

论 著

低kV大螺距联合IRIS在胸部MSCT检查中的应用研究

1. 重庆市九龙坡区中医院放射科

(重庆 400080)

2. 黑龙江省大庆市油田总医院CT室

(黑龙江 大庆 163001)

商涯钧¹ 毕纯龙² 孙淑霞¹

【摘要】目的 探讨低kV大螺距联合IRIS在降低胸部多层螺旋CT (MSCT) 检查辐射剂量中的临床应用价值。**方法** 70例行胸部MSCT检查的患者随机分为常规组 (n=35, 130kV, Pitch 0.8, FBP)、和低剂量组 (n=35, 110kV, Pitch 2.0 IRIS), 对照分析2组患者的图像质量与辐射剂量。**结果** 2组患者的MSCT图像主观评分、客观评分 (SNR与CNR) 比较差异均无统计学意义 ($P>0.05$), 低剂量组的CTDIvol、DLP和ED均显著低于常规组和低剂量组 ($P<0.05$)。**结论** 低kV大螺距联合IRIS能满足胸部MSCT检查的诊断要求, 并显著降低患者的辐射剂量。

【关键词】 胸部; X线计算机体层摄影术; 低剂量

【中图分类号】 R445.3

【文献标识码】 A

DOI: 10.3969/j.issn.1672-5131.2016.01.020

通讯作者: 孙淑霞

The Application of Both Low-kV High-pitch and IRIS on Chest MSCT Examination

SHANG Ya-jun, BI Chun-long, SUN Shu-xia. Department of Radiology, Jiulongpo District Hospital of Traditional Chinese Medicine, Chongqing 400080, China

[Abstract] Objective To study the clinical evaluation of both low-kV high-pitch and IRIS on chest MSCT examination radiation dose reduction. **Methods** 70 patients undergone chest MSCT examination were randomly divided into routine group (n=35, 130 kV, Pitch 0.8, FBP) and low dose group (n=35, 110 kV, Pitch 2.0, IRIS). Retrospectively, the quality of the images and the radiation dose of two groups were compared by two reviewers. **Results** The subjective image quality score and objective evaluation index (SNR and CNR) of two groups has no significant difference ($P>0.05$). The radiation dose of low dose group (CTDIvol, DLP, and ED) was lower than that of routine group ($P<0.05$). **Conclusion** The image quality of both low-kV high-pitch and IRIS on chest MSCT examination can meet diagnostic requirement, and obviously reduce radiation dose.

[Key words] Chest; X-ray Computed Tomography; Low Dose

仅3%~7%的放射学检查采用CT扫描, 但CT贡献的辐射剂量占医疗照射的41%, 是最大的医用放射源^[1], 而Brenner等研究认为美国2%的癌症患者可能由CT检查所致^[2]。因此, CT检查X线辐射的致癌风险及放射防护安全已成为临床关注与研究的热点问题。滤波反投影算法 (FBP) 是目前CT扫描最常用的重建方法, 如减降低扫描条件 (管电压或管电流), 会增加图像噪声、降低图像质量, 因而FBP限制CT扫描辐射剂量的降低; 迭代重建 (IR) 能利用矩阵代数, 通过数学模型选择性地识别并有效降低图像噪声, 而且在提高图像质量的同时, 并不损失图像的空间分辨率^[3], 因此IR使CT低剂量扫描成为可能。本研究中应用西门子公司SOMATOM Emotion 16 CT, 采用低kV大螺距联合图像空间迭代重建 (IRIS) 对35例患者进行胸部CT检查, 与常规扫描模式的图像质量和辐射剂量进行比较, 旨在探讨该扫描方案对图像质量和辐射剂量的影响。

1 材料与方法

1.1 一般资料 选择2014年8月至12月在我院行胸部MSCT检查的患者70例, 男39例, 女31例, 年龄24~75岁, 平均 (47.21±14.86) 岁, 体质指数 (BMI) 为 (18.15~25.07) kg/m², 平均 (23.46±2.38) kg/m²; 70例患者采用随机数字表法分为常规组和低剂量组, 每组各35例。2组患者的性别、年龄、体质指数等一般临床资料比较差异无统计学意义 ($P>0.05$), 具有可比性。本研究经医院伦理委员会批准, 患者均自愿参加本项研究并签署知情同意书。

1.2 方法 采用SOMATOM Emotion 16 CT机进行胸部CT检查, 扫描前帮助患者去除带有金属的衣物及饰品, 取仰卧位, 头先进, 双手置于头上, 训练患者深吸气后屏气, 扫描范围为胸尖至肋膈角, 2组均开启CARE Dose 4D管电流调节技术, 球管旋转时间0.6s/圈。图像重建: 层厚5.0mm, 层间距5.0mm, 准直宽度16×0.6mm, 显示野 (FOV) 200-

320mm, 矩阵512×512, 肺窗重建函数B80s/180s, 纵隔窗重建函数B41s/I41s。扫描参数: ①常规组: 管电压130kV, Pitch 0.8, 采用FBP重建; ②低剂量组: 管电压110 kV, Pitch 2.0, 采用IRIS重建。

1.3 观察指标与评价标准

1.3.1 图像质量主观评价: 由两名具有5年以上胸部CT阅片经验的影像医师采用双盲法独立阅片, 根据图像质量评分标准以5分法对肺窗(WW 1500 HU, WL -600HU)和纵隔窗(WW 350 HU, WL 45HU)图像进行评分, 评分越低提示图像质量越好^[4]。

1.3.2 图像质量客观评价: 每例患者均选取主动脉弓无伪影处和竖脊肌均匀处测量其平均CT值(SI主动脉和SI肌肉)与标准差(SD), 以SD主动脉作为客观图像噪声(OIN); 同时测量同一层面空气的标准差(SDair), 并将其作为背景噪声, 感兴趣区(ROI)的面积一般为90mm²~110mm², ROI的大小、形状和位置尽量相同。按公式计算信噪比(SNR主动脉=CT主动脉值/SD主动脉)和对比噪声比[CNR=(SI主动脉-SI肌肉)/SDair]^[5]。

1.3.3 辐射剂量评价: 记录每个患者机器自动测量的容积剂量指数(CTDIvol)与有效剂量长度乘积(DLP), 并根据公式(DLP × k, k=0.014)计算有效剂量(ED)^[6]。

1.4 统计学方法 所有数据均采用SPSS 19.0统计学软件处理, 计量资料采用($\bar{x} \pm s$)的形式表示, 两组计量资料比较采用独立样本t检验, 计数资料比较采用 χ^2 检验, 图像质量主观评价的一致性采用Kappa分析, 检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 2组的扫描长度与扫描时间比较 2组患者的扫描长度比较差异无统计学意义($P>0.05$), 低剂量组的扫描时间明显低于常规组($P<0.05$), 见表1。

2.2 2组患者的图像质量评价 Kappa一致性检验结果显示, 图像质量主观评价中, 2名医师的评分具有一致性($P<0.05$)。2组患者的图像均可满足诊断要求, 图像质量主观评分和图像客观评价指标(SNR与CNR)比较差异均无统计学意义, 见表2, 图1-2。

2.3 2组患者的辐射剂量比较 低剂量组患者的CTDIvol、DLP和ED均显著低于常规组, 组间比较差异有统计学意义($P<0.05$), 表3。

3 讨论

CT是目前胸部疾病的最佳影像学检查方法, 对肺部肿瘤、结节及间质性病变等的诊断具有重

要临床价值, 但国外研究结果证实辐射剂量每增加1Sv, 恶性肿瘤的发生率将增加4.1%^[6], 因此, 上世纪90年代, Naidich等^[7]等率先提出了低剂量CT扫描的概念, 即遵循LLARA原则^[8], 在保证图像质量前提下, 如何优化CT扫描方案、降低患者辐射剂量已成为目前CT研究的焦点问题。

减少辐射剂量的方法较多, 常用的方法包括降低管电压(kV)、管电流(mAs)及扫描时间等。胸部CT扫描模式中采用固定的管电流, 忽视了不同BMI或不同扫描部位吸收X线辐射的差异性, 可能导致低BMI者接受过量辐射。CARE Dose 4D是Siemens公司研发的动态实时管电流调节技术, 扫描过程中在预设管电流的基础上, 根据不同个体自动调节管电流大小, 进而提高X射线利用率, 降低辐受检者的射剂量, Hundt等^[9]应用此技术使受检者的总体受辐射量降低了29.4%。

FBP和IR是CT图像重建的两种主要方法, 其中FBP是目前CT图

表1 2组的扫描长度与扫描时间比较($\bar{x} \pm s$)

组别	扫描长度(mm)	扫描时间(s)
常规组(n=35)	27.04 ± 1.26	12.68 ± 0.12
低剂量组(n=35)	26.48 ± 1.37	9.57 ± 0.24
t	12.8461	3.3172
P	0.357	0.001

表2 3组图像客观质量评分比较($\bar{x} \pm s$)

组别	主观图像质量评分	图像客观评价指标		
		OIN (HU)	SNR	CNR
常规组(n=35)	1.64 ± 0.21	4.21 ± 0.35	10.08 ± 0.85	0.59 ± 0.14
低剂量组(n=35)	1.71 ± 0.26	6.72 ± 0.94	9.15 ± 0.73	0.58 ± 0.3
t	15.6307	2.3154	9.5083	8.3167
P	0.18346	0.0001	0.28634	0.1542

表3 2组的辐射剂量比较($\bar{x} \pm s$)

组别	CTDIvol (mGy)	DLP (mGy·cm)	ED (mSvT)
常规组(n=23)	14.37 ± 1.26	438.58 ± 42.46	6.14 ± 0.57
低剂量组(n=23)	10.18 ± 0.61	328.64 ± 25.36	4.60 ± 0.38
t	5.3592	6.1374	4.1068
P	0.0001	0.0001	0.0001

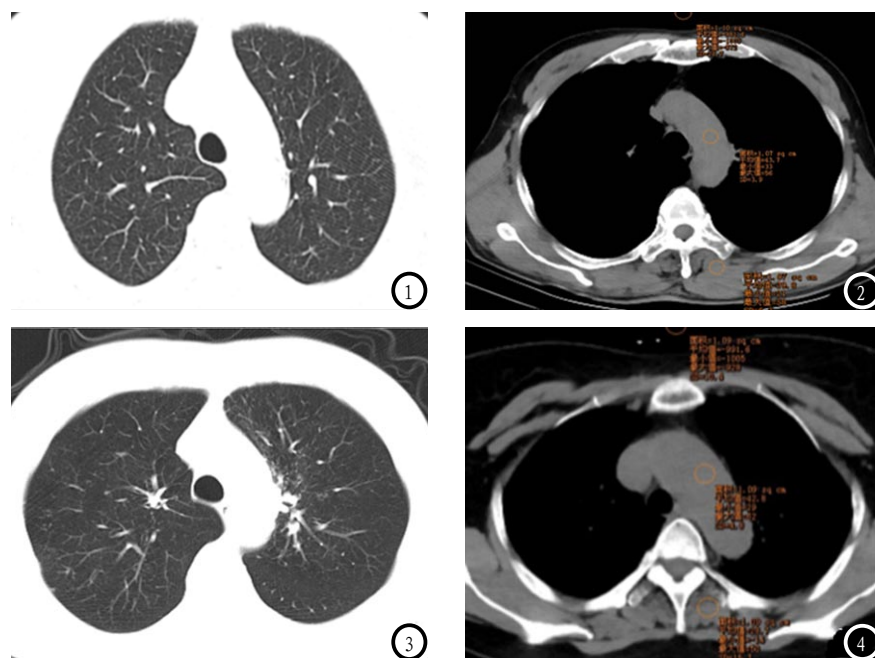


图1-2 常规组 (130kV Pitch 0.8 FBP重建) 图1为肺窗, 图2为纵膈窗, 肺纹理、支气管及纵膈结构非常清晰, 无伪影。图3-4 低剂量组 (110kV Pitch 2.0 IRIS重建) 图3为肺窗, 图4为纵膈窗, 肺纹理、支气管及纵膈结构清晰, 无伪影。

像重建最常用的算法。CT图像质量与辐射剂量之间存在着制衡关系, 降低辐射可导致采集数据不完备, 因而增加了图像噪声和伪影, 不能满足临床需求。FBP算法对成像过程的假设过于简单, 降低管电压或管电流后图像质量较差, 限制了CT低剂量扫描方案的实施。IR诞生于1982年, 是为了适应CT低剂量扫描方案而研发的一种基于最大似然-期望最大化法 (ML-EM) 的新型算法, 目前IR算法较多, 本研究采用Siemens的IRIS算法, Pontana等^[10]的研究结果证实, 采用IRIS在不丢失诊断信息的基础上能使受检者的辐射剂量降低35%, 而Hu等^[11]研究认为IRIS在降低受检者40%辐射剂量同时, 仍可保持图像质量不变或提高图像质量。

目前CT低剂量研究多为在固定管电压基础上采用CARE Dose 4D等技术逐步降低管电流, 为了进一步探索胸部CT的最佳优化扫描方案, 本研究在应用CARE Dose 4D技术基础上适当降低管电压、增大螺距, 即低剂量组将管电压

由130kV降低至110kV, 同时将Pitch由0.8增加至2.0, 以减少扫描时间进一步降低受检者辐射剂量, 并将采用IRIS算法提高图像质量。辐射剂量的平方与kV呈正比, 因而降低kV能更加有效地减低辐射剂量, 但降低kV将直接导致到达探测器的X线光子数量减少, 使图像噪声增加, 图像质量下降^[12, 13], 本研究中将管电压从130kV降低至110kV, 图像OIN值明显增加, 但当主观评分和SNR与CNR比较差异无统计学意义, 而且研究认为单纯OIN并不能决定图像质量, SNR和CNR对图像质量的影响较OIN更加重要; 降低管电压、增大螺距后使受检者的CTDIvol、DLP和ED较常规组明显降低, 与文献报道相符^[14], 说明适当降低管电压、增大螺距, 虽然会增加图像噪声, 但对图像质量影响并不显著, 仍能满足临床诊断需要, 而且可显著降低受检者的辐射剂量。但本项研究受设备限制, 仅将管电压降低至110kV, 而且IRIS算法是第一代IR, 随着CT设备和IR技术

的不断改进, 期待在今后的研究中有望进一步降低kV和提高Pitch, 并采用正弦确定迭代重建 (Sinogram affirmed iterative reconstruction, SAFIRE) 技术, 以进一步降低受检者辐射剂量、提供图像质量。

综上所述, 采用IRIS算法, 联合降低管电压、管电流和扫描时间等方法优化胸部CT扫描方案, 符合LLARA原则, 不仅显著降低了受检者的辐射剂量, 而且能够保障图像质量满足诊断要求。由此可见, 110kV大螺距联合IRIS可作为Siemens Emotion 16 CT胸部扫描的最佳方案。

参考文献

- [1] Mettler FA Jr, Thomadsen BR, Bhargavan M, et al. Medical radiation exposure in the U. S. in 2006: preliminary results [J]. Health Phys, 2008, 95 (5): 502-507.
- [2] Brenner DJ, Hall EJ. Computed tomography: an increasing source of radiation exposure [J]. N Engl J Med, 2007, 357 (22): 2277-2284.
- [3] 李琼, 于红, 张丽, 等. 迭代重建技术对胸部低剂量CT图像质量影响的初步研究 [J]. 中国医学计算机成像杂志, 2014, 20 (2): 191-194.
- [4] 张晓锦, 董健, 崔斌, 等. 自动管电流调节技术在胸部低剂量CT筛查中的临床价值 [J]. 中国医学影像技术, 2010, 26 (6): 1169-1171.
- [5] 胡秀华. 迭代重建技术在低剂量CT检查中的应用和图像质量评价 [D]. 浙江: 浙江大学, 2012.
- [6] 张栋青, 柳澄. CT低剂量扫描研究进展 [J]. 中国中西医结合影响杂志, 2013, 11 (2): 209-211.
- [7] Naidich DP, Marshall CH, Gribbin C, et al. Low-dose CT of the lungs: preliminary observations [J]. Radiology, 1990, 175 (3): 729-731.
- [8] No authors listed. The ALARA (as low as reasonably achievable) concept in pediatric CT intelligent dose reduction.

Multidisciplinary conference organized by the Society of Pediatric Radiology August 18-19, 2001[J]. *Pediatr Radiol*, 2002, 32(4): 217-313.

[9] Hundt W, Rust FP, Stabler AM, et al. Dose reduction in multislice computed tomography[J]. *J Comput Assist Tomogr*, 2005, 29(1): 140-147.

[10] Pontana F, Duhamel A, Pagniez J, et al. Chest computed tomography using iterative reconstruction vs filtered back projection (Part 2):

image quality of low-dose CT examinations in 80 patients[J]. *Eur Radiol*, 2011, 21(3): 636-643.

[11] Hu XH, Ding XF, Wu RZ, et al. Radiation dose of non-enhanced chest CT can be reduced 40% by using iterative reconstruction in image space[J]. *Clin Radiol*, 2011, 66 (11): 1023-1029.

[12] 温琳峰. 骨盆64排螺旋CT低剂量检查技术的研究[J]. *中国CT和MRI杂志*, 2015, 13(1): 102-105.

[13] 吴晶晶, 普福顺, 罗家滨, 等. 64排CT

前瞻性心电门控冠状动脉成像降低辐射剂量的研究[J]. *中国CT和MRI杂志*, 2015, 13(2): 30-33.

[14] 李剑, 郑敏文, 石明国, 等. 低kV和CARE Dose 4D技术对降低双源CT主动脉成像辐射剂量的价值[J]. *临床放射学杂志*, 2011, 30(10): 1528-1531.

(本文编辑: 张嘉瑜)

【收稿日期】2015-12-04

(上接第 41 页)

但考虑CT具有价格低、检测适应症广、扫描速度快、操作简单等优势, 仍可作为筛查方式进行应用。

MRI检测脑栓塞的基础为脑水肿, 脑水肿可导致早期患者脑梗塞部位含水量上升, 因此可经MRI检测发现, 且血管闭塞30min后, T2加权像可见高信号表达, 当血管闭塞达4~6h后, 可见缺血改变^[12]。MRI与CT诊断比较, 优势主要表现在: ①MRI对水敏感性较高, 因此可早期发现病变灶; ②CT显示效果受病灶密度影响, 而部分病灶尽管面积较大, 但无囊变或坏死, 因此组织密度较低, 故CT检测难度较大, 但MRI可通过病变区水量保证检测准确性; ③MRI对软组织分辨率较高, 可检出微小病灶(1-5mm), 但CT难以准确检出微小病灶^[13]; ④MRI不受骨性伪影干扰, 可任意方向成像, 因此可全面观察病变组织^[14]。本次研究显示, MRI总检出率为92.9%, 明显高于CT诊断的66.7%, 与相关研究基本吻合^[15]。MRI对入院后发病

较早患者的检出率明显高于CT, 而24h后两组检出率无明显差异。

综上, CT及MRI诊断脑梗塞具有良好的临床效果, MRI早期检出率及总检出率高于CT, CT检测成本较低、操作简单, 因此两者联合检测具有更高的临床价值。

参考文献

- [1] 刘琳, 李丽. CT和MRI检查联合应用诊断小脑梗塞的分析[J]. *中国美容医学*, 2012, 21(8): 213.
- [2] 吕爱清. 外伤性脑梗塞的MRI早期诊断[J]. *中国实验诊断学*, 2013, 17(11): 2068-2069.
- [3] 全国第四次脑血管病学术会议. 各类脑血管病的诊断要点[J]. *中华神经科杂志*, 1996, 29(6): 379-380.
- [4] 刘汉桥, 冯飞, 聂伟霞, 等. 脑梗塞治疗前后磁共振波谱分析与临床评分的相关性分析[J]. *中国CT和MRI杂志*, 2012, 10(5): 5-7, 11.
- [5] 杜飞, 郭艳霞. MRI与CT在老年多发性脑梗死病人诊断中的临床结果比较[J]. *中国老年学杂志*, 2012, 32(3): 487-489.
- [6] 方东光. 老年与中年脑梗死患者CT和MRI对比[J]. *中国老年学杂志*, 2012, 32(6): 1279-1280.
- [7] 刘康, 张耀森, 张明, 等. MR与CT检查老年多发性脑梗死临床价值分析[J]. *医学影像学杂志*, 2015, 12(4): 689-691.

- [8] 张猛, 戴月琴. MRI与CT应用于老年多发性脑梗死诊断中的比较[J]. *中国老年学杂志*, 2013, 33(19): 4842-4843.
- [9] 蔡望洲, 张燕, 陈亮, 等. MRI与CT应用于老年多发性脑梗死病人诊断中的比较分析[J]. *中国实验诊断学*, 2013, 17(8): 1463-1464.
- [10] 朱红霞, 陈义林, 林平, 等. MRI与CT检查老年多发性脑梗死患者临床价值分析[J]. *医学影像学杂志*, 2014, 22(8): 1386-1388.
- [11] 路融, 刘瑛, 廖顺明, 等. MRI与CT影像检查在老年多发性脑梗死诊断中的应用分析[J]. *医学影像学杂志*, 2014, 14(4): 611-613.
- [12] 崔红英, 孙胜, 贾洪顺, 等. 外伤性脑梗死CT、MRI表现及临床分析[J]. *河北医药*, 2013, 35(14): 2151-2152.
- [13] 吴胜才, 王学林, 汪峰, 等. MR与CT检查老年多发性脑梗死临床价值分析[J]. *医学影像学杂志*, 2014, 17(5): 868-870.
- [14] 翁晓海, 潘阿善, 周海生, 等. 脑梗死继发出血的CT/MRI特征分析[J]. *中国基层医药*, 2013, 20(4): 571-572.
- [15] 刘兴宇, 聂永康. 早期腔隙性脑梗死行CT和MRI检查的临床诊断价值[J]. *中国实验诊断学*, 2014, 64(7): 1080-1082.

(本文编辑: 黎永滨)

【收稿日期】2015-12-05