

基于定量 CT 评估多发性肌炎/皮肌炎相关间质性肺病患者肺部改变

杨 凯,张静平,何立宇,盛亚丹,黑 赫,郭佑民,梁 挺,金晨望

(西安交通大学第一附属医院医学影像科,陕西 西安 710061)

[摘要] **目的:** 采用 CT 定量分析多发性肌炎/皮肌炎相关间质性肺病 (Polymyositis/dermatomyositis-associated interstitial lung disease, PM/DM-ILD) 患者的肺部改变,探究其评价 PM/DM-ILD 患者胸部改变的应用价值。**方法:** 收集 301 例 PM/DM-ILD 及 76 例非 ILD 患者胸部 CT 图像纳入数字肺分析平台,测量两组研究对象全肺及各肺叶的肺容积、平均肺密度及肺血管体积百分比。利用定量 CT 肺密度直方图计算高衰减区百分比 (Percentage of high attenuation area, HAA%)。采用多元 Logistic 回归分析筛选与 PM/DM-ILD 诊断相关的定量参数并构建复合模型。使用受试者工作特征曲线 (ROC) 及曲线下面积 (AUC) 确定鉴别诊断 PM/DM-ILD 组和非 ILD 组的最佳定量参数及其阈值、并评价复合模型的诊断效能。**结果:** 与非 ILD 组相比,ILD 组全肺及各肺叶的肺容积均明显减小、平均肺密度及 HAA% 均明显增高,双肺上叶肺血管体积百分比明显增大,而双肺下叶肺血管体积百分比明显减小,差异均具有统计学意义 ($P<0.05$)。多元 Logistic 回归分析显示右下肺平均密度 (OR=1.015, 95%CI: 1.003~1.028, $P=0.019$)、右下肺血管体积百分比 (OR=0.763, 95%CI: 0.584~0.997, $P=0.047$) 及年龄 (OR=1.025, 95%CI: 1.003~1.048, $P=0.026$) 对诊断 ILD 具有统计学意义。ROC 曲线分析显示,右下肺平均密度为鉴别诊断 PM/DM-ILD 组和非 ILD 组的最佳 CT 定量参数, AUC 为 0.84 (95%CI: 0.80~0.89), 以 -770.7 HU 为阈值, 敏感度为 78.1%, 特异度为 77.8%。基于 CT 定量参数及年龄构建的复合诊断模型具有更佳的诊断效能, AUC 为 0.87 (95%CI: 0.83~0.91)。**结论:** 定量 CT 能够客观准确评估 PM/DM-ILD 患者肺容积、平均肺密度及肺血管体积改变。基于 CT 定量参数及年龄构建的复合模型对 ILD 的识别显示出良好的诊断效能, 为 PM/DM-ILD 患者的病情评估和诊断提供了便捷的新途径。

[关键词] 皮肌炎;肺疾病;间质性;体层摄影术;X 线计算机

[中图分类号] R563;R814.42 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1008-1062(2024)10-0694-06

DOI:10.12117/jccmi.2024.10.003

Evaluation of pulmonary changes in patients with polymyositis/dermatomyositis-associated interstitial lung disease based on quantitative CT

YANG Kai, ZHANG Jing-ping, HE Li-yu, SHENG Ya-dan, HEI He, GUO You-min, LIANG Ting, JIN Chen-wang
(Department of Medical Imaging, the First Affiliated Hospital of Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710061, China)

Abstract: Objective: To observe lung changes in patients with polymyositis/dermatomyositis-associated interstitial lung disease (PM/DM-ILD) using quantitative CT and to investigate the application value of quantitative CT in PM/DM-ILD patients. **Methods:** Chest CT images collected from 301 cases of PM/DM-ILD patients and 76 cases of non-ILD patients were included in the digital lung analysis platform. The lung volume, average lung density and the percentage of intrapulmonary vascular volume of the whole lung and each lung lobe were measured. The percentage of high attenuation area (HAA%) was measured with histogram of lung density. Multivariate Logistic regression analysis was used to screen the quantitative parameters related to the diagnosis of PM/DM-ILD and construct the composite model. ROC and AUC were used to determine the best quantitative parameters and thresholds to distinguish the PM/DM-ILD group and the non-ILD group and evaluate the composite model's diagnostic efficiency. **Results:** Compared with the non-ILD group, the lung volume, the lung volume of the whole lung and all lobes in the ILD group were significantly reduced, the average lung density and HAA% were significantly increased, and the percentage of intrapulmonary vascular volume in the upper lobe of both lungs was significantly increased, while in the lower lobe of both lungs was significantly decreased, with statistical significance ($P<0.05$). Multiple Logistic regression analysis showed the mean density of the right lower lung (OR=1.015, 95%CI: 1.003~1.028, $P=0.019$), percentage of intrapulmonary vascular volume in the right lower lung (OR=0.763, 95%CI: 0.584~0.997, $P=0.047$) and age (OR=1.025, 95%CI: 1.003~1.048, $P=0.026$) were statistically significant for the diagnosis of ILD. ROC curve showed that the mean density of the right lower lung was the best CT quantitative parameter for distinguishing between the PM/DM-ILD group and the non-ILD group, with a maximum AUC of 0.84 (95%CI: 0.80~0.89), a sensitivity of 78.1% and a specificity of 77.8%, using the threshold of -770.7 HU. **Conclusion:**

[收稿日期] 2024-01-17; **[修回日期]** 2024-02-25

[作者简介] 杨凯 (1997-), 男, 四川成都人, 在读硕士研究生。E-mail: yk1432249783@163.com

[通信作者] 金晨望, 西安交通大学第一附属医院医学影像科, 710061。E-mail: jcw76@163.com

[基金项目] 国家自然科学基金项目 (编号: 82272073)。

Quantitative CT can objectively and accurately evaluate lung volume, mean lung density, and pulmonary vascular volume in PM/DM-ILD patients. The composite model, based on CT quantitative parameters and age shows good diagnostic efficiency in identifying ILD and provides convenient way for evaluating and diagnosing PM/DM-ILD patients.

Key words: Dermatomyositis; Lung Diseases, Interstitial; Tomography, X-Ray Computed

多发性肌炎/皮肌炎(Polymyositis/dermatomyositis, PM/DM)是一种可侵犯肌肉、皮肤、肺等多个器官的自身免疫性结缔组织病^[1]。间质性肺病(Interstitial lung disease, ILD)是 PM/DM 常见且十分严重的并发症,可导致患者预后不良、死亡率增高,有报道称 PM/DM 并发 ILD 者病死率可高达 50%^[2]。因此早期、准确诊断 PM/DM 相关间质性肺病(PM/DM-ILD)对监测患者病情发展,制定合适的治疗方案以及改善患者预后具有重要意义。目前不同学者间对 ILD 病变类型的定义、累及范围及严重程度评估存在明显的组内及组间差异,且无法敏感识别到一些重要的肺部早期变化特征^[3]。既往研究证实定量 CT 已经被广泛应用于慢性阻塞性肺疾病^[4-6]、哮喘^[7]、肺癌^[8]以及一些感染性肺疾病的诊断评估和表型分析中,能够为临床医师提供更加客观和准确的测量结果,且结果具有良好的可重复性^[9]。

本研究旨在采用胸部 CT 扫描定量评估 PM/DM-ILD 患者的肺部改变,探讨定量 CT 参数,如肺容积、肺密度以及肺血管体积对 PM/DM-ILD 患者的病情评估价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料

回顾性收集 2014 年 12 月—2022 年 11 月在西安交通大学第一附属医院就诊的 PM/DM 住院患者,符合 1975 年 Bohan 和 Peter 制定的 PM/DM 诊断标准^[10]以及由欧洲抗风湿联盟和美国风湿病学会于 2017 年提出的诊断标准^[11]。ILD 的诊断符合 2013 年美国胸科协会和欧洲呼吸学会的诊断标准^[12]。纳入标准:①临床确诊的 PM/DM 患者;②高分辨率 CT 图像完整,上包肺尖,下包肺底膈肌层面,可经定量软件处理分析。排除标准:①图像质量差或临床基础

资料不全。②肺部肿瘤、血管瘤等占位病变。③胸廓畸形、胸腔积液。④影响肺容积的胸部手术史。最终纳入 PM/DM 患者的 CT 结果 377 例。

1.2 仪器与方法

采用 64 排及以上 CT 扫描仪,行吸气相肺尖至肺底 CT 扫描,检查前对患者进行呼吸训练。扫描时患者仰卧,双臂上举抱头,头先进。扫描参数:管电压 100 kV,管电流采用自动调节控制,层厚 1 mm/1.5 mm,采用骨算法重建,重建层厚 1 mm/1.5 mm。

1.3 定量数据测量

将获得的图像上传至 Dexin-FACT “数字肺”数据分析平台,进行全肺提取和左右肺分割。具体步骤^[13]:①以自适应边界行进法提取全肺,包括右肺和左肺;②以几何算法将全肺分割成 5 个肺叶,即右肺上叶、右肺中叶、右肺下叶、左肺上叶及左肺下叶。计算全肺和各个肺叶的肺容积(图 1)、CT 值小于 -950 HU 的肺体积占全肺及各肺叶体积的百分比(LAA_{-950%}) (图 2)。肺血管的测量采用肺血管自动测量模块,以主要曲率和方向区分肺血管与其他肺组织,自动提取并分割肺血管树,计算全肺和各个肺叶的肺血管体积百分比(The percentage of intrapulmonary vascular volume, IPVV%)=全肺以及各个肺叶肺血管体积/全肺以及各个肺叶肺容积(图 3)。肺部密度直方图法(图 4)计算 CT 值为 -700~-200 HU 的肺体积占全肺体积的百分比(HAA_{-700~-200%}),HAA_{-700~-200%}被用作量化 ILD 患者肺部纤维化程度的指标^[14-15]。相同的方法计算 CT 值为 -600~-250 HU 的肺体积占全肺体积的百分比(HAA_{-600~-250%}),HAA_{-600~-250%}已被证明是亚临床 ILD 的定量 CT 生物标志,且被用来评估肺间质异常改变的程度^[16]。

1.4 统计学分析

采用 SPSS 26.0 统计学软件进行处理。正态连



图 1 肺组织可视化获取肺容积。图 2 肺密度可视化获取 LAA_{-950%}。

Figure 1. Lung volume obtained by visualization of lung tissue. Figure 2. LAA_{-950%} obtained by lung density visualization.

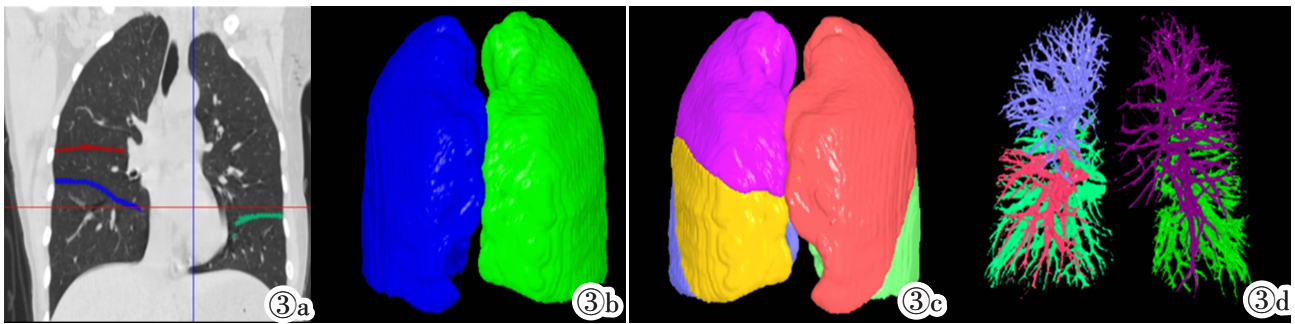


图3 肺血管体积测量流程图。图3a:肺裂的分割;图3b:全肺肺叶分割;图3c:各肺叶分割;图3d:提取肺血管树。

Figure 3. Flow chart of intrapulmonary vascular volume measurement. Figure 3a: Segmentation of pulmonary fissure; Figure 3b: Whole lung lobe segmentation; Figure 3c: Segmentation of each lung lobe; Figure 3d: Extraction of pulmonary vascular tree.

续型变量采用平均值±标准差来表示,组间比较行 *t* 检验。非正态分布者以中位数(四分位数间距)表示,组间比较采用 Wilcoxon 秩和检验。分类变量用绝对数和百分比表示,组间比较行卡方检验或 Fisher's 精确检验。在回归分析前采用方差膨胀因子检验变量间多重共线性程度,对方差膨胀因子大于 10 的变量进行手动剔除。使用多元 Logistics 回归分析筛选与 PM/DM-ILD 相关的定量参数,并基于定量参数构建复合模型。应用 R 软件中的 rms 程序包构建复合模型的诺模图,Bootstrap 重复抽样 1 000 次绘制校准曲线。采用受试者工作特征曲线(ROC)及曲线下面积(AUC)评估定量参数以及复合模型对 ILD 的诊断效能。以 $P<0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 一般资料

ILD 组患者的平均年龄为(55±11)岁,非 ILD 组

表 1 PM/DM 患者全肺及各肺叶肺容积(mL, M(IQR))

	非 ILD 组	ILD 组	Z	P
全肺	3 620.3(1 956.8)	3 180.8(1 519.8)	5.03	<0.01
右肺	1 951.5(1 077.4)	1 744.7(794.4)	4.05	<0.01
左肺	1 656.1(956.3)	1 387.8(759.4)	4.22	<0.01
右上肺叶	842.3(385.2)	829.3(432.0)	0.50	0.617
右中肺叶	403.5(165.6)	304.9(180.6)	4.30	<0.01
右下肺叶	847.8(466.1)	536.7(451.2)	5.82	<0.01
左上肺叶	945.1(582.9)	897.9(422.8)	2.03	0.042
左下肺叶	735.8(415.8)	481.3(383.6)	6.00	<0.01

表 2 PM/DM 患者全肺及各肺叶平均肺密度(HU, M(IQR))

	非 ILD 组	ILD 组	Z	P
全肺	-810(60)	-767(112)	5.03	<0.01
右肺	-812(56)	-773(108)	5.03	<0.01
左肺	-804(61)	-757(126)	4.22	<0.01
右上肺叶	-832(45)	-807(75)	3.88	<0.01
右中肺叶	-832(45)	-795(92)	4.30	<0.01
右下肺叶	-785(73)	-703(163)	6.05	<0.01
左上肺叶	-822(60)	-791(98)	4.45	<0.01
左下肺叶	-777(66)	-696(161)	5.80	<0.01

的平均龄为(51±15)岁,差异具有统计学意义($P<0.01$)。两组间在性别分布上无明显统计学差异($P>0.05$),均表现为女性多于男性。

2.2 肺容积、平均肺密度、肺气肿

除右肺上叶肺容积,全肺及其他各个肺叶肺容积在两组间均存在显著统计学差异($P<0.05$),ILD 组的肺容积明显小于非 ILD 组(表 1)。ILD 组全肺及各肺叶的平均肺密度均大于非 ILD 组,且差异具有统计学意义($P<0.05$)(表 2)。肺气肿评估参数(LAA_{950%})

2.3 肺血管体积百分比

在非 ILD 组相比,IPVV%在右肺上叶、左肺上叶、右肺下叶、左肺下叶组间有统计学差异($P<0.05$),且 ILD 组双肺下叶 IPVV%更小,而双肺上叶 IPVV%更大(表 4)。

2.4 HAA_{700-200%}及 HAA_{600-250%}定量 CT 参数

肺纤维化水平评估数据 HAA_{700-200%}在两组对

表 3 PM/DM 患者全肺及各肺叶 LAA_{950%}(M(IQR))

	非 ILD 组	ILD 组	Z	P
全肺	0.38(2.03)	0.37(1.18)	-0.74	0.459
右肺	0.31(1.85)	0.31(0.98)	-0.43	0.663
左肺	0.53(1.97)	0.38(1.33)	-1.11	0.267
右上肺叶	0.25(1.56)	0.27(1.34)	-0.07	0.943
右中肺叶	0.73(3.23)	0.53(2.50)	-0.48	0.629
右下肺叶	0.23(1.05)	0.20(0.85)	-0.15	0.879
左上肺叶	0.57(2.85)	0.55(2.31)	-0.62	0.535
左下肺叶	0.41(1.17)	0.24(1.00)	-0.83	0.408

表 4 PM/DM 患者全肺及各肺叶 IPVV%(M(IQR))

	非 ILD 组	ILD 组	Z	P
全肺	2.86(1.30)	2.95(1.58)	-1.98	0.231
右肺	2.82(1.28)	2.94(1.28)	-1.36	0.174
左肺	2.90(1.50)	2.95(1.82)	-0.94	0.350
右上肺叶	2.50(1.54)	2.91(2.03)	-3.01	<0.01
右中肺叶	2.29(1.23)	2.32(1.82)	-0.47	0.639
右下肺叶	3.12(1.75)	2.27(2.28)	-2.99	<0.01
左上肺叶	2.51(1.47)	2.92(2.02)	-2.96	<0.01
左下肺叶	3.16(1.87)	2.40(2.43)	-2.44	<0.015

比中,ILD 组肺纤维化水平明显升高,且具有统计学差异($Z=-6.23, P<0.001$)。HAA₋₆₀₀₋₂₅₀%被用来评估肺间质的异常改变程度,主要代表磨玻璃影和网状影区域^[6]。HAA₋₆₀₀₋₂₅₀%组间对比有统计学差异,ILD 组的肺间质异常改变明显大于非 ILD 组($Z=-6.37, P<0.001$)(表 5)。

2.5 ROC 曲线分析

多元 Logistic 回归分析显示,右下肺平均密度(OR=1.015,95%CI:1.003~1.028, $P=0.019$)、右下肺 IPVV%(OR=0.763,95%CI:0.584~0.997, $P=0.047$)和年龄(OR=1.025,95%CI:1.003~1.048, $P=0.026$)与

ILD 具有较强的关联(表 6)。分别将右下肺平均密度、右下肺 IPVV%和年龄作为诊断指标行 ROC 分析,结果显示以右下肺平均密度鉴别 ILD 组和非 ILD 组具有最大的 AUC 为 0.84 (95%CI:0.80~0.89),以右下肺平均肺密度=-770.7 HU 为阈值,约登指数为 0.56,敏感度为 78.1%,特异度为 77.8%(表 7)。以右下肺平均密度、右下肺 IPVV%结合年龄构建复合模型并以诺模图展示(图 5)。结果显示复合模型具有最佳的诊断效能,其 AUC 为 0.87 (95%CI:0.83~0.91)(图 6)。校准曲线表明其预测发生风险与实际发生风险一致性较高。

表 5 PM/DM 患者全肺 HAA%(M(IQR))

	非 ILD 组	ILD 组	Z	P
HAA ₋₇₀₀₋₂₀₀ %	9.82(6.23)	17.85(16.13)	-6.23	<0.001
HAA ₋₆₀₀₋₂₅₀ %	5.59(2.86)	9.99(9.41)	-6.37	<0.001

表 6 多元 Logistic 回归分析显示各因素与 PM/DM-ILD 的关联强度

	b 值	b 值标准误	Wald 卡方值	P 值	OR 值	OR 值的 95%CI
右下肺容积	-0.001	0.001	1.574	0.210	0.999	0.998~1.001
右下肺平均密度	0.015	0.006	5.541	0.019	1.015	1.003~1.028
右下肺 IPVV%	-0.270	0.136	3.943	0.047	0.763	0.584~0.997
HAA ₋₇₀₀₋₂₀₀ %	0.037	0.058	0.414	0.520	1.038	0.927~1.162
年龄	0.025	0.011	4.936	0.026	1.025	1.003~1.048

表 7 ROC 曲线分析结果

	AUC	标准误	P	约登指数	敏感度	特异度	95%CI
右下肺平均密度	0.84	0.02	<0.001	0.56	0.781	0.778	0.795~0.889
右下肺血管体积	0.61	0.02	<0.01	0.20	0.605	0.597	0.550~0.677
年龄	0.60	0.04	0.014	0.53	0.515	0.750	0.516~0.671
分类模型	0.87	0.02	<0.001	0.58	0.625	0.958	0.826~0.910

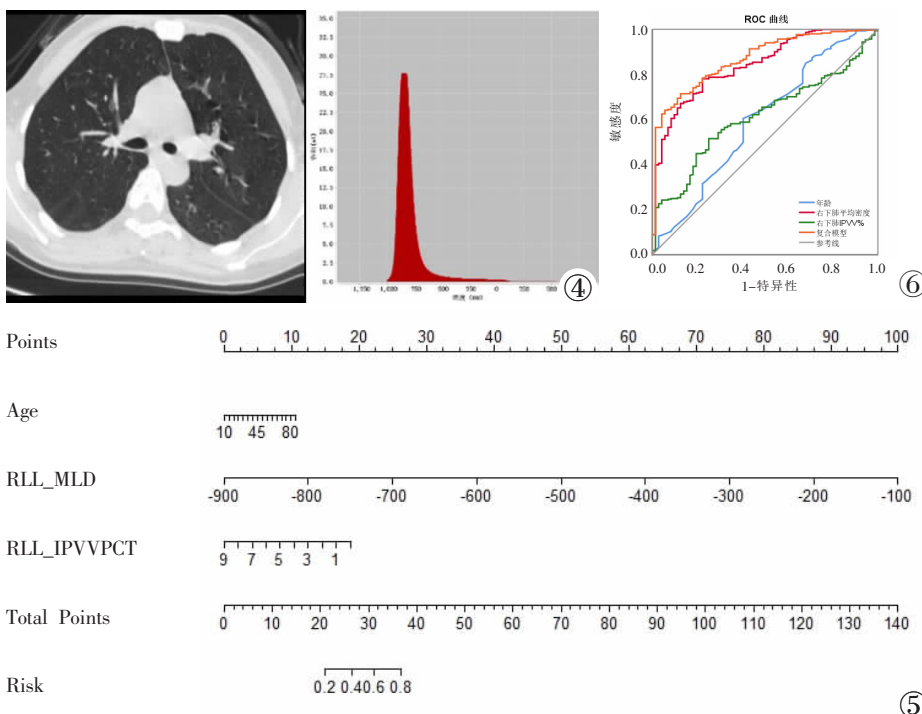


图 4 全肺密度分布直方图。图 5 PM/DM-ILD 的诺模图。RLL_MLD: 右肺下叶平均肺密度; RLL_IPVVPCT: 右肺下叶肺血管体积百分比。图 6 CT 定量参数及复合模型诊断 PM/DM-ILD 的 ROC 曲线。

Figure 4. Histogram of lung density distribution. Figure 5. A nomogram in diagnosing PM/DM-ILD. RLL_MLD: the mean lung density in lower lobe of right lung; RLL_IPVVPCT: the percentage of intrapulmonary vascular volume in lower lobe of right lung. Figure 6. ROC curves of CT quantitative parameters and a composite model for diagnosing PM/DM-ILD.

3 讨论

本研究采用定量 CT 对 PM/DM-ILD 患者的肺部改变进行了分析,主要评价了平均肺密度、肺容积、肺血管体积百分比等定量参数。结果显示,相比于非 ILD 组,ILD 组全肺及各个肺叶的平均肺密度更高,肺容积更小。肺血管体积百分比测量结果显示,与非 ILD 组相比,ILD 组双肺下叶肺血管体积百分比更小而双肺上叶肺血管体积百分比更大。

Liang 等^[17]的研究发现 ¹⁸F-FDG 摄取可评估特发性炎性肌病相关性间质性肺病的活动度,FDG 摄取与肺中性粒细胞和肺肌成纤维细胞持续活化导致细胞外基质的过度合成有关。这可能是 ILD 患者肺密度增高的原因。Castisux 等^[18]的研究也强调,¹⁸F-FDG 摄取与肺密度显著相关,而肺密度的增加可能与肺容积的减少和肺纤维化有关。我们的研究结果也证实了这一点,ILD 组有着相对较高的肺密度和较小的肺容积。考虑到肺气肿与 ILD 共存的情况以及肺气肿对肺密度的影响,本研究应用 LAA₉₅₀%对肺气肿进行了评估,在 LAA₉₅₀%参数上在两组间无统计学差异。

本研究应用 HAA₇₀₀₋₂₀₀%对 PM/DM 患者的肺纤维化程度进行评价,结果显示,相较于非 ILD 组,ILD 组的全肺及各个肺叶都存在更明显的纤维化。Ariani 等^[19]的研究表明,肺纤维化的定量结果和病理活检结果有相关性,将纤维化程度标准化,结果具有可重复性。相比于非 ILD 组,ILD 组更为严重的肺纤维化损害了更多的正常肺组织,这可能是该组肺容积减小的原因。另一方面间质肺纤维化限制了肺组织的扩张膨胀产生胸内负压,使得患者在 CT 扫描时深吸气指令执行不到位,导致 ILD 组所测得的肺容积相对较小^[20]。Alevizos 等^[16]的研究提到具有高衰减的体素百分比(HAA₆₀₀₋₂₅₀%)与视觉可识别的 ILD 以及 ILD 的住院率增加有关。本研究结果同样显示 HAA₆₀₀₋₂₅₀%能够较好的区分 ILD 和非 ILD。

既往文献对 ILD 患者肺血管的改变研究多基于 CT 的二维计算方法测量患者亚段或亚亚段肺血管直径和肺小血管横截面积,缺乏整体、三维观^[21]。本研究基于三维定量算法可实现自动提取和分割肺血管,在三维图像中显示肺内血管,并计算 IPVV%。我们的研究结果显示,相对于非 ILD 组,ILD 组双肺下叶 IPVV%明显降低。Ahuja 等^[22]的研究指出 PM/DM-ILD 患者肺部异常改变多发生于肺的基底底部。肺血管的改变是 PM/DM-ILD 患者肺部损伤的主要表现之一,一方面由于自身免疫性炎症反应反复损伤小血管,导致肺微小血管内膜纤维化及增厚,表现

为肺微小血管的狭窄、闭塞和丢失^[23]。另一方面,炎症反应损伤和阻塞外周气道,肺泡间隙炎症产物含量增加使得毛细血管床显著减少,降低了肺的气体交换能力^[24],这可能促进低氧血症的产生,进一步加重了肺内血管内皮细胞的损伤。同时我们的研究显示,相对于非 ILD 组,ILD 组双肺上叶 IPVV%明显增加,这与以前的研究结果一致。Jacob 等^[25]的研究提到,肺纤维化区域的毛细血管床的破坏可能会导致血流优先流向肺纤维化较少或非纤维化的区域。叶玲等^[26]的研究同样表明,肺损害组全肺小血管截面积与全肺截面积比值明显高于肺无损害组。

目前对 ILD 的诊断主要依赖于影像科医师对高分辨率 CT 图像的主观视觉评估,但视觉评估极大的依赖于医生个人的诊断经验,且观察者自身和观察者之间仍存在较大的差异。Rea 等^[27]的研究表明平均肺密度与肺功能密切相关,并认为定量指标的可重复性高于视觉评分。一项有关系统性硬化症相关间质性肺病的研究结果显示,平均肺密度的纵向改变与 ILD 患者生存率相关^[28]。先前有研究表明高平均肺密度是 ILD 的危险因素且可作为 ILD 的诊断标志物^[29]。本研究 ROC 分析显示,相比较于右下肺 IPVV%和年龄,定量参数右下肺平均肺密度能够较好的区分 ILD 和非 ILD,AUC 为 0.84 (95%CI: 0.80~0.89)。当 PM/DM 患者右下肺平均密度值高于-770.7 HU 时,需警惕可能存在 ILD。与我们的研究结果一致,Alevizos 等^[30]的研究指出年龄可能是 PM/DM 患者发生 ILD 的独立危险因素^[6]。随着年龄增大,PM/DM 患者发生 ILD 的风险明显增加。本研究将定量 CT 参数与年龄结合共同构建复合模型及诺模图,结果显示该复合模型相比单个定量参数具有更佳的诊断效能。

本研究存在一定的局限性:①样本量相对较小,还需扩大样本量进一步验证。②本次研究为单中心的研究,后续应通过多中心、前瞻性研究进行验证。③本研究未涉及到患者体质量指数、生活习惯等,使得本研究具有一定的局限性。

综上所述,CT 定量分析能够有效评估 PM/DM-ILD 患者肺部的间质性改变,同时能够对 PM/DM-ILD 患者全肺及各个肺叶的改变进行量化。平均肺密度、肺容积、肺血管体积以及 HAA%可为临床医师提供更多的有效信息。CT 定量参数和基于其构建的复合模型对 PM/DM-ILD 的诊断具有较高效能,这对于 PM/DM-ILD 的诊断和病情评估具有重要意义。

[参考文献]

[1]王亚飞,李红霞,冯媛,等.成人多发性肌炎/皮肌炎患者合并间质

- 性肺病的危险因素分析与预测模型建立 [J]. 实用医学杂志, 2022,38(5):616-621.
- [2]Lim CH, Tseng CW, Lin CT, et al. The clinical application of tumor markers in the screening of malignancies and interstitial lung disease of dermatomyositis/polymyositis patients: A retrospective study[J]. SAGE Open Med, 2018, 6: 2050312118781895.
- [3]Sambataro D, Sambataro G, Pignataro F, et al. Quantification of Ground Glass Opacities Can Be Useful to Describe Disease Activity in Systemic Sclerosis [J]. Diagnostics (Basel), 2020, 10(4): 225.
- [4]管宇,范丽,刘士远. 慢性阻塞性肺疾病 CT 定量及功能成像进展 [J]. 中国医学影像学杂志,2013,21(2):157-160.
- [5]纪蒙蒙,耿鹤群,杨飞,等. 慢性阻塞性肺疾病急性加重期小气道 CT 定量研究[J]. 中国医学影像学杂志,2015,23(3):195-199.
- [6]Cao X, Gao X, Yu N, et al. Potential Value of Expiratory CT in Quantitative Assessment of Pulmonary Vessels in COPD [J]. Front Med, 2021, 8: 761804.
- [7]Barens H, Humphries SM, George PM, et al. Machine learning in radiology: the new frontier in interstitial lung diseases [J]. Lancet Digit Health, 2023, 5(1): e41-e50.
- [8]张为,李小虎,杜丹丹,等. 纯磨玻璃结节的 CT 特征及定量分析对肺腺癌病理分类的预测价值 [J]. 中国医学影像学杂志,2018,26(9):658-663.
- [9]Romei C, Tavanti LM, Taliani A, et al. Automated Computed Tomography analysis in the assessment of Idiopathic Pulmonary Fibrosis severity and progression [J]. Eur J Radiol, 2020, 124: 108852.
- [10]Bohan A, Peter JB. Polymyositis and dermatomyositis(first of two parts)[J]. N Eng J Med, 1975, 292(7): 344-347.
- [11]Lundberg IE, Tjarnlund A, Bottai M, et al. 2017 European League Against Rheumatism/American College of Rheumatology Classification Criteria for Adult and Juvenile Idiopathic Inflammatory Myopathies and Their Major Subgroups [J]. Arthritis Rheumatol, 2017, 69(12): 2271-2282.
- [12]Travis WD, Costabel U, Hansell DM, et al. An official American Thoracic Society/European Respiratory Society statement: Update of the international multidisciplinary classification of the idiopathic interstitial pneumonias [J]. Am J Respir Crit Care Med, 2013, 188(6): 733-748.
- [13]Yu N, Wei X, Li Y, et al. Computed tomography quantification of pulmonary vessels in chronic obstructive pulmonary disease as identified by 3D automated approach [J]. Medicine (Baltimore), 2016, 95(40): e5095.
- [14]Ufuk F, Demirci M, Altinisik G, et al. Quantitative analysis of Sjogren's syndrome related interstitial lung disease with different methods[J]. Eur J Radiol, 2020, 128: 109030.
- [15]Salaffi F, Carotti M, Bosello S, et al. Computer-aided quantification of interstitial lung disease from high resolution computed tomography images in systemic sclerosis: correlation with visual reader-based score and physiologic tests [J]. Biomed Res Int, 2015, 2015: 834262.
- [16]Alevizos MK, Danoff SK, Pappas DA, et al. Assessing predictors of rheumatoid arthritis-associated interstitial lung disease using quantitative lung densitometry[J]. Rheumatology(Oxford), 2022, 61(7): 2792-2804.
- [17]Liang J, Cao H, Liu Y, et al. The lungs were on fire: a pilot study of (18)F-FDG PET/CT in idiopathic-inflammatory-myopathy-related interstitial lung disease [J]. Arthritis Res Ther, 2021, 23(1): 198.
- [18]Castiaux A, Van Simaey G, Goldman S, et al. Assessment of ¹⁸F-FDG uptake in idiopathic pulmonary fibrosis: influence of lung density changes[J]. Eur J Hybrid Imaging, 2018, 2(1): 27.
- [19]Ariani A, Imperatori A, Castiglioni M, et al. Quantitative computed tomography detects interstitial lung diseases proven by biopsy[J]. Sarcoidosis Vasc Diffuse Lung Dis, 2018, 35(1): 16-20.
- [20]Chen A, Karwoski RA, Gierada DS, et al. Quantitative CT Analysis of Diffuse Lung Disease[J]. Radiographics, 2020, 40(1): 28-43.
- [21]蒲豆豆,袁慧,马光明,等. 定量 CT 在评估类风湿性关节炎相关间质性肺病中的应用 [J]. 中国医学物理学杂志,2022,39(7): 860-864.
- [22]Ahuja J, Arora D, Kanne JP, et al. Imaging of Pulmonary Manifestations of Connective Tissue Diseases [J]. Radiol Clin North Am, 2016, 54(6): 1015-1031.
- [23]Yamakawa H, Takemura T, Iwasawa T, et al. Emphysematous change with scleroderma-associated interstitial lung disease: the potential contribution of vasculopathy?[J]. BMC Pulm Med, 2018, 18(1): 25.
- [24]Shao T, Shi X, Yang S, et al. Interstitial Lung Disease in Connective Tissue Disease: A Common Lesion With Heterogeneous Mechanisms and Treatment Considerations [J]. Front Immunol, 2021, 12: 684699.
- [25]Jacob J, Bartholmai BJ, Rajagopalan S, et al. Mortality prediction in idiopathic pulmonary fibrosis: evaluation of computer-based CT analysis with conventional severity measures [J]. Eur Respir J, 2017, 49(1): 1601011.
- [26]叶玲,阮莉金,潘庆军,等. 系统性红斑狼疮伴肺部损害的 CT 定量参数与抗核抗体谱的相关研究 [J]. 中国医学影像学杂志, 2021,29(5):459-463.
- [27]Rea G, De Martino M, Capaccio A, et al. Comparative analysis of density histograms and visual scores in incremental and volumetric high-resolution computed tomography of the chest in idiopathic pulmonary fibrosis patients [J]. Radiol Med, 2021, 126(4): 599-607.
- [28]Saldana DC, Hague CJ, Murphy D, et al. Association of Computed Tomography Densitometry with Disease Severity, Functional Decline, and Survival in Systemic Sclerosis-associated Interstitial Lung Disease[J]. Ann Am Thorac Soc, 2020, 17(7): 813-820.
- [29]Yin N, Shen C, Dong F, et al. Computer-aided identification of interstitial lung disease based on computed tomography [J]. J Xray Sci Technol, 2019, 27(4): 591-603.
- [30]Zhang L, Wu G, Gao D, et al. Factors Associated with Interstitial Lung Disease in Patients with Polymyositis and Dermatomyositis: A Systematic Review and Meta-Analysis[J]. PLoS One, 2016, 11(5): e0155381.