

窗宽和层厚在COVID-19磨玻璃征象中的诊断价值

邓靓娜^{1,2,3}, 张斌^{1,2,3}, 蒋健^{1,2,3}, 林晓强^{1,2,3}, 韩涛^{1,2,3}, 景梦园^{1,2,3}, 周俊林^{1,2,3}

1. 兰州大学第二医院放射科, 甘肃 兰州 730030; 2. 兰州大学第二临床医学院, 甘肃 兰州 730000; 3. 甘肃省医学影像重点实验室, 甘肃 兰州 730030

【摘要】目的:探讨并筛选适合观察新型冠状病毒肺炎(COVID-19)中磨玻璃影及各征象的最佳窗宽及层厚设置方案。**方法:**回顾性分析11例COVID-19患者的影像资料,分别选取30个磨玻璃影、铺路石征、血管影增粗及空气支气管征的COVID-19病灶进行分析对照,两名具有15年以上诊断经验的胸部影像医生对固定窗位下不同窗宽及层厚下的磨玻璃影及其他各征象的显示程度进行主观评分,得出图像质量评分。**结果:**对磨玻璃影显示为3分的占比最大的窗宽值为1 000 HU(76.7%),对铺路石征显示为3分的占比最大的窗宽值为1 400 HU(80.0%),对血管影增粗显示为3分的占比最大的窗宽值为1 400 HU(83.3%),对空气支气管征显示为3分的占比最大的窗宽值为1 000 HU(83.3%),以上结果与其他窗宽组的显示结果比较均具有显著统计学意义($P<0.001$)。对磨玻璃影、铺路石征、血管影增粗及空气支气管征显示为3分的占比最多的层厚均为1 mm(100%);与其他层厚组比较,差异均具有显著统计学意义($P<0.001$)。**结论:**在COVID-19的影像诊断过程中,1 000 HU是观察磨玻璃影及空气支气管征的最佳窗宽值,1 400 HU是观察铺路石征及血管影增粗的最佳窗宽值;1 mm是观察磨玻璃影及各征象的最佳层厚值。

【关键词】COVID-19;窗宽;层厚;磨玻璃影;高分辨率CT

【中图分类号】R445.3;R814.42

【文献标志码】A

【文章编号】1005-202X(2020)05-0619-06

Diagnostic value of window width and slice thickness in ground glass opacity of COVID-19

DENG Liangna^{1,2,3}, ZHANG Bin^{1,2,3}, JIANG Jian^{1,2,3}, LIN Xiaoqiang^{1,2,3}, HAN Tao^{1,2,3}, JING Mengyuan^{1,2,3}, ZHOU Junlin^{1,2,3}

1. Department of Radiology, Lanzhou University Second Hospital, Lanzhou 730030, China; 2. Second School of Clinical Medicine, Lanzhou University, Lanzhou 730000, China; 3. Key Laboratory of Medical Imaging in Gansu Province, Lanzhou 730030, China

Abstract: Objective To explore and select the best setting scheme of window width and slice thickness which is suitable for observing the ground glass opacity and various signs of corona virus disease 2019(COVID-19). **Methods** The imaging data of 11 patients with COVID-19 were analyzed retrospectively; and 30 COVID-19 lesions with ground glass opacity, paving stone sign, vascular thickening and air bronchogram sign were selected for analysis and comparison. The display degrees of ground glass opacity and the other signs under different window widths and slice thicknesses at the fixed window level were subjectively scored by two chest imaging doctors with more than 15 years of diagnostic experience for obtaining the image quality score. **Results** The window widths with the highest percentage for the ground glass opacity with a score of 3, the paving stone sign with a score of 3, vascular thickening with a score of 3 and air bronchogram sign with a score of 3 were 1 000 HU (76.7%), 1 400 HU (80.0%), 1 400 HU (83.3%) and 1 000 HU (83.3%), respectively, and there were statistical differences between the above results and those in other groups ($P<0.001$). For the signs (ground glass opacity, paving stone sign and vascular thickening and air bronchogram sign) with the highest score, the slice thickness with the highest proportion was 1 mm (100%), and the results were significantly different from those in other groups ($P<0.001$). **Conclusion** During the imaging diagnosis of COVID-19, the best window width for observing ground glass opacity and air bronchogram sign is 1 000 HU, and that for observing paving stone sign and vascular thickening is 1 400 HU. Moreover, 1 mm is the best slice thickness for observing ground glass opacity and various signs.

Keywords: COVID-19; window width; slice thickness; ground glass opacity; high-resolution computed tomography

【收稿日期】2020-04-07

【基金项目】兰州市人才创业创新项目(2016-RC-58)

【作者简介】邓靓娜,硕士研究生,研究方向:神经影像,E-mail: 23128-44186@qq.com

【通信作者】周俊林,博士,主任医师,教授,研究方向:神经影像,E-mail: lzujl601@163.com

前言

自2019年12月以来,湖北省武汉市出现新型冠状病毒肺炎(Corona Virus Disease 2019, COVID-19)并迅速蔓延至中国其他省份^[1]。CT检查在COVID-19的临床前期筛查和早期诊断中起着不可替代的作用。目前

有学者对 COVID-19 患者的影像资料进行了回顾性分析,发现磨玻璃影是胸部 CT 最常见的影像表现,并且持续存在于整个病程中^[2]。由于磨玻璃影与周围正常肺组织密度差异较小,并且病变的大小可能会接近于或小于图像的层厚。因此,CT 图像窗宽及层厚的变化都很容易影响观察者对病变细节的判断,甚至漏诊微小病变。高分辨率 CT (High-Resolution Computed Tomography, HRCT) 有助于实现多平面可视化,并使医生能够评估病变的细节,如磨玻璃影边界的清晰程度、铺路石征、血管影增粗以及空气支气管征等。尽管目前已在图像采集技术及图像质量方面取得了很大的进步,但是对病变的诊断依然基于在数字工作站对图像的层厚及窗口调整以最佳的状态显示病变^[3]。本研究拟采用不同的窗宽及层厚对 COVID-19 的磨玻璃影及各征象进行观察分析,旨在筛选出适合观察病变的较佳窗宽及层厚设置方案。

1 材料和方法

1.1 一般资料

纳入兰州大学第二医院及兰州大学第二医院西固医院 2020 年 1 月至 2 月行胸部 CT 扫描并确诊为 COVID-19 的 11 例患者临床资料。病例入选标准:(1)依据《新型冠状病毒感染的肺炎诊疗方案(试行第七版)》^[4],有流行病学史中的任何一条,且符合临床表现中任意 2 条。无明确流行病学史的,符合临床表现中的 3 条。具有病原学证据之一及肺炎影像学特征者。(2)影像表现为纯磨玻璃影及实变率 $\leq 50\%$ 的混合磨玻璃影。排除因呼吸运动、金属伪影等造成图像质量不佳的病例。最终对 11 例病人中的 30 个磨玻璃病灶进行分析研究,其中男 7 例,女 4 例;年龄 29~77 岁,平均年龄 50.3 岁。

1.2 仪器与方法

所有患者均行 HRCT 检查,患者采用仰卧位,双手上举,于深吸后屏气行螺旋 CT 扫描,扫描范围从肺尖至肺底,其中 6 例采用 Siemens Sensation 64 层螺旋 CT 进行扫描,扫描参数:螺距 1.2,准直宽度 32×0.6 mm,扫描层厚 8 mm,管电压 120 kV,自动管电流,重建层厚 1 mm;其他 5 例采用 Siemens Emotion 16 层螺旋 CT 进行扫描,扫描参数:螺距 1.0,准直器宽度 16×0.6 mm,扫描层厚 8 mm,管电压 120 kV,自动管电流,重建层厚 1 mm。所有图像均为平扫获得,未注射对比剂。

1.3 图像分析

采用北京思创贯宇科技开发有限公司的 ST-PACS 型 GVCM3.1 软件,选择具有铺路石征、血管影增粗和空气支气管征的磨玻璃影病灶,分别观察磨

玻璃影、铺路石征、血管影增粗以及空气支气管征在不同窗宽及层厚下的显示程度,从显示不良到显示最佳(1~3)进行评分。固定肺窗窗位为 -450 HU,调节窗宽范围为 800~2 000 HU,每级调节幅度为 200 HU。由两名具有 15 年以上诊断经验的胸部影像医生采用盲法独立分析图像,意见不同时经讨论达成结果一致。

1.4 统计学处理

采用 SPSS 26.0 软件进行分析。计数资料以频数(%)表示,利用 χ^2 检验比较各组别窗宽及层厚对磨玻璃影、铺路石征、血管影增粗以及空气支气管征的显示程度。 $P < 0.05$ 认为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 不同窗宽对磨玻璃影及各征象显示的影响

各组窗宽对磨玻璃影及各征象的显示情况见表 1,对磨玻璃影显示为 3 分的窗宽值占比分别为 1 000 HU (76.7%)、1 200 HU (23.3%)、800 HU (20.0%)、1 400 HU (6.7%),余各窗宽组占比均为 0%,差异具有统计学意义($\chi^2=92.598$, $P < 0.001$),不同窗宽对磨玻璃影的显示见图 1。对铺路石征显示为 3 分的窗宽值占比分别为 1 400 HU (80.0%)、1 200 HU (73.3%)、1 000 HU (6.7%),余各窗宽组占比均为 0%,差异具有统计学意义($\chi^2=138.920$, $P < 0.001$)。对血管影增粗显示为 3 分的窗宽值占比分别为 1 400 HU (83.3%)、1 200 HU (43.3%)、1 600 HU (23.3%)、1 000 HU (16.7%),余各窗宽组占比均为 0%,差异具有统计学意义($\chi^2=93.870$, $P < 0.001$)。对空气支气管征显示为 3 分的窗宽值占比分别为 1 000 HU (83.3%)、1 200 HU (30.0%)、800 HU (6.7%)、1 400 HU (3.3%),余各窗宽组占比均为 0%,差异具有统计学意义($\chi^2=118.369$, $P < 0.001$)。

2.2 不同层厚对磨玻璃影及各征象显示的影响

不同层厚对磨玻璃影及各征象的显示情况见表 2,对磨玻璃影显示为 3 分的层厚占比分别为 1 mm (100.0%)、2 mm (50.0%)、3 mm (6.7%)、5 mm (0.0%),差异具有统计学意义($\chi^2=80.688$, $P < 0.001$)。对铺路石征显示为 3 分的层厚占比分别为 1 mm (100.0%)、2 mm (46.7%)、3 mm (6.7%)、5 mm (0.0%),差异具有统计学意义($\chi^2=80.517$, $P < 0.001$)。对血管影增粗显示为 3 分的层厚占比分别为 1 mm (100.0%)、2 mm (36.7%)、3 mm (0.0%)、5 mm (0.0%),差异具有统计学意义($\chi^2=89.027$, $P < 0.001$)。对空气支气管征显示为 3 分的层厚占比分别为 1 mm (100.0%)、2 mm (50.0%)、3 mm (16.7%)、5 mm (0.0%),差异具有统计学意义($\chi^2=72.000$, $P < 0.001$),不同层厚对空气支气管征的显示见图 2。

表1 不同窗宽对磨玻璃影及各征象的显示[频数(%)]

Tab.1 Display of ground glass opacity and other signs under different window widths [frequency (%)]

征象	评分	窗宽							χ^2 值	P值
		800 HU	1 000 HU	1 200 HU	1 400 HU	1 600 HU	1 800 HU	2 000 HU		
磨玻璃影	1	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	5(16.7)	13(43.3)	30(100.0)	30(100.0)	-	-
	2	24(80.0)	7(23.3)	23(76.7)	23(76.7)	17(56.7)	0(0.0)	0(0.0)	-	-
	3	6(20.0)	23(76.7)	7(23.3)	2(6.7)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	92.598	<0.001
铺路石征	1	30(100.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	30(100.0)	30(100.0)	-	-
	2	0(0.0)	28(93.3)	8(26.7)	6(20.0)	30(100.0)	0(0.0)	0(0.0)	-	-
	3	0(0.0)	2(6.7)	22(73.3)	24(80.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	138.920	<0.001
血管影增粗	1	25(83.3)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	27(90.0)	30(100.0)	-	-
	2	5(16.7)	25(83.3)	17(56.7)	5(16.7)	23(76.7)	3(10.0)	0(0.0)	-	-
	3	0(0.0)	5(16.7)	13(43.3)	25(83.3)	7(23.3)	0(0.0)	0(0.0)	93.870	<0.001
空气支气管征	1	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	2(6.7)	27(90.0)	30(100.0)	30(100.0)	-	-
	2	28(93.3)	5(16.7)	21(70.0)	27(90.0)	3(10.0)	0(0.0)	0(0.0)	-	-
	3	2(6.7)	25(83.3)	9(30.0)	1(3.3)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	118.369	<0.001

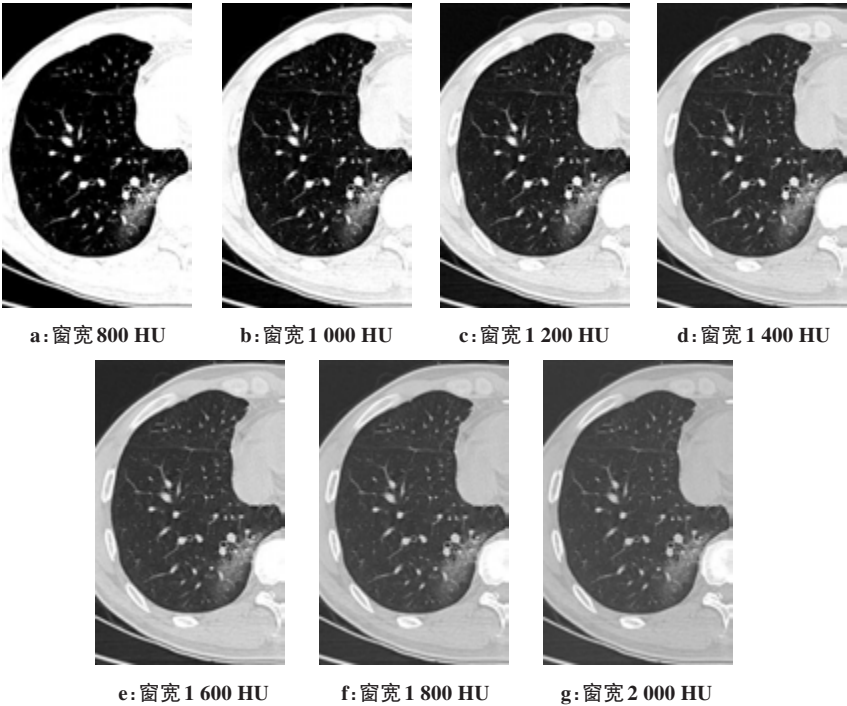


图1 不同窗宽对磨玻璃影的影像学显示(男性,53岁,COVID-19)

Fig.1 Imaging display of ground glass opacity under different window widths (male, 53-year-old, COVID-19)

3 讨论

COVID-19的影像学表现是多样的,从肺部正常表现到弥漫性病变不等^[2]。CT检查作为COVID-19的重要检查手段,尤其是HRCT对检出病灶非常敏感,甚至早于临床症状及核酸检测阳性^[5-8]。COVID-19在影像表现上多以磨玻璃影为主,同时在磨玻璃病灶内还可见增粗的血管影、小叶间隔增厚呈铺路

石样改变及空气支气管征等^[5]。对磨玻璃影及其间征象的检出对于早期确诊疑似COVID-19患者起着非同寻常的作用。

窗技术是指对CT图像根据诊断需求对图像的对比度和亮度进行调整的一种技术,通过对窗宽窗位的动态调整,从而获得显示病变的最佳灰阶范围,是影响图像质量的重要因素之一^[9]。窗宽是CT图像

表2 不同层厚对磨玻璃影及各征象的显示[频数(%)]

Tab.2 Display of ground glass opacity and other signs under different slice thicknesses [frequency (%)]

征象	评分	层厚				χ^2 值	P值
		1 mm	2 mm	3 mm	5 mm		
磨玻璃影	1	0(0.0)	0(0.0)	1(3.3)	19(63.3)	-	-
	2	0(0.0)	15(50.0)	27(90.0)	11(36.7)	-	-
	3	30(100.0)	15(50.0)	2(6.7)	0(0.0)	80.688	<0.001
铺路石征	1	0(0.0)	0(0.0)	1(3.3)	19(63.3)	-	-
	2	0(0.0)	16(53.3)	27(90.0)	11(36.7)	-	-
	3	30(100.0)	14(46.7)	2(6.7)	0(0.0)	80.517	<0.001
血管影增粗	1	0(0.0)	0(0.0)	2(6.7)	14(46.7)	-	-
	2	0(0.0)	19(63.3)	28(93.3)	16(53.3)	-	-
	3	30(100.0)	11(36.7)	0(0.0)	0(0.0)	89.027	<0.001
空气支气管征	1	0(0.0)	0(0.0)	6(20.0)	16(53.3)	-	-
	2	0(0.0)	15(50.0)	19(63.3)	14(46.7)	-	-
	3	30(100.0)	15(50.0)	5(16.7)	0(0.0)	72.000	<0.001

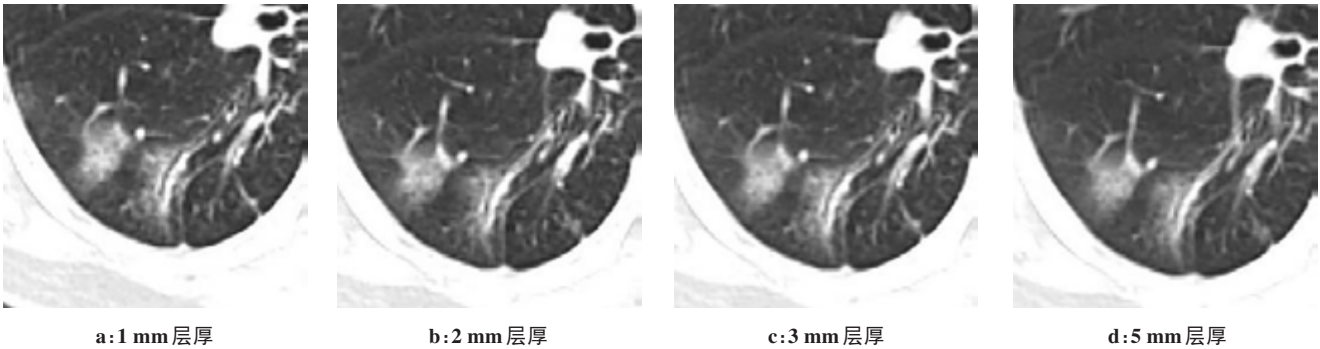


图2 不同层厚对空气支气管征的影像学显示(女性, 48岁, COVID-19)

Fig.2 Imaging display of air bronchogram sign under different slice thicknesses (female, 48-year-old, COVID-19)

上显示的CT值的范围,主要影响图像的对比度;窗位是CT值的中心,主要影响图像的亮度^[10]。一般观察某一组织的结构及发生的病变的时候,应以该组织的CT值作为窗位。宽窗技术主要适合于观察组织密度差异较大,层次丰富的病灶,而窄窗技术主要适合于观察组织密度差异较小,边界不清的病灶^[11]。调节窗宽可以使组织与病变之间的边界更加清晰,提高临床诊断的准确性。由于各种不同组织结构或病变具有不同的CT值,因此欲显示某一组织结构细节时,应选择适合观察组织结构的窗宽窗位。

在临床工作中,常用标准肺窗和纵隔窗来观察肺组织病变。但由于肺窗与纵隔窗之间的窗宽、窗位相差较大,可能会造成征象难以辨别或图像信息丢失^[12]。COVID-19早期影像表现主要以非常淡薄的磨玻璃影为主,其与周围肺组织之间的密度差异

较小,以标准肺窗的窗宽窗位去观察,可能会导致漏诊。纵隔窗由于其窗宽窄且窗位高,磨玻璃影往往不能显示或只能显示其中的局灶性的实变影。侯红军等^[13]利用肺结节面积测量软件分别测量13组窗宽窗位下,磨玻璃结节的面积,结果显示窗宽窗位分别设定为1 300 HU、-350 HU或1 300 HU、-300 HU时,磨玻璃结节的边缘及内部结构显示较好。磨玻璃影是指在CT上密度轻度增高,但不掩盖其中的肺血管和支气管^[14]。Xu等^[15]对COVID-19患者的病理特征进行分析发现,肺部总体病理学表现与严重急性呼吸综合征(Sever Acute Respiratory Syndrome, SARS)及中东综合征(Middle East Respiratory Syndrome, MERS)相似。根据既往对SARS的研究,磨玻璃影的形成提示为肺泡间隔毛细血管扩张充血、肺泡腔内液体渗出和小叶间隔间质水肿^[16-17]。空气支气管征

主要是由于肺泡腔内炎性渗出致肺充气减少,与病变肺组织内正常充气的支气管构成鲜明对比。本研究显示,相比于其他窗宽组,1 000 HU是显示磨玻璃影及空气支气管征的最佳窗宽值。较窄的窗宽显示的组织结构减少,使结构间对比增加,细节显示清晰,适合观察磨玻璃影及空气支气管征等与周围肺组织密度差异较小的征象。铺路石征的形成提示为小叶间隔增厚;血管影增粗可能提示血管周围间质水肿或者血管内径的增粗^[16]。本研究显示,相比于其他窗宽组,1 400 HU是显示铺路石征及血管影增粗的最佳窗宽值。较宽的窗宽显示的CT值的范围增大,图像层次增多,能够显示具有不同密度的组织结构增多,因此适合观察密度差异较大的铺路石征及血管影增粗。

在CT扫描参数中,层厚对图像的部分容积效应、信噪比及层面敏感性轮廓有决定性作用^[18]。Sinsuat等^[19]通过对360名患者2 mm及10 mm层厚的CT图像上的肺结节进行定性诊断读数,结果显示使用2 mm层厚图像诊断的结节数比使用10 mm层厚图像诊断的结节数高11%。研究表明,CT图像层厚的不同对磨玻璃影的及各征象的观察有显著差异,与2、3、5 mm相比,1 mm层厚下对磨玻璃影及各征象的显示是最佳的。当病灶大小与图像层厚相当或者大于图像层厚时,部分容积效应影响较小,病灶与周围组织的对比增加,显示较为清楚。当病灶小于图像层厚时,因为有部分容积效应使病变显示不清或者丢失病灶的部分特征^[20]。薄层图像能够更好地显示磨玻璃影其间正常的小叶间隔及支气管血管束、铺路石征、血管影增粗及空气支气管征等这些细微的病变,使医生做出更准确的诊断,提高对COVID-19早期磨玻璃影的显示,为患者争取了尽早治疗的时机。

本研究的局限性:(1)没有评估放射科医生在不同窗宽下调出对病灶显示最佳设置所使用的时间,尽管调节窗宽会使医生的工作更加繁重,但是对窗口技术的熟练掌握可以显著提高对病灶的检查率。(2)因各家医疗机构所使用的CT设备及PACS存在一定差异,本研究获得的最佳窗口设置方案可能并不一定适用于所有医疗机构。

综上所述,在COVID-19的影像诊断过程中,1 000 HU是显示磨玻璃影及空气支气管征最佳的窗宽值,1 400 HU是显示铺路石征及血管影增粗的最佳窗宽值,1 mm是观察磨玻璃影及个征象的最佳层厚。灵活应用窗技术能够提高图像的质量,更好地显示组织解剖结构,从而提高对COVID-19的早期诊

断。但是,窗口技术的频繁调整会导致视觉疲劳,增加工作量,还需要进一步探索一种更简单、更高效的定量检测方法。

【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] SHI H, HAN X, JIANG N, et al. Radiological findings from 81 patients with COVID-19 pneumonia in Wuhan, China: a descriptive study[J]. Lancet Infect Dis, 2020, 20(4): 425-434.
- [3] BAE K T, MODY G N, BALFE D M, et al. CT depiction of pulmonary emboli: display window settings[J]. Radiology, 2005, 236(2): 677-684.
- [4] 关于印发新型冠状病毒肺炎诊疗方案(试行第七版)的通知[EB/OL]. [2020-03-04]. <http://www.nhc.gov.cn/yzygj/s7653p/202003/46c9294a7dfe4cef80dc7f5912eb1989/files/ce3e6945832a438eaae-415350a8ce964.pdf>
Notice on issuing diagnosis and treatment plan of COVID-19 (trial seventh edition) [EB/OL]. [2020-03-04]. <http://www.nhc.gov.cn/yzygj/s7653p/202003/46c9294a7dfe4cef80dc7f5912eb1989/files/c-e3e6945832a438eaae415350a8ce964.pdf>
- [5] AI T, YANG Z, HOU H, et al. Correlation of chest CT and RT-PCR testing in coronavirus disease 2019 (COVID-19) in China: a report of 1014 cases [J]. Radiology, 2020: 200642. DOI: 10.1148/radiol.20200642.
- [6] FANG Y, ZHANG H, XIE J, et al. Sensitivity of chest CT for COVID-19: comparison to RT-PCR [J]. Radiology, 2020: 200432. DOI: 10.1148/radiol.20200432.
- [7] 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, 295(1): 22-23.
- [8] 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.
- [9] 范跃星, 王峰, 张锦, 等. CT窗技术在急性胰腺炎诊断中的作用[J]. 临床放射学杂志, 2010, 29(5): 695-697.
FAN Y X, WANG F, ZHANG J, et al. The role of CT window technique in the diagnosis of acute pancreatitis [J]. Journal of Clinical Radiology, 2010, 29(5): 695-697.
- [10] YAO G. Value of window technique in diagnosis of the ground glass opacities in patients with non-small cell pulmonary cancer[J]. Oncol Lett, 2016, 12(5): 3933-3935.
- [11] CHAM J, LEE K S, KIM H S, et al. Improvement in imaging diagnosis technique and modalities for solitary pulmonary nodules: from ground-glass opacity nodules to part-solid and solid nodules[J]. Expert Rev Respir Med, 2016, 10(3): 261-278.
- [12] MAGUIRE W M, HERMAN P G, KHAN A, et al. Comparison of fixed and adjustable window width and level settings in the CT evaluation of diffuse lung disease[J]. J Comput Assist Tomogr, 1993, 17(6): 847-852.
- [13] 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, 18: 1-4.
HOU H J, WAN X M, XU Z S. Clinical study of pulmonary ground-glass nodules on low-dose chest CT by deploying different window width and window level[J]. Chinese Journal of Practical Medicine, 2014, 18: 1-4.
- [14] IKEDA K, AWAI K, MORI T, et al. Differential diagnosis of ground-glass opacity nodules: CT number analysis by three-dimensional

- computerized quantification[J]. *Chest*, 2007, 132(3): 984-990.
- [15] XU Z, SHI L, WANG Y, et al. Pathological findings of COVID-19 associated with acute respiratory distress syndrome[J]. *Lancet Respir Med*, 2020, 8(4): 420-422.
- [16] 纪建松, 韦铁民, 杨伟斌, 等. 新冠肺炎CT早期征象与鉴别诊断[M]. 北京: 科学出版社, 2020: 1-37.
- JI J S, WEI T M, YANG W B, et al. Early signs and differential diagnosis of COVID-19 CT[M]. Beijing: Science Press, 2020: 1-37.
- [17] TIAN S, HU W, NIU L, et al. Pulmonary pathology of early-phase 2019 novel coronavirus (COVID-19) pneumonia in two patients with lung cancer[J]. *J Thorac Oncol*, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.jtho.2020.02.010>.
- [18] 周建军, 周康荣, 陈祖望, 等. 多层螺旋CT颈动脉成像: 层厚与成像方法的相关研究[J]. *临床放射学杂志*, 2003, 22(1): 14-17.
- ZHOU J J, ZHOU K R, CHEN Z W, et al. Multiple detector-row spiral CT carotid angiography: a comparative study of different collimation with image quality evaluation[J]. *Journal of Clinical Radiology*, 2003, 22(1): 14-17.
- [19] SINSUAT M, SAITA S, KAWATA Y, et al. Influence of slice thickness on diagnoses of pulmonary nodules using low-dose CT: potential dependence of detection and diagnostic agreement on features and location of nodule[J]. *Acad Radiol*, 2011, 18(5): 594-604.
- [20] 王培玺, 赵锦桥, 侯开渝, 等. MDCT重建层厚、层间距与肺小结节显示关系探讨[J]. *中国医药导报*, 2009, 6(23): 78-110.
- WANG P X, ZHAO J Q, HOU K Y, et al. Study on the relationship between MDCT reconstruction slice thickness, layer spacing and the display of small pulmonary nodules[J]. *China Medical Herald*, 2009, 6(23): 78-110.

(编辑:谭斯允)