

胸部螺旋 CT 骨算法轴面重建与 HRCT 的影像比较

张宏, 王鹤, 王霄英, 刘建新, 高莉, 蒋学祥

【摘要】 目的:探讨胸部螺旋 CT 骨算法轴面重建能否替代 HRCT 扫描。**方法:**搜集行胸部扫描的 30 名连续患者, 所有患者均行胸部螺旋 CT 扫描及特定位置的 HRCT 扫描。两种方法的扫描条件设定为相同的管电压、噪声指数及应用自动管电流。得到的螺旋 CT 数据经骨算法重建为层厚 1.25 mm 的薄层图像。以 HRCT 图像中第 2 肋下缘水平、第 4 肋下缘水平及右膈顶上线水平层面为对照, 选取螺旋 CT 骨算法轴位重建图像与其对比, 对相同层面图像的对比噪声比 (SNR) 进行分析, 对两组图像中小叶间隔、小叶核心、亚段以下动脉、支气管、叶间裂进行评价。**结果:**两组 CT 图像 SNR 及各结构图像质量间差异无统计学意义 ($P>0.05$), 减少了扫描次数, 从而降低了患者接受的辐射剂量。**结论:**胸部螺旋 CT 骨算法轴面重建能够替代 HRCT 扫描。

【关键词】 体层摄影术, X 线计算机; 辐射量; 图像处理; 计算机辅助

【中图分类号】 R561; R814.42 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2013)05-0505-04

Spiral CT bone algorithm axial reconstruction of the lung: a comparison with sequential HRCT ZHANG Hong, WANG He, WANG Xiao-ying, et al. Department of Radiology, Peking University First Hospital, Beijing 100034, P. R. China

【Abstract】 Objective: To explore whether the chest spiral CT bone algorithm axial reconstructed images can replace the HRCT images, and evaluate the radiation dose difference. **Methods:** 30 consecutive patients underwent chest spiral CT and HRCT from March to June in 2012. All patients underwent chest spiral CT scan and HRCT scans of specific slice of lung. Scanning parameters of the two methods were set to the same kV, noise figure and application of automatic mA. Spiral CT data obtained were reconstructed by bone algorithm into a thin layer image of 1.25mm in thickness. HRCT slice thickness of 1.25mm and 3 specific slices of the lung were chosen to evaluate the image quality. The specific slices of the lung in the 2 groups were the lower edge of the 2nd rib and 4th rib and the top of right diaphragm. 2 experienced radiologists measured the contrast to noise ratio (SNR) of the 2 groups. The interlobular septa, lobular core, the subsegment arterial and bronchial and interlobar fissure were evaluated by 1~5 score. According to CT dose index weighted (CTDI_w), individual radiation dose of the 2 methods was calculated. The image quality score, SNR and individual radiation dose of the two groups were compared by paired *t* test. **Results:** There was no significant difference between the 2 groups on image quality score and SNR ($P>0.05$). There was significant difference between individual radiation dose of the 2 methods ($P<0.05$). **Conclusion:** The axial reconstruction of the chest spiral CT bone algorithm images can replace the HRCT images.

【Key words】 Tomography, X-ray computed; Radiation dose; Image-processing, computer-assisted

胸部高分辨力 CT (high resolution computerized tomography, HRCT) 能够较好地显示肺的细微结构, 在肺气肿、细支气管炎等肺弥漫性病变的诊断中有较大的优势^[1-3], 而胸部螺旋 CT 以其较快的扫描速度、容积成像的数据优势以及强大的后处理功能, 在很多方面已取代了传统的轴面扫描方法^[4-5]。临床疑诊肺部疾病的患者, 通常连续行螺旋 CT 检查及 HRCT 检查, 患者接受的辐射剂量及检查费较高, 本文比较螺旋 CT 轴面骨算法重建与 HRCT 扫描诊断效能和个体辐射剂量, 旨在探讨螺旋 CT 骨算法轴面重建替代 HRCT 扫描的可行性。

材料与方法

1. 病例资料

搜集 2012 年 3 月—6 月在我院行胸部螺旋 CT 及 HRCT 检查的 32 例疑诊为间质性肺疾病的连续患者。32 例患者均行胸部螺旋 CT 检查及特定层面的 HRCT 检查。32 例患者中男 21 例 (年龄 36~85 岁, 中位年龄 58 岁), 女 11 例 (年龄 42~87 岁, 中位年龄 60 岁); 2 例患者屏气不良, 图像出现较严重运动伪影, 被排除在外, 其中 1 例患者无法保持屏气状态; 另 1 例患者由于耳聋, 单纯通过观察屏气标志无法配合扫描。最终共有患者 30 例入组, 男 19 例, 女 11 例, 年龄 36~87 岁, 中位年龄 56 岁。

2. 检查方法

CT 检查采用 GE VCT (Milwaukee, GE, USA) 扫描仪, 扫描参数: 120 kV, 自动毫安 120~600 mA, 噪声

作者单位: 100034 北京, 北京大学第一医院医学影像科

作者简介: 张宏 (1982—), 男, 河北人, 技师, 主要从事 CT、MR 技术工作。

通讯作者: 王霄英, E-mail: cjr. wangxiaoying@vip. 163. com

指数 12, 视野 50 cm×50 cm。胸部螺旋扫描探测器宽度 20 mm, 层厚 1.25 mm, 螺距 0.984, 转速 0.7 s/r。HRCT 扫描范围为肺尖至左膈下缘水平层面。应用单层扫描, 层厚 1.25 mm, 层间隔 10 mm, 转速 0.7 s/r。

3. 数据采集

螺旋 CT 获得的容积数据应用骨算法重建为层厚 1.25 mm 的轴面图像。HRCT 的 3 个扫描层面分别为第 2 肋下缘水平、第 4 肋下缘水平及右膈顶水平, 层厚 1.25 mm。分别测量和记录 HRCT 图像及与 HRCT 图像对应的螺旋 CT 重建的轴面图像的信号噪声比(signal noise ratio, SNR)及加权 CT 剂量指数 w (computed tomographic dose index, CTDI_w)。

SNR 的测量: 在扫描图像外侧、视野之内测量 CT 值, 兴趣区(ROI)面积固定为 314.9 mm², 记算标准差。分别在 3 个位置测量 CT 值, 记录 3 个标准差并取平均值, 得到图像的 SNR。

CT 图像质量主观评分: 由两位有经验的影像科医师采用盲法对两组图像中小叶核心、亚段以下动脉、支气管及叶间裂进行评分。图像质量主观评分标准采用 5 分制, 1 分: 未见显示; 2 分: 显示模糊, 无法评价; 3 分: 显示模糊, 可勉强评价; 4 分: 显示较清晰, 可评价; 5 分: 显示清晰, 可很好地进行评价。图像主观评分为 4~5 分的, 认为符合诊断要求; 图像主观评分为 1~3 分的, 认为不符合诊断要求。

由公式 CTDI_w=容积 CT 剂量指数(CTDI_{vol})/螺距, 可计算出 CTDI_w, 根据体型特异性剂量估计(size-specific dose estimate, SSDE)方法^[14], 测量轴面图像的最大前后径和最大左右径, 查表得到相应系数后乘以该患者的 CTDI_w, 得到该患者的实际个体辐射剂量; 同理可计算出 HRCT 组的个体辐射剂量。

4. 统计学分析

采用 SPSS 14.0 软件进行统计学分析。应用单个样本 K-S 检验, 验证计量资料配对差值是否符合正态分布。应用配对样本 *t* 检验比较两组 CT 图像中各结构评分、SNR。以 *P*<0.05 为差异有统计学意义。

结 果

1. 辐射剂量

螺旋 CT 组平均 SSDE 为(12.14±5.58) mGy, HRCT 组平均 SSDE 为(9.21±2.66) mGy, 两者差异有统计学意义(*P*<0.05), 螺旋 CT 组个体辐射剂量比 HRCT 组高出约 31.8%(表 1)。

表 1 两组患者接受的个体辐射剂量

指标	螺旋 CT 组	HRCT 组	<i>t</i> 值	<i>P</i> 值
CTDI _w	9.15±4.73	6.91±2.43	3.68	<0.05
SSDE(mGy)	12.14±5.58	9.21±2.66	3.85	<0.05

2. CT 图像质量

螺旋 CT 骨算法重建组中评分为 1 分者 0 例, 2 分者 0 例, 3 分者 4 例, 4 分者 7 例, 5 分者 19 例。HRCT 组中评分为 1~2 分者 0 例, 3 分者 1 例, 4 分者 9 例, 5 分者 20 例。两组间 CT 图像质量评分差异无统计学意义(*P*>0.05, 图 1)。

4. 信号噪声比

两组图像中 3 个层面的 SNR 差异无统计学意义(*P*>0.05, 图 2)。

讨 论

应用常规 CT 进行 HRCT 扫描的技术已经非常成熟^[7], 不同厂家的设备扫描参数略有不同, 肺部 HRCT 的扫描参数大体为: 骨算法重建层厚 1~2 mm,

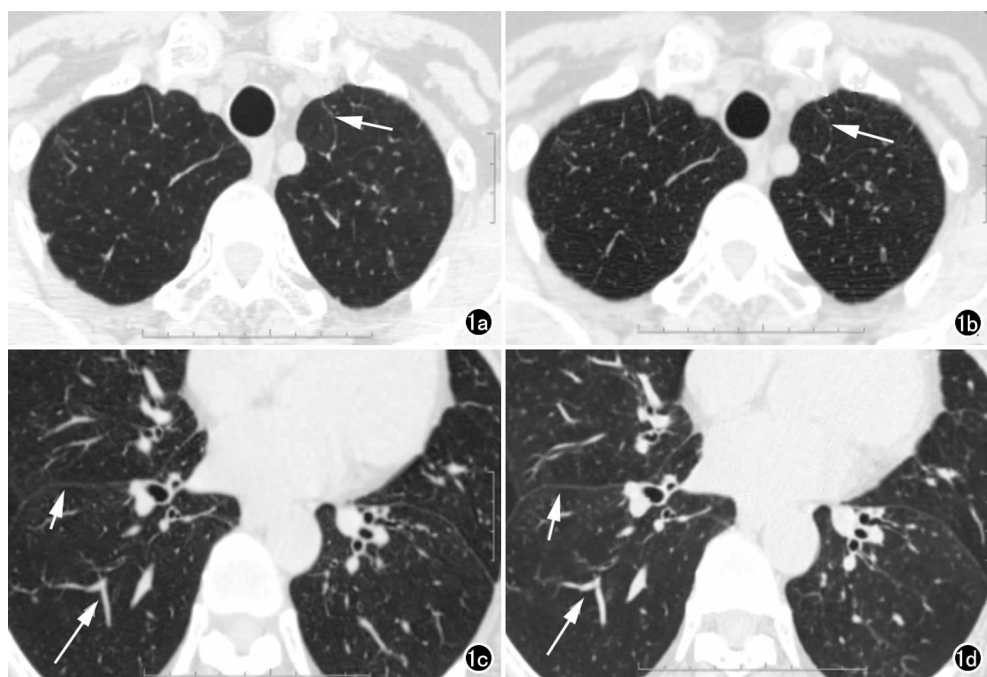


图 1 HRCT 与螺旋 CT 骨算法轴面重建图像。a) HRCT 图像示小叶核心、小叶间隔(箭)显示良好; b) 螺旋 CT 骨算法轴面重建图像示小叶核心、小叶间隔(箭)显示良好; c) HRCT 图像示叶间裂(短箭)、亚段肺动脉(长箭)、亚段支气管显示良好; d) 螺旋 CT 骨算法轴面重建图像示叶间裂(短箭)、亚段肺动脉(长箭)、亚段支气管显示良好。

采用最高空间分辨率^[8],必要的时候应用较大的视野。HRCT 显著提高了诊断肺部疾病的敏感度与特异性,尤其是对于肺间质病变的诊断,一直为临床与影像科室所认同^[9-10]。但是,HRCT 也有一些局限性,首先扫描过程中患者需多次屏气,会导致运动伪影,尤其是对于肺内疾病较严重而屏气较差的患者;其次,患者多次屏气,很难得到连续的肺部影像,极有可能产生层面重叠或移动,这样有可能漏诊肺内小结节^[11]。以本研究的 HRCT 扫描参数为例,层厚为 1.25 mm,层间距为 1 cm,这样层间就有 0.85 cm 的肺实质未包括在 CT 图像中,难免会发生漏诊。

螺旋 CT 能够在患者一次屏气的情况下进行全肺扫描,显著减少了图像内运动伪影及图像错层的发生概率^[12]。本研究中螺旋 CT 组使用容积扫描,一次扫描就可得到肺部的全部数据,再通过重建可得到无间隔的 1.25 mm 层厚的轴面图像,能最大程度显示肺内情况,而不会漏掉肺内的小病灶。螺旋 CT 数据采用骨算法进行重建时层厚设定为 1.25 mm,必要时还可以选择合适的扫描视野,这些设定都与常规 HRCT 一致,所以从理论上来说,螺旋 CT 骨算法重建轴面图像应该能够达到常规 HRCT 图像的诊断效果,本研究通过配对样本 *t* 检验也证实了这一结论。有学者研究认为,对于肺内小结节或小的间质病变的诊断与分析,也需要较厚的层厚^[13],当扫描层厚为 1 mm 时,部分小结节与血管无法鉴别,而层厚为 5 mm 时,可较较好地进行分辨,但这一认识是基于传统的轴面扫描图像而言的,而这正是常规 HRCT 的一个缺点,即当图像层厚较薄时,肺内小结节或细微结构无法清晰显示。但随着螺旋 CT 的应用,数据的各向同性接近完善,本研究采用 MPR、MIP 等技术对图像进行了重建,笔者发现该方法更易于鉴别肺内小结节或小血管。应用相同的扫描条件,设定固定的噪声指数,HRCT 与螺旋 CT 骨算法重建轴面图像的 SNR 及图像质量间差异无统计学意义。有文献报道,增加螺距会降低空间分辨率,尤其是对于与扫描方向平行的较大的叶裂。但随着螺旋 CT 技术的发展,扫描速度越来越快,本组采用相同的进床速度、固定的噪声指数,得到了质量相近的图像。

本研究中关于个体辐射剂量的比较,螺旋 CT 高于 HRCT,因为胸部螺旋 CT 为无间隔扫描,观察的信息量较大。螺旋 CT 的个体辐射剂量为 (12.14 ± 5.58) mGy,而 HRCT 的个体辐射剂量为 (9.21 ± 2.66) mGy,两者间差异并不是很大。对于接受胸部 CT 扫描的患者,提供更多的诊断信息,也是非常重要的。

本研究有不足之处,首先,样本量较小,不能完全反映各种疾病患者行 HRCT 与螺旋 CT 骨算法轴面

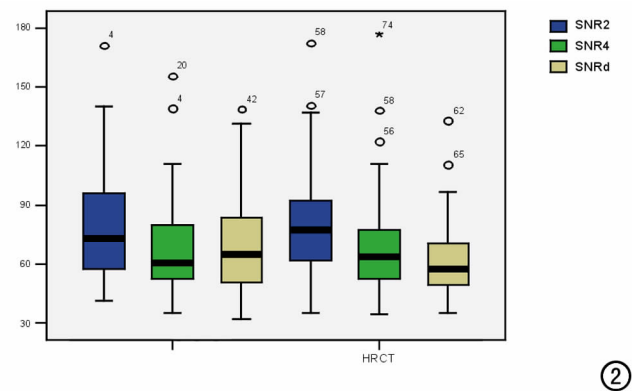


图2 螺旋 CT 与 HRCT 分别第 2 肋下缘水平、第 4 肋下缘水平及右膈顶上缘水平层面图像的 SNR 分布。

重建图像的区别,在以后的研究中需增加样本量,按照疾病类型对患者分组,以做进一步的研究。其次,在减少辐射剂量的原则指导下,螺旋 CT 与 HRCT 检查的单层个体辐射剂量相近,但这一辐射剂量仍较大。

综上所述,应用相同的扫描条件与固定的噪声指数,胸部螺旋 CT 骨算法轴面重建图像能够达到 HRCT 图像的诊断效能,同时能够提供更多的诊断信息,从而在临床工作中替代 HRCT。

参考文献:

- [1] Verschakelen JA. The role of high-resolution computed tomography in the work-up of interstitial lung disease[J]. Curr Opin Pulm Med, 2001, 16(5): 503-510.
- [2] Vikgren J, Bath M, Johnsson AA, et al. High-resolution computed tomography with single-slice computed tomography and 16-channel multidetector computed tomography: a comparison regarding visibility and motion artifacts[J]. Acta Radiol, 2007, 48(9): 956-961.
- [3] Hatayama O, Kobayashi T, Fujimoto K, et al. Utility of single-slice high-resolution CT in upper lung field combined with low-dose spiral CT for lung-cancer screening in the detection of emphysema[J]. Intern Med, 2007, 46(18): 1519-1525.
- [4] Zompatori M, Fasano L, Mazzoli M, et al. Spiral CT evaluation of pulmonary emphysema using a low-dose technique[J]. Radiol Med, 2002, 104(1): 13-24.
- [5] Dodd JD, Souza CA, Müller NL. Conventional high-resolution CT versus helical high-resolution MDCT in the detection of bronchiectasis[J]. AJR, 2006, 187(2): 414-420.
- [6] Polacin A, Kalender W, Marchal G. Evaluation of section sensitivity profiles and image noise in spiral CT[J]. Radiology, 1992, 185(1): 29-35.
- [7] Sumikawa H, Johkoh T, Koyama M, et al. Image quality of high-resolution CT with 16-channel multidetector-row CT: comparison between helical scan and conventional step-shoot scan[J]. Radiat Med, 2005, 23(8): 539-544.
- [8] Zwirerich CV, Terriff B, Muller NL. High spatial frequency (bone) algorithm improves quality of standard CT of the thorax[J]. AJR, 1989, 153(6): 1169-1173.

- [9] Remy-Jardin M, Dumont P, Remy J. High-resolution computed tomography techniques in diffuse parenchymal lung disease and their application to clinical practice[J]. Semin Respir Crit Care Med, 2003, 24(4): 333-346.
- [10] Aemy-Jardin M, Remy J, Deffontaines C, et al. Assessment of diffuse infiltrative lung disease: comparison of conventional CT and high resolution CT[J]. Radiology, 1991, 181(1): 157-162
- [11] Pastor L, Pousse A, Manzoni P, et al. A pulmonary nodule modeling tool as a diagnostic aid for lung HRCT images[J]. Comput Med Imaging Graph, 2005, 29(8): 631-637.
- [12] Seemann MD, Seemann O, Luboldt W, et al. Differentiation of malignant from benign solitary pulmonary lesions using chest radiography, spiral CT and HRCT[J]. Lung Cancer, 2000, 29(2): 105-124.
- [13] Murata K, Khan A, Rojas KA, et al. Optimization of computed tomography technique to demonstrate the fine structure of the lung[J]. Invest Radiol, 1988, 23(3): 170-175.
- [14] Christner JA, Braun NN, Jacobsen MC, et al. Size-specific dose estimates for adult patients at CT of the torso[J]. Radiology, 2012, 265(3): 841-847.

(收稿日期: 2013-01-23 修回日期: 2013-03-07)

《放射学实践》(英文稿)稿约

《放射学实践》是由国家教育部主管, 华中科技大学同济医学院主办, 与德国合办的全国性影像学学术期刊, 由国内著名影像专家郭俊渊教授担任主编, 创刊至今已 28 周年。本刊坚持服务广大医学影像医务人员的办刊方向, 关注国内外影像医学的新进展、新动态, 全面介绍 X 线、CT、磁共振、介入放射及放射治疗、超声诊断、核医学、影像技术学等医学影像方面的新知识、新成果, 受到广大影像医师的普遍喜爱。

本刊为国家科技部中国科技论文统计源期刊、中国科学引文数据库统计源期刊, 在首届《中国学术期刊(光盘版)检索与评价数据规范》执行评优活动中, 被评为《CAJ—CD 规范》执行优秀期刊。

2012 年始本刊拟在英文专栏刊发全英文文稿。

1. 文稿应具科学性、创新性、逻辑性, 并有理论和实践意义。论点鲜明, 资料可靠, 数据准确, 结论明确, 文字简练, 层次清楚, 打印工整。

2. 本刊实行盲法审稿, 来稿附上英文稿一份, 中文对照稿两份(用小 4 号字、1.5 倍行距打印), 文稿中不出现任何有关作者本人的信息。另纸打印一份中英文对照的文题、作者姓名、作者单位(应准确、规范、完整)及邮政编码。如系 2 个单位及以上者, 则在作者姓名右上角排阿拉伯数字角码, 按序将单位名称写于作者下方。并注明第一作者的性别, 职称及第一作者或联系人的电话号码, E-mail 地址。

3. 来稿须经作者所在单位审核并附单位推荐信。推荐信应证明内容不涉及保密、署名无争议、未一稿两投等项。

4. 论著采用叙述式摘要。关键词一般 3~5 个, 请采用最新版的 MeSH 词表(医学主题词注释字顺表)中的主题词。MeSH 词表中无该词时, 方可用习用的自由词。使用缩略语时, 应在文中首次出现处写明中、英文全称。

5. 表格采用三线表, 表序按正文中出现的顺序连续编码。数据不多、栏目过繁、文字过多者均不宜列表。表内同一指标数字的有效位数应一致。

6. 线条图应另纸描绘, 全图外廓以矩形为宜, 高宽比例约为 5:7, 避免过于扁宽或狭长。照片图须清晰, 像素高, 层次分明, 图题及图解说明清楚。

7. 参考文献必须以作者亲自阅读过的近年文献为主, 并由作者对照原文核实(请作者在文章发表前提供 PubMed 等数据库的所含文献页面)。文献一般不少于 30 篇。内部刊物、未发表资料、私人通讯等勿作参考文献引用。参考文献的编号按照在正文中出现的先后顺序排列, 用阿拉伯数字加方括号角注。并按引用的先后顺序排列于文末。

《放射学实践》编辑部