

## · 临床研究 ·

# 同机 CT 肾脏深度校正在肾积水患者<sup>99m</sup>Tc-DTPA 肾动态显像 GFR 测定中的价值

刘德庆<sup>1</sup> 姚勇<sup>2</sup> 李燕<sup>1</sup> 秦琳<sup>1</sup> 何作祥<sup>1</sup>

<sup>1</sup>清华大学附属北京清华长庚医院核医学科、清华大学临床医学院 102218; <sup>2</sup>深圳市人民医院核医学科、暨南大学第二临床医学院 518020

通信作者:何作祥, Email: zuoxianghe@hotmail.com

**【摘要】目的** 探讨同机 CT 肾脏深度校正在肾积水患者<sup>99m</sup>Tc-DTPA 肾动态显像测定肾小球滤过率(GFR)中的应用价值。**方法** 回顾性分析 2016 年 4 月至 2019 年 6 月间清华大学附属北京清华长庚医院 338 例不同程度肾积水患者[男 191 例,女 147 例,年龄(49.6±14.5)岁],据双侧肾积水程度分为单-轻、单-中、单-重、轻-轻、轻-中、轻-重、中-中、中-重和重-重组。采用同机 CT 法和常规法分别测量肾脏深度,计算单-轻、单-中和单-重组患者双侧肾脏深度差的绝对值。基于同机 CT 法和常规法测得的肾脏深度,运用<sup>99m</sup>Tc-DTPA 肾动态显像 Gates 法测定分肾 GFR 并进行比较;将 2 种方法测得的总 GFR 与估算 GFR(eGFR)进行比较。采用单因素方差分析、配对 t 检验、Pearson 相关分析处理数据。**结果** 在同机 CT 测量中,单-轻、单-中和单-重组双侧肾脏深度差绝对值的差异有统计学意义[(0.39±0.24)、(1.16±0.65) 和 (1.00±0.90) cm; F=15.241, P<0.05]。对于正常、轻度、中度和重度积水肾,同机 CT 法测得的肾脏深度及分肾 GFR 均大于常规法对应结果(t 值:16.06~19.78 和 14.27~17.23,均 P<0.05)。在各分组中,常规法测得的总 GFR 与 eGFR 差异均有统计学意义(t 值:-8.178~5.879,均 P<0.05);而同机 CT 法除中-重组与重-重组高估总 GFR 外(t 值:3.035 和 11.247,均 P<0.05),单-轻、单-中、单-重、轻-轻、轻-中、轻-重和中-中组测得的总 GFR [(111.57±17.37)、(103.71±15.22)、(79.79±12.62)、(100.33±18.49)、(100.28±15.43)、(84.09±20.72) 和 (74.14±14.57) ml·min<sup>-1</sup>·1.73 m<sup>-2</sup>] 与 eGFR [(109.16±12.81)、(103.20±13.26)、(78.60±14.12)、(100.98±15.20)、(99.89±14.05)、(84.61±20.24) 和 (73.44±14.57) ml·min<sup>-1</sup>·1.73 m<sup>-2</sup>] 的差异均无统计学意义(t 值:-0.301~1.948,均 P>0.05)。对于 338 例肾积水患者,2 种方法测得的总 GFR 与 eGFR 相关(r 值:0.888、0.928,均 P<0.01)。**结论** 较常规法,同机 CT 肾脏深度校正对于除中-重组与重-重组外的肾积水患者的<sup>99m</sup>Tc-DTPA 肾动态显像 GFR 测定更有临床意义。

**【关键词】** 肾盂积水;放射性核素显像;<sup>99m</sup>锝五乙酸盐;肾小球滤过率;体层摄影术,X 线计算机

DOI:10.3760/cma.j.cn321828-20200509-00184

## Integrated CT renal depth correction for the GFR determination in the <sup>99m</sup>Tc-DTPA renal dynamic imaging of patients with hydronephrosis

Liu Deqing<sup>1</sup>, Yao Yong<sup>2</sup>, Li Yan<sup>1</sup>, Qin Lin<sup>1</sup>, He Zuoxiang<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Nuclear Medicine, Beijing Tsinghua Changgung Hospital, School of Clinical Medicine, Tsinghua University, Beijing 102218, China; <sup>2</sup>Department of Nuclear Medicine, Shenzhen People's Hospital, Second Clinical Medical College of Jinan University, Shenzhen 518020, China

Corresponding author: He Zuoxiang, Email: zuoxianghe@hotmail.com

**【Abstract】Objective** To investigate the application value of renal depth correction by the integrated CT in glomerular filtration rate (GFR) determination by <sup>99m</sup>Tc-diethylenetriamine pentoacetic acid (DTPA) renal dynamic imaging for patients with hydronephrosis. **Methods** A total of 338 patients (191 males, 147 females, age (49.6±14.5) years) in Beijing Tsinghua Changgung Hospital from April 2016 to June 2019 with different degrees of hydronephrosis were respectively analyzed. Patients were divided into groups of normal-mild, normal-moderate, normal-heavy, mild-mild, mild-moderate, mild-heavy, moderate-moderate, moderate-heavy and heavy-heavy according to the degree of bilateral hydronephrosis. The renal depth was measured by the integrated CT method and the routine method, and the absolute value of bilateral renal depth difference in normal-mild, normal-moderate and normal-heavy groups was calculated by the 2 methods. Based on the renal depth measured by the 2 methods, the single renal GFR was measured by <sup>99m</sup>Tc-DTPA dynamic renal imaging Gates method and compared between the 2 methods. Total GFR measured by the 2 methods were compared with estimated GFR (eGFR). One-way analysis of variance analysis, paired t test,

and Pearson correlation analysis were used. **Results** For the integrated CT measurements, the absolute value of bilateral renal depth difference in normal-mild, normal-moderate and normal-heavy groups were significantly different (( $0.39\pm0.24$ ), ( $1.16\pm0.65$ ) and ( $1.00\pm0.90$ ) cm;  $F=15.241$ ,  $P<0.05$ ). The renal depth and the single renal GFR measured by the integrated CT method were higher than those measured by the routine method ( $t$  values:  $16.06\sim19.78$ ,  $14.27\sim17.23$ , all  $P<0.05$ ) in the kidneys with normal, mild, moderate and heavy hydronephrosis. There were significant differences between the total GFR measured by the routine method and eGFR in all groups ( $t$  values: from  $-8.178$  to  $5.879$ , all  $P<0.05$ ); however, in the integrated CT method, except that the total GFRs in moderate-heavy group and heavy-heavy group were overestimated ( $t$  values:  $3.035$  and  $11.247$ , both  $P<0.05$ ), there were no significant differences between the total GFR (( $111.57\pm17.37$ ), ( $103.71\pm15.22$ ), ( $79.79\pm12.62$ ), ( $100.33\pm18.49$ ), ( $100.28\pm15.43$ ), ( $84.09\pm20.72$ ) and ( $74.14\pm14.57$ )  $\text{ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot 1.73 \text{ m}^{-2}$ ) and eGFR (( $109.16\pm12.81$ ), ( $103.20\pm13.26$ ), ( $78.60\pm14.12$ ), ( $100.98\pm15.20$ ), ( $99.89\pm14.05$ ), ( $84.61\pm20.24$ ) and ( $73.44\pm14.57$ )  $\text{ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot 1.73 \text{ m}^{-2}$ ) in normal-mild, normal-moderate, normal-heavy, mild-mild, mild-moderate, mild-heavy and moderate-moderate groups ( $t$  values: from  $-0.301$  to  $1.948$ , all  $P>0.05$ ). The total GFR measured by the 2 methods were significantly correlated with eGFR in 338 patients with hydronephrosis ( $r$  values:  $0.888$  and  $0.928$ , both  $P<0.01$ ). **Conclusion** Compared with the routine method, except for the moderate-heavy group and heavy-heavy group, renal depth correction by the integrated CT may have greater clinical significance in GFR measurement by renal dynamic imaging for patients with hydronephrosis.

**【Key words】** Hydronephrosis; Radionuclide imaging; Technetium Tc 99m pentetate; Glomerular filtration rate; Tomography, X-ray computed

DOI:10.3760/cma.j.cn321828-20200509-00184

$^{99}\text{Tc}^{\text{m}}$ -二乙撑三胺五乙酸(diethylene triamine pentoacetic acid, DTPA)肾动态显像可提供肾血流灌注、皮质摄取及排泄的动态影像,评估分肾功能及代偿,有重要的临床价值<sup>[1]</sup>,但其测定肾小球滤过率(glomerular filtration rate, GFR)受多种因素的影响<sup>[2]</sup>,肾脏深度即主要的影响因素之一<sup>[3]</sup>。肾积水及继发肾周炎性反应、水肿、筋膜增厚及肾实质脓肿等造成肾形变和位移,会影响GFR的测定。已有研究指出,同机CT肾脏深度校正能提高 $^{99}\text{Tc}^{\text{m}}$ -DTPA肾动态显像测定GFR的准确性<sup>[4]</sup>,但在肾积水患者中,应用同机CT行肾脏深度校正仍需进一步探讨。本研究比较了肾积水患者同机CT肾脏深度校正法和常规法测得的肾脏深度及分肾GFR,并将2种方法测得的总GFR与慢性肾脏病流行病学协作组(Chronic Kidney Disease Epidemiology Collaboration, CKD-EPI)推荐使用的基于血清肌酐的估算GFR(estimated GFR, eGFR)进行比较<sup>[5]</sup>,探讨应用同机CT校正肾脏深度对肾积水患者 $^{99}\text{Tc}^{\text{m}}$ -DTPA肾动态显像测定GFR的临床价值。

## 资料与方法

1.一般资料及分组。回顾性分析清华大学附属北京清华长庚医院核医学科2016年4月至2019年6月间行 $^{99}\text{Tc}^{\text{m}}$ -DTPA肾动态显像及肾同机CT的338例肾积水患者,男191例,女147例,年龄( $49.6\pm14.5$ )岁。单侧肾积水138例,双侧肾积水200例。共676只肾脏,积水肾538只,正常肾138只。纳入标准:年龄18~75岁,经同机CT诊断为肾积水。排除

标准:孤立肾、马蹄肾、多囊肾、肾移植术后者、肾积水引流术后者、肾肿瘤者、躯体畸形者、腹腔内肿物推挤肾脏者。患者均签署知情同意书。本研究符合《赫尔辛基宣言》的原则。

采用同机CT对538只积水肾的积水程度进行判定<sup>[6-7]</sup>。轻度:肾盂、肾盏积水,肾实质厚度未发生明显变化;中度:肾盂、肾盏明显积水并扩张,杯口消失,肾脏体积增大,部分肾实质受压变薄;重度:肾轮廓变大,肾窦区域囊性扩张积水,肾实质受压变薄近萎缩。依据双侧肾积水情况将338例肾积水患者进行分组:单侧轻度积水(单-轻)组、单侧中度积水(单-中)组、单侧重度积水(单-重)组、双侧轻度积水(轻-轻)组、一侧轻度对侧中度积水(轻-中)组、一侧轻度对侧重度积水(轻-重)组、双侧中度积水(中-中)组、一侧中度对侧重度积水(中-重)组和双侧重度积水(重-重)组。

2.仪器与显像方法。采用美国GE公司Discovery NM/CT 670 SPECT/CT仪,配低能高分辨准直器。患者检查前30 min饮水500~700 ml,显像前排空膀胱,取仰卧位,进行后位采集,视野包括双肾及膀胱,经肘静脉“弹丸”式注射185 MBq  $^{99}\text{Tc}^{\text{m}}$ -DTPA(中国原子能高科技股份有限公司提供,体积<1 ml,放化纯>95%)。采集参数:能峰140 keV,能窗±20%,矩阵 $64\times64$ ;血流灌注像:2 s/帧,连续采集1 min,功能像:30 s/帧,连续采集20 min。动态采集前后采集注射前后的注射器计数。患者体位不变,以SPECT图为定位像,从双肾上极扫描至双肾下极,探测器宽度16 mm,管电压80 kV,管电流80 mA,层厚1.25 mm,

螺距 1.75, 软组织算法重建。患者于<sup>99</sup>Tc<sup>m</sup>-DTPA 肾动态显像前后 1 周内未行透析和治疗, 进行基于血清肌酐的 eGFR 实验室检查, 仪器为德国 Siemens Advia 1800 全自动生化分析仪, eGFR 评估方程为 CKD-EPI 肌酐 2009 公式<sup>[5]</sup>。

3. 数据测量。(1)肾脏深度测量。常规法:采用 Xeleris 处理软件, 根据身高及体质量以 Tonnesen 公式推算双肾深度; 同机 CT 法: 进入三平面交互界面, 肾脏上下径与前后径交点作为肾脏中心点, 测量中心点到体表的垂直距离。(2)GFR 计算。依第 2~3 分钟叠加图形勾画双肾感兴趣区 (region of interest, ROI), 肾脏下外方侧勾画本底 ROI。不改变肾脏及本底 ROI 面积和位置, 由系统分别根据常规法和同机 CT 法所得肾脏深度, 运用 Gates 法测定各分肾及总肾 GFR。

4. 统计学处理。采用 IBM SPSS 20.0 软件分析数据, 符合正态分布的定量数据以  $\bar{x} \pm s$  表示。采用单因素方差分析、配对 *t* 检验、Pearson 相关分析处理数据。*P*<0.05 为差异或相关性有统计学意义。

## 结 果

1. 肾积水后的深度改变。138 例单侧肾积水患者中, 单侧轻度 37 例, 单侧中度 53 例, 单侧重度 48 例。对于上述轻~重度积水患者, 同机 CT 法所测积水肾脏深度与对侧非积水肾的肾脏深度差的绝对值分别

为(0.39±0.24)、(1.16±0.65) 和(1.00±0.90) cm (*F*=15.241, *P*<0.05); 常规法对应的肾脏深度差的绝对值均为(0.04±0.01) cm, 差异无统计学意义 (*F*=2.456, *P*>0.05)。

2. 不同方法所测的肾脏深度及分肾 GFR 的比较(表 1)。676 只肾脏中, 正常肾 138 只, 积水肾 538 只(轻度 185 只, 中度 167 只, 重度 186 只)。对于 676 只肾脏, 同机 CT 法测得的肾脏深度(*t* 值:16.06~19.78) 及分肾 GFR(*t* 值:14.27~17.23) 均大于常规法的对应结果(均 *P*<0.05)。

3. 不同方法测得的总 GFR 与 eGFR 的比较(表 2)。将 338 例肾积水患者分为 9 组, 常规法测得的 9 组患者总 GFR 与 eGFR 的差异均有统计学意义(*t* 值:-8.178~5.879, 均 *P*<0.05); 同机 CT 法测得的中-重和重-重组患者的总 GFR 与 eGFR 的差异均有统计学意义(*t* 值:3.035、11.247, 均 *P*<0.05), 而在其他组患者中测得的总 GFR 与 eGFR 的差异均无统计学意义(*t* 值:-0.301~1.948, 均 *P*>0.05)。

另外, 在 338 例患者中, 常规法和同机 CT 法测得的总 GFR 与 eGFR 均呈正相关(*r* 值:0.888 和 0.928, 均 *P*<0.01)。

## 讨 论

<sup>99</sup>Tc<sup>m</sup>-DTPA 肾动态显像中, <sup>99</sup>Tc<sup>m</sup>-DTPA 被肾特异性摄取后, 释放的  $\gamma$  射线至探测器过程中会经组

表 1 不同积水程度的 676 只肾脏用 2 种方法测得的肾脏深度及肾小球滤过率(GFR)( $\bar{x} \pm s$ )

肾积水程度	肾只数	常规法		同机 CT 法	
		肾脏深度(cm)	GFR(ml·min <sup>-1</sup> ·1.73 m <sup>-2</sup> )	肾脏深度(cm)	GFR(ml·min <sup>-1</sup> ·1.73 m <sup>-2</sup> )
正常	138	6.21±0.97	53.15±10.60	7.27±1.22	64.05±11.10
轻度	185	6.08±0.88	47.38±12.85	7.10±1.09	56.30±15.31
中度	167	6.15±0.88	31.59±9.27	7.52±1.44	38.25±10.05
重度	186	6.17±0.93	12.74±5.79	7.70±1.44	16.52±7.17

表 2 338 例不同程度肾积水患者用 2 种方法测得的总 GFR 与估算 GFR(eGFR) 的比较( $\bar{x} \pm s$ )

分组	例数	eGFR	常规法		同机 CT 法	
			总 GFR	<i>t</i> 值	总 GFR	<i>t</i> 值
单-轻	37	109.16±12.81	94.03±15.37	-7.239 <sup>a</sup>	111.57±17.37	1.725
单-中	53	103.20±13.26	86.36±16.75	-7.469 <sup>a</sup>	103.71±15.22	1.948
单-重	48	78.60±14.12	62.67±11.72	-7.877 <sup>a</sup>	79.79±12.62	0.412
轻-轻	38	100.98±15.20	84.71±15.34	-8.178 <sup>a</sup>	100.33±18.49	-0.250
轻-中	36	99.89±14.05	84.94±16.75	-7.215 <sup>a</sup>	100.28±15.43	-0.181
轻-重	36	84.61±20.24	68.78±13.63	-6.202 <sup>a</sup>	84.09±20.72	-0.301
中-中	26	73.44±14.57	61.74±13.66	-4.705 <sup>a</sup>	74.14±14.57	1.713
中-重	26	52.65±11.96	48.37±9.92	-2.165 <sup>a</sup>	59.03±9.69	3.035 <sup>a</sup>
重-重	38	17.71±8.98	26.21±10.29	5.879 <sup>a</sup>	34.92±11.98	11.247 <sup>a</sup>

注:eGFR、GFR 单位均为 ml·min<sup>-1</sup>·1.73 m<sup>-2</sup>; <sup>a</sup>*P*<0.05

织衰减,Gates 法计算 GFR 时需经衰减距离校正<sup>[8]</sup>,因此肾脏深度会影响 GFR 的测定。肾积水患者分肾 GFR 偏倚会影响治疗方案、药物剂量和手术时机等,决策不当可能导致不良预后。目前常用 3 种方法测定肾脏深度<sup>[3]</sup>:核医学肾脏侧位测量、超声测定、Tonnesen 公式法。采集核医学肾脏侧位时,已离注药时间超过 20 min,<sup>99</sup>Tc<sup>m</sup>-DTPA 大部分已进入集合系统,此时测得的肾脏深度不再是 Gates 法中肾皮质的衰减距离;而肾积水患者功能较差的肾易在双肾重叠影中显示模糊,无法准确测量<sup>[4]</sup>。超声法简便易行<sup>[9]</sup>,但国内医院核医学科很少配备超声设备;且超声无法测量患者仰卧位时的肾脏深度,未考虑因体位变化造成的肾脏移位;测量时探头与肾脏存在倾斜夹角,加之肾脏自身的倾角,可重复性较差。常规使用的 Tonnesen 公式法在推算肾脏深度的过程中,亦使用超声法测量,且样本未考虑人种、年龄等因素<sup>[4,10]</sup>。杨仪等<sup>[4]</sup>报道,Tonnesen 公式法会低估肾脏深度,所得的各分肾 GFR 亦低于 CT 法,本研究 138 例正常肾脏 Tonnesen 公式所得肾脏深度和分肾 GFR 亦低于同机 CT 所得结果。除该法外,李乾等<sup>[11]</sup>以我国国人为基础,结果引入年龄、身高、体质量与 CT 肾脏深度测量值进行回归分析,得到的肾脏深度估算公式能较准确地估算正常位置的分肾 GFR,但仍不能准确估算积水肾脏深度。

CT 空间分辨率高,能够准确测量肾脏深度值<sup>[4]</sup>。本研究同机 CT 采用与肾动态显像一致的自由呼吸状态,肾脏常规 CT 时需深吸气后屏气采集,而增加的腹压会使有一定活动范围的肾脏相对位置发生变化<sup>[12]</sup>,且同机肾脏 CT 更能够保证体位与肾动态显像的完全一致性。本研究中,在优化同机 CT 扫描参数后,其容积 CT 剂量指数(volume CT dose index, CTDI<sub>vol</sub>)减至 1.36 mGy<sup>[13]</sup>,仅为常规 CT 的 9%左右,同机 CT 测得的分肾深度及分肾 GFR 明显大于常规法对应结果。

<sup>99</sup>Tc<sup>m</sup>-DTPA 肾动态显像 Gates 法测量 GFR 适用于轻、中度肾功能不全者,在重度肾功能不全患者中,其测得的 GFR 缺乏准确性<sup>[3,14]</sup>,肝脾摄取<sup>99</sup>Tc<sup>m</sup>-DTPA 也随之增加,勾画肾脏 ROI 时会将肝脾与肾脏重叠区域画入,且<sup>99</sup>Tc<sup>m</sup>-DTPA 与血浆蛋白结合率亦随之增高,造成测得的 GFR 偏高<sup>[14]</sup>。本研究中,单-轻、单-中、单-中、轻-轻、轻-中、轻-重和中-中组患者的肾功能值处于肾脏病预后质量倡议(the Kidney Disease Out-Comes Quality Initiative, K/DOQI)工作组临床实践指南的 1~2 期,同机 CT 法测得的总

GFR 较常规法更具准确性;中-重和重-重组患者的肾功能处于 K/DOQI 指南的 3~5 期,Gates 法测定 GFR 自身缺乏可靠性,其肾脏深度校正增益较小。

本研究存在一定的局限性。(1)在肾功能严重受损时,基于血清肌酐的 eGFR 亦缺乏准确性<sup>[5]</sup>,中-重和重-重组患者在本研究中缺乏参照标准。(2)Gates 法计算 GFR,衰减系数  $\mu=0.153/\text{cm}$ ,肾与皮肤间的皮下组织、脂肪、肌肉和肋骨等组织含量因个人差异有所不同,仅靠衰减距离进行  $\gamma$  射线衰减校正会造成 GFR 的偏差。(3)仅对 GFR 进行探讨,没有与<sup>99</sup>Tc<sup>m</sup>-DTPA 肾动态影像进行结合分析,未来仍需进一步研究。

综上,同机 CT 法能够测量积水肾脏的深度,在单侧轻度积水、单侧中度积水、单侧重度积水、双侧轻度积水、一侧轻度对侧中度积水、一侧轻度对侧重度积水和双侧中度积水的患者中,同机 CT 肾脏深度校正法可明显提高<sup>99</sup>Tc<sup>m</sup>-DTPA 肾动态显像测定 GFR 的准确性;而对于一侧中度对侧重度积水和双侧重度积水的患者,其同机 CT 肾脏深度校正的增益无临床意义,无校正的必要。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

## 参 考 文 献

- [1] 中华医学会核医学分会. 2016 年全国核医学现状普查结果简报[J]. 中华核医学与分子影像杂志, 2016, 36(5): 479-480. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-2848.2016.05.024.
- [2] Chinese Society of Nuclear Medicine. A brief report on the results of the national survey of nuclear medicine in 2016[J]. Chin J Nucl Med Mol Imaging, 2016, 36(5): 479-480. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-2848.2016.05.024.
- [3] Li L, Hongwei S, Ying Q, et al. Influence of weight-age normalization on glomerular filtration rate values of renal patients: a STROBE-compliant article[J]. Medicine (Baltimore), 2016, 95(3): e2492. DOI: 10.1097/MD.0000000000002492.
- [4] 陈炜,梁颖,耿建华. SPECT 肾动态显像方法及其影响因素[J]. 中国医学装备, 2019, 16(3): 160-164. DOI: 10.3969/j.issn.1672-8270.2019.03.042.
- [5] Chen W, Liang Y, Geng JH. SPECT renal dynamic imaging methods and its influencing factors[J]. Chin Med Equip, 2019, 16(3): 160-164. DOI: 10.3969/j.issn.1672-8270.2019.03.042.
- [6] 杨仪,刘增礼,唐军,等. SPECT/CT 直接测量肾脏深度在肾小球滤过率测定中的应用[J]. 中华核医学与分子影像杂志, 2012, 32(4): 255-258. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-2848.2012.04.004.
- [7] Yang Y, Liu ZL, Tang J, et al. Application of renal depth by CT for the measurement of GFR using SPECT/CT[J]. Chin J Nucl Med Mol Imaging, 2012, 32(4): 255-258. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-2848.2012.04.004.
- [8] 虞倩,王蓓丽,郭玮,等. 肾小球滤过率的测定方法及其临床应用[J]. 检验医学, 2015, 30(7): 674-679. DOI: 10.3969/j.issn.1673-8640.2015.07.003.

- Yu Q, Wang BL, Guo W, et al. The methods for measuring glomerular filtration rate and their clinical application [J]. Lab Med, 2015, 30(7): 674-679. DOI:10.3969/j.issn.1673-8640.2015.07.003.
- [6] 邵晓光,陈奇,董柏君,等. CT 平扫检查对急性梗阻性肾衰竭患者肾功能转归的预测价值[J].中华泌尿外科杂志, 2018, 39 (6): 451-454. DOI:10.3760/cma.j.issn.1000-6702.2018.06.012.
- Shao XG, Chen Q, Dong BJ, et al. Predictive value of CT scan in the outcome of renal function in patients with acute obstructive renal failure[J]. Chin J Urol, 2018, 39 (6): 451-454. DOI:10.3760/cma.j.issn.1000-6702.2018.06.012.
- [7] 王云华,侯伟伟,刘瑞洪,等.肾脏 64 层螺旋 CT 灌注成像对梗阻性肾积水患者患肾功能的评价[J].中华泌尿外科杂志, 2010, 31(2): 84-87. DOI:10.3760/cma.j.issn.1000-6702.2010.02.003.
- Wang YH, Hou WW, Liu RH, et al. 64-slice spiral CT perfusion imaging in the single renal functional assessment for hydronephrotic kidney[J]. Chin J Urol, 2010, 31(2): 84-87. DOI:10.3760/cma.j.issn.1000-6702.2010.02.003.
- [8] 王静楠,朱文佳,罗亚平.异位肾<sup>99m</sup>Tc-DTPA 肾动态显像一例[J].中华核医学与分子影像杂志, 2018, 38 (5): 359-361. DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-2848.2018.05.014.
- Wang JN, Zhu WJ, Luo YP. Functional evaluation of renal ectopia with <sup>99m</sup>Tc-DTPA renogram: a case report[J]. Chin J Nucl Med Mol Imaging, 2018, 38(5): 359-361. DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-2848.2018.05.014.
- [9] 牟兴宇,卢彦祺,李猛,等.超声肾脏深度校正对肾积水患者肾动态显像肾小球滤过率的影响[J].中华核医学与分子影像杂志, 2018, 38(3): 187-190. DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-2848.2018.03.009.
- Mu XY, Lu YQ, Li M, et al. Effect of ultrasonic kidney depth correction on glomerular filtration rate measured by renal dynamic imaging in patients with hydronephrosis[J]. Chin J Nucl Med Mol Imaging, 2018, 38(3): 187-190. DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-2848.2018.03.009.
- [10] 陈曙光,石洪成,胡鹏程. Tonnesen 公式计算肾脏深度的准确性与 BMI 的关系[J].中华核医学与分子影像杂志, 2012, 32 (6): 430-433. DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-2848.2012.06.007.
- Chen SG, Shi HC, Hu PC. Accuracy of the Tonnesen formula and its relationship with body mass index[J]. Chin J Nucl Med Mol Imaging, 2012, 32 (6): 430-433. DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-2848.2012.06.007.
- [11] 李乾,张春丽,付占立,等.肾动态显像法计算中国人肾脏深度[J].中国医学影像技术, 2007, 23(2): 288-291. DOI:10.3321/j.issn:1003-3289.2007.02.037.
- Li Q, Zhang CL, Fu ZL, et al. Measuring kidney depth of Chinese people with kidney dynamic imaging [J]. Chin J Med Imaging Technol, 2007, 23 (2): 288-291. DOI: 10.3321/j.issn: 1003-3289.2007.02.037.
- [12] 王琦,马桂英,史大鹏.不同呼吸状态对超声引导经皮肾穿活检成功率的影响[J].中国超声医学杂志, 2004, 20(12): 927-929. DOI:10.3969/j.issn.1002-0101.2004.12.015.
- Wang Y, Ma GY, Shi DP. Influence of different breathing status on the successful rate in ultrasound-guided percutaneous renal biopsy[J]. Chin J Ultrasound Med, 2004, 20(12): 927-929. DOI: 10.3969/j.issn.1002-0101.2004.12.015.
- [13] 蒋黛蒂,曾蒙苏,钟叶,等.低剂量非增强多排螺旋 CT 扫描探查尿路结石:模型研究[J].放射学实践, 2012, 27(6): 593-597. DOI:10.3969/j.issn.1000-0313.2012.06.003.
- Jiang DD, Zeng MS, Zhong Y, et al. Study on low dose non-enhanced MDCT scanning for detection of urinary calculi: a phantom study[J]. Radiol Prac, 2012, 27(6): 593-597. DOI:10.3969/j.issn.1000-0313.2012.06.003.
- [14] 杜晓英,李林法,何强,等. <sup>99m</sup>Tc-DTPA 肾动态显像检测肾小球滤过率的临床应用评价[J].中华肾脏病杂志, 2006, 22(5): 266-270. DOI:10.3760/j.issn:1001-7097.2006.05.004.
- Du XY, Li LF, He Q, et al. Evaluation of the application of <sup>99m</sup>Tc-DTPA renography (Gates method) in the determination of glomerular filtration rate in clinical practice[J]. Chin J Nephrol, 2006, 22 (5): 266-270. DOI:10.3760/j.issn:1001-7097.2006.05.004.

(收稿日期:2020-05-09)

## · 读者 · 作者 · 编者 ·

### 关于投稿提供伦理委员会批准文件及受试对象知情同意书的通告

根据中华医学会杂志社的相关规定,当论文的主体是以人为研究对象的试验时,作者应该说明其遵循的程序是否符合负责人体试验的委员会(单位性的、地区性的或国家性的)所制定的伦理学标准,并提供该委员会的批准文件(注明批准文件号)及受试对象的知情同意书。

本刊编辑部