

·临床研究·

CT值联合炎症指标对肾输尿管结石术后尿源性脓毒血症的预测效能

魏智争*, 孟仲龙, 李建涛

(江苏省无锡市惠山区第三人民医院 泌尿外科, 江苏 无锡 214000)

摘要: **目的** 探讨CT值联合炎症指标在肾输尿管结石术后引发尿源性脓毒血症中的预测作用。**方法** 选取2020年1月至2023年1月在江苏省无锡市惠山区第三人民医院接受经输尿管镜取石术的700例肾输尿管结石患者作为研究对象, 根据患者术后是否出现尿源性脓毒血症被分为尿源性脓毒血症组 ($n=53$) 与非尿源性脓毒血症组 ($n=647$)。收集患者的一般资料和术前结石CT影像CT值, 术后2 h内检测白细胞计数 (white blood cell count, WBC)、降钙素原 (procalcitonin, PCT)、白细胞介素-6 (interleukin-6, IL-6)、白蛋白 (albumin, ALB)、C反应蛋白 (C-reactive protein, CRP)、血小板计数 (platelet count, PLT)、凝血酶原时间 (prothrombin time, PT)、活化部分凝血活酶时间 (activated partial thromboplastin time, APTT)、体温、血压。采用logistic回归分析法分析肾和输尿管结石术后发生尿源性脓毒血症的独立预后指标, 并通过受试者工作特征 (receiver operating characteristic, ROC) 曲线评估CT值、PCT、CRP及三者联合预测对尿源性脓毒血症预测的效能。**结果** 两组性别、年龄、结石大小、手术时间、高血压等一般资料比较, 差异无统计学意义 ($P>0.05$); 单因素分析结果显示, 尿源性脓毒血症组CT值、WBC、PCT、CRP指标均高于非尿源性脓毒血症组, 差异有统计学意义 ($P<0.05$); IL-6、ALB、PT、APTT、合并高血压例数比较, 差异无统计学意义 ($P>0.05$); 多因素logistic回归分析结果显示, 肾输尿管结石术后并发尿源性脓毒血症的独立危险因素为CT值、PCT、CRP、血小板计数及体温; ROC曲线分析显示, CT值、PCT、CRP及其联合预测肾输尿管结石术后尿源性脓毒血症的曲线下面积分别为0.793、0.781、0.815和0.946, 以CT值、PCT和CRP的联合预测效能最高 (灵敏度为88.7%, 特异度为90.4%)。**结论** CT值联合炎症指标对肾输尿管结石术后的尿源性脓毒血症早期预测具有重要参考价值。

关键词: CT值; 肾输尿管结石; 尿脓毒血症; 预测指标

中图分类号: R446.11

文献标识码: A

文章编号: 1674-7410(2024)01-0039-05

DOI: 10.20020/j.CNKI.1674-7410.2024.01.09

Predictive efficacy of CT values combined with inflammatory indicators for urosepsis following kidney stone surgery

Wei Zhizheng, Meng Zhonglong, Li Jiantao

Department of Urology, The Third People's Hospital of Huishan District, Wuxi, Jiangsu 214000, China

Corresponding author: Wei Zhizheng, E-mail: 13921282307@163.com

Abstract: Objective To explore the predictive value of CT values combined with inflammatory indicators for urosepsis after kidney stone surgery. **Methods** A total of 700 patients with renal ureteral stones who underwent percutaneous nephrolithotomy in the Third People's Hospital of Huishan District, Wuxi City, Jiangsu Province from January 2020 to January 2023 were selected. Based on the occurrence of postoperative urosepsis, patients were divided into urosepsis group (53 cases) and non-urosepsis group (647 cases). General data and preoperative stone CT values of the patients were collected. Within 2 hours post-surgery, the white blood cell count (WBC), procalcitonin (PCT), interleukin-6 (IL-6), albumin (ALB), C-reactive protein (CRP), platelet count (PLT), prothrombin time (PT), activated partial thromboplastin time (APTT), body temperature, and blood pressure were tested. A logistic regression model was

used to analyze the independent predictive factors of urosepsis after renal ureteral lithotripsy, and the receiver operating characteristic (ROC) curve was used to evaluate the prediction efficacy of CT values, PCT, CRP, and their combined prediction for urosepsis. **Results** There were no significant differences in gender, age, stone size, operation time, hypertension and other general data between the two groups ($P>0.05$). Univariate variance analysis showed statistically significant differences between the two groups in CT values, WBC, PCT, CRP, PLT, and body temperature ($P<0.05$), with higher values of CT, WBC, PCT, and CRP in the urosepsis group. There were no statistically significant differences in IL-6, ALB, PT, APTT, and the number of combined hypertension cases ($P>0.05$). Multivariate logistic regression analysis revealed that CT values, PCT, CRP, platelet count, and body temperature were independent risk factors for urosepsis after renal ureteral lithotripsy. The ROC curve analysis showed that the areas under the curve for CT values, PCT, CRP, and their combined prediction were 0.793, 0.781, 0.815, and 0.946, respectively. The combined predictive efficacy of CT values, PCT, and CRP was the highest (sensitivity: 88.7%, specificity: 90.4%). **Conclusion** The combined prediction of CT values and inflammatory indicators has significant reference value for early prediction of urosepsis after kidney stone surgery.

Keywords: CT values; Renal and ureteral stones; Urosepsis; Predictive indicators

尿源性脓毒血症是一种严重的全身炎症反应综合征, 起因是由尿路感染引起的脓毒血症, 其病情变化迅速, 临床表现复杂, 如果处理不当, 可能危及生命^[1-3]。尤其在肾输尿管结石手术治疗后, 由于手术操作和身体创伤等因素, 患者可能更易出现尿源性脓毒血症并发症。因此, 对于这一严重疾病的预测和早期识别至关重要^[4]。尽管当前已有各种关于其预测因素的研究, 但如何有效、准确地预测肾输尿管结石手术后尿源性脓毒血症仍存在一定挑战。

近年来, 术前结石CT影像CT值和炎症指标, 在诸多疾病的诊断和预测中起到重要作用。如白细胞计数 (white blood cell count, WBC)、降钙素原 (procalcitonin, PCT)、白细胞介素-6 (interleukin-6, IL-6)、白蛋白 (albumin, ALB)、C反应蛋白 (C-reactive protein, CRP) 等^[5-6]。然而, 其在预测肾输尿管结石术后尿源性脓毒血症中的应用价值尚待进一步探讨。基于此, 本研究通过比较尿源性脓毒血症组和非尿源性脓毒血症组的CT值、PCT和CRP等指标, 探讨其在预测肾输尿管结石术后尿源性脓毒血症中的效能, 旨在为该疾病临床治疗提供依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2020年1月至2023年1月在江苏省无锡市惠山区第三人民医院接受经输尿管镜取石术的700例肾输尿管结石患者作为研究对象。纳入标准: ①肾输尿管结石; ②对研究目的和内容理解清楚, 并自愿签署知情同意书; ③有完整的临床数据和实验室指标; ④无其他泌尿系统疾病。排除标

准: ①孕妇及未年满18周岁; ②严重心、肝、肾脏器疾病或其他影响研究结果的临床疾病; ③对抗生素或其他抗感染药物过敏; ④精神疾病或认知障碍, 无法理解研究内容和目的; ⑤过去3个月内接受过其他相关研究。本研究经江苏省无锡市惠山区第三人民医院医学伦理委员会批准通过 (批准号: 2022203)。

1.2 资料收集 ①术前, 通过CT影像收集、检测患者结石CT值。②术后2 h内, 检测患者体温、血压、心率、呼吸频率, 并采集血液、尿液样本进行检测。使用血气分析仪分析动脉血二氧化碳分压是否低于32 mmHg (1 mmHg=0.133 kPa)。采集尿液样本后, 实验室通过标准微生物培养技术进行细菌培养, 检测患者尿液中的WBC。同时, 通过相同方法对患者血液样本进行培养, 检测血液中的PCT、IL-6、ALB、CRP、血小板计数 (platelet count, PLT)、凝血酶原时间 (prothrombin time, PT)、活化部分凝血活酶时间 (activated partial thromboplastin time, APTT)。阳性培养结果代表存在细菌感染, 这些结果被用来进一步评估其与尿源性脓毒血症阳性诊断的一致性。

1.3 观察指标 ①CT值: 采用多层螺旋CT扫描仪 (飞利浦, Brilliance 16) 进行扫描, 扫描参数设置为层厚为2.5 mm, 层间隔为2 mm。扫描范围从膈顶至耻骨联合下缘。选择横断面上最大的结石部分作为感兴趣区域 (region of interest, ROI), 采用扫描仪内置软件工具对ROI进行测量, 得到结石平均CT值, 单位为Hounsfield (HU)。②炎症指标: 检

测WBC、PCT、IL-6、ALB、CRP,共5项炎症指标。WBC检测方法为采集血液样本后放入含有抗凝剂的试管中,并通过自动化血液分析仪(sysmex corporation, XT-2000i)进行检测^[7];PCT、IL-6检测方法为采集血液样本后,采用酶联免疫吸附试验法或化学发光免疫分析进行检测^[8];ALB、CRP通过生化分析仪(Siemens, ADVIA 2400)检测。③PT检测方法为:将血液样本放入含抗凝剂的试管中,离心后取血浆,并预热至37℃,随后加入凝血酶原试剂,测量血浆从液态转为凝固态所需的时间;APTT检测方法为:将取得的血浆预先与部分凝血活酶及磷脂试剂混合,再加入钙离子启动凝血,记录液态转为凝固态所需时间。

1.4 诊断标准 ①尿脓毒血症诊断依据是患者出现尿路感染表现,如肾部疼痛、频繁排尿、急迫排尿或发烧等临床症状,并同时出现全身性炎症反应综合征(systemic inflammatory response syndrome, SIRS)的症状^[9-10]。②SIRS确诊需满足以下两项或以上条件:体温>38℃或<36℃;心跳速率>90次/min;呼吸频率>20次/min或动脉血二氧化碳分压<32 mmHg;白细胞计数>12×10⁹/L或<4×10⁹/L,或未成熟白细胞比例超过10%。一旦患者出现尿路感染迹象,并符合SIRS诊断条件,即可确诊为尿源性脓毒血症。

1.5 统计学处理 采用SPSS 21.0软件对数据进行

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,组间比较采用t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;采用单因素分析筛选风险因素,再采用多元logistic回归确定独立风险因素。采用受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线评估CT值、PCT和CRP联合预测术后尿源性脓毒血症的效果。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组基线资料比较 两组性别、年龄、结石大小、手术时间、高血压等基线资料比较,差异无统计学意义($P > 0.05$),具有可比性。见表1。

2.2 肾输尿管结石术后发生尿源性脓毒血症的单因素分析 CT值、WBC、PCT、CRP、PLT及体温等指标比较,差异有统计学意义($P < 0.05$),尿源性脓毒血症组CT值、WBC、PCT、CRP指标均高于非尿源性脓毒血症组;IL-6、ALB、PT、APTT、合并高血压例数比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。见表2。

2.3 肾输尿管结石患者术后并发尿源性脓毒血症的多元logistic回归分析 以术后肾输尿管结石患者是否发生尿源性脓毒血症为因变量(发生=1,未发生=0),将单因素分析中差异有统计学意义的因素作为自

表1 两组基线资料比较

组别	例数	性别[例(%)]		年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	结石大小 (mm, $\bar{x} \pm s$)	手术时间 (min, $\bar{x} \pm s$)	高血压 [例(%)]
		男	女				
尿源性脓毒血症组	53	40(75.47)	13(24.53)	47.24±4.67	13.45±3.78	37.68±6.98	25(47.17)
非尿源性脓毒血症组	647	468(72.33)	179(27.67)	46.98±5.68	13.12±3.66	36.34±5.64	276(42.66)
χ^2/t 值		0.242		0.324	0.630	1.631	0.407
P值		0.623		0.746	0.529	0.103	0.524

表2 肾输尿管结石术后发生尿源性脓毒血症的单因素分析

组别	例数	CT值 (HU, $\bar{x} \pm s$)	白细胞计数 (×10 ⁹ /L, $\bar{x} \pm s$)	降钙素原 (ng/ml, $\bar{x} \pm s$)	白细胞介素-6 (ng/L, $\bar{x} \pm s$)	白蛋白 (g/L, $\bar{x} \pm s$)
尿源性脓毒血症组	53	601.46±85.41	13.65±3.25	4.02±1.23	1.46±0.67	23.57±3.25
非尿源性脓毒血症组	647	532.57±71.47	12.46±1.68	2.79±0.93	1.44±0.32	23.65±3.76
t/ χ^2 值		6.641	4.518	9.009	0.391	0.150
P值		<0.001	<0.001	<0.001	0.696	0.880

组别	C反应蛋白 (mg/L, $\bar{x} \pm s$)	血小板计数[例(%)]		凝血酶原 时间 (s, $\bar{x} \pm s$)	活化部分凝血 活酶时间 (s, $\bar{x} \pm s$)	体温[例(%)]		合并高血压[例(%)]	
		≤50×10 ⁹ /L	>50×10 ⁹ /L			≤37℃	>37℃	是	否
尿源性脓毒血症组	53.45±13.75	15(28.30)	38(71.70)	12.43±3.45	30.38±2.35	20(37.74)	33(62.26)	13(24.53)	40(75.47)
非尿源性脓毒血症组	38.32±8.32	80(12.36)	567(87.64)	12.29±3.01	30.19±2.20	128(19.78)	519(80.22)	95(14.68)	552(85.32)
t/ χ^2 值	11.979	10.608		0.322	0.601	9.469		3.639	
P值	<0.001	0.001		0.748	0.548	0.002		0.056	

变量纳入多元logistic回归模型, 赋值情况见表3。肾输尿管结石术后并发尿源性脓毒血症的独立危险因素为CT值、PCT、CRP、血小板计数及体温。见表4。

表3 多元logistic回归分析赋值表

变量	赋值
CT值	原值输入
白细胞计数	原值输入
降钙素原	原值输入
C反应蛋白	原值输入
血小板计数	$\leq 50 \times 10^9/L=1; > 50 \times 10^9/L=0$
体温	$\leq 37\text{ }^\circ\text{C}=1; > 37\text{ }^\circ\text{C}=0$

2.4 CT值联合PCT、CRP预测的ROC曲线 CT值、PCT、CRP及三者联合预测肾输尿管结石术后继发尿源性脓毒血症的曲线下面积分别为0.793、0.781、0.815和0.946, 以CT值联合PCT、CRP的预测效能最高。见表5、图1。

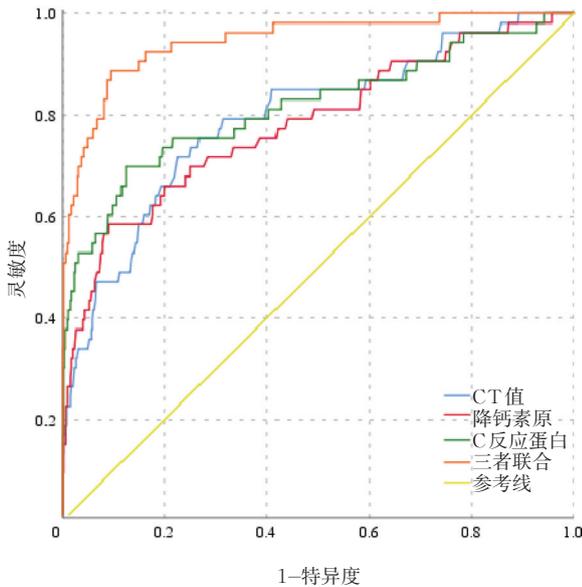


图1 CT值、降钙素原、C-反应蛋白、三者联合预测肾输尿管结石术后并发尿源性脓毒血症的ROC曲线
注: ROC为受试者工作特征曲线。

3 讨论

尿源性脓毒血症是一种普遍且严重的并发症,

是由细菌感染引起的全身性疾病^[11]。尽管病原微生物常源自尿道, 但其影响远超尿路系统, 可以涉及全身各系统并带来重大健康风险, 如败血症和休克。更为严重的是, 尿源性脓毒血症起病隐蔽, 进展迅猛, 如未在早期得到诊断和治疗, 患者病死率极高^[12]。故对于肾输尿管结石患者, 术后及时预测和识别尿源性脓毒血症对于提升患者预后和治疗效果极为关键。

CT值作为一种客观、无创的测量手段, 已经被广泛地应用于诊断肾输尿管结石和评估其治疗效果^[13]。在此基础上, PCT、CRP等炎症指标由于其对感染和炎症反应的灵敏度, 也被认为是评估患者病情的重要参考因素。然而, 尽管这些指标在临床上各自有其重要的应用价值, 但在预测肾输尿管结石术后尿源性脓毒血症中的应用还需更加深入地研究。故本研究通过收集和分析肾输尿管结石患者术后CT值和炎症指标数据, 探讨其在预测肾输尿管结石术后尿源性脓毒血症中的价值。

本研究通过单因素回归分析探讨肾输尿管结石术后尿源性脓毒血症的发生, 发现两组CT值、WBC、PCT、CRP、PLT、体温等指标比较, 差异均有统计学意义, 说明CT值、PCT、WBC、CRP、PLT、体温这几种指标与肾输尿管结石术后尿源性脓毒血症的发生具有较高的相关性, 这与相关研究结果相吻合^[14]。其中, PCT是一个关键的炎症标志物, 在细菌、真菌或寄生虫的感染及手术后可能迅速上升, 常用于早期检测细菌感染和脓毒血症。WBC感染往往在临床表现如发热、寒颤和呼吸加快等症状显现前变动。有研究表明, WBC在判定尿源性脓毒血症时的特异度和精确度有限。故单一的预测指标可能存在局限性。分析其原因可能为, 尿源性脓毒血症的发病机制涉及多种因素, 单一生物标志物很难全面反映其复杂的病理、生理过程^[15]。此外, 低体温和血小板降低也与肾输尿管结石术后尿源性脓毒血症的发生有关, 归因于这两个指标反映了患者的身体状态和免疫反应的能力, 当这两项指标异常时, 可能意味

表4 术后肾输尿管结石患者并发尿源性脓毒血症的多元logistic回归分析

变量	β 值	SE	Wald χ^2 值	P值	OR值	95%CI
CT值	0.020	0.004	29.994	<0.001	1.020	1.013~1.028
白细胞计数	0.179	0.101	3.131	0.077	1.196	0.985~1.469
降钙素原	1.249	0.244	26.280	<0.001	3.489	2.218~5.799
C反应蛋白	0.165	0.025	44.165	<0.001	1.179	1.127~1.243
血小板计数	1.355	0.575	5.550	0.018	3.876	1.224~11.911
体温	1.203	0.466	6.655	0.010	3.331	1.335~8.440

表5 CT值、降钙素原、C-反应蛋白及三者联合对肾输尿管
结石术后继发尿源性脓毒血症的预测价值

项目	最佳 截断值	曲线下 面积	P值	约登 指数	灵敏度 (%)	特异度 (%)
CT值	586.50	0.793	<0.001	0.491	71.7	77.4
降钙素原	3.81	0.781	<0.001	0.461	58.5	87.9
C反应蛋白	48.12	0.815	<0.001	0.574	69.8	87.6
三者联合		0.946	<0.001	0.791	88.7	90.4

着患者的机体对病原体的抵抗能力减弱,从而增加了尿源性脓毒血症的风险。

本研究多元logistic回归分析结果显示,CT值、PCT和CRP各自独立地预示着尿源性脓毒血症的风险。ROC曲线结果显示,以CT值、PCT和CRP的联合预测效能最高。这进一步验证了本研究的多因素分析结果,即联合使用CT值、PCT和CRP可以更准确地预测尿源性脓毒血症的风险。赵贵成等^[16]的研究也证实了这一结果,表明CT值和PCT、CRP的联合应用可以更好地预测尿源性脓毒血症的发生。

综上所述,结合CT值和炎症标志物对肾输尿管结石手术后尿源性脓毒血症的预测具有显著的临床重要性,其诊断效能优于任何单一指标检测。但本研究的局限性在于样本量较小,未来尚需更多样本的研究进行进一步验证,同时也需要进一步研究这些预测指标与尿源性脓毒血症的发生之间的具体机制。

参考文献:

- [1] 郭训伟,邱光槐,吴雯,等.多种炎症指标对上尿路结石术后尿源性脓毒血症的预警研究及治疗对策[J].当代医学,2019,25(23):22-24.
- [2] 许荣珠,黄建英,乐银红.经皮肾镜手术患者术后并发尿脓毒血症的危险因素[J].护理实践与研究,2022,19(9):1296-1298.
- [3] 张伟君,张春雷,常德辉,等.联合检测C-反应蛋白和降钙素原在经皮肾镜取石术后并发尿源性脓毒血症早期诊断中的价值[J].兰州大学学报(医学版),2022,48(6):69-72.
- [4] 李莎,胡明亮,王丽.血清LncRNA NEAT1对脓毒血症并发急性肾损伤的预测价值[J].中国血液净化,2023,22(1):7-10.
- [5] 贺晓雯,徐玉祥,张九芝,等.血sCD14-ST联合尿NGAL对早期诊断脓毒血症并发AKI患者的临床价值[J].河北医学,2019,25(11):1765-1769.
- [6] 胡明,石明,徐勋,等.输尿管结石进展为尿脓毒血症预测模型的优化与可视化呈现[J].实用医学杂志,2018,34(24):4137-4140.
- [7] 胡明,杨云杰,赵振华,等.预测输尿管结石进展为尿脓毒血症的列线图模型的外部验证[J].天津医药,2019,47(9):975-978.
- [8] 蔡高平,杨成,杨旭凯,等.经皮肾镜碎石术后尿脓毒血症发生的独立危险因素预测模型研究[J].微创泌尿外科杂志,2020,9(5):330-336.
- [9] 孙卫兵,蒋思雄.《中国泌尿外科疾病诊断和治疗指南》点评—前列腺增生症的诊断[J].医学与哲学,2007,28(8):54-55.
- [10] 顾朝辉,于顺利,周乃春,等.肝素结合蛋白对上尿路结石患者腔内碎石术后早期尿脓毒血症诊断价值的研究[J].中华泌尿外科杂志,2019,40(4):290-293.
- [11] 谈吉超,石阳,王彦觉,等.mPCNL术后尿源性脓毒血症危险因素分析及基于诺模图的预测模型建立[J].中国实验诊断学,2023,27(2):210-214.
- [12] 谈蒙,卢子文,李卫林.H2S、HBP、sTREM-1在尿源性脓毒血症中的表达及诊断价值分析[J].浙江临床医学,2022,24(12):1795-1797.
- [13] 杨海涛,谭敦群,贺德华,等.经皮肾镜取石术后脓毒血症发生情况及髓样细胞可溶性触发受体-1、超敏C反应蛋白、中性粒细胞与淋巴细胞比值联合检测的预测价值[J].临床外科杂志,2021,29(6):565-568.
- [14] 廖静,伍家利,滕湘楠,等.C反应蛋白和降钙素原对血液肿瘤患者合并脓毒血症感染早期诊断的价值[J].国际流行病学传染病学杂志,2022,49(6):403-407.
- [15] 黄志扬,吴文峰,蔡经爽,等.血清降钙素原和超敏C-反应蛋白对泌尿外科术后尿路感染致脓毒血症的诊断[J].中华医院感染学杂志,2018,28(15):2326-2329.
- [16] 赵贵成,储永波,叶盟,等.上尿路结石致尿脓毒血症的早期预警因素分析[J].医学研究杂志,2020,49(12):113-117,157.