



# CT 理论与应用研究

Computerized Tomography Theory and Applications

## 儿童新型冠状病毒奥密克戎毒株感染的胸部CT影像特点

廖倩怡, 林飞飞, 庄义江, 孙龙伟, 卢宁, 李鹏

### Chest Computed Tomography Imaging Features of Novel Coronavirus Omicron Strain Infection in Children

LIAO Qianyi, LIN Feifei, ZHUANG Yijiang, SUN Longwei, LU Ning, and LI Peng

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.15953/j.ctta.2023.067>

#### 您可能感兴趣的其他文章

##### Articles you may be interested in

##### 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

##### 新型冠状病毒肺炎的CT征象研究

Study of Chest CT Features of COVID-19

CT理论与应用研究. 2020, 29(2): 169–176

##### 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

##### 新型冠状病毒肺炎胸部CT影像学特征及检查优选策略初探

Novel Coronavirus Pneumonia Chest CT Features and Examination Strategy

CT理论与应用研究. 2020, 29(2): 163–168

##### 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

##### 新型冠状病毒肺炎磨玻璃密度影的HRCT特点探讨及解剖病理基础

HRCT Ground-Glass Opacity Characteristics, Anatomy and Pathological Basis of COVID-19

CT理论与应用研究. 2020, 29(4): 399–406



关注微信公众号, 获得更多资讯信息

廖倩怡, 林飞飞, 庄义江, 等. 儿童新型冠状病毒奥密克戎毒株感染的胸部 CT 影像特点[J]. CT 理论与应用研究, 2023, 32(3): 347-355. DOI:10.15953/j.ctta.2023.067.

LIAO Q Y, LIN F F, ZHUANG Y J, et al. Chest Computed Tomography Imaging Features of Novel Coronavirus Omicron Strain Infection in Children[J]. CT Theory and Applications, 2023, 32(3): 347-355. DOI:10.15953/j.ctta.2023.067. (in Chinese).

# 儿童新型冠状病毒奥密克戎毒株感染的胸部 CT 影像特点

廖倩怡<sup>1,2</sup>, 林飞飞<sup>1</sup>, 庄义江<sup>1</sup>, 孙龙伟<sup>1</sup>, 卢宁<sup>1</sup>, 李鹏<sup>1</sup>

1. 深圳市儿童医院放射科, 广东 深圳 518038  
2. 汕头大学医学院, 广东 汕头 515041

**摘要:** 目的: 探讨儿童新型冠状病毒奥密克戎毒株感染的胸部 CT 影像特点。方法: 回顾性分析 2022 年 12 月 10 日至 2022 年 12 月 31 日深圳市儿童医院 77 例核酸检测或抗原检测确诊为 COVID-19 患者的胸部 CT 表现, 男 51 例, 女 26 例。其中 CT 表现阳性 50 例, 年龄 1 月~14 岁, 平均 5.5 岁, 中位年龄 3.9 岁, 婴幼儿组 ( $\leq 3$  岁) 21 例, 学龄前组 (3~7 岁) 14 例, 学龄组 ( $\geq 7$  岁) 15 例。由两名放射科医师独立识别肺内病灶位置、肺内病灶 CT 表现、肺部伴随 CT 表现、病灶累及范围及影像分期。结果: 肺部 CT 表现阳性 50 例 (64.9%); 病变好发于两肺下叶、胸膜下, 近肺门区病变最少, 病变数量单发、多发、弥漫分布均有, 以弥漫分布最为多见。磨玻璃结节 16 例 (32%), 实性结节 20 例 (40%), 片状实变 24 例 (48%), 片状磨玻璃 30 例 (60%), 实变和磨玻璃 20 例 (40%), 片状磨玻璃最多见; 铺路石样改变 4 例 (8%), 小叶间隔增厚 12 例 (24%), 树雾征 12 例 (24%), 血管增粗 13 例 (26%), 胸膜平行征 7 例 (14%), 反晕征 6 例 (12%), 充气支气管征 17 例 (34%), 均无空洞表现; 胸腔积液 5 例 (10%), 胸膜增厚 7 例 (14%), 心包积液 1 例 (2%), 淋巴结增大 7 例 (14%)。29 例 (37.7%) 患者为影像分期的早期, 15 例 (19.5%) 为进展期, 6 例 (7.8%) 为重症期。结论: 儿童新型冠状病毒奥密克戎毒株感染的胸部 CT 表现形态多样, 伴随胸腔积液、胸膜增厚和心包积液提示严重预后的风险更高。儿童奥密克戎毒株感染的胸部 CT 检查能为诊断及判断病情提供有价值的信息。

**关键词:** 新型冠状病毒; 奥密克戎毒株; 儿童; 胸部 CT

DOI:10.15953/j.ctta.2023.067 中图分类号: R814; R563.1 文献标识码: A

新型冠状病毒 (SARS-CoV-2) 于 2019 年 12 月开始流行, 病原体不断发生演变, 至今为止, 阿尔法、贝塔、伽玛、德尔塔和奥密克戎被 WHO 定义为“关切的变异株” (VOCs)。其中奥密克戎于 2021 年 11 月于南非出现, 2022 年在中国流行, 主要是 BA.1 和 BA.2 变异株, 与 Delta 等 VOCs 相比, 突变多、传染力和免疫逃逸能力明显增强<sup>[1]</sup>, 已有大量文献对成人新冠肺炎的影像学表现进行分析<sup>[2-4]</sup>, 但对儿童的报道甚少<sup>[5-7]</sup>, CT 作为儿童感染新型冠状病毒首选胸部影像检查方法, 在诊断和疾病严重程度判断中发挥重要作用。

本文通过回顾性分析我院病例, 旨在探讨儿童新型冠状病毒奥密克戎毒株感染的胸部 CT 影像特点, 以提高其胸部影像认识。

## 1 材料与方法

### 1.1 研究人群

收集 2022 年 12 月 10 日至 2022 年 12 月 31 日期间在深圳市儿童医院确诊为 COVID-19 感染 125 例患者的影像资料, 所有患者均于就诊 1~2 d 内行胸部螺旋 CT 平扫。按照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)”。纳入标准: ① 新型冠状病毒感染核酸检测阳性; ② 新型冠状病毒感染抗原检测阳性。排除标准: ① 病原体检查有其他非新型冠状病毒的病原体; ② 2022 年 12 月 10 日前有肺炎表现的患者; ③ 有其他基础疾病, 肺部阳性表现但未行病原体检测

收稿日期: 2023-03-17。

基金项目: 深圳市医疗卫生三名工程 (SZSM202011005)。

者。排除 48 例, 皆为合并基础疾病的肺炎患者或感染其他病原体。

最终纳入 77 例, 男 51 例 (66.2%), 女 26 例 (33.8%), 年龄 1 月~15 岁。婴幼儿组 ( $\leq 3$  岁) 25 例 (32.5%), 学龄前组 (3~7 岁) 18 例 (23.4%), 学龄组 ( $\geq 7$  岁) 34 例 (44.1%)。其中 CT 表现阳性的患者有 50 例, 阳性率为 64.9%, 男 30 例 (60%), 女 20 例 (40%); 年龄 1 月~14 岁, 平均 5.5 岁, 中位年龄 3.9 岁, 婴幼儿组 ( $\leq 3$  岁) 21 例 (32.5%), 学龄前组 (3~7 岁) 14 例 (23.4%), 学龄组 ( $\geq 7$  岁) 15 例 (44.1%); CT 表现为阴性的患者有 27 例, 男 21 例 (77.8%), 女 6 例 (22.2%)。其中临床诊断心肌炎及儿童多系统炎症综合征各 1 例。

## 1.2 CT 扫描技术

采用 GE optima680 64 排 CT 扫描仪, 患者仰卧位, 扫描范围从肺尖到肺底。扫描参数: 探测器准直宽度 40mm, 层厚 5mm ( $\leq 3$  岁、3~7 岁) 和 7.5mm ( $\geq 7$  岁), 螺距 0.984/1, 转速 0.5s, 电压 100~120kV, 管电流自动调节技术, 矩阵 512×512, FOV 200~350。标准算法重建, 重建层厚为肺窗 1.25mm (窗宽 1000HU, 窗位-500HU) 和纵隔窗 1.25mm (窗宽 350HU, 窗位 40HU)。不能配合进行 CT 检查患儿使用水合氯醛 (2mL/kg) 进行镇静, 最多不超过 10mL。

## 1.3 影像分析

由两名中级放射科医师 (均工作 5 年以上) 独立完成读片, 阅片前由 1 名高级放射科医师 (工作 22 年) 统一诊断标准, 读片有疑问时由此高级放射科医师诊断。具体指标<sup>[8-10]</sup>包括:

① 肺内病变位置: 按肺叶分: 左肺上叶、左肺下叶、右肺上叶、右肺中叶、右肺下叶; 按部位分: 中央 (近肺门)、外带 (近胸膜)、两者之间。② 病灶 CT 表现: 磨玻璃结节 (直径  $\leq 3$  cm 的局灶性、类圆形密度增高影, 密度不足以掩盖其内的支气管及血管等结构)、片状磨玻璃影、实性结节、片状实变、磨玻璃和实变共存、充气支气管征、空洞、小叶间隔增厚、铺石路样改变 (肺实质密度增高呈磨玻璃, 周围小叶间隔增厚呈网格状)、树雾征 (支气管周围间质炎性渗出性改变)、血管增粗、胸膜平行征、反晕征 (局灶性类圆形磨玻璃密度影, 周围由实性病灶环绕)。③ 肺部伴随 CT 表现: 胸腔积液、胸膜增厚、心包积液、肿大淋巴结。④ 病变累及范围: 单发、多发 (2 个及 2 个以上病灶, 局限在 2 个肺叶内)、弥漫 (多发、分布在 2 个肺叶以上)。⑤ 影像分期<sup>[1]</sup>: 早期 (病变局限, 呈斑片状、亚段或节段性磨玻璃影, 多伴小叶间隔增厚)、进展期 (病灶增多、范围扩大, 累及多个肺叶, 部分病灶实变与磨玻璃共存, 可出现“铺路石征”)、重症期 (双肺弥漫性病变, 少数呈“白肺”改变, 实变为主)、吸收消散期 (病灶范围变小、吸收, 演变为纤维化条索影)。

出现以上 ② 和 ③ 中的任意一点即为 CT 表现阳性。

## 1.4 统计学分析

应用 SPSS 22.0 统计软件, 比较婴幼儿组、学龄前组、学龄组 3 组患者胸部 CT 影像阳性率及影像表现组间差异是否有统计学意义。再分别比较 3 组组内影像指标差异是否有统计学意义。病变位置、病灶 CT 表现、肺部伴随 CT 表现、病变累及范围为计数资料, 采用频数表示; 年龄采用中位数 (四分位数) 表示。统计学分析采用 Fisher 确切概率法及卡方检验, 以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

肺部 CT 表现阳性 50 例 (64.9%) 中, 两肺下叶病变最多, 病变位于右肺上叶 26 例 (52%), 右肺中叶 22 例 (44%), 右肺下叶 34 例 (68%)、左肺上叶 28 例 (56%), 左肺下叶 32 例 (64%) 表 1。胸膜下病变更多, 近肺门 6 例 (12%), 胸膜下 36 例 (72%), 肺门和胸膜之间 15 例 (30%)。单发 13 例 (26%), 多发 12 例 (24%), 弥漫分布 25 例 (50%), 弥漫分布更为多见 (表 2)。

肺内 CT 影像表现形态多样, 以片状磨玻璃最多 (30 例, 60%), 其他磨玻璃结节 16 例 (32%), 实性结节 20 例 (40%), 片状实变 24 例 (48%), 实变和磨玻璃 20 例 (40%)。铺路石样改变 4 例

(8%), 小叶间隔增厚 12 例 (24%), 树雾征 12 例 (24%), 血管增粗 13 例 (26%), 胸膜平行征 7 例 (14%), 反晕征 6 例 (12%), 充气支气管征 17 例 (34%), 未见空洞 (图 1~图 4)。

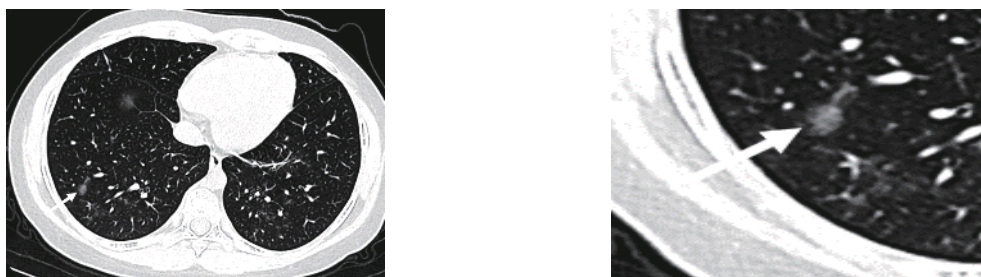


图 1 女, 9 岁 4 月, 右肺下叶磨玻璃结节

Fig.1 Female, 9 years and 4 months, ground-glass opacity in the lower lobe of the right lung

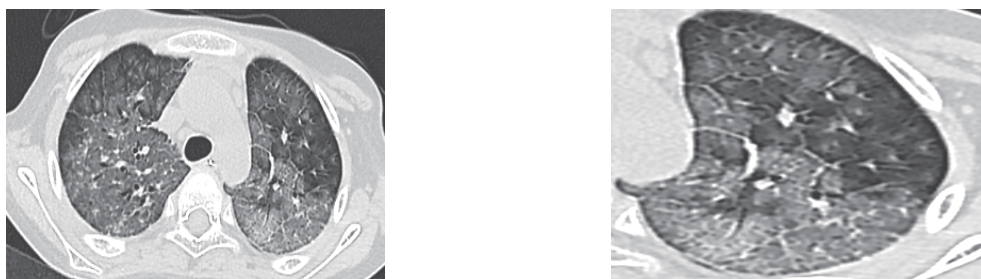


图 2 男, 10 岁 7 月, 双肺大片状磨玻璃伴小叶间隔增厚, 形成铺路石样改变

Fig.2 Male, 10 years and 7 months old, lamellar ground glass with lobular septal thickening and crazy-paving pattern in both lungs

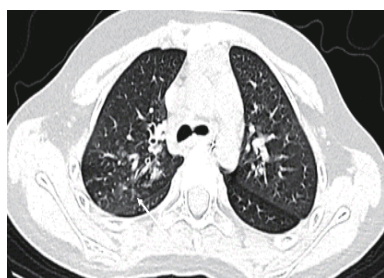


图 3 男, 8 岁 9 月, 右肺上叶支气管周围间质炎性渗出性改变, 呈树雾征  
Fig.3 Male, 8 years and 9 months old, tree fog sign in the right upper lung lobe



图 4 女, 10 月, 白色箭头所指为胸膜平行征  
Fig.4 Female, 10 months, subpleural curvilinear line (white arrow)

肺外 CT 伴随表现示 5 例 (10%) 胸腔积液, 7 例 (14%) 胸膜增厚, 1 例 (2%) 心包积液, 7 例 (14%) 淋巴结增大。

29 例 (37.7%) 患者为影像分期的早期, 15 例 (19.5%) 为进展期, 6 例 (7.8%) 为重症期, 早期最常见 (图 5~图 7)。

对比各年龄组胸部 CT 影像阳性率, 其中婴幼儿组与学龄组差异有统计学意义 (表 1), 婴幼儿组明显高于学龄组。50 例 CT 影像阳性患者中, 各组间磨玻璃结节和树雾征差异有统计学意义 (表 2), 学龄组较其他两组多见。婴幼儿组内对比, 病变位置、病变数量、影像分期各指标例数差异有统计学意义 (图 8); 学龄前组各观察指标组内对比差异均无统计学意义; 学龄组内病变位置、影像分期差异有统计学意义 (图 9)。

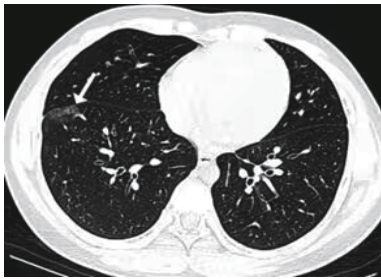


图 5 男, 12 岁, 右肺下叶近斜裂处可见片状磨玻璃影 (白色箭头所指), 为影像早期

Fig.5 Male, 12 years old, a lamellar ground glass is seen in the lower lobe of the right lung near the oblique fissure (white arrow), which is early stage of imaging

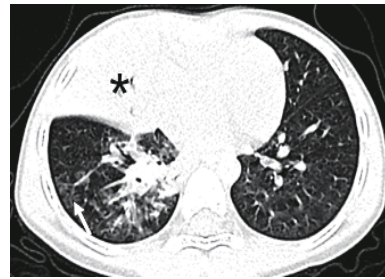


图 6 女, 3 岁 4 月, 右肺中叶大片状实变 (\*所指), 伴右肺下叶片状磨玻璃影 (白色箭头所指), 为进展期

Fig.6 Female, 3 years and 4 months old, with a large lamellar consolidation (\*) in the middle lobe of the right lung with a lamellar ground glass (white arrow) in the lower right lung, which is imaged in the progressive stage

### 3 讨论

#### 3.1 儿童奥密克戎毒株感染胸部 CT 阳性率比较分析

RNA 病毒 SARS-CoV-2 和中东呼吸综合征冠状病毒 (MERS-CoV)、严重急性呼吸综合征冠状病毒 (SARS-CoV) 同属  $\beta$  属人冠状病毒<sup>[11]</sup>。目前最新的变异体为奥密克戎, 相关研究表明<sup>[12-13]</sup>, 其有效繁殖次数远远高于 Delta 毒株, 有极强的传染性和传播性这是因为奥密克戎在基因组结构中具有最高的突变, 其中超过 32 个突变发生在刺突蛋白中, 这些突变负责增强病毒与血管紧张素转换酶 2 (ACE-2) 的结合能力, 导致该变异体的传染性和传播性大大增加<sup>[14]</sup>。大部分研究报道<sup>[15]</sup>, ACE2 细胞在人类支气管中比肺中更丰富, 故奥密克戎常聚积于上呼吸道, 不常引起肺部表现, 但我们的研究发现与相关研究结果不相符合。推测原因如下:

① 本研究时间窗口为本地区奥密克戎感染高峰期, 病毒体量大, 感染病情相对重; ② 家长较重视儿童健康, 即使症状较轻, 也积极来我院就诊, 做检查患者相对以往多。

本研究显示不同年龄段的儿童 CT 阳性率差异有统计学意义, 婴幼儿组 (84%) 和学龄前组 (77.8%) 阳性率高于学龄组 (44.1%), 说明婴幼儿组感染奥密克戎出现肺部表现的可能性更高, 这可能与 3 岁以下儿童免疫系统发育不完善, 尚未接种疫苗或接种疫苗后, 疫苗诱导的免疫力较低有关<sup>[12]</sup>。

本研究中未包含新生儿病例, 分析可能与新生儿在围产期接触外界少、感染率低有关。以往仅有个别新生儿感染新型冠状病毒的报道<sup>[16]</sup>。

#### 3.2 儿童奥密克戎毒株感染的胸部 CT 病变分布分析

本研究发现, 儿童奥密克戎毒株感染的胸部 CT 病变累及部位, 于各个肺叶均可发生, 主要位于两肺下叶, 左右分别为 32 例 (64%) 和 36 例 (68%), 两侧没有差异, 这与以往研究结果相似<sup>[17]</sup>, 可能与下叶血液坠积, 病毒易于繁殖有关。病变累及肺叶各年龄组间差异没有统计学意义。婴幼儿

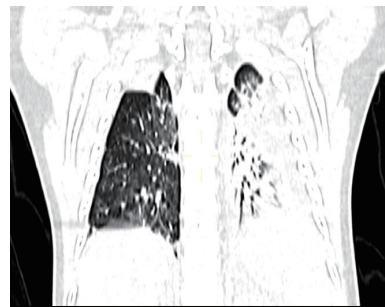


图 7 男, 3 岁 4 月, MPR 重建冠状位示, 左肺大片状实变影, 表现为“白肺”, 为重症期

Fig.7 Male, 3 years and 4 months old, MPR coronal reconstruction shows a large consolidation in the lower lobe of the left lung, showing a "white lung", which is imaged in the severe stage

组两肺上叶病变较其他两组比率高, 两肺上叶均为 15 例 (71.4%), 分析原因可能与婴幼儿睡眠时间长, 活动度弱, 病毒易在肺上叶存留有关 (表 2)。

表 1 各年龄组组间 CT 阳性/阴性占比及统计学指标  
Table 1 Proportion of positive/negative CT presentation and statistical indicators among the age groups

CT 表现	组别			统计检验	
	婴幼儿组, ≤3 岁 (n=21) 例 (%)	学龄前组, 3~7 岁 (n=14) 例 (%)	学龄组, ≥7 岁 (n=15) 例 (%)	$\chi^2$	P
阴性	4 (16.0)	4 (22.2)	19 (55.9)	11.766	0.003
阳性	21 (84.0) <sup>a</sup>	14 (77.8)	15 (44.1) <sup>a</sup>		

注: a-婴幼儿组与学龄组组间两者差异有统计学意义。

表 2 各年龄组组间病灶各类征象占比及统计学指标  
Table 2 Proportion of various types of lesions and statistical indicators among the age groups

分布特征	组别			统计检验		
	婴幼儿组, ≤3 岁 (n=21) 例 (%)	学龄前组, 3~7 岁 (n=14) 例 (%)	学龄组, ≥7 岁 (n=15) 例 (%)	$\chi^2$	P	
累及部位	右肺上叶	15 (71.4)	5 (35.7)	6 (40.0)	5.529	0.079
	右肺中叶	9 (42.9)	6 (42.9)	7 (46.7)	0.062	1.000
	右肺下叶	13 (61.9)	9 (64.3)	12 (80.0)	1.454	0.512
	左肺上叶	15 (71.4)	6 (42.9)	7 (46.7)	3.541	0.173
	左肺下叶	15 (71.4)	7 (50.0)	10 (66.7)	1.740	0.488
病灶分布	中央 (近肺门)	2 (9.5)	3 (21.4)	1 (6.7)	1.599	0.473
	外带 (近胸膜)	14 (66.7)	9 (64.3)	13 (86.7)	2.342	0.274
	两者之间	6 (28.6)	5 (35.7)	4 (26.7)	0.406	0.857
病灶 CT 表现	磨玻璃结节	3 (14.3)	5 (35.7)	8 (53.3)	6.216	0.049 <sup>*</sup>
	实性结节	6 (28.6)	5 (35.7)	9 (60.0)	3.750	0.166
	片状实变	12 (57.1)	7 (50.0)	5 (33.3)	2.018	0.373
	片状磨玻璃	15 (71.4)	5 (35.7)	10 (66.7)	4.861	0.095
	实变和磨玻璃	10 (47.6)	4 (28.6)	6 (40.0)	1.270	0.541
	充气支气管征	7 (33.3)	5 (35.7)	5 (33.3)	0.124	1.000
	空洞	0	0	0		
	铺路石样改变	3 (14.3)	1 (7.1)	0 (0)	2.093	0.285
	小叶间隔增厚	7 (33.3)	1 (7.1)	4 (26.7)	3.249	0.216
	树雾征	2 (9.5)	2 (14.3)	8 (53.3)	9.038	0.008 <sup>*</sup>
	血管增粗	6 (28.6)	3 (21.4)	4 (26.7)	0.296	0.922
	胸膜平行征	3 (14.3)	1 (7.1)	3 (20.0)	1.013	0.698
	肺部伴随 CT 表现	反晕征	3 (14.3)	1 (7.1)	2 (13.3)	0.531
胸腔积液		4 (19.0)	1 (7.1)	0	3.121	0.165
胸膜增厚		2 (9.5)	2 (14.3)	3 (20.0)	0.961	0.785
心包积液		1 (4.8)	0	0	1.444	1.000
淋巴结肿大		2 (9.5)	2 (14.3)	3 (20.0)	0.961	0.785
病变累及范围	单发	4 (19.0)	5 (35.7)	4 (26.7)	1.295	0.556
	多发	5 (23.8)	4 (28.6)	3 (20.0)	0.393	0.917
	弥漫	12 (57.1)	5 (35.7)	8 (53.3)	1.638	0.515
影像分期	早期	12 (57.1)	8 (57.1)	9 (60.0)	0.035	1.000
	进展期	8 (38.1)	3 (21.4)	4 (26.7)	1.172	0.588
	重症期	1 (4.8)	3 (21.4)	2 (13.3)	2.312	0.346
	吸收消散期	0	0	0	0	0

注: \*-磨玻璃结节与树雾征在 3 组之间差异有统计学意义。

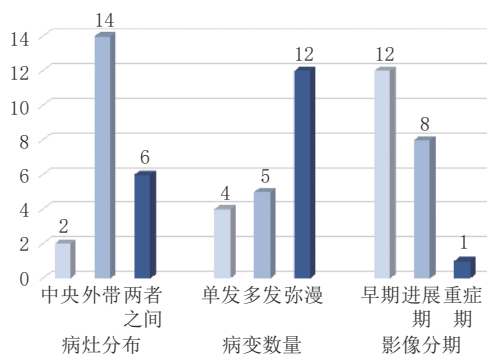


图 8 婴幼儿组组内病灶分布、病灶数量、影像分期情况

Fig.8 Distribution of lesions, number of lesions, and imaging stage within the infant and toddler group

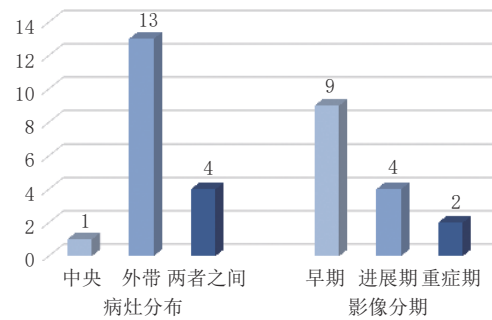


图 9 学龄组组内病灶分布、影像分期情况

Fig.9 Distribution of lesions and imaging stage within the school-age group

各年龄组病变分布(近肺门、近胸膜、两者之间)组间差异无统计学意义(表 2),但本研究显示胸膜下病变最多(36 例, 72%),近肺门区病变最少(6 例, 12%)。婴幼儿组及学龄组组内病变分布差异有统计学意义,病变分布于胸膜下分别为 14 例(66.7%)及 13 例(86.7%),学龄前组组内病变分布差异无统计学意义,但病变分布于胸膜下占比最高,9 例(64.3%)。这表明儿童奥密克戎毒株感染肺部病变主要分布于胸膜下,病灶沿支气管血管束分布,由外带向中内肺野发展,这与大部分研究<sup>[18]</sup>结果相同,提示 COVID-19 是一种气道吸入性或血管源性引起的间质性改变<sup>[19]</sup>,符合病毒感染一般规律,早期易累及终末细支气管和呼吸细支气管,炎性病灶沿着肺实质、间质扩展,进而累及整个肺小叶<sup>[20]</sup>。

本研究显示各年龄组肺内病变数量多变,单发、多发、弥漫分布均有,组间对比差异无统计学意义(表 2),以弥漫分布最为多见。婴幼儿组组内病变数量差异有统计学意义,21 例中呈弥漫表现的有 12 例(57.1%),表明婴幼儿组肺部病变弥漫分布更典型,分析是否与婴幼儿免疫功能较弱,病变更易扩散有关。

### 3.3 儿童奥密克戎毒株感染的胸部 CT 特征分析

本研究显示儿童奥密克戎毒株感染后胸部 CT 表现具有多形态性,主要为渗出性和间质性改变。其中渗出性病变包括磨玻璃样表现和实变,病理基础是病毒侵犯肺泡上皮、弥漫性肺泡损伤,肺泡腔内浆液、纤维蛋白性渗出及透明膜水肿,肺泡间隔血管充血、水肿<sup>[21-22]</sup>。早期表现为边缘模糊或清晰的片状磨玻璃,病灶中心渗出增多表现为磨玻璃影结节,当炎性渗出增多、肺泡毛细血管微血栓形成,病变密度增高表现为实变。实变内可见支气管充气征。间质性病变主要表现为小叶间隔增厚、树雾征和血管增粗,病理基础是小叶间质炎症细胞浸润和水肿,肺泡间隔增厚,小血管纤维蛋白样坏死及血管周围炎<sup>[21-22]</sup>,CT 表现为细线条样高密度影,部分可呈细网格状“铺路石”样改变。

各年龄组组内 CT 影像表现差异均无统计学意义(表 2)。婴幼儿组(21 例)中,片状磨玻璃(15 例, 71.4%)、片状实变(12 例, 57.1%)和实变伴磨玻璃(10 例, 47.6%)是表现最多的征象;学龄前组(14 例)表现最多的是片状实变(7 例, 50%)和磨玻璃结节、实性结节、片状磨玻璃,后 3 种征象均为 5 例(35.7%),征象;学龄组(15 例)中片状磨玻璃(10 例, 66.7%)、实性结节(9 例, 60.0%)、树雾征(8 例, 53.3%)表现最多。其中片状磨玻璃最常出现,分析原因可能是患儿就诊及时,肺部多为早期感染征象,影像表现较轻。片状磨玻璃呈云雾状,形态不规则,边缘模糊,密度不均匀,表现不如成人典型,与文献相符<sup>[5]</sup>。片状实变在婴幼儿组和学龄前组共同出现较多,实性结节在学龄前组和学龄组共同较为多见。本研究中典型的铺路石征共有 4 例(8%),婴幼儿组最多(3 例, 14.3%),学龄组未见此征象,有研究<sup>[23]</sup>表示铺路石样改变是急性肺损伤引起的肺泡水肿和间质炎症,推断婴幼儿组就诊时间更早,肺部 CT 表现更多为早期肺损伤改变。成人相关研究表明大部分感染奥密克戎的患者已不会出现像“铺路石”改变<sup>[24]</sup>。

各年龄组间影像表现对比, 仅磨玻璃结节和树雾征差异有统计学意义(表 2)。磨玻璃结节是成人感染新冠的典型表现<sup>[23]</sup>, 但本研究中磨玻璃结节共有 16 例(32%), 出现率远低于成人。磨玻璃结节和树雾征在学龄组各有 8 例(53.3%), 均多于学龄前组(5 例, 35.7%/2 例, 14.3%)和婴幼儿组(3 例, 14.3%/2 例, 9.5%), 分析原因可能与学龄期儿童各系统发育已逐渐趋向于成年人有关, 故肺部表现比其他 2 组更接近成人。

肺内伴随 CT 表现在本组病例表现为胸腔积液 5 例(10%)、胸膜增厚 7 例(14%)、心包积液 1 例(2%)和淋巴结肿大 7 例(14%), 与文献报道儿童罕见伴随胸部 CT 表现不相符<sup>[5]</sup>。组间及组内对比差异无统计学意义(表 2)。

各年龄组间影像分期对比, 差异均无统计学意义(表 2)。早期 29 例(52.7%)最多, 提示儿童感染奥密克戎毒株肺部表较轻。本研究未搜集随访病例, 故未见吸收消散期表现。组内对比, 婴幼儿组及学龄组组内差异有统计学意义, 早期分别为 12 例(57.1%)和 9 例(60%), 明显多于进展期及重症期。

本研究心包积液 1 例, 见于婴幼儿组, 影像分期为进展期, 临床诊断有心肌损伤, 其病理基础为心肌局灶性水肿、间质增生、变性坏死<sup>[44]</sup>, 故 CT 显示有心包积液需警惕淋巴细胞性心肌炎。胸腔积液 5 例, 婴幼儿组 4 例(进展期 3 例, 重症期 1 例), 学龄前组 1 例(重症期), 婴幼儿组 1 例诊断为儿童多系统炎症综合征。胸膜增厚 7 例, 婴幼儿组 2 例(均为早期), 学龄前组 2 例(早期及重症期各 1 例), 学龄组 3 例(早期、进展期、重症期各 1 例)。相关研究<sup>[3]</sup>表示胸腔积液的出现提示发生严重预后的风险更高, 与本研究结果相符。故出现以上伴随 CT 表现时, 要警惕病变的严重程度。婴幼儿组胸腔积液和心包积液比其他两组多见, 学龄组未见胸腔积液和心包积液, 提示婴幼儿病情变化快, 病情进展的几率更大。

### 3.4 局限性

① 新冠肺炎影像分期与病程有关, 本研究纳入病例只有首次 CT 图像, 缺乏随访 CT 检查, 因此影像分期根据新型冠状病毒感染诊疗方案(试行第十版), 较多为早期和进展期, 缺乏随访影像分析; ② 本研究仅研究感染奥密克戎儿童的胸部 CT 表现, 并未纳入临床症状及实验室检查, 缺乏综合性; ③ 本研究存在一定的选择偏倚, 大部分为住院患者。

## 4 结论

综上所述, 儿童新型冠状病毒奥密克戎毒株感染的胸部 CT 表现形态多样, 病灶多位于两肺下叶、胸膜下, 弥漫病变更多见; 婴幼儿组最多见片状磨玻璃、片状实变、实变伴磨玻璃; 学龄前组最多见片状实变、磨玻璃结节、实性结节; 学龄组最多见片状磨玻璃、实性结节、树雾征; 片状磨玻璃是最多见的 CT 表现, 影像表现相对典型。结合 COVID-19 明显的流行病学史, 不难做出诊断。出现胸腔积液、胸膜增厚和心包积液时, 提示严重预后的风险更高。婴幼儿组胸腔积液和心包积液比其他两组多见, 病情进展的几率更大。儿童奥密克戎毒株感染的胸部 CT 检查能为诊断及判断病情提供有价值的信息。

## 参考文献

- [1] 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): 1-9.
  - [2] YOON S H, LEE J H, KIM B N. Chest CT findings in hospitalized patients with SARS-CoV-2: Delta versus Omicron variants[J]. *Radiology*, 2023, (306): 252-260. DOI:10.1148/radiol.220676.
  - [3] XIE J, WANG Q, XU Y, et al. Clinical characteristics, laboratory abnormalities and CT findings of COVID-19 patients and risk factors of severe disease: A systematic review and Meta-analysis[J]. *Annals of Palliative Medicine*, 2021, (10): 1928-1949. DOI:10.21037/apm-20-1863.
  - [4] 余鏊, 肖易, 赵泉. 新型冠状病毒肺炎的临床表现及胸部高分辨率 CT 影像学表现分析[J]. *实用放射学杂志*, 2021, 37: 1081-1085. DOI:10.3969/j.issn.1002-1671.2021.07.009.
- YU L, XIAO Y, ZHAO Q. The clinical manifestations and chest high resolution CT findings of



- patients with COVID-19[J]. *Journal of Practical Radiology*, 2021, 37: 1081-1085. DOI:10.3969/j.issn.1002-1671.2021.07.009. (in Chinese).
- [5] 马慧静, 邵剑波, 王永姣, 等. 新型冠状病毒肺炎儿童高分辨率 CT 表现[J]. *中华放射学杂志*, 2020, 54(4): 310-313. DOI:10.3760/cma.j.cn112149-20200206-00100.  
MA H J, SHAO J B, WANG Y J, et al. High resolution CT features of COVID-19 in children[J]. *Chinese Journal of Radiology*, 2020, 54(4): 310-313. DOI:10.3760/cma.j.cn112149-20200206-00100. (in Chinese).
- [6] 余成成, 杨彦鸿, 张烈光, 等. 儿童新型冠状病毒 Delta 变异株感染者的临床和 HRCT 特征[J]. *广东医学*, 2021, 42: 1416-1420. DOI:10.13820/j.cnki.gdyx.20211909.  
YU C C, YANG Y H, ZHANG L G, et al. High resolution CT findings and clinical features of the novel coronavirus Delta variant in children[J]. *Guangdong Medical Journal*, 2021, 42: 1416-1420. DOI:10.13820/j.cnki.gdyx.20211909. (in Chinese).
- [7] 冯凯, 云永兴, 王险峰, 等. 儿童 2019 新型冠状病毒感染 15 例 CT 影像特征分析[J]. *中华儿科杂志*, 2020, 58: 275-278. DOI:10.3760/cma.j.cn112140-20200210-00071.  
FENG K, YUN Y X, WANG X F, et al. Analysis of CT features of 15 children with 2019 novel coronavirus infection[J]. *Chinese Journal of Pediatrics*, 2020, 58: 275-278. DOI:10.3760/cma.j.cn112140-20200210-00071. (in Chinese).
- [8] SHI H, HAN X, JIANG N, et al. Radiological findings from 81 patients with COVID-19 pneumonia in Wuhan, China: A descriptive study[J]. *The Lancet Infectious Diseases*, 2020, 20: 425-434. DOI:10.1016/s1473-3099(20)30086-4.
- [9] CHUNG M, BERNHEIM A, MEI X, et al. CT imaging features of 2019 novel coronavirus (2019-nCoV) [J]. *Radiology*, 2020, 295: 202-207. DOI:10.1148/radiol.2020200230.
- [10] 萧毅, 郭佑民, 刘士远. 医学影像在新型冠状病毒肺炎诊治中的作用及思考[J]. *中华放射学杂志*, 2020, 54: 266-268. DOI:10.3760/cma.j.cn112149-20200208-00114.  
XIAO Y, GUO Y M, LIU S Y. The role of medical imaging in the diagnosis and treatment of COVID-19[J]. *Chinese Journal of Radiology*, 2020, 54: 266-268. DOI:10.3760/cma.j.cn112149-20200208-00114. (in Chinese).
- [11] 蒋荣猛, 谢正德, 姜毅, 等. 儿童新型冠状病毒感染诊断、治疗和预防专家共识 (第三版) [J]. *中华实用儿科临床杂志*, 2021, 36: 721-732. DOI:10.3760/cma.j.cn101070-20210226-00235.  
JIANG R M, XIE Z D, JIANG Y, et al. Diagnosis, treatment and prevention of 2019 novel coronavirus infection in children: Experts' consensus statement (Third Edition) [J]. *Chinese Journal of Applied Clinical Pediatrics*, 2021, 36: 721-732. DOI:10.3760/cma.j.cn101070-20210226-00235. (in Chinese).
- [12] LIU Y, ROCKLOV J. The effective reproductive number of the Omicron variant of SARS-CoV-2 is several times relative to Delta[J]. *Journal of Travel Medicine*, 2022, 29. DOI:10.1093/jtm/taac037.
- [13] NISHIURA H, ITO K, ANZAI A, et al. Relative reproduction number of SARS-CoV-2 Omicron (B.1.1.529) compared with Delta variant in South Africa[J]. *Journal of Clinical Medicine*, 2022, 11. DOI:10.3390/jcm11010030.
- [14] INGRAHAM N E, INGBAR D H. The Omicron variant of SARS-CoV-2: Understanding the known and living with unknowns[J]. *Clinical and Translational Medicine*, 2021, 11: e685. DOI:10.1002/ctm2.685.
- [15] HUI K P Y, HO J C W, CHEUNG M C, et al. SARS-CoV-2 Omicron variant replication in human bronchus and lung ex vivo[J]. *Nature*, 2022, 603: 715-720. DOI:10.1038/s41586-022-04479-6.
- [16] 莫艳, 莫坚, 梁汝英, 等. 新生儿重型新型冠状病毒肺炎 1 例报告[J]. *中国当代儿科杂志*, 2022, 24: 1266-1268. DOI:10.7499/j.issn.1008-8830.2208135.  
MO Y, MO J, LIANG R Y, et al. A case report of neonatal severe coronavirus disease 2019[J]. *Chinese Journal of Contemporary Pediatrics*, 2022, 24: 1266-1268. DOI:10.7499/j.issn.1008-8830.2208135. (in Chinese).
- [17] 李茜, 彭雪华, 孙子燕, 等. 儿童新型冠状病毒肺炎 (COVID-19) 的临床及影像学表现[J]. *放射学实践*, 2020, 35: 277-280. DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2020.03.007.  
LI Q, PENG X H, SUN Z Y, et al. Clinical and imaging characteristics of children with coronavirus disease 2019 (COVID-19) [J]. *Radiologic Practice*, 2020, 35: 277-280. DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2020.03.007. (in Chinese).
- [18] 余成成, 杨彦鸿, 胡天丽, 等. 新型冠状病毒 B.1.617.2 变异株感染者高分辨率 CT 与临床特点[J]. *中华放射学杂志*, 2021, 55: 1054-1058. DOI:10.3760/cma.j.cn112149-20210618-00574.  
YU C C, YANG Y H, HU T L, et al. High resolution CT findings and clinical features of the novel coronavirus B.1.617.2 variant[J]. *Chinese Journal of Radiology*, 2021, 55: 1054-1058. DOI:10.3760/cma.j.cn112149-20210618-00574. (in Chinese).
- [19] 孙莹, 李玲, 刘晓燕, 等. 早期新型冠状病毒肺炎的胸部薄层平扫 CT 表现特征[J]. *CT 理论与应用研究*, 2023, 32: 131-138. DOI:10.15953/j.ctta.2023.006.  
SUN Y, LI L, LIU X Y, et al. Imaging features of early COVID-19 on chest thin-slice non-enhanced CT[J]. *CT Theory and Applications*, 2023, 32: 131-138. DOI:10.15953/j.ctta.2023.006. (in Chinese).
- [20] PHAN L T, NGUYEN T V, LUONG Q C, et al. Importation and human-to-human transmission of a novel

- coronavirus in vietnam[J]. *The New England Journal of Medicine*, 2020, 382: 872-874. DOI:10.1056/NEJMc2001272.
- [21] DESHMUKH V, MOTWANI R, KUMAR A, et al. Histopathological observations in COVID-19: A systematic review[J]. *Journal of Clinical Pathology*, 2021, 74: 76-83. DOI:10.1136/jclinpath-2020-206995.
- [22] CALABRESE F, PEZZUTO F, FORTAREZZA F, et al. Pulmonary pathology and COVID-19: Lessons from autopsy. The experience of European Pulmonary Pathologists[J]. *Virchows Archiv: An International Journal of Pathology*, 2020, 477: 359-372. DOI:10.1007/s00428-020-02886-6.
- [23] YE Z, ZHANG Y, WANG Y, et al. Chest CT manifestations of new coronavirus disease 2019 (COVID-19): A pictorial review[J]. *European Radiology*, 2020, 30: 4381-4389. DOI:10.1007/s00330-020-06801-0.
- [24] ZHANG J, CHEN N, ZHAO D, et al. Clinical characteristics of COVID-19 patients infected by the Omicron variant of SARS-CoV-2[J]. *Frontiers in Medicine*, 2022, 9: 912367. DOI:10.3389/fmed.2022.912367.

## Chest Computed Tomography Imaging Features of Novel Coronavirus Omicron Strain Infection in Children

LIAO Qianyi<sup>1,2</sup>, LIN Feifei<sup>✉</sup>, ZHUANG Yijiang<sup>1</sup>, SUN Longwei<sup>1</sup>, LU Ning<sup>1</sup>, LI Peng<sup>1</sup>

1. Department of Radiology, Shenzhen Children's Hospital, Shenzhen 518038, China

2. Shantou Medical University, Shantou 515041, China

**Abstract:** Objective: To investigate the chest computed tomography (CT) imaging features of novel coronavirus omicron strain infection in children. Methods: The chest CT imaging of 77 children diagnosed with coronavirus disease (COVID-19) using nucleic acid testing or antigen testing from December 10 to 31, 2022 at Shenzhen Children's Hospital were retrospectively analyzed, including 51 males and 26 females. Among them, 50 cases were positive for CT presentation, and their ages ranged from 1 month to 14 years, with a mean age of 5.5 years and a median age of 3.9 years, including 21 cases in the infant and toddler group ( $\leq 3$  years), 14 in the preschool group (3~7 years), and 15 cases in the school-age group ( $\geq 7$  years). Two radiologists independently identified the location of intrapulmonary lesions, CT manifestations of intrapulmonary lesions, concomitant CT manifestations of the lungs, extent of lesion involvement, and imaging staging. Results: 50 patients (64.9%) had positive lung CT presentation, with the most lesions in the lower lobes and subpleural areas of both lungs and the least lesions in the hilus of lung, and the number of lesions were single, multiple, and diffusely distributed, with diffuse distribution being the most common. Ground-glass opacity were seen in 16 cases (32%), solid nodules in 20 (40%), lamellar consolidation in 24 (48%), lamellar ground glass in 30 (60%), and solid and ground glass in 20 (40%), with lamellar ground glass being the most common; crazy-paving pattern in 4 cases (8%), thickening of lobular septa in 12 (24%), tree fog sign in 12 (24%), and vascular enlargement in 13 (26%). 7 cases (14%) were of subpleural curvilinear line, 6 (12%) of reversed halo sign, and 17 (34%) of air bronchogram, all without cavitation; 5 (10%) were of pleural effusion, 7 (14%) of pleural thickening, 1 (2%) of pericardial effusion, and 7 (14%) of lymphadenopathy. 29 patients (37.7%) were in the early stage of imaging, 15 (19.5%) were in the progressive stage, and 6 (7.8%) were in the severe stage. Conclusion: The chest CT imaging of novel coronavirus omicron strain infection in children was morphologically diverse. The presence of pleural effusion, pleural thickening, and pericardial effusion suggests a higher risk of serious prognosis. Chest CT in children with omicron strain infection can provide valuable information for diagnosis and determine the extent of the disease.

**Keywords:** novel coronavirus; Omicron strain; children; chest computed tomography



**作者简介:** 廖倩怡, 女, 汕头大学放射影像学专业研究生, 主要从事医学影像诊断, E-mail: [lqyoamao@126.com](mailto:lqyoamao@126.com); 林飞飞<sup>✉</sup>, 女, 硕士, 深圳市儿童医院放射科主任医师、硕士研究生导师, 主要从事儿科医学影像诊断及 Radiomics 研究, E-mail: [2597256665@qq.com](mailto:2597256665@qq.com)。