

新型冠状病毒肺炎的影像学诊断

何光武 孙 昂



〔作者简介〕 何光武,医学博士、主任医师、教授、硕士生导师。目前担任上海市宝山区吴淞中心医院放射医学科主任、宝山区影像(放射)诊断中心主任、住院医师规范化培训医学影像科基地主任。先后主持上海市、宝山区课题7项。在国内外核心期刊上共发表论文40余篇。现任第8届上海市中西医结合学会影像医学专业委员会委员,上海市医学会放射科专科分会第10届委员会质控学组、区县协作组委员,中国研究型医院学会感染与炎症放射专业委员会上海协作专委会委员,上海市宝山区医学会放射学组组长、宝山区卫生健康委员会放射质控组长。

摘要 新型冠状病毒肺炎是以肺部病变为主的新型传染病,临床特征为发热、干咳、气促、外周血白细胞计数不高或降低、淋巴细胞计数降低,胸部影像学检查表现为有一定特征的炎性改变。新型冠状病毒肺炎确诊主要依据流行病学史、临床症状、影像学检查及病毒核酸检测,其中,胸部CT检查在新型冠状病毒肺炎确诊中起着非常重要的作用。掌握新型冠状病毒肺炎的X线及CT影像表现将有助于此疾病的早期发现和诊断。

关键词 新型冠状病毒肺炎 胸部CT影像

中图分类号 R8

文献标识码 A

DOI 10.11969/j.issn.1673-548X.2021.01.001

2020年2月11日WHO宣布由SARS-CoV-2导致的疾病正式命名为新型冠状病毒肺炎(COVID-19)^[1,2]。目前研究认为,COVID-19是以侵犯肺部引发肺炎为主的急性传染病,它传染性强,能在人与人之间传播^[3]。包括流行病学史、临床症状、影像学检查以及病毒核酸检测在内的4个方面为诊断COVID-19提供主要依据,最终确诊需要2次病毒核酸检测阳性,其中影像学检查,尤其是胸部CT检查在新型冠状病毒肺炎的发现、诊断、疗效观察及患者出院标准等诊疗过程中起到不可替代的作用。

一、COVID-19的流行病学

1. 病原学特点:新型冠状病毒直径为60~140nm,呈多形性,以圆形或椭圆形多见,这种 β 属有包膜的病毒基因特征与严重急性呼吸综合征病毒(severe acute respiratory syndrome coronavirus, SARS-CoV)明显不同,但与蝙蝠SARS样冠状病毒(bat-SL-CoVZC45)有很高的同源性。

2. 流行病学特点:新型冠状病毒感染者是主要传染源。飞沫传播以及与患者密切接触传播是其主要传播途径。由于是新发病毒感染,人群普遍易感^[4]。

二、COVID-19的病理学特点

目前有关COVID-19的组织病理和尸检结果显示,肺脏可见实变、出血、坏死、出血性梗死,II型肺泡上皮细胞可见增生及脱落,包涵体出现在II型肺泡上皮细胞和巨噬细胞内。使用电镜可以发现冠状病毒颗粒位于支气管黏膜上皮和II型肺泡上皮细胞胞质内^[4]。反转录聚合酶链反应(reverse transcription-polymerase chain reaction, RT-PCR)检测新型冠状病毒核酸阳性。

三、COVID-19的影像学检查

1. DR检查:不推荐使用,这是由于COVID-19胸片漏诊率高,病变初期多无异常,易漏诊。重症或危重患者,可使用移动DR进行床旁摄片。

2. CT检查:COVID-19放射学检查,首选容积CT扫描,扫描层厚5mm,重建为1.0~1.5mm薄层。可进行多平面重建,为病灶的早期检出、病变的评估提供更多信息,也更利于发现普通X线不易观察的病变^[5]。

四、COVID-19的影像学表现

根据CT表现的特点,COVID-19可以分为早期、进展期、危重期和吸收期4个阶段。

1. 早期:早期的放射学检查发现,典型的COVID-19的CT表现为双侧磨玻璃样影(GGOs),分布在周

边及后肺,斑片状及融合性病变主要表现为混合型 GGO 病变 (50%), 其次为单纯性 GGO 病变 (35%)^[6]。最常见的病变形状为楔形 (42%), 其次为细长型 (33%) 和融合性型 (25%)。病灶之间界限模糊 (70%), 部分病灶可见支气管充气征 (28%)。结节样病变主要表现为纯磨玻璃结节 (57%)、磨玻璃为主的病变 (32%) 以及渗出为主的病变 (11%)。结节性病变为圆形 (95%), 边界不清 (75%), 未见空洞、小结节、树芽征或胸腔积液。

早期病灶常表现为单发或多发的局限性磨玻璃阴影、结节,非常淡薄的小斑片状磨玻璃阴影或者大片状磨玻璃阴影,以不规则形、扇形多见,磨玻璃阴影内细支气管壁有增厚,可见支气管充气征,病灶内或病灶周围血管增粗。病灶边界多不清晰,病灶多分布于中、下肺叶,多位于胸膜下或沿支气管血管束分布。

Chung 等^[7] 回顾分析了 21 例来自中国的感染 COVID-19 的有症状患者的胸部 CT 扫描。典型的 CT 表现为双侧肺实质磨玻璃影,有时表现为圆形和周围肺分布。未见肺空洞、胸腔积液和肿大淋巴结。

2. 进展期:相关研究发现,病变进展期常有多发新病灶出现,新病灶 CT 影像表现与上述早期病灶相似,表现为 GGO 渗出、融合或伴有实变,有结节和晕征、实变病灶内可见空气支气管征^[8]。以双肺野中外带分布多见,原有磨玻璃阴影可融合或部分吸收,其形态也发生变化,不完全沿支气管血管束走行。可出现胸腔积液,但量一般不大。胸腔积液的多少、纵隔及肺门淋巴结是否增大则取决于患者是否有基础性疾病。

部分进展期新冠肺炎患者胸部 X 线片检查可呈阳性,胸部 CT 可显示更多病灶。Yoon 等^[9] 研究发现,9 例 COVID-19 患者中 3 例 (33.3%) 经胸片检查发现实质异常,多数为外周病灶。胸部 CT 图像显示,9 例患者中有 8 例为双侧受累,另一例为单侧“反晕征”。总共发现 77 个病变,包括斑片状病变 (39%)、大融合性病变 (13%) 和小结节性病变 (48%)。78% 和 67% 的病变累及周围和后肺野。病灶通常是不清晰的,由混合磨玻璃影、实变或纯磨玻璃影组成。斑片状病变、大融合性病变主要分布在两肺下叶、胸膜下,而结节性病变主要分布在支气管血管束。

3. 危重期:相关研究发现在危重期,少数具有基础疾病的患者、老年患者或肥胖者,病程进展迅速,肺内病变范围扩大,双肺密度弥漫性、广泛性进一步增

高,散在的磨玻璃影融合成片,结构扭曲、变密实。病变发展超过 50% 用时不到 2 天,常表现为 GGO 伴实变^[8]。此期患者病死率较高。部分合并其他疾病的患者,可表现为临床症状明显加重而影像表现加重不明显。

4. 吸收期:绝大多数 COVID-19 患者经过隔离治疗,病情趋于稳定、好转,表现为病灶范围缩小,密度逐渐减低,病灶数量减少,磨玻璃阴影可完全吸收。部分患者表现为纤维化,这是否预示着病变的逆转,仍有待于资料的进一步积累。肺部影像学改变,往往滞后于临床症状。

Shi 等^[10] 研究发现,COVID-19 的放射学演变与该疾病的临床病程是一致的。临床前患者 (症状出现前 1 周) 的典型 CT 影像特征包括单侧 9 例 (60%)、多灶 8 例 (53%)、磨玻璃影 14 例 (93%)。小叶间隔增厚、相邻胸膜增厚、结节、圆形囊性改变、支气管扩张、胸腔积液、淋巴结病在本组少见。症状出现后第 1 周患者的 CT 影像表现为病变迅速演变为双侧病变 (19 例,占 90%) 和弥漫性病变 (11 例,占 52%),但仍以磨玻璃为主 (17 例,占 81%)。胸腔积液 1 例 (5%), 淋巴结肿大 3 例 (14%)。在症状出现后 1~2 周,随着疾病的进展,磨玻璃样阴影仍是主要的 CT 表现 (17 例,占 57%),但也有 9 例 (30%) 为实变。他们在对 1 例死亡患者的后续 CT 研究中发现,双侧胸腔积液加重,这提示有胸腔积液的患者可能愈后不佳。在症状出现后第 3 周,磨玻璃影 (5 例,占 33%) 和网状影 (5 例,占 33%) 是主要的影像学表现,其次是支气管扩张 (2 例,占 13%)。CT 扫描的病变范围从亚临床期到症状出现后的第 1 周和第 2 周有明显的增加,然后在第 3 周逐渐减少。

需要注意的是,部分患者 CT 检查表现完全正常,这提示胸部 CT 缺乏完全的敏感度,不能单独可靠地完全排除这种疾病,特别是在感染早期^[11]。这可能与 COVID-19 的潜伏期为几天有关,可能存在于一个前驱期,在影像学表现出现之前,病毒感染表现出症状。COVID-19 的症状可能在暴露后 2 天或 2 周内出现,这与 MERS 的潜伏期类似。

随着 COVID-19 感染病例的报道数量继续增加,多国放射科医生都会遇到这种疾病的感染者。高度可疑和确定的疫区暴露史和旅行史是考虑这一诊断的关键。双肺多发胸膜下或后肺磨玻璃影提示放射科医生 COVID-19 感染的可能。此外,正常的胸部 CT 扫描并不排除 COVID-19 感染的诊断。

由于 RT-PCR 检测的阳性率相对较低,当 RT-PCR 检测阴性而 CT 检查阳性的“假阳性”病例可能实际上就是 COVID-19 感染者。Ai 等^[12] 研究认为,对于 RT-PCR 阴性的患者,超过 70% 的患者有典型的 CT 影像表现。由于 COVID-19 与其他病毒性肺炎的 CT 影像特征重叠,故在胸部 CT 上可以识别 COVID-19 假阳性病例。然而,考虑到 COVID-19 的迅速蔓延,CT 检查的首要任务是要识别任何可疑的病例,以便隔离患者并给予适当的治疗。通过对临床症状、典型的 CT 影像表现、动态 CT 随访的综合分析,约 81% 的首次 RT-PCR 阴性但胸部 CT 扫描阳性的患者被重新归类为 COVID-19 的高度疑似或疑似病例。

五、新型冠状病毒肺炎的影像鉴别诊断

COVID-19 的暴发导致了全球卫生紧急状况。COVID-19 在放射学上与 SARS 和 MERS 肺炎相似^[13-15]。尽管 CT 影像表现相似,但是 COVID-19 在放射学上似乎比非典型肺炎(SARS)和中东呼吸综合征(MERS)更温和。SARS 和 MERS 的初始 X 线异常占 78.3%~82.4%,而 COVID-19 仅占 33%^[16]。不伴实变的 GGO,在 COVID-19 患者中占 45%~67%,在中东呼吸综合征患者中占 14%~40%,在非典型肺炎患者中占 50%^[17-19]。

腺病毒感染者的胸部 CT 可表现为胸膜下 GGO、双肺节段性及胸膜下实变、胸腔积液、小叶间隔增厚、支气管充气征。

COVID-19 多累及双侧肺、多个肺叶,以后肺和外周肺为主的分布特征明显。研究表明,流行性感肺炎倾向于累及下肺。H1N1 肺炎和 SARS 均具有较强的外周性,而 H5N1 流感不具有大叶性。甲型 H7N9 流感病毒性肺炎早期为片状磨玻璃影及实变影,伴有间质改变,病变进展迅速,H7N9 肺炎以右下肺为主分布。

COVID-19 患者的胸部 CT 检查结果与不同病毒科的腺病毒引起的胸部 CT 检查结果存在重叠;与相同病毒科的病毒(如 SARS-CoV 和 MERS-CoV)的胸部 CT 检查结果既有不同也有相似之处。

病毒性肺炎是由上呼吸道病毒感染,向下蔓延所致的肺部炎症。病情较重及死亡者常为有慢性心肺疾病的患者以及老人、婴幼儿或孕妇。其 CT 影像表现多样,十分复杂,不同病毒导致的肺炎影像学表现有所差异,缺乏普遍规律,这种复杂性可能与病程、宿主免疫力、浸入机体病毒类型、数量与毒力等有关。

支原体肺炎好发于儿童和青年,支原体抗体效价升高,症状重,体征轻,与影像学改变不同步,X 线呈节段或非节段的高密度影,CT 呈双肺弥漫分布支气管壁增厚,小叶中心性结节,可见树芽征、肺实变、磨玻璃影,与 COVID-19 不同的是,支原体肺炎常有纵隔淋巴结肿大和胸腔积液。

六、展 望

COVID-19 在肺部 CT 扫描中表现为单或双侧胸膜下磨玻璃影(GGO),双肺外带及肺后部好发,右肺下叶病灶较多,网状磨玻璃影和(或)小叶间隔增厚,支气管充气征、边界不清;胸腔积液相对少见,未见病灶含有钙化的报道,未见所有病灶都为实变的报道。磨玻璃影融合可以作为疾病进展的标志。虽然积极的核酸检测是诊断的金标准,但如果患者有流行史,有发热和(或)咳嗽,CT 上可见肺周围及后部磨玻璃影病变,白细胞正常或减少,应高度怀疑为 COVID-19。

COVID-19 虽然有一定的影像学特点,但其影像学特异性还没有达到足以与其他病毒性肺炎甚至部分非病毒性肺炎鉴别开来的层面。也就是说,不能单纯依据患者肺部影像学表现来确诊 COVID-19。CT 的特点是敏感度强,但特异性相对不够高;核酸测序的特点是特异性强,但敏感度相对不够高。由于 COVID-19 潜伏期相当长,CT 与核酸测序都有一定的假阴性,偶有治愈者出院 10 天后核酸测序又转阳。影像学表现结合患者流行病学接触史、临床表现及实验室检查,可以互补提高诊断效能。

参 考 文 献

- 1 Lake MA. What we know so far: COVID-19 current clinical knowledge and research[J]. Clin Med (Lond), 2020, 20(2): 124-127
- 2 Zhu N, Zhang D, Wang W, et al. A novel coronavirus from patients with pneumonia in China, 2019[J]. N Engl J Med, 2020, 382(8): 727-733
- 3 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
- 4 国家卫生健康委员会, 国家中医药管理局. 新型冠状病毒肺炎诊疗方案(试行第七版)[J]. 江苏中医药, 2020, 52(4): 1-6
- 5 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(4): 279-285
- 6 Pan F, Ye T, Sun P, et al. Time course of lung changes at chest CT during recovery from coronavirus disease 2019 (COVID-19)[J]. Radiology, 2020, 295(3): 715-721

(下转第 13 页)

- 11 Bourdais R, Rousseau B, Pujals A, *et al.* Polymerase proofreading domain mutations; new opportunities for immunotherapy in hypermutated colorectal cancer beyond MMR deficiency [J]. *Crit Rev Oncol Hematol*, 2017, 113(2): 42-48
- 12 Chen DS, Hurwitz H. Combinations of bevacizumab with cancer immunotherapy [J]. *Cancer J*, 2018, 24(4): 193-204
- 13 Fukuoka S, Hara H, Takahashi N, *et al.* Regorafenib plus nivolumab in patients with advanced gastric or colorectal cancer: an open-label, dose-escalation, and dose-expansion phase Ib trial (REGONIVO, EPOC1603) [J]. *J Clin Oncol*, 2020, Doi: 10.1200/JCO.19.03296
- 14 Ottaiano A, Capozzi M, Tafuto S, *et al.* Folfiri-aflibercept vs. folfiri-bevacizumab as second line treatment of RAS mutated metastatic colorectal cancer in real practice [J]. *Front Oncol*, 2019, 9(7): 66
- 15 Morelli MP, Xie C, Brar G, *et al.* A phase I/II study of pexa-vec oncolytic virus in combination with immune checkpoint inhibition in refractory colorectal cancer: safety report [J]. *J Clin Oncol*, 2019, 37(4_suppl): 646
- 16 Li B, Li T, Pignon JC, *et al.* Landscape of tumor-infiltrating T cell repertoire of human cancers [J]. *Nat Genet*, 2016, 48(7): 725-732
- 17 Anagnostou V, Smith KN, Forde PM, *et al.* Evolution of neoantigen landscape during immune checkpoint blockade in non-small cell lung cancer [J]. *Cancer Discovery*, 2017, 7(3): 264-276
- 18 Pagès F, Mlecnik B, Marliot F, *et al.* International validation of the consensus Immunoscore for the classification of colon cancer: a prognostic and accuracy study [J]. *Lancet*, 2018, 391(10135): 2128-2139
- 19 Domingo E, Freeman-Mills L, Rayner E, *et al.* Somatic POLE proofreading domain mutation, immune response, and prognosis in colorectal cancer: a retrospective, pooled biomarker study [J]. *Lancet Gastroenterol Hepatol*, 2016, 1(3): 207-216
- 20 Temraz S, Nassar F, Nasr R, *et al.* Gut microbiome: a promising biomarker for immunotherapy in colorectal cancer [J]. *Int J Mol Sci*, 2019, 20(17): 4155
- 21 Cremonesi E, Governa V, Garzon JFG, *et al.* Gut microbiota modulate T cell trafficking into human colorectal cancer [J]. *Gut*, 2018, 67(11): 1984-1994
- 22 Purcell RV, Visnovska M, Biggs PJ, *et al.* Distinct gut microbiome patterns associate with consensus molecular subtypes of colorectal cancer [J]. *Sci Rep*, 2017, 7(1): 11590
- 23 Hale VL, Jeraldo P, Chen J, *et al.* Distinct microbes, metabolites, and ecologies define the microbiome in deficient and proficient mismatch repair colorectal cancers [J]. *Genome Med*, 2018, 10(1): 78

(收稿日期: 2020-06-14)

(修回日期: 2020-06-30)

(上接第3页)

- 7 Chung M, Bernheim A, Mei X, *et al.* CT imaging features of 2019 novel coronavirus (2019-nCoV) [J]. *Radiology*, 2020, 295(1): 202-207
- 8 中国研究型医院学会感染与炎症放射学专业委员会, 中国性病艾滋病防治协会感染(传染病)影像工作委员会, 中华医学会放射学分会传染病学组, 等. 新型冠状病毒肺炎影像学辅助诊断指南[J]. *中国医学影像技术*, 2020, 36(3): 321-331
- 9 Yoon SH, Lee KH, Kim JY, *et al.* Chest radiographic and CT findings of the 2019 novel coronavirus disease (COVID-19): analysis of nine patients treated in Korea [J]. *Korean J Radiol*, 2020, 21(4): 494-500
- 10 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, 20(4): 425-434
- 11 Chung M, Bernheim A, Mei X, *et al.* CT imaging features of 2019 novel coronavirus (2019-nCoV) [J]. *Radiology*, 2020, 295(1): 202-207
- 12 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, 296(2): E32-E40
- 13 Ajlan AM, Ahyad RA, Jamjoom LG, *et al.* Middle east respiratory syndrome coronavirus (MERS-CoV) infection: chest CT findings [J]. *AJR Am J Roentgenol*, 2014, 203(4): 782-787
- 14 Das KM, Lee EY, Enani MA, *et al.* CT correlation with outcomes in 15 patients with acute middle east respiratory syndrome coronavirus [J]. *AJR Am J Roentgenol*, 2015, 204(4): 736-742
- 15 Choi WJ, Lee KN, Kang EJ, *et al.* Middle east respiratory syndrome-coronavirus infection: a case report of serial computed tomographic findings in a young male patient [J]. *Korean J Radiol*, 2016, 17(1): 166-170
- 16 Das KM, Lee EY, Al Jawder SE, *et al.* Acute middle east respiratory syndrome coronavirus: temporal lung changes observed on the chest radiographs of 55 patients [J]. *AJR Am J Roentgenol*, 2015, 205(3): W267-W274
- 17 Song F, Shi N, Shan F, *et al.* Emerging 2019 novel coronavirus (2019-nCoV) pneumonia [J]. *Radiology*, 2020, 295(1): 210-217
- 18 Ajlan AM, Ahyad RA, Jamjoom LG, *et al.* Middle east respiratory syndrome coronavirus (MERS-CoV) infection: chest CT findings [J]. *AJR Am J Roentgenol*, 2014, 203(4): 782-787
- 19 Das KM, Lee EY, Enani MA, *et al.* CT correlation with outcomes in 15 patients with acute Middle East respiratory syndrome coronavirus [J]. *AJR Am J Roentgenol*, 2015, 204(4): 736-742

(收稿日期: 2020-06-17)

(修回日期: 2020-11-18)