

迭代算法在泌尿系结石 CT 低剂量扫描中的应用价值及最优方案探讨

李丽超 宫凤玲 周立娟 马骊骅 马春梅

摘要 **目的** 评价迭代算法在泌尿系结石 CT 低剂量扫描中的应用价值及最优方案探讨。**方法** 搜集 78 例泌尿系结石患者,首次检查均应用常规剂量扫描(120kV/400mAs),采用滤波反投影算法(filtered back projection,FBP)薄层重建,保守治疗后结石未排出,复查 CT 应用低剂量扫描(120kV/200mAs),行 6 级迭代算法薄层重建。由两位放射医师采用双盲法读片并对图像质量做主观评分,记录 CT 容积剂量指数(CTDIvol)、剂量长度乘积(DLP),计算有效剂量(ED);测量图像的客观噪声值,计算信噪比,测量结石 CT 值及最大长径,记录结石检出数。**结果** 常规组 CTDIvol 为 $22.42 \pm 1.03\text{mGy}$,DLP 为 $870.46 \pm 450.69\text{mGy} \cdot \text{cm}$,ED 为 $17.52 \pm 2.85\text{mSv}$,低剂量组 CTDIvol 为 $11.26 \pm 0.53\text{mGy}$,DLP 为 $435.83 \pm 225.32\text{mGy} \cdot \text{cm}$,ED 为 $8.77 \pm 1.43\text{mSv}$;低剂量组联合迭代算法重建的 iDose1~6 图像结石检出数、结石 CT 值及直径与常规组比较差异无统计学意义($P > 0.05$);低剂量迭代算法重建的 iDose4 图像噪声、信噪比及 iDose4~6 图像质量主观评分与常规剂量比较差异无统计学意义($P > 0.05$);低剂量组联合迭代算法重建的 iDose1~3 和 iDose5~6 图像噪声、信噪比及 iDose1~3 图像质量主观评分与常规组比较差异有统计学意义($P < 0.05$)。**结论** CT 低剂量扫描联合迭代算法诊断泌尿系结石有可行性,可在不影响图像质量的前提下明显降低了辐射剂量。迭代算法重建中 iDose4 在泌尿系结石的 CT 低剂量扫描中为最优临界水平。

关键词 CT 泌尿系结石 低剂量 迭代算法

中图分类号 R69

文献标识码 A

DOI 10.11969/j.issn.1673-548X.2016.06.042

Discussion on Optimized Plans and the Application Values of Iterative Algorithm in CT Low - Dose Scan of Urinary Calculi. Li Lichao, Gong Fengling, Zhou Lijuan, et al. Department of Radiology, The Branch of Tangshan Gongren Hospital, Hebei 063000, China

Abstract **Objective** To comment on the application values of iterative algorithm in CT low - dose scan of urinary calculi and to discuss the optimized plans. **Methods** Totally 78 cases of urinary calculi patients were collected. For the first testing, the stand - dose scan (120kV/400mAs) was applied. The filtered back projection (FBP) algorithm was employed for thin - slice reconstruction. The calculi could not be removed after the conservative treatment. During the re - examination, CT low - dose scan (120kV/200mAs) was utilized, and 6 - level iterative algorithm was conducted for thin - slice reconstruction. Two radiologists used double blind method to read the photos and did subjective scoring for the quality of the photos. The CTDIvol and DLP were recorded and the ED was calculated. The objective noise level of the photos was measured and the signal - to - noise ratio was computed. The CT value and maximum length of the calculi were measured, and the number of detected calculi was recorded. **Results** in the contrast group. CTDIvol; $22.42 \pm 1.03\text{mGy}$, DLP; $870.46 \pm 450.69\text{mGy} \cdot \text{cm}$, ED; $17.52 \pm 2.85\text{mSv}$ while in low - dose group, CTDIvol; $11.26 \pm 0.53\text{mGy}$, DLP; $435.83 \pm 225.32\text{mGy} \cdot \text{cm}$, ED; $8.77 \pm 1.43\text{mSv}$. Differences between the number, CT value and size of detected calculi by iDose1 - 6 image re - constructed by the low - dose group combined with iterative algorithm and those of the contrast group have no statistic significance ($P > 0.05$); Differences between noise level and signal - to - noise ratio of iDose 4 image reconstructed by low - dose iterative algorithm and the subjective scoring for the quality of iDose4 - 6 images and those in the contrast group have no statistic significance($P > 0.05$). Differences between the noise level and signal - to - noise ratio of iDose1 - 3 and iDose5 - 6 images re - constructed by the low - dose group combined with the iterative algorithm and the subjective scoring for the quality of iDose1 - 3 and those in the contrast group have statistic significance($P < 0.05$). **Conclusion** To use CT low - dose scan in combination with iterative algorithm for the diagnosis of urinary calculi is practicable and feasible, which could obviously reduce the radiation dose without influencing the quality of photos. During the re - constructing of iterative algorithm, iDose4 is in the optimized critical level for the CT low - dose scan of urinary calculi.

Key words Computed tomography; Ureteral calculi; Low dose; Iterative algorithm

作者单位:063000 唐山市工人医院分院放射科(李丽超、周立娟),外科(马骊骅);华北理工大学附属医院 CT 室(李丽超、宫凤玲、马春梅)

通讯作者:宫凤玲,电子邮箱:gongfengl@163.com

应用螺旋 CT 诊断泌尿系结石已得到临床认同,尤其是输尿管结石的诊断,由于不受肠道气体及内容物的影响,CT 明显优于超声、普通 X 线等其他检查^[1]。但泌尿系结石 CT 检查扫描范围大,且部分保守治疗病例需要 CT 复查观察结石位置的变化,辐射剂量大成为临床关注的焦点。有研究表明,迭代算法可以有效降低辐射剂量,改善图像质量。本研究将迭代算法应用于泌尿系结石低剂量 CT 的扫描中,以期在不影响图像质量的前提下降低辐射剂量,并探讨出迭代算法 iDose1~6 图像中诊断泌尿系结石的 iDose 最优方案^[2,3]。

资料与方法

1. 一般资料:搜集笔者医院 2014 年 1 月~2015 年 6 月 78 例经保守治疗泌尿系结石未排出行 CT 复查的患者,男性 51 例,女性 27 例,患者年龄 23~68 (44.23 ± 18.18) 岁。体重指数 (BMI) 19~23 (21.13 ± 1.81) kg/m²。

2. 方法:应用飞利浦 64 排螺旋 CT,扫描范围:膈下至耻骨联合,所有患者在首次常规剂量扫描后重建出 FBP 图像,复查应用低剂量扫描后重建出 iDose1~6 图像。常规剂量扫描参数 120kV,400mAs,层厚 5mm,间距 5mm,螺距 0.984,FBP 重建层厚为 1mm,X 线球管旋转 1 周时间为 0.8s,图像显示窗宽 400,窗位 60。低剂量扫描管电流采用 200mAs,iDose1~6 重建层厚为 1mm,其他参数同常规剂量。

3. 图像质量分析指标:(1) 噪声测量方法:在肾实质内选取 3 个圆形感兴趣区域 (region of interest, ROI) 测量 CT 值及 SD 值,避开结石和钙化区,取其平均值,ROI 面积调整到 50~55mm²。同一患者 ROI 用复制粘贴的方法以保证测量的准确性。(2) 结石的测量方法:结石直径测量在观察视野均扩大 3 倍的情况下测量最大长径。结石 CT 值测量在观察视野均放大 3 倍的情况下选取圆形 ROI,面积约占结石面积的 1/2~2/3,每个结石测量 3 次,取其平均值,同一患者 ROI 用复制粘贴的方法以保证测量的准确性。(3) 图像质量指标:① 图像噪声:所测肾实质标准差的平均值 (SD 值);② 图像噪声信噪比 (SNR):SNR = CTn/SD, CTn 为所测肾实质的平均 CT 值,SD 值是所测肾实质的标准差的平均值。③ 图像的主观评:采用双盲法进行评分。评分标准^[4]:图像无明显伪影,图像质地较细腻、噪声低,肾脏结构显示清晰,肾脏与周围组织对比清晰,输尿管及膀胱壁显示清楚的图像可各评 3 分;图像伪影较少,噪声较低,肾脏结

构显示尚可,肾脏与周围组织对比尚可,输尿管及膀胱壁可以显示但不甚清晰,图像质量尚不影响诊断的可各评 1 分;图像质量介于两者之间的各评 2 分;伪影严重,噪声很大,或者肾脏结构显示不良,与周围组织分界不清,输尿管未显示,膀胱壁模糊,图像质量影响诊断的可各评 0 分。总分 18 分。14~18 分为优、9~13 分为良、6~8 分为合格、0~5 分为不合格;④ 记录 CT 容积剂量指数 (CTDIvol) 和剂量长度乘积 (DLP),有效剂量 (ED) 的计算公式为 ED = DLP × k,单位是 mSv,k 为换算因子,根据国际放射防护委员会公布的标准,k 为 0.015。

4. 统计学方法:使用 SPSS 17.0 软件包对数据进行统计分析。计量资料以均数 ± 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示,对常规组与低剂量组辐射剂量应于配对 *t* 检验,对常规组与低剂量 iDose 各组结石检出情况、常规组与低剂量 iDose 各组图像噪声、信噪比及图像质量主观评分分别进行方差分析,以 *P* < 0.05 为差异有统计学意义。

结 果

1. 两组间辐射剂量比较:常规组 CTDIvol 为 22.42 ± 1.03mGy,DLP 为 870.46 ± 450.69mGy · cm,ED 为 17.52 ± 2.85mSv,低剂量组 CTDIvol 为 11.26 ± 0.53mGy,DLP 为 435.83 ± 225.32mGy · cm,ED 为 8.77 ± 1.43mSv。低剂量组的 CTDIvol、DLP、ED 与常规组比较差异有统计学意义 (*P* < 0.05,表 1)。

2. 结石检出结果:常规组与低剂量 iDose 各组所测结石 CT 值、结石大小及结石检出数量比较见表 2。

表 1 常规组与低剂量组辐射剂量比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	CTDIvol/(mGy)	DLP/(mGy · cm)	ED/(mSv)
常规组	22.42 ± 1.03	870.46 ± 450.69	17.52 ± 2.85
低剂量组	11.26 ± 0.53	435.83 ± 225.32	8.77 ± 1.43
<i>t</i>	83.04	6.10	19.59
<i>P</i>	0.000	0.000	0.000

表 2 常规组与低剂量 iDose 各组结石检出情况对比 ($\bar{x} \pm s$)

重建方法	结石 CT 值 (HU)	结石直径 (mm)	结石数量
常规组 FBP	696.58 ± 233.27	5.2 ± 1.8	91
iDose1	712.84 ± 241.03	5.7 ± 1.3	91
iDose2	705.02 ± 237.21	6.2 ± 2.0	91
iDose3	696.60 ± 217.33	5.6 ± 1.8	91
iDose4	704.44 ± 237.02	5.7 ± 1.5	91
iDose5	703.96 ± 218.66	5.4 ± 1.3	91
iDose6	716.22 ± 246.90	6.2 ± 1.4	91
<i>F</i>	0.010	0.537	
<i>P</i>	1.000	0.778	

3. 图像质量评估: 低剂量迭代算法重建的 iDose4 图像噪声、信噪比及 iDose4 - 6 图像质量主观评分与常规剂量比较差异无统计学意义 ($P > 0.05$); 低剂量组联合迭代算法重建的 iDose1 ~ 3 和 iDose5 ~ 6 图像噪声、信噪比及 iDose1 ~ 3 图像质量主观评分与常规组比较差异有统计学意义 ($P < 0.05$, 表 3, 图 1)。

讨 论

螺旋 CT 检查因其准确、快速、无创等优点在泌

表 3 常规组与低剂量 iDose 各组图像噪声、信噪比及图像质量主观评分比较 ($\bar{x} \pm s$)

重建方法	噪声	信噪比	图像质量主观评分
常规组 FBP	11.57 ± 0.67	2.80 ± 0.43	15.70 ± 0.68
iDose1	15.42 ± 0.86	1.90 ± 0.33	10.30 ± 0.68
iDose2	13.75 ± 0.84	2.04 ± 0.35	12.01 ± 0.74
iDose3	12.87 ± 0.92	2.23 ± 0.28	13.50 ± 0.71
iDose4	11.56 ± 0.82	2.72 ± 0.49	15.50 ± 0.71
iDose5	10.39 ± 0.75	3.36 ± 0.39	15.40 ± 0.52
iDose6	9.09 ± 0.71	3.84 ± 0.42	15.60 ± 0.52
<i>F</i>	70.027	33.427	106.204
<i>P</i>	0.000	0.000	0.000

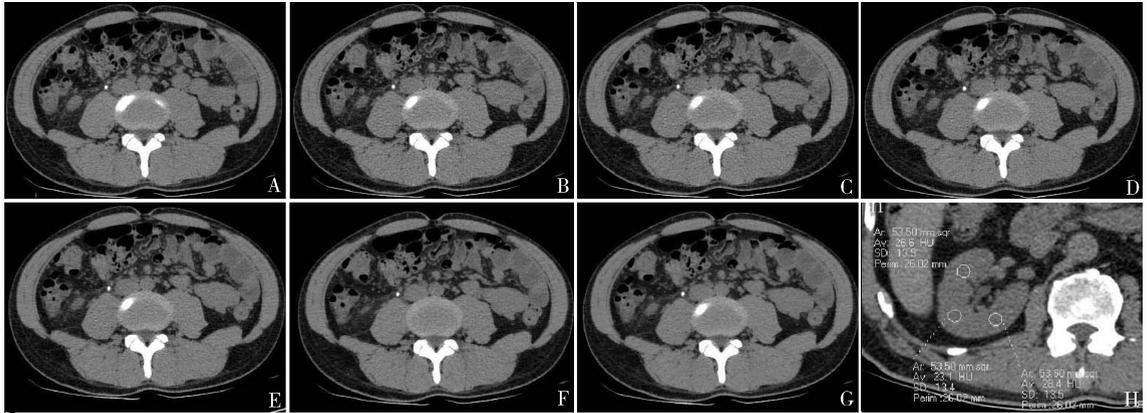


图 1 FBP 及 iDose 重建图像 右侧输尿管中段结石

A. 常规剂量 FBP 1mm 重建; B. 低剂量 iDose1 1mm 重建; C. 低剂量 iDose2 1mm 重建; D. 低剂量 iDose3 1mm 重建; E. 低剂量 iDose4 1mm 重建; F. 低剂量 iDose5 1mm 重建; G. 低剂量 iDose6 1mm 重建; H. 噪声测量方法。图中可见随着 iDose 等级的增高, 图像噪声逐渐减低

尿系结石的诊断、疗效评价等方面发挥着重要作用。由于扫描范大, 辐射剂量高带来的潜在危害性受到广泛的关注。据统计美国有高达 2% 的癌症病例可能是由于 CT 扫描的辐射造成的^[5]。因此, 在保证图像质量的前提下最大限度的降低辐射剂量是临床急需解决的问题。

降低辐射剂量的常见方法包括降低管电压、管电流和增大螺距。增大螺距容易遗漏小的病灶, 降低管电压会影响图像 CT 值的可靠性, 降低管电流会影响图像的空间分辨率及密度分辨率, 尤其对于低对比的组织影响最大, 对于高对比的组织影响较小。而泌尿系结石多为阳性结石, 与周围组织对比度较大, 使得低剂量扫描对结石的诊断是可行的。国内外对于泌尿系结石的低剂量研究结果显示低剂量扫描图像可以满足临床诊断要求, 但图像噪声都有所增加, 尤其对于密度低及直径小的结石, 部分出现分辨无能, 造成漏诊或误诊^[6]。

近年来低剂量的研究从单纯的降低扫描剂量向联合改进重建算法的方向发展^[7,8]。CT 重建技术包括解析重建和迭代重建两种方法。FBP 是解析重建

的主要方法, 因其简单快速的重建技术而被临床广泛应用, 但其对原始数据要求精确定量, X 线量的波动对其影响较大, 对于噪声和伪影较敏感。迭代算法 (iDose) 是在构建过程中进行数据校正对比, 同时保留数据边缘, 校正后的数据继续迭代重建, 图像的噪声不断减少。有在数据不稳定甚至数据不完全的情况下高质量成像的特点。迭代重建的等级一般分为 6 ~ 7 级, 理论上, 1 级迭代可以减少图像 11% 的噪声, 7 级迭代可以减少图像 55% 的噪声, 生产商指出 iDose 最高可以实现辐射剂量减少 80%。相关研究显示将 iDose 应用于胸部、腹部、冠脉及头颈血管的 CT 造影等检查中, 结果显示均能显著改善噪声, 降低辐射剂量^[2,3,9]。

泌尿系结石的位置、直径、数量及 CT 值均是临床关注的重点, 直接影响对于治疗方案的选择。本研究将迭代重建技术减少噪声的 iDose 的等级分为 6 级, 结果显示低剂量迭代重建的 iDose1 ~ 6 图像对于结石的 CT 值、结石大小及数量的诊断较常规剂量均无明显差异。但有时临床中不光满足于结石本身的诊断, 对于结石引起的梗阻及周围炎改变也十分关

注,这就对低剂量图像的质量有了更高的要求。本组研究结果显示低剂量迭代算法重建的 iDose4 图像噪声、信噪比及 iDose4 ~ 6 图像质量主观评分与常规剂量比较差异无统计学意义 ($P > 0.05$);低剂量迭代算法重建的 iDose5 ~ 6 中较常规剂量图像噪声降低,信噪比增加。但有文献报道,运用 iDose 迭代重建的运算量能达到 FBP 的 100 倍以上,而且等级越高运算量越大,工作站的运算负荷不断加大,在日常工作中如果每个受检查扫描后均采用 iDose5 ~ 6 迭代重建,将导致工作站的运算速度大大下降,降低工作效率^[10]。另外李萍等^[3]对于迭代算法诊断肺结节的研究结果显示,随着 iDose 等级的升高,病灶边缘与正常肺组织间有被密度均匀化的趋势,小结构可见性受到影响。本研究未出现这种情况,可能是由于结石与周围组织的高对比。

总之,CT 低剂量扫描联合迭代算法诊断泌尿系结石是可行的,可在不影响图像质量的前提下明显降低了辐射剂量。迭代算法重建中 iDose4 在泌尿系结石的低剂量 CT 诊断中为最优临界水平。

参考文献

1 郎志国,陈健,隋长平,等.输尿管结石应用 CT 与 B 超诊断的价值对比[J].中国医药指南,2014,12(34):182-183
 2 徐姝,侯阳,郭启勇.应用迭代重建技术的低剂量增强 CT 评估肝

脏肿瘤的可性[J].中国医学影像技术,2011,27(8):1633-1636
 3 李萍,于春瑶,刘斌,等.256 排螺旋 CT 迭代算法诊断肺结节的最优水平[J].中华实用诊断与治疗杂志,2015,29(1):87-89
 4 王秋霞,万常华,陈亮,等.64 层螺旋 CT 检测泌尿系结石低 kV 扫描的优化选择及临床应用[J].放射学实践,2010,25(10):1157-1159
 5 Brenner DJ, Hall EJ. Computed tomography: an increasing source of radiation exposure[J]. N Engl J Med, 2007, 357:2277-2284
 6 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):34-36
 7 Kwon JK, Chang IH, Moon YT. Usefulness of low-dose nonenhanced computed tomography with iterative reconstruction for evaluation of urolithiasis: diagnostic performance and agreement between the urologist and radiologist[J]. Urology, 2015, 85(3):531-538
 8 Srcott Kriegshause J, Naidu SG, Paden RG. Feasibility of ultra-low radiation dose reduction for renal stone CT using model-based iterative reconstruction: prospective pilot study radiologist [J]. Clin Imaging, 2015, 39(1):99-103
 9 田庆龙,吕佳南,许传斌,等. iDose4 迭代重建技术在胸部 CT 扫描中最佳方案的探讨[J].山东医药,2015,55(9):39-41
 10 Joemai RM, Geleijns J, Veldkamp WJ. Development and validation of a low dose simulator for computed tomography[J]. Eur Radiol, 2010, 20: 958-966 (收稿日期:2015-11-16) (修回日期:2015-11-30)

小檗碱通过 Notch 途径抑制人 T 淋巴细胞性白血病 Molt-4 细胞增殖及凋亡的影响

王冠玲 胡斌飞

摘要 目的 探讨小檗碱对人 T 淋巴细胞白血病细胞株 Molt-4 细胞体外增殖抑制、凋亡诱导及相关机制。方法 CCK-8 法检测不同浓度的小檗碱对 Molt-4 细胞的增殖抑制作用;流式细胞术检测细胞凋亡率;RT-PCR 检测 Molt-4 细胞 Notch1、Bcl-x1、Deltex1 基因表达情况。**结果** 小檗碱诱导 Molt-4 细胞毒性及凋亡作用,呈剂量依赖性 ($P < 0.05$);RT-PCR 显示 Molt-4 细胞株有 Notch1 mRNA 的表达,且随着小檗碱剂量的增加,Notch1、Bcl-x1、Deltex1 mRNA 的表达逐渐下降。**结论** 小檗碱可能通过 Notch 信号途径抑制 Molt-4 细胞增殖并诱导凋亡。

关键词 小檗碱 Molt-4 细胞 Notch1 信号途径 凋亡

中图分类号 R73 **文献标识码** A **DOI** 10.11969/j.issn.1673-548X.2016.06.043

Effects of Berberine on the Proliferation and Apoptosis in Molt-4 cell through Notch Signaling Pathway. Wang Guanling, Hu Binfei. Ningbo Women&Children's Hospital, Zhejiang 315012, China

Abstract Objective To investigate the effects of berberine on the proliferation, apoptosis and explore its mechanism in human T