

X线数字断层融合技术与非增强螺旋CT对泌尿系统结石诊断的对比研究

1.巴图尔·吐尔地 王辉 火忠 古丽皮艳·阿不拉 别克木拉提·马合木提 买合木提·阿不里孜 刘惠萍 2.亚力坤·阿里木 夏木司丁尼扎米丁

(1.新疆维吾尔自治区人民医院放射科 2.新疆维吾尔自治区人民医院泌尿诊疗中心 乌鲁木齐 830000)

摘要

目的：通过与非增强螺旋 CT(UMDCT) 检查对比，探讨普通静脉尿路造影(IV U)基础上的 X 线数字断层融合技术 (DTS) 在泌尿系统结石诊断中的应用价值。方法：对 75 例临床疑诊泌尿系统结石患者行 IV U，再此基础上行 DTS 成像，所有患者同时进行了 UMDCT 检查。这三种影像模式诊断结果与手术进行对照，获得三种方法诊断的敏感性、特异性、准确性、阳性预测值和阴性预测值。采用 χ^2 检验，观察三种成像方法之间的差异。结果：75 例疑诊泌尿系统结石患者中 60 例手术证实为结石。IV U，IV U 联合 DTS，UMDCT 诊断结石的敏感性、特异性、准确性、阳性预测值和阴性预测值分别为 70.0%、73.3%、70.7%、91.3%、37.9%；91.7%、86.7%、90.7%、96.5%、72.2%；96.7%、86.7%、94.7%、96.7%、86.7%。IV U 联合 DTS 与 UMDCT 相比诊断的敏感性、特异性、准确性、阳性预测值和阴性预测值上无明显差异，两者诊断能力均高于 IV U。结论：IV U 基础上的 DTS 成像与 UMDCT 在泌尿系统结石的诊断能力上无明显差异，可作为该疾病诊断的常规影像学技术。

关键词：数字化断层融合技术；静脉肾盂造影；非增强螺旋CT；泌尿系结石

Comparative Study of X-ray Digital Tomosynthesis Imaging based on Intravenous Urography and Unenhanced Multidetector-row Computerized Tomography in Urinary Calculi

Abstract

Objective: To evaluate the clinical application value of X-ray digital DTSynthesis(DTS)based on IVU (Intravenous Urography)in urinary calculi contrasted with unenhanced multidetector-row computerized tomography.

Materials and methods: 75 patients suspected of urinary calculi underwent IVU, DTS based on IVU and UMDCT. The diagnostic sensitivity, specificity, accuracy, positive predictive value and negative predictive of the three imaging ways were acquired according to operations, respectively. Chi-square test was used to evaluate the difference among the three ways. Results: In 75 cases, 60 cases were proved to be urinary calculi. The diagnostic sensitivity, specificity, accuracy, positive predictive value and negative predictive of IVU, DTS based on IVU, UMDCT is 70.0%、73.3%、70.7%、91.3%、37.9%；91.7%、86.7%、90.7%、96.5%、72.2%；96.7%、86.7%、94.7%、96.7%、86.7%, respectively. No significant differences between DTS based on IVU and UMDCT were found in sensitivity, specificity, accuracy, positive predictive value and negative predictive. Both cases are better than IVU in diagnostic ability. Conclusion: There is no significant difference in diagnostic ability of urinary calculi between DTS and UMDCT. DTS can be used as a routine imaging technique in diagnosis and follow up of urinary calculi.

Key words: Digital DTSynthesis; Intravenous urography; Unenhanced helical computerized tomography; Urinary calculi

泌尿系统结石是临床上的一种常见病,且发病率逐年增高,它可引起尿路梗阻及感染,从而损害肾功能,因而早期诊断和治疗极为重要。尿路平片和普通静脉尿路造影(intravenous urography,IVU)是检查泌尿系统结石的常用手段,但敏感性和准确性较低^[1],非增强螺旋CT(unenhanced multidetector-row computerized tomography,UMDCT)检查以其快捷、方便、准确性高的特点,在泌尿系结石的诊断和鉴别诊断中得到广泛应用^[2],然而UMDCT具有的辐射剂量高、无法评估肾脏功能等缺点也使其发展受到一定的限制^[3]。随着近年来数字化断层融合技术(digital DTSynthesis,DTS)的不断发展,其具有的曝光剂量低,分辨率高^[4,5],图像清晰等优点,得到了越来越多的临床关注。本研究采用IVU基础上的DTS成像,与目前常用的UMDCT技术进行对比,并用手术结果作为金标准来观察其对泌尿系统结石的诊断价值,探讨该技术的临床应用前景。

资料与方法:

1. 患者资料:收集我院2012年1月-2013年6月期间75例临床疑诊泌尿系结石患者,其中男性40例,女性35例,年龄7~65岁,平均36.0岁。所有患者均有腰痛病史,其中伴血尿者10例,排尿困难者8例,肾绞痛者4例,肾区叩痛者32例,实验室检查镜下血尿者20例,尿白细胞阳性者19例。

2. 检查方法: DTS成像采用岛津大平板多功能数字化透视摄影系统(Sonialvision Satire II)及自带图像后处理工作站,检查前患者禁食水6小时,检查时患者仰卧于检查床上,先摄KUB平片并行DTS成像一次,然后静脉注射对比剂碘帕醇或碘海醇50ml,儿童约20ml,2-3min内注射完,随后60例行腹部加压,另15例采取头低足高位约15°,透视下观察肾盂肾盏,输尿管及膀胱的显影情况,行常规IVU摄片,并选择泌尿系全程充盈良好状态应用DTS成像一次。检查床与球管高度为1100mm,腹部条件曝光。处理参数:Height:80mm,Range 100mm,Pitch 2.0 mm,进行后处理分析。选取高清晰图像进行断层融合摄片,患者屏气5秒。

UMDCT采用GE Brightspeed 16 pro CT扫描机。扫描参数:层厚:3.0mm,层间隔3.0mm,螺距1.0,轴压:120kv,电流:350mA。扫描完成后行冠状位2D重建,必要时行矢状位图像重建。

3. 图像分析:普通IVU成像、IVU基础上的DTS成像及UMDCT图像,均由2名从事X线及CT诊断5年以上的放射影像科医师在不知晓手术结果的情况下进行判读,如果有不同意见,进行讨论后达成一致结果。

4. 统计学方法:以手术结果作为金标准,获得普通IVU成像、IVU基础上的DTS成像及UMDCT三种方法诊断的敏感性、特异性、准确性、阳性预测值和阴性预测值。应用SPSS17.0软件进行统计学分析,采用行×列表的卡方检验观察三种方法诊断能力的差异。 $P < 0.05$ 表示差异有统计学意义。

结果:

75例患者中60例手术证实为泌尿系统结石,其中18例经皮肾镜手术证实,34例经输尿管镜手术证实,8例手术取出结石证实。泌尿系统结石中,肾结石26例,输尿管结石34例。结石直径(diameter,d)范围为1.2mm~13mm.,其中 $d < 2\text{mm}$ 的微小结石9例。普通IVU确诊42例,漏诊18例,漏诊结石中 $d < 2\text{mm}$ 的肾结石7例,输尿管结石5例, d 为2~10mm的肾结石3例,输尿管结石1例, $d > 10\text{mm}$ 的肾结石2例,4例腹盆腔钙化误诊为泌尿系结石;经DTS成像后确诊55例,5例结石漏诊,漏诊结石中 $d < 2\text{mm}$ 的肾结石4例, $d < 2\text{mm}$ 的输尿管结石1例,2例肾实质钙化误诊为肾结石;UMDCT发现结石60例,确诊58例,其中2例肾结石误诊为输尿管结石,2例输尿管结石漏诊,均为 $d < 2\text{mm}$ 的微小结石(表1)。普通IVU、IVU+DTS、UMDCT诊断的敏感性、特异性、准确性、阳性预测值、阴性预测值见表2。

表1 普通IVU、IVU+DTS、UMDCT 诊断结果与手术结果对比

检查方式		手术结果		合计
		阳性	阴性	
IVU	阳性	42	4	46
	阴性	18	11	29
IVU + DTS	阳性	55	2	57
	阴性	5	13	18
UMDCT	阳性	58	2	60
	阴性	2	13	15
合计		60	15	75

表2 普通IVU、IVU+DTS、UMDCT 的诊断结果

	敏感性	特异性	准确性	阳性预测值	阴性预测值
IVU	70.0%	73.3%	70.7%	91.3%	37.9%
IVU + DTS	91.7%	86.7%	90.7%	96.5%	72.2%
UMDCT	96.7%	86.7%	94.7%	96.7%	86.7%

采用行 x 列表的卡方检验观察三种影像学方法之间诊断能力的差异, 具体见表 3。结果显示三者之间的特异性、阳性预测值无明显差异。IVU+DTS、UMDCT

诊断的敏感性、准确性、阴性预测值无明显差异, 但均高于 IVU。

表3 普通IVU、IVU+DTS、UMDCT 诊断结果间的差异

	总体		IVU- IVU+DTS		IVU-UMDCT		IVU+DTS -UMDCT	
	x^2	<i>P</i>	x^2	<i>P</i>	x^2	<i>P</i>	x^2	<i>P</i>
敏感性	20.160	0.000	9.090	0.003	15.360	0.000	1.365	0.243
特异性	1.216	0.544						
准确性	19.815	0.000	9.618	0.002	15.074	0.000	0.883	0.347
阳性预测值	1.972	0.373						
阴性预测值	11.417	0.003	5.226	0.022	9.471	0.002	1.021	0.312

讨论

泌尿系统平片及普通 IVU 检查简单易行,是临床泌尿系统结石筛查及术前例行检查的主要手段。但是由于肠道、骨骼、腹盆腔钙化等其他非结石的高密度重叠伪影较多,容易造成假阳性,同时有些结石会被肠道内容物遮盖,造成漏诊。此外,受肠道气体、肥胖以及摄片参数等因素的影响,所获得的图像质量通常不高。该检查技术本身固有的图像密度分辨率低的特点,使其对直径 2mm 以下的微小结石极易漏诊^[6]。DTS 成像与传统上的数字 DR 摄片不同,一次扫描下可获得 74 幅高清晰原始本层图像,经计算机重建处理后可获得感兴趣区域内任意层面的图像,俗称“冠扫 CT”^[7],该检查方式降低了层面之间的重叠干扰,大大提高了泌尿系统图像的对比度和清晰度。将 DTS 成像应用于 IVU 检查,不仅可以清楚显示出肾脏的形态,区分肾皮质和髓质,而且对肾结石的位置、形态,肾盂肾盏的细微结构显示极佳(图 1,2),对病灶在纵向的边缘形态及邻近结构的变化也可以显示得更加清楚。将 DTS 成像应用于传统成熟的 IVU 检查,可以消除腹部重叠伪影的干扰,提高图像的密度分辨力,甚至可以显示尿酸盐类的阴性结石。鉴于 DTS 检查的诸多优越性,该检查逐渐成为一种诊断泌尿系统结石的新方法^[8]。UMDCT 由于其密度分辨率高,无重叠,已经广泛应用于泌尿系统疾病的临床诊断中,并公认为最有效的方法之一^[9,10]。

本研究中,我们以手术为金标准比较了 IVU、IVU 基础上的 DTS 成像与 UMDCT 在泌尿系统结石诊断方面的价值。普通 IVU 检查中 18 例漏诊结石 $d < 2.0\text{mm}$ 的有 12 例,其中有 4 例 IVU 显示为阴性, DTS 成像后均显示为稍高密度结石。这是因为 DTS 为冠状位成像,空间分辨率较高,消除了一些重叠伪影,对小于 2mm 的、特别是输尿管微小结石的检出率大大提高,对于双肾盂、双输尿管重复畸形合并泌尿系统结石的诊断也更加精确^[11](图 3,4),使 IVU 基础上的 DTS 漏诊率降低。CT 的密度分辨率高,能辨别细微的密度差异,而泌尿系统结石,无论其为何种化学成分,其 CT 值至少在 100HU 以上。本研究中的 60 例泌尿系统结

石,CT 值范围为 120~1080HU 之间,远远超过周围软组织的密度,因而泌尿系结石在 CT 图像上全部表现为明显的高密度影,通过 CT 平扫即能很容易地被检出(图 5,6)。另外,CT 图像由于没有重叠,能清晰观察泌尿系统之内及之外的高密度影,对于结石的确诊有非常高的诊断价值。其薄层扫描后图像的冠状位和矢状位的二维重建(图 7,8),使图像的直观性大大增强。

以手术为金标准 IVU,IVU 联合 DTS,UMDCT 诊断结石的敏感性、特异性、准确性、阳性预测值和阴性预测值为 70.0%、73.3%、70.7%、91.3%、37.9%; 91.7%、86.7%、90.7%、96.5%、72.2%; 96.7%、86.7%、94.7%、96.7%、86.7%。我们可以看出,在结石的诊断能力上,UMDCT 最高,其次为 IVU 联合 DTS。但是三者之间的特异性、阳性预测值无明显差异。IVU+DTS 和 UMDCT 对比,其诊断的敏感性、准确性、阴性预测值无明显差异,但均高于 IVU。

虽然 UMDCT 的诊断能力非常卓著,但是这项技术的辐射剂量问题也越来越受到重视。泌尿系统结石为临床的常见病,容易复发,需多次随访,因此该检查及随访中的辐射剂量问题不容忽视。文献显示,螺旋 CT 的薄层扫描的辐射剂量要明显高于普通 IVU 及 DTS^[12,13],目前发展起来的低剂量 CT 检查可有效降低辐射剂量($< 3\text{mSv}$)^[4],从而保护患者,但是其在多次随访中的剂量累积隐患仍然存在^[15],而且低辐射剂量螺旋 CT 是否会影响泌尿系结石的诊断正确率,也值得研究^[16,17]。DTS 成像与 UMDCT 相比其辐射剂量大大减少。文献显示,一个中等身材成年患者,应用 DTS 成像完成 IVU 检查,辐射剂量共计 0.83 msv (约 56.6 mGy,包含 DTS 成像 2 次,摄片 4 次),低于该患者的 UMDCT 检查(辐射剂量为 12.6 msv,相当于 840mGy,约为前者的 15 倍)^[18]。本组研究中,普通 IVU、应用 DTS 成像后完成的 IVU、NCHCT 的辐射量分别是 0.18 msv、0.67 msv、11.95 msv (约 12.06 mGy、45.07 mGy、796.59mGy)。即使腹部肥胖者行 IVU 检查,同时应用 DTS 成像,其最大辐射剂量为 1.18 msv (约 78.46mGy),仅为多层螺旋 CT 辐射量的 1/10。另外,UMDCT 检查不能评估肾脏功能也是其重要的缺陷。

总之, DTS 诊断能力与 UMDCT 相比无明显差异, 且可明显降低辐射剂量, 可作为临床泌尿系统结石诊断、随访的重要影像学方式。

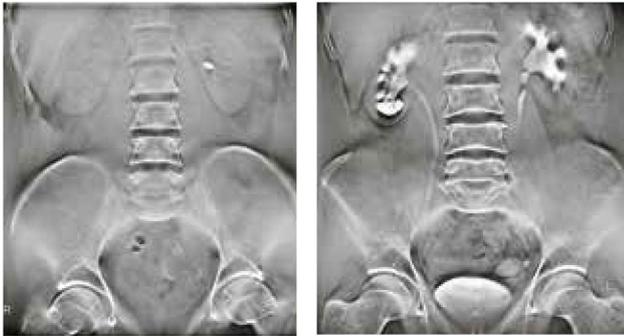


图 1

图 2



图 3

图 4

图 1 43 岁, 男性, 左肾结石。DTS 成像, 肾脏轮廓及皮、髓质结构分界清晰, 结石位于左肾盂内。图 2 37 岁, 男性, 右肾铸型结石、左侧输尿管多发结石。DTS 成像对结石形态及位置的显示基本等同 “CTU”。图 3, 4 DTS 成像均显示左侧双肾盂部分双输尿管重复畸形, 结石位于双输尿管汇合处。

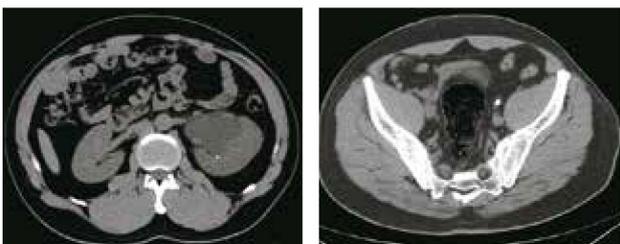


图 5

图 6

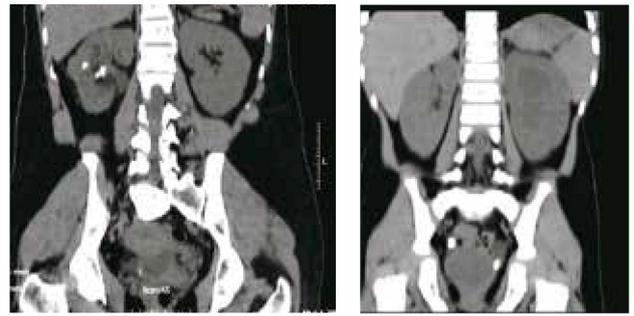


图 7

图 8

图 5 38 岁, 男性, B 超提示左肾积水, NMDCT 显示左肾盂内高密度微小结石, 直径约 2.5mm。图 6 44 岁, 男性, 泌尿系平片阴性, NMDCT 显示左侧输尿管下段高密度结石。图 7, 8 NMDCT 二维冠状位重建可直观显示右侧肾盂结石、双侧输尿管末端结石的位置。

参考文献:

- [1] Wells IT, Raju VM, Rowberry BK, et al. Digital tomosynthesis--a new lease of life for the intravenous urogram. *Br J Radiol.* 2011,84(1001):464-468. PMID:21511750
- [2] Demirel A, Suma S. The efficacy of non-contrast helical computed tomography in the prediction of urinary stone composition in vivo. *J Int Med Res.* 2003, 31(1):1-5. PMID:12635527
- [3] Longo J, Akbar S, Schaff T, et al. A prospective comparative study of non-contrast helical computed tomography and intravenous urogram for the assessment of renal colic. *Emergency Radiology.*2001(8) 285-292.
- [4] 赵峰, 曾明勇, 彭盛坤, 等. 数字断层融合技术与多层 CT 胸部平扫病变检出及辐射剂量的体模研究. *中华放射学杂志*, 2012,46(4): 363-366.
- [5] Yan H, Godfrey DJ, Yin FF. Fast reconstruction of digital tomosynthesis using on-board images. *Med Phys.* 2008,35(5):2162-2169. PMID:18561691
- [6] Mermuys K, De Geeter F, Bacher K, et al. Digital tomosynthesis in the detection of urolithiasis: Diagnostic performance and dosimetry compared with digital radiography with MDCT as the reference standard. *AJR*

Am J Roentgenol. 2010, 195(1):161-167. PMID: 20566811

[7] Dobbins JT 3rd, Godfrey DJ. Digital x-ray tomosynthesis: current state of the art and clinical potential. Phys Med Biol. 2003 Oct 7;48(19):R65-106. PMID:14579853

[8]Rowberry BK, Galea A.Intravenous Opyelogram artefacts unique to digital tomosynthesis reconstruction. Br J Radiol. 2011,84(1007):1050-1054. PMID:22011833

[9]AhmadNA, AtherMH, ReesJ.Incidental diagnosis of diseases on un-enhanced helical computed tomography performed for ureteric colic. BMC Urol. 2003 Mar 17;3:2. PMID:12675951

[10] 杨文德, 殷亮, 徐茂盛, 非增强螺旋 CT 与静脉肾盂造影诊断输尿管结石的比较 [J], 实用放射学杂志 27 (2011) 149-151.

[11] Dobbins JT 3rd, Godfrey DJ. Digital x-ray tomosynthesis: current state of the art and clinical potential. Phys Med Biol. 2003,48(19):R65-106. PMID:14579853

[12] Pfister SA, Deckart A, Laschke S, ,et al. Unenhanced helical computed tomography vs intravenous urography in patients with acute flank pain: accuracy and economic impact in a randomized prospective trial. Eur Radiol. 2003 Nov;13(11):2513-20. PMID:12898174

[13] Astroza GM, Neisius A, Wang AJ,et al. Radiation Exposure in the Follow-Up of Patients with Urolithiasis Comparing Digital Tomosynthesis, Non-Contrast CT, Standard KUB, and IVU. J Endourol. 2013 Aug 20. [Epub ahead of print] PMID: 23734577

[14]Tilo Niemann, Thilo Kollmann , Georg Bongartz. Diagnostic Performance of Low-Dose CT for the Detection of Urolithiasis: A Meta-Analysis.American Journal of Roentgenology. 2008;191: 396-401. PMID:18647908

[15] 傅强, 石清磊, 徐克, 等 .CT 尿路造影时患者的辐射剂量与风险评估 [J]. 中华放射医学与防护杂志 . 2011,31(1): 90-91

[16] Liu W, Esler SJ, Kenny BJ,et al. Low-Dose Nonenhanced Helical CT of Renal Colic: Assessment of Ureteric Stone Detection and Measurement of Effective Dose Equivalent.Radiology.2000,215(1):51-54. PMID: 10751467

[17] Kim BS, Hwang IK, Choi YW,et al.Low-dose and standard-dose unenhanced helical computed tomography for the assessment of acute renal colic: prospective comparative study. Acta Radiol. 2005 Nov;46(7):756-63. PMID:16372698

[18] Mermuys K, De Geeter F, Bacher K, et al.Digital tomosynthesis in the detection of urolithiasis: Diagnostic performance and dosimetry compared with digital radiography with MDCT as the reference standard. AJR Am J Roentgenol. 2010 Jul;195(1):161-7. PMID:20566811

