

影像学分析

DOI:10.13406/j.cnki.cyx.002558

新型冠状病毒肺炎的 HRCT 表现、PII 与临床的相关性研究

王兴兰,杨全,李晓燕,苏丽平,应洁,刘丹

(重庆医科大学附属永川医院放射科,重庆 402160)

【摘要】目的:分析新型冠状病毒肺炎(coronavirus disease 2019, COVID-19), 的高分辨率 CT(high resolution CT, HRCT)影像表现, 探讨 CT 肺部炎症指数(pulmonary inflammation index, PII)和临床多项实验室指标的相关性。**方法:**回顾性分析重庆医科大学附属永川医院 2020 年 1 至 2 月感染专科病房收治的 57 例 COVID-19 患者肺部 HRCT 影像表现, 计算 PII, 分析 PII 与年龄、红细胞沉降率(erythrocyte sedimentation rate, ESR)、C 反应蛋白(C-reactive protein, CRP)、白介素-6(interleukin-6, IL-6)、淋巴细胞计数(lymphocyte, LYM)及氧合指数(oxygenation index, OI)的相关性。**结果:**肺部阴性者 3 例, 阳性病变 54 例。HRCT 表现早期 8 例, 进展期 45 例, 转归期 1 例, 合并双侧少量胸腔积液 1 例、支气管扩张 1 例、继发性肺结核 3 例、主动脉壁或(及)心脏冠状动脉壁钙化 7 例、肺气肿 5 例。PII 与年龄、ESR、CRP、IL-6 呈正相关($P<0.05$); PII 与 LYM、OI 呈负相关性($P<0.05$)。**结论:**COVID-19 的 HRCT 表现具有一定特征性, PII 和临床多个实验室指标均具有相关性, 可作为半定量评估 COVID-19 肺部损伤的手段之一。

【关键词】新型冠状病毒肺炎; 高分辨率 CT; 肺部炎症指数

【中图分类号】R445.3

【文献标志码】A

【收稿日期】2020-03-01

High resolution CT manifestation and pulmonary inflammation index of COVID-19 as well as their clinical correlation

Wang Xinglan, Yang Quan, Li Xiaoyan, Su Liping, Ying Jie, Liu Dan

(Department of Radiology, Yongchuan Hospital to Chongqing Medical University)

【Abstract】Objective: To analyze the high resolution CT(HRCT) imaging manifestations of coronavirus disease 2019(COVID-19) and to investigate the correlation between CT pulmonary inflammation index(PII) and multiple clinical laboratory indexes. **Methods:** HRCT imaging of 57 patients with COVID-19 admitted to our hospital from January 2020 to February 2020 in our hospital were retrospectively analyzed, CT pulmonary inflammation index was calculated, and the correlation of CT pulmonary inflammation index with patients' age, erythrocyte sedimentation rate(ESR), C-reactive protein(CRP), interleukin 6(IL-6), lymphocyte count(LYM) and oxygenation index(OI) was analyzed. **Results:** There were 3 patients with negative pulmonary examination and 54 patients with positive lung lesions. HRCT showed 8 patients in early stage, 45 patients in advanced stage, 1 patient in remission stage, 1 patient with bilateral small amount of pleural effusion, 1 patient with bronchiectasis, 3 patients with tuberculosis, 7 patients with calcification of aortic wall or(and) coronary artery wall, and 5 patients with emphysema. CT PPI was positively correlated with age, ESR, CRP and IL-6($P<0.05$); was negatively correlated with Lym and OI($P<0.05$). **Conclusion:** HRCT manifestations of COVID-19 have certain characteristics. CT PPI is correlated with multiple clinical laboratory indexes, and can be used as a means of semi-quantitative assessment of COVID-19 lung injury.

【Key words】 coronavirus disease 2019; high resolution CT; pulmonary inflammation index

2020年1月WHO将2019年12月以来湖北武汉出现的一种新的传染病的病原体命名为新型冠状病毒(2019 novel coronavirus, 2019-nCoV)^[1]。2019-nCoV传染性强, 疫情辐射范围广^[1-3]。临床以发热、乏力、干咳等为主要表现^[4-6], 影像学表现为肺部不同程度炎症反应, 称新型冠状病毒肺炎

(coronavirus disease 2019, COVID-19), 简称“新冠肺炎”。本研究旨在通过分析 COVID-19 的 HRCT 影像表现、CT 肺部炎症指数(pulmonary inflammation index, PII)与年龄、实验室检查的相关性, 探讨 HRCT 检查对疾病的诊断及 PII 对肺部损伤的半定量评估。

作者介绍: 王兴兰, Email: 460220285@qq.com,

研究方向: 头颈部影像。

通信作者: 刘丹, Email: 5677676@qq.com。

基金项目: 重庆市永川区科学技术局自然科学基金资助项目(编号: Yestc2020nb0214, Yestc2020nb0207)。

优先出版: <https://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1046.R.20200630.1414.006.html> (2020-07-01)

1 资料与方法

1.1 一般资料

重庆医科大学附属永川医院是重庆渝西地区共 8 个区县 COVID-19 患者定点救治医院。回顾性分析 2020 年 1

至 2 月本院初诊或转入感染专科治疗的 COVID-19 患者 90 例。纳入标准参考国家卫生健康委颁布的《新型冠状病毒感染的肺炎诊疗方案(试行第七版)》^[4]:①2019-nCoV 试验阳性;②纳入所有患者均为发病后 2~7 d 收入本院住院治疗;③入院即行血常规、红细胞沉降率、动脉血气分析检查和胸部 CT 扫描,保证纳入患者的实验室检查指标与胸部 CT 检查时间一致性;④胸部 CT 图像完整、清晰,具有薄层数据行 MPR 重建。共纳入患者 57 例,男 35 例,女 22 例,年龄 9~89 岁,平均(49.6±16.5)岁。

1.2 研究方法

所有患者均采用 Philips iCT256 层螺旋 CT 进行胸部扫描,以层厚 1 mm、层间距 0.5 mm 薄层数据进行重建。观察患者本院首诊胸部 HRCT 病变的影像征象、部位及数目、分布方式及范围,以及其他伴随征象,根据影像表现分为早期、进展期及转归期^[7-9]。计算 CT 肺部炎症指数,收集记录患者年龄及本院首诊红细胞沉降率(erythrocyte sedimentation rate, ESR)、C 反应蛋白(C-reactive protein, CRP)、白介素-6(interleukin-6, IL-6)、淋巴细胞计数(lymphocyte, Lym)及氧合指数(oxygenation index, OI)的实验室检查结果。对于本院首诊胸部 CT,根据病变分布及病变大小进行定量评分^[9]。按病变分布肺段计分,1 个肺段记 1 分,双肺共计 20 分;按病变占肺段面体积是否超过 50%计分,≥50%记 1 分, <50%记 0 分,共计 20 分。肺部出现实变加 1 分。按以下公式计算 PII:

$$PII = \frac{\text{肺段评分} + \text{范围评分}}{\text{总评分}(40)} \times 100\%$$

PII(此值仅代表肺部炎症程度,不代表炎症范围所占肺部总体积的百分比)介于 0~100%,值越大,炎症负荷越严重。HRCT 分期及 PII 的计算均由 2 名放射科副主任医师分别完

成,存在分歧以共同商量结果为准。

1.3 统计学处理

采用 SPSS 25.0 软件进行统计学分析,计量资料以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示。影像表现等计数资料采用频数表示。PII 与年龄、实验室检查指标间相关性采用 Spearman 秩相关系数 r_s 值表示。检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 HRCT 表现及分期

影像征象:8 例表现磨玻璃影,部分病变内可见少许实变影、小叶间隔增厚及支气管血管束增粗;2 例表现实变影,部分合并支气管充气征,支气管内壁光滑;43 例表现磨玻璃、实变及(或)具有两者成分的混合密度影、索条影共同存在,部分合并支气管血管束增粗;1 例表现磨玻璃及索条影。病变部位及数目:3 例表现双肺均无阳性病变,8 例表现单侧肺叶单一病变(病变数目=1),4 例表现单侧肺叶双肺段病变(病变数目=2),42 例表现单侧肺叶或双侧肺叶多肺段病变(病变数目≥3)。病变分布方式及范围:23 例表现病变分布位于胸膜下区,31 例表现病变呈胸膜下区及中央区均有分布,以胸膜下分布为主;15 例表现单一或多肺段病变范围≥50%肺段,39 例表现单一或多肺段病变范围<50%肺段。伴随征象:1 例合并双侧少量胸腔积液,1 例合并支气管扩张征象;3 例合并继发性肺结核(既往患者临床诊断);7 例合并主动脉壁或(及)心脏冠状动脉壁钙化;5 例合并双肺或局部肺气肿征象(既往患者临床诊断)。分期:CT 表现早期 8 例(图 1),进展期为主 45 例(图 2),转归期 1 例(图 3),部分病例表现进展期和转归期有重叠。



A. 横断位

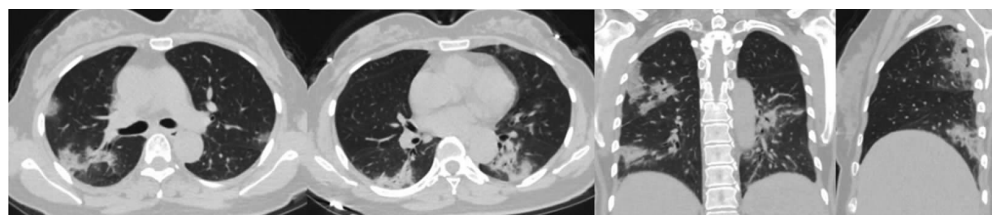
B. 横断位

C. 冠状位

D. 矢状位

注:患者,男,57 岁,发热 3 d,有武汉居住史,2019-nCoV 核酸(+),HRCT 表现呈双肺多发斑片及片状磨玻璃影,内见支气管血管束增粗,胸膜下分布为主

图 1 COVID-19 CT 早期



A. 横断位

B. 横断位

C. 冠状位

D. 矢状位

注:患者,女,46 岁,发热,纳差 3 d,有武汉居住史,2019-nCoV 核酸(+),HRCT 表现双肺多发呈斑片及片状实变影,部分实变灶内见支气管充气征,胸膜下-中央区分布

图 2 COVID-19 CT 进展期



A. 横断位

B. 横断位

C. 冠状位

D. 矢状位

注:患者,女,48岁,咽部不适伴咳嗽咳6d,与疫区患者有接触史,2019-nCoV 核酸(+),HRCT 表现右肺下叶条片状淡淡磨玻璃影及索条影,胸膜下分布

图3 COVID-19 CT 转归期

2.2 PII、年龄的范围及实验室相关指标的检查结果

PII、年龄、ESR、CRP、LYM、血氧饱和度、OI 等指标的范围、平均值及实验室相关指标检查结果见表1。

表1 PII、年龄及实验室相关指标的检查结果

指标	范围	平均值	人数(n)		
			升高	降低	正常
年龄(岁)	9~89	49.6 ± 16.5			
PII(%)	0.0~85.0	25.4 ± 21.4			
ESR(mm/h)	5~140	42.1 ± 31.7	41		16
CRP(mg/L)	0.5~124.0	22.9 ± 29.6	27		30
IL-6(pg/mL)	1.5~382.0	18.1 ± 51.2	29		28
LYM($\times 10^9$ 个/L)	0.24~2.78	1.2 ± 0.5		24	33
OI(mmHg)	230.3~876.2	441.6 ± 142.7	14	26	17

注:实验室相关指标正常参考值:ESR 为 0~15 mm/h,CRP 为 0~10 mg/L,IL-6 为 0~7 pg/mL,LYM 为 (1.10~3.20) $\times 10^9$ 个/L,OI 为 400~500 mmHg

2.3 PII 与年龄、实验室相关指标的相关性

PII 与年龄呈低度正相关($r_s = 0.315, P < 0.05$),与 ESR、CRP、IL-6 均呈显著正相关($r_s = 0.724, r_s = 0.729, r_s = 0.680; P < 0.05$),与 LYM、OI 呈低度负相关($r_s = -0.297, r_s = -0.348; P < 0.05$)。具体见表2。

表2 PII 与年龄、实验检查相关指标的相关性

项目	年龄	ESR	CRP	IL-6	LYM	OI
r_s 值	0.315	0.724	0.729	0.680	-0.297	-0.348
P 值	0.017	0.000	0.000	0.000	0.025	0.008

注: r_s 表示 Spearman 相关系数,(-)表示负相关, $P < 0.05$ 有统计学意义

3 讨论

2019-nCoV 自湖北武汉发现以来,迅速蔓延至全国诸多省市,目前已经作为急性呼吸道传染病纳入《中华人民共和国传染病防治法》规定的乙类传染病,按甲类传染病管理^[4]。该病毒传染性强,潜伏期 1~14 d,多为 3~7 d^[4]。

COVID-19 是由 2019-nCoV 引起的以肺为主要靶器官

的全身多器官损伤性疾病^[10]。目前本院发热门诊患者主要以血常规和胸部摄片作为筛查 COVID-19 的手段。胸部摄片虽简单易行、经济实惠,可迅速得到检查结果,但易出现假阴性而漏诊。CT 是检查肺部疾病最准确和直观的检查方法,尤其是高分辨率 CT(high resolution CT,HRCT)能够发现早期肺部病变,其表现具有一定特征性,以磨玻璃、混合密度及实变为主,单发或多发,胸膜下分布为主^[11-12],不同的影像学表现可能代表不同程度的肺损伤。本研究中单一肺叶 1 或 2 个病变患者仅占 21%(12/57),PII 低,单肺或双肺叶多肺段多发病变患者人数占 74%(42/57),PII 相对较高。病变分布主要以胸膜下为主,提示肺部损伤早期易发生于终末细支气管和呼吸细支气管周围肺实质,进而累及整个肺小叶。随着病程进展,病变有由外向中央发展的趋势,导致肺部损伤范围增大。本研究发现 COVID-19 患者 CT 影像学变化与相关研究^[17-18]一致,主要分为 3 期:早期、进展期及转归期。不同时期影像学表现有所差异。早期以磨玻璃病变为主,部分可见肺小叶间隔增厚及支气管血管束增粗,提示肺泡肿胀、损伤的同时累及肺间质。进展期以实变、混合密度为主,部分可重叠早期及缓解期表现,推测与病变出现的时间不一致有关。转归期病变吸收范围缩小、密度变淡,部分病例出现索条影,后期部分患者表现为纤维索条影,推测与纤维修复有关,其纤维索条影的转归有待进一步随访证实。本研究中少数患者首诊 CT 即表现为转归期,推测与患者自身临床症状轻、发病-就诊间隔时间相对较长有关。

COVID-19 常见于成人,男性居中,儿童少见,发病年龄集中在 40~60 岁^[13]。本研究患病年龄最小 9 岁,平均年龄(49.6 ± 16.5)岁,同时本研究中高 PII 也以 40 岁后年龄段居多。这可能与该年龄段系易感人群、患病基数相对比较大有关,而低 PII 在各年龄段均有分布,因此研究结果显示 PII 与年龄相关性较低。

当人体被感染后,ESR 会增快。虽然 ESR 对某一疾病的诊断不具有特异性,但对判断疾病处于静止期与活动期具有一定的意义,是临床广泛应用的检验指标^[14]。CRP 和 IL-6 能够作为有效反映患者机体炎性应激状态,对肺部感染患者的感染程度也有较高的预测价值^[15]。临床观察发现多数 COVID-

19 患者出现 CRP、ESR、IL-6 升高,这预示着炎症反应急性期,而此时的 HRCT 也常合并阳性表现。采用 PII 可对肺部炎症进行半定量评估,肺部病变分布越广、范围越大,PII 越高,炎症越严重,此时观察到 ESR、CRP、IL-6 也会相应升高,反之亦然。本研究中 1 例 PII 高达 77.5% 的患者 ESR、CRP、IL-6 均呈较高水平,而 PII 低至 0 的患者 ESR、CRP、IL-6 呈正常水平或轻度升高。研究统计也证实 PII 与 ESR、CRP、IL-6 具有显著正相关性。

COVID-19 发病早期多以外周 LYM 减少为主,中性粒细胞正常^[4]。本研究中多数患者与此表现符合,呈降低/明显降低,也有部分患者处于正常水平,这可能与机体自身免疫应答差异有关。肖开虎等^[16]指出 LYM 下降比例随疾病严重程度的加重而逐渐加重,例如本研究中 1 例 PII 为 77.5% 的患者 LYM 呈低水平 (0.55×10^9 个/L),而 3 例 PII 为 0 的患者 LYM 呈正常水平。统计分析显示,PII 与 LYM 虽呈负相关,但相关性弱,这可能与纳入研究样本中多数系普通型患者,发病-就诊时间相对较长而此时 LYM 大多以正常水平为主有关。OI 用于反映肺换气 and 通气功能,可准确评价组织器官缺氧的严重程度^[17],间接反映肺炎的严重程度。研究显示,PII 与 OI 呈负相关,说明炎症越重,参与血氧交换功能的肺泡就减少,OI 越低 PII 越高,但相关系数较低,推测这可能与部分患者动脉采血前因病情需要已行吸氧治疗,或许会干扰统计结果准确性。

本研究的局限性:虽然 PII 可快速有效地对肺部炎症进行半定量,但仅仅能作为临床初步判断肺部损伤程度的指标,有待后续更精确的评价方式进一步研究;因部分患者发病-就诊时间较长,影响部分实验室指标的及时有效性。

HRCT 作为 COVID-19 的诊断手段之一,其表现具有一定的特征性。PII 可快速有效地半定量评估肺部病变,与临床多项实验室指标相关,尤其是与 ESR、CRP、IL-6 等炎性指标相关性显著,提示 PII 可作为临床评估肺部损伤的半定量性指标之一,为临床治疗提供帮助。

参 考 文 献

- [1] World Health Organization. Novel Coronavirus China[EB/OL]. (2020-01-12) [2020-03-01]. <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019>.
- [2] Holshue ML, DeBolt C, Lindquist S, et al. First case of 2019 novel coronavirus in the United States[J]. N Engl J Med, 2020, 382(10): 929-936.
- [3] Wu JT, Leung K, Leung GM. Nowcasting and forecasting the potential domestic and international spread of the 2019-nCoV outbreak originating in Wuhan, China: a modelling study[J]. Lancet, 2020, 395(10225): 689-697.
- [4] 国家卫生健康委办公厅. 新型冠状病毒肺炎诊疗方案(试行第七版)[J]. 心肺血管病杂志, 2020, 39(2): 103-107.
- [5] 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.
- [6] Hui DS, Azhar EI, Madani TA, et al. The continuing 2019-nCoV epidemic threat of novel coronaviruses to global health-The latest 2019 novel coronavirus outbreak in Wuhan, China[J]. Int J Infect Dis, 2020, 91: 264-266.
- [7] 李宏军. 新型冠状病毒肺炎影像学辅助诊断指南[J]. 中国医学影像技术, 2020[Epub ahead of print]. DOI: 10.13929/j.issn.1003-3289. 2020.03.001.
- [8] 管汉雄, 熊 颖, 申楠茜, 等. 新型冠状病毒肺炎(COVID-19)临床影像学特征[J]. 放射学实践, 2020, 35(2): 125-130.
- [9] 陆雪芳, 龚 威, 王 莉, 等. 新型冠状病毒肺炎初诊临床特征及高分辨率 CT 影像表现[J]. 中华放射学, 2020[Epub ahead of print]. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1005-1201.2020.0006.
- [10] 高钰琪. 基于新冠肺炎病理生理机制的治疗策略[J]. 中国病理生理杂志, 2020[Epub ahead of print]. DOI: 10.3969/j.issn.1000-4718. 2020.03.029.
- [11] Kanne JP. Chest CT findings in 2019 novel coronavirus(2019-nCoV) infections from Wuhan, China; key point for the radiologist[J]. Radiology, 2020, 295(1): 16-17.
- [12] Chung M, Bernheim A, Mei X, et al. CT imaging features of 2019 novel coronavirus(2019-nCoV)[J]. Radiology, 2020, 295(1): 202-207.
- [13] 史河水, 韩小雨, 樊艳青, 等. 新型冠状病毒(2019-nCoV)感染的肺炎临床特征及影像学表现[J]. 临床放射学杂志, 2020[Epub ahead of print]. DOI: 10.13437/j.cnki.jcr.20200206.002.
- [14] 尚 红, 王毓三, 申子俞, 等. 全国临床检验操作规程[M]. 4 版. 南京: 东南大学出版社, 2015: 25-26.
- [15] Wiwatcharagoses K, Lueweeravong K. Factors associated with hospitalization of chronic obstructive pulmonary disease patients with acute exacerbation in the emergency department, Rajavithi Hospital[J]. J Med Assoc Thai, 2016, 99S2: S161-167.
- [16] 肖开虎, 税莉莉, 庞小华, 等. 重庆市渝东北片区 143 例 2019 冠状病毒病患者临床特征分析[J]. 第三军医大学学报, 2020[Epub ahead of print]. DOI: 10.16016/j.1000-5404.202002097.
- [17] 王春亚, 郭 蕾, 王小闯, 等. 重症肺炎的死亡危险因素分析[J]. 武汉大学学报(医学版), 2020, 41(1): 110-113.

(责任编辑: 冉明会)