

·临床研究·

输尿管支架附壁结石的危险因素分析与处理

黄新冕, 王珩, 李恩惠, 许晓波, 周密, 章越龙, 俞蔚文*

(浙江省人民医院 泌尿外科, 浙江 杭州 310000)

摘要: **目的** 分析上尿路手术术后输尿管支架附壁结石的临床特征与处理方式, 剖析附壁结石形成的可能原因, 探讨防范和处理对策。**方法** 选取2022年1月至2023年12月浙江省人民医院收治的23例上尿路手术术后输尿管支架附壁结石患者作为研究组, 并随机纳入同期入院的42例上尿路手术术后无输尿管支架附壁结石患者作为对照组。统计并比较两组患者的年龄、性别、体质量指数 (body mass index, BMI)、尿常规、尿培养、血肌酐、依据肌酐评估的肾小球滤过率 (glomerular filtration rate, GFR)、有无代谢综合征、支架管留置时间、既往手术方式等基本情况。根据患者结石情况, 选择不同手术方式进行碎石并更换输尿管支架管。**结果** 两组年龄、性别、BMI、血肌酐、GFR、有无代谢综合征、是否双侧置管、既往手术方式、是否存在术前尿路感染比较, 差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。两组输尿管支架留置时间比较, 差异有统计学意义 ($P<0.05$)。附壁结石大小与支架管留置时间呈正相关 (回归系数为0.29, 95%CI 0.19~0.39, $P<0.001$)。附壁结石最大径平均 (3.2±0.6) cm, 术后平均住院时间为5.0 (3.0, 6.0) d, 术后平均留置时间为1.0 (1.0, 2.0) 个月。8例接受体外冲击波碎石术 (extracorporeal shock-wave lithotripsy, ESWL) 后顺利拔管, 9例接受逆行输尿管镜碎石术后成功拔管, 6例接受逆行经皮肾镜联合逆行输尿管镜下碎石术后拔除滞留支架管。所有患者术后重新更换支架管并在0.5~3.0个月后门诊拔除。9例附壁结石成分为草酸钙患者术后带管期间口服枸橼酸钾缓释片, 均未出现附壁结石复发导致再次拔管困难。术后随访3~12个月, 无输尿管狭窄、肾积水、肾结石复发病例。**结论** 附壁结石成分构成与上尿路结石大体相同。输尿管支架管附壁结石的发生及其直径大小, 与支架管留置时间呈正相关。大多数附壁结石成分质地疏松, 可通过相应手术方式进行处理。长期留置输尿管支架管患者, 参照常规上尿路结石的定期随访管理较为重要。

关键词: 输尿管支架管; 附壁结石; 输尿管镜; 输尿管结石; 危险因素

中图分类号: R693.4

文献标识码: A

文章编号: 1674-7410(2024)01-0006-06

DOI: 10.20020/j.CNKI.1674-7410.2024.01.02

Analysis of risk factors and management of ureteral stent-associated encrusted stones

Huang Xinmian, Wang Heng, Li Enhui, Xu Xiaobo, Zhou Mi, Zhang Yuelong, Yu Weiwen

Department of Urology, Zhejiang Provincial People's Hospital, Hangzhou, Zhejiang 310000, China

Corresponding author: Yu Weiwen, E-mail: hfhyww@sina.com

Abstract: Objective To analyze the clinical characteristics and management approaches of encrusted stones associated with ureteral stents following the treatment of upper urinary tract, investigate potential causes of encrusted stone formation, and to explore clinical strategies for prevention and management.

Methods The clinical data of 23 patients admitted to Zhejiang Provincial People's Hospital from January 2022 to December 2023 with encrusted stones associated with ureteral stents after upper urinary tract surgery were retrospectively analyzed. Forty two patients admitted during the same period without encrusted stones were randomly included in the study as the control group. Basic information such as age, gender, body mass index (BMI), urinalysis, urine culture, blood creatinine, estimated glomerular filtration rate (GFR), presence of metabolic syndrome, duration of stent placement, and previous surgical methods were collected for both groups of patients. Based on the stone conditions, different surgical

approaches were selected for stone fragmentation and replacement of the ureteral stents. **Results** There were no significant differences in age, gender, BMI, blood creatinine, GFR, presence of metabolic syndrome, bilateral stent placement, previous surgical methods, or preoperative urinary tract infection between the two groups ($P>0.05$). There was a significant difference in the preoperative duration of stent placement between the two groups ($P<0.05$), and the size of the encrusted stone was positively correlated with the duration of stent placement (regression coefficient: 0.29, 95%CI 0.19-0.39, $P<0.001$). The mean maximum diameter of the encrusted stone was (3.2 ± 0.6) cm, the mean postoperative hospital stay was 5.0 (3.0, 6.0) days, and the mean postoperative duration of stent placement was 1.0 (1.0, 2.0) months. Eight patients underwent extracorporeal shock-wave lithotripsy (ESWL) and successfully had the stent removed. Nine patients underwent retrograde ureteroscopic lithotripsy and had the stent removed successfully, and six patients underwent antegrade percutaneous nephrolithotomy combined with retrograde ureteroscopic lithotripsy to remove the retained stents. All cases underwent stent replacement after surgery, and the stent were removed in the outpatient department 0.5-3.0 months later. Nine patients with calcium oxalate encrusted stones were given oral slow-release potassium citrate tablets during the postoperative period with stent placed. None of the cases experienced recurrence of encrusted stones leading to difficult stent removal. Follow-up for 3-12 months postoperatively, there was no cases of ureteral stricture, hydronephrosis, or renal stone recurrence. **Conclusions** The composition of encrusted stones was generally similar to that of upper urinary tract stones. The occurrence and size of encrusted stones associated with ureteral stents were positively correlated with the duration of stent placement. The majority of encrusted stones had a loose texture and could be treated by appropriate surgical methods. For patients with long-term placement of ureteral stents, it is important to follow up as routine management of upper urinary tract stones.

Keywords: Ureteral stent; Encrustation; Ureteroscopy; Ureteral calculus; Risk factor

留置输尿管支架管是目前上尿路结石术及输尿管狭窄术后常规治疗措施, 临床上有较多滞留输尿管支架管拔除困难的报道, 或形成附壁结石, 堵塞输尿管支架管导致肾积水或感染加重案例, 严重者会造成输尿管狭窄、脓肾、无功能肾等后果, 最终可导致肾脏被切除。有研究显示, 输尿管支架留置时间、感染、患者尿液成分等因素可能会造成输尿管支架附壁结石形成^[1-3]。基于此, 本研究分析上尿路手术术后输尿管支架附壁结石的临床特征与处理方式, 剖析附壁结石形成的可能原因, 探讨防范和处理对策。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2022年1月至2023年12月浙江省人民医院收治的23例上尿路手术术后输尿管支架附壁结石患者作为研究组, 并随机纳入同期入院的42例上尿路手术术后无输尿管支架附壁结石患者作为对照组, 对照组行输尿管镜下支架取出或输尿管镜激光碎石。所有患者均在术前行尿常规、尿培养明确有无泌尿道感染。根据患者结石情况, 选择不同手术方式进行碎石并更换输尿管支架管。如术

中发现特殊情况, 调整手术方式。纳入标准: ①术前影像学检查提示存在输尿管支架管附壁结石, 需处理附壁结石; ②具有手术治疗输尿管结石或拔管指征, 术中发现输尿管支架管存在附壁结石; 已签署知情同意书。排除标准: ①存在明显心脑血管疾病等手术禁忌证; ②术前存在未经控制的泌尿道感染; ③不宜行输尿管镜或肾镜手术碎石。

1.2 治疗方法

1.2.1 体外冲击波碎石术 (extracorporeal shock-wave lithotripsy, ESWL) 有影像学附壁结石影患者, ESWL以X线或B超定位进行碎石, 无明显附壁结石但膀胱镜下拔管失败滞留支架管, ESWL以支架管肾盂端及输尿管段为目标靶心, 移动冲击数十次至数百次不等, 达到附壁结晶粉碎目的后再次拔除支架管。输尿管镜激光碎石: 术前检查提示无附壁结石或附壁结石在支架管膀胱端, 采用输尿管镜激光碎石。患者麻醉后取截石位, 常规消毒铺巾, 插入6.0/7.5Fr输尿管镜或F18标准肾镜, 如有支架管膀胱端附壁结石, 给予钬激光或EMS超声联合弹道碎石, 再尝试性拔除输尿管支架管。阻力明显, 则停止拔管。调整用F4.5精囊镜进入输尿管腔, 见到支

尿管附壁结石后,采用钬激光将结石击碎,再尝试拔管。如再拔管失败而精囊镜已无法上行,改换成双镜联合下拔管术式。针对输尿管上段结石,可采用钬激光击碎后推入肾盂,保留导丝,沿导丝放置输尿管扩张鞘,进输尿管软镜,进一步采用钬激光将结石击碎成0.1~0.2 cm大小的碎粒,套石篮取出较大碎片。置入6.0Fr支架管。术后留置导尿,第2天查房拔除尿管。

1.2.2 双镜联合(顺行经皮肾镜联合逆行输尿管镜)碎石术术前检查提示附壁结石在肾盂及膀胱端,行双镜联合碎石。患者麻醉后取骑马射箭或分腿俯卧位,常规消毒铺巾,插入8.0/9.5Fr输尿管镜或F18标准肾镜,如有支架管膀胱端附壁结石,给予钬激光或EMS超声联合弹道碎石,再尝试性拔除输尿管支架管,阻力明显,停止拔管。在B超引导下使用肾穿刺造瘘针穿刺至肾集合系统,退出针芯见有尿液流出,放置超硬导丝至肾集合系统内,退出针鞘,以小尖刀沿导丝切开皮肤和筋膜,在导丝引导下筋膜扩张器向肾作通道,放置剥皮鞘,退出扩张器,置入标准肾镜,找到输尿管支架管及肾盂端附壁结石,采用钬激光联合EMS超声击碎并吸出结石,再向下探寻,直至未见明显输尿管上段残留结石。主刀医师与助手相配合,无阻力在输尿管镜或肾镜下尝试拔除输尿管支架管。如仍存在阻力,继续逆行或顺行内镜下探查有无其他附壁结石,并用激光充分粉碎至未见明显残留结石。肾镜下放置导丝入输尿管,沿导丝置入6.0Fr支架管。放置肾造瘘管,缝合固定肾造瘘管。术后留置导尿。

1.3 观察指标 统计并比较两组患者的年龄、性别、体质量指数(body mass index, BMI)、尿常规、尿培养、血肌酐、依据肌酐评估的肾小球滤过率(glomerular filtration rate, GFR)、有无代谢综合征、支架管留置时间、既往手术方式等基本情况。

1.4 统计学处理 采用R软件(version 3.2.2)对数据进行统计分析。符合正态分布的计量资料以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,两组间比较用独立样本 t 检验;不符合正态分布的计量资料以 $M(Q_1, Q_3)$ 表示,两组间比较采用Mann-Whitney U 检验。计数资料以频数(百分数)[例(%)]表示,组间比较采用 χ^2 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 基本情况 患者基本情况见表1。两组年龄、性别、BMI、血肌酐、GFR、有无代谢综合征、是

否双侧置管、既往手术方式、是否存在术前尿路感染比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$)。

2.2 附壁结石影响因素 两组输尿管支架管留置时间比较,差异有统计学意义($P < 0.05$)。附壁结石大小与支架管留置时间呈正相关(回归系数为0.29, 95%CI 0.19~0.39, $P < 0.01$)。见表2。附壁结石最大径平均(3.2 ± 0.6) cm。

2.3 预后及随访 术后平均住院时间为5.0(3.0, 6.0) d,术后平均留置时间为1.0(1.0, 2.0)个月。8例接受ESWL后顺利拔管,9例接受逆行输尿管镜碎石术后成功拔管,6例接受顺行经皮肾镜联合逆行输尿管镜下碎石后拔除滞留支架管。所有患者术后重新更换支架管并在0.5~3.0个月门诊门诊拔除。9例附壁结石成分为草酸钙患者术后带管期间口服枸橼酸钾缓释片,均未出现附壁结石复发导致再次拔管困难。术后随访3~12个月,观察无输尿管狭窄、肾积水、肾结石复发病例。

3 讨论

随着微创理念的进步和技术的普及,临床上对上尿路结石的治疗关注,已经从简单清除结石、解除梗阻,发展为预防和改善输尿管狭窄。因此,在内镜及腔镜下如何预防和处理输尿管狭窄,成为临床关注的重点。长时间输尿管支架管留置,是目前针对输尿管狭窄的主要处理措施。在临床上常遇到关于长期留置输尿管支架管导致支架管附壁结石生成问题,增加拔管难度甚至引发多次手术治疗附壁结石的情况^[4-7]。通过对既往累计附壁结石病例资料进行梳理,结合相关文献报道及对照病例,本文旨在讨论输尿管支架管附壁结石生成的可能机制、诱因、临床特点及防范措施。有研究指出,依据肌酐评估的GFR、BMI、2型糖尿病、高血压,易导致泌尿系结石生成^[8]。本研究结果显示,两组BMI、肌酐、GFR、代谢综合征病史等方面比较,差异无统计学意义。

输尿管支架长期留置,会增加附壁结石生成风险。这可能由于输尿管支架管作为异物,易使尿液中成石因子聚核结晶,从而形成附壁结石。有文献指出,尿液中存在异物,会将回肠膀胱术后患者结石形成风险从13%提高至43%^[9]。留置时间越长,异物作用下的结石生成风险越高。有研究发现,缝线与尿液接触时间是影响缝线结石形成的主要因素^[10]。许多研究表明,输尿管支架植入时间与结石附着发生率高度相关。BOSTANCI等^[11]报道,忘记拔除尿管

表1 两组基本情况比较

变量	研究组(n=23)	对照组(n=42)	t/ χ^2 /Z值	P值
年龄(岁, $\bar{x} \pm s$)	43.57±8.19	46.23±9.30	1.149	0.254
性别[例(%)]			0.253	0.615
男	13(56.5)	21(50.0)		
女	10(43.5)	21(50.0)		
体质量指数(kg/m ² , $\bar{x} \pm s$)	23.66±4.49	25.40±4.17	1.566	0.127
血肌酐(μ mol/L, $\bar{x} \pm s$)	72.55±8.56	73.15±12.93	0.200	0.842
肾小球滤过率[ml/(min·1.73 m ²), $\bar{x} \pm s$]	108.20±13.86	106.06±20.36	0.449	0.655
代谢综合征病史[例(%)]			0.366	0.545
有	6(26.1)	14(33.3)		
无	17(73.9)	28(66.7)		
支架管留置时间[月, M(Q ₁ , Q ₃)]	5.0(4.0, 6.0)	1.0(1.0, 1.0)	-6.954	<0.001
是否双侧置管[例(%)]			1.223	0.269
是	2(8.7)	8(19.0)		
否	21(91.3)	34(81.0)		
既往手术[例(%)]			0.530	0.466
结石碎石	15(65.2)	31(73.8)		
扩张	8(34.8)	11(26.2)		
术前感染[例(%)]			0.218	0.640
阳性	9(39.1)	14(33.3)		
阴性	14(60.9)	28(66.7)		
术前影像学检查结石[例(%)]			32.583	<0.001
是	14(60.9)	0(0)		
否	9(39.1)	42(100.0)		
结石成分[例(%)]			3.378	0.497
草酸钙	9(39.1)	23(54.8)		
草酸钙+磷酸钙	5(21.7)	3(7.1)		
草酸钙+碳酸钙	3(13.0)	6(14.3)		
尿酸	2(8.7)	3(7.1)		
碳酸磷灰石和尿酸铵	4(17.4)	7(16.7)		

注: a表示有输尿管支架附壁结石患者, 取附壁结石行结石成分分析; 无附壁结石患者, 取输尿管结石行结石成分分析。

支架患者发生结石附着概率约为0.64%。EL-FAQIH等^[11]研究显示, 支架结石附着率从支架植入时间不到6周的9.2%增加至超过12周的76.3%。KAWAHARA等^[12]对330个拔除的输尿管支架进行分析, 发现平均留置时间仅为52.8 d, 结石形成率约为50%, 其中15.8%的支架出现严重结石形成。因此, 留置时间被认为是附壁结石形成、堆积和抵抗支架拔除的强烈风险因素。

在本研究中, 出现附壁结石患者输尿管支架的留置时间中位数为5个月, 与未产生附壁结石患者留置输尿管支架管时间比较, 差异有统计学意义。留置输尿管支架时间是出现输尿管支架附壁结石和较大附壁结石的风险因素。因此, 针对需要长期留置输尿管支架患者, 需高度警惕发生附壁结石, 要求

此类患者必须定期随诊。一旦有影像学依据, 如发现输尿管支架管管壁增粗、管壁CT值增高或患肾积水有进展等高度怀疑输尿管支架管附壁结石的早期征象, 有必要及时拔管或更换支架管。如发现附壁结石后, 应尽快采用手术处理。大部分附壁结石成分质地疏松, 术前检查明确附壁结石位置后, 可在ESWL或输尿管镜下粉碎后取出。如发现附壁结石出现在支架的肾盂及膀胱段的严重患者, 可考虑双镜联合, 逆行输尿管镜联合顺行经皮肾镜微创处理结石, 并取出滞留支架管。绝大部分患者无需开放手术或腹腔镜手术行输尿管切开取管, 避免由此引起输尿管狭窄等并发症。

除输尿管支架留置时间外, 还有其他输尿管支架附壁结石生成的危险因素。细菌定植和泌尿道感

表2 附壁结石大小的影响因素分析

影响因素	回归系数(95%CI)	P值
年龄	0.02(-0.01,0.05)	0.146
性别		0.567
男	对照组	
女	0.14(-0.36,0.64)	
体质量指数	0.04(-0.01,0.10)	0.111
血肌酐	0.02(-0.01,0.05)	0.156
肾小球滤过率	-0.01(-0.03,0.01)	0.333
代谢综合征病史		0.785
无	对照组	
有	0.08(-0.49,0.64)	
留置时间	0.29(0.19,0.39)	<0.001
双侧放管		0.355
否	对照组	
是	-0.40(-1.26,0.47)	
既往手术		0.491
扩张	对照组	
结石碎石	-0.18(-0.69,0.34)	
术前感染		0.396
阴性	对照组	
阳性	-0.21(-0.71,0.29)	

染被普遍认为与泌尿系结石生成有关。有研究发现,仅有当定植细菌是产尿素酶生物体,如奇异假单胞菌时,尿素最终才会被分解形成二氧化碳,提高尿液的pH值并降低钙磷酸盐和镁铵磷酸盐的溶解度,从而导致结石形成^[3]。而定植在输尿管支架上的细菌,更常见的为非产尿素酶细菌,如大肠埃希菌^[13]。因此,有学者认为,非产尿素酶细菌定植输尿管支架后,上尿路尿液不存在相关显著pH变化,输尿管支架结石的沉积应由与形成肾结石相关的相同因素驱动,如低柠檬酸尿、高钙尿和高草酸尿等,而结石通常由草酸钙,而非感染性成分组成^[3]。这一观点也得到了VAN KOEVERINGE等^[14]的认可,其发现在输尿管支架上草酸钙沉积更为常见。

在附壁结石中,草酸钙、草酸钙+磷酸钙、草酸钙+碳酸钙、尿酸、碳酸磷灰石和尿酸铵的占比分别为39.1%、21.7%、13.0%、8.7%、17.4%,与未出现附壁结石患者结石成分构成不存在显著统计学差异。一篇针对输尿管结石成分的荟萃分析,统计来自10个国家的报道,共涉及1 204例成年患者,草酸钙结石占59%,草酸钙+磷酸钙结石占比13%,尿酸结石占9%,草酸钙+尿酸结石占9%,碳酸磷灰石占1%,尿酸盐(铵或钠)占<1%^[15]。在所有国

家中,含钙结石最常见,比例为43%~91%。在大多数国家,草酸钙结石比磷酸钙或磷酸钙+草酸钙结石更常见。因此,从结石成分角度考虑,输尿管支架附壁结石形成机理更接近常规肾结石形成机理。

此外,根据部分患者信息发现,肾功能不全与附壁结石形成可能相关。GFR越低,该侧长期留置输尿管支架越不容易出现附壁结石现象,这可能由于肾功能衰竭,导致尿液中钠、钙离子浓度降低,难以析出沉淀并形成结石,但这需要更多更全面的数据进一步证实。

以往有文献报道,更高的咖啡和咖啡因摄入量可能降低肾结石风险,尿钠水平、尿钠/钾比率、尿钠/肌酐比率与肾结石风险呈正相关^[8,16-21]。高尿钙排泄量可能增加泌尿系结石形成风险。尿钠排泄量和膳食钠摄入量增加会导致尿钙排泄量升高。糖尿病与泌尿系结石的发生也密切相关。因此,对于需要长期留置输尿管支架患者,可通过增加饮水量,控制膳食中钠、葡萄糖摄入量,适当增加咖啡因摄入,保证膀胱尿液排空,减少泌尿系感染等方法,预防或降低发生附壁结石。

综上所述,附壁结石成分构成与上尿路结石大体相同。输尿管支架管附壁结石的发生与其直径大小、支架管留置时间呈正相关。大多数附壁结石成分质地疏松,可通过相应手术方式进行处理。长期留置输尿管支架管患者,参照常規上尿路结石的定期随访管理较为重要。

参考文献:

- [1] BOSTANCI Y, OZDEN E, ATAC F, et al. Single session removal of forgotten encrusted ureteral stents: combined endourological approach [J]. Urol Res, 2012, 40(5): 523-529.
- [2] ELVES AW, FENELEY RC. Long-term urethral catheterization and the urine-biomaterial interface [J]. Br J Urol, 1997, 80(1): 1-5.
- [3] SHAW GL, CHOONG SK, FRY C. Encrustation of biomaterials in the urinary tract [J]. Urol Res, 2005, 33(1): 17-22.
- [4] BEYSENS M, TAILLY TO. Ureteral stents in urolithiasis [J]. Asian J Urol, 2018, 5(4): 274-286.
- [5] JANSSEN P, TAILLY T. New stent technologies [J]. Urol Clin North Am, 2022, 49(1): 185-196.
- [6] MONGA M, KLEIN E, CASTANEDA-ZUNIGA WR, et al. The forgotten indwelling ureteral stent: a urological dilemma [J]. J Urol, 1995, 153(6): 1817-1819.
- [7] WANG L, YANG G, XIE H, et al. Prospects for the research and application of biodegradable ureteral stents:

- from bench to bedside [J]. *J Biomater Sci Polym Ed*, 2018, 29(14): 1657–1666.
- [8] LIU M, WU J, GAO M, et al. Lifestyle factors, serum parameters, metabolic comorbidities, and the risk of kidney stones: a mendelian randomization study [J]. *Front Endocrinol (Lausanne)*, 2023, 14: 1240171.
- [9] WOODHOUSE CR, ROBERTSON WG. Urolithiasis in enterocystoplasties [J]. *World J Urol*, 2004, 22(3): 215–221.
- [10] KOSAN M, GONULALAN U, OZTURK B, et al. Tissue reactions of suture materials (polyglactine 910, chromed catgut and polydioxanone) on rat bladder wall and their role in bladder stone formation [J]. *Urol Res*, 2008, 36(1): 43–49.
- [11] EL-FAQIH SR, SHAMSUDDIN AB, CHAKRABARTI A, et al. Polyurethane internal ureteral stents in treatment of stone patients: morbidity related to indwelling times [J]. *J Urol*, 1991, 146(6): 1487–1491.
- [12] KAWAHARA T, ITO H, TERAOKA H, et al. Ureteral stent encrustation, incrustation, and coloring: morbidity related to indwelling times [J]. *J Endourol*, 2012, 26(2): 178–182.
- [13] KEANE PF, BONNER MC, JOHNSTON SR, et al. Characterization of biofilm and encrustation on ureteric stents in vivo [J]. *Br J Urol*, 1994, 73(6): 687–691.
- [14] VAN KOEVERINGE GA, DE WACHTER S, ZUCKERMAN JM, et al. Minimal device encrustation on vesair intravesical balloons in the treatment of stress urinary incontinence: analysis of balloons removed from women in the SOLECT trial [J]. *Adv Ther*, 2017, 34(7): 1686–1694.
- [15] HALINSKI A, BHATTI KH, BOERI L, et al. Stone composition of renal stone formers from different global regions [J]. *Arch Ital Urol Androl*, 2021, 93(3): 307–312.
- [16] YUAN S, LARSSON SC. Coffee and caffeine consumption and risk of kidney stones: a mendelian randomization study [J]. *Am J Kidney Dis*, 2022, 79(1): 9–14.
- [17] CURHAN GC, TAYLOR EN. 24-h uric acid excretion and the risk of kidney stones [J]. *Kidney Int*, 2008, 73(4): 489–496.
- [18] PHILLIPS MJ, COOKE JN. Relation between urinary calcium and sodium in patients with idiopathic hypercalciuria [J]. *Lancet*, 1967, 1(7504): 1354–1357.
- [19] NASCIMENTO L, OLIVEROS FH, CUNNINGHAM E. Renal handling of sodium and calcium in hypercalciuria [J]. *Clin Pharmacol Ther*, 1984, 35(3): 342–347.
- [20] SILVER J, RUBINGER D, FRIEDLAENDER MM, et al. Sodium-dependent idiopathic hypercalciuria in renal-stone formers [J]. *Lancet*, 1983, 2(8348): 484–486.
- [21] LIESKE JC, DE LA VEGA LS, GETTMAN MT, et al. Diabetes mellitus and the risk of urinary tract stones: a population-based case-control study [J]. *Am J Kidney Dis*, 2006, 48(6): 897–904.