChatGPT 的实际应用，在病理学本科教育中，ChatGPT 在 CBL 的教学方式中凭借其强大的信息获取能力可迅速提供学生所需的背景，临床表现，病理表现等信息，且 ChatGPT 在华西医学院病理学本科 5 年制的考试中正准确率极好，其中问答题正确率 100%，名词解释 80%，选择题达到了 76.8% 和 85%^[7]。对于是否有比 ChatGPT 更优化先进的学习系统，陆小琴^[8]等评估了 ChatGPT 4.0 系统和 ERNIE Bot-4.0 对于医学检验知识的掌握准确度，ChatGPT 4.0 在答题速度和一致性方面优于 ERNIE Bot-4.0，但在答题正确率上明显低于 ERNIE Bot-4.0（73.25% VS 80.75%），这为二者不同的优势及侧重点提供了数据支持。其他大预言模型在检验教育领域表现各异^[9]。

2.2 外周血阅片系统在临床血液学检验教学中的应用

外周血细胞的形态学检验是临床血液学检验中必不可少、不可替代的重要手段，是血细胞分析即血常规检测的重要复检手段，也是以细胞病变为病理改变的血液病诊断的基础，在以血细胞数量、形态改变为主要表现的疾病的诊疗、病程及预后判断中具有重要的临床应用价值，也是学生们从课堂迈向实践最为重要的一步。1966 年世界上第一台可应用于血细胞形态分析的自动显微镜扫描系统 Cydac 问世，2001 年，瑞典 Cellavision AB 公司推出了 CellaVision DM96 等系列全自动血细胞数字图像分析仪，自此揭开了人工智能外周血形态识别应用的序幕。迄今为止，国内外对于全自动阅片的研究百花齐放，已有数十家公司生产的自动化血细胞形态学分析仪进行了注册。自动化血细胞形态分析仪技术的关键点有两点：一是图像识别，应用于感知环节，其主要目的是将影像这类非机构化数据进行分析，获取一些有意义的信息；二是深度学习，应用于学习和分析环节，是 AI 应用的最核心环节，通过大量的影像数据和诊断数据，不断对神经网络进行深度学习训练，促使其掌握“诊断”的能力。AI 技术的加入使得外周血细胞的分析智能化，应用于推片、细胞定位、图像采集、细胞分类和特征描述等过程；数字化，应用于显微成像、图像分析、图像存储等；自动化，应用于涂片制染色、装载血涂片、图像采集、形态学分析等程序。这些技术的运用可以极大地提高细胞形态学检验的工作效率，也能在很大程度上解决人力不足、劳动强度大的问题，可以显著提高检验结果的重复性，降低主观因素带来的影响，以便于检验结果的审核及复检，从而实现远程在线血细胞形态学检验及诊断，促进培训及能力评估系统的优化和建设。结果的数字化保存，便于医疗数据的信息化、结构化，

丰富了血细胞形态学检查质量评价方式^[10]。尽管目前人工镜检仍是血细胞形态学检查的主要技术方法,但高速发展的AI辅助血细胞形态学检查技术能够很好地弥补人工镜检方法的不足,已然成为血细胞形态学检查自动化发展的趋势与方向。

外周血中细胞种类多,形态变化大,且容易受到推片、染片质量的影响,因此血涂片制备和染色是影响自动化血细胞形态学分析性能的重要因素。有研究显示,全自动推片染色机在血涂片制备及血细胞染色的重复性及效果方面相较于传统的手工涂片染色更优,特别是淋巴细胞和红细胞形态的验证准确性高于传统手工方法,应作为常规推片染色方法应用于临床实验室工作^[11]。外周血细胞形态学检查的标本的长期保存需要占用较大的物理空间,且制备好的血涂片存在褪色、粘灰、破损等问题,均不易于长期保存,随着AI血细胞形态学检验的发展,临床实验室可以快速、高效地获取高质量血细胞显微图像,细胞图像将逐步最大程度地还原显微镜下的全部细胞特征,还可以扫描全血片视野,形成数字化涂片^[12],以便于具有教学意义的血涂片更完整、清晰、安全的保存。血细胞形态学检验和诊断对检验医师及技师的知识储备、技术和能力要求较高,需要足够的从业经历来获得经验,培养周期较长,且存在主观判断,AI技术的加入,建立了标准,有更丰富的图谱,更清晰、更直观,有利于学生建立一个标准的形态学识别体系,脱离书本,与临床应用联系起来。

3 结语

综上所述,医学检验作为一门理论与实践高度结合的学科,其发展速度日新月异。只有不断改革与创新教学模式,才能顺应医学发展的潮流,培养出高素质的专业人才。人工智能在临床血液学检验和医学教育中展现出巨大的潜力。无论是通过ChatGPT系统实现的交互式学习,还是外周血全自动血涂片分析所带来的与临床紧密对接的体验,人工智能通过其庞大的知识体系、更标准、清晰的教学图库,精准的外周血细胞涂片识别,统一标准、优化工作流程并提供个性化的学习体验,从而极大提升医学教育的效果。然而,要充分发挥人工智能在医学教育中的潜力,克服课程开发、师资建设和资源限制等挑战仍然是关键。随着人工智能技术的持续进步,其在医学教育中的应用将不断深化,最终推动医学教育向智能化、现代化方向发展,但人工智能高速发展的医疗领域亦需注意伦理问题的产生,网络的紧密连接与信息的多向交互在教学中易泄露患者的医疗相关信息,在教学医院参与培训的新入行工作人员是潜在的缺乏伦理意识的人群。在人工智能参与的血液学检验带教过程中,人工智能辅助工具的培训者需不断深化使用者的伦理意识与对患者的隐私

服务意识,在用好工具的同时最大化保证医疗信息的保密原则。

人工智能辅助教学作为血液学检验新的带教模式,为未来医学检验的教育提供了丰富的机会,人工智能在当下医疗行业的改革与发展中扮演了重要角色,其在高等教育及教学医院中的教学方向亦产生了重要影响。医学检验领域的亚专业血液学检验作为形态学为基本功的学科,可作为使用人工智能工具的带头角色,进一步带动微生物检验,免疫学检验,生化检验,分子生物学检验,急诊检验等多个亚专业高速发展辅助工具的使用,提升检验速率的同时丰富教学与培训的发展。

参考文献:

- [1] 邹璐璐.人工智能在卵巢肿瘤诊断中的应用研究[D].西安:西安医学院,2023.
- [2] 黄晓斌,吴正参,黄莹,等.基于深度学习的主动脉根部计算机断层扫描血管造影图像快速分割的质量评估与临床价值[J/OL].空军军医大学学报,1-8[2024-12-04].<http://kns.cnki.net/kcms/detail/61.1526.R.20240911.2052.002.html>
- [3] 金鑫.基于流体力学主动脉狭窄人工智能诊疗研究及应用[D].重庆:重庆医科大学,2024.
- [4] 安静,尹盼月,王斌,等.利用人工智能图像识别系统诊断子宫内膜细胞病理学的有效性研究[J].西安交通大学学报(医学版),2024,45(2):343-347.
- [5] 李林.基于深度学习的医学精子图像分类算法研究[D].长春:吉林大学,2020.
- [6] 潘雨凌,郝娟,金丹,等.ChatGPT辅助临床生物化学检验技术在线教学探索[J].检验医学与临床,2024,21(9):1341-1344.
- [7] 钟金晶,钱竞予,杨妍瑾,等.ChatGPT在病理学本科教学中的应用与挑战[J/OL].基础医学教育,2024(11):986-990[2024-12-04].<https://doi.org/10.13754/j.issn2095-1450.2024.11.15>
- [8] 陆小琴,佳薇,武宇翔,等.大语言模型在检验医学领域的应用潜力与挑战评估[J].临床检验杂志,2024,42(8):619-623.
- [9] 刘月嫦,陈紫茹,杨敏,等.国内外大语言模型在临床检验题库中的表现[J].临床检验杂志,2023,41(12):941-944.
- [10] Katz BZ, Benisty D, Sayegh Y, et al. Remote digital microscopy improves hematology laboratory workflow by reducing peripheral blood smear analysis turnaround time[J]. Appl Clin Inform, 2022,13(5):1108-1115.
- [11] 李英,张金花,费中海,等.SC-120全自动推片染色机在血细胞形态检查中的应用研究[J].国际检验医学杂志,2019,40(1):121-124.
- [12] 何文军,李曼,李涛,等.基于血细胞形态识别的自动检测系统的研发[J].现代检验医学杂志,2019,34(2):104-108.

作者简介:何佳静(1992-),女,中国四川成都人。