

两种平板探测器成像系统在泌尿系造影中的对比研究

闻建民, 张志田

【摘要】 目的:比较动态非晶硒成像系统和非晶硅数字 X 线摄影(DR)在泌尿系造影中的成像质量以及 X 线辐射剂量。**方法:**分别用动态非晶硒成像系统和非晶硅 DR 行泌尿系造影各 100 例,按照评价标准分析两组照片显示率及曝光条件(mAs)的差异并进行统计学分析。**结果:**两组静脉肾盂造影照片质量等级差异无统计学意义($P>0.05$),而在逆行造影照片中两组差异有统计学意义($P<0.05$),即在泌尿系逆行造影中动态非晶硒成像系统的图像观察效果优于非晶硅 DR。非晶硒和非晶硅探测器在相同的管电压条件下,两组患者所受 X 线辐射剂量差异具有统计学意义($P<0.05$),非晶硅 DR 组患者所受 X 线剂量小于非晶硒组。**结论:**在泌尿系数字化 X 线摄影中,非晶硅 DR 可降低患者所受 X 线辐射剂量,动态非晶硒成像系统在泌尿系特殊造影中有一定优势。

【关键词】 非晶硒; 非晶硅; 体层摄影术, X 线计算机

【中图分类号】 R691; R814.41 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2013)05-0580-04

Comparative study of different types of flat panel detector imaging system in the urinary tract imaging WEN Jian-min, ZHANG Zhi-tian, Department of Radiology, the Second Affiliated Hospital of Zhejiang Chinese Medical University, Hangzhou 310005, P. R. China

【Abstract】 Objective: To compare the radiation dose and dynamic imaging quality between the amorphous selenium imaging system and amorphous silicon DR urography. **Methods:** The amorphous selenium imaging system and amorphous silicon DR urography were carried out each in 100 cases, and then the differences of the films showing rates and exposure conditions (mAs) in accordance with the evaluation criteria were compared and statistically analyzed. **Results:** The two groups in intravenous pyelography films showed no significant difference ($P>0.05$), but in retrograde pyelography films the difference was statistically significant ($P<0.01$). So in retrograde pyelography of the urinary tract, the dynamic images of the amorphous selenium imaging system were better in image observation than those in amorphous silicon DR. When amorphous selenium and amorphous silicon detectors worked under the same tube voltage conditions, the difference of radiation dose of the two groups of patients was statistically significant ($P<0.01$), that is, the radiation dose of amorphous silicon DR was lower than that of amorphous selenium. **Conclusion:** In the urinary tract digital radiography, the amorphous silicon DR can reduce the radiation dose of patients, the dynamic amorphous selenium imaging system has some advantages in special imaging of the urinary tract.

【Key words】 Amorphous selenium; Amorphous silicon; Tomography, X-ray computed

数字 X 线摄影(digital radiography, DR)其核心部件是平板探测器,目前主流平板探测器可分为直接转换型非晶硒和间接转换型非晶硅两种,从功能上有动态刷新和静态刷新两种探测器,本文就非晶硅和非晶硒两种探测器在泌尿系摄影中的性能进行比较。

材料与方 法

1. 病例资料

从近期我院行静脉肾盂和逆行造影病例中选取 200 例分别作不同数字化设备检查,非晶硅 DR、非晶硒成像系统各 100 例,两组均行静脉肾盂造影 60 例,逆行肾盂造影 25 例,逆行膀胱造影 15 例,其中非晶硅 DR 组男 64 例,女 36 例,中位年龄 46 岁;非晶硒成像组男 61 例,女 39 例,中位年龄 44 岁,两组病例在性

别、年龄上差异无统计学意义。经各自设备图像后处理软件处理,通过网络传输到诊断工作站进行阅片。

2. 器材

数字 X 线摄影系统 2 套: Philips digital Diagnost 双板 DR,采用非晶硅平板探测器,有效探测区域 17in×17in,像素 3K×3K,像素点大小 143 微米;岛津 Sonialvision Safire II 型数字多功能造影机,采用动态非晶硒平板探测器,有效探测区域 17in×17in,像素 3K×3K,像素点大小 143 微米。检测设备:瑞典 RTI 公司 barracuda 型号诊断水平剂量仪及标准 CT 腹部水模。

3. 检查方法

X 线输出量检测:在以上两种数字 X 线摄影系统上分别用 80kV、90kV 对水模进行曝光,用诊断水平剂量仪对机器 X 线输出量进行检测。

摄影方法:按照泌尿系摄影常规操作进行摄影,焦

作者单位:310005 浙江,浙江中医药大学附属第二医院放射科

作者简介:闻建民(1966-),男,杭州人,副主任技师,主要从事影像技术工作。

片距均为 110cm,采用固定千伏技术(80kV),AEC 自动曝光,记录每一次的实际 mAs,然后比较两组的曝光剂量差异。

影像质量评价:两种机器探测器系统使用自动曝光控制技术,曝光后得到的数据传送到图像存储与传输系统(picture archiving and communication system, PACS)上进行图像质量评价,所有在工作站上显示的图像都隐去系统信息,并对所有显示器进行灰度及亮度校正。根据欧洲共同体组织影像质量标准中泌尿系 X 线摄影的影像标准要求,按照部位细分进行评价,由 2 名主治医师、2 名副主任医师和 1 名主管技师对 200 例 640 张图像[其中静脉肾盂造影 4 张片、逆行泌尿系造影(逆行肾盂造影和逆行膀胱造影)2 张片],采用盲法进行评定,每例按 6 项进行评定,分为甲、乙、丙级片及废片。没有缺点为甲级片,2 项缺点为乙级片,3 项缺点为丙级片,4 项或以上缺点为废片。泌尿系造影图像(以 1 套为评价标准)细微结构的显示按不显示、显示、清晰显示 3 个等级进行评价,在评价肾实质和输尿管时如一侧不显示就按照不显示进行评价。

X 线辐射剂量差异评价:两组病例采用同样的摄影技术进行摄影,记录实际 X 线量(mAs),计算两组 X 线辐射剂量的平均值及标准差,并进行比较。

4. 统计学分析

采用 SPSS 统计学软件进行统计学分析,两组 X 线输出量和照射量比较采用 t 检验,两组显示率差异比较采用 χ^2 检验,两组影像质量等级差异采用 Wilcoxon 秩和检验(Z 检验)。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

在两种不同平板探测器系统上分别用 80kV (10mAs, 30mAs) 和 90kV (20mAs, 40mAs) 4 种曝光参数组合连续 10 次对水模进行曝光,用诊断水平剂量仪对机器 X 线输出量进行检测和记录,结果见表 1,对两组数据进行 t 检验,结果显示两种 X 线摄影系统在 X 线输出量上差异无统计学意义($P > 0.05$)。

200 例病例在非晶硅 DR、非晶硒成像系统所摄图像 320 张(图 1、2),图像质量评定结果见表 2,对两组数据进行 Wilcoxon 秩和检验(Z 检验),结果显示两组

表 1 两种摄影系统 X 线输出量比较 (uGy)

扫描参数	非晶硅	非晶硒	t 值	P 值
80kV				
10mAs	264.04±2.02	264.84±2.62	-0.765	>0.05
30mAs	847.14±6.45	847.14±7.45	0	>0.05
90kV				
20mAs	696.45±5.23	695.12±2.23	0.739	>0.05
40mAs	1393.52±2.54	1392.32±3.24	0.922	>0.05

甲、乙、丙片及废片差异无统计学意义($Z=0.977, P > 0.05$)。

表 2 两组影像质量等级片的评定结果 (张)

组别	甲级片	乙级片	丙级片	废片
非晶硅	165	121	30	4
非晶硒	173	129	15	3

对两组患者从照射量、预览图像的响应时间以及平均检查时间上进行分析,结果显示非晶硅组照射量低于非晶硒组($t = -345.16, P = 0.000$),响应时间及平均检查时间非晶硒组优于非晶硅组(表 3)。

表 3 照射量和预览图像的响应时间分析

组别	照射量 (mAs)	响应时间 (s)	平均检查时间 (min)
非晶硅	8.06±0.35	4	25
非晶硒	19.05±0.45	实时	18

对泌尿系细微结构的显示进行统计学分析,非晶硅和非晶硒图像的质量差异无统计学意义($P > 0.05$),而在逆行造影上非晶硅和非晶硒图像质量差异有统计学意义($P < 0.05$, 表 4、5)。

表 4 两组逆行造影对泌尿系结构的显示情况比较

显示结构	例数	非晶硅		非晶硒(动态)		χ^2 值
		显示	清晰显示	显示	清晰显示	
肾实质	25	12	13	5	20	12.25
输尿管	25	11	14	4	21	14.58
膀胱	15	9	6	3	12	18.3

讨 论

本文对两组病例在不同探测器成像系统上摄影进行对比研究,考虑到两种设备 X 线输出剂量的差异性,首先对两种设备进行剂量检测,通过两者的 X 线输出剂量比较显示差异无统计学意义($P > 0.05$),说明两组病例的 X 线剂量差异不是由于不同设备性能所引起的,而是由不同探测器材料即非晶硒和非晶硅

表 5 两组静脉肾盂造影对泌尿系结构的显示情况比较

显示结构	非晶硅			非晶硒(动态)			χ^2 值
	不显示	显示	清晰显示	不显示	显示	清晰显示	
肾实质	5	40	15	4	44	12	1.36
输尿管	6	39	15	5	40	15	0.23
膀胱	0	43	17	0	42	18	0.08
重要影像细节	0	42	18	0	40	20	0.30
双肾轮廓显示	0	39	21	0	38	22	0.07
腰肌轮廓可见	0	37	23	0	42	18	1.98

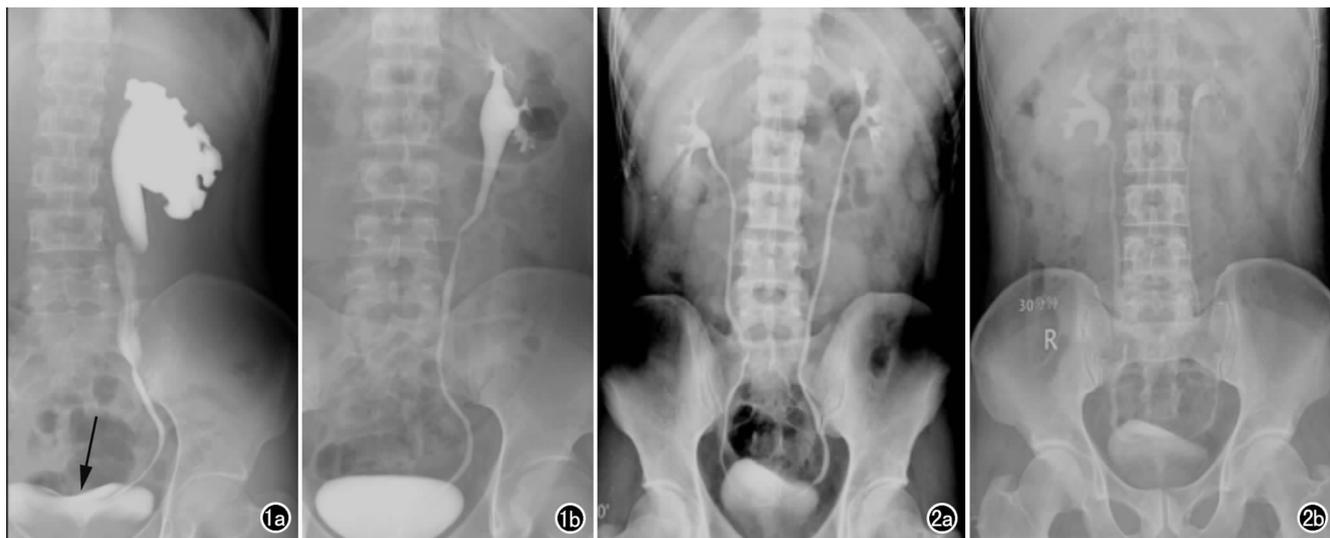


图1 两种不同探测器成像设备逆行造影图像。a) 非晶硅 DR 逆行造影示肾盂、肾盏和输尿管充盈过度,而膀胱充盈欠佳(箭); b) 动态非晶硒逆行造影示肾盂、肾盏、输尿管和膀胱充盈良好。图2 两种不同探测器成像设备下静脉肾盂造影图像。a) 非晶硅 DR 静脉肾盂造影能良好显示肾盂、肾盏、输尿管和膀胱; b) 动态非晶硒静脉肾盂造影能良好显示肾盂、肾盏、输尿管和膀胱。

的性能差异造成的。

根据两种成像系统设备内置的腹部摄影条件作为参考,固定 80kV 进行摄影,主要考虑便于两种设备 X 线输出量的比较,本组结果显示非晶硒组 X 线剂量输出明显高于非晶硅组,两者差异有统计学意义($P < 0.01$),这种差异是由两者成像原理不同所造成的,非晶硒 X 线能量直接转换成电信号,量子检测效能较低,非晶硅 X 线能量由碘化铯闪烁体转换成光信号,光信号再由光电二极管转换成电信号,碘化铯非晶硅的量子检测效能要比非晶硒高很多,如果要达到同样的成像效果,非晶硒使用的 X 线剂量要比非晶硅高得多,两者的 X 线剂量差异是由量子检出率(detective quantum efficient, DQE)决定的^[1-2]。另外,本研究中非晶硒板具有动态透视功能,在进行造影检查时,检查医师习惯在透视模式下抓拍图像,这样就会增加患者所受的辐射剂量。所以,在泌尿系摄影中使用硅板 DR 对于降低患者所受的辐射剂量有实际意义。

从两者成像原理来分析,非晶硒直接把 X 线转换成电信号,没有漫射效应,而非晶硅是将 X 线通过碘化铯荧光作用转换成可见光,再通过光电效应转换成电信号,提高了量子检测效率,但增加了一个荧光漫射程序,给影像的解析造成了影响,虽然非晶硅采用针状碘化铯晶体作为闪烁材料,针状晶体的光导作用能有效防止荧光漫射,但漫射不会全部消失,只是减少到最低限度^[2-3]。因此从成像原理上说,非晶硒应该比非晶硅成像清楚,但在静脉肾盂造影影像的细节表现方面,本研究两组的图像质量并没有明显差异,原因在于非晶硅有较高的量子检出率,因而有更高的信噪比输出,

一定程度上抵消了荧光漫射效应^[4]。

在逆行造影方面,动态非晶硒成像设备能实时观察影像,随时根据对比剂注射量进行抓拍,尤其是全尿路造影时可避免因对比剂注入过多而造成肾盂充盈过度而影响局部细节的观察。非晶硅 DR 由于不能进行实时观察往往会出现肾盂肾盏充盈不足或过度的情况,另外动态非晶硒成像设备可通过改变床竖立角度全方面、多体位观察泌尿系影像,为影像诊断和临床治疗提供保障^[5]。因此,动态非晶硒 DR 泌尿系影像明显优于非晶硅系统。

虽然行数字 X 线摄影后在几秒钟内就可预览影像,需要重拍的图像能立即处理,但是在 200 例造影照片中还是有废片产生,主要是患者检查前没有做好肠道清洁准备,照片上表现为肠道气体和粪便伪影较多。本文 200 例泌尿系影像评审的结果显示甲级片占 50%,超过了三甲医院的甲级片标准^[6]。

在实际工作中,应根据不同患者的具体病情及临床诊疗需求,选择最为适合的成像设备,在条件允许的情况下,对逆行、膀胱、尿道等泌尿系造影以及在顺行造影中发现肾盂、肾盏和输尿管显示不良的患者,应尽量采用动态非晶硒 DR 成像系统进行检查,能有效实现实时、动态、多方位的观察效果,为疾病诊断提供更多的依据。常规泌尿系造影可使用非晶硅 DR 进行检查,这样既可保证图像质量,又可有效降低患者所受的辐射剂量,另外,要嘱咐患者做好检查前的各种准备,加强检查医师的责任心,对肠道伪影较多的患者需重新检查。因此,选择最为适合的检查设备和方法,可以最大限度地提高检查效率。

参考文献:

- [1] Wronski MM, Zhao W, Reznik A, et al. A solid-state amorphous selenium avalanche technology for low photon flux imaging applications[J]. Med Phys, 2010, 37(9):4982-4985.
- [2] Kasap S, Frey JB, Belev G, et al. Amorphous and polycrystalline photoconductors for direct conversion flat panel X-ray image sensors[J]. Sensors (Basel), 2011, 11(5):5112-5157.
- [3] Seibert A. Flat-panel detectors; how much better are they? [J].

Pediatr Radiol, 2006, 36(Suppl 2):173-181.

- [4] 凌寿佳何. 非晶硒与非晶硅探测器在腰椎平片摄影中的比较[J]. 广西医科大学学报, 2009, 26(4):567-569.
- [5] 罗志鸿, 吴红珍, 纪昌焕, 等. 不同数字化设备在泌尿系造影中的应用与分析[J]. 实用医技杂志, 2008, 15(29):4041-4042.
- [6] 赵春阳, 马丽萍, 龚建平, 等. 200 例高千伏胸片非晶硅与非晶硅图像质量对比分析[J]. 放射学实践, 2007, 22(10):1113-1114.

(收稿日期:2012-07-04 修回日期:2013-01-30)

本刊可直接使用的医学缩略语

医学论文中正确、合理使用专业名词可以精简文字, 节省篇幅, 使文章精炼易懂。现将放射学专业领域为大家所熟知的专业名词缩略语公布如下(按照英文首字母顺序排列), 以后本刊在论文中将对这一类缩略语不再注释其英文全称和中文。

- ADC (apparent diffusion coefficient): 表观扩散系数
- ALT: 丙氨酸转氨酶; AST: 天冬氨酸转氨酶
- BF (blood flow): 血流量
- BOLD (blood oxygenation level dependent): 血氧水平依赖
- BV (blood volume): 血容量
- b: 扩散梯度因子
- CAG (coronary angiography): 冠状动脉造影
- CPR (curve planar reformation): 曲面重组
- CR (computed radiography): 计算机 X 线摄影术
- CT (computed tomography): 计算机体层成像
- CTA (computed tomography angiography): CT 血管成像
- CTPI (CT perfusion imaging): CT 灌注成像
- DICOM (digital imaging and communication in medicine): 医学数字成像和传输
- DR (digital radiography): 数字化 X 线摄影术
- DSA (digital subtraction angiography): 数字减影血管造影
- DWI (diffusion weighted imaging): 扩散加权成像
- DTI (diffusion tensor imaging): 扩散张量成像
- ECG (electrocardiography): 心电图
- EPI (echo planar imaging): 回波平面成像
- ERCP (endoscopic retrograde cholangiopancreatography): 经内镜逆行胰胆管造影术
- ETL (echo train length): 回波链长度
- FLAIR (fluid attenuation inversion recovery): 快速小角度激发反转恢复
- FLASH (fast low angle shot): 快速小角度激发
- FOV (field of view): 视野
- FSE (fast spin echo): 快速自旋回波
- fMRI (functional magnetic resonance imaging): 功能磁共振成像
- IR (inversion recovery): 反转恢复
- Gd-DTPA: 钆喷替酸葡甲胺
- GRE (gradient echo): 梯度回波
- HE 染色: 苏木素-伊红染色
- HRCT (high resolution CT): 高分辨率 CT

MPR (multi-planar reformation): 多平面重组

MIP (maximum intensity projection): 最大密(强)度投影

MinIP (minimum intensity projection): 最小密(强)度投影

MRA (magnetic resonance angiography): 磁共振血管成像

MRI (magnetic resonance imaging): 磁共振成像

MRS (magnetic resonance spectroscopy): 磁共振波谱学

MRCP (magnetic resonance cholangiopancreatography): 磁共振胰胆管成像

MSCT (multi-slice spiral CT): 多层螺旋 CT

MTT (mean transit time): 平均通过时间

NEX (number of excitation): 激励次数

PACS (picture archiving and communication system): 图像存储与传输系统

PC (phase contrast): 相位对比法

PET (positron emission tomography): 正电子发射计算机体层成像

PS (surface permeability): 表面通透性

ROC 曲线 (receiver operating characteristic curve): 受试者操作特征曲线

SPECT (single photon emission computed tomography): 单光子发射计算机体层摄影术

PWI (perfusion weighted imaging): 灌注加权成像

ROI (region of interest): 兴趣区

SE (spin echo): 自旋回波

STIR (short time inversion recovery): 短时反转恢复

TACE (transcatheter arterial chemoembolization): 经导管动脉化疗栓塞术

T₁WI (T₁ weighted image): T₁ 加权像

T₂WI (T₂ weighted image): T₂ 加权像

TE (time of echo): 回波时间

TI (time of inversion): 反转时间

TR (time of repetition): 重复时间

TOF (time of flight): 时间飞跃法

TSE (turbo spin echo): 快速自旋回波

VR (volume rendering): 容积再现

WHO (World Health Organization): 世界卫生组织

NAA (N-acetylaspartate): N-乙酰天门冬氨酸

Cho (choline): 胆碱

Cr (creatinine): 肌酸

(本刊编辑部)