

· 临床研究 ·

早期煤工尘肺 HRCT 分期及肺功能异常分析*

周绍权, 吕富荣[△], 夏露花, 罗 芳

(重庆医科大学附属第一医院放射科 400016)

摘要:目的 探讨早期煤工尘肺高分辨率 CT(HRCT)分期和分析肺功能异常指标,为早期尘肺病诊治提供客观依据。方法 收集无吸烟、肺炎、肺结核、肺癌、肺部手术史的早期煤尘肺患者共 33 例,分别行最大吸气时胸部 CT 容积扫描、高千伏胸片和肺功能检查。参照高千伏胸片尘肺分期方法行早期煤尘肺病 HRCT 分期,分析不同 HRCT 分期煤工尘肺患者肺功能各参数(FVC、FEV1、FEV1/FVC、MMEF、PEF、FEF₇₅、FEF₅₀、FEF₂₅、TLC、RV、RV/TLC、DLco、KCO)异常。结果 胸 HRCT 更准确地显示早期煤尘肺小阴影形态、大小和密集度。肺功能小气道功能指标(MMEF、PEF、FEF₇₅、FEF₅₀、FEF₂₅)在不同 HRCT 分期早期煤尘肺间比较差异有统计学意义。结论 胸 HRCT 更早、更准确地发现和验证早期煤工尘肺,吸入煤尘颗粒可引起肺功能小气道通气流速降低。

关键词:尘肺;肺功能;胸 HRCT

doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2013.23.007

文献标识码:A

文章编号:1671-8348(2013)23-2715-03

The HRCT staging and pulmonary function tests abnormal analysis of early coal workers pneumoconiosis*

Zhou Shaoquan, Lv Furong[△], Xia Luhua, Luo Fang

(Radiology Department, First Affiliated Hospital of Chongqing Medical University, Chongqing 400016, China)

Abstract: Objective To explore the early coal pneumoconiosis patients with HRCT staging and pulmonary function abnormalities indicators, provide an objective basis for clinical diagnosis and treatment early pneumoconiosis. Methods Strict control of the inclusion criteria; no smoking, no pneumonia, no tuberculosis, no lung cancer and no lung surgery, as a result, total 33 early coal pneumoconiosis patients were chosen in the study. All of them were underwent paired CT obtained at full inspiratory position. High kv chest radiography, and pulmonary function tests at the same day. Reference to the chest X-ray pneumoconiosis classification method as pneumoconiosis HRCT staging. Analyzed the correlation between early coal pneumoconiosis with HRCT staging and the parameters, including Forced vital capacity(FVC), Forced expiratory volume in 1 second(FEV1), FEV1/FVC, Maximum midexpiratory flow(MMEF), Peak expiratory flow(PEF), FEF₇₅, FEF₅₀, FEF₂₅, Total lung capacity(TLC), Residual volume(RV), Carbon monoxide diffusion capacity(DLco), KCO and so on. Results HRCT could be more accurately display the shape, size and distribution of coal pneumoconiosis small nodules. There were significant correlation with MMEF, PEF, FEF₇₅, FEF₅₀ and FEF₂₅ in different HRCT staging. Conclusion HRCT can early detection and validation early coal workers pneumoconiosis. Early coal worker's pneumoconiosis small airway flow rate decline caused by inhalation coal dust.

Key words: pneumoconiosis; pulmonary function tests; chest HRCT

煤工尘肺是因长期吸入煤尘所导致的肺纤维化疾病^[1]。目前,中国采用高千伏胸片依据尘肺诊断标准(GBZ 70-2009)^[2]进行尘肺诊断和分期。部分早期煤工尘肺患者高千伏胸片表现正常,但胸高分辨率 CT(HRCT)有典型煤尘肺小阴影。早期煤尘肺患者出现轻微咳嗽、咳痰、肺部不适等临床症状,肺功能检查有不同程度功能异常。本文依据高千伏胸片诊断尘肺标准行早期煤尘肺 HRCT 分期并探索早期煤尘肺患者肺功能异常指标,现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 收集 2010 年 10 月至 2012 年 6 期间,经重庆市疾病预防控制中心依据高千伏胸片尘肺病诊断标准诊断为煤尘肺 33 例患者纳入本研究。所有患者无吸烟、肺炎、肺结核、肺癌和肺部手术史,均为男性,年龄 34~70 岁,身高 142~171 cm,体质量 45~73 kg,触尘工龄 5~35 年。所有研究对象均签署知情同意书,并在同一天完成肺功能检查、胸 CT 容积扫描和高千伏胸片(重庆市疾病预防控制中心提供)。

1.2 肺功能检查方法 使用德国耶格公司肺体积描记仪(MIS-DIFF. IOS. APS),由 1 名专职呼吸科医生进行肺功能测定和结果分析。肺功能测定内容包括用力肺活量(FVC)、第 1 秒呼气量(FEV1)、一秒率(FEV1/FVC)、最大呼气中段流量(MMEF)、最高呼气流速(PEF)、用力呼气 75%或 50%或 25%时的瞬间流速(FEF₇₅、FEF₅₀、FEF₂₅)、肺总量(TLC)、残气量(RV)、一氧化碳弥散量(DLco)、弥散率(KCO)。为消除年龄、身高和体质量等因素影响,除 FEV1/FVC、RV/TLC 外各项指标均以实测值占预计值的百分比进行分析。研究对象至少进行 3 次以上反复测定取最佳结果作为肺功能最终结果。

1.3 胸 CT 检查方法 使用美国 GE Brightspeed elite 16-SCT,由专业技术人员操作。患者仰卧位,双手高举并抱头。扫描前操作者向患者详细介绍深吸气的的方法并训练数次以达到最佳吸气状态。扫描范围:肺尖至肺底,进行螺旋扫描。扫描参数:120 kv,150 mAS,显示野(DFOV)=36.0 cm,螺距 1.375:1,矩阵 512×512,重建层厚 0.625 mm,重建间距 0.625

mm,估算法重建。

1.4 图像后处理 扫描所得容积数据传输到 GE AW4.2 工作站,进行图像后处理和尘肺分期观察。由 1 名具有尘肺诊断资格的医师和 1 名高年资放射科医师分别阅片。阅片内容包括高千伏胸片、薄层轴位、矢状位、冠状位和 5 mm MIP 冠状位观察记录煤工尘肺小阴影类型、密集度、煤尘肺 HRCT 分期和早期肺气肿情况。

1.5 统计学处理 采用 SPSS20.0 软件对所测数据进行分析处理,采用 ANOVA 方差分析进行样本方差齐性和组间差别的显著性检验。用最小显著差异法(LSD)进行多重组间比较,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 煤尘肺 HRCT 分期 早期煤工尘肺 HRCT 分期:观察对象 21 例(63.63%),煤尘肺壹期 8 例(24.24%),煤尘肺贰期 4 例(12.12%),见表 1。

2.2 不同 HRCT 分期煤工尘肺患者肺功能测定结果 见表 2~7。

表 1 早期煤工尘肺患者 HRCT 分期、小阴影、肺气肿情况

HRCT 分期	<i>n</i>	圆形小阴影	不规则小阴影	CT 诊断肺气肿
观察对象	21	13	6	7
煤尘肺壹期	8	6	2	5
煤尘肺贰期	4	1	4	2
合计	33	20	12	14

表 2 不同 HRCT 分期煤工尘肺患者肺功能通气功能情况($\bar{x} \pm s, \%$)

尘肺 HRCT 分期	<i>n</i>	FVC	FEV1	FEV1/FVC
观察对象	21	105.76±10.33	97.09±15.88	83.79±6.10
煤尘肺壹期	8	101.00±11.41	99.25±12.02	76.83±4.83*
煤尘肺贰期	4	94.50±8.34	94.00±12.83	80.28±4.94
<i>F</i>		2.206	0.171	4.441
<i>P</i>		0.128	0.844	0.020

*: $P < 0.05$,与观察对象比较。

表 3 不同 HRCT 分期煤工尘肺患者肺功能最大呼气流速-容积指标($\bar{x} \pm s, \%$)

HRCT 分期	<i>n</i>	MMEF	PEF	FEF ₇₅	FEF ₅₀	FEF ₂₅
观察对象	21	94.65±28.05	105.30±15.79	108.14±19.48	107.17±22.84	102.47±43.83
煤尘肺壹期	8	54.17±12.50*	79.86±13.62*	72.87±16.61*	71.07±15.57*	64.02±19.55*
煤尘肺贰期	4	67.80±15.11	92.92±15.73	86.90±16.48	79.65±7.90	81.05±46.59
<i>F</i>		8.870	8.215	11.127	10.503	2.933
<i>P</i>		0.001	0.001	0.000	0.000	0.059

*: $P < 0.05$,与观察对象比较。

表 4 不同 HRCT 分期煤工尘肺患者肺功能残气功能指标($\bar{x} \pm s, \%$)

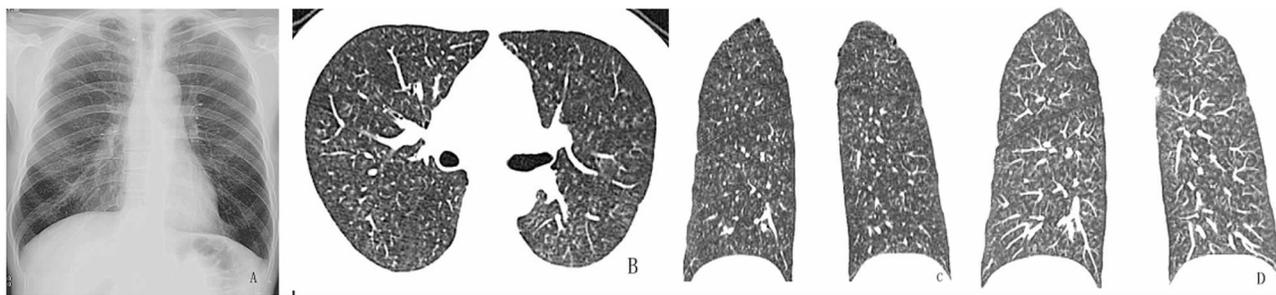
HRCT 分期	<i>n</i>	TLC	RV	RV/TLC	FRC
观察对象	21	98.14±7.41	100.69±13.05	35.57±3.89	125.01±22.86
煤尘肺壹期	8	99.30±13.13	110.00±17.23	39.15±3.23	136.27±31.98
煤尘肺贰期	4	90.30±7.23	93.92±17.77	36.16±5.07	116.15±42.17
<i>F</i>		1.474	1.883	2.478	0.809
<i>P</i>		0.245	0.101	0.101	0.455

表 5 HRCT 诊断肺气肿与肺功能指标比较($\bar{x} \pm s, \%$)

肺气肿	<i>n</i>	FEV1	FVC	FEV1/FVC	MMEF
无	9	98.00±15.16	102.66±11.27	82.91±6.64	86.61±30.38
有	24	95.22±12.82	104.77±9.92	79.18±4.76	68.18±23.51
<i>F</i>		0.238	0.244	1.995	2.684
<i>P</i>		0.965	0.625	0.168	0.111

表 6 HRCT 诊断肺气肿与肺功能指标比较($\bar{x} \pm s, \%$)

肺气肿	<i>n</i>	FEF ₅₀	FEF ₂₅	RV	RV/TLC
无	9	98.35±21.15	98.66±45.46	98.11±12.86	35.84±3.26
有	24	93.44±30.74	68.92±13.65	102.84±15.04	38.29±5.51
<i>F</i>		0.319	3.658	0.274	2.495
<i>P</i>		0.576	0.67	0.604	0.124



A: 高千伏胸片, 双肺纹理周围稍模糊, 隐约可见小阴结节影, 高千伏胸片诊断为煤尘肺观察对象; B~C: HRCT 横断面、冠状面, 两肺多发小阴影, 以 p 型小阴影为主, 小阴影在两肺内弥漫分布, 总体密度达 1 级, HRCT 诊断为煤尘肺壹期。D: 5 mm 冠状位 MIP 图像, 更清楚、直观显示小阴影大小、形态、分布和密集度。

图 1 同一患者胸部高千伏胸片和 HRCT 影像表现

表 7 不同 HRCT 分期煤工尘肺患者肺功能弥散功能指标 ($\bar{x} \pm s, \%$)

尘肺 HRCT 分期	n	DLco	KCO
观察对象	21	95.15 ± 12.85	99.48 ± 17.05
煤尘肺壹期	8	93.80 ± 15.31	97.46 ± 16.01
煤尘肺贰期	4	76.92 ± 14.60	87.22 ± 16.67
F		2.979	0.896
P		0.066	0.519

3 讨论

尘肺病的诊断和分期主要依靠高千伏胸片, 其对小阴影的形态、大小、内部结构和边缘显示不清。王天宇等^[3]对早期尘肺小阴影高千伏胸片和胸 HRCT 对照研究认为高千伏胸片显示小阴影常为多个小阴影整合的复合影像; 不规则小阴影可以交错重叠形成圆形小阴影。肖云华等^[4]、陈步东等^[5]对 CT 显示早期尘肺小阴影研究认为 5 mm 层厚 MIP 图像对尘肺小阴影形态、分布显示更准确。本研究分别在轴位、冠、矢状位分析煤工尘肺小阴影形态、分布, 同时在 5 mm 厚层 MIP 冠状位观察小阴影。本研究对象均为高千伏胸片诊断为煤尘肺观察对象, 但部分患者胸部 HRCT 尘肺分期已达煤尘肺壹期(图 1), 部分患者甚至达煤尘肺贰期。高千伏胸片对早期煤尘肺诊断敏感性不及胸 HRCT(表 1)。胸 CT 容积扫描所得数据经过后处理工作站进行多平面重建能多角度、多方位观察小阴影形态、大小、分布、内部结构和边缘情况, 能很好区分假性小阴影和可疑病灶, 不易漏诊、误诊, 提高早期尘肺的诊断率和准确进行尘肺分期^[6]。本研究结果认为胸 HRCT 能验证和早期诊断尘肺病。

早期煤工尘肺患者气道通气功能存在不同程度异常, 但均未达到阻塞性、限制性或混合性通气功能障碍诊断标准^[7]。Zou 等^[8]对 69 例不吸烟煤尘肺患者研究认为肺通气功能指标 FVC、FEV1、FEF₇₅、FEF₅₀、FEF₂₅ 的降低与血清中金属蛋白酶升高明显相关。不同 HRCT 煤尘肺分期患者肺功能 FEV1/FVC 有降低, 表明早期尘肺患者肺通气功能存在异常, 且有随 HRCT 尘肺分期增高而大气道通气功能下降趋势(表 2)。

小气道通气不依赖患者用力, 是反映小气道通气功能敏感指标, 主要受小气道直径影响。Yang 等^[9]对 105 例早期不同期别煤尘肺患者和健康对照组小气道呼气阻力进行对比研究, 结果表明早期煤尘肺患者小气道呼气阻力有增加, 提示早期煤尘肺患者小气道功能受损。Meijer 等^[10]对建筑工人肺功能长

期随访研究认为小气道气流受限是由吸烟引起, 与吸入粉尘无相关性。本研究排除吸烟对煤尘肺患者肺功能影响, 结果表明反映小气道通气功能指标 MMEF、PEF、FEF₇₅、FEF₅₀、FEF₂₅ 存在明显异常, 且在 HRCT 分期为观察对象与煤尘肺壹期期间比较差异有统计学意义(表 3)。故本研究认为煤工尘肺患者可早期出现肺通气功能受损且最敏感的是小气道通气功能异常。

煤工尘肺主要病理改变是肺间质煤尘沉积和煤斑形成, 导致弥漫性肺间质的纤维化从而使肺弥散功能受损。本研究发现早期煤尘肺患者肺弥散功能正常且组间比较差异无统计学意义(表 5)。其主要原因可能是煤尘对肺泡上皮细胞的破坏处于初期, 肺泡细胞破坏较少, 肺泡间隔炎症反应、纤维化还不明显。其次是肺弥散功能还与肺内气体与血液分布相关, 早期尘肺患者煤斑较多分布于中上肺, 特别是上叶病灶对肺气体交换影响小。

煤尘破坏肺泡上皮细胞的同时激活巨噬细胞并释放炎性介质引起肺泡间隔破坏、纤维化, 引起肺顺应性增加、肺回缩力降低出现肺气肿。李宝平等^[11]对煤工尘肺患者肺功能检出肺气肿与 HRCT 检测出肺气肿的对比研究认为, HRCT 检出肺气肿的敏感性和特异性较肺功能检出肺气肿有明显优势。肺组织的代偿能力强, 肺组织破坏达 30% 以上才会出现肺功能异常和临床表现^[12], 而多数煤尘肺患者早期肺功能残气功能完全正常(表 4)。本研究在不同 HRCT 尘肺分期组中均检出肺气肿存在(表 1), 多发生于胸膜下小范围小叶中心型肺气肿。这些小范围的肺气肿并没有引起肺功能异常(表 6、7)。

高千伏胸片对早期煤尘肺诊断不敏感, HRCT 能清楚显示煤尘肺小阴影形态、大小、分布和密集度, 参照高千伏胸片尘肺诊断标准行尘肺 HRCT 分期能提高尘肺诊断准确性。由于国内无尘肺病 CT 诊断标准, 故尘肺病 HRCT 诊断和分期只能在科研或临床辅助诊断中应用, 但胸 HRCT 结合高千伏胸片能提高尘肺诊断准确性, 可以辅助确诊早期尘肺病。煤工尘肺患者肺功能早期出现异常, 本研究排除了吸烟和早期小范围肺气肿对肺功能影响, 故本研究认为吸入煤尘可引起早期煤尘肺患者肺通气功能异常, 以小气道通气功能异常最为显著。早期尘肺患者肺功能提示小气道功能异常时, 要引起足够重视、积极有效防治、延缓并发症, 对提高尘肺患者生存质量具有重要意义。

参考文献:

[1] 李宝平, 张宇新. 尘肺病的 CT 研究现状[J]. 临床肺科杂志, 2010, 15(2): 225-227. (下转第 2721 页)

0.99, $P < 0.01$ 。

128SCT 扫描要保证心肌与心腔的良好对比以便能够准确识别勾画心内、外膜边界,亦要保证冠状动脉内有较高浓度的对比剂使冠脉树清晰显示,可适当降低注射速度至 3.5 mL/s,同时增加对比剂剂量至 1.4 mL/kg,提高心肌与心腔密度对比,从而使左室心肌内、外膜得以准确勾画,同时使冠状动脉清晰显示。

综上,128SCT 在左心室功能及结构评价方面方便、准确、可靠,与 MRI 比较差异无统计学意义,各项指标相关性高。128SCT 一次扫描可同时评价冠状动脉和左心室功能与结构而无需增加放射剂量及额外扫描,为冠心病的诊断、治疗及预后评估提供更多信息,将在临床应用中发挥重要的作用。

参考文献:

- [1] Otero HJ, Steigner ML, Rybicki FJ, et al. The "post-64" era of coronary CT angiography: understanding new technology from physical principles [J]. *Radiol Clin North Am*, 2009, 47(1): 79-90.
- [2] 周智美,陈德基,谭理连,等. 320 排动态容积 CT 与超声心动图评价左室射血分数的对比研究[J]. *中国临床医学影像学杂志*, 2011, 22(5): 357-359.
- [3] Emond M, Mock MB, Davis KB, et al. Long-term survival of medically treated patients in the coronary artery surgery study (CASS) registry [J]. *Circulation*, 1994, 90(6): 2645-2657.
- [4] Vourvouri EC, Poldermans D, Bax JJ, et al. Evaluation of left ventricular function and volumes in patients with ischaemic cardiomyopathy: gated single-photon emission computed tomography versus two-dimensional echocardiography [J]. *Eur J Nucl Med*, 2001, 28(11): 1610-1615.
- [5] 吕滨,戴汝平,张少雄,等. 电子束 CT 在健康国人心血管正常径线测量心功能值分析中的应用[J]. *中华放射学杂志*, 1998, 32(5): 313-316.

- [6] 崔炜,戴汝平,郭玉印,等. 超高速 CT 评价心室容积准确性的研究[J]. *中华放射学杂志*, 1997, 31(2): 93-95.
- [7] Groen JM, van Vleuten PA, Greuter MJ, et al. Comparison of MRI, 64-slice MDCT and DSCT in assessing function cardiac parameters of a moving heart phantom [J]. *Eur Radiol*, 2009, 19(3): 577-583.
- [8] 高波,郭启勇,岳勇,等. 64 层螺旋 CT 与磁共振成像评价左心功能的比较研究[J]. *中国医学影像技术*, 2007, 23(1): 66-69.
- [9] Yamamuro M, Tadamura E, Kubo S, et al. Cardiac functional analysis with multi-detector row CT and segmental reconstruction algorithm: comparison with echocardiography, SPECT, and MR imaging [J]. *Radiology*, 2005, 234(2): 3881-390.
- [10] 赵希刚,李坤成,王彩荣. 屏气电影法 MRI 评价左心室功能的价值[J]. *中华放射学杂志*, 2002, 36(6): 545-548.
- [11] Rathi VK, Biedermann RW. Imaging of ventricular function by cardiovascular magnetic resonance [J]. *Curr Cardiol Rep*, 2004, 6(1): 55-61.
- [12] 赵一冰,李佩玲,王永峰,等. 屏气磁共振电影成像评价不同年龄组健康国人心脏结构和功能[J]. *中国医学影像技术*, 2012, 28(6): 1122-1126.
- [13] 张刚,成官迅,刘婷,等. 双源 CT 左心室功能分析与超声对比研究[J]. *实用放射学杂志*, 2010, 26(6): 812-815.
- [14] Mahnken AH, Spuntrup E, Wildberger JE, et al. Quantification of cardiac function with multiple spiral CT using retrospective ECG-gating: Comparison with MRI [J]. *Rofo*, 2003, 175(1): 83-88.

(收稿日期:2013-01-13 修回日期:2013-04-25)

(上接第 2717 页)

- [2] 中华人民共和国卫生部. 尘肺病的诊断标准 (GBZ70-2009) [S]. 北京:人民卫生出版社, 2009.
- [3] 王天宇,郝志斌. 螺旋 CT 在尘肺诊断中的应用[J]. *中国现代药物应用*, 2009, 3(23): 55-56.
- [4] 肖云华,吕富荣,吕发金,等. 多层螺旋 CT 最大密度投影与高仟伏胸片检出尘肺小阴影的对比研究[J]. *中华劳动卫生与职业病杂志*, 2010, 28(4): 40-41.
- [5] 陈步东,马大庆,关砚生,等. 低剂量多层 CT 最大密度投影检出肺小结节的研究[J]. *中华劳动卫生职业病杂志*, 2006, 24(9): 560-561.
- [6] Ozmen CA, Nazaroglu H, Yildiz T, et al. MDCT findings of denim-sandblasting-induced silicosis: a cross-sectional study [J]. *Environ Health*, 2010, 10(9): 1469-1478.
- [7] 罗勇. 慢性阻塞性肺疾病的肺功能诊断标准及其局限性 [J]. *临床误诊误治*, 2011, 24(11): 1-4.
- [8] Zou J, du Prel CX, Liang X, et al. Alterations of serum biomarkers associated with lung ventilation function impair-

ment in coal workers: a cross-sectional study [J]. *Environ Health*, 2011, 10(10): 83-91.

- [9] 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.
- [10] Meijer E, Tjoe NE, 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.
- [11] 李宝平,邓茂松,周云芝,等. 64 层螺旋 CT 和 HRCT 检出煤工尘肺肺气肿与肺功能检测指标的相关性研究[J]. *中国医学影像技术*, 2007, 23(4): 543-546.
- [12] 李凯,龙莉玲,黄促奎,等. 多层螺旋 CT 肺容积测定在慢性阻塞性肺疾病预测诊断的应用价值[J]. *实用放射学杂志*, 2008, 24(9): 1179-1183.

(收稿日期:2013-01-15 修回日期:2013-04-07)