

2019 冠状病毒病 (COVID-19) 患者胸部 CT 影像学动态变化

王锦程, 刘锦鹏, 王园园, 刘伟, 陈小群, 孙超, 沈晓勇, 汪启东, 吴亚平,
梁文杰, 阮凌翔
浙江大学医学院附属第一医院放射科, 浙江 杭州 310003

[摘要]目的: 探讨 2019 冠状病毒病 (COVID-19) 患者病程中胸部 CT 影像表现变化。方法: 收集在浙江大学医学院附属第一医院集中收治的 COVID-19 确诊患者 52 例。所有患者住院期间持续胸部 CT 随访, 人均共行 4 次胸部 CT 随访检查, 每次检查间隔时间最短 2 d, 最长 7 d。回顾性分析诊疗过程中患者 CT 影像上病灶的形态、数目、分布和随时间的变化特点。结果: 2 例患者首次胸部 CT 影像无异常, 其余 50 例患者均发现肺部有不同程度的阴影。其中表现为磨玻璃样密度影 (GGO) 48 例 (92.3%), 斑片状实变、亚实变 19 例 (36.5%), 17 例 (32.7%) 伴随出现空气支气管征, 小叶间隔增粗 41 例 (78.8%)。住院期间, COVID-19 患者肺内 GGO 病变逐渐减少, 纤维索条影逐渐增多, 成为最常见的影像表现。39 例患者 (75.0%) 在入院第 6~9 天肺内病灶变化最为明显, 在入院第 10~14 天 40 例 (76.9%) 患者肺内病灶出现较为明显的吸收。结论: COVID-19 患者的胸部 CT 影像表现具有一定的特征和变化规律, 这在疫情防控和临床治疗中具有较大价值。

[关键词] 2019 冠状病毒病; 严重急性呼吸综合征冠状病毒 2; 新型冠状病毒感染; 体层摄影术, X 线计算机; 动态

[中图分类号]R512.99; R814.42 [文献标志码]A

Dynamic changes of chest CT imaging in patients with corona virus disease-19 (COVID-19)

WANG Jincheng, LIU Jinpeng, WANG Yuanyuan, LIU Wei, CHEN Xiaoqun, SUN Chao, SHEN Xiaoyong, WANG Qidong, WU Yaping, LIANG Wenjie, RUAN Lingxiang (Radiology Department, the First Affiliated Hospital, Zhejiang University School of Medicine, Hangzhou 310003, China)

Corresponding author: RUAN Lingxiang, E-mail: 1190026@zju.edu.cn

[Abstract] Objective: To analyze the dynamic changes of chest CT images of patients with corona virus disease-19 (COVID-19). Methods: Fifty-two cases of COVID-19 were admitted in

收稿日期: 2020-02-15 接受日期: 2020-02-20

基金项目: 国家重点研发计划 (2016YFC0104510)

第一作者: 王锦程 (1990—), 男, 硕士, 住院医师, 主要从事胸腹部影像学; E-mail: 1517018@zju.edu.cn; https://orcid.org/0000-0003-4676-309X

通信作者: 阮凌翔 (1968—), 男, 硕士, 主任医师, 主要从事胸腹部影像学; E-mail: 1190026@zju.edu.cn

the First Affiliated Hospital of Zhejiang University School of Medicine. The consecutive chest CT scans were followed up for all patients with an average of 4 scans performed per patient during the hospitalization. The shortest interval between each scan was 2 days and the longest was 7 days. The shape, number and distribution of lung shadows, as well as the characteristics of the lesions on the CT images were reviewed. **Results:** The obvious shadows infiltrating the lungs were shown on CT images in 50 cases, for other 2 cases there was no abnormal changes in the lungs during the first CT examination. Ground-glass opacities (GGO) were found in 48 cases (92.3%), and 19 cases (36.5%) had patchy consolidation and sub-consolidation, which were accompanied with air bronchi sign in 17 cases (32.7%). Forty one cases (78.8%) showed a thickened leaflet interval, 4 cases (7.6%) had a small number of fibrous stripes. During hospitalization, GGO lesions in COVID-19 patients gradually became rare, the fibrous strip shadows increased and it became the most common imaging manifestation. The lesions rapidly progressed in 39 cases (75.0%) within 6-9 days after admission. On days 10-14 of admission, the lesions distinctly resolved in 40 cases (76.9%). **Conclusion:** The chest CT images of patients with COVID-19 have certain characteristics with dynamic changes, which are of value for monitoring disease progress and clinical treatment.

[Key words] Corona virus disease-19; Severe acute respiratory syndrome coronavirus 2; Novel coronavirus infection; X-ray computed tomography; Dynamic

2019 年 12 月下旬, 在湖北省武汉市首先暴发了一种由新型冠状病毒——严重急性呼吸综合征冠状病毒 2 (severe acute respiratory syndrome coronavirus 2, SARS-CoV-2) 感染引起的疾病, 即 2019 冠状病毒病 (corona virus disease-19, COVID-19)。SARS-CoV-2 具有较强的传染性, 人群普遍易感, 一般表现为发热、咳嗽、胸闷和乏力, 严重者可快速进展为急性呼吸窘迫综合征以及多器官功能衰竭而导致患者死亡^[1]。由于对 SARS-CoV-2 了解不足, 加上疫情在全国范围内的流行和传播非常迅速, 给 COVID-19 的诊断带来了巨大挑战。核酸检测是诊断的金标准, 但是其特异性和敏感性受试剂本身和采样标本的影响较大, 容易出现假阴性结果。因此, 影像学检查的作用日益突显。目前, 已有一些文献对 COVID-19 患者的胸部影像学特点进行了描述^[2-3]。我们发现, 患者胸部影像学表现会随着病情进展出现动态变化, 笔者回顾性分析 52 例在浙江大学医学院附属第一医院确诊为 COVID-19 患者的胸部 CT 影像学资料, 旨在加深理解 COVID-19 患者肺部组织病变的变化规律。

1 对象与方法

1.1 对象

收集 2020 年 1 月 19 日至 2 月 3 日在浙江大学医学院附属第一医院就诊并具有完整 CT 影像数据的 COVID-19 患者 52 例, 男性 29 例, 女性 23 例, 其中 1 例为孕妇; 患者年龄 13~73 岁, 平均年龄 (44±14) 岁; 16 例有武汉旅居史, 36 例有与确诊病例密切接触史; 患者临床表现以发热和呼吸道症状为主, 起病症状为发热 47 例, 胸闷 13 例, 咳嗽 24 例, 乏力 18 例, 头痛 15 例, 肌肉酸痛 38 例, 胃肠道不适 1 例, 2 例患者无明显临床症状。所有患者的诊断符合《新型冠状病毒感染的肺炎诊疗方案 (试行第六版)》^[4]标准, 核酸检测均为阳性。

1.2 胸部 CT 检查方法

52 例患者入院时及在入院期间均在特定机房行胸部 CT 检查, 机房内环境及机器设备确

保完全消毒,扫描技术人员上岗时均做好一级防护。使用 LightSpeed VCT 及 Revolution EVO 64 排螺旋 CT 采集患者胸部影像数据。扫描范围自肺尖至肺底。扫描参数:管电压 80~120 kV,管电流 100~400 mA,扫描层厚 5 mm,采用高分辨骨算法和标准算法,重建薄层图像层厚为 1 mm,同时行冠状位薄层重建。

1.3 胸部 CT 检查的动态随访

住院期间所有患者常规胸部 CT 随访,两次检查间隔时间最短 2 d,最长 7 d。52 例患者中最少复查 2 次,最多复查 7 次,人均住院期间复查 4 次。总共收集到 205 例次的胸部 CT 影像检查数据。

1.4 胸部 CT 影像分析

由 2 名高年资影像诊断医师独立进行回顾性图像分析,内容包括肺部病灶分布、范围、病灶类型、胸内淋巴结、病灶演变类型等。当意见不同时,请第 3 名胸部影像诊断的主任医师组织讨论,并最终达成一致。

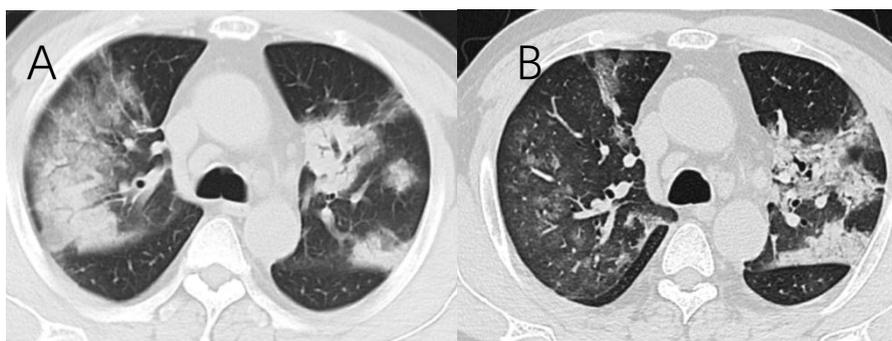
1.5 统计学方法

正态分布的计量数据以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)描述,计数数据以例数和百分率[n(%)]描述。

2 结果

2.1 入院时首次胸部 CT 检查结果

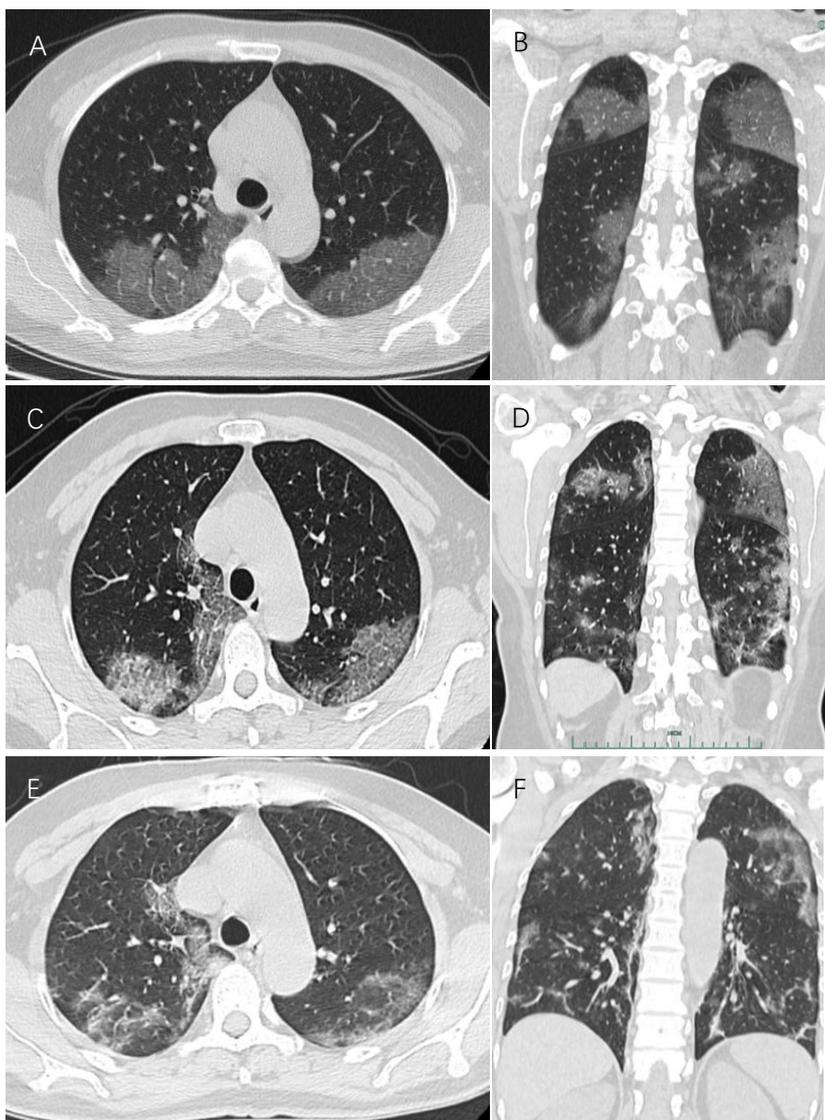
除 2 例患者肺部无异常改变外,50 例患者均发现不同程度的肺部阴影。48 例(92.3%)患者有磨玻璃样密度影(ground-glass opacity, GGO),呈结节状或片状。19 例(36.5%)患者肺内存在斑片状实变、亚实变,大小不一,病灶的长轴与邻近胸膜平行。其中有 17 例(32.7%)伴随空气支气管征(图 1)。GGO 和亚实变可同时混合出现,但大部分患者以 GGO 范围或数目为著。患者肺内还存在不同程度的肺间质改变,41 例(78.8%)有小叶间隔增粗表现,可见“铺路石征”(图 2),4 例(7.7%)出现少量纤维条索影,分布在实变或亚实变周围。COVID-19 患者的病变分布具有特征性,主要位于两肺的外带区域及两侧胸膜下,可跨越肺段的解剖分布,呈多叶浸润累及。首次 CT 检查中所有患者均未发现肺部空洞、肿大的肺门或纵隔淋巴结、胸腔积液、心包腔积液以及气胸、肺不张。



患者女性,51 岁,发热 4 d,胸闷气急 1 d。A:入院首次 CT 检查显示两肺散在多发实性、亚实性片状影,右肺为著,两侧病灶内均可见“空气支气管征”;B:入院第 10 天右肺病灶吸收留下絮片状淡薄高密度影,左肺上叶实变影增多、范围增大,局部融合。

图 1 COVID-19 患者实变病灶内出现空气支气管征

Figure 1 Air bronchus signs in consolidation lesions of COVID-19 patient



患者女性, 54 岁, 畏寒发热头痛乏力 5 d。A、B: 患者入院当天 CT 检查示两肺胸膜下多发磨玻璃样密度影和小叶间隔增粗, 表现“铺路石征”; C、D: 发病第 8 天复查 CT, 显示两肺磨玻璃样密度影密度不均匀增高, 呈亚实性改变, 冠状位显示部分磨玻璃样密度影吸收; E、F: 发病第 11 天再次复查 CT, 显示病灶范围进一步缩小, 小叶间隔增厚及轻度收缩性改变。

图 2 COVID-19 患者大范围肺间质改变及纤维化演变

Figure 2 COVID-19 patient has extensive pulmonary interstitial changes and gradual fibrosis in the lungs

2.2 患者入院后不同时间段内胸部 CT 影像学表现

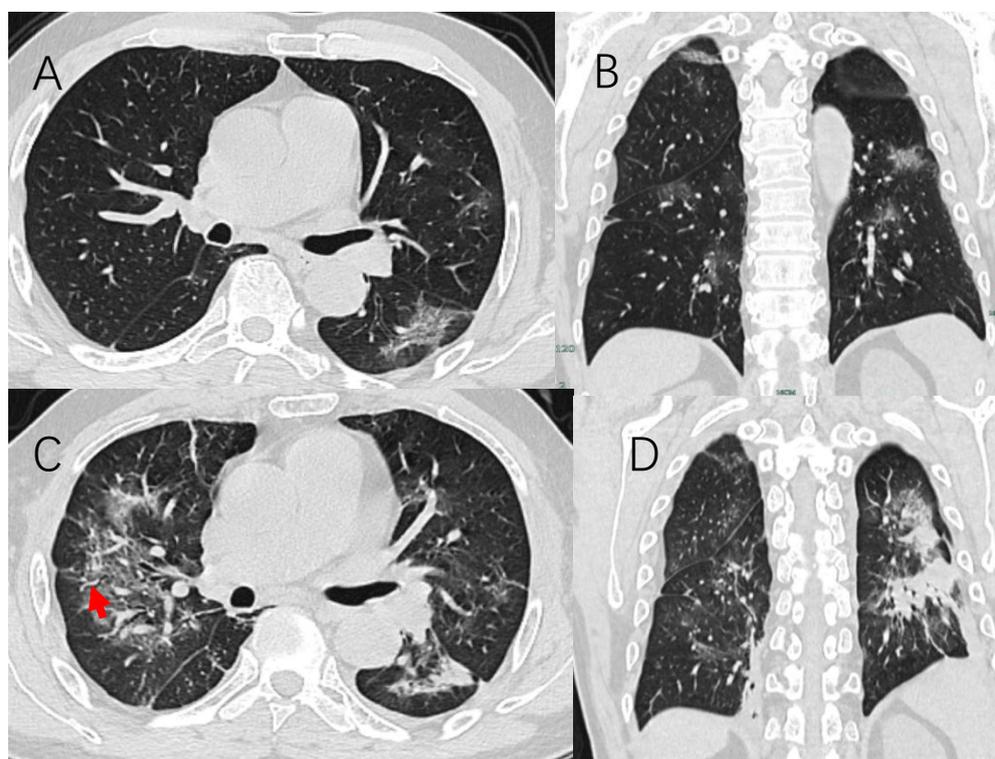
患者入院后不同时间段的 CT 扫描结果显示, 肺部病变呈现出一定趋势性变化 (表 1)。肺内 GGO 在入院后 2~5 d 最为常见 (84.3%), 随后几个时间段肺内 GGO 出现的频次逐渐下降。斑片状实变、亚实变出现的频次呈现出先增多后下降的趋势, 在入院 6~9 d 以及 10~13 d 均比较常见 (分别为 83.0%、85.7%), 见图 3。随着住院时间延长, 患者肺内更常见的病变是肺间质性改变, 包括小叶间隔增厚以及纤维索条影。其中小叶间隔增厚在患者住院早期

即很常见, 入院第 2~5 天出现的比例高达 71.8%, 住院 14 d 后出现的比例仍达 84.0%。纤维索条影则从最初的 6.2% 增加到 96.0% (图 2、4、5)。

表 1 COVID-19 患者入院后不同时间段胸部 CT 影像学表现

Table 1 A summary of imaging findings in COVID-19 patients at different time periods after admission

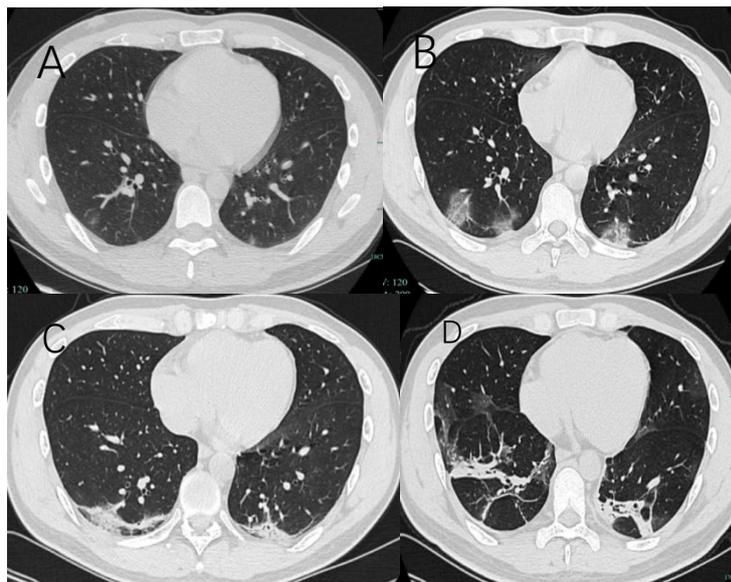
距离首次 CT 检查时间	<i>n</i>	磨玻璃样密度影	斑片状实变、亚实变	小叶间隔增厚	纤维索条影
2~<6 d	32	27 (84.4)	21 (65.6)	23 (71.9)	2 (6.3)
6~<10 d	71	39 (54.9)	59 (83.1)	55 (77.5)	23 (32.4)
10~<14 d	77	31 (40.3)	66 (85.7)	68 (88.3)	35 (45.5)
≥14 d	25	9 (36.0)	16 (64.0)	21 (84.0)	24 (96.0)



患者男性, 70 岁, 发热伴咳嗽咳痰 3 d 就诊, 曾与 COVID-19 确诊患者密切接触. A: 入院首次 CT 检查显示左肺下叶胸膜下可见一不规则斑片状磨玻璃样密度影; B: 入院首次 CT 检查的冠状位重建图像显示两肺胸膜下散在多发磨玻璃样密度影; C: 入院第 8 天胸部 CT 检查显示病变进展, 右肺新发大片状磨玻璃样密度影, 内见增粗小血管影 (箭头所示); D: 入院第 8 天胸部 CT 检查的冠状位重建图像显示左肺病灶实变, 范围较前增大.

图 3 COVID-19 患者 2 次复查显示肺内实变进展

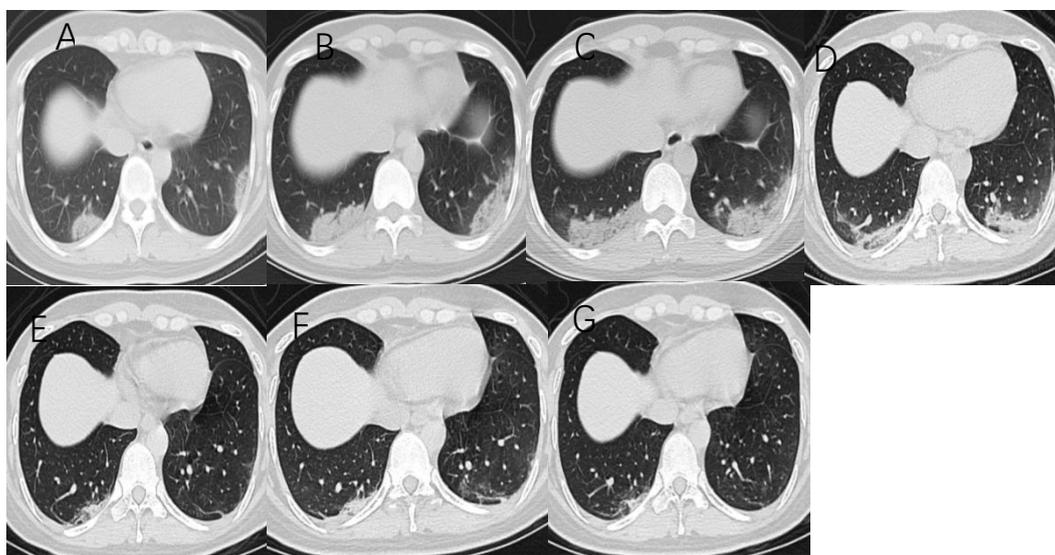
Figure 3 Progressive lung consolidation lesions in a COVID-19 patient



患者男性, 30 岁, 发热咳嗽 1 d, 有武汉居留史. A: 入院首次 CT 检查示两肺下叶胸膜下少许磨玻璃样密度影; B: 入院第 4 天两肺下叶病灶密度增高, 范围增大, 局部少许实变; C: 入院第 8 天肺内实变影更为明显, 可见胸膜下线及小叶间隔增厚, 周围小叶结构似牵拉; D: 入院第 13 天实变仍存在, 可见粗乱的条索影, 提示一定程度的肺纤维化.

图 4 动态 CT 显示住院后期 COVID-19 患者肺纤维化变得明显

Figure 4 Dynamic CT showed that pulmonary fibrosis became apparent later in hospitalization in COVID-19 patient



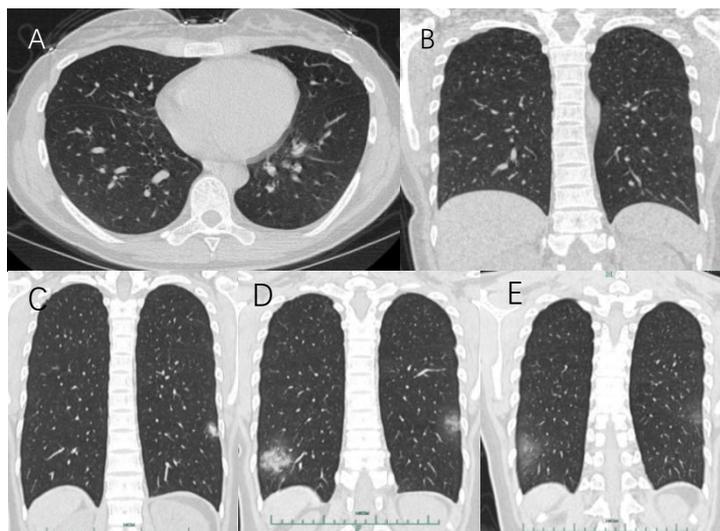
患者女性, 39 岁, 反复发热 4 d 就诊. A: 首次就诊时, 两肺下叶胸膜下见半片状实变影; B、C: 入院后第 2 次和第 3 次检查, 距离发病分别为第 6 天和第 8 天, 实变范围增大, 并保持相对稳定, 病灶内可见“空气支气管征”; D: 入院后第 4 次检查距离发病第 10 天, 肺内仍以实变为主, 但病灶开始吸收; E、F: 距离发病第 12 天和第 14 天, 肺部阴影进一步减少, 两侧胸膜下出现纤维条索影; G: 距离发病第 16 天, 两肺下叶以纤维条索影为著.

图 5 动态 CT 显示 COVID-19 患者肺部阴影的进展和吸收 (首次 CT 检查呈实变表现)

Figure 5 Dynamic CT showed the progression and absorption of lesion in a COVID-19 patient (The first CT examination showed consolidation)

2.3 治疗期间患者肺部病灶演变模式

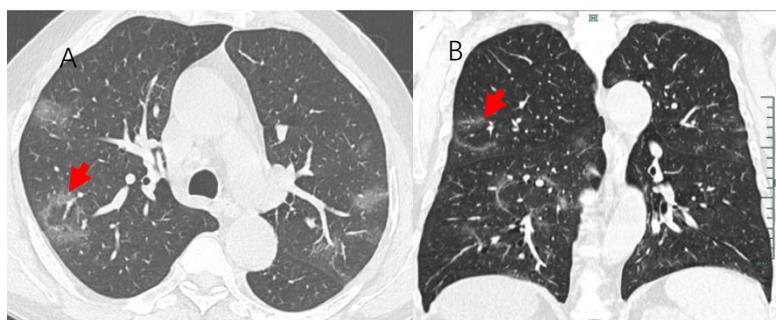
患者在入院第 6~9 天肺内病变进展最为明显 (图 5、6)。39 例 (75.0%) 患者出现肺内病灶数目增多、范围增大, 部分病灶可见融合。此外可见到 GGO 密度不均匀增高, 实变、亚实变影和肺间质改变明显。入院第 10~14 天, 40 例 (76.9%) 患者肺内病灶出现较为明显的吸收。表现为 GGO 和实变数目减少和范围缩小。病灶的中央首先开始吸收, 此时可出现典型的“反晕征” (图 7); 对于斑片状病灶而言, 病灶靠近肺门一侧吸收最快 (图 8)。部分斑片状实变影吸收速度较慢, 可呈机化性肺炎表现。于此同时, 肺纤维索条影进一步增多, 走行不规则, 牵拉临近胸膜或叶间胸膜。但未见到蜂窝状改变或者牵拉性支气管扩张。在住院期间, 有 12 例 (23.0%) 患者出现一处病灶吸收, 另一处病灶新出现或病灶进展融合的现象 (图 1)。



患者女性, 24 岁, 发热 1 d, 有密切接触 COVID-19 患者史。A、B: 首次 CT 检查肺部无异常; C: 入院后第 5 天 CT 显示左肺下叶胸膜下小片状实变影; D: 入院后第 8 天 CT 复查显示病灶进展; E: 入院后第 12 天 CT 复查显示肺内病灶明显吸收, 密度减低。

图 6 动态 CT 显示 COVID-19 患者肺部病灶的进展和吸收 (首次 CT 检查阴性)

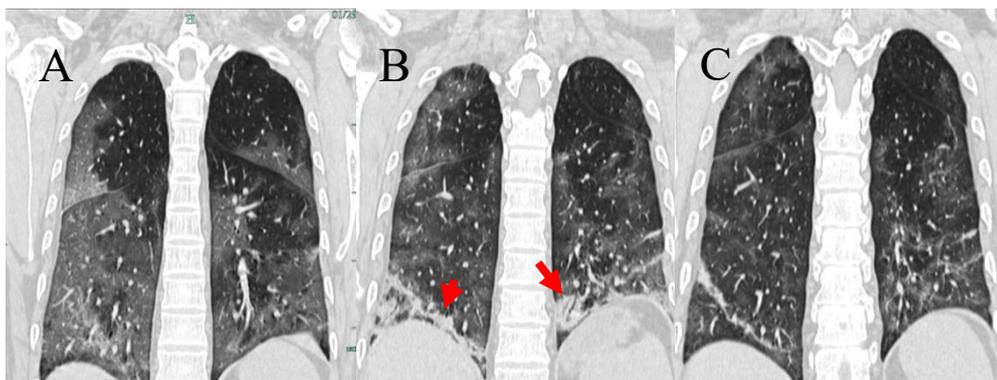
Figure 6 Dynamic CT showed the progression and absorption of lesion in a COVID-19 patient (negative at the first CT scan)



患者男性, 62 岁, 入院后第 12 天时 CT 扫描的横断位 (A) 和冠状位 (B) 图像, 肺部分磨玻璃样密度影开始吸收减少, 吸收从病灶中央开始, 横断位和冠状位上均可见到典型的“反晕征” (箭头所示)。

图 7 COVID-19 患者病灶吸收首先从中心开始

Figure 7 The absorption begun firstly in the center of the COVID-19 lesion



患者男性, 51 岁, 发热 7 d, 加重伴气促 1 d, 1 月份有武汉旅居史. A: 发病第 7 天首次 CT 检查, 患者双肺胸膜下多发斑片状磨玻璃样密度影, 局部小叶间隔增粗, 呈细网格样改变; B: 发病第 10 天, 病灶有吸收减少, 两肺下叶磨玻璃样密度影呈亚实性、实性改变 (箭头所示); C: 发病第 13 天, 病灶明显吸收减少, 两肺下叶见粗大的纤维条索影.

图 8 动态 CT 显示 COVID-19 患者肺内病灶的顺序及纤维化过程

Figure 8 Dynamic CT showed the sequence of lung lesion absorption and gradual pulmonary fibrosis in a COVID-19 patient

3 讨论

COVID-19 患者出现症状到住院就诊往往存在一定的时间间隔, 本文资料中的患者进行首次胸部 CT 检查时距离发病 1~15 d, 可出现首次检查阴性的病例(3.8%), 但大部分(96.2%)患者可见肺部病灶. 这些病灶与其他病毒性肺炎表现出类似的影像改变, 主要以 GGO、斑片状实变、亚实变以及广泛的小叶间隔增粗为主, 无肿大淋巴结、胸腔积液、空洞. 病灶以 GGO 病灶为著, 约 92.3% 的患者肺内可见 GGO, 其次为小叶间隔增粗(78.8%). 病灶的分布具有一定特异性, 主要集中在两肺外带区域及两侧胸膜下. COVID-19 在早期更多反映了肺间质的损伤, 例如小叶间隔的增粗和 GGO 的出现. 由于炎症累及肺泡结构, 引起肺泡水肿渗出、出血在 CT 影像上可表现为不同程度的 GGO. 重型病例可出现肺实质损伤, 影像上表现为肺实变, 这通常是由于正常肺泡结构塌陷或者炎性细胞大量浸润引起. 本文资料中的有 32.7% 的患者可见空气支气管征, 表明 COVID-19 患者近侧气道未受到累及. 笔者认为这与病毒的感染机制有关. 尽管对 COVID-19 更详细的病理变化仍有待进一步研究, 但已有研究表明血管紧张素转化酶 2 (angiotensin converting enzyme 2, ACE2) 是 SARS-CoV-2 表面棘突蛋白结构域的重要连接受体, 与 SARS 类似; 鉴于具有较强的传染性, 其亲和力可能较 SARS 更大^[5]. 人体的 ACE2 受体大量表达于 II 型肺泡上皮细胞. 肺的外带及胸膜下是终末细小支气管膨大形成肺泡管的密集区域, 从解剖学角度也可以解释病灶分布的特点. 此外, SARS-CoV-2 作为一种单链 RNA 病毒, 其颗粒直径非常微小, 足够随气流播散至气道的远端^[6]. 此外, 在一些文献中提到增粗的小血管影、结节周围围绕的淡模糊影也较有特征性, 在本文资料的患者中亦有发现.

COVID-19 患者病情变化通常较快, 并会受到多方面的影响, 包括救治方案和患者体质、慢性基础疾病(高血压、糖尿病)等. 临床实践中, 有些患者症状反复, 平稳一段时间后突然出现急性呼吸窘迫综合征或多器官功能衰竭, 临床推测这与患者体内的“炎症风暴”有关^[7]. 本文资料中的患者均获得有效的治疗, 未出现病情恶化或死亡病例, 但患者肺部病灶仍呈现出较大的变化. COVID-19 患者在入院早期(2~5 d)更多表现为一种急性损伤, 最常见的是 GGO 和实变^[8]. 随着病程进展, GGO 病灶逐渐减少, 实变病灶先增多后在一定时间内保持

相对稳定(6~9 d和10~13 d)。在疾病的后期(>14 d)当患者病情得到控制并好转后,肺内出现不同程度的肺纤维化。这种趋势性变化有助于帮助临床医生判断患者肺部损伤处于哪一个阶段,有利于对病情的评估。本文资料尚未有出院患者长期的临床跟踪和CT复查数据,因此肺部病灶纤维化的程度和广度需要后续进一步观察。

本文资料患者在住院6~10 d病变进展最为明显,表现为GGO、实变影数目增多、范围增大,严重者可出现融合,说明疾病尚处早期,需要引起临床重视。此后肺内病灶出现不同程度的吸收,表明相当一部分患者在这一时期肺部损伤已达到高峰,病情处于一个关键节点,对临床的评估和治疗具有较大的指导意义。鉴于患者在住院前期肺内病变较为迅速,笔者认为COVID-19患者治疗期间持续CT复查非常重要。当首诊患者肺内以GGO为主要病变时,需要适当缩短复查的时间间隔,以及时评估在疾病急性损伤阶段的进展情况;如果肺内出现以纤维索条影为主的病变形式,则表明患者病情转入慢性吸收阶段,可以适当延长CT复查的时间间隔。此外,有部分患者(23.0%)在复查期间肺部病灶呈现一定的“此消彼长”现象,可能与病情反复或病灶吸收不完全有关,提示对COVID-19患者的CT检查结果判断需要与前次检查结果对照,以利于综合评估肺内病变的转归。

2003年和2015年,严重急性呼吸综合征(SARS)和中东呼吸综合征(MERS)暴发,病原体同为 β 亚型的冠状病毒^[9]。MERS的中间宿主是单峰骆驼,患病人群具有较明显的地域分布。SARS与此次的SARS-CoV-2的流行有一定相似性,且从临床来看,病毒都具有较强的传染性。COVID-19患者的肺部影像表现与SARS非常相似^[10-11],比如都以GGO和实变为主且主要集中于两侧胸膜下,两者都少见空洞、胸腔积液、淋巴结肿大,但是SARS具有更严重的间质纤维化,患者出院后仍可表现小叶内间质及小叶间隔的增厚,胸膜下线及远端细支气管牵拉性扩张和蜂窝状改变等,部分患者康复期双肺间质纤维化仍可导致空气滞留形成“马赛克”样表现^[12]。SARS的CT影像病灶进展为更迅速,更容易弥漫性肺泡损伤,在影像学上出现“白肺”。本文资料中的COVID-19患者未出现“白肺”表现。

鉴于SARS的诊疗经验以及得益于CT设备已在各级医疗中心普及,我们建议在发热门诊或对潜在感染人群通过胸部CT检查的方法来提高诊断的敏感性^[13]。COVID-19患者动态CT影像学表现有一定的特点和变化规律,可以为临床治疗决策和疫情防控提供重要依据。

参考文献

- [1] 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. DOI: 10.1056/NEJMoa2001316.
- [2] FANG Y C, ZHANG H Q, XU Y Y, et al. CT manifestations of two cases of 2019 novel coronavirus (2019-nCoV) pneumonia[J]. *Radiology*, 2020. DOI: 10.1148/radiol.2020020280.
- [3] 金银华, 陈斌, 张景峰, 等. 胸部CT影像学在新型冠状病毒肺炎疫情防控中的价值[J]. *现代实用医学*, 2020, 32(2).
JIN Yinhua, CHEN Bin, ZHANG Jingfeng, et al. Value of chest CT imaging in prevention and control of novel coronavirus pneumonia epidemic[J]. *Modern Practical Medicine*, 2020, 32(2). (in Chinese)
- [4] 中华人民共和国国家卫生健康委员会. 关于印发新型冠状病毒肺炎诊疗方案(试行第六版)的通知[EB/OL]. (2020-02-19)[2020-02-23]. <http://www.nhc.gov.cn/yzygj/s7653p/202002/8334a8326dd94d329df351d7da8aefc2.shtml?from=timeline>.
National Health Commission of the People's Republic of China. Notice on *Diagnosis and treatment of novel coronavirus pneumonia (Trial version 6)*[EB/OL]. (2020-02-08)[2020-02-15]. <http://www.nhc.gov.cn/xcs/zhengcwj/202002/d4b895337e19445f8d728fcaf1e3e13a.shtml>. (in Chinese)

- [5] LIU Y, GAYLE A A, WILDER-SMITH A, et al. The reproductive number of COVID-19 is higher compared to SARS coronavirus[J]. **J Travel Med**, 2020. DOI: 10.1093/jtm/taaa021.
- [6] ZHU N, ZHANG D, WANG W, et al. A novel coronavirus from patients with pneumonia in China, 2019[J]. **N Engl J Med**, 2020. DOI: 10.1056/NEJMoa2001017.
- [7] GUPTA K K, KHAN M A, SINGH S K. Constitutive inflammatory cytokine storm: a major threat to human health[J]. **J Interferon Cytokine Res**, 2020,40(1):19-23.
- [8] 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]. **Eur Radiol**, 2020.
- [9] YIN Y, WUNDERINK R G. MERS, SARS and other coronaviruses as causes of pneumonia[J]. **Respirology**, 2018,23(2):130-137. DOI:10.1111/resp.13196.
- [10] OOI G C, DAQING M. SARS: radiological features[J]. **Respirology**, 2003,8 Suppl:S15-S19. DOI:10.1046/j.1440-1843.2003.00519.x.
- [11] PAUL N S, ROBERTS H, BUTANY J, et al. Radiologic pattern of disease in patients with severe acute respiratory syndrome: the Toronto experience[J]. **Radiographics**, 2004,24(2):553-563. DOI:10.1148/rg.242035193.
- [12] 杜湘珂, 郁万江, 王思伦, 等. SARS 的临床与影像分析[J]. **中华放射学杂志**, 2003,37(9):780-783. DOI:10.3760/j.issn:1005-1201.2003.09.003.
DU Xiangke, YU Wanjiang, WANG Silun, et al. Preliminary analysis of clinical images of SARS[J]. **Chinese Journal of Radiology**, 2003,37(9):780-783. DOI:10.3760/j.issn:1005-1201.2003.09.003. (in Chinese)
- [13] 王仁贵, 孙洪跃, 宋鲁新, 等. 112 例 SARS 急性期的 X 线和 CT 表现特征分析[J]. **北京大学学报(医学版)**, 2003,35(1):29-33. DOI:10.3321/j.issn:1671-167X.2003.z1.011.
WANG Rengui, SUN Hongyue, SONG Luxin, et al. Plain radiograph and CT features of 112 patients with SARS in acute stage[J]. **Journal of Peking University (Health Sciences)**, 2003,35(1):29-33. DOI:10.3321/j.issn:1671-167X.2003.z1.011. (in Chinese)

[本文编辑 沈敏 余方]