

基于人工智能 CT 定量评估新冠肺炎磨玻璃影的应用研究

张晓萍*, 徐明月, 黄慧仪, 许靖, 李朝隆, 江河

(中山市第二人民医院放射科, 广东 中山 528447)

摘要: **目的** 探讨人工智能CT辅助诊断系统在新型冠状病毒肺炎磨玻璃影的识别与应用价值研究。**方法** 收集2020年1月-2021年7月中山市第二人民医院收治的23例新型冠状病毒肺炎普通型患者的CT影像资料, 男性14例, 女性9例, 年龄31~79岁, 平均(48.43±12.17)岁。共纳入23例患者, 通过人工智能及传统放射医师两种方法对胸部CT图像进行判读, 分为A、B两组, A组为AI组, B组为2名放射诊断医师组, 对照分析A、B两组对新型冠状病毒肺炎磨玻璃影的检出及评价。**结果** 对比AI组和放射诊断医师组对新型冠状病毒肺炎的检出率、误判率和漏检率, 结果显示, A组与B组对病变的检出率相同, 表明经过深度学习的人工智能CT辅助诊断系统对新型冠状病毒肺炎磨玻璃影有良好的检出率, 但误判率和漏检率高于B组, 人工智能CT辅助诊断系统可对新型冠状病毒肺炎磨玻璃影进行自动识别、标记和定量评估, 并将计算数据以图片呈现, 相应数据包括病变体积、磨玻璃影CT值、跨越层数、特性评估。通过A组和B组对新型冠状病毒肺炎磨玻璃影的检出对照, AI标记的病灶范围与放射医师肉眼观察对比具有较好的符合性。**结论** 人工智能CT辅助诊断系统实现快速读片、定量分析, 大幅提升新型冠状病毒肺炎筛查、诊断效率和准确率, 有广阔的应用前景。

关键词: 新型冠状病毒肺炎磨玻璃影; 人工智能; CT; 定量评估

中图分类号: R445

文献标识码: B

DOI: 10.3969/j.issn.1671-3141.2022.54.024

Application Research on Quantitative Assessment of Ground-glass Opacity of COVID-19 Based on Artificial Intelligence CT

ZHANG Xiaoping*, XU Mingyue, HUANG Huiyi, XU Jing, LI Chaolong, JIANG he

(Department of Radiology, Zhongshan Second People's Hospital, Zhongshan, Guangdong 528447)

ABSTRACT: Objective To explore the identification and application value of artificial intelligence CT-aided diagnosis system in COVID-19 ground-glass opacity. **Methods** CT images of 23 patients with a common type of COVID-19 admitted to Zhongshan Second People's Hospital from January 2020 to July 2021 were collected, including 14 males and 9 females, aged 31~79 (48.43±12.17) years. A total of 23 patients were included to interpret chest CT images by artificial intelligence and traditional radiologists, and were divided into two groups: A and B. Group A was the AI group, and group B was the two-diagnostic radiologists group. The detection and assessment of the ground-glass opacity of COVID-19 in the two groups were compared and analyzed. **Results** The detection rate, misjudgment rate and missed diagnosis rate of COVID-19 in the AI group and the two-diagnostic radiologists group were compared. The results showed that group A was the same as group B in terms of the detection rate of lesions, indicating that the artificial intelligence CT-assisted diagnosis system based on deep learning has a satisfactory detection rate of the ground-glass opacity of COVID-19, with a misjudgment rate and a missed detection rate higher than group B. The artificial intelligence CT-assisted diagnosis system boasts the function of automatically identifying, marking and quantitatively assessing the ground-glass opacity of COVID-19, and presenting the calculated data as pictures, including lesion volume, ground-glass opacity CT value, number of slices spanned, and the evaluation of characteristics. By comparing the detection of ground-glass opacity of new coronary pneumonia in groups A and B, the scope of AI-marked lesions was in

基金项目: 本文系中山市社会公益科技研究项目(医疗卫生)“新型冠状病毒肺炎CT影像智能辅助诊断系统的研究及应用”(项目编号:2020B1022);中山市社会公益科技研究项目(2020SYF02)

* **通信作者:** 张晓萍(1973-),女,满族,辽宁彰武,本科,主任医师,研究方向:呼吸系统。



good agreement with the radiologist's visual observation. **Conclusion** The artificial intelligence CT-aided diagnosis system realizes fast film reading and quantitative analysis, which greatly improves the efficiency and accuracy of new coronary pneumonia screening and diagnosis, and has broad application prospects.

KEYWORDS: Ground-glass opacity of COVID-19; Artificial intelligence; CT; Quantitative assessment

0 引言

新型冠状病毒肺炎 (coronavirus disease 2019, COVID-19) 是全球重大的公共卫生事件, 随着奥密克戎变异毒株的加速传播, 全球新增病例仍在不断提速。新型冠状病毒肺炎典型影像特点为双肺外围多发磨玻璃影伴或不伴肺实变, 早期影像检查以薄层高分辨CT扫描为主^[1-2]。因患者短期内病情变化较快, 多次复查CT的海量图像对比, 耗费医生精力, 同时也考虑到因工作疲劳导致诊断效能下降。近年来, 人工智能 (AI) 技术的不断开发与应用, 凭借大数据、高性能计算机及互联网的技术支持为临床提供有力辅助, 主要应用包括病灶成像检出、临床诊断、病情监测等多个方面^[3-5]。本研究通过人工智能CT辅助诊断系统对新冠肺炎磨玻璃影的分布、影像特征的检出、判断, 评价其应用价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料

回顾性分析2020年1月-2021年7月中山市第二人民医院收治的确诊新型冠状病毒肺炎普通型23例患者, 男性14例, 女性9例, 年龄31~79岁, 平均 (48.43 ± 12.17) 岁。所有患者采集咽拭子标本, 采用新型冠状病毒2019-nCoV核酸检测试剂盒 (2019-nCoV RNA) 经实时荧光定量PCR 500拷贝/mL (Real-time fluorescent quantitative PCR 500copies/mL) 检测, 在本院检验中心和中山市疾病预防控制中心对样本进行检测, 结果均为阳性。

新型冠状病毒肺炎的诊断标准: 依照《新

型冠状病毒肺炎诊疗方案 (试行第八版修订版)》, 新型冠状病毒肺炎 (coronavirus disease 2019, COVID-19) 的诊断需符合以下条件: ①流行病学史: 发病前14天内有病例报告社区的旅行史或居住史, 或传染源是新型冠状病毒感染的患者和无症状感染者。②临床表现: 以发热、干咳、乏力为主要表现, 部分患者以嗅觉、味觉减退或丧失为首发症状, 少数患者伴有鼻塞、流涕、咽痛、结膜炎、肌痛和腹泻等症状。③影像学表现: 早期呈多发小斑片样影及间质改变, 以肺外周带明显, 进而发展为双肺多发磨玻璃影、浸润影、严重者可出现肺实变, 胸腔积液少见。④) 病原学检查: 采用新型冠状病毒2019-nCoV核酸检测, 确诊为阳性^[6]。

1.2 研究方法

1.2.1 检查方法

采用荷兰 Philips Brilliant 16 排螺旋CT扫描仪。所有患者取仰卧位, 扫描范围从胸廓入口至两肺底。扫描条件为层厚5 mm, 层间距5 mm, 管电压120 kV, 然后行1.0 mm薄层重建。胸部CT图像分为肺窗和纵隔窗, 其中肺窗窗位为-500~-650 Hu, 窗宽为1200~1500 Hu; 纵隔窗窗位为50 Hu, 窗宽为350 Hu。

1.2.2 新型冠状病毒肺炎磨玻璃影检出及分析

通过网络将CT原始图像传输进入深度学习模型的人工智能CT辅助诊断系统, 软件自动批量对23例患者的胸部CT影像进行新型冠状病毒肺炎磨玻璃影的病灶识别、标记和定量评估, 并将计算数据以图片呈现, 相应数据包括病变体积、磨玻璃影CT值、跨越层数、特性评估。所有放射诊断医师均接受过中山仰视科技有限公司的相关培训, 熟悉软件的操作及应用, 核

对人工智能辅助诊断软件对病灶的识别，记录软件识别区域的检出、误判和漏检等情况。

1.2.3 采用A、B两组不同方式

A组为AI组，采用经过机器深度学习的“3D-ResNet网络为基架的新型冠状病毒肺炎智能辅助系统”对病灶进行检测分析，B组为放射诊断医师组。图像由2名诊断经验丰富的高年资诊断医师进行最终复核，以最终复核结果为准，对有异议者经过讨论达成一致意见。

1.3 统计学分析

所有数据采用SPSS 22.0软件进行分析处理，计量资料（年龄）采用 $(\bar{x} \pm s)$ 表示。计数资料以%表示，计算病灶检出率、误判率和漏检率。

2 结果

2.1 新型冠状病毒肺炎胸部CT表现及检出情况

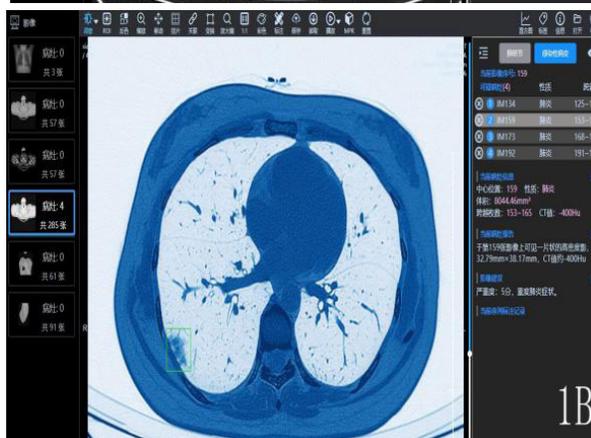
23例患者CT表现以多个肺叶分布为主，其中左肺上叶分布17例，左肺下叶分布18例，右肺上叶分布18例，右肺中叶分布14例，右肺下叶分布16例。23例患者中，经检测分析，A组检出病灶21例，误判病灶个数2个，漏检病灶个数3个；B组检出病灶23例，误判病灶个数0个，漏检病灶1个。A组对新冠肺炎病灶的检出率为91.3%，误判率为8.70%，漏检率为13.04%；B组对病灶的检出率为100%，误判率为0，漏检率为4.35%，见表1。

表1 A、B两组病灶检出情况比较

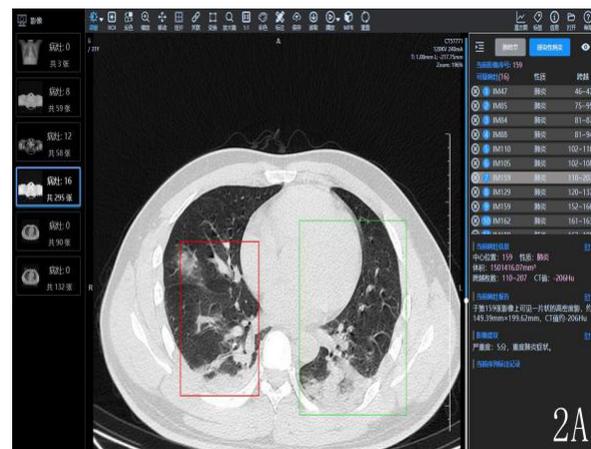
| 两组病灶检出情况比较 | A组 | B组 |
|------------|-------|------|
| 检出病例 | 21 | 23 |
| 误判例数 | 2 | 0 |
| 漏检例数 | 3 | 1 |
| 检出率(%) | 91.30 | 100 |
| 误判率(%) | 8.70 | 0 |
| 漏检率(%) | 13.04 | 4.35 |
| 合计 | 23 | 23 |
| <i>P</i> | 0.667 | |

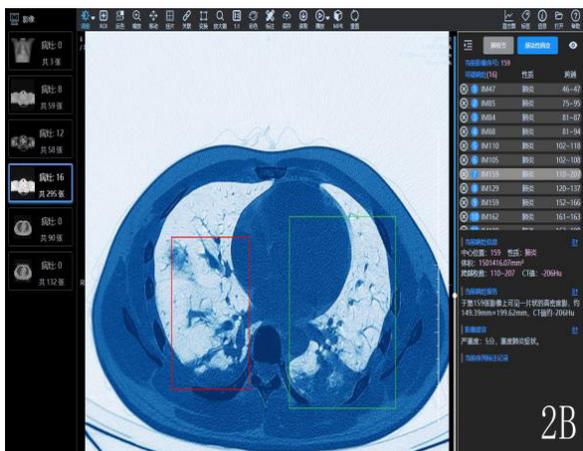
2.2 人工智能CT辅助诊断系统对新型冠状病毒肺炎磨玻璃影的检出、判断

人工智能CT辅助诊断系统优势在于智能分析、诊断，确定肺炎病灶的分布位置，计算感染体积的大小，通过CT值判断感染病变（见病例一、二）。



病例一，右肺下叶背段一磨玻璃斑片影，图1A，A组发现病灶并定位标记，图1B，伪彩图对照显示病灶更加清晰，A组与B组（放射医师诊断组）对比，病灶定位一致。





病例二，右肺中叶及两肺下叶分布的磨玻璃斑片影，图2A和2B分别是AI发现病灶定位标记及伪彩图显示病灶，此病例A组与B组（放射诊断医师）对比，病灶定位一致，但AI组勾画左肺下叶病灶范围较大。

3 讨论

新型冠状病毒肺炎（coronavirus disease 2019, COVID-19）为新发急性呼吸道传染病，由于全球疫情的持续存在，我国仍面临疫情传播和扩散的风险^[6]。因患者感染新冠肺炎的不同时期，肺部影像表现亦不相同，早期在肺部多呈现单发或多发磨玻璃斑片影，其病变多分布于胸膜下，主要是肺的外周带^[7-9]，有的病变内可见充气支气管征，当病变进展，肺部炎性渗出性病灶范围逐渐增大，可分布多个肺叶肺段，部分病灶可出现片状实变影，则表现为磨玻璃影和片状实变影混合存在，有的出现纤维条索影形成，较少出现胸腔积液。如何早发现、早诊断，迅速检出病灶，CT筛查成为临床诊断新型冠状病毒感染的首选检查方法^[10-11]。本组病例依据《新型冠状病毒肺炎诊疗方案（试行第八版 修订版）》进行分型，均为普通型患者。本研究采用回顾性研究方法，分析经过病毒核酸检测确诊的胸部CT图像，对比AI组和放射诊断医师组对23例新冠肺炎磨玻璃影的影像评估和检出，研究结果显示，A组与B组对病变的检出

率相同，但是其误判率略高于B组，A组误判病灶2个，均为血管分叉断面，漏检病灶3个，1个漏检病灶为左肺上叶尖后段密度较为淡薄的磨玻璃斑片影，另外2个漏检病灶位于左肺上叶肺动脉干分支旁和降主动脉旁的磨玻璃斑片影。B组漏检病灶1个，为右肺中叶胸膜下一磨玻璃小斑片影。

新冠疫情的暴发，推动了AI影像诊断软件的开发和应用。应对疫情要早期预警、防控隔离、精准救治。基于CT影像图片，人工智能CT辅助诊断系统可根据肺炎的分布、不同影像特征进行分析、评价，做出影像建议性结论。本组23例普通型患者胸部CT经AI对病灶自动识别和标记，自动批量计算新冠肺炎磨玻璃影病变体积、磨玻璃影CT值、跨越层数、特性评价。通过A组和B组对新冠肺炎磨玻璃影的检出对照，AI对病灶标记的范围与放射医师组肉眼观察对比具有较好的符合性。对比AI组和放射诊断医师组对新冠肺炎的检出率、误判率和漏检率，结果显示，A组与B组对病变的检出率近似，表明经过深度学习的人工智能CT辅助诊断系统虽然对新型冠状病毒肺炎磨玻璃影有良好的检出率，但误判率和漏检率高于B组，加之新型冠状病毒肺炎患者的CT影像数据量有限，因此需要通过扩大数据量，丰富训练数据的分布，使通过训练集得到的模型泛化能力更强^[12]，从而进一步验证，使得A组在病变的检出率、误判率和漏检率有进一步提升的空间。

尽管人工智能在肺结节影像诊断中得到了很好的应用，但在新型冠状病毒肺炎的识别、特性评价仍存在问题：**①**各医院C扫描参数不同，导致影像数据存在差异^[13]；**②**对于单发病灶定位准确，复杂图像的识别存在缺陷；**③**对于病灶形态多变、多部位分布的炎性病变，AI分析能力有限，病灶勾画不准确，存在偏移或勾画范围大；**④**影像建议性结论与病灶特征有时不相符；**⑤**人工智能影像技术的应用方案还不成熟，仅对单一疾病诊断，针对感染

性病变诊断的扩展性较差。应在保证信息安全的同时,规范影像数据^[14-15],对于多征象性疾病可勾画分析每个征象并建立数据模型,训练后汇总提取出该疾病的总特征,增强对病灶的标记、识别和最终的影像评估。

本文的局限在于采用的病例数较少,仅为普通型,对于重型、危重型新冠肺炎的AI识别、评估及特性评价需要进一步探讨、研究。

人工智能CT辅助诊断系统能够识别新型冠状病毒肺炎并对其预测评估,为临床医生快速判断患者病情、进行精准诊疗提供了客观影像学依据^[16]。肺部疾病影像复杂多样,通过“AI预警+放射诊断医师”的阅片模式,在兼顾敏感性和特异性的情况下,能够助力影像医师提高阅片效率和诊断准确率。随着机器的不断深度学习,人工智能CT辅助诊断系统在新型冠状病毒肺炎的影像诊断会有长足的进步,将为人工智能和医疗大数据的影像组学及临床应用带来无限的可能性。

参考文献

- [1] Pan Y Y, Guan H X, Zhou S C, et al. Initial CT findings and temporal changes in patients with the novel coronavirus pneumonia(2019-nCoV): a study of 63 patients in Wuhan, China[J]. *Eur Radiol*, 2020, 30(6): 3334-3345.
- [2] 管汉雄,熊颖,申楠茜,等.新型冠状病毒肺炎(COVID-19)临床影像学特征[J]. *放射学实践*, 2020, 35(2): 125-30.
- [3] 王增奎,庞军,张兆福,等.人工智能辅助CT在COVID-19筛查及病情监测中的应用[J]. *分子影像学杂志*, 2020, 43(1): 53-8.
- [4] 许强,张其锐,卢光明,等.新一代医学影像人工智能临床转化现状与挑战[J]. *中华放射学杂志*, 2019, 53(11): 913-5.
- [5] 明佳蕾,方向明.基于人工智能的CT肺结节检出临床应用及研究进展[J]. *中华放射学杂志*, 2019, 53(6): 522-5.
- [6] 中华人民共和国国家卫生健康委员会.《新型冠状病毒肺炎诊疗方案(试行第八版修订版)》[EB/OL]. (2021-04-14). <http://www.nhc.gov.cn/yzygj/s7653p/202104/7de0b3837c8b4606a0594aeb0105232b/files/f192ac6e5567469db4f0a8691ca18907.pdf>
- [7] Bai HX, Hsieh B, Xiong Z, et al. Performance of radiologists in differentiating COVID-19 from viral pneumonia on chest CT[J/OL]. *Radiology*, 2020, 200823.
- [8] Zhu N, Zhang D, Wang W, et al. A novel coronavirus from patients with pneumonia in China, 2019[J/OL]. *The New England Journal of Medicine*, 2020, 7(1): e4.
- [9] 郑颖彦,马昕,王慧英,等.新型冠状病毒肺炎的薄层高分辨率计算机断层扫描征象[J]. *上海医学*, 2020, 43(5): 261-265.
- [10] 陈钊,王荣福. CT在新型冠状病毒肺炎诊断与鉴别诊断中的应用价值[J]. *CT理论与应用研究*, 2020, 29(3): 273-279.
- [11] 靳英辉,蔡林,程真顺,等.新型冠状病毒(2019-nCoV)感染的肺炎诊疗快速建议指南(标准版)[J]. *解放军医学杂志*, 2020, 45(1): 1-20.
- [12] 王琪垚,王健庆.基于深度学习的新肺炎CT图像识别研究[J]. *信息与电脑(理论版)*, 2020, 32(17): 62-64.
- [13] 萧毅,刘士远.医学影像人工智能产业化的现状及面临的挑战[J]. *肿瘤影像学*, 2019, 28(3): 129-133.
- [14] 祝蕾,朱坤福.人工智能在医学影像中的应用及面临的机遇和挑战[J]. *智慧健康*, 2021, 7(30): 1-3.
- [15] 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.
- [16] 金以勒,冯靖祎. ROCCIP框架下医学影像人工智能发展的机遇与挑战分析[J]. *中国医疗设备*, 2021, 36(11): 1-3.