



新型冠状病毒奥密克戎变异株感染者胸部CT表现及动态变化

陈辉, 张紫欣, 陈七一, 李晶晶, 吕志彬, 薛明, 陈佳敏, 谢汝明, 关春爽

Imaging Features and Dynamic Changes of Chest Computed Tomography in Patients Infected with SARS-CoV-2 Omicron Variants

CHEN Hui, ZHANG Zixin, CHEN Qiyi, LI Jingjing, LYU Zhibin, XUE Ming, CHEN Jiamin, XIE Ruming, and GUAN Chunshuang

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.15953/j.ctta.2023.051>

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

CT检查在2019新型冠状病毒疫情中的作用

The Role of CT Examination in 2019 New Coronavirus Epidemic

CT理论与应用研究. 2021, 30(2): 217-224

新型冠状病毒肺炎患者胸部CT表现及影像学评分

Manifestations of Chest CT and Imaging Scores in Patients with the Novel Coronavirus Pneumonia

CT理论与应用研究. 2020, 29(5): 551-558

新型冠状病毒肺炎临床表现及CT影像学分析

Clinical Manifestations and CT Imaging Analysis of Corona Virus Disease 2019

CT理论与应用研究. 2021, 30(4): 525-532

新型冠状病毒肺炎的X线及CT表现

X-ray and CT Features of Novel Coronavirus Pneumonia

CT理论与应用研究. 2020, 29(2): 147-154

新型冠状病毒肺炎的临床特征及CT影像表现

Clinical Features and CT Imaging Findings of Patients with Corona Virus Disease-19

CT理论与应用研究. 2020, 29(2): 155-162

新型冠状病毒肺炎临床与胸部CT表现

Novel Coronavirus Pneumonia: Clinical and Chest CT Findings

CT理论与应用研究. 2020, 29(3): 295-302



关注微信公众号, 获得更多资讯信息

陈辉, 张紫欣, 陈七一, 等. 新型冠状病毒奥密克戎变异株感染者胸部 CT 表现及动态变化[J]. CT 理论与应用研究, 2023, 32(3): 313-322. DOI:10.15953/j.ctta.2023.051.

CHEN H, ZHANG Z X, CHEN Q Y, et al. Imaging Features and Dynamic Changes of Chest Computed Tomography in Patients Infected with SARS-CoV-2 Omicron Variants[J]. CT Theory and Applications, 2023, 32(3): 313-322. DOI:10.15953/j.ctta.2023.051. (in Chinese).

新型冠状病毒奥密克戎变异株感染者 胸部 CT 表现及动态变化

陈辉^a, 张紫欣^a, 陈七一^a, 李晶晶^a, 吕志彬^a,
薛明^a, 陈佳敏^b, 谢汝明^a, 关春爽^a

首都医科大学附属北京地坛医院 a) 放射科; b) 病理科, 北京 100015

摘要: 目的: 探讨新型冠状病毒奥密克戎 (Omicron) 变异株感染者胸部 CT 表现及短期动态变化。方法: 纳入 2022 年 11 月至 2023 年 1 月在北京地坛医院确诊的 200 例新型冠状病毒 Omicron 变异株感染者, 根据临床分型分为轻型组、中型组和重型/危重型组, 回顾性分析其临床、实验室和胸部 CT 资料。结果: 200 例新型冠状病毒 Omicron 变异株感染者中, 临床表现以发热、咳嗽、咽痛、乏力为主。轻型组与中型组之间、轻型组与重型/危重型组之间外周血白细胞计数值比较差异有统计学意义。轻型组与中型组之间、轻型组与重型/危重型组之间红细胞沉降率值比较差异有统计学意义。轻型组病变以胸膜下分布为主 (53.6%), 中型组 (77.9%) 和重型/危重型组 (88.9%) 病变以混合型分布为主。铺路石征在轻型组和重型/危重型组之间、轻型组和中型组之间差异有统计学意义。支气管充气征在 3 组之间差异均有统计学意义。发病与首次胸部 CT 不同间隔时间内磨玻璃密度影 (GGO) 的出现频率均最高, 间隔时间大于 4d 的患者肺内 GGO 伴实变/实变、支气管充气征的比例逐渐增加。铺路石征在间隔时间 5~9d 内出现比例最高 (95.4%), 之后比例下降。间隔时间 ≥ 14 d 的患者肺内索条影出现频率、胸膜增厚及胸腔积液的比例增加。GGO、GGO 伴铺路石征、GGO 伴实变或实变和索条出现的中位时间为 4d (2d, 7d)、9d (7d, 11d), 13d (10d, 16d) 和 16d (13d, 19d)。结论: 胸部 CT 能够反映新型冠状病毒 Omicron 变异株感染者病变分布、病变形态和动态影像发展和转归, 有助于临床治疗决策的制定和疗效评价。

关键词: 新型冠状病毒感染; 奥密克戎变异株; 胸部; 计算机断层扫描; 核酸检测

DOI:10.15953/j.ctta.2023.051 中图分类号: R814; R563.1 文献标识码: A

新型冠状病毒肺炎 (coronavirus disease 2019, COVID-19) 已成为全球重大公共卫生事件, 自 SARS-CoV-2 大流行开始以来, 世界卫生组织已经宣布了 5 种变异株^[1]。奥密克戎 (Omicron) 变异株是继德尔塔 (Delta) 变异株之后的全球优势毒株, 于 2021 年 11 月在南非首次发现^[2]。

本研究收集首都医科大学附属北京地坛医院收治的 200 例新型冠状病毒 Omicron 变异株感染者的临床及影像资料, 回顾性分析并探讨新型冠状病毒 Omicron 变异株感染者的 CT 影像表现及动态变化特点, 旨在提高对新型冠状病毒 Omicron 变异株感染者影像的诊断水平, 为临床治疗及评价治疗效果提供影像依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料

回顾性分析 2022 年 11 月 8 日至 2023 年 1 月 13 日在北京地坛医院确诊的 200 例新型冠状病毒 Omicron 变异株感染者的临床及影像资料。

纳入标准: ① 成年患者 (≥ 18 岁); ② 新型冠状病毒感染者; ③ 根据国家卫生健康委员会《新型冠状病毒感染诊疗方案 (试行第十版)》^[3] 确诊为 COVID-19, 经实时逆转录聚合酶链反应 (RT-PCR)

收稿日期: 2023-03-13。

基金项目: 基于胸部 CT 影像用于 COVID-19 肺内病变自动量化评估模型的优化研究 (2020-TG-001)。

基因组测序诊断为 Omicron 变异株感染。④ 胸部薄层 CT 上有新型冠状病毒感染表现。排除标准：合并其他肺部感染或肺肿瘤的患者。根据患者临床分型分为：轻型组、中型组、重型/危重型组。

1.2 方法

1.2.1 CT 检查

采用联影 uCT 710 方舱 CT 扫描仪。患者仰卧位，头先进，手臂抬起，进行吸气后屏气扫描，范围从胸廓入口至肺底。

扫描参数：管电压 120 kV，自动管电流，层厚 5 mm，层间距 5 mm，视野 (field of view, FOV) 500 mm × 500 mm，矩阵 512 × 512。采用肺重建算法重建 1 mm 薄层 CT。

1.2.2 图像分析

由两位胸部影像诊断医师 (工作年限分别为 5 年和 15 年) 在影像工作站 (picture archiving and communication system, PACS) 对每一患者入院后首次和复查胸部 CT 进行分析，出现分歧时由第 3 位高年资诊断医师决定。

胸部 CT 分析包括：① 分布，病灶位于右肺上、中、下叶或左肺上叶、下叶；病灶分为胸膜下分布、中央型分布和混合分布，肺的外 1/3 分布定义为胸膜下分布，其余分布定义为中央型分布，两者均有分布定义为混合分布^[4]。② 征象，包括磨玻璃密度影 (ground glass opacity, GGO)、GGO 伴实变、实变影、支气管充气征、索条、胸膜增厚、胸腔积液和纵隔淋巴结增大等。③ 病变形态，包括类圆形、不规则形和扇形 (图 1)。

1.2.3 实验室检查

收集新型冠状病毒 Omicron 变异株感染者入院后 7 d 内外周血白细胞计数值、淋巴细胞计数值、C-反应蛋白值、红细胞沉降率值、白细胞介素-6 值、降钙素原值及鼻咽拭子核酸检测所得循环阈值 (cycle threshold, Ct 值) 等实验室检查资料。

1.3 统计学方法

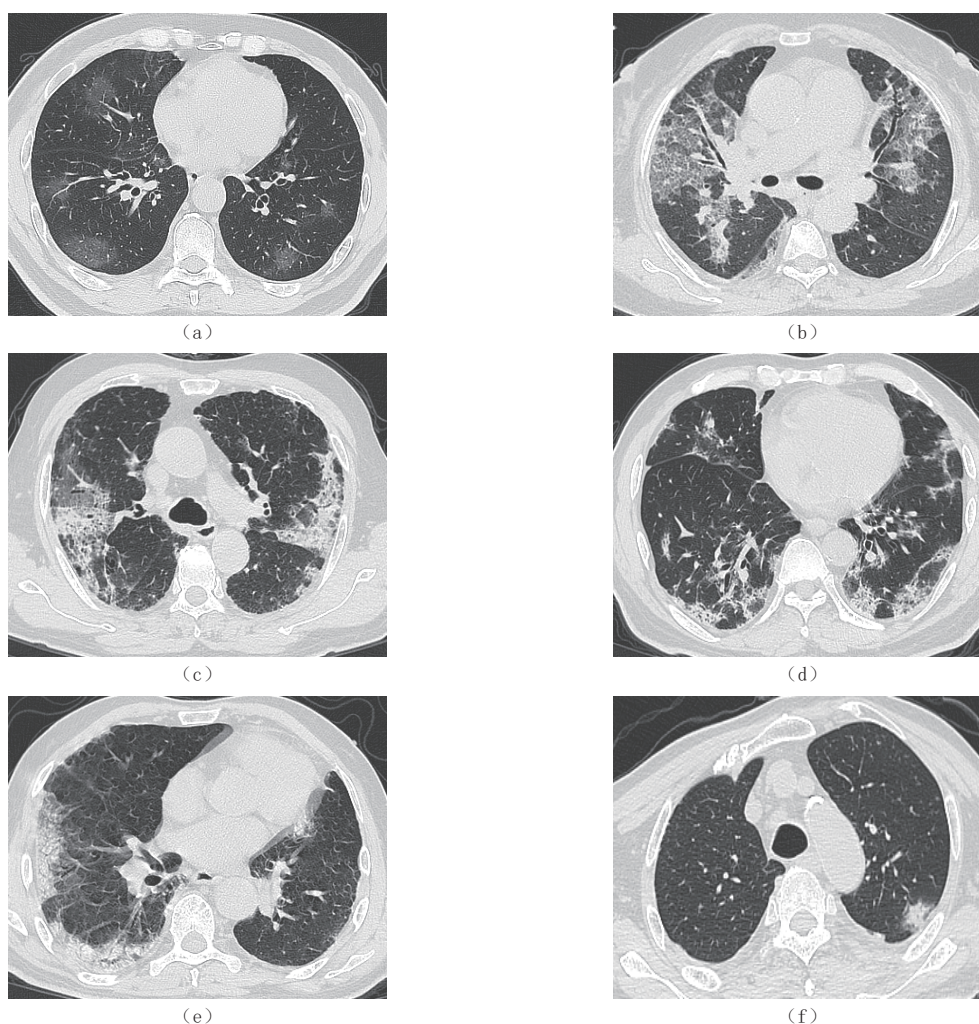
应用 SPSS 25.0 软件进行统计学分析。计数资料以例 (%) 表示，组间比较采用 χ^2 检验。计量资料符合正态分布的资料采用 $(\bar{x} \pm s)$ 表示，组间比较采用单因素方差分析 (one-way ANOVA)；不符合正态分布的资料采用中位数 (25%, 75%) 或中位数和四分位数间距 $M(Q)$ 表示，组间比较采用 Kruskal-Wallis H 检验，以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 临床表现

200 例新型冠状病毒 Omicron 变异株感染者中，男性 119 例，女性 81 例，年龄 28~100 岁，中位年龄 76 岁。轻型组 35 例、中型组 109 例及重型/危重型组 56 例，3 组平均年龄分别为 (74.029 ± 16.937) 岁、 (73.110 ± 13.117) 岁和 (74.839 ± 11.981) 岁，3 组之间没有统计学差异 (表 1)。轻型 35 例，中型 109 例，重型 52 例，危重型 4 例。185 例有基础疾病，包括：高血压 121 例、糖尿病 85 例、冠心病/心肌梗死 48 例、肾功能不全 26 例、肝炎/肝硬化 10 例、其他系统恶性肿瘤 20 例、支气管炎 4 例等。死亡患者 7 例，其中，中型组 2 例，重型/危重型组 5 例。

重型/危重型组的发热比例 (96.4%) 高于轻型组 (48.6%) 和中型组 (86.2%)，其中，轻型组与重型/危重型组之间、轻型组与中型组之间的发热比例差异有统计学意义。中型组的咳嗽、咳痰比例 (83.5%) 高于轻型组 (48.6%) 和重型/危重型组 (75.0%)，其中，轻型组与重型/危重型组之间、轻型组与中型组之间咳嗽/咳痰比例差异有统计学意义。其他临床表现在各组间差异无统计学意义 (表 1)。



注：(a) 男性，66 岁，发病到 CT 检查时间为 4 d，双肺多发混合分布的类圆形 GGO；(b) 男性，68 岁，发病到 CT 检查时间为 11 d，双肺上叶及右肺下叶见混合分布的扇形 GGO 伴铺路石征，内可见支气管充气征，邻近胸膜略增厚；(c) 男性，77 岁，发病到 CT 检查时间为 15 d，双肺混合分布的扇形磨玻璃密度影伴部分实变，内可见支气管充气征，邻近肋胸膜增厚；(d) 男性，60 岁，发病到 CT 检查时间为 17 d，双肺混合分布的不规则形实变影伴索条，邻近肋胸膜增厚；(e) 男性，72 岁，发病到 CT 检查时间为 16 d，右肺下叶胸膜下可见不规则实变伴索条影；(f) 男性，76 岁，发病到 CT 检查时间为 11 d，左肺上叶尖后段胸膜下见类圆形实变影。

图 1 新型冠状病毒奥密克戎变异株感染者胸部 CT 征象

Fig.1 Chest CT images of patients infected with SARS-CoV-2 Omicron variant strains

2.2 实验室检查

轻型组与中型组之间、轻型组与重型/危重型组之间外周血白细胞计数值比较差异有统计学意义。轻型组与中型组之间、轻型组与重型/危重型组之间红细胞沉降率值比较差异有统计学意义。C-反应蛋白值、淋巴细胞计数值、白细胞介素-6 值、降钙素原值在 3 组之间差异无统计学意义。轻型组与中型组、轻型组与重型/危重型组之间核酸检测 ORF1 ab 基因和 N 基因的 Ct 值差异均存在统计学意义 (表 2)。

2.3 影像表现

2.3.1 首次胸部 CT 检查的影像学特点

轻型组、中型组和重型/危重型组中从患者发病与入院后首次 CT 检查之间的时间间隔平均分别

为 3.8 d、9.7 d 及 11.0 d。200 例患者中，首次胸部 CT 表现正常有 14 例（7.0%，14/200），包括：轻型组 7 例（20.0%，7/35）、中型组 5 例（4.6%，5/109）和重型/危重型组 2 例（3.6%，2/56）。首次胸部 CT 表现异常的患者中，轻型组以胸膜下分布为主（53.6%），中型组（77.9%）和重型/危重型组（88.9%）病变以混合型分布为主，3 组中均无单纯中央型分布。

受累肺叶数量中，轻型组 0~4 个肺叶受累比例较中型组和重型/危重型组高，中型组受累比例较重型/危重型组高；重型/危重型组 5 个肺叶受累比例较轻型组和中型组高。病变受累肺叶以双肺下叶为主，重型/危重型组中其余肺叶受累比例较轻型组、中型组高。两肺受累侧别中，3 组均以两肺受累为主，重型/危重型组占比最高（100.0%）（表 3）。

形态上，不规则形在 3 组中占比均最高，其次，类圆形在轻型组和中型组中所占比例高于扇形，扇形在重型/危重型组所占比例高于类圆形。影像征象上，GGO 在 3 组中所占比例均最高，其次为铺路石征、GGO 伴实变或实变、支气管充气征、胸腔积液、胸膜增厚和索条。其中，铺路石征在轻型组和重型/危重型组之间、轻型组和中型组之间差异有统计学意义。支气管充气征在轻型组和重型/危重型组之间、中型组和重型/危重型组之间以及轻型组和中型组之间差异均有统计学意义。其余征象 3 组间差异无统计学意义（表 4）。

所纳入患者纵隔淋巴结均未见明显肿大。按照发病与首次胸部 CT 不同间隔时间分析，间隔时间处于 5~9 d 内的患者比例最大（32.5%），其次为 ≤4 d（27.0%）。GGO 在各间隔时间内出现频率均最高，≤4 d 的患者肺内病变 GGO 伴实变/实变比例最小（37.0%），间隔时间大于 4 d 的患者肺内 GGO 伴实变/实变、支气管充气征的比例逐渐增加。铺路石征在间隔时间 5~9 d 内出现比例最高（95.4%），之后比例下降。间隔时间 ≥14 d 的患者肺内索条影出现频率、胸膜增厚及胸腔积液的比例增加（表 5）。

表 1 新型冠状病毒奥密克戎变异株感染者一般资料和临床表现
Table 1 General data and clinical manifestations of patients infected with SARS-CoV-2 omicron variants

| 临床表现 | 组别 | | | 统计检验 | |
|---------|-----------|------------|--------------|----------|----------|
| | 轻型/例 (%) | 中型/例 (%) | 重型/危重型/例 (%) | χ^2 | <i>P</i> |
| 人数 | 35 | 109 | 56 | | |
| 性别 | | | | | |
| 男 | 15 (42.9) | 58 (53.2) | 44 (78.6) | 14.076 | 0.001 |
| 女 | 20 (57.1) | 51 (46.8) | 12 (21.4) | | |
| 发热 | 17 (48.6) | 94 (86.2) | 54 (96.4) | 36.487 | 0.001 |
| 咳嗽/咳痰 | 17 (48.6) | 91 (83.5) | 42 (75.0) | 17.225 | 0.001 |
| 咽痛 | 5 (14.3) | 37 (33.9) | 14 (25.0) | 5.426 | 0.066 |
| 乏力 | 6 (17.1) | 37 (33.9) | 20 (35.7) | 4.106 | 0.128 |
| 肌肉酸痛 | 6 (17.1) | 27 (24.8) | 12 (21.4) | 0.935 | 0.627 |
| 畏寒/寒战 | 4 (11.4) | 26 (23.9) | 15 (26.8) | 3.165 | 0.205 |
| 鼻塞、流涕 | 1 (2.9) | 23 (21.1) | 7 (12.5) | 7.267 | 0.026 |
| 头痛 | 0 (0.0) | 9 (8.3) | 5 (8.9) | 3.380 | 0.211 |
| 呼吸困难/喘憋 | 2 (5.7) | 22 (20.2) | 11 (19.6) | 4.089 | 0.129 |
| 恶心/呕吐 | 3 (8.6) | 7 (6.4) | 1 (1.8) | 2.404 | 0.308 |
| 腹泻 | 2 (5.7) | 8 (7.3) | 5 (8.9) | 0.347 | 0.874 |
| 嗅觉异常 | 1 (2.9) | 6 (5.5) | 1 (1.8) | 1.131 | 0.695 |
| 味觉异常 | 1 (2.9) | 8 (7.3) | 2 (3.6) | 1.147 | 0.581 |
| 合并基础疾病 | 32 (91.4) | 100 (91.7) | 53 (94.6) | 0.567 | 0.815 |

2.3.2 复查胸部 CT 表现的动态变化

根据患者入院后病情变化进行胸部 CT 复查，轻型组共进行胸部 CT 检查 95 次，平均 2.7 次；中

型组共进行胸部 CT 检查 334 次, 平均 3.1 次; 重型/危重型共进行胸部 CT 检查次数 200 次, 平均 3.6 次。影像征象出现的中位时间不等, GGO 出现的中位时间为 4 d (2 d, 7 d), GGO 伴铺路石征、GGO 伴实变或实变和索条出现的中位时间分别为 9 d (7 d, 11 d), 13 d (10 d, 16 d) 和 16 d (13 d, 19 d) (图 2)。但有 6 例患者出现两肺病灶部分吸收、部分进展的表现。

表 2 新型冠状病毒奥密克戎变异株感染者组间实验室检查比较
Table 2 Comparison of inflammatory markers and CT values of nucleic acid in patients infected with SARS-CoV-2 omicron variants between mild, moderate group and severe/critical groups

| 实验室指标 | 组别 | | | 统计检验 | |
|-------------------------------|---------------------|---------------------|---------------|--------|-------|
| | 轻型 | 中型 | 重型/危重型 | H | P |
| C-反应蛋白值/(mg/L) | 33.900 (19.8) | 46.900 (22.9) | 55.200 (22.7) | 4.766 | 0.092 |
| 外周血白细胞计数值/($\times 10^9/L$) | 4.380 (3.4) | 10.904 (4.2) | 6.235 (4.3) | 7.771 | 0.008 |
| 淋巴细胞计数值/($\times 10^9/L$) | 0.750 (0.6) | 0.920 (0.6) | 0.725 (0.5) | 5.970 | 0.054 |
| 红细胞沉降率值/(mm/h) | 23.000 (11.0) | 38.500 (16.0) | 42.0 (32.0) | 21.448 | 0.001 |
| 白细胞介素-6 值/(pg/mL) | 53.776 (30.7) | 35.920 (29.3) | 29.265 (17.0) | 0.646 | 0.724 |
| 降钙素原值/(ng/mL) | 0.050 (0.1) | 0.050 (0.1) | 0.060 (0.1) | 0.466 | 0.792 |
| ORF1ab 基因 | 24.764 \pm 5.519* | 28.966 (26.1) | 28.966 (26.2) | 20.860 | 0.001 |
| N 基因 | 24.289 \pm 5.748* | 29.098 \pm 5.216* | 28.387 (26.2) | 17.886 | 0.001 |

注: *—轻型 ORF1ab 基因及 N 基因组、中型 N 基因组为正态分布资料, 其余均为非正态分布资料。

表 3 新型冠状病毒奥密克戎变异株感染者首次胸部 CT 肺内病变分布
Table 3 Distribution of lung lesions in patients infected with SARS-CoV-2 omicron variants on the first chest CT

| 病变分布 | 组别 | | | 统计检验 | | |
|----------|----------|-----------|--------------|------------|--------|-------|
| | 轻型/例 (%) | 中型/例 (%) | 重型/危重型/例 (%) | χ^2 | P | |
| 病灶分布 | 胸膜下分布 | 15 (53.6) | 23 (22.1) | 6 (11.1) | 18.717 | 0.001 |
| | 中央型分布 | 0 | 0 | 0 | | |
| | 混合分布 | 13 (46.4) | 81 (77.9) | 48 (88.9) | 18.717 | 0.001 |
| 病灶累及肺叶数量 | 0 | 7 (20.0) | 5 (4.6) | 2 (3.6) | 8.579 | 0.009 |
| | 1 | 4 (11.4) | 3 (2.8) | 0 (0.0) | 6.799 | 0.016 |
| | 2 | 5 (14.3) | 8 (7.3) | 0 (0.0) | 8.100 | 0.010 |
| | 3 | 5 (14.3) | 4 (3.7) | 3 (5.4) | 4.709 | 0.086 |
| | 4 | 4 (11.4) | 12 (11.0) | 3 (5.4) | 1.595 | 0.460 |
| | 5 | 10 (28.6) | 77 (70.6) | 48 (85.7) | 33.137 | 0.001 |
| 受累肺叶 | 右肺上叶 | 23 (65.7) | 94 (86.2) | 53 (94.6) | 14.425 | 0.001 |
| | 右肺中叶 | 19 (54.3) | 91 (83.5) | 52 (92.9) | 21.783 | 0.001 |
| | 右肺下叶 | 27 (77.1) | 102 (93.6) | 55 (98.2) | 11.305 | 0.002 |
| | 左肺上叶 | 19 (54.3) | 95 (87.2) | 55 (98.2) | 33.024 | 0.001 |
| | 左肺下叶 | 24 (68.6) | 105 (96.3) | 55 (98.2) | 22.727 | 0.001 |
| 两肺受累侧别 | 双侧 | 23 (82.1) | 96 (92.3) | 54 (100.0) | 15.818 | 0.001 |
| | 单侧 | 5 (17.9) | 8 (7.7) | 0 (0.0) | 8.100 | 0.010 |

3 讨论

3.1 流行病学特点及主要症状

有研究显示, Omicron 变异株的毒性较 Delta 变异株小, 导致重症的比例少^[5-6]。在本研究中重症及危重症的比例高于轻型, 可能是由于我院作为重症及危重症患者收治的定点医院, 患者中重症

比例相对增高。

本研究中患者的主要临床症状为发热、咳嗽咳痰、咽痛、乏力等，与既往研究一致^[7]，其中重型/危重症组发热比例最高。Omicron 变异株感染者中合并基础疾病的比例较高（92.5%），其中重型/危重症组（94.6%）合并基础疾病比例较轻型组（91.4%）、中型组（91.7%）高，以高血压、糖尿病为主。

表 4 新型冠状病毒奥密克戎变异株感染者首次 CT 肺内病变影像特征
Table 4 Imaging features of pulmonary lesions in patients infected with SARS-CoV-2 omicron variants on the first chest CT

| 影像征象 | 合计/例 (%) | 组别 | | | 统计检验 | |
|-------------|------------|-----------|------------|-----------|----------|----------|
| | | 轻型 | 中型 | 重型/危重症 | χ^2 | <i>P</i> |
| 类圆形 | 45 (22.5) | 5 (14.3) | 28 (25.7) | 12 (21.4) | 1.150 | 0.563 |
| 扇形 | 46 (23.0) | 7 (20.0) | 22 (20.2) | 16 (29.6) | 1.404 | 0.496 |
| 不规则形 | 95 (47.5) | 16 (57.1) | 54 (49.5) | 26 (46.4) | 0.606 | 0.738 |
| GGO* | 183 (91.5) | 27 (77.1) | 103 (94.5) | 53 (94.6) | 1.679 | 0.553 |
| 铺路石征 | 165 (82.5) | 18 (51.4) | 96 (88.1) | 51 (91.1) | 14.995 | 0.001 |
| GGO 伴实变/实变 | 89 (44.5) | 9 (25.7) | 49 (45.0) | 31 (55.4) | 4.768 | 0.092 |
| 支气管充气征 | 145 (72.5) | 9 (25.7) | 85 (78.0) | 51 (91.1) | 43.605 | 0.001 |
| GGO 内支气管充气征 | 133 (66.5) | 5 (14.3) | 82 (75.2) | 46 (82.1) | 47.262 | 0.001 |
| 实变内支气管充气征 | 76 (38.0) | 4 (11.4) | 43 (39.5) | 29 (51.8) | 11.879 | 0.003 |
| 索条 | 55 (27.5) | 6 (17.1) | 35 (32.1) | 14 (25.0) | 2.068 | 0.356 |
| 胸膜增厚 | 116 (58.0) | 20 (57.0) | 57 (52.0) | 39 (70.0) | 5.746 | 0.057 |
| 胸腔积液 | 60 (30.0) | 10 (28.6) | 34 (31.2) | 16 (28.6) | 0.333 | 0.847 |

注：*-GGO 代表磨玻璃密度影。

表 5 新型冠状病毒奥密克戎变异株感染者发病与首次 CT 不同间隔时间肺内病变影像特征
Table 5 Imaging features of pulmonary lesions at different intervals between onset of symptoms and the first CT scan in patients infected with SARS-CoV-2 omicron variants

| 影像征象/例 (%) | 组别 | | | | 统计检验 | |
|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|
| | ≤4d | 5~9d | 10~13d | ≥14d | χ^2 | <i>P</i> |
| 人数 | 54 (27.0) | 65 (32.5) | 36 (18.0) | 45 (22.5) | | |
| GGO* | 44 (81.5) | 63 (96.9) | 35 (97.2) | 43 (95.6) | 10.271 | 0.010 |
| 铺路石征 | 38 (70.4) | 62 (95.4) | 33 (91.7) | 40 (88.9) | 15.484 | 0.001 |
| GGO 伴实变/实变 | 20 (37.0) | 26 (40.0) | 18 (50.0) | 34 (75.6) | 17.912 | 0.001 |
| 支气管充气征 | 24 (44.4) | 48 (73.8) | 29 (80.6) | 44 (97.8) | 36.971 | 0.001 |
| GGO 内支气管充气征 | 21 (38.9) | 48 (73.8) | 29 (80.6) | 39 (86.7) | 32.112 | 0.001 |
| 实变内支气管充气征 | 9 (16.7) | 21 (32.3) | 29 (80.6) | 32 (71.1) | 52.410 | 0.001 |
| 索条 | 8 (14.8) | 16 (24.6) | 10 (27.8) | 19 (42.2) | 9.645 | 0.022 |
| 胸膜增厚 | 18 (33.3) | 20 (30.8) | 16 (44.4) | 38 (84.4) | 36.368 | 0.001 |
| 胸腔积液 | 10 (18.5) | 14 (21.5) | 12 (33.3) | 16 (35.6) | 5.385 | 0.146 |

注：*-GGO 代表磨玻璃密度影。

3.2 实验室检查结果及临床意义

炎性指标可辅助评估患者的疾病严重程度，本研究中轻型组与中型组之间、轻型组与重型/危重症组之间外周血白细胞计数值比较差异有统计学意义；轻型组与中型组之间、轻型组与重型/危重症组之间红细胞沉降率值比较差异有统计学意义，与既往的研究一致^[8-10]。

与其研究不同的是，本研究中 C-反应蛋白值、淋巴细胞计数值、白细胞介素-6 值、降钙素原

值在 3 组之间差异无统计学意义, 可能是由于与 Delta 变异株相比, Omicron 变异株与刺突蛋白受体结合能力较弱, 产生的免疫炎症反应较轻有关^[11-12]。

Ct 值指标可用来评估病毒载量, 并可能对疾病的预后和严重程度有一定的预测作用, 刘思阳等的研究^[13]显示, 重症患者较轻症者 Ct 值低, 重症患者体内病毒载量高于轻症患者, 高病毒载量的存在可能是患者症状加重的重要原因之一。

本研究中轻型组与中型组、轻型组与重型/危重型组之间核酸检测 ORF1 ab 基因和 N 基因的 CT 值差异均存在统计学差异, 与其不一致的是本研究中中型组与重型/危重型组的 CT 值略高于轻型组, 可能原因是与不同组患者从发病到来院就诊时间差异有关, 普通型组与重型/危重型组多为外院就诊治疗后转来我院治疗, 也可能与疫苗接种、样本数有关。

3.3 胸部 CT 特点

在患者首次胸部 CT 中, 病变形态上, 不规则形在 3 组中占比均最高。病变受累肺叶与病变严重程度成正比。病变分布上, 轻型组以胸膜下分布为主 (53.6%), 中型组 (77.9%) 和重型/危重型组 (88.9%) 以混合型分布为主。

Ito 等^[14]对 Omicron 变异株与 Delta 变异株胸部 CT 进行了比较, 结果显示 Omicron 变异株感染者肺内病变随机分布概率较 Delta 高, 外周分布较少, 与本研究基本一致。机制尚不清楚, 可能是由于 SARS-CoV-2 的主要靶细胞是肺泡 II 型上皮细胞, 而肺外周带的肺泡比中央区更丰富, 与 Delta 变异株相比, Omicron 变异株更容易在支气管上皮细胞中复制, 不易在肺泡中复制, 所以 Delta 比 Omicron 变异株更倾向于在胸膜下出现斑片状 GGO 的表现^[15-16]。

影像征象以 GGO 最常见 (91.5%), 其次为 GGO 伴铺路石征 (82.5%), GGO 伴实变/实变次之 (44.5%)。铺路石征提示肺间质网格状增粗, 肺间质受到病毒感染, 肺小血管内炎性物质渗出并逐渐形成纤维化^[17], 本研究中铺路石征在轻型组和重型/危重型组之间、轻型组和中型组之间差异有统计学意义, 说明重症/危重症中肺间质受累比例最高, 其次为中型组。

病毒感染后肺泡损伤伴肺泡腔内细胞性纤维粘液样渗出, 导致支气管内残留的气体显示为支气管充气征^[18], 本研究中支气管充气征在轻型组和重型/危重型组之间、中型组和重型/危重型组之间以及轻型组和中型组之间差异均有统计学意义, 说明重型/危重型组患者肺泡损伤比例最高, 其次为中型组和轻型组, 这与徐慧敏等^[10]的研究一致。

按照发病与首次胸部 CT 不同间隔时间分析胸部影像表现, 虽然 GGO 在各间隔时间内比例最高, 但 ≤ 4 d 内主要以单纯 GGO 表现为主, 实变出现频率较小, 而间隔时间大于 4 d 之后 GGO 伴实变/实变、支气管充气征的比例逐渐增加, GGO 多为实变或索条影的伴随表现, 说明病变进展。铺路石征在间隔时间 5~9 d 内出现比例最高 (95.4%), 之后比例下降, 可能是由于在 5~9 d 时肺间质受累迅速, 高峰期时肺泡腔完全充填, 表现为实变影, 吸收期时肺间质纤维化改变逐渐过渡到索条影^[19]。间隔时间 ≥ 14 d 的患者肺内索条影出现频率、胸膜增厚及胸腔积液的比例增加, 说明病变进入吸收期; 胸膜增厚的比例增加可能是由于胸膜下实变或索条累及局部胸膜, 造成局部反应性胸膜增厚, 胸腔积液在新型冠状病毒感染的影像中较少见, 但在合并基础病的患者中出现频率较高。

GGO 出现的中位时间为 4 d, GGO 伴铺路石征、GGO 伴实变或实变和索条出现的中位时间分别为 9 d、13 d 和 16 d, 提示 GGO 是 Omicron 感染者胸部 CT 的早期表现, 约 5~9 d 肺内病变处于进展期, 约 9~13 d 肺内病变逐渐实变进入达峰期, 16 d 左右出现索条影说明肺内病变进入吸收期, 与既往新

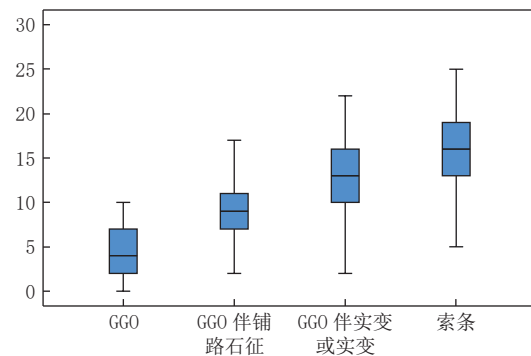


图 2 新型冠状病毒奥密克戎变异株感染者胸部 CT 动态变化

Fig.2 Dynamic changes of chest CT images in patients infected with SARS-CoV-2 Omicron variants

型冠状病毒感染的 CT 影像演变基本一致^[20]。因此,可以根据不同影像征象出现的时间,来推测新型冠状病毒感染的病程变化。

本研究的局限性:①未对血氧饱和度及治疗方法进行对比;②尽管患者入院后进行了复查,部分患者为外院就诊后转到我院,肺内病变的早期影像学动态变化资料可能不完整;③合并症和疫苗接种率存在差异,可能影响胸部 CT 表现的动态变化;④本研究中所纳入病例为本院临床按照《新型冠状病毒感染诊疗方案(试行第十版)》进行分型,部分轻型患者胸部 CT 存在肺炎表现,因此本研究纳入标准里所有患者在胸部 CT 上均有新型冠状病毒感染表现,可能存在一定的数据偏倚。

综上所述,胸部 CT 上病变分布、病变形态和动态影像变化特点可更好地诊断、动态观察新型冠状病毒 Omicron 变异株感染病变的发展和转归,为临床治疗决策的制定和疗效评价提供重要依据。

参考文献

- [1] WALKER A S, VIHTA K D, GETHINGS O, et al. Tracking the emergence of SARS-CoV-2 alpha variant in the United Kingdom[J]. *New England Journal of Medicine* (S0028-4793), 2021, 385(27): 2582-2585.
- [2] IULIANO A D, BRUNKARD J M, BOEHMER T K, et al. Trends in disease severity and health care utilization during the early omicron variant period compared with previous SARS-CoV-2 high transmission periods - United States, December 2020-January 2022[J]. *Morbidity and Mortality Weekly Report* (S0149-2195), 2022, 71(4): 146-152.
- [3] 中华人民共和国国家卫生健康委员会. 新型冠状病毒感染诊疗方案(试行第十版)[J]. *中华临床感染病杂志*, 2023, 16(1): 1-9.
- [4] SONG F, SHI N, SHAN F, et al. Emerging 2019 Novel Coronavirus (2019-nCoV) pneumonia[J]. *Radiology* (S0033-8419), 2020, 295(1): 210-217.
- [5] ULLOA A C, BUCHAN S A, DANEMAN N, et al. Estimates of SARS-CoV-2 Omicron variant severity in Ontario, Canada[J]. *JAMA* (S2574-3805), 2022, 327(13): 1286-1288.
- [6] WOLTER N, JASSAT W, WALAZA S, et al. Early assessment of the clinical severity of the SARS-CoV-2 omicron variant in South Africa: A data linkage study[J]. *Lancet* (S0140-6736), 2022, 399(10323): 437-446.
- [7] LEE J J, CHOE Y J, JEONG H, et al. Importation and transmission of SARS-CoV-2 B.1.1.529 (Omicron) variant of concern in Korea, November 2021[J]. *Journal of Korean Medical Science* (S1011-8934), 2021, 36(50): e346.
- [8] 余磊, 胡友涛, 毛仕, 等. 272 例新型冠状病毒肺炎患者多项炎性免疫指标分析[J]. *检验医学与临床*, 2021, 18(2): 172-175.
YU L, HU Y T, MAO S, et al. Analysis of multiple inflammatory immune indexes in 272 COVID-19 patients[J]. *Laboratory Medicine and Clinic*, 2021, 18(2): 172-175. (in Chinese).
- [9] 冯世艳, 王凤新, 陈莉, 等. 新型冠状病毒肺炎重症患者的炎性指标及 T 淋巴细胞亚群情况分析[J]. *中国病毒病杂志*, 2020, 10(6): 435-438.
FENG S Y, WANG F X, CHEN L, et al. Inflammatory indexes and T lymphocyte subsets in patients with severe coronavirus disease 2019 pneumonia[J]. *Chinese Journal of Viral Diseases*, 2020, 10(6): 435-438. (in Chinese).
- [10] 徐慧敏, 蒋慧荣, 陈鸿坤, 等. 272 例新型冠状病毒肺炎患者胸部 CT 演变特点分析[J]. *医学理论与实践*, 2021, 34(12): 1996-1998.
XU H M, JIANG H R, CHEN H K, et al. Retrospective analysis of chest CT of 272 cases with coronavirus disease 2019 (CovID-19)[J]. *The Journal of Medical Theory and Practice*, 2021, 34(12): 1996-1998. (in Chinese).
- [11] GLOCKER M O, OPUNI K F M, THIESEN H J. From free binding energy calculations of SARS-CoV-2-receptor interactions to cellular immune responses[J]. *Medicina (Kaunas)* (S1010-660X), 2022, 58(2): 226.
- [12] HOFFMANN M, KLEINE-WEBER H, SCHROEDER S, et al. SARS-CoV-2 Cell entry depends on ACE2 and TMPRSS2 and is blocked by a clinically proven protease inhibitor[J]. *Cell* (S0092-8674), 2020, 181(2): 271-280. e8.
- [13] 丁宁, 陈诗恺, 孟俊, 等. 新型冠状病毒奥密克戎株核酸检测循环阈值与感染患者转阴周期的相关性影响因素分析[J]. *诊断学理论与实践*, 2022, 21(2): 169-173.
DING N, CHEN S K, MENG J, et al. Correlation and influencing factors analysis of the cycle

- threshold value in detection of novel coronavirus nucleic acid (Omicron) and the negative conversion cycle in infected patients[J]. *Journal of Diagnostics Concepts & Practice*, 2022, 21(2): 169-173. (in Chinese).
- [14] ITO N, KITAHARA Y, MIWATA K, et al. Comparison of COVID-19 pneumonia during the SARS-CoV-2 Omicron wave and the previous non-Omicron wave in a single facility[J]. *Respiratory Investigation (S2212-5345)*, 2022, 60(6): 772-778.
- [15] DELOREY T M, ZIEGLER C G K, HEIMBERG G, et al. COVID-19 tissue atlases reveal SARS-CoV-2 pathology and cellular targets[J]. *Nature (S0028-0836)*, 2021, 595(7865): 107-113.
- [16] BRIDGES J P, VLADAR E K, HUANG H, et al. Respiratory epithelial cell responses to SARS-CoV-2 in COVID-19[J]. *Thorax (S0040-6376)*, 2022, 77(2): 203-209.
- [17] 李滋聪, 范兵, 张华, 等. 普通型及重型新型冠状病毒肺炎患者治疗前后的影像变化分析[J]. *江西医药*, 2022, 57(8): 890-892.
- [18] XU Z, SHI L, WANG Y, et al. Pathological findings of COVID-19 associated with acute respiratory distress syndrome[J]. *Lancet Respiratory Medicine (S2213-2600)*, 2020, 8(4): 420-422.
- [19] 彭敏, 孙雪峰, 赵静, 等. 新型冠状病毒肺炎与间质性肺炎的鉴别诊断[J]. *协和医学杂志*, 2020, 11(6): 654-658.
- PENG M, SUN X F, ZHAO J, et al. Differential diagnosis between coronavirus disease 2019 and interstitial pneumonia[J]. *Medical Journal of Peking Union Medical College Hospital*, 2020, 11(6): 654-658. (in Chinese).
- [20] 赵小二, 邓克学, 王朋. 不同阶段新型冠状病毒肺炎的 CT 影像演变分析[J]. *实用放射学杂志*, 2021, 37(8): 1254-1257.
- ZHAO X E, DENG K X, WANG P. Analysis of the CT manifestations changes of COVID-19 at different stages[J]. *Journal of Practical Radiology*, 2021, 37(8): 1254-1257. (in Chinese).

Imaging Features and Dynamic Changes of Chest Computed Tomography in Patients Infected with SARS-CoV-2 Omicron Variants

CHEN Hui^a, ZHANG Zixin^a, CHEN Qiyi^a, LI Jingjing^a, LYU Zhibin^a,
XUE Ming^a, CHEN Jiamin^b, XIE Ruming^{a✉}, GUAN Chunshuang^{a✉}

a). Department of Radiology; b). Department of Pathology, Beijing Ditan Hospital, Capital Medical University, Beijing 100015, China

Abstract: Objective: To investigate the chest computed tomography (CT) findings and dynamic changes in patients infected with SARS-CoV-2 Omicron variants. Methods: 200 patients infected with SARS-CoV-2 Omicron variants were collected in Beijing Ditan Hospital, Capital Medical University from November 2022 to January 2023. These patients were divided into mild group, moderate group and severe/critical group according to the clinical classification. All patients' clinical, laboratory and chest CT data were retrospectively analyzed. Results: Among 200 cases infected with SARS-CoV-2 omicron variant, the main clinical manifestations were fever, cough, sore throat and fatigue. There was a statistically significant difference in white blood cell count between the mild group and the medium group, and between the mild group and the severe/critical group. There were significant differences in erythrocyte sedimentation rate between mild and moderate groups, and between mild and severe/critical groups. Most of the lesions in mild group were subpleural (53.6%), while most of the lesions in moderate group (77.9%) and severe/critical group (88.9%) were mixed. The crazy-paving sign was statistically significant between the mild and severe/critical groups, and between the mild and moderate groups. There were significant differences in air bronchogram sign between the mild and the severe/critical groups, the mild and severe/critical groups, and the mild and moderate groups. The frequency of Ground Glass Opacity (GGO) was the highest at different intervals between the onset and the first chest CT. The proportion of GGO with consolidation/consolidation and air bronchogram sign gradually increased when the interval was more than 4 days. The proportion of GGO with consolidation/consolidation and air bronchogram sign gradually increased when the interval was more than 4 days. The highest proportion (95.4%) of crazy-paving sign appeared within the interval of 5-9 days, after which the proportion decreased. The frequency of irregular linear opacities, the proportion of pleural thickening

and pleural effusion increased in patients with an interval more than 14 days. The median times to occurrence of GGO, GGO with crazy-paving sign, GGO with consolidation or consolidation and irregular linear opacities respectively were 4 days (2 days, 7 days), 9 days (7 days, 11 days), 13 days (10 days, 16 days) and 16 days (13 days, 19 days). Conclusions: Chest CT can reflect the distribution, morphology, dynamic imaging development and outcome of lesions in patients infected with SARS-CoV-2 Omicron variant, which is helpful for clinical treatment decision-making and efficacy evaluation.

Keywords: coronavirus disease 2019; the Omicron variants; chest; computer tomography; nucleic acid



作者简介: 陈辉, 女, 首都医科大学附属北京地坛医院放射科主治医师, 主要从事放射影像诊断学, E-mail: m13161940737@163.com; 谢汝明[✉], 男, 首都医科大学附属北京地坛医院影像中心主任、主任医师、教授, 主要从事胸部影像诊断工作, E-mail: mingrux@163.com; 关春爽[✉], 女, 首都医科大学附属北京地坛医院放射科主任医师, 主要从事胸部影像诊断工作, E-mail: guanchunshuang@163.com。