

• 论 著 •

## 迭代重建技术在 CT 上腹部低剂量扫描中的应用效果及价值研究

张信起, 王 宁<sup>△</sup>

(河北医科大学第二附属医院放射科, 石家庄 050000)

**摘要:**目的 观察迭代重建技术在 CT 上腹部低剂量扫描中的应用效果及价值。方法 选取 2015 年 6 月至 2016 年 9 月该院收治的上腹部 CT 扫描患者 60 例, 分为对照组( $n=30$ )和观察组( $n=30$ )。对照组在 120 kV、250 mAs 下进行常规剂量腹部扫描, 获得的图像采用滤波反射影进行重建; 观察组在管电压 120 kV、管电流于 250~70 mAs 每次间隔 60 mAs 减低扫描条件下行上腹部低剂量扫描, 获得的图像采用迭代技术进行重建, 分析迭代重建技术在 CT 腹部低剂量扫描中的应用效果。结果 观察组图像质量主观评分为 1 分、2 分及 3 分患者例数低于对照组, 差异有统计学意义( $P<0.05$ ); 观察组图像质量主观评分 4 分患者例数多于对照组, 差异有统计学意义( $P<0.05$ ); 观察组获得图像中噪声、竖脊肌噪声及腹壁脂肪噪声值少于对照组, 差异有统计学意义( $P<0.05$ ); 观察组迭代重建技术处理后 CT 剂量指数、CT 剂量长度乘积及有效辐射剂量水平低于对照组, 差异有统计学意义( $P<0.05$ )。结论 上腹部 CT 扫描患者采用迭代技术重建效果理想, 能降低图像噪声及辐射剂量, 且辐射剂量降低 35% 仍能获得与常规剂量相对的图像质量, 值得推广应用。

**关键词:** 迭代重建技术; CT 腹部低剂量扫描; 图像质量

DOI: 10.3969/j.issn.1672-9455.2017.20.028 文献标志码: A 文章编号: 1672-9455(2017)20-3051-03

## Study on application effect and value of iterative reconstruction technique in upper abdominal low-dose CT scanning

ZHANG Xinqi, WANG Ning<sup>△</sup>

(Department of Radiology, Second Affiliated Hospital of Hebei Medical University, Shijiazhuang, Hebei 050000, China)

**Abstract:** Objective To observe the application effect and value of iterative reconstruction technique in upper abdominal low-dose CT scanning. Methods Sixty patients with abdominal CT scanning in the hospital from June 2015 to September 2016 were selected and randomly divided into the control group( $n=30$ ) and observation group( $n=30$ ). The control group conducted the conventional dose abdominal scan at 120 kV and 250 mAs. The obtained images were reconstructed by adopting the filter reflex images. The observation group conducted the upper abdominal low-dose scan under the tube voltage of 120 kV and tube current of 250-270 mAs and at a interval of 60mAs reduced scan condition. The obtained images were reconstructed by iterative technique. Then the application effect of iterative reconstruction technique in upper abdominal low-dose CT scanning was analyzed. Results The cases number of subjective score 1, 2 and 3 points for image quality in the observation group was lower than that in the control group, difference was statistically significant( $P<0.05$ ); The cases number of subjective score 4 points for image quality in the observation group was more than that in the control group, difference was statistically significant( $P<0.05$ ); the obtained values of image noise, spinal erector muscle noise and abdominal wall fat noise in the observation group were less than those in the control group, the difference was statistically significant( $P<0.05$ ); The CT dose index, CT dose length product and effective radiation dose level after iterative reconstruction technique treatment in the observation group were lower than those in the control group, the difference was statistically significant( $P<0.05$ ). Conclusion Adopting the iterative technique reconstruction in upper abdominal CT scanning has an ideal effect, can reduces the image noise and radiation dose, moreover the radiation dose reduction by 35% can still obtain the corresponding image quality by the conventional dose, which is worthy to be promoted and applied.

**Key words:** iterative reconstruction; abdominal low-dose CT scan; image quality

计算机体层成像(CT)图像是临床上常用的诊断方法, 该方法具有较高的密度分辨率及空间分辨率, 能帮助患者早期确诊, 为临床诊断、质量提供影像学依据和参考<sup>[1]</sup>。但是, 随着患者临床 CT 扫描次数的不断增加, CT 扫描引起的辐射危害也受到人们的广泛重视<sup>[2]</sup>。根据国际相关公式, 患者在进行 CT 检查时必须严格遵循放射防护“合理使用低剂量”原则进行, 患者在顺利完成相关诊断时, 应该尽可能降低辐射剂量, 避免对患者产生二次伤害<sup>[3]</sup>。腹部 CT 是上腹部疾病中常用的诊断方法, 该方法一般需要进行多期增强扫描, 包括动脉期、静脉期、延迟期等, 与其他部位相比, 患者接受的辐射剂量更多, 伤害更大<sup>[4]</sup>。有报道显示: 成年人进行 1 次腹部常规 CT 扫描辐射剂量为 10 mSv, 新生儿达到 20 mSv, 过多的 CT 扫描吸收的辐射剂量会略微增加患癌风险, 再加上儿童、婴幼儿 CT 扫描

吸收有效的辐射剂量较成人增加 50.00%, 容易增加 0.18% 的患癌风险<sup>[5]</sup>。因此, 临床上采取有效的方法降低 CT 辐射剂量, 提高临床确诊率具有重要的意义。近年来, 迭代重建技术在部分 CT 上腹部低剂量扫描中得到应用且效果理想, 该方法能降低辐射剂量, 并且能获得相同的图像质量<sup>[6]</sup>。文献报道显示: 相对滤波反射投影(FBP)算法而言, 迭代重建能降低图像噪声的干扰, 使腹部辐射剂量降低 43.00%~66.00%, 但是该结论尚未得到进一步证实<sup>[7]</sup>。本研究选取上腹部 CT 扫描患者来探讨迭代重建技术在 CT 腹部低剂量扫描中的应用效果及价值, 现报道如下。

## 1 资料与方法

**1.1 一般资料** 选取 2015 年 6 月至 2016 年 9 月本院收治的上腹部 CT 扫描患者 60 例, 分为对照组和观察组。对照组 30

例,其中男 18 例,女 12 例;年龄 16~85 岁,平均(46.1±7.3)岁;体质量指数(BMI)为(16.2~26.3)kg/m<sup>2</sup>;腹围 54~102 cm,平均(74.7±4.1)cm。对照组 30 例,其中男 18 例,女 12 例;年龄 17~86 岁,平均(46.0±7.1)岁;BMI 为(16.3~26.5)kg/m<sup>2</sup>,腹围 55~104 cm,平均(75.9±4.4)cm。纳入标准:(1)符合上腹部疾病临床诊断标准;(2)患者均需要行 CT 扫描检查;(3)患者无 CT 扫描检查禁忌证。排除标准:(1)排除不符合上腹部疾病临床诊断标准者;(2)排除合并有影响效应指标观测、判断其他生理或病理者;(3)排除合并由于电解质紊乱以及酸碱平衡失调引起的心律失常。

**1.2 仪器与设备** 采用 Philips256 层多排螺旋 CT 进行扫描及增强扫描。对照组在 120 kV、250 mAs 下进行常规剂量腹部扫描,获得的图像采用滤波反射影进行重建,观察组在管电压 120 kV、管电流于 250~70 mAs 每次间隔 60 mAs 减低扫描条件下行上腹部低剂量扫描,获得的图像采用迭代技术进行重建,管电流分别为 250、190、130、70 mAs,探测器排列 128.000 mm×0.625 mm,采集矩阵为 512×512,在 0.9 mm 间隔及层距螺旋下进行扫描<sup>[8]</sup>。

**1.3 方法** 患者检查前保持仰卧位姿势,准确称量患者体质量,采用非离子型对比剂碘海醇注射液进行注射,剂量为 1.5 mL/kg,注射速度控制在 3 mL/s 以内,然后随即注入 20 mL 生理盐水进行水化,分别在注射后 28 s 和 65 d 采集动脉期及门静脉期图像,采用 5 mm 层厚进行重建,扫描范围为膈顶到肝脏下缘,扫描长度为 160~255 mm。对照组将获得的图像采用滤波反射影进行重建,观察组将获得的图像采用迭代技术进行重建,相关操作步骤必须严格遵照仪器操作说明进行<sup>[9]</sup>。

**1.4 观察指标** (1)图像质量主观评分。入选患者均由医院 2 位医生对图像质量进行评分,对于评分较高者,由第 3 位医生介入,遵循少数服从多数原则。采用 4 分评分法对两组图像质量进行评分。4 分:图像上能清晰地显示上腹部组织,无伪影,能为临床诊断提供有价值信息;3 分:上腹部基本清晰,图像存在少量伪影,能为临床诊断提供有价值信息;2 分:上腹部组织尚清楚,伪影较多;1 分:无法显影,伪影严重<sup>[10]</sup>。(2)客观指标。观察两组图像客观指标情况,包括噪声、竖脊肌噪声及腹壁脂肪噪声。(3)辐射剂量。采用 CT 剂量指数、剂量长度乘积及有效辐射剂量对两组患者检查时辐射剂量进行评估。有效辐射剂量=CT 剂量长度乘积×K,其中 K=0.015 mSv/(mGy·cm)。

**1.5 统计学处理** 采用 SPSS18.0 软件对数据进行分析处理,计数资料用[n(%)]表示,组间比较采用  $\chi^2$  检验;计量资料用  $\bar{x}\pm s$  表示,组间比较采用 *t* 检验,以 *P*<0.05 为差异有统计学意义。

## 2 结 果

**2.1 两组图像质量主观评分比较** 观察组图像质量主观评分为 1 分、2 分及 3 分的患者例数低于对照组,差异有统计学意义(*P*<0.05);观察组图像质量主观评分 4 分的患者例数多于对照组,差异有统计学意义(*P*<0.05),见表 1。

| 表 1 两组图像质量主观评分比较[n(%)] |          |         |         |          |           |
|------------------------|----------|---------|---------|----------|-----------|
| 组别                     | <i>n</i> | 1 分     | 2 分     | 3 分      | 4 分       |
| 观察组                    | 30       | 0(0.00) | 0(0.00) | 2(6.67)  | 28(93.33) |
| 对照组                    | 30       | 1(3.33) | 2(6.67) | 5(16.67) | 22(73.33) |
| $\chi^2$               |          | 5.036   | 6.102   | 5.391    | 8.015     |
| <i>P</i>               |          | <0.05   | <0.05   | <0.05    | <0.05     |

**2.2 两组图像客观指标情况比较** 观察组获得图像中噪声、竖脊肌噪声及腹壁脂肪噪声值少于对照组,差异有统计学意义(*P*<0.05),见表 2。

| 表 2 两组图像客观指标情况比较( $\bar{x}\pm s$ ,HU) |          |          |          |          |
|---------------------------------------|----------|----------|----------|----------|
| 组别                                    | <i>n</i> | 噪声       | 竖脊肌噪声    | 腹壁脂肪噪声   |
| 观察组                                   | 30       | 10.7±2.5 | 8.2±2.1  | 11.6±3.2 |
| 对照组                                   | 30       | 13.9±2.5 | 10.9±1.6 | 14.3±3.5 |
| <i>t</i>                              |          | 18.951   | 20.195   | 19.415   |
| <i>P</i>                              |          | <0.05    | <0.05    | <0.05    |

**2.3 两组 CT 剂量指数、剂量长度乘积及有效辐射剂量水平比较** 观察组迭代重建技术处理后 CT 剂量指数、剂量长度乘积及有效辐射剂量水平低于对照组,差异有统计学意义(*P*<0.05),见表 3。

| 表 3 两组 CT 剂量指数、剂量长度乘积及有效辐射剂量水平比较( $\bar{x}\pm s$ ) |          |                  |                    |                 |
|----------------------------------------------------|----------|------------------|--------------------|-----------------|
| 组别                                                 | <i>n</i> | CT 剂量指数<br>(mGy) | 剂量长度乘积<br>(mGy/cm) | 有效辐射剂量<br>(mSv) |
| 观察组                                                | 30       | 6.73±1.51        | 483.16±45.31       | 5.11±0.39       |
| 对照组                                                | 30       | 15.36±2.05       | 524.12±41.34       | 7.88±0.64       |
| <i>t</i>                                           |          | 15.836           | 18.481             | 19.825          |
| <i>P</i>                                           |          | <0.05            | <0.05              | <0.05           |

## 3 讨 论

上腹部疾病是临床上常见的疾病,入院后多数患者需要行 CT 检查,常规 CT 虽然能帮助患者确诊,但是诊断时患者所受的辐射剂量相对较多,再加上儿童、婴幼儿等对辐射剂量耐受性较差,容易对患者产生二次伤害<sup>[11]</sup>。目前,临床上 CT 图像重建方法主要有两种,即迭代重建和解析重建。解析重建虽然能满足患者图像重建需要,但是重建时算法相对较慢,需要较大的存储空间,从而难以满足临床实际需要。近年来,迭代重建技术在 CT 腹部低剂量扫描中得到应用,且效果理想<sup>[12]</sup>。本研究中,观察组图像质量主观评分为 1 分、2 分及 3 分的患者例数低于对照组,差异有统计学意义(*P*<0.05);观察组图像质量主观评分 4 分的患者例数多于对照组,差异有统计学意义(*P*<0.05)。迭代重建算法是基于噪声的统计模型,重点考虑到焦点、体素积探测器的实际几何大小,通过对 X 线生成和检测过程建立准确的模型,从而能选择性地识别及去除图像的噪声,提高图像质量,降低伪影发生率<sup>[13]</sup>。同时,迭代重建技术中的图像空间迭代重建、正弦确定迭代重建技术等,均能有效地降低辐射剂量,并且能获得与常规辐射剂量相当的图像质量。患者采用迭代重建技术时首先在投射空间内对原始数据的噪声、低信噪比等进行有效的辨认,从而建立相应的噪声模型,并且对现有的噪声进行有效的纠正和消除,从而能减低图像的噪声,提高图像的整体分辨率。然后,将 CT 扫描获得的数据录入图像空间中,利用噪声模型减去真实解剖模型,从而能去除图像中的各种噪声,能提高图像的空间分辨率与密度分辨率<sup>[14]</sup>。本研究中,观察组获得图像中噪声、竖脊肌噪声及腹壁脂肪噪声值少于对照组,差异有统计学意义(*P*<0.05)。

从理论上来说,辐射剂量降低 1/*x*,图像噪声将会增加 *x* 平方根倍。腹部 CT 扫描时,腹部低剂量扫描一般不建议低于 160 mAs 即可满足影响诊断图像质量。但是,当使用过低管电

流时,将会增加图像的噪声,导致图像的空间分辨率及密度分辨率进一步降低,从而影响图像的整体质量。同时,患者采用 CT 腹部扫描时还会受到 BMI 的影响,BMI 会影响图像的噪声,并且患者体型也会对图像质量造成不良的影响。通常来说,患者体积越大,BMI 越大,噪声越高。国内学者研究显示:采用 BMI 指导条件对于 BMI 相对较小的患者可能存在过量照射情况,对于 BMI 相对较大患者则可能出现照射剂量不足情况。因此,患者在行 CT 腹部扫描前应该加强患者评估,尽可能较少影响照射剂量的因素,根据每位患者情况选择合适的照射剂量,保证患者在顺利完成诊断获得预期图像的同时尽可能降低辐照剂量<sup>[15]</sup>。本研究中,观察组迭代重建技术处理后 CT 剂量指数、剂量长度乘积及有效辐射剂量水平低于对照组,差异有统计学意义( $P<0.05$ )。由此可见,迭代重建技术的运用克服了传统扫描检查时引起的噪声,能提高空间分辨率,能为患者临床诊断及后续治疗提供影像学依据和参考。但是,临床上对于单一采用 CT 诊断难以帮助患者确诊者,则可以联合生化指标测定、MRI 扫描等诊断,发挥不同诊断方法优势,帮助患者早期确诊,避免延误最佳治疗时机。

综上所述,腹部 CT 扫描患者采用迭代技术重建效果理想,能降低图像噪声及辐射剂量,且辐射剂量降低 35% 仍能获得与常规剂量相对的图像质量,值得推广应用。

# 参考文献

- [1] Desai S, Thabet A, Elias Y, et al. Comparative assessment of three image Reconstruction techniques for image quality and radiation dose in patients undergoing abdominopelvic multidetector CT examinations[J]. Br J Radiol, 2013, 86(1021):20120161.
- [2] Sucha D, Willeminck MJ, De Jong PA, et al. The impact of a new model-based iterative reconstruction algorithm on prosthetic heart valve related artifacts at reduced radiation dose MDCT[J]. Int J Cardiovasc Imaging, 2014, 30(4): 785-793.
- [3] Chang W, Lee JM, Lee K, et al. Assessment of a model-based, iterative Reconstruction algorithm(MBIR) regarding image quality and dose reduction in liver computed tomography[J]. Invest Radiol, 2013, 48(8):598-606.
- [4] 史振峰,陈杰,孙奇,等. CT 检查对泌尿系统结石成分的

- 诊断准确性评价[J]. 中国全科医学, 2013, 16(6): 710-712.
- [5] 袁灼彬,郑晓林,邹玉坚,等. 迭代重建技术在 CT 腹部低剂量扫描应用的可行性研究[J]. 临床放射学杂志, 2016, 35(2):288-293.
- [6] 李丽超,宫凤玲,周立娟,等. 输尿管结石低剂量 CT 扫描中不同 iDose 等级、不同层厚重建图像的质量比较[J]. 山东医药, 2016, 56(11):88-89.
- [7] 林丽红,段凯,胡毅,等. 多层螺旋 CT 非增强扫描在泌尿系结石诊断及治疗中的应用价值[J]. 罕少疾病杂志, 2014, 21(4):5-7.
- [8] 束宏敏,李小虎,宋建,等. 自适应统计迭代重建技术对泌尿系结石低剂量 CT 图像质量的影响[J]. 中国医学影像学杂志, 2016, 24(2):148-152.
- [9] 姚洪祥,王新江,孙红,等. 自适应统计迭代重建技术算法在头颅 CT 扫描降低噪声中的对比分析[J]. 医疗卫生装备, 2014, 35(6):90-92.
- [10] 李德维,郑晓林,邓磊,等. 低剂量迭代重建技术 CT 扫描在颅脑外伤中的临床应用[J]. 中国医学影像学杂志, 2015, 23(3):165-168.
- [11] 吴迪,郭文力,赵琰,等. 低管电压 CT 联合迭代重建技术在眼眶 CT 检查中的应用[J]. 中国临床医学影像杂志, 2015, 26(9):623-626.
- [12] 卞佳,张培功,姜兴岳,等. 原始数据域迭代重建技术在颅脑 CT 检查中的初步应用[J]. 实用放射学杂志, 2013, 29(11):1840-1843.
- [13] 张进,陈雯雯,肖铁臣,等. 基于迭代重建技术的低辐射剂量和低对比剂剂量在肝脏增强 CT 中的应用研究[J]. 临床放射学杂志, 2015, 34(6):992-996.
- [14] 黎佩君,黄飏,梁长虹,等. 迭代重建算法 CT 灌注成像与 CT 血管造影在缺血性脑血管病中的诊断价值[J]. 中国医学影像学杂志, 2013, 21(12):881-885.
- [15] 明康,杨国威,许永华,等. 冠状动脉 CT 血管成像 iDose4 迭代重建与滤波反投影重建图像质量和辐射剂量比较[J]. 中国医学影像学杂志, 2013, 21(4):305-308.

(收稿日期:2017-03-05 修回日期:2017-05-14)

(上接第 3050 页)

- [5] 张青,刘大为. 超声观测不同部位下腔静脉内径及其变异度的研究[J]. 中华内科杂志, 2014, 53(11):880-883.
- [6] Ben Brahim F, Hazelzet T, Cohen L, et al. Aberrant drainage of the umbilical vein into the coronary sinus without ductus venosusagenesis[J]. J Ultrasound Med, 2014, 33(3):535-542.
- [7] 孙丹丹,段云友. 健康成年新西兰兔下腔静脉内径与血流频谱的超声检测[J]. 中国医学影像学杂志, 2013, 20(4): 253-255.
- [8] De Backer D, Fagnoul D. Intensive care ultrasound: VI. Fluid responsiveness and shock assessment[J]. Ann Am Thorac Soc, 2014, 11(1):129-136.

- [9] 朱文晓,程颜苓. 胆囊颈部结石嵌顿引起下腔静脉受压超声表现一例[J/CD]. 中华医学超声杂志(电子版), 2011, 8(7):1596-1597.
- [10] 黄智,宋杰,李兴. 经颈静脉肝内门体分流术治疗肝硬化门静脉高压患者的疗效及对血流动力学的影响[J]. 中国老年学杂志, 2014, 34(4):888-889.
- [11] 雷震,杨世梅. 肝硬化门脉高压症超声血流参数对门静脉压力的影响[J]. 海南医学院学报, 2011, 17(6):833-836.
- [12] 秦翠丽,丁岩. 实时超声造影定量分析结合肝段下腔静脉内径测量在肝硬化诊断中的应用价值[J]. 中国卫生产业, 2014, 10(16):106-107.

(收稿日期:2017-03-04 修回日期:2017-05-13)