❖述评

Application of quantitative CT in diagnosis and treatment of chronic obstructive pulmonary disease

GUO Youmin*，JIN Chenwang，CAO Xianxian
(Department of Radiology，the First Affiliated Hospital of Xi'an Jiaotong University，Xi'an 710061，China)

[**Abstract**] Chronic obstructive pulmonary disease (COPD) refers to a group of highly heterogeneous diseases with high prevalence rate and fatality rate，which has become a worldwide public health challenge. Quantitative CT can effectively evaluate the characteristic changes of pulmonary parenchyma，airway and pulmonary vessels，having great significances in early diagnosis，monitoring disease progression and individualized treatment of COPD.

[**Keywords**] pulmonary disease，chronic obstructive；tomography，X-ray computed
DOI：10.13929/j.issn.1003-3289.2020.03.002

定量 CT 在慢性阻塞性肺疾病诊疗中的应用

郭佑民*，金晨望，曹宪宪
(西安交通大学第一附属医院医学影像科，陕西 西安　710061)

[**摘　要**]　慢性阻塞性肺疾病(COPD)是复杂的高异质性疾病，其患病率及病死率高，已成为世界性的公共卫生挑战。定量 CT 可有效评估 COPD 患者肺实质、气道及肺血管等特征性改变，对于早期诊断、监测疾病进展及开展个性化治疗具有重要意义。

[**关键词**] 肺疾病，慢性阻塞性；体层摄影术，X 线计算机
[**中图分类号**] R562.2；R814.42　[**文献标识码**] A　[**文章编号**] 1003-3289(2020)03-0332-03

慢性阻塞性肺疾病(chronic obstructive pulmonary disease，COPD)是常见的可防治的呼吸系统疾病，通常以持续存在的呼吸系统症状和气流受限为特征。WANG 等[1]针对 COPD 开展国内大型流行病学调查，结果表明，我国 COPD 患者近 1 亿，40 岁以上人群患病率 13.7%。COPD 因其患病率高、病死率高的特点，已经成为世界性的影响公众健康的公共卫生问题。COPD 异质性高，临床表现多样，病理机制复杂，早期诊断和疗效评价均较困难。相比常规肺功能检查，定量 CT 能够评估 COPD 严重程度、区分疾病表型、提供病变空间分布及位置信息，有利于早期诊断 COPD，辅助临床开展个体化治疗，改善患者预后。

1　CT 定量评价 COPD

1.1　定量评价肺气肿　肺气肿是 COPD 的主要表现，以终末细支气管远端气腔持久性异常增大、伴气管壁破坏而无明显纤维化为主要特征。CT 定量评估肺气肿的方法很多，其中阈值法和百分位法最为常用。阈值法即密度屏蔽法，通过设定阈值，计算 CT 值低于该阈值的低衰减区(low attenuation area，LAA)占全肺容积的百分比(LAA%)，以之作为评估肺气肿的参数，既往研究[2]以－950 HU 作为常用阈值。基于阈值法定量肺气肿被证实与病理具有很好的相关性[3]，并能够有效反映 COPD 患者的肺功能损伤情况[2，4]。百分位法也称临界值法，即通过计算某设定百分位数

[**基金项目**] 国家卫生和计划生育委员会公益性行业科研专项基金(201402013)。
[**第一作者**] 郭佑民(1955—)，男，陕西西安人，博士，教授、主任医师。研究方向：胸部影像学。
[**通信作者**] 郭佑民，西安交通大学第一附属医院医学影像科，710061。E-mail：cjr.guoyoumin@vip.163.com
[**收稿日期**] 2020-02-18　[**修回日期**] 2020-02-20

下肺像素频率直方图上所有像素的密度值来评估肺气肿程度,常用参数为全肺像素 CT 值直方图上第 15 百分位点对应的 CT 值(Perc 15)。COXSON 等[5]采用百分位法评估肺气肿的纵向变化,结果显示肺气肿纵向变化可作为 COPD 疾病发生、发展的独立预测指标。COPD 患者肺气肿样改变存在异质性,分布于不同肺叶的肺气肿所需治疗方案不同,如肺减容术只对呈肺上叶分布和运动功能下降的肺气肿患者有效[6]。定量 CT 可对肺气肿的分布及肺功能损伤进行可视化、量化评估,为选择治疗方式提供重要依据。

1.2 定量评价气道疾病 气道疾病主要表现为气道壁增厚和狭窄,于吸气相测量段及亚段支气管,可实现定量评估气道病变。支气管管腔内径(lumen diameter, LD)、管壁厚度(wall thickness, WT)及管壁面积比值(wall area%, WA%)等定量 CT 参数与 COPD 患者气流受限存在相关性,可有效评价 COPD 气道重塑[7]。COPD 患者的呼气气流阻塞常由肺实质破坏及小气道疾病引起。McDONOUGH 等[8]利用 MicroCT 提出 COPD 终末期细支气管管腔狭窄及数量减少先于肺气肿破坏,为 COPD 病理改变的发展变化提供了影像学佐证。受分辨率限制,HRCT 无法直接评估小气道疾病,于呼气相测量空气潴留,成为间接评估小气道疾病的方法。既往研究[9]根据呼气相 CT 中 CT 值小于 -856 HU 区域占全肺的百分比(EXP_{-856})评估空气潴留,但单气相参数无法区分空气潴留与肺气肿。GALBAN 等[10]提出参数响应图(parametric response map, PRM)方法,通过配准吸气相、呼气相 CT 图像,实现在体素级上区分空气潴留和肺气肿。金晨望等[11]利用 B 样条结合仿射变换配准法(B-spline affine transformation, BSAT)实现体素级双气相 CT 配准,并建立了基于体素的空气潴留定量测量方法,具有较高的准确率和敏感度,可为区分 COPD 影像学表型,辅助临床诊疗及判断预后。

1.3 肺血管疾病的定量评价 肺血管改变是 COPD 发生、发展中的重要征象,肺血管疾病[12]可见于约 30%～70% COPD 患者,不仅在晚期 COPD 患者,轻度 COPD 及肺功能正常的吸烟人群中也存在[13]。右心导管置入术是临床诊断肺血管疾病的金标准,但因具有侵袭性而应用受限。定量 CT 为无创性评估肺血管提供了重要手段。MATSUOKA 等[14]最早利用 CT 和肺血管造影实现了在二维层面定量测量 COPD 患者亚段及亚亚段肺血管横截面积(crosssectional area, CSA),并证实其与肺功能存在相关性。基于此方法,WANG 等[15]发现定量测量 CSA(<5 mm^2)与总肺面积的百分比(%CSA<5)不仅能显示 COPD 严重程度,还可反映急性加重期 COPD 的发生。随着 CT 后处理技术的发展,定量 CT 可对肺血管进行整体性三维评估,通过计算机三维定量算法自动追踪提取肺血管,测量肺血管体积。ESTEPAR 等[16]定量观察吸烟人群肺血管改变,发现与吸烟相关的 COPD 以远端肺小血管减少和脉管系统以外组织丢失为特征,根据其变化幅度可预测疾病严重程度。

定量评估 COPD 可客观准确地评价肺气肿、气道疾病及肺血管改变,有利于了解 COPD 的疾病发展规律,探究 COPD 复杂的病理生理机制,定量可视化监测疾病的发生发展,辅助临床及早开展预防及干预措施,制定个体化诊疗方案。定量 CT 对评估 COPD 具有高度价值。随着计算机后处理技术的日益发展,结合当前研究趋向及全球慢性阻塞性肺疾病倡议(global initiative for chronic obstructive lung disease, GOLD)指南有关 COPD 诊断标准的变化,本期专论以“COPD 相关影像学评价”为主题,聚焦于临床诊疗、定量评估新方法应用及参数设置对定量评价的影响等方面,为影像学定量评价 COPD 及个性化管理 COPD 患者提供参考。

2 本期专论内容介绍

自 2017 年起,GOLD 指南涉及诊断 COPD 内容中增加了对血嗜酸性细胞指标的关注,认为其对预测 COPD 急性加重期具有重要意义。从临床问题出发,通过测量外周血中炎症指标,对伴嗜酸性粒细胞增高的 COPD 急性加重期的肺功能及影像特征进行分析和特征归纳,可为选择 COPD 治疗方法提供方向。COPD 作为以气流受限为特征的慢性炎症性疾病,与支气管哮喘难以区分,既往缺乏对两种疾病气道结构的报道。本期专论对稳定期轻-中度 COPD 与哮喘患者气道结构及 CT 肺功能的关系进行了探讨,通过定量 CT 特征,可在一定程度上区分、辨别 COPD 与哮喘。

近年来,呼气相 CT 得到广泛普及,应用呼气相、双气相 CT 扫描及新的定量方法评估 COPD 越来越成为研究焦点。本期专论通过比较分析呼气相、吸气相 CT 扫描定量 COPD 患者肺血管体积与肺功能的关系,发现呼气相 CT 可有效评估肺血管,能较吸气相为评估 COPD 呼气气流阻塞程度提供更多有效信息;基于体素方法分析 COPD 患者肺叶损伤及空间分布特点,提出肺气肿及小气道病变以右肺中叶损伤最重,两

肺上叶居中,两肺下叶损伤最轻;通过比较不同阈值下COPD严重程度与肺功能的关系,评估不同参数选择对于CT量化评估COPD的影响,以期为COPD研究进展及深入提供更多选择,并为解决临床问题添加助力。

3 展望

采用定量CT进行影像学评价疾病具有高度价值,在COPD评估中应用前景广阔,但其自身存在一定的不足,仍面临着困难和挑战,如相关参数与临床症状及其他指标的相关性还有待挖掘等。随着大数据时代的到来,人工智能技术为影像学发展提供了更多路径,假以时日,相信影像学定量技术的不断发展完善必可为临床个性化诊疗呼吸系统疾病及评价预后提供更有价值的信息。

[参考文献]

[1] WANG C, XU J, YANG L, et al. Prevalence and risk factors of chronic obstructive pulmonary disease in China (the China Pulmonary Health [CPH] study): A national cross-sectional study[J]. Lancet (London, England). 2018, 391(10131): 1706-1717.

[2] KOO H J, LEE S M. Prediction of pulmonary function in patients with chronic obstructive pulmonary disease: Correlation with quantitative CT parameters[J]. Korean J Radiol, 2019, 20(4): 683-692.

[3] GEVENOIS P A, de VUYST P, de MAERTELAER V, et al. Comparison of computed density and microscopic morphometry in pulmonary emphysema[J]. Am J Respir Crit Care Med, 1996, 154(1): 187-192.

[4] 于楠,金晨望,李艳,等.CT定量分析观察慢性阻塞性肺疾病患者的肺小血管改变[J].中国医学影像技术,2015,31(2):173-176.

[5] COXSON H O, DIRKSEN A, EDWARDS L D, et al. The presence and progression of emphysema in COPD as determined by CT scanning and biomarker expression: A prospective analysis from the ECLIPSE study[J]. Lancet Respir Medi, 2013, 1(2): 129-136.

[6] FISHMAN A, MARTINEZ F, NAUNHEIM K, et al. A randomized trial comparing lung-volume-reduction surgery with medical therapy for severe emphysema[J]. N Engl J Med, 2003, 348(21): 2059-2073.

[7] 施晓雷,夏艺,范丽,等.慢性阻塞性肺疾病患者肺气肿改变对气道重塑与气流受限相关性的影响[J].临床放射学杂志,2018,37(6):931-935.

[8] McDONOUGH J E, YUAN R, SUZUKI M, et al. Small-airway obstruction and emphysema in chronic obstructive pulmonary disease[J]. N Engl J Med, 2011, 365(17): 1567-1575.

[9] SOLYANIK O, HOLLMANN P, DETTMER S, et al. Quantification of pathologic air trapping in lung transplant patients using CT density mapping: Comparison with other CT air trapping measures[J]. PLoS One, 2015, 10(10): e0139102.

[10] GALBAN C J, HAN M K, BOES J L, et al. Computed tomography-based biomarker provides unique signature for diagnosis of COPD phenotypes and disease progression[J]. Nature Med, 2012, 18(11): 1711-1715.

[11] 金晨望,梁志冉,段海峰,等.基于体素的空气潴留定量测量方法的建立及初步临床应用[J].中华放射学杂志,2019,53(1):21-25.

[12] RAHAGHI F N, WELLS J M, COME C E, et al. Arterial and venous pulmonary vascular morphology and their relationship to findings in cardiac magnetic resonance imaging in smokers[J]. J Comput Assist Tomogr, 2016, 40(6): 948-952.

[13] UEJIMA I, MATSUOKA S, YAMASHIRO T, et al. Quantitative computed tomographic measurement of a cross-sectional area of a small pulmonary vessel in nonsmokers without airflow limitation[J]. Jap J Radiol, 2011, 29(4): 251-255.

[14] MATSUOKA S, WASHKO G R, DRANSFIELD M T, et al. Quantitative CT measurement of cross-sectional area of small pulmonary vessel in COPD: Correlations with emphysema and airflow limitation[J]. Acad Radiol, 2010, 17(1): 93-99.

[15] WANG G, WANG L, MA Z, et al. Quantitative emphysema assessment of pulmonary function impairment by computed tomography in chronic obstructive pulmonary disease[J]. J Comput Assist Tomogr, 2015, 39(2): 171-175.

[16] ESTEPAR R S, KINNEY G L, BLACK-SHINN J L, et al. Computed tomographic measures of pulmonary vascular morphology in smokers and their clinical implications[J]. Am J Respir Crit Care Med, 2013, 188(2): 231-239.