

一种新的急性梗阻性肾盂肾炎的 CT 影像学分级体系

张剑平, 林荣凯, 邓超雄, 杨朝裕, 潘润阳, 庄惠强, 洪梓煌, 徐航

作者单位: 华侨大学附属海峡医院(解放军第九一〇医院)泌尿外科, 福建 泉州 362000

通信作者: 林荣凯, 男, 副主任医师, 硕士生导师, 研究方向为泌尿系结石及肿瘤, E-mail: 13905957180@139.com

基金项目: 福建省泉州市科技项目(2018Z143)

摘要: **目的** 观察急性梗阻性肾盂肾炎的 CT 影像学特征, 并建立新的分级体系。 **方法** 回顾性分析 2014 年 4 月至 2018 年 4 月解放军第九一〇医院 152 例上尿路结石引起的急性梗阻性肾盂肾炎病人 CT 图像。根据尿液及炎症渗出侵犯肾脏的范围及程度, 将 CT 图像分为不同等级。比较不同 CT 分级病人的临床特征、血常规、尿常规。 **结果** 将 CT 图像分为 4 个等级。1 级: 肾盂肾盏壁增厚、肾盂肾盏轻度扩张、肾窦脂肪间隙模糊, 未侵犯肾实质; 2 级: 肾实质局部增厚、密度减低, 肾实质出现局部楔形肿胀及低密度灶, 范围 $\leq 50\%$; 3 级: 肾实质侵犯范围大于 50% ; 4 级: 肾包膜炎症渗出毛糙, 肾周脂肪间隙密度增高, 肾筋膜增厚, 或肾脏及肾周脓肿形成。CT 分级为 1 级有 52 例, 占 34.2% ; 2 级有 30 例, 占 19.7% ; 3 级有 30 例, 占 19.7% ; 4 级有 40 例, 占 26.3% 。CT 分级越高的病人, 血白细胞升高越明显 ($P < 0.05$), 腰痛、发热的发生率越高 ($P < 0.05$)。 **结论** 该 CT 分级可以反映急性上尿路梗阻时肾脏感染受累程度、范围以及可能存在并发症, 对急性肾盂肾炎的诊断及预后的判断具有十分重要的临床实用价值。

关键词: 肾盂肾炎; 尿道梗阻; 尿路结石; 体层摄影术, X 线计算机; 诊断技术, 泌尿科

A new CT imaging grading system for acute obstructive pyelonephritis

ZHANG Jianping, LIN Rongkai, DENG Chaoxiong, YANG Chaoyu, PAN Runyang,

ZHUANG Huiqiang, HONG Zihuang, XU Hang

Author Affiliation: Department of Urinary Surgery, The Affiliated Haixia Hospital of Huaqiao University (910th Hospital of PLA), Quanzhou, Fujian 362000, China

Abstract: **Objective** To investigate the CT imaging features of acute obstructive pyelonephritis and to establish a new grading system. **Methods** A retrospective analysis was made of CT images of 152 patients who were admitted to the 910th Hospital of PLA from April 2014 to April 2018 with acute obstructive pyelonephritis resulted from upper urinary tract calculi. CT images were assigned into different grades according to the range and extent of urine and inflammation invading the kidney. A comparison was made of the clinical features, blood routine, and urine routine of patients with different CT grades. **Results** The CT images were assigned into 4 grades. Grade 1: dilatation and thickening of renal pelvis and renal calyx, fuzzy fat of renal sinusoid, and no invasion of renal parenchyma. Grade 2: local thickening and decreased density of renal parenchyma, local wedge-shaped swelling and low-density foci in renal parenchyma with a range less than or equal to 50% . Grade 3: the invasion range of renal parenchyma greater than 50% . Grade 4: inflammatory exudation of renal capsule, increased density of perirenal fat, thickening of renal fascia and formation of perirenal abscess. There were 52 cases at grade 1 (34.2%), 30 cases at grade 2 (19.7%), 30 cases at grade 3 (19.7%), and 40 cases at grade 4 (26.3%). The higher the CT grade, the more obvious the increase in the white blood cells ($P < 0.05$), the higher the incidence of low back pain and fever ($P < 0.05$). **Conclusion** CT grading can indicate the degree, extent and possible complications of renal infection in patients with acute upper urinary tract obstruction. It is also very important for the diagnosis and prognosis of acute pyelonephritis.

Key words: Pyelonephritis; Urethral obstruction; Urinary calculi; Tomography, X-ray computed; Diagnostic techniques, urological department

尿路梗阻所致急性肾盂肾炎是泌尿系统常见疾病, 若发现不及时或认识不足, 延误诊治, 可发展成肾脓肿、肾周脓肿, 严重可导致脓毒血症^[1-2]。目

前现有的影像学检查方法多关注尿路梗阻部位和性质, 未重视梗阻引起的感染^[3]。近年来随着螺旋 CT 的发展与应用, 腹部 CT 平扫加增强能准确、清楚

地显示肾脏感染程度,了解肾脏排泄功能及肾脏损伤程度,为临床诊治提供有力依据^[4]。因此,本研究对152例上尿路梗阻并感染的病人进行回顾性分析,建立肾脏感染的CT评价标准及分级体系。现报道如下:

1 资料与方法

1.1 一般资料 2014年4月至2018年4月解放军第九一〇医院经因上尿路结石引起的急性梗阻性肾盂肾炎152例。诊断标准参考2014版中国泌尿外科诊断治疗指南,即病人有发热、腰痛、尿频、尿急、尿痛等症状,查体可见肾区叩痛及相关辅助检查检验确诊^[5]。其中男性104例,女性48例,年龄 (40.2 ± 13.2) 岁,范围为19~67岁。所有病人均为单侧梗阻,均行CT尿路造影(CTU)检查。病变位于左侧82例,右侧70例。

1.2 检查方法 病人或其近亲属对所受检查知情同意,本研究符合《世界医学协会赫尔辛基宣言》相关要求。所有的病人在进行检查前,需饮用一定量的水,保证膀胱处于充盈状态,扫描区域:从膈肌至耻骨联合进行平扫,层厚为5 mm,重建间隔为1.25 mm,然后进行增强扫描,非离子型造影剂由肘前静脉团注,剂量为100 mL,3 mL/s的注射流率,延迟35 s在动脉期,在对双肾区域进行扫描的时候,延迟300 s在排泄期进行扫描,扫描的部位是从膈肌至耻骨联合。然后进行三维重组,对尿路病变的部位和立体图像进行显示,观察周围解剖和病变之间的关系。

1.3 CT图像分级与比较 根据肾盂、肾实质及肾周受累程度的CT分级,比较不同级别的病人临床症状、血常规及尿常规。

1.4 统计学方法 本研究获得数据纳入软件SPSS 17.0分析,不同CT分级的数据比较采用 χ^2 检验, $P < 0.05$ 视为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 CT图像 输尿管征象:病侧梗阻平面以上输尿管均扩张、积液,管径范围为5~14 mm。输尿管壁略增厚,结石平面输尿管管壁水肿模糊,邻近的筋

膜增厚。

肾盂征象:肾盏壁弥漫增厚、线样强化,肾盂肾盏轻度扩张,扩张肾盂腔密度高于或等于健侧。

肾实质征象:局部楔形肿胀,肿胀部分肾皮髓质分界均显模糊;增强造影期,肿胀部分肾实质均呈强化延迟、减弱;肿胀肾实质内出现小灶状不强化灶,形态呈类圆形、不规则形,增强后皮髓质期、造影期均不强化。

肾包膜及肾周影像征象:肾包膜毛糙,肾周间隙脂肪组织出现斑片状、条带状高密度,肾周筋膜增厚者。

2.2 根据肾盂、肾实质及肾周受累程度的CT分级 根据CT提示炎症渗出侵犯肾脏的区域、范围、程度分为4个等级(图1):1级:肾盂肾盏壁增厚、轻度扩张、间隙模糊,未累及肾实质;2级:肾实质局部增厚、密度降低,肾实质出现局部楔形肿胀及低密度灶,范围 $\leq 50\%$;3级:肾实质侵犯范围大于50%;4级:肾包膜炎性渗出毛糙,肾周脂肪间隙密度增高,肾筋膜增厚,或肾脏及肾周脓肿形成。

根据CT影像学特征制定的等级评定,本研究1级有52例,占34.2%;2级有30例,占19.7%;3级有30例,占19.7%;4级有40例,占26.3%。

2.3 比较不同分级的临床症状及辅助检验 结果表明CT分级越高,病人的临床症状越重,腰痛、肾区叩痛及发热的发生率越高,各组间比较差异有统计学意义($P < 0.05$)。对比相关检验,结果显示CT分级越高的病人,血白细胞升高越明显,但尿白细胞对比差异无统计学意义($P > 0.05$)。见表1。

表1 不同CT分级的急性梗阻性肾盂肾炎152例临床症状及血尿常规比较/例

CT分级	例数	腰痛/ 肾区叩痛	发热 ($> 38^\circ\text{C}$)	血白细胞 升高	尿白细胞 阳性
1级	52	33	6	9	35
2级	30	24	9	17	26
3级	30	25	13	24	21
4级	40	36	15	38	24
χ^2 值		10.195	12.255	63.764	6.018
P值		0.017	0.007	< 0.001	0.111

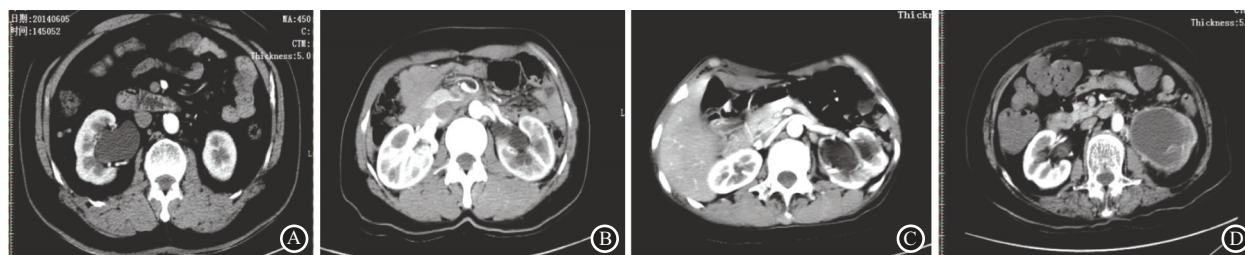


图1 急性梗阻性肾盂肾炎的CT分级:A为分级1;B为分级2;C为分级3;D为分级4

3 讨论

3.1 急性输尿管梗阻的病理基础 泌尿系统是一个半封闭式的管道系统,任何部位出现梗阻都会引起肾或输尿管出现扩张积水,从而引起病理和生理改变。对于早期梗阻来讲,梗阻部位上方的管壁最先增厚,然后随着输尿管的频率以及蠕动强度开始不断增加,其管壁和肾盂压力随之升高,导致静脉回流受阻,管壁增厚,通透性增加。此时机体会将尿液通过肾实质和肾被膜渗透至肾周间隙,从而减轻和缓解内压力,尿液肾盂静脉逆流、肾盂淋巴逆流、肾盂肾小管逆流和肾盂间质逆流会减缓肾小管压力,最终达到保护机体缓冲作用,从而减缓对肾脏的损害^[6]。

3.2 CT图像产生的病理及解剖基础 输尿管结石及输尿管的扩张:支配输尿管的神经为混合性内脏神经,对直接刺激敏感,对输尿管腔内压力升高感觉较迟钝。当结石的边缘较光滑,嵌顿处的输尿管黏膜的水肿及炎性改变较轻时,即使合并重度积水,仍可以无明显症状,延误诊治。当急性输尿管结石嵌顿时,上段的输尿管开始出现扩张,输尿管黏膜出现水肿,从而引起炎症细胞浸润并累及至浆膜层^[7]。CT不仅能够精确直接显示结石所在部位,还能够提高软组织对比度,能观察到结石处输尿管管壁增厚,边缘模糊,周围渗出影。

肾盂、肾盏扩张和肾窦水肿:正常肾盂内压力为4~10 cmH₂O,急性输尿管梗阻早期,肾盂及肾盏扩张、积水,肾盂肾盏内的压力迅速升高至50~60 cmH₂O^[8]。当输尿管梗阻为不全梗阻时,上尿路的排尿功能仍基本不受影响,无明显肾积水症状,但肾盂可见积液。当压力未得到控制,继续上升,多余的尿液就会进入肾窦内,其是经过肾盏穹窿破裂完成,或者是经肾乳头返流至肾小管进入肾实质内,通过肾盂静脉及淋巴结引流减压。后续压力下降,储留的尿液进入淋巴管引流,压力高时,储留的尿液外渗至肾实质、肾窦并进入静脉引流减压^[7]。肾窦为肾门向肾内延伸扩大为不规则盲囊状腔隙,容纳肾盂、肾盏、肾血管、神经、淋巴管和脂肪组织。肾窦内积水时,可造成肾窦分离,积水在肾窦内的脂肪层自由流动^[9]。在CT平扫中,肾窦内脂肪的含量难以与肾实质区别,尤其在发生水肿时,均表现为肾实质部分的增厚,只有当液体积聚在肾门处的肾窦内时,才能在CT扫描时发现肾窦水肿分离,脂肪间隙模糊。在图1A中,可见肾盂肾盏扩张积水,肾盂肾盏壁增厚、肾窦脂肪间隙模糊。

肾实质、肾被膜水肿:肾盂、肾盏内积液增多,

压力随之升高,肾窦内尿液会进一步通过肾盏对应的肾乳头进入肾小管,从而逆流至肾实质。肾实质发生急性炎症反应,炎症细胞聚集浸润,毛细血管扩张,局限性或片状组织水肿,呈水肿和小缺血区域,呈弥漫性或点状分布。其在CT平扫图像中表现为肾实质出现增厚,密度出现降低,肾脏变大,肾脏皮髓质分解不清,CT增强扫描表现为皮髓质交界延长,边缘模糊,肾实质内出现多个小病灶或者梗死病灶,其临床主要表现为一个或多个楔形、条带状从肾乳头至肾皮质的无强化区,呈条纹征。图1B中可见肾实质局部增厚、密度减低,肾皮髓质分解不清,肾实质出现局部楔形肿胀及低密度灶。

肾周间隙水肿:返流入肾实质内的尿液突破肾被膜进入肾周间隙,肾窦内的尿液也可直接通过肾间质或淋巴管渗入肾包膜下或肾周间隙。而进入肾周间隙内的液体可通过桥隔引流至肾前后筋膜,使肾脏前后筋膜增厚肿胀。在CT图像上显示肾包膜边缘毛糙模糊,肾周脂肪条絮状密度增高影,桥隔增厚,肾前后筋膜增厚甚至肾周脓肿的影像学表现。Raptopoulos等^[10]研究认为肾周间隙存在多层脂肪间隙,称之为桥隔,桥隔的作用主要是缓冲肾脏压力,引流液体、脓液及尿液至肾被膜下及肾窦处并通过淋巴管回流。在正常情况下,CT扫描难以发现桥隔的存在,而当肾周间隙水肿时桥隔引流积液增多CT图像上显示增厚变粗。

CT可提高软组织的对比度,可准确定位显示肾周间隙的软组织病变。闵鹏秋等^[11]学者提出将肾周筋膜和肾周间隙感染渗出的CT图像分为3级,A:仅肾周筋膜增厚,肾周间隙未受累;B级:肾周间隙脂肪内出现边界模糊的条索影;C级:在B级的基础上,肾周间隙内出现条状、片状积液或软组织样密度灶。但该研究仅分析肾周间隙的CT图像,对于肾实质感染图像的归纳分级,国内罕见报道。Paick SH等^[12]将204例病人的感染性肾脏按照炎症侵犯程度分为4个等级;1级:无肾实质累及;2级:累及肾脏,但少于25%累及;3级:累及肾脏,25%~50%;4:累及肾脏,大于50%。入组病例的体温、C反应蛋白、白细胞随着CT分级的升高而逐级递增,平均住院时间也从1级的5.7 d增加到4级的7.6 d。但该分级体系忽略了结石梗阻处的炎症反应,未考虑致病菌及炎症细胞可通过肾间质或淋巴管渗入肾包膜下或肾周间隙^[13]。因此,本研究立足于观察从结石梗阻的起始部位,经过肾实质蔓延,最后扩散至肾周间隙的整个病理过程的CT图像,结合国内外学者的CT分级研究^[14-15],建立一套完整的肾脏感染CT

影像学分级体系及相应的评价标准。

有学者研究结果表明,通过肾脏感染的CT图像分级可用于预测成人和儿童的临床严重程度和病程识别潜在的异常情况,CT分级越高病人临床症状越重及预后越差^[16]。本研究结果发现CT分级越高,病人临床症状越重,发热的发生率越高,与其他学者研究^[17]相符。但尿中白细胞各组间对比无明显差异,原因考虑是CT分级低病人结石与输尿管之间仍有缝隙,尿液通而不畅,菌尿仍可排泄,但3级及4级病人的输尿管结石嵌顿紧密,部分病人尿液被完全阻断,浑浊的尿液从肾盂、肾实质逆流。有研究表明肾盂内尿液CT值在一定程度上能预测肾内感染情况,如吴江等^[18]学者发现通过感染者肾内尿液CT值明显大于未感染的肾积水,可有效提高上尿路梗阻导致感染及肾积脓的诊断准确率。

通过本CT分级可较好评估肾内感染程度并指导治疗,对于结石引起的尿路梗阻合并严重感染,当CT分级较高时,应优先考虑解除梗阻引流尿液,待感染控制后再二期行梗阻因素的治疗。

综上所述,CT具有高空间和高密度分辨率的特征,在一定程度上可以反映肾脏病理改变。本CT分级可以反映急性上尿路梗阻时肾脏感染受累程度、范围以及可能存在并发症,对急性肾盂肾炎的诊断及预后的判断具有十分重要的临床实用价值。

参考文献

- [1] LI Y, YAN S, LIU J, et al. Risk factors for urinary tract infection in patients with urolithiasis—primary report of a single center cohort [J]. BMC Urology, 2018, 18(1): 45.
- [2] 李岩, 韩永生, 范西真. 泌尿系感染患者发生脓毒症的危险因素研究[J]. 中国全科医学, 2017, 20(32): 4063-4065, 4069.
- [3] 王俪瑾. 单侧输尿管结石导致肾绞痛的CT特征研究[J]. 中国CT和MRI杂志, 2017, 15(9): 99-101.
- [4] 张福康, 邱贻辉, 黄凯清, 等. 急性单侧上尿路梗阻肾脏与肾周改变的多排螺旋CT特点及其内在联系[J]. 中华腔镜泌尿外科杂志(电子版), 2019, 13(4): 238-241. DOI: 10.3877/cma.j.issn.1674-3253.2019.04.006.
- [5] 陈山, 魏金星, 陈斌, 等. 泌尿系感染诊断治疗指南[M]//那彦

群, 叶章群, 孙颖浩, 等. 中国泌尿外科疾病诊断指南: 2014版. 北京: 人民卫生出版社, 2014: 425-427.

- [6] 袁立新, 杨军, 龚承友, 等. 急性尿路梗阻性肾周炎的影像学特征和解剖基础[J]. 中国医学计算机成像杂志, 2011, 17(1): 41-45.
- [7] 金保良, 何之彦, 陈勤, 等. 急性输尿管梗阻时肾脏及肾周间隙的CT表现[J]. 临床放射学杂志, 2004, 23(11): 964-967.
- [8] 唐远玲, 杨宏林. ^{99m}Tc-DTPA肾动态显像在梗阻性肾病中的应用[J]. 现代诊断与治疗, 2009, 20(2): 73-75.
- [9] 刘国萍. 体检超声在肾窦分离诊断与鉴别诊断中的价值[J]. 临床医药文献电子杂志, 2017, 4(14): 2675, 2681. DOI: 10.3877/j.issn.2095-8242.2017.14.082.
- [10] RAPTOPOULOS V, TOULIOPOULOS P, LEI QF, et al. Medial border of the perirenal space: CT and anatomic correlation[J]. Radiology, 1997, 205(3): 777-784.
- [11] 闵鹏秋, 严志汉, 杨恒选, 等. 急性胰腺炎累及肾旁后间隙的螺旋CT表现及其解剖基础[J]. 中华放射学杂志, 2005, 39(4): 379-382.
- [12] PAICK SH, CHOO GY, BAEK M, et al. Clinical value of acute pyelonephritis grade based on computed tomography in predicting severity and course of acute pyelonephritis [J]. J Comput Assist Tomogr, 2013, 37(3): 440-442.
- [13] OGREDEEN E, OGUZ U, DEMIRELLI E, et al. The impact of ureteral Double-J stent insertion following ureterorenoscopy in patients with ureteral stones accompanied by perirenal fat stranding [J]. Archivio Italiano di Urologia e Andrologia, 2018, 90(1): 15-19.
- [14] LIM SK, NG FC. Acute pyelonephritis and renal abscesses in adults—correlating clinical parameters with radiological (computer tomography) severity [J]. Annals of the Academy of Medicine Singapore, 2011, 40(9): 407-413.
- [15] 胡明, 徐勋, 张湛英, 等. 肾积液CT值对结石梗阻性肾积脓的诊断价值[J]. 新医学, 2018, 49(6): 449-452.
- [16] KIM JS, LEE S, LEE KW, et al. Relationship between uncommon computed tomography findings and clinical aspects in patients with acute pyelonephritis [J]. Korean J Urol, 2014, 55(7): 482-486.
- [17] CHENG CH, TSAU YK, LIN TY. Is acute lobar nephronia the midpoint in the spectrum of upper urinary tract infections between acute pyelonephritis and renal abscess? [J]. Journal of Pediatrics, 2010, 156(1): 82-86.
- [18] 吴江, 李道兵, 赵长永, 等. CT值对肾积水合并感染的诊断价值[J]. 中华泌尿外科杂志, 2018, 39(1): 54-57.

(收稿日期: 2018-08-28, 修回日期: 2018-11-26)