

王增奎, 张兆福, 庞军, 等. COVID-19 各临床分型对应 CT 表现及人工智能辅助应用价值[J]. CT 理论与应用研究, 2020, 29(5): 534-542. DOI:10.15953/j.1004-4140.2020.29.05.03.

WANG Z K, ZHANG Z F, PANG J, et al. The clinical subtypes of corona virus disease 2019 correspond to CT Findings and the value of artificial intelligence[J]. CT Theory and Applications, 2020, 29(5): 534-542. DOI:10.15953/j.1004-4140.2020.29.05.03. (in Chinese).

COVID-19 各临床分型对应 CT 表现及 人工智能辅助应用价值

王增奎^a, 张兆福^{a✉}, 庞军^a, 魏晓华^b, 庞红艳^a, 郜东伟^a

(沧州市人民医院 a) 影像中心; b) 呼吸重症科, 河北 沧州 061000)

摘要: 目的: 探讨新型冠状病毒肺炎 (COVID-19) 各临床分型的 CT 表现, 分析人工智能辅助技术的应用价值。方法: 结合“uAI 新冠肺炎智能辅助分析系统”回顾性分析 2020 年 1 月 23 日至 2020 年 2 月 25 日收治的临床及 CT 资料完整的 44 例 COVID-19 病例。结果: ① CT 表现临床轻型患者 4 例, 胸部 CT 呈阴性。临床普通型患者 32 例, CT 表现为单侧或双侧多发病灶, 呈片样或楔形样磨玻璃影, 其内可见血管及支气管穿行, 常伴有小叶间隔增厚, 可见“铺路石”征及支气管充气征, 部分病变内部可见小范围肺实变。临床重型/危重型病例共 8 例, CT 表现为病变范围广泛, 磨玻璃影、实变及纤维条索混杂, 多伴有“铺路石”征、支气管充气征。② 人工智能辅助诊断软件病灶标记范围与肉眼观察相比具有较好的一致性。4 例轻型患者病灶总体积显示为零。32 例临床普通型患者病灶总体积为 $(109.9 \pm 94.9) \text{cm}^3$, 病灶内部磨玻璃影体积为 $(55.3 \pm 50.4) \text{cm}^3$, 实变体积为 $(34.9 \pm 35.0) \text{cm}^3$ 。8 例重型/危重型患者病灶总体积为 $(858.1 \pm 351.9) \text{cm}^3$, 病灶内部磨玻璃影体积 $(486.7 \pm 204.0) \text{cm}^3$, 实变体积 $(204.1 \pm 119.3) \text{cm}^3$ 。普通型、重型/危重型患者的病灶总体积、内部磨玻璃体积及实变体积组间的差异有显著统计学意义 ($P < 0.001$)。以人工智能辅助诊断软件提供的各肺叶病灶占比进行统计, 临床普通型患者肺损伤评分为 (3.8 ± 1.2) 分, 重型/危重型患者肺损伤评分为 (10.4 ± 5.1) 分, 二者之间的差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。ROC 曲线显示以 5.5 分为肺损伤界值时, 预测临床分型的效能最高, ROC 曲线下面积为 0.996。结论: COVID-19 的 CT 表现为多发的肺外围或胸膜下的磨玻璃影, 其内含正常走行的血管及支气管, 病变范围增大、增多或实变代表病情进展。人工智能辅助技术可有效识别 COVID-19 病灶, 提供病灶总体积、内部磨玻璃影及实变体积相关数据, 对患者肺损伤程度进行准确量化评分, 为临床预后评估提供帮助, 同时提高影像医师的工作效率。

关键词: 新型冠状病毒肺炎; CT; 人工智能; 临床分型

DOI:10.15953/j.1004-4140.2020.29.05.03

中图分类号: R 814.42; R 563

文献标志码: A

2019 年 12 月以来, COVID-19 疫情在国内外暴发流行, 经病毒分型检测该肺炎由一种新型冠状病毒引起, 主要经呼吸道飞沫传播及接触传播^[1-2]。尽管病毒核酸检测阳性是 COVID-19 患者确诊的金标准, 但 CT 检查可快速、准确发现肺部病变, 作为临床诊断依据, 在 COVID-19 的诊疗中发挥着重要作用。因疑似病例较多且确诊患者短期内病情变化较快均需要进行 CT 检查, 大量的图像给影像医师的诊断工作带来了严峻的考验。尤其对于疫情严重地区, 如何快速地对众多 COVID-19 疑似患者进行筛查、确诊, 快速量化确诊患者病情的严重程度, 准确判断哪些患者应该去“方舱医院”, 哪些患者应该去“火神山医院”, 对

收稿日期: 2020-04-30。

基金项目: 沧州市重点研发计划指导项目 (No. 201101006)。

影像及临床医师来讲都是巨大的挑战。

沧州市人民医院作为 COVID-19 患者定点收治医院,与联影集团合作引进“uAI 新冠肺炎智能辅助分析系统”,该系统能够对疑似病例进行有效筛查,量化病灶相关信息,从而帮助临床区分轻症和重症患者,以便临床进行患者分流及对症治疗。本研究根据结合“uAI 新冠肺炎智能辅助分析系统”回顾性分析 44 例患者的 CT 资料。

1 资料与方法

1.1 一般资料

所有 44 例患者均符合国家卫生健康委员会《新型冠状病毒感染的肺炎诊疗方案》(试行第七版)病例确诊标准。男性 23 人,女性 21 人,年龄 2~71 岁,平均 43.1 ± 16.1 岁,临床以发热、咳嗽、乏力为主要表现,部分患者进展出现呼吸困难,严重者表现为急性呼吸窘迫综合征,少数患者伴有腹泻、纳差等消化道症状。依据《新型冠状病毒感染的肺炎诊疗方案》(试行第七版)对患者进行临床分型,其中轻型患者 4 例,普通型 32 例,重型病例 6 例,危重型病例 2 例。

1.2 检查方法

所有患者均于入院后 2 d 内进行 CT 检查,检查流程如下:

(1) 使用机房具有独立空调的东软 NeuViz 128 CT 专用于 COVID-19 疑似及确诊患者检查,依据科室布局设置特定的患者进出通道。

(2) 设置两名操作技师并进行二级及以上防护,一名负责操作,一名负责患者摆位,患者条件允许时尽量隔室操作。

(3) 患者及陪护人员戴口罩,每名患者检查时均铺设一次性中单使其与检查设备隔离。

(4) 条件允许的患者扫描前对其进行呼吸训练,于吸气末屏气扫描。

(5) 扫描范围,自肺尖至肋膈角。扫描参数:管电压 120 kV、管电流 225 mAs、层厚 2 mm,图像窗宽 1 500 HU 和窗位 -550 HU。扫描完毕后由医院消杀队对设备、机房及患者通道进行消毒。

1.3 图像分析

基于深度学习模型的人工智能辅助诊断软件“uAI 新冠肺炎智能辅助分析系统”由联影集团提供。将 44 例 COVID-19 原始 CT 数据传输至工作站,软件系统自动批量进行肺炎病灶识别和标记,并自动计算病变总体积、内部磨玻璃影体积(-750~-301 HU)及实变区域体积(-300~-49 HU)。所有影像医师均接受过联影集团的相关培训,熟悉软件的操作及应用。初诊影像医师以 PACS 系统所示图像为基础,对人工智能辅助诊断软件识别病灶进行核对,手动修复少数假阳性或假阴性图像并记录相关数据,同时对患者肺损害程度进行统计评分。

依据各肺叶病灶体积占比分为:无受累(0分);0~25%(1分);25%~50%(2分);50%~75%(3分);75%~100%(4分)。最终总的肺损害严重程度为五个肺叶评分之和(0~20分)^[3]。最后,由两名诊断经验丰富的高年资医师进行最终复核,以最终复核结果为准。

1.4 统计学方法

采用 SPSS 19.0 统计软件进行数据分析,符合正态分布的计数资料以均数 \pm 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示,对患者病灶体积的分析采用独立样本 t 检验, $P < 0.05$ 认为差异有统计学意义。采用受试者工作特征 (receiver operating characteristic, ROC) 曲线分析肺损伤评分对 COVID-19 患者临床分型的预测效能,并计算曲线下面积 (area under the curve, AUC)。

2 结果

2.1 临床各型患者的 CT 表现

4 例临床轻型患者胸部 CT 检查呈阴性表现。临床普通型患者 32 例,入院 CT 表现为单侧或双肺多发病灶,范围多较局限,呈片样或楔形样磨玻璃影,密度多不均匀,其内可见正常血管及支气管穿行,部分血管支气管由于充血或炎性改变导致管壁增厚。大部分病变小叶间隔增厚,部分可见“铺路石”征及支气管充气征,少数病变局部可见小范围实变影 (图 1~图 3)。重型/危重病例共 8 例,CT 表现为病灶范围广泛,可见多个肺叶/段受累,双肺弥漫多发间质性病变,呈不对称性分布,磨玻璃影、实变及纤维条索混杂,常伴有“铺路石”征、支气管充气征及纤维条索影 (图 4),1 例危重症患者 CT 表现呈“白肺”样改变。44 例患者中仅 1 例患者出现少量胸腔积液。

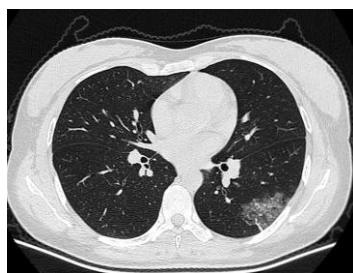


图 1 女, 28 岁, COVID-19 患者, 左肺外围胸膜下片样磨玻璃影伴内部小叶间隔增厚

Fig.1 Female, 28 years old with COVID-19 patients. Subpleural ground glass shadow with thickening of interlobular septum around the left lung



图 2 男, 45 岁, COVID-19 患者, 双肺外围多发片样磨玻璃影, 其内可见血管及支气管穿行

Fig.2 Male, 45 years old with COVID-19 patients, being multiple pieces of ground glass shadow on the periphery of both lungs, and passing in blood vessels and bronchi

2.2 人工智能辅助分析结果

人工智能辅助诊断软件对肺炎病灶进行自动识别和标记,患者病灶总体积、内部磨玻璃影体积、实变体积及病灶占比均由软件自动计算得出 (图 5)。通过人工诊断对人工智能辅助诊断软件标记病灶进行复核显示,病灶标记范围与肉眼观察相比具有较好的一致性 (图 6)。仅有 4 例重症/危重症患者由于配合较差导致局部出现假阳性病灶,均在人工复核阶段进行手工修复。4 例轻型患者肺内均未见异常标识,患者病灶体积显示为零。32 例临床普通型患者病灶总体积为 $(109.9 \pm 94.9) \text{ cm}^3$, 病灶内部磨玻璃体积为 $(55.3 \pm 50.4) \text{ cm}^3$,

实变体积为 $(34.9 \pm 35.0) \text{cm}^3$ 。8 例重型/危重型患者病灶总体积为 $(858.1 \pm 351.9) \text{cm}^3$, 病灶内部磨玻璃体积为 $(486.7 \pm 204.0) \text{cm}^3$, 实变体积为 $(204.1 \pm 119.3) \text{cm}^3$ (表 1)。以普通型、重型/危重型分组对 40 例阳性患者的病灶总体积、内部磨玻璃体积及实变体积进行统计学分析, 结果显示两组之间的差异均有显著统计学意义 ($P < 0.001$)。基于人工智能辅助诊断软件提供的各肺叶病灶占比进行统计, 临床普通型患者肺损伤评分为 (3.8 ± 1.2) 分, 重型/危重型患者肺损伤评分为 (10.4 ± 5.1) 分, 二者之间的差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。以肺损伤评分对 COVID-19 患者临床分型的预测效能绘制 ROC 曲线, 以 5.5 分为界值时, 约登指数最高, ROC 曲线下面积为 0.996, 敏感度为 100%, 特异度为 96.9%。



图 3 女, 33 岁, COVID-19 患者, 左肺外围可见片样磨玻璃影, 其内可见“铺路石”征及支气管充气征

Fig.3 Female, 33 years old with COVID-19 patients. Ground glass shadow on the periphery of left lung, showing "Paving stone" sign and bronchi inflation sign in it



图 4 男, 60 岁, COVID-19 患者, 双肺多个肺叶受累, 磨玻璃影伴局部肺实变, 可见“铺路石”征、支气管充气征及纤维条索影

Fig.4 Male, 60 years old with COVID-19 patients. Multiple lobes of both lungs are involved, with ground glass shadow and local lung consolidation, showing "paving stone" sign, bronchi inflation sign and fiber strip shadow in it



图 5 男, 58 岁, COVID-19 患者, 人工智能辅助诊断软件对肺炎病灶进行自动识别、标记, 并计算出病灶总体积及相关密度体积

Fig.5 Male, 58 years old with COVID-19 patients. Artificial intelligence aided diagnosis software being automatically identified and mark the focus of pneumonia, and calculate the total volume of the focus and the related density volume

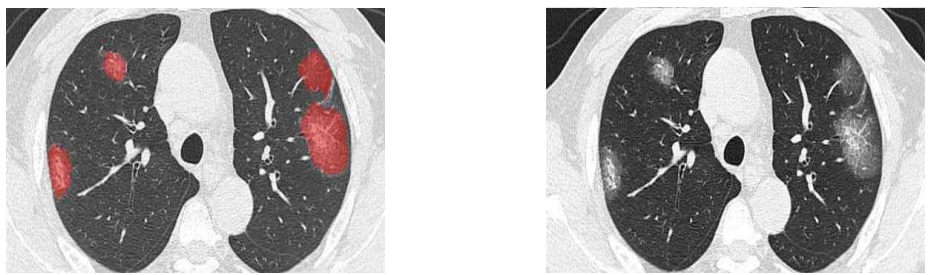


图6 男, 58岁, COVID-19患者, 人工智能辅助诊断软件病灶标记范围与人工复核肉眼观察相比一致性较高

Fig.6 Male, 58 years old with COVID-19 patients. Compared with the visual inspection, the scope of the focus mark of the artificial intelligence aided diagnosis software had a higher consistency

表1 COVID-19 相关数据分析
Table 1 Analysis of COVID-19 data

序号	性别	年龄	临床分型	累及肺叶数目	病变体积	磨玻璃体积	实变体积	序号	性别	年龄	临床分型	累及肺叶数目	病变体积	磨玻璃体积	实变体积
1	女	38	普通型	5	145.7	98.4	32.5	23	男	45	普通型	2	17.6	10.2	3.1
2	女	49	普通型	4	28.6	19.2	4.9	24	女	49	普通型	2	36.2	9.8	17.5
3	女	37	普通型	2	7.7	4.5	1.2	25	男	59	重型	5	470.3	246.5	103.8
4	男	48	普通型	4	12.3	4.1	7.8	26	男	49	普通型	5	286.6	159.0	98.6
5	女	16	轻型	0	0	0	0	27	男	58	普通型	5	200.1	151.5	23.4
6	男	30	普通型	3	56.2	30.3	10.5	28	男	29	普通型	1	1.7	0.9	0.6
7	女	12	普通型	1	1.3	1.3	0	29	男	42	重型	5	539.2	309.3	102.8
8	女	54	普通型	4	21.2	14.3	3.1	30	男	67	普通型	3	151.7	87.2	45.3
9	女	41	普通型	4	152.7	48.2	54.8	31	男	71	重型	5	1 260.1	656.3	433.2
10	男	41	普通型	4	27.6	20.3	3.3	32	男	30	普通型	2	21.2	13.5	6.5
11	男	21	轻型	0	0.0	0.0	0.0	33	女	2	轻型	0	0.0	0.0	0.0
12	男	35	普通型	4	46.1	30.8	8.9	34	女	62	危重型	5	1 185.3	633.9	186.8
13	女	38	普通型	4	49.3	23.9	9.6	35	男	52	普通型	5	248.9	115.5	92.9
14	女	45	普通型	1	12.2	9.3	1.1	36	女	28	普通型	2	77.3	37.3	23.3
15	男	37	普通型	5	142.4	60.8	42.0	37	女	46	普通型	5	308.1	169.4	82.9
16	女	65	普通型	3	121.4	57.1	54.4	38	女	51	危重型	5	952.3	663.8	184.2
17	男	62	普通型	5	201.2	108.2	68.1	39	女	45	普通型	4	276.6	57.7	138.3
18	女	35	普通型	3	64.1	10.6	34.5	40	男	41	普通型	4	132.1	68.3	47.9
19	女	33	普通型	3	214.1	109.2	74.8	41	女	67	重型	5	409.8	267.6	76.6
20	男	38	普通型	3	141.6	74.3	34.5	42	男	63	重型	5	822.3	382.1	257.8
21	男	31	重型	5	1 225.6	734.3	287.4	43	女	54	普通型	5	76.5	40.4	22.7
22	男	13	轻型	0	0	0	0	44	男	66	普通型	5	235.1	124.6	66.6

3 讨论

冠状病毒是自然界广泛存在的一大类病毒,此次武汉发现的新型冠状病毒是一种以前尚未在人类中发现的属于 β 属的新型冠状病毒,该病毒主要通过呼吸道飞沫传播及接触传播。病毒对紫外线和热敏感,56℃ 条件下 30 min、75% 乙醇、含氯消毒剂、乙醚等脂溶剂均可有效灭活病毒。COVID-19 的潜伏期一般为 3~7 天,患者以发热、咳嗽、乏力为主要临床表现,少数患者伴有腹泻或普通流感等症状。部分进展患者可出现呼吸困难,严重者可快速进展为呼吸窘迫综合征、休克、脓毒症、重度代谢性酸中毒和出凝血功能障碍等。

由于 X 线片在 COVID-19 中的漏诊率较高,胸部 CT 检查成为 COVID-19 的主要影像检查手段^[4-12]。基于发病时间及病理分期的 COVID-19 大致可分为早期、进展期、重症期、消散期^[13]。在肺炎的早期以单侧或双肺多发病灶常见,由于病毒易累及终末细支气管和肺泡上皮导致病变以肺野外带及胸膜下多见。病变范围多较局限,呈片样或楔形样磨玻璃影,其内可见血管及支气管穿行,伴有或不伴有小叶间隔增厚。进展期病变范围增大、病灶数目增多,以多个肺叶/段受累常见,部分病灶融合并局部实变,病变范围小叶间隔增厚呈“铺路石”征,常见支气管充气征^[14]。重症期病变多弥漫分布,以实变为主伴磨玻璃影,多伴有“铺路石”征、支气管充气征及纤维条索影。部分患者严重时可呈“白肺”样改变。消散期病灶范围减小,密度减低,肺实变逐渐好转消失,部分区域可见残留纤维条索影^[15-16]。本研究中由于患者入院前发病时间长短不一,导致无法对其进行准确的影像分期。临床普通型患者中以早期患者为主并包含部分进展期患者,重型及危重型患者大致符合进展期及重症期影像表现。

首诊 CT 病变范围是影响 COVID-19 预后的重要因素,CT 复查病灶范围的明显增大或病灶内实性成分比例的增加均提示临床重症的发生,因此通过影像评估及时了解病变的变化对临床治疗至关重要^[17]。然而,目前对于 COVID-19 的 CT 影像评估多以手动测量及肉眼观察为主,阅片者的主观因素及测量误差影响了结果的准确性。由于大部分患者均为肺内多发病灶,如对每个病灶均进行测量及观察,将会大大提高影像医师的工作量。同时,影像医师在长时间关注图像后也容易产生视觉疲劳,将会严重影响诊断的准确率。

近年来,人工智能凭借大数据、高性能计算机及互联网的技术支持快速发展,其在医学影像领域中受到了极大的关注,主要应用包括病灶成像检出、临床诊断和病情监测三个方面^[18]。目前,基于人工智能的监测技术已初步应用,该技术可以对病变进行多维度的精准测量,分析病变的变化并为临床治疗提供影像依据。在病灶检出及诊断方面,目前临床应用多以肺结节为主,相关研究显示人工智能辅助诊断技术具有比医师更高的灵敏度,作为辅助诊断技术可以帮助影像医师提高工作效率及诊断准确率^[19-20]。人工智能辅助诊断技术通过深度学习模型可从海量数据信息中提取到部分肉眼不能观察到的病变深层次信息及关键特征,将相关数据信息进行量化^[21]。

本研究显示,在肺炎病灶检出及范围标注方面人工智能辅助诊断技术与肉眼观察相比具有较高的一致性,同时可提供病灶总体积、内部磨玻璃影体积及实变区域体积的相关数据,对患者肺损伤程度进行准确量化评分,为影像医师及临床评估病情提供了客观的影像数据支持。由于 COVID-19 进展期可因肺泡水肿、出血及透明膜形成而导致病灶内出现实变^[22],人工智能辅助诊断技术可特征性地反映实变范围,评估患者影像变化,为临床即时

制定科学有效的治疗方案提供帮助。本研究中有 4 例病例图像出现假阳性情况,均出现于 COVID-19 重症及危重症患者。分析原因为患者配合较差,扫描时屏气不佳导致图像出现运动伪影而被人工智能辅助诊断软件误认为磨玻璃影。上述情况均在人工复核阶段进行手动修复,得以保证输出结果的准确性。通过人工智能辅助诊断技术的应用,极大地减轻了影像医师的工作量,缩短了诊断报告出具时间,为临床快速评估病情及治疗提供了重要依据,对挽救患者生命、控制疫情具有重要的意义。

COVID-19 的 CT 表现为多发的肺外围或胸膜下的磨玻璃影,其内含正常走行的血管及支气管,病变范围增大、增多或实变代表病情进展。人工智能辅助技术可有效识别 COVID-19 病灶,提供病灶总体积、内部磨玻璃影、实变体积相关数据,对患者肺损伤程度进行准确量化评分,为临床预后评估提供客观影像支持,同时提高影像医师的工作效率。

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] GUAN W, XIAN J. The progress of 2019 novel coronavirus (2019-nCoV) event in China[J]. *Journal of Medical Virology*, 2020. DOI:10.1002/jmv.25705.
- [3] BERNHEIM A, MEI X, HUANG M, et al. Chest CT findings in coronavirus disease-19 (COVID-19): relationship to duration of infection[J]. *Radiology*, 2020, 295(3): 200463. DOI:10.1148/radiol.2020200463.
- [4] CHUNG M, BERNHEIM A, MEI X, et al. CT imaging features of 2019 novel coronavirus[J]. *Radiology*, 2020, 295(1): 202-207.
- [5] SONG F, SHI N, SHAN F, et al. Emerging 2019 novel coronavirus (2019-nCoV) pneumonia[J]. *Radiology*, 2020, 295(1): 210-217.
- [6] YANG W, SIRAJUDDIN A, ZHANG X, et al. The role of imaging in 2019 novel coronavirus pneumonia (COVID-19) [J]. *European Radiology*, 2020. DOI:10.1007/s00330-020-06827-4.
- [7] 陈志勇, 程正银, 张旭辉, 等. COVID-19 的临床表现及 CT 影像学特点[J]. *放射学实践*, 2020, 35(3): 286-290.
CHEN Z Y, CHENG Z Y, ZHANG X H, et al. Clinical manifestations and CT characteristics of coronavirus disease 2019 (COVID-19) [J]. *Radiologic Practice*, 2020, 35(3): 286-290. (in Chinese).
- [8] 姬广海, 黄满华, 张庆, 等. COVID-19CT 表现及动态变化[J]. *中国医学影像技术*, 2020, 36(2): 242-247.
JI G H, HUANG M H, ZHANG Q, et al. CT manifestations and dynamic changes of corona virus disease 2019 [J]. *Chinese Journal of Medical Imaging Technology*, 2020, 36(2): 242-247. (in Chinese).
- [9] XIONG Y, SUN D, LIU Y, et al. Clinical and high-resolution CT features of the COVID-19 infection: Comparison of the initial and follow-up changes[J]. *Investigative Radiology*, 2020, 55(6): 332-339.
- [10] 汪锴, 康嗣如, 田荣华, 等. COVID-19 胸部 CT 影像学特征分析[J]. *中国临床医学*, 2020, 27(1): 27-31.
WANG K, KANG S R, TIAN R H, et al. CT characteristic appearances of patients with novel coronavirus pneumonia [J]. *Chinese Journal of Clinical Medicine*, 2020, 27(1): 27-31. (in Chinese).
- [11] LI Y, XIA L M. Coronavirus Disease 2019 (COVID-19): Role of Chest CT in Diagnosis and management [J]. *American Journal of Roentgenology*, 2020, 4: 1-7.
- [12] 管汉雄, 熊颖, 申楠茜, 等. COVID-19 (COVID-19) 临床影像学特征[J]. *放射学实践*, 2020, 35(2): 125-130.
GUAN H X, XIONG Y, SHEN N Q, et al. Clinical and thin-section CT features of patients with 2019-nCoV-pneumonia [J]. *Radiologic Practice*, 2020, 35(2): 125-130. (in Chinese).
- [13] 李小虎, 潘红利, 束晶苇, 等. 输入性 COVID-19 临床和 CT 特征[J]. *中国医学影像技术*, 2020,

36(2): 248-251.

LI X H, PAN H L, SHU J W, et al. Clinical presentations and CT features of imported corona virus disease 2019[J]. Chinese Journal of Medical Imaging Technology, 2020, 36(2): 248-251. (in Chinese).

- [14] LEI J, LI J, LI X, et al. CT imaging of the 2019 novel coronavirus (2019-nCoV) pneumonia[J]. Radiology, 2020: 200236. DOI:10.1148/radiol.2020200236.
- [15] FANG Y, ZHANG H, XU Y, et al. CT manifestations of two cases of 2019 novel coronavirus (2019-nCoV) pneumonia[J]. Radiology, 2020: 200280. DOI:10.1148/radiol.2020200280.
- [16] SHI H, HAN X, ZHENG C. Evolution of CT Manifestations in a Patient Recovered from 2019 Novel Coronavirus (2019-nCoV) Pneumonia in Wuhan, China[J]. Radiology, 2020: 200269. DOI: 10.1148/radiol.2020200269.
- [17] ZHANG K, LIU X, SHEN J, et al. Clinically applicable AI system for accurate diagnosis, Quantitative measurements, and prognosis of COVID-19 pneumonia using computed tomography[J]. Cell, 2020: S0092-8674(20)30551-1. DOI:10.1016/j.cell.2020.04.045.
- [18] 许强, 张其锐, 卢光明. 新一代医学影像人工智能临床转化现状与挑战[J]. 中华放射学杂志, 2019, 53(11): 913-915.
- XU Q, ZHANG Q R, LU G M. Current and challenge in clinical transformation of the new generation of artificial intelligence in medical imaging[J]. Chinese Journal of Radiology, 2019, 53(11): 913-915. (in Chinese).
- [19] 蔡雅倩, 张正华, 韩丹, 等. AI 对肺磨玻璃结节筛查及定性的临床应用研究[J]. 放射学实践, 2019, 34(9): 958-962.
- CAI Y Q, ZHANG Z H, HAN D, et al. A clinical study of AI on the detection and classification of pulmonary ground glass nodules[J]. Radiologic Practice, 2019, 34(9): 958-962. (in Chinese).
- [20] 王成弟, 郭际香, 杨阳, 等. 利用深度学习技术辅助肺结节的人工智能检测[J]. 中国呼吸与危重监护杂志, 2019, 18(3): 288-294.
- [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.
- LI X L, GUO F F, ZHOU Z, et al. Performance of deep-learning-based artificial intelligence on detection of pulmonary nodules in chest CT[J]. Chinese Journal of Lung Cancer, 2019, 22(6): 336-340. (in Chinese).
- [22] XU Z, SHI L, WANG Y J, et al. Pathological findings of COVID-19 associated with acute respiratory distress syndrome[J]. Lancet Respiratory Medicine, 2020, 8(4): 420-422.

The Clinical Subtypes of Corona Virus Disease 2019 Correspond to CT Findings and the Value of Artificial Intelligence

WANG Zengkui^a, ZHANG Zhaofu^{a✉}, PANG Jun^a,
WEI Xiaohua^b, PANG Hongyan^a, GAO Dongwei^a

a).Medical Imaging Center; b). Respiratory critical care department,
Cangzhou People's Hospital, Cangzhou 061000, China

Abstract: Objective: To investigate the novel coronavirus pneumonia clinical manifestation of CT and analyze the application value of AI. Methods: A retrospective analysis of 44 cases of the novel coronavirus pneumonia with complete clinical and CT data from January 23, 2020 to February 25, 2020 with the help of "uAI novel Coronavirus Pneumonia Intelligent Assisted Analysis System". Results: 1.4 cases were clinically mild, and chest CT showed negative findings. In 32 cases of clinical common type, CT showed multiple lesions of one or two

lungs, which were flake like or wedge-shaped ground glass shadow, in which blood vessels and bronchi passing through. Most of them accompanied by interlobular septal thickening, paving stone sign and bronchi inflation sign, and in some lesions, there were small round lung consolidation. There were 8 cases of clinical severe and critical severe cases. CT showed a wide range of lesions, ground glass shadow, consolidation and fiber cord mixed, most of them were accompanied with "paving stone" sign and broncho inflation sign. 2. Compared with the visual inspection, the scope of the lesions in the artificial intelligence aided diagnosis software has a better consistency. The total lesion volume was shown to be 0 in 4 mild patients. The total lesion volume of 32 patients with clinical common type was $(109.9 \pm 94.9) \text{ cm}^3$. The volume of ground glass shadow in the lesion was $(55.3 \pm 50.4) \text{ cm}^3$, and the lung consolidation volume was $(34.9 \pm 35.0) \text{ cm}^3$. The total lesion volume of 8 patients with clinical Severe and critically type was $(858.1 \pm 351.9) \text{ cm}^3$. The volume of ground glass shadow in the lesion was $(486.7 \pm 204.0) \text{ cm}^3$. and the lung consolidation volume was $(204.1 \pm 119.3) \text{ cm}^3$. There was significant difference in the total volume of lesions, the volume of internal ground glass and the volume of consolidation between the general and severe/critical patients. The proportion of lesions in each lung lobe provided by artificial intelligence aided diagnosis software was statistically analyzed. The score of lung injury in clinical common type patients was (3.8 ± 1.2) points, and that in severe/critical type patients was (10.4 ± 5.1) points. The difference between the two was statistically significant ($P < 0.05$). ROC curve showed that when the lung injury threshold was 5.5, the prediction of clinical classification was the highest, and the area under ROC curve was 0.996. Conclusion: CT scan of novel coronavirus pneumonia showed multiple ground glass opacities in the periphery of lung or under pleura, which contained normal vessels and bronchus. The enlarged, increased or consolidated lesions represented the progress of the disease. AI-assisted technology can effectively identify novel coronavirus pneumonia lesions, provide data related to total lesion volume, internal ground glass shadow and real volume, accurately quantify the degree of lung injury, provide help for clinical condition assessment, and improve the work efficiency of imaging physicians.

Keywords: COVID-19; CT; artificial intelligence; clinical subtype



作者简介: 王增奎 (1980—), 男, 河北省沧州市人民医院影像科副主任医师, 主要从事 CT 及 MR 诊断工作, Tel: 13633370591, E-mail: 13633370591@163.com; 张兆福[✉] (1963—), 男, 河北省沧州市人民医院影像科副主任医师, 主要从事 CT 及 MRI 诊断工作, Tel: 18131798981, E-mail: 18131798981@189.cn。