

COVID-19 胸部 CT 结构化报告临床应用价值评价

孙黎, 李广明, 史珊, 杨学东

【摘要】 目的:探究新型冠状病毒肺炎(COVID-19)胸部 CT 结构化报告临床诊断应用价值。**方法:**回顾性分析 310 例疑似 COVID-19 患者胸部 CT 及临床资料。根据纳入标准最终共纳入 253 例患者,阳性组 203 名,阴性组 50 名。对胸部 CT 进行诊断分型,并记录 CT 征象。以模式 1(CT 诊断分型)、模式 2(CT 诊断分型+CT 征象)、模式 3(CT 诊断分型+基本信息+流行病学史+临床及实验室检查)三种模式进行二元逻辑回归分析,采用 ROC 曲线及曲线下面积(AUC)评价三种模型诊断准确性。**结果:**逻辑回归分析显示三种模式诊断敏感度分别为 95.6%、96.0%和 95.2%,特异度分别为 34.0%、48.9%和 32.7%,符合率分别为 83.4%、87.0%、82.2%,AUC 为 0.768、0.895 和 0.812。**结论:**COVID-19 胸部 CT 结构化报告能较为准确地诊断 COVID-19 肺炎,敏感度较高,但缺乏特异度,结合 CT 征象可进一步提高诊断准确性,特别是提高诊断特异度。

【关键词】 新型冠状病毒肺炎; 体层摄影术, X 线计算机; 冠状病毒; 肺炎

【中图分类号】 R814.42; R816.4; R184 **【文献标识码】** A

【文章编号】 1000-0313(2020)11-1369-06

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2020.11.002

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Evaluation of the clinical application value of structured chest CT report of COVID-19 pneumonia SUN Li, LI Guang-ming, SHI Shan, et al. Department of Radiology, China Academy of Traditional Chinese Medicine Guanganmen Hospital, Beijing 100053, China

【Abstract】 Objective: To examine the clinical value of chest CT structured report for coronavirus disease 2019 (COVID-19) pneumonia. **Methods:** The chest CT imaging features and clinical data of 310 suspected patients for COVID-19 pneumonia were retrospectively analyzed. Finally, a total of 253 patients were included, 203 in the positive group and 50 in the negative group. The CT imaging features were recorded and divided into several categories. Binary logic regression analysis was performed in three modes: mode 1 (CT classification), mode 2 (CT classification and CT imaging features), mode 3 (CT classification, basic information, epidemiological history, clinical and laboratory examination), and the diagnostic accuracy of the three models were evaluated by ROC curve and area under the curve (AUC). **Results:** Binary logistic regression revealed that the sensitivities of the three models were 95.6%, 96.0%, and 95.2%, specificities were 34.0%, 48.9%, and 32.7%, accuracies were 83.4%, 87.0%, and 82.2%, and the AUC were 0.768, 0.895 and 0.812, respectively. **Conclusion:** Structural chest CT report of COVID-19 pneumonia can accurately diagnose COVID-19 pneumonia, with high sensitivity but lack of specificity. Combined with CT imaging features, the diagnostic accuracy would be further improved, especially for the specificity.

【Key words】 COVID-19; Tomography, X-ray computed; Coronavirus; Pneumonia

自新型冠状病毒肺炎(coronavirus disease 2019, COVID-19)暴发以来,胸部高分辨 CT 检查在该病流行的各阶段发挥了不同作用。目前,世界范围内仍然

有大量患者因 COVID-19 相关原因而接受胸部 CT 检查^[1-3]。迄今已有诸多研究描述了 COVID-19 的影像和临床特征。与中东呼吸综合征冠状病毒(Middle East respiratory syndrome coronavirus, MERS-CoV)和严重急性呼吸综合征冠状病毒(severe acute respiratory syndrome-associated coronavirus, SARS-CoV)等其他冠状病毒相关肺炎相似,COVID-19 最初肺部表现为斑片状或广泛的磨玻璃密度影(ground glass

作者单位:100053 北京,中国中医科学院广安门医院放射科(孙黎、史珊、杨学东);441003 湖北,襄阳市中心医院(湖北文理学院附属医院)放射科(李广明)

作者简介:孙黎(1983—),女,黑龙江哈尔滨人,博士,主治医师,主要从事胸部和神经影像诊断工作。

通讯作者:杨学东, E-mail: yangxuedong1@163.com

opacity, GGO), 逐渐进展为实变, 病变主要位于胸膜下区, 并以肺底部为著^[4-7]。而“反晕征”、肺结节伴晕征、胸腔积液及淋巴结肿大则是 COVID-19 的少见 CT 表现^[8]。虽然其影像表现具有一定特征, 但是与其他病原体引发的肺炎, 特别是其他类型的病毒性肺炎仍然难以鉴别^[8-9]。而这些研究中对于 COVID-19 的影像诊断缺乏统一标准和规范化术语。

2020 年 3 月北美放射学会(Radiological Society of North America, RSNA)发布了 COVID-19 胸部 CT 诊断专家共识, 对 COVID-19 的 CT 诊断提出了结构化报告建议, 以帮助放射科医生识别典型征象、减少诊断间的不一致性、促进医生之间的理解和沟通并最终帮助临床抉择^[10]。该共识将 COVID 的诊断分为: 阴性、典型、不确定和非典型四个类别, 并给出了明确定义。但是目前该共识在临床应用的情况尚不明确。本研究利用湖北省单中心数据, 以咽拭子病毒核酸检测为金标准, 对该结构化报告临床诊断准确性进行评价, 并探讨 CT 征象与流行病学史、临床表现及实验室检查对于报告诊断准确性的提升价值。

材料与方法

1. 一般资料

回顾性分析 2020 年 1—2 月就诊于湖北省襄阳市中心医院的 310 例疑似 COVID-19 患者首诊 CT 图像、流行病学史、临床表现及实验室检查结果。

纳入标准: ①进行至少一次咽拭子病毒核酸检测; ②进行至少一次胸部高分辨 CT 检查, 且首诊 CT 检查与病毒核酸检测间隔不超过 7 天; ③至少行一次血常规检查, 并且与首诊 CT 检查间隔不超过 7 天。排除标准: ①仅有一次病毒核酸检测且显示阴性; ②CT 首诊检查无阳性表现; ③CT 图像因呼吸伪影等影响质量较差无法评价者; ④病毒核酸检测确诊阴性, 但后期随访血液抗体 IgG 或 IgM 阳性者; ⑤诊断为可疑的患者, 即病毒核酸检测无阳性表现, 但是至少一次显示可疑者。

310 例疑似 COVID-19 患者中, 最终纳入 253 例患者, 57 例被排除。1 例未进行 CT 检查; 1 例 CT 检查与病毒核酸检测时间间隔大于 7 天; 1 例未进行病毒核酸检测; 1 例就诊期间 2 次病毒核酸检测阴性, 治愈出院后随访显示血液 IgG 阳性; 19 例病毒核酸检测可疑患者; 7 例仅有 1 次核酸检查且显示阴性; 10 例图像质量差无法评价; 15 例首诊 CT 阴性者, 2 例未进行血常规检查。253 例中, 男 126 例, 女 127 例, 平均年龄(45.37 ± 16.41)岁。根据患者核酸检测结果分组: 阳性定义为至少一次病毒核酸检测为阳性, 阴性定义为至少两次病毒核酸检测(间隔大于 7 天)结果均为阴

性。最终分组: 阳性组 203 名, 阴性组 50 名。

2. 图像采集

310 例患者均行胸部 CT 检查, 采用 Philips Brilliance 64 排 128 层螺旋 CT 和联影 uCT510 进行图像采集。Philips Brilliance 64 排 128 层螺旋 CT 扫描参数: 管电压 120 kVp, 管电流自动毫安(120 ~ 200 mA), 扫描层厚 0.625 mm, 重建层厚 2.5 mm, 矩阵 512×512 , 螺距 1.0069, FOV 500 mm $\times$ 500 mm。联影 uCT510 扫描参数: 管电压 140 kVp, 管电流自动毫安(120 ~ 200 mA), 扫描层厚 1.2 mm, 重建层厚 5 mm, 矩阵 512×512 , 螺距 0.9375, FOV 500 mm $\times$ 500 mm。所有患者均采取仰卧位, 扫描范围为肺尖至肺底, 吸气末屏气进行扫描。

3. 图像分析

2 名从事胸部影像诊断的高年资医师共同分析 CT 图像, 当结论不一致时由 1 名从事胸部影像诊断的主任医师判定。CT 诊断分型, 根据 RSNA 推荐新冠肺炎结构化报告(图 1~4): ①阴性: CT 表现为阴性或无提示肺炎的 CT 表现。②不确定: 缺乏典型特征, 同时表现为多灶性、弥漫性、肺门分布或单侧磨玻璃结节(ground glass opacity, GGO), 伴或不伴有实变, 缺乏特征性分布, 非圆形或非外周分布; 少量非常小的 GGO 呈非圆形和非外周分布。③典型: 双肺外周分布 GGO 伴有或不伴有实变或可见小叶内线(“铺路石征”); 多灶性类圆形 GGO, 伴有或不伴有实变或可见小叶内线(“铺路石征”); 反晕征或其他机化性肺炎的表现。④非典型: 没有典型特征或不确定的特征, 同时影像表现为单肺叶或节段性实变, 没有 GGO; 散在小结节(小叶中心结节、“树芽征”); 空洞性病变; 光滑的肺小叶间隔增厚伴胸腔积液。

4. 统计学方法

采用 SPSS 20.0 进行统计学分析。计量资料采用均数 $\pm$ 标准差($\bar{x} \pm s$)表示, 采用两独立样本 t 检验比较组间差异。计数资料采用例数和百分比表示, 采用 χ^2 检验进行组间比较。等级分组数据用例数和百分比表示, 采用秩和检验进行统计学分析。回归分析自变量的筛选, 首先排除数据缺失大于 20% 的自变量, 排除与因变量的 logit 转换值之间存在线性关系的连续自变量, 检验自变量间的多重共线性, 对于存在多重共线性的自变量, 选择临床相关性较大的自变量。

模式 1 自变量仅包含 CT 诊断分型; 模式 2 自变量为 CT 诊断分型 + CT 征象; 模式 3 自变量为 CT 诊断分型 + 基本信息 + 流行病学史 + 临床及实验室检查。对三种模式进行二元逻辑回归分析, 并采用受试者操作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线和曲线下面积(area under the curve, AUC)评价

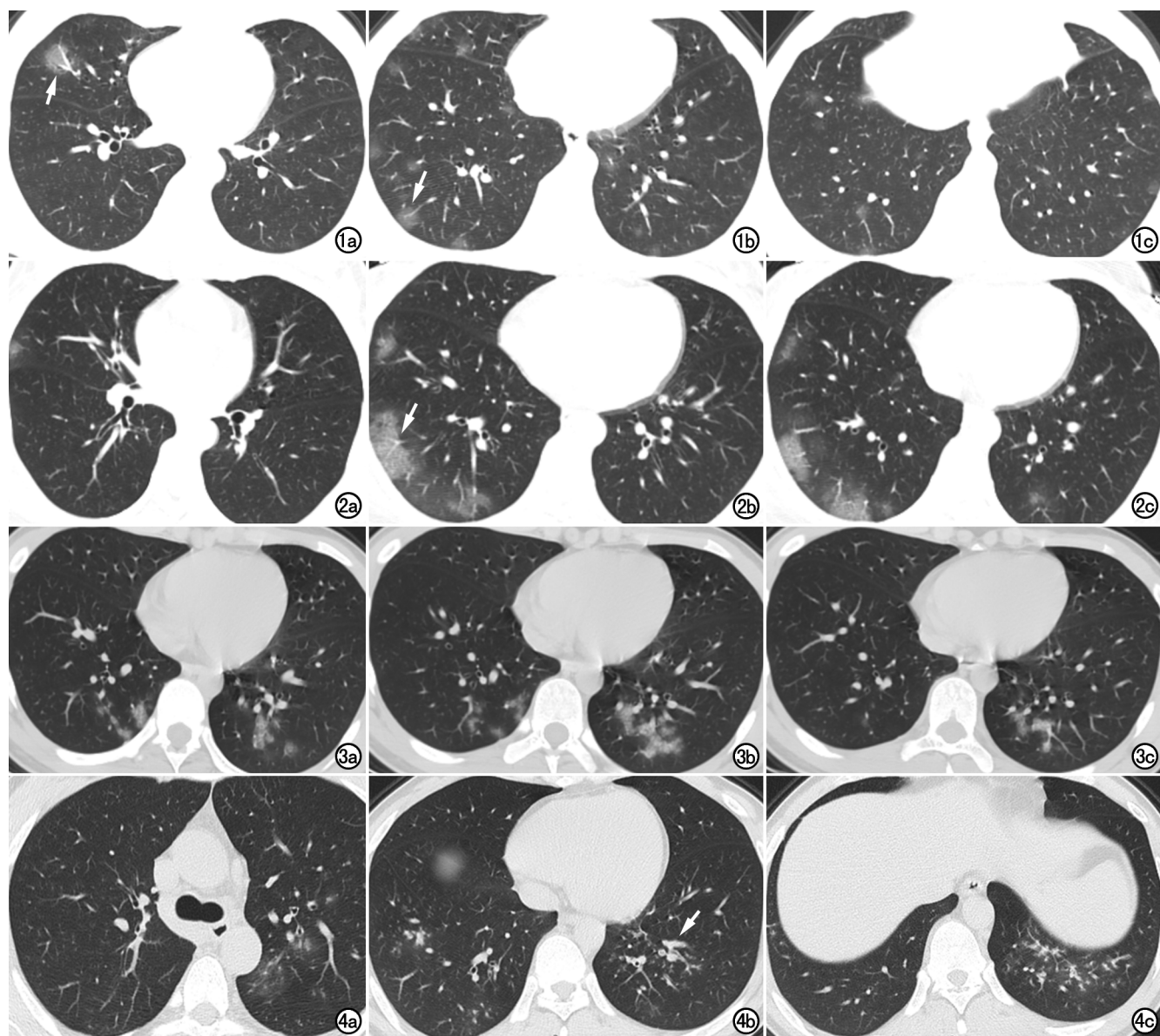


图 1 COVID-19 胸部 CT 结构化报告典型表现。男, 54 岁, 病毒核酸检测阳性。a~c) HRCT 肺窗横轴面示双肺多发外周分布类圆形 GGO, 伴血管增粗(箭)。图 2 COVID-19 胸部 CT 结构化报告典型表现。女, 35 岁, 病毒核酸检测阳性。a~c) HRCT 肺窗横轴面示双肺多发外周分布 GGO, 伴小叶内间隔增厚/“铺路石征”(箭)。图 3 COVID-19 胸部 CT 结构化报告不确定表现。34 岁, 病毒核酸检测阴性。a~c) HRCT 肺窗横轴面示双肺多发斑片样 GGO, 无 COVID-19 典型分布, 无类圆形表现。图 4 COVID-19 胸部 CT 结构化报告不典型表现。男, 31 岁, 病毒核酸检测阴性。a~c) HRCT 肺窗横轴面示双肺下叶多发沿支气管血管束分布 GGO, 伴树芽征及支气管管壁增厚(箭)。

三种模式的诊断准确性。

结 果

1. 基本信息及临床实验室检查

阳性组和阴性组两组患者的性别($\chi^2 = 0.081$, $P = 0.776$)、年龄($t = -1.972$, $P = 0.053$)、流行病学史($\chi^2 = 0.002$, $P = 0.966$)、首诊发病时间($t = 0.136$, $P = 0.892$)差异无统计学意义(表 1)。两组就诊时发热、咳嗽、腹泻、呼吸困难等症状差异无统计学意义($\chi^2 =$

0.083 , $P = 0.773$; $\chi^2 = 0.030$, $P = 0.863$; $\chi^2 = 0.051$, $P = 0.821$; $\chi^2 = 0.018$, $P = 0.893$)。两组白细胞计数、淋巴细胞及中性粒细胞百分比、C 反应蛋白差异无统计学意义($t = 1.610$, $P = 0.109$; $t = 0.261$, $P = 0.795$; $t = -0.572$, $P = 0.568$; $t = -0.208$, $P = 0.779$, 表 1)。

2. 胸部高分辨 CT 诊断及其它征象

两组 CT 诊断分型差异具有统计学意义($Z = -6.330$, $P < 0.001$)。两组病变分布($\chi^2 = 14.146$, $P < 0.001$)、GGO 形态($\chi^2 = 5.574$, $P = 0.018$)、累及肺叶

表 1 COVID-19 肺炎及非 COVID-19 肺炎患者的临床特征

一般资料	阳性 (n=203)	阴性 (n=50)	χ^2 值/ <i>t</i> 值	<i>P</i>
基本信息				
性别			0.081	0.776
男	102(50.2%)	24(48.0%)		
女	101(49.8%)	26(52.0%)		
年龄	46.53±15.34	40.66±19.63	-1.972	0.053
流行病学史			0.002	0.966
有	113(55.7%)	28(56.0%)		
无	90(44.3%)	22(44.0%)		
临床及实验室检查				
发病时间	5.62±5.17	5.74±5.20	0.136	0.892
症状				
发热			0.083	0.773
是	166(81.8%)	40(80.0%)		
否	37(18.2%)	10(20.0%)		
咳嗽			0.030	0.863
是	88(43.3%)	21(42%)		
否	115(56.7%)	29(58%)		
腹泻			0.051	0.821
是	14(6.9%)	3(6.0%)		
否	189(93.1%)	47(94.0%)		
呼吸困难			0.018	0.893
是	9(4.4%)	2(4.0%)		
否	194(95.6%)	48(96.0%)		
白细胞计数($\times 10^9/L$)	5.43±2.26	6.03±2.60	1.610	0.109
淋巴细胞百分比(%)	24.83±11.45	25.3±11.88	0.261	0.795
中性粒细胞百分比(%)	65.95±12.94	64.78±13.00	-0.572	0.568
C-反应蛋白(mg/L)	25.67±32.36	24.30±23.11	-0.208	0.779

数量($t = -4.778, P < 0.001$)、是否伴淋巴结肿大($\chi^2 = 14.693, P < 0.001$)、血管增粗($\chi^2 = 18.640, P < 0.001$)、树芽征($\chi^2 = 38.551, P < 0.001$)、支气管管壁增厚($\chi^2 = 45.984, P < 0.001$)及间质增厚($\chi^2 = 4.751, P = 0.029$)差异具有统计学意义(表 2)。两组病变密度($\chi^2 = 0.112, P = 0.738$)、GGO 数量($\chi^2 = 0.598, P = 0.585$)、是否伴支气管扩张($\chi^2 = 1.362, P = 0.243$)、病变累及肺叶分布($\chi^2 = 0.854, P = 0.868$)差异无统计学意义(表 2)。

3. 逻辑回归

逻辑回归分析三种模式都有较好的预测诊断效能。模式 1 诊断敏感度为 95.6%, 特异度为 34.0%, 符合率为 83.4%; 模式 2 诊断敏感度为 96.0%, 特异度为 48.9%, 符合率为 87.0%; 模式 3 诊断敏感度为 95.2%, 特异度为 32.7%, 符合率为 82.2%。三种模式的 AUC 分别为 0.768、0.895 和 0.812(表 3, 图 5)。

讨 论

笔者对经病毒核酸检测确诊的 253 例 COVID-19 疑似患者(阳性组 203 名, 阴性组 50 名)胸部高分辨 CT 结果依据 RSNA 推荐的 COVID-19 结构化报告进行 CT 诊断分型和 CT 征象评价, 并以 CT 诊断分型为基础与 CT 征象、流行病学史、临床表现、实验室检查结果组合建立三种预测模型。结果发现 CT 诊断分型能够较为准确地区分 COVID-19 与非 COVID-19 肺炎, 但是特异度较差。与结合临床表现、流行病史和实验室检查信息相比, 结合 CT 征象能够更显著地提高

表 2 COVID-19 肺炎及非 COVID-19 肺炎患者的胸部 CT 特征

CT 特征	阳性 (n=203)	阴性 (n=50)	χ^2 值/ <i>t</i> 值/ <i>Z</i> 值	<i>P</i> 值
病变分布			14.146	<0.001 **
外周分布	121(59.6%)	15(30.0%)		
非外周分布	82(40.4%)	35(70.0%)		
病变密度			0.112	0.738
纯 GGO/GGO 为主	123(60.6%)	29(58.0%)		
纯实变/实变为主	80(39.4%)	21(42.0%)		
GGO 数量			0.598	0.585
单发	18(9.0%)	6(12.8%)		
多发	181(91.0%)	41(87.2%)		
GGO 形态			5.574	0.018 *
类圆形	59(29.6%)	6(12.8%)		
非圆形	140(70.4%)	41(87.2%)		
血管增粗			18.640	<0.001 **
否	102(50.2%)	42(84.0%)		
是	101(49.8%)	8(16.0%)		
支气管扩张			1.362	0.243
无	83(40.9%)	25(50.0%)		
有	120(59.1%)	25(50.0%)		
小叶中心结节/树芽征			38.551	<0.001 **
否	197(97.0%)	35(70.0%)		
是	6(3.0%)	15(30.0%)		
支气管管壁增厚			45.984	<0.001 **
否	198(97.5%)	34(68.0%)		
是	5(2.5%)	16(32.0%)		
间质增厚			4.751	0.029 *
无	139(68.5%)	42(84.0%)		
有	64(31.5%)	8(16.0%)		
病变累及肺叶分布			0.854	0.868
上	30(14.8%)	6(12.0%)		
中	14(6.9%)	5(10.0%)		
下	126(62.1%)	31(62.0%)		
随机	33(16.3%)	8(16.0%)		
总累及肺叶数量	3.59±1.57	2.40±1.65	-4.778	<0.001 **
淋巴结肿大			14.693	<0.001 **
否	184(90.6%)	35(70.0%)		
是	19(9.4%)	15(30.0%)		
CT 诊断分型			-6.330	<0.001 **
典型	111(54.7%)	7(14.0%)		
不确定	83(40.9%)	26(52.0%)		
非典型	9(4.4%)	17(34.0%)		

表 3 三种模式的逻辑回归表现及曲线下面积

诊断模式	敏感度	特异度	符合率	AUC
模式 1	95.6%	34.0%	83.4%	0.768
模式 2	96.0%	48.9%	87.0%	0.895
模式 3	95.2%	32.7%	82.2%	0.812

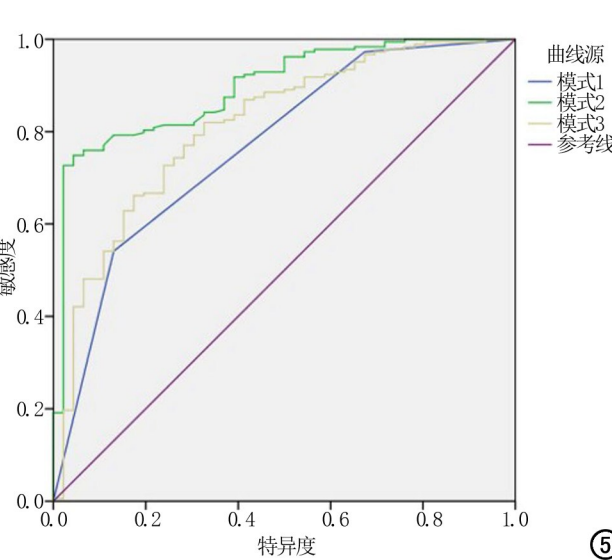


图 5 三种模式诊断的 ROC 曲线图。模式 2 的 AUC 最大, 为 0.895。模式 1 和 3 的 AUC 分别为 0.768 和 0.812。

诊断准确性,特别是能够较为显著地提高诊断特异度。

1. 临床信息及实验室检查差异

本研究显示 COVID-19 阳性患者的基本信息(性别、年龄)、流行病学史、发病时间、症状及实验室检查(白细胞计数、淋巴细胞百分比、中性粒细胞百分比、C-反应蛋白)与阴性患者之间差异没有统计学意义。这与既往研究结果基本一致^[11-13]。但是,既往研究显示 COVID-19 阳性患者较阴性患者白细胞计数明显减低^[11],并且白细胞的下降程度与疾病的严重程度具有相关性^[14],而本研究中未发现显著差异。这可能一方面由于本研究中 COVID-19 重症病例较少,所以整体白细胞下降不够显著。另一方面,笔者发现本研究中阴性组白细胞计数均值为 $6.03 \times 10^9/L$,并没有明显升高,所以本研究非 COVID-19 患者组中可能存在较多支原体肺炎或其它病毒性肺炎等白细胞升高不明显的肺炎,而细菌性肺炎等导致白细胞计数显著升高的患者比例较低,因而最终两组白细胞计数为未见显著差异。

2. 胸部高分辨 CT 诊断分型与 CT 征象差异

在 CT 表现上,结果显示 COVID-19 较非 COVID-19 肺炎累及更多肺叶,说明 COVID-19 肺炎有更广泛的肺部损伤,这提示 COVID-19 引发的肺炎可能有更严重的临床进程。并且,已有研究证实,胸部 CT 所示肺部受累范围与患者肝损伤的严重程度相关^[15]。因此,在 CT 诊断报告中增加对病变累及范围的定量或半定量描述,可能有助于辅助临床抉择。另外,笔者发现 COVID-19 较非 COVID-19 肺炎更易表现为外周分布,类圆形的 GGO 病灶更为常见,GGO 内亦更容易观察到血管增粗,病变更容易表现为间质增厚。而非 COVID-19 肺炎较 COVID-19 肺炎更容易表现为小叶中心性结节/树芽征和支气管管壁增厚。淋巴结肿大在 COVID-19 肺炎较非 COVID-19 肺炎更为罕见。这些结果与前期研究发现基本一致^[9,16-19]。

根据 RSNA 推荐^[10],笔者将具有肺炎表现的患者分为典型、不确定和非典型三类,CT 诊断分型在阳性组和阴性组之间具有显著差异,因此该报告模式能够对 COVID-19 和非 COVID-19 肺炎进行一定区分,具有一定临床应用价值。

3. 逻辑回归分析

为了进一步评价 CT 诊断分型的临床应用价值,笔者对 CT 诊断分型、CT 征象及其它临床表现进行逻辑回归分析,结果显示,仅凭 CT 诊断分型已能够较为准确地预测 COVID-19 和非 COVID-19,但是特异性较低,这与前期对于胸部 CT 诊断 COVID-19 价值的研究结果相近^[6,19,21]。结合 CT 征象以后,诊断的敏感度和特异度都有一定提升,特别是诊断特异度的改

善尤为显著,而结合临床、流行病学史和实验室检查并不能提高诊断的敏感度和特异度。ROC 分析结果也显示 CT 征象能够更为显著地提高诊断准确性。Sun 等^[11]采用患者基本信息、流行病学史、临床表现、影像检查和实验室检查结果进行逻辑回归分析,对 COVID-19 诊断结果进行预测,结果显示是否添加影像检查结果对于模型预测的准确性无影响。该研究中,影像检查纳入参数仅为“是否有肺炎表现”,而未对 COVID-19 影像诊断进行分类,且无 COVID-19 肺炎 CT 特征征象的区分。本研究基于 COVID-19 胸部 CT 特征表现将影像结果进行分型,结果显示 CT 诊断分型对于 COVID-19 的预测具有一定价值,而结合 CT 征象可进一步提高诊断准确性。另外,本研究与 Sun 等^[11]研究结果不一致也可能与患者构成比的差异有关,本组研究对象来源于疫情高发区,因此阳性患者比例较高,而 Sun 等得研究对象阴性组比例明显高于阳性组。

本研究结果显示,在疫情爆发地区,COVID-19 胸部 CT 诊断分型能够较为准确地对患者进行分类,为临床提供补充信息。同时,笔者还发现,在诊断分型的基础上,重视观察 CT 征象能够进一步提高诊断准确率。临床应用 COVID-19 胸部 CT 结构化报告能够提高影像诊断和医师沟通效率,影像科医生在掌握诊断分型的同时还要注意识别 COVID-19 的 CT 征象并正确理解他们在诊断中的价值。

COVID-19 胸部 CT 结构化报告能较为准确地预测 COVID-19 肺炎,具有较高的敏感性,但是缺乏特异性,结合其他 CT 征象能够进一步提高诊断准确性,特别是提高诊断特异性。

参考文献:

- [1] Rubin GD, Ryerson CJ, Haramati LB, et al. The role of chest imaging in patient management during the COVID-19 pandemic: a multinational consensus statement from the Fleischner Society [J]. Chest, 2020, 158(1): 106-116.
- [2] 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, 296(2): E32-E40.
- [3] Jeffrey PK, Brent PL, Jonathan HC, et al. Essentials for radiologists on COVID-19: an update—radiology scientific expert panel [J]. Radiology, 2020, 296(2): E113-E114.
- [4] Koo HJ, Lim S, Choe J, et al. Radiographic and CT features of viral pneumonia [J]. Radiographics, 2018, 38(3): 719-739.
- [5] Franquet T. Imaging of pulmonary viral pneumonia [J]. Radiology, 2011, 260(1): 18-39.
- [6] Pan F, Ye T, Sun P, et al. Time course of lung changes on chest CT during recovery from 2019 novel coronavirus (COVID-19) pneumonia [J]. Radiology, 2020, 295(3): 715-721.
- [7] 李宝学, 蒋东, 田葵, 等. COVID-19 患者肺部 HRCT 影像学特点动态研究 [J]. 放射学实践, 2020, 35(4): 410-416.

- [8] Li Y, Xia L. Coronavirus disease 2019 (COVID-19): role of chest CT in diagnosis and management[J]. AJR, 2020, 214(6): 1280-1286.
- [9] Bai HX, Hsieh B, Xiong Z, et al. Performance of radiologists in differentiating COVID-19 from viral pneumonia on chest CT[J]. Radiology, 2020, 296(2): E46-E54.
- [10] Simpson S, Kay FU, Abbata S, et al. Radiological society of north America expert consensus statement on reporting chest CT findings related to COVID-19[J]. J Thorac Imaging, 2020, 35(4): 219-227.
- [11] Sun Y, Koh V, Marimuthu K, et al. Epidemiological and clinical predictors of COVID-19[J]. Clin Infect Dis, 71(15): 786-792.
- [12] Shi M, Chen L, Yang Y, et al. Analysis of clinical features and outcomes of 161 patients with severe and critical COVID-19[J]. J Clin Lab Anal, 2020: e23415.
- [13] Zhao D, Yao F, Wang L, et al. A Comparative study on the clinical features of coronavirus 2019 (COVID-19) pneumonia with other pneumonias[J]. Clin Infect Dis, 2020, 71(15): 756-761.
- [14] Chen J, Qi T, Liu L, et al. Clinical progression of patients with COVID-19 in Shanghai, China[J]. J Infect, 2020, 80(5): e1-e6.
- [15] Xie H, Zhao J, Lian N, et al. Clinical characteristics of Non-ICU hospitalized patients with coronavirus disease 2019 and liver injury: A retrospective study[J]. Liver Int, 2020, 40(6): 1321-1326.
- [16] Himoto Y, Sakata A, Kirita M, et al. Diagnostic performance of chest CT to differentiate COVID-19 pneumonia in non-high-epidemic area in Japan[J]. Jap J Radiol, 2020, 38(5): 400-406.
- [17] Wang H, Wei R, Rao G, et al. Characteristic CT findings distinguishing 2019 novel coronavirus disease (COVID-19) from influenza pneumonia[J]. Eur Radiol, 2020, 30(9): 4910-4917.
- [18] 胡瑞, 黄楠, 陈文, 等. 新型冠状病毒肺炎确诊与疑似患者的临床和胸部 CT 影像比较[J]. 中华放射学杂志, 2020, 54(5): 440-444.
- [19] 刘杰, 郭建辉, 梅笈, 等. 家族聚集性新型冠状病毒肺炎 (COVID-19) 临床及 CT 表现[J]. 放射学实践, 2020, 35(4): 437-439.
- [20] Fang Y, Zhang H, Xie J, et al. Sensitivity of chest CT for COVID-19: comparison to RT-PCR[J]. Radiology, 2020, 296(2): E115-E117.
- [21] 刘小玉, 谢元亮, 张树桐, 等. 肺部 CT 在新型冠状病毒感染性肺炎中的诊断价值[J]. 放射学实践, 2020, 35(4): 433-436.

(收稿日期: 2020-07-12 修改日期: 2020-08-31)