

网络出版时间: 2019-8-12 17:32 网络出版地址: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/34.1065.R.20190812.1006.033.html>

不同 ASIR 等级和重建层厚 对泌尿系结石低剂量 CT 图像质量的影响

束宏敏¹, 李小虎¹, 胡 翀¹, 刘 斌¹, 宋 建¹, 杜俊华², 余永强¹

摘要 选择临床怀疑有尿路结石的患者 66 例, 采用自动管电流调节技术行 CT 扫描, 随机分为低剂量组及常规剂量组, 各 33 例。常规剂量组使用滤过反投影技术 (FBP) 行 1.25 mm 薄层重建, 低剂量组使用 FBP 及不同自适应统计迭代重建技术 (ASIR) 等级 (20%、40%、60%、80%) 行 1.25 mm 薄层重建。对低剂量组 1.25 mm 薄层重建中图像质量最佳的 ASIR 等级行 0.625 mm 及 2.5 mm 薄层重建。结果显示: 低剂量组 80% ASIR 图像质量与常规剂量组 FBP 图像质量相仿; 三种层厚 (0.625、1.25 及 2.5 mm) 80% ASIR 重建图像质量比较, 差异均有统计学意义 ($P < 0.05$), 三组图像检出结石分别为 167、171、169 枚。低剂量组的辐射剂量

较常规剂量组明显降低。泌尿系结石低剂量 CT 图像质量受 ASIR 等级及重建层厚的影响, 80% ASIR 图像质量最佳, 此水平 1.25 mm 层厚为最优重建方案。

关键词 低剂量; 迭代重建技术; 泌尿系结石; 图像质量; CT
中图分类号 R 814.42

文献标志码 A **文章编号** 1000-1492(2019)09-1489-04
doi: 10.19405/j.cnki.issn1000-1492.2019.09.033

泌尿系结石是常见的临床疾病之一, 目前以 CT 扫描作为诊断泌尿系结石的主要方法。然而, CT 扫描较尿路平片、超声等检查方法增加了患者的辐射剂量, 部分患者在治疗过程中往往需要接受多次 CT 检查。如何有效降低患者的辐射剂量成为临床关注的热点问题。研究^[1]表明, 降低管电流可降低辐射剂量, 但引起图像噪声的增加。自适应统计迭代重建技术 (adaptive statistical iterative reconstruction, ASIR) 能有效地降低图像噪声, 改善图像质量^[2]。图像重建层厚的选择亦会影响图像噪声。该研究结

2019-05-08 接收

基金项目: 安徽高校省级自然科学研究重点项目 (编号: KJ2018A0197)

作者单位: 安徽医科大学第一附属医院¹ 放射科、² 泌尿外科, 合肥 230022

作者简介: 束宏敏, 男, 住院医师;

余永强, 男, 教授, 主任医师, 博士生导师, 责任作者, E-mail: yuyongqiang@hotmail.com

[17] 王 韬, 张姝翌, 李国逊, 等. MNP-RT-PCR 技术在大肠癌和腺瘤性息肉筛查和鉴别中的应用 [J]. 山东医药, 2014, 54(13): 55-7.

[18] Fearon E R, Vogelstein B. A genetic model for colorectal tumori-

genesis [J]. Cell, 1990, 61(5): 759-67.

[19] 张 利, 李琨琨, 张 洋, 等. 血清转铁蛋白联合癌胚抗原对结肠癌筛查的临床价值 [J]. 中国实用医药, 2015, 10(26): 41-3.

Comparison of the effectiveness of three fecal occult blood tests and digital immunoassay combined fecal DNA test on screening of colorectal cancer

Jin Shui^{1,2}, Wang Yalei¹, Heng Miao¹, et al

(¹ Dept of Gastroenterology, The First Affiliated Hospital of Anhui Medical University, Hefei 230022;

² Dept of Gastroenterology, Chaohu Affiliated Hospital of Anhui Medical University, Chaohu 238000)

Abstract To compare the differences of fecal immunocolloidal gold test, poop-poop tube test, digital immunoassay and fecal immunochemical test combined with DNA test (FIT-DNA) for screening of colorectal cancer diseases. A total of 244 patients were enrolled. The sensitivity and positive values of FIT-DNA test in the identification of colorectal cancer, precancerous lesions and high-risk adenomas were significantly higher than those of the other three tests; The false positive value of normal intestine and other lesions was significantly lower than those of the other three tests. FIT-DNA can be used as the first choice for screening of colorectal diseases.

Key words FIT-DNA; colorectal cancer; high-risk adenomas

合使用自动管电流调节技术(automatic tube current modulation, ATCM), 探讨在低剂量 CT 诊断泌尿系结石中最佳的 ASIR 等级及重建层厚。

1 材料与方法

1.1 病例资料 选取安徽医科大学第一附属医院 2017 年 2~8 月临床怀疑泌尿系结石的 66 例患者, 随机分为低剂量组及常规剂量组, 各 33 例。低剂量组男 18 例, 女 15 例, 年龄 23~67(49.7±13.6) 岁, 体质量指数(body mass index, BMI) 17.6~33.8(24.44±3.73) kg/m²; 常规剂量组男 20 例, 女 13 例, 年龄 27~74(51.0±11.1) 岁, BMI 17.6~33.2(24.25±3.60) kg/m²。本研究经伦理委员会批准(批号: PJ2011-08-09)。

1.2 设备与方法 采用 GE 能谱 CT 扫描, 扫描范围自 T12 水平至耻骨联合。扫描参数: 120 kV, 10~400 mA^[3-4](使用 ATCM 技术), 螺距 1.375, 噪声指数(noise index, NI) 设定 NI_{低剂量组} 为 25, NI_{常规剂量组} 为 13。常规剂量组采用滤过反投影技术(filtered back projection, FBP) 进行图像重建, 低剂量组采用 FBP 及不同 ASIR 等级(20%、40%、60%、80%) 技术进行图像重建, 两组图像重建层厚为 1.25 mm。对低剂量组图像质量最佳的 ASIR 等级进行 0.625 mm 及 2.5 mm 层厚重建。

1.3 图像质量分析 ① 图像质量主观评分: 1 分: 图像噪声大, 组织结构模糊, 无临床诊断价值; 2 分: 图像噪声较大, 大部分组织结构模糊, 临床诊断价值较小; 3 分: 图像噪声一般, 部分组织结构模糊, 临床诊断价值一般; 4 分: 图像噪声较小, 组织结构清晰, 临床诊断价值较大; 5 分: 图像噪声小, 组织结构清晰, 临床诊断价值大^[5-6]。② 图像噪声的测定: 选取 3 个感兴趣区(region of interest, ROI)(肝右叶、体表脂肪层及 L5 水平腰大肌), 测定 ROI 区 CT 值的标准差(SD) 作为图像噪声值。由两名具有 5 年以

上腹部影像诊断经验的医师分别对以上图像进行评估、观察, 意见不一致时, 由两名医师协商达成一致。

1.4 辐射剂量 记录两组的 CT 容积剂量指数(CT dose index volumes, CTDIvol) 及剂量长度乘积(dose length product, DLP), 并根据公式($ED = DLP \times 0.015^{[7]}$) 计算有效剂量(effective dose, ED)。

1.5 统计学处理 采用 SPSS 16.0 软件进行分析, 计量资料采用 $\bar{x} \pm s$ 表示, 图像噪声、辐射剂量比较采用 *t* 检验, 图像质量主观评分比较采用 Mann-Whitney U 秩和检验, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 辐射剂量 低剂量组 CTDIvol、DLP、ED 较常规剂量组分别下降约 63.91%、63.28% 及 63.24%, 差异有统计学意义($P < 0.05$)。见表 1。

表 1 两组的剂量比较($n=33, \bar{x} \pm s$)

辐射剂量	低剂量组	常规剂量组	<i>t</i> 值	<i>P</i> 值
CTDIvol(mGy)	3.01±1.59	8.34±2.19	12.617	<0.05
DLP(mGy·m)	149.81±86.01	407.99±117.70	11.363	<0.05
ED(mSv)	2.25±1.29	6.12±1.76	11.368	<0.05

2.2 图像质量主观评分及图像噪声 低剂量组 80% ASIR 图像质量评分与常规剂量组 FBP 图像比较, 差异无统计学意义($Z = -0.702, P > 0.05$)。低剂量组 80% ASIR 图像噪声(肝右叶、脂肪、腰大肌)与常规剂量组 FBP 图像比较, 差异无统计学意义($t_{肝右叶} = 1.099, t_{脂肪} = 1.603, t_{腰大肌} = 1.617, P > 0.05$)。见表 2、图 1。

2.3 不同层厚重建图像比较 对低剂量组 80% ASIR 图像进行 0.625、1.25 及 2.5 mm 层厚重建, 比较三组图像的主观评分及图像噪声, 差异有统计学意义($P < 0.05$)。三组图像检出结石分别为 167、171、169 枚。见表 3、图 2。

表 2 两组图像质量主观评分及图像噪声比较($n=33$)

分组	图像质量主观评分 [分, <i>M</i> (<i>Q</i>)]	噪声(HU, $\bar{x} \pm s$)		
		肝右叶	脂肪	腰大肌
常规剂量组				
FBP	4(0.25)	29.69±4.36	25.57±4.00	28.16±3.72
低剂量组				
FBP	3(0.00)*	53.40±8.69*	41.11±6.72*	49.90±8.48*
20% ASIR	4(1.00)*	46.24±7.33*	36.55±5.57*	43.37±7.22*
40% ASIR	4(0.25)*	40.75±6.72*	31.69±5.89*	37.06±6.36*
60% ASIR	4(0.00)*	34.44±5.94*	27.95±4.88*	32.27±5.93*
80% ASIR	4(0.00)	28.57±5.05	24.20±4.10	26.82±4.05

与对照组 FBP 比较: * $P < 0.05$

表3 三种不同层厚重建图像质量及噪声比较($n=33$)

80% ASIR 层厚重建	图像质量主观评分[分, $M(Q)$]	噪声($HU, \bar{x} \pm s$)		
		肝右叶	脂肪	腰大肌
0.625 mm	3(0.25)	31.38 ± 6.57	28.10 ± 3.99	30.99 ± 4.73
1.25 mm	4(0.00)	28.57 ± 5.05	24.20 ± 4.10	26.82 ± 4.05
2.5 mm	4(1.00)	19.16 ± 3.68	17.65 ± 3.41	19.36 ± 2.74

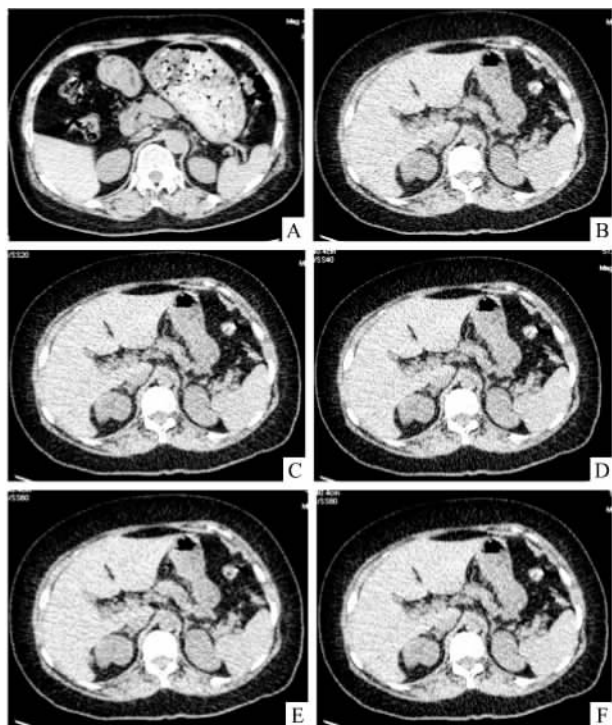


图1 两组扫描图像质量比较

A: 常规剂量、FBP 重建; B~F: 低剂量, 依次 FBP、20% ASIR、40% ASIR、60% ASIR、80% ASIR 重建

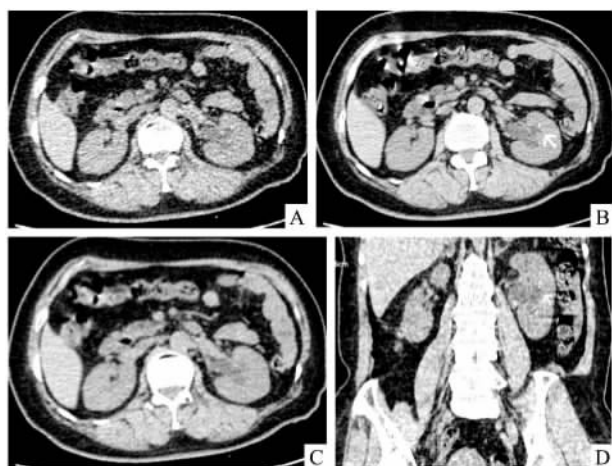


图2 三种层厚重建图像对小结石的显示情况

A: 0.625 mm 层厚、横切面; B: 1.25 mm 层厚、横切面; C: 2.5 mm 层厚、横切面; D: 1.25 mm 层厚、冠状面

3 讨论

随着 CT 检查在泌尿系结石诊断中的逐步应

用,患者接受的辐射剂量也随之增加,辐射引起的危害也逐渐受到人们的关注。低剂量 CT 成为研究热点。

本研究通过采用控制管电流调节降低辐射剂量。管电流调节技术是通过设定 NI 值调节剂量,NI 值越高,辐射剂量越低。结果显示,低剂量组的 ED (2.25 mSv) 较常规剂量组 (6.12 mSv) 明显减低,剂量降低约 63.2%。既往研究^[5,8-9]显示,使用低剂量 CT 扫描,患者的辐射剂量下降约 50%~76%。本研究的剂量降低程度较以往研究^[5,8-9]相似,辐射剂量降低的程度可能与扫描条件(管电压、NI)的设置有关。

研究^[10]显示,剂量降低的同时会引起图像噪声的增加,导致图像质量下降。FBP 和迭代重建算法为常用的降低图像噪声的重建技术。FBP 技术简单快速,但易受 X 线量波动的影响。ASIR 作为降低图像噪声的重建算法之一,通过迭代的方式在原始数据空间上抑制噪声,可在不影响空间分辨率的前提下,降低图像噪声,明显改善图像质量^[11]。本研究中,低剂量组扫描图像噪声较大,使用不同等级的 ASIR 进行图像重建后,图像噪声均有不同程度的减低。研究采用图像质量主观评分及噪声测定双指标评定图像质量,结果显示,随着 ASIR 权重的增加,图像噪声逐步减低,图像质量评分逐步增加,以 80% ASIR 图像质量最佳,与 McLaughlin et al^[12] 研究结果类似。

图像噪声的大小与图像重建层厚呈负相关性,层厚越厚,图像噪声越小,且层厚越厚,重建的数量明显减少,重建速度提高,可以提高工作效率。但随着图像层厚的增加,对于小结石的诊断会受到影响,造成小结石的漏诊。本研究中,选择了 0.625、1.25、2.5 mm 三种层厚重建图像,三组图像中结石的检出分别为 167、171、169 枚。0.625 mm 层厚重建图像噪声明显高于 1.25 mm 及 2.5 mm 两组图像,图像伪影大,对于部分小于 2 mm 的结石,显示欠佳,诊断有一定的困难,本研究中有 4 枚结石(直径 $\leq 2 \text{ mm}$)未检出,如图 2 所示。2.5 mm 层厚重建图像噪声明显减低,图像质量优于 1.25 mm,但层厚

增加,易造成小结石的漏诊,本研究中有2枚小结石(直径1~2 mm)未检出。1.25 mm层厚重建图像噪声适中,可满足临床诊断需求,对结石的检出率较高,为最优重建层厚。李丽超等^[13]研究显示,在低剂量扫描中,以1.5 mm层厚为最优的重建层厚。本研究结果与之相似。本研究尚有待改进之处:扫描条件(管电压、NI)设定的较为单一,在后续的研究中,将进一步优化扫描参数,进一步降低辐射剂量。

参考文献

- [1] Kwon J K, Chang I H, Moon Y T, et al. Usefulness of low-dose non-enhanced computed tomography with iterative reconstruction for evaluation of urolithiasis: diagnostic performance and agreement between the urologist and the radiologist [J]. *Urology*, 2015, 85(3): 531-8.
- [2] 赵永霞, 常津, 左紫薇, 等. 不同浓度对比剂联合能谱CT扫描在肾动脉CT血管成像中的应用[J]. *中国医学影像学杂志*, 2016, 24(2): 153-6.
- [3] Kulkarni N M, Uppot R N, Eisner B H, et al. Radiation dose reduction at multidetector CT with adaptive statistical iterative reconstruction for evaluation of urolithiasis: how low can we go? [J]. *Radiology*, 2012, 265(1): 158-66.
- [4] Li X, Yu Y, Liu B, et al. Radiation dose reduction at multidetector CT [J]. *Radiology*, 2013, 268(3): 925-6.
- [5] 张柏昌, 仰浪霞, 曾官红, 等. 自动毫安技术MSCT低剂量扫描在泌尿系结石诊断价值的研究[J]. *中国医学创新*, 2018, 15(12): 20-3.
- [6] 束宏敏, 李小虎, 宋建, 等. 低剂量CT技术在泌尿系结石诊断中的应用价值[J]. *安徽医科大学学报*, 2015, 50(11): 1657-60.
- [7] Valentin J. Managing patient dose in multi-detector computed tomography (MDCT). ICRP Publication 102 [J]. *Ann ICRP*, 2007, 37(1): 1-79.
- [8] Gervaise A, Naulet P, Beuret F, et al. Low-dose CT with automatic tube current modulation, adaptive statistical iterative reconstruction, and low tube voltage for the diagnosis of renal colic: impact of body mass index [J]. *AJR Am J Roentgenol*, 2014, 202(3): 553-60.
- [9] 段宏伟, 张振勇. 128层螺旋CT低剂量扫描在泌尿系结石诊断中的应用[J]. *现代医用影像学*, 2015, 24(3): 444-5.
- [10] 金学康, 伏云, 黄丽静, 等. 低剂量MSCT扫描在泌尿系结石诊断中的应用[J]. *现代医用影像学*, 2013, 22(1): 34-6.
- [11] 郭长义, 韩冬, 杨创勃, 等. 自适应迭代重建算法在低对比剂肾动脉CTA扫描中的应用[J]. *中国临床医学影像杂志*, 2018, 29(10): 713-6.
- [12] McLaughlin P D, Murphy K P, Hayes S A, et al. Non-contrast CT at comparable dose to an abdominal radiograph in patients with acute renal colic: impact of iterative reconstruction on image quality and diagnostic performance [J]. *Insights Imaging*, 2014, 5(2): 217-30.
- [13] 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): 88-9.

Effects of different ASIR levels and thickness of reconstructive layer on the quality of low-dose CT images of urinary calculi

Shu Hongmin, Li Xiaohu, Hu Chong, et al

(Dept of Radiology, The First Affiliated Hospital of Anhui Medical University, Hefei 230022)

Abstract 66 patients suspected to have urinary calculi were selected for CT scanning by automatic tube current modulation technology, which were randomly divided into low-dose group and conventional-dose group, with 33 patients in each group. In the conventional-dose group, the filtered back projection (FBP) was used to perform 1.25 mm thin layer reconstruction. In the low-dose group, 1.25 mm thin layer reconstruction was performed using FBP and different settings of ASIR (20%, 40%, 60%, 80%). In the 1.25 mm thin layer reconstruction of low-dose group, 0.625 mm and 2.5 mm thin layer reconstruction were performed for the ASIR level with the best image quality. The image quality of low-dose group with 80% ASIR level was similar to that of conventional-dose group with FBP image quality. Comparison of image quality of low-dose group reconstructed with 80% ASIR between the three (0.625 mm, 1.25 mm and 2.5 mm) showed statistically significant differences ($P < 0.05$), there were 167, 171 and 169 stones detected in the three images. The radiation dose of low-dose group was significantly lower than that of conventional-dose group. The low-dose CT image quality of urinary calculi was affected by the level of ASIR and the thickness of reconstruction layer. 80% of ASIR images had the best quality, and the 1.25 mm layer thickness was the optimal reconstruction scheme at this level.

Key words low-dose; iterative reconstruction technique; urinary stone; image quality; computer tomography