

- MR imaging for differentiating uterine sarcomas from benign leiomyomas. *Eur Radiol*, 2008, 18(4): 723-730.
- [7] Ichikawa T, Erturk SM, Motosugi U, et al. High-B-value diffusion-weighted MRI in colorectal cancer. *AJR Am J Roentgenol*, 2006, 187(1): 181-184.
- [8] Nakanishi K, Kobayashi M, Nakaguchi K, et al. Whole-body MRI for detecting metastatic bone tumor: diagnostic value of diffusion-weighted images. *Magn Reson Med Sci*, 2007, 6(3): 147-155.
- [9] 李如迅, 时高峰, 许茜, 等. MRI 弥散加权成像与 SPECT 在脊柱转移瘤诊断中的对照研究. *河北医科大学学报*, 2007, 28(3): 198-199.
- [10] 吴伟峰, 张建军, 刘铁, 等. 背景抑制弥散加权成像在体部淋巴结成像中的初步应用. *肿瘤学杂志*, 2008, 14(9): 739-741.
- [11] Sumi M, Sakihama N, Sumi T, et al. Discrimination of metastatic cervical lymph nodes with diffusion-weighted MR imaging in patients with head and neck cancer. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2003, 24(8): 1627-1634.
- [12] Kwee TC, Takahara T, Qchiali R, et al. Diffusion-weighted whole-body imaging with background body signal suppression (DWIBS): features and potential applications in oncology. *Eur Radiol*, 2008, 18(9): 1937-1952.
- [13] Stadnik TW, Demaerel P, Luypaert RR, et al. Imaging tutorial: differential diagnosis of bright lesions on diffusion-weighted MR images. *Radiographics*, 2003, 23(1): e7.

(收稿日期: 2008-11-07)

泌尿系结石成分分析的 CT 研究进展

冯强 马智军

【摘要】泌尿系结石是泌尿外科的常见病和多发病。结石病的治疗不仅与结石的大小、部位、脆性、有无感染等有关,还受到结石成分的影响。预先知道结石的成分,对治疗具有指导性作用,但是目前还没有一种可靠的检查手段能够很精确地判断体内结石的成分。CT 除能精确判断结石的大小和部位外,还可大致判断体内结石的成分,尤其是双源 CT 的出现,为研究结石组成成分提供了一种全新的方法,能为查找结石的成因、预防和治疗提供影像学依据。

【关键词】尿路结石; 体层摄影术, X 线计算机

Advances on CT analyzing urolithiasis constituents

FENG Qiang, MA Zhi-jun

(Department of CT-MR, Yidu Central Hospital, Weifang Medical College, Shandong Qingzhou 262500, China)

【Abstract】 Urolithiasis is common and frequently-occurring diseases of urology. The treatment of lithiasis is not only relevant with the size, location, brittle and infection of calculi, but also affected by urolithiasis constituents. Knowing the urolithiasis constituents in advance is no doubt to guide treatment. But so far an reliable inspection method was not found to analyze accurately urolithiasis constituents in vivo. CT judge precisely the size, location of calculi and analyze roughly the urolithiasis constituents in vivo, especially the appear of dual source CT, which provide a new method for studying urolithiasis constituents. It may be helpful to find the cause, prevention and therapy of calculi.

【Key words】 Urinary calculi; Tomography, X-ray computed

泌尿系结石是世界范围的常见病、多发病,据调查目前发病率高达 4%~13%,并呈逐年上升趋势。近年来,通过冲击波碎石、微创介入术等,已使 90% 以上患者不需传统的开放手术而取石,

但结石患者在术后复发率高,因此对泌尿系结石组成成分进行测定,能为查找结石成因、预防和治疗提供依据^[1]。虽然拉曼光谱、差热-热重、核磁共振、高效液相色谱、傅里叶变换红外光谱和 X 射线衍射等仪器对结石成分能够进行定性、定量测定,但需要等到结石排出体外后才能进行分析,因此测量费时、费力,且花费较高,不利于大量人群的筛查,而双源 CT 的出现为研究结石组成成分提

DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-4114.2009.02.018

作者单位: 262500 山东青州, 潍坊医学院附属医院都中心医院 CT-MR 室

通信作者: 冯强 (E-mail: fengqiang1975@163.com)

供了一种新方法,它能早期发现结石并可同时在体内分析其成分^[2]。

1 泌尿系结石的成分

泌尿系结石根据晶体成分的不同,可以分为:草酸钙结石(30%~40%)、草酸钙和磷酸钙混合结石(30%~40%)、尿酸类结石(20%~30%)、磷酸铵镁(约4%)及胱氨酸类结石(约1%)^[3]。尿中的草酸钙按含水的多少可划分为一水草酸钙和二水草酸钙,磷酸钙结石包括透钙磷石和羟基磷灰石,胱氨酸结石有光滑型和粗糙型两种。除上述这些成分外,还含有一些低含量成分,如碳酸钙、透钙磷石、白磷镁石、五水磷酸镁、磷镁石、一水磷酸铵镁、尿酸氢钾、2,8-二羟基腺嘌呤、黄嘌呤、次黄嘌呤、无定形二氧化硅等。此外,部分结石中含有一定量的药物成分,其归因于摄入过多药物所致,这类药物主要包括茚地那韦(Indinavir)、托吡酯(Topiramate)、唑尼沙胺(Zonisamide)及维生素D等^[3]。

2 单源 CT 在泌尿系结石中的应用

由于结石的成分有所差异,故其密度和含钙量并不相同,泌尿系X线平片能够显示阳性结石,而超声和CT能够发现阴性结石,但超声对3 mm以下的结石、某些阴性结石以及输尿管下段的结石探查较困难,需要借助CT^[4],因此非增强螺旋CT是评价泌尿系结石的最常选用的方法^[5],因为它能对可疑结石迅速定位、测量大小、发现泌尿系结石伴随的肾积水。许多研究者对螺旋CT预测结石成分的可能性进行了研究^[6-8],Kim等^[9]在体外实验中区分出了光滑型和粗糙型的胱氨酸结石,认为前者的CT值比后者高。Pressler等^[10]研究了犬的泌尿系结石,发现CT完全能够区分尿酸结石、草酸钙结石和磷酸铵镁三种不同成分的动物结石。通常,螺旋CT能把尿酸结石与含钙结石区分开来,而能否区分草酸钙结石和磷酸钙结石,目前还需进一步探讨,因为目前文献得出的结果不一致,Zarse等^[9]用显微CT(一种分辨率比常规CT高得多的CT)分辨出了六种不同成分的结石,彼此之间没有重叠,而Mostafavi等^[11]对不同的结石进行评价:在120 kV时利用CT值能够区分尿酸类结

石、磷酸铵镁结石和草酸钙结石,但草酸钙和磷酸钙之间,磷酸铵镁和胱氨酸之间不能区分。双源CT的出现,为区分两种结石提供了可能。

3 双源 CT 双能量技术及其应用

3.1 双能量技术和原理

在CT图像中,组织之间的差异取决于它们对射线的衰减程度,并以CT值量化鉴别,而组织对射线的衰减是由组织对射线的吸收和散射所决定。在诊断性CT所使用的X射线能量范围内,X射线在穿过人体组织的过程中主要通过发生光电吸收效应和康普顿散射效应而衰减,光电吸收效应的强度与被曝物质的原子质量及X射线光子的能量相关,是钙、骨骼、碘造影剂等高原子物质衰减X射线光子能量的主要方式,而康普顿散射效应与物质的原子质量及射入X射线的能量无关,与组织的电子密度则呈函数关系,主要发生于软组织。常规所得到的图像中包含上述两种衰减效应的综合信息。软组织的CT值随X射线能量的变化不明显,而高原子物质的CT值随X射线能量变化显著,因此,可利用不同能量的X射线以及组织相对应的CT值变化,得出能体现组织化学成分的所谓组织特性图像^[12]。Mostafavi等^[11]利用单源CT两种能量模式,即80 kV、240 mA和120 kV、240 mA重复扫描结石时发现,草酸钙与磷酸钙在两种能量状态下CT值的差值具有统计学意义,草酸钙大于磷酸钙($t=2.40$, $P<0.05$)。Mitcheson等^[13]利用77 kVp、747 mA和125 kVp、460 mA两种能量模式,把胱氨酸结石与尿酸类结石、磷酸铵镁结石与尿酸类结石区分开来。但是,这些研究者都不能区分草酸钙结石与磷酸钙结石,因为这些结石的CT值比CT扫描器所能显示的最高CT值还高5%。单源CT扫描时的缺点:单源CT扫描时,应用一个球管固定的能量工作,虽然对结石可以利用不同的能量模式多次扫描,但是消除测量引起的误差非常困难,此外由于进行多次扫描,患者移动产生的人工伪影不可避免。而双源CT的应用可以很好地弥补以上单源CT的缺陷。

3.2 双源 CT 双能量技术可用来分析泌尿系结石

双源CT双能量技术利用两个球管分别产生140 kV、80 kV两种能量,两个球管以90°摆放,

其相对面都有探测器排列。因此,从两个不同的X射线源产生的数据都是同时获得的,并且双源CT的工作站能够测量不同能量序列、同一层图像相同的感兴趣区。

Matlaga等^[14]利用双源CT测量了草酸钙、磷酸钙、尿酸等结石在140 kV、80 kV两种能量状态下的CT值,研究结果与Mostafavi等^[11]的结果具有一致性,即不同能量状态下的CT值差值,含钙结石远大于非含钙结石,不同处是,Matlaga认为磷酸钙的CT值差值大于草酸钙,而Mostafavi的结果正好相反。分析其原因可能有以下三点:①两者使用的结石样本不一致,磷酸盐结石有多种,有磷酸灰羟石、透钙磷石及磷酸铵镁等;②两者采用的能量模式不一致,分别为120 kV和140 kV;③测量方法可能存在误差。Bellin等^[15]认为,测量CT值时,应将感兴趣区放到能够显示结石最大直径的横断面上。

4 研究方向与展望

Matlaga等和Mostafavi等研究结果的不一致,从一个侧面说明了上述研究采用的结石种类较少,另外以上数据都是从体外模型中得到的,而体外模型毕竟与真正的人体有所差异。我们认为,双源CT双能量模式对泌尿系结石成分进行分析的进一步研究应放在以下两点:①搜集尽可能多种类的结石样本,首先在体外模型中进行双源CT双能量模式扫描,分析不同种类结石在不同能量状态下的CT值变化特点;②分析泌尿系结石在活体内的CT值变化特点。总之,双源CT对泌尿系结石成分的分析有较大的临床应用价值,可以早期发现结石并测定其成分,为进一步研究结石的成因、预防和治疗提供影像学依据。

参 考 文 献

- [1] 李志明,满瑞林,陈岚,等.泌尿系结石分析方法的进展.华夏医学,2005,18(6):1072-1074.
- [2] Flohr TG, McCollough CH, Bruder H, et al. First performance

- evaluation of a dual-source CT (DSCT) system. Eur Radiol, 2006, 16(2): 256-268.
- [3] 邓穗平,陈德志,欧阳健明.泌尿系结石组分分析方法及其研究进展.光谱学与光谱分析,2006,26(4):761-767.
- [4] 白人驹,马大庆,李健丁,等.医学影像诊断学.北京:人民卫生出版社,2006:539-542.
- [5] Heidenreich A, Desgrandschamps F, Terrier F. Modern approach of diagnosis and management of acute flank pain: Review of all imaging modalities. Eur Urol, 2002, 41(4): 351-362.
- [6] 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.
- [7] Pareek G, Armenakas NA, Fracchia JA. Hounsfield units on computerized tomography predict stone-free rates after extracorporeal shock wave lithotripsy. J Urol, 2003, 169(5): 1679-1681.
- [8] Zarse CA, McAteer JA, Tann M, et al. Helical computed tomography accurately reports urinary stone composition using attenuation values: in vitro verification using high-resolution micro-computed tomography calibrated to Fourier transform infrared microspectroscopy. Urology, 2004, 63(5): 828-833.
- [9] Kim SC, Hatt EK, Lingeman JE, et al. Cystine: helical computerized tomography characterization of rough and smooth calculi in vitro. J Urol, 2005, 174(4 Pt1): 1468-1470.
- [10] Pressler BM, Mohammadian LA, Li E, et al. In vitro prediction of canine urolith mineral composition using computed tomographic mean beam attenuation measurements. Vet Radiol Ultrasound, 2004, 45(3): 189-197.
- [11] Mostafavi MR, Ernst RD, Saltzman B. Accurate determination of chemical composition of urinary calculi by spiral computerized tomography. J Urol, 1998, 159(3): 673-675.
- [12] 张宗军,卢光明.双源CT及其临床应用.医学研究生学报,2007,20(4):416-418.
- [13] Mitcheson HD, Zamenhof RG, Bankoff MS, et al. Determination of the chemical composition of urinary calculi by computerized tomography. J Urol, 1983, 130(4): 814-819.
- [14] Matlaga BR, Kawamoto S, Fishman E. Dual source computed tomography: a novel technique to determine stone composition. Urology, 2008, 72(5): 1164-1168.
- [15] Bellin MF, Renard-Penna R, Conort P, et al. Helical CT evaluation of the chemical composition of urinary tract calculi with a discriminant analysis of CT-attenuation values and density. Eur Radiol, 2004, 14(11): 2134-2140.

(收稿日期:2008-12-26)