

论 著

COPD患者HRCT影像特征、支气管壁厚度改变及与肺功能的关系*

石代红¹ 兰 珊² 陈立彩^{3,*}

1.竹山县人民医院呼吸与危重症医学科

(湖北十堰 442200)

2.湖北医药学院附属十堰市人民医院

放射科(湖北十堰 442000)

3.湖北医药学院附属国药东风总医院

呼吸与危重症医学科(湖北十堰 442000)

【摘要】目的 探讨慢性阻塞性肺疾病(COPD)患者高分辨率CT(HRCT)影像特征、支气管壁厚度改变及与肺功能的关系。方法 回顾性分析2022年1月至2023年12月在我院就诊的104例COPD患者的临床资料。纳入患者均在我院进行HRCT检查并测量其肺功能,将其作为COPD组。另选100例在我院进行健康体检的影像学资料为对照组。统计COPD组患者的HRCT影像特征、支气管壁厚度与对照组进行比较,并分析COPD组患者HRCT影像特征、支气管壁厚度改变与肺功能的关系。结果 COPD组支气管壁厚度高于对照组,50%肺容量的最大呼气流量占预计值的百分比(MEF50%)、用力肺活量(FVC)、一秒率(FEV1/FVC)低于对照组差异有统计学意义($P<0.05$)。不同HRCT影像特征COPD患者肺功能比较,差异有统计学意义($P<0.05$)。不同HRCT支气管壁厚度分型COPD患者肺功能比较,差异有统计学意义($P<0.05$)。Spearman相关性分析显示COPD患者HRCT影像特征与MEF50%($r=-0.574$)、FVC($r=-0.487$)、FEV1/FVC($r=-0.554$)呈负相关($P<0.05$);COPD患者支气管壁厚度分型与MEF50%($r=-0.388$)、FVC($r=-0.543$)、FEV1/FVC($r=-0.620$)呈负相关($P<0.05$)。结论 相较于健康人COPD患者伴有明显肺气肿与支气管壁增厚且COPD患者肺气肿病情严重程度、支气管壁厚度增厚均与患者肺功能呈负相关,通过HRCT检测可对COPD患者进行肺功能整体评估。

【关键词】慢性阻塞性肺疾病;高分辨率CT;影像特征;支气管壁厚度;肺功能

【中图分类号】R563

【文献标识码】A

【基金项目】湖北省科技计划项目(2019CFB443)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2025.12.018

HRCT Imaging Characteristics, Changes of Bronchial Wall Thickness and Their Relationship with Lung Function in Patients with COPD*

SHI Dai-hong¹, LAN Shan², CHEN Li-cai^{3,*}

1.Department of Respiratory and Critical Care Medicine, Zhushan County People's Hospital, Shiyan 442200, Hubei Province, China

2.Department of Radiology, Shiyan Renmin Hospital Affiliated to Hubei University of Medicine, Shiyan 442000, Hubei Province, China

3.Department of Respiratory and Critical Care Medicine, Sinopharm Dongfeng General Hospital Affiliated to Hubei University of Medicine, Shiyan 442000, Hubei Province, China

ABSTRACT

Objective To explore imaging characteristics of high-resolution CT (HRCT), changes of bronchial wall thickness and their relationship with lung function in patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD). **Methods** A retrospective analysis was performed on the clinical data of 104 patients with COPD (COPD group) who underwent HRCT examination and lung function detection in the hospital between January 2022 and December 2023. The imaging data were collected from 100 healthy controls (control group). HRCT imaging characteristics and changes of bronchial wall thickness in COPD group were statistically analyzed and compared with those in control group. The relationship between HRCT imaging characteristics, changes of bronchial wall thickness and lung function was analyzed. **Results** The bronchial wall thickness in COPD group was thicker than that in control group, maximum expiratory flow-volume curve at 50% (MEF50%), forced vital capacity (FVC) and forced expiratory volume in the first second/FVC (FEV1/FVC) were lower than those in control group ($P<0.05$). There were significant differences in lung function among COPD patients with different HRCT imaging characteristics ($P<0.05$). There were significant differences in lung function among COPD patients with different bronchial wall thickness classifications ($P<0.05$). Spearman correlation analysis showed that HRCT imaging characteristics were negatively correlated with MEF50% ($r=-0.574$), FVC ($r=-0.487$) and FEV1/FVC ($r=-0.554$, $P<0.05$). The bronchial wall thickness classification was negatively correlated with MEF50% ($r=-0.388$), FVC ($r=-0.543$) and FEV1/FVC ($r=-0.620$, $P<0.05$). **Conclusion** Compared with healthy controls, there is obvious emphysema and bronchial wall thickening in COPD patients. The severity of emphysema and bronchial wall thickening are negatively correlated with lung function in COPD patients. HRCT detection can holistically evaluate lung function of COPD patients.

Keywords: Chronic Obstructive Pulmonary Disease; High-resolution CT; Imaging Characteristic; Bronchial Wall Thickness; Lung Function

慢性阻塞性肺疾病(chronic obstructive pulmonary disease, COPD)是一种影响气道的慢性炎症性疾病,是世界范围内最常见的呼吸道疾病之一,我国COPD标准化患病率为2404.41/10万^[1]。COPD是由诸多病理过程综合引发,属于具有多种临床和功能特征的异质性疾病,不同患者个体化差异较大,因此单纯的肺功能检测难以表述患者的异质性^[2]。现阶段临床主要通过肺活量测量COPD患者阻塞程度,虽然这种方法简单、价格低廉、易重复测试,但其可靠性一般且不能用于首次出现急性发作的患者^[3]。同时,肺活量测定对不能听从命令的老年患者、患有精神疾病的患者、患有口面部外伤或肿瘤的患者测量面临困难^[4]。因此临床需对COPD患者进行整体评估,而不仅仅是通过肺活量测量阻塞程度。但是,目前尚未有统一的、明确的检查指标来描述COPD不同方面特征。高分辨率CT(high resolution CT, HRCT)有助于评估气道、肺实质等结构性损伤,并发现大疱、支气管扩张和囊肿等信息,除此外支气管壁厚度改变的肺结构异常也与患者肺功能密切相关,因此HRCT在肺组织和气流受限这两个COPD主要指标测量中具有优势^[5-6]。基于此,本研究探讨COPD患者HRCT影像特征、支气管壁厚度改变及与肺功能的关系。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性分析2022年1月至2023年12月在我院就诊的104例COPD患者的临床资料。

纳入标准:我院收治的符合COPD诊断标准^[7]患者;均在我院进行HRCT检查并测量其肺功能;患者已成年,显像质量良好,资料保存完整。排除标准:不能配合完成肺功能测量患者;COPD处于稳定期患者;近期进行过外科手术患者;精神障碍患者。本研究经由我院医学伦理会批准。104例COPD组患者中男性67例,女性37例;BMI 18.5~29.7 kg/m²,平均(23.31±3.25)kg/m²;年龄45~84岁,平均(72.57±6.14)岁;COPD病程3~25年,平均(11.28±4.20)年。100例对照组志愿者中男性68例,女性32例;BMI 17.3~28.0 kg/m²,平均(22.95±3.01)kg/m²;年龄38~79岁,平均

【第一作者】石代红,男,副主任医师,主要研究方向:慢性阻塞性肺疾病。E-mail: 2037775255@qq.com

【通讯作者】陈立彩,女,主治医师,主要研究方向:慢性阻塞性肺疾病。E-mail: 382983010@qq.com

(71.39±7.20)岁。两组性别、BMI、年龄等一般资料比较无统计学意义($P>0.05$)。

1.2 方法

1.2.1 肺功能检测方法 在安静环境下使用肺功能检测仪(北京豪斯胜达技贸有限公司生产)检测50%肺容量的最大呼气流量占预计值的百分比(maximum expiratory flow-volume curve at 50%, MEF50%)、用力肺活量(forced vital capacity, FVC), 并计算一秒率(forced expiratory volume in the first second/FVC, FEV1/FVC), 所有指标均连续测量三次取平均值。

1.2.2 HRCT检测方法 使用东芝64排螺旋CT扫描全肺。患者仰卧位, 双手上举, 头先进, 让患者用力吸气屏气时扫描。参数设置电压100kV, 电流自动匹配, 准直128mm×0.625mm, 旋转时间0.5s, 视野35mm×35mm, 层厚5mm。将原始图像上传至工作站, 使用CT复制检查系统软件进行图像处理, 自动分割纵隔、肺组织、大血管等, 由两名经验丰富且具有5年以上影像学诊断经验的医师采用双盲法独立阅片, 结果不一致时讨论得出统一结论。

1.2.3 HRCT影像特征评估方法^[8] 采用国际肺气肿CT评分法, 综合评估患者肺气肿程度和累及范围。1级: 可见肺内无壁的5mm以下低密度影; 2级: 5mm以下低密度影合并5mm以上低密度影, 肺纹理明显减少; 3级: 弥漫型低密度影, 肺纹理明显减少、扭曲。

1.2.4 HRCT支气管壁厚度测量方法^[9] 参考相关文献支气管壁厚度增厚分型, 综合评估患者支气管壁厚度与周围肺动脉直径关系。0级: 支气管壁厚度与周围肺动脉直径比值 <0.3 ; 1级: $0.3\leq$ 支气管壁厚度与周围肺动脉直径比值 <0.5 ; 2级: 支气管壁厚度与周围肺动脉直径比值 ≥ 0.5 。

1.4 统计学方法 本研究选用SPSS26.0软件进行数据的分析, 计量资料采用($\bar{x}\pm s$)来表示, 两组间t检验, 多组间F检验; 计数资料以%表示, χ^2 检验。使用Spearman进行相关性分析。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 典型病例患者HRCT征象分析 典型病例患者女, 79岁。临床诊断: COPD急性加重。主诉: 反复咳喘10余年, 伴活动后胸闷气促, 加重1周。图1A: 横断位, 示左肺下叶支气管壁增厚, 约4mm; 图1B: 冠状位, 示左肺下叶支气管壁增厚, 约4mm; 图1C: 矢状位, 示左肺下叶支气管壁增厚, 约4mm, 周围见斑片状感染灶。

2.2 COPD组患者与对照组志愿者支气管壁厚度、肺功能比较 COPD组支气管壁厚度高于对照组, MEF50%、FVC、FEV1/FVC低于对照组差异有统计学意义($P<0.05$), 见表1。

表1 COPD组患者与对照组志愿者支气管壁厚度、肺功能比较

组别	例数	支气管壁厚度(mm)	MEF50%(%)	FVC(L)	FEV1/FVC(%)
COPD组	104	1.51±0.34	69.29±8.57	2.04±0.30	53.81±6.12
对照组	100	1.05±0.26	82.56±8.94	2.58±0.69	72.44±9.85
t		10.824	10.824	7.297	16.294
P		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

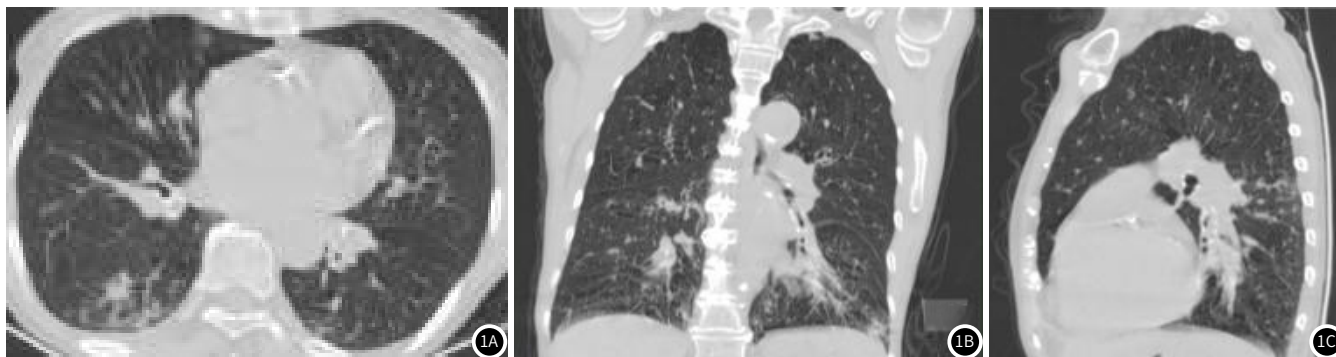


图1 典型病例患者图像。

2.3 不同HRCT影像特征COPD患者肺功能比较 经临床诊断, 104例COPD患者国际肺气肿CT评分分级1级34例, 2级47例, 3级23例。不同HRCT影像特征COPD患者肺功能比较, 差异有统计学意义($P<0.05$), 见表2。

2.4 不同HRCT支气管壁厚度分型COPD患者肺功能比较 经临床诊断, 104例COPD患者支气管壁厚度分型0级41例, 2级28例, 3级35例。不同HRCT支气管壁厚度分型COPD患者肺功能比较, 差异有统计学意义($P<0.05$), 见表3。

表2 不同HRCT影像特征COPD患者肺功能比较

组别	例数	MEF50%(%)	FVC(L)	FEV1/FVC(%)
1级	34	75.32±6.35	2.23±0.31	58.93±5.39
2级	47	68.70±7.52	2.01±0.25	52.68±4.07
3级	23	61.58±6.77	1.83±0.22	48.53±4.98
F		26.780	16.217	35.486
P		<0.001	<0.001	<0.001

表3 不同HRCT支气管壁厚度分型COPD患者肺功能比较

组别	例数	MEF50%(%)	FVC(L)	FEV1/FVC(%)
1级	41	74.32±8.54	2.20±0.34	59.62±5.84
2级	28	68.28±7.98	2.12±0.27	52.75±5.74
3级	35	64.21±9.85	1.79±0.21	47.85±6.50
F		12.531	22.423	36.383
P		<0.001	<0.001	<0.001

2.5 COPD组患者HRCT影像特征、支气管壁厚度分型与肺功能的相关性分析 Spearman相关性分析显示COPD患者HRCT影像特征与MEF50%($r=-0.574$)、FVC($r=-0.487$)、FEV1/

FVC($r=-0.554$)呈负相关($P<0.05$); COPD患者支气管壁厚度分型与MEF50%($r=-0.388$)、FVC($r=-0.543$)、FEV1/FVC($r=-0.620$)呈负相关($P<0.05$)。见表4、图2-3。

表4 相关性分析

项目	MEF50%		FVC		FEV1/FVC	
	r	P	r	P	r	P
国际肺气肿CT评分法分级	-0.574	<0.001	-0.487	<0.001	-0.554	<0.001
支气管壁厚度分型	-0.388	<0.001	-0.543	<0.001	-0.620	<0.001

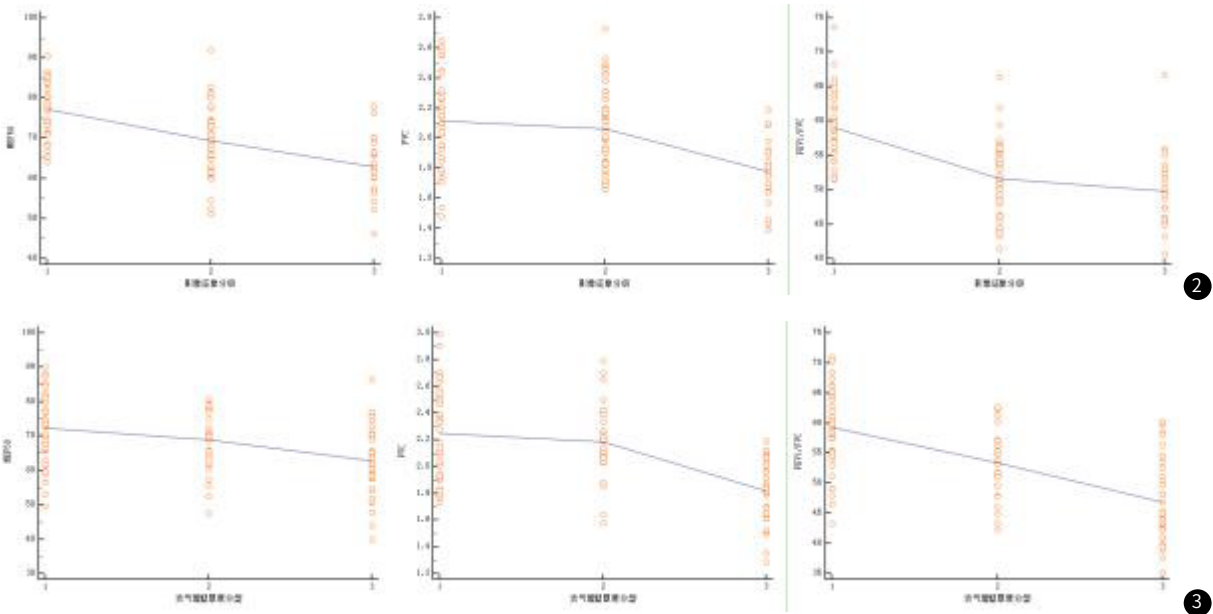


图2 国际肺气肿CT评分法分级与肺功能的相关性分析散点图。 **图3** 支气管壁厚度分型与肺功能的相关性分析散点图。

3 讨论

COPD是世界范围内最重要的呼吸系统疾病，它影响着我国超1亿以上人群，临床将其定义为进行性和不可逆的气流受限，最常见表现为肺泡壁的破坏和弹性的丧失而导致的肺气肿^[10]。因此，客观、可靠的肺气肿量化评估是COPD临床检测重点。然而现阶段临床COPD常规检测主要集中于肺通气检测，其可靠性不强且适用人群受限^[11]。因此我们考虑使用HRCT来对COPD患者进行整体评估，HRCT的影像学特征可提示肺气肿，包含横膈膜变平、血管纹理修剪、管状心脏、胸骨后气隙增大等，以及某些提示慢性支气管炎的特征，如纹理突出、心脏扩大和突出的肺动脉干^[12]。基于此，本研究探讨COPD患者HRCT影像特征、支气管壁厚度改变及与肺功能的关系。

本研究结果显示，相较于健康人COPD患者伴有明显肺气肿与支气管厚度增厚且不同HRCT影像特征、不同支气管厚度分型患者之间肺功能有显著差异。我们从肺气肿程度和累及范围两个方面综合评估患者肺气肿，在HRCT图像上可见无壁的低密度影，通过低密度影的范围大小辅助判定患者肺气肿程度^[13]。而在常规CT中受限于其分辨率影响，部分低密度影易造成漏诊^[14]。例如小叶中心型肺气肿HRCT表现为5mm以下无壁的低密度影，由于周围缺乏并列的正常肺作密度上的对比，使得常规CT难以区分正常肺组织和病灶^[15]。除此外，本研究中部分国际肺气肿CT评分为1级的COPD患者，其肺功能检测显示数值与参考值差异不明显，这也反映出单纯肺通气检测的局限性。对于年龄较小、病情严重程度较轻的患者可能造成漏诊。另一方面，肺气肿导致的肺部病变空间扩大会累及其他肺组织，在长期炎症刺激下导

致支气管壁增厚，又加剧气流受限^[16]。进一步分析发现，COPD患者HRCT影像特征与MEF50%($r=-0.574$)、FVC($r=-0.487$)、FEV1/FVC($r=-0.554$)呈负相关；COPD患者支气管壁厚度分型与MEF50%($r=-0.388$)、FVC($r=-0.543$)、FEV1/FVC($r=-0.620$)呈负相关。这一研究结果表明，随着患者肺气肿病情加重与支气管壁增厚，患者的肺功能下降。这提示了，通过HRCT检测可对COPD患者进行肺功能整体评估。鲁雪红等^[17]学者研究纳入了154例COPD患者，按照病情严重程度分级后分析发现病情严重程度上升COPD患者肺功能下降，通过HRCT检测支气管壁厚度发现COPD患者支气管壁厚度呈高表达且与肺功能存在强相关性。刘阿茹等^[18]学者研究纳入了50例COPD患者，研究发现通过HRCT可反映COPD患者肺气肿程度，且COPD患者肺气肿程度与其肺功能、运动耐力强相关。王强等^[19]学者研究纳入了80例COPD患者，研究发现随着COPD患者病情严重程度增加，患者肺功能下降、肺气肿指数上升、平均管壁厚度上升。既往学者研究报道与本研究结果基本一致。因此，通过HRCT影像特征、支气管壁厚度评估对患者肺功能评估具有一定价值。但目前仍缺乏相关统一标准，HRCT影像特征依赖医师视觉诊断，局限于医生临床工作水平，这也是HRCT评估的局限性。

本研究的不足之处在于：①我们的队列研究仅包括单中心医院部分住院患者，且与其他普通COPD人群和队列相比，本研究人群由相对年长的患者组成；

(下转第70页)

肺结节诊断、定位及治疗技术专家共识[J]. 癌症, 2024, 43(3): 89-105.

[9] Pinsky P, Miller E, Faris N, Osarogiagbon R. Pulmonary nodules, lung cancer screening, and lung cancer in the medicare population[J]. Chest, 2023, 163(5): 1304-1313.

[10] 徐泽璇, 侯代伦. 孤立性肺结节的影像学诊断进展及随访策略[J]. 医学影像学杂志, 2023, 33(8): 1461-1464.

[11] 张巨才, 李海文, 杨金永, 等. 探讨胸部低剂量CT在老年体检人群肺癌早期筛查中的应用价值[J]. 中国CT和MRI杂志, 2024, 22(8): 32-34.

[12] 冯洋洋, 徐兴祥. 孤立性肺结节诊断模型研究进展[J]. 现代肿瘤医学, 2020, 28(11): 1989-1993.

[13] 张志刚, 郭莹, 吴艳, 等. 低剂量螺旋CT征象联合MDSCs对良恶性孤立性肺结节的鉴别诊断价值[J]. 临床误诊误治, 2023, 36(4): 36-41.

[14] 范真真, 高鹏, 董志辉. 320排螺旋CT低剂量扫描对孤立性肺结节的诊断价值及恶性结节危险因素分析[J]. 医学影像学杂志, 2022, 32(5): 875-878.

[15] 李伟, 樊泉, 王冬梅. 低剂量CT扫描在孤立性肺结节定性诊断中的应用价值[J]. 贵州医药, 2023, 47(5): 786-787.

[16] 裴东方, 陈少武, 李静. 低剂量螺旋CT联合肿瘤标志物CEA, SCC-Ag, ProGRP, NSE对良恶性孤立性肺结节的鉴别诊断价值[J]. 实用癌症杂志, 2021, 36(4): 614-617.

[17] 许小伍, 朱林, 王鹏. 低剂量CT扫描在孤立性肺结节定性诊断中的应用及影像学特征分析[J]. 实用放射学杂志, 2022, 38(2): 217-221.

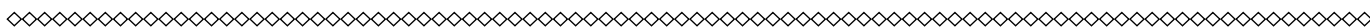
[18] 王涛, 胡广新. 孤立性肺结节患者随访中X线摄影与低剂量CT的比较研究[J]. 贵州医药, 2023, 47(2): 290-291.

[19] 荆利民, 李东, 李振强, 等. 低剂量CT联合血清肿瘤标志物诊断肺结节的临床价值[J]. 医学影像学杂志, 2019, 29(3): 504-507.

[20] 李志娟, 董红, 田涛, 等. 低剂量CT结合SHOX2、RASSF1A甲基化在肺癌早期预警中的应用[J]. 中国CT和MRI杂志, 2024, 22(2): 73-76.

[21] 尤培林, 丁运, 郭天兴, 等. 循环肿瘤细胞联合低剂量螺旋CT对恶性孤立性肺结节病理浸润的预测价值[J]. 中华实验外科杂志, 2021, 38(2): 360-363.

(收稿日期: 2025-04-25)
(校对编辑: 翁佳鸿)



(上接第66页)

②本研究中COPD患者中大部分为男性, 这可能是由于我国男性吸烟人群占比更高导致; ③我们纳入的患者均为医院住院收治的COPD急性发作期, 对于稳定期的COPD患者还需进一步研究其HRCT影像特征、支气管壁厚度改变及与肺功能的关系; ④HRCT检测以及影像特征、支气管壁厚度改变评估依赖于仪器质量与医师水平, 不同仪器与不同标准医师可能导致结果存在差异; ⑤我们采取回顾性研究方法, 这导致研究的随机性不足。

综上所述, 相较于健康人COPD患者伴有明显肺气肿与支气管壁增厚且COPD患者肺气肿病情严重程度、支气管壁厚度增厚均与患者肺功能呈负相关, 通过HRCT检测可对COPD患者进行肺功能整体评估。

参考文献

[1] 侯珊珊, 施劲东, 尹欣, 等. 1990-2019年中国慢性阻塞性肺疾病的疾病负担情况分析[J]. 中华流行病学杂志, 2022, 43(10): 1554-1561.

[2] Klont F, Horvatovich P, Bowler RP, et al. Plasma sRAGE levels strongly associate with centrilobular emphysema assessed by HRCT scans[J]. Respir Res, 2022, 23(1): 15.

[3] 付小银, 曾晓丽, 包海荣, 等. 慢性阻塞性肺疾病患者不同超声肺动脉收缩压与高分辨率CT肺动脉宽度的相关性研究[J]. 中国呼吸与危重监护杂志, 2021, 20(11): 768-773.

[4] 黄倩, 李梅华, 汤晓静, 等. 慢阻肺患者肺功能与HRCT支气管壁厚度的相关性[J]. 昆明医科大学学报, 2022, 43(2): 118-121.

[5] 周红, 高亚洲. 探究慢性阻塞性肺疾病患者HRCT容积成像征象及与肺功能相关性[J]. 中国CT和MRI杂志, 2022, 20(3): 40-42.

[6] 张凤, 方著, 袁艺, 等. 慢性阻塞性肺疾病患者HRCT定量指标与肺功能的相关性研究[J]. 天津医药, 2023, 51(3): 320-325.

[7] 中华医学会呼吸病学分会慢性阻塞性肺疾病学组. 慢性阻塞性肺疾病诊治指南(2013年修订版)[J]. 中国医学前沿杂志(电子版), 2014, (2): 67-79, 80.

[8] 杨勋, 杨刚, 陈贝贝. COPD HRCT影像学表型与肺功能的相关性分析[J]. 临床肺科杂志, 2013, 18(10): 1768-1769.

[9] Roberts HR, Wells AU, Milne DG, et al. Airflow obstruction in bronchiectasis: correlation between computed tomography features and pulmonary function tests[J]. Thorax, 2000, 55(3): 198-204.

[10] Pino Peña I, Cheplygina V, Paschaloudi S, et al. Automatic emphysema detection using weakly labeled HRCT lung images. PLoS One. 2018 Oct 15; 13(10): e0205397.

[11] 王强, 罗勇. 不同HRCT表型慢性阻塞性肺疾病患者呼吸功能和HRCT定量指标的对比研究[J]. 中国现代医学杂志, 2020, 30(13): 62-66.

[12] 冯海军, 贺航咏, 练越阳, 等. 胸部高分辨率CT结合肺功能最大中期呼气流量/用力肺活量比值、呼出气一氧化氮水平对慢性阻塞性肺疾病风险人群的预测价值[J]. 中国医刊, 2024, 59(3): 265-270.

[13] 韩晓斌, 金霞云, 曹丽华. 慢性阻塞性肺疾病高分辨率CT分型与气道炎症之间的关系[J]. 大连医科大学学报, 2020, 42(1): 27-31.

[14] 张梅, 马燕, 康淑琴, 等. COPD患者高分辨率CT分型与气道炎症、免疫功能和临床疗效的关系研究[J]. 现代生物医学进展, 2024, 24(16): 3123-3127.

[15] 郭卫东, 付云, 高尚兰, 等. 胸部高分辨率CT在慢性阻塞性肺疾病肺气肿患者中的临床应用[J]. 海南医学, 2021, 32(4): 453-455.

[16] Park J, Kim EK, Lee SH, et al. Phenotyping COPD patients with emphysema distribution using quantitative ct measurement; more severe airway involvement in lower dominant emphysema[J]. Int J Chron Obstruct Pulmon Dis, 2022, 17: 2013-2025.

[17] 鲁雪红, 康淑琴, 栾丽. 肺高分辨率CT测定支气管壁增厚与慢性阻塞性肺疾病病情严重程度及其疗效的关系[J]. 中国医学装备, 2024, 21(9): 38-41.

[18] 刘阿茹, 魏华, 邓永红. HRCT肺气肿定量分析与COPD患者疾病相关性分析[J]. 中国CT和MRI杂志, 2021, 19(8): 74-76.

[19] 王强, 罗勇, 李君. 慢性阻塞性肺疾病患者胸部高分辨率计算机断层成像肺气肿定量指标、气道壁定量指标与肺功能的相关性研究[J]. 上海医学, 2020, 43(12): 734-739.

(收稿日期: 2024-11-05)
(校对编辑: 翁佳鸿)