



## 新冠肺炎诊断用 CT 设备的应用优化

胡红波<sup>①</sup> 杨举<sup>①</sup> 谢涛<sup>①</sup> 袁田<sup>①</sup> 庄晓璇<sup>①</sup> 王辉<sup>①\*</sup>

①桂林联勤保障中心药品仪器监督检验站 广东 广州 510080

**[摘要] 目的:** 对 CT 检测在新型冠状病毒肺炎(COVID-19)诊断中的应用进行优化, 确保 CT 设备的稳定和高效运行, 避免 CT 设备操作人员新型冠状病毒(2019-nCoV)感染的风险。**方法:** 基于影响 CT 设备运行的要素, 对设备的应用质量、运行效率及操作人员 2019-nCoV 感染风险 3 个方面进行分析, 制定 CT 设备优化方案。**结果:** 通过改进 CT 设备的密度分辨力, 增强设备的质量控制, 优化了设备的诊断流程, 引入人工智能辅助诊断系统, 加强操作人员的安全防护并落实设备的消毒, 确保辅助系统的正常运转, 使 CT 设备能够稳定和高效运行。**结论:** 优化后的 CT 设备应用于 COVID-19 临床诊断, 对于避免漏诊与误诊、降低交叉感染风险以及减轻使用人员工作和心理压力均具有重要意义。

**[关键词]** 新型冠状病毒肺炎(COVID-19); 诊断; CT 优化

*Optimization of CT Equipment for Diagnosis of COVID-19/HU Hong-bo, YANG Ju, XIE Tao, et al// China Medical Equipment,2020*

**[Abstract] Objective:** To optimize the application of CT examination or diagnosis of COVID-19 and to ensure the stable and efficient operation of CT equipment. **Methods:** Based on the factors that affect the operation of CT equipment, three aspects of the equipment's application quality, operating efficiency, and operator's infection risk are analyzed, and specific optimization recommendations are given. **Results:** Improving the density resolution of CT equipment, enhancing the quality control of equipment, optimizing the diagnostic process of equipment, introducing artificial intelligence-assisted diagnostic systems, strengthening the safety protection of operators, implementing equipment disinfection, and ensuring the normal operation of auxiliary systems are all conducive to CT The equipment runs stably and efficiently. **Conclusion:** Optimizing the application of CT equipment in the clinical diagnosis of the Corona Virus Disease 2019 is of great significance to avoid missed diagnosis and misdiagnosis, reduce the risk of cross infection, and reduce the work and psychological pressure of users.

**[Key words]** COVID-19; Diagnosis; CT; Optimization

**[First-author's address]** Station for Supervision and Inspection of Drug and Instrument of Guilin Joint Logistic Support Center, Guangzhou 10080, China.

新型冠状病毒肺炎(COVID-19)具有明显的影像学特征, 国家卫生健康委员会《新型冠状病毒感染的肺炎诊疗方案》(试行第六版)<sup>[1]</sup>明确将胸部影像学作为 COVID-19 的临床特点、临床分型、解除隔离和出院标准的重要判定依据。

X 射线计算机断层扫描(X-ray computed tomography, CT)装置是利用 X 射线束对人体进行扫描, 根据人体不同组织对 X 射线的吸收与透过率的不同取得信息, 经计算机处理而获得重建图像, 是目前临床诊断和治疗应用最为广泛的医学影像设备之一, 具有简单、快速、敏感等优势, 是确保患者早诊断、早控制及早治疗的重要手段<sup>[2-3]</sup>。如何

保证 CT 设备的诊断质量、提高患者诊断效率以及降低操作人员的感染风险，对 CT 设备的应用进行优化显得尤为重要。为此，本研究在 COVID-19 疫情下，对 CT 设备的应用进行优化，以确保 CT 设备操作人员避免新型冠状病毒(2019-nCoV)感染的风险。

## 1 CT 设备应用质量

CT 设备的应用质量是实现 COVID-19 高效和准确诊断的基础，是避免漏诊、误诊的重要保证<sup>[4]</sup>。对于早期患者的确诊和疑似患者的筛查，CT 设备的应用质量是临床诊断中最为重要的因素。

### 1.1 应用质量检测依据

现行有效的 CT 设备应用质量检测法规文件为 2011 年原卫生部发布的《X 射线计算机断层摄影装置质量保证检测规范》(GB 17589-2011)<sup>[5]</sup>、2011 年原总后勤部颁布的《军队医疗设备临床应用质量检测技术规范》以及 2017 年国家质量监督检验检疫总局发布的《医用诊断计算机断层摄影装置(CT 机)X 射线辐射源》(JJG 961-2017)<sup>[6]</sup>。根据文件要求，CT 设备的检测需在规定的条件范围内进行，检测人员必须取得相关资质或经过相应培训。

### 1.2 应用质量检测设备

除了 CT 设备出场自带的质量控制体模外，在用主流的检测设备为 Catphon 500 型 CT 性能体模模体(美国体模实验室 The Phantom Laboratory)；B-piranha 657 型 X 射线机多功能质量检测仪(瑞典 RTI 公司)；CT 剂量头模及长杆电离室等

(1)。其中，性能体模 Catphon 500 型 CT 性能体模模体包含 CTP401、CTP528、CTP515 和 CTP486 的 4 个模块。  
①模块 CTP401 用于检测定位光精度、层厚偏差、CT 值线性和对比度标度；  
②模块 CTP528 用于检测空间分辨力；  
③模块 CTP515 用于检测密度分辨力；  
④模块 CTP486 用于检测场均匀性、噪声和水的 CT 值。

(2)B-piranha657 型 X 射线机多功能质量检测仪结合 CT 剂量头模和长杆电离室，再使用配套软件进行计算分析，可用于检测 CT 的加权剂量指数(CT Dose Index, CTDI)。

为保证检测数据的准确可靠，性能测试体模和检测仪器必须定期比对或者校准。

### 1.3 应用质量检测内容

根据上述国家标准、检定规程及军队 CT 质量检测评审规定，CT 设备主要的检测内容包括 CTDI、定位光精度、层厚偏差、CT 值线性和对比度标度、空间分辨力、密度分辨力、场均匀性、噪声和水的 CT 值<sup>[5-6]</sup>。

(1)CTDI 用来计算和控制扫描剂量(即患者所受照射剂量)，避免对患者造成过量的辐射损害。

(2)空间分辨率(高对比度分辨率)、密度分辨率(低对比度分辨率)及噪声水平，三项主要检测 CT 对不同细小组织的分辨能力，是 CT 设备能否精确判别肺部磨玻璃影(ground glass opacity, GGO)等病变的重要参数。

(3)CT 值线性和对比度标度、场均匀性和水的 CT 值用来保证 CT 对不同人体组织还原的准确性，是 CT 设备正常诊断的基础。

(4)层厚偏差和定位光精度用来保证 CT 对病灶的定位和扫描精度，确保扫描部位不偏不缺。

### 1.4 诊断用 CT 关键性能参数的改进

随着确诊案例样本的增加，关于 COVID-19 影像学特征日趋明显<sup>[7]</sup>。COVID-19 的 CT 检查最常见表现为 GGO，约占 55%~86%。作为医学影像学特征，GGO 表现为肺部密度轻度增加，呈云雾状密度阴影，但其内支气管及血管纹理仍可显示，属于组织病变<sup>[8]</sup>。密度分辨力又称低对比分辨力或组织分辨力，是 CT 分辨与均匀物质成低对比的物体能力，临床诊断上是衡量 CT 设备区分信号差异较小组织的能力<sup>[9]</sup>。COVID-19 造成的肺部病变，如 GGO 等，影像学特征显示组织线性衰减系数差异小，表现为低密度、等密度或混密度<sup>[10]</sup>。为了与正常组织相区分，需要根据经验调整窗宽和窗位。CT 设备的密度分辨力高，则 CT 扫描就能够清晰地显示病变组织与正常组织的差异；如果密度分辨力差，则病变组织与正常组织混在一起难以区分。因此，密度分辨力是 CT 设备诊断 COVID-19 的关键性能参数。

密度分辨力与球管焦点大小、准直器设计、探测器结构、探测器晶体种类和数量、探测器环数以及探测器组合方式等设备硬件直接相关，这部分是设备的固有参数，从使用操作的角度很难优化。除此之外噪声、管电流、管电压和重建函数是密度分辨力重要影响因素<sup>[11]</sup>。降低噪声能够直接改善设备的密度分辨力，较高的管电流可以获取更多的图像信息，较高的管电压能够增大 X 射线的辐射质，增强 X 射线的穿透能力，这些都能获得较好的图像密度

分辨力<sup>[12]</sup>。使用软组织重建函数,通过软件算法使得到的图像更为细腻、柔和,也有助于密度分辨力的改善<sup>[13]</sup>。

值得注意的是,管电压、管电流的提升,也将带来计算机断层扫描剂量指数(computed tomography dose index,CTDI)的升高,临床上需要综合考虑,在提高肺部 GGO 分辨能力的同时,降低对患者造成的辐射损伤<sup>[14]</sup>。

## 1.5 CT 设备质量控制建议

COVID-19 防控非常时期,CT 设备作为诊断筛查、疾病分级及预后评估的“利器”,其快速、敏感、高效且便捷的优势是其他检查手段不能比拟的,如何保证 CT 设备的质量安全提出如下建议。

(1)增强 CT 设备的日常保养。特殊时期,医疗机构需更加重视 CT 设备的日常保养,根据 CT 的运行强度和运行状态,动态调整保养周期,落实空气校准和水校准制度,定期开展除尘、清洁及消毒工作,加强对医学工程技术人员培训,提高周期性保养能力,避免非常时期出现设备故障<sup>[15]</sup>。

(2)落实基本检测及预防性维护。医疗机构需具备设备基本检测和预防性维护能力,可以利用设备自带的质量控制模体进行常规参数检测,并对设备易损部件,如线缆进行简单的预防性维修。定期的基本检测及预防性维护能及时发现设备运行中的隐患并及时排除,可极大降低设备的故障率<sup>[16]</sup>。有条件 and 能力的医疗机构可以设置专职工程师定期对设备进行质量控制检测,掌握设备的运行状态,及时发现系统的漂移并进行校正,确保影像设备检测参数的准确稳定<sup>[17]</sup>。

(3)探索远程质量控制方法。对于人员资质缺乏或者质量控制能力不足的医疗机构,可以探索远程质量控制方法手段,由医疗机构 CT 操作技术人员,按照使用说明书,或者依照远程指导,使用设备自带的检测体模对设备进行基本参数检测,随后将检测数据(DICOM 文件)通过网络传送至专业检测机构、售后维修商或者具备检测资质和能力的医疗机构,由专业检测工程师进行数据分析,指导对设备的校准维护<sup>[18]</sup>。

## 2 CT 设备使用效率

CT 设备在 COVID-19 诊断中优势日趋明显,已经成为疫情防控中的主要检查手段。由于确诊(疑似)患者数量的持续上升,导致 CT 检查压力持续增大,如果预检计划不制定、候诊区域不区分以及检查流程不预设,将造成病患拥挤,影响检查速度和质量,增加操作人员压力,甚至引发交叉感染。

### 2.1 优化 CT 诊断流程

由于目前 COVID-19 的筛查、收治大多采取集中模式,这就为 CT 诊断流程的优化创造了基本条件。科室可以根据本日常检查的患者数量提前安排诊断计划,对患者区分疑似筛查、确诊复核、临床分级、预后评估等检查类别佩戴识别标志,安排就坐不同区域,避免交叉感染<sup>[19-20]</sup>。对不同检查类别预设不同的检查方案:①疑似筛查、确诊复核需要增强 CT 设备密度分辨力,避免漏诊和误诊;②临床分级需要同时判别患者是否具有其他并发症,需要多器官、多部位甚至全身检查;③预后评估作为辅助核酸检测手段进行,可以快速诊断。

### 2.2 引入人工智能辅助诊断

随着 COVID-19 确诊病例影像数据的不断积累,基于深度学习的人工智能辅助诊断在 COVID-19 诊疗中的应用呈增长趋势,通过自然语言处理回顾性数据、使用卷积神经网络训练 CT 影像的识别网络<sup>[21]</sup>。人工智能可以快速鉴别 COVID-19 影像与普通病毒性肺炎影像的区别,最终的识别准确率高达 96%。人工智能每识别一个病例所需时间不到 20 s,极大提高诊断效率,减轻医生压力。此外,人工智能还可直接计算出病灶部位的占比比例,进而量化病症的轻重程度,大幅提升临床诊断效率<sup>[22]</sup>。较为成功的案例有阿里巴巴达摩院和阿里云联合研发的“新冠病毒肺炎人工智能辅助助手”,并已经在郑州岐伯山医院得到运用。抗击疫情非常时期,建议医疗机构主动提供现有诊断数据给专业人工智能服务商,对人工智能辅助诊断系统进行训练,进一步增强其诊断的准确率<sup>[23]</sup>。行政主管部门在充分论证的基础上,加快行政审批速度,推动人工智能辅助诊断系统在 COVID-19 的 CT 检查中的应用。

## 3 降低操作人员感染风险

由于 COVID-19 传播途径主要通过呼吸道飞沫和接触传播,CT 设备操作及诊断人员(放射科医生、放射技师、护士等)需要持续接触 COVID-19 的确诊或疑似病例,处于病毒暴露环境,加上现阶段患者筛查和诊断任务繁重,长时间疲劳操作,心理压力骤升等导致免疫力低下,使得医护人员感染的概率极大提高<sup>[24]</sup>。降低操作人员的感染风险,对于保证操作人员的身心健康,避免一线专业人员减员,具有十分重要的意义。

### 3.1 加强操作人员防护

加大对操作人员的院感教育,确保防护准则得到落实。将放射科医生、放射技师、护士等放射操作人员作为一个整体单元定期培训,如防护服的穿脱训练、发现病毒污染物的应急处置流程等。操作人员应严格采取个人防护以减少感染,始终佩戴口罩,避免触摸面罩和眼睛,使用一次性手套摆位和操作设备,加强手的消毒。此外,尽量选用自动化程度高的设备设施。选用相对独立或者便于封闭防护的扫描间,CT扫描间的防护门最好为感应电动门,CT设备的移床摆位操作尽可能在控制台完成,条件允许的情况下,用于COVID-19诊断的CT尽量做到专机专用。合理安排排班,降低操作人员的工作强度。建议由专人全套防护出入扫描间,负责引导患者、讲解注意事项以及对患者摆位等直接接触操作,检查过程中避免进入操作间或诊断室,按照患者诊断强度对人员进行轮换,交接中做好消毒,避免操作人员的过度疲劳,加强对操作人员的心里疏导,降低COVID-19导致的心理压力<sup>[25]</sup>。

### 3.2 落实CT设备消毒

CT设备的消毒主要是指对机架外壳、检查床、控制面板、数据显示面板、扬声器以及辅助生理信号检测单元等进行表面消毒。对于2019-nCoV的消毒:①为无人情况下的紫外线消毒,采用消毒剂消毒时,应先使用蘸有中性清洁剂或水的微湿无绒软布、超细纤维布擦拭外壳;②使用75%酒精或者100%异丙醇清洁较脏的表面;③使用75%酒精或者3%双氧水作为消毒剂进行消毒,最后用软布或纤维布将设备表面擦干<sup>[26]</sup>。

尤其注意CT设备的消毒必须在设备完全断电的情况下,适量使用液体清洁剂、消毒剂,避免采用喷雾方式,避免液体渗入到系统内,否则可能损坏系统电子元件<sup>[27]</sup>。

### 3.3 确保辅助系统正常运转

加强对辅助系统的定期检查,重点确保通风系统、供电系统、网络传输以及紫外线消毒设备的正常运转,避免因通风不畅、消毒不及时等导致增加操作人员病毒感染风险,避免因突发断电、网络传输中断造成CT诊断出错。尽量将辅助系统对正常诊疗带来的干扰降到最低,减少操作人员与患者的直接接触时间,减轻操作人员的焦虑、急躁等负面情绪。

## 4 结论

COVID-19疫情防控形势依然严峻,COVID-19的早发现、早控制及早治疗尤为重要。由于核酸检测存在假阴性、耗时较长、环境要求高以及试剂量有限,使得CT影像在COVID-19的诊断中作用凸显。为保证CT设备的快速、敏感、高效且稳定的运行,对其应用进行优化,以保证CT设备的诊断质量,提高CT设备使用效率,降低操作人员2019-nCoV的感染风险,对于确保设备的正常使用、避免漏诊与误诊、降低交叉感染风险以及减轻使用人员工作和心理压力具有极为重要的意义。

## 参考文献

- [1]国家卫生健康委办公厅.新型冠状病毒感染的肺炎诊疗方案(试行第六版):国卫办医函〔2020〕145号[EB/OL].(2020-02-19)[2020-02-24].<http://www.nhc.gov.cn/yzygj/s7653p/202002/8334a8326dd94d329df351d7da8aefc2/files/b218cfef1bc54639af227f922bf6b817.pdf>
- [2]黄韬,崔骊,李向东,等.CT设备的质量控制检测与结果分析[J].中国医学装备,2015,12(10):35-38.
- [3]王翔.探究影像学在新冠肺炎诊断中的意义[N].健康报,2020-02-12(007).
- [4]张海成.CT设备的质量控制分析与应用[J].中国医学装备,2016,13(10):24-29.
- [5]卫生部,国家标准化管理委员会.X射线计算机断层摄影装置质量保证检测规范:GB 17589-2011[S].卫生部,国家标准化管理委员会,2011-12-30.
- [6]国家质量监督检验检疫总局.医用诊断螺旋计算机断层摄影装置(CT)X射线辐射源:JJG 961-2017[S].国家质量监督检验检疫总局,2017-11-20.
- [7]汪锴,康嗣如,田荣华,等.新型冠状病毒肺炎胸部CT影像学特征分析[J/OL].中国临床医学:1-5[2020-02-25].<http://kns.cnki.net/kcms/detail/31.1794.R.20200217.1344.004.html>.
- [8]刘常宇,蔡奕欣,郝志鹏,等.表现为磨玻璃影的新型冠状病毒肺炎和早期肺肿瘤的CT影像学对比研究[J/OL].中国胸心

- 血管外科临床杂志:1-5[2020-02-25].<http://kns.cnki.net/kcms/detail/51.1492.R.20200217.1452.002.html>.
- [9]施今迈,张莹,王鹏飞.CT低对比度分辨力分析及讨论[J].中国医疗设备,2009,24(1):120-122.
- [10]赵鹏飞,白宇珍,牛广明,等.甄别疑似新冠肺炎的CT表现分析[J/OL].内蒙古医科大学学报:1-7[2020-02-25].<https://doi.org/10.16343/j.cnki.issn.2095-512x.20200225.001>.
- [11]李庚,高关心,夏慧琳.CT空间分辨率和低对比度分辨率的检测及其影响因素[J].中国医疗设备,2010,25(1):7-9.
- [12]袁丹江,杨春梅,杨安泉.螺旋CT最佳图像密度分辨力时扫描参数的研究[J].医疗设备信息,2006(05):6-8.
- [13]李萍,占杰,余晓锷.CT图像质量主要参数及其检测方法[J].放射学实践,2005,20(5):462-463.
- [14]刘路,田德伟.高分辨CT对肺磨玻璃密度的诊断价值[J].贵州医药,2004,28(2):134.
- [15]高华永,晁勇,刘帅,等.CT设备的质量控制分析与探讨[J].中国医疗设备,2014,29(6):8-10,46.
- [16]陈自谦.大型医学影像设备质量控制与质量管理的现状与思考[J].中国医疗设备,2018,33(10):1-6,18.
- [17]张国荣.CT低辐射剂量与图像质量优化项目的质量控制分析[J].中国科技信息,2010(5):32-34,49.
- [18]谭先健,姚国庆,李怡勇,等.应用远程质量控制体系对CT性能监测的效果评价[J].中国医院管理,2017,37(4):56-57.
- [19]李雪,张伟国,陈金华,等.JCI标准下CT检查流程改造及其效果[J].解放军护理杂志,2012,29(13):60-63.
- [20]张芳,王金余.洁净手术室控制医院感染的流程优化管理[J].中国医药指南,2011,9(26):162-163.
- [21]李欣菱,郭芳芳,周振,等.基于深度学习的人工智能胸部CT肺结节检测效能评估[J].中国肺癌杂志,2019,22(6):336-340.
- [22]综合.人工智能在新冠肺炎战“疫”中能帮什么忙? [N].人民邮电报,2020-02-25(004).
- [23]白莉,杨达伟,王洵,等.物联网辅助新冠肺炎诊治中国专家共识[J/OL].复旦学报(医学版):2-10[2020-02-25].<http://kns.cnki.net/kcms/detail/31.1885.R.20200218.1222.002.html>.
- [24]吴安华,黄勋,李春辉,等.医疗机构新型冠状病毒肺炎防控中的若干问题[J/OL].中国感染控制杂志:1-6[2020-02-25].<http://kns.cnki.net/kcms/detail/43.1390.R.20200220.1419.002.html>.
- [25]姚宏武,索继江,杜明梅,等.新型冠状病毒肺炎流行期间医院感染防控难点与对策[J/OL].中华医院感染学杂志,2020(6):1-5[2020-02-25].<http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.3456.r.20200219.0907.004.html>.
- [26]谢元亮.提升CT室防护等级重视影像设备消毒[N].健康报,2020-02-12(007).
- [27]潘海琴.加强消毒管理在肺结核病人CT检查的应用研究[J].Infection International(Electronic Edition),2018,7(4):36-37.

**\*通信作者: xingkongroy@sina.com**

**作者简介: 胡红波, 男, (1985-), 硕士, 工程师, 从事大型医疗设备检测及信息化管理工作。**