

综述

新型冠状病毒肺炎胸部CT影像学进展*

刘雪艳² 李咏梅^{1,*}

1.重庆医科大学附属第一医院放射科

(重庆 400016)

2.重庆市公共卫生医疗救治中心医学影像科

(重庆 400036)

【摘要】新型冠状病毒感染(coronavirus disease 2019, COVID-19)是一种新发、突发以呼吸系统症状为主要表现的传染病。目前在全球范围内广泛流行, 感染患者已高达数亿人, 严重威胁了全球公共卫生的安全。该病以引起呼吸道症状为主, 肺组织的损伤是患者主要的临床表现。胸部CT在呼吸系统疾病的诊疗中具有显著的优势。它不仅能在早期较金标准-实时逆转录聚合酶链反应检测更敏感地识别肺部感染, 还可用于评估疾病的严重程度、监测疾病的进程、观察患者肺纤维化的转归等, 进而指导临床的决策。所以, 在疫情防控工作中, 胸部CT具有重要的作用。笔者结合国内、外最新研究总结、归纳该病典型的CT影像特征、不同临床分型、不同时期及特殊人群的CT影像学进展, 探讨胸部CT在COVID-19诊疗工作中的价值。

【关键词】新型冠状病毒肺炎; 体层摄影术; X线计算机

【中图分类号】R445.3

【文献标识码】A

【基金项目】重庆市公共卫生医疗救治中心院内科研项目(2022YNXM04)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2023.08.057

Advances on Chest CT Imaging Studies in Coronavirus Disease 2019*

LIU Xue-yan², LI Yong-mei^{1,*}

1.Department of Radiology, The First Affiliated Hospital of Chongqing Medical University, Chongqing 400016, China.

2.Department of Radiology, Chongqing Public Health Medical Center, Chongqing 400036, China.

ABSTRACT

As a new emergent infectious disease, coronavirus disease 2019(COVID-19) is currently prevalent worldwide, infecting hundreds of millions of people, seriously threatening global public health security. The disease mainly causes respiratory symptoms, and lung injury is the main clinical manifestation of COVID-19 patients. Chest CT has unique advantages in displaying signs of lung diseases. It can not only identify early pulmonary infection more sensitively than the gold standard real-time reverse transcription polymerase chain reaction, but also evaluate the severity of the disease, monitor the disease process, and guide clinical decision-making. It can also observe the prognosis of patients with pulmonary fibrosis. Therefore, chest CT has been playing a vital role in epidemic prevention and control. Combined with the latest research progress at home and abroad, this paper summarizes the main CT imaging characteristics of the disease, the progress of chest CT imaging research in different clinical types and different stages of the disease, and discusses the value of chest CT examination in COVID-19 pneumonia.

Keywords: Coronavirus Disease 2019; Tomography; X-ray Computed

新型冠状病毒感染(coronavirus disease 2019, COVID-19)是因感染严重急性呼吸综合征冠状病毒-2而引起的以急性呼吸系统症状为主的新发、突发传染性疾病^[1-3]。

新型冠状病毒(2019 new coronavirus, 2019-nCoV), 简称新冠病毒, 颗粒呈圆形或椭圆形, 有包膜, 是冠状病毒家族的一员, 属于RNA病毒, 为 β 属, 与严重急性呼吸综合征冠状病毒的同源性较高, 为85%以上。但因传播力、毒力和致病力更高, 基本再生数可达2.2左右^[4], 导致人群普遍易感, 尤其对于老年人和儿童更易患该病。2019年12月, 中国武汉即出现该病的爆发^[5]。随后, 新冠病毒不断出现变异。2022年, 奥密克戎变异株已成为全球主要流行株, 且该毒株更容易逃避既往感染产生的免疫力, 传播力更强。故该病在全球范围内造成了广泛的传播, 为影响全球的重大公共卫生事件。

新冠病毒包括: 刺突蛋白、包膜蛋白、膜蛋白和核壳蛋白^[6]等四种结构蛋白。其中, 刺突蛋白与宿主受体, 可通过血管紧张素转换酶2的受体结合域相结合^[7]。在人体各器官、各系统中, 血管紧张素转换酶2蛋白均有表达。新冠病毒主要为其S-蛋白通过结合血管紧张素转换酶2感染人体的呼吸道中的上皮细胞, 而感染细胞, 从而侵入人体^[8]。所以, 该病通常因引起肺组织的损伤, 而导致患者出现发热、咳嗽、乏力等临床症状^[3]。

在呼吸系统疾病的诊疗过程中胸部CT一直具有明显的优势, 其可以为临床医师的日常工作提供重要的辅助信息, 故在疫情防控中胸部CT向来具有重要的价值。笔者结合国内、外关于COVID-19的最新研究成果, 总结该病的胸部CT研究前沿进展, 探讨胸部CT在COVID-19临床诊疗、随访等工作中的作用。

1 CT影像特征

1.1 典型CT影像特征 磨玻璃影、实变影是COVID-19患者的主要胸部CT表现, 可单发, 也可多发^[9-10]。病变分布范围多位于胸膜下、肺外周^[11], 也可位于支气管血管束周围, 部分患者可出现充气支气管征或小叶间隔的增厚, 呈“铺路石征”^[12-15]。少数患者可出现纵隔内淋巴结增大或胸腔积液^[16]。而出现空洞、钙化灶等影像表现者实属罕见^[17]。

1.2 不同临床分型的CT影像特征 COVID-19可分为轻型、中型、重型、危重型等四种临床类型^[3]。研究发现: 不同临床分型的患者之间的CT影像学表现存在一定差异^[18-21]。

轻型患者的胸部CT无肺炎表现。中型患者的胸部CT常表现为磨玻璃影, 可单发, 也可多发。重型患者的CT表现以磨玻璃影、浸润影或实变影多见, 常为多发, 病灶较中型患者更多。危重型患者CT表现为实变影, 常伴多发斑片影, 病变多呈弥漫性分布; 斑片影在各叶均常见, 多呈磨玻璃样改变, 部分呈实变影^[22]。出现纵隔淋巴结增大、心包积液、胸腔积液者在重型和危重型患者中更多见^[17,23]。

针对评估COVID-19肺部严重程度的方法, 国内、外学者提出了评分系统。多项研究显示: 中型患者的CT评分低于重型及危重型^[24-26]。而重型、危重型患者的肺部病灶范围更为广泛。在肺炎病灶占整肺体积的占比方面, 中型的占比最低, 而危重型患者的占比最高^[18]。

1.3 不同临床分期的CT影像特征 COVID-19患者的胸部CT表现可根据疾病发展的不同阶段, 而分为早期、进展期、重症期和吸收期^[27-28]。

早期, 由于肺间质的充血、水肿, 少量单核细胞和淋巴细胞浸润, 肺泡腔内无或

【第一作者】刘雪艳, 女, 主治医师, 主要研究方向: 传染病影像学诊断。Email: 629497980@qq.com

【通讯作者】李咏梅, 女, 教授, 主要研究方向: 中枢脱髓鞘疾病、腹盆部疾病影像研究。Email: lymzhang70@aliyun.com

仅有少许渗出物^[29]，病变常表现为磨玻璃影，可呈多发或单发，病灶分布常较为局限，多位于叶间裂下或者胸膜下，可出现小叶间隔的增厚^[10,30,31]。进展期，病变内出现由单核细胞、巨噬细胞及纤维蛋白等组成的大量渗出物^[29]，CT上可表现为病灶密度较前增高，病变范围较前增大，少数病例可出现病灶的融合，形成大片状的实变影，分布特点常为非对称性改变^[27]。重症期时，反应性增生的肺泡上皮出现变性、肿胀或坏死，进而肺泡上皮开始脱落，局部纤维母细胞可出现增生，网状纤维出现增生并进而断裂，肺泡内渗出的纤维素逐渐开始沉积^[29]，病变的密度更加增高，病变范围更为广泛，呈现以实变影为主，弥漫性分布的特点，病变进展亦较为迅速。少部分患者可在短时间内即发展为“白肺”，可伴有少量的胸腔积液^[30-32]。

患者的病情在发病后1~2周时，渐渐好转，并逐渐进入吸收期，胸部CT显示肺部病变的密度开始逐渐下降，病变的范围开始逐渐缩小，表现为铺路石征、空气支气管征等影像学改变的逐渐减少，实变影逐渐的慢慢消散^[33-34]。

有学者研究发现，短期内COVID-19患者的肺部病灶即可完全吸收^[34-36]。但患者恢复的情况具有一定差异。对恢复期出院后10天患者的随访研究中发现，炎症指标高的具有严重临床症状的患者，其肺部更容易出现纤维化的改变。且在病程中出现的小叶间质增厚、实变影和网状影可早期提示发生肺纤维化的可能^[37]。对恢复期早期的重症患者的随访研究中发现，该时期的患者以索条影和磨玻璃影为其主要的CT表现^[38]。而对出院2周后的轻症患者的随访研究中发现，磨玻璃影和纤维化是该类患者的主要CT表现，并在随访时，异常征象可逐渐消退^[39]。但有学者研究显示：在对出院3个月的患者进行随访观察时，仍75%的患者有异常肺部病灶的残留^[40]。在随访6个月时，仍有少数患者可见磨玻璃影、蜂窝影、网状影等肺纤维化的异常改变^[41-42]。在对COVID-19患者1年的随访观察中发现，仍有少数患者存在肺纤维化的表现^[43]。在对重症COVID-19患者2年时的胸部CT随访的研究中发现，磨玻璃影最终可以被完全吸收，仍有少许网状影和条带影的病灶残留^[44]。

1.4 特殊人群的CT影像特征 儿童COVID-19患者明显少于成人，且临床症状常相对较轻，临床分型多以轻型、中型等为主，而重型、危重型患者较少见。胸部CT表现常为阴性。肺部受损患者的CT表现，以磨玻璃影较为常见，随后进展为病灶的融合，进一步发展为实变影。儿童患者中出现小叶间隔增厚、网状影的情况亦较少^[45]。

老年的COVID-19患者的胸部CT表现与年轻患者的影像学表现类似，以磨玻璃影、实变影等为主要表现，但病灶的分布范围却较年轻人更为广泛，可伴有小叶间隔增厚、胸膜下线或胸膜增厚等，但老年患者出现胸膜增厚和胸膜下线的概率较高^[46]。

接种新冠病毒灭活疫苗的COVID-19患者的临床分型，多为中型，且治疗后预后普遍较好。胸部CT表现以磨玻璃影或斑片影为主，可表现为单侧或双侧^[47]。

现全球范围内广泛传播的毒株为奥密克戎变异株，该变异毒株对肺组织的损伤程度普遍较轻，多数为上呼吸道感染。出现肺炎者的胸部CT主要为表现磨玻璃影，病变仍以胸膜下、肺外围分布为主，常伴有小叶间隔增厚^[48]。

2 CT在COVID-19诊疗中的价值

2.1 CT为临床诊疗和随访的重要辅助检查手段 学者们研究提出的CT评分系统可对COVID-19肺部病变的严重程度，进行客观的评估，从而反应该病的严重程度，进而为医生的临床决策、患者的临床诊疗提供科学的、直观的依据^[49]。

胸部CT可在COVID-19患者的随访中，发挥重要作用。研究显示：对于恢复期的患者，索条影、实变影等影像征象可逐渐被吸收，甚至全部消失^[35]。1年时随访的患者，部分病例的肺组织显示仍有纤维灶的残存^[43]。肺纤维化在病情严重的老年患者中更容易出现，且可能会导致心功能不全或肺功能不全。研究发现，联合临床-放射学模型可在COVID-19患者的发病早期即预测肺纤维化的形成^[49]。但COVID-19患者的肺部异常改变是否为肺纤维化、肺纤维化存在的时长，影像学异常表现对肺功能影响的时

长、新冠后遗症对机体的影响、患者最终能否完全恢复健康等问题，仍需学者们进行长期而深入的研究。

人工智能技术作为一种高效、新兴的辅助诊断工具，在抗击新冠疫情中发挥着显著的作用。多位学者的科学研究发现：在COVID-19的健康监测、辅助诊断、疗效评价及预后等各方面，人工智能技术均可发挥作用。但目前研究的人工智能模型，还存在一定的问题，其普遍的泛化性与鲁棒性较差。今后研究中，针对COVID-19的人工智能模型还需要在多个种族、多个国家的患者队列中进行验证和优化，以提高人工智能研究模型在临床实际工作的应用及推广的价值^[50]。

3 鉴别诊断

在COVID-19的诊疗过程中，需与其他类型的病毒性肺炎、衣原体肺炎、支原体肺炎、细菌性肺炎等感染性疾病相鉴别。

3.1 与其他类型病毒性肺炎鉴别 甲型流感肺炎患者与新冠肺部感染患者的临床表现相似，常见表现为发热、咳嗽，CT的影像学表现类似，鉴别存在一定困难，需要进行核酸检测以进行鉴别。腺病毒肺炎易侵犯免疫功能障碍的人群或婴幼儿^[51]，胸部CT表现为磨玻璃影，常呈双肺多灶性分布，常伴实变影及支气管壁增厚^[52]。腺病毒肺炎对于2岁以下的低龄儿童较常见，胸部CT表现大片状实变影为主，多呈向心性的分布，较少侵及胸膜下。流感病毒肺炎患者的胸部CT表现为实变影，常沿支气管血管束分布，磨玻璃影与小叶间隔增厚，多呈双肺弥漫性分布^[53]，其与新冠肺部感染引发的肺炎的分布特点不同，且常伴发胸腔积液与支气管扩张。

3.2 与衣原体肺炎、支原体肺炎鉴别 衣原体肺炎患者常有曾接触鸟类或家禽的流行病学史，胸部CT表现为渗出性病变和实变影，病变常表现为单叶的实变影，病情严重程度与病变范围具有一定相关性^[54]，可出现胸腔积液和淋巴结肿大。支原体肺炎的发病年龄较小，多为学龄期儿童，早期肺部常无明显体征^[55]，胸部CT表现为斑片影为主，病变主要沿支气管分布为主，多位于中内带，可伴发黏液栓或支气管壁的增厚，少量胸腔积液和淋巴结肿大较少见^[56]。

3.3 与细菌性肺炎鉴别 细菌性肺炎患者实验室检查通常显示白细胞计数增高，中性粒细胞比率升高，胸部CT表现常呈渗出性或实变影，以叶、段或亚段的分布为主；也可呈斑片影，病变主要沿支气管血管束周围分布。

4 总结

COVID-19是一种主要引起呼吸系统症状的新发、突发的传染病。目前已出现如：阿尔法(Alpha, B.1.1.7株)、贝塔(Beta, B.1.351株)、伽玛(Gamma, P.1株)及Delta(B.1.617.2株)、奥密克戎变异株等多种变异株，且传染性普遍较强。该病的胸部CT主要表现为磨玻璃影和实变影。该病的胸部CT表现在不同的时期、不同的人群中具有一定的变化和差异性。胸部CT在该病的诊断、鉴别诊断、监测病情、评估进程等方面具有重要作用，可评估患者的病情、预测患者的预后，进而指导临床治疗的决策。但目前关于变异株、长期随访及肺部病变转归等的临床科学研究仍较少，还需多中心的深入合作，对更大的样本进行进一步的研究，得出科学的结论，为医务人员的日常临床诊疗工作提供一定的指导和帮助。

参考文献

- [1] Majumder J, Minko T. Recent Developments on Therapeutic and Diagnostic Approaches for COVID-19[J]. AAPS J. 2021; 23(1):14.
- [2] Yüce M, Filiztekin E, Özkaya KG. COVID-19 diagnosis -A review of current methods[J]. Biosens Bioelectron. 2021; 172: 112752.
- [3] 国家卫生健康委员会. 关于印发新型冠状病毒感染诊疗方案(试行第十版)的通知(附件: 新型冠状病毒感染诊疗方案(试行第十版)) [EB/OL].
- [4] Li Q, Guan X, Wu P, et al. Early Transmission Dynamics in Wuhan, China, of Novel Coronavirus-Infected Pneumonia[J]. N Engl J Med. 2020; 382(13): 1199-1207.
- [5] 谢婷婷, 王俊卿, 王哲, 等. 新型冠状病毒(2019-nCoV)肺炎临床及CT诊断[J]. 中国CT和MRI杂志, 2020, 18(3): 147-150.
- [6] Wu A, Peng Y, Huang B, et al. Genome Composition and Divergence of the Novel Coronavirus (2019-nCoV) Originating in China[J]. Cell Host Microbe. 2020; 27(3): 325-328.
- [7] Lan J, Ge J, Yu J, et al. Structure of the SARS-CoV-2 spike receptor-binding domain bound to the ACE2 receptor[J]. Nature. 2020; 581(7807): 215-220.

(校对编辑：姚丽娜)

[37] SUI R, ZI J, LI D, et al. Early and Intermediate-Term Results for the Combined Superior Approach Correction of Supracardiac Total Anomalous Pulmonary Venous Connection in Neonatal Patients [J]. *Heart Lung Circ.* 2021; 30(8): 1256-1262.

[38] CHOWDHURY UK, ANDERSON RH, SANKHYAN LK, et al. Surgical management of the scimitar syndrome [J]. *J Card Surg.* 2021; 36(10): 3770-3795.

[39] ROBLEDLO GC, YAMILE JURADO HERNÁNDEZ M, GOMEZ GONZALES A, et al. Scimitar Syndrome Associated With Arterial Pulmonary Hypertension. Report a Case and Literature Review [J]. *Curr Probl Cardiol.* 2022; 47(6): 100855.

[40] HÖRER J, NEURAY C, VOGT M, et al. What to expect after repair of total anomalous pulmonary venous connection: data from 193 patients and 2902 patient years [J]. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2013; 44(5): 800-807.

[41] EREK E, SUZAN D, AYDIN S, et al. Incidence and treatment of pulmonary vein stenosis after repair of total anomalous pulmonary venous connection [J]. *Türk Gogus Kalp Damar Cerrahisi Derg.* 2019; 27(4): 471-477.

[42] AL-MOHAISSEN MA, KAZMI MH, CHAN KL, et al. Validation of two-dimensional methods for left atrial volume measurement: a comparison of echocardiography with cardiac computed tomography [J]. *Echocardiography.* 2013; 30(10): 1135-1142.

(收稿日期: 2022-06-07)
(校对编辑: 姚丽娜)

(校对编辑: 姚丽娜)