

DOI: 10.3969/j.issn.1005-8982.2020.13.013

文章编号: 1005-8982(2020)13-0062-05

## 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\*

王强, 罗勇

(上海交通大学医学院附属新华医院 呼吸内科, 上海 200092)

**摘要: 目的** 比较不同高分辨率计算机断层扫描(HRCT)表型慢性阻塞性肺疾病(COPD)患者的呼吸功能和 HRCT 定量指标, 为临床治疗方案的选择提供参考依据。**方法** 选取 2018 年 1 月—12 月上海交通大学医学院附属新华医院收治的 COPD 患者 80 例, 所有患者均行血常规和血气测定、肺功能检查、HRCT 检查, 测定肺功能指标、HRCT 定量指标(包括气道管壁定量指标和肺气肿定量指标), 气道管壁定量指标包括支气管腔内径(LD)、管壁厚度(WT)、管壁面积占支气管断面总面积的百分比(WA%)和气管壁厚度/伴行肺动脉直径(WT/PA), 肺气肿定量指标包括总肺体积(TLV)、总肺气肿体积(TEV)和肺气肿指数(EI)。根据 HRCT 图像有无肺气肿或支气管壁的增厚情况将患者分为 A、E、M 3 种表型, 比较 3 种表型患者血常规、血气指标、肺功能以及 HRCT 定量指标间的差异。**结果** COPD 患者的 HRCT 表型中 A 型 50 例(62.50%)、E 型 16 例(20.00%)、M 型 14 例(17.50%)。不同 HRCT 表型组患者动脉血二氧化碳分压( $\text{PaCO}_2$ )、动脉血氧分压( $\text{PaO}_2$ )和血氧饱和度( $\text{SaO}_2$ )比较, 差异均有统计学意义( $P < 0.05$ )。不同 HRCT 表型组患者第 1 秒用力呼气容积( $\text{FEV}_1$ )、用力肺活量(FVC)、 $\text{FEV}_1\%$ 、第 1 秒用力呼气容积占预计值的百分比( $\text{FEV}_1\%$  预计值)、残气量(RV)、肺总量(TLC)和 RV/TLC 比较, 差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。不同 HRCT 表型组患者 WT、WA%、WT/PA、TLV、TEV 和 EI 比较, 差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。**结论** 不同 HRCT 表型 COPD 患者的呼吸功能和 HRCT 定量指标不同, 区别不同 HRCT 表型可为临床诊治提供重要参考依据。

**关键词:** 慢性阻塞性肺疾病; 高分辨率计算机断层扫描表型; 呼吸功能; 血常规; 血气

中图分类号: R563

文献标识码: A

## Analysis of respiratory function and quantitative indicators of HRCT in patients with chronic obstructive pulmonary disease with different HRCT phenotypes\*

Qiang Wang, Yong Luo

(Department of Respiratory Medicine, Xinhua Hospital Affiliated to Shanghai Jiaotong University School of Medicine, Shanghai 200092, China)

**Abstract: Objective** To analyze the respiratory function and HRCT quantitative indicators in patients with different HRCT phenotypes, and to provide reference for the selection of clinical treatment programs for this disease. **Methods** From January 2018 to December 2018, 80 patients with COPD were admitted to Xinhua Hospital Affiliated to Shanghai Jiao tong University School of Medicine. All patients underwent blood routine test and blood gas test, PFT examination and HRCT examination. Pulmonary function indexes, HRCT quantitative indicators (including airway wall quantitative indicators and emphysema quantitative indicators), airway wall quantitative indicators

收稿日期: 2020-01-09

\* 基金项目: 上海市崇明区科学技术委员会可持续发展科技创新行动计划(No: CKY2019-4)

[通信作者] 罗勇, E-mail: dr\_luoyong@sina.com; Tel: 13564373037

including the bronchial lumen diameter (LD), wall thickness (WT), tube wall area percentage of the total area of the bronchial section (WA%) and wall thickness /pulmonary artery diameter (WT/PA), Emphysema quantitative indexes including the total lung volume (TLV), the total volume of emphysema (TEV) and emphysema index (EI) were Measured. According to HRCT images with/without emphysema or thickening of bronchial wall, patients were divided into phenotype A, E and M. Blood routine test, blood gas, lung function and HRCT quantitative indicators were compared in patients with three phenotypes. **Results** There were 50 cases with phenotype A (62.50%), 16 cases with phenotype E (20.00%) and 14 cases with phenotype M (17.50%) in this group of patients with COPD. The differences of blood gas indexes PaCO<sub>2</sub>, PaO<sub>2</sub> and SaO<sub>2</sub> in patients with COPD with different HRCT types were statistically significant ( $P < 0.05$ ). FEV<sub>1</sub>, FVC, FEV<sub>1</sub>%, FEV<sub>1</sub>%pred, RV, TLC and RV/TLC in patients with COPD with different HRCT classification were statistically significant ( $P < 0.05$ ). HRCT indexes of COPD patients with different HRCT types were statistically significant in WT mean, WA% mean, WT/PA, TLV, TEV and EI ( $P < 0.05$ ). **Conclusion** Respiratory function and HRCT quantitative indicators are different in patients with different HRCT phenotypes of COPD. Distinguishing different HRCT phenotypes can provide important reference for clinical diagnosis and treatment.

**Keywords:** pulmonary disease, chronic obstructive; high-resolution computed tomography of the phenotype; respiratory function; routine blood test; blood gas test

慢性阻塞性肺疾病 (chronic obstructive pulmonary disease, COPD) 是一种以不完全可逆性持续性气流受限为特征的进行性疾病<sup>[1]</sup>。COPD 的特征性病理改变为气道、肺实质及肺血管的慢性炎症, 气道疾病和肺组织破坏 (肺气肿) 是气流受限的 2 个主要因素, 而两者在每个患者气流受限中所起的作用相对独立, 而且不同 COPD 表型对支气管扩张剂和吸入性糖皮质激素治疗的反应不同<sup>[2]</sup>。因此, 对 COPD 病情的准确评估在疾病的治疗和临床预后方面显得尤为重要<sup>[3]</sup>。高分辨率计算机断层扫描 (high resolution computed tomography, HRCT) 可以准确地测定肺组织的结构改变, 对这种改变的了解可预测患者的治疗反应及临床预后。为了将 COPD 患者肺部的形态学改变与临床表现结合在一起, 可根据 HRCT 图像上肺气肿和支气管壁的增厚情况将 COPD 进行分类。通过对 COPD HRCT 不同表型的识别不仅有助于对疾病异质性表现进行认识, 还有助于临床制订合适的治疗计划, 为个体化治疗提供依据<sup>[4]</sup>。本研究为进一步明确不同表型 COPD 患者的呼吸功能和 HRCT 定量指标间有无差异, 为该病治疗方案的选择提供参考依据。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

COPD 诊断标准参照文献 [5]: 有呼吸困难或慢性咳嗽、咳痰病史, 肺功能检查 (PFT) 提示第 1 秒用力呼气容积 (FEV<sub>1</sub>) / 用力肺活量 (FVC) (FEV<sub>1</sub>%) < 70%, 残气量 (RV) / 肺总量 (TLC) > 40%。纳入标准: 年

龄 ≥ 18 岁, 确诊为 COPD, 知情同意愿配合检查。排除标准: 胸部外伤畸形; 重度肺炎、胸腔积液、间质性肺炎、肺部肿瘤或占位性病变; 不愿意参加本研究患者; 不配合检查患者。依据文献<sup>[5]</sup>将 COPD 由轻到重分为四级, I 级: FEV<sub>1</sub>% < 70%、第 1 秒用力呼气容积占预计值的百分比 (FEV<sub>1</sub>% 预计值) ≥ 80%, II 级: FEV<sub>1</sub>% < 70%、50% ≤ FEV<sub>1</sub>% 预计值 < 80%, III 级: FEV<sub>1</sub>% < 70%、30% ≤ FEV<sub>1</sub>% 预计值 < 50%, IV 级: FEV<sub>1</sub>% < 70%、FEV<sub>1</sub>% 预计值 < 30%。选取 2018 年 1 月—12 月上海交通大学医学院附属新华医院收治的 80 例 COPD 患者。其中, 男性 45 例, 女性 35 例; 年龄 48 ~ 78 岁, 平均 (52.26 ± 10.26) 岁; 病程 2 ~ 7 年, 平均 (4.26 ± 1.39) 年; COPD I 级 19 例, II 级 28 例, III 级 24 例, IV 级 9 例。

### 1.2 方法

**1.2.1 PET 检测** 仪器采用德国 Jaeger 肺功能仪, 检查时患者取坐位, 主要测量 FEV<sub>1</sub>、FVC、FEV<sub>1</sub>%、FEV<sub>1</sub>% 预计值、RV、TLC、RV/TLC。

**1.2.2 HRCT 检查** 仪器为德国西门子双源 64 排 CT, 受试者平躺于检测区, 双上肢举起过头顶, 受试者深吸气末屏气, 行胸部平扫, 参数设置管电压 120 kV, 管电流 200 mAs, 层厚 1 mm, 螺距 0.915, 探测器 128 × 0.625 mm, 机架旋转时间 0.5 s/rot。获得图像资料传输至后台 Extended Brilliance Work-place™ 分析软件对支气管定量参数进行分析。选取右肺上叶尖端、左肺上叶尖后段、右肺下叶后基底段、左肺下叶后基底段为测量对象, 应用多平面重组技术 (multi-plane

reconstruction, MPR) 重建支气管腔水平面与矢状面, 测量支气管腔内径 (LD)、管壁厚度 (WT)、管壁面积占支气管断面总面积的百分比 (WA%), 气管壁厚度 / 伴行肺动脉直径 (WT/PA), 由 2 位 10 年以上 CT 检查从业人员进行测量, 每支支气管测量 3 次, 取平均值。利用 Volume 应用程序能进一步测量肺气肿体积, 计算肺气肿指数 (阈值设定为 -950 Hu), 记录总肺体积 (TLV) 及总肺气肿体积 (TEV), 计算肺气肿指数 (EI),  $EI=TEV/TLV$ 。

**1.2.3 COPD 的 HRCT 表型分类** 根据 HRCT 图像有无肺气肿或支气管壁的增厚情况, 将 COPD 分为 A、E、M 3 种表型。A 型: 无肺气肿或存在轻微肺气肿, 不考虑是否合并支气管管壁增厚 ( $EI < 25\%$ )。E 型: 存在明显的肺气肿, 不合并支气管管壁增厚 ( $EI \geq 25\%$  且  $WT/PA < 30\%$ )。M 型: 同时存在明显肺气肿和支气管管壁增厚 ( $EI \geq 25\%$  且  $WT/PA \geq 30\%$ )。

### 1.3 统计学方法

数据分析采用 SPSS 22.0 统计软件。计量资料以均数  $\pm$  标准差 ( $\bar{x} \pm s$ ) 表示, 多组间的比较采用方差分析, 进一步两两比较采用 LSD-*t* 检验。  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 COPD 的 HRCT 表型

COPD 患者的 HRCT 表型中 A 型 50 例 (62.50%)、E 型 16 例 (20.00%) 和 M 型 14 例 (17.50%)。其中 A 型患者所占比例较高。

### 2.2 不同 HRCT 表型 COPD 患者血常规指标的比较

3 种表型患者的白细胞计数、红细胞计数、血红蛋白和血小板计数比较, 差异均无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。见表 1。

### 2.3 不同 HRCT 表型 COPD 患者血气指标的比较

3 种表型动脉血二氧化碳分压 ( $PaCO_2$ )、动脉血氧分压 ( $PaO_2$ ) 和血氧饱和度 ( $SaO_2$ ) 比较, 差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ ), A、E 型  $PaO_2$ 、 $SaO_2$  值均较 M 型高,  $PaCO_2$  值较 M 型低; A 和 E 型  $PaO_2$ 、 $SaO_2$  和  $PaCO_2$  比较, 差异均无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。3 种分型 pH 比较, 差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。见表 2。

### 2.4 不同 HRCT 表型 COPD 患者肺功能指标的比较

3 种表型  $FEV_1$ 、FVC、 $FEV_1\%$ 、 $FEV_1\%$  预计值、

表 1 不同 HRCT 表型 COPD 患者血常规指标的比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

组别	n	白细胞计数 / ( $\times 10^9/L$ )	红细胞计数 / ( $\times 10^{12}/L$ )	血红蛋白 / (g/L)	血小板计数 / ( $\times 10^9/L$ )
A 型	50	9.12 $\pm$ 3.27	4.63 $\pm$ 0.78	125.49 $\pm$ 22.95	219.39 $\pm$ 46.12
E 型	16	8.25 $\pm$ 2.98	4.47 $\pm$ 0.83	131.25 $\pm$ 24.19	215.13 $\pm$ 43.86
M 型	14	8.86 $\pm$ 3.35	4.52 $\pm$ 0.91	127.84 $\pm$ 21.63	221.35 $\pm$ 45.37
F 值		0.441	0.279	0.391	0.078
P 值		0.645	0.757	0.678	0.925

表 2 不同 HRCT 表型 COPD 患者血气指标的比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

组别	n	pH	$PaCO_2/mmHg$	$PaO_2/mmHg$	$SaO_2/\%$
A 型	50	7.32 $\pm$ 0.08	43.92 $\pm$ 15.36 <sup>†</sup>	71.36 $\pm$ 16.28 <sup>†</sup>	95.21 $\pm$ 5.49 <sup>†</sup>
E 型	16	7.37 $\pm$ 0.07	44.86 $\pm$ 14.73 <sup>†</sup>	69.57 $\pm$ 16.61 <sup>†</sup>	93.47 $\pm$ 5.24 <sup>†</sup>
M 型	14	7.35 $\pm$ 0.10	56.47 $\pm$ 15.36	52.84 $\pm$ 14.86	83.72 $\pm$ 7.43
F 值		2.531	3.799	7.349	21.443
P 值		0.086	0.027	0.001	0.000

注: <sup>†</sup> 与 M 型比较,  $P < 0.05$ 。

RV、TLC 和 RV/TLC 比较, 差异有统计学意义 (均  $P < 0.05$ )。E 型和 M 型 FEV<sub>1</sub>、FVC、FEV<sub>1</sub>%、FEV<sub>1</sub>% 预计值较 A 型降低 ( $P < 0.05$ ), RV、TLC 和 RV/TLC 值较 A 型升高 ( $P < 0.05$ ); M 型 FEV<sub>1</sub>、FVC、FEV<sub>1</sub>%、FEV<sub>1</sub>% 预计值较 E 型降低 ( $P < 0.05$ ), 而 RV、TLC 和 RV/TLC 值较 E 型升高 ( $P < 0.05$ )。见表 3。

## 2.5 不同 HRCT 表型 COPD 患者 HRCT 定量指标的比较

3 种表型 WT、WA%、WT/PA、TLV、TEV 和 EI 比较, 差异均有统计学意义 ( $P < 0.05$ )。A 型和 M 型 WT、WA% 和 WT/PA 值均较 E 型升高 ( $P < 0.05$ ), A 型 WT/PA 值较 M 型低 ( $P < 0.05$ ); E 和 M 型 TLV、TEV 和 EI 值均较 A 型升高 ( $P < 0.05$ )。3 种表型 LD 比较, 差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。见表 4。

表 3 不同 HRCT 表型 COPD 患者肺功能指标的比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

组别	n	FEV <sub>1</sub> /L	FVC/L	FEV <sub>1</sub> %	FEV <sub>1</sub> % 预计值	RV/L	TLC/L	RV/TLC/%
A 型	50	2.46 ± 0.73	3.29 ± 0.78	51.34 ± 14.87	62.09 ± 15.73	1.35 ± 0.16	6.91 ± 1.25	40.18 ± 3.69
E 型	16	1.94 ± 0.91 <sup>①</sup>	2.69 ± 0.89 <sup>①</sup>	43.27 ± 16.43 <sup>①</sup>	45.47 ± 13.45 <sup>①</sup>	1.55 ± 0.21 <sup>①</sup>	8.30 ± 1.63 <sup>①</sup>	48.87 ± 4.86 <sup>①</sup>
M 型	14	1.31 ± 0.69 <sup>①②</sup>	1.88 ± 0.21 <sup>①②</sup>	27.24 ± 7.26 <sup>①②</sup>	27.23 ± 8.86 <sup>①②</sup>	1.83 ± 0.26 <sup>①②</sup>	9.43 ± 1.74 <sup>①②</sup>	60.48 ± 6.73 <sup>①②</sup>
F 值		13.246	20.798	15.957	34.782	36.307	19.392	113.288
P 值		0.000	0.009	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

注: ①与 A 型比较,  $P < 0.05$ ; ②与 E 型比较,  $P < 0.05$ 。

表 4 不同 HRCT 表型 COPD 患者的 HRCT 定量指标的比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

组别	n	LD/cm	WT/mm	WA%	WT/PA%	TLV/L	TEV/L	EI
A 型	50	1.73 ± 0.23	1.65 ± 0.19 <sup>①</sup>	80.35 ± 5.94 <sup>①</sup>	38.27 ± 3.86 <sup>①</sup>	3.59 ± 1.24	0.31 ± 0.11	4.54 ± 2.16
E 型	16	1.79 ± 0.26	1.27 ± 0.13	58.13 ± 4.77	24.56 ± 4.36	6.43 ± 1.47 <sup>②</sup>	1.41 ± 0.19 <sup>②</sup>	26.31 ± 3.42 <sup>②</sup>
M 型	14	1.75 ± 0.25	1.61 ± 0.15 <sup>①</sup>	81.16 ± 6.12 <sup>①</sup>	42.39 ± 4.51 <sup>①②</sup>	6.55 ± 1.65 <sup>②</sup>	1.39 ± 0.34 <sup>②</sup>	27.45 ± 4.29 <sup>②</sup>
F 值		0.383	29.632	96.782	87.802	42.322	325.658	558.700
P 值		0.683	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000

注: ①与 E 型比较,  $P < 0.05$ ; ②与 A 型比较,  $P < 0.05$ 。

## 3 讨论

KUMAR 根据 COPD 形态学在 CT 图像上的变化与临床特征间的关系, 将该疾病分为 A 型、E 型和 M 型<sup>⑥</sup>。本研究采用 KUMAR 评估体系对 COPD 进行分型, 其中 A 型患者所占比例较高。

本研究显示不同 HRCT 表型 COPD 患者白细胞计数、红细胞计数、血红蛋白含量和血小板计数等一般血常规指标均无差异, 具有可比性。该结果与国内学者马姣等<sup>⑦</sup>研究结果一致。COPD 患者气道重塑和血管重塑会引起气流受限并影响通气和换气功能, 造成气体交换不足。COPD 患者血气分析结果显示, 不同 HRCT 分型患者 PaCO<sub>2</sub>、PaO<sub>2</sub> 和 SaO<sub>2</sub> 均有差异。A 型、E 型患者 PaO<sub>2</sub>、SaO<sub>2</sub> 均较 M 型高, PaCO<sub>2</sub> 较 M 型低。本结果提示, COPD 患者存在低氧血症以及 CO<sub>2</sub> 潴留,

M 型患者气体交换障碍最为严重。

不同 HRCT 表型患者 FEV<sub>1</sub>、FVC、FEV<sub>1</sub>%、FEV<sub>1</sub>% 预计值、RV、TLC 和 RV/TLC 有差异。E 型和 M 型患者 FEV<sub>1</sub>、FVC、FEV<sub>1</sub>%、FEV<sub>1</sub>% 预计值较 A 型低, RV、TLC 和 RV/TLC 较 A 型高; M 型患者 FEV<sub>1</sub>、FVC、FEV<sub>1</sub>%、FEV<sub>1</sub>% 预计值较 E 型低, 而 RV、TLC 和 RV/TLC 较 E 型高, 说明 M 型患者肺通气功能受损最为严重, 其次是 E 型, A 型患者肺功能受损最轻。然而, 有研究者认为 A 型并不是 COPD 早期阶段的特征性表现<sup>⑧</sup>。M 型患者因通气功能受损最严重, 因此导致气体交换障碍最为严重, 这也是 A 型和 E 型患者血气指标优于 M 型患者的原因。

本研究结果显示, 不同 HRCT 表型 COPD 患者 WT、WA%、WT/PA 有差异, 但是 LD 无差异。E 型患者 WT、

WA% 和 WT/PA 均较 A 型和 M 型患者低, A 型患者 WT/PA 较 M 型患者低, 而 A 型和 M 型 WT、WA% 均无差异。因此, E 型患者 HRCT 气道管壁定量指标优于 A 型和 M 型。HOSSEINI 等<sup>[9]</sup> 研究者认为, 只有肺气肿而没有气道壁增厚的 E 表型气流受限主要是肺组织的破坏, 从而引起肺回缩力的减小, 导致肺功能受损, 因此 HRCT 气道管壁定量指标优于 A 型和 M 型。

在本研究中, 不同 HRCT 表型 COPD 患者吸气相 HRCT 指标 TLV、TEV 和 EI 有差异。E 型和 M 型患者吸气相 TLV、TEV 和 EI 均较 A 型患者升高, 而 E 型和 M 型患者 TLV、TEV 和 EI 均无差异, 说明 A 型患者 HRCT 肺气肿定量指标优于 E 型和 M 型患者, 原因在于 A 型组患者中肺气肿对气流受限的影响相对较少<sup>[10]</sup>, 而 E 型和 M 型患者肺功能下降受肺气肿及小气道阻塞共同作用的影响<sup>[11]</sup>。

M 型患者对  $\beta$  受体激动剂的反应优于 E 型, A 型患者对吸入  $\beta$  受体激动剂的反应优于 E 型和 M 型, 可逆性气流受限改善患者数多于其他表型, A 型和 M 型对糖皮质激素疗效优于 E 组<sup>[12]</sup>。因此, 对 COPD 进行 HRCT 表型诊断, 可指导临床用药方案的选择。

#### 参 考 文 献:

- [1] NAMBU A, ZACH J, SCHROEDER J, et al. Quantitative computed tomography measurements to evaluate airway disease in chronic obstructive pulmonary disease: Relationship to physiological measurements, clinical index and visual assessment of airway disease[J]. *European Journal of Radiology*, 2016, 85(11): 2144-2151.
- [2] 张丽娟. 老年 COPD 患者 RDW 与气道阻力、肺功能及运动耐力的相关性 [J]. *广东医学*, 2018, 39(7): 107-110.
- [3] KOENDERMAN L, LOTAMLOI A, POMPE E, et al. Neutrophil priming in COPD patients by bronchitis visualized by CT-scans[J]. *Tanaffos*, 2017, 16(1): 20-22.
- [4] SHARMAN A, ZHUSSUPOV B, SHARMAN D, et al. Cross-sectional study of chronic obstructive pulmonary disease prevalence among smokers, ex-smokers, and never-smokers in Almaty, Kazakhstan: Study protocol[J]. *JMIR Research Protocols*, 2017, 6(7): 143.
- [5] VESTBO J, HURD S S, AGUSTI P W, et al. Global strategy for the diagnosis, management and prevention of chronic obstructive pulmonary disease: GOLD executive summary[J]. *Am J Respir Crit Care Med*, 2013, 187(4): 347-365.
- [6] KUMAR I, VERMA A, JAIN A, et al. Performance of quantitative CT parameters in assessment of disease severity in COPD: A prospective study[J]. *Indian Journal of Radiology & Imaging*, 2018, 28(1): 99.
- [7] 马姣, 石芳, 崔涛, 等. 慢性阻塞性肺疾病患者高分辨率 CT 下表型的临床特征分析 [J]. *国际呼吸杂志*, 2019, 39(2): 86-90.
- [8] RUNGALDIER D, MINAMI T, GOLDING D, et al. Acute COPD exacerbation presenting with pronounced intrabullous haemorrhage and haemoptysis[J]. *BMJ Case Rep*, 2018, 20(18): 225-229.
- [9] HOSSEINI M, SOLTANIANZADEH H, AKHLAGHOOR S. Computerized processing and analysis of CT images for developing a new criterion in COPD diagnosis[J]. *J Isfahan Med School*, 2016, 29(4): 643-657.
- [10] LI K, WANG P, YAN R Y, et al. Relationship between vertebral CT values and bone mineral density in patients with chronic obstructive pulmonary disease[J]. *Chinese Journal of Tuberculosis and Respiratory Diseases*, 2018, 41(5): 340-344.
- [11] DILEKTASLI A G, PORSZASZ J, CASABURI R, et al. A novel spirometric measure identifies mild COPD unidentified by standard criteria[J]. *Chest*, 2016, 150(5): 1080-1090.
- [12] PARK J K, KIM J J, MOON S W. A study about different findings of PET-CT between neoadjuvant and non-neoadjuvant therapy: SUVmax is not a reliable predictor of lymphatic involvement after neoadjuvant therapy for esophageal cancer[J]. *J Thorac Dis*, 2016, 8(5): 784-794.

(王荣兵 编辑)

本文引用格式: 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.