

· 临床研究 ·

CT 肺功能成像技术在早期尘肺诊断中的应用*

王伊¹, 吕富荣^{1△}, 盛波¹, 夏露花¹, 肖云华²

(1. 重庆医科大学附属第一医院放射科 400016; 2. 重庆市渝北区人民医院放射科 401120)

摘要:目的 探讨 CT 肺功能成像技术对早期尘肺的诊断价值。方法 利用表面遮盖显示(SSD) 3D-lung 三维后处理技术、阈值限定图像分割技术以及特殊的体积直方图软件 1 对 30 例早期尘肺患者和 30 例健康者的 16 排螺旋 CT 胸部平扫图像进行后处理。定性、定量比较二组的差异。结果 定性:对照组的 3D-lung 肺表面显示平滑的脏层胸膜;尘肺组显示肺表面局部凹陷。定量:尘肺组肺体积($3\,730.4 \pm 603.6$)cm³ 比健康者($4\,114.8 \pm 742.2$)cm³ 减小;而平均 CT 值尘肺组(-747.1 ± 51.9)HU 与对照组(-852.9 ± 30.2)HU 相比增大。2 组数据差异均有统计学意义($P < 0.05$)。尘肺组体积百分比与对照组相比稍有降低。结论 CT 肺功能成像的多种技术能够定性、定量的观测到早期尘肺的纤维化及程度,结果客观、可靠,有较高的临床诊断价值。

关键词:尘肺;肺功能成像技术;表面遮盖显示;体积直方图;定量分析

doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2012.12.005

文献标识码:A

文章编号:1671-8348(2012)12-1157-03

Application of CT pulmonary function imaging in early diagnosis of pneumoconiosis*

Wang Yi¹, Lv Furong^{1△}, Sheng Bo¹, Xia Luhua¹, Xiao Yunhua²

(1. Department of Radiology, the First Affiliated Hospital of Chongqing Medical University, Chongqing 400016, China;

2. Department of Radiology, People's Hospital of Yubei District, Chongqing 401120, China)

Abstract: Objective To investigate the application of CT pulmonary function imaging in early diagnosis of pneumoconiosis. **Methods** The 16-slice spiral CT routine scan was used on 30 patients (observation object) with pneumoconiosis and 30 healthy persons. The tomography of images were post processed with surface shaded display (SSD), threshold limits segmentation, and volume histogram analysis software. The differences between two groups were analyzed qualitatively and quantitatively. **Results** The qualitative analysis; the image of normal 3D-lung showed the normal lung reproduction and smoothing visceral pleura, and pneumoconiosis group showed the local depression in the surface. The quantitative analysis; the total lung volume of pneumoconiosis group was ($3\,730.4 \pm 603.6$)cm³, lower than that of the normal group, whereas the mean CT was higher than that of the normal group ($P < 0.05$). The VI of pneumoconiosis group was slightly decreased. **Conclusion** Multiple reconstruction techniques of CT pulmonary function imaging could observe pulmonary fibrosis and the degree of that by qualitative and quantitative methods. All results were objective and reliable. Multiple reconstruction technique of CT pulmonary function imaging is an effective tool in diagnosis of pneumoconiosis.

Key words: pneumoconiosis; CT pulmonary function imaging; surface shaded display; volume histogram; quantitative analysis

尘肺是由于长期吸入粉尘所致的以肺组织纤维性病变为主的疾病。目前,尘肺诊断依然以职业史、临床表现和高千伏 X 线片胸片为依据,而 X 射线平片受各种因素的影响,只有在病变达到一定程度后才能反映出来。近年来,随着多层螺旋 CT(multi-slice spiral CT, MSCT)技术上的进步,扫描时间缩短,同时可从原始数据中以薄层及多种重建方式获得高质量的扫描图像,而后处理软件的应用,自动将图像中肺组织与其他组织区分开,提高尘肺影像学诊断的敏感性和特异性,为尘肺早期诊断提供了有效的手段。本研究通过表面遮盖显示(SSD) 3D-lung 三维后处理技术、阈值限定图像分割技术²以及利用特殊的直方图软件,对早期尘肺患者的 16 层螺旋 CT 平扫图像进行定性描述和定量评估,提高早期尘肺诊断率,同时探讨 CT 在评价尘肺病变严重程度的价值^[1-2]。

1 资料与方法

1.1 一般资料 尘肺组:2010 年 10 月至 2011 年 4 月期间,重庆市疾病预防控制中心依据高千伏 X 线片诊断为观察对象的

30 例煤尘、矽尘接触者,全部为男性,年龄 36~62 岁,接尘工龄 8~31 年。该组研究对象在研究前按照我国 GBZ 70-2009《尘肺病诊断标准》,由 5 位具有职业病诊断资格的医师做出诊断。对照组:2010 年 10 月至 2011 年 4 月期间,重庆医科大学附属第一医院门诊正常胸部体检者 30 例,均为男性,年龄 35~65 岁。由 2 名高年资放射科医师诊断胸部 CT 片正常。尘肺组与对照组在年龄、身高、体质量、吸烟者比例等方面差异无统计学意义。每位受检者均在同一天完成检查。所有受检者均签署了知情同意书。

1.2 CT 扫描参数及检查方法 采用 GE Brightspeed elite 16-SCT。受试者取仰卧位,双手抱头。所有受检者均需于深吸气后屏气下进行扫描。扫描参数:120 kV,150 mAs,机架旋转一周时间 0.8 s, DFOV=36.0 cm,螺距 1.375:1,矩阵 512×512,重建层厚 1.25 mm,重建间距 1.25,标准算法重建。

1.3 CT 三维后处理及体积指标的测量 将扫描数据传输到 AW4.2 工作站,进行图像后处理和体积直方图分析。

1.3.1 SSD 技术 3D-lung 建模^[3-4] 在 3D Tools 中选择 Threshold 功能,本研究所选的阈值-1 024~-300 HU(自测值阈范围),点击 Apply Threshold,完成自动分割。将与肺底相邻的含气管腔(食管腔、结肠脾曲、胃泡)进行手工切除校正。建模成功后,多方位旋转观察 3D-lung。选择 Measure Volume 进行肺体积测量。

1.3.2 绘制体积直方图 在应用模式中选择 Histogram^[5](直方图),拖动直方图中两条绿色虚线,界定具体兴趣阈值区间。本研究分析的具体阈值区间为 2 个,分别是:-1 024~-300 HU,-983~-778 HU。

1.4 记录 2 位高年资放射科医师按照上述方法,分别独立完成建模及体积直方图分析,并记录。

1.5 统计学处理 所有统计分析采用 SPSS10.0 软件完成。所有计量资料以的形式表示。均采用两独立样本 *t* 检验对比尘肺组与正常对照组肺体积、平均 CT 值, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

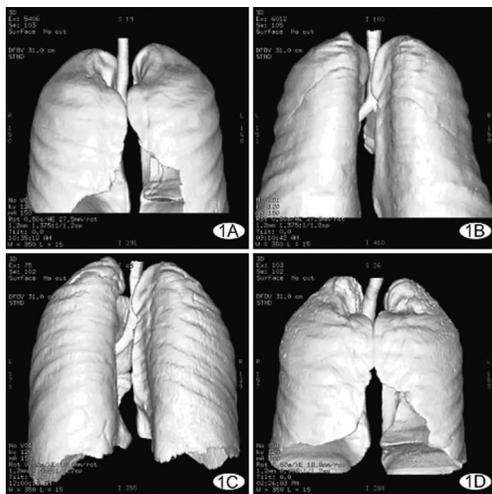
2.1 三维肺表面重建图像的描述 见表 1。

2.1.1 对照组 30 例健康体检者得到三维肺表面重建图像显示光滑、饱满的两侧肺组织。通过多角度转动,可观察到平滑而有弧度的膈肌表面及肺尖。

2.1.2 尘肺组 30 例尘肺观察对象得到三维肺表面重建图像进行分析并描述。参考朱斌和袁蕾^[6]对三维图像中病变对脏层胸膜的影响分级:0 级为表面光滑;1 级为可见散在点状影;2 级为点状加条索状影;3 级为凹槽和沟回。见图 1、2A、2B。

表 1 三维肺表面重建图像描述

组别	n	三维显示	三维显示
		对脏层胸膜的影响	对膈肌腱部胸膜的影响
对照组	30	0 级(30 例)	无
尘肺组	30	0 级(10 例)	无
		1 级(13 例)	
		2 级(7 例)	



A:健康者三维肺表面重建(正位);B:健康者三维肺表面重建(后位);C:尘肺患者(1 级)见散在点状影;D:尘肺患者(2 级)见点状与条索状影。

图 1 健康者与早期尘肺患者三维肺表面重建图像

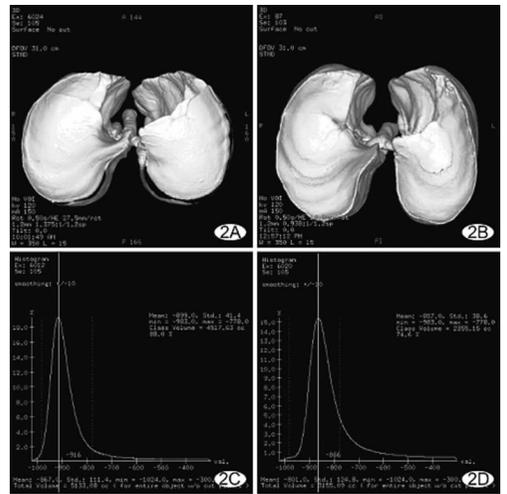
2.2 肺体积直方图分析 两组整体肺平均 CT 值及肺体积测量结果见表 2。两组各阈值区间肺体积和体积百分比(即兴趣阈值区部分肺体积与全肺体积的百分比)测量结果见表 3(图 2C、D)。

表 2 2 组整体肺平均 CT 值及体积($\bar{x} \pm s$)

组别	n	CT(HU)	体积(cm ³)
对照组	30	-852.92±30.23	4 114.81±742.20
尘肺组	30	-747.15±51.91	3 730.42±603.60

表 3 2 组各阈值区间肺体积和体积百分比

组别	n	肺体积(cm ³)		体积百分比(%)
		-1 024~-300 HU	-983~-778 HU	
对照组	30	4 114.81	2 732.20	87.25
尘肺组	30	3 730.42	2 283.00	77.92



A:健康者膈肌腱部胸膜表面重建;B:早期尘肺患者膈肌腱部胸膜表面重建;C:健康者肺体积直方图;D:早期尘肺患者肺体积直方图。

图 2 健康者与早期尘肺患者膈肌腱部胸膜表面重建和体积直方图

3 讨 论

SSD 为表面再现(surface rendering, SR)技术的一种。通过 SSD 重建出的图像立体感强,可以比较直接的观察到目标物体的表面病变。且易于定量测量和对三维物体多角度观察及加工。CT 肺体积定量分析中三维后处理关键技术是自动图像分割技术,即从扫描的图像中将肺组织与周围相邻组织分割开来。目前较常用的图像分割技术很多,各自都有其特点。本研究中使用的是与 Arakawa 等^[7]研究中相似的阈值限定分割技术,即通过设定阈值上下限,自动切除该阈值区域外的组织,仅保留目标阈值区间的组织。由于肺组织为含气组织,其 CT 值与周围组织 CT 值得差异很大,通过阈值设定软件能较好的将肺组织分离开。

健康者的三维肺表面重建图像显示,脏层胸膜、膈肌表面和肺尖平滑,没有任何瘢痕。而尘肺 CT 表现为近胸膜处肺间质的纤维化,由于纤维化对邻近的胸膜产生牵拉,所以在脏层胸膜表面会形成小点状、条索状等疤痕样改变。其病理上是由于纤维状粉尘穿透肺泡壁到达脏层胸膜,刺激脏层胸膜导致纤

维性变^[8]。从表 1 中,可以看到早期尘肺患者的脏层胸膜已开始有较轻微的牵拉改变,即小点状、条索状表现。其小点状瘢痕主要分布在肺尖和两上肺近后胸壁处,未及全肺。而早期尘肺患者的肺体积与健康者相比缩小,且具有统计学意义($P < 0.05$)。膈肌腱部胸膜在尘肺早期并没有明显异常的改变。因此多层螺旋 CT 三维成像能整体评估早期尘肺体积变化及胸膜累及状态,可以作为早期尘肺肺功能评估的间接指标。

采用特殊的肺体积直方图软件,绘制出 CT 图像体积直方图,通过此直方图分析、测定、定量数据的收集和后期数据统计,从量化的角度评价健康者与早期尘肺患者肺实质密度、容积百分率之间存在的差异,并且可以表达早期尘肺组织受损的程度。本组 60 例研究对象显示,尘肺组与对照组对比,平均 CT 值增大,并有统计学意义($P < 0.05$),其主要是由于纤维组织的增生,使得肺及毛细血管等组织破坏而形成瘢痕造成的。说明早期尘肺患者的肺间质已经开始有纤维化的表现,这与尘肺早期纤维化病理改变相符。本研究根据刘培成等^[9]和吴纯^[10]研究,选定 $-1024 \sim -300$ HU 及 $-983 \sim -778$ HU 二个阈值范围,分别测得阈值范围内肺体积,将两个肺体积数值相比 $\times 100\%$,获得体积百分率,此百分率可定量区分不同个体间质纤维化的严重程度差异。尘肺组体积百分率与对照组相比稍有降低,同样也说明早期尘肺患者肺间质已经开始纤维化。

综上所述,本实验使用 CT 三维后处理及 CT 体积直方图的方法^[11]定性、定量的对比性分析了健康者和早期尘肺患者各项指标的差异。CT 肺功能成像技术是一种直接定量定性方法,摆脱了个人经验及可能出现的主观因素^[12],结果可靠,可较早的发现早期肺纤维化,并可定量评估纤维化程度。比 X 线胸片评价早期尘肺患者的肺纤维化更为客观和精确。适用于尘肺流行病学调查,对个体病例肺内纤维化程度的定性和定量,亦可有选择性的应用^[7]。

参考文献:

- [1] Gierada DS, Yusen RD, Villanueva IA, et al. Patient selection for lung volume reduction surgery: An objective model based on prior clinical decisions and quantitative CT analysis[J]. Chest, 2000, 117(4): 991-998.
- [2] Golosio B, Masala GL, Piccioli A, et al. A novel multithreshold method for nodule detection in lung CT[J].
- [3] Hong YJ, Jeong MH, Lim SY, et al. Relation of soft plaque and elevated preprocedural high-sensitivity C-reactive protein levels to incidence of in-stent restenosis after successful coronary artery stenting[J]. Am J Cardiol, 2006, 98(3): 341-345.
- [4] Hong MK, Mintz GS, Lee CW, et al. Plaque ruptures in stable angina pectoris compared with acute coronary syn-

Med Phys, 2009, 36(8): 3607-3618.

- [3] Perandini S, Faccioli N, Zaccarella A, et al. The diagnostic contribution of CT volumetric rendering techniques in routine practice[J]. Indian J Radiology Imaging, 2010, 20(2): 92-97.
- [4] You S, Bas E, Erdogmus D. Extraction of samples from airway and vessel trees in 3D lung CT based on a multi-scale principal curve tracing algorithm[J]. Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc, 2011, 20(11): 5157-5160.
- [5] Sumikawa H, Johkoh T, Yamamoto S, et al. Quantitative analysis for computed tomography findings of various diffuse lung diseases using volume histogram analysis[J]. J Comput Assist Tomogr, 2006, 30(2): 244-249.
- [6] 朱斌,袁蕾. 多层螺旋 CT 三维肺表面重建在弥漫性间质性肺疾病诊断中的价值[J]. 医学影像学杂志, 2008, 10(12): 1389-1392.
- [7] Arakawa A, Yamashita Y, Nakayama Y, et al. Assessment of lung volumes in pulmonary emphysema using multidetector helical CT: comparison with pulmonary function tests[J]. Comput Med Imaging Graph, 2001, 25(3): 399-404.
- [8] Meijer E, Tjoe Nij E, Kraus T, et al. Pneumoconiosis and emphysema in construction workers: results of HRCT and lung function findings[J]. Occup Environ Med, 2011, 68(7): 542-546.
- [9] 刘培成,张盾,吴纯,等. 煤工尘肺的 CT 定量研究[J]. 中华劳动卫生职业杂志, 2002, 20(2): 113-115.
- [10] 吴纯. CT 密度直方图对矽肺疗效定量评价的探讨[J]. 实用放射学杂志, 2001, 17(10): 788-789.
- [11] Yang SC, Lin YF. Airway function and respiratory resistance in Taiwanese coal workers with simple pneumoconiosis[J]. Chang Gung Med J, 2009, 32(4): 438-446
- [12] Hartley PG, Galvin JR, Hunninghake GW, et al. High-resolution CT-derived measures of lung density are valid indexes of interstitial lung disease[J]. J Appl Physiol, 1994, 76(1): 271-277.

(收稿日期:2011-12-03 修回日期:2012-01-06)

(上接第 1156 页)

drome[J]. Int J Cardiol, 2007, 1(14): 78-82.

- [13] Hong YJ, Jeong MH, Lim SY, et al. Relation of soft plaque and elevated preprocedural high-sensitivity C-reactive protein levels to incidence of in-stent restenosis after successful coronary artery stenting[J]. Am J Cardiol, 2006, 98(3): 341-345.
- [14] Hong MK, Mintz GS, Lee CW, et al. Plaque ruptures in stable angina pectoris compared with acute coronary syn-
- [15] Niccoli G, Montone RA, Ferrante G, et al. The evolving role of inflammatory biomarkers in risk assessment after stent implantation[J]. J Am Coll Cardiol, 2010, 56(22): 1783-1793.

(收稿日期:2011-12-01 修回日期:2012-01-10)