

临床研究

DOI:10.13406/j.cnki.cyxh.003052

改良 S.T.O.N.E. 肾结石评分系统预测软性输尿管镜碎石术后结石清除率的准确性研究

李 强, 朱学华, 刘余庆, 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:对已建立的改良 S.T.O.N.E. 肾结石评分系统进行外部验证, 评价该预测模型用于软性输尿管镜碎石术 (flexible ureteroscopic lithotripsy, FURL) 后结石清除率 (stone-free rate, SFR) 的有效性。**方法:**收集 2018 年 5 月至 2021 年 10 月北京大学第三医院泌尿外科一期 FURL 治疗肾结石的连续病例资料, 对改良 S.T.O.N.E. 肾结石评分系统进行评分, 应用 logistic 回归模型分析改良 S.T.O.N.E. 评分及其变量与 SFR 的相关性, 分别应用受试者工作特征曲线 (receiver operating characteristic curve, ROC) 和 Hosmer-Lemeshow 拟合优度检验验证预测模型的区分度和校准度。**结果:**396 例 FURL 手术均成功完成, 一期 SFR 为 76.8%, 改良 S.T.O.N.E. 肾结石评分 4~12 分, 中位数 6 分, 评分结果与 FURL 术后 SFR 显著相关 ($OR=6.627$, $95\%CI=3.620\sim12.131$, $P=0.001$), FURL 术后结石清除状态的 ROC 下面积为 0.778 ($95\%CI=0.723\sim0.834$), Hosmer-Lemeshow 拟合优度检验结果显示拟合度良好 ($\chi^2=0.824$, $P=0.844$)。**结论:**改良 S.T.O.N.E. 肾结石评分系统预测 FURL 术后的结石清除状态准确性高, 有助于术前评估和临床决策。

【关键词】肾结石; 输尿管软镜; 评分系统; 结石清除率; 预后

【中图分类号】R692.4

【文献标志码】A

【收稿日期】2022-03-31

Accuracy of modified S.T.O.N.E. nephrolithometry scoring system in predicting stone-free rate after flexible ureteroscopic lithotripsy

Li Qiang, Zhu Xuehua, Liu Yuqing, Lu Jian, Xiao Chunlei, Ma Lulin

(Department of Urology, Peking University Third Hospital)

【Abstract】Objective: To carry out an external validation of the modified S.T.O.N.E. nephrolithometry scoring system, and to evaluate its effectiveness in predicting the stone-free rate (SFR) of flexible ureteroscopic lithotripsy (FURL). **Methods:** Clinical data of 396 patients with nephrolithiasis undergoing FURL from May 2018 to October 2021 were collected, and the modified S.T.O.N.E. nephrolithometry scoring system was evaluated. The correlation of modified S.T.O.N.E. nephrolithometry scoring system scores and each variables with one-phase SFR was analyzed. The receiver operating characteristic curve (ROC) was computed to estimate the value of the predictive models, and Hosmer-Lemeshow goodness-of-fit test was used to examine the calibration of the prediction models. **Results:** All 396 cases of FURL operation were performed successfully, and the one-phase SFR was 76.8%. The median of the modified S.T.O.N.E. nephrolithometry scoring system score was 6 (4 to 12) in this cohort. The modified S.T.O.N.E. nephrolithometry scoring system score showed significant correlation with the postoperative SFR of FURL ($OR=6.627$, $95\%CI=3.620\sim12.131$, $P=0.001$). The area under curve of ROC in the state of stone clearance after FURL operation was 0.778 ($95\%CI=0.723\sim0.834$). Hosmer-Lemeshow goodness-of-fit test showed that the modified S.T.O.N.E. scoring system had satisfactory calibration in predicting SFR ($\chi^2=0.824$, $P=0.844$). **Conclusion:** The modified S.T.O.N.E. nephrolithometry scoring system can accurately predict postoperative stone-free status of FURL, and provide assistance in pre-operative evaluation and clinical decision-making.

【Key words】nephrolithiasis; flexible ureteroscopy; scoring system; stone-free rate; prognosis

作者介绍: 李 强, Email: 780587243@qq.com,

研究方向: 泌尿外科。

通信作者: 刘余庆, Email: pku3uro@aliyun.com。

基金项目: 北京健康促进会课题资助项目 (编号: A78478-04)。

优先出版: <https://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1046.R.20220628.1734.012.html>

(2022-06-30)

近年来软性输尿管镜设备技术不断改进,如内镜小型化、偏转角改善以及光学质量提高,有效提高了软性输尿管镜碎石术(flexible ureteroscopic lithotripsy, FURL)的有效性与安全性,越来越多的泌尿科医生倾向于采用 FURL 治疗复杂性肾结石^[1]。目前的泌尿系结石诊疗指南推荐对直径 <20 mm 的肾结石采用 FURL 治疗。但随着外科医生经验的积累和术前对手术难度的判断, FURL 治疗复杂性肾结石的适应证不断扩大,越来越多的外科医生采用 FURL 治疗直径 >20 mm 的肾结石,并取得了良好效果^[2]。

术后结石清除效果是评估结石手术治疗结果的重要指标之一,受到结石特征及肾脏解剖因素的影响, FURL 术后一期结石清除率(stone-free rate, SFR)仍存在较大差异,因此近年来国内外学者提出了多种肾结石评分系统。根据术前基于影像学参数的评分对肾结石进行分级,进而预测 FURL 术后的净石效果及并发症风险^[3]。虽然这些评分系统可以多方位体现结石的临床特征,为实现个体化治疗提供有效依据,但是根据预测模型国际规范指南 TRIPOD 清单和阐述文件的要求,预测模型在应用推广之前,必须经过本中心其他样本或其他中心样本的外部验证,充分证明该模型的预测效能后方可应用^[4]。

本中心通过前期研究,建立了改良 S.T.O.N.E. 肾结石评分系统,包括 5 个参数: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),可以在术前综合量化评估肾结石及肾内结构的特征,根据评分对其复杂程度进行量化分级,初步研究的内部验证结果中显示出了可靠的预测能力^[5]。本研究的目的是应用外部数据验证改良 S.T.O.N.E. 肾结石评分系统。本研究回顾性分析了 2018 年 5 月至 2021 年 10 月一期 FURL 治疗肾结石的连续病例资料,验证其预测 FURL 术后 SFR 的有效性。

1 材料与方法

1.1 临床资料

本研究回顾性分析了北京大学第三医院泌尿外科 2018

年 5 月至 2021 年 10 月一期 FURL 治疗肾结石的连续病例资料。排除标准:①患者年龄小于 18 周岁;②未进行术前肾脏平扫计算机断层扫描(computer tomography, CT)检查;③患侧合并马蹄肾、异位肾、重复肾、肾盏憩室结石等上尿路解剖异常;④患侧合并累及尿路上皮肿瘤、肾盂旁囊肿等上尿路疾病;⑤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、过度肥胖;⑥术后未行腹部 X 线平片(kidney ureter bladder, KUB)检查病例;⑦临床资料不完整病例。所有患者均接受病史询问,完善常规术前检查,影像学检查包括泌尿系平扫 CT+三维重建。根据 CT 结果计算结石负荷,并用累计结石近似表面积(mm^2)表示。根据 CT 影像测量指标,评估结石在肾内的相对解剖分布、结石梗阻所致肾积水程度,测量肾下盏漏斗的中轴线与肾盂输尿管轴线的夹角(infundibulopelvic angle, IPA)与结石的 CT 密度值(单位为 HU)。

1.2 研究方法

术前尿常规白细胞增多的患者,均留取中段尿培养,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。手术均采用全身麻醉,患者取截石位,首先用 F8/9.8 硬性输尿管镜向患侧输尿管内逆行置入超滑导丝,导丝引导下逆行置入 F12/14 或 F13/15 输尿管鞘(ureteral access sheath, UAS; Boston Scientific Corporation),沿 UAS 置入输尿管软镜,逆行进入患侧肾盂,探查肾盂及各个肾盏,找到肾内结石后,经输尿管软镜操作通道置入 200 μm 钬激光光纤,根据结石负荷及密度选择钬激光功率(0.6~1.0) J/(20~40) Hz,将结石粉碎至直径 3 mm 以下,用套石网篮尽可能取出结石残片,术后患侧常规留置 F4.7 或 F6 Double-J 输尿管支架管。患者于术后 4~6 周拍摄腹部 KUB 判断结石残留情况,残余结石 ≤ 4 mm 被认为结石清除^[6]。

1.3 统计学处理

应用 Microsoft 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,评分范围为 4~13 分,根据文献将患者分为低分组(4~5 分)、中分组(6~8 分)和高分组(9~13 分)^[7]。根据术后患者结石清除情况,分别录入结石清除组与结石残留组。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;无序分类变量采用卡方检验分析。采用 logistic 回归模型分析改良 S.T.O.N.E. 肾结石评分与结石清除状态的关系。采

用区分度和校准度分析预测模型验证性能。区分度反映评分系统对 FURL 术后一期 SFR 的预测能力,采用绘制受试者工作特征曲线(receiver operating characteristic curve,ROC)检测预测模型的敏感性和特异性,分别计算并比较改良 S.T.O.N.E. 肾结石评分及系统内各项变量的曲线下面积(area under the curve,AUC)和 95%CI。校准度反映评分系统对 SFR 的预测结果与实际结果的一致性,通过 Hosmer-Lemeshow 拟合优度检验表示。检测水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

本组最终纳入符合标准的肾结石患者 396 例,包括男 261 例,女 135 例;年龄 20~87 岁,平均年龄(50.3 ± 13.8)岁;结石负荷 120~783 mm²,平均负荷(200.0 ± 97.9) mm²;结石累及肾盏 0~7 个。有 57 例(14.4%)患者的结石累及肾下盏,并且该肾盏的 IPA<30°,67 例(16.8%)患者合并重度肾积水,9 例(2.3%)为鹿角形结石。结石的 CT 密度值为 625~1 480 HU,平均 CT 密度值为($1\ 090.4 \pm 240.0$) HU。本组 396 例 FURL 手术均成功完成。手术时间 20~163 min,平均手术时间(76.8 ± 22.9) min。术后中位住院时间为 2(1,5) d。术后 92 例存在结石残留,一期 SFR 为 76.8%(304/396)。结石清除组与结石残留组间,临床参数比较见表 1。2 组间性别比例、平均年龄差异无统计学意义。结石残留组平均结石负荷、平均累及肾盏数目、平均结石密度均高于清除组,差异有统计学意义($P<0.05$)。结石累及 IPA<30°的肾下盏、合并严重肾积水的病例,FURL 术后 SFR 均明显降低,差异有统计学意义($P<0.05$)。

应用改良 S.T.O.N.E. 肾结石评分系统对本组病例进行评分,评分 4~12 分,中位数 6 分。本组评分结果与 FURL 术后 SFR 的关系呈明显递减趋势(图 1),差异有统计学意义($\chi^2=81.771, P=0.000$)。其中低分组(4~5 分)109 例、中分组(6~8 分)262 例、高分组(9~13 分)25 例。术后 SFR 分别为:低分组 93.6%(102/109),中分组 74.8%(196/262),高分组 24.0%(6/25),差异有统计学意义($\chi^2=56.865, P=0.000$)。logistic 回归分析结果显示,改良 S.T.O.N.E. 肾结石评分的 5 个参数,以及评分总分均与 FURL 术后 SFR 显著相关,相关性均有统计学意义($P<0.05$)(表 2、表 3)。FURL 术后结石清除状态的 ROC 曲线显示,改良 S.T.O.N.E. 肾结石评分的 ROC 曲线 AUC 为 0.778(95%CI=0.723~0.834),均高于评分系统中单个变量的 AUC(表 4,图 2)。Hosmer-Lemeshow 拟合优度检验结果显示,评分系统作为对 FURL 术后 SFR 的预测模型在本组样本中拟合度良好($\chi^2=0.824, P=0.844$)。

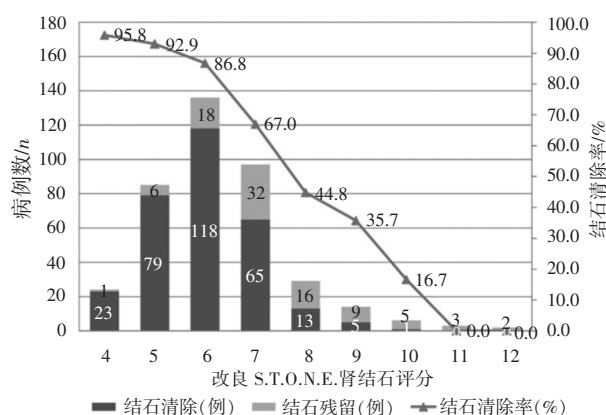


图 1 改良 S.T.O.N.E. 肾结石评分与 FURL 术后 SFR 的关系 (n=396)

表 1 结石清除组和结石残留组间术前及术中参数比较($\bar{x} \pm s; n, \%$)

	结石清除组 (n=304)	结石残留组 (n=92)	χ^2 值	P 值
性别			0.169	0.681
男	202 (77.4)	59 (22.6)		
女	102 (75.6)	33 (24.4)		
年龄/岁	50.3 ± 13.8	50.3 ± 13.6	-0.036	0.971
结石面积/mm ²	179.4 ± 61.0	268.0 ± 152.2	-8.211	0.001
结石累及肾盏 IPA < 30°			10.940	0.001
否	270 (79.6)	69 (20.4)		
是	34 (59.6)	23 (40.4)		
合并严重肾积水			4.170	0.041
否	259 (78.7)	70 (21.3)		
是	45 (67.2)	22 (32.8)		
结石累及肾盏数目	1.3 ± 1.1	1.9 ± 1.7	-3.549	0.002
结石密度/HU	$1\ 075.4 \pm 246.5$	$1\ 140.2 \pm 211.0$	-2.281	0.023
手术时间/min	72.2 ± 21.6	92.1 ± 20.1	-7.880	0.000

表 2 logistic 回归分析的变量赋值说明

项目	赋值说明
因变量	术后结石无残留为 1; 术后结石残留为 2
自变量	
S	<200 mm ² 为 1; 200~300 mm ² 为 2; 301~400 mm ² 为 3; >400 mm ² 为 4
T	结石所在肾盏的 IPA ≥ 30° 为 1; 结石所在肾盏的 IPA < 30° 为 2
O	无 / 轻度积水为 1; 重度积水为 2
N	累及 1~2 个肾盏为 1; 累及 ≥ 3 肾盏为 2; 鹿角形为 3
E	≤ 950 HU 为 1; > 950 HU 为 2
改良 STONE 评分	上述各变量赋值总和

表 3 改良 S.T.O.N.E. 肾结石评分及其参数与结石清除的 logistic 回归分析

自变量	β	S.E.	Wald	OR	95% CI	P
改良 S.T.O.N.E. 肾结石评分	1.891	0.309	37.568	6.627	3.620~12.131	0.001
S	1.259	0.176	51.137	3.523	2.495~4.975	0.000
T	0.973	0.302	10.403	2.647	1.465~4.783	0.001
O	0.593	0.293	4.093	1.809	1.019~3.212	0.043
N	0.753	0.202	13.869	2.124	1.429~3.158	0.000
E	1.092	0.323	11.404	2.979	1.581~5.613	0.001

表 4 改良 S.T.O.N.E. 肾结石评分及其参数的 ROC 曲线下面积

项目	面积	95%CI	P 值
改良 S.T.O.N.E. 肾结石评分	0.778	0.723~0.834	0.000
S	0.718	0.651~0.784	0.000
T	0.569	0.499~0.639	0.045
O	0.546	0.476~0.615	0.185
N	0.583	0.515~0.651	0.015
E	0.594	0.531~0.656	0.006

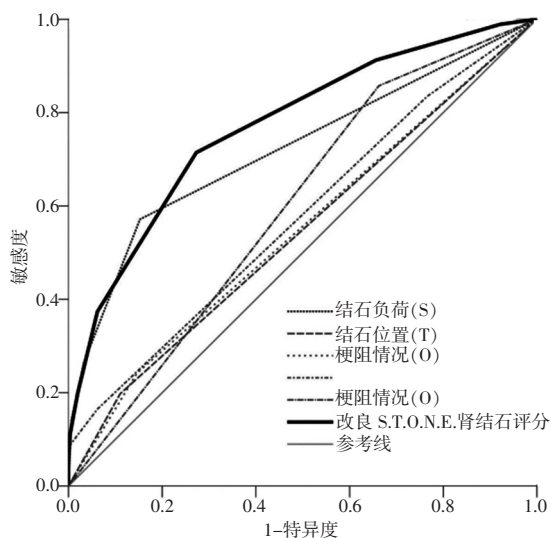


图 2 改良 S.T.O.N.E. 肾结石评分及其参数影响术后结石清除率的 ROC 曲线 (n=396)

3 讨论

随着腔内泌尿外科技术的发展,微创手术成为

泌尿系结石的外科治疗首选方式。尽管长期以来经皮肾镜取石术一直是治疗直径>2 cm 肾结石的金标准,但近年来患者对非侵入性手术的需求日益增加,因此越来越多的临床医师尝试经自然通道治疗复杂性肾结石^[2-3]。在近期的 1 项关于 FURL 治疗直径为 2~3 cm 肾结石的荟萃分析中,平均 1.4 次 FURL 手术最终可以获得 89.4% 的 SFR[®]。与经皮肾镜相比,经尿道软性输尿管镜治疗肾结石具有肾实质损伤小、出血少、术后恢复快等优势,但并非所有的肾结石患者都能够从 FURL 术中获益,术后 SFR 受到结石负荷、硬度、位置、数量及肾内结构等多种因素影响^[8-9]。考虑到软性输尿管镜自身的脆弱性及 FURL 术中需要其他辅助设备(UAS、激光光纤、套石网篮等),FURL 的总体治疗成本较高^[3],因此在术前对肾结石的复杂程度量化评估,并且对 FURL 的 SFR 结果准确预测,有助于患者选择最佳的治疗方式,对实现治疗获益的最大化具有重要意义。

本研究团队前期建立的改良 S.T.O.N.E. 评分系统,可用于预测 FURL 的结石清除率,内部验证显示其具有较好的区分度及一致性^[9]。然而,这种通过数据拟合建立的数学预测模型,在构建过程中会尽量充分地整合患者临床资料所包含的信息,有可能造成预测模型的过度拟合,即模型拟合度高于临床数据和描述符合的变化性^[4]。在应用人群或场景改

变的情况下,模型的预测效果可能会发生明显变化,模型预测准确性可能明显降低,在此情况下若根据预测模型作出临床决策,可能会对患者结局产生不良影响。因此,应用建模以外的样本数据对预测模型的准确性进行评估,是模型推广应用前的必要环节。

本中心前期构建改良 S.T.O.N.E.肾结石评分系统之初,为避免预测模型在建模数据中出现过度拟合,课题组同期前瞻性建立了结石病例数据库,积累微创治疗上尿路结石患者的临床资料,以备采集样本数据对预测模型进行外部验证。本研究 FURL 术后一期 SFR 为 76.8%,结果显示改良 S.T.O.N.E.评分与 SFR 显著相关,评分越高,SFR 越低,9 分以上病例的高分组 SFR 仅为 24.0% (6/25),其中 11、12 分病例一期 FURL 术后均有结石残留。本研究中,外部验证模型性能的检验主要考察了改良 S.T.O.N.E.评分作为预测模型的区分度和校准度。区分度是指模型正确区分阳性结局病例和阴性结局病例的能力,即模型预测事件结果的准确度,用 ROC 曲线的 AUC 表示,AUC>0.75 显示区分度较好,AUC<0.6 则认为区分度较差。本组研究显示改良 S.T.O.N.E.评分对术后结石清除状态预测的区分度较高,ROC 曲线的 AUC=0.778 (95%CI=0.723~0.834),与初始研究数据中 ROC 曲线的 AUC 相近,相比于建模人群内部验证的 AUC 仅下降 0.024^[5]。校准度是指模型预测的结局发生率与实际观测发生率的一致程度,采用 Hosmer-Lemeshow 拟合优度检验表示, $P>0.1$ 表示拟合度良好。本研究 Hosmer-Lemeshow 拟合优度检验 $P=0.844$,表明改良 S.T.O.N.E.评分作为 FURL 术后 SFR 的预测模型校准度良好。

本研究中的单变量分析表明,在改良 S.T.O.N.E.肾结石评分系统的 5 个变量中,结石负荷是预测术后结石清除状态最重要的指标,logistic 回归模型分析显示结石负荷与术后 SFR 显著相关,其预测 ROC 曲线的 AUC=0.718 (95%CI=0.651~0.784),最接近 S.T.O.N.E.总分。结石负荷是影响 FURL 术后 SFR 的重要参数,Hori S 等^[10]研究设计的 T.O.HO.肾结石评分系统中,结石直径大小是对 FURL 术后结果影响最大的预后因素,直径>3 cm 的结石患者治疗成功

率低于 30%。但由于结石直径并不能反映结石的宽度和厚度,与结石体积相比,单纯评估结石直径对手术结果的预测会有一定局限性。Ito H 等^[11]在评估肾结石负荷的研究中指出,结石体积随着结石直径的增加呈指数增加,结石直径能够准确预测直径<2 cm 的结石体积,但对于直径>2 cm 的结石,有必要测量其他径线预测结石体积。随着技术的发展和经验的增加,FURL 已应用于体积较大肾结石的治疗,改良 S.T.O.N.E.评分中结石负荷采用结石近似表面积表示,能够更加符合结石的实际体积,对 FURL 术后 SFR 具有良好的预测效果。

在单变量分析中外部验证与初始内部验证结果亦存在一定差异。本组结石位置与术后 SFR 显著相关,ROC 曲线的 AUC=0.569,较建模人群内部验证的 AUC 下降 0.207^[5]。既往文献中,结石位置多被认为是 FURL 术后结石清除状态的影响因素,尤其是肾下盏结石与 FURL 治疗失败显著相关^[1-3],但结石所在肾盏的 IPA 影响结石排出的临界值尚存一定争议^[12]。Inoue T 等^[13]通过多变量相关分析,认为 IPA<30° 是 FURL 治疗直径>15 mm 肾下盏结石唯一的负面影响因素。Karim SS 等^[14]对既往 FURL 治疗肾下盏结石的文献进行系统回顾分析,结石清除组 IPA (38°~50°) 与结石残留组 IPA (26°~38°) 存在显著差异,推荐 IPA<30° 作为预测术后结石 SFR 的临界值。改良 S.T.O.N.E.评分采用 IPA<30° 作为临界值评价结石位置,结果仍可能受到肾盏其他形态特征 (如肾盏漏斗部长度) 影响^[6],尚待进一步研究验证。此外,本组结石密度在 logistic 回归分析中显示与术后 SFR 的相关性有统计学意义,其 ROC 曲线的 AUC=0.594 ($P=0.006$),该结果均优于初始内部验证。结石在 CT 影像学中的密度与结石成分密切相关,对 FURL 手术结果产生重要影响^[12,15]。Polat S 等^[16]研究认为,结石密度每增加 100 HU, FURL 后结石残留的相对风险度增加至 1.1 倍。考虑到初始内部验证数据中结石平均密度为 (965.8 ± 384.2) HU,而在本组结石平均密度为 (1 090.4 ± 240.0) HU,高密度结石病例的比率有所增加,在样本群中可以产生更为优化的数据层级,因此在外部验证中结石密度与 FURL 术后结石清除结果的相关性更为显著。

综上所述,对改良 S.T.O.N.E.肾结石评分系统进行独立外部验证,在区分度和校准度方面均获得满意结果,证实该评分系统模型对 FURL 术后结石清除状态具有良好预测能力,通过对肾结石患者术前影像学参数的量化评估,可以实现对手术结果的个体化预测,而且具有客观性强、简便实用的特点,便于临床推广。但采用单中心回顾性资料收集可能存在选择性偏倚,在后续的研究中应开展多中心合作的前瞻性外部验证研究,对该模型进行重新校准或更新,进一步提高该预测模型的普适性和应用价值。

参 考 文 献

- [1] 杨磊,蒋立,唐伟,等.一期输尿管软镜手术治疗上尿路结石的回顾性研究[J].重庆医科大学学报,2018,43(4):546-548.
Yang L, Jiang L, Tang W, et al. Flexible ureteroscopy lithotripsy without preoperative stent placement: a retrospective study[J]. J Chongqing Med Univ, 2018, 43(4): 546-548.
- [2] 高让,廖邦华,陈云天,等.输尿管软镜钬激光碎石取石术治疗大于 2 cm 上尿路结石的疗效及安全性分析[J].重庆医科大学学报,2018,43(4):527-531.
Gao R, Liao BH, Chen YT, et al. Efficacy and safety of flexible ureteroscopy retrograde surgery for urinary stones over 2 cm[J]. J Chongqing Med Univ, 2018, 43(4): 527-531.
- [3] Richard F, Marguin J, Frontczak A, et al. Evaluation and comparison of scoring systems for predicting stone-free status after flexible ureteroscopy for renal and ureteral stones[J]. PLoS One, 2020, 15(8): e0237068.
- [4] Collins GS, Reitsma JB, Altman DG, et al. Transparent reporting of a multivariable prediction model for individual prognosis or diagnosis (TRIPOD): the TRIPOD statement[J]. BMJ, 2015, 350: g7594.
- [5] 刘余庆,郝一昌,刘可,等.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[J].重庆医科大学学报,2018,43(4):516-522.
Liu YQ, Hao YC, Liu K, et al. Evaluation of modified S.T.O.N.E. nephrolithometry scoring system for predicting the one-phase stone-free rate of flexible ureteroscopic lithotripsy[J]. J Chongqing Med Univ, 2018, 43(4): 516-522.
- [6] 罗生军,胡豪,胡代星,等. S.T.O.N.E.评分系统预测输尿管软镜术后结石清除率的临床应用价值[J].中华泌尿外科杂志,2018,39(9):661-666.
Luo SJ, Hu H, Hu DX, et al. Evaluation the clinical value of S.O.L.V.E. nephrolithometry scoring system for predicting the stone-free rate of flexible ureteroscopy[J]. Chin J Urol, 2018, 39(9): 661-666.
- [7] Okhunov Z, Friedlander JI, George AK, et al. S.T.O.N.E. nephrolithometry: novel surgical classification system for kidney calculi[J]. Urology, 2013, 81(6): 1154-1159.
- [8] Zewu ZW, Cui Y, Feng Z, et al. Comparison of retrograde flexible ureteroscopy and percutaneous nephrolithotomy in treating intermediate size renal stones (2-3 cm): a meta-analysis and systematic review[J]. Int Braz J Urol, 2019, 45(1): 10-22.
- [9] Huang JS, Xie J, Huang XJ, et al. Flexible ureteroscopy and laser lithotripsy for renal stones 2 cm or greater: a single institutional experience[J]. Medicine, 2020, 99(43): e22704.
- [10] Hori S, Otsuki H, Fujio K, et al. Novel prediction scoring system for simple assessment of stone-free status after flexible ureteroscopy lithotripsy: T. O. HO. score[J]. Int J Urol, 2020, 27(9): 742-747.
- [11] Ito H, Kawahara T, Terao H, et al. Utility and limitation of cumulative stone diameter in predicting urinary stone burden at flexible ureteroscopy with holmium laser lithotripsy: a single-center experience[J]. PLoS One, 2013, 8(6): e65060.
- [12] Gucuk A, Yilmaz B, Gucuk S, et al. Are stone density and location useful parameters that can determine the endourological surgical technique for kidney stones that are smaller than 2 cm? A prospective randomized controlled trial[J]. Urol J, 2019, 16(3): 236-241.
- [13] Inoue T, Murota T, Okada S, et al. Influence of pelvicalyceal anatomy on stone clearance after flexible ureteroscopy and holmium laser lithotripsy for large renal stones[J]. J Endourol, 2015, 29(9): 998-1005.
- [14] Karim SS, Hanna, Geraghty R, et al. Role of pelvicalyceal anatomy in the outcomes of retrograde intrarenal surgery (RIRS) for lower pole stones: outcomes with a systematic review of literature[J]. Urolithiasis, 2020, 48(3): 263-270.
- [15] Celik S, Sefik E, Basmacı I, et al. A novel method for prediction of stone composition: the average and difference of Hounsfield units and their cut-off values[J]. Int Urol Nephrol, 2018, 50(8): 1397-1405.
- [16] Polat S, Danacioglu YO, Soytaş M, et al. External validation of the T.O.HO. score and derivation of the modified T.O.HO. score for predicting stone-free status after flexible ureteroscopy in ureteral and renal stones[J]. Int J Clin Pract, 2021, 75(10): e14653.

(责任编辑:冉明会)