

## 泌尿系结石螺旋 CT 低辐射量扫描的临床应用

汪素涵, 孔曙兵, 陈浩, 余开湖

**【摘要】 目的:**探讨螺旋 CT 低剂量扫描在泌尿系结石诊断中的临床应用价值。**方法:**对 75 例临床怀疑泌尿系结石患者根据就诊顺序分为 3 组:标准剂量组、低剂量组 1 和低剂量组 2,标准剂量组采用 120 kV,180 mA,螺距 0.938 进行扫描;低剂量组 1 和低剂量组 2 分别采用管电流 120 mA、80 mA 进行扫描,其它扫描条件与标准剂量组相同。记录每次扫描的放射容积 CT 剂量指数(CTDIvol)、剂量长度乘积(DLP)和有效剂量(ED)。由两位具有 10 年以上 CT 工作经验的医师进行影像诊断和图像质量评估,计算标准剂量和低剂量 CT 检查诊断泌尿系结石的敏感度、诊断符合率和阳性预测值。对所有图像进行主观质量评分,并测量其客观噪声值。**结果:**两个低剂量组与标准剂量组比较,CT 剂量指数分别减少 29.7% 和 55.5%,低剂量组 1、2 对泌尿系结石诊断的敏感度均为 93.8%,诊断符合率分别为 96.0% 和 95.5%,阳性预测值分别 88.2% 和 100%,与标准剂量组比较差异均无统计学意义。图像质量方面,尽管剂量降低后图像噪声有所增加,但所有图像质量仍符合诊断要求。**结论:**低剂量螺旋 CT 扫描能满足泌尿系结石的诊断要求,大大降低了受检者的辐射剂量。

**【关键词】** 泌尿系结石; 辐射剂量; 体层摄影术, X 线计算机

**【中图分类号】** R691.4; R814.42 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2012)05-0536-04

**The clinical application of low dose spiral CT in diagnosis of urinary calculi** WANG Su-han, KONG Shu-bing, CHEN Hao, et al. Department of Medical Imaging, Clinical Medicine of Xianning University, Hubei 437100, P. R. China

**【Abstract】 Objective:** To study the possibility of low-dose spiral CT scanning in the diagnosis of urinary stone. **Methods:** Seventy-five patients with clinical presentations suspicious for urinary stone were randomly divided into 3 groups: standard-dose group, low dose group 1 and group 2. Standard dose group adopted 120kV, 180mA, pitch 0.938; 1 for scanning, low-dose group 1 and group 2 used low-dose tube current 120mA and 80mA respectively, and other scanning conditions were the same as the standard dose group. The volume CT dose index (CTDIvol), the dose-length product (DLP) and effective dose (ED) were recorded. Two physicians with more than ten years experience were responsible for making imaging diagnosis and image quality assessment, and calculated the sensitivity, accuracy and positive predicative value in the diagnosis of urinary calculi by standard dose and low dose CT examinations respectively. The subjective quality grading was made of all images and the objective noise value was measured. **Results:** In the two low-dose groups, as compared with the standard dose group, CT dose index (mGy) was decreased by 29.7% and 55.5%, sensitivity was both 93.8%, accuracy was 96.0% and 95.5% and the positive predictive value was 88.2% and 100%. The differences between the two low-dose groups and the standard dose group were not statistically significant. As to the image quality, although the low-dose scan had increased the noise, all images could meet the diagnostic requirements. **Conclusion:** Low-dose spiral CT scans can normally diagnose urinary tract stones, greatly reduce the radiation dose for patients.

**【Key words】** Urinary calculi; Radiation dosage; Tomography; X-ray computed

多层螺旋 CT 检查泌尿系结石速度快, 敏感性及准确性高, 近年来临床应用越来越广泛, 同时机体的辐射剂量累积效应问题也受到关注, 特别对于多次重复检查的年轻患者。因此, 在保证影像质量的前提下尽量降低辐射剂量是十分必要的。笔者通过对临床拟诊为泌尿系结石的患者分别进行标准剂量及低剂量 CT 检查, 比较两种方法对泌尿系结石检查的敏感度和准确度, 旨在探讨螺旋 CT 低剂量检查的可行性和临床应用价值。

## 材料与方 法

### 1. 临床资料

搜集 2009 年 8 月—2010 年 3 月共 75 例患者的病例资料, 其中男 46 例, 女 29 例, 年龄 14~82 岁, 平均 43 岁。75 例患者均行 16 层 MSCT 检查, 根据就诊顺序将患者分为 3 组: 标准剂量组 (28 例, 男 17 例, 女 11 例, 平均年龄 46 岁)、低剂量组 1 (25 例, 男 14 例, 女 11 例, 平均年龄 44 岁) 和低剂量组 2 (22 例, 男 15 例, 女 7 例, 平均年龄 43 岁)。所有患者均经本人同意并签署知情同意书。

75 例中 62 例来自于急诊科, 因阵发性肾区绞痛

作者单位: 437100 湖北, 咸宁学院临床医学院医学影像学系

作者简介: 汪素涵 (1972—), 女, 湖北咸宁人, 硕士, 副主任医师, 主要从事腹部 CT 及 MRI 影像诊断工作。

放射至下腹、会阴及腹股沟区就诊,其中24例合并有肉眼血尿;13例患者是对泌尿系已知结石的复查,其中8例有碎石病史。75例中54例经下列方法确诊为尿路结石:内窥镜检查、超声碎石、外科手术治疗、CT检查后家属及医护人员确认的经尿道排出结石;10例经CT、手术、随访及细菌学检查确诊为急性肾盂肾炎3例、胆囊结石3例、膀胱癌、卵巢囊腺癌、严重椎间盘突出及双肾多发囊肿合并出血各1例;11例经随访患者症状消失。

## 2. 扫描技术

采用GE Lightspeed 16 CT扫描仪,扫描前患者适当憋尿充盈膀胱,所有患者行仰卧位平扫,扫描范围自耻骨联合上缘至膈水平(高于肾脏位置),扫描过程中实时监测扫描层面,在肾上极扫描结束时立刻终止扫描,保证扫描范围尽可能包括肾上极至耻骨联合上缘,曝光前训练患者呼吸气,在一次屏气中完成扫描。

扫描参数:标准剂量组采用120 kV,180 mA,10 mm层厚,重建层厚1.25 mm,16i×1.25mm,床速18.75 mm/r,X线球管旋转一周时间0.8 s,螺距0.938,视野50cm×50cm;低剂量组1和低剂量组2分别使用120和80 mA进行扫描,其它扫描条件与标准剂量组相同。

## 3. 图像分析

所有图像传送至工作站(ADW 4.3)进行多平面重组(MPR)、曲面重组(CPR)、容积再现(VR)等后处理,由2位具有10年以上CT工作经验的医师进行图像质量评估和影像诊断,阅片医师知道患者的临床信息但不知扫描条件和实验目的,诊断结果由两人商讨讨论得出。图像质量评估包括主观定性评估和客观评估。主观评估内容包括图像噪声、伪影,采用5分评分法(5分为优秀;4分为良好;3分为可以接受;2分为较差;1分为不合格<sup>[1]</sup>);客观评价为测量图像噪声,Zric等<sup>[2]</sup>指出腹部图像噪声与主动脉CT值的标准差(SD)有很好的相关性,因此本组选取腰1椎弓根水平于腹主动脉内放置100 mm<sup>2</sup>圆形兴趣区(ROI)进行CT值标准差(SD值)的测定,即SD值代表图像噪声。

## 4. 辐射剂量计算

标准剂量扫描及低剂量扫描放射容积CT剂量指数(CT dose index volume,CTDIvol)、剂量长度乘积(dosage-length product,DLP)来自扫描时计算机自测

值。有效剂量(effective dose,ED)为DLP与K的乘积,腹部K值采用GE公司提供的0.015。

## 5. 统计方法

各组辐射量和图像质量评估采用成组资料配对t检验。以临床诊断结果为标准,分别计算标准剂量和低剂量CT检查对泌尿系结石诊断的敏感度、诊断符合率和阳性预测值,采用Fisher精确概率法,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义,所有统计学处理均由SPSS 13.0软件完成。

## 结 果

### 1. 辐射剂量分析

标准剂量组与2个低剂量组辐射剂量比较见表1。2个低剂量组与标准剂量组相比,有效剂量分别减少了29.7%、55.5%,差异均有统计学意义(标准剂量组 vs 低剂量组1: $t=9.822, P < 0.001$ ;标准剂量组 vs 低剂量组2: $t=22.227, P < 0.001$ )。

### 2. CT诊断结果

标准剂量组发现结石23例,3例CT检查无阳性发现,2例诊断为其它疾病(1例膀胱肿瘤,1例双肾多发囊肿合并出血)。低剂量组1发现结石17例(图1),5例CT检查无阳性发现,3例诊断为其它疾病(1例卵巢肿瘤,2例胆囊结石),此组中CT诊断1例左输尿管末端结石,4天后行内窥镜检查未发现结石,这期间结石可能已经排出,但结果被算作假阳性结石。低剂量组2发现结石15例(图2),5例CT检查无阳性发现,2例诊断为其它疾病(1例胆囊结石,1例严重椎间盘突出),此组中有1例较肥胖患者,右侧输尿管下段小结石漏诊,膀胱镜检查发现了此结石。各组CT诊断结果见表2。

不同剂量组扫描对结石的诊断结果见表3。结果表明,低剂量组1和低剂量组2分别与标准剂量组比较,敏感度、诊断符合率与阳性预测值差异均无统计学意义(敏感度 $P$ 值均为0.421;诊断符合率 $P$ 值分别为0.343、0.682;阳性预测值 $P$ 值分别为0.55、0.605)。

### 3. 图像质量评估

阅片者对各组图像的主观评定分数及不同组别图像噪声大小见表4。结果表明,低剂量组1与标准剂量组比较,主观定性评估( $t=1.62, P > 0.05$ )和客观

表1 标准剂量组与不同低剂量组辐射剂量比较

组别	平均管电流 (mA)	CT容积剂量指数 (mGy)	剂量长度乘积 (mGy·cm)	有效剂量 (mSv)
标准剂量组	180	14.35	531.32±38.30	7.97±0.57
低剂量组1	120	9.57	373.21±32.55	5.60±0.49
低剂量组2	80	6.38	236.70±14.80	3.55±0.22

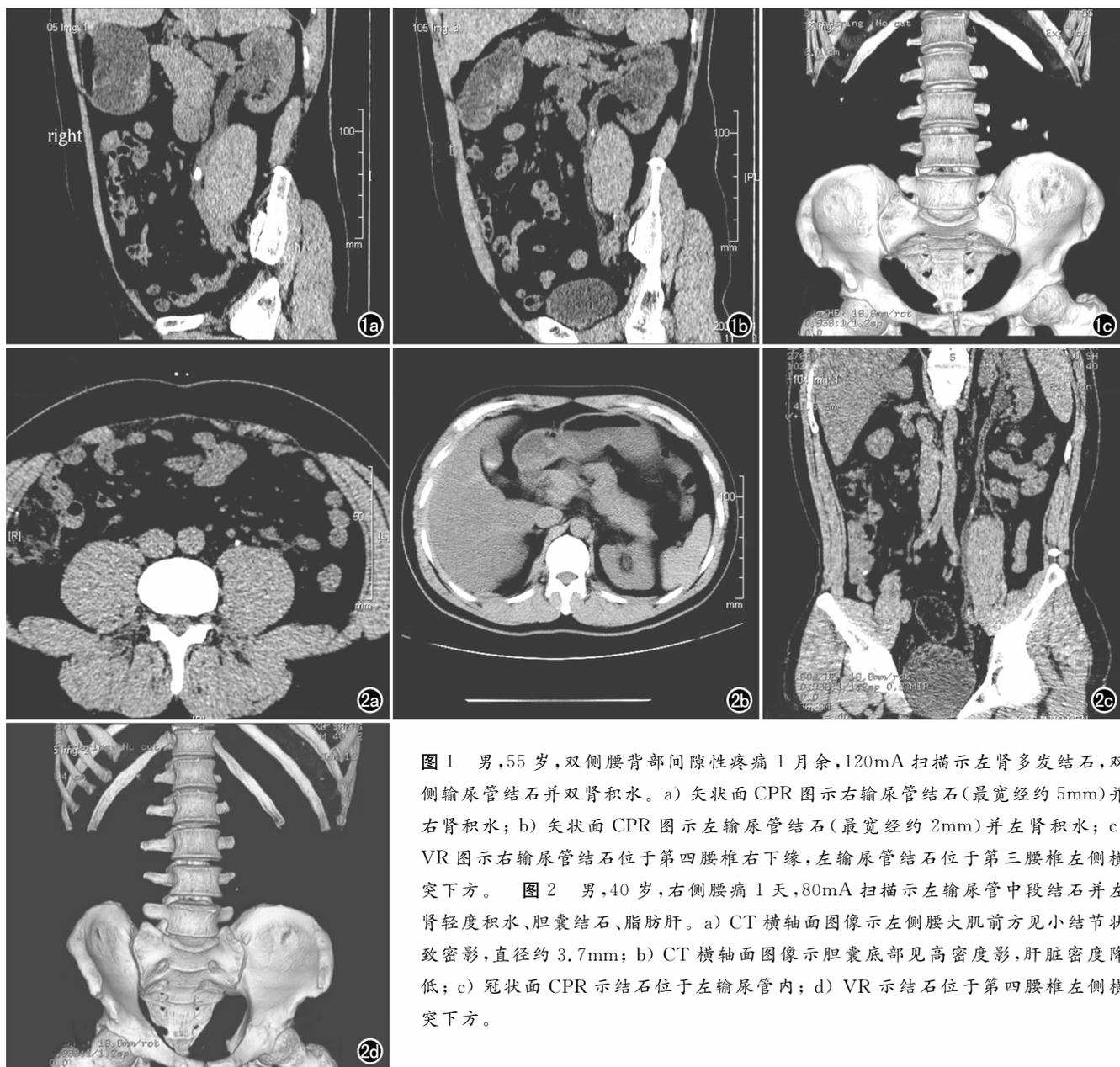


图1 男,55岁,双侧腰背部间隙性疼痛1月余,120mA扫描示左肾多发结石,双侧输尿管结石并双肾积水。a)矢状面CPR图示右输尿管结石(最宽径约5mm)并右肾积水; b)矢状面CPR图示左输尿管结石(最宽径约2mm)并左肾积水; c)VR图示右输尿管结石位于第四腰椎右下缘,左输尿管结石位于第三腰椎左侧横突下方。图2 男,40岁,右侧腰痛1天,80mA扫描示左输尿管中段结石并左肾轻度积水、胆囊结石、脂肪肝。a)CT横轴面图像示左侧腰大肌前方见小结节状致密影,直径约3.7mm; b)CT横轴面图像示胆囊底部见高密度影,肝脏密度降低; c)冠状面CPR示结石位于左输尿管内; d)VR示结石位于第四腰椎左侧横突下方。

噪声测量结果( $t=1.93, P>0.05$ )差异均无统计学意义。低剂量组2与标准剂量组比较,主观定性评估( $t=2.74, P<0.05$ )和客观噪声测量( $t=2.51, P<0.05$ )差异均有统计学意义。所有图像均达到诊断质

量要求(评分值 $>3$ 分)。

## 讨论

多层螺旋CT平扫检查泌尿系结石具有安全、快

表2 不同剂量组CT诊断结果

组别	CT诊断结石总例数	结石位置(例)				结石大小(mm)	
		输尿管	输尿管合并肾脏	肾脏	膀胱	范围	平均
标准剂量组	23	9	8	5	1	1.0~19.3	4.2±3.3
低剂量组1	17	7	6	3	1	1.2~22.6	4.0±2.6
低剂量组2	15	5	7	3	1	1.6~12.4	4.8±3.1

表3 不同剂量组诊断结果与临床诊断结果比较

组别	临床诊断结石例数	CT诊断结石			评价指标(%)		
		例数	假阳性例数	假阴性例数	敏感度	诊断符合率	阳性预测值
标准剂量组	22	23	1	0	100.0	100.0	95.7
低剂量组1	16	17	2	1	93.8	96.0	88.2
低剂量组2	16	15	0	1	93.8	95.5	100.0

表4 标准剂量组与不同低剂量组图像评价结果

组别	主观评分	图像噪声(HU)
标准剂量组	4.2±0.2	8.24±2.60
低剂量组1	3.7±0.5	12.51±4.20
低剂量组2	3.3±0.4	15.03±6.50

速、准确、无需使用对比剂和不受肾功能影响等诸多优点,已成为泌尿系结石影像学检查中最重要的方法之一,与肾分泌造影相比,螺旋CT扫描最主要的缺点是高辐射剂量,并且许多年轻患者因反复结石形成需要多次进行检查,为此有专家提议采用低剂量方案进行螺旋CT扫描<sup>[3]</sup>。由于泌尿系结石绝大部分是高密度阳性结石,与周边的软组织具有较好的对比,理论上用低剂量扫描检查泌尿系结石是可行的。目前国内外文献报道低剂量螺旋CT在胸部、副鼻窦、婴幼儿颅脑方面研究较多,临床运用可行<sup>[4-7]</sup>。泌尿系结石CT扫描范围大,且常常涉及离生殖器官很近的区域,所以降低射线剂量有重要的临床意义。

Mulkens等<sup>[8]</sup>在自动管电流调制下对300例患者行6层或16层螺旋CT检查,其中150例接受标准剂量检查,另外150例接受低剂量检查,结果表明低剂量组平均有效剂量减少达51.2%~64.3%,对泌尿系结石诊断的敏感度达97.3%~98.6%,特异度93.5%,诊断符合率95.3%,与标准剂量组检查相似。Ciaschini等<sup>[9]</sup>采用Siemens 16层螺旋CT对47例患者行常规剂量(120 kV, 177 mA)扫描后,再通过模拟软件将平均管电流减少到88和44 mA,结果表明,对大于3 mm结石的诊断敏感度分别为97.7%、93.0%和91.9%。杜中立等<sup>[10]</sup>对65例临床拟诊肾及输尿管结石的病例在常规标准剂量(120 kV, 160 mAs)扫描后再行低剂量(60 mAs,其余参数及扫描范围均保持不变)扫描,敏感度为100%,诊断符合率为97%。刘明等<sup>[11]</sup>对39例患者行MSCT检查,其中30例行常规剂量扫描(120 kV, 220~250 mAs),9例采用低剂量扫描(120 kV, 100~120 mAs),结果表明所有病例原始横轴面及后期重组图像均符合临床要求,诊断结果正确。

本研究两个低剂量组分别采用固定管电流120和80 mA进行扫描,与标准剂量180 mA比较,低剂量组CT剂量指数分别减少了29.7%和55.5%,对泌尿系结石的诊断敏感度均为93.8%,诊断符合率分别为96.0%和95.5,与Ciaschini等<sup>[9]</sup>的研究结果基本相

符,低剂量组2敏感度(93.8%)与Mulkens等<sup>[8]</sup>的研究结果(97.3%~98.6%)相比稍低,可能与本研究采用固定管电流,对肥胖患者的扫描敏感性不如管电流调制方法有关。图像质量方面,尽管剂量降低后图像噪声有所增加,但所有图像质量仍符合诊断要求(评分值>3分)。笔者认为,对于大部分正常体重范围患者,采用80 mA(64 mAs)、120 kV检查泌尿系结石是可行的,对于肥胖患者,可将管电流增加到120 mA(96 mAs)进行扫描。如果在检查中发现其它疾病(如泌尿系肿瘤、炎症等),需进一步行标准剂量CT增强扫描明确诊断。

综上所述,低剂量螺旋CT扫描虽然图像噪声有所增加,但其影像图像可以满足临床诊断要求,且大大降低了受检者的辐射剂量,延长了球管使用寿命。

#### 参考文献:

- [1] Kalra MK, Maher MM, Sahani DV, et al. Low-dose CT of the abdomen: evaluation of image improvement with use of noise reduction filters-pilot study[J]. *Radiology*, 2003, 228(1): 251-256.
- [2] Irie T, Inoue H. Individual modulation of the tube current-seconds to achieve similar levels of image noise in contrast-enhanced abdominal CT[J]. *AJR*, 2005, 184(5): 1514-1518.
- [3] Hamm M, Knopfle E, Wartenberg S, et al. Low dose unenhanced helical computerized tomography for the evaluation of acute flank pain[J]. *J Urol*, 2002, 167(4): 1687-1691.
- [4] 唐威, 黄遥, 吴宁, 等. 64层螺旋CT胸部低剂量扫描方案优选的多中心研究[J]. *中华放射学杂志*, 2011, 45(2): 142-148.
- [5] 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): 1169-1172.
- [6] 管斌, 余建明. 鼻窦低剂量与常规剂量CT扫描的对比研究[J]. *放射学实践*, 2007, 22(7): 769-770.
- [7] 谢娜, 千芸根, 王宏伟, 等. 影响婴幼儿头颅低剂量CT图像质量的客观因素的研究[J]. *中华放射医学与防护杂志*, 2010, 30(4): 472-474.
- [8] Mulkens TH, Daineffe S, De Wijnqaert R, et al. Urinary stone disease: comparison of standard-dose and low-dose with 4D MDCT tube current modulation[J]. *AJR*, 2007, 188(2): 553-562.
- [9] Ciaschini MW, Remer EM, Baker ME. Urinary calculi: radiation dose reduction of 50% and 75% at CT-effect on sensitivity[J]. *Radiology*, 2009, 251(1): 105-111.
- [10] 杜中立, 陈海东, 刘玉涛, 等. 16层螺旋CT低剂量平扫诊断肾及输尿管结石[J]. *中国医师杂志*, 2006, 8(8): 1029-1031.
- [11] 刘明, 张玉珍, 张忠阳, 等. 低辐射量MSCT扫描对输尿管病变的诊断价值[J]. *放射学实践*, 2008, 23(9): 1026-1029.

(收稿日期: 2011-03-14 修回日期: 2011-08-08)