

论 著

CT肺小血管与肺截面积比值与COPD患者肺功能指标的相关性分析

广东省茂名市人民医院放射科

(广东 茂名 525000)

王文尚

【摘要】目的 探讨基于CT定量分析的肺小血管与肺截面积比值(%CSA)与慢性阻塞性肺疾病(COPD)患者肺功能指标的相关性。**方法** 回顾性分析80例行CT胸部平扫的COPD患者及40名正常对照者的资料。所有COPD患者均行肺功能检查,并根据肺功能指标将COPD患者分为轻度组(26例)、中度组(27例)、重度组(27例)3个亚组。采用ImageJ图像后处理软件测量基于CT下的%CSA(肺小血管的截面积 $<5\text{mm}^2$ 和 $5\text{--}10\text{mm}^2$ 分别标记为%CSA <5 和%CSA $5\text{--}10$)数据。采用单因素方差分析比较COPD各亚组间及其与对照组的%CSA <5 、%CSA $5\text{--}10$ 以及肺功能指标,采用Spearman相关分析%CSA <5 和%CSA $5\text{--}10$ 与肺功能指标的相关性。**结果** COPD轻度组、中度组以及重度组的%CSA <5 ,显著低于对照组,差异有统计学意义($P<0.05$),且不同程度COPD患者之间的%CSA <5 值均存在显著性差异($P<0.05$);COPD中度组、重度组的%CSA $5\text{--}10$,显著低于对照组和轻度组,差异有统计学意义($P<0.05$);COPD患者的%CSA <5 与FEV1%、FEV1/FVC%呈显著正相关($r=0.982, 0.988 P=0.018, 0.012$),与RV和RV/TLC%呈显著负相关($r=-0.946, -0.962 P=0.044, 0.028$);COPD患者的%CSA $5\text{--}10$ 与FEV1%、FEV1/FVC%呈显著正相关($r=0.963, 0.975 P=0.037, 0.025$),与FVC、RV和RV/TLC%无显著相关性。**结论** 基于CT定量分析的%CSA <5 和%CSA $5\text{--}10$ 与COPD患者的肺功能有一定的相关性,且在评估COPD患者肺功能及疾病严重程度方面%CSA <5 优于%CSA $5\text{--}10$ 。

【关键词】 肺疾病,慢性阻塞性;呼吸功能试验;体层摄影术,X线计算机

【中图分类号】 R563.3; R445.3

【文献标识码】 A

DOI: 10.3969/j.issn.1672-5131.2017.07.017

通讯作者: 王文尚

Relationship Between the Percentage of the Total cross-sectional Area of Small pulmonary Vessels for the Lung Area in MSCT and Pulmonary Function Test in Chronic Obstructive Pulmonary Disease

WANG Wen-shang. Department of Radiology, Maiming People's Hospital, Maoming 525000, Guangdong Province, China

[Abstract] Objective The relationship between the percentage of the total cross-sectional area (%CSA) of small pulmonary vessels for the lung area in MSCT and pulmonary function test(PET) in chronic obstructive pulmonary disease(COPD). **Methods** 80 COPD patients and 40 normal subjects underwent chest MSCT scans and all clinic data were analyzed retrospectively. All COPD patients underwent PFT were classified into mild group ($n=26$), moderate group ($n=27$), severe group ($n=27$) according to PET results respectively. The %CSA $<5\text{mm}^2$ and $5\text{--}10\text{mm}^2$ for the lung area (called %CSA <5 and %CSA $5\text{--}10$) of small pulmonary vessels were measured with Image J image-processing program. Comparison between the COPD subgroups and control group were carried out with ANOVA test. The relationship between %CSA and PFT results was carried out with the Spearman rank correlation test. **Results** The %CSA <5 in mild, moderate and severe COPD group were $(0.68 \pm 0.11)\%$, $(0.56 \pm 0.12)\%$, $(0.42 \pm 0.10)\%$, which were lower than that in control group $(0.84 \pm 0.13)\%$, and the difference were statistically significant ($P<0.05$). The difference were statistically significant among the COPD subgroups ($P<0.05$). The %CSA $5\text{--}10$ in moderate and severe COPD group were $(0.19 \pm 0.09)\%$, $(0.18 \pm 0.06)\%$, which were lower than that in control and mild group $[(0.32 \pm 0.14)\%, (0.28 \pm 0.08)\%]$, and the difference were statistically significant ($P<0.05$). %CSA <5 in COPD patients correlated positively with both FEV1% and FEV1/FVC ($r=0.982, 0.988 P=0.018, 0.012$), and negatively with both RV and RV/TLC% ($r=-0.946, -0.962 P=0.044, 0.028$). %CSA $5\text{--}10$ in COPD patients correlated positively with both FEV1% and FEV1/FVC ($r=0.963, 0.975 P=0.037, 0.025$), and no correlation with RV and RV/TLC%. **Conclusion** The measurement of %CSA <5 and %CSA $5\text{--}10$ in MSCT images were correlated with PFTs, and %CSA <5 was better than %CSA $5\text{--}10$ which may play the role in evaluating the PFTs and severity of COPD patients.

[Key words] Pulmonary Disease; Chronic Obstructive; Respiratory Function Tests; Tomography, X-ray Computed

慢性阻塞性肺疾病(chronic obstructive pulmonary disease, COPD)是一种常见的呼吸系统慢性疾病,严重地危害了人类的健康,其具有气流受限不完全可逆的特征,且呈进行性发展,最终导致患者呼吸功能的严重受损^[1]。因此早期诊断以及对疾病严重程度的评估对于COPD患者治疗方案的选择和预后有着十分重要的作用。目前COPD诊断及疾病严重程度的评估主要依靠肺功能检查,但是肺功能检查受主观影响较大,亦存在一定的局限性。随着高分辨率螺旋CT定量分析技术的不断进步,其不仅能反映肺组织结构的变化,还能定量分析患者肺小气道及血管改变的程度,从而对COPD的严重程度进行评估^[2-6]。COPD患者由于肺气肿致肺小血管受到挤压、破坏以及缺氧等因素所致的肺小血管收缩使得肺小血管截面积(cross-sectional area, CSA)相应的减小。多项研究^[7-9]证实COPD患者的肺小血管截面积可在高分辨率螺旋CT下进行定量分析,但是其与患者严重程度及肺功能指标的关系,目

前国内报道并不多见。本研究拟通过CT下定量分析肺小血管与肺截面积的比值与COPD患者肺功能指标的相关,以探讨CT定量分析肺小血管在评估COPD严重程度中的作用。

1 资料和方法

1.1 临床资料 将2014年05月至2016年5月于我院门诊及住院部收治的80例慢性阻塞性肺疾病(COPD)患者纳入研究。纳入标准:1)COPD诊断标准与《慢性阻塞性肺疾病(COPD)诊治指南》^[1]一致;2)年龄<80岁,3)均在治疗前行肺部CT及肺功能检查。剔除标准:1)既往有支气管哮喘、肺癌病史,2)存在先天性胸廓畸形,3)肺部合并大面积感染甚至实变、严重肺间质纤维化及大量胸腔积液者,4)CT图像质量不佳者,5)肺功能检查配合度差,结果可信度差者。根据肺功能中两项指标FEV1/FVC、FEV1%及症状对COPD患者的严重程度进行分级,轻度COPD其FEV1/FVC<70%,而FEV1%≥80%预计值,伴或者不伴慢性症状;中度COPD其FEV1/FVC<70%,而50%≤FEV1%<80%预计值,伴或者不伴有慢性症状;重度COPD其FEV1/FVC<70%,而30%≤FEV1%<50%预计值,伴或者不伴有慢性症状。轻度COPD患者(轻度组)共26例,其中男23例,女3例,平均年龄(66.46±8.75)岁,中度COPD患者(中度组)共27例,其中男22例,女3例,平均年龄(67.15±8.42)岁,重度COPD患者(重度组)共27例,其中男23例,女4例,平均年龄(66.83±8.29)岁。对照组匹配选择同期在我院体检中心行体检的40例体检者,其中男32例,女8例,平均年龄(65.15±8.23)岁,四组患者在性别、年龄等方面差异无统计意义(P>0.05),具有一

定的可比性。

1.2 CT检查方法 采用 Philips Brilliance64排螺旋CT扫描仪进行患者的胸部CT扫描。检查前向患者详细讲解最大吸气末方法,并对其进行训练以达到最佳状态。在患者最大吸气末时机行肺尖到肺底的迅速扫描。扫描参数设定:电压为120kV,电流为250mA,层厚为1mm,螺距为0.813:1,X线球管的转速为0.42s/转,FOV为350 mm×350mm,采集矩阵为512×512,扫描采集的层厚为0.75mm,图像重建层厚和层距均为1mm。

1.3 %CSA的CT测量方法 %CSA的CT测量方法参照文献^[10]:选取3个扫描层面,上层为主动脉弓上缘1cm层面,中层为气管隆凸下方1cm层面,下层为右下肺静脉下方1cm层面。采用一种半自动化的图像处理软件(Image J Version 1.48g, Java处理程序,网络共享,链接地址http://rsb.info.nih.gov/ij/)进行图像分析。首先在上述每一层面上,用“Analyze Particles”这一功能获得肺小血管的CSA。采用“Circularity”这一功能分析垂直或者近乎垂直于扫描层面的血管,将其值设定在0.9~1.0之间。%CSA的具体测定方法如下:1)首先采用“Gaussian Blurring”这一功能将图像噪声进行消除;2)然后采用“threshold technique”

功能将图像中肺野的像素转化为-1024~-500HU之间(图1);3)接着将转化好的肺野图像再次转化为窗位为-720 HU的二进制影像图像(图2)。分别在肺亚段及亚段以下水平测量肺小血管的CSA,同时将CSA<5 mm²定为亚段以下水平的血管,而CSA在5~10mm²之间的定为亚段水平的血管(图3);4)然后计算出上述3个层面上的CSA总和,并将亚段以下水平肺小血管的CSA总和标记为CSA<5,亚段肺小血管的CSA总和标记为CSA5-10;5)最后规定图像的临界值在-1024~-500HU之间,通过3层的肺截面积之和计算出CSA<5及CSA5-10与肺截面积之和的百分比(标记为%CSA<5和%CSA5-10)。上述测量由2名具有5年以上胸部CT诊断经验的影像科医师进行(均不知晓本研究内容),并取平均值作为最终值。

1.4 肺功能检测 采用肺功能测试系统[丹麦产Quark PFT1型]测定患者的肺功能,主要测量的指标为第1秒用力肺呼气量占预计值百分比(forced expiratory volume in one second, FEV1%)、用力肺活量(forced vital capacity, FVC)、第1秒用力肺呼气量占用力肺活量百分比(FEV1/FVC%)、残气量(residual volume, RV)、残气量占最大肺总量的百分比(residual volume/total lung capacity, RV/TLC%)。同一患者的肺功能测定均在患者治疗前进行。

表1 不同程度COPD患者之间%CSA的比较($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	%CSA<5	%CSA5-10
对照组	40	0.84 ± 0.13	0.32 ± 0.14
COPD组			
轻度组	26	0.68 ± 0.11*	0.28 ± 0.08
中度组	27	0.56 ± 0.12*#	0.19 ± 0.09*#
重度组	27	0.42 ± 0.10*#&	0.18 ± 0.06*#
F		3.11	2.85
P		0.038	0.046

注: *代表与对照组比较P<0.05, #代表与轻度组比较P<0.05, &代表与中度组比较P<0.05

表2 不同程度COPD患者之间肺功能指标的差异 ($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	FEV1%	FVC	FEV1/FVC%	RV	RV/TLC%
对照组	40	92.67 ± 4.86	3.74 ± 0.41	78.26 ± 10.53	1.13 ± 0.12	30.41 ± 5.84
COPD组						
轻度组	26	82.16 ± 2.11*	3.41 ± 0.48	63.34 ± 8.27*	1.31 ± 0.28*	36.62 ± 5.62*
中度组	27	62.34 ± 10.33*#	2.83 ± 0.34*#	51.72 ± 6.34*#	1.54 ± 0.24*#	42.41 ± 3.22*#
重度组	27	41.27 ± 8.24*#&	2.69 ± 0.37*#	37.29 ± 8.88*#&	1.78 ± 0.22*#&	53.20 ± 4.67*#&
F		3.975	3.86	3.24	3.91	3.37
P		0.012	0.016	0.034	0.014	0.022

注: *代表与对照组比较 $P < 0.05$, #代表与轻度组比较 $P < 0.05$, &代表与中度组比较 $P < 0.05$

表3 COPD患者%CSA与肺功能指标的相关性

项目	FEV1%		FVC		FEV1/FVC%		RV		RV/TLC%	
	r	P	r	P	r	P	r	P	r	P
%CSA _{<5}	0.982	0.018	0.832	0.186	0.988	0.012	-0.946	0.044	-0.962	0.028
%CSA ₅₋₁₀	0.963	0.037	0.621	0.424	0.975	0.025	0.665	0.415	0.868	0.172

1.5 统计学方法 采用SPSS20.0统计软件进行分析,用($\bar{x} \pm s$)代表计量资料,多组计量资料间比较采用单因素方差分析,两组计量资料间比较采用LSD-t检验,采用Pearson直线相关分析CT肺小血管与肺截面积比值与肺功能指标的相关性,以 $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 不同程度COPD患者之间%CSA的比较 COPD轻度组、中度组以及重度组的%CSA_{<5}为(0.68 ± 0.11)、(0.56 ± 0.12)、(0.42 ± 0.10),显著低于对照组的(0.84 ± 0.13),差异有统计学意义($P < 0.05$),且不同程度COPD患者之间的%CSA_{<5}值均存在显著性差异($P < 0.05$);COPD中度组、重度组的%CSA₅₋₁₀为(0.19 ± 0.09)、(0.18 ± 0.06),显著低于对照组和轻度组的(0.32 ± 0.14)、(0.28 ± 0.08),差异有统计学意义($P < 0.05$),见表1。

2.2 不同程度COPD患者之间肺功能指标的差异 COPD患者与健康人肺功能指标的比较见表3。

四对照组与COPD组患者的通气功能指标差异有统计学意义,

COPD组的FEV1%、FEV1/FVC%降低,且不同程度患者之间存在显著性差异($P < 0.05$),提示COPD患者均存在不同程度的阻塞性通气功能减退;COPD组的RV、RV/TLC%显著增加,且不同程度患者之间存在显著性差异($P < 0.05$),提示COPD患者存在不同程度的肺气肿,见表2。

2.3 COPD患者%CSA与肺功能指标的相关性 COPD患者的%CSA_{<5}与FEV1%、FEV1/FVC%呈显著正相关($r = 0.982$, 0.988 $P = 0.018$, 0.012),与RV和RV/TLC%呈显著负相关($r = -0.946$, -0.962 $P = 0.044$, 0.028);COPD患者的%CSA₅₋₁₀与FEV1%、FEV1/FVC%呈显著正相关($r = 0.963$, 0.975 $P = 0.037$, 0.025),与FVC、RV和RV/TLC%无显著相关性。见表3。

3 讨论

肺血管的异常是COPD或者肺气肿患者进展到严重阶段的重要特点之一^[11],内皮细胞功能的异常在肺血管的改变以及肺气肿的形成过程中具有重要作用^[12]。此外长期的慢性COPD和严重肺气肿患者常常伴有肺动脉压力的增高以及右心功能不全。肺间质组织

的破坏导致的肺血管床的损毁以及缺氧、酸中毒引起的肺血管收缩亦可能是COPD患者肺动脉压力增加的主要原因之一^[13]。对COPD患者肺血管改变的定量分析也有可能预测肺动脉压力的变化。因此对于CT下定量分析肺血管的变化来评估COPD患者肺功能以及疾病严重程度具有一定的病理生理学基础。

从本研究结果来看,COPD患者的%CSA_{<5}和%CSA₅₋₁₀与健康对照组存在差异,不同程度的%CSA_{<5}随着疾病严重程度的增加而减小,说明随着疾病的进展,COPD患者的肺小血管床的破坏越严重,肺小血管的数量以及截面积越小,因此使用CT定量分析测量%CSA_{<5}在一定程度上可以评估COPD的严重程度,但%CSA₅₋₁₀的变化却不显著。说明在评估COPD疾病严重程度方面%CSA_{<5}优于%CSA₅₋₁₀。这是由于CT定量分析中定义的截面积小于5mm²的肺小血管包括肌性血管和弹性血管,而5~10mm²之间的肺小血管基本上都是弹性血管,通常COPD患者肺血管形态的改变主要影响的是亚段以下的肌性血管^[14]。小气道的狭窄或阻塞是COPD病理生理学上的重要特征之一,其中的小气道指的就是小于2mm的气道,

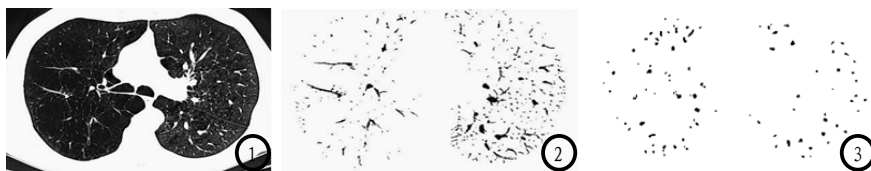


图1-3 使用Image J Version软件测量肺小血管的截面积(%CSA)。图1:将CT图像中肺野的像素转化为~1024HU—500HU之间。图2:将转化后的CT图像再次转化为窗位-720HU的二进制图像,在二进制图像上,肺血管显示为黑色。图3:分别在肺亚段及亚段以下水平测量肺小血管的CSA,同时将CSA₅ mm²定为亚段以下水平的血管,而CSA在5~10mm²之间的定为亚段水平的血管。

因而与之伴行的肺小血管截面积一般都小于5mm²,因此%CSA₅在反映COPD患者肺小血管的改变上较%CSA₅₋₁₀明显。多项研究^[8-9, 15]证实在评估肺气肿、肺动脉高压、肺灌注等方面%CSA₅优于%CSA₅₋₁₀,与本研究结果相类似。

本研究在此基础上进一步研究COPD患者的%CSA₅和%CSA₅₋₁₀与肺功能指标的相关性,结果显示%CSA₅和%CSA₅₋₁₀与COPD患者的FEV1%和FEV1/FVC%均呈正相关,同时%CSA₅与RV和RV/TLC%呈负相关。随着COPD疾病的进展,患者的外周小气道病变加重致气流受限、肺泡过度充气形成肺气肿;同时肺气肿形成时大量的肺泡周围的小血管受膨胀的肺泡挤压出现退化和大量减少,因此COPD患者出现阻塞性通气功能降低,残气量增加、气道阻力增大。而FEV1%和FEV1/FVC%是评估肺通气功能的重要指标,RV和RV/TLC%是评估残气量的重要指标。说明肺小血管的减少与COPD患者肺功能指标密切相关。王之悦等^[16]通过CT定量分析166例COPD患者的%CSA₅和%CSA₅₋₁₀并与其肺功能指标进行相关性分析,结果表明COPD患者的%CSA₅和%CSA₅₋₁₀与肺功能的FEV1%和FEV1/FVC%均呈正相关,与本研究结果一致。本研究将对照组的研究对象均进行肺功能检查,因此对%CSA₅和%CSA₅₋₁₀与肺功能指标的相关性分析结果相对较为可靠;而且本研究不仅探讨了肺功能指标中的FEV1%和FEV1/FVC%,同时也探讨了RV和RV/TLC%等指标与%CSA₅和%CSA₅₋₁₀的相关性,较为全面。此外,廖

艺璇等^[17]通过高分辨CT定量分析肺血管指标,认为COPD患者CT定量下肺小血管横截面积和肺动脉直径与患者的肺功能以及加重频率等临床指标密切相关,可以为COPD患者的病情评估提供新的评估依据。因此利用CT定量分析肺小血管的截面积有可能作为评估COPD患者肺功能及严重程度的新的无创性指标。

综上所述,COPD患者的%CSA₅和%CSA₅₋₁₀与COPD患者的肺功能有一定的相关性,且在评估COPD患者肺功能及疾病严重程度方面%CSA₅优于%CSA₅₋₁₀,利用CT定量分析肺小血管的截面积有可能能准确的评估COPD患者的严重程度,具有重要的临床应用价值。

参考文献

- [1] 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].中华结核和呼吸杂志,2013,36(4):255-264.
- [2] 方思月,王剑.COPD的HRCT表现型分型及其分析[J].中国CT和MRI杂志,2014,(7):52-56.
- [3] 隋昕,宋伟,薛华丹,等.CT双相扫描三维定量分析慢性阻塞性肺疾病CT肺功能与常规肺功能的关系[J].中华放射学杂志,2013,47(5):405-409.
- [4] 杨嘉雯,陈正贤.慢性阻塞性肺疾病患者胸部多层螺旋CT的气道壁径线与肺功能的关系[J].中山大学学报(医学科学版),2011,32(2):246-252.
- [5] 周君,刘文亚,木合拜提·买合苏提等.慢性阻塞性肺疾病呼吸双相高分辨CT肺定量指标与肺功能相关性[J].中华实用诊断与治疗杂志,2013,27(11):1078-1081.
- [6] 马燕青,范丽,管宇等.COPD患者PA管径与肺功能及CT肺容积参数

的相关性分析[J].临床放射学杂志,2015,34(2):194-199.

- [7] 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.
- [8] Matsuura Y, Kawata N, Yanagawa N, et al. Quantitative assessment of cross-sectional area of small pulmonary vessels in patients with COPD using inspiratory and expiratory MDCT[J]. Eur J Radiol, 2013, 82(10):1804-1810.
- [9] Mets OM, de Jong PA, van Ginneken B, et al. Quantitative computed tomography in COPD: possibilities and limitations[J]. Lung, 2012, 190(2):133-145.
- [10] Matsuoka S, Washko GR, Yamashiro T, et al. Pulmonary hypertension and computed tomography measurement of small pulmonary vessels in severe emphysema[J]. Am J Respir Crit Care Med, 2010, 181(3):218-225.
- [11] 张伟,谷明明,孙璐璐,等.COPD大鼠肺血管重构与气管重塑的实验研究[J].安徽医科大学学报,2013,48(3):245-248.
- [12] 牛欢,丁毅鹏.VEGF在COPD发病机制中的研究进展[J].海南医学,2015,(8):1183-1186.
- [13] Wrobel JP, McLean CA, Thompson BR, et al. Pulmonary arterial remodeling in chronic obstructive pulmonary disease is lobe dependent[J]. Pulm Circ, 2013, 3(3):665-674.
- [14] Van Tho N, Wada H, Ogawa E, et al. Recent findings in chronic obstructive pulmonary disease by using quantitative computed tomography[J]. Respir Investig, 2012, 50(3):78-87.
- [15] Matsuoka S, Yamashiro T, Matsushita S, et al. Relationship between quantitative CT of pulmonary small vessels and pulmonary perfusion[J]. AJR Am J Roentgenol, 2014, 202(4):719-724.
- [16] 王之悦,祝因苏,陈雪松等.多层螺旋CT肺小血管与肺截面积比值评价慢性阻塞性肺疾病严重程度的作用[J].中华放射学杂志,2016,(2):86-90.
- [17] 廖艺璇,陈亚红,白宇,等.慢性阻塞性肺疾病CT肺血管定量指标的临

床意义[J].中国呼吸与危重监护杂志,2015,14(6):529-533.

(本文编辑:刘龙平)

【收稿日期】2017-06-07