

·国内论著·

# 基于腹部CT评估内脏脂肪面积对泌尿系感染性结石的预测价值

吴天恩, 李毅宁\*

(福建医科大学附属第二医院 泌尿外科, 福建 泉州 362000)

**摘要:** **目的** 引入内脏脂肪等相关指标, 通过分析可能影响泌尿系感染性结石形成的因素, 筛选出泌尿系感染性结石形成的相关因素。构建术前预测感染性结石的模型并验证其预测准确性。**方法** 回顾性分析2016年9月至2017年6月在福建医科大学附属第二医院泌尿外科行结石相关治疗, 并行结石分析的169例患者的临床资料。基于腹部CT图像, 应用Image J软件测量内脏脂肪面积(visceral fat area, VFA)等参数。运用Medcalc软件根据内脏脂肪诊断感染性结石的受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线确定cut-off值。以是否患有感染性结石为分组变量, 比较不同分组间各项临床指标差异。运用SPSS 23.0采用单因素及多因素logistic回归分析, 分析各项指标与感染性结石的关系, 确定感染性结石独立危险因素。绘制ROC曲线比较不同指标及其联合应用对感染性结石的诊断价值。**结果** 169例中感染性结石组119例(70.41%), 非感染性结石组50例(29.41%)。根据ROC曲线确定VFA最佳临界值为124.16 cm<sup>2</sup>。单因素logistic回归分析显示, 高VFA ( $OR=0.355$ , 95%  $CI$  0.157~0.804,  $P=0.013$ )、尿pH值 ( $OR=2.559$ , 95%  $CI$  1.564~4.187,  $P<0.001$ )、年龄 ( $OR=0.965$ , 95%  $CI$  0.934~0.996,  $P=0.029$ ) 是感染性结石的独立影响因素。ROC曲线显示VFA、尿pH值、年龄、VFA联合尿pH值、VFA联合年龄、VFA联合年龄及尿pH值曲线下面积(area under the curve, AUC) 分别为0.631 ( $P=0.005$ )、0.680 ( $P<0.001$ )、0.629 ( $P=0.006$ )、0.711 ( $P<0.001$ )、0.655 ( $P<0.001$ )、0.736 ( $P<0.001$ )。VFA与VFA联合年龄及尿pH值ROC曲线对比显示,  $\Delta AUC=0.108$  ( $P=0.03$ )。**结论** 年龄、高VFA、尿pH值是感染性结石的独立影响因素。高VFA值对感染性结石有一定预测价值。VFA联合年龄、尿pH值预测感染性结石价值较高, 高于高VFA预测价值。

**关键词:** 感染性结石; 泌尿系; 内脏脂肪面积; 腹型肥胖; 预测价值

中图分类号: R691.4

文献标识码: A

文章编号: 1674-7410(2021)03-0049-06

## The Predictive Value of the Visceral Fat Area Based on Abdominal CT for Urinary Infectious Calculi

Wu Tianen, Li Yining\*

(Department of Urology, The Second Affiliated Hospital of Fujian Medical University, Quanzhou, Fujian, 362000, China)

**Abstract: Objective** This study aimed to use visceral fat and other related indicators to analyze and screen for factors affecting the formation of urinary infectious stones. The objective was to construct a preoperative prediction model for infectious stones and verify its accuracy. **Methods** From September 2016 to June 2017, the clinical data for 169 patients who underwent calculus related treatment in the Department of Urology, Second Affiliated Hospital of Fujian Medical University, were retrospectively analyzed. On the basis of abdominal CT images, the visceral fat area (VFA) and other parameters were measured in Image J software. Medcalc software was used to determine the cut-off value according to the receiver operating characteristic (ROC) curve for visceral fat in the diagnosis of infectious calculi. On the basis of the presence or absence of infectious stones, the differences of clinical indexes were compared. SPSS 23.0 and univariate and multivariate logistic regression analysis were used to analyze the relationship between each index and infectious stones, and the independent risk factors for infectious

基金项目: 泉州市科技计划项目(2018C056R)

※通信作者: 李毅宁, E-mail: trocar@qq.com

stones were determined. ROC curve analysis was used to compare the diagnostic value of different indicators and their combined application for infectious stones. **Results** Among 169 cases, 119 cases (70.41%) were in the infectious stone group, and 50 cases (29.41%) were in the non-infectious stone group. According to ROC curve analysis, the best critical value of VFA was 124.16 cm<sup>2</sup>. Univariate and multivariate logistic regression analyses showed that high VFA ( $OR=0.355$ , 95%  $CI$  0.157–0.804,  $P=0.013$ ), urine pH ( $OR=2.559$ , 95%  $CI$  1.564–4.187,  $P<0.001$ ) and age ( $OR=0.965$ , 95%  $CI$  0.934–0.996,  $P=0.029$ ) were independent factors influencing infectious stones. ROC curve analysis showed that the VFA, urine pH, age, VFA combined urine pH, VFA combined age, VFA combined age and area under the curve (AUC) of urine pH were 0.631 ( $P=0.005$ ), 0.680 ( $P<0.001$ ), 0.629 ( $P=0.006$ ), 0.711 ( $P<0.001$ ), 0.655 ( $P<0.001$ ) and 0.736 ( $P<0.001$ ), respectively. The ROC curves of VFA and VFA combined with age and urine pH value showed that  $\Delta AUC=0.108$  ( $P=0.03$ ). **Conclusion** Age, high VFA and urine pH are independent factors influencing infectious calculi. A high VFA value has predictive value for infectious stones. The value of VFA combined with age and urine pH in predicting infectious calculi was higher than that of high VFA.

**Keywords:** Infectious calculi; Urinary system; Visceral fat area; Abdominal obesity; Predictive value

有研究表明,导致脓毒症的最常见感染部位是肺部(64.0%)、腹部(20.0%)、血液(15.0%)以及肾脏和泌尿生殖系统(14.0%)<sup>[1-2]</sup>。其中肾脏和泌尿生殖系统结石合并感染是发生脓毒症的主要因素。结石合并感染常伴有各项炎性相关指标的变化,影像学检查也常可得到一些重要提示,但有些感染性结石术前无临床感染征象。有文献指出,感染性结石相比非感染性结石,无论术前临床指标是否提示感染征象,术后发生尿源性感染的概率均较高<sup>[3-4]</sup>。既往研究尿源性脓毒症,大多着眼于结石合并感染的群体,而忽略术前无临床感染征象的感染性结石。基于此观点,本研究探讨感染性结石,而非结石合并感染。

既往研究报道,内脏脂肪面积不仅与结石的发生和成分有关,也在炎症反应与感染发生发展的过程中起着重要的作用<sup>[5-8]</sup>。内脏脂肪相较于皮下脂肪具有更高的促炎特性<sup>[9-10]</sup>,这种炎症反应是由扩张的脂肪组织分泌的促炎分子造成的。OKAMURA等<sup>[9]</sup>报道,微创食管切除术前的C反应蛋白(C-reactive protein, CRP)水平与内脏脂肪面积(visceral fat area, VFA)呈正相关,而CRP水平被认为是一项与感染相关性较高的指标,提示内脏脂肪与感染之间存在一定关系。本研究引入内脏脂肪等相关指标,筛选出泌尿系感染性结石形成的影响因素。构建术前预测感染性结石的模型并验证其预测准确性。以期提高对术后尿源性感染的警惕,尤其是术前无临床感染征象,而术后发生感染风险较高的感染性结石。

## 1 资料与方法

**1.1 研究对象** 回顾性分析2016年9月至2017年6月在福建医科大学附属第二医院泌尿外科行结石相关治疗,并行结石分析的169例患者的临床资料。排除标准:①术前缺乏腹部CT扫描资料者;②术后结石标本未行结石分析者;③所有患者自主同意参与本研究。

### 1.2 方法

**1.2.1 分组方法** 结石标本采用傅立叶转换红外光谱(LIIR-20型结石红外光谱自动分析系统,天津蓝莫德科技仪器有限公司)进行分析,测定结石成分。根据是否含有感染性结石成分(包括磷酸镁铵、磷酸磷灰石或尿酸铵中任一成分或多种成分)将标本分为感染性结石与非感染性结石。

**1.2.2 VFA测定方法** 通过住院电子病历系统获取腹部CT扫描图像,截取脐水平面横截面。应用Image J软件勾勒并测量VFA,总脂肪面积(total fat area, TFA)、皮下脂肪面积(subcutaneous fat area, SFA)等参数。见图1。

**1.3 观察指标** 记录研究对象的性别、年龄、高血压病、糖尿病、VFA、总脂肪面积(total fat area, TFA)、皮下脂肪面积(subcutaneous fat area, SFA)、体质指数(body mass index, BMI)、中性粒细胞计数、血红蛋白、血小板、血清钙离子、结石部位、尿白细胞、尿亚硝酸、尿pH值、CT值。

**1.4 统计学方法** 采用SPSS 23.0及Medcalc统计软件处理数据。采用受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线确定内脏脂肪诊

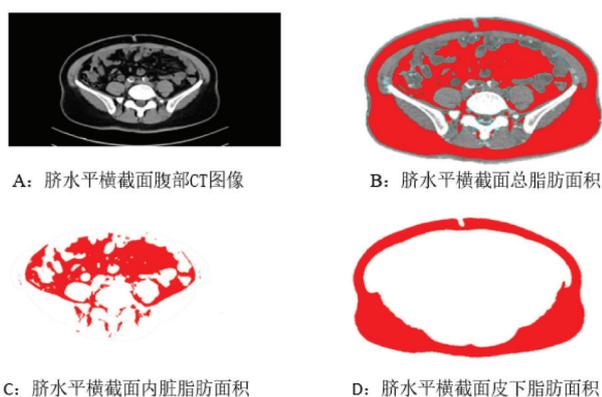


图1 基于脐水平腹部CT图像横截面测量内脏脂肪面积、总脂肪面积、皮下脂肪面积

断感染性结石的最佳分界值。计量资料用均数 $\pm$ 标准差( $\bar{x}\pm s$ )表示,比较采用独立样本 $t$ 检验,不符合正态性检验资料采取两独立样本的非参数检验(Mann-Whitney  $U$  检验);计数资料用例(%)表示,比较采用 $\chi^2$ 检验,不满足 $\chi^2$ 检验应用条件采用Fisher确切概率法。单因素logistic回归分析各项指标与感染性结石的相关性,确定感染性结石危险因素。将单因素差异有统计意义的指标纳入多因素logistic分析中进行多因素分析,确定感染性结石独立危险因素。绘制ROC曲线比较不同指标及其联合应用对感染性结石的诊断价值。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

## 2 结果

**2.1 临床资料** 本研究共纳入169例研究对象,其中感染性结石119例(70.41%),非感染性结石50例(29.59%)。根据ROC曲线确定VFA的最佳临界值为 $124.16\text{ cm}^2$ ,并以此为界将VFA分为高VFA者( $\geq 124.16\text{ cm}^2$ )和低VFA者( $< 124.16\text{ cm}^2$ )。高VFA者共99例,其中感染性结石60例、非感染性结石39例。低VFA者共70例,其中感染性结石59例、非感染性结石11例。感染性结石组与非感染性结石组的性别、年龄、TFA、高VFA、血红蛋白、尿pH值比较,差异有统计学意义( $P<0.05$ )。而高血压病比例、SFA、BMI、中性粒细胞计数、血小板计数、血清钙离子、结石部位、CT值比较,差异无统计学意义( $P>0.05$ )。见表1。

**2.2 感染性结石影响因素分析** 单因素logistic回归分析结果显示,年龄、性别、高VFA、TFA、尿pH值是感染性结石的影响因素,见表2。进一步多因素logistic回归分析显示,高VFA、尿pH值、年龄是感染性结石形成的独立影响因素,见表3。

**2.3 不同指标及其联合应用对感染性结石的诊断价值** 运用ROC曲线比较各项不同指标及其联合应用感染性结石的预测价值,结果显示,VFA、尿pH值、年龄、VFA联合尿pH值、VFA联合年龄、VFA联合年龄及尿pH值曲线下面积(area under the curve, AUC)分别为 $0.631$  ( $P=0.005$ )、 $0.680$  ( $P<0.001$ )、 $0.629$  ( $P=0.006$ )、 $0.711$  ( $P<0.001$ )、 $0.655$  ( $P<0.001$ )、 $0.736$  ( $P<0.001$ )。VFA与VFA联合年龄及尿pH值对比显示 $\Delta\text{AUC}=0.108$  ( $P=0.03$ )。见图2。

## 3 讨论

脓毒症的发生可来源于局部感染、肺部感染、泌尿系感染等,其中泌尿系感染比例较高。感染性结石的形成与感染密不可分,细菌脲酶分解尿素,促进氨和二氧化碳的形成,导致尿液碱化和磷酸盐的形成。感染性结石虽然术前不表现为临床感染征象,但术中随着结石破碎,感染性成分释放及黏膜损伤、注水压力升高等情况下,毒素入血机会增加,发生感染风险显著上升,发生脓毒血症风险也更高,若依赖于术前无合并感染的最初症状,术后发生感染时,可能因处理不及时导致不良临床预后结果。

既往研究感染性结石文献中,将结石合并感染与感染性结石等同是值得商榷的。结石合并感染时结石可以是任何结石成分,但白细胞、中性粒细胞、降钙素原等炎性指标升高,甚或伴随脓毒血症等。有别于结石合并感染,本研究感染性结石是基于结石分析结果,一是根据欧洲泌尿外科结石指南;二是认为只要结石成分中含有感染性结石,即存在细菌及毒素入血可能。

本研究结果中,内脏脂肪面积对感染性结石形成有一定预测价值( $\text{AUC}=0.631$ ,  $P=0.005$ )。高VFA者中,感染性结石比例低于低VFA组,差异有统计学意义( $60.6\%\text{vs.}80.3\%$ ,  $P=0.001$ )。原因可能有以下几点:①肥胖患者,尤其是腹型肥胖患者大多伴有胰岛素抵抗。胰岛素抵抗影响肾脏浓缩及稀释功能,导致尿液pH值降低<sup>[11]</sup>。胰岛素抵抗引起代偿性高胰岛素血症,高胰岛素与肾铵生成缺陷有关,肾铵合成及分泌减少,影响氢离子缓冲,进一步导致尿液pH值降低<sup>[12]</sup>。胰岛素抵抗导致 $\text{Na}^+/\text{H}^+$ 交换体3活化,进一步增加了尿液中释放的氢离子水平<sup>[13]</sup>。而感染性结石在碱性环境中易于形成结晶并析出。②VFA与肾功能下降相关。随着VFA增高,肾小球滤过率呈下降趋势。其机制考虑可能通过糖代

表 1 感染性结石组与非感染性结石组患者临床资料比较

临床参数	感染性结石(n=119)	非感染性结石(n=50)	t/χ <sup>2</sup> /Z值	P值
性别[例 (%) ]			7.190	0.010
男	59(49.58)	36(72.00)		
女	60(50.42)	14(28.00)		
年龄(岁, $\bar{x} \pm s$ )	51.44±12.62	56.78±11.87	-2.550	0.010
高血压病[例 (%) ]			0.046	0.829
是	28(23.73)	11(22.00)		
否	91(76.27)	39(78.00)		
糖尿病[例 (%) ]			0.541	0.462
是	12(10.17)	7(14.00)		
否	107(89.83)	43(86.00)		
高内脏脂肪面积[例 (%) ]			11.040	<0.001
是	60(50.42)	39(78.00)		
否	59(49.58)	11(22.00)		
总脂肪面积(cm <sup>2</sup> , $\bar{x} \pm s$ )	282.78±106.50	318.16±90.19	-2.060	0.040
皮下脂肪面积(cm <sup>2</sup> , $\bar{x} \pm s$ )	154.45±71.92	165.88±56.21	-1.000	0.320
体质量指数(kg/m <sup>2</sup> , $\bar{x} \pm s$ )	23.09±3.86	23.86±3.91	-1.150	0.250
中性粒细胞计数( $\times 10^3$ /L, $\bar{x} \pm s$ )	5.10±2.61	5.74±5.08	-1.070	0.280
血红蛋白(g/L, $\bar{x} \pm s$ )	131.19±19.94	139.24±14.82	-2.560	0.010
血小板计数( $\times 10^3$ /L, $\bar{x} \pm s$ )	254.38±64.30	252.92±58.85	0.140	0.890
血清钙离子(mmol /L, $\bar{x} \pm s$ )	2.27±0.17	2.26±0.13	0.150	0.880
结石部位[例 (%) ]			0.160	0.690
上尿路结石	14(11.76)	7(14.00)		
下尿路结石	105(88.24)	43(86.00)		
尿白细胞[例 (%) ]			0.859	0.835
无	38(31.93)	19(38.00)		
1+	34(28.57)	12(24.00)		
2+	13(10.92)	7(14.00)		
3+	32(26.89)	12(24.00)		
尿亚硝酸[例 (%) ]			1.486	0.476
无	108(90.76)	48(96.00)		
1+	10(8.40)	2(4.00)		
2+	1(0.84)	0(0.00)		
尿pH值( $\bar{x} \pm s$ )	6.56±0.82	6.01±0.73	4.060	<0.001
CT值(HU, $\bar{x} \pm s$ )	661.52±293.83	635.05±235.22	0.550	0.580
尿培养[例 (%) ]			0.217	0.642
阴性	101(84.87)	41(82.00)		
阳性	18(15.13)	9(18.00)		

谢异常、炎性细胞因子等单独或相互作用导致肾功能下降<sup>[14]</sup>。肾功能不全往往伴随代谢性酸中毒, 导致尿液 pH 值下降<sup>[15]</sup>。③内脏脂肪相比其他部位脂肪, 具有更高的代谢活性及抗炎特性, 可能也对感染性结石形成有一定影响, 但目前此类研究尚有待更多证据支持。

进一步绘制 ROC 曲线比较各项不同指标及其联合应用对感染性结石预测价值, 发现 VFA 联合年龄、

尿 pH 值预测感染性结石价值较高 (AUC=0.736,  $P<0.001$ ), 高于高 VFA 预测价值, 差异有统计学意义 ( $\Delta AUC=0.108, P=0.03$ )。

本研究中, 引入内脏脂肪面积, 并以此为基础评估肥胖与结石之间的关系, 在既往研究中, 也是支持的<sup>[5,16]</sup>。既往文献报道了评估内脏脂肪的多种方式, 诸如 MRI、生物电阻抗法、超声等<sup>[17]</sup>。这些方法有其固有优点, 但也具有无法避免的缺陷, 故目前

表2 感染性结石与非感染性结石单因素 logistic 回归分析

参数	OR(95%CI)	P值
性别	2.615(1.280~5.342)	0.008
年龄	0.965(0.938~0.993)	0.013
高血压病	1.103(0.499~2.436)	0.808
糖尿病	0.695(0.257~1.885)	0.475
高内脏脂肪面积	0.287(0.134~0.613)	0.001
总脂肪面积	0.997(0.993~1.000)	0.044
皮下脂肪面积	0.998(0.993~1.002)	0.317
体质量指数	0.947(0.864~1.039)	0.250
中性粒细胞计数	0.953(0.870~1.044)	0.301
血红蛋白	0.975(0.956~0.995)	0.013
血小板计数	1.000(0.995~1.006)	0.890
血清钙离子	1.179(0.139~9.992)	0.880
结石部位	0.819(0.309~2.170)	0.688
尿白细胞	1.064(0.804~1.406)	0.665
尿亚硝酸	2.493(0.566~10.990)	0.227
尿pH值	2.398(1.518~3.788)	0.000
CT值	1.000(0.999~1.002)	0.580

表3 感染性结石与非感染性结石多因素 logistic 回归分析

参数	OR(95%CI)	P值
性别		0.090
年龄	0.965(0.934~0.996)	0.029
血红蛋白		0.082
高内脏脂肪面积	0.355(0.157~0.804)	0.013
尿pH值	2.559(1.564~4.187)	<0.001
总脂肪面积		0.844

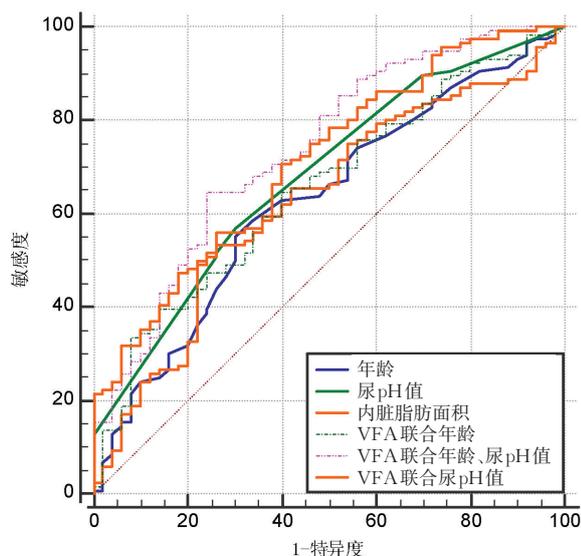


图2 不同指标及其联合应用诊断价值对比

仍以基于腹部CT平扫图像的各种评估方法为最常用测量方式<sup>[18]</sup>。有研究表明,从肚脐水平(约L<sub>4</sub>和L<sub>5</sub>水平)的单次扫描获得的VFA与总内脏脂肪体积高度相关<sup>[18]</sup>。因此,基于腹部CT扫描截取脐水平面的

VFA为评估内脏肥胖的一种简便方式。

本研究中,应用Image J软件测量脐部横截面VFA评估患者腹部肥胖情况。有研究指出,采用Image J软件可以准确地测量腹部和腹内VFA,与专业影像工作站所测量的结果有良好的一致性,且结果稳定性高<sup>[19]</sup>。为避免肠管内容物影响测量结果,本研究纳入病例肠管内容物占VFA<5%。

本研究是一项探索性研究,试图解决术前无感染表现,术后发生感染性休克的感染性结石的临床预测问题。本研究结果提示,内脏脂肪对感染性结石预测价值并不高,主要有以下几种原因:本研究属于回顾性研究;样本量不够大;解剖部位差异;指标单一;感染性结石成分占比高。在今后的研究中,将完善患者的术前降钙素、CRP等对感染更加敏感的指标,同时通过测量肾周脂肪面积和/或体积等指标,期待能够得出一个能更加精准预测感染性结石发生的模型,为临床实践提供更加准确的参考。

参考文献:

- [1] FLEISCHMANN C, SCHERAG A, ADHIKARI NK, et al. Assessment of Global Incidence and Mortality of Hospital-treated Sepsis. Current Estimates and Limitations [J]. Am J Respir Crit Care Med, 2016,193(3):259-272.
- [2] VINCENT JL, SAKR Y, SPRUNG CL, et al. Sepsis in European intensive care units: results of the SOAP study [J]. Crit Care Med, 2006,34(2):344-353.
- [3] SHIN TS, CHO HJ, HONG SH, et al. Complications of Percutaneous Nephrolithotomy Classified by the Modified Clavien Grading System: A Single Center's Experience over 16 Years [J]. Korean J Urol, 2011,52(11):769-775.
- [4] MCALEER IM, KAPLAN GW, BRADLEY JS, et al. Endotoxin content in renal calculi [J]. J Urol, 2003,169(5):1813-1814.
- [5] FUJIMURA M, SAKAMOTO S, SEKITA N, et al. Visceral fat accumulation is a risk factor for urinary stone [J]. Int JUrol, 2014,21(11):1184-1185.
- [6] KIM JH, DOO SW, YANG WJ, et al. The relationship between urinary stone components and visceral adipose tissue using computed tomography-based fat delineation [J]. Urology, 2014,84(1):27-31.
- [7] YAMASHITA S, IGUCHI T, NISHIZAWA S, et al. Recurrent stone-forming patients have high visceral fat ratio based on computed tomography images compared to first-time stone-forming patients [J]. Int JUrol, 2018,25(6):569-573.
- [8] OKAMURA A, WATANABE M, FUKUDOME I, et al. Relationship Between Visceral Obesity and Postoperative Inflammatory Response Following Minimally Invasive

- Esophagectomy [J]. *World J Surg*, 2018,42(11):3651-3657.
- [9] PICARELLI A, BORGHINI R, MARINO M, et al. Visceral and subcutaneous adipose tissue as markers of local and systemic inflammation: a comparison between celiac and obese patients using MRI [J]. *Techn Coloproctol*, 2020,24(6):553-562.
- [10] FONANA L, EAGON JC, TRUJILLO ME, et al. Visceral fat adipokine secretion is associated with systemic inflammation in obese humans [J]. *Diabetes*, 2007,56(4):1010-1013.
- [11] FRIEDLANDER JI, MOREIRA DM, HARTMAN C, et al. Age-related changes in 24-hour urine composition must be considered in the medical management of nephrolithiasis [J]. *J Endourol*, 2014,28(7):871-876.
- [12] BANDARI J, DANGLE PP, LYON TD, et al. 24-Hour Urinary Parameters in Overweight and Obese Children with Urolithiasis [J]. *J Urol*, 2016,196(2):526-530.
- [13] KLISIC J, HU MC, NIEF V, et al. Insulin activates Na<sup>+</sup>/H<sup>+</sup> exchanger 3: biphasic response and glucocorticoid dependence [J]. *Am J Physiol Renal Physiol*, 2002,283(3):F532-539.
- [14] 郝春满,李振水,许英霞,等.2型糖尿病内脏脂肪面积与肾小球滤过率相关分析[J].*医学研究杂志*,2018,47(1):32-34.
- [15] 沈露明,陈雪花,丛小明,等.泌尿系结石患者肾脏功能对24 h尿液成分的影响[J].*江苏医药*,2017,43(1):36-38.
- [16] FRAM EB, AGALLIU I, DIVITO J, et al. The visceral fat compartment is independently associated with changes in urine constituent excretion in a stone forming population [J]. *Urolithiasis*, 2015,43(3):213-220.
- [17] JUAN HC, LIN HY, CHOU YH, et al. Abdominal fat distribution on computed tomography predicts ureteric calculus fragmentation by shock wave lithotripsy [J]. *Eur Radiol*, 2012,22(8):1624-1630.
- [18] BAUM T, CORDES C, DIECKMEYER M, et al. MR-based assessment of body fat distribution and characteristics [J]. *Eur J Radiol*, 2016,85(8):1512-1518.
- [19] 何华,孙曾梅,唐蜀西,等.Image J测量CT扫描图像脂肪面积的应用[J].*广东医学*,2017,38(2):255-258.

(上接第48页)

此可见,智能控压输尿管镜吸引取石术是比较安全的,究其原因总结如下。①术中使用时大流量的灌注:平台恒定输出大流量的灌注液,负压吸引功能则根据肾盂内实际的压力灵活调控吸引力的大小,避免灌注液的集聚导致肾盂高压;粉末化的结石被大流量的灌注液体配合负压吸引技术直接吸出,有效避免了碎石过程中的“暴风雪”效应,提供清晰的手术视野,进而避免了钬激光光纤在碎石过程中直接烧灼输尿管,进一步提高了手术的安全性。②大流量的灌注液体循环能带走钬激光碎石过程中产生的热量,降低输尿管腔内结石位置的局部温度,减少钬激光的热能对患者输尿管黏膜的损伤,预防术后出现输尿管狭窄的并发症。③碎石过程中直接吸引取出结石,减少患者术后排石的痛苦,避免了输尿管“石街”的出现。④健侧卧奔跑位相较于截石位,测压更为精准:输尿管鞘测压接口位于尿道外口,处于手术操作时的最低位置,此时该位置承受的液体压强及重力作用产生的液体压力是最大的,此处的压力监测能够反映出肾盂内压的真实压力,精准测压可大大减少患者灌注液体的外溢,保证手术的安全性。

综上所述,健侧卧奔跑位智能控压输尿管镜吸引取石术治疗治疗输尿管上段结石及肾盂结石具有手术成功率高,清石效果好,住院时间短,并发症少等优点。

#### 参考文献:

- [1] 吴伟力,沈华,廖凯,等.输尿管硬镜碎石术治疗输尿管上段结石的疗效影响因素分析[J].*中华腔镜泌尿外科杂志(电子版)*,2020,14(6):439-443.
- [2] 丁小波,徐鹏程,陈德刚,等.封堵器联合输尿管镜与微通道经皮肾镜在治疗输尿管上段结石中的疗效对比[J].*国际泌尿系统杂志*,2020,40(2):207-210.
- [3] ZHOU R, HAN C, HAO L, et al. Ureteroscopic lithotripsy in the Trendelenburg position for extracting obstructive upper ureteral obstruction stones: a prospective, randomized, comparative trial [J]. *Scandinav J Urol*, 2018,29(12):1-5.
- [4] ZHU X, SONG L, XIE D, et al. Animal experimental study to test application of intelligent pressure control device in monitoring and control of renal pelvic pressure during flexible ureteroscopy [J]. *Urology*, 2016,91:242.e11-5.d
- [5] 李天,江先汉,谢清灵,等.URSL,FURS和MPCNL治疗输尿管上段嵌顿性结石的疗效和安全性的比较[J].*中国现代医学杂志*,2020,30(3):74-80.
- [6] 陈华,宋乐明,刘泰荣,等.智能控压输尿管软镜治疗最大径≤2 cm肾结石的效果分析[J].*中华外科杂志*,2018,56(10):772-775.
- [7] 朱澄村,程帆,饶婷,等.输尿管软镜碎石术治疗上尿路结石的疗效和安全性[J].*中华泌尿外科杂志*,2020,41(1):41-45.
- [8] 陈华,刘泰荣,宋乐明,等.腹腔镜手术治疗钬激光碎石术后输尿管狭窄的疗效观察[J].*中华泌尿外科杂志*,2018,39(3):218-221.
- [9] 王田,洪欣,柳青,等.一期经尿道输尿管镜碎石术治疗输尿管结石继发隐匿性梗阻性肾积脓的疗效和安全性[J].*中华泌尿外科杂志*,2020,41(11):846-850.