

## 论 著

## 低剂量自适应统计迭代重建技术对泌尿系统结石图像质量的影响

广东省深圳市龙华区人民医院医学影像科 (广东 深圳 518109)

曾剑兵 刘仁伟 方进智  
吴志清 梁瑞金 陈 熙

**【摘要】目的** 探讨自适应统计迭代重建技术在低剂量条件下对泌尿系统结石图像质量的影响。**方法** 选取医院2016年1月至2018年1月期间诊治的泌尿系统结石患者88例作研究对象,并按辐射剂量不同予以分组:对照组(n=44)接受常规剂量扫描,研究组(n=44)则接受低剂量扫描;运用不同权重的自适应统计迭代重建技术予以图像重建,就2组患者的图像质量、噪声水平以及辐射剂量差异进行统计学分析。**结果** ①研究组患者应用不同权重的自适应统计迭代重建技术重建图像质量评分均高于对照组( $P < 0.05$ );②研究组患者经不同权重自适应统计迭代重建技术重建的图像噪声水平与对照组相比均无统计学差异;③研究组患者平均辐射剂量是 $(1.7 \pm 0.2)$  mSv,低于对照组的 $(5.8 \pm 1.1)$  mSv, ( $P < 0.05$ )。**结论** 自适应统计迭代重建技术能减少图像噪声,使低剂量条件下泌尿系统结石成像成为可能,可在满足诊断要求的前提下明显降低辐射剂量。

**【关键词】** 自适应统计迭代重建技术; 辐射剂量; 低剂量; 泌尿系统结石; 噪声水平; 图像质量

**【中图分类号】** R816

**【文献标识码】** A

**DOI:** 10.3969/j.issn.1672-5131.2020.03.019

通讯作者: 曾剑兵

## The Influence of Adaptive Statistical Iterative Reconstruction Technology on the Image Quality of Urolithiasis Under Low Dose Condition

ZENG Jian-bing, LIU Ren-wei, FANG Jin-zhi, et al., Department of Medical Imaging, Longhua District People's Hospital, Shenzhen 518109, Guangdong Province, China

**【Abstract】Objective** To explore the influence of adaptive statistical iterative reconstruction technology on the image quality of urolithiasis under low dose condition. **Methods** A total of 88 urolithiasis patients diagnosed and treated in the hospital from January 2016 to January 2018 were selected as the research objects, and were divided into two groups according to different radiation doses: the control group (n=44) received conventional dose scanning, and the study group (n=44) received low-dose scanning; image reconstruction was carried out by using self-adaptive statistical iterative reconstruction technology with different weights, and the image quality, noise level and radiation dose of the two groups of patients were analyzed. **Results** ①The image quality score of the study group was statistically higher than that of the control group ( $P < 0.05$ ). ②In the study group, the image noise level reconstructed by different weight adaptive statistics and iterative reconstruction technology had no statistical difference compared with the control group ( $P > 0.05$ ). ③The average radiation dose of the study group was  $(1.7 \pm 0.2)$  mSv, which was lower than that of the control group  $(5.8 \pm 1.1)$  mSv ( $P < 0.05$ ). **Conclusion** Adaptive statistical iterative reconstruction technology can reduce image noise, make it possible to image urolithiasis at low dose, reduce noise and radiation dose on the premise of meeting diagnostic requirements.

**【Key words】** Adaptive Statistical Iterative Reconstruction Technology; Radiation Dose; Low Dose; Urinary Calculi; Noise Level; Image Quality.

泌尿系统结石为常见病<sup>[1-2]</sup>, 超声及CT平扫作为临床主要的检查方法均广泛应用于临床。超声对泌尿系敏感性高、可发现细小结石及X线阴性结石,但其局限性在于无法明确输尿管结石的有无、位置、范围<sup>[3-5]</sup>。CT在观察泌尿系统结石方面具有快速成像、观察全面的特点,特别对超声无法明确的输尿管结石有重要的诊断意义,但CT存在放射性辐射、患者接受度及可重复性相对减低,低剂量CT及迭代重建技术的出现突破了这一瓶颈,有望成为既能快速、全面诊断泌尿系结石又显著降低辐射剂量的新方法<sup>[6-10]</sup>。本研究为明确低剂量条件下自适应统计迭代重建技术对泌尿系统结石图像质量的影响,对一组泌尿系统结石患者进行低剂量扫描,同时对另一组基本情况相似的泌尿系统结石实施常规剂量扫描,分析2组图像质量、辐射剂量、图像噪声的差异,现报道如下。

## 1 资料与方法

**1.1 临床资料** 本组泌尿系统结石患者共88例,按照螺旋CT扫描辐射剂量不同分成研究组、对照组,均44例,其收治时间:2016年1月至2018年1月。研究组中男24例,女20例;年龄为26~75岁,平均年龄为 $(54.29 \pm 7.65)$ 岁;体重指数是 $19 \sim 33 \text{Kg/m}^2$ ;对照组中男23例,女21例;年龄为27~75岁,平均年龄为 $(54.45 \pm 7.15)$ 岁;体重指数是 $20 \sim 33 \text{Kg/m}^2$ ;2组患者体重指数、性别分布以及年龄等无差异( $P >$

0.05)。

### 1.2 纳入与排除标准 (1)

纳入标准：①临床资料完整；②存在腹背部疼痛、血尿、尿急等症状，并经临床症状与体征、病史询问以及各种影像学检查明确诊断为泌尿系统结石；(2)排除标准：①扫描期间配合行为较差者；②意识不清或存在沟通功能障碍者。

### 1.3 检查方法

2组患者均接受螺旋CT扫描检查，即应用GE Revolution能谱CT扫描；在扫描前30min饮用水300mL，随后开始扫描：保持仰卧位，从患者胸12椎体水平开始到耻骨联合下缘部位，期间叮嘱患者屏息。管电压设置为120kV，应用自动毫安调节技术，旋转时间是每圈0.5s，管电流范围是10~400mA，螺距是1.375:1；其中研究组患者应用低剂量螺旋CT扫描，期间噪声指数设为25；对照组患者应用常规剂量螺旋CT扫描，期间噪声指数设为13。

研究组、对照组患者均应用滤过反投影技术、自适应统计迭代重建技术进行图像重建，图像应用1.25mm层厚，而自适应统计迭代重建技术权重依次设为20%、40%、60%、80%，共获得十组图像，在GE AW4.6工作站进行图像测量。由两名腹部影响诊断经验超过5年的医师评估图像，观察结石数量、大小、位置、图像质量、图像噪声等，期间若有不一致意见时，则通过协商而达成一致；

### 1.4 观察指标

(1)统计2组患者的图像质量评分，评估其不同剂量条件下的图像质量；图像质量评价标准如下：①图像噪声大，结构显示模糊，伪影重，完全无法满足临床诊断，为1分；②图像噪声大，大部分结构显示模

糊，无法满足临床诊断，为2分；③图像噪声一般，部分结构显示不甚清晰，但基本满足临床诊断，为3分；④图像噪声尚可，且结构组织显示清晰，可满足临床诊断要求，为4分；⑤图像噪声较小，结构显示清晰，完全可满足临床诊断，为5分；(2)统计2组患者在螺旋CT扫描时的噪声水平；其中，噪声水平计算方法：选取患者体表脂肪层、肝右叶、腰大肌作为感兴趣区域，大小设为70~110mm<sup>2</sup>，记录其感兴趣区域CT值标准差，作为图像噪声水平，计算脂肪层、肝右叶、腰大肌扫描时噪声水平平均值；(3)统计2组患者螺旋CT扫描期间的辐射剂量；辐射剂量计算方式为，记录2组患者CT容积剂量指数和剂量长度乘积，计算其有效辐射剂量，公式如下：辐射剂量=剂量长度乘积\*转换因子(腹部常规转换因子为0.015)。

**1.5 统计学方法** SPSS 20.0 统计学软件：计量资料用( $\bar{x} \pm s$ )表示，对比则实行t检验；若存在统计学差异，则以P<0.05描述。

## 2 结果

**2.1 图像质量** 研究组患者应用不同权重的自适应统计迭代重建技术重建图像质量评分，均

高于对照组，且均有统计学差异(P<0.05)，见表1。

### 2.2 噪声水平

研究组患者经不同权重自适应统计迭代重建技术重建的图像噪声水平与对照组相比均无统计学差异(均P>0.05)，见表2。

### 2.3 辐射剂量

研究组患者平均辐射剂量是(1.7±0.2)mSv，对照组患者平均辐射剂量是(5.8±1.1)mSv，比较有统计学差异(t=24.325, P=0.000)。

## 3 讨论

泌尿系统结石作为泌尿外科多发病、常见病，临床常采用CT检查明确诊断。如何减少泌尿系统结石患者在螺旋CT扫描检查中的辐射剂量，已成为诊断医师与患者关注热点问题之一<sup>[11]</sup>。现阶段，降低管电流是减少螺旋CT扫描辐射剂量的常用手段之一，既往多采取固定管电流，而自动管电流调节技术作为一种前瞻性剂量调控技术，可通过预设噪声指数完成辐射剂量调节，即在提升图像噪声水平的同时，降低辐射剂量，其图像重建速度极快，现已成为重建螺旋CT图像的金标准。但低剂量的螺旋CT扫描增加了图像噪声，容易产生伪影，降低了Z轴上图像空间分辨率大幅

表1 2组患者的图像质量评分差异比较(分,  $\bar{x} \pm s$ )

| 组别        | 权重20%   | 权重40%   | 权重60%   | 权重80%   |
|-----------|---------|---------|---------|---------|
| 研究组(n=44) | 4.3±0.3 | 4.4±0.3 | 5.0±0   | 5.0±0   |
| 对照组(n=44) | 3.0±0.5 | 3.5±0.4 | 4.0±0.4 | 4.2±0.4 |
| t         | 14.789  | 11.940  | 16.583  | 13.266  |
| P         | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   |

表2 2组患者在螺旋CT扫描期间的噪声水平比较(HU,  $\bar{x} \pm s$ )

| 组别        | 权重20%    | 权重40%    | 权重60%    | 权重80%    |
|-----------|----------|----------|----------|----------|
| 研究组(n=44) | 23.6±2.2 | 21.3±2.4 | 22.5±1.9 | 30.1±2.6 |
| 对照组(n=44) | 23.1±2.0 | 20.9±2.1 | 21.9±1.7 | 29.8±2.4 |
| t         | 1.116    | 0.832    | 1.561    | 0.562    |
| 0P        | 0.134    | 0.204    | 0.061    | 0.288    |

度,严重影响图像质量,增加小病灶遗漏风险<sup>[12-13]</sup>。相比之下,自适应统计迭代重建技术作为一种通过迭代方式抑制噪声、提升图像质量质量的新技术,可克服自动管电流调节技术上述缺陷,获得清晰的图像<sup>[14]</sup>。自适应统计迭代重建技术充分考虑到了数据统计的噪声性质,应用迭代方式于原始数据空间进行抑制,从而在不影响图像空间分辨率前提下,降低图像噪声,获得清晰图像<sup>[15]</sup>。本研究结果提示:研究组患者在不同权重的自适应统计迭代重建技术重建下的图像质量评分高于对照组,可见应用自适应统计迭代重建技术,能够在低剂量条件下获得高质量的泌尿系统结石图像;同时,研究组、对照组在不同权重自适应统计迭代重建技术下的图像噪声无差异,可见自适应统计迭代重建技术可在低剂量条件下降低图像噪声;此外,研究组辐射剂量明显小于对照组,可见自适应统计迭代重建技术在低剂量条件下不但能够获得高质量的泌尿系统结石图像,还可减小螺旋CT扫描所致辐射,值得推广。

综上,自适应统计迭代重建技术能减少图像噪声,使低剂量条件下对泌尿系统结石成像成为可能,可在满足诊断要求的前提下减少噪声,明显降低辐射剂量。

## 参考文献

- [1] 朱正,赵心明,周纯武. 宝石能谱单能量成像及自适应统计迭代重建技术在腹部低剂量CT扫描中的可行性研究[J]. 放射学实践, 2017, 32(4): 418-422.
- [2] 侯平,刘杰,蒋耀军,等. 超低剂量对比剂主动脉CTA检查联合单能量成像和ASIR技术的可行性[J]. 中国医疗设备, 2016, 31(7): 22-25.
- [3] 张力,徐延峰,郑婧,等. 低剂量自适应统计迭代重建技术在低辐射剂量头颈部CT血管成像中的应用[J]. 中国现代医学杂志, 2017, 27(2): 81-85.
- [4] 颜利辉,陈飞,姚立正,等. 前置自适应统计迭代重建技术对胸部CT辐射剂量和图像质量的影响: 体模与临床研究[J]. 中国医学影像技术, 2017, 33(3): 468-472.
- [5] Tenant S, Pang C L, Dissanayake P, et al. Intra-patient comparison of reduced-dose model-based iterative reconstruction with standard-dose adaptive statistical iterative reconstruction in the CT diagnosis and follow-up of urolithiasis[J]. European Radiology, 2017, 27(10): 1-10.
- [6] 李亮,谭理连,梁锦发等. CT肾集合系统及肾动脉联合成像对复杂性肾结石行微创PCNL的术前评价[J]. 罕少疾病杂志, 2015, (2): 20-23.
- [7] 尹伟,马晓璐,黄挺,等. 全迭代重建技术在20%剂量条件下冠状动脉成像中的可行性研究[J]. 中国CT和MRI杂志, 2018, 16(10): 45-48.
- [8] 赵晶,徐飞,李晓璐,等. 不同水平的自适应统计迭代重建(ASiR)算法在能谱CT门静脉成像中的图像质量比较[J]. 临床放射学杂志, 2016, 35(2): 282-287.
- [9] 丰川,钱伟亮,周丹静,等. 极低辐射剂量扫描结合模型迭代重建技术在下肢CTA中应用研究[J]. 中国CT和MRI杂志, 2018, 16(3): 117-120.
- [10] Yin X, Zuo Z, Xu Y, et al. Feasibility of automatic spectral imaging protocol selection and adaptive statistical iterative reconstruction in reducing radiation and iodine contrast dose in abdominal CTA[J]. Chinese Journal of Medical Imaging Technology, 2017, 33(4): 603-607.
- [11] 吴艳,苏蕾,侯平,等. 低能量成像技术在布加综合征肝内门脉系统及下腔静脉系统成像中的临床应用[J]. 中国医疗设备, 2016, 31(7): 16-18.
- [12] 余广海,吴越,刘斌,等. 大尺度非局部均值伪影抑制技术对提高低剂量腹部CT图像质量的价值研究[J]. 安徽医科大学学报, 2017, 52(6): 887-891.
- [13] 周悦,董军强,高剑波,等. 能谱CT单能量成像联合自适应迭代重建技术优化胸部增强扫描图像质量的研究[J]. 中国医学影像学杂志, 2016, 24(10): 746-749.
- [14] Chaytor R J, Rajbabu K, Jones P A, et al. Determining the composition of urinary tract calculi using stone-targeted dual-energy CT: evaluation of a low-dose scanning protocol in a clinical environment[J]. British Journal of Radiology, 2016, 89(1067): 20160408.
- [15] 殷小平,左紫薇,徐英进,等. 能谱CT单能量成像联合自适应迭代算法重组技术在肠系膜上动静脉图像质量的临床研究[J]. 临床放射学杂志, 2017, 36(6): 889-894.

(本文编辑: 谢婷婷)

【收稿日期】2018-05-08