

· 论著 ·

低剂量呼气相胸部CT参数与慢性支气管炎肺功能的关系分析

郭子祺* 田 茜 廉丽敏

河南省新乡市第一人民医院CT室(河南 新乡 453000)

【摘要】目的 分析低剂量呼气相胸部CT参数与慢性支气管炎肺功能的关系。**方法** 选取2022年1月~2022年12月本院诊治的112例慢性支气管炎患者作为疾病组,另选取同期在本院体检中心体检的112例健康志愿者作为对照组。两组均行低剂量呼气相胸部CT扫描和肺功能检查,记录CT参数[肺容积、肺野密度、空气潴留区域肺组织容积占全肺容积的百分比(LAA%)]和肺功能指标[第1秒用力呼气容积(FEV1)、用力肺活量(FVC)、FEV1与FVC的比值(FEV1/FVC)、FEV1占预测值百分比(FEV1%)、FVC占预测值百分比(FVC%)、血氧分压(PaO₂)、二氧化碳分压(PaCO₂)]。采用Pearson法分析低剂量呼气相胸部CT参数与慢性支气管炎肺功能指标的相关性。**结果** 疾病组肺容积、肺野密度、LAA%和PaCO₂均高于对照组($P<0.05$), FEV1/FVC、FEV1%、FVC%、PaO₂均低于对照组($P<0.05$);急性发作期肺容积、肺野密度、LAA%、PaCO₂均高于慢性迁延期和临床缓解期($P<0.05$),慢性迁延期均高于临床缓解期($P<0.05$);急性发作期FEV1/FVC、FEV1%、FVC%、PaO₂均低于慢性迁延期和临床缓解期($P<0.05$),慢性迁延期均低于临床缓解期($P<0.05$);Pearson分析结果显示,肺容积、肺野密度、LAA%与FEV1/FVC、FEV1%、FVC%、PaO₂均呈负相关($P<0.05$),与PaCO₂均呈正相关($P<0.05$)。**结论** 慢性支气管炎患者低剂量呼气相胸部CT参数与肺功能指标存在相关性,可为临床科学治疗慢性支气管炎提供影像学参考依据。

【关键词】 低剂量; 呼气相; 胸部CT参数; 慢性支气管炎; 肺功能; 相关性

【中图分类号】 R562.2+1

【文献标识码】 A

DOI:10.3969/j.issn.1009-3257.2024.7.018

Analysis of the Relationship between Low-dose Expiratory Chest CT Parameters and Lung Function in Chronic Bronchitis

GUO Zi-qi*, TIAN Qian, LIAN Li-min.

CT Room, The First People's Hospital of Xinxiang, Xinxiang 453000, Henan Province, China

Abstract: Objective To analyze the relationship between low-dose expiratory chest CT parameters and lung function in chronic bronchitis. **Methods** 112 patients with chronic bronchitis diagnosed and treated in our hospital from January 2022 to December 2022 were selected as the disease group, and 112 healthy volunteers who were examined in the physical examination center of our hospital during the same period were selected as the control group. Both groups underwent low-dose expiratory chest CT scans and lung function examinations, CT parameters [lung volume, lung field density, percentage of lung tissue volume in air trapping area to total lung volume (LAA%)] and lung function indicators [forced expiratory volume in the first second (FEV1), forced vital capacity (FVC), ratio of FEV1 to FVC (FEV1/FVC), percentage of FEV1 to predicted value (FEV1%), percentage of FVC to predicted value (FVC%), partial pressure of blood oxygen (PaO₂), partial pressure of carbon dioxide (PaCO₂)] were recorded. The Pearson method was used to analyze the correlation between low-dose expiratory chest CT parameters and lung function indicators in chronic bronchitis. **Results** The lung volume, lung field density, LAA% and PaCO₂ in the disease group were higher than those in the control group ($P<0.05$), while FEV1/FVC, FEV1%, FVC% and PaO₂ were lower than those in the control group ($P<0.05$). Lung volume, lung field density, LAA% and PaCO₂ in acute exacerbation were all higher than those in chronic exacerbation and clinical remission ($P<0.05$), while those in chronic exacerbation were higher than those in clinical remission ($P<0.05$). The FEV1/FVC, FEV1%, FVC% and PaO₂ in acute exacerbation were lower than those in chronic exacerbation and clinical remission ($P<0.05$), while those in chronic exacerbation were lower than those in clinical remission ($P<0.05$). Pearson analysis results showed that lung volume, lung field density and LAA% were negatively correlated with FEV1/FVC, FEV1%, FVC%, and PaO₂ ($P<0.05$), and positively correlated with PaCO₂ ($P<0.05$). **Conclusion** There is a correlation between low-dose expiratory chest CT parameters and lung function indicators in patients with chronic bronchitis, which can provide imaging reference for clinical scientific treatment of chronic bronchitis.

Keywords: Low Dose; Expiratory Phase; Chest CT Parameters; Chronic Bronchitis; Lung Function; Correlation

慢性支气管炎是临床内科常见的一种呼吸系统疾病,中老年发病率较高^[1]。患者初期症状不明显,随着病情不断进展,炎症反应和临床症状不断加重,易引发气道急性阻塞,严重影响患者生活和工作^[2]。肺功能检查是目前临床诊断慢性支气管炎以及判断病情严重程度的常用手段,但其受多种因素限制,存在一定的感染风险和安全隐患,且该方法敏感度较低,只有在小气道阻塞或肺组织破坏严重时,检查结果才会出现明显异常^[3-4]。近年来随着影像学技术的不断发展,胸部CT参数已逐渐成为小气道和肺部病变检查的重要方法,能够反映气管支气管和肺部形态结构变化情况,对病变进行定位和定量^[5]。另外由于曝光剂量较大,慢性支气管炎患者病情容易反复,多次扫描可能对患者产生相应的危害,而采用局部扫描的结果又存在一定的偏差,因此临床多选用低剂量CT扫描。既往研究报道^[6],低剂量双相CT扫描肺野密度可用于评价慢性阻塞性肺疾病患者肺功能情况。但关于低剂量呼气相胸部CT参数与慢性支气管炎肺功能的关系尚鲜有报道。鉴于

此,本研究将探讨慢性支气管炎患者低剂量呼气相胸部CT参数,并分析其与患者肺功能的关系,以期为临床评估慢性支气管炎病情提供影像学参考依据,现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取分析2022年1月~2022年12月本院诊治的112例慢性支气管炎患者作为疾病组,其中男性67例,女性45例;年龄36~73岁,平均(56.73±7.89)岁;病程2~12年,平均(7.13±2.65)年。另选取同期在本院体检中心体检的112例健康志愿者作为对照组,其中男性60例,女性52例;年龄35~72岁,平均(55.26±7.43)岁;病程2~13年,平均(7.35±2.86)年。两组患者性别、年龄、病程比较均无统计学差异($P>0.05$)。

纳入标准: 均符合临床呼吸内科学诊断标准^[7],2年以上咳嗽、咳痰症状,且每年伴有3个月以上持续性咳嗽、咳痰,痰液为白色黏液泡沫样;对照组均经体检确诊健康;所有研究对象均

【第一作者】 郭子祺,女,主治医师,主要研究方向:胸部CT。E-mail: rcq3ax@163.com

【通讯作者】 郭子祺

签署知情同意书排除标准：支气管扩张、支气管哮喘以及肺结核、肺纤维化、肺气肿、慢性阻塞性肺疾病等其他慢性呼吸系统疾病；心肝肾等功能严重不全；恶性肿瘤疾病；血液、免疫、内分泌系统疾病；严重感染性疾病；精神疾病史；认知、视听、语言功能障碍者；妊娠期、哺乳期等特殊人群。

1.2 方法

1.2.1 CT检测 采用飞利浦Ingenuity CT扫描仪(上海聚慕医疗器械有限公司)，所有对象取仰卧位，双手上举，配合深呼吸末屏气动作，扫描方向由肺尖到肺底。扫描参数：管电压100kV，管电流50mA，球管转速0.8s/r，螺距1.375，层厚10mm，间隔10mm，视野350mm，矩阵512×512。使用骨算法重建，重建层厚1mm，重建间隔1mm，获得呼气相CT扫描轴位图。将图像传至工作站使用数字肺定量分析软件进行分析，自动计算肺容积、肺野密度、空气滞留区域肺组织容积占全肺容积的百分比(LAA%)。

1.2.2 肺功能检查 采用麦邦MSA99肺功能检测仪(上海聚慕医疗器械有限公司)，所有研究对象均在CT检查后1周内取坐位，吸入400μg沙丁胺醇(湖南华纳大药厂股份有限公司)后进行肺功能检查，记录第1秒用力呼气容积(FEV1)、用力肺活量(FVC)、FEV1与FVC的比值(FEV1/FVC)、FEV1占预测值百分比(FEV1%)、FVC占预测值百分比(FVC%)和血氧分压(PaO2)、二氧化碳分压(PaCO2)。

1.3 观察指标

1.3.1 比较疾病组与对照组低剂量呼气相胸部CT参数、肺功能指标。

1.3.2 疾病组不同临床分期患者低剂量呼气相胸部CT参数、肺功能指标。

1.3.3 分析疾病组低剂量呼气相胸部CT参数与肺功能指标的相关性。

1.4 统计学分析 以SPSS 26.0软件进行统计学检验。计量资料若符合正态分布采用“ $\bar{x} \pm s$ ”形式描述，以样本t检验；计数资料采用“n/%”形式描述，以检验；采用Pearson相关分析法分析疾病组低剂量呼气相胸部CT参数与肺功能指标的相关性。的关系。P<0.05为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 疾病组与对照组低剂量呼气相胸部CT参数、肺功能指标比较 疾病组肺容积、肺野密度、LAA%和PaCO2均高于对照组(P<0.05)，FEV1/FVC、FEV1%、FVC%、PaO2均低于对照组(P<0.05)。见表1。

2.2 疾病组不同临床分期患者低剂量呼气相胸部CT参数、肺功能指标比较 急性发作期肺容积、肺野密度、LAA%、PaCO2均高于慢性迁延期和临床缓解期(P<0.05)，慢性迁延期高于临床缓解期(P<0.05)；急性发作期FEV1/FVC、FEV1%、FVC%、PaO2均低于慢性迁延期和临床缓解期(P<0.05)，慢性迁延期低于临床缓解期(P<0.05)。见表2。

2.3 疾病组低剂量呼气相胸部CT参数与肺功能指标的相关性分析 Pearson分析结果显示，肺容积、肺野密度、LAA%与FEV1/FVC、FEV1%、FVC%、PaO2均呈负相关(P<0.05)，与PaCO2均呈正相关(P<0.05)。见表3。

表1 疾病组与对照组低剂量呼气相胸部CT参数、肺功能指标比较

组别	肺容积(L)	肺野密度(HU)	LAA%	FEV1/FVC	FEV1%(%)	FVC%(%)	PaO2(mmHg)	PaCO2(mmHg)
疾病组(n=112)	4.99±1.11	-824.32±183.18	8.89±1.98	58.38±12.97	72.51±16.11	76.83±17.07	61.29±17.07	59.43±13.21
对照组(n=112)	4.45±0.99	-897.36±199.41	3.15±0.75	74.18±16.48	91.35±20.23	95.25±21.17	72.38±16.08	43.16±9.59
t值	3.842	2.855	28.691	7.973	7.710	7.168	5.005	10.548
P值	<0.001	0.005	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

表2 疾病组不同临床分期患者低剂量呼气相胸部CT参数、肺功能指标比较

临床分期	肺容积(L)	肺野密度(HU)	LAA%	FEV1/FVC	FEV1%(%)	FVC%(%)	PaO2(mmHg)	PaCO2(mmHg)
急性发作期(n=25)	5.68±1.25	-715.53±159.01	12.26±2.72	48.29±10.73	58.67±13.04	63.69±14.15	50.83±11.30	75.61±16.82
慢性迁延期(n=40)	5.05±1.12 ^a	-808.52±179.67 ^a	9.45±2.13 ^a	56.46±12.55 ^a	69.58±15.46 ^a	74.65±16.59 ^a	58.36±12.97 ^a	61.68±13.71 ^a
临床缓解期(n=47)	4.56±1.01 ^{ab}	-895.63±199.03 ^{ab}	6.63±1.47 ^{ab}	65.38±14.53 ^{ab}	82.36±18.31 ^{ab}	85.68±19.04 ^{ab}	69.35±15.41 ^{ab}	48.92±10.87 ^{ab}

注：a与急性发作期比较，P<0.05；b与慢性迁延期比较，P<0.05。

表3 疾病组低剂量呼气相胸部CT参数与肺功能指标的相关性分析

CT参数		FEV1/FVC	FEV1%(%)	FVC%(%)	PaO2(mmHg)	PaCO2(mmHg)
肺容积(L)	r值	-0.731	-0.726	-0.738	-0.729	0.736
	P值	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
肺野密度(HU)	r值	-0.732	-0.723	-0.718	-0.725	0.728
	P值	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
LAA%	r值	-0.698	-0.702	-0.695	-0.711	0.715
	P值	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

3 讨论

慢性支气管炎发病机制复杂，多因长期吸入各种有害气体、支气管感染等引发^[8]。该类患者发病缓慢、病程较长，且病情在反复发作中容易导致支气管重塑，加重肺功能和肺部结构损伤，进一步发展为慢性阻塞性肺疾病和慢性肺源性心脏病，威胁患者生命健康^[9]。早期评估慢性支气管病情变化对指导临床干预具有重要意义，但肺功能检查具有一定的局限性，因此有必要探讨更为灵敏的的检查方法评估慢性支气管炎病情。

慢性支气管炎患者长期在有害气体的刺激下，气道壁不断进行损伤和修复过程，引起支气管黏膜下腺体细胞增生和肥大，使小气道壁不断增厚且气道逐渐狭窄、阻塞，加上机体炎症反应分泌过多的黏液，使气管黏液大量堆积，导致呼吸道黏膜中纤毛的运动能力和呼吸道自身清洁能力下降，为病原菌入侵提供了有利条件，增加病原菌感染的风险^[10]，在上述因素的共同影响下导致慢性支气管炎的发生。本研究结果发现，疾病组肺容积、肺野密度、LAA%、PaCO2均高于对照组，FEV1/FVC、FEV1%、

FVC%、PaO₂均低于对照组。提示CT参数和肺功能指标均与慢性支气管炎的发生发展密切相关。CT可对患者的肺容积、肺野密度和病灶病变程度进行量化评估,直观显示患者支气管、肺容积的形态特征,准确反映患者早期肺组织及功能损伤情况^[11]。慢性支气管炎患者疾病早期进入肺内的气体减少,导致肺野密度增加,同时气流减少也可引发气体滞留,可损伤肺泡,引发肺气肿,导致肺容积、LAA%增加。研究发现^[12],CT定量检测平均肺野密度可反映肺部气体滞留情况,对小气道病变的诊断价值较高;也有相关研究发现^[13-14],CT检查肺气肿患者全肺、左肺和右肺体积和LAA%均高于正常成年人。肺功能检查是临床常用于检测气流受限的有效方法,慢性支气管炎患者气道阻塞或狭窄引起呼气时气流受限、流速下降,使进入肺部的气体量减少,不足以满足机体需求,从而导致FEV₁/FVC、FEV₁%、FVC%等肺通气指标下降;肺通气不足往往会导致患者摄入气体量减少,易引发缺氧、二氧化碳滞留等现象,影响换气效率,导致PaO₂降低,而PaCO₂升高;另小气道重塑引起的气流受限也可导致肺泡遭到破坏,从而形成肺气肿,最终导致换气功能异常。叶璐等^[15]研究报道,慢性阻塞性肺疾病肺血管体积和FEV₁/FVC、FEV₁%、FVC%均低于健康人群,肺容积高于健康人群。

本研究结果发现,急性发作期肺容积、肺野密度、LAA%、PaCO₂均高于慢性迁延期和临床缓解期,慢性迁延期高于临床缓解期;急性发作期FEV₁/FVC、FEV₁%、FVC%、PaO₂均低于慢性迁延期和临床缓解期,慢性迁延期低于临床缓解期,提示不同临床分期患者CT参数和肺功能指标均存在一定程度的异质性,患者病情越严重,CT参数和肺功能指标变化越大,且各指标均随着病情好转而逐渐改善,对患者疾病进展和预后判断具有重要价值。此外,经Pearson相关性分析结果显示肺容积、肺野密度、LAA%与FEV₁/FVC、FEV₁%、FVC%、PaO₂均呈负相关,与PaCO₂均呈正相关,提示CT参数与肺功能指标变化关系密切。国内既往研究发现^[16]CT参数肺体积、肺野密度和LAA%与FEV₁%、FEV₁、FVC等肺功能指标均呈负相关;国外Yamada等^[17]与Song等^[18]研究也指出呼气时CT参数肺容积与慢性阻塞性肺疾病肺功能总肺活量、残气量、FVC、FEV₁/FVC均具有良好的相关性。上述研究均证实慢性支气管炎CT参数与肺功能指标密切相关,分析CT参数有助于将病变进行空间定位,客观评估患者的病变范围和程度,更全面的了解肺功能损伤情况以及患者病情严重程度。

综上所述,慢性支气管炎患者低剂量呼气相胸部CT参数和肺功能指标均表现异常,且CT参数与肺功能指标密切相关。临床医师可通过CT参数评估慢性支气管炎患者病情进展,进而更为合理、科学地制定治疗计划。

参考文献

- [1] Jarhyan P, Hutchinson A, Khaw D, et al. Prevalence of chronic obstructive pulmonary disease and chronic bronchitis in eight countries: a systematic review and meta-analysis[J]. Bull World Health Organ, 2022, 100(3): 216-230.

- [2] Casara A, Turato G, Marin-Oto M, et al. Chronic bronchitis affects outcomes in smokers without chronic obstructive pulmonary disease (COPD) [J]. J Clin Med, 2022, 11(16): 4886.
- [3] Li Y, Li XY, Yuan LR, et al. Evaluation of small airway function and its application in patients with chronic obstructive pulmonary disease (Review) [J]. Exp Ther Med, 2021, 22(6): 1386.
- [4] Wang M, Aaron CP, Madrigano J, et al. Association between long-term exposure to ambient air pollution and change in quantitatively assessed emphysema and lung function[J]. JAMA, 2019, 322(6): 546-556.
- [5] Tafti S, Garrison WJ, Mugler JP 3rd, et al. Emphysema index based on hyperpolarized ³He or ¹²⁹Xe diffusion MRI: performance and comparison with quantitative CT and pulmonary function tests[J]. Radiology, 2020, 297(1): 201-210.
- [6] 冯光, 杨灵芝, 纪俊雨, 等. 64排多层螺旋CT低剂量双扫描肺密度对慢性阻塞性肺疾病患者肺功能的评估价值[J]. 中国医药, 2019, 14(6): 862-865.
- [7] 马孝忠. 临床呼吸内科学[M]. 天津: 天津科学技术出版社, 2012: 78-79.
- [8] Doney B, Kurth L, Syamlal G. Chronic bronchitis and emphysema among workers exposed to dust, vapors, or fumes by industry and occupation[J]. Arch Environ Occup Health, 2022, 77(7): 525-529.
- [9] Bohn O, Xi M, Woodruff NK, et al. Chronic bronchitis in COPD patients creates worse symptom burden regardless of the presence of bronchiectasis in the COPD gene cohort [J]. Chronic Obstr Pulm Dis, 2021, 8(3): 350-359.
- [10] 安嘉颖, 高怡, 虞欣欣, 等. 中国肺功能检查临床应用与质量控制规范化培训考核认证方案概述[J]. 中国实用内科杂志, 2021, 41(9): 821-824.
- [11] Virdee S, Tan WC, Hogg JC, et al. Spatial dependence of CT emphysema in chronic obstructive pulmonary disease quantified by using join-count statistics [J]. Radiology, 2021, 301(3): 702-709.
- [12] 朱彦瑾, 杨丹凤, 牛媛, 等. 基于双气相配准定量CT在无症状吸烟者肺小气道病变中的应用[J]. 中国医学影像学杂志, 2022, 30(1): 23-28.
- [13] 郝继伟, 马士华, 王蕾, 等. 联影CT在正常成年人与基于肺气肿患者肺容积的对照分析[J]. 中国医学装备, 2021, 18(12): 14-16.
- [14] 师美娟, 沈聪, 于楠, 等. 基于CT定量探讨不同级别慢性阻塞性肺疾病患者肺气肿肺叶分布[J]. 西安交通大学学报(医学版), 2019, 40(2): 182-186.
- [15] 叶璐, 沈旦, 张征宇, 等. CT定量联合肺功能鉴别肺气肿型和支气管炎型慢性阻塞性肺疾病的价值研究[J]. 中国现代医学杂志, 2022, 32(17): 73-80.
- [16] 周秀秀, 蒲瑜, 张迪, 等. 低剂量CT筛查人群中胸部参数响应图与肺功能的相关性分析[J]. 海军军医大学学报, 2022, 43(7): 758-764.
- [17] Yamada Y, Chubachi S, Yamada M, et al. Comparison of lung, lobe, and airway volumes between supine and upright computed tomography and their correlation with pulmonary function test in patients with chronic obstructive pulmonary disease[J]. Respiration, 2022, 101(12): 1110-1120.
- [18] Song L, Leppig JA, Hubner RH, et al. Quantitative CT analysis in patients with pulmonary emphysema: do calculated differences between full inspiration and expiration correlate with lung function[J]. Int J Chron Obstruct Pulmon Dis, 2020, 15(1): 1877-1886.

(收稿日期: 2023-04-25)

(校对编辑: 姚丽娜)