·新冠肺炎专题报道·

新型冠状病毒肺炎胸部 CT 影像表现

汪翊[1] 刘曦娇[1] 宋彬[1] 叶铮[1] 张韵[1] 张娜[2] 胡少平[3] 魏毅[1]
赵爽[1] 曾涵江[1] 陈志霞[1] 邓雯[1] 黄子星[1]
(1. 四川大学华西医院放射科，四川 成都 610041；2. 成都市公共卫生临床医疗中心放射科，四川 成都 610066；
3. 协和武汉红十字会医院放射科，湖北 武汉 430015)

【摘要】 2019 新型冠状病毒导致的肺炎称为新型冠状病毒肺炎(COVID-19)。以计算机断层扫描（CT)为代表的影像学技术在 COVID-19 早期诊断、疾病分期分级、治疗指导、疗效评价及动态观察中具有重要价值，是国家诊疗方案中的重要指标。本文回顾总结了收治的 COVID-19 患者主要的胸部 CT 影像表现，并探讨了相关病理基础以及不同时期的演变特点，以期对临床的诊疗工作和患者随访带来帮助。

【关键词】 2019 新型冠状病毒；新型冠状病毒肺炎；CT 诊断；影像表现
【中图分类号】 R511；R814.42 【文献标志码】 A **doi**：10.3969/j.issn.1672-3511.2020.04.001

Chest CT imaging manifestations of Corona Virus Disease 2019

WANG Yi[1], LIU Xijiao[1], SONG Bin[1], YE Zheng[1], ZHANG Yun[1], ZHANG Na[2], HU Shaoping[3], WEI Yi[1], ZHAO Shuang[1], ZENG Hanjiang[1], CHEN Zhixia[1], DENG Wen[1], HUANG Zixing[1]
(1. *Department of Radiology, West China Hospital, Sichuan University, Chengdu* 610041, *China*;
2. *Department of Radiology, Chengdu Public Health Clinical Medical Center, Chengdu* 610000, *China*;
3. *Department of Radiology, Wu Han Union Red Cross Hospital, Wuhan* 430000, *China*)

【Abstract】 The Corona Virus Disease 2019 (COVID-19) caused by severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2), has brought national public health emergency and global attention. Chest computed tomography (CT) plays an important role in the early diagnosis, disease staging and grading, treatment strategy supporting, therapeutic effect evaluation and follow-up surveillance of COVID-19. In this paper, we summarized the spectrum of CT manifestations of COVID-19 correlating with underlying pathology, and imaging features related to disease evolution, in order to help clinicians to get familiarized with these imaging manifestations of COVID-19 .

【Key words】 SARS-CoV-2; COVID-19; CT diagnosis; Imaging manifestations

2019 新型冠状病毒导致的肺炎称为新型冠状病毒肺炎（Corona Virus Disease 2019, COVID-19）。截至 2020 年 2 月 22 日，全球共确诊病例 77592 例，死亡 2362 例，其中中国确诊 76392 例，死亡 2348 例[1-2]。计算机断层扫描(Computed Tomography, CT)技术在 COVID-19 的早期诊断、疾病分期分级、治疗指导、疗效评价及动态观察中具有重要的应用价值。基于此，本文对目前已发表的 COVID-19 影像学文献进行整理，并结合四川大学华西医院、华西放射科援助的成都市公共卫生临床医疗中心及协和武汉红十字会医院收治的确诊病例的影像图像，归纳总结 COVID-19 的胸部 CT 影像表现、相关病理基础以及不同时期的演变特点，以期帮助临床医生正确认识其 CT 征象，更好地利用影像检查结果指导临床诊疗及随访。

1 COVID-19 发病机制及病理改变

2019 新型冠状病毒为单股正链 RNA 病毒，因电镜下可见其外膜上有明显的棒状粒子突出而得名。这种病毒属于 β 属的冠状病毒，有包膜，颗粒呈圆形或椭圆形，常为多形性，直径 60～140 nm。目前认为，2019 新型冠状病毒是通过病毒颗粒表面 spike 蛋白(钉子蛋白)与肺泡 II 型上皮细胞血管紧张素转化酶 2 (ACE2) 结合并作为细胞侵入的受体，从而进入支气管上皮细胞内复制[3]。

2019 新型冠状病毒侵入细支气管上皮细胞，引起细支气管炎及其周围炎。其病理改变首先是在肺间质，表现为肺小叶间隔、小叶内间质、胸膜下间质、小

通信作者：宋彬，E-mail：anicesong@vip.sina.com

叶中心间质、支气管血管周围间质的水肿、增厚。细支气管炎进一步发展，可逐渐累及肺泡，并形成粘膜溃疡，表面覆盖含蛋白及纤维蛋白的透明膜，严重者可发生实变。病变吸收后可留有程度不一的肺间质纤维化改变[4]。徐哲等[5]近期对 1 例 COVID-19 死亡患者进行了尸体穿刺并发现，双侧弥漫性肺泡损伤伴细胞纤维粘液样渗出物，右肺明显的肺细胞脱落和透明膜形成，提示急性呼吸窘迫综合征(actue respiratory distress syndrome, ARDS)，左肺组织显示肺水肿和透明膜形成，提示早期 ARDS。从病理特征来说，COVID-19 与重症急性呼吸综合征(severe acute respiratory syndrome, SARS)和中东呼吸综合征(middle east respiratory syndrome, MERS)冠状病毒感染非常相似。

2　COVID-19 的临床表现

COVID-19 的临床症状是非特异性的，常见症状包括发热、咳嗽、肌痛和疲劳。患者最初可能在发热前几天出现腹泻和恶心，这提示发热虽是 COVID-19 主要症状，但不是唯一最早的症状。少数患者可出现头痛或咯血[6]，甚至相对无症状[7]。存在基础疾病的老年患者更有可能因为严重的肺泡损伤而出现呼吸衰竭。部分病例发病后可迅速发展为器官功能障碍，如休克、ARDS、急性心脏损伤和急性肾脏损伤，甚至死亡[8]。实验室检查方面可表现为正常或轻度白细胞、淋巴细胞或血小板减少，伴有活化的凝血活酶时间和 C 反应蛋白水平升高[8]。总之，有发热和上呼吸道症状伴淋巴细胞或白细胞减少，特别是有武汉暴露史或近距离接触史的患者需要高度怀疑 COVID-19。

3　COVID-19 的诊断及胸部 CT 的价值

使用实时逆转录聚合酶链反应(RT-PCR)检测 2019 新型冠状病毒核酸阳性是确诊 COVID-19 的金标准。但在临床实践中，由于受取样部分、取样技术、病毒负荷载量等因素影响，核酸检测结果阳性率不高，存在滞后性和一定假阴性[9-10]，延误部分患者的治疗和隔离，增加了周围人群感染的风险。而 CT 检查简便快捷，对 COVID-19 的敏感性高[11]。国内外已有多项报道证实 COVID-19 患者的胸部 CT 征象有一定的特征性，可为诊断 COVID-19 提供支持[12-14]。对于早期核酸检测阴性而后期确诊的 COVID-19 患者，CT 检查有助于尽早诊断并指导治疗[9, 10, 15-16]。中国国家卫生健康委员会第五版新冠肺炎诊疗方案提出，在湖北省 CT 可作为未进行 RT-PCR 确认的可疑病例的临床诊断标准[17]。在国家卫生健康委员会更新发布的第六版新冠肺炎诊疗方案试行版中，继续强调了 CT 检查是作为疑似病例、临床分型、解除隔离和出院标准中的重要依据[18]。

4　COVID-19 的 CT 影像征象

COVID-19 肺部 CT 征象有常见和相对不常见征象。常见征象包括了磨玻璃密度影、细网格征、疯狂铺路石征、实变等；不常见的征象有病灶内小血管影增粗和细小支气管扩张、结节、晕征、反晕征、空腔等。在这些 CT 征象中，病灶内小血管增粗和细小支气管扩张可能是 COVID-19 相对于其他病毒性肺炎具有一定特异性的 CT 表现。

4.1　常见征象

4.1.1　磨玻璃密度影(ground glass opacity, GGO)　GGO 是指 CT 上表现为肺内密度轻度增加的区域，其内可见肺纹理穿行。病理改变是由于肺泡间隔毛细血管扩张充血、肺泡腔内液体渗出及小叶间隔间质水肿等因素引起[19]。COVID-19 患者的胸部 CT 常表现为单侧或双侧以肺野外带及胸膜下区分布为主的 GGO[20-22]，见图 1。前期有研究报，GGO 出现率为 57%～86%[13, 20-22]，是 COVID-19 最常见的 CT 表现，特别是早期主要的 CT 征象[13]。GGO 可以单独出现，也可以伴有其它征象，如小叶间隔增厚和实变等[21]。

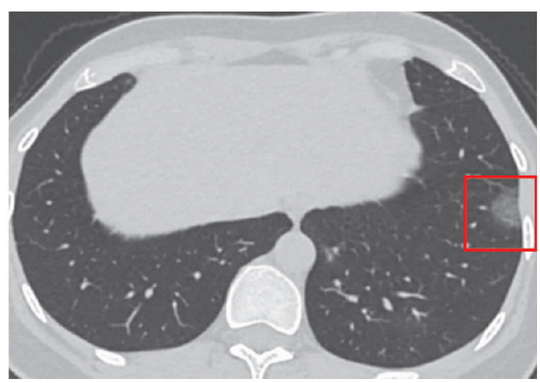

图 1　磨玻璃密度影

Figure 1　Ground glass opacity

注：患者女性，33 岁，发热 3 天，咽痛、乏力 2 天，有武汉人员接触史，就诊体温 39.0℃。胸部 CT 显示左肺下叶胸膜下小斑片状单纯 GGO(红色方框)

4.1.2　细网格征　细网格征是指肺间质结构增厚，如小叶间隔和小叶内间隔增厚[19,23]，CT 上表现为多数细线状结构，见图 2。这一征象的出现率稍次于 GGO[12-13,21]。在 COVID-19 早期，轻微的网状结构主要伴随单纯 GGO 分布于双肺后侧或外带[21]。其形成可能与病毒进入气道后沿肺间质播散，导致小叶间隔及小叶内线肿胀及纤维增生有关。

4.1.3　疯狂铺路石征　疯狂铺路石征在 CT 上表现为在 GGO 背景下，小叶间隔增厚，小叶内线交织成网

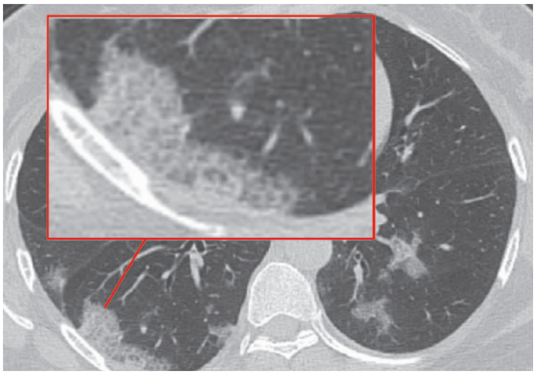

图 2 细网格样影

Figure 2 Reticular pattern

注：患者女性，49 岁，有明确的武汉人员接触史，发热 5＋天就诊。胸部 CT 显示双肺下叶多发细网格样影（红色方框），沿后侧胸膜下及支气管周围分布

格状阴影，类似于不规则的铺路石征[19,24]，见图 3。有文献报道，仅有约 1/5 的病例出现疯狂铺路石征[13,25]。此外，当疯狂铺路石征合并弥漫的 GGO 和实变时，提示 COVID-19 可能进入进展期或重症期。

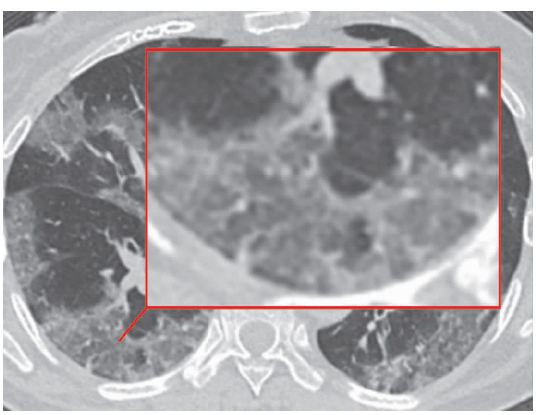

图 3 疯狂铺路石征

Figure 3 Crazy-paving pattern

注：患者男性，47 岁，咳嗽咳痰伴全身乏力、肌肉酸痛 1 周，有明确的武汉旅居史，就诊体温 38.0℃。胸部 CT 显示双肺渗出病灶内多发“疯狂铺路石”征，以双肺外带胸膜下区分布为主

4.1.4 实变 实变是指肺泡内的空气被病理性液体或组织所取代，CT 上表现为肺实质密度增加，使该区域的血管和支气管壁边缘模糊不清[19]。COVID-19 的实变常呈多灶性、斑片状或节段性，沿胸膜下或支气管束分布，见图 4。实变在 COVID-19 中出现率约 55％～62％[21-22]，在重症期患者中出现率可达 91％[12]，多合并有 GGO。Bernheim 等[25]报道，在 121 例患者中有 2 例出现单纯的实变（无 GGO）。有研究发现，从症状出现到做 CT 检查的间隔时间较长患者、年龄较大患者容易出现更多的实变性病变[21, 25]，这提示实变是病情进展的信号。

图 4 实变伴晕征、细支气管扩张

Figure 4 Consolidation with halo sign and bronchiolar dilatation

注：患者男性，47 岁，从武汉回家，发热 6 天，干咳 4 天就诊。胸部 CT 显示双肺下叶实变影伴“晕征”，病灶内可见细小支气管扩张（红色方框）

4.2 不常见征象

4.2.1 增粗的小血管影 COVID-19 肺部病灶内部和周围常可见增粗的小血管影。前期有少量研究报道了该征象[16, 21]。本研究中多数病例也发现了肺小血管增粗现象，见图 5。我们推测该征象出现的原因可能是 2019 新型冠状病毒利用肺泡 II 型上皮细胞血管紧张素转化酶 2（ACE 2）作为细胞侵入的受体，从而进入支气管上皮细胞内复制，导致肺泡细胞损伤，非特异性的免疫细胞过度激活，释放出大量促炎因子，最后导致毛细血管壁的损伤、肿胀。因此，CT 上观察到的小血管增粗影并非管径的扩大，而是血管壁及周围间质的肿胀增厚。这种影像改变，在 SARS 和 MERS 病例中曾有发现，但在其他病毒性肺炎中极少有报道。我们认为 CT 所显示的小血管增粗影，可能是冠状病毒肺炎（特别是 COVID-19）的一种相对比较特异的 CT 征象，值得进一步研究。

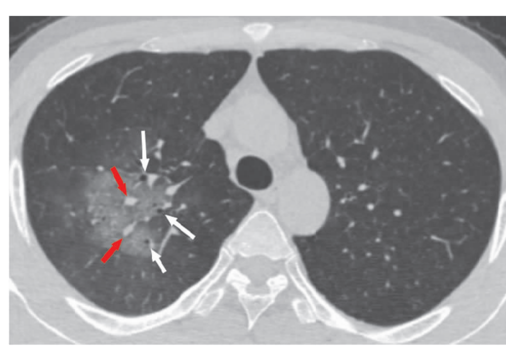

图 5 小血管增粗征及细支气管扩张征

Figure 5 Vascular enlargement and bronchiolar dilatation

注：患者男性，34 岁，有明确武汉人员接触史，发热 3 天就诊。胸部 CT 显示右肺上叶 GGO 内见增粗小血管影（红箭）及细支气管扩张，表现为分布在病灶外周区域的低密度小空泡征（白箭）

4.2.2　病灶内细支气管扩张征　在 COVID-19 患者的肺部 GGO 病灶内(或近旁)，常可见到一些低密度、分枝状或者空泡样的细小支气管影像，主要分布在下叶和胸膜下区[26]，见图 4～6。这些细小支气管的管径较正常区域的细小支气管有明显扩张。

COVID-19 病灶内细小支气管扩张的原因，推测可能为病毒在细支气管上皮细胞大量繁殖以及继发的炎症损伤，导致细支气管壁结构破坏、纤维组织增生、纤维化和牵拉性支气管扩张等[19]。根据徐哲[5]等对 COVID-19 死亡患者尸体的穿刺检查结果发现，病变内的细支气管腔内充满粘稠的纤维渗出物、脱落肺细胞和透明膜。COVID-19 患者临床上常为干咳，没有痰，有可能是由于细支气管内分泌物粘稠，难以咳出；同时细小支气管壁受损后的扩张状态，也导致其排痰动力不足。我们推测细支气管扩张征可能是 COVID-19 的另一个特异性 CT 征象，但需要进一步大样本、多中心的研究。

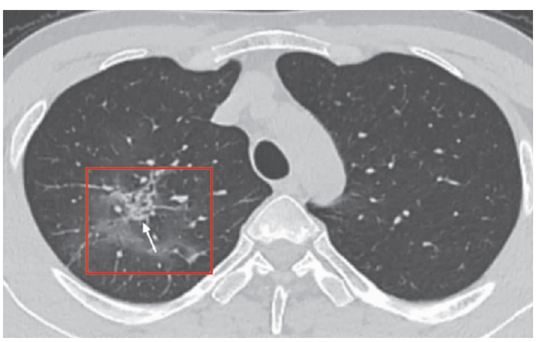

图 6　细小支气管扩张征

Figure 6　Bronchiolar dilatation

注：与图 5 为同一患者，治疗 3 天后复查 CT 图像。胸部 CT 显示右肺上叶 GGO 及条索灶(红色方框)，病灶内见明显扩张的低密度细小支气管影，呈分枝状或空泡样(白箭)

4.2.3　结节　肺部结节是指直径小于 3 cm 的圆形或不规则的不透明病灶，边缘清晰或不清晰，见图 7。通常认为结节是病毒性肺炎的常见征象[27]，然而以目前的报道来看，在 COVID-19 中这一征象似乎并不常见。根据目前的报道，仅有少数 COVID-19 患者中出现了多灶性实性不规则结节、孤立性结节或伴有晕征的结节[20, 22, 28-29]。

图 7　结节

Figure 7　Nodule

注：患者女性，19 岁，乏力 3 天，无明确武汉人员接触史、武汉旅居史。胸部 CT 显示右肺中叶不规则小结节(红箭)

4.2.4　晕征　晕征是指被磨玻璃影包绕的结节或肿块[19]，见图 4。目前其病理机制尚不清楚，推测可能是病变蔓延或周围炎症渗出改变导致，也可能是周围肺泡出血所致。目前报道中仅有 1 例 27 岁女性 COVID-19 患者出现晕征[29]。

4.2.5　反晕征　反晕征是指 CT 上局灶性 GGO 被完整或不完整的环状实变影包围[19]。它首次被报道是作为隐源性组织肺炎的特异表现[30-31]。有文献报道，COVID-19 患者由于疾病进展，在随访的 CT 上由最初的磨玻璃影周围出现实变而形成反晕征[9, 32]。也有病例报道反晕征的出现是由于原有病变吸收，使中心的密度降低而形成[28]，本研究也发现了 1 例类似的情况，见图 8。

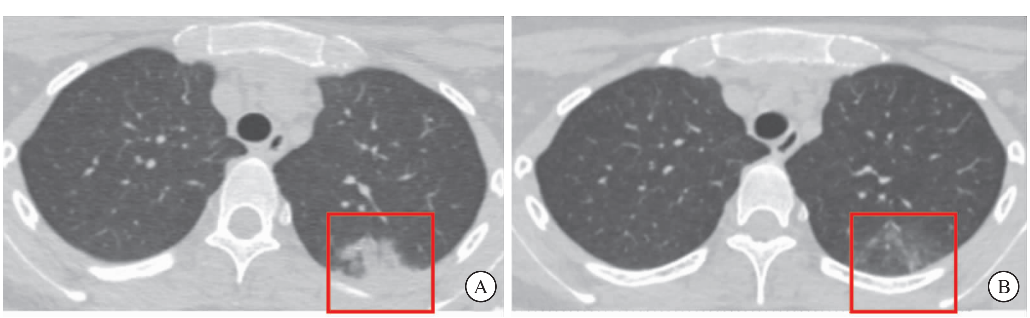

图 8　反晕征

Figure 8　Reversed halo sign or atoll sign

注：患者女性，22 岁，有武汉人员接触史，发热、全身肌肉酸痛 7 天，干咳 4 天。A. 入院时胸部 CT 显示左肺上叶尖后段胸膜下见片状实变影，B. 6 天后复查 CT 显示病灶部分吸收，且中心密度较周边密度降低更明显，呈反晕征

4.2.6 含气空腔 空腔是指正常生理性腔隙病理性扩大、融合成更大的腔隙。空腔是 COVID-19 的罕见征象,目前尚未见报道,本研究病例中极少数出现了空腔,见图 9。前期有学者报道了一例 COVID-19 患者在 GGO 区域内出现了空洞征(cavity)[32]。空洞是由于病变坏死部分经支气管树排出或引流后形成的一个充满气体的空间,CT 表现为在肺实变、肿块或结节内的透亮区域[19]。COVID-19 的渗出病灶难以出现液化、坏死,患者常常是干咳,痰少[33]。因此,使用"空腔"描述 COVID-19 病灶内小的含气区域可能更合适。

5 不同分期的 CT 表现

CT 的另一作用是可以动态反映 COVID-19 肺部病情的发展。按照《新型冠状病毒感染肺炎的放射学诊断:中华医学会放射学分会专家推荐意见第一版》[34]建议,影像学分期主要包括早期、进展期、重症期和消散期。本文结合文献报道[8,12-13,21,25,35-36]及本研究中的病例发现,总结四个期的特点。

图 9 含气空腔

Figure 9 Air-containing space

注:患者男性,34 岁,乏力 3 天就诊,无发热,有武汉接触史。胸部 CT 显示右肺上叶后段 GGO 内见一小空腔影(红箭)

5.1 早期(出现症状后 0~4 天) ①小斑片状/结节样 GGO 为早期主要表现,多数 GGO 边缘不清,部分边缘清晰。②多为局限性病灶,下叶多见;可单肺、单叶、亚段或节段性出现,也可双肺多发;病变多沿胸膜下、叶间裂或支气管血管束分布。③伴或不伴细网格影,此时常可见细小血管增粗现象。见图 10~11。

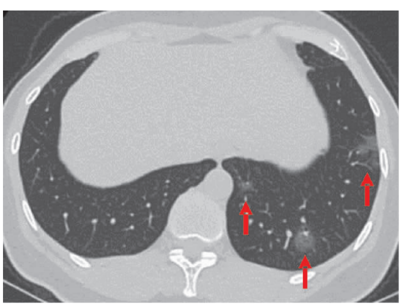

图 10 早期患者 CT 表现

Figure 10 CT manifestations of early stage

注:患者男性,47 岁,无症状,因其他疾病定期随访行 CT 检查。CT 检查显示左肺下叶散在小斑片状、结节状 GGO(红箭),沿胸膜下及支气管血管束分布

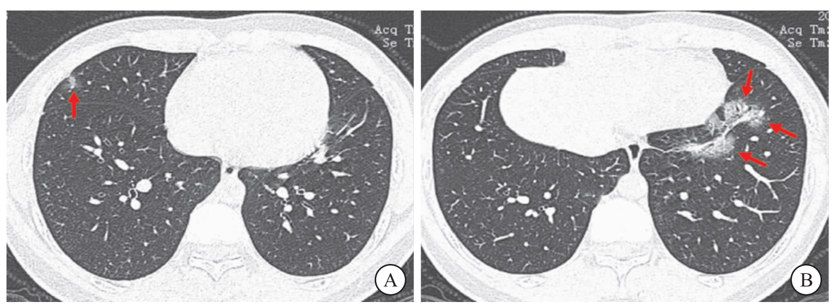

图 11 早期患者 CT 表现

Figure 11 CT manifestations of early stage

注:患者男性,37 岁,发热 1+ 天,5 天前曾到"武汉市青山区普仁医院呼吸内科"探望生病家人,就诊体温 38.4°。既往 2 型糖尿病史 4 年,图 A、B 胸部 CT 显示双肺下叶散在小斑片状 GGO(红箭),沿胸膜下及支气管血管束分布,图 B 见左肺下叶病灶伴细网格样影

5.2 进展期(出现症状后 5~8 天) ①病情急速加重,肺部病灶增多,新病灶 CT 表现与上述早期病灶相似,原有病变范围扩大或融合,病变密度增高。②磨玻璃影与实变并存,可见疯狂铺路石征,病变呈大片状分布。③常双肺、多叶受累,胸膜下非对称分布,并向肺门区域延伸。④实变内可见扩张细支气管。⑤可见亚段性肺不张、少许纤维化。见图 12。

5.3 重症期(出现症状后 9~13 天) ①双肺弥漫性病变,2/3 的肺野被病变累及,呈"白肺"表现。②48 h 病灶范围增加 50%。③实变影为主,合并 GGO 及疯狂铺路石征。④实变内可见支气管扩张。⑤叶间胸膜和双侧胸膜可见增厚,并少量胸腔积液,呈游离积液或局部包裹表现。⑥病情严重,临床出现明显呼吸衰竭。见图 13。

5.4 消散期(出现症状 14 天后) 病变范围缩小、数量减少,磨玻璃影吸收,实性病灶密度减低;疯狂铺路征消失;可出现纤维灶和机化改变。见图 14。

虽然 COVID-19 的影像学改变总体上与疾病的严重程度和转归基本一致,但是肺部病灶是否吸收、消散并不能完全反映临床症状和实验室指标的好转,尤其是那些合并有机化和间质纤维化的肺部病变,常常需要更长的时间(数周,甚至数月)才出现影像学所能见的变化,因此需要定期随访。

6 鉴别诊断

作为冠状病毒的一种,COVID-19 的 CT 表现与 SARS、MERS 非常类似,虽然有报道 SARS、MERS 常合并不同程度的胸腔积液,COVID-19 罕见,但单纯依靠影像学发现较难鉴别。但和其他病原的病毒性

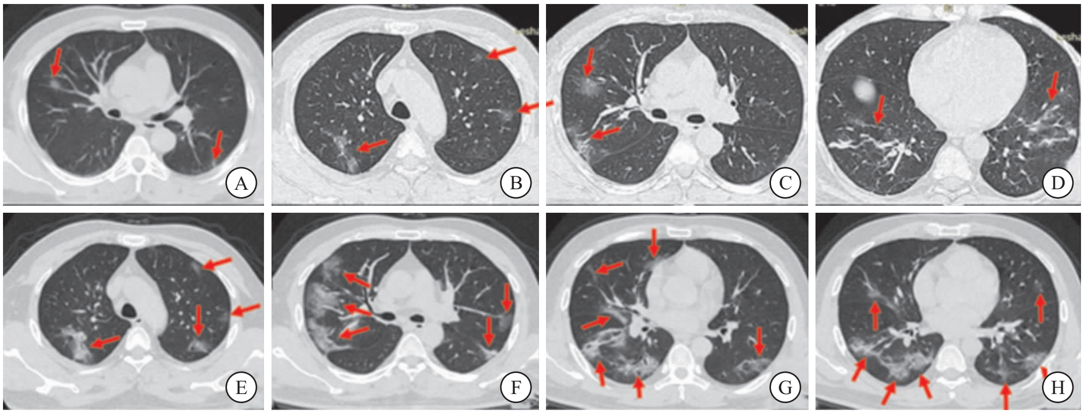

图 12 早期-进展期患者 CT 表现

Figure 12 CT manifestations from early stage to progressive stage

注:患者男性,43 岁,发热畏寒伴头痛 3 天,发热呈弛张热,最高体温 39℃,服用泰诺及罗红霉素后体温可降至正常,咳嗽、咳少量黄色脓痰,伴咽痛、吞咽时症状加重,无明显四肢酸痛。患者有明确的武汉居住史,居住武汉期间未去“海鲜市场”。A~D. 入院时胸部平扫 CT,表现为以双肺散在小斑片状磨玻璃影为特征的早期;E~H. 2 天后复查的 CT 图像,病情进展,可见原先的 GGO 范围扩大、密度增加,实变与 GGO 共存,病灶内可见扩张的细支气管

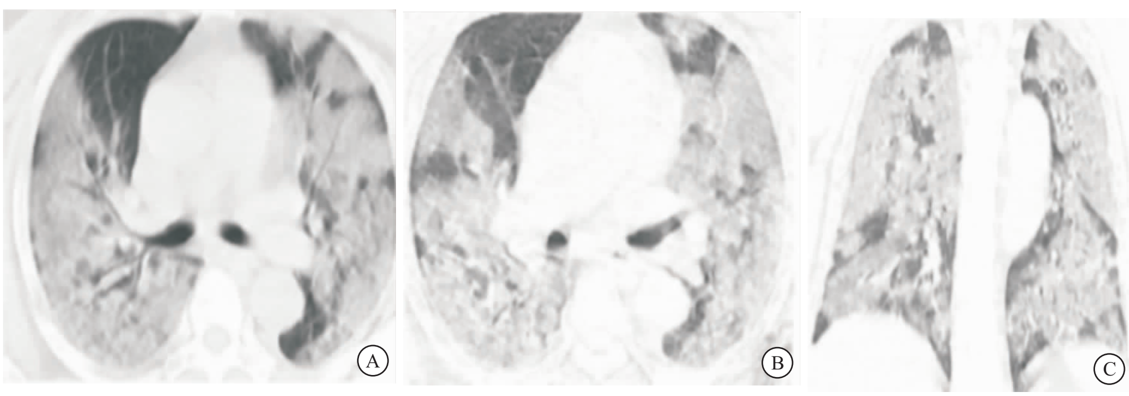

图 13 重症期 CT 表现

Figure 13 CT manifestations of peak stage

注:患者男性,57 岁,发热 8 天,有明确的武汉旅居史,入院后上无创呼吸机,为危重症患者。双肺弥漫性病变,以实变为主,伴有 GGO、条索影,呈“白肺”改变。A~C. 同一患者图像,A~B. CT 横断位,C. CT 冠状位

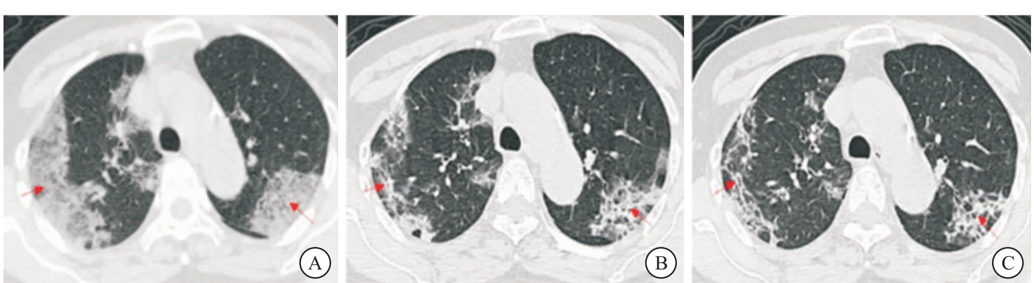

图 14 进展期-消散期 CT 表现

Figure 14 CT manifestations form progressive stage to absorption stage

注:患者女性,65 岁,因咳嗽咳痰 1 周,发热 1 天入院,既往高血压 4 年。该患者 12 天前乘动车在武汉站停留 1 h,确诊为 COVID-19 重型,经治疗后呼吸道症状好转,体温正常,连续两次复查新型冠状病毒核酸阴性,住院 13 天出院。A~C. 同一患者, A. 2020-1-26, B. 2020-1-30 , C. 2020-2-3;A. 双肺散在多发片状磨玻璃影及少许结节、条索影,以外周分布为主,B~C. 治疗后病灶明显吸收,范围缩小,残留间质纤维条索改变

肺炎相比,由于致病机制和造成的病理改变存在一些差别,因此影像表现具有鉴别价值。

COVID-19 的 CT 影像需要与流感病毒、副流感病毒、甲型流感病毒、腺病毒、呼吸道合胞病毒等所致的病毒性肺炎相鉴别;还需要与支原体肺炎及细菌性肺炎鉴别;某些情况下还需与非感染性疾病,如急性

嗜酸性粒细胞肺炎、机化性肺炎、过敏性肺炎等进行鉴别[37]。

6.1 与其他病毒性肺炎鉴别[27, 38] ①人流感及副流感病毒肺炎：双肺多发实变影、GGO 及线状分支样影；部分患者可有小叶中央结节伴支气管壁增厚。②甲型流感病毒肺炎：单肺或双肺 GGO，伴或不伴实变影，沿胸膜下或支气管血管束分布。③禽流感病毒肺炎：单发、多发或弥漫性 GGO，可伴实变影；常见假空洞、气腔、淋巴结肿大及小叶中央结节；随着病情进展，可出现空洞和胸腔积液。④重症急性呼吸综合征：单肺或双肺 GGO，局限性单肺或双肺实变，或两种同时存在；GGO 病变内可合并小叶间隔增厚或铺路石征；空洞、结节、淋巴结增大及胸腔积液少见。⑤腺病毒肺炎：双肺多发 GGO 伴实变；可以出现类似细菌性肺炎的叶段性分布趋势；儿童可导致肺不张，常见右肺上叶。⑥呼吸道合胞病毒肺炎：常见小叶中央结节，约 1/3 出现含气实变影、支气管壁增厚，分布于双肺中央区或周围区，呈双侧不对称分布。⑦巨细胞病毒肺炎：多表现为双肺弥漫性边界不清 GGO，伴小叶间隔增厚。

6.2 与病毒以外感染性肺炎鉴别[39] ①支原体肺炎：儿童多见，常见征象为 GGO、实变及小叶中心结节，可见支气管壁增厚、细支气管树丫征及肺门淋巴结增大。②细菌性肺炎：多无上呼吸道感染的前驱症状，咳脓性、血性或铁锈色痰；实验室检查白细胞增高；影像学多表现为叶段或亚段性实变。

6.3 与非感染性肺炎鉴别[40-41] ①机化性肺炎：典型表现为双肺胸膜下斑片状、片状 GGO 或实变影，内可见支气管气相，部分病变中可见反晕征，少数有肺门、纵隔淋巴结肿大、胸腔积液。②急性嗜酸性粒细胞肺炎：典型表现为弥漫性 GGO 和微结节浸润，胸腔积液少见；外周血液或支气管肺泡冲洗液中嗜酸性粒细胞显著升高。③过敏性肺炎：双肺片状、弥漫 GGO、小叶中央结节、马赛克征及呼吸相气潴留；慢性期可见双肺细网状影及牵拉性支气管扩张；有接触及职业暴露史。

总体来看，COVID-19 在影像学表现上与其他病毒性肺炎(流感、禽流感等)及机化性肺炎、嗜酸性肺炎存在一些重叠，鉴别有一定困难，需结合患者的接触史、首发症状、实验室检查以及病原的特异性测试等信息来综合判断。

7 小结

CT 在早期识别及动态观察 COVID-19 患者肺部改变中具有重要价值，是发现肺部异常改变和病情分期分级的重要技术，胸部 CT 的阳性表现也是对感染者和携带者的重要预警信号，特别是对那些 RT-PCR 呈假阴性或无症状的患者，更具有价值。同时，胸部 CT 表现在不同的 COVID-19 患者和不同的分期可能有所不同。本研究总结的 COVID-19 患者肺部 CT 影像表现及其随病程而演变的情况，希望能帮助临床医生更好地利用 CT 诊断手段，达到早诊断、早控制、早治疗的目的，以期有效遏制疫情发展和提高危重症患者的救治率。

【参考文献】

[1] http://2019ncov.chinacdc.cn/2019-nCoV/global.html.

[2] http://2019ncov.chinacdc.cn/2019-nCoV/.

[3] XU X, CHEN P, WANG J, *et al*. Evolution of the novel coronavirus from the ongoing Wuhan outbreak and modeling of its spike protein for risk of human transmission [J]. Science China Life Sciences, 2020, 1-4.

[4] TIAN S H W, NIU L, LIU H, *et al*. Pulmonary Pathology of Early Phase SARS-COV-2 Pneumonia [J]. Preprints, 2020. doi: 10.20944/preprints202002.0220.v1.

[5] XU Z, SHI L, WANG Y, *et al*. Pathological findings of COVID-19 associated with acute respiratory distress syndrome [J]. The Lancet Respiratory Medicine, 2020.0(0).

[6] GUAN W J, NI Z Y, HU Y, *et al*. Clinical characteristics of 2019 novel coronavirus infection in China [J]. 2020, 2020.02.06.20020974.

[7] CHAN J F W, YUAN S, KOK K H, *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]. The Lancet, 2020, 395(10223): 514-523.

[8] WANG D, HU B, HU C, *et al*. Clinical characteristics of 138 hospitalized patients with 2019 novel coronavirus-infected pneumonia in Wuhan, China [J]. Jama, 2020.

[9] 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, 0(0): 200330.

[10] XIE X, ZHONG Z, ZHAO W, *et al*. Chest CT for Typical 2019-nCoV Pneumonia: Relationship to Negative RT-PCR Testing [J]. Radiology, 2020, 0(0): 200343.

[11] FANG Y, ZHANG H, XIE J, *et al*. Sensitivity of Chest CT for COVID-19: Comparison to RT-PCR [J]. Radiology, 2020, 200432.

[12] 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, 0(0): 200370.

[13] CHUNG M, BERNHEIM A, MEI X, *et al*. CT Imaging Features of 2019 Novel Coronavirus (2019-nCoV) [J]. Radiology, 2020, 0(0): 200230.

[14] LEI J, LI J, LI X, *et al*. CT Imaging of the 2019 Novel Coronavirus (2019-nCoV) Pneumonia [J]. Radiology, 2020, 0(0): 200236.

[15] ROTHE C, SCHUNK M, SOTHMANN P, *et al*. Transmis-

sion of 2019-nCoV Infection from an Asymptomatic Contact in Germany [J]. N Engl J Med, 2020.

[16] 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.

[17] http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2020-02/05/content_5474791.htm.

[18] http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2020-02/19/content_5480948.htm.

[19] HANSELL D M, BANKIER A A, MACMAHON H, *et al*. Fleischner Society: glossary of terms for thoracic imaging [J]. Radiology, 2008, 246(3): 697-722.

[20] 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.

[21] SONG F, SHI N, SHAN F, *et al*. Emerging Coronavirus 2019-nCoV Pneumonia [J]. Radiology, 2020, 0(0): 200274.

[22] NG M Y, LEE E Y, YANG J, *et al*. Imaging Profile of the COVID-19 Infection: Radiologic Findings and Literature Review [J]. Radiology: Cardiothoracic Imaging, 2020, 2(1): e200034.

[23] AJLAN A M, AHYAD R A, JAMJOOM L G, *et al*. Middle East respiratory syndrome coronavirus (MERS-CoV) infection: chest CT findings [J]. American Journal of Roentgenology, 2014, 203(4): 782-787.

[24] QIAN L, YU J, SHI H. Severe Acute Respiratory Disease in a Huanan Seafood Market Worker: Images of an Early Casualty [J]. Radiology: Cardiothoracic Imaging, 2020, 2(1): e200033.

[25] BERNHEIM A, MEI X, HUANG M, *et al*. Chest CT Findings in Coronavirus Disease-19 (COVID-19): Relationship to Duration of Infection [J]. Radiology, 0(0): 200463.

[26] FANG Y, ZHANG H, XU Y, *et al*. CT Manifestations of Two Cases of 2019 Novel Coronavirus (2019-nCoV) Pneumonia [J]. Radiology, 2020, 0(0): 200280.

[27] FRANQUET T. Imaging of pulmonary viral pneumonia [J]. Radiology, 2011, 260(1): 18-39.

[28] WU Y, XIE Y L, WANG X. Longitudinal CT Findings in COVID-19 Pneumonia: Case Presenting Organizing Pneumonia Pattern [J]. Radiology: Cardiothoracic Imaging, 2020, 2(1): e200031.

[29] LI X, ZENG X, LIU B, *et al*. COVID-19 Infection Presenting with CT Halo Sign [J]. Radiology: Cardiothoracic Imaging, 2020, 2(1): e200026.

[30] ZOMPATORI M, POLETTI V, BATTISTA G, *et al*. Bronchiolitis obliterans with organizing pneumonia (BOOP), presenting as a ring-shaped opacity at HRCT (the atoll sign). A case report [J]. La Radiologia medica, 1999, 97(4): 308.

[31] KIM S J, LEE K S, RYU Y H, *et al*. Reversed halo sign on high-resolution CT of cryptogenic organizing pneumonia: diagnostic implications [J]. American Journal of Roentgenology, 2003, 180(5): 1251-1254.

[32] KONG W, AGARWAL P P. Chest Imaging Appearance of COVID-19 Infection [J]. Radiology: Cardiothoracic Imaging, 2020, 2(1): e200028.

[33] HUANG C, WANG Y, LI X, *et al*. Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China [J]. The Lancet, 2020.

[34] 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(00): E001-E001. doi: 10.3760/cma.j.issn.1005-1201.2020.0001

[35] HU X, CHEN J, JIANG X, *et al*. CT imaging of two cases of one family cluster 2019 novel coronavirus (2019-nCoV) pneumonia: inconsistency between clinical symptoms amelioration and imaging sign progression [J]. 2020, 2020, 10(2): 508-510.

[36] DUAN Y N, QIN J. Pre- and Posttreatment Chest CT Findings: 2019 Novel Coronavirus (2019-nCoV) Pneumonia [J]. Radiology, 2020, 0(0): 200323.

[37] 李宏军, 徐海波. 新型冠状病毒感染的肺炎影像学诊断指南(2020 第一版)[J]. 医学新知, 2020, 30(1): 22-34. doi: 10.12173/j.issn.1004-5511.2020.01.07.

[38] KOO H J, LIM S, CHOE J, *et al*. Radiographic and CT Features of Viral Pneumonia [J]. Radiographics, 2018, 38(3): 719-739.

[39] BAJANTRI B, VENKATRAM S, DIAZ-FUENTES G. Mycoplasma pneumoniae:: A Potentially Severe Infection [J]. J Clin Med Res, 2018, 10(7): 535-544.

[40] SILVA C I S, CHURG A, MÜLLER N L. Hypersensitivity pneumonitis: spectrum of high-resolution CT and pathologic findings [J]. AJR Am J Roentgenol, 2007, 188(2): 334-344.

[41] COTTIN V, CORDIER J F. Cryptogenic organizing pneumonia [J]. Semin Respir Crit Care Med, 2012, 33(5): 462-475.

(收稿日期:2020-02-24;修回日期:2020-02-26;编辑:郭翠)