·临床研究·

超声联合CT在输尿管末端结石诊断及治疗中的应用

谢文卫

（常州市新北区奔牛人民医院超声科，常州 213000）

【摘要】 目的 探析在输尿管末端结石诊断和治疗中应用超声联合CT的临床价值。**方法** 回顾性分析2022年1月—2024年5月在常州市新北区奔牛人民医院接受诊断和手术治疗的103例输尿管结石患者的临床资料，术前所有患者分别行超声和CT探查，统计所有患者超声和CT单一诊断与联合诊断以及手术病理检出结石位置情况，计算超声和CT单一诊断和联合诊断与手术病理检出结果的一致性，并以手术病理结果为金标准，计算超声和CT单一或联合诊断输尿管末端结石的效能。同时，在术后1周所有患者复查超声和CT观察结石清除效果。**结果** 经*Kappa*一致性检验评价超声单一诊断与手术病理结果一致性中等（*Kappa*=0.607），CT单一诊断与手术病理结果高度一致（*Kappa*=0.657），超声联合CT诊断与手术病理结果完全一致（*Kappa*=0.947）。经计算，CT单一诊断输尿管末端结石的准确率、灵敏度、特异度较高于超声单一诊断，但是组间差异无统计学意义（$P>0.05$）；超声联合CT诊断输尿管末端结石的准确率和灵敏度均显著高于超声和CT单一诊断，组间比较存在统计学意义（$P<0.05$）；超声联合CT诊断输尿管末端结石的特异度较高于超声和CT单一诊断，但是组间差异无统计学意义（$P>0.05$）。经手术病理确诊为输尿管末端结石的103例患者术后1周复查超声显示，术前探查到输尿管内强回声团均消失，且未探见输尿管扩张及腔内液体回声；103例患者术后1周复查CT显示，术后患者输尿管腔内高密度灶以及输尿管扩张征象均消失，并未探查到肾积水、梗阻性肾实质像。根据超声和CT探查结果评估结石清除率达100.00%。**结论** 在输尿管末端结石诊断中应用超声和CT辅助诊断的效能良好，两项影像学技术联合诊断则可进一步提高诊断的准确率和灵敏度，减少漏诊情况的发生，并且在术后通过复查超声和CT可以对其结石清除情况进行评估，为临床诊疗提供有效影像数据支持。

【关键词】 超声；CT；输尿管末端结石；诊断；治疗

【中图分类号】 TH77; R699.2 **【文献标识码】** A **【DOI】** 10.11876/mimt202501015

Ultrasound combined with CT in the diagnosis and treatment of distal ureteral calculi

Xie Wenwei

(Department of Ultrasound, Changzhou Xinbei District Benniu People's Hospital, Changzhou 213000, China)

【Abstract】 Objective To explore the clinical value of ultrasound combined with CT in the diagnosis and treatment of distal ureteral calculi. **Methods** Clinical data of 103 patients with ureteral calculi who received diagnosis and surgical treatment in Benniu People's Hospital, Xinnorth District, Changzhou City from January 2022 to May 2024 were retrospectively analyzed. Ultrasonography and CT exploration were performed on all patients before surgery, and the single diagnosis and combined diagnosis of ultrasonography and CT as well as the location of calculi detected by operation and pathology were analyzed. The consistency of single diagnosis and combined diagnosis of ultrasound and CT with surgical pathological findings was calculated, and the efficacy of single or combined diagnosis of ultrasound and CT in the diagnosis of distal ureteral calculi was calculated using surgical pathological results as the gold standard. At the same time, all patients were re-examined by ultrasound and CT one week after surgery to observe the effect of stone removal. **Results** According to kappa consistency test, the consistency of single ultrasound diagnosis and surgical pathological results was moderate (*Kappa*=0.607), the single CT diagnosis and surgical pathological results were highly consistent (*Kappa*=0.657), and the diagnosis of ultrasound combined with CT was completely consistent with surgical pathological results (*Kappa*=0.947). After calculation, the accuracy, sensitivity and specificity of CT single diagnosis of ureteral

第一作者：谢文卫，男，本科，副主任医师，研究方向：临床影像医学

calculi were higher than those of ultrasound single diagnosis, but there was no significant difference between the two groups (P>0.05). The accuracy and sensitivity of ultrasound combined with CT in the diagnosis of distal ureteral calculi were significantly higher than those of ultrasound and CT alone (P<0.05). The specificity of ultrasound combined with CT in the diagnosis of distal ureteral calculi was higher than that of ultrasound and CT alone, but there was no significant difference between the two groups (P>0.05). One week after operation, 103 patients with ureteral calculi diagnosed by surgery and pathology were examined by ultrasound. The strong echo mass in the ureter disappeared before operation, and ureteral dilatation and intraluminal liquid echo were not detected. One week after operation, the CT scan of 103 patients showed that the high-density focus in the urinary tract and ureteral dilatation signs disappeared, and no hydronephrosis and obstructive renal parenchyma were detected. According to the results of ultrasound and CT exploration, the stone clearance rate was 100%. **Conclusion** Ultrasound and CT are effective in the diagnosis of distal ureteral calculi. The combined diagnosis of the two imaging techniques can further improve the accuracy and sensitivity of the diagnosis, reduce the occurrence of missed diagnosis, and evaluate the stone clearance by re examination of ultrasound and CT after operation, so as to provide effective image data support for clinical diagnosis and treatment.

【Key Words】 Ultrasound; Keywords CT; Ureteral calculi; Diagnosis; Treat

输尿管末端结石指的是形成在输尿管近膀胱端的结石，可引起患者剧烈腹痛、尿液混浊、尿频、尿急等症状，严重者还可出现尿路梗阻等症状，进而损害肾功能，对其生命健康造成严重危害[1]。因此，及时的治疗十分关键，是改善患者生活质量的关键。输尿管分为上端、中端和末端三段，不同位置的输尿管结石治疗方案也有多不同，而单从临床表现难以鉴别诊断是否是输尿管末端结石，因而临床多采用影像学检查技术辅助诊断[2]。超声和CT是输尿管末端结石常用的影像学检查技术，两项影像学检查技术在输尿管末端结石诊断上均具有一定的应用价值，但是也存在一定的诊断局限性，如超声检查容易受肥胖体型或肠气过多影响成像质量，导致无法准确评估病灶的准确位置，而CT只能检测特定密度的物质，对于某些非钙质的结石或特殊化学成分的结石可能无法准确诊断[3,4]。因此，近年来有学者尝试将超声联合CT在输尿管末端结石诊断中，大幅提升诊断精准度[5]。基于此，为输尿管末端结石影像学诊断方案的选择提供理论依据，下文就超声联合CT在输尿管末端结石诊断及治疗中的应用效果进行分析，具体内容如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

回顾性分析2022年1月—2024年5月在常州市新北区奔牛人民医院接受诊断和手术治疗的103例输尿管结石患者的临床资料，其中男性患者55例，女性患者48例；年龄30～60岁，平均年龄（45.66±8.86）岁；身体质量指数（Body Mass Index，BMI）在16.95～24.00kg/m^2，平均BMI（20.57±2.07）kg/m^2。纳入标准：①BMI<24kg/m^2；②临床表现以腰腹部绞痛为主，伴尿急、尿频、血尿等症状；③对本研究知情同意且配合随访复查；④单发性输尿管结石。排除标准：①对CT检查不耐受；②体内有金属植入物，如心脏起搏器、金属骨钉等；③先天性输尿管畸形；④复发性输尿管结石；⑤处于妊娠期、经期的女性患者。

1.2 方法

术前和术后3个月所有患者分别行超声和CT探查，检查设备及步骤如下：

1.2.1 检查设备

Vivid E 90彩色超声诊断仪（生产企业：通用电气威美达超声设备有限公司，国械注进20173230626）和SOMATOM go.TOP X射线计算机体层摄影设备（生产企业：上海西门子医疗器械有限公司，国械注准20183060594）。

1.2.2 检查步骤

（1）超声：先指导患者取左侧卧位，在其探查腹部区域均匀涂抹上耦合剂，设置超声探头频率在2.5～5.0Hz，探测患者双肾及输尿管位置，应用探头进行横纵向及斜向等多方位探查，左侧位探查结束后依次调整为右侧卧位和俯卧位按照上述步骤进行探查。（2）CT：扫描参数设置为管电压120kV，层厚5mm，管电流250mA，层间距0.6mm，螺距0.7，参数设置好后引导患者将身上金属饰品和物品摘除干净后取仰卧位躺在检查床上，告知患者检查

过程中需要按照机器提示音进行屏气和呼气动作，并取铅衣对不需要探查且敏感的位置进行遮挡保护，从患者的腹部开始扫描至其盆腔，同时应用三维重建技术对双肾至膀胱的位置进行重建，重建参数为5mm轴位常规重建以及1.5mm薄层重建。

1.2.3 图像诊断流程

超声和CT图像均分别由从业3年以上的两名超声科医师和两名放射科医师共同阅片，超声和CT阅片过程中医师需要对病灶的密度信号特点、位置、分布、大小、形态、边缘、数量以及周围情况等进行详细分析，根据图像特征和临床治疗撰写诊断报告，提出诊断意见，若两名医师阅片过程中存在不同意见需重新共同阅片讨论后给出最终诊断意见。

1.3 观察指标

统计所有患者超声和CT单一诊断与联合诊断以及手术病理检出结石位置的情况，计算超声和CT单一诊断和联合诊断与手术病理检出结果的一致性，并以手术病理结果为金标准，计算超声和CT单一或联合诊断输尿管末端结石的效能。同时，在术后1周所有患者复查超声和CT观察结石清除效果。诊断效能计算公式：①准确率 =（A+D）÷（A+B+C+D）× 100%；②灵敏度 =A ÷（A+C）× 100%；③特异度 =D ÷（B+D）× 100%；其中A表示真阳，B表示假阳，C表示假阴，D表示真阴。

1.4 统计分析

选用SPSS 26.0对本次研究的所有数据进行处理分析，其中，计量资料表示格式为（$\bar{x} \pm s$），选择独立样本 t 进行检验。计数资料以 n（%）形式表示，选择卡方检验法进行检验。采用*Kappa*一致性检验评价超声和CT单一诊断和联合诊断结果与手术病理结果是否具有一致性，*Kappa*计算结果为0 ~ 1，0.0 ~ 0.20表示一致性极低，0.21 ~ 0.40表示一致性一般，0.41 ~ 0.60表示一致性中等水平，0.61 ~ 0.80表示高度一致，0.81 ~ 1.00表示完全一致。检验水准为 α=0.05。

2 结果

2.1 超声和CT单一诊断与联合诊断以及手术病理检出结果

超声和CT单一诊断与联合诊断以及手术病理检出结果如表1所示，经*Kappa*一致性检验评价超声单一诊断与手术病理结果一致性中等（*Kappa*=0.607），CT单一诊断与手术病理结果高度一致（*Kappa*=0.657），超声联合CT诊断与手术病理结果完全一致（*Kappa*=0.947）。

表1 超声和CT单一诊断与联合诊断以及手术病理检出结果（例）

诊断方法	n	输尿管上端结石	输尿管中端结石	输尿管末端结石	未检出结石
超声	103	26	27	34	16
CT	103	26	25	38	14
联合诊断	103	32	30	41	0
手术病理	103	33	30	40	0

2.2 超声和CT单一诊断和联合诊断输尿管末端结石的效能

超声和CT与手术病理结果检出输尿管末端结石的对比情况见表2，经计算，CT单一诊断输尿管末端结石的准确率、灵敏度、特异度较高于超声单一诊断，但是组间差异无统计学意义（P>0.05）；超声联合CT诊断输尿管末端结石的准确率和灵敏度均显著高于超声和CT单一诊断，组间比较存在统计学意义（P<0.05）；超声联合CT诊断输尿管末端结石的特异度较高于超声和CT单一诊断，但是组间差异无统计学意义（P>0.05）；诊断效能对比情况见表3。

表2 超声和CT与手术病理结果检出输尿管末端结石的对比情况（例）

诊断方法	诊断结果	手术病理结果		合计
		阳性	阴性	
超声	阳性	29	9	38
	阴性	11	54	65
CT	阳性	33	5	38
	阴性	7	58	65
联合诊断	阳性	39	2	41
	阴性	1	61	62
合计		40	63	103

表3 超声和CT单一诊断和联合诊断输尿管末端结石的效能（%）

诊断方法	准确率	灵敏度	特异度
超声	80.58（83/103）	72.50（29/40）	85.71（54/63）
CT	88.35（91/103）	82.50（33/40）	92.06（58/63）
联合诊断	97.09（100/103）	97.50（39/40）	96.82（61/63）
$x^2/P_{\text{超声与CT}}$	2.368/0.124	1.147/0.284	1.286/0.257
$x^2/P_{\text{超声与联合诊断}}$	14.145/0.000	9.804/0.002	3.586/0.058
$x^2/P_{\text{CT与联合诊断}}$	5.824/0.016	5.000/0.025	1.361/0.243

2.3 超声和CT观察结石清除效果

103例患者术后1周复查超声显示，术前探查到输尿管内强回声团均消失，且未探见输尿管扩张及腔内液体回声；103例患者术后1周复查CT显示，术后患者输尿管腔内高密度灶以及输尿管扩张征象均消失，并未探查到肾积水、梗阻性肾实质像。根据超声和CT探查结果评估结石清除率达100.00%。

3 讨论

输尿管末端结石是常见的急腹症，该疾病临床表现以剧烈的腰腹部疼痛、尿频尿急、尿道灼热感等为主，严重者还可出现血尿，但是单从临床症状难以鉴别输尿管结石的具体位置，不利于临床治疗方案的制定，因此，需要通过影像学检查手段辅助诊断[6]。超声和CT是输尿管末端结石常用影像学检查技术，超声是一种具有安全、无辐射、价格低廉、易操作等优点无创性医学影像检查方法，主要是通过超声波在人体组织中传播、反射和吸收来获取影像信息[7,8]。本研究通过分析超声联合CT诊断输尿管末端结石的效能发现，两种检查技术单一诊断输尿管结石的效能均良好，联合检查则可进一步提高诊断精准度。

3.1 超声单一诊断输尿管末端结石的优势和局限性

超声利用超声探头将产生的超声波传递到被检查的人体组织内部，使得超声波在不同组织的密度不同、声阻抗不同的情况下会发生反射、折射和散射，超声探头内的传感器会接收反射回来的超声波，并将其转换成电信号，接收到的信号经过处理，可以根据其到达时间、强度等信息来生成人体组织的影像[9]。一致性结果显示，超声单一诊断与金标准可以达到中度一致水平，但是计算诊断效能发现，诊断准确率、灵敏度和特异度在72%～85%，诊断效能并未达到90%，诊断效能并不是很理想。分析原因是，超声检查图像分辨率较高，可以很好的鉴别结石的形态，为临床诊断提供良好的图像参考数据，但是超声检查在穿过气体和骨骼组织时候效果较差，若输尿管结石位置较深可能无法准确检测到，且超声检查在解剖结构显示方面可能存在一定的限制，导致医生无法清晰地区分输尿管结构，加上邻近组织、管壁等可能干扰超声波的传播和成像，使医生难以区分结石的确切位置，从而导致误诊情况的发生。

3.2 CT单一诊断输尿管结石的优势和局限性

CT是一种通过X射线在人体内部的吸收程度的差异来获取断层CT影像的影像学检查方法，利用X射线源发射高能量的X射线束，该束穿过患者的身体被感应器接收，并且CT机器会围绕患者部位旋转，不断进行X射线扫描，采集多个不同角度的X射线透射数据，最后计算机利用所有不同角度的X射线数据，运用数学算法重建成横断面的图像，显示身体内部组织的密度和结构信息[10,11]。一致性结果显示，CT单一诊断与金标准可以达到高度一致水平，但是计算诊断效能发现，诊断特异度达到90%，而诊断准确率和灵敏度均低于90%，因而总体诊断效能并不是很理想。分析原因是，CT在骨骼组织的穿透能力相对较好，不仅可以清晰的显示输尿管结构，还可以有效的检出深层结石，尤其是对于密度偏高的结石，因为结石密度越高则X线的能力越强，所高密度结石显示的更加清晰[12,13]。但是输尿管末端结石的成分多样，有钙结石、尿酸结石、囊性结石、镁铵磷酸铵结石以及胶质结石等，而不同的成分的结石密度各不相同，密度较高的结石（如钙化结石）会更容易被CT检查所显示，呈现为明亮的区域，因为它们吸收X射线的能力较强，反之，密度较低或含有气体成分的结石，如尿酸结石或囊性结石，在CT图像上可能显现为暗色区域，不太容易被检测到，因而容易出现漏诊的情况[14,15]。

3.3 超声联合CT诊断输尿管结石的优势

本研究将超声与CT联合应用于输尿管末端结石诊断中，结果显示，与手术病理检查结果的一致性分析可达到完全一致，且诊断准确率、灵敏度和特异度均高于95%，显著高于超声和CT单一诊断的效能，由此可见，超声联合CT可进一步提高诊断输尿管末端结石的效能。分析原因是，超声检查探查结石不受结石成分的影响，且在低密度结石显像方面效果更佳，而CT扫描可以更准确地显示输尿管结石结构，可清晰显示高密度结石，且X线的穿透能力强于超声波，可更好的检出深层结构的结石，因此，超声和CT联合应用可以提供更全面的影像信息，有助于更准确地明确输尿管结石的位置，减少漏诊和误诊情况的发生，为临床治疗方案的制定提供有效依据。同时，超声和CT可重复操作性强，因而在输尿管末端结石术后随访中也可作为治疗效果

评估方式，通过对比术前术后的超声和CT图像，观察患者结石是否清除干净。

综上所述，在输尿管末端结石诊断中应用超声和CT辅助诊断的效能良好，两项影像学技术联合诊断则可进一步提高诊断的准确率和灵敏度，减少漏诊情况的发生，并且在术后通过复查超声和CT可以对其结石清除情况进行评估，为临床诊疗提供有效影像数据支持。

[参 考 文 献]

[1] 严威,徐杰,高文喜,等.侧卧截石位顺行软镜联合逆行输尿管镜在输尿管下段结石并输尿管口闭锁中的应用[J].现代泌尿外科杂志,2023,28(2):130-132.

[2] Wang M, Zhang J, Zhang B, et al. Value of detected hydronephrosis and hydroureter on ultrasound for detecting a ureteral stone: A retrospective study[J]. Urolithiasis, 2023,51(1):67.

[3] 肖阳,薛影,张帅帅,等.经腹壁超声与螺旋CT诊断微小输尿管结石价值分析[J].中国CT和MRI杂志,2024,22(7):153-155.

[4] 朱阳,丁莉,许彬.CT尿路造影在输尿管中下段结石诊断中的应用价值分析[J].世界复合医学,2023,9(9):91-94.

[5] 李铁男.腹部超声联合CT检查诊断输尿管中下段结石的临床价值评价[J].中国实用医药,2022,17(27):113-115.

[6] 朱献韶,阳长华,聂欣,等.低剂量CT平扫联合迭代算法曲面重建对输尿管中下段小结石的诊断价值[J].实用医学影像杂志,2023,24(2):117-120.

[7] 黄兵,李祥敏.二维超声与彩色多普勒超声诊断输尿管结石的准确性研究[J].临床医学工程,2023,30(6):741-742.

[8] 黄钰芳.彩色多普勒超声在急性输尿管结石临床诊断中诊断敏感度及阳性预测值的影响分析[J].黑龙江医药,2023,36(2):444-447.

[9] 宋小璐,刘贵芳,张育君.彩色多普勒超声检查对肾结石合并输尿管结石的诊断价值[J].中国卫生标准管理,2024,15(17):109-112.

[10] Kandasamy M, Chan M, Xiang H, et al. Comparison of diagnostic accuracy of ultra low-dose computed tomography and X-ray of the kidneys, ureters and bladder for urolithiasis in the follow-up setting[J]. J Med Imaging Radiat Oncol, 2024, 68(2):132-140.

[11] 田锐,赵以军,梁行.低剂量螺旋CT扫描在诊断输尿管结石的临床应用[J].医学影像学杂志,2023,33(9):1709-1711.

[12] 王媛媛,南婴星,曾辉,等.腹部超声用于临床诊断输尿管结石中的价值分析[J].贵州医药,2023,47(2):295-296.

[13] 张超.MSCT多平面重建联合静脉肾盂造影在输尿管阴性小结石中的诊断分析[J].罕少疾病杂志,2023,30(1):65-66.

[14] 张雪瑞.CT泌尿系成像在输尿管结石临床诊治中的应用价值[J].黑龙江医学,2024,48(1):56-58.

[15] 姜波.彩色多普勒超声诊断不同节段输尿管结石的临床价值[J].医学信息,2023,36(23):137-140.

（上接第36页）

技术要求编写指导原则的通告[EB/OL].(2022-02-09)[2024-08-20]. https://www.nmpa.gov.cn/directory/web/nmpa/ylqx/ylqxggtg/20220209152322130.html.

[14] 国家药品监督管理局医疗器械技术审评中心.国家药监局器审中心关于发布医疗器械软件注册审查指导原则（2022年修订版）的通告(2022年第9号)[EB/OL].(2022-03-09)[2024-08-20].https://www.cmde.org.cn//xwdt/shpgzgg/gztg/20220309091454609.html.

[15] 国家药品监督管理局医疗器械技术审评中心.国家药监局器审中心关于发布医疗器械网络安全注册审查指导原则(2022年修订版)的通告(2022年第7号)[EB/OL].(2022-03-09)[2024-08-20].https://www.cmde.org.cn//xwdt/shpgzgg/gztg/20220309085600367.html.

[16] 国家药品监督管理局.国家药监局关于发布有源医疗器械使用期限注册技术审查指导原则的通告(2019年第23号)[EB/OL].(2019-05-14)[2024-08-20]. https://www.nmpa.gov.cn/xxgk/ggtg/ylqxggtg/ylqxqtggtg/20230828085830129.html.

[17] 国家药品监督管理局医疗器械技术审评中心.医疗器械可用性工程注册审查指导原则（2024年第13号）[EB/OL].(2024-03-19)[2024-08-20].https://www.cmde.org.cn//flfg/zdyz/zdyzwbk/20240325155506130.html.

[18] 孙克英,陈敏,曹越.设计开发输入与医疗器械注册申报资料关系探讨[J].中国医疗器械信息,2021,(23):13-16.

[19] 国家药品监督管理局.国家药监局关于发布医疗器械注册质量管理体系核查指南的通告（2022年第50号）[EB/OL].(2022-10-10)[2024-08-20]. https://www.nmpa.gov.cn/xxgk/ggtg/ylqxggtg/ylqxqtggtg/20221010110514148.html.

[20] 国家药品监督管理局.国家药监局综合司关于印发境内第三类医疗器械注册质量管理体系核查工作程序的通知（药监综械注〔2022〕13号）[EB/OL].(2022-02-11)[2024-08-20].https://www.nmpa.gov.cn/xxgk/fgwj/gzwj/gzwjylqx/20220211164807187.html.

[21] 国家药品监督管理局医疗器械技术审评中心.国家药监局器审中心关于发布医疗器械安全和性能基本原则符合性技术指南的通告（2022年第29号）[EB/OL].(2022-07-13)[2024-08-20]. https://www.cmde.org.cn//xwdt/shpgzgg/gztg/20220713165731131.html.

[22] 国家药品监督管理局.国家药监局关于发布医疗器械安全和性能基本原则的通告（2020年第18号）[EB/OL].(2020-03-10)[2024-08-20].https://www.nmpa.gov.cn/xxgk/ggtg/ylqxggtg/ylqxqtggtg/20200310172701477.html.

[23] 李非,姜琳琳,袁鹏,等.IMDRF新版“医疗器械安全有效基本要求”介绍及应用研究[J].中国食品药品监管,2020,(4):94-101.

[24] Fenglin L ,Hongzhong C ,Qian C , et al.Discussion on the Authenticity Verification Method in the Verification of Medical Device Registration Quality Management System.[J]. 2023, 47(3):309-311.

[25] 孙嘉怿,张家振.医疗器械注册申报资料要求介绍：以骨植入医疗器械为例[J].中国医疗器械信息,2023,29(21):6-8.