

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD321670>

Опыт применения мобильного компьютерного томографа в резервном госпитале для лечения пациентов с новой коронавирусной инфекцией COVID-19

Н.Д. Кудрявцев¹, А.В. Петряйкин¹, Е.С. Ахмад¹, Ф.А. Киселев¹, В.В. Бурашов¹,
А.Н. Мухортова¹, И.В. Солдатов¹, А.С. Шкода²

¹ Научно-практический клинический центр диагностики и телемедицинских технологий, Москва, Российская Федерация;

² Городская клиническая больница № 67 имени Л.А. Ворохобова, Москва, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

Пандемия новой коронавирусной инфекции COVID-19 бросила вызов системам здравоохранения практически всех стран мира. От организаторов здравоохранения требовалось принятие оперативных и эффективных решений для обеспечения высокого качества оказания медицинской помощи в новых условиях. Потребность в формировании резервного коечного фонда при пандемии была обусловлена высокой нагрузкой на городские больницы в Москве, в связи с чем в непрофильных сооружениях (ледовые арены, торговые центры, выставочные павильоны) были организованы временные резервные госпитали для лечения пациентов с COVID-19. Это потребовало поиска решений для обеспечения необходимого уровня диагностики и лечения, соответствующего профилю медицинского учреждения. С учётом технических и временных ограничений, связанных с установкой стационарного компьютерного томографа, одним из решений была установка мобильного компьютерного томографа.

Целью работы было поделиться опытом использования мобильного компьютерного томографа в условиях временного резервного госпиталя для лечения пациентов с коронавирусной инфекцией COVID-19. В работе представлена информация о характеристиках мобильного компьютерного томографа; отмечены его преимущества и недостатки; представлен вариант планировки аппаратной, пультовой комнат и вариант размещения томографа; представлены результаты дозиметрических исследований; дана клиническая оценка применимости подобного типа диагностических устройств.

Ключевые слова: мобильный компьютерный томограф; пандемия коронавирусной инфекции; COVID-19; отделение лучевой диагностики.

Как цитировать:

Кудрявцев Н.Д., Петряйкин А.В., Ахмад Е.С., Киселев Ф.А., Бурашов В.В., Мухортова А.Н., Солдатов И.В., Шкода А.С. Опыт применения мобильного компьютерного томографа в резервном госпитале для лечения пациентов с новой коронавирусной инфекцией COVID-19 // *Digital Diagnostics*. 2023. Т. 4, № 3. С. 427–438. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD321670>

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD321670>

Using a mobile computer tomography scanner in a field hospital setting to manage patients with COVID-19

Nikita D. Kudryavtsev¹, Alexey V. Petraikin¹, Ekaterina S. Akhmad¹, Fyodor A. Kiselev¹, Vyacheslav V. Burashov¹, Anna N. Mukhortova¹, Ilya V. Soldatov¹, Andrey S. Shkoda²

¹ Moscow Center for Diagnostics and Telemedicine, Moscow, Russian Federation;

² City Clinical Hospital No. 67 named after L.A. Vorokhobov, Moscow, Russian Federation

ABSTRACT

The global outbreak of COVID-19 has posed unprecedented challenges to healthcare systems worldwide. Healthcare administrators had to make quick and effective decisions to ensure high quality of medical care standards in new conditions. The need to form a reserve bed fund during the pandemic was due to the high load on city hospitals in Moscow. Due to this fact, temporary reserved hospitals for COVID-19 patients were organized in non-core facilities, such as ice arenas, shopping malls, and exhibition pavilions. This urgency prompted a search for solutions that could provide the necessary level of diagnosis and treatment appropriate to specialized medical facility. Given the technical and time constraints associated with the installation of a fixed computer tomographic scanner, the deployment of mobile computer tomographic scanners emerged as a viable option. The study aims to share insights gained from using a mobile computer tomographic scanner within a temporary backup hospital setting to treating patients with COVID-19 coronavirus infection. The paper discusses the features, advantages, and disadvantages of mobile computer tomography. It also presents hardware and control room layouts, along with the placement options for the computer tomography device. The research includes the results of dosimetry studies and provides a clinical assessment of the applicability of this type of diagnostic devices.

Keywords: computer tomographic scanner; COVID-19 pandemics; radiology departments.

To cite this article:

Kudryavtsev ND, Petraikin AV, Akhmad ES, Kiselev FA, Burashov VV, Mukhortova AN, Soldatov IV, Shkoda AS. Using a mobile computer tomography scanner in a field hospital setting to manage patients with COVID-19. *Digital Diagnostics*. 2023;4(3):427–438. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD321670>

Received: 11.04.2023

Accepted: 17.04.2023

Published: 25.05.2023

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD321670>

在备用医院使用移动式电脑断层扫描仪治疗新型冠状病毒感染 (COVID-19) 患者的经验

Nikita D. Kudryavtsev¹, Alexey V. Petraikin¹, Ekaterina S. Akhmad¹, Fyodor A. Kiselev¹, Vyacheslav V. Burashov¹, Anna N. Mukhortova¹, Ilya V. Soldatov¹, Andrey S. Shkoda²

¹ Moscow Center for Diagnostics and Telemedicine, Moscow, Russian Federation

² City Clinical Hospital No. 67 named after L.A. Vorokhobov, Moscow, Russian Federation

简评

新型冠状病毒感染 (COVID-19) 的大流行给世界上几乎所有国家的卫生系统带来了挑战。医疗保健组织者需要做出迅速有效的决定, 以确保在新的条件下提供高质量的医疗保健服务。在大流行期间, 由于莫斯科的城市医院负担格外沉重, 因此需要建立一个备用床基金, 并在非核心建筑物 (冰上运动场、购物中心、展览馆) 中建立临时备用医院, 以治疗 COVID-19 患者。这就需要寻找解决方案, 以在专业医疗机构中提供必要水平的诊断和治疗。考虑到安装固定式电脑断层扫描仪的技术和时间限制, 安装移动式电脑断层扫描仪 是解决方案之一。本文旨在分享在临时备用医院使用移动式电脑断层扫描仪治疗冠状病毒感染 COVID-19 病人的经验。该文章介绍移动式电脑断层扫描仪的特性; 指出其优缺点; 介绍设备室、控制室的布局变式和电脑断层扫描仪的摆放变式; 介绍剂量测定研究的结果; 对此类诊断设备的适用性进行了临床评估。

关键词: 移动式电脑断层扫描仪; 冠状病毒大流行; COVID-19; 放射诊断科。

引用本文:

Kudryavtsev ND, Petraikin AV, Akhmad ES, Kiselev FA, Burashov VV, Mukhortova AN, Soldatov IV, Shkoda AS. 在备用医院使用移动式电脑断层扫描仪治疗新型冠状病毒感染 (COVID-19) 患者的经验. *Digital Diagnostics*. 2023;4(3):427-438. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD321670>

收到: 11.04.2023

接受: 17.04.2023

发布日期: 25.05.2023

绪论

由于莫斯科的城市医院负担格外沉重，因此需要在大流行期间建立一个备用床基金，在非核心建筑物（冰上运动场、购物中心、展览馆）中建立临时备用医院，以治疗COVID-19患者。这就需要寻找解决方案，以在专业医疗机构中提供必要水平的诊断和治疗[1]。其中一家备用医院设在Krylatskoye冰场（莫斯科市卫生局国家预算卫生机构以L. A. Vorokhobov命名的市立临床医院第67号）；图1。

建议采用放射诊断方法，特别是电子计算机断层扫描（CT），以发现由COVID-19引起的病毒性肺炎的征候，并与其他肺部疾病进行鉴别诊断；还建议采用放射诊断方法来确定严重程度、变化动态和评估进行治疗的有效性[2-4]。考虑到安装固定式电脑断层扫描仪的技术和时间限制，安装移动式电脑断层扫描仪Airo TruCT（Stryker，美国）是解决方案之一。

本文旨在评估在临时备用医院条件下使用移动式电脑断层扫描仪治疗冠状病毒感染COVID-19患者的效果。

移动式电脑断层扫描仪：在临时备用医院条件下治疗COVID-19患者的有效性

移动式电脑断层扫描仪的一般特征

移动式电脑断层扫描仪Airo TruCT设计用于神经外科手术室。不过，制造商并不排除将其用于其他解剖区域的紧急病理诊断¹。移动式电脑断层扫描仪Airo TruCT体积小巧（图2）。这简化了其安装和运输。CT系统由一个移动底座组成，底座上安装有32排1mm宽探测器的扫描架，其孔径为107cm。CT控制是通过线长5m的有线控制台进行的（图3）。移动式CT对电源参数没有要求，可连接到功率为1.5kW的电网。然而，电源系统允许以120kV和250mA的参数进行扫描，这相当于30kW的功率。

定位和剂量测定

根据现行规定和测试（测量）方法，对CT室进行了技术认证。在工作场所和CT室附近的房间内进行了设备技术测试（控制使用参数）和辐射监测。

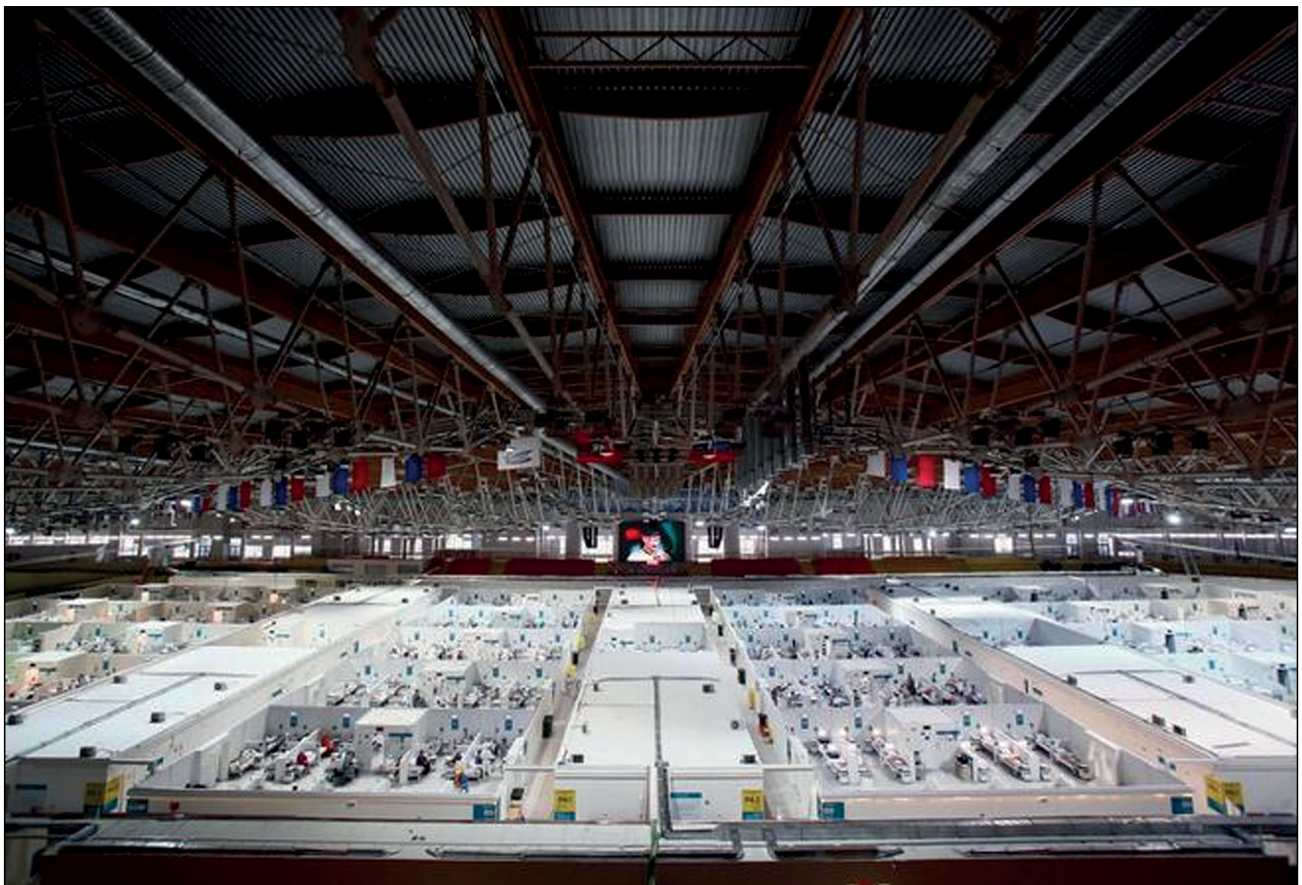


图1。在莫斯科Krylatskoye冰场部署的一所备用临时医院，用于治疗COVID-19患者。图片来源：Reuters (<https://pictures.reuters.com/>)。

¹ Stryker.com[互联网]. Neurosurgery (<https://www.stryker.com/us/en/spine/products/airo-tru-ct/imaging/clinical/neurosurgery.html>); Airo Tru-ct Mobile Imaging System (<https://www.stryker.com/us/en/spine/products/airo-tru-ct/imaging.html>)。



图2. 为检查准备的移动式电脑断层扫描仪。



图3. 移动式电脑断层扫描仪Airo TruCT的控制台。

CT室位于Krylatskoye冰场一楼的急诊部(图4)。由于病人流量大,而且该设备的使用不符合标准(off label),因此需要采用多种技术解决方案:

- 1) 为确保X射线检测人员的辐射安全,CT控制台被移至控制室;
- 2) 由于控制室没有观察窗,因此安装了一个视频系统来监控病人的状况和检查的进展;
- 3) 由于缺乏内置的憋气声音指令,检查期间与患者的交流是通过Baofeng便携式对讲机进行的。

相邻房间的电离辐射防护计算是根据俄罗斯对X射线室设计和运行的要求进行的,同时考虑到

Airo TruCT CT运行的特点。在扫描过程中,扫描架移动。同时,装有病人的工作台是静止的。房间的固定围护结构由Knauf (Iphofen, 德国)防X射线石膏板保护。

工作场所、相邻房间和邻近地区的剂量监测表明了,测量点的剂量率值没有超过允许值(见图4)。

运行参数的技术质量控制

根据现行指南²,对CT系统运行参数进行了标准评估。对设备的一般机械特性、总滤波、半衰减层、阳极电压纹波、阳极电压、曝光时间、辐

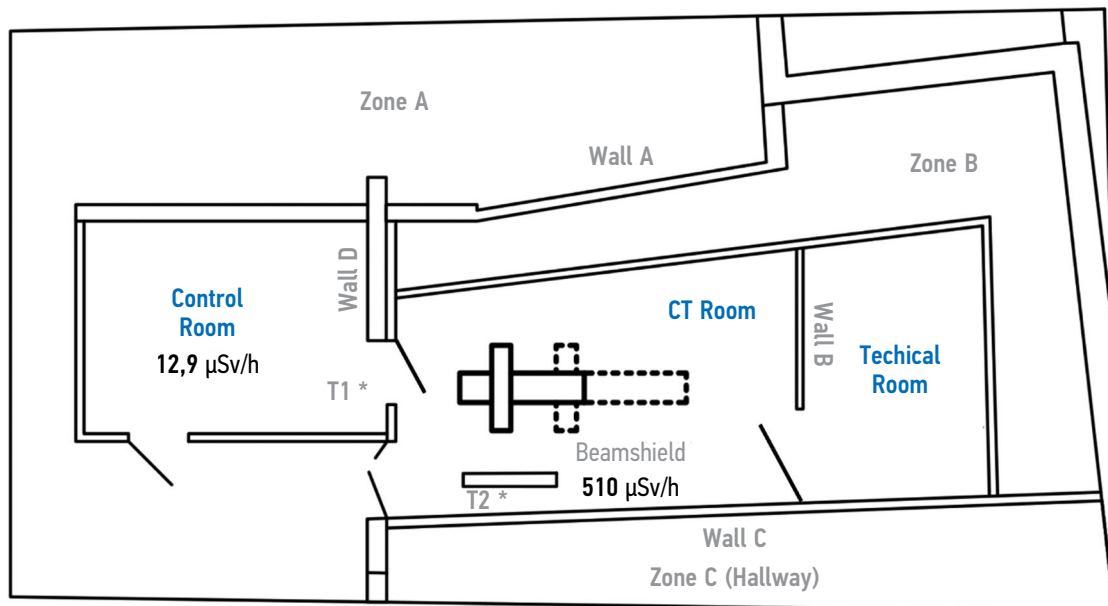


图4. 计算机断层扫描室、控制室和放射科医生办公室的组织项目示意图: Zone A——亭空间; Zone B——技术区; Zone C——走廊 (Zone A、B、C——工作人员无常逗留的区域)。

² “法典”股份公司法律和规范性技术文件电子资料库 [互联网]。GOST R IEC 61223-2-6-2001 X射线诊断部门(房间) X射线设备运行参数的评估和控制。第2-6部分。参数恒定性测试。用于X射线计算机断层扫描的装置 (<https://docs.cntd.ru/document/1200029048>) ; GOST R 51746-2001 X射线诊断部门(房间) X射线设备运行参数的评估和控制。第1部分。一般要求 (<https://docs.cntd.ru/document/1200012982>) ; GOST R IEC 61223-3-5-2008 放射诊断部门运行参数的评估和控制。第3-5部分。验收测试。计算机断层扫描 X 射线设备运行特性的评估 (<https://docs.cntd.ru/document/1200071695>) ; GOST R IEC 60601-2-44-2013 医用电子仪器。第2-44部分。关于X射线计算机断层扫描机基本功能特性的特殊安全要求 (<https://docs.cntd.ru/document/1200105919>) 。

表1. 不同解剖区域的标准化扫描协议书

参数	解剖区域	胸部器官	大脑	腹部器官
扫描方向		头尾位	头尾位	头尾位
扫描类型		螺旋式	螺旋式	螺旋式
电压, kV		120	120	120
电流, mA		38	155	69
切割厚度, mm		1.0	1.0	1.0
螺距因子		1.415	1.415	1.415
X射线管旋转时间, s		1.92	1.92	1.92
重建矩阵, px		512×512	512×512	512×512
扫描时间, s		12	8	16
辐射吸收剂量 (DLP), mGy/cm		230.7	1186.8	564
扫描长度, cm		30	20	40

射剂量线性度、辐射剂量重复性、CT断层图像质量参数进行了评估。

根据已进行的测试结果, CT系统符合运行特性和标准要求。

临床应用

轻度至中度COVID-19病程的患者被转诊至临时备用医院[2]。肺实质病变的体积符合CT-1和CT-2。患者需要住院治疗和观察。所有患者都接受了胸部CT检查。但近期(不超过4天)接受CT检查的患者是例外。在进行CT检查时, 随机抽取的500名患者中, CT-1、CT-2、CT-3和CT-4的严重程度分布分别为155人(31.0%)、202人(40.4%)、109人(21.8%)和34人(6.8%)。由于能源成本较高以及多相扫描时X射线管可能过热, 因此无法进行对比增强CT检查。某种程度上扫描持续时间也是该技术的一个限制因素。

如有临床指征, 则对大脑和头部、腹腔和腹膜后器官、盆腔器官、脊柱和四肢进行CT检查(表1给出扫描参数)。

事实证明, 宽大(107cm)的机架孔径是一个绝对的优势。

胸部器官。大多数CT检查都是为了诊断或动态观察COVID-19病毒性肺炎进行的。表1所示的扫描参数允许获得足够高质量的图像, 可被用于病毒性肺炎、心源性肺水肿和细菌性肺炎之间的鉴别诊断。图5给出COVID-19相关病毒性肺炎患者的CT检查结果。

与静态CT扫描(3-5s)相比, 更长时间(15-25s)的扫描无法让呼吸衰竭患者在整个检查过程中憋气。因此, CT图像上出现了运动伪影(图6, a)和阶梯伪影(图6, b), 即motion-、step-伪影。它们是由胸部的呼吸运动引起的(图6)。

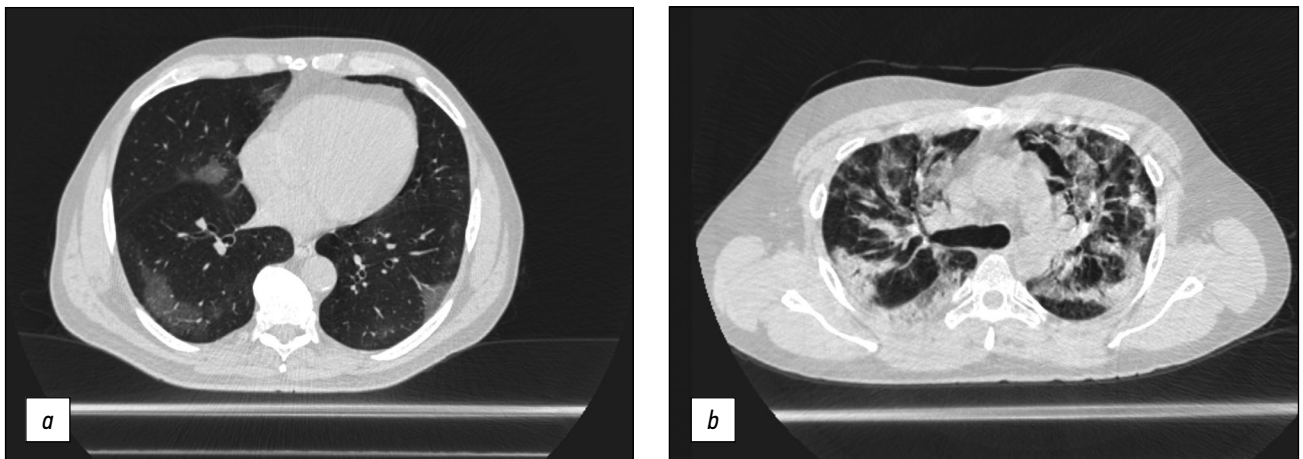


图5. 肺窗胸部器官的轴向电算断层扫描切片: a——发现多形性、以胸膜下为主的肺实质磨砂玻璃样结节, 这与病毒性肺炎(包括COVID-19)的CT图像相符, 病变严重程度为CT-1; b——发现大量多形性、有合并倾向的肺实质合并样结节, 合并有磨砂玻璃样结节和弱网状结构改变, 病变严重程度为CT-3。

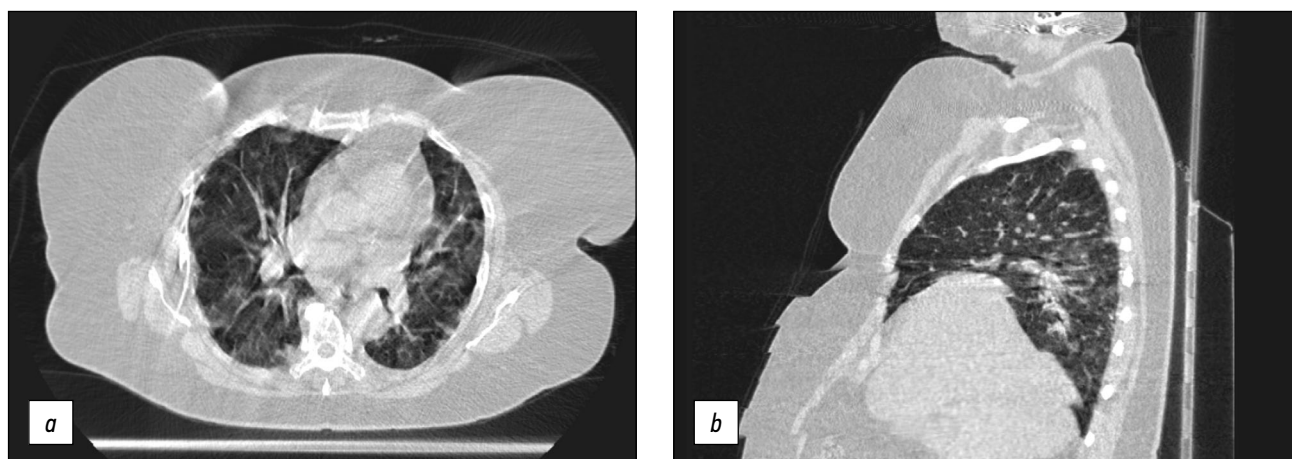


图6。肺窗胸部器官的轴向和矢状电算断层扫描切片：*a*——运动伪影；*b*——扫描时因胸部呼吸运动而造成的阶梯（motion-、step-伪影）。

大脑。我们对大脑和颅骨进行了CT检查，以诊断急性脑循环衰竭、颅内血肿、脑肿瘤和颅骨外伤（图7）。

据观察，脑部CT图像伴有不同性质的伪影：风车伪影（windmill）（图8，*a*）与线性伪影（strike）和螺旋伪影（helical）[5]，在颅底越来越多的伪影结合。在颅底，由光束硬化（beam hardening）和散射（scattering）效应（图8，*b*）引起的伪像也开始发挥重要作用。在这方面，很难从颅内幕下脑区进行评估。

腹腔器官。我们对腹腔器官进行了CT检查，以在疑似肠梗阻的情况下诊断急性腹部病变，检测游离液体或气体（图9）。

在腹腔器官的检查时还发现了密度差异显著的介质界面的伪影：肠道和周围软组织中的气体（gas-interface artifact）、螺旋伪影（helical）。

我们使用表1中描述的参数进行了扫描，可以获得足够质量的图像，用于诊断腹腔和腹膜后器官病变（脂肪性肝病、胆石症、肾上腺增生和意

外瘤、肾囊肿和尿石病、局灶性肝脏肿块和其他病症）。

评估移动式电脑断层扫描仪的有效性

自临时备用医院启动（2020年8月11日）至2021年1月31日，共进行了6264次CT检查，其中胸部器官6126次（97.80%），大脑98次（1.56%），腹部器官31次（0.49%），其他器官9次（0.14%）。胸部CT检查的平均辐射量为3.22mSv，大脑的2.49mSv，腹部的为8.46mSv。

为了评估CT应用的有效性，我们计算了使用率参数。使用率参数等于每天平均检查次数与莫斯科标准值（三班制运行模式下每天41次检查）之比。在三班制运行模式下，平均每天进行44次检查（从临时医院工作初期的14次检查到住院人数最多时的110次检查，甚至更多）。这一数值（每天44次）是建议工作量的106%。对移动式电脑断层扫描仪Airo TruCT与固定电脑断层扫描仪Aquilion Prime或Revolution EVO的使用情况进行比较后发现了，两者的使用率相当。对于

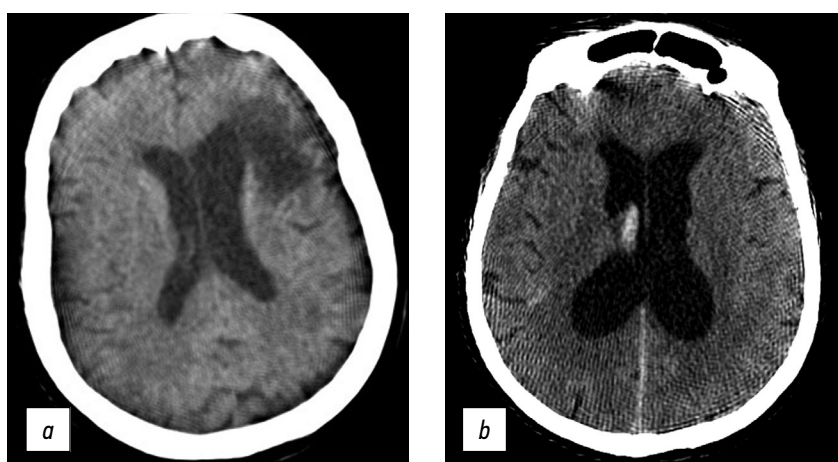


图7。大脑轴向电算断层扫描图像：*a*——左侧脑室前角、脑室周围、皮层下3mm密度降低区域的重建图像（左侧大脑中动脉周围亚急性脑循环障碍的CT图像）；*b*——蛛网膜下腔出血区域（1mm），血液渗入脑室系统（代偿性脑积水）。

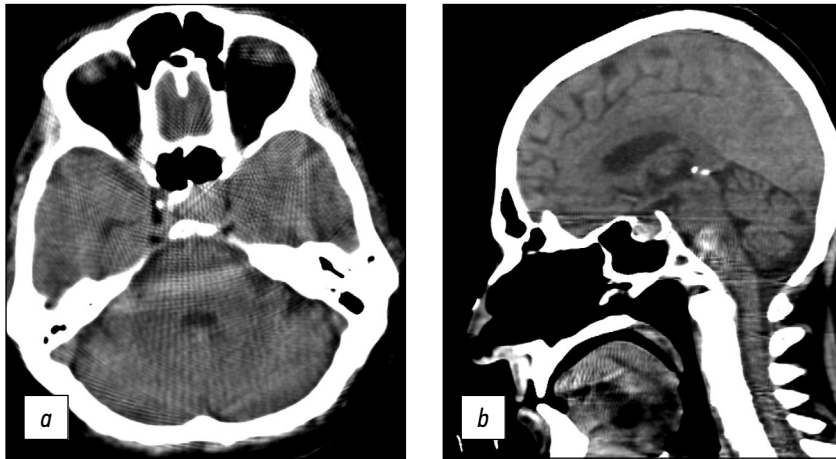


图8。头部轴向 (a) 和矢状 (b) 电脑断层扫描图像显示出后颅窝和颅底区域存在风车伪影 (windmill)、线性伪影 (strike)、光束硬化 (beam hardening) 和散射 (scattering) 伪影。骨性结构和后颅窝附近的图像评估比较困难。

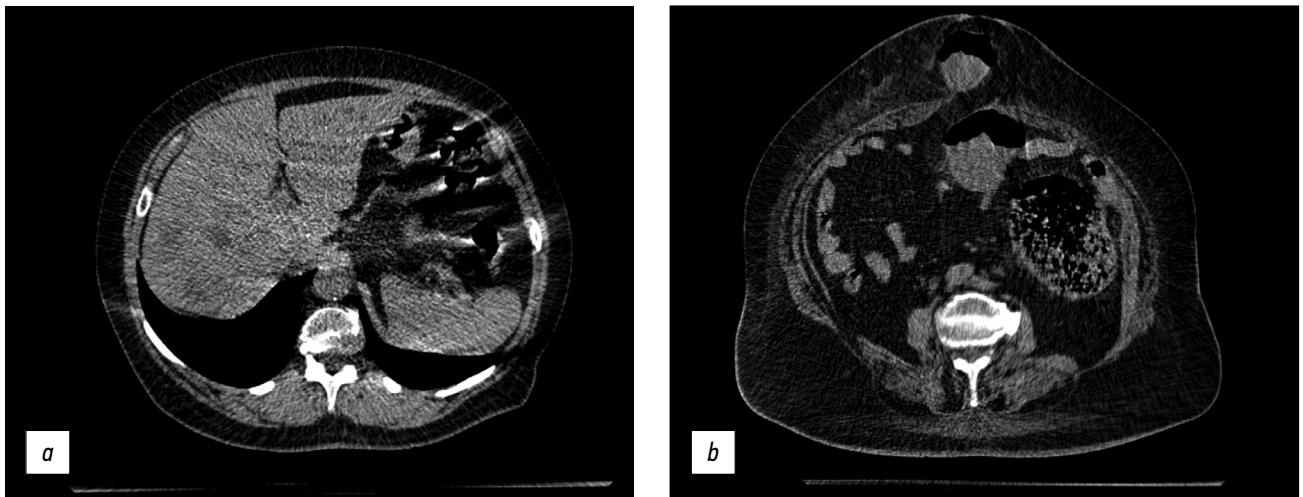


图9。腹腔器官的轴向电算断层扫描图像：a——双肝叶多发低密度肿块的CT图像，肠道区域的螺旋和气体伪影 (helical, gas interface artifacts)；b——绞窄性疝的CT图像。

这些固定电脑断层扫描仪，两家医疗机构的平均使用率为113%。如上所述，没有进行对比增强检查。

这一使用率显示了该设备应用的高有效性，也证明了在临时医院使用移动电脑断层扫描仪的合理性。不过，在移动电脑断层扫描仪的高强度运行过程中，也出现了技术错误。这可能会导致设备停机维修。为了延长移动电脑断层扫描仪的运行时间，避免出现技术问题，制造商建议每小时进行不超过6次检查。

讨论

COVID-19冠状病毒大流行医院组织病人护理提出了以下问题：增加病床容量、组织临时医院以及这些解决方案的后勤工作 [6]。

配备和使用移动式小型电脑断层扫描仪是确保在临时医院进行CT检查的解决方案之一。本文总结了使用移动式电脑断层扫描仪Airo TruCT的经

验。这种诊断设备具有毋庸置疑的优点，如对电源参数要求不高、安装简单和设备移动性强。这使得在短时间内设计出移动式电脑断层扫描仪的房间并迅速投入使用成为可能。

移动式电脑断层扫描仪为病毒性肺炎的诊断提供了质量合格的胸部CT图像 (见图5, a)。加力状态下的工作能力确保了拥有1300张病床的临时医院的CT检查。最高工作能力为每天110次，平均为44次。该解决方案不同于在拖车上部署的模块式和移动式电脑断层扫描仪 [7]。主要区别在于使用的电脑断层扫描仪类型不同。

与此同时，我们也注意到了一些局限性，因此可以认为在目前的改造中安装移动式电脑断层扫描仪是一个被迫的决定。例如，与固定电脑断层扫描仪相比，移动式电脑断层扫描仪的扫描速度较慢，因此会产生运动伪影。为了减少因呼吸运动而造成的伪影，有人建议在头颅方向对胸部器官进行CT扫描 [8]。在我们使用Airo TruCT的案例研究中，由于治疗室设计的特殊性 (由于控制

台导线长度不够，电脑断层扫描仪的移动受到限制），这一点无法实现。为了解决这个问题，我们在开始扫描后大约3–4s发出了延迟憋气指令。虽然在肺尖部的CT图像上发现了运动伪影和阶梯伪影，但基底段的成像效果较理想。这一点非常重要，因为在COVID-19冠状病毒感染引起的病毒性肺炎中，肺实质磨砂玻璃样增厚区或合并区特别位于肺下叶的背侧区域[9]。移动式电脑断层扫描仪Airo TruCT的非标准使用还包括使用手持无线电台和视频通信。由于检测到大量伪影，因此需要开发额外的扫描、重建和后处理算法，并优化扫描参数[10]。

虽然移动式电脑断层扫描仪机动灵活，易于安装，但控制室的设计必须符合所有辐射安全要求（见图2）。

除了用于治疗COVID-19病人的临时备用医院外，在无法安装固定电脑断层扫描仪或主要电脑断层扫描仪无法使用的医疗中心，使用移动式电脑断层扫描仪也很有效。移动式电脑断层扫描仪可被用于偏远地区和部署临时流动医院以应对紧急情况。

移动式电脑断层扫描仪的使用还为科学研究带来了新的机遇：例如，本出版物中描述的移动式电脑断层扫描仪被用于一项关于新型冠状病毒感染（COVID-19）对心血管系统影响的科学研究[11]。移动式电脑断层扫描仪Airo TruCT的使用为COVID-19患者在临时医院环境中接受胸部、大脑、腹部和腹膜后检查提供了必要的诊断有效性。

我们发现了一些不足之处，这有助于制定移动式电脑断层扫描仪的需求清单，证明有必要开发一种新型CT设备，即：电源参数要求不高；能够快速设计临时医院的部署场所；可以在紧急情况下以及在基础设施不完备的偏远地区使用。

结论

由于疫情发展迅速，必须在一家备用医院安装一台移动式电脑断层扫描仪，以治疗新型冠状

病毒感染（COVID-19）的病人。移动式电脑断层扫描仪Airo TruCT被用于在神经外科手术室环境中运行。不过，虽然移动式电脑断层扫描仪的使用“偏离了目标”，但仍能确保所进行检查的质量令人满意。移动式电脑断层扫描仪的另一种替代方案是放置在拖车或独立模块中的固定电脑断层扫描仪，但这类设备也有其自身的缺点（如难以运输和放置在医疗中心以外的地方；难以扫描病情严重的病人）。而Airo TruCT移动性则强，对空间和电源的要求简化，只需一人即可移动。不过，该设备的高移动性会影响诊断图像的质量。

ADDITIONAL INFORMATION

Funding source. This article was prepared by a group of authors as a part of the research and development effort titled “Theoretical and methodological framework for digital transformation in radiology”, (USIS No. 123031400118-0) in accordance with the Order No. 1196 dated December 21, 2022 “On approval of state assignments funded by means of allocations from the budget of the city of Moscow to the state budgetary (autonomous) institutions subordinate to the Moscow Health Care Department, for 2023 and the planned period of 2024 and 2025” issued by the Moscow Health Care Department.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

Authors' contribution. All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work. N.D. Kudryavtsev — the concept of publication, text writing, clinical analysis of mobile CT; A.V. Petraikin — clinical analysis of mobile CT; E.S. Akhmad — technical quality control of mobile CT, text writing; F.A. Kiselev, V.V. Burashov — technical quality control of mobile CT; A.N. Mukhortova — evaluation of the effectiveness of the use of mobile CT; I.V. Soldatov — design of the radiology department, text editing; A.S. Shkoda — organization of the work in the radiology department, text editing.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Morozov S.P., Kuzmina E.S., Ledikhova N.V., et al. Mobilizing the academic and practical potential of diagnostic radiology during the COVID-19 pandemic in Moscow // *Digital Diagnostics*. 2020. Vol. 1, N 1. P. 5–12. doi: 10.17816/DD51043
2. Профилактика, диагностика и лечение новой коронавирусной инфекции (2019-нCoV): временные методические рекомендации. Версия 17 (14.12.2022). Режим доступа: https://static-0.minzdrav.gov.ru/system/attachments/attaches/000/061/254/original/%D0%92%D0%9C%D0%A0_COVID-19_V17.pdf?1671088207. Дата обращения: 15.03.2023.
3. De Smet K., De Smet D., Ryckaert T., et al. Diagnostic performance of chest CT for SARS-CoV-2 infection in individuals with

- or without COVID-19 symptoms // *Radiology*. 2021. Vol. 298, N 1. P. E30–E37. doi: 10.1148/radiol.2020202708
4. Huang Y., Cheng W., Zhao N., et al. CT screening for early diagnosis of SARS-CoV-2 infection // *Lancet Infect Dis*. 2020. Vol. 20, N 9. P. 1010–1011. doi: 10.1016/S1473-3099(20)30241-3
5. Barrett J.F., Keat N. Artifacts in CT: Recognition and avoidance // *RadioGraphics*. 2004. Vol. 24, N 6. P. 1679–1691. doi: 10.1148/rg.246045065
6. Самородская И.В., Ларина В.Н., Назимкин К.Е., Ларин В.Г. Организационные и клинические проблемы диагностики COVID-19 на амбулаторном этапе // *Врач*. 2020. Т. 31, № 5. С. 23–30. doi: 10.29296/25877305-2020-05-05

7. Cester G., Giraudo C., Causin F., et al. Retrospective analysis of a modified organizational model to guarantee CT workflow during the COVID-19 outbreak in the Tertiary Hospital of Padova, Italy // *J Clin Med*. 2020. Vol. 9, N 9. P. 3042. doi: 10.3390/jcm9093042
8. Bates D.D., Vintonyak A., Mohabir R., et al. Use of a portable computed tomography scanner for chest imaging of COVID-19 patients in the urgent care at a tertiary cancer center // *Emerg Radiol*. 2020. Vol. 27, N 6. P. 597–600. doi: 10.1007/s10140-020-01801-5
9. Христенко Е.А., фон Стакельберг О., Кауцор Х.У., et al. КТ-паттерны при COVID-19-ассоциированных пневмониях:

- стандартизация описания исследований на основе глоссария общества Флейшнера // *Rejr*. 2020. Т. 10, № 1. С. 16–26. doi: 10.21569/2222-7415-2020-10-1-16-26
10. Kyriakou Y., Meyer E., Prell D., Kachelriess M. Empirical beam hardening correction (EBHC) for CT // *Med Phys*. 2010. Vol. 37, N 10. P. 5179–5187. doi: 10.1118/1.3477088
11. Aliev A.F., Kudryavtsev N.D., Petryaykin A.V., et al. Changing of pulmonary artery diameter in accordance with severity of COVID-19 (assessment based on non-contrast computer tomography) // *Digital Diagnostics*. 2021. Vol. 2, N 3. P. 249–260. doi: 10.17816/DD76726

REFERENCES

1. Morozov SP, Kuzmina ES, Ledikhova NV, et al. Mobilizing the academic and practical potential of diagnostic radiology during the COVID-19 pandemic in Moscow. *Digital Diagnostics*. 2020;1(1):5–12. (In Russ). doi: 10.17816/DD51043
2. Prevention, diagnosis and treatment of new coronavirus infection (2019-nCoV): temporary guidelines. Version 17 (12/14/2022). (In Russ). Available from: https://static-0.minzdrav.gov.ru/system/attachments/attaches/000/061/254/original/%D0%92%D0%9C%D0%A0_COVID-19_V17.pdf?1671088207. Accessed: 15.03.2023. (
3. De Smet K, De Smet D, Ryckaert T, et al. Diagnostic performance of chest CT for SARS-CoV-2 infection in individuals with or without COVID-19 symptoms. *Radiology*. 2021;298(1):E30–E37. doi: 10.1148/radiol.2020202708
4. Huang Y, Cheng W, Zhao N, et al. CT screening for early diagnosis of SARS-CoV-2 infection. *Lancet Inf Dis*. 2020;20(9):1010–1011. doi: 10.1016/S1473-3099(20)30241-3
5. Barrett JF, Keat N. Artifacts in CT: Recognition and avoidance. *RadioGraphics*. 2004;24(6):1679–1691. doi: 10.1148/rg.246045065
6. Samorodskaja IV, Larina VN, Nazimkin KE, Larin VG. Organizational and clinical problems of outpatient COVID-19 diagnostics. *Vrach*. 2020;31(5):23–30. (In Russ). doi: 10.29296/25877305-2020-05-05

7. Cester G, Giraudo C, Causin F, et al. Retrospective analysis of a modified organizational model to guarantee CT workflow during the COVID-19 outbreak in the Tertiary Hospital of Padova, Italy. *J Clin Med*. 2020;9(9):3042. doi: 10.3390/jcm9093042
8. Bates DD, Vintonyak A, Mohabir R, et al. Use of a portable computed tomography scanner for chest imaging of COVID-19 patients in the urgent care at a tertiary cancer center. *Emerg Radiol*. 2020;27(6):597–600. doi: 10.1007/s10140-020-01801-5
9. Khristenko EA, von Stackelberg O, Kautsor HU, et al. CT patterns in COVID-19 associated pneumonia: Standardization of research descriptions based on the Fleischner Society Glossary. *Rejr*. 2020;10(1):16–26. (In Russ). doi: 10.21569/2222-7415-2020-10-1-16-26
10. Kyriakou Y, Meyer E, Prell D, Kachelriess M. Empirical beam hardening correction (EBHC) for CT. *Med Phys*. 2010;37(10):5179–5187. doi: 10.1118/1.3477088
11. Aliev AF, Kudryavtsev ND, Petryaykin AV, et al. Changing of pulmonary artery diameter in accordance with severity of COVID-19 (assessment based on non-contrast computer tomography). *Digital Diagnostics*. 2021;2(3):249–260. (In Russ). doi: 10.17816/DD76726

AUTHORS' INFO

* Nikita D. Kudryavtsev;

address: 24/1 Petrovka street, 127051 Moscow, Russia;
ORCID: 0000-0003-4203-0630;
eLibrary SPIN: 1125-8637;
e-mail: KudryavtsevND@zdrav.mos.ru

Alexey V. Petraikin, MD, Dr. Sci. (Med.), Associate Professor;

ORCID: 0000-0003-1694-4682;
eLibrary SPIN: 6193-1656;
e-mail: PetryajkinAV@zdrav.mos.ru

Ekaterina S. Akhmad;

ORCID: 0000-0002-8235-9361;
eLibrary SPIN: 5891-4384;
e-mail: AkhmadES@zdrav.mos.ru

Fyodor A. Kiselev;

ORCID: 0009-0006-6472-8940;
e-mail: KiselevFA@zdrav.mos.ru

ОБ АВТОРАХ

* Кудрявцев Никита Дмитриевич;

адрес: Россия, 127051, Москва, ул. Петровка, д. 24, стр. 1;
ORCID: 0000-0003-4203-0630;
eLibrary SPIN: 1125-8637;
e-mail: KudryavtsevND@zdrav.mos.ru

Петрайкин Алексей Владимирович, д-р мед. наук, доцент;

ORCID: 0000-0003-1694-4682;
eLibrary SPIN: 6193-1656;
e-mail: PetryajkinAV@zdrav.mos.ru

Ахмад Екатерина Сергеевна;

ORCID: 0000-0002-8235-9361;
eLibrary SPIN: 5891-4384;
e-mail: AkhmadES@zdrav.mos.ru

Киселев Федор Алексеевич;

ORCID: 0009-0006-6472-8940;
e-mail: KiselevFA@zdrav.mos.ru

* Corresponding author / Автор, ответственный за переписку

Vyacheslav V. Burashov;

ORCID: 0000-0001-9250-0667;

eLibrary SPIN: 4308-0912;

e-mail: BurashovVV@zdrav.mos.ru

Anna N. Mukhortova;

ORCID: 0000-0001-9814-3533;

eLibrary SPIN: 9051-1130;

e-mail: MukhortovaAN@zdrav.mos.ru

Ilya V. Soldatov;

ORCID: 0000-0002-4867-0746;

eLibrary SPIN: 4065-6048;

e-mail: SoldatovIV2@zdrav.mos.ru

Andrey S. Shkoda, MD, Dr. Sci. (Med), Professor;

ORCID: 0000-0002-9783-1796;

eLibrary SPIN: 4520-2141;

e-mail: gkb67@zdrav.mos.ru

Бурашов Вячеслав Владимирович;

ORCID: 0000-0001-9250-0667;

eLibrary SPIN: 4308-0912;

e-mail: BurashovVV@zdrav.mos.ru

Мухортова Анна Николаевна;

ORCID: 0000-0001-9814-3533;

eLibrary SPIN: 9051-1130;

e-mail: MukhortovaAN@zdrav.mos.ru

Солдатов Илья Владимирович;

ORCID: 0000-0002-4867-0746;

eLibrary SPIN: 4065-6048;

e-mail: SoldatovIV2@zdrav.mos.ru

Шкода Андрей Сергеевич, д-р мед. наук, профессор;

ORCID: 0000-0002-9783-1796;

eLibrary SPIN: 4520-2141;

e-mail: gkb67@zdrav.mos.ru