

人工智能助力新型冠状病毒肺炎胸部CT诊断的应用

唐永强¹, 石明国¹, 张树², 陈玉环³, 郑敏文¹

1. 空军军医大学西京医院 放射科, 陕西 西安 710032; 2. 深睿医疗, 北京 100080; 3. 北京推想科技有限公司, 北京 100025

[摘要] 新型冠状病毒肺炎 (Coronavirus Disease 2019, COVID-19) 自发病以来迅速蔓延至全国乃至全球, 病症隐匿, 但传播范围广。现阶段病毒病原学检测为临床确诊标准, 但其阳性检出率低且结果易受多种因素影响。CT因检查快捷且阳性率高等原因已被推荐作为COVID-19临床诊断的主要依据。然而, 面对全国COVID-19筛查人员众多, 筛查医院集中, 存在人传人感染风险, 影像科医生阅片工作量且对于COVID-19肺部诊断缺乏客观定量评价指标等现状, 使用人工智能的方法分析胸部CT影像, 可有效提升工作效率, 提高检出率, 减少患者等待时间, 优化诊断流程, 在COVID-19早期发现、精准诊断方面意义重大。

[关键词] 新型冠状病毒肺炎; 人工智能; CT; 磨玻璃影; 检出率

Chest CT with Artificial Intelligence in the Diagnosis of Coronavirus Disease 2019

TANG Yongqiang¹, SHI Mingguo¹, ZHANG shu², CHEN Yuhuan³, ZHENG Minwen¹

1. Department of Radiology, Xijing Hospital, Air Force Medical University, Xi'an Shaanxi 710032, China;

2. Deepwise, Beijing 100080, China; 3. inferVISION, Beijing 100025, China

Abstract: Coronavirus disease 2019 (COVID-19) has spread rapidly in China and expand globally since its onset. At present, the diagnostic standard for COVID-19 is the coronavirus etiologic results that has low positive detection rate and affects by many factors. With fast and high positive detection rate, CT has been recommended as the main imaging method for the clinical diagnosis for COVID-19. However, the patients waiting for COVID-19 screening is increasing and the designated hospital is limited, the work load and the risk infection of radiologists are high. Furthermore, the objective quantitative evaluation standards are yet to be established. Thus, use of artificial intelligence (AI) with professional lung analysis may effectively improve the image review efficiency, increase the detection rate, reduce patient waiting time and standardize and optimize the diagnosis process, which is of great significance in early detection and accurate diagnosis of COVID-19.

Key words: coronavirus disease 2019; artificial intelligence; computed tomography; ground-glass opacity; detection rate

[中图分类号] R473.5

[文献标识码] A

doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2020.03.005

[文章编号] 1674-1633(2020)03-0013-03

引言

于2019年12月最早出现于中国武汉并持续蔓延至全中国及全球其他多个国家的新型冠状病毒感染的肺炎 (Novel Coronavirus Pneumonia, NCP), 简称新冠肺炎。世界卫生组织 (World Health Organization, WHO) 已将该疾病宣布为国际关注的突发公共卫生事件且正式命名为2019冠状病毒病 (Corona Virus Disease 2019, COVID-19), 该病对全球人类健康和生命以及整个国际卫生系统和经济系统构成了重大威胁^[1-3], 国家卫生健康委员会也将其纳入乙类法定传染病, 并按甲类传染病采取预防和控制措施^[4]。

新型冠状病毒病原核酸检测为当前疾病确诊标准, 但是其

阳性率低且结果受多种因素影响。传统CT诊断主要依靠影像诊断医师的视觉判断和经验性诊断, 缺少客观精准的量化评价指标。人工智能 (Artificial Intelligence, AI) 技术在快速疾病筛查与精准定量诊断中应用良好。AI技术在COVID-19胸部CT诊断中也初步应用, 主要应用在能够更敏感发现COVID-19病变并智能提供量化评价指标等, 从而助力COVID-19的早筛查、早诊断、早隔离、早治疗。

1 胸部CT对COVID-19诊断现状

1.1 COVID-19“金标准”诊断受限

随着对COVID-19的逐渐认识, 针对该病的防控、诊断和治疗而建立的专家共识、指南和标准也在逐步建立和不断完善。在《新型冠状病毒感染的肺炎诊疗方案 (试行第五版)》中, 新冠肺炎诊断依据流行病学史和临床表现,

收稿日期: 2020-02-17

基金项目: 2020陕西省重点产业创新发展项目 (S2020-YF-ZDCXL-ZDLSF-0105)。

通信作者: 郑敏文, 主任医师, 教授, 主要从事CT影像诊断学研究。

通信作者邮箱: zhengmw2007@163.com

明确诊断仍需依据病毒病原学核酸检测或基因测序^[5]。而作为“金标准”的核酸检测则存在诊断试剂供应不足、检测结果需时较长、咽拭子取样不准等多方面的限度可导致核酸检测出现假阴性的现象^[6]，这使得疾病的排查和收治工作存在隐患。

1.2 常规胸部CT检查在COVID-19诊断中的优势及局限性

随着几个月来对疾病的不断深入探索和临床实践的经验总结，胸部CT因检查速度快、阳性率高等特点成为筛查COVID-19有效的手段之一。最新的第五版《新型冠状病毒感染的肺炎诊疗指南》明确将“疑似病例具备肺炎影像学特征者作为当前湖北省重疫区临床诊断病例标准”，且目前湖北省已将临床诊断病例数纳入新增数据。这进一步突显了胸部CT检查在COVID-19诊断中的重要价值。尤其是胸部CT具有高空间分辨率等优势，对肺内结构细节可清晰显示，病变观察更为清晰准确。研究结果已显示^[7]，少数COVID-19病例虽然核酸检测呈阴性，但通过典型的胸部CT征象则能够给予较好的诊断提示。COVID-19的早期肺内病灶多为斑片状磨玻璃影（Ground-Glass Opacity, GGO），以外带和胸膜下分布为主。GGO可伴或不伴小叶间隔增厚（图1）。这些典型CT征象可早于临床症状出现，为临床早期诊断提供了帮助，在COVID-19早期发现及诊断方面发挥重要作用。

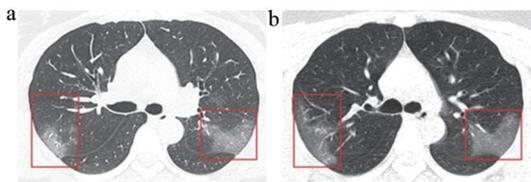


图1 COVID-19感染的肺炎CT表现

注：33岁，女性，不明原因发烧咳嗽后5天被确诊为患者，a.其确诊当天的CT表现，b.为接受治疗3天后复查的CT图^[10]。

然而，COVID-19的CT诊断也存在一些局限性：首先，影像学诊断中“异病同影”现象并不少见，病毒性肺炎的影像学表现多样且为非特异性，常与其他非病毒感染或其他炎性疾病的影像学表现重叠，较难鉴别^[8]，单纯靠传统影像学征象判断是否为COVID-19感染所致的肺炎，存在挑战；其次，虽然已有学者观察到COVID-19具有一些较为典型的CT表现^[9-10]，如早期为多发片状磨玻璃影，其内纹理可呈网格状改变，多发生在双肺胸膜下，极少数或少数伴胸腔积液或淋巴结肿大等，然而，目前公开的数据多数仍是基于小范围、小样本的CT诊断经验报道；第三，COVID-19胸部CT检查需亚毫米薄层重建，还需MPR重建同时观察多个不同病灶，图像较常规胸部CT图像明显增多，这大大增加了诊断医师的工作时长；第四，目前基层放射医师诊断经验较少，尤其是基层医院临床一线医师诊断经验不足等因素，也增加了放射诊断医师的工作难度。

2 AI在胸部影像的应用现状

AI是一门研究、开发用于模拟、延伸和扩展人的智能的理论、方法、技术及应用系统的新的技术科学。近年来随着AI技术不断发展及其在医学中的研究和应用的兴起与逐渐成熟，引起了广泛关注，主要包括医学影像、临床决策支持、病例分析、语言识别、药物挖掘、健康管理、病理学等多个医学应用场景^[11]。从另一方面，尤其是深度学习（Deep Learning, DL）技术的研究应用中，为复杂医学问题和医学影像的智能客观定量、分割、检测和分类提供了有力的技术支持，为疾病的早期筛查、精准诊断和智能定量评估和预测预后等方面做出了许多颠覆性的贡献^[12]。AI在胸部影像的研究和应用是目前最多和最成熟的^[13-16]。如美国谷歌团队^[13]基于3D卷积神经网络AI技术与来自共14851例患者42290次胸部低剂量CT检查的公开数据集，实现了肺癌的早期智能诊断，且模型整体效能优于6名平均放射科医生水平；又如Xu等^[14]使用DL技术和胸部CT随访影像数据实现了智能评估非小细胞肺癌治疗效果及预测预后；中国上海长征医院团队^[15]采用DL模型自动检测肺结节，并与放射科医生的诊断效能进行比较，结果表明DL模型显示出更高的诊断敏感性，且不受辐射剂量、患者年龄或CT机型的显著影响，此外，当放射科医生联合DL模型进行辅助诊断时，可提高整体诊断效能，明显减少诊断时间；另一个中国团队^[16]则将DL技术用于影像诊断医生对肺结节的智能辅助诊断，同时将其融入影像技师的工作流程中，从而实现了全影像检查工作流程的整合优化，有助于提升医疗效率和医疗质量。

3 AI在COVID-19诊断与治疗中的初步应用

面对此次突发疫情，国内、外学者专家都在各自的领域内积极探索和寻找突破口。其中，科技部、卫生健康委等在全国范围内鼓励和倡导开展新冠肺炎的科研应急攻关项目^[17-18]。国务院应对新冠肺炎疫情联防联控机制公开发文^[19]倡议进一步发挥AI的赋能效用，把加快有效支撑疫情防控的相关产品的攻关和应用作为优先工作。

基于前期AI技术在胸部影像中的研究和产品应用的经验积累，已有学者^[20]提出希望能有研究出基于AI技术的影像辅助诊疗系统，可全自动、快速、准确地为医生提供诊疗意见，提高工作效率，缩短工作时间，从而大幅减轻一线医务人员的工作负荷，缓解医务人员紧缺的困难局面。

多家AI企业也陆续推出针对此次新冠肺炎的AI影像产品^[21]结合AI应用，可更敏感发现GGO、空气支气管征、网格影、血管增粗、条索影等征象，可有效提高微小病灶检出率，减少漏诊率。AI助力的胸部CT可根据病毒性肺炎影像学诊断标准，提供对单体炎性病灶的定位、自动定量分析、对比病变范围和密度变化、自动对比病灶数量及

体积比等。并可自动生成表格,使患者影像学诊断指标一目了然,还可提供炎症患者数据的随访管理系统。部分软件甚至具有 COVID-19 掌上 APP 在线自助筛查问诊功能、区域疫情实时监控、院内数据互通等众多功能,帮助医生快速评估患者病情,有效减少了当前 COVID-19 筛查诊断过程中存在传染风险、减轻医务人员工作压力,便于早期对于疑似病例采取隔离措施。黄璐等^[22]关于新冠肺炎不同临床分型 CT 征象和临床表现的相关性研究中,根据客观病程进展,应用肺炎特别版 AI 软件对肺炎病变区域进行智能分割并定量计算病灶占整肺体积的百分比,结果发现重型及危重型 COVID-19 患者病灶占整肺百分比呈现递增趋势,这有利于对患者病变严重程度的评估,也为患者病程进展提供准确的量化评估指标,有利于病灶动态评估。

总之, AI 助力 COVID-19 影像诊断的效果已初见曙光,随着对疾病的进一步认识和研究以及 AI 可自动学习图像中一些传统图像分析方法无法识别的特征层信息的自身优势、用于 AI 学习的高质量数据的逐步积累、AI 模型精度的进一步提升以及 AI 产品的应用推广等,一定会进一步增强放射科及临床医生对 COVID-19 更快速筛查、早期诊断、精准定量评估等诊治能力,从而助力 COVID-19 早筛查、诊断、早隔离、早治疗的综合防控和诊治体系的建立。

[参考文献]

- [1] Phelan AL, Katz R, Gostin LO. The novel coronavirus originating in Wuhan, China: Challenges for global health governance[J]. *JAMA*, 2020.
- [2] Rothe C, Schunk M, Sothmann P, et al. Transmission of 2019-nCoV infection from an asymptomatic contact in Germany[J]. *N Engl J Med*, 2020.
- [3] WHO. Novel Coronavirus (2019-nCoV) Situation Report-22[EB/OL]. (2020-02-11)[2020-02-17]. <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/situation-reports/>.
- [4] 国家卫生健康委员会. 新型冠状病毒感染的肺炎防控方案(第三版)[EB/OL]. (2020-01-28)[2020-02-17]. <http://www.nhc.gov.cn/jkj/s7923/202001/470b128513fe46f086d79667db9f76a5.shtml>.
- [5] 国家卫生健康委员会办公厅, 国家中医药管理局办公室. 新型冠状病毒感染的肺炎诊疗方案(试行第五版)[EB/OL]. (2020-02-04)[2020-02-17]. http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2020-02/05/content_5474791.htm.
- [6] 莫茜, 秦炜, 傅启华, 等. 正确认识新冠病毒核酸检测的影响因素[J]. *中华检验医学杂志*, 2020, 43(00): E002.
- [7] 李妍, 徐胜勇, 杜铁宽, 等. 2019新型冠状病毒肺炎临床特点及筛查流程探讨[J]. *中华急诊医学杂志*, 2020, 29(00): E007.
- [8] Franquet T. Imaging of pulmonary viral pneumonia[J]. *Radiology*, 2011, 260(1): 18-39.
- [9] Lei J, Li J, Li X, et al. CT Imaging of the 2019 novel coronavirus (2019-nCoV) pneumonia[J]. *Radiology*, 2020, 31: 200236.
- [10] 陈蕾, 刘辉国, 刘威, 等. 2019新型冠状病毒肺炎29例临床特征分析[J]. *中华结核和呼吸杂志*, 2020, 43(00): E005.
- [11] LeCun Y, Bengio Y, Hinton G. Deep learning[J]. *Nature*, 2015, 521(7553): 436-444.
- [12] Dhoot NM, Kumar V, Shinagare A, et al. Evaluation of carcinoma cervix using magnetic resonance imaging: Correlation with clinical FIGO staging and impact on management[J]. *J Med Imaging Radiat Oncol*, 2012, 56(1): 58-65.
- [13] Ardila D, Kiraly AP, Bharadwaj S, et al. Author correction: End-to-end lung cancer screening with three-dimensional deep learning on low-dose chest computed tomography[J]. *Nat Med*, 2019, 25: 1319.
- [14] Xu Y, Hosny A, Zeleznik R, et al. Deep learning predicts lung cancer treatment response from serial medical imaging[J]. *Clin Cancer Res*, 2019, 25: 3266-3275.
- [15] Liu K, Li Q, Ma J, et al. Evaluating a fully automated pulmonary nodule detection approach and its impact on radiologist performance[J]. *Radiology*, 2019, 1(3): e180084.
- [16] Wang Y, Yan F, Lu X, et al. IILS: Intelligent imaging layout system for automatic imaging report standardization and intra-interdisciplinary clinical workflow optimization[J]. *EBio Med*, 2019, 44: 162-181.
- [17] 国家自然科学基金委员会. “新型冠状病毒(2019-nCoV)溯源、致病及防治的基础研究”专项项目指南[Z]. 2020-01-22.
- [18] 陕西省科学技术厅. 关于申报2020年度重点研发计划“新型冠状病毒感染的肺炎疫情应急防治”专项的通知[Z]. 2020-01-29.
- [19] 国务院新闻办公室. 国务院联防联控机制新闻发布会. 北京, 2020年2月4日.
- [20] 史河水, 韩小雨, 樊艳青, 等. 新型冠状病毒(2019-nCoV)感染的肺炎临床特征及影像学表现[J]. *临床放射学杂志*, 2020.
- [21] 推想科技. “推想首发针对新冠肺炎AI, 投入临床并助力疫情下沉管控!” [Z]. 2019-01-31.
- [22] 黄璐, 韩瑞, 于朋鑫, 等. 新型冠状病毒肺炎不同临床分型间CT和临床表现的相关性研究[J]. *中华放射学杂志*, 2020, 54(00): E003. 