

· 临床研究 · doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2024.02.005

网络首发 [https://link.cnki.net/urlid/50.1097.R.20240111.1712.002\(2024-01-12\)](https://link.cnki.net/urlid/50.1097.R.20240111.1712.002(2024-01-12))

经皮肾镜碎石术后并发尿源性脓毒血症的危险因素及预测模型研究*

张大伟¹,蔡高平²,谭扬扬³,李宇翔³,杨成⁴,张斌⁵,杨旭凯^{5△}

(1. 甘肃省中心医院泌尿外科,兰州 730000;2. 陆军第七十三集团军医院泌尿外科,厦门福建 361003;

3. 甘肃中医药大学第一临床医学院,兰州 730051;4. 空军军医大学研究生院,西安 710032;

5. 联勤保障部队第九四〇医院泌尿外科,兰州 730050)

[摘要] **目的** 探讨经皮肾镜碎石术(PCNL)后并发尿源性脓毒血症的危险因素,并构建列线图预测模型。**方法** 回顾性分析 2016 年 10 月至 2021 年 10 月就诊于联勤保障部队第九四〇医院行一期 PCNL 的 291 例患者资料,根据术后是否并发尿源性脓毒血症分为脓毒血症组和非脓毒血症组。纳入一般资料、结石相关资料、手术相关资料及实验室检查的相关数据,通过单因素及多因素 logistic 回归分析方法,筛选独立危险因素,并构建列线图预测模型。**结果** 单因素及多因素回归分析结果显示:年龄 ≥ 60 岁($OR=6.438,95\%CI:1.548\sim 26.769$)、尿白细胞 3^+ ($OR=5.651,95\%CI:1.614\sim 31.766$)、尿亚硝酸盐阳性($OR=7.117,95\%CI:1.190\sim 42.561$)、手术时间 ≥ 90 min($OR=4.626,95\%CI:1.137\sim 18.817$)、灌注量 ≥ 30 L($OR=3.312,95\%CI:1.090\sim 10.061$)为 PCNL 后并发尿源性脓毒血症的独立危险因素($P<0.05$)。所构建的列线图预测模型在建模样本中 C-index 为 0.937,校准 C-index 为 0.914,模型预测效能较好。**结论** 年龄 ≥ 60 岁、尿白细胞 3^+ 、尿亚硝酸盐阳性、手术时间 ≥ 90 min、灌注量 ≥ 30 L 为 PCNL 后并发尿源性脓毒血症的独立危险因素;构建的列线图预测模型对术后尿源性脓毒血症的发生有较好的预测效能。

[关键词] 尿路结石;经皮肾镜碎石术;尿脓毒血症;危险因素;预测模型

[中图法分类号] R691.4 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1671-8348(2024)02-0180-08

Risk factors and predictive model of complicating urosepsis after percutaneous nephrolithotripsy*

ZHANG Dawei¹,CAI Gaoping²,TAN Yangyang³,LI Yuxiang³,
YANG Cheng⁴,ZHANG Bin⁵,YANG Xukai^{5△}

(1. Department of Urologic Surgery, Gansu Provincial Central Hospital, Lanzhou, Gansu 730000,

China; 2. Department of Urologic Surgery, Army 73rd Group Army Hospital, Xiamen, Fujian

361003, China; 3. First Clinical Medical College, Gansu University of Traditional Chinese

Medicine, Lanzhou, Gansu 730051, China; 4. Graduate School, Air Force Military Medical

University, Xi'an, Shaanxi 710032, China; 5. Department of Urologic Surgery, 940

Hospital of Joint Logistics Support Force, Lanzhou, Gansu 730050, China)

[Abstract] **Objective** To explore the risk factors of complicating urogenic sepsis after percutaneous nephrolithotripsy (PCNL) and construct a nomogram prediction model. **Methods** The data of 291 patients with stage 1 PCNL in 940 Hospital of Joint Logistics Support Force from October 2016 to October 2021 were retrospectively analyzed. The patients were divided into the sepsis group and non-sepsis group according to whether complicating urogenic sepsis after operation. The general data, stone-related data, operation-related data and laboratory detection related data were included. The independent risk factors were screened by the univariate and multivariate logistic regression analysis, and the nomogram prediction model was constructed.

Results The results of univariate and multivariate logistic regression analysis showed that age ≥ 60 years old ($OR=6.438,95\%CI:1.548-26.769$), urinary leukocyte 3^+ ($OR=5.651,95\%CI:1.614-31.766$), urinary

* 基金项目:甘肃省自然科学基金项目(21JR11RA008);甘肃省兰州市科技基金项目(2021-RC-106)。△ 通信作者,E-mail: yangxk125

nitrite positive ($OR = 7.117, 95\% CI: 1.190 - 42.561$), operation time ≥ 90 min ($OR = 4.626, 95\% CI: 1.137 - 18.817$) and perfusion volume ≥ 30 L ($OR = 3.312, 95\% CI: 1.090 - 10.061$) were the independent risk factors of postoperative complicating urogenic sepsis. C-index of the constructed nomogram prediction model in the modeling samples was 0.937, the calibrated C-index was 0.914, and the model predictive efficiency was good. **Conclusion** Age ≥ 60 years old, urinary leukocyte 3^+ , urinary nitrite positive, operation time ≥ 90 min and perfusion volume ≥ 30 L are the independent risk factors for complicating urogenic sepsis after PCNL; the constructed nomogram prediction model has a good predictive efficiency for the occurrence of postoperative urogenic sepsis.

[Key words] urinary calculi; percutaneous nephrolithotripsy; urinary sepsis; risk factors; predictive model

泌尿系结石是泌尿外科常见病之一,我国成年人泌尿系结石患病率在 1%~5%,上尿路结石较为多发,发病率呈上升趋势^[1]。结石的形成受社会经济状况、地理环境、饮食等影响,性别、遗传易感性也是其影响因素^[2]。近年来随着微创腔内技术的迅速发展,经皮肾镜碎石术(percutaneous nephrolithotomy, PCNL)已经成为上尿路结石的主要治疗方式之一^[3]。其具有安全、微创、恢复快、清石率高等优点,但术后并发症常有发生,尿源性脓毒血症具有起病急、进展快、病情凶险的特点,给患者造成严重损害,可延长住院时间,增加经济负担^[4-5]。围术期的多种因素均会影响脓毒血症的发生,若不能及时干预可能进展为脓毒性休克,对患者的生命构成威胁^[6-7]。本研究通过回顾性分析 2016 年 10 月至 2021 年 10 月于联勤保障部队第九四〇医院接受 PCNL 患者的临床资料,筛选独立危险因素,并构建预测模型,以帮助临床医师在围术期评估尿源性脓毒血症发生的风险,尽早采取有效措施,降低尿源性脓毒血症的发生率,保障患者手术安全。

1 资料与方法

1.1 一般资料

本研究共纳入上尿路结石患者 291 例,其中男 160 例,女 131 例。平均年龄(53.8 ± 9.7)岁,其中 ≥ 60 岁者 64 例, < 60 岁者 227 例;肾结石 257 例,输尿管结石(第 4 腰椎水平以上)34 例。根据术后是否发生尿源性脓毒血症分为脓毒血症组 24 例,非脓毒血症组 267 例。患者纳入标准:(1)于联勤保障部队第九四〇医院就诊并诊断为上尿路结石患者;(2)严格按照《中国泌尿外科和男科疾病诊断治疗指南》^[8] PCNL 适应证,在医院接受一期手术治疗的患者;(3)术后 12 h 内至少进行 1 次血常规、血生化、降钙素原(procalcitonin, PCT)、C 反应蛋白(C-reactive protein, CRP)检测的患者;(4)一般临床资料完整的患者。排除标准:(1)行二期手术、多通道或双侧结石手术的患者;(2)其他系统合并有感染性疾病的患者;(3)患有其他重大脏器疾病,肿瘤或化疗的患者;(4)

资料不全的患者。尿源性脓毒血症诊断,条件 1:根据实验室检查明确诊断存在泌尿系感染;条件 2:序贯脏器衰竭评分(SOFA 评分) ≥ 2 分,满足以上两个条件即可诊断。或快速序贯器官衰竭评分(qSOFA 评分)(由呼吸 ≥ 22 次/min、意识状态变化、收缩压 ≤ 100 mmHg 3 项组成)符合两项及以上,即 qSOFA 评分 ≥ 2 分也可诊断^[9]。结石负荷按腔内泌尿外科学会临床研究办公室推荐的公式(最大长度 \times 最大宽度 $\times 0.785$)计算^[10]。结石 CT 值及大小通过术前 CT 获取。本研究纳入资料均取得患者知情同意并经医院伦理委员会审核批准(审批号 2020KYLL022)。

1.2 方法

患者全身麻醉,取膀胱截石位,经尿道通过 F8/9.8 输尿管硬镜留置 F5 输尿管导管至患侧肾盂,注入美蓝-盐水溶液,制造出“人工肾积水”便于定位穿刺。改变体位至俯卧位,取患侧腋后线与肩胛线之间 12 肋下或 11 肋至 12 肋间超声引导下穿刺,穿刺完成后置入斑马导丝,分别采用 F12-22 筋膜扩张器依次扩张建立标准通道,留置肾镜鞘,肾镜置入后使用气压弹道/EMS 超声碎石取石,检查肾盂、各肾盏有无明显结石残留,检查完毕后拔出输尿管导管,沿斑马导丝顺行留置 F6.0 双 J 管,退镜并留置固定肾造瘘管。

1.3 收集指标

(1)患者一般资料:性别、年龄、BMI、糖尿病史、术前抗生素使用。(2)结石相关资料:结石大小、负荷、CT 值、位置、肾积水状况;手术相关资料:手术出血量、手术时间(通道建立至放置造瘘管)、术中灌注量。(3)实验室检查相关资料:包括术前的血红蛋白(hemoglobin, Hb)、血清白蛋白(serum albumin, ALB)、血尿素氮、血肌酐、尿白细胞、尿亚硝酸盐、中段尿培养,术后的血 PCT、血 CRP、血 Hb、血 ALB、血白细胞(white blood cells, WBC)、血中性粒细胞百分比(neutrophilto granulocyte, Neu)、血中性粒细胞-淋巴细胞比值(neutrophilto lymphocyte ratio, NLR)。

1.4 统计学处理

采用 SPSS25.0 软件处理数据。计数资料以例数

和百分比表示,比较采用 χ^2 检验。正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,比较采用 t 检验;不符合正态分布的计量资料以 $M(Q_1, Q_3)$ 表示,比较采用 Mann-Whitney U 检验;并发尿源性脓毒血症的危险因素分析采用单因素及多因素 logistic 回归分析。独立危险因素采用 R4.1.0 软件构建预测模型^[11]。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 一般资料结果

291 例行 PCNL 的患者中并发尿源性脓毒血症 24 例,发生率 8.2%,给予抗生素治疗后均病情好转。两组年龄、糖尿病史、结石大小、结石负荷、肾积水、手术时间、术中灌注量、尿白细胞、尿亚硝酸盐情况、中段尿培养情况、术后 NLR、术后 PCT、术后 ALB 比较,差异有统计学意义($P < 0.05$),见表 1。

2.2 多因素 logistic 回归分析结果

将上述单因素分析结果中差异有统计学意义的指标纳入多因素 logistic 回归分析,以 PCNL 后是否发生尿源性脓毒血症作为因变量(否=0,是=1),上述单因素分析差异有统计学意义的指标作为自变量,采用进入法,计数资料以赋值“0”项为参照,以 $\alpha = 0.05$ 为检验水准,赋值见表 2;分析结果显示:年龄 ≥ 60 岁($OR = 6.438, 95\%CI: 1.548 \sim 26.769$)、尿白细胞 3^+ ($OR = 5.651, 95\%CI: 1.614 \sim 31.766$)、尿亚硝酸盐阳性($OR = 7.117, 95\%CI: 1.190 \sim 42.561$)、手术时间 ≥ 90 min($OR = 4.626, 95\%CI: 1.137 \sim 18.817$)、术中灌注量 ≥ 30 L($OR = 3.312, 95\%CI: 1.090 \sim 10.061$)为患者 PCNL 后并发尿源性脓毒血症的独立危险因素($P < 0.05$),见表 3。

表 1 两组患者临床资料分析结果

项目	脓毒血症组($n=24$)	非脓毒血($n=267$)	$t/Z/\chi^2$	P
性别[$n(\%)$]			0.119	0.731
男	14(8.7)	146(91.3)		
女	10(7.6)	121(92.4)		
年龄[$n(\%)$]			5.718	0.017
<60 岁	11(5.6)	186(94.4)		
≥ 60 岁	13(13.8)	81(86.2)		
糖尿病史[$n(\%)$]			10.020	0.020
无	16(6.3)	238(93.7)		
有	8(21.6)	29(78.4)		
术前抗生素使用[$n(\%)$]			5.408	0.200
否	7(6.4)	102(93.6)		
是	17(8.9)	165(91.1)		
BMI($\bar{x} \pm s, \text{kg/m}^2$)	22.55 \pm 2.02	22.67 \pm 1.88	0.189	0.851
结石 CT 值($\bar{x} \pm s, \text{HU}$)	973.45 \pm 109.44	952.65 \pm 111.79	-0.760	0.450
结石大小[$M(Q_1, Q_3), \text{cm}$]	2.40(2.20, 3.20)	2.10(2.00, 2.40)	-2.989	0.003
结石负荷[$n(\%)$]			4.028	0.045
<600 mm^2	8(5.2)	146(94.8)		
$\geq 600 \text{mm}^2$	16(11.7)	121(88.3)		
结石位置[$n(\%)$]			1.132	0.287
肾脏	18(8.1)	204(91.9)		
输尿管上段	6(8.7)	63(91.3)		
肾积水[$n(\%)$]			6.613	0.010
轻度(<3 cm)	11(5.5)	190(94.5)		
中重度(≥ 3 cm)	13(14.4)	77(85.6)		
手术时间[$n(\%)$]			4.012	0.045
<90 min	4(3.9)	99(94.5)		
≥ 90 min	20(10.6)	168(80.0)		

续表 1 两组患者临床资料分析结果

项目	脓毒血症组(n=24)	非脓毒血(n=267)	t/Z/χ ²	P
术中灌注量[n(%)]			6.527	0.011
<30 L	7(4.7)	142(95.3)		
≥30 L	17(11.9)	125(88.1)		
手术出血量($\bar{x} \pm s$, mL)	154.09 ± 22.78	155.39 ± 30.16	0.135	0.893
尿白细胞[n(%)]			14.957	0.001
阴性	6(3.9)	149(96.1)		
+	5(9.1)	50(90.9)		
++	5(9.6)	47(90.4)		
+++	8(27.6)	21(72.4)		
尿亚硝酸盐[n(%)]			11.572	0.010
阴性	10(4.9)	199(95.1)		
阳性	14(17.1)	68(82.9)		
中段尿培养[n(%)]			5.972	0.015
阴性	9(5.1)	168(94.9)		
阳性	15(13.2)	99(86.8)		
术前血液指标				
尿素氮($\bar{x} \pm s$, mmol/L)	5.81 ± 1.66	5.58 ± 1.31	-0.515	0.609
Hb($\bar{x} \pm s$, g/L)	133.47 ± 12.63	133.18 ± 26.24	-0.458	0.656
ALB($\bar{x} \pm s$, g/L)	40.64 ± 2.38	41.70 ± 2.00	1.542	0.128
肌酐[M(Q ₁ , Q ₃), mol/L]	64.0(57.0, 69.0)	71.0(57.0, 79.0)	-0.793	0.428
术后血液指标				
Hb($\bar{x} \pm s$, g/L)	130.92 ± 16.47	125.06 ± 11.73	-1.765	0.082
ALB($\bar{x} \pm s$, g/L)	38.07 ± 1.49	39.29 ± 2.01	2.957	0.004
Neu($\bar{x} \pm s$, %)	82.43 ± 5.31	79.98 ± 4.82	-1.986	0.051
NLR($\bar{x} \pm s$)	8.34 ± 1.68	7.32 ± 1.26	-2.936	0.003
PCT[M(Q ₁ , Q ₃), ng/mL]	3.28(1.70, 4.65)	1.18(0.52, 3.19)	-2.612	0.008
CRP[M(Q ₁ , Q ₃), mg/mL]	9.95(7.45, 11.50)	8.90(5.00, 11.30)	-1.533	0.125
WBC[M(Q ₁ , Q ₃), ×10 ⁹ /L]	9.14(8.57, 9.88)	8.74(7.74, 9.54)	-1.857	0.063

2.3 构建预测模型

使用 R4.1.0 软件构建 PCNL 后并发尿源性脓毒血症列线图预测模型, 见图 1; 使用区分度和符合度评价模型预测效能, 区分度采用 C 指数(concordance index, C-index) 衡量, C-index 范围 0.5~1.0, C-index 越接近 1.0, 预测模型的分辨能力越高(低分辨能力: 0.50~0.70; 中等分辨能力: >0.70~0.90; 高分辨能力: >0.90~1.0), 通过计算 C-index 为 0.937, 95% CI: 0.885~0.988, P<0.001, 既该模型有较高分辨能力, 见图 2; 通过 Bootstrap 法对预测模型进行验证, 校准后 C-index 为 0.914, 预测概率曲线能较好接近实际概率曲线, 列线图预测模型有较好的预测效能, 见图 3。

表 2 各变量赋值

变量名	赋值说明
年龄	<60 岁=0, ≥60 岁=1
糖尿病史	无=0, 有=1
尿白细胞	阴性=0, +=1, ++=2, +++=3
尿亚硝酸盐	阴性=0, 阳性=1
中段尿培养	阴性=0, 阳性=1
肾积水	<3 cm(轻度)=0, ≥3 cm(中重度)=1
结石大小	实际数值
结石负荷	<600 mm ² =0, ≥600 mm ² =1
手术时间	<90 min=0, ≥90 min=1
术中灌注量	<30 L=0, ≥30 L=1
术后 ALB	实际数值
术后 PCT	实际数值
术后 NLR	实际数值

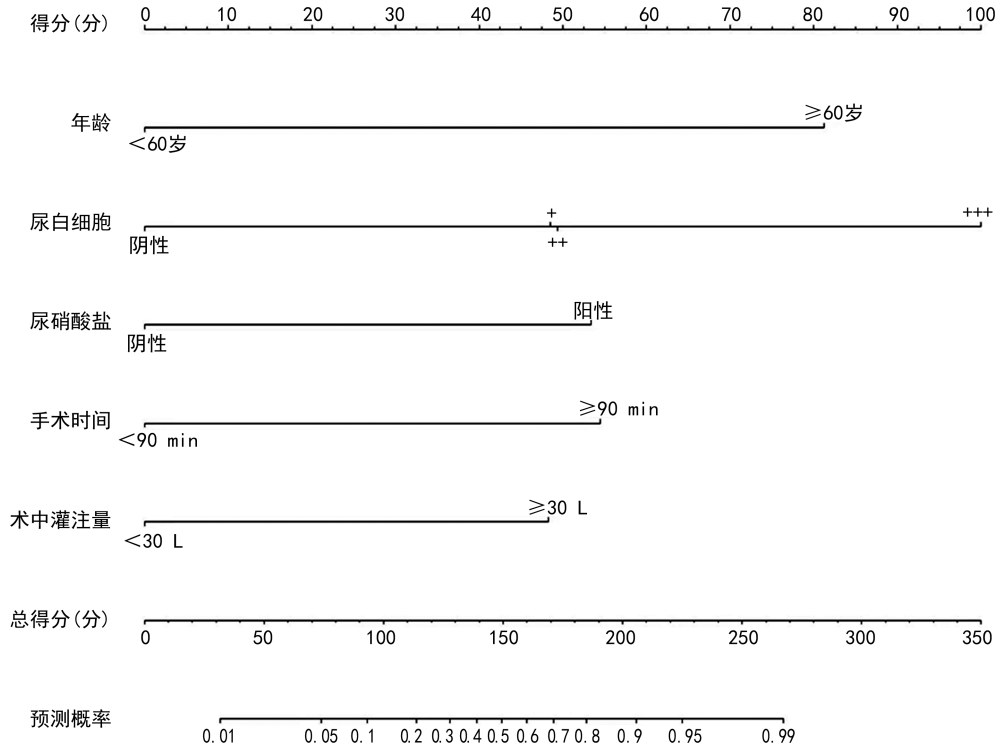


图 1 PCNL 后并发尿源性脓毒血症的列线图预测模型

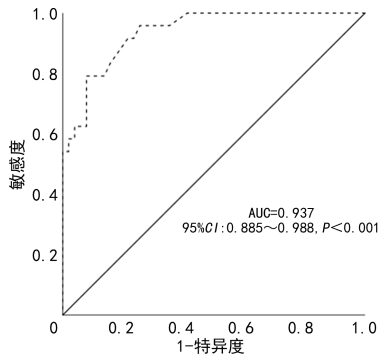


图 2 PCNL 后并发尿源性脓毒血症风险预测模型的 ROC 曲线

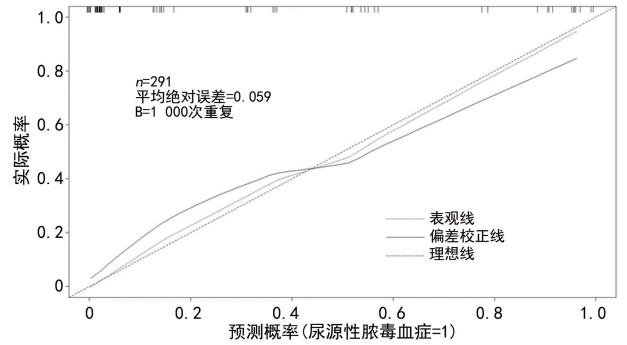


图 3 列线图预测模型校准曲线

表 3 PCNL 后并发尿源性脓毒血症多因素 logistic 回归分析结果

项目	B	SE	Wald	P	OR	95%CI
年龄≥60岁	1.862	0.727	6.561	0.010	6.438	1.548~26.769
有糖尿病史	1.270	0.832	2.328	0.127	3.561	0.697~18.197
尿白细胞						
阴性			7.440	0.059		
1 ⁺	1.877	0.993	3.572	0.059	6.536	0.933~27.788
2 ⁺	1.701	1.189	2.047	0.153	5.481	0.533~29.376
3 ⁺	2.751	1.159	5.631	0.018	5.651	1.614~31.766
尿亚硝酸盐阳性	1.962	0.913	4.625	0.032	7.117	1.190~42.561
中段尿培养阳性	1.149	0.808	2.019	0.155	3.154	0.647~15.383
结石大小(cm)	0.836	0.460	3.298	0.069	2.307	0.936~5.686
结石负荷≥600 mm ²	0.772	0.578	1.784	0.182	2.165	0.697~6.723
肾积水≥3 cm	0.824	0.698	1.393	0.238	2.280	0.580~8.964
手术时间≥90 min	1.532	0.716	4.577	0.032	4.626	1.137~18.817

续表 3 PCNL 术后并发尿源性脓毒血症多因素 logistic 回归分析结果

项目	<i>B</i>	<i>SE</i>	<i>Wald</i>	<i>P</i>	<i>OR</i>	95% <i>CI</i>
术中灌注量 ≥ 30 L	1.198	0.567	4.464	0.035	3.312	1.090~10.061
术后 PCT(ng/mL)	0.520	0.256	4.112	0.053	1.681	1.018~2.778
术后 NLR	0.608	0.304	3.994	0.086	1.837	1.012~3.335
术后 ALB(g/L)	-0.111	0.211	0.278	0.598	0.895	0.591~1.353
常量	-6.239	1.882	10.987	0.001	0.002	

3 讨 论

PCNL 被认为是治疗上尿路结石(>2 cm)的首选治疗方法,术后尿源性脓毒血症的发生率为 0.3%~7.6%^[12],若未尽早干预,可进展为脓毒性休克,死亡率高达 30%~40%^[13]。临床上尽早预防、干预对减少术后尿源性脓毒血症的发生有重要意义。本文回顾性分析一期接受 PCNL 患者的临床资料,其中尿源性脓毒血症发生率 8.2%。随着人年龄的增长,机体肾脏功能逐渐减退,感染发生率增加。部分高龄患者结石发现较晚,且多为复杂性结石,在碎石过程中肾盂黏膜损伤概率高,术后并发尿源性脓毒血症的风险增加^[14]。本研究结果显示年龄 ≥ 60 岁 [$OR=6.438,95\%CI:1.548\sim 26.769,P=0.010$]是 PCNL 后发生尿源性脓毒血症的独立危险因素。有学者认为,糖尿病患者尿路细胞活性下降,病原体在尿路上皮的黏附力增加,高糖的尿液是细菌良好的培养基,故糖尿病患者术后易发生尿源性脓毒血症^[15],本研究与其结论一致。

目前临床上诊断尿路感染的主要依据为中段尿培养和尿常规。中段尿培养阳性患者,因感染可引起尿路黏膜炎症和水肿,手术难度增加、手术时间延长,术后清石率降低,并发感染的风险增高^[16]。LIU 等^[17]研究表明,术前尿亚硝酸盐阳性、尿白细胞阳性是 PCNL 后并发尿源性脓毒血症的独立危险因素。在本研究中,术前尿亚硝酸盐、尿白细胞在有无发生脓毒血症患者间差异有统计学意义($P=0.010,0.001$),多因素回归分析结果表明尿亚硝酸盐阳性、尿白细胞 3^+ 是 PCNL 后并发尿源性脓毒血症的独立危险因素($P=0.032,0.018$)。术前合并尿路感染者,及时给予抗感染治疗,复查尿常规提示尿亚硝酸盐阴性或尿白细胞 <5 个/高倍镜视野时,可行手术治疗;复杂结石(如鹿角型结石)、结石大小 >2 cm 者,术前根据中段尿培养结果使用抗生素预防感染。结石大、负荷重尤其是鹿角型结石常会导致尿路梗阻,腔内压力增加,尿液中细菌大量繁殖,细菌及毒素通过破损的肾盂黏膜入血引起尿源性脓毒血症^[18]。BANSAL 等^[19]认为对结石较大、结石负荷重的患者,分期手术可能会降低术后尿源性脓毒血症的发生率。本文结果显示结石大小、结石负荷、中段尿培养结果和肾积

水是术后尿源性脓毒血症发生的危险因素。因此,对于复杂性结石、感染性结石,术前给予抗菌药物对术后降低尿源性脓毒血症的发生有一定预防作用。

PCNL 时通过向肾盂内灌注等渗液保证手术视野清晰,大量的灌注常会使肾盂内压力增高,当肾盂内压力 >30 mmHg 时,碎石术后发热发生率增加,当肾盂内压力 ≥ 30 mmHg 的持续时间 ≥ 45 s 时,术后发生感染的风险明显增加;且灌注液经过肾盂-小管、肾盂-淋巴管、肾盂-静脉途径反流将细菌及内毒素带入血中,进而发生脓毒血症^[20-21]。申智勇等^[22]回顾性分析研究发现,手术时间为 PCNL 后发生尿源性脓毒血症的影响因素,并且手术时间 >90 min 为 PCNL 后发生尿源性脓毒血症的独立危险因素。本研究显示手术时间 ≥ 90 min、灌注量 ≥ 30 L 是 PCNL 后发生尿源性脓毒血症的独立危险因素($P=0.032,0.035$)。所以在行 PCNL 时应尽可能控制手术时间、减少术中灌注量,不必为追求手术清石率而过度延长手术时间及大量灌注,适时终止手术、在手术视野清晰的前提下减少术中灌注量可预防术后脓毒血症的发生。

目前认为中段尿培养是诊断尿路感染的标准,但中段尿培养的检出率低(约为 11.1%),并且具有一定的滞后性^[23]。本研究中术后 PCT、术后 NLR、术后 ALB 均与尿源性脓毒血症发生相关($P<0.05$)。谭乐明等^[24]认为,术后 PCT、术后 CRP 水平与术后发生尿源性脓毒血症风险明显相关,血清 PCT 水平越高,尿源性脓毒血症患者病情越重。PCT 监测可能是评价 PCNL 后尿源性脓毒血症抗生素治疗效果和恢复情况的依据;感染时 CRP、WBC 的水平会出现病理性升高,但也受其他因素影响,如组织损伤、手术创伤等^[25]。但值得注意的是,腔内碎石术后 2~3 h 内,大量外周血 WBC 进入组织间隙使外周血中 WBC 水平急剧下降,PCNL 后 3 h 内 WBC 减少至 $<2.98\times 10^9/L$ 也是术后发生感染的预警指标^[26]。脓毒血症发生时,ALB 的重新分布、合成减少、分解增加,ALB 水平出现明显降低^[27]。SEN 等^[28]发现,NLR 可能是 PCNL 后并发尿源性脓毒血症的预测因子。本研究中 NLR 在两组间差异有统计学意义($P=0.003$),表明 NLR 与 PCNL 后发生尿源性脓毒血症密切相关。本研究分析 PCNL 患者的临床资料,并且调整各种混杂

因素,评估 5 项独立危险因素对 PCNL 后尿源性脓毒血症发生率的影响,同时构建列线图预测模型。各因素彼此独立,又相互关联,因此,根据其回归系数所构建的预测模型在临床中有参考意义。此列线图预测模型可预测 PCNL 后发生尿源性脓毒血症的个体化风险。

综上所述,构建的列线图模型对 PCNL 后发生尿源性脓毒血症有较好的预测效能,年龄 ≥ 60 岁、尿白细胞 3^+ 、尿亚硝酸盐阳性、手术时间 ≥ 90 min、灌注量 ≥ 30 L 均与 PCNL 后发生尿源性脓毒血症明显相关,为其独立危险因素。术前可根据各项检查检验结果,尤其对于高龄合并有泌尿系感染的患者应积极给予抗感染治疗;可在术中根据具体情况控制手术时间及灌注量。对减少 PCNL 后尿源性脓毒血症的发生及早期采取干预措施有参考价值。

参考文献

- [1] LIU Y, CHEN Y T, LIAO B H, et al. Epidemiology of urolithiasis in Asia[J]. *Asian J Urol*, 2018, 5(4): 205-214.
- [2] WANG S, ZHANG Y T, ZHANG X, et al. Upper urinary tract stone compositions; the role of age and gender[J]. *Int Braz J Urol*, 2020, 46(1): 70-80.
- [3] CAI C, LIU Y, ZHONG W, et al. The clinical application of new generation super-mini percutaneous nephrolithotomy in the treatment of ≥ 20 mm renal stones[J]. *J Endourol*, 2019, 33(8): 634-638.
- [4] 叶旭明, 牛洪流, 赵建军. 上尿路结石经输尿管软镜碎石术后并发全身炎症反应综合征的临床特征和危险因素分析[J]. *国际外科学杂志*, 2021, 48(3): 154-159.
- [5] RIVERA M, VIERS B, COCKERILL P, et al. Pre-and postoperative predictors of infection-related complications in patients undergoing percutaneous nephrolithotomy[J]. *J Endourol*, 2016, 30(9): 982-986.
- [6] BLANGY-LETHEULE A, PERSELLO A, ROZ-EC B, et al. New approaches to identify sepsis biomarkers; the importance of model and sample source for mass spectrometry[J]. *Oxid Med Cell Longev*, 2020, 2020: 6681073.
- [7] BLOOM J, MATTHWES G, PHILLIPS J. Factors influencing readmission after elective ureteroscopy[J]. *J Urol*, 2016, 195(5): 1487-1491.
- [8] 黄健. 中国泌尿外科和男科疾病诊断治疗指南[M]. 北京: 科学出版社, 2019.
- [9] SHANKAR-HARI M, PHILLIPS G S, LEVY M L, et al. Developing a new definition and assessing new clinical criteria for septic shock; for the third international consensus definitions for sepsis and septic shock (sepsis-3)[J]. *JAMA*, 2016, 315(8): 775-787.
- [10] SMITH A, AVERCH T D, SHAHROUR K, et al. A nephrolithometric nomogram to predict treatment success of percutaneous nephrolithotomy[J]. *J Urol*, 2013, 190(1): 149-156.
- [11] SUGIHARA T, YASUNAGA H, HORIGUCHI H, et al. Longer operative time is associated with higher risk of severe complications after percutaneous nephrolithotomy; analysis of 1 511 cases from a Japanese nationwide database[J]. *Int J Urol*, 2013, 20(12): 1193-1198.
- [12] 吴佳成, 徐海飞, 陈志刚, 等. 经皮肾镜取石术所致尿源性脓毒血症的预测因子临床分析[J]. *国际泌尿系统杂志*, 2020, 40(1): 89-93.
- [13] CHEN D, JIANG C H, LIAANG X F, et al. Early and rapid prediction of postoperative infections following percutaneous nephrolithotomy in patients with complex kidney stones[J]. *BJU Int*, 2019, 123(6): 1041-1047.
- [14] 谢京彤, 乔保平. 经皮肾镜碎石术后发热危险因素的分析[J]. *河南外科学杂志*, 2019, 25(3): 22-23.
- [15] AUNE D, MAHAMAT-SALEH Y, NORAT T, et al. Authors' reply: body fatness, diabetes, physical activity and risk of kidney stones; a systematic review and meta-analysis of cohort studies[J]. *Eur J Epidemiol*, 2019, 34(12): 1177-1178.
- [16] BEIQUE L, WITHERSPOON L, ZVONAR R, et al. Duration of antibiotic therapy in sepsis secondary to urinary stones; a retrospective observational study[J]. *Can J Hosp Pharm*, 2019, 72(4): 331-333.
- [17] LIU J C, ZHOU C K, GAO W J, et al. Does preoperative urine culture still play a role in predicting post-PCNL SIRS? A retrospective cohort study[J]. *Urolithiasis*, 2020, 48(3): 251-256.
- [18] WANG S, YUAN P, PENG E J, et al. Risk factors for Urosepsis after minimally invasive percutaneous nephrolithotomy in patients with

- preoperative urinary tract infection[J]. *Biomed Res Int*, 2020, 2020:1354672.
- [19] BANSAL S S, PAWAR P W, SAWANT A S, et al. Predictive factors for fever and sepsis following percutaneous nephrolithotomy: a review of 580 patients[J]. *Urol Ann*, 2017, 9(3): 230-233.
- [20] ALSYOUF M, ABOURBIH S, WEST B, et al. Elevated renal pelvic pressures during percutaneous nephrolithotomy risk higher postoperative pain and longer hospital stay[J]. *J Urol*, 2018, 199(1): 193-199.
- [21] HUANG Y S, ZHU X S, WAN G Y, et al. Application of simulated puncture in percutaneous nephrolithotomy[J]. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*, 2021, 25(1): 190-197.
- [22] 申智勇, 钟渠梁, 石家齐, 等. 逆行上尿路腔内碎石术后并发急性尿源性感染的相关危险因素分析[J]. *国际泌尿系统杂志*, 2020, 40(3): 440-444.
- [23] GIANNAKOPOULOS K, HOFFMANN U, ANSARI U, et al. The use of biomarkers in sepsis: a systematic review[J]. *Curr Pharm Biotechnol*, 2017, 18: 499-507.
- [24] 谭乐明, 杨成, 杨旭凯, 等. 尿源性脓毒血症严重程度
- 的相关因素分析[J]. *南方医科大学学报*, 2019, 39(1): 93-99.
- [25] GANESAN V, BROWN R D, JIMENEZ J A, et al. C-Reactive protein and erythrocyte sedimentation rate predict systemic inflammatory response syndrome after percutaneous nephrolithotomy[J]. *J Endourol*, 2017, 31(7): 638-644.
- [26] MEMAR M Y, ALIZADEH N, VARSHOCHI M, et al. Immunologic biomarkers for diagnostic of early-onset neonatal sepsis[J]. *J Matern Fetal Neonatal Med*, 2019, 32(1): 143-153.
- [27] 李贵忠, 满立波, 王海, 等. 比较降钙素原、C 反应蛋白和血白细胞计数在经皮肾镜取石术后脓毒症诊断中的价值[J]. *中华泌尿外科杂志*, 2017, 38(1): 42-46.
- [28] SEN V, BOZKURT I H, AYDOGDU O, et al. Significance of preoperative neutrophil-lymphocyte count ratio on predicting postoperative sepsis after percutaneous nephrolithotomy[J]. *Kaohsiung J Med Sci*, 2016, 32(10): 507-513.
- (收稿日期: 2023-08-20 修回日期: 2023-11-16)
(编辑: 姚 雪)
- (上接第 179 页)
- jhETXA == &. uniplatform = NZKPT &. language = CHS.
- [14] TSANG M. Zebrafish: a tool for chemical screens[J]. *Birth Defects Res C Embryo Today*, 2010, 90(3): 185-192.
- [15] 黄春念, 张晶晶. 模式动物斑马鱼在中枢神经系统疾病研究中的应用[J]. *中国实验动物学报*, 2018, 26(3): 392-397.
- [16] POSTLETHWAIT J H, WOODS I G, NGO-HAZELETT P, et al. Zebrafish comparative genomics and the origins of vertebrate chromosomes[J]. *Genome Res*, 2000, 10(12): 1890-1902.
- [17] 刘可春, 孙晨, 王希敏, 等. 斑马鱼模型在药物早期安全性评价中的应用[J]. *山东科学*, 2014, 27(5): 1-8, 13.
- [18] 陈创奇, 史哲, 黄志承, 等. 生殖激素与男性不育症患者精子形态的相关性分析[J]. *中国性科学*, 2013, 22(7): 71-74.
- [19] 钟汇, 成玲, 吴志辉. 男性少精、无精症患者血清生殖激素水平检测意义探讨[J]. *福建医药杂志*, 2013, 35(6): 67-68.
- [20] 农淄心, 潘志强. 温补肾阳中药促进睾丸间质细胞睾酮分泌研究进展[J]. *陕西中医药大学学报*, 2021, 44(5): 135-140.
- [21] 马玉聪, 杨爱敏, 张拴成, 等. 核因子 E2 相关因子 2/抗氧化反应元件信号通路在生殖系统中的研究进展[J]. *中华生殖与避孕杂志*, 2021, 41(12): 1154-1159.
- (收稿日期: 2023-07-20 修回日期: 2023-11-22)
(编辑: 姚 雪)