

## $^{99}\text{Tc}^{\text{m}}$ -DTPA 肾脏动态显像在肾脏占位诊断和治疗中的应用价值研究

梁 凯<sup>1</sup>, 邵国强<sup>2\*</sup>, 赵美丽<sup>3</sup>, 崔 璨<sup>2</sup>, 贾瑞鹏<sup>1</sup>, 王 峰<sup>2</sup>

(<sup>1</sup>南京医科大学附属南京医院泌尿外科,<sup>2</sup>核医学科,<sup>3</sup>超声科,江苏 南京 210006)

**[摘要]** 目的:初步探讨  $^{99}\text{Tc}^{\text{m}}$ -DTPA 肾脏动态显像在肾脏单发占位性病变诊断和治疗中的应用价值。方法:回顾性收集 2010 年 1 月—2015 年 1 月 61 例肾脏占位患者,多数接受增强 CT 和 B 超检查,所有患者接受  $^{99}\text{Tc}^{\text{m}}$ -DTPA 肾脏动态显像和血生化检查,半定量评价肾脏占位、灌注指数(perfusion index, PI)和肾小球滤过率(glomerular filtration rate, GFR)。32 例肾脏恶性肿瘤和 2 例良性肿瘤患者在术后 6 个月再次行  $^{99}\text{Tc}^{\text{m}}$ -DTPA 肾脏动态显像。结果: $^{99}\text{Tc}^{\text{m}}$ -DTPA 肾脏动态显像诊断肾脏恶性肿瘤的灵敏度、准确性分别为 37.5%、63.9%,明显低于增强 CT;对长径大于 4 cm 者,肾脏动态显像诊断灵敏度、特异性和准确性分别为 66.7%、85.7%和 75.0%,如果以占位与健侧肾 PI 比值( $T_1/K_1$ ) $\leq 1$ 、功能相占位病灶与对侧(或邻近)对称肾组织 GFR 之比( $T_2/K_2$ )接近 0 作为肾恶性肿瘤的诊断标准,其诊断灵敏度提高到 83.3%。肾脏动态显像占位对侧肾中重度受损时,结合患肾情况选择保守手术,术后 6 个月肾 PI 降低, GFR 增加,否则多在术后出现肾功能不全,部分患者需要透析治疗。结论: $^{99}\text{Tc}^{\text{m}}$ -DTPA 肾脏动态显像提供肾脏占位 PI 和单肾 PI、GFR,对肾恶性肿瘤的诊断、手术方式选择和预后评价提供了重要数据支持。

**[关键词]** 肾脏肿瘤;灌注指数;肾脏动态显像;肾单位保留手术;预后

**[中图分类号]** R817.4

**[文献标志码]** A

**[文章编号]** 1007-4368(2015)11-1654-05

**doi:** 10.7655/NYDXBNS20151134

## Application value of $^{99}\text{Tc}^{\text{m}}$ -DTPA renal dynamic imaging for diagnosis and treatment duration of renal mass

Liang Kai<sup>1</sup>, Shao Guoqiang<sup>2\*</sup>, Zhao Meili<sup>3</sup>, Cui Can<sup>2</sup>, Jia Ruipeng<sup>1</sup>, Wang Feng<sup>2</sup>

(<sup>1</sup>Department of Urology, <sup>2</sup>Department of Nuclear Medicine, <sup>3</sup>Department of Ultrasonography, Nanjing Hospital Affiliated to NJMU, Nanjing 210006, China)

**[Abstract]** **Objective:** To investigate the application value of  $^{99}\text{Tc}^{\text{m}}$ -DTPA renal dynamic imaging in the diagnosis and therapy of renal single mass. **Methods:** A total of 61 patients with renal mass were retrospectively collected from January 2010 to January 2015. All patients accepted  $^{99}\text{Tc}^{\text{m}}$ -DTPA renal dynamic imaging and blood biochemical test while CT enhanced imaging and ultrasound examination were performed in most cases. Renal perfusion index(PI)and glomerular filtration rate(GFR)was evaluated by  $^{99}\text{Tc}^{\text{m}}$ -DTPA renal dynamic imaging.  $^{99}\text{Tc}^{\text{m}}$ -DTPA renal dynamic imaging was performed in 32 cases with renal malignant mass and 2 cases with benign tumor about 6 months later after operation. **Results:** The diagnostic sensitivity and accuracy of  $^{99}\text{Tc}^{\text{m}}$ -DTPA renal dynamic imaging for renal malignant mass was 37.5% and 63.9%, respectively, lower than that of CT enhanced imaging, while the diagnostic sensitivity, specificity and accuracy was 66.7%, 85.7% and 75.0%, respectively, when the long diameter of the renal mass was more than 4 cm. If diagnostic criteria were designed as PI ratio of the renal mass to normal contralateral kidney( $T_1/K_1$ )was no more than 1, and GFR ratio of the renal mass of functional phase to contralateral(or adjacent)symmetrical kidney tissues( $T_2/K_2$ )was almost 0, the diagnostic sensitivity increased to 83.3%. Nephron-sparing surgery was preferred when moderate-to-serious injury of the contralateral kidney was seen on  $^{99}\text{Tc}^{\text{m}}$ -DTPA renal dynamic imaging. Six months after operation, the renal PI was decreased and GFR was increased, otherwise, the renal function inadequacy was found, some patients needed dialysis treatment. **Conclusion:**  $^{99}\text{Tc}^{\text{m}}$ -DTPA renal dynamic imaging, evaluating PI, GFR of the kidney and the renal mass, is useful for the diagnosis, operation guiding and prognosis prediction.

**[Key words]** renal tumor; perfusion index; renal dynamic imaging; nephron-sparing surgery; prognosis

[Acta Univ Med Nanjing, 2015, 35(11): 1654-1658]

**[基金项目]** 国家自然科学基金项目青年基金(30670588);江苏省自然科学基金(BK20130082);南京市医学科技发展资金(QRX11253)

\*通信作者(Corresponding author), E-mail: guoqiangshao@163.com

肾脏占位病变主要包括肾癌(人肾透明细胞癌)、肾血管平滑肌脂肪瘤(亦称错构瘤)、肾囊肿及血肿等,早期由于体积较小而较少出现症状<sup>[1]</sup>,多在体检中发现<sup>[2]</sup>。肾脏恶性肿瘤多常表现为血流灌注增加,为影像学诊断提供依据。治疗方案上根治肾切除术是其主要治疗手段,但近年来保留肾单位手术(nephron-sparing surgery, NSS)的治疗效果与根治性肾切除术相当,且保留了肾功能并提高了患者的生存质量,已经成为 T<sub>1</sub>N<sub>0</sub>M<sub>0</sub> 肾癌的标准治疗方案<sup>[3-4]</sup>。NSS 的绝对适应证为肾癌发生于解剖性或功能性的孤立肾,根治性肾切除术将会导致肾功能不全或尿毒症,如先天性孤立肾、对侧肾功能不全或无功能者以及双侧肾癌等;相对适应证为肾癌对侧肾脏存在某些良性疾病,如肾结石、慢性肾盂肾炎或其他可能导致肾功能恶化的疾病(如高血压、糖尿病、肾动脉狭窄等)<sup>[5-6]</sup>。而肾脏良性病变多采用非手术的保守治疗,因此,肾脏占位病变的诊断和术前对侧肾功能的评价是治疗方案选择和预后预测的关键。<sup>99</sup>Tc<sup>m</sup>-DTPA(Diethylene triamine penta-acetic acid)肾脏动态显像包括血流灌注相和功能相,能定量评价肾脏及其占位病灶血流灌注情况、肾小球滤过率(glomerular filtration rate, GFR)和显像剂排泄功能<sup>[7]</sup>。本研究对部分肾脏占位患者,探讨<sup>99</sup>Tc<sup>m</sup>-DTPA 肾脏动态显像在其诊断、治疗前后的应用价值。

## 1 对象与方法

### 1.1 对象

2010 年 1 月—2015 年 5 月在南京医科大学附属南京医院门诊和住院的 61 例肾脏单发占位患者,其中男 36 例,女 25 例,年龄(40.3 ± 17.5)岁。病灶大小 1.1 cm × 0.6 cm~7.2 cm × 4.8 cm,3 例表现为血尿,7 例表现为腰痛,其他患者均经体检发现。所有患者均接受了血生化检查、<sup>99</sup>Tc<sup>m</sup>-DTPA 肾脏动态显像,大部分均接受了超声、增强 CT 检查。根据临床综合诊断和评估,32 例患者接受手术并经病理证实为恶性肿瘤,2 例证实为良性肿瘤,其中 14 例(12 例恶性和 2 例良性)行 NSS(即保守术式),20 例行根治性肾脏全切术。所有患者均在术后 5~6 个月后随访血生化检查和<sup>99</sup>Tc<sup>m</sup>-DTPA 肾脏动态显像 GFR 结果。

双探头 SPECT 仪(型号 Infinia Hawkeye)为美国 GE 公司生产,配低能高分辨平行孔准直器。<sup>99</sup>Tc<sup>m</sup>-DTPA(148 MBq/mL,放射性化学纯度大于 98%)由南京森科有限公司提供。

### 1.2 方法

#### 1.2.1 显像方法

患者无需特殊准备,在<sup>99</sup>Tc<sup>m</sup>-DTPA 注射前 30 min 饮水 300 mL,临显像前排空膀胱。图像采集过程包括:首先采集满针计数,即对预装<sup>99</sup>Tc<sup>m</sup>-DTPA 的注射器采集 6 s。肾血流灌注显像和功能显像取仰卧位,后位采集,视野包括双肾和膀胱,肘静脉“弹丸式”注入 1 mL<sup>99</sup>Tc<sup>m</sup>-DTPA(148 MBq/mL)后,同时启动采集程序行连续动态采集,肾血流灌注相采集参数为 2 s/帧,共 60 s,肾功能动态显像采集参数为 30 s/帧,共 20 min,ZOOM:1.3,最后采集空针计数,采集参数同满针计数。

#### 1.2.2 图像处理及分析

图像处理:通过 SPECT-CT 所配有的肾脏专用处理软件(Gates 法)处理图像,采用感兴趣区技术(ROI 法)勾画双肾轮廓及本底,具体为在肾脏功能相第 2~3 min 的肾脏图像上进行,本底 ROI 均选择在肾脏外下方距肾皮质边缘 2 个像素外勾画新月形本底区,同时在血流灌注相图像上完成肾脏占位病变、健侧肾相应部位、主动脉及除去占位部位的双肾勾画 ROI 并获得灌注曲线,计算机自动计算肾脏占位病变的血流灌注情况及双肾(除去占位病变)灌注指数(perfusion index, PI)、GFR 等指标。

图像分析:血流灌注相中获得肾脏占位病灶、主动脉及对侧肾 ROI 灌注曲线和 PI,计算肾脏占位病灶与对侧(或邻近)肾组织 PI 之比(T<sub>1</sub>/K<sub>1</sub>),在功能相计算肾脏占位病灶与对侧(或邻近)对称肾组织 GFR 之比(T<sub>2</sub>/K<sub>2</sub>)。以<sup>99</sup>Tc<sup>m</sup>-DTPA 判断良恶性的标准见参考文献<sup>[8]</sup>,即肾占位性病变在血流灌注相中放射性核素分布浓聚(T<sub>1</sub>/K<sub>1</sub> < 1),功能相病变部位表现为放射性稀疏、缺损(T<sub>2</sub>/K<sub>2</sub> < 1),考虑为恶性病变;血流灌注相与功能相均为放射性核素分布稀疏的占位病灶(T<sub>1</sub>/K<sub>1</sub> > 1 或 T<sub>2</sub>/K<sub>2</sub> < 1),考虑为良性病变。肾功能 GFR 的参考标准见文献<sup>[9]</sup>。

#### 1.3 统计学方法

应用 SPSS 17.0 统计软件进行分析,均数比较采用 *t* 检验,率的比较采用  $\chi^2$  检验,以  $P \leq 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

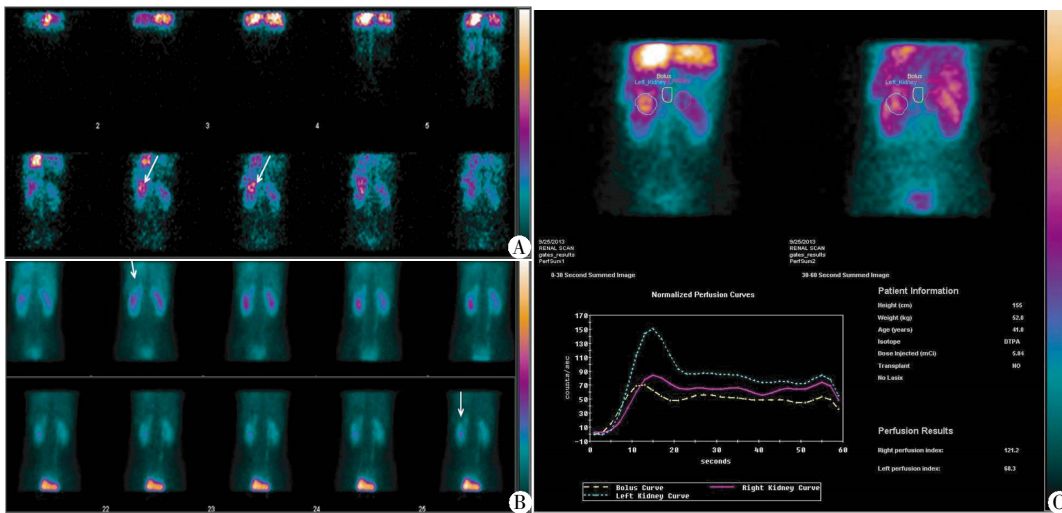
### 2.1 <sup>99</sup>Tc<sup>m</sup>-DTPA 肾动态显像对肾脏恶性肿瘤的诊断效能和特点

本研究收集的 61 例肾脏占位患者,经病理结果和综合临床资料诊断,恶性病变 32 例,其中透明

细胞癌 23 例 (71.9%), 乳头状肾细胞癌 7 例 (21.9%), 肾盂移行细胞癌 2 例; 良性占位 29 例, 其中肾囊肿 26 例 (89.7%), 肾血管平滑肌瘤 3 例 (10.3%)。<sup>99</sup>Tc<sup>m</sup>-DTPA 肾脏动态显像诊断肾脏恶性肿瘤的诊断灵敏度、特异性、准确性分别为 37.5% (12/32)、93.1% (27/29) 和 63.9% (39/61), 明显低于增强 CT (90.6%、96.6% 和 93.4%)。<sup>99</sup>Tc<sup>m</sup>-DTPA 肾脏动态显像典型病例结果见图 1。另外, 14 例肾透明细胞癌, 4 例乳头状肾细胞癌  $K_1/K_1 > 1, 0 < T_2/K_2 < 1$ ; 2 例肾盂移行细胞癌因肾内积水而影响观察; 2 例良性肾脏占位(肾血管平滑肌瘤)  $K_1/K_1 < 1, 0 < T_2/K_2 < 1$  (图 2)。而对于长径大于 4 cm 的肾脏占位, 增强 CT 及 <sup>99</sup>Tc<sup>m</sup>-DT-

PA 肾脏动态显像对肾脏恶性肿瘤的诊断效能对比研究发现, 两种方法的诊断结果不同 ( $\chi^2=4.17, P < 0.05$ , 表 1), 但由于样本量较小, 实际意义不大。

32 例肾脏恶性肿瘤的患者, 13 例为单发肾脏恶性肿瘤, 15 例合并对侧肾功能不同程度受损, 4 例伴患肾肾积水。将对侧肾 PI 和其 GFR 进行线性相关分析, 结果显示两者存在明显的负相关 ( $r=-0.71, P < 0.001$ ), 但肾占位的患肾 PI 与其 GFR 无明显相关性。对合并 GFR 受损的肾占位患者, 如果以肾占位部位(长径大于 4 cm)  $T_1/K_1$  为  $\leq 1$ 、 $T_2/K_2$  接近 0, 作为诊断肾脏恶性肿瘤的参考标准, 则肾脏动态显像诊断肾脏恶性肿瘤的灵敏度提高到 83.3% (15/18)。



A: 血流相可见左肾上极占位高血流灌注; B: 功能相呈异常放射性稀疏缺损区; C: 血流灌注半定量分析, 肾脏占位 PI 为 68.3, 右肾对称位置 PI 为 123。

图 1 肾透明细胞癌 <sup>99</sup>Tc<sup>m</sup>-DTPA 肾脏动态显像

Figure 1 <sup>99</sup>Tc<sup>m</sup>-DTPA renal dynamic imaging of patients with suprarenal epithelioma

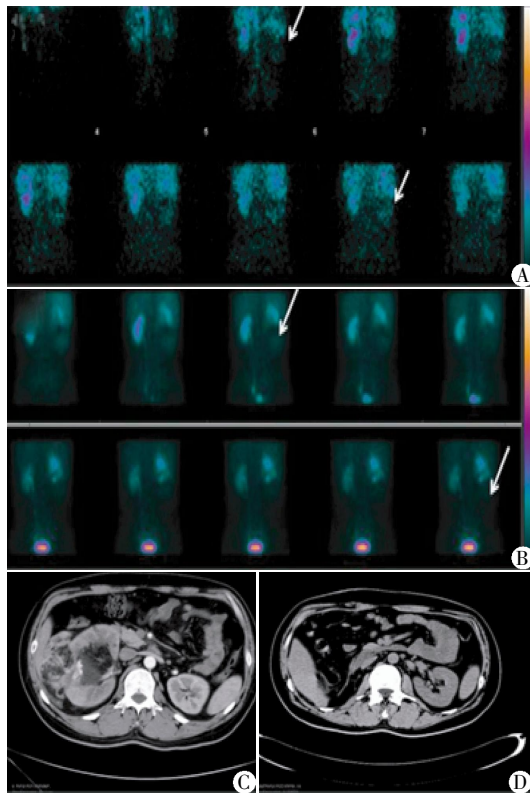
2.2 根据 GFR 测定结果选择不同手术方式及术后随访观察

32 例肾恶性肿瘤患者, 2 例术前肾功能生化指标异常, 其余均在正常范围。根据临床综合资料和肾脏 GFR 水平, 确定 12 例行 NSS (保守术式), 其中男 7 例, 女 5 例, 年龄 (36.7 ± 11.8) 岁; 20 例行患侧肾全切术 (根治术式), 其中男 11 例, 女 9 例, 年龄 (33.8 ± 15.2) 岁。不同术式的两组患者年龄和性别均衡, 32 例肾恶性肿瘤患者手术前预期术后及实际术后肾动态显像测定 GFR 值结果见表 2。其中对侧肾功能中重度受损患者 6 例, 3 例根治术后肾脏 GFR 明显降低, 其中 1 例肾占位侧肾脏术前明显肾积水, 术后开始透析治疗。保守手术的 3 例患者, 2 例合并糖尿病, 但术后 6 个月随访肾总 GFR 轻度增

加, 肾 PI 指数较治疗前明显降低, 考虑与患肾术后肿瘤的压迫解除和代偿性血流灌注增加有关。

3 讨论

肾脏恶性肿瘤多数富血供<sup>[10]</sup>, 超声造影、CT 增强及 MRI 增强具有类似的诊断效能<sup>[11]</sup>, 血流相多表现为高灌注, 但与肿瘤体积 (生长、坏死) 等有关, 而在 <sup>99</sup>Tc<sup>m</sup>-DTPA 肾脏动态显像中, 具有类似的高灌注现象, 但由于肿瘤部位无正常肾单位, 周边正常肾脏组织具有肾小球, 功能相上肿瘤部位多表现为明显的稀疏缺损区, 尤其是在患肾无肾积水等基础病变时, 差异更明显。本研究 <sup>99</sup>Tc<sup>m</sup>-DTPA 肾脏动态显像可以有效反映肾脏及肾内占位病灶血流灌注情况, 结果显示其对体积较小的肾脏恶性肿瘤的诊断



A: 血流灌注相, 右肾下极血流灌注相放射性分布稀疏缺损;  
B: 2~21 min 功能相, 相应部位出现放射性分布稀疏缺损; C: 术前增强 CT 可见肾脏影像增大, 肾内占位伴肾盂积水, 对侧肾脏位置、大小、形态无异常; D: 根治术后。肾全切除根治术前肾小球滤过率分别为 90.8 mL/min 和 68.5 mL/min, 术后血肌酐、尿素氮处于正常范围。

图 2 肾血管平滑肌瘤 <sup>99</sup>Tc<sup>m</sup>-DTPA 肾动态显像图像

Figure 2 <sup>99</sup>Tc<sup>m</sup>-DTPA renal dynamic imaging of patients with renal vascular leiomyoma

表 2 肾脏恶性肿瘤手术前预期术后和实际术后肾脏 GFR 值

Table 2 Comparison between the predictive postoperative GFR value and the actual GFR after operation in patients with renal malignant tumor

GFR 分级 <sup>c</sup>	保守术式组 <sup>a</sup>			根治术式组 <sup>b</sup>		
	例数	术前预期(mL/min)	术后实际(mL/min)	例数	术前预期(mL/min)	术后实际(mL/min)
正常	6	56.2 ± 17.3	80.4 ± 10.7	11	52.9 ± 11.8	59.1 ± 12.7 <sup>#</sup>
轻度受损	3	31.8 ± 11.2	59.2 ± 17.3 <sup>*</sup>	6	34.5 ± 8.3	39.1 ± 14.5 <sup>#</sup>
中重度受损	3	13.2 ± 9.3	31.7 ± 11.1 <sup>*</sup>	3	16.2 ± 4.4	11.5 ± 8.9 <sup>##</sup>

a: 肾脏总 GFR 值; b: 肾脏占位对侧肾脏 GFR 值; c: 术前 <sup>99</sup>Tc<sup>m</sup>-DTPA 肾脏动态显像预期术后的 GFR 正常、轻度受损、中重度受损。与术前相比, <sup>\*</sup>P < 0.05; 与保守式术后相比, <sup>#</sup>P < 0.05。

灌注与健肾的比值大于 1 为标准, 可能低估肾脏占位病变的血流灌注情况, 降低肾动态显像对恶性肿瘤的诊断灵敏度。本研究对合并 GFR 受损的肾占位患者, 以肾占位部位(长径大于 4 cm) T<sub>1</sub>/K<sub>1</sub> ≤ 1、T<sub>2</sub>/K<sub>2</sub> 接近 0, 作为诊断肾脏恶性肿瘤的参考标准, 诊断灵敏度提高到 83.3%。另外, 本研究中 2 例肾错构瘤, 核素肾动态显像血流灌注差异显著, 考虑与肾错构瘤的主要成分(成熟的血管、平滑肌和脂肪组织)

表 1 增强 CT 及 <sup>99</sup>Tc<sup>m</sup>-DTPA 肾脏动态显像对肾脏恶性肿瘤(长径大于 4 cm)的诊断结果

Table 1 Diagnostic value of enhanced computed tomography and <sup>99</sup>Tc<sup>m</sup>-DTPA renal dynamic imaging for renal malignant tumors(long diameter more than 4 cm) (n)

增强 CT	肾脏动态显像		合计
	恶性	良性	
恶性	24	6	30
良性	0	2	2
合计	24	8	32

效能较低, 考虑与 SPECT 显像的分辨率相对较低、周围肾实质的遮挡有关, 对长径大于 4 cm 的恶性肿瘤诊断灵敏度、特异性和准确性分别为 66.7%、85.7% 和 75.0%, 由于样本量小, 与增强 CT 差异的实际意义不大, 其中部分肾脏恶性肿瘤表现出低血流灌注, 此差异可能与肿瘤血管的结构和分布不同(肿瘤血管的密度、管径、血管迂曲程度、动-静脉短路程度等)。本研究结果显示, 肾占位对侧肾 PI 和其 GFR 呈明显负相关, 与慢性肾病的文献报道相似<sup>[9]</sup>, 但肾占位的患肾, 其 PI 与其 GFR 无明显相关性, 考虑一方面体积较大的肾脏恶性肿瘤血流灌注丰富, 肾脏 PI 降低明显, 且其绝大多数不能对显像剂摄取和排泄, GFR 降低; 另一方面与肾脏占位所致肾积水, 血流灌注相感兴趣区勾画困难、肝脾血流影响大有关。如果患肾功能受损明显, 对侧肾脏 GFR 和肾血流灌注代偿性增加, 以肾占位的血流

不同有关<sup>[12-13]</sup>。

肿瘤大小是预测肾脏肿瘤预后的一个因素<sup>[14]</sup>, 手术切除的肿瘤周围肾实质的多少是术后肾功能的重要预测因子<sup>[15]</sup>, 但 NSS 适应证不受肿瘤大小的限定。对临床分期 T<sub>1a</sub> 期(直径 ≤ 4 cm)、位于肾脏周边、单发、对侧肾功能正常者可选择实施 NSS<sup>[16]</sup>; 但对于直径 > 4 cm 者, NSS 手术难度、热缺血时间、切缘阳性率、术后并发症(如肾功能明显受损)的发生

率可能升高,特别是 T<sub>2</sub> 期肿瘤(直径>7cm)应用 NSS 需谨慎。<sup>99m</sup>Tc-DTPA 肾脏动态显像不能提供解剖图像的信息,所以对大小病灶的探测效能和病灶大小的精确测定方面不如 CT 和超声检查,但可以提供更有效的信息,如评价肾脏占位侧残留肾功能和双侧肾功能,尤其是合并肾积水、肾结石、糖尿病肾病、慢性肾功能不全等患者,对选择手术方式具有一定的指导价值。如本研究中,32 例患者肾脏动态显像发现 4 例合并肾积水,对侧肾脏肾功能受损 15 例,进行 NSS 手术 12 例,根治性肾切除术 20 例。在术后肾功能评价中,尿素、肌酐常规作为临床肾功能损伤的监测指标,但由于肾脏较强的储备和代偿,反应滞后,且受年龄、饮食蛋白量、感染等多种因素影响<sup>[17]</sup>,而文献报道 <sup>99m</sup>Tc-DTPA 肾动态显像在早期评价化疗药物肾脏功能损伤方面显示明显优势<sup>[18]</sup>,可作为肾功能评价的另一种方法。本研究术前 <sup>99m</sup>Tc-DTPA 肾动态显像结果显示,2 例患者对侧肾 GFR 低于 30 mL/min (总肾 GFR 45 mL/min),NSS 术后血生化无明显异常,总肾 GFR 值>40 mL/min 的肾占位患者,术后 GFR 增加,且血生化指标均正常,考虑与残留肾代偿能力有关,同 Johansson 等<sup>[19]</sup>的研究近似。而术前 GFR 值<20 mL/min 的根治术患者,术后 GFR 低,且血生化指标均异常,部分患者转向透析治疗。因此,肾脏恶性肿瘤手术前后 <sup>99m</sup>Tc-DTPA 肾动态显像为早期评价肾脏功能状态和预测预后提供了手段。

#### [参考文献]

- [1] Chow WH,Devesa SS,Warren JL,et al. Rising incidence of renal cell cancer in the United States[J]. JAMA, 1999,281(17):1628-1631
- [2] Volpe A,Panzarella T,Rendon RA,et al. The natural history of incidentally detected small renal masses[J]. Cancer, 2004,100(4):738-745
- [3] Wolf JS Jr,Seifman BD,Montie JE. Nephron sparing surgery for suspected malignancy:open surgery compared to laparoscopy with selective use of hand assistance[J]. J Urol, 2000,163(6):1659-1664
- [4] Ljungberg B. Nephron-sparing surgery--strategies for partial nephrectomy in renal cell carcinoma[J]. Scand J Surg, 2004,93(2):126-131
- [5] 吴阶平. 吴阶平泌尿外科学[M]. 济南:山东科学技术出版社,2004:889-971
- [6] Walsh PC,Retik AB,Vaughan ED Jr. Campbell's Urology [M]. 8<sup>th</sup> ed. Philadelphia:WB Saunders Company,2002:2672-2719
- [7] Prigent A. Monitoring renal function and limitations of renal function tests[J]. Semin Nucl Med,2008,38(1):32-46
- [8] 陆国秀,张彩霞,徐薇娜,等. 核素肾动态显像在肾脏占位性病变性质评估中的价值[J]. 肿瘤研究与临床,2012,24(1):41-45
- [9] 谭丽玲,习卫民,陈新,等. <sup>99m</sup>Tc-DTPA 肾动态显像肾血流灌注指数与肾功能受损的相关性[J]. 中华核医学与分子影像杂志,2012,32(1):64-65
- [10] 张华,赵玉珍. 肾细胞癌血管生成的临床进展研究[J]. 中华超声影像学杂志,2003,12(3):172
- [11] 韩文英,林元强,隋国庆,等. 超声造影对肾脏良、恶性肿瘤的鉴别诊断价值[J]. 中国实验诊断学,2014,18(2):273-275
- [12] 杜联芳,李凡,姜露莹,等. 超声造影肾占位性病变中的应用[J]. 中华超声影像学杂志,2006,15(1):813
- [13] 王田力,于书奎,谭劲挺. 肾血管平滑肌脂肪瘤影像学诊断及鉴别诊断[J]. 中国医学影像技术,2004,20(1):108
- [14] Patard JJ,Pantuck AJ,Crepel M,et al. Morbidity and clinical outcome of nephron-sparing surgery in relation to tumour size and indication[J]. Eur Urol,2007,52(1):148-154
- [15] Simmons MN,Hillyer SP,Lee BH,et al. Nephrometry score is associated with volume loss and functional recovery after partial nephrectomy[J]. J Urol,2012,188(1):39-44
- [16] Uzzo RG,Novick AC. Nephron sparing surgery for renal tumors;indications,techniques and outcomes[J]. J Urol, 2001,166(1):6-18
- [17] Fawaz A,Badr KF. Measuring filtration function in clinical practice[J]. Curr Opin Nephrol Hypertens,2006,15(6):643-647
- [18] 胡永全,徐慧琴,赵学峰,等. 2015 年 <sup>99m</sup>Tc-DTPA 肾动态显像联合尿 β<sub>2</sub>-MG 测定评估妇科肿瘤患者化疗肾功能损伤的应用价值[J]. 安徽医科大学学报,2015,50(1):108-111
- [19] Johansson M,Moonen M. Prediction of post-operative glomerular filtration rate after nephrectomy for renal malignancy[J]. Clin Physiol,2001,21(6):688-692

[收稿日期] 2015-06-09