论 著

256层iCT个性化胸部低剂量扫描方案的探讨*

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 066002）
赵 波[1] 刘永利[1] 李京京[2]

【摘要】**目的** 研究256层iCT个性化胸部低剂量扫描方案。**方法** 选取150名受检者，基于BMI指数(kg/m²)分为三组：A组(BMI<18.5，n=50)、B组(18.5≤BMI≤25，n=50)和C组(BMI>25，n=50)，分别采用30mAs、45mAs及60mAs进行胸部CT扫描，三组扫描数据均采用FBP及iDose4对图像进行重建。比较各组间辐射剂量、CT图像噪声(SD)以及主观图像质量。**结果** 三组采用iDose4迭代重建的图像质量均可满足诊断要求。A组、B组和C组的有效剂量(ED)均值分别为(0.33±0.06)mSv、(0.52±0.12)mSv和(0.91±0.24)mSv。**结论** 应用iDose4迭代重建技术，基于受检者的BMI，可获得满意的个性化、低剂量胸部CT扫描方案。

【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.1672-5131.2017.03.021

通讯作者：赵 波

The Study of Scanning Scheme in Individuation and Low Dose Chest CT Using 256-slice iCT*

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

[Abstract] ***Objective*** To study scanning scheme in individuation and low dose chest CT using 256-slice iCT. ***Methods*** 150 patients were assigned into three groups according to body mass index(BMI):Group A (BMI<18.5, n=50, 30mAs), group B(18.5≤BMI≤25, n=50, 45mAs) and group C (BMI>25, n=50, 60mAs), Images were reconstructed by FBP and iDose4 respectively. Quantitative noise, subjectively image quality, and radiation dose were compared and analyzed statistically. ***Results*** The images reconstructed by iDose4 of each group were acceptable. The average ED for group A, B and C was (0.33±0.06)mSv, (0.52±0.12)mSv and (0.91±0.24)mSv, respectively. ***Conclusion*** Application of iDose4 iterative reconstruction technique based on BMI can achieve satisfactory scanning scheme in individuation and low dose chest CT.

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

目前，低剂量胸部CT扫描已应用于临床。针对低剂量胸部扫描，近年来国内外已有应用自适应迭代重建技术降低辐射剂量的报道[1-2]，但基于体质指数(body mass index，BMI)制定个体化的低剂量扫描方案的报道较少。本研究应用iDose4迭代重建，根据受检者BMI选择合适的mAs，在保持图像质量的前提下尽可能的降低受检者的辐射剂量，以使低剂量胸部扫描更好的应用于临床，现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 搜集我院2016年2月至5月期间，拟行胸部体检的无临床症状的门诊或住院患者150例，所有受检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。基于BMI指数(kg/m²)将所有患者分为三组：A组(BMI＜18.5，n=50)、B组(18.5≤BMI≤25，n=50)和C组(BMI＞25，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，A组、B组及C组扫描管电流分别为30mAs、45mAs及60mAs。除管电流外其他扫描参数保持一致，分别为管电压100kV，准直128×0.625mm，螺距1，转速0.5s/周。扫描过程中所有患者呼吸配合良好，图像无运动伪影。扫描完成后采用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 图像质量评价

1.3.1 主观图像质量评价：隐藏CT图像上的所以扫描参数，由本院两名主治以上的影像诊断医师对随机呈现的每名患者的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5个等级：1分：差，图像模糊，组织对比差，完全无法满足临床诊断要求；2分：较差，不能满足诊断要求；3分：一般，尚能满足诊断要求；4分，良好，能满足诊

断要求；5分，优，图像质量好，组织对比清晰，内部结构边缘锐利，完全能满足诊断要求。≥3分的图像被认为可以满足临床要求。

1.3.2 客观图像质量评价：对每名受检者的FBP重建及迭代重建两组图像，取气管分叉层面的图像分别在降主动脉中心设置相同大小的感兴趣区ROI，测量其CT均值及标准差(standard deviation，SD)，以标准差作为图像质量客观噪声的评价指标。

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(CTDIvol)、剂量长度乘积(DLP)，计算每次胸部扫描的有效剂量(ED)。DLP=CTDIvol×扫描长度；胸部ED=DLP×k，式中k为转换系数[3]，胸部扫描时k=0.014mSv·mGy^{-1}·cm^{-1}。

1.5 统计学方法 采用SPSS16.0软件对数据进行分析。各组之间噪声的比较采用Dunnett-t检验；主观图像质量比较采用Mann-Whitney检验。P＜0.05代表差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 图像质量

2.1.1 主观评价结果：3组受检者图像的主观评分见表1。如表所示：FBP重建的图像评分最低，部分患者图像噪声大，无法满足诊断需求；而应用iDose 4迭代重建，图像主观评分明显改善，所有评分均在3分以上，且大部评分为5分，完全能满足临床诊断要求(图1-6)。

2.1.2 客观评价结果：3组受检者两种不同重建图像的客观噪声见表2。单因素方差分析显示3组受检者的FBP及iDose4图像的客观噪声比较差异有统计学意义(P＜0.05)，3组间两两比较，各组间客观噪声差异亦均有统计学意义(P＜0.05)。说明在扫描参数相同的前提下，iDose4迭代重建较普通FBP重建可以明显降低噪声，提高图像信噪比。A组、B组和C组受检者的iDose4图像较FBP图像的平均客观噪声分别平均降低42.7%、40.4%及41.2%。

2.2 不同组有效剂量的比较 3组受检者的有效剂量对比见表3。3组有效剂量平均值分别约为0.33mSv、0.52mSv及0.91mSv。按照一次胸片辐射剂量约0.023mSv计算，A组(BMI＜18.5，30mAs)的有效剂量仅相当于十几张常规普通X线胸片的剂量。

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，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]。

本研究显示，应用iDose4迭代重建的低剂量胸部CT图像噪声值较常规采用FBP重建的低剂量图像噪声降低40%以上，表明iDose4重建可以明显降低图像噪声，改善图像质量。本研究中iDose4重建后低剂量组图像的总体质量均能满足临床诊断要求；而FBP重建后的低剂量组部分图像质量差，主观评分在3分以下，表明如果

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	4分	5分
FBP重建						
A组	50	0	11	37	2	0
B组	50	0	9	36	5	0
C组	50	1	10	35	4	0
iDose4重建						
A组	50	0	0	4	12	34
B组	50	0	0	1	7	42
C组	50	0	0	3	10	37

表2 各组间客观噪声对比（$\bar{x}\pm s$）

组别	FBP	iDose4
A组	63.24±11.25	36.21±2.78
B组	57.32±9.87	34.15±3.02
C组	53.51±6.54	31.44±3.67

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	CTDIvol（mGy）	扫描长度（cm）	DLP（mGy.cm）	ED（mSv）
A组	0.70±0.06	21.0-35.1	23.36±3.51	0.33±0.06
B组	1.12±0.17	22.2-38.2	37.24±6.78	0.52±0.12
C组	2.06±0.47	24.0-40.0	65.27±13.54	0.91±0.24

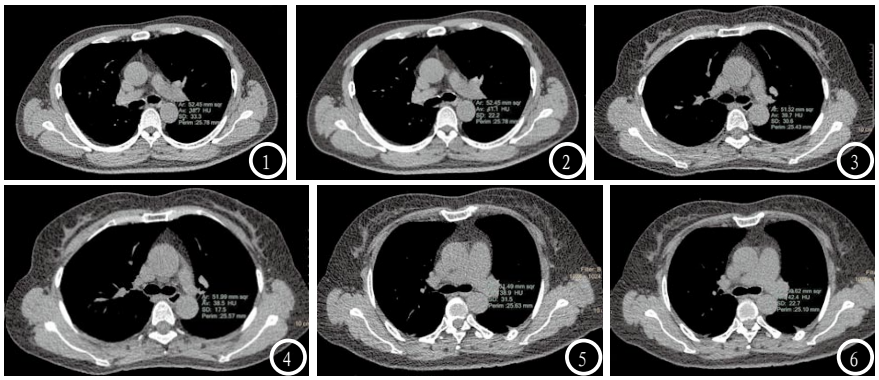

图1-6分别为A组、B组及C组中选取某一病例采用传统滤波反投影(FBP)及iDose4迭代重建技术层厚1mm的纵隔窗图像。可以看到FBP纵隔窗图像均出现颗粒状噪声(图1，3，5)，而采用iDose4迭代重建后图像噪声明显改善(图2，4，6)。

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[6]。

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最高等级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[7]。所以本研究采用iDose4-5级别进行迭代重建。

遵照国际放射防护委员会(International Commissionon Radiological Protection，ICRP)要求的放射学检查中的辐射合理及最低化原则，低剂量CT扫描除了降低扫描条件和联合改进重建算法外，还需根据不同体形受检者制定个性化低剂量扫描条件。本研究将受检者基于BMI指数分为三组，在预实验的基础上设定各组扫描参数mAs，分别为A组35mAs，B组45mAs，C组60mAs。研究结果表明，采用上述扫描技术，不仅胸部CT图像质量能完全满足影像诊断要求，患者所受到的辐射剂量也下降到较理想的水平。A组(BMI＜18.5，30mAs)的有效剂量仅为0.33mSv，较常规单次胸部CT扫描剂量(5.1～11.1mSv)明显降低[8]。

综上所述，本研究基于受检者BMI指数，制定个性化的低剂量扫描方案，在保证图像质量的前提下，尽可能的降低辐射剂量，从而为临床低剂量CT扫描方案的制定提供有益的参考。

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(1): 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(195): 1095-1099.

[3]Menzel HG, Schibilla H, Teunen D, et al. European guidelines on quality criteria for computed tomography[J]. Luxembourg: European Commission, 2000: 16 262.

[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]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.

[7]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.

[8] Fujii K, Aoyama T, Koyama S, et al. Comparative evaluation of organ and effective doses for paediatric patients with those for adults in chest and abdominal CT examinations[J]. Br J Radiol, 2007, 80(956): 657-667.

(本文编辑：汪兵)

【收稿日期】2017-01-23