

方舱医院胸部CT检查流程与防控规范

黄晓颖¹, 刘辉², 李知非¹, 刘晓亮³, 郭方凯¹, 单春辉¹, 赵明娟¹, 暴云锋¹

1. 河北省人民医院 医学影像科, 河北 石家庄 050000; 2. 河北医科大学第四医院 CT磁共振科, 河北 石家庄 050000;

3. 邯钢医院, 河北 邯郸 056000

[摘要] 自新型冠状病毒肺炎 (Coronavirus Disease 2019, COVID-19) 在武汉市出现爆发性流行传播以来, 方舱医院在武汉市应运而生, 有效遏制了疫情进展。方舱医院内配置有CT设备, 可对COVID-19患者进行诊断、分级、预后评估和复诊等。本文结合了河北省首批支援武汉的影像技术专业医疗队在方舱医院进行CT检查的疫情防控经验, 并做出归纳总结, 以供参考。

[关键词] 新型冠状病毒肺炎; 胸部CT; 方舱医院; CT检查流程

Chest CT Examination Procedure and Prevention Specification in Square- Cabin Hospital

HUANG Xiaoying¹, LIU Hui², LI Zhifei¹, LIU Xiaoliang³, GUO Fangkai¹, SHAN Chunhui¹, ZHAO Mingjuan¹, BAO Yunfeng¹

1. Department of Medical Imaging, Hebei General Hospital, Shijiazhuang Hebei 050000, China;

2. Department of CT Magnetic Resonance, The Fourth Hospital of Hebei Medical University, Shijiazhuang Hebei 050000, China;

3. Hangang Hospital, Handan Hebei 056000, China

Abstract: Since the outbreak of coronavirus disease 2019 (COVID-19) in Wuhan occurred, the square cabin hospital came into being in Wuhan, and effectively prevented the progress of the epidemic. Square cabin hospital is equipped with CT equipment, which can be used for the diagnosis, grading, prognosis evaluation and follow-up of patients with COVID-19. This paper combined the experience of the first image technology professionals medical team supporting Wuhan in Hebei province to carry out CT examination in the square cabin hospital, and made a summary for reference.

Key words: coronavirus disease 2019; chest computed tomography (CT); square cabin hospital; CT examination procedure

[中图分类号] R473.5; TP391

[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

2019年12月, 新型冠状病毒肺炎 (Coronavirus Disease 2019, COVID-19) 在武汉市出现爆发性流行传播, 该疾病具有发病率高, 传染迅速, 人群普遍易感等特征, 被感染患者具有发烧、咳嗽、气短、肌肉酸痛、头晕、头痛、喉咙痛、鼻出血、胸痛、腹泻、恶心呕吐等临床表现^[1-2]。目前, 根据世界卫生组织 (World Health Organization, WHO) 最新疫情公告, 全球已有 203 个国家和地区发现该疾病的踪迹, 全球确诊病例的大幅增加, 导致 WHO 于 2020 年 3 月 11 日宣布, COVID-19 已成为全球性的首个大流行病^[3]。在武汉, 尽管已有大量的医疗资源和医务人员支援, 但医院的容纳能力仍不足以容纳所有疑似感染患者。在此紧急形势下, 中央督导组深入一线, 果断做出建设方舱医院的决定, 要求武汉市立即将一批体育场馆、会展中心逐步改造成为 16 家方舱医院, 实际开放 13000 多张床位, 累计收治患者 12000 多人^[4], 并在院内使用车载 CT 或板房 CT 对

COVID-19 患者进行诊断、分级、疗效评估和复诊等, 病人的影像学资料通过 5G 网络传输到后台, 由诊断医生进一步阅片及诊断。笔者结合河北省首批 31 名支援武汉的影像技术专业医疗队在汉阳、武昌、黄陂三个方舱医院进行 CT 检查相关流程与防控经验进行汇总整理。

1 方舱医院CT区域防控

方舱医院均座落在空旷区域, 临近周边居民稀少, 院内使用水马划分为隔离区与医务区。CT 检查区位于隔离区内, 按照《医院隔离技术规范》要求^[5], 结合实际结构进行感染等级区域划分为污染区、半污染区、缓冲区及清洁区, 并在交界处设置醒目标志, 不同区域之间有隔离设施避免横贯风流通。此外考虑到患者及医务人员的辐射安全^[6-7], 检查过程中也要使用相应防护器具。

影像检查区域应严格按照《医疗机构消毒技术规范》^[8]做好防控措施, 始终坚持终末消毒。各分区的消毒清洁用品标记区分, 严禁混用^[9-10], 具体要求如下:

(1) 环境/物体/地面: 每日定时使用 2000 mg/L 含氯消毒液, 喷洒擦拭, 单次作用时间不少于 30 min, 遇到污

收稿日期: 2020-03-30

通信作者: 暴云锋, 副主任技师, 主要研究方向为影像技术和质控管理。

通信作者邮箱: byf816@126.com

染随时进行消毒。清洁区可使用 500 mg/L 含氯消毒剂进行常规擦拭。

(2) 空气：每日定时进行通风，在无人情况下采用紫外线照射，或 2000 mg/L 含氯消毒液喷洒，半污染区可使用 500 mg/L 含氯消毒剂喷洒，单次作用时间均不少于 30 min。

(3) 污染物（患者排泄物，呕吐物和分泌物）的消毒：如地面有污染物时，采用 5000~10000 mg/L 的含氯消毒液喷洒污染物及附近地面并使用一次性吸水物品覆盖，将污染物转移至双层垃圾袋，每层需扎紧封闭并喷洒消毒液后放入垃圾桶。用 2000 mg/L 的含氯消毒液再次喷洒污染地面，使用相应清洁用品清理干净（清洁用品用 2000 mg/L 的含氯消毒液浸泡 30 min，洗净晾干分区备用）。

(4) 医疗废弃物及垃圾：使用双层黄色垃圾袋密闭收集，垃圾袋内外均喷洒 2000 mg/L 的含氯消毒液后放入垃圾桶。每天由专人定时将废弃物及垃圾运至指定地点进行处理。

2 CT医务人员防控

根据国家卫生健康委办公厅印发的《新型冠状病毒肺炎防控方案》（第五版）^[11] 对于在新型冠状病毒感染的肺炎疫情防控工作中不同的工作人员其防护等级是不同的。防护等级分为三级，一级防护标准：穿戴工作帽、医用外科口罩、隔离衣及乳胶手套；二级防护标准：穿戴工作帽、护目镜或防护面屏、医用防护口罩、防护服、乳胶手套及保护性鞋套；三级防护标准：穿戴工作帽、护目镜及防护面屏、医用防护口罩、防护服、乳胶手套及长筒靴或保护性鞋套。

CT 技师直面患者，需分组入舱工作，区分操作人员及消毒人员，由于方舱医院内均为 COVID-19 确诊患者，故技师严格采用三级防护标准。在日常工作中医务人员应严格按照《医务人员手卫生规范》^[12] 规定的“七步洗手法”执行手卫生措施。医用防护用品应严格根据《新型冠状病毒感染的肺炎防控中常见医用防护用品使用范围指引（试行）》^[13] 规范合理使用，重点做好医用外科/防护口罩、防护服、护目镜在适用区域范围内的合理使用。防护用品穿戴流程，见图 1。医用外科/防护口罩在佩戴前须检查外包装有无破损及使用有效期；佩戴过程中若口罩潮湿及受血液、体液污染后要及时更换；摘除前须先实施手卫生后方可摘除，其摘除时捏住口罩的系带，不要接触口罩外侧面，将其弃置于医疗垃圾桶内，再实施手卫生。穿戴防护服前穿内层隔离衣；执行三级防护时可在防护服外加一层隔离衣；脱前勿用消毒液喷洒防护用品，以免破坏防护用品抗压性，增加污染机会；脱防护服时注意不要污染内部清洁部分；摘除护目镜时须注意闭眼摘除，使用后须及时严格消毒。

现场分诊或导医人员处于感染高风险区，应按二级及

以上防护级别，保护自身的同时做好周边附属设施的消毒工作，尽量使用远程电子联络工具进行沟通。诊断医师的防护可按需进行，如处于清洁区时按照一级防护级别即可。

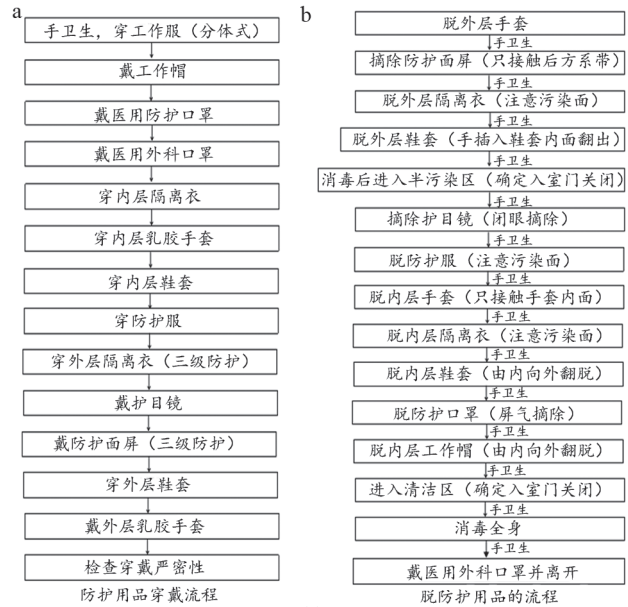


图1 防护用品穿戴流程 (a) 和脱流程 (b)

3 方舱医院CT设备及防控

尽管每个方舱医院的 CT 设备不尽相同，但均具有体积适中、安装便捷、操作简易、功能丰富等特点，不仅可以满足患者的检查需要，还可进行远程操控扫描床移动进行患者摆位，实现隔室操作模式。

方舱 CT 以板房式 CT 为主，机房配备有 LED 照明、空调、排风扇、空气消毒及紫外线灯消毒设施；车载式 CT 具有更强的机动性和适应性，机房内配有固定照明设施、与舱体相连的缓冲减振支架、空调、加热装置、电源净化器、移动式空气消毒及紫外线灯消毒设施。两种 CT 扫描间均设有遥控电动门及呼叫系统，可避免技师与患者直接接触。其具体消毒要求如下：

(1) 设备消毒：针对设备表面擦拭消毒目前没有最优选择，较多为含氯消毒剂和 75% 乙醇，不耐腐蚀的使用 2% 双链季铵盐或 75% 的乙醇擦拭消毒，每天至少 3 次，若使用一次性消毒湿巾，可清洁消毒一步完成。应用乙醇时将其喷洒至擦拭巾中应保证湿润不滴水，同时乙醇属于危险化学品，易燃易爆不宜大面积使用，应注意保存。有研究表明双链季铵盐消毒湿巾应用更加稳定，方便使用^[14]。不推荐使用高浓度含氯消毒剂直接对 CT 设备进行擦拭，因其可能会在滑环表面形成膜导致扫描中断。

(2) 附属设施消毒：CT 设备以外的桌面、电脑主机、显示屏等每日完成检测后应用 75% 乙醇或 2000 mg/L 含氯消毒剂擦拭消毒，作用 30 min。由于 CT 键盘或控制盘污染几率较高，且各种按键直接影响设备的使用功能，故建

议使用一次性消毒湿巾进行擦拭表面, 务必保证整个过程处于设备关机状态, 且擦拭前确保湿巾不会有液体滴落进键盘内, 擦拭时避开紧急制动按钮, 小心挪动键盘或控制盘, 不可拍打以防出现按键故障, 对于按键间缝隙处可以用湿巾小心擦拭或直接使用精密电子清洁剂。铅遮挡等防护用品患者使用完毕后使用 2000 mg/L 含氯消毒剂擦拭, 消毒完成后使用一次性中单进行包裹。

(3) 空气消毒: 加强通风, 工作时间排风扇保持开启状态。此外在每天 CT 设备使用前开启空气消毒机, 患者检查完毕后在无人的状态需开启紫外线灯 (30 W, 在 1 m 处的强度 $>70 \mu\text{W}/\text{cm}^2$) 照射 30 min 以上, 同时继续保持通风状态。由于空调循环风可能导致病毒感染扩散可能, 在消毒完成前不可开启空调^[7]。

(4) 地面消毒: 无明显污染物时可用 500~2000 mg/L 的含氯消毒液擦拭消毒, 每天 2 次或以上, 若地面有患者呕吐物等肉眼可见污染物时, 应先使用一次性吸水材料完全清除污染物后再消毒。遇污染随时消毒。末班技师终末消毒处理。每日完成检查后应由上而下、由里到外、由轻度污染到重度污染的顺序对检查室进行消毒。

4 方舱CT检查流程

方舱医院筹建时间较短, 所需网络化配置未尽完善, 如 PACS 系统仅具备局域网图像传输功能, 不具备预约功能, 患者数量医务人员无法事先掌握, 只能通过导医和分诊人员随时联络通知。方舱 CT 检查对象不仅仅为确诊患者, 也包括部分舱内医务人员查体, 检查任务紧急, 同时各舱工作量存有差异, 故为了有效避免人员间交叉感染风险, 需要不断地完善检查流程, 加强消毒, 减少人员流动。

4.1 检查前准备

受检者到达 CT 区域, 分诊人员记录受检者信息并发送至操作技师, 随后导医检查受检者必要的防护用具是否完备, 确认后将其引领至候检区, 受检者采取一级防护, 去除颈部、胸部饰物和其他高密度物品 (如内衣、拉链及扣子等)。因施工等原因场外路面可能有碎石或钉子等, 所以若从外场进入要注意避免鞋套破损。受检者进入扫描间前使用手部快速消毒液消毒双手或戴一次性手套。

操作技师接到通知, 根据防控要求消毒完毕后进入 CT 设备待用状态, 如为首次开机进行 X 线管预热和空气校准, 检查存储空间并确认数据传输畅通。同时消毒技师进入扫描间更换扫描床及铅遮挡的一次性中单。待设备就绪后, 由操作技师使用呼叫系统通知受检者进入扫描间, 手动输入受检者信息, 故在检查前仔细核对对方身份, 确认后指挥其自行摆位并使用必要的防护遮挡, 随后对其进行呼吸训练, 方式为深吸气后屏气 (吸气末屏气), 完毕后进入正式检查阶段。整个过程保证隔室操作及无纸化模式。

4.2 检查中操作

视情况合理选择扫描方案, 采用螺旋扫描, 扫描范围从肺尖扫描至膈底 (包括双侧肋膈角), 对配合较差的患者可以从膈底扫描至肺尖 (肺底部呼吸运动幅度大于肺尖部), 减少双肺下野因不能屏气造成的呼吸运动伪影, 保证图像质量。参数的优化包括管电压、管电流量、螺距、自动管电流调节技术等, 开启自动管电压或固定管电压, 使用智能辐射剂量跟踪技术, 应用迭代重建技术, 重型及危重型患者采用大螺距、提高球管转速、加大准直器宽度来缩短扫描时间, 减少患者呼吸运动伪影^[15-16]。

不推荐使用方舱 CT 配备的低剂量扫描模式, 因其图像质量无法满足诊断医师及远程会诊需要。

4.3 检查后处理及图像标准

常规以 5 mm 层厚分别重建出肺窗图像 (肺窗: 窗宽 1000~1500 HU, 窗位 -650~-500 HU) 和纵膈窗图像 (纵膈窗: 窗宽 250~300 HU, 窗位 30~50 HU), 再以 1 mm 以下层厚重建出薄层图像, 用于舱外图像诊断需要。图像数据均通过 PACS 局域网或 5G 互联网传输至相应的诊断室或远程会诊中心, 此外所有影像资料还可上传至云端网络平台供诊断医师和患者通过特有的获取方式 (如二维码) 进行浏览。患者的胶片及报告由病区专人负责打印和归档, 待其出舱前给予带走。

由于方舱板房空间有限, 未能配备专用工作站, 故技师完成检查后需及时预览图像, 保证肺窗图像肺纹理清晰, 纵膈窗图像在纵膈内可见大血管结构清晰, 且与周围脂肪有锐利界面, 高分辨薄层重建图像能够清晰分辨次级肺小叶结构以及叶间胸膜等用以满足后处理和诊断需要。

4.4 CT设备维护

因方舱 CT 扫描模式较为单一, 故设备损耗率较低, 且由于设备处于隔离污染区, 故与常规 CT 相比, 定期维护周期较长。常规使用时技师应当注意: 严格按照规程开、关设备和操作使用; 待患者扫描完成后即刻退出检查程序, 减少球管磨损率; 扫描期间不可删除图像及刻录操作, 防止程序过多导致卡顿从而扫描失败; 及时上传图像和备份, 防止因硬盘损坏而丢失数据; 根据患者情形选择合适的扫描参数, 如 mA、转速等; 正确使用空调系统保持扫描间的电器环境稳定; 每日扫描前坚持做球管预热和空气校准项目, 减少图像质量偏移率。

CT 厂家工程师 24 h 在方舱医院周围待命, 保证出现故障时及时处理。武昌方舱板房 CT 曾因漏雨导致设备停机, 工程师得讯后连夜赶修成功保证了设备的第二天正常运行。

5 方舱CT辐射防护

与常规 CT 机房的钢筋水泥结构建筑不同, 方舱医院板房由于其便捷装卸和快速部署等特性, 导致支撑结构的

门窗严密性和墙板防护性略差。同时由于场地空间受限,导致设备的摆放位置和方向几乎是唯一的,所以在这些限制条件下,方舱CT的辐射安全问题与消毒防护同样重要。实际应用中,CT机房设计会在板房结构基础上附加铅板防护,配套的还有铅玻璃及机房防护门。主防护(球管正上方及左右两侧)为5 mm Pb铅当量,其余范围为4 mm Pb铅当量要求。方舱CT机房均通过第三方检测机构依据GBZ130-2013《医用X射线诊断放射防护要求》^[17]、GBZ264-2015《车载式医用X射线诊断系统的放射防护要求》^[18]及GB 18871-2002《电离辐射防护与辐射安全基本标准》^[19]进行检测并通过。

由于CT技师使用隔室操作模式,故不再附加其他辐射防护措施。受检者则需听从技师指挥,使用铅防护服(≥ 0.25 mm Pb)^[20]遮挡防护胸部周围腺体器官。

6 方舱CT局限性

方舱医院为多模块化组合,具有良好的机动性,适合特殊情况下快速部署展开,对环境要求少、适应性强、救治功能范围广。正因如此,不可避免的存在部分局限性,如:板房较为简陋易出现问题;房内空间相对狭小,不适合卧床的重症患者进行检查;房屋进出口相对固定,且往往只有一个,医患较难分开,只有通过时间差解决;网络配套设施难以完善,且活动空间较小无法安装专用工作站,图像仅限于操作台浏览和处理;尽管配有5G互联网络,仍存在向云端平台传输图像数据操作复杂且非常缓慢等现象,不利于诊断医师实时观察图像判断病情等等。

综上所述,方舱医院CT检查工作量大,任务时间紧急,所以对于一线医务人员来说,只有不断规范和完善工作流程与防护要求,才能在规避固有限性的同时,安全且快速的完成诊治任务。在此次重大疫情防控中,援鄂一线的影像技师及时总结了方舱医院CT检查流程与相关防控经验,在实现优化检查流程减少患者等待时间的同时降低交叉感染风险,希望可以给深受疫情影响的地区乃至国家提供有效的借鉴价值。

[参考文献]

- [1] Hui DS, I Azhar E, Madani TA, et al. The continuing 2019-nCoV epidemic threat of novel coronaviruses to global health—The latest 2019 novel coronavirus outbreak in Wuhan, China[J]. *Inter J Infect Dis*, 2020, 91, 264-266.
- [2] Chen N, Zhou M, Dong X, et al. Epidemiological and clinical characteristics of 99 cases of 2019 novel coronavirus pneumonia

in Wuhan, China: a descriptive study[J]. *Lancet*, 2020.

- [3] WHO. WHO Director-General's opening remarks at the media briefing on COVID-19 EB/OL. (2020-03-11)[2020-03-26]. <https://www.who.int/zh/dg/speeches/detail/who-director-general-s-opening-remarks-at-the-media-briefing-on-covid-19-11-march-2020>.
- [4] 新华网. 马晓伟:方舱医院做到了“零感染、零死亡、零回头”[EB/OL]. (2020-02-29)[2020-03-26]. <http://www.nhc.gov.cn/wjw/xwtd/202002/e8a5445c274747f7b4a4e119c175bd1d.shtml>
- [5] WS/T 311-2009, 医院隔离技术规范[S].
- [6] 雷子乔, 史河水, 梁波, 等. 新型冠状病毒(2019-nCoV)感染的肺炎的影像学检查与感染防控的工作方案[J/OL]. *临床放射学杂志*, 2020, 1-6[2020-03-04]. <https://doi.org/10.13437/j.cnki.jcr.20200206.001>.
- [7] 刘园, 郑传胜, 雷子乔, 等. 方舱医院新型冠状病毒肺炎CT检查的防控体会[J]. *中华放射学杂志*, 2020, 54. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1005-1201.2020.0011.
- [8] WS/T 367-2012, 医疗机构消毒技术规范[S].
- [9] GB 15982-2012, 医院消毒卫生标准[S].
- [10] WS/T 512-2016, 医疗机构环境表面清洁与消毒管理规范[S].
- [11] 国家卫健委办公厅. 国家卫生健康委办公厅关于印发新型冠状病毒肺炎防控方案(第五版)的通知[EB/OL]. (2020-02-21)[2020-03-26]. <http://www.nhc.gov.cn/xcs/zhengcwj/202002/a5d6f7b8c48c451c87dba14889b30147.shtml>.
- [12] WS/T 313-2019, 医务人员手卫生规范[S].
- [13] 国家卫生健康委办公厅. 新型冠状病毒感染的肺炎防控中常见医用防护用品使用范围指引(试行)的通知[EB/OL]. (2020-01-26)[2020-03-26]. <http://www.nhc.gov.cn/yzygj/s7659/202001/e71c5de925a64eafbe1ce790debab5c6.shtml>.
- [14] 程伊莲, 郑蜀芳, 石明国, 等. 2019冠状病毒病疫情期不同消毒方法对肺炎专用CT机的消毒效果分析[J]. *中国医疗设备*, 2020, 35(00):E00.
- [15] 李剑, 蔡亚, 张利娟, 郑敏文, 石明国. 2019冠状病毒病疫情期间CT检查流程及防控攻略[J]. *中国医疗设备*, 2020, 35(00):E00.
- [16] 中华医学会影像技术分会, 中华医学会放射学分会. CT检查技术专家共识[J]. *中华放射学杂志*, 2016, 50(12):916-928.
- [17] GBZ 13-2013, 医用X射线诊断放射防护要求[S].
- [18] GBZ264-2015, 车载式医用X射线诊断系统的放射防护要求[S].
- [19] GB 18871-2002, 电离辐射防护与辐射安全基本标准[S].
- [20] GBZ 176-2006, 医用诊断X射线个人防护材料及用品标准[S].