

胸部 CT——2019 新型冠状病毒肺炎诊疗的“看门人”

祖梓悦,张龙江

【摘要】 2019年12月,新型冠状病毒(SARS-CoV-2)感染的肺炎在武汉暴发并迅速蔓延全国乃至世界。胸部薄层CT作为一线检查手段,具有简单、快捷的优势,结合流行病学史和临床表现,可以高度提示新型冠状病毒肺炎的诊断,有利于疑似或确诊病例的及早隔离和干预。此外,CT还可以评估疾病的严重程度,动态监测疾病进程,从而及时指导临床决策,提供预后信息。文章结合国内外的规范文件和研究进展总结了新型冠状病毒肺炎的CT影像学特征,并着重探讨了CT在其诊疗中的价值。

【关键词】 新型冠状病毒;2019新型冠状病毒肺炎;体层摄影术,X线计算机

【中图分类号】 R511 **【文献标志码】** A

【文章编号】 1008-8199(2020)03-0225-05

【DOI】 10.16571/j.cnki.1008-8199.2020.03.001



张龙江,东部战区总医院医学影像科主任医师,南京大学医学院博士研究生导师。长期致力于医学影像新技术的研发和临床转化工作,近5年来以第一/通讯作者(含共同)在 *Adv Mater*, *Adv Sci*, *JAMA Cardiol*, *JACC Cardiovasc Imaging*, *Radiology* 等国际著名期刊发表或接收发表60余篇SCI论文,研究成果被纳入10余部国外医学指南、共识或科学声明。作为执笔人撰写中国专家共识2部。主持国家重点研发计划数字诊疗装备专项、国家自然科学基金优秀青年基金、国家自然科学基金重点项目等多项国家级课题。获国家科技进步二等奖(排名第四)、教育部科技进步一等奖(排名第一)、教育部首届青年科学奖、江苏医学科技奖一等奖(排名第一)等科技奖励。荣获第十五届江苏省青年科学奖暨2015-2016年度江苏省十大青年科技之星等荣誉称号。

Chest CT--The gatekeeper to COVID-19

ZU Zi-yue, ZHANG Long-jiang

(Department of Medical Imaging, General Hospital of Eastern Theater Command, PLA, Nanjing 210002, Jiangsu, China)

【Abstract】 In December 2019, an outbreak of pneumonia associated with a novel coronavirus (SARS-CoV-2) emerged in Wuhan and spread rapidly throughout China and beyond. As the first-line imaging modality, thin-section chest CT is easy to perform, fast, available. Combined with epidemiological history and clinical manifestations, positive CT findings can highly suggest the early diagnosis of Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) with high sensitivity, so that timely isolation and intervention can be implemented for suspected and confirmed patients. CT can also help assess the disease severity, and surveil disease course, so as to guide clinical decision and provide prognostic information. This paper outlines the CT imaging features of COVID-19 and highlights the value of chest CT in its diagnosis and treatment with the reference to the official documents and latest researches.

【Key words】 novel coronavirus; COVID-19; tomography, X-ray computed

0 引 言

2019年12月,我国湖北省武汉市出现了新型冠状病毒引发的肺炎疫情。随后的春运大潮带动疫情呈指数级增长,迅速蔓延到全中国和世界其他国家。2020年2月12日,世界卫生组织(World Health Organization, WHO)将这种新型冠状病毒引起的疾病命名为2019新型冠状病毒疾病(coronavirus disease 2019, COVID-19)^[1]。2月21日国家卫生健康委员会的通知中称保留“新型冠状病毒肺炎”的命名,但对应的英文名和WHO命名保持一致。患者主要表现为发热、干咳、乏力,肺部多有影像学改变,经呼吸道飞沫和密切接触传

作者单位:210002 南京,东部战区总医院(原南京军区南京总医院)医学影像科

通信作者:张龙江, E-mail: kevinzhjl@163.com

播是主要传播途径^[2-3]。通过采取一系列防控和医疗救治措施,我国现存确诊人数自2020年2月17日开始不断下降,现存疑似人数也早已不足千人,疫情得到了初步控制。相比之下,境外发病人数不断攀升,韩国、日本、伊朗、意大利等国更有暴发态势,基于此,WHO在2020年2月16日将COVID-19的全球风险级别调至“非常高”^[4]。

中国在这场“战役”中取得的阶段性成果离不开对疾病的早期诊断和干预。影像学检查,尤其是胸部薄层CT在其中一直发挥着举足轻重的作用,它不仅能够较金标准——实时逆转录聚合酶链反应(reverse transcription polymerase chain reaction, RT-PCR)检测更敏感地识别早期肺部感染从而提高对疫情的反应速度,促成了《新型冠状病毒感染的肺炎诊疗方案》(试行第五版)对湖北疫情防控措施的重大变革,还可以评估疾病严重程度、监测疾病进程,从而指导临床决策^[5-6]。试行第六版和最新的试行第七版诊疗方案中,虽然已去除以影像学表现为参照的临床诊断一项,但影像学仍被推荐为评估疾病严重程度的指标之一^[3]。本文结合国内外的规范文件和研究进展,总结了COVID-19的CT影像学特征,并着重探讨CT在其诊疗中价值。

1 CT影像学表现

影像学检查对COVID-19的早期发现和管理具有重要意义。随着确诊病例增多,COVID-19的影像学表现也渐趋清晰。由于胸片的密度分辨力低,且受前后结构重叠等因素的影响,对新型冠状病毒肺炎早期磨玻璃密度影(ground glass opacity, GGO)的检测并不敏感,在感染早期可能无异常发现^[7-8],因此不建议作为疑似病例的首选检查方法。但重型患者胸片可表现为双肺多灶性或大片状实变影,伴少量胸腔积液,甚至出现“白肺”征^[9],因此可用于危重患者的床边检查。胸部薄层CT的密度分辨力和空间分辨力均高,对病变的大小、范围、密度显示精准,因此被推荐作为一线检查手段,在早期检出和分诊中起到关键作用。

现有研究和临床经验表明COVID-19的CT影像学特征具有非特异性和多样性。少数轻症患者在疾病的早期CT可无异常发现^[10-11]。随着病变进展,典型的胸部CT表现包括双肺多发边缘不清的GGO伴斑片状实变,以双肺周边或胸膜下分布为主,且好发于肺的后部或下叶^[12-14]。部分病变呈亚节段性分布的大片GGO,其间可见网状增粗的小血管影,呈现典型“铺路石征”,GGO或实变病变内有时可见支气管充气征,单纯实变相对较少^[15]。此外,还可在COVID-19患者的胸部CT上观察到“反晕征”,表现为几乎完全被实变环形包绕的圆形GGO^[14,16]。少数患者CT可见胸腔积液、淋巴结肿大^[17-18]。树芽征、肿块、肺空洞和钙化等通常提示细菌或慢性感染的征象则十分罕见^[18]。儿童COVID-19的基本病变模式与成人类似,但CT表现更加多样化,可为淡的GGO、GGO伴或不伴实变,也可呈类支气管炎样改变,表现为散在密度不均的点状或斑片状高密度影^[19]。此外,儿童患者多为轻型和普通型,虽病灶多发,但少有弥漫性或大片状分布,范围较小、相对局限,预后较好。

2 影像学在COVID-19诊疗中的价值

2.1 早期检出和有效补充核酸检测

疫情初期,中国迅速研发了针对COVID-19的RT-PCR检测方法并用于临床,与病毒基因测序和血清学抗体检测共同成为确诊COVID-19感染的金标准^[3]。然而基因测序耗时、成本高,抗体检测才被纳入诊断标准尚未普遍投入使用,目前确诊仍主要依赖核酸检测。RT-PCR的结果会受采样、运输和病毒负荷等因素的影响^[20-21]。早期就有一些研究和报道显示,一些最终确诊的患者,胸部CT提示肺炎改变,但多次鼻咽拭子的RT-PCR检测却呈阴性^[22-24],提示胸部CT异常是病毒核酸检测阴性感染者的重要预警信号。随后的一些大队列研究比较了首次RT-PCR和首次胸部CT对COVID-19检测的敏感性,均发现首次胸部CT的检出率显著高于首次RT-PCR^[25-27]。值得一提的是,少数无症状患者的胸部CT也可呈现特征性改变,且这种特异性征象会随着感染进程而更加明显^[10,18,22]。因此,虽然COVID-19的胸部CT表现缺乏特异性,但因其具有简便、快速的特点,且早期检出敏感性高,结合流行病学史(如武汉及周边地区旅游史或居住史;与确诊患者接触史;聚集性发病等)和临床表现(如发热和/或呼吸道症状,实验室检查提示病毒感染等),可以大大提高诊断的准确率,是病毒核酸检测非常有效的补充手段。此前,国家

卫生健康委员会印发的《新型冠状病毒肺炎诊疗方案(试行第五版)》曾建议将“具有肺炎影像学特征的疑似病例”作为湖北省 COVID-19 临床诊断的主要依据^[28], 导致 2020 年 2 月 13 日报告的全国 14 840 例新增确诊病例中有 13 332 例为临床诊断病例, 迅速消减了疑似病例的数量, 有利于 COVID-19 患者的早期隔离和防控, 从而大大提高了对疫情的反应速度。

2.2 评估疾病严重程度 胸部 CT 可以评估疾病的严重程度, 从而及时指导临床决策, 提供预后信息。为了量化病变的范围和累及程度, 国内外一些学者提出了针对 COVID-19 的 CT 严重程度评分系统, 现已被证实是 COVID-19 患者近期进展的独立危险因素^[29]。这些评分的基本原理相同, 根据每个肺叶的受累情况: 没有受累记为 0 分; 1%~25% 受累记为 1 分; 26%~50% 记 2 分; 51%~75% 记 3 分, 76%~100% 记 4 分, 将每个肺叶的得分累计, 得到总体评分在 0-20 分之间^[13]。现有的一些研究和临床经验提示, 重症和危重患者的 CT 严重程度评分显著高于普通患者, 且重症患者更多地表现为大片实变影; 条索影、铺路石征和支气管壁增厚的发生率也显著增高, 多数肺叶受累时可表现为“白肺”征^[30-32]。

在之前的中东呼吸综合征和 H5N1 型禽流感中, 胸腔积液是预测不良预后的一项指标; 此外, 一些 H5N1 患者的胸部 CT 可见淋巴结病变, 被证实可能是肺炎迅速发展的表现, 甚至导致急性呼吸窘迫综合征。如今在 COVID-19 的相关研究中发现了类似的结果: 重症和危重患者淋巴结肿大、心包积液、胸腔积液的发生率明显高于普通患者^[18,33]。

目前针对儿童 COVID-19 的经验和研究还相对较少。根据最新的《新型冠状病毒肺炎诊疗方案(试行第七版)》, 影像学显示双侧或多肺叶浸润、胸腔积液或短期内病变快速进展, 是儿童重型、危重型的一项重要临床预警指标^[3]。

2.3 监测 COVID-19 疾病病程 对于确诊患者而言, 胸部 CT 还可用来监测疾病进展或改善。单纯 GGO 可能是 COVID-19 肺炎的早期表现。疾病的进展往往伴随着病变数量、范围和密度的增加^[31]。此外, 一些重症患者中较为常见的病变模式, 诸如肺部实变、铺路石征等的出现或增多也提示着疾病进展^[15,34]。自《新型冠状病毒肺炎诊疗方案(试行第六版)》开始, 明确提出“肺部影像学显示 24-48h 内病灶明显进展>50%者按重症管理”^[35]。然而短期复查 CT 需要考虑辐射剂量问题。目前的经验提示, 不同患者的病程进展存在明显差异, 少数患者短时间即可发展为重型。因此, 随访 CT 的时间间隔该如何定义还需要谨慎考虑。在恢复期, 条索影、实变、铺路石征等逐渐吸收甚至消失, 在这一过程可能会观察到大片的 GGO 作为实变吸收的证据, 随后 GGO 逐渐变淡至完全消失。也有一些病例提示病灶缓慢吸收后残留较多纤维灶^[11,18]。根据以往 SARS 的相关研究, 纤维条索影是患者恢复期或肺组织修复的表现, 但是目前 COVID-19 的自然史尚未完全明了, 纤维灶的出现是否会影响患者肺功能的恢复和临床预后还有待于进一步研究。

3 结 语

综上所述, 虽然 COVID-19 的胸部 CT 表现缺乏特异性, 但其早期检出敏感性高, 且具有简单、快捷的优势, 结合流行病学史和临床表现, 可以高度提示 COVID-19 的诊断。因此, 胸部 CT 在 COVID-19 的诊疗中扮演着“看门人”的角色。此外, CT 还可以用来评估疾病的严重程度, 动态监测疾病进程, 从而及时指导临床决策, 提供预后信息。在未来, 需要更多大样本、多中心的研究进一步提供 COVID-19 的预后信息和完整的自然史; 此外, 与人工智能技术的结合或许能提高诊断效率, 迅速确定风险优先级, 有助于缩短患者的隔离、转运和治疗时间, 从而减轻放射科医师和临床医师的负担, 提高快速分诊能力。

【参考文献】

- [1] World Health Organization. WHO Director-General's remarks at the media briefing on 2019-nCoV on 11 February 2020[EB/OL]. (2020-02-11) [2020-03-01]. <https://www.who.int/dg/speeches/detail/who-director-general-s-remarks-at-the-media-briefing-on-2019-ncov-on-11-february-2020>.
- [2] Guan WJ, Ni ZY, Hu Y, *et al.* Clinical characteristics of coronavirus disease 2019 in China[J]. *New Engl J Med*, 2020. doi: 10.1056/NEJMoa2002032.

- [3] 中华人民共和国卫生健康委员会.新型冠状病毒感染的肺炎诊疗方案(试行第七版) [EB/OL].(2020-03-03) [2020-03-04].<http://bgs.satcm.gov.cn/zhengcewenjian/2020-03-04/13594.html>.
- [4] World Health Organization. Coronavirus Disease 2019 (COVID-19): situation report—39. 2020 [EB/OL]. (2020-02-28) [2020-02-29]. https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situation-reports/20200228-sitrep-39-covid-19.pdf?sfvrsn=aal1b80a7_2.
- [5] Kim H. Outbreak of novel coronavirus (COVID-19): What is the role of radiologists? [J] *Eur Radiol*, 2020, doi: 10.1007/s00330-020-06748-2. [Epub ahead of print].
- [6] Zu ZY, Jiang MD, Xu PP, *et al*. Coronavirus disease 2019 (COVID-19): A perspective from China [J]. *Radiology*, 2020, 200490. doi: 10.1148/radiol.2020200490. [Epub ahead of print].
- [7] Liu P, Tan XZ. 2019 novel coronavirus (2019-nCoV) pneumonia [J]. *Radiology*, 2020, 200257. doi: 10.1148/radiol.2020200257
- [8] Lee EYP, Ng MY, Khong PL. COVID-19 pneumonia: what has CT taught us? [J]. *Lancet Infect Dis*, 2020, S1473-3099(20)30134-1. doi: 10.1016/S1473-3099(20)30134-1
- [9] 中华医学会放射学分会. 新型冠状病毒肺炎的放射学诊断; 中华医学会放射学分会专家推荐意见(第一版) [J]. *中华放射学杂志*, 2020, 54. <http://rs.yiigle.com/yufabiao/1180115.htm>. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1005-1201.2020.0001.
- [10] Bernheim A, Mei X, Huang M, *et al*. Chest CT findings in coronavirus disease-19 (COVID-19): Relationship to duration of infection [J]. *Radiology*, 2020, 200463. doi: 10.1148/radiol.2020200463. [Epub ahead of print].
- [11] 李小虎, 王海涛, 朱娟, 等. 输入性新型冠状病毒肺炎治愈患者肺内病变的影像学动态观察 [J]. *中华放射学杂志*, 2020, 54 (2020-02-27). <http://rs.yiigle.com/yufabiao/1182726.htm>. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1005-1201.2020.0012.
- [12] Kanne JP, Little BP, Chung JH, *et al*. Essentials for radiologists on COVID-19: An update-Radiology scientific expert panel [J]. *Radiology*, 2020, 200527. doi: 10.1148/radiol.2020200527. [Epub ahead of print].
- [13] Chung M, Bernheim A, Mei X, *et al*. CT imaging features of 2019 novel coronavirus (2019-nCoV) [J]. *Radiology*, 2020, 200230. doi: 10.1148/radiol.2020200230. [Epub ahead of print].
- [14] Ng M, Lee EYP, Yang J, *et al*. Imaging profile of the COVID-19 infection: Radiologic findings and literature review [J]. *Radiol Cardiothoracic Imaging*, 2020, 2(1): e200034. doi: 10.1148/ryct.2020200034.
- [15] Song F, Shi N, Shan F, *et al*. Emerging coronavirus 2019-nCoV pneumonia [J]. *Radiology*, 2020, 200274. doi: 10.1148/radiol.2020200274.
- [16] Kong W, Agarwal PP. Chest imaging appearance of COVID-19 infection [J]. *Radiology Cardiothoracic Imaging*, 2020, 2(1): e200028. doi: 10.1148/ryct.2020200028.
- [17] Pan Y, Guan H, Zhou S, *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]. *European Radiology*, 2020, doi: 10.1007/s00330-020-06731-x. [Epub ahead of print].
- [18] Shi H, Han X, Jiang N, *et al*. Radiological findings from 81 patients with COVID-19 pneumonia in Wuhan, China: a descriptive study [J]. *Lancet Infect Dis*, 2020, S1473-3099(20)30086-4. doi: 10.1016/S1473-3099(20)30086-4. [Epub ahead of print].
- [19] 马慧静, 邵剑波, 王永姣, 等. 新型冠状病毒肺炎儿童高分辨C表现 [J]. *中华放射学杂志*, 2020, 54 (2020-02-10). <http://rs.yiigle.com/yufabiao/1180136.htm>. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1005-1201.2020.0002.
- [20] Peiris JS, Chu CM, Cheng VC, *et al*. Clinical progression and viral load in a community outbreak of coronavirus-associated SARS pneumonia: a prospective study [J]. *Lancet*, 2003, 361(9371): 1767-1772. doi: 10.1016/S0140-6736(03)13412-5.
- [21] World Health Organization. Guidance on regulations for the transport of infectious substances 2019 - 2020. [EB/OL]. (2019-01-01) [2020-02-29]. <https://www.who.int/ihr/publications/WHO-WHE-CPI-2019.20/en/>.
- [22] Chan JF, Yuan S, Kok KH, *et al*. A familial cluster of pneumonia associated with the 2019 novel coronavirus indicating person-to-person transmission; a study of a family cluster [J]. *Lancet*, 2020, pii: S0140-6736(20)30154-9. doi: 10.1016/S0140-6736(20)30154-9. [Epub ahead of print].
- [23] Wu Y, Xie YL, Wang X. Longitudinal CT findings in COVID-19 pneumonia: Case presenting organizing pneumonia pattern [J]. *Radiology Cardiothoracic Imaging*, 2020, 2(1): e200031. doi: 10.1148/ryct.2020200031. [Epub ahead of print].
- [24] Huang P, Liu T, Huang L, *et al*. Use of chest CT in combination with negative RT-PCR assay for the 2019 novel coronavirus but high clinical suspicion [J]. *Radiology*, 2020; 200330. doi: 10.1148/radiol.2020200330.
- [25] Xie X, Zhong Z, Zhao W, *et al*. Chest CT for typical 2019-nCoV pneumonia: relationship to negative RT-PCR testing [J]. *Radiology*, 2020; 200343. doi: 10.1148/radiol.2020200343.
- [26] Fang Y, Zhang H, Xie J, *et al*. Sensitivity of Chest CT for COVID-19: Comparison to RT-PCR [J]. *Radiology*, 2020; 200432. doi: 10.1148/radiol.2020200432. [Epub ahead of print].
- [27] Ai T, Yang Z, Hou H, *et al*. Correlation of chest CT and RT-PCR testing in coronavirus disease 2019 (COVID-19) in China: A report of 1014 cases [J]. *Radiology*, 2020; 200642. doi: 10.1148/radiol.2020200642. [Epub ahead of print].
- [28] 中华人民共和国卫生健康委员会.新型冠状病毒感染的肺炎诊疗方案(试行第五版) [EB/OL]. (2020-02-08) [2020-02-09]. <http://>

www.nhc.gov.cn/xcs/zhengcwj/202002/d4b895337e19445f8d728fcdf1e3e13a.shtml.

- [29] Feng Z, Yu Q, Yao S, *et al.* Early prediction of disease progression in 2019 novel coronavirus pneumonia patients outside Wuhan with CT and clinical characteristics[J]. medRxiv preprint first posted online, 2020, 2020:2020.2002.2019.20025296. doi: 10.1101/2020.02.19.20025296.
- [30] Huang C, Wang Y, Li X, *et al.* Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China[J]. Lancet, 2020, pii: S0140-6736(20)30183-5. doi: 10.1016/S0140-6736(20)30183-5. [Epub ahead of print].
- [31] Pan Y, Guan H. Imaging changes in patients with 2019-nCov[J]. Eur Radiol, 2020, doi: 10.1007/s00330-020-06713-z. [Epub ahead of print].
- [32] Lee KS. Pneumonia associated with 2019 novel coronavirus: can computed tomographic findings help predict the prognosis of the disease? [J] Korean J Radiol, 2020;21. <https://doi.org/10.3348/kjr.2020.0096>.
- [33] Li K, Wu J, Wu F, *et al.* The clinical and chest CT features associated with severe and critical COVID-19 pneumonia[J]. Invest Radiol, 2020; 10.1097/RLL.0000000000000672. doi:10.1097/RLL.0000000000000672 [Epub ahead of print].
- [34] Pan F, Ye T, Sun P, *et al.* Time course of lung changes on chest CT during recovery from 2019 novel coronavirus (COVID-19) pneumonia[J]. Radiology, 2020;200370. doi: 10.1148/radiol.2020200370. [Epub ahead of print].
- [35] 中华人民共和国卫生健康委员会.新型冠状病毒感染的肺炎诊疗方案(试行第六版) [EB/OL].(2020-02-19) [2020-02-20]. <http://yzs.satcm.gov.cn/zhengcewenjian/2020-02-19/13221.html>.
- [15] 李洁,赵树旺,崔丽阳,等.醋酸一碘试验在宫颈癌早期筛查中的价值[J]. 国际妇产科学杂志,2010,37(5):370-372.

(收稿日期:2020-03-07; 修回日期:2020-03-11)