

临床研究

DOI: 10.13406/j.cnki.cyxh.001609

改良 S.T.O.N.E. 肾结石评分系统对输尿管软镜碎石术后
一期结石清除率的评估价值

刘余庆, 郝一昌, 刘 可, 卢 剑, 肖春雷, 马潞林

(北京大学第三医院泌尿外科, 北京 100191)

【摘要】目的:探索改良 S.T.O.N.E. 肾结石评分系统, 探讨改良后的 S.T.O.N.E. 肾结石评分系统用于一期软性输尿管镜碎石术 (flexible ureteroscopic lithotripsy, FURL) 后结石清除率的评估价值。**方法:**检索并分析既往文献, 确定预测变量并建立改良 S.T.O.N.E. 肾结石评分系统, 评分系统共纳入 5 个变量: 结石负荷 (stone burden, S)、结石位置 (topography, T)、梗阻情况 (obstruction, O)、累及肾盏数目 (number of involved calyces, N)、结石密度 (essence of stone, E)。回顾性分析本单位 2015 年 1 月至 2017 年 12 月 322 例行 FURL 的肾结石患者的临床资料, 根据术前泌尿系 CT 平扫影像资料, 对影响结石清除状态的变量进行评估。利用改良 S.T.O.N.E. 肾结石评分系统进行评分, 分析改良 S.T.O.N.E. 评分与结石清除率、手术时间、主要并发症、住院天数等临床结果的关系。绘制受试者工作特征曲线检测改良 S.T.O.N.E. 评分预测结石清除状态的敏感性和特异性。**结果:**322 例 FURL 手术均成功完成, 一期结石清除率为 88.2%。术前平均改良 S.T.O.N.E. 评分 6.4 分 (4~11 分), 低分组 (4~5 分) 103 例、中分组 (6~8 分) 182 例、高分组 (9~13 分) 37 例, 低分组、中分组和高分组的一期结石清除率分别为 98.1%、91.2% 和 45.9%, 组间比较差异有统计学意义 ($\chi^2=74.667, P=0.000$)。改良 S.T.O.N.E. 评分与一期 FURL 术后结石清除率存在显著相关性 ($OR=5.614, 95\%CI=1.811\sim13.589, P=0.012$), 受试者工作特征曲线的曲线下面积为 0.802 ($95\%CI=0.672\sim0.920$), 均高于评分系统中单个变量。**结论:**改良 S.T.O.N.E. 肾结石评分系统可有效预测一期 FURL 术后的结石清除状态, 有助于术前评估和临床决策, 该模型尚需外部验证进一步研究佐证。

【关键词】肾结石; 输尿管镜; 分级; 预后; 结石清除率**【中图分类号】**R692.4**【文献标志码】**A**【收稿日期】**2018-03-12Evaluation of modified S.T.O.N.E. nephrolithometry scoring system for
predicting the one-phase stone-free rate of flexible ureteroscopic lithotripsy

Liu Yuqing, Hao Yichang, Liu Ke, Lu Jian, Xiao Chunlei, Ma Lulin

(Department of Urinary Surgery, Peking University Third Hospital)

【Abstract】Objective: To modify the S.T.O.N.E. nephrolithometry scoring system for assessing and predicting the stone-free rate (SFR) of flexible ureteroscopic lithotripsy (FURL), and to investigate the predictive value of modified S.T.O.N.E. scoring system for SFR following one-phase FURL. **Methods:** A literature review was performed to identify clinically relevant and reproducible variables that could affect the SFR of FURL. Five reproducible variables available from preoperative non-contrast computed tomography were measured, including stone burden (S), topography (T), obstruction (O), Number of involved calyces (N), essence of stone (E), which modified the S.T.O.N.E. nephrolithometry scoring system. A retrospective analysis was conducted clinical data of 322 patients with nephrolithiasis undergoing FURL from January 2015 to December 2017. The general conditions, preoperative information, stone characteristics and perioperative variables were collected. The correlation of modified S.T.O.N.E. scores with one-phase SFR, operation time, major complications, hospital stay were analyzed. Receiver operating characteristic (ROC) curves was drawn to detect sensitivity and specificity of modified S.T.O.N.E. scores in predicting the one-phase SFR. **Results:** The 322 cases' FURLs were performed successfully, and the one-phase SFR was 88.2%. The mean modified S.T.O.N.E. score was 6.4 (4 to 11) in this cohort. The one-phase SFR was 98.1% in low score (4 to 5) group of 103 cases, 91.2% in medium score (6 to 8) group of 182, and 45.9% in high score (9 to 13) group of 37 ($\chi^2=74.667, P=0.000$). The modified S.T.O.N.E. score showed significant correlation with SFR following one-phase FURL ($OR=5.614, 95\%CI=1.811$ to $13.589, P=0.012$), and the area under curve of ROC curves for the modified S.T.O.N.E. score was 0.802 ($95\%CI=0.672$ to 0.920), higher than that

作者介绍: 刘余庆, Email: pku3uro@aliyun.com,

研究方向: 微创泌尿外科、泌尿系结石、泌尿系感染与炎症。

通信作者: 肖春雷, Email: pku3uro@aliyun.com。

优先出版: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1046.R.20180408.1515.060.html>

(2018-04-08)

of each variables in this system. **Conclusion:** The modified S.T.O.N.E. nephrolithometry scoring system can predict postoperative stone-free status of one-phase FURL. Further research is required to evaluate its performance in external validation.

【Key words】nephrolithiasis; ureteroscopy; classification; prognosis; stone-free rate

随着腔道内镜技术的发展,微创泌尿外科手术技术日臻完善,泌尿系结石的外科治疗发生了革命性的变迁。其中,软性输尿管镜碎石术(flexible ureteroscopic lithotripsy, FURL)逐渐在临床推广应用,通过人体自然腔道进行逆行肾内手术(retrograde intrarenal surgery, RIRS),联合钬激光及套石篮清除上尿路结石,取得了良好的效果,具有较高的安全性^[1]。尽管输尿管软镜可通过灵活转角到达几乎所有肾盏,但肾结石复杂程度以及肾内解剖情况,都可能影响 FURL 的清石效果^[2]。

FURL 术后结石清除率(stone free rate, SFR)在一定程度上体现了病情的复杂程度和结石的碎取难度,如何能够在术前对其进行量化评估,预测术后结石的清除状态,是泌尿外科医师普遍思考的问题。在国内外报道中,影响 FURL 术后 SFR 的因素不是单一的,包括结石的负荷与性质、肾内解剖结构,以及结石在肾内的相对位置等因素^[2-5]。目前对于上述因素的综合评估预测报道较少,尚无普遍认可的 SFR 预测模型。

S.T.O.N.E. 肾结石评分系统是基于肾脏的平扫 CT 及三维重建影像,对肾结石及肾内结构进行量化评估的一种数学模型,目前已广泛应用于经皮肾镜取石术的术前评估,可用于预测结石清除率及手术安全性^[6]。但原有的 S.T.O.N.E. 评分并不完全适用于 FURL 的评估。本研究总结了既往文献中的 SFR 术前影响因素,探索改良了 S.T.O.N.E. 肾结石评分系统,并在单中心病例数据的基础上,对相关因素进行了评估,探讨这一评分系统对一期 FURL 术后的 SFR 预测评估价值。

1 材料与方法

1.1 改良 S.T.O.N.E. 肾结石评分系统

通过检索 MEDLINE、PubMed、EMBASE、中国生物医学文献数据库、中文科技期刊数据库(维普)、万方数据库、中国知网等数据库中,关于 FURL 术后 SFR 的文献,选择并分析对 SFR 有影响的术前因素,并对因素限定为术前平扫 CT 能够进行测量的变量。根据文献结果,对已有的 S.T.O.N.E. 肾结石评分系统进行了改良。改良后的 S.T.O.N.E. 评分系统包括结石负荷(stone burden, S)、结石位置(topography, T)、梗阻情况(obstruction, O)、累及肾盏数目(number of involved calyces, N)、结石密度(essence of stone, E),根据文献对各个变量进行了赋值^[2-6]。

S 为结石负荷,通过累计结石近似表面积(mm^2)表示,计算方法可参见 2014 年《中国泌尿外科疾病诊断治疗指南》^[7],分为<200、200~300、301~400、>400 mm^2 ,依次对应计分为 1~4 分。T 为结石位置,即结石在肾内的相对解剖分布,若结石仅位于肾盂(未累及肾盏)或者位于肾盏的漏斗与肾盂夹角(infundibulopelvic angle, IPA)均 $\geq 30^\circ$ 计为 1 分,若有结石位于肾下盏并且该肾盏的 IPA< 30° 计为 2 分。O 为梗阻所导致的肾积水程度,患侧没有或轻度肾积水计为 1 分,患侧肾积水严重(肾脏体积增大、实质变薄、肾集合系统分离>4cm)计为 2 分。N 为结石累及肾盏数目,如仅为肾盂结石不计分,累及肾盏 1~2 个计为 1 分,累及肾盏 ≥ 3 个计为 2 分,部分或完全鹿角形结石计为 3 分。E 为结石密度,即结石的 CT 值(单位为 Hounsfield units, HU), ≤ 950 HU 计为 1 分,>950 HU 计为 2 分。改良后的 S.T.O.N.E. 评分系统的评分范围为 4~13 分。见表 1。

1.2 临床资料

回顾性分析 2015 年 1 月至 2017 年 12 月由本单位完成一期 FURL 治疗肾结石的连续病例资料。排除标准包括:18

表 1 改良 S.T.O.N.E. 肾结石评分系统
Tab.1 Modified S.T.O.N.E. nephrolithometry for renal calculi

变量	评分			
	1	2	3	4
结石负荷(mm^2)	<200	200~300	301~400	>400
结石位置	结石所在肾盏的 IPA $\geq 30^\circ$	结石所在肾盏的 IPA< 30°	—	—
梗阻情况	无/轻度积水	重度积水	—	—
累及肾盏	1~2	≥ 3	鹿角形	—
结石密度(HU)	≤ 950	>950	—	—

周岁以下患者;术前未进行肾脏平扫 CT 检查;患侧上尿路解剖异常,包括马蹄肾、异位肾、重复肾、结石合并肾盂憩室;存在不能纠正的尿路感染、心肺功能障碍、凝血功能异常、脊柱畸形;双侧同期手术;术后未行腹部 X 线平片(KUB)检查;临床资料不完整。

1.3 研究方法

所有患者术前均接受病史询问,包括平扫 CT 的泌尿系影像学检查,了解结石及泌尿系解剖情况。术前常规化验检查,若尿常规白细胞增多,术前留取中段尿培养,并给予抗生素预防治疗。术前如果结石负荷较高(最大结石直径 >15 mm)、影像学显示输尿管较窄、患侧输尿管曾接受体外冲击波碎石或手术治疗,则需先留置输尿管支架管 1~2 周后再行手术。FURL 的具体手术方法可参见文献^[8]。患者术 4~6 周后于膀胱镜下拔除输尿管支架管,并拍摄腹部 X 线平片(KUB)判断结石残留情况。术后结石清除的定义为“未见显著结石(直径 ≥ 4 mm)残留”,即术后平片未见术侧尿路内高密度影或高密度影 <4 mm 被认为结石清除^[5]。

1.4 统计学方法

应用 Excel 软件建立数据库,根据术前泌尿系 CT 影像结果,应用改良肾结石 S.T.O.N.E.评分系统对每位病例进行评分,根据文献将患者分为低分组(4~5 分)、中分组(6~8 分)、高分组(9~13 分)^[6]。根据术后患者结石清除情况,分别录入结石残留组与结石清除组。使用 SPSS 22.0 软件(SPSS, Inc., Chicago, IL)对数据进行统计学分析。连续变量经正态性检验符合正态分布者采用均数 $\pm$ 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,在 2 组间比较中,采用独立样本 t 检验分析;在多组间比较中,采用单因素方差分析;无序分类变量采用卡方检验,采用 logistic 回归模型分析改良肾结石 S.T.O.N.E.评分与结石清除状态的关系;绘制受试者工作特征曲线(receiver operating character-

istic curve, ROC),检测改良肾结石 S.T.O.N.E.评分系统预测 FURL 术后一期 SFR 的敏感性和特异性,分别计算并比较改良 S.T.O.N.E.评分及系统内各项变量的曲线下面积(area under the curve, AUC)和 95%CI。检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

本组最终纳入符合标准的患者 322 例,男性 189 例,女性 133 例,平均年龄 49.5 岁(22~75 岁)。结石位于左侧 171 例(53.1%),右侧 151 例(46.9%)。平均结石负荷(232.9 ± 89.2) mm²(145~370 mm²)。结石平均累及肾盏 3.2 个(0~7 个)。有 62 例(19.3%)患者的结石累及肾下盏并且该肾盏的 IPA $<30^\circ$,29 例(9.0%)患者合并重度肾积水,17 例(5.3%)为鹿角形结石。CT 值显示平均结石密度为(965.8 ± 384.2) HU (655~1480 HU)。

本组 FURL 手术均成功完成。平均手术时间(42.3 ± 17.6) min(22~75 min)。术后总的一期结石清除率为 88.2%(284/322)。术中有 8 例(2.5%)患者出现明显出血,术后予保守止血治疗后好转。5 例(1.6%)术中可见明显输尿管损伤(1 例输尿管穿孔,4 例输尿管黏膜下裂伤),均留置输尿管支架管。术后住院期间,有 21 例(6.5%)出现感染性发热($>38.5^\circ\text{C}$),均抗菌治疗后好转。术后中位数住院时间为 3 d(1~5 d)。

术后 KUB 平片显示,有 38 例存在明显结石(直径 ≥ 4 mm)残留,结石清除率为 88.2%(284/322)。结石清除组和残留组间,术前及术中参数比较见表 2。结石残留组平均结石负荷、平均累及肾盏数目均高于清除组,差异有统计学意义($P<0.05$)。结石累及 IPA $<30^\circ$ 的肾下盏、合并严重肾积水,以及鹿角形结石,FURL 术后 SFR 均有明显降低,差异有统计

表 2 结石清除组和残留组间术前及术中参数比较

Tab.2 Comparison of preoperative or intraoperative parameters between patients with or without residual stones

参数	结石残留 (n=38)	结石无残留 (n=284)	t/χ^2 值	P 值
年龄(岁)	47.5 $\pm$ 12.0	52.7 $\pm$ 15.2	-1.211	0.211
结石面积(mm ²)	289.7 $\pm$ 84.2	217.9 $\pm$ 59.8	1.361	0.027
结石累及肾盏的 IPA 夹角(n,%)				
$\geq 30^\circ$	15(5.8)	245(94.2)	47.203	0.000
$< 30^\circ$	23(37.1)	39(62.9)		
合并严重肾积水(n,%)				
否	31(10.6)	262(89.4)	4.660	0.031
是	7(24.1)	22(75.9)		
结石累及肾盏数目	3.2 $\pm$ 2.1	1.8 $\pm$ 1.2	1.626	0.034
鹿角形结石(n,%)				
否	30(9.8)	275(90.2)	21.435	0.000
是	8(47.1)	9(52.9)		
结石密度(HU)	1 013.5 $\pm$ 494.1	922.6 $\pm$ 378.7	1.046	0.065
手术时间(min)	55.6 $\pm$ 32.9	42.2 $\pm$ 27.4	1.109	0.115

学意义($P<0.05$)。残留组的平均结石密度低于清除组,但差异无统计学意义。

应用改良肾结石 S.T.O.N.E.评分系统对病例进行评分,得分 4~11 分,平均 6.4 分,其中低分组(4~5 分)103 例、中分组(6~8 分)182 例、高分组(9~13 分)37 例。对各分组间的手术结果及围手术期临床参数比较见表 3。随着分值的增高,平均手术时间明显增加,差异有统计学意义($P=0.007$)。术后 SFR,低分组为 98.1%,中分组为 91.2%,高分组为 45.9%,差异有统计学意义($P=0.000$)。改良肾结石 S.T.O.N.E.评分与一期 FURL 术后 SFR 的关系如图 1 所示,呈明显递减趋势。

在本组 logistic 回归模型中(表 4),改良肾结石 S.T.O.N.E.评分、结石负荷、结石位置(累及肾盏 IPA $<30^\circ$)、累及肾盏数目与 FURL 术后 SFR 呈显著相关,相关性均有统计学意义($P<0.05$),是否合并重度肾积水以及结石密度与结石清除状态的相关性无统计学意义($P>0.05$)。FURL 术后结石清除状态的 ROC 显示,改良肾结石 S.T.O.N.E.评分的 AUC 为 0.802,

95%CI=0.672~0.920,均高于评分系统中单个变量的 AUC(表 5,图 2)。

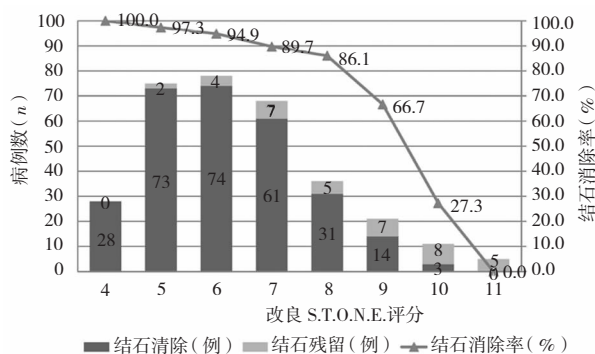


图 1 改良肾结石 S.T.O.N.E.评分与一期 FURL 术后 SFR 的关系
Fig.1 Stone-free rate after flexible ureteroscopic lithotripsy according to modified S.T.O.N.E. nephrolithometry score

表 3 改良 S.T.O.N.E.肾结石评分系统分值组间的临床参数比较

Tab.3 Clinical outcomes among patients stratified by low, moderate, and high nephrolithometry score risk groups according to modified S.T.O.N.E. nephrolithometry

参数	低分组 (n=103)	中分组 (n=182)	高分组 (n=37)	$F\chi^2$ 值	P 值
手术时间 (min)	33.5 ± 12.9	45.5 ± 18.6	58.5 ± 27.1	28.957	0.007
术中显著出血 (n, %)	2 (1.9)	4 (2.2)	2 (5.4)	1.490	0.475
显著输尿管损伤 (n, %)	2 (1.9)	2 (1.1)	1 (2.7)	0.630	0.730
术后感染性发热 (>38.5 °C) (n, %)	5 (4.9)	13 (7.1)	3 (8.1)	0.738	0.692
术后住院时间 (d)	2.3 ± 1.1	2.5 ± 1.2	2.9 ± 1.5	1.290	0.242
结石清除率 (n, %)	101 (98.1)	166 (91.2)	17 (45.9)	74.667	0.000

表 4 改良 S.T.O.N.E.肾结石评分及其参数与结石清除率的相关性分析

Tab.4 Correlation analysis of modified S.T.O.N.E. nephrolithometry score and its parameters to the stone free rate following flexible ureteroscopic lithotripsy

参数	OR 值	95%CI	P 值
改良 S.T.O.N.E.肾结石评分	5.614	1.811~13.589	0.012
结石面积 (mm ²)	3.638	1.195~8.124	0.003
结石累及肾盏 IPA < 30° (是:否)	4.521	1.643~9.891	0.007
合并重度积水 (是:否)	2.186	0.564~8.685	0.105
结石累及肾盏数目 (个)	2.877	0.717~7.415	0.042
结石密度 (HU)	1.164	0.277~1.852	0.486

表 5 改良 S.T.O.N.E.肾结石评分及其参数的 ROC 曲线下面积

Tab.5 Area under the curve of ROC on modified S.T.O.N.E. nephrolithometry score and its parameters

参数	面积	95%CI	P 值
改良 S.T.O.N.E.肾结石评分	0.802	0.672~0.920	0.000
结石面积 (mm ²)	0.692	0.585~0.824	0.000
结石累及肾盏 IPA < 30° (是:否)	0.776	0.643~0.889	0.001
合并重度积水 (是:否)	0.524	0.464~0.625	0.105
结石累及肾盏数目 (个)	0.686	0.517~0.767	0.022
结石密度 (HU)	0.572	0.477~0.652	0.286

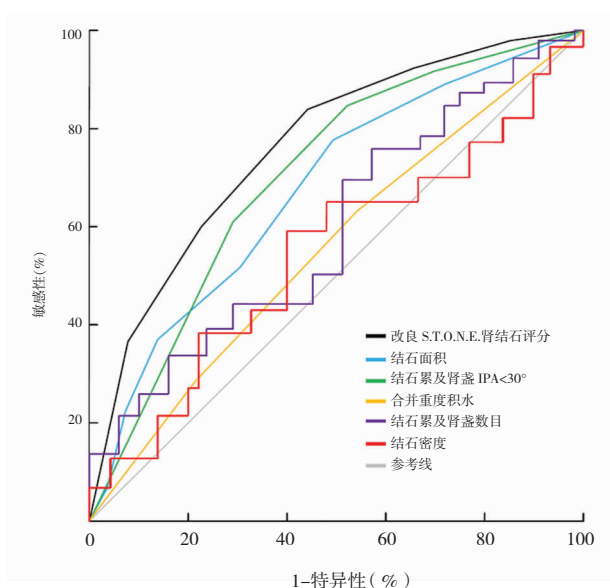


图2 改良 S.T.O.N.E.肾结石评分及其参数影响术后结石清除率的 ROC 曲线

Fig.2 ROC on the impact to the stone free rate from modified S.T.O.N.E. nephrolithometry score and its parameters

3 讨论

近年来光学系统和医疗激光技术快速发展,应用软性输尿管镜治疗上尿路结石的优越性日益显著,由于 FURL 具有创伤小、康复快等特点,迅速成为治疗肾结石的一种行之有效的微创手段^[1]。在新技术的促进下,FURL 不仅成功应用于直径 2 cm 以上的复杂性肾结石的治疗,而且对于合并解剖异常的特殊类型肾结石,也被认为是有效、安全的治疗方法之一^[3,9]。虽然 FURL 手术的临床适用范围不断扩大,但单次手术的结石清除率存在较大差异(65%~79%)^[10]。关于 FURL 术后结石残留原因的研究认为,由于输尿管软镜必须经过自然通道,内镜下的操作受到解剖空间、结石性质以及分布情况的限制,多种因素都可以影响清除结石的实际效果^[2]。因此,术前量化评估肾结石的复杂程度,对于预测手术成功率、指导临床决策及医患沟通,具有重要意义。

目前关于肾结石复杂程度的评分系统已有多家报道,多用于评估经皮肾镜取石术的有效性与安全性,尚无一种被广泛接受的标准化评估系统来准确预测 FURL 手术结果。其中,由 Okhunov^[6]和 Wu^[11]等 2013 年提出的 S.T.O.N.E. 评分系统具有以下优点:①评分主要依据患者术前影像学参数(平扫 CT 为主),客观性强,不易受主观因素干扰;②所选参数

来源于既往文献研究,涵盖结石负荷、结石密度、结石位置及肾内的解剖结构;③方法简便,实用性强,便于临床推广。但原有的 S.T.O.N.E. 评分系统并不完全适用于 FURL,需对其中部分参数进行调整。通过总结分析文献^[2,4],加入了结石位置这一参数,量化评估结石在肾内的相对分布情况,作为新的变量 T(topography),替代原系统中的变量 T(tract length, 即经皮肾通道的长度)。

肾结石中超过 1/3 合并肾下盏结石,体外冲击波对下盏结石的疗效欠佳,经皮肾镜的操作难度与手术风险也较大,FURL 通过自然通道直视下碎取下盏结石,临床上具有较大优势^[12]。然而,肾下盏漏斗与肾盂夹角(IPA)对 FURL 治疗下盏结石的 SFR 影响较大,Jessen 等^[13]研究发现当 $IPA \geq 30^\circ$ 时,FURL 的 SFR 可达 92.5%, $IPA < 30^\circ$ 时 SFR 降低为 38.5%。国内杨嗣星等^[14]回顾了 36 例 $IPA < 30^\circ$ 的肾下盏结石临床资料,一期电子软镜 FURL 的 SFR 为 63.9%,并认为 $IPA < 30^\circ$ 对 FURL 及术后排石有显著影响,并认为术前影像学分析有助于提高疗效。在本研究中,有 62 例患者(19.3%)合并 $IPA < 30^\circ$ 的下盏结石,一期 FURL 的 SFR 与既往文献接近(62.9%)。相关性分析显示,结石累及肾盂 $IPA < 30^\circ$ 与术后结石清除情况具有显著相关性($OR=4.521, P=0.007$),ROC 曲线下面积达 0.776(95%CI=0.643~0.889)。IPA 的减小限制了内镜的操作空间,尽管软性输尿管镜前端可以完成 180° 以上的转向,但软镜前端探入下盏后,镜体大角度的弯曲会令操作更加困难,有些轴向旋转动作难以实现,不仅影响碎石操作,而且可能造成视界上的“死角”,降低结石的清除效果^[4]。

结石负荷(stone burden, S)包括结石的大小和数量,由于肾内操作空间有限,软性输尿管镜只能通过输尿管进入肾内,因此随着结石负荷的增加,FURL 操作难度进一步加大^[3]。在 FURL 治疗 > 2 cm 结石的过程中,往往产生大量结石碎片,如何有效清除一直饱受争议。国内常启跃等报道认为,FURL 治疗上尿路 > 2 cm 的结石,可以获得满意的有效性,但也指出,这类手术对术者操作的熟练程度,以及处理复杂情况的能力,提出了更高的要求^[15]。本研究用结石近似表面积表示结石负荷,结果显示随着负荷的增加,一期 FURL 的 SFR 明显下降,相关性具有统计学意义($OR=3.638, P=0.003$)。本组对于高负荷结石,术前均留置输尿管支架管,以期扩张输尿管软镜进出通道。同时为了避免反复进

出输尿管,术中采用低能量高频率钬激光(能量0.6~0.8 J,频率 20 Hz)使结石尽可能粉末化,并使用套石篮取出较大的结石碎片。这种方法虽然可以提高碎石取石的效率,但术中集合系统内存在大量结石碎片,仍有可能出现结石残留。

在本研究的结石特征中,结石累及肾盏数目(number of involved calyces, N)与结石的清除状态相关,差异有统计学意义($OR=2.877, P=0.042$)。Huang 等^[16]报道了应用 FURL 治疗多发肾结石 25 例,一期 FURL 的 SFR 只有 70.0%,9 例患者(36%)接受了 2 次手术,2 例患者(8%)需要 3 次手术。结石累及多个肾盏,使手术操作更为复杂,在碎石过程中产生的结石碎屑,可能影响手术视野,遮挡其他部位较大的结石碎片。对于鹿角状肾结石,经皮肾镜仍是目前首选的微创取石入路,但是对于有明显出血倾向、孤立肾合并结石或经皮肾取石手术风险较大者可考虑行 FURL。本组鹿角形结石 17 例,一期 FURL 的 SFR 仅为 5.29%,明显低于非鹿角形结石(90.2%)。现有报道中 FURL 治疗鹿角形结石的一期 SFR 为 43.4%~72.1%,作者均建议术前留置输尿管支架管,术中采用较大内镜输尿管导入鞘,充分粉碎结石,提高清除结石的效果^[17]。尽管 FURL 治疗手术安全性较高,但操作复杂,有形成术后石街的风险。

本组中有 29 例合并严重肾积水,一期 FURL 的 SFR 显著低于其他病例(75.9% vs. 89.4%, $P=0.031$)。严重肾积水导致肾内集合系统形态异常,肾盂空间的增加,肾盏流出道变形,可能造成输尿管软镜前端难以探及所有肾盏。而重度积水肾实质变薄,术前肾功能已有所下降,而且长期肾盂扩张会导致肾盂平滑肌萎缩,肾盂输尿管蠕动功能下降,影响 FURL 术后结石碎屑的自行排出^[18]。结石成分也会影响碎石排石的效果。结石硬度越大,术中结石粉碎化程度越差,不利于术后结石排出,而且排石过程中容易形成石街,增加了再次手术的概率^[17]。结石成分可以通过术前平扫 CT 值间接判断,本研究中结石残留组的平均结石 CT 值(>950 HU)高于结石清除组(<950 HU),但相关性分析未见统计学意义。尽管如此,改良后的 S.T.O.N.E.评分系统,融合了上述 5 种结石相关参数,可以在术前有效进行综合性评估,并提供量化数据。

改良后的 S.T.O.N.E.评分可以有效区分 FURL 术后结石清除率,在 logistics 相关性分析中,获得了

最高的相对风险度($OR=5.614, P=0.012$),其影响术后 SFR 的 ROC 曲线下面积为 0.802,均高于评分系统中单个变量。本研究结果中,低分组、中分组和高分组的一期结石清除率分别为 98.1%、91.2%和 45.9%,显示出良好的区分度。而且,3 组间的平均手术时间也有显著性差异。随着分值的增加,平均手术时间延长,体现出手术复杂程度有所增加。此外,评分组间主要并发症的发生率以及平均术后住院时间的差异,未显示统计学意义,但尚不足以认为改良 S.T.O.N.E.评分系统对围手术期风险不具备有效的评估作用。事实上,FURL 的总体安全性较高,严重并发症发病率较低,考虑到本研究为单中心回顾性研究,样本量相对较小,对并发症风险因素的研究结果可能存在选择性偏倚,需进一步扩大样本量,积极开展多中心研究和外部验证,提高结果的可靠性与实用性。必须要指出的是,S.T.O.N.E.评分本身也有一定局限:①患者必须接受 CT 检查,存在较高的电离辐射,对孕妇等特殊人群不适用;②该系统对于集合系统外解剖异常未做有效评价,如马蹄肾、异位肾等;③评分系统中的相关参数,是根据欧美主要文献数据而构建的,患者人群与国内可能存在一定差异,需进一步验证补充。

总之,改良后的 S.T.O.N.E.肾结石评分系统,通过测量影像学参数,术前综合量化评估结石负荷、位置、密度、累及肾盏数目以及集合系统梗阻情况,可以有效预测 FURL 术后结石清除率。S.T.O.N.E.评分系统参数均通过平扫 CT 结果获得,相关参数测量方法较为简单,有助于医生在术前对 FURL 的清石效果进行预测,从而制定最佳手术方案,并与患者及家属充分沟通,进一步优化医疗服务。

参 考 文 献

- [1] 陈 瑶,林艳君,于圣杰,等.套石篮联合输尿管软镜钬激光碎石取石术治疗肾结石的疗效分析[J].重庆医科大学学报,2016,41(3): 257-260.
- [2] Erbin A, Tepeler A, Buldu I, et al. External comparison of recent predictive nomograms for stone-free rate using retrograde flexible ureteroscopy with laser lithotripsy[J]. J Endourol, 2016, 30(11): 1180-1184.
- [3] Ito H, Kawahara T, Terao H, et al. The most reliable preoperative assessment of renal stone burden as a predictor of stone-free status after flexible ureteroscopy with holmium laser lithotripsy: a single-center experience[J]. Urology, 2012, 80(3): 524-528.
- [4] Jacquemet B, Martin L, Pastori J, et al. Comparison of the efficacy and morbidity of flexible ureterorenoscopy for lower pole stones com-