

• 临床论著 •

应用能谱 CT 定量尘肺患者肺内二氧化硅沉积量的研究

王英杰 贺文

【摘要】 目的 应用宝石能谱 CT 测量尘肺患者肺组织内二氧化硅(SiO₂)沉积量。方法 应用宝石能谱 CT 扫描一期尘肺和二期尘肺患者共计 30 例作为研究对象(尘肺组),扫描 X 线胸片无异常改变的非接尘人员 26 例作为对照组,分别在主动脉弓顶、气管隆嵴、气管分叉下 3 cm 近平面于双背侧肺野外围、双侧肺门旁选择感兴趣区(ROI),应用 GSI Viewer 浏览器处理图像,进行单能量图像重建,基于 SiO₂/water 测量 ROI 中 SiO₂ 含量,并应用 SPSS 13.0 统计分析软件进行统计学分析,以 $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。结果 尘肺组肺组织内 SiO₂ 沉积量为 (9.44 ± 2.67) mg/ml,对照组肺组织内 SiO₂ 沉积量为 (2.06 ± 1.14) mg/ml,组间差异有统计学意义($t = -12.21, P = 0.000$);尘肺组肺门附近肺组织 SiO₂ 沉积量为 (9.52 ± 2.54) mg/ml,肺野外围肺组织 SiO₂ 沉积量为 (9.35 ± 2.67) mg/ml,差异无统计学意义($t = 0.690, P = 0.933$);一期尘肺肺组织 SiO₂ 沉积量为 (8.20 ± 1.51) mg/ml,二期尘肺肺组织 SiO₂ 沉积量为 (12.50 ± 1.70) mg/ml,差异有统计学意义($t = -10.31, P = 0.000$)。结论 应用宝石能谱 CT 扫描获得的单能谱图像可以定量评价肺组织内 SiO₂ 沉积量。

【关键词】 尘肺; 二氧化硅; 定量

Research on quantifying pneumoconiosis lung deposition of silica by energy spectrum CT Wang Yingjie*, He Wen. *State Production Safety Supervision Administration of Occupation Safety and Health Research Center, Beijing 102300, China
Corresponding author: He Wen, Email: hewen1724@sina.com

【Abstract】 Objective To measure silica dioxide(SiO₂) deposition in the lung of pneumoconiosis patients by Gem Spectral CT. **Methods** Applying Gem Spectral CT to analyze a total of thirty phase I-II pneumoconiosis patients and scanning twenty-six persons without dust exposure (X-ray no abnormal change) for comparison. The nearby plane of three cm under aortic arch, carina and tracheal bifurcation was analyzed, and then the lower periphery of bilateral dorsal lung field, neighboring bilateral hilar's ROI images were processed by GSI Viewer browser in order to reestablish monoenergetic images. The content of ROI's SiO₂ based on SiO₂/water pair was measured according to disparity $P < 0.05$ by applying SPSS 13.0 statistical analyzing software. The result was significant for statistics. **Results** The SiO₂ deposition of pneumoconiosis patients was (9.44 ± 2.67) mg/ml while SiO₂ deposition of the persons without dust exposure was (2.06 ± 1.14) mg/ml. The difference was statistically significant($t = -12.21, P = 0.000$). The lung tissue near hilar's SiO₂ deposition of pneumoconiosis patients was (9.52 ± 2.54) mg/ml; the lung tissue near lower periphery of lung field's was (9.35 ± 2.67) mg/ml($t = 0.690, P = 0.933$), there was no statistical significance. The lung tissue of phase I pneumoconiosis patients' SiO₂ deposition was (8.20 ± 1.51) mg/ml comparing with phase II pneumoconiosis patients' (12.50 ± 1.70) mg/ml. The difference was statistically significant($t = -10.31, P = 0.000$). **Conclusion** Single energy image by Gem Spectral CT can qualify and evaluate SiO₂ deposition of lung tissue.

DOI:10.3877/cma.j.issn.1674-0785.2014.12.007

基金项目: 首都医学发展科研基金(2011-1002-01)

作者单位: 102300 北京, 国家安全生产监督管理总局职业安全卫生研究中心(王英杰); 首都医科大学附属北京友谊医院放射科(贺文)

通讯作者: 贺文, Email: hewen1724@sina.com

【Key words】 Pneumoconiosis; Silicon dioxide; Quantification

尘肺 (pneumoconiosis) 是我国分布最广泛, 危害最严重的职业病, 占职业病总数的 75%^[1], 并呈逐年上升的趋势, 严重危害广大劳动者的健康。国际劳工组织 (International Labour Organization, ILO) 正式公布的尘肺病定义为粉尘在肺内的蓄积和组织对粉尘存在的反应 (pneumoconiosis is the accumulate of dust in the lung and the tissue reaction to its presence)^[2]。我国尘肺病诊断标准 (GBZ70-2009) 再次强调了诊断尘肺病的 X 射线检查应使用高千伏摄影技术^[3]。过去, 我国尘肺病数字化定量分析主要依据 CT 值。然而由于 X 线为混合能量射线, 穿过人体时, 产生线束硬化伪影, 影响定量分析准确性。能谱成像在 SiO₂/water 基物质条件下, 应用能谱成像分析软件 GSI Viewer 进行分析尘肺患者肺组织内 SiO₂ 沉积量。本研究应用能谱 CT 对已确诊矽肺患者和对照组进行 SiO₂ 含量测定, 以评价其对矽肺的诊断价值。

资料与方法

1. 一般资料: 选择于 2011 年 9 月来首都医科大学附属北京友谊医院就诊, 经授权职业病鉴定机构 X 线胸片诊断为煤工尘肺患者 30 例作为研究组, 年龄 42~70 岁, 中位年龄 58 岁, 所有研究对象均为男性, 其中一期尘肺 14 例, 二期尘肺 16 例。尘肺诊断标准为 2009 年修订并实施的《中华人民共和国国家职业卫生标准: 尘肺病诊断标准》(GBZ70-2009), 临床资料完整, 经 CT 扫描证实多发尘肺小结节, 诊断明确。选择胸部正常志愿者 26 例作为对照组, 年龄 22~58 岁, 中位年龄 43 岁, 均为城市居民, 无生产性粉尘接触史, X 线胸片检查无异常改变, CT 扫描未见尘肺小结节, 检查前均签署知情同意书。

2. 仪器与扫描参数: GE 公司宝石 CT (Discovery CT750 HD) GSI 模式进行扫描, GSI 的扫描参数为 80~140 kV 瞬间转换, 自动毫安, 层厚 5 mm, FOV 为 30 cm, 矩阵 512×512, 重建为单能谱 CT 图像。尘肺组: 全肺扫描。对照组: 先行全肺低剂量胸部扫描, 于上叶支气管、中叶和下叶水平行能谱 CT GSI 模式进行扫描, 每层面扫描宽度 2 cm。

3. 数据处理: 将图像传至工作站, 进行后处理,

应用 GSI Viewer 浏览器处理图像, 进行单能量图像重建, 基于 SiO₂/water 测量感兴趣区 (region of interest, ROI) 中 SiO₂ 含量。

应用高清晰 CT (HDCT) 扫描后, 宝石能谱成像系统自动生成以 SiO₂/water 为基物质的能量图像, 使用 GSI 软件分析系统, 分别测量每个个体不同部位 SiO₂ 的含量。在圆形或类圆形 ROI, 大小为 240~260 mm², 且 ROI 形状尽量一致, 大小尽量相同, 尽量在每个患者相同部位选择, 尽量避开肺癌、结核、炎症、肺大泡、钙化结节、大血管、大支气管及明显伪影(图 1)。每个测量位置采取 3 次测量, 取平均值。本次研究 30 例尘肺患者和 26 例非接尘健康体检人员分别于肺门周围和肺外围肺组织测量 SiO₂ 含量。

4. 统计学分析: 应用统计学软件 SPSS 13.0 对测量结果进行统计分析, 肺组织 SiO₂ 含量以均数±标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示, 采取正态性检验和独立样本 *t* 检验, *P* < 0.05 为差异有统计学意义。

结果

尘肺组 30 例, 每人选择测量肺门附近肺组织和肺外围肺组织各测量 ROI 6 处, 共计 360 处。对照组 26 例, 每人于肺门和肺野外围各选择 ROI 6 处, 共计 312 处。

尘肺组肺组织内 SiO₂ 沉积量 3.08~18.87 mg/ml, 平均 (9.44±2.67) mg/ml, 对照组非接尘人员平均 (2.06±1.14) mg/ml, 两组差异有统计学意义 (*t* = -12.21, *P* = 0.000)。

一期尘肺肺组织 SiO₂ 沉积量为 (8.20±1.51) mg/ml, 二期尘肺肺组织 SiO₂ 沉积量为 (12.50±1.07) mg/ml, 差异有统计学意义 (*t* = -10.31, *P* = 0.000)。

尘肺组肺门附近肺组织 SiO₂ 沉积量为 (9.52±2.54) mg/ml, 肺野外围肺组织 SiO₂ 沉积量为 (9.35±2.67) mg/ml, 差异无统计学意义 (*t* = 0.690, *P* = 0.933)。

讨论

煤工尘肺是煤肺和煤矽肺的总称^[4], 是一种常见的尘肺病。尘肺由于患者长期接触粉尘并经呼吸道进入肺部后导致肺部组织出现弥漫性纤维化, 对

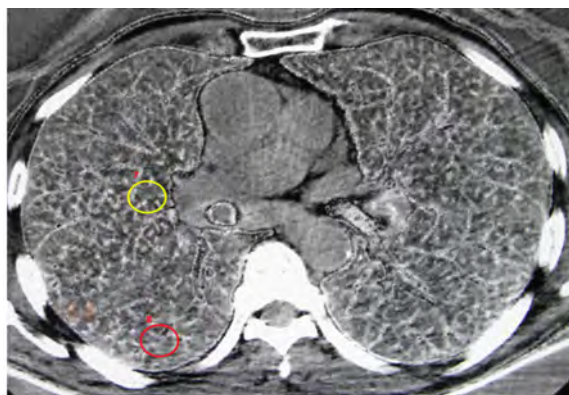


图1 基于SiO₂/water单能谱图像,于肺门和肺外围各选择180处ROI,大小为240~260 mm²

患者身体健康造成较大的影响^[5]。目前临床上对尘肺病的诊断主要是通过影像学进行确诊,影像学图像能有效观察疾病的病变分布、范围以及分级,从而为临床治疗提供指导^[6]。我国尘肺病的诊断原则是依据《中华人民共和国国家职业卫生标准:尘肺病诊断标准》和2002年制定并公布的《中华人民共和国国家职业卫生标准:尘肺病理诊断标准》,以可靠的生产性粉尘接触史和高千伏后前位X线胸片为主要依据,对照尘肺诊断标准片小阴影总体密集度至少达到1级,分布范围至少达到两个肺区,方可作出尘肺病诊断。我国尘肺病诊断标准(GBZ 70-2009)再次强调了诊断尘肺病的X射线检查应使用高千伏摄影技术^[7]。然而,国外有研究报道在X线胸片无异常的接尘工人中有23%~30%在CT上有尘肺征象^[8]。Remy-Jardin等^[9]也同时发现有72例X线胸片为肯定有小阴影,但密集度较低的煤工尘肺中50%CT正常。因此,多层螺旋CT和高分辨力CT(HRCT)表现可以作为重要的参考和补充,特别是HRCT在早期发现间质纤维化改变,有着自身的优势,可用于有争议X线胸片的早期诊断,但不能确定结节是否含有SiO₂成分。

能谱CT成像是CT成像领域中一项新技术,首次把能量分辨率和化学分辨率的概念引入CT成像的范畴^[10]。它采用瞬时切换高能量(140 kV)和低能量(80 kV)的技术,同时同角度得到两种能量X线的采样数据,从而确定体素在40~140 keV范围内的衰减系数,从而绘制出物质的衰减曲线,而实现物质组成分析与物质的分离。任意选择两种物质作为基物质进行物质分离,在后处理软件上可以重建得到的单一能量下的图像,即单能谱图像,实现定量ROI内物质成分含量。

陈步东等^[11]应用能谱成像CT对矽肺患者的肺标本进行测量,发现矽肺病灶内有很高的SiO₂沉积,显示能谱CT可以定量检测标本的SiO₂沉积量。

本次研究显示,尘肺组肺组织内SiO₂沉积量(均值9.44 mg/ml)明显高于对照组(均值2.06 mg/ml),差异有统计学意义($t = -12.21$, $P = 0.000$);一期尘肺肺组织SiO₂含量为(8.20 ± 1.51) mg/ml,二期尘肺肺组织SiO₂含量为(12.50 ± 1.07) mg/ml,差异有统计学意义($t = -10.31$, $P = 0.000$);尘肺患者肺门附近肺组织和肺外围肺组织SiO₂沉积量差异无统计学意义($t = 0.690$, $P = 0.933$)。这提示能谱CT物质分离功能可以从物质定量角度对尘肺的诊断提供新的依据。其中尘肺患者外围肺组织组与肺门肺组织组均数对比无统计学意义,其原因尚待进一步探索可能。

能谱CT可以实现基物质测量和定性、定量评价煤工尘肺患者肺内SiO₂分布情况,而不同于传统的相对CT值的混合能量(KVP)成像诊断,是一种有潜在价值的诊断方法,可用于有争议胸片的早期诊断。但如何设计更为科学的测量方案,取得更为精确、稳定的参数,还需要未来进一步的深入研究。由于本研究样本规模有限,因此难以获得普遍适用的尘肺与无尘肺的最佳分界值,还需大样本的测量及进一步研究探索。

参 考 文 献

- [1] 李涛,张敏,李德鸿,等. 中国职业卫生发展现状[J]. 工业卫生与职业病, 2004, 30(2): 65-68.
- [2] ILO. Encyclopaedia of occupational health and safety: Vol. 1[M]. 3 ed. Geneva, 1983: 386-388.
- [3] 卫生部. 尘肺病诊断标准 GBZ70-2009[S]. 2009.
- [4] 梁友信. 劳动卫生与职业病[M]. 4版. 北京: 人民卫生出版社, 2001: 25-27.
- [5] 陈钧强, 蒋兆强, 周斌, 等. 数字化X线摄影图像后处理参数调

- 整在建立尘肺病诊断参考片中的作用[J]. 中华劳动卫生职业病杂志, 2012, 30(1): 3-7.
- [6] 周卫林. 数字 X 线成像系统在尘肺诊断中的应用分析[J]. 中国卫生产业, 2012(35): 75-76.
- [7] 胸片 X 射线检查的技术要求[S]/卫生部. 尘肺病理诊断标准 GBZ25-2002. 2002: 附录 E.
- [8] Bergin CJ, Castellino RA, Blank N, et al. Specificity of high-resolution CT findings in pulmonary asbestosis: do patients scanned for other indications have similar findings?[J]. AJR Am J Roentgenol, 1994, 163(3): 551-555.
- [9] Remy-Jardin M, Degroof JM, Beuscart R, et al. Coal worker's pneumoconiosis: CT assessment in exposed workers and correlation with radiographic findings[J]. Radiology, 1990, 177(2): 363-371.
- [10] Johnson TR, Krauss B, Sedlmair M, et al. Material differentiation by dual energy CT: initial experience[J]. Eur Radiol, 2007, 17(6): 1510-1517.
- [11] 陈步东, 贺文, 李剑颖, 等. 双能能谱 CT 定量检测尘肺 SiO₂[J]. 中国医学影像技术, 2011, 27(12): 2393-2397.
- (收稿日期: 2014-04-22)
(本文编辑: 吴莹)

王英杰, 贺文. 应用能谱 CT 定量尘肺患者肺内二氧化硅沉积量的研究 [J/CD]. 中华临床医师杂志: 电子版, 2014, 8 (12): 2215-2218.

