

论 著

256层iCT联合iDose⁴迭代重建在胸部低剂量CT中的应用价值*

1. 河北省秦皇岛市第一医院CT室

(河北 秦皇岛 066000)

2. 河北省秦皇岛市海港医院CT室

(河北 秦皇岛 066499)

赵 波¹ 刘永利¹ 李京京²

【摘要】目的 评价256层iCT联合iDose⁴迭代重建技术在胸部低剂量CT扫描中的应用价值。**方法** 将150名健康体检者随机分为常规剂量组(100mAs)、低剂量50mAs组和低剂量25mAs组,分别采用100、50、25mAs进行胸部CT扫描,100mAs采用FBP重建作为常规对照组,两组低剂量扫描组均采用FBP及iDose⁴对图像进行重建。比较不同毫安秒和重建算法的辐射剂量、CT图像噪声(MSD)、对比信噪比(CNR)、信噪比(SNR)以及主观图像质量。**结果** 低剂量采用iDose⁴组与常规对照组主观图像质量比较差异无统计学意义。50mAs采用iDose⁴重建图像的MSD、CNR及SNR与常规对照组差异有统计学意义($P<0.05$);25mAs采用iDose⁴与对照组比较差异无统计学意义。50mAs组较常规对照组辐射剂量降低约53.3%,25mAs相比对照组剂量降低76.4%。**结论** 与常规剂量FBP重建相比,50和25 mAs采用iDose⁴重建能有效降低辐射剂量,同时不影响图像质量。

【关键词】 放射剂量; 体层摄影术, X线计算机; 迭代重建; 胸部

【中图分类号】 R445.3

【文献标识码】 A

【基金项目】 秦皇岛市市级科技计划项目, 项目编号201502A121

DOI: 10.3969/j.issn.1672-5131.2016.12.020

通讯作者: 赵 波

Application Value of 256-slice iCT Associated with iDose⁴ Iterative Reconstruction Technique in Chest Low dose CT*

ZHAO Bo, LIU Yong-li, LI Jing-jing. Department of CT, the First Hospital of Qinhuangdao, Qinhuangdao 066000, Hebei Province, China

[Abstract] Objective To evaluate application value of 256-slice iCT associated with iDose⁴ iterative reconstruction technique in chest low dose CT. **Methods** 150 patients were randomly assigned into three groups: 100 mAs group as control group ($n=50$), 50 mAs group ($n=50$), and 25 mAs group ($n=50$). Images from control group were reconstructed by FBP, and low dose groups were reconstructed by FBP and iDose⁴. Quantitative noise, SNR, CNR, subjectively image quality, and radiation dose were compared and analyzed statistically. **Results** The subjectively image quality of low dose groups have no statistical significance compared with control group. MSD, CNR and SNR in 50 mAs with iDose⁴ were improved compared with control group ($P<0.05$). MSD, CNR and SNR in 25 mAs with iDose⁴ have no statistical significance compared with control group. Radiation dose were respectively reduced by 53.3% and 76.4% in 50mAs and 25 mAs. **Conclusion** Compared with FBP, 50mAs and 25 mAs groups with iDose⁴ could maintain or improve image quality on chest CT while reducing radiation dose effectively.

[Key words] Radiation Dose; Tomography, X-ray Computed; Iterative Reconstruction; Chest

目前,胸部低剂量CT扫描已应用于临床,但仅靠降低辐射剂量会增加图像噪声指数,进而降低影像诊断的准确性。近年来,联合改进重建算法成为低剂量CT研究的重点,以求在保证图像质量的前提下最大限度的降低辐射剂量。应用迭代重建算法(advanced iterative reconstruction, AIR)可有效降低图像噪声,进而降低受检者的辐射剂量^[1]。本研究通过临床对照,使用飞利浦256层iCT评估iDose⁴迭代重建算法对胸部图像质量的影响,研究其改善图像噪声的效果,同时寻求最佳的低剂量CT扫描方案。

1 资料与方法

1.1 一般资料 搜集我院2016年2月至4月期间,拟行胸部体检的无临床症状的门诊或住院病人150例,所有患者均签署知情同意书;其中男89例、女61例,年龄19~65岁,平均年龄43岁。随机将患者分为常规剂量组A: 100mAs ($n=50$)、低剂量组B: 50mAs ($n=50$)、低剂量组C: 25mAs ($n=50$)。

1.2 CT扫描及重建方法 150例患者均采用Philips 256层iCT进行胸部CT扫描。扫描范围自胸廓入口至肺底,除毫安秒外其他胸部扫描参数保持一致。管电压120kV,准直128×0.625mm,螺距1,转速0.5s/周。所有患者扫描过程中呼吸配合良好,图像无运动伪影。对常规剂量组(A组)应用滤波反投影法(Filtered Back Projection, FBP)进行重建,低剂量组(B组和C组)采用FBP重建及迭代重建两种重建方法进行重建,迭代重建应用iDose⁴-5水平,重建层厚1mm。

1.3 图像质量分析 1. 主观图像质量: 关闭CT图像上的扫描参数

及相关信息,由本院两名主治医师对随机呈现的患者CT图像进行独立阅片,通过观察纵隔及肺内结构的锐利程度进行评价,两名医师共同分析并达成一致评分。评分标准分为3个等级^[2]:1分:图像质量差,胸壁及纵隔内结构的边缘模糊,明显影响诊断;2分:图像质量中等,不影响诊断;3分:图像质量好,满足诊断要求。

2. 噪声及噪声比的计算:每名患者分别3幅轴位1mm肺窗图像(分别为胸锁关节层面、主肺动脉窗层面及左下肺静脉层面),每幅图像选取1个ROI,所有ROI都避开血管影,取3个ROI肺组织CT值的平均值作为平均CT值,以平均CT值标准差(MSD)作为评价图像噪声指标。同时测量胸背部竖脊肌肌肉的CT值及其标准差(SD),计算对比信噪比(CNR)及信噪比(SNR): $CNR = (SI_{\text{肺实质}} - SI_{\text{胸壁肌肉}}) / SD_{\text{肺}}$; $SNR = SI_{\text{肺实质}} / SD_{\text{肺}}$ 。其中 $SI_{\text{肺实质}}$ 为肺实质CT值均值, $SI_{\text{胸壁肌肉}}$ 为胸肌CT值均值, $SD_{\text{肺}}$ 为肺实质的SD平均值。

1.4 辐射剂量的计算 记录每次扫描结束后CT设备上显示的每名受检者的容积CT剂量指数($CTDI_{vol}$)、剂量长度乘积(DLP),计算胸部的有效剂量(ED)。 $DLP = CTDI_{vol} \times \text{扫描长度}$;胸部 $ED = DLP \times k$,式中 k 为转换系数^[3],胸部扫描时 $k = 0.014 \text{ mSv} \cdot \text{mGy}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$ 。

1.5 统计学方法 采用SPSS16.0软件对数据进行分析。低剂量组与常规对照组(100mAs FBP)比较采用Dunnett-t检验;低剂量组与对照组主观图像质量之间比较采用Mann-Whitney检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 图像质量

2.2.1 主观评价结果:25mAs及50mAs常规 FBP重建纵隔窗图像均出现明显的颗粒状噪声(图1, 3),而采用iDose⁴迭代重建后图像噪声明显改善(图2, 4);并且50mAs采用iDose⁴迭代重建的图像质量(图4)与100mAs采用FBP图像相似(图5)。

主观图像质量评分:25mAs及50mAs采用iDose⁴组与常规对照组(100mAs采用FBP重建)比较差异无统计学意义(表1)。25mAs采用iDose⁴重建的图像评分均在2分以上,完全能满足临床诊断需求。

2.2.2 客观评价结果:不同管电流及重建方法MSD、CNR、SNR对比见表2。同一管电流组内采用FBP重建图像,MSD随着管电流的降低而增大,采用iDose⁴图像较FBP MSD明显降低,CNR及SNR提高。50mAs组及25mAs组采用iDose⁴较FBP图像MSD分别降低约33.3%及35.2%,CNR及SNR分别提高约45.1%、49.5%及56.0%、40.6%。50mAs采用iDose⁴重建图像的MSD、CNR及SNR与常规对照组差异有统计学意义($P < 0.05$)。25mAs采用

iDose⁴重建与常规对照组比较差异无统计学意义。

2.2 不同组有效剂量的比较 50mAs采用iDose⁴重建后图像质量与常规100mAs组差异有统计学意义,辐射剂量降低约53.3%;25mAs采用iDose⁴重建后图像质量与对照组无明显差异,但辐射剂量明显低于对照组,相比对照组剂量降低76.4%,见表3。

通过以上分析可见,采用iDose⁴低剂量扫描较FBP常规剂量扫描能明显降低图像噪声,提高信噪比及对比度噪声比,同时显著降低辐射剂量。

3 讨 论

随着多层螺旋CT的广泛应用于临床,CT辐射的致癌风险以及放射防护与安全问题逐渐引起大家的关注。研究表明美国高达2%的癌症病例可能由CT扫描辐射造成的^[4]。然而,单靠降低辐射剂量会造成图像噪声增加,进而影响诊断。近年来,CT迭代重建算法逐步应用于临床,这种算法可以显著降低图像噪声,在相同图

表1 不同毫安秒及重建方式的肺部CT平扫图像质量主观评分

组别	人数	1分	2分	3分
100mAs FBP	50	0	0	50
50mAs iDose4	50	0	0	50
25mAs iDose4	50	0	4	36

表2 不同毫安秒及重建方式的肺部CT平扫图像的MSD、SNR及CNR对比($\bar{x} \pm s$)

组别	人数	MSD	CNR	SNR
100mAs FBP	50	28.21 ± 8.78	33.67 ± 11.21	34.57 ± 11.89
50mAs FBP	50	32.15 ± 8.02	28.79 ± 9.38	28.43 ± 11.22
50mAs iDose4	50	21.44 ± 6.67	41.76 ± 10.02	44.36 ± 10.32
25mAs FBP	50	47.87 ± 19.21	21.40 ± 10.35	23.47 ± 11.31
25mAs iDose4	50	30.98 ± 11.02	32.06 ± 11.87	33.01 ± 13.98

表3 不同毫安秒及重建方式肺部CT平扫辐射剂量对比

组别	人数	$CTDI_{vol}$ (mGy)	扫描长度 (cm)	DLP (mGy·cm)	ED (mSv)
100mAs FBP	50	6.8	21.0-35.1	196.02 ± 12.55	2.76 ± 0.31
50mAs iDose4	50	3.4	21.2-35.2	93.41 ± 11.45	1.29 ± 0.16
25mAs iDose4	50	1.7	21.0-35.0	18.42 ± 6.21	0.65 ± 0.09

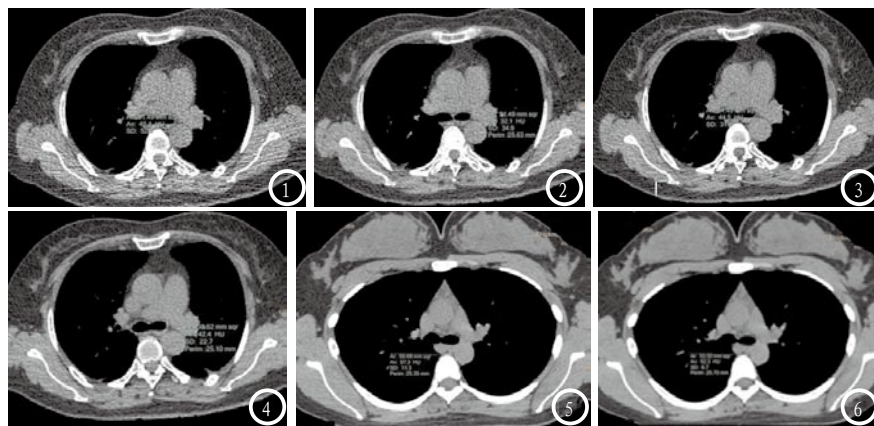


图1-6分别为25mAs、50mAs及常规100mAs采用传统滤波反投影(FBP)及iDose4迭代重建技术层厚1mm的纵隔窗图像。25mAs及50mAs FBP纵隔窗图像均出现颗粒状噪声(图1, 3), 而采用iDose4迭代重建后图像噪声明显改善(图2, 4); 50mAs采用iDose4迭代重建的图像质量(图4)与100mAs采用FBP图像相似(图5)。

像质量的前提下明显降低辐射剂量, 因此成为现在临床研究的热点。iDose⁴迭代重建技术在保持图像的真实性前提下, 通过抑制偏心状及条带状伪影的生成, 提升密度分辨率及空间分辨率, 同时结合其独有的滤过函数, 可以最大限度地降低噪声, 从而实现在更低剂量下获得优质图像^[5-7]。

本研究显示, 应用iDose⁴迭代重建的低剂量胸部CT图像噪声值较采用FBP重建的低剂量图像噪声降低30%以上, 表明iDose⁴重建可以降低图像噪声, 明显改善图像质量。本研究中iDose⁴重建后低剂量组图像的总质量与采用FBP重建的常规剂量图像无明显差异, 50mAs组图像质量甚至优于常规剂量组; 而FBP重建后的低剂量组图像质量与常规剂量组均有统计学意义, 表明如果单纯降低扫描剂量而不改进重建算法, 随着图像噪声增加存在诊断信息丢失的风险, 从而无法满足临床诊断, 这与国内报道一致^[8]。

本研究显示50mAs组采用iDose⁴迭代重建较常规剂量对照组辐射剂量降低约53.3%, 25mAs组降低约76.4%; 同时图像质量与常规剂量对照组无明显降低, 50mAs组甚至优于常规剂量组。所以与FBP相比, 在相同辐射剂量的情

况下, 迭代重建可以明显提高图像质量, 而在图像噪声一致的情况下, 迭代重建较FBP可明显降低辐射剂量。

不同iDose⁴级别代表不同的图像降噪能力, 随着iDose⁴级别升高, 降噪能力逐步增强, 图像评分也越高。有研究表明iDose⁴-5的肺窗评分最高, 尽管应用iDose⁴-7重建图像噪声进一步降低, 但病变及正常肺组织的密度有被均匀化的趋势, 进而影响病变的诊断, 因此提示应用iDose⁴-5可以获得降噪后最佳的质量平衡, 可作为胸部低剂量体检的常规降噪等级^[9]。所以本研究采用iDose⁴-5级别进行迭代重建。

综上所述, 迭代重建算法较FBP可以明显降低图像噪声, 改善图像质量, 从而为低剂量胸部CT扫描广泛应用于临床提供了技术保证。本研究的局限性: 未参考体质量指数(BMI)针对个体选择mAs。其次仅对iDose⁴-5的一个水平进行了评估, 还需要进一步研究不同mAs所对应的合适的iDose⁴水平。

参考文献

- [1] Prakash P, Kalra MK, Digumarthy SR, et al. Radiation dose

reduction with chest computed tomography using adaptive statistical iterative reconstruction technique: initial experience[J]. J Comput Assist Tomogr, 2010, 34: 40-45.

- [2] Leipsic J, Nguyen G, Brown J, et al. A prospective evaluation of dose reduction and image quality in chest CT using Adaptive statistical iterative reconstruction[J]. AJR, 2010, 195: 1095-1099.

- [3] European Commission. European guidelines on quality criteria for computed tomography, EUR 16262 EN[M/OL]. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2000[2011-01-12].

- [4] Brenner DJ, Hall EJ. Computed tomography: an increasing source of radiation exposure[J]. N Engl J Med, 2007, 357 (22): 2277-2284.

- [5] 张勇, 洪群英, 施伟斌, 等. 低剂量螺旋CT在肺癌筛查中的应用价值[J]. 中华医学杂志, 2013, 93 (38): 3011-3014.

- [6] 叶风平, 许兵, 王敏杰. 自适应迭代重建法在低剂量肾动脉CTA扫描中的应用研究[J]. 中国CT和MRI杂志, 2015, 13 (10): 80-83.

- [7] 柳青, 张智琴. 256层CT iDose4技术对壁冠状动脉诊断价值[J]. 中国CT和MRI杂志, 2016, 14 (9): 41-43.

- [8] 张丽, 于红, 刘士远, 等. 迭代重建技术对低剂量肺部平扫CT图像质量的影响[J]. 中华放射学杂志, 2013, 47 (4): 316-320.

- [9] 钟朝辉, 贺文, 陈疆红. 迭代重建技术(iDose4)在肺部低剂量筛查中的应用[J]. 中国医学影像技术, 2012, 28 (12): 2248-2251.

(本文编辑: 刘龙平)

【收稿日期】2016-10-24