

✧ 生殖泌尿影像学

X-ray digital tomosynthesis in diagnosis of ureteral calculi

WANG Min¹, ZHANG Zhiqiang^{1*}, QI Kai², LIU Jian¹, MAO Wenji¹, ZHAO Liting¹

(1. Department of Radiology, Zibo Central Hospital, Zibo 255036, China; 2. Department of Radiology, Zhangdian District People's Hospital of Zibo City, Zibo 255025, China)

[Abstract] **Objective** To explore the value of X-ray digital tomosynthesis (DTS) in diagnosis of ureteral calculi. **Methods**

Totally 224 patients with ureteral calculi confirmed by clinical surgery underwent the ultrasound, plain film of kidney-ureter-bladder (KUB) and DTS check on the same day. The total number of calculi was 240, and out of which 55 were in the upper segment, and 185 in middle-lower segment. Taking the clinical results as the golden standard, the detection rates of the three methods were obtained and compared. **Results** The detection rates of DTS, KUB and ultrasound in all ureteral calculi, upper calculi, and middle-lower calculi were 87.50% (210/240), 45.83% (110/240), 56.25% (135/240); 90.91% (50/55), 70.91% (39/55), 100% (55/55); 86.49% (160/185), 38.38% (71/185), 43.24% (80/185). There were no significant differences of the detection rates in DTS and ultrasound in upper ureteral calculi ($P=0.022$), KUB and ultrasound in middle-lower ureteral ($P=0.341$), KUB and ultrasound in all calculi ($P=0.022$). And significant differences were found in other pairwise comparisons (all $P<0.0167$). **Conclusion** DTS has a high value in detection of ureteral calculi, especially of calculi in the middle-lower ureter, and the detection rate is higher than those of ultrasound and KUB.

[Key words] Digital tomosynthesis; Ureteral calculi; Abdomen

DOI:10.13929/j.1003-3289.2016.11.027

X 线数字断层融合技术诊断输尿管结石

王 敏¹, 张志强^{1*}, 亓 开², 刘 健¹, 毛文吉¹, 赵立亭¹

(1. 淄博市中心医院放射科, 山东 淄博 255036; 2. 淄博市张店区人民医院影像科, 山东 淄博 255025)

[摘要] **目的** 探讨 X 线数字断层融合技术(DTS)诊断输尿管结石的价值。**方法** 收集经临床手术证实为输尿管结石的患者 224 例,均于发病当天接受过超声、泌尿系平片(KUB)及 DTS 检查。结石总数 240 枚,上段 55 枚,中下段 185 枚。以临床手术结果为金标准,比较 3 种检查方法的检出率。**结果** DTS、KUB、超声对所有结石、上段结石、中下段结石的检出率分别为:87.50% (210/240)、45.83% (110/240)、56.25% (135/240)、90.91% (50/55)、70.91% (39/55)、100% (55/55)和 86.49% (160/185)、38.38% (71/185)、43.24% (80/185)。两两比较除上段结石中 DTS 与超声($P=0.022$)、中下段结石中 KUB 与超声($P=0.341$)、所有结石中 KUB 与超声($P=0.022$)检出率差异无统计学意义之外,其余两两比较差异均有统计学意义(P 均 <0.0167)。**结论** DTS 对输尿管结石具有较高的检出率,特别在较难诊断的输尿管中下段结石上表现出明显优势,其检出率明显高于 KUB 及超声,具有较高的临床应用价值。

[关键词] 数字化断层摄影;输尿管结石;腹部**[中图分类号]** R814.4; R691.4 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1003-3289(2016)11-1727-04

输尿管结石是一种常见病、多发病,多继发于肾结

石,原发于输尿管者少见^[1],男性多于女性,比例约为 3:1,且多发于中下段。该病起病急、疼痛剧烈、多伴恶心呕吐症状,患者多以急腹症来诊。在接受影像检查前,患者难以配合检查前的准备工作,如肠道清洁准备、憋尿等,进而增加了输尿管结石的检出难度,易出现漏诊及误诊。X 线数字断层融合技术

[第一作者] 王敏(1986—),女,山东淄博人,硕士,主治医师。研究方向:临床放射学诊断。E-mail: minmiwm@163.com

[通信作者] 张志强,淄博市中心医院放射科,255036。

E-mail: zbszxyf@163.com

[收稿日期] 2016-06-01 **[修回日期]** 2016-08-23

(digital tomosynthesis, DTS) 又称体层合成摄影、断层融合成像或容积成像等^[2], 是一种新型断层成像技术, 一次扫描可获得冠状面的连续断层图像, 俗称“冠扫 CT”^[3], 其克服了组织重叠的干扰, 目前较多用于关节、胸部、乳腺及牙科^[4-5] 的诊断。本研究将 DTS 技术应用于腹部, 并与泌尿系平片 (plain film of kidney-ureter-bladder, KUB) 及超声进行对照, 初步评价 DTS 诊断输尿管结石的价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料 收集 2014 年 4 月—2016 年 1 月因急腹症来我院就诊, 且经临床手术证实为输尿管结石的患者 224 例, 其中男 142 例, 女 82 例, 年龄 21~88 岁, 平均 (49.9 ± 13.3) 岁, 结石总数 240 枚, 上段 55 枚, 中下段 185 枚。本研究中直径 <1 cm 的结石, 均经临床保守治疗 1 周后结石未自行排出, 临床怀疑合并感染或输尿管狭窄、走行异常而最终接受手术治疗。所有患者均于发病当天接受超声、KUB 及 DTS 检查, 且于手术当天或前一天选择其中一种合适的检查方法复查以再次确定结石位置。本研究均获得患者及其家属知情同意。

1.2 仪器与方法 超声检查采用 Philips iU22 超声诊断仪, 探头频率 2.5~5 MHz; KUB 采用 Siemens DR 机; DTS 采用岛津 Sonialvision Satire II 大平板多功能数字化透视摄影系统及自带的图像后处理工作站。患者在无任何检查前准备的应急状态下分别接受超声、KUB 及 DTS 检查。KUB 投照范围为上达剑突, 下至耻骨联合上缘, 嘱患者屏气后曝光。DTS 检查患者平卧于摄影床, 正中矢状面垂直于床面, 体表定位点位于剑突与耻骨联合连线中点 (要求上至肾上缘, 下达耻骨联合上缘), 焦点-胶片距离 (focus-film distance, FFD) 为 1 100 mm, 电压 80~85 kV, 电流 5.0 mAs, 嘱患者屏气后曝光, 重建参数: 中心层面高度 100~110 mm, 层间隔 1.0 mm, 重建范围 60~70 mm。

1.3 统计学分析 采用 SPSS 13.0 统计分析软件。以临床手术结果为金标准, 分别获得上段及中下段结

石 3 种检查方法的检出率, 检出率总体差异的比较采用行列表 χ^2 检验, 以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义; 两两比较采用 χ^2 分割法, 以检验水准修正值 $P < 0.0167$ 为差异有统计学意义。

2 结果

DTS 对所有结石的检出率为 87.50% (210/240), KUB 检出率为 45.83% (110/240), 超声检出率为 56.25% (135/240); DTS 对上段结石的检出率为 90.91% (50/55), KUB 检出率为 70.91% (39/55), 超声检出率为 100% (55/55); DTS 对中下段结石的检出率为 86.49% (160/185), KUB 检出率为 38.38% (71/185), 超声检出率为 43.24% (80/185)。

DTS 漏诊上段结石 5 枚: 直径 <0.5 mm 且密度较低者 3 枚, 受肠管内容物重叠影响者 2 枚; KUB 漏诊上段结石 16 枚: 直径 <0.5 mm 且密度较低者 5 枚, 受腰椎横突或椎体缘增生骨赘遮挡者 4 枚, 受肠管内容物遮挡观察不清者 7 枚。

DTS 漏诊中下段结石 25 枚: 诊断为静脉石 12 枚, 诊断为髂血管钙化 8 枚, 直径 <0.5 mm 且密度较低的小结石漏诊 3 枚, 肠管内容物重叠影响 2 枚; KUB 漏诊中下段结石 114 枚: 表现为阴性结石或极难发现的低密度结石 45 枚, 骨盆髌髌关节区诊断为骨岛而漏诊者 8 枚, 骶骨区密度不易区分者 20 枚 (图 1), 诊断为静脉石而漏诊者 10 枚, 诊断为盆腔钙化灶者 13 枚, 肠管内容物重叠影响 18 枚 (图 2); 超声漏诊中下段结石 105 枚: 膀胱未充盈或充盈欠佳致中下段探查不清漏诊者 46 枚, 输尿管结石 ≥ 2 枚而漏诊上者或下者 4 枚, 因肠道气体干扰探查不清者 50 枚, 因体型较胖、腹部脂肪厚而中下段探查不清者 5 枚。

3 种检查方法对所有结石、上段结石、中下段结石的检出率差异均有统计学意义 ($P < 0.001$); 两两比较结果为: 除上段结石中 DTS 与超声 ($P = 0.022$)、中下段结石中 KUB 与超声 ($P = 0.341$)、所有结石中 KUB 与超声 ($P = 0.022$) 检出率差异无统计学意义之外, 余两两比较差异均有统计学意义 (P 均 < 0.0167); 见表 1。

表 1 3 种检查方法对所有结石、上段结石、中下段结石检出率的统计学比较结果

比较项	所有结石		上段结石		中下段结石	
	χ^2 值	P 值	χ^2 值	P 值	χ^2 值	P 值
DTS vs KUB	93.750	<0.001	7.121	0.008	91.276	<0.001
DTS vs 超声	57.971	<0.001	5.238	0.022	75.897	<0.001
KUB vs 超声	5.211	0.022	18.723	<0.001	0.906	0.341
3 种方法比较	97.035	<0.001	21.935	<0.001	105.333	<0.001



图 1 患者女, 56 岁, 临床表现为右肾绞痛和镜下血尿, 超声示右输尿管上段扩张、未见明显结石
A. DTS 清晰显示右输尿管中段约骶 1 椎体下缘水平小结石(箭), 大小约 $0.5\text{ cm} \times 0.3\text{ cm}$; B. KUB 因骶骨重叠而漏诊

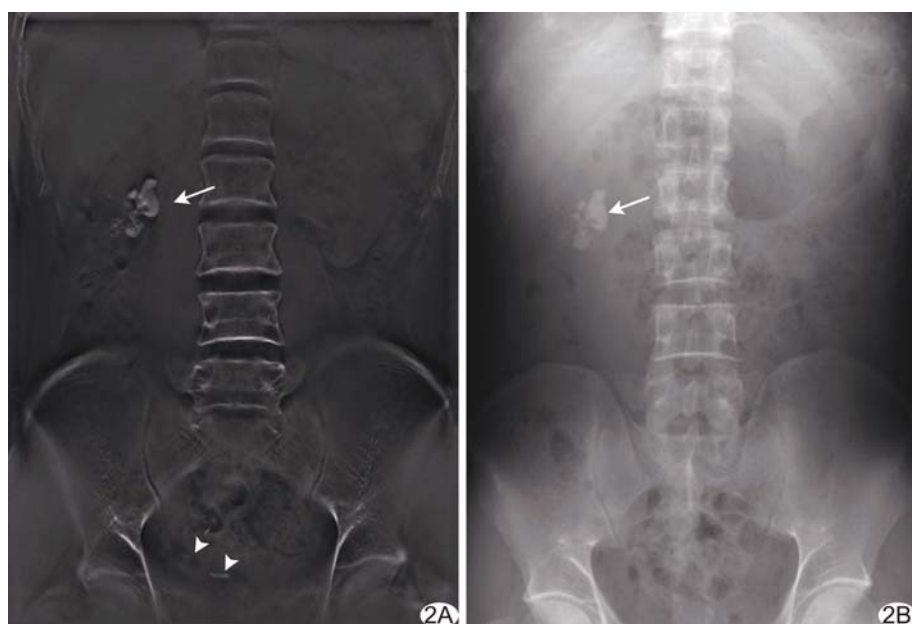


图 2 患者男, 42 岁, 超声示右肾多发结石并积水, 患者膀胱充盈欠佳, 双侧输尿管下段探查不清, 双侧输尿管走行区未见明显增宽 A. DTS 显示右肾区多发结石(箭), 同时清楚显示右输尿管下段两处串珠状结石灶(箭头); B. KUB 仅显示右肾区多发结石(箭), 部分呈铸形, 下段结石因肠管气体及内容物遮挡观察不清

3 讨论

目前, 输尿管结石的主要检查方法是超声、KUB 和 CT, 超声检查因其安全、无创、易操作、性价比高, 是目前公认的检查输尿管结石的首选方法, 但随着影像技术的发展, DTS 已成为一种诊断泌尿系结石的新方法^[6]。本研究中, 超声对上段结石的检出率为

100%, DTS 检出率为 90.91%, 两者检出效能近似相同, 差异无统计学意义 ($P = 0.022$), 因此 DTS 对于上段结石是一种较佳的检查方法。

然而, 由于输尿管解剖结构的原因, 输尿管结石好发于中下段, 而此段受肠道气体及内容物、骨骼、体表脂肪的影响较上段明显, 结石较难检出, 本研究对于中下段结石超声的检出率仅为 43.24%, 较上段显著下降, 明显低于 DTS 的 86.49%, 可能因膀胱充盈状态及肠道气体干扰。经腹超声泌尿系检查以膀胱做透声窗, 对膀胱充盈状态要求较高, 膀胱充盈欠佳会失去天然透声窗致中下段探查不清, 膀胱过度充盈可使膀胱三角区向后下方移位、输尿管受压^[7]、探头探查角度受限且不利于加压, 而造成中下段结石漏诊^[8]; 而输尿管结石患者多以急腹症就诊难以憋尿, 这就加大了超声的检出难度, 使漏诊率、误诊率升高。近年来, 有学者^[9]拟通过经直肠或阴道腔内超声检查的方法提高诊断率, 但经阴道超声仅适用于已婚且无阴道出血及炎症的患者, 经直肠超声不适用于肛裂、肛瘘等疾病的患者, 并且多数患者难以接受, 因此, 目前超声对于中下段结石的诊断仍然是腹部超声显示的弱点^[10]。与超声检查比较, DTS 操作简单, 患者受检前无需特殊准备, 仅需屏气 5 s 即可完成一次高质量的扫描, TOMOS 技术得

到冠状面的断层影像, 降低了层面重叠的干扰, 提高了图像的对比度和清晰度。本组研究 DTS 对中下段结石检出率 (86.49%) 与上段相似, 检出效能相对稳定, 且冠状位图像定位结石较超声直观^[2], 对中下段结石的诊断 DTS 表现出其独特的优势。

KUB 简单易行, 价格较低廉, 但受分辨率低的影

响,其对结石的检出率较低。本研究 KUB 对上段结石检出率为 70.91%,明显低于超声(100%)和 DTS(90.91%),对中下段结石检出率仅为 38.38%,明显低于 DTS(86.49%)。本研究发现 KUB 低检出率的原因除密度分辨率低外,还存在肠管重叠、横突及骨盆的遮挡^[11],DTS 融合断层扫描解决了肠管及邻近骨质结构重叠遮挡的问题,克服了常规 X 线影像重叠的不足^[12]。目前 CT 是检查泌尿系结石最敏感的技术,图像重建后非增强螺旋 CT 的诊断敏感度可达 99%~100%^[13],但其检查费用昂贵,且高密度分辨率以提高辐射剂量为前提,而 DTS 辐射剂量明显低于 CT^[14-16]。研究^[2]报道,胸部 DTS 辐射剂量相当于正侧位 DR 剂量水平,约为常规 CT 的 1/60,为低剂量 CT 扫描的 1/10。另有学者^[17]研究认为 DTS 与非增强螺旋 CT 诊断能力近似,无明显差异,且可弥补 CT 及 MRI 对金属假体或内固定材料置入术后患者检查受限的不足^[16]。

DTS 的局限性:对盆段输尿管走行区域内存在静脉石或血管钙化时,很难与结石进行鉴别,易导致误诊或漏诊,加之本组研究对象为应急状态的患者,膀胱多充盈欠佳,不利于输尿管末端结石与其周围静脉石、钙化灶的鉴别,之后拟选取耐受情况较好的患者,并于检查前憋尿以充盈膀胱,进一步评价膀胱充盈是否可以提高 DTS 对输尿管末端结石的检出率。

综上所述,DTS 对输尿管结石具有较高的检出率,尤其对输尿管中下段结石的检出,且性价比高、辐射剂量低,具有极高的临床应用价值。此外,DTS 为冠状位图像,对于结石的定位较直观,特别对于输尿管结石碎石置管术后复查者,输尿管走行因置管而显示清晰,结石与静脉石或血管钙化此时较易鉴别,加之 DTS 无线束伪影影响,因此尤其适用于临床碎石置管术后复查。

[参考文献]

- [1] 潘尹,杨琰,吕夕明,等.腔内超声诊断输尿管下段结石的价值探讨.中国超声医学杂志,2004,20(11):846-848.
- [2] 田军,宋少娟.数字化体层摄影与诊断图谱.北京:人民卫生出版社,2012:5.
- [3] 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.
- [4] Galea A, Dubbins P, Riordan R, et al. The value of digital tomosynthesis of the chest as a problem-solving tool for suspected pulmonary nodules and hilar lesions detected on chest radiography. Eur J Radiol, 2015, 84(5):1012-1018.
- [5] Aoki T, Fujii M, Yamashita Y, et al. Tomosynthesis of the wrist and hand in patients with rheumatoid arthritis: Comparison with radiography and MRI. AJR Am J Roentgenol, 2014, 202(2): 386-390.
- [6] Rowberry BK, Galea A. Intravenous pyelogram artefacts unique to digital tomosynthesis reconstruction. Br J Radiol, 2011, 84(1007):1050-1054.
- [7] 肖健存,张武.输尿管结石的超声诊断.中国医学影像技术,2000, 16(9):796-798.
- [8] 李楠,张海霞,李晓斌,等.超声诊断输尿管中下段结石 1126 例分析.临床合理用药杂志,2012,5(28):141.
- [9] 沈锡琳,龙春艳,曹小娟,等.腔内超声诊断盆段输尿管结石的价值.临床超声医学杂志,2012,13(4):198-199.
- [10] 杜岳武,司徒明珠,段晓楠,等.经阴道或直肠超声在输尿管结石急症中的应用价值.实用医学杂志,2012,28(8):1300.
- [11] 刘士峰,郭健,胡效坤,等.X 线数字断层融合成像与尿路平片对泌尿系结石诊断价值比较.中华医学杂志,2015,95(25): 2010-2013.
- [12] Yoo JY, Chung MJ, Choi B, et al. Digital tomosynthesis for PNS evaluation: Comparisons of patient exposure and image quality with plain radiography. Korean J Radiol, 2012, 13(2): 136-143.
- [13] Kwon JK, Chang IH, Moon YT, et al. Usefulness of low-dose nonenhanced computed tomography with iterative reconstruction for evaluation of urolithiasis: Diagnostic performance and agreement between the urologist and the radiologist. Urology, 2015, 85(3):531-538.
- [14] 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, 27(10):1187-1191.
- [15] 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.
- [16] Machida H, Yuhara T, Tamura M, et al. Whole-body clinical applications of digital tomosynthesis. Radiographics, 2016, 36(3):735-750.
- [17] 巴图尔·吐尔地,王辉,火忠,等.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价值.中华医学杂志,2014,94(15):1157-1160.