

doi:10.3969/j.issn.1005-3697.2023.12.007

❖ 临床研究 ❖

320 排螺旋 CT 低剂量呼吸双相扫描对 COPD 急性加重期患者肺功能的评估价值

纪蒙蒙, 李永, 朱晓龙, 邹殿俊, 耿鹤群, 杨飞, 崔书君, 朱月香

(河北北方学院附属第一医院医学影像部, 河北 张家口 075000)

【摘要】目的: 探讨 320 排螺旋 CT 低剂量呼吸双相扫描对慢性阻塞性肺疾病急性加重期 (AECOPD) 患者肺功能的评估价值。**方法:** 选取 AECOPD 患者及 COPD 缓解期患者各 53 例, 均进行 320 排螺旋 CT 低剂量呼吸双相扫描, 通过软件沿叶间胸膜进行全肺分割, 并计算全肺、左肺和右肺、左右肺各肺叶最大深吸气末各肺叶肺容积 (V_{in})、深呼气末各肺叶肺容积 (V_{ex})、呼吸两相容积差 $V_{in}-V_{ex}$ 以及容积比 V_{in}/V_{ex} 。所有患者均进行肺功能指标 [第 1 秒用力呼气容积 (FEV₁) 和用力肺活量 (FVC)] 检测并根据客观情况填写 COPD 评估测试问卷 (CAT)。比较 AECOPD 组与 COPD 缓解期组患者各指标水平, 并分析 AECOPD 组患者呼吸双相肺容积差、容积比与肺功能评估相关指标 (FEV₁、FEV₁/FVC%、CAT) 的相关性。**结果:** 两组全肺、左肺、左下肺、右肺、右下肺的 V_{in} 、 V_{ex} 比较差异有统计学意义 ($P < 0.05$), 左上肺、右上肺、右中肺的 V_{in} 、 V_{ex} 比较差异均无统计学意义 ($P > 0.05$); 两组左下肺、右下肺的 $V_{in}-V_{ex}$ 比较, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$), 全肺、左肺、左上肺、右肺、右上肺、右中肺的 $V_{in}-V_{ex}$ 比较, 差异无统计学意义 ($P > 0.05$); 两组全肺、左肺、右肺及各肺叶的 V_{in}/V_{ex} 比较, 差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。AECOPD 组 FEV₁% pred、FEV₁/FVC 水平均低于 COPD 缓解期组, CAT 评分高于 COPD 缓解期组 ($P < 0.05$)。左下肺及右下肺 $V_{in}-V_{ex}$ 与 FEV₁% pred、FEV₁/FVC 均呈负相关关系 ($P < 0.05$), 与 CAT 评分正相关 ($P < 0.05$)。**结论:** 320 排螺旋 CT 低剂量呼吸双相扫描可有效评估 AECOPD 患者肺功能。

【关键词】 慢性阻塞性肺疾病; 急性加重期; 320 排螺旋 CT; 低剂量; 呼吸双相扫描; 肺容积

【中图分类号】 R563.9 **【文献标志码】** A

Evaluation of pulmonary function in patients with acute exacerbation of COPD using 320 row spiral CT low dose biphasic respiratory scanning

Ji Meng-meng, Li Yong, Zhu Xiao-long, Zou Dian-jun, Geng He-qun, Yang Fei, Cui Shu-jun, Zhu Yue-xiang
(Department of Medical Imaging, the First Affiliated Hospital of Hebei North University, Zhangjiakou 075000, Hebei, China)

【Abstract】 Objective: To investigate the value of 320 slice spiral CT low dose biphasic respiratory scanning in the evaluation of pulmonary function in patients with acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease (AECOPD). **Methods:** A total of 53 patients with AECOPD and 53 patients with COPD in remission were selected to undergo low-dose respiratory biphasic scan with 320-slice spiral CT, and whole-lung segmentation was performed along the interlobular pleura by software. The maximum lobar volume (V_{in}) at the end of deep inspiration, the maximum lobar volume (V_{ex}) at the end of deep expiratory breath, $V_{in}-V_{EX}$ and the volume ratio V_{in}/V_{ex} were calculated for the whole lung, left and right lung, left and right lung. All patients were tested for pulmonary function indicators [forced expiratory volume (FEV₁) and forced vital capacity (FVC) in the first second] and filled in a COPD evaluation questionnaire (CAT) based on objective conditions. The levels of various indicators were compared between the AECOPD group and the COPD remission group, and the correlation between the respiratory biphasic lung volume difference, volume ratio, and lung function evaluation related indicators (FEV₁, FEV₁/FVC%, CAT) were analyzed in the AECOPD group. **Results:** There were statistically significant differences in V_{in} and V_{ex} of whole lung, left lung, left lower lung, right lung and right lower lung between the two groups ($P < 0.05$), while there were no statistically significant differences in V_{in} and V_{ex} of left upper lung, right upper lung and right middle lung between the two groups ($P > 0.05$). There were statistically significant differences in $V_{in}-V_{ex}$ between the two groups in the left lower lung and the right lower lung ($P < 0.05$), but there were no statistically significant differences in $V_{in}-V_{ex}$ between the whole lung, left lung, left upper lung, right lung, right upper lung and right middle lung ($P > 0.05$). There was no significant difference in V_{in}/V_{ex} of whole lung, left lung, right lung and each lung lobe between the two groups ($P > 0.05$). The levels of FEV₁% pred and FEV₁/FVC in AECOPD group were lower than those in COPD remission group ($P < 0.05$), and CAT score in AECOPD group was higher than that in

基金项目: 河北省医学科学研究重点课题 (20180873)

作者简介: 纪蒙蒙 (1988 -), 女, 硕士, 主治医师。E-mail: jimeng153@126.com

COPD remission group ($P < 0.05$). Vin-Vex in the left and right lower lungs was negatively correlated with FEV1% pred, FEV1/FVC ($P < 0.05$), and positively correlated with CAT scores ($P < 0.05$). **Conclusion:** Low dose respiratory biphasic scanning with 320 slice spiral CT can effectively evaluate pulmonary function in patients with AECOPD.

【Key words】 Chronic obstructive pulmonary disease; Acute exacerbation stage; 320 row spiral CT; Low dose; Respiratory biphasic scanning; Lung volume

慢性阻塞性肺疾病 (chronic obstructive pulmonary disease, COPD) 为常见呼吸系统疾病,其发病率居高不下,≥40 岁人群中发病率已达到 13.7%^[1]。根据 COPD 病情发展情况,可分为不同时期,其中 COPD 急性加重期 (acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease, AECOPD) 病情较为严峻,患者呼吸系统症状 (如咳痰、喘息、气短等) 加重,呼吸气流受限明显,查体可见胸廓前后径增大,肋间隙变宽等体征^[2-3]。AECOPD 患者通常伴有气道炎症,影响肺部气体交换,造成通气功能障碍和肺部感染,肺部正常的组织受损并发生进行性破坏,使得肺弹性下降,二氧化碳潴留加重,肺部气体交换障碍更加明显,肺功能损伤也更为严重^[4]。AECOPD 发作次数较为频繁,1 年内可高达 3~4 次,是导致患者发生严重并发症 (如肺栓塞) 和死亡的重要原因^[5],对患者生命安全影响极大。故而及早诊断 AECOPD 和了解其肺功能变化情况,以采取合理的针对性措施干预,对改善患者预后意义重大。320 排螺旋 CT 扫描时间短,放射剂量低,是临床诊断心肺疾病常用影像学工具^[6-7]。本研究拟探讨 320 排螺旋 CT 低剂量呼吸双相扫描对 AECOPD 患者肺功能的评估价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取 2021 年 10 月至 2022 年 12 月河北北方学院附属第一医院收治并经临床检查确诊的 106 例 AECOPD 及 COPD 缓解期患者作为研究对象。纳入标准:(1)符合《慢性阻塞性肺疾病诊治指南》相关标准^[8];(2)年龄≥18 岁;(3)对本研究知情同意。排除标准:(1)肺部占位性病变>5 cm 或肺部有实质性病变;(2)存在先天性胸廓畸形或有胸部手术史;(3)合并心、肝、脑、肾、血管疾病、恶性肿瘤;(4)处于妊娠期与哺乳期的女性;(5)合并肺结核、支气管扩张、支气管哮喘。本研究经医院伦理委员会同意。纳入 AECOPD 患者及 COPD 缓解期患者各 53 例,分别设为 AECOPD 组和 COPD 缓解期组。AECOPD 组中,男性 33 例,女性 20 例;年龄(59.14±7.92)岁;COPD 病程(12.17±3.04)年。COPD 缓解期组中,男性 30 例,女性 23 例,年龄(57.69±

8.13)岁;COPD 病程(10.95±2.83)年。两组一般资料比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。

1.2 方法

(1)320 排螺旋 CT 检查:检查仪器为佳能 Aquilion one 320 排容积 CT 扫描仪。检查前对患者进行呼吸指导,检查时患者取仰卧位,双臂向上外展,深吸气末屏住呼吸进行首次胸部 CT 扫描,扫描范围自肺尖至肺底,随后再于深呼气末屏住呼吸进行第二次扫描。扫描参数:管电压 80 kV,管电流:40~120 mAs,扫描层厚 0.5 mm,螺距 1.0。(2)肺功能检测:检查仪器为德国耶格 Master Screen 型肺功能检测仪。患者取坐位,使用鼻夹夹住鼻子,尽可能长时间地吹气并持续 6 s,至少呼气 3 次,记录平均第 1 秒用力呼气容积 (FEV1) 和用力肺活量 (FVC),测定 FEV1 占预计值百分比 (FEV1% pred) 和 1 秒率 (FEV1/FVC)。(3)COPD 评估测试问卷 (CAT) 调查:所有患者均进行 CAT 问卷填写,对于文化程度较低的患者,可由医务人员向其介绍各条目,指导其填写。

1.3 图像后处理

将所获容积数据上传到深睿肺分析软件,软件自动除去主气管、主支气管和较大血管,沿叶间胸膜进行全肺分割,自动计算全肺、左肺和右肺、左右肺各肺叶最大深吸气末各肺叶肺容积 (Vin)、深呼气末各肺叶肺容积 (Vex) 以及呼吸两相容积差 Vin-Vex 与容积比 Vin/Vex。

1.4 统计学分析

采用 SPSS 20.0 软件对数据进行统计分析。计量资料采用($\bar{x} \pm s$)表示,组间比较采用独立样本 t 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者 CT 肺容积测量指标比较

AECOPD 组全肺、左肺、左下肺、右肺、右下肺 Vin、Vex 均高于 COPD 缓解期组 ($P < 0.05$);AECOPD 组左下肺、右下肺 Vin-Vex 均高于 COPD 缓解期组 ($P < 0.05$);AECOPD 组全肺、左肺、右肺及各肺叶 Vin/Vex 与 COPD 缓解期组比较,差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。见表 1-表 4。

表 1 两组患者 Vin 指标比较 ($\bar{x} \pm s$)

| 组别 | 全肺 Vin | 左肺 Vin | 左上肺 Vin | 左下肺 Vin | 右肺 Vin | 右上肺 Vin | 右中肺 Vin | 右下肺 Vin |
|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|----------------|------------------|
| AECOPD 组 (n=53) | 5957.44 ± 945.28 | 2711.45 ± 463.71 | 1398.75 ± 269.27 | 1312.70 ± 281.83 | 3245.99 ± 536.50 | 1334.34 ± 277.16 | 485.72 ± 94.93 | 1425.93 ± 308.72 |
| COPD 缓解期组 (n=53) | 5492.68 ± 903.24 | 2446.81 ± 428.57 | 1346.82 ± 247.83 | 1099.99 ± 212.65 | 2845.87 ± 419.53 | 1288.39 ± 283.61 | 460.13 ± 85.27 | 1097.35 ± 246.49 |
| t 值 | 2.588 | 3.051 | 1.033 | 4.386 | 4.277 | 0.844 | 1.460 | 6.055 |
| P 值 | 0.011 | 0.003 | 0.304 | <0.001 | <0.001 | 0.401 | 0.147 | <0.001 |

表 2 两组患者 Vex 指标比较 ($\bar{x} \pm s$)

| 组别 | 全肺 Vex | 左肺 Vex | 左上肺 Vex | 左下肺 Vex | 右肺 Vex | 右上肺 Vex | 右中肺 Vex | 右下肺 Vex |
|------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|------------------|------------------|----------------|------------------|
| AECOPD 组 (n=53) | 4927.67 ± 830.82 | 2200.83 ± 443.75 | 1197.92 ± 315.86 | 992.65 ± 252.80 | 2726.84 ± 474.93 | 1147.81 ± 261.64 | 420.94 ± 97.18 | 1158.09 ± 223.52 |
| COPD 缓解期组 (n=53) | 4361.23 ± 785.14 | 2016.25 ± 426.92 | 1125.44 ± 309.76 | 890.81 ± 224.19 | 2344.98 ± 432.75 | 1055.71 ± 242.85 | 385.53 ± 88.62 | 903.74 ± 207.43 |
| t 值 | 3.607 | 2.182 | 1.193 | 2.194 | 4.327 | 1.878 | 1.960 | 6.072 |
| P 值 | 0.001 | 0.031 | 0.236 | 0.030 | <0.001 | 0.063 | 0.053 | <0.001 |

表 3 两组患者 Vin-Vex 指标比较 ($\bar{x} \pm s$)

| 组别 | 全肺 Vin-Vex | 左肺 Vin-Vex | 左上肺 Vin-Vex | 左下肺 Vin-Vex | 右肺 Vin-Vex | 右上肺 Vin-Vex | 右中肺 Vin-Vex | 右下肺 Vin-Vex |
|------------------|------------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|---------------|----------------|
| AECOPD 组 (n=53) | 1029.77 ± 320.42 | 510.62 ± 221.34 | 200.83 ± 55.87 | 320.05 ± 89.14 | 519.15 ± 153.29 | 186.53 ± 99.76 | 64.78 ± 25.57 | 267.84 ± 83.02 |
| COPD 缓解期组 (n=53) | 1131.45 ± 352.78 | 430.56 ± 197.64 | 221.38 ± 71.39 | 209.18 ± 67.56 | 500.89 ± 140.81 | 232.68 ± 139.23 | 74.60 ± 34.16 | 193.61 ± 57.80 |
| t 值 | 1.553 | 1.964 | 1.650 | 7.216 | 0.639 | 1.962 | 1.675 | 5.342 |
| P 值 | 0.123 | 0.052 | 0.102 | <0.001 | 0.524 | 0.053 | 0.097 | <0.001 |

表 4 两组患者 Vin/Vex 指标比较 ($\bar{x} \pm s$)

| 组别 | 全肺 Vin/Vex | 左肺 Vin/Vex | 左上肺 Vin/Vex | 左下肺 Vin/Vex | 右肺 Vin/Vex | 右上肺 Vin/Vex | 右中肺 Vin/Vex | 右下肺 Vin/Vex |
|------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| AECOPD 组 (n=53) | 1.21 ± 1.03 | 1.23 ± 1.08 | 1.17 ± 1.02 | 1.32 ± 1.11 | 1.19 ± 1.03 | 1.16 ± 1.01 | 1.15 ± 1.01 | 1.23 ± 1.04 |
| COPD 缓解期组 (n=53) | 1.26 ± 1.07 | 1.21 ± 1.10 | 1.20 ± 1.05 | 1.23 ± 1.16 | 1.21 ± 1.08 | 1.22 ± 1.04 | 1.19 ± 1.06 | 1.21 ± 1.05 |
| t 值 | 0.245 | 0.094 | 0.149 | 0.408 | 0.098 | 0.303 | 0.199 | 0.099 |
| P 值 | 0.807 | 0.925 | 0.882 | 0.684 | 0.923 | 0.764 | 0.843 | 0.922 |

2.2 两组患者肺功能评估相关指标比较

AECOPD 组 FEV1% pred、FEV1/FVC 水平均低于 COPD 缓解期组, CAT 评分高于 COPD 缓解期组, 差异均有统计学意义 ($P < 0.05$)。见表 5。

表 5 两组患者肺功能评估相关指标比较 ($\bar{x} \pm s$)

| 组别 | FEV1% pred (%) | FEV1/FVC (%) | CAT (分) |
|------------------|----------------|--------------|--------------|
| AECOPD 组 (n=53) | 38.94 ± 4.65 | 45.27 ± 3.92 | 28.87 ± 3.95 |
| COPD 缓解期组 (n=53) | 50.63 ± 5.07 | 49.45 ± 4.31 | 9.38 ± 2.12 |
| t 值 | 12.371 | 5.223 | 31.651 |
| P 值 | <0.001 | <0.001 | <0.001 |

2.3 AECOPD 患者呼吸双相肺容积差、容积比与肺功能评估相关指标的相关性

左下肺及右下肺 Vin-Vex 与 FEV1% pred、

FEV1/FVC 均呈负相关关系 ($P < 0.05$); 与 CAT 评分呈正相关关系 ($P < 0.05$)。见表 6。

表 6 AECOPD 患者呼吸双相肺容积差、容积比与肺功能评估相关指标的相关性

| 指标 | FEV1% pred | | FEV1/FVC | | CAT | |
|-------------|------------|-------|----------|-------|-------|-------|
| | r 值 | P 值 | r 值 | P 值 | r 值 | P 值 |
| 左下肺 Vin-Vex | -0.581 | <0.05 | -0.555 | <0.05 | 0.543 | <0.05 |
| 右下肺 Vin-Vex | -0.573 | <0.05 | -0.549 | <0.05 | 0.528 | <0.05 |

2.4 病例分析

病例 1, 男性, 60 岁, AECOPD 第 3 天行 320 排螺旋 CT 低剂量呼吸双相扫描。见图 1。

病例 2, 男性, 55 岁, 处于 COPD 缓解期, 行 320 排螺旋 CT 低剂量呼吸双相扫描。见图 2。

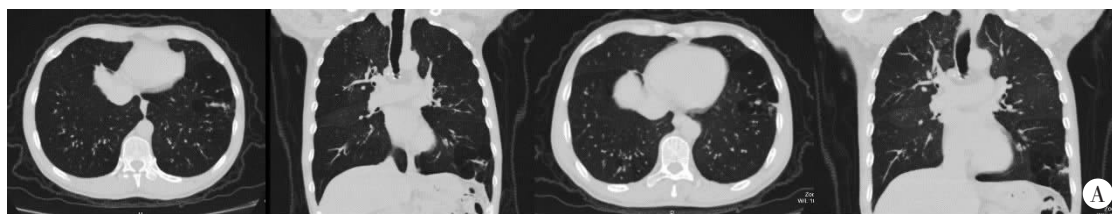


图 1 病例 1 CT 图像

从左到右依次为深吸气末横轴、深吸气末冠状位、深呼气末横轴位及深呼气末冠状位图像,图像显示两期肺形态、密度差异不著,提示肺弹性较差。

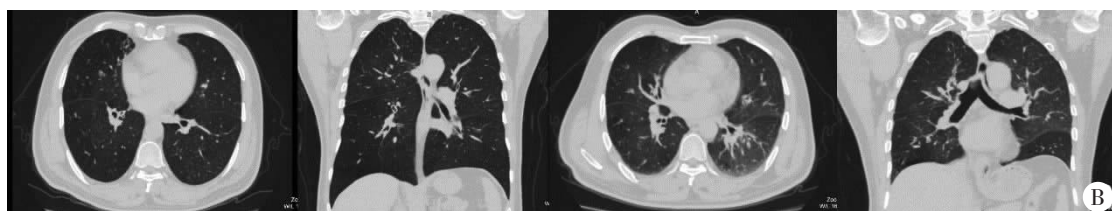


图 2 病例 2 CT 图像

从左到右依次为深吸气末横轴、深吸气末冠状位、深呼气末横轴位及深呼气末冠状位图像,图像显示两期肺形态、密度差异显著,提示肺弹性较好。

3 讨论

COPD 已成为全球第三大公共卫生挑战,该病死亡率较高,预计往后 50 年,仅中国每年就有 150 万人死于 AECOPD 及其各种并发症^[9]。有研究^[10]对 COPD 患者进行随访调查研究,发现 AECOPD 是导致患者肺功能减弱的独立影响因素,且随着急性发作次数增多,肺组织破坏越严重,患者肺功能下降程度越明显。本研究中两组肺功能评估相关指标比较结果显示,AECOPD 组 FEV1% pred、FEV1/FVC 水平均低于 COPD 缓解期组($P < 0.05$),表明与 COPD 缓解期患者相比,AECOPD 患者肺功能下降较为显著,与许玲芬等^[11]研究结果相符。感染是诱发 AECOPD 的最主要因素,患者气道壁受到持续性炎症刺激而发生黏膜水肿,气道壁弹力下降,管腔变窄,呼吸气阻力增加;与此同时,基于胸腔负压影响,肺部发生过度充气而导致肺容积增大,空气潴留于肺泡腔内而难以排出体外,使得呼气性通气功能障碍加重;此外,支气管弹力下降,气流较难流出,加之肺组织受损严重,肺弹性纤维减少,肺弹性减弱,呼气相肺容积也随之增大^[12-13]。了解 AECOPD 患者肺容积变化情况,对临床评估患者肺功能和采取相应的治疗措施具有重要指导意义。

与常规剂量 CT 扫描相比,320 排螺旋 CT 成像速度快,辐射剂量低,同时还能够保持较高图像质量,在 COPD 患者肺功能评估中具有重要应用价值,特别是对于病情发展快速、基础状态差的 AECOPD 患者,320 排螺旋 CT 后处理工作站能够进行胸部重

建成像,评估肺功能变化情况,有利于提高早期 AECOPD 诊断效能^[14-15]。本研究采用 320 排螺旋 CT 低剂量呼吸双相扫描评估 AECOPD 组与 COPD 缓解期组肺容积,并进行组间比较,结果显示,与 COPD 缓解期组比较,AECOPD 组全肺、左肺、右下肺、右肺、右下肺 V_{in} 及 V_{ex} 差异均有统计学意义($P < 0.05$),表明 AECOPD 时期多数肺叶存在明显空气潴留,肺弹性回缩能力出现不同程度的下降。且观察双侧肺叶肺容积大小,与左肺相比,右肺空气潴留更加明显,这可能与双侧支气管形态有关,左主支气管形态相对细长,下缘与气管夹角约 37.5° ,而右主支气管形态粗短且陡直,下缘与气管夹角约 23° ,AECOPD 时期炎症因子更容易沿着气管到达右肺,导致右肺最先被累及,肺功能发生明显降低。

对比两组患者呼吸两相肺容积差及容积比,显示两组各肺叶 V_{in}/V_{ex} 比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$);而 AECOPD 组左下肺、右下肺 $V_{in}-V_{ex}$ 与 COPD 缓解期组比较,差异有统计学意义($P < 0.05$),提示双肺下叶通气功能障碍对比上叶和中叶更为明显。这可能是与双肺下叶相比,肺上叶、中叶气体交换程度相对较小,通气障碍程度较低,引起的肺功能下降较小,双肺下叶体积占比大,二氧化碳潴留更为明显,对肺功能下降的代偿作用也更加显著。本研究还对 AECOPD 患者呼吸双相肺容积差、容积比与肺功能评估相关指标的相关性进行分析,结果显示,右下肺 $V_{in}-V_{ex}$ 与 FEV1% pred、FEV1/FVC 均呈负相关关系($P < 0.05$),与 CAT 评分正相关

(下转第 1628 页)