

胸部CT扫描和重建技术在新型冠状病毒肺炎疫情中的应用

李剑, 郑敏文, 彭锐, 石明国

空军军医大学西京医院 放射科

[摘要] 胸部CT检查是新型冠状病毒肺炎(Coronavirus Disease 2019, COVID-19)病例筛查、早期诊断和疗效评估的有效手段之一。目前不同级别医院CT设备性能参差不齐、CT生产厂家也各不相同,导致扫描图像质量控制成为难点,为有效阻击疫情,彻底筛查疑似病例防患于未然,本文结合CT扫描特点,提出疫情期间疑似或者COVID-19患者进行胸部CT扫描方案的一些建议,旨在有效提高图像质量,为COVID-19的诊断和疗效评估带来帮助。

[关键词] 新型冠状病毒;新型冠状病毒肺炎;计算机断层摄影技术;胸部CT

Application of Chest CT Scan and Reconstructive Technique in Coronavirus Disease 2019

LI Jian, ZHENG Minwen, Peng Rui, SHI Mingguo

Department of Radiology, Xijing Hospital, The Air Force Medical University, Xi'an Shaanxi 710032, China

Abstract: Chest CT examination is one of the effective methods for screening, early diagnosis and efficacy evaluation of coronavirus disease 2019 (COVID-19) cases. At present, the performance of CT equipment in hospitals of different levels is different, and CT manufacturers are also different, which makes it difficult to control the quality of scan images. In order to effectively prevent the epidemic and thoroughly screen suspected cases, this paper proposed some suggestions on chest CT scan programs for suspected or COVID-19 patients during the epidemic period based on the characteristics of CT scan, aiming to effectively improve the image quality and bring help to the diagnosis and efficacy evaluation of COVID-19 cases.

Key words: novel coronavirus; coronavirus disease 2019; computed tomography; chest CT

[中图分类号] R473.5

[文献标识码] A

doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2020.00.000

[文章编号] 1674-1633(2020)00-0000-00

引言

新型冠状病毒肺炎(Coronavirus Disease 2019, COVID-19)病例主要引起呼吸道感染症状,严重者出现全身各个系统并发症,不及时治疗会导致死亡^[1]。其传染性强、潜伏期长、感染的无症状人群亦是传染源等特点,导致短时间内已在全球蔓延,世界卫生组织已经宣布为国际突发公共卫生事件^[2]。其中胸部CT检查是新型冠状病毒感染病例筛查、早期诊断和疗效评估不可或缺的手段之一。已有研究报导^[3-7],胸部CT可以检测出肺部毫米级病灶,灵敏性高,是目前COVID-19筛选、确诊及其病程严重程度评估的首选影像学方法。为有效阻击疫情,定期对COVID-19患者治疗随访,彻底筛查疑似病例防患于未然,现结合CT扫描特点,对疫情期间疑似或者COVID-19患者进行胸部CT扫描和重建技术结合文献进行综述,旨在有效提高图像质量,为疫情期间规范化扫描,以及COVID-19的早期诊断和疗效评估带来帮助。

收稿日期: 2020-04-13

基金项目: 2020陕西省重点产业创新发展项目(S2020-YF-ZDCXL-ZDLSF-0105)。

通信作者: 彭锐,高级工程师,主要从事医学影像工程技术临床应用研究。

通信作者邮箱: pengrui_81@163.com

1 概述

目前确诊的COVID-19的患者已经被强制隔离,未被确诊的新型冠状病毒感染的患者和无症状感染者是主要的传染源^[8],如不能迅速发现而早期隔离,易引起较大范围的传播,对疫情控制带来不利。根据国家卫生健康委员会“新型冠状病毒感染的肺炎诊疗方案”,呼吸道标本或血液标本实时荧光RT-PCR检测新型冠状病毒核酸阳性或者呼吸道标本或血液标本病毒基因测序,与已知的新型冠状病毒高度同源为确诊COVID-19的金标准^[5,8],但因为资源紧缺、采样方式受限及假阴性问题,导致部分疑似患者得不到及时、有效确诊。胸部CT检查及时、快捷、阳性率高,在患者排查中可起到重要的辅助诊断作用。其次,肺部病变范围与临床症状密切相关,也可以依据CT病变范围结合临床资料,如血氧饱和度判断患者轻重缓急,重症优先住院,轻者尽快隔离,切断传染源,从而控制疫情^[9,10]。因此,胸部CT检查在COVID-19的筛查中有举足轻重的作用。COVID-19根据临床症状分为轻型、普通型和重型^[5]。根据报道^[4-13],极少数普通型患者起病早期CT无异常发现,随着病变发展肺内可以出现病变,常见CT表现两肺有多

发斑片状磨玻璃阴影、实变影，多沿支气管血管束和胸膜下分布为主，其间可见增粗的血管影，表现为细网格状影，呈“铺路石征”。病变进展期肺内则表现为磨玻璃阴影、实变、结节、纤维化等多种性质病变共存，以肺中外带和胸膜下、肺底分布为主。COVID-19 胸部 CT 特征性表现主要有磨玻璃结节、晕征、血管增粗、铺路石征、反晕征、空气支气管征等，这些特征表现的检出需要 CT 扫描时精准的图像质量控制才能达到要求。因此，建议在 COVID-19 扫描时严格控制扫描参数和重建参数，为病变检出提供最佳的图像质量，尤其是早期毫米级磨玻璃结节等容易漏诊的病变。

2 COVID-19胸部CT扫描方案

COVID-19 平片漏诊率高，大多数初期病变仅为淡薄磨玻璃阴影，DR 多无异常发现，不推荐使用。随病情进展，DR 发现局限斑片影或多发实变影，患者已经进入进展期。重症者可以表现为“白肺”，临床上则有严重的低氧血症^[5]。根据“新型冠状病毒感染的肺炎诊疗方案”胸部 CT 影像诊断表现纳入 COVID-19 患者诊断依据之一。因此，把控好胸部 CT 图像质量关，为 COVID-19 的早期检出，防止漏诊有一定价值。

2.1 患者准备

疫情期间患者必须戴口罩，检查床经消毒处理并放置一次性床单，去掉胸部金属异物，嘱患者取仰卧位，平躺于检查床中心，并定位于扫描野中心（腋中线），双手上举。文献报道^[14]，偏离中心点的扫描不仅会增加患者的辐射剂量，而且会影响图像质量，建议患者处于扫描视野 FOV 的中心。扫描前对患者讲解呼吸训练，嘱患者配合机器发出的呼吸指令进行检查，常规采用吸气末屏气再进行扫描。对于重型及危重型患者，可不作吸气要求。若遇到如吸痰、呼吸道采样、气管插管和气管切开等有可能发生患者呼吸道分泌物、体内物质的喷射或飞溅的时，医务人员必须三级防护，在患者安全条件下建议隔室操作。

2.2 定位像的扫描

嘱患者吸气后屏住气再进行扫描，扫描范围颌下至肺底。扫描参数常规按照 120 kV/100 kV 管电压，20 mAs 管电流。扫描范围根据定位像显示的胸部轮廓范围进行扫描，一般为肺尖到肺底包括双侧肋膈角。扫描定位时建议扫描范围略大于肺野，防止因患者呼吸波动大而引起肺野显示不全。

2.3 扫描模式

以往胸部 CT 由于探测器宽度和检查床移动方式的限制，胸部 CT 扫描基本采用螺旋扫描模式。随着 CT 技术的飞速发展宽体探测器技术的出现使单一器官能完全覆盖，轴位扫描模式也能在胸部扫描中使用，并有一定的临床应用价值^[15]。这次出现的疫情波及范围较广，在县级医院也

有检出，对于基层医院的设备还是比较落后，建议都采用螺旋扫描模式。有更好设备的三级医院有条件情况下可以采用轴位扫描的模式。

2.4 扫描参数

目前市场上使用的 CT 种类繁多，使用寿命也参差不齐，大多数医院都是新旧设备并存的现象比较普遍，在进行胸部扫描时要结合设备自身特点和患者的个体化参数进行扫描条件的设置。

(1) 管电压和管电流的设置：COVID-19 早期表现多为多发磨玻璃结节，根据胸部 CT 肺结节数据标注与质量控制专家共识（2018）^[16] 给出的扫描参数可以采用低剂量扫描和（或）标准剂量扫描（管电压 70~140 kV，管电流 10~400 mA 组合）。管电流自动调制技术应用十分成熟^[17-19]，结合 CT 发展变化规律和经验，作者建议 3~5 年内的 CT 设备可以采用 80/100 kV 管电压，自动毫安控制预设 30~50 mAs；5 年以上 CT 设备建议 120 kV 管电压，自动毫安控制预设 80 mAs。对于 COVID-19 重症患者由于双肺弥漫性病变的出现，肺组织失去天然对比建议提高扫描条件（如：120 kV/110 mAs）保证图像质量的可靠性。

(2) 螺距：螺距的选择也是影响胸部成像质量的重要参数之一。目前，单球馆 CT 螺距变化范围大多在 1.5 内，双球馆 CT 最大可达 3.2，在扫描时建议结合患者呼吸配合情况进行选择。NCP 患者大多有咳嗽症状，到重症期会呼吸困难，根本无法配合闭气检查，所以建议单球馆螺距设置 1.0~1.5 内，双球馆 CT 可采用 2.0~3.0，这样可以有效的控制呼吸和心脏运动产生的伪影^[20-22]，改善提高图像质量，防止误诊漏诊的发生。

(3) 旋转时间：球馆转速也是衡量设备时间分辨率最重要的参数，目前设备机架转速都在 0.25~2 s 之间，胸部 CT 常规扫描采用的是 0.5 s 转速，基本可以满足临床需求。COVID-19 疫情期间若有咳嗽、呼吸困难、年老不能配合的患者建议采用最快的机架转速，以提供最佳的图像质量^[20]。

(4) 探测器模块的选择：COVID-19 进行胸部 CT 检查建议重建薄层 1.5 mm 内^[5]，CT 生产厂家不一样采用的探测器排列单元就不同，目前 16 排 CT 以上机型都可以满足疫情的需求，在探测器模块的选择上我们依然采用 1.5 mm 以内层厚，探测器宽度选择机器能设置的最大探测器单元，这样就可以在最短的扫描时间完成扫描，减少患者的检查等待时间，防止交叉感染的发生。

(5) 扫描方位：CT 常规扫描从头至足方向进行扫描，患者能配合的情况下基本可以满足诊断需求。在 COVID-19 感染期间由于患者多有咳嗽，重症会呼吸困难，导致双下肺波动幅度较大。16 排 CT 扫描的时间也会加长，临近扫描结束很多产生运动伪影。建议都采用从足至头的扫描方位^[23]，肺尖相对的运动幅度较小，对图像质量影响不大；

其次, COVID-19 早期筛查患者以下肺磨玻璃阴影出现较多^[5, 11], 保证下肺采集最佳的图像质量有利于病变的早期诊断。

2.5 重建参数

胸部 CT 图像常规重建肺窗和纵膈窗, 重建层厚小于 1.5 mm, 重建间隔为层厚的 50%~80%^[24, 25], 重建矩阵不低于 512×512^[26]; 纵膈窗采用标准算法窗宽 350 左右, 窗位 50 左右; 肺窗采用锐利算法窗宽 1500 左右, 窗位 -600 左右^[27-28]。图像的重建层厚和肺窗口技术对肺内磨玻璃结节的显示非常重要^[24-28], 遇到疑似病人建议薄层多方位, 多窗口技术观察以提高超早期 COVID-19 的检出率。大矩阵对实变、磨玻璃结节内部细节的显示尤为重要^[25], 建议有大矩阵重建的设备采用结节内部靶重建和大矩阵结合的重建技术, 观察病灶内部细节特征。近 5 年内的 CT 设备大多数情况下常规配备了迭代重建技术, 建议在后期图像重建过程中使用中等强度的迭代重建模式, 以提高图像质量^[29-30]。特殊情况下, 对于疑似病例的胸部病变为了观察病灶内部细节, 建议可以采用靶重建技术, 可以提高病灶内部细节特征, 对于 COVID-19 特征性病变(如: 支气管充气征、铺路石征、晕征、反晕征)的分析有一定帮助。

3 COVID-19胸部CT图像后处理技术

在肺部常规应用的三维后处理技术有多平面重建(MPR), 表面阴影法(SSD), 最大密度投影(MIP), 最小密度投影(MinIP), 仿真内窥镜(VE), 容积再现法(VR); 最新的后处理软件还有肺结节分析, 肺气肿分析软件等。以往的研究证实^[31-32], 肺组织三维后处理技术能够提供更丰富的诊断信息, 对评估肺磨玻璃结节、实性结节的形态特征(分叶征、毛刺征、血管聚集征、支气管气像)有一定的帮助作用。建议有条件的单位全方位、多视角对 NCP 期间胸部 CT 图像进行详细分析, 为 NCP 的诊断和治疗随访提供有力、可靠的影像图像和数据支持。

4 总结和展望

胸部 CT 对 COVID-19 的诊断和疗效评估意义重大, 在这次疫情发生的过程中放射科技术工作者扮演了重要的角色, 为阻击疫情做出了贡献, 向他们致敬。最后, 只要大家坚守原则、勇于担当、共同努力定能攻克疫情难关, 影像同仁们加油, 中国加油!

[参考文献]

- [1] Huang C, Wang Y, Li X, et al. Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China[J]. *Lancet*, 2020, 395(10223): 497-506.
- [2] Sohrabi C, Alsafi Z, O'Neill N, et al. World Health Organization

declares global emergency: a review of the 2019 Novel Coronavirus (COVID-19)[J]. *Int J Surg*, 2020, 76(undefiend): 71-76.

- [3] Travis WD, Brambilla E, Noguchi M, et al. International association for the study of lung cancer/American thoracic society/European respiratory society: international multidisciplinary classification of lung adenocarcinoma - an executive summary[J]. *Proc Am Thorac Soc*, 2011, 8(5): 381-385.
- [4] 黄璐, 韩瑞, 于朋鑫, 等. 新型冠状病毒肺炎不同临床分型间 CT 和临床表现的相关性研究 [J]. 中华放射学杂志, 2020, 54(00): E003.
- [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(00): E001.
- [6] 刘海峰, 张东友, 阳义, 等. 新型冠状病毒肺炎首次胸部高分辨率 CT 影像分析[J]. 中华放射学杂志, 2020, 54(00): E007.
- [7] 陆雪芳, 龚威, 王莉, 等. 新型冠状病毒肺炎初诊临床特征及高分辨率 CT 影像表[J]. 中华放射学杂志, 2020, 54(00): E006.
- [8] 国家卫生健康委员会. “新型冠状病毒感染的肺炎诊疗方案”(试行第五版)[EB/OL]. (2020-02-04)[2020-04-10]. <http://www.nhc.gov.cn/xcs/zhengcwj/202002/3b09b894ac9b4204a79db5b8912d4440/files/7260301a393845fc87fc6dd52965ecb.pdf>.
- [9] Lu HZ, Stratton CW, Tang YW. Outbreak of pneumonia of unknown etiology in Wuhan, China: The mystery and the miracle[J]. *Med. Virol*, 2020, 94(2): 401-402.
- [10] Bogoch II, Watts A, Thomas-Bachli A, et al. Potential for global spread of a novel coronavirus from China[J]. *J Travel Med*, 2020, 27(2): E00.
- [11] 史河水, 韩小雨, 樊艳青, 等. 新型冠状病毒(2019-nCoV)感染的肺炎临床特征及影像学表现[J]. 临床放射学杂志, 2020, 2(9): 1-8.
- [12] Liu P, Tan XZ. 2019 Novel coronavirus (2019-nCoV) pneumonia[J]. *Radiology*, 2020, 4: 200257.
- [13] Lei J, Li J, Li X, et al. CT Imaging of the 2019 novel coronavirus (2019-nCoV) pneumonia[J]. *Radiology*, 2020, 1(31): 200236.
- [14] 张志伟, 罗天友, 曾勇明, 等. 偏离等中心点对 CT 自动管电流调制技术图像质量及辐射剂量的影响[J]. 临床放射学杂志, 2010, 29(5): 677-679.
- [15] 吴柯薇, 钟朝辉, 王振常, 等. 宽体探测器 CT 不同扫描方式对胸部低剂量 CT 图像质量及辐射剂量的影响[J]. 中国医疗设备, 2019, 34(8): 93-96.
- [16] 中国食品药品检定研究院, 中华医学会放射学分会心胸学组. 胸部 CT 肺结节数据标注与质量控制专家共识(2018)[J]. 中华放射学杂志, 2019, 53(1): 9-15.
- [17] 李真林, 杨志刚, 郭应坤, 等. 管电流调制技术在多层螺旋 CT 胸部

- 检查中的应用评价[J].中国医学影像技术,2006,22(6):858-860.
- [18] 吴爱琴,郑文龙,陈雪鹏,等.螺旋CTCAREDose4D技术在体检人群胸部检查中的应用[J].实用放射学杂志,2012,28(2):290-292.
- [19] 慕维维,安备,刘卓,等.64层螺旋CT的自动管电流调制技术(ATCM)的控制参数和辐射剂量的胸部模体实验研究[J].医学影像学杂志,2014,24(12):2169-2174.
- [20] 袁颖,吴天棋,钟朝辉.胸部低剂量CT应用大螺距及高机架转速扫描对图像质量的影响[J].临床和实验医学杂志,2018,17(5):541-545.
- [21] 田为中,张波,窦小峰,等.双源CT大螺距螺旋扫描序列在无镇静儿童胸部CT平扫中的临床应用价值[J].中华放射学杂志,2014(3):252-254.
- [22] 李贞旭,高剑波,董军强,等.双源CT的Flash Spiral技术在儿童胸部的应用[J].实用放射学杂志,2012,28(6):944-946.
- [23] 丛林.不同扫描起始顺序对胸部CT影像质量评分的影响观察[J].中国医药指南,2013,11(19):589-590.
- [24] 张春柱,李微,韩雪,等.新型全集成探测器胸部CT0.5 mm层厚重建的临床意义[J].实用放射学杂志,2015,31(11):1869-1871.
- [25] 杨振悦,刘士远,范丽,等.重建算法对肺部磨玻璃密度结节体模CT低剂量扫描的影响[J].实用放射学杂志,2015,31(11):1856-1859.
- [26] 姜文龙,石明国,李剑,等.大矩阵IMR重建技术对肺结节图像质量的影响[J].中国医疗设备,2019,34(6):16-19.
- [27] 侯红军,万绪明,许祖闪.不同窗宽、窗位对胸部低剂量CT肺磨玻璃密度结节显示的临床研究[J].中国实用医刊,2014,41(18):1-4.
- [28] 张胜超,陈浩,秦宣,等.CT窗口技术在肺磨玻璃结节诊断中的临床意义[J].中国现代医学杂志,2019,29(14):106-109.
- [29] 王立环,顾文豪,丁佐运,等.前置自适应统计迭代重建技术对胸部CT平扫的辐射剂量及图像质量的影响[J].实用放射学杂志,2019,35(1):122-125.
- [30] 朱莉,周慧.Karl 3D迭代重建技术对胸部低剂量CT图像质量的影响[J].实用放射学杂志,2017,33(2):280-282.
- [31] 柯君,马亚宁.螺旋CT三维重建对孤立性肺结节良恶性的诊断价值分析[J].中国CT和MRI杂志,2019,17(5):55-58.
- [32] 王华斌,谢飞,姚杰,等.多层螺旋CT三维重建技术在孤立性肺结节中的应用价值研究[J].临床肺科杂志,2015,20(12):2141-2144.