

# 尿路结石术前肾功能评估及基于肾功能考量的术后内引流、随访专家共识

胡金涛<sup>1</sup> 余虢<sup>2</sup> 曾国华<sup>3</sup> 吴文起<sup>4</sup> 李炯明<sup>5</sup> 王树声<sup>6</sup> 吴忠<sup>7</sup> 刘存东<sup>8</sup>  
吴荣佩<sup>9</sup> 李钧<sup>10</sup> 李丹<sup>11</sup> 吴卓<sup>12</sup> 章传华<sup>13</sup> 叶章群<sup>2</sup> 许可慰<sup>1</sup>

**[摘要]** 尿路结石术前进行肾功能评估的必要性已得到广泛认可。但国内外同行在基于肾功能考量的结石术前检查、术后尿路内引流及随访等方面还存在较多问题尚未达成共识。为进一步规范和指导国内成人尿路结石手术术前肾功能评估、术后尿路内引流及随访,由中华医学会泌尿外科学分会尿路结石学组、中国尿石症联盟牵头组织专家研讨会,参考国内外指南及文献,结合问卷调查,编写了本专家共识,以期为国内同行的临床实践提供参考意见,逐步形成行业规范。

**[关键词]** 尿路结石手术;肾功能;尿路内引流;随访

**DOI:**10.13201/j.issn.1001-1420.2023.04.001

**[中图分类号]** R691.4 **[文献标志码]** A

## Chinese expert consensus on preoperative renal function assessment and postoperative internal drainage and follow-up based on renal function considerations for urinary tract stones

HU Jintao<sup>1</sup> YU Xiao<sup>2</sup> ZENG Guohua<sup>3</sup> WU Wenqi<sup>4</sup> LI Jiongming<sup>5</sup> WANG Shusheng<sup>6</sup>  
WU Zhong<sup>7</sup> LIU Cundong<sup>8</sup> WU Rongpei<sup>9</sup> LI Jun<sup>10</sup> LI Dan<sup>11</sup> WU Zhuo<sup>12</sup>  
ZHANG Chuanhua<sup>13</sup> YE Zhangqun<sup>2</sup> XU Kerwei<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Urology, Sun Yat-sen Memorial Hospital, Sun Yat-sen University, Guangzhou, 510120, China; <sup>2</sup>Department of Urology, Tongji Hospital, Tongji Medical College of Huazhong University of Science and Technology; <sup>3</sup>Department of Urology, The First Affiliated Hospital of Guangzhou Medical University; <sup>4</sup>Department of Urology, The Second Affiliated Hospital of Guangzhou Medical University; <sup>5</sup>Department of Urology, The Second Affiliated Hospital of Kunming Medical University; <sup>6</sup>Department of Urology, Guangdong Provincial Hospital of Chinese Medicine; <sup>7</sup>Department of Urology, Huashan Hospital, Fudan University; <sup>8</sup>Department of Urology, The Third Affiliated Hospital of Southern Medical University; <sup>9</sup>Department of Urology, The First Affiliated Hospital of Sun Yat-sen University; <sup>10</sup>Department of Urology, Beijing Friendship Hospital, Capital Medical University; <sup>11</sup>Department of Nuclear Medicine, Sun Yat-sen Memorial Hospital, Sun Yat-sen University; <sup>12</sup>Department of Radiology, Sun Yat-sen Memorial Hospital, Sun Yat-sen University; <sup>13</sup>Department of

<sup>1</sup>中山大学孙逸仙纪念医院泌尿外科(广州,510120)

<sup>2</sup>华中科技大学同济医学院附属同济医院泌尿外科

<sup>3</sup>广州医科大学附属第一医院泌尿外科

<sup>4</sup>广州医科大学附属第二医院泌尿外科

<sup>5</sup>昆明医科大学第二附属医院泌尿外科

<sup>6</sup>广东省中医院泌尿外科

<sup>7</sup>复旦大学附属华山医院泌尿外科

<sup>8</sup>南方医科大学第三附属医院泌尿外科

<sup>9</sup>中山大学附属第一医院泌尿外科

<sup>10</sup>首都医科大学附属北京友谊医院泌尿外科

<sup>11</sup>中山大学孙逸仙纪念医院核医学科

<sup>12</sup>中山大学孙逸仙纪念医院放射科

<sup>13</sup>武汉市第一医院泌尿外科

通信作者:许可慰, E-mail: xukewei@mail.sysu.edu.cn; 叶章群, E-mail: zhangqun\_ye@163.com

引用本文:胡金涛,余虢,曾国华,等. 尿路结石术前肾功能评估及基于肾功能考量的术后内引流、随访专家共识[J]. 临床泌尿外科杂志, 2023, 38(4): 241-245. DOI:10.13201/j.issn.1001-1420.2023.04.001.

Urology, Wuhan No. 1 Hospital)

Corresponding author: XU Kewei, E-mail: xukewei@mail.sysu.edu.cn; YE Zhangqun, E-mail: zhangqun\_ye@163.com

**Abstract** The necessity for preoperative assessment of renal function for urinary tract stones is widely recognized. However, there are still many issues that have not yet been agreed upon by domestic and international colleagues regarding the preoperative examination, postoperative internal drainage, and follow-up of stones based on renal function considerations. To further standardize and guide the preoperative renal function assessment, postoperative internal urinary drainage, and follow-up of adult urolithiasis surgery in China, the group of Urolithiasis of the Chinese Urological Association(CUA), and the Chinese Alliance of Urolithiasis compiled this expert consensus by organizing an expert workshop, referring to domestic and international guidelines and literature, and carrying out a questionnaire survey. We hoped that this consensus can provide a reference for the clinical practice of domestic counterparts and gradually form an industry standard.

**Key words** urinary tract stones operation; renal function; internal drainage; follow-up

在我国,尿路结石的发病率为 6.5%,南方地区可高达 8.85%<sup>[1-2]</sup>。同时尿路结石患者数量也占据泌尿外科住院患者中的首位,约 1/4 的尿路结石患者需住院治疗。近年来,随着微创手术及日间手术的广泛开展,泌尿外科结石手术的数量更是大幅度提升。

研究显示,0.8%~17.5%的尿路结石患者伴有慢性肾功能不全<sup>[3]</sup>。尿路结石会引起尿路的梗阻性病变,进一步引起肾盏、肾盂的积水,长时间的梗阻压迫会导致肾实质不同程度地萎缩、变薄,使肾功能受损甚至完全丧失;另一方面,结石的机械性损伤、梗阻所致的尿液淤滞等也会导致反复感染,破坏肾实质,导致肾功能减退<sup>[4-5]</sup>。对尿路结石患者进行充分的肾功能评估,将有助于指导临床医生为患者制定个体化治疗方案、严格把握手术指征、更加全面地判断患者预后。然而,对尿路结石患者肾功能关注的不足、指导临床实践文献证据的缺乏是当下的局限与困境。

因此,为了进一步指导和规范国内的尿路结石手术实践,围绕成年尿路结石患者术前肾功能评估、基于肾功能的手术方式选择、术后尿路内引流方式、不同肾功能状态下患者术后随访等问题,依据国内外文献与国内临床实践现状,中华医学会泌尿外科学分会尿路结石学组牵头并组织策划了本项专家共识的撰写。

## 1 尿路结石术前肾功能评估的方法

### 1.1 总肾功能评估

所有尿路结石患者术前均应进行总肾功能的评估。评估方法依次推荐肌酐(serum creatinine, Scr)、肾小球滤过率(glomerular filtration rate, GFR)、尿素氮(blood urea nitrogen, BUN)。Scr 的浓度主要取决于肾小球滤过功能,受饮食、分解代谢水平等肾外因素影响小,是相对较为理想的反映肾功能的指标。但在肾功能损害的早期,Scr 往往仍在正常范围内;当 GFR 降至正常 30%以下

时,Scr 才会有显著变化;因而难以通过 Scr 的水平来判断肾功能早期损害与否。另外,Scr 高低也与肌肉容量大小、检测方法等相关。GFR 是评价肾小球滤过功能最准确的指标<sup>[6]</sup>。GFR 测定的金标准是基于菊粉、<sup>125</sup>I-碘酞酸等测定,精确、干扰因素少,但复杂费时,需要患者的积极配合,不适合临床开展。临床上更推荐采用 Scr、尿素氮等来估算 GFR(estimated glomerular filtration rate, eGFR),而 BUN 容易受到饮食方式、高代谢、肝功能等多种因素影响,一般用于辅助诊断。

### 1.2 分肾功能评估

对尿路结石患者,尤其是对于复发性尿路结石、合并明显尿路梗阻、肾功能不全、严重泌尿系感染以及复杂性肾结石等情况的患者,专家普遍推荐术前进一步评估分肾功能。

在排除造影禁忌证后,评估方法优先考虑静脉尿路造影(intravenous urography, IVU)与泌尿系 CT 尿路成像(CT urography, CTU)。

IVU 是最早应用于临床的泌尿系造影检查,可以评估泌尿系畸形、结石部位及梗阻情况、结核等,还可大致了解双肾的排泄功能。IVU 的最大优势在于可以连续、动态多时相显示一定时间段内的肾脏排泄情况和输尿管形态,但是操作较复杂、耗时长,且需肠道准备<sup>[7]</sup>。需注意伴有肾绞痛的尿路结石患者,应在绞痛完全缓解 5 d 后再行 IVU,以避免绞痛发作期间较差的显影效果干扰诊疗<sup>[8]</sup>。

CTU 操作简便,成像清晰,具备多方位观察病变、无需肠道准备和腹部加压等优点。强大的后期影像处理,使得其对泌尿系的影像评估内容更立体,同时也可以评估肾功能。研究表明,CTU 测定的总、分肾功能与肾图测定的结果具有较好的一致性<sup>[9]</sup>。

尽管 CTU 具备成像清晰、重建功能强大、多方位多角度、非侵入性等优点,在诊断效能等方面优于 IVU<sup>[9-11]</sup>。然而,CTU 仍不能完全取代 IVU。

一方面 CTU 的重建效果未必理想。另一方面,相对于 CTU,IVU 能动态显示多个时间点肾脏集合系统及输尿管的形态,对于拟行输尿管硬镜/软镜患者输尿管条件的评估、输尿管蠕动波与狭窄的鉴别、肾下垂的评估等有着独特的作用;且 IVU 摄片时间较灵活、放射剂量较小、费用相对较低,因此具备一定优势。此外,IVU 在基层医疗机构应用普遍,随着分级诊疗的逐步推广,其仍有较为广阔的应用空间<sup>[12]</sup>。

无论是 CTU 还是 IVU,应用于肾功能不全的尿路结石患者前,都应完善相关风险评估并慎重选择合适的造影剂,警惕造影剂相关急性肾损伤(contrast-induced acute kidney injury, CI-AKI)的发生<sup>[13-15]</sup>。CI-AKI 的发生率随着 GFR 的减低而升高,当 GFR 正常 [ $> 60 \text{ mL} \cdot \text{min}^{-1} \cdot (1.73 \text{ m}^2)^{-1}$ ] 时,CI-AKI 的发生率约为 5.2%,当 GFR 轻度受损 [ $45 \text{ mL} \cdot \text{min}^{-1} \cdot (1.73 \text{ m}^2)^{-1} < \text{GFR} < 60 \text{ mL} \cdot \text{min}^{-1} \cdot (1.73 \text{ m}^2)^{-1}$ ] 时,CI-AKI 的发生率约为 8.0%;当 GFR 中度受损 [ $30 \text{ mL} \cdot \text{min}^{-1} \cdot (1.73 \text{ m}^2)^{-1} < \text{GFR} < 45 \text{ mL} \cdot \text{min}^{-1} \cdot (1.73 \text{ m}^2)^{-1}$ ] 时,CI-AKI 的发生率上升至 12.9%;GFR 重度受损 [ $\text{GFR} < 30 \text{ mL} \cdot \text{min}^{-1} \cdot (1.73 \text{ m}^2)^{-1}$ ] 时,CI-AKI 的发生率则高达 26.6%。因此,对于 GFR 轻中度受损的患者,慎行尿路造影,可以在严密监测的同时使用等渗或低渗造影剂进行尿路造影检查。对于 GFR 重度受损的患者应慎用 IVU/CTU<sup>[13]</sup>。尿毒症患者严禁行造影检查<sup>[14-15]</sup>。

放射性核素肾显像是通过静脉注射<sup>99m</sup>Tc 标记的五乙酸盐(<sup>99m</sup>Tc-DTPA)、碘<sup>131</sup> 标记的邻碘马尿酸(OIH)、<sup>99m</sup>Tc 标记的二巯基丁二酸(<sup>99m</sup>Tc-DM-SA)等示踪剂采集系列影像,能够准确定量、定性分析肾功能,且对患肾几乎不造成进一步的损伤。研究报道其诊断慢性肾衰竭的灵敏度、特异度和准确度分别为 100%、47.5% 和 61.8%,还可以了解诸如尿路梗阻等因素造成的肾功能异常等不同的诊断信息<sup>[16]</sup>。

对结石引起严重梗阻、肾功能严重受损的患者,通过对患侧肾脏造瘘,收集引流液进行计量、化验的方式来评估患侧肾功能也是一种辅助评估肾功能的方式。同时可以辅助判断是否保留患侧肾脏,日引流量 $< 400 \text{ mL/d}$ 、等渗肾造瘘液(比重固定在  $1.010 \pm 0.003$ )是重要参考指标。

## 2 不同肾功能状态治疗方式的选择

尽管尿路结石手术可以防止肾功能进一步恶化,但随着外科处理结石次数增多,患者术后肾功能不全的风险也明显增加<sup>[17]</sup>。要严格把握不同术式的适应证和禁忌证,慎重选择合适的术式与手术时机。

在排除其他禁忌证后,针对慢性肾脏病(chronic kidney disease, CKD) I、II、III 期的尿路结石患者 [ $\text{eGFR} \geq 30 \text{ mL} \cdot \text{min}^{-1} \cdot (1.73 \text{ m}^2)^{-1}$ ,  $\text{Scr} \leq 445 \mu\text{mol/L}$ ],可选择的治疗方式包括经皮肾镜取石(PCNL)、输尿管硬镜碎石/输尿管软镜碎石(URSL/RIRS)、体外冲击波碎石(ESWL)、输尿管逆行置管或肾穿刺造瘘引流。ESWL 术是上尿路结石微创治疗的主要方法之一,但术中冲击波会对肾实质造成损伤,反复多次、不规范的 ESWL 术甚至会导致部分肾功能永久丧失<sup>[4-5,18]</sup>。PCNL 术适用于 $\geq 2 \text{ cm}$  的结石,近年来随着通道小型化等技术的发展,其结石清除率与手术安全性也大大提高<sup>[19]</sup>。但仍有研究报道当存在术前肾功能差、合并糖尿病等基础疾病、反复尿路感染等因素时,患者术后肾功能恶化风险会显著增加<sup>[20-22]</sup>。输尿管镜碎石术被认为兼具良好的取石效果与安全性<sup>[23-25]</sup>。

而针对 CKD IV、V 期的尿路结石患者 [ $\text{eGFR} < 30 \text{ mL} \cdot \text{min}^{-1} \cdot (1.73 \text{ m}^2)^{-1}$ ,  $\text{Scr} > 445 \mu\text{mol/L}$ ],应优先予输尿管逆行置管或肾穿刺造瘘引流,视肾功能恢复情况再拟定下一步治疗方案。如肾功能未能得到有效改善,应尽量选择对肾功能影响最小的手术方式或术式解除梗阻,如逆行输尿管硬镜/软镜、小通道 PCNL 乃至分期内镜手术等。

表 1 CKD 的分期

K/DOQI 对 CKD 的分期		
分期	特征	eGFR/ $[\text{mL} \cdot \text{min}^{-1} \cdot (1.73 \text{ m}^2)^{-1}]$
I	GFR 正常或者增加	$\geq 90$
II	GFR 轻度下降	60~89
III a	GFR 轻到中度下降	45~59
III b	GFR 中重度下降	30~44
IV	GFR 重度下降	15~29
V	肾衰竭	$< 15$
基于 Scr 对 CKD 的分期		
分期	特征	Scr
I	肾功能正常期	Scr 维持在正常范围
II	肾功能不全的失代偿期	Scr 开始升高,但 $< 178 \mu\text{mol/L}$
III	氮质血症期	Scr 波动在 $178 \sim 445 \mu\text{mol/L}$
IV	肾衰竭早期	Scr 波动于 $445 \sim 707 \mu\text{mol/L}$
V	肾衰竭	Scr $> 707 \mu\text{mol/L}$ , 伴随如恶心、呕吐、高钾血症等毒素蓄积症状,需要进行肾脏替代治疗

### 3 肾功能不全状态下术后尿路内引流方式及时限的选择

PCNL 术后的结石患者,如术前存在患侧肾功能不全,且无输尿管狭窄等其他特殊情况,术后通常留置双 J 管 2~4 周,既可以起到内引流的作用,又可以作为支撑防止输尿管狭窄的发生,有利于患者的术后康复<sup>[26-27]</sup>;对于行 URSL/RIRS 术、术前存在肾功能不全情况的结石患者,也建议常规留置双 J 管 1~4 周。目前也有观点认为,如结石清除彻底、出血及感染风险低,“完全无管化”PCNL/RIRS 也是安全可行的<sup>[28-30]</sup>。

针对尿路结石合并输尿管局部狭窄的患者,可在取净结石后延长输尿管支架放置时间(1~3 个月)。此外还可以考虑球囊扩张术、开放/腔镜下狭窄段切除+连续性重建术等其他方式。处理方式的选择需根据患者具体情况以及术者自身经验综合考量。

### 4 根据患侧肾功能拟定的结石术后随访方案

结石术后需观察结石清除效果、肾功能恢复情况、结石复发情况、远期并发症等。应重视对不同人群的分类随访,避免过度随访为患者带来不必要的心理负担与经济压力。既往文献表明,术前 eGFR $<60 \text{ mL} \cdot \text{min}^{-1} \cdot (1.73 \text{ m}^2)^{-1}$ 、泌尿系感染、孤立肾、复杂结石、多通道 PCNL、输尿管狭窄、基础疾病均是尿路结石术后肾功能恶化的危险因素<sup>[31-33]</sup>。针对术前 eGFR $\geq 60 \text{ mL} \cdot \text{min}^{-1} \cdot (1.73 \text{ m}^2)^{-1}$  的尿路结石患者,推荐每年行尿检、肾功能与泌尿系彩超;如术前 eGFR $<60 \text{ mL} \cdot \text{min}^{-1} \cdot (1.73 \text{ m}^2)^{-1}$ ,推荐每 3~6 个月行尿检、肾功能与泌尿系彩超,必要时行泌尿系 CT 平扫。合并复杂性尿路感染、术后结石残留较多者,随访问期应缩短。

为尿路结石患者制定诊疗方案时,应积极关注患者的肾功能情况。本文围绕着尿路结石与肾功能汇总了国内数十位专家的丰富临床经验,为国内的临床实践提供参考意见。未来我们也期望能有更多进一步的临床研究来提供更高水平的证据,指导临床实践。

**利益冲突** 所有作者均声明不存在利益冲突

### 参考文献

- [1] 曾国华,麦赞林,夏术阶,等.中国成年人群尿石症患病率横断面调查[J].中华泌尿外科杂志,2015,36(7):528-532.
- [2] Zeng G, Mai Z, Xia S, et al. Prevalence of kidney stones in china: An ultrasonography based cross-sectional study[J]. BJU Int, 2017, 120(1): 109-116.
- [3] Kartha G, Calle JC, Marchini GS, et al. Impact of stone disease: Chronic kidney disease and quality of life[J]. Urol Clin North Am, 2013, 40(1): 135-147.
- [4] 孙颖浩.吴阶平泌尿外科学[M].北京:人民卫生出版社,2019:1786-1877.
- [5] 黄健.泌尿系结石诊断治疗指南[M]//中国泌尿外科和男科疾病诊断治疗指南.北京:科学出版社,2019:237-267.
- [6] Lees JS, Welsh CE, Celis-Morales CA, et al. Glomerular filtration rate by differing measures, albuminuria and prediction of cardiovascular disease, mortality and end-stage kidney disease[J]. Nat Med, 2019, 25(11): 1753-1760.
- [7] Andresen R, Wegner HE. Intravenous urography revisited in the age of ultrasound and computerized tomography: Diagnostic yield in cases of renal colic, suspected pelvic and abdominal malignancies, suspected renal mass, and acute pyelonephritis[J]. Urol Int, 1997, 58(4): 221-226.
- [8] Wright PJ, English PJ, Hungin AP, et al. Managing acute renal colic across the primary-secondary care interface: A pathway of care based on evidence and consensus[J]. BMJ, 2002, 325(7377): 1408-1412.
- [9] You S, Ma X, Zhang C, et al. Determination of single-kidney glomerular filtration rate (gfr) with ct urography versus renal dynamic imaging gates method[J]. Eur Radiol, 2018, 28(3): 1077-1084.
- [10] Wang JH, Shen SH, Huang SS, et al. Prospective comparison of unenhanced spiral computed tomography and intravenous urography in the evaluation of acute renal colic[J]. J Chin Med Assoc, 2008, 71(1): 30-36.
- [11] 王杭,王国民. CT 尿路成像和 IVU 检查诊断泌尿系统疾病的比较研究[J].中华泌尿外科杂志,2010,31(6):402-404.
- [12] Dalla Palma L. What is left of i. V. Urography? [J]. Eur Radiol, 2001, 11(6): 931-939.
- [13] Rudnick MR, Leonberg-Yoo AK, Litt HI, et al. The controversy of contrast-induced nephropathy with intravenous contrast: What is the risk? [J]. Am J Kidney Dis, 2020, 75(1): 105-113.
- [14] Vlachopoulos G, Schizas D, Hasemaki N, et al. Pathophysiology of contrast-induced acute kidney injury (ciaki) [J]. Curr Pharm Des, 2019, 25(44): 4642-4647.
- [15] McCullough PA, Choi JP, Feghali GA, et al. Contrast-induced acute kidney injury [J]. J Am Coll Cardiol, 2016, 68(13): 1465-1473.
- [16] Miftari R, Nura A, Topciu-Shufta V, et al. Impact of gate 99mTc dtpa gfr, serum creatinine and urea in diagnosis of patients with chronic kidney failure [J]. Acta Inform Med, 2017, 25(2): 99-102.
- [17] Lin SY, Lin CL, Chang CH, et al. Comparative risk of chronic kidney diseases in patients with urolithiasis and urological interventions: A longitudinal population-based study [J]. Urolithiasis, 2017, 45(5): 465-472.

- [18] Hung SF, Chung SD, Wang SM, et al. Chronic kidney disease affects the stone-free rate after extracorporeal shock wave lithotripsy for proximal ureteric stones [J]. *BJU Int*, 2010, 105(8): 1162-1167.
- [19] Ghani KR, Andonian S, Bultitude M, et al. Percutaneous nephrolithotomy: Update, trends, and future directions [J]. *Eur Urol*, 2016, 70(2): 382-396.
- [20] Akman T, Binbay M, Aslan R, et al. Long-term outcomes of percutaneous nephrolithotomy in 177 patients with chronic kidney disease: A single center experience [J]. *J Urol*, 2012, 187(1): 173-177.
- [21] Wang J, Bai Y, Yin S, et al. Risk factors for deterioration of renal function after percutaneous nephrolithotomy in solitary kidney patients with staghorn calculi [J]. *Transl Androl Urol*, 2020, 9(5): 2022-2030.
- [22] Ganpule AP, Vijayakumar M, Malpani A, et al. Percutaneous nephrolithotomy (pcnl) a critical review [J]. *Int J Surg*, 2016, 36(Pt D): 660-664.
- [23] Pan Y, Chen H, Chen H, et al. The feasibility of one-stage flexible ureteroscopy lithotripsy in solitary kidney patients with 1-3 cm renal stones and risk factors of renal function changes [J]. *Ren Fail*, 2021, 43(1): 264-272.
- [24] Sanguedolce F, Bozzini G, Chew B, et al. The evolving role of retrograde intrarenal surgery in the treatment of urolithiasis [J]. *Eur Urol Focus*, 2017, 3(1): 46-55.
- [25] Grosso AA, Sessa F, Campi R, et al. Intraoperative and postoperative surgical complications after ureteroscopy, retrograde intrarenal surgery, and percutaneous nephrolithotomy: A systematic review [J]. *Minerva Urol Nephrol*, 2021, 73(3): 309-332.
- [26] Zhong W, Zhao Z, Wang L, et al. Percutaneous-based management of staghorn calculi in solitary kidney: Combined mini percutaneous nephrolithotomy versus retrograde intrarenal surgery [J]. *Urol Int*, 2015, 94(1): 70-73.
- [27] Lehmann KJ, Beiko D. Outpatient tubeless percutaneous nephrolithotomy and concomitant cystolitholapaxy [J]. *Can Urol Assoc J*, 2014, 8(3-4): E179-180.
- [28] Wang J, Zhao C, Zhang C, et al. Tubeless vs standard percutaneous nephrolithotomy: A meta-analysis [J]. *BJU Int*, 2012, 109(6): 918-924.
- [29] Tailly T, Denstedt J. Innovations in percutaneous nephrolithotomy [J]. *Int J Surg*, 2016, 36(Pt D): 665-672.
- [30] Reicherz A, Maas V, Reike M, et al. Striking a balance: Outcomes of short-term mono-j placement following ureterorenoscopy [J]. *Urolithiasis*, 2021, 49(6): 567-573.
- [31] Shi X, Peng Y, Li L, et al. Renal function changes after percutaneous nephrolithotomy in patients with renal calculi with a solitary kidney compared to bilateral kidneys [J]. *BJU Int*, 2018, 122(4): 633-638.
- [32] Ozden E, Mercimek MN, Bostanci Y, et al. Long-term outcomes of percutaneous nephrolithotomy in patients with chronic kidney disease: A single-center experience [J]. *Urology*, 2012, 79(5): 990-994.
- [33] Fayad AS, Elsheikh MG, Mosharafa A, et al. Effect of multiple access tracts during percutaneous nephrolithotomy on renal function: Evaluation of risk factors for renal function deterioration [J]. *J Endourol*, 2014, 28(7): 775-779.

(收稿日期: 2023-02-12)