

【DOI】 10.3969 / j.issn.1671-6450.2026.02.012

论著·临床

# 血清 IL-6、MCP-1、SAA 在肾结石术后尿路感染中的表达及临床意义

张磊 陈鸿润 张连峰 付陶柱



基金项目: 首都卫生发展科研专项 2024 年度项目( 首发 2024-3-7024)

作者单位: 100038 北京, 首都医科大学附属复兴医院泌尿外科( 张磊); 100074 北京, 中国航天科工集团 731 医院

泌尿外科( 陈鸿润、张连峰、付陶柱)

通信作者: 陈鸿润, E-mail: tcxh\_0305@163.com

**【摘要】** 目的 分析血清白介素-6 (IL-6)、单核细胞趋化蛋白 1 (MCP-1)、淀粉样蛋白 A (SAA) 在肾结石术后尿路感染 (UTI) 中的表达及临床意义。方法 选取 2023 年 10 月—2024 年 10 月首都医科大学附属复兴医院泌尿外科行肾结石术治疗的患者 187 例, 根据术后是否发生 UTI 将其分为 UTI 组 ( $n=45$ ) 和非 UTI 组 ( $n=142$ )。ELISA 法检测血清 IL-6、MCP-1、SAA 水平; 利用微生物分析仪检测并鉴定病原菌类型; 多因素 Logistic 回归分析患者行肾结石术后发生 UTI 的影响因素; 受试者工作特征 (ROC) 曲线分析血清 IL-6、MCP-1、SAA 水平对患者行肾结石术后发生 UTI 的诊断价值。结果 UTI 组血清 IL-6、MCP-1、SAA 水平高于非 UTI 组 ( $t/P=6.691/ <0.001$ 、 $6.060/ <0.001$ 、 $5.549/ <0.001$ )。行肾结石术后, UTI 组患者尿液分离培养出病原菌 65 株, 其中革兰阳性菌 22 株 (33.85%)、革兰阴性菌 38 株 (58.46%)、真菌 5 株 (7.69%)。多因素 Logistic 回归分析显示, 术前留置输尿管支架管、尿管留置时间长、IL-6 高、MCP-1 高、SAA 高是患者行肾结石术后发生 UTI 的独立危险因素 [ $OR(95\%CI)=2.453(1.527\sim 3.942)$ 、 $3.023(1.580\sim 5.784)$ 、 $4.112(3.168\sim 5.337)$ 、 $3.786(2.058\sim 6.965)$ 、 $4.978(2.859\sim 8.669)$ ]; 血清 IL-6、MCP-1、SAA 水平单独及三者联合诊断患者行肾结石术后发生 UTI 的曲线下面积 (AUC) 分别为 0.753、0.766、0.832、0.931, 三者联合优于各自单独诊断价值 ( $Z/P=4.255/ <0.001$ 、 $4.303/ <0.001$ 、 $3.568/ <0.001$ )。结论 IL-6、MCP-1、SAA 在肾结石术后发生 UTI 的患者中呈高水平, 三者联合检测可以提高对肾结石术后发生 UTI 的诊断效能。

**【关键词】** 肾结石术; 尿路感染; 白介素-6; 单核细胞趋化蛋白 1; 淀粉样蛋白 A**【中图分类号】** R692.4; R691.3**【文献标识码】** A

**Expression and clinical significance of serum IL-6, MCP-1, and SAA in urinary tract infections after kidney stone surgery** Zhang Lei\*, Chen Hongrun, Zhang Lianfeng, Fu Taozhu.\* Department of Urology, Fuxing Hospital, Capital Medical University, Beijing 100038, China

Funding program: Capital Health Development Research Special Project for the Year 2024 ( launch 2024-3-7024)

Corresponding author: Chen Hongrun, E-mail: tcxh\_0305@163.com

**【Abstract】 Objective** To investigate the expression and clinical significance of serum interleukin-6 (IL-6), monocyte chemoattractant protein-1 (MCP-1), and serum amyloid A (SAA) in urinary tract infections (UTIs) after kidney stone surgery. **Methods** Between October 2023 and October 2024, 187 patients who underwent Kidney Stone Surgery in Fuxing Hospital, Capital Medical University were recruited and divided into the UTI group ( $n=45$ ) and the non-UTI group ( $n=142$ ) based on whether UTI occurred postoperatively. Serum levels of IL-6, MCP-1, and SAA were detected using ELISA. A microbial analyzer was used for pathogen detection and identification. Multiple logistic regression was applied to explore the influencing factors of UTI occurrence. ROC curve analysis was used to evaluate the diagnostic value of serum IL-6, MCP-1, and SAA for UTI after kidney stone surgery. **Results** Compared with the non-UTI group, the UTI group had significantly higher serum levels of IL-6, MCP-1, and SAA ( $t=6.691, 6.060, 5.549, P<0.05$ ). A total of 65 strains of pathogenic bacteria were isolated from the urine of 45 postoperative UTI patients, including 22 strains of Gram-positive bacteria, 38 strains of Gram-negative bacteria, and 5 strains of fungi. Preoperative placement of ureteral stent, prolonged indwelling time of urinary catheter, and elevated levels of IL-6, MCP-1, and SAA were identified as influencing factors for UTI occurrence [ $OR(95\%CI)=2.453(1.527\sim 3.942)$ ,  $3.023(1.580\sim 5.784)$ ,  $4.112(3.168\sim 5.337)$ ,  $3.786(2.058\sim 6.965)$ ,  $4.978(2.859\sim 8.669)$ ]. The AUC values of serum

IL-6, MCP-1, and SAA levels alone and in combination for diagnosing postoperative UTI in patients with kidney stones were 0.753, 0.766, 0.832, and 0.931, respectively. The combination of the three markers was superior to their individual diagnostic values ( $Z=4.255, 4.303, 3.568, P<0.001$ ). **Conclusion** Serum IL-6, MCP-1, and SAA are highly expressed in patients with UTI after kidney stone surgery, and their combined detection can improve the diagnostic efficacy for UTI occurrence.

**【Key words】** Kidney stone surgery; Urinary tract infection; Interleukin-6; Monocyte chemoattractant protein-1; Serum amyloid A

肾结石是泌尿外科的常见疾病,患者治疗后复发率很高<sup>[1]</sup>。尿路感染(urinary tract infection, UTI)是其术后常见并发症,发病率为 10.13%~30.08%,严重者可能导致死亡<sup>[2]</sup>。因此,早期发现 UTI 的发生有重要的临床意义。研究显示狼疮性肾炎患儿血清白介素-6(interleukin-6, IL-6)显著高于体检健康儿童,且在狼疮性肾炎预后不良患儿血清中表达更高<sup>[3]</sup>。单核细胞趋化蛋白 1(monocyte chemoattractant protein-1, MCP-1)参与类风湿性关节炎、哮喘、2 型糖尿病和动脉粥样硬化等多种炎症反应性疾病<sup>[4]</sup>。在 UTI 发生的初期,细菌侵入尿道、膀胱等泌尿系统组织后,会激活局部免疫反应, MCP-1 表达迅速增加<sup>[5]</sup>。血清淀粉样蛋白 A(serum amyloid A, SAA)是一种与炎症反应相关的急性期蛋白, SAA 在坏死性小肠结肠炎早期患者血清中水平升高<sup>[6-7]</sup>。目前血清 IL-6、MCP-1、SAA 在肾结石术后 UTI 中的研究较少,因此,本研究探讨肾结石术后 UTI 患者血清中 IL-6、MCP-1、SAA 水平变化情况,分析其与 UTI 的关系,报道如下。

### 1 资料与方法

1.1 临床资料 选取 2023 年 10 月—2024 年 10 月首都医科大学附属复兴医院泌尿外科行肾结石术治疗的患者 187 例,根据术后是否发生 UTI 将其分为 UTI 组( $n=45$ )和非 UTI 组( $n=142$ )。与非 UTI 组比较, UTI 组术前留置输尿管支架管比例高、尿管留置时间长、血清 C 反应蛋白(CRP)与降钙素原(PCT)水平高( $P<0.01$ )。2 组其他临床资料比较差异无统计学意义( $P>0.05$ ),见表 1。本研究已获得医院伦理委员会批准(20230414),患者或家属知情同意并签署知情同意书。

1.2 病例选择标准 (1) 纳入标准: ①符合《泌尿系结石临床诊断治疗学:从指南到临床》<sup>[8]</sup>中有关肾结石的诊断标准; ②符合《尿路感染诊断与治疗中国专家共识(2015 版)-复杂性尿路感染》<sup>[9]</sup>中有关 UTI 的诊断标准; ③首次确诊者。(2) 排除标准: ①患有恶性肿瘤者; ②患有免疫性疾病的患者; ③合并其他感染的患者; ④患有传染性疾病的患者; ⑤无法进行正常沟通者。

表 1 非 UTI 组与 UTI 组临床资料比较

Tab.1 Comparison of clinical data between UTI group and non UTI group patients

项目	非 UTI 组 ( $n=142$ )	UTI 组 ( $n=45$ )	$\chi^2/t$ 值	$P$ 值
性别 [例( % )]	男 60( 42.25)	15( 33.33)	1.132	0.287
	女 82( 57.75)	30( 66.67)		
年龄( $\bar{x}\pm s$ , 岁)	63.39 $\pm$ 7.39	63.45 $\pm$ 7.32	0.048	0.962
BMI( $\bar{x}\pm s$ , kg/m <sup>2</sup> )	21.33 $\pm$ 2.56	21.28 $\pm$ 2.45	0.115	0.908
糖尿病史 [例( % )]	79( 55.63)	28( 62.22)	0.606	0.436
高血压史 [例( % )]	65( 45.77)	24( 53.33)	0.783	0.376
结石最长直径 [例( % )]	$\geq 2$ cm 80( 56.34)	28( 62.22)	0.485	0.486
	$< 2$ cm 62( 43.66)	17( 37.78)		
术前留置输尿管支架管 [例( % )]	52( 36.62)	36( 80.00)	25.811	$<0.001$
术前使用抗生素 [例( % )]	77( 54.23)	25( 55.56)	0.024	0.876
	>60 min 75( 52.82)	24( 53.33)		
手术时间 [例( % )]	$\leq 60$ min 67( 47.18)	21( 46.67)	0.004	0.952
尿管留置时间( $\bar{x}\pm s$ , d)	2.58 $\pm$ 0.32	3.23 $\pm$ 0.45	10.695	$<0.001$
膀胱冲洗 [例( % )]	80( 56.34)	29( 64.44)	0.924	0.337
CRP( $\bar{x}\pm s$ , mg/L)	11.74 $\pm$ 2.35	20.83 $\pm$ 4.69	17.294	$<0.001$
PCT( $\bar{x}\pm s$ , $\mu$ g/L)	0.34 $\pm$ 0.09	1.12 $\pm$ 0.16	41.176	$<0.001$

### 1.3 检测指标与方法

1.3.1 血清 IL-6、MCP-1、SAA 水平检测: 于肾结石术后次日清晨采集患者肘静脉血 8 ml,离心留取上清液-80℃保存待用。采用 ELISA 法检测血清 IL-6(武汉佰乐博生物技术有限公司,货号: KHC15801)、MCP-1(武汉百意欣生物技术有限公司,货号: TD711364)、SAA(广州奥瑞达生物科技有限公司,货号: ARD10770)水平,重复 3 遍取其均值。使用酶标仪(山东恒美电子科技有限公司,型号: HM-96A)在 450 nm 波长依序测量吸光度值。以标准物的浓度为横坐标,吸光度值为纵坐标,在坐标纸上绘出 IL-6、MCP-1、SAA 的标准曲线,根据样品的吸光度值由标准曲线计算血清 IL-6、MCP-1、SAA 水平。

1.3.2 病原菌检测: 收集 UTI 患者中段尿液 8 ml,利用微生物分析仪(艾力特生命科学有限公司,型号: Mira FL Pro)进行检测并鉴定病原菌类型。

1.4 统计学方法 采用 SPSS 22.0 软件分析统计数据。计数资料以频数或构成比(%)表示,组间比较采用  $\chi^2$  检验;符合正态分布的计量资料以  $\bar{x}\pm s$  表示,2 组

间比较采用独立样本 *t* 检验; 多因素 Logistic 回归分析患者行肾结石术后发生 UTI 的影响因素; 受试者工作特征(ROC)曲线分析血清 IL-6、MCP-1、SAA 水平对患者行肾结石术后发生 UTI 的诊断价值。 $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 2 组血清 IL-6、MCP-1、SAA 水平比较 UTI 组血清 IL-6、MCP-1、SAA 水平高于非 UTI 组, 差异均有统计学意义( $P < 0.01$ ) , 见表 2。

表 2 非 UTI 组与 UTI 组血清 IL-6、MCP-1、SAA 水平比较 ( $\bar{x} \pm s$ ,  $\mu\text{g/L}$ )

Tab.2 Comparison of serum IL-6, MCP-1, and SAA levels between UTI group and non UTI group patients

组别	例数	IL-6	MCP-1	SAA
非 UTI 组	142	15.87±1.99	33.29±4.08	22.79±2.76
UTI 组	45	18.21±2.21	37.56±4.24	25.44±2.89
<i>t</i> 值		6.691	6.060	5.549
<i>P</i> 值		<0.001	<0.001	<0.001

2.2 UTI 患者病原菌分布 行肾结石术后, UTI 组患者尿液分离培养出病原菌 65 株: (1) 革兰阳性菌 22 株 (33.85%): 金黄色葡萄球菌 11 株 (16.92%)、肠球菌 4 株 (6.15%)、表皮葡萄球菌 4 株 (6.15%)、溶血性链球菌 3 株 (4.63%); (2) 革兰阴性菌 38 株 (58.46%): 大肠埃希菌 20 株 (30.77%)、铜绿假单胞菌 10 株 (15.38%)、奇异变形杆菌 5 株 (7.69%)、肺炎克雷伯菌 3 株 (4.62%); (3) 真菌 5 株 (7.69%): 均为白色念珠菌。

2.3 多因素 Logistic 回归分析患者行肾结石术后发生 UTI 的影响因素 以患者行肾结石术后发生 UTI 为因变量(赋值: 是“1”; 否为“0”), 以上述结果中  $P < 0.05$  项目(术前留置输尿管支架管: 是=1, 否=0; 其他均为连续变量, 原值代入) 为自变量, 进行多因素 Logistic 回归分析 结果显示: 术前留置输尿管支架管、尿管留置时间长、IL-6 高、MCP-1 高、SAA 高是患者行肾结石术后发生 UTI 的独立危险因素( $P < 0.01$ ) , 见表 3。

2.4 血清 IL-6、MCP-1、SAA 水平对患者行肾结石术后发生 UTI 的诊断价值 绘制血清 IL-6、MCP-1、SAA 水平诊断患者行肾结石术后发生 UTI 的 ROC 曲线, 并计算曲线下面积(AUC) 结果显示: 血清 IL-6、MCP-1、SAA 水平单独及三者联合诊断患者行肾结石术后发生 UTI 的 AUC 分别为 0.753、0.766、0.832、0.931, 三者联合优于各自单独诊断价值( $Z/P = 4.255 / < 0.001$ 、

4.303 / <0.001、3.568 / <0.001) , 见表 4、图 1。

表 3 多因素 Logistic 回归分析患者行肾结石术后发生 UTI 的影响因素

Tab.3 Multivariate Logistic regression analysis on the influencing factors of UTI occurrence

自变量	$\beta$ 值	SE 值	Wald 值	<i>P</i> 值	OR 值	95%CI
术前留置输尿管支架管	0.897	0.242	13.749	<0.001	2.453	1.527~3.942
尿管留置时间长	1.106	0.331	11.170	<0.001	3.023	1.580~5.784
CRP 高	0.342	0.195	3.079	0.079	1.408	0.961~2.063
PCT 高	0.646	0.371	3.028	0.082	1.907	0.922~3.946
IL-6 高	1.414	0.133	113.016	<0.001	4.112	3.168~5.337
MCP-1 高	1.331	0.311	18.325	<0.001	3.786	2.058~6.965
SAA 高	1.605	0.283	32.166	<0.001	4.978	2.859~8.669

表 4 血清 IL-6、MCP-1、SAA 水平对患者行肾结石术后发生 UTI 的诊断价值

Tab.4 The diagnostic value of serum IL-6, MCP-1, and SAA levels in the occurrence of UTI after kidney stone surgery

指标	截断值 ( $\mu\text{g/L}$ )	AUC	95%CI	敏感度	特异度	约登指数
IL-6	16.729	0.753	0.684~0.813	0.711	0.676	0.387
MCP-1	35.589	0.766	0.699~0.825	0.578	0.838	0.416
SAA	25.325	0.832	0.771~0.883	0.733	0.845	0.578
三者联合		0.931	0.885~0.963	0.867	0.915	0.782

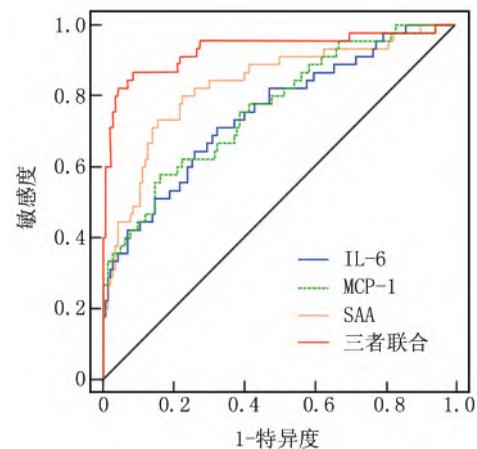


图 1 血清 IL-6、MCP-1、SAA 水平诊断患者行肾结石术后发生 UTI 的 ROC 曲线

Fig.1 ROC curve of serum IL-6, MCP-1, and SAA levels for predicting the occurrence of UTI after kidney stone surgery

3 讨论

肾结石是泌尿外科中最常见的三种疾病之一, 占所有尿路结石的 80%~90%<sup>[10]</sup>。经皮肾镜取石术是 > 2 mm 肾结石的标准治疗方法, 是较小肾结石的合适

选择,尽管这种方法具有较高的结石清除率,但它与更多的术后并发症相关,如术后出血、UTI、发热和术后疼痛<sup>[11-12]</sup>。UTI 是主要的术后并发症,严重者可引起全身炎症反应,甚至可能发展为感染性休克或多器官功能障碍,造成患者死亡<sup>[13]</sup>。本研究中 45 例肾结石术后 UTI 患者尿液分离培养出病原菌 65 株,其中革兰阳性菌 22 株(33.85%),革兰阴性菌 38 株(58.46%),真菌 5 株(7.69%)与既往研究结果相似<sup>[14]</sup>。因此,早期发现与 UTI 有关的生物学指标具有重要的临床价值。

IL-6 是参与免疫防御机制最重要的细胞因子之一,IL-6 的多效性使其具有促炎和抗炎功能,病毒感染和炎症反应通常会导致 IL-6 水平急剧升高,IL-6 水平是应激反应的可靠指标之一<sup>[15]</sup>。最近的研究表明,IL-6 调节代谢的各个方面,包括葡萄糖摄取、糖酵解、脂肪酸氧化和氧化磷酸化,此外,已发现 IL-6 的表达和释放在与感染相关的许多疾病中显著增加,且与疾病严重程度呈正相关<sup>[16]</sup>。IL-6 在脓毒症临床诊断前 1~2 d 升高,有助于在早期发现细菌感染,尤其是在新生儿中<sup>[17]</sup>。IL-6 升高与急性肾损伤 ICU 患者的住院病死率增加有关<sup>[18]</sup>。本研究显示,UTI 组患者血清 IL-6 水平显著升高,与上述研究结果相似,提示 IL-6 与 UTI 的发生密切相关,推测其原因为高水平 IL-6 会损伤尿道和膀胱黏膜的正常组织,破坏泌尿系统的天然屏障,增加 UTI 的发生风险<sup>[16]</sup>。

急性肾盂肾炎为 UTI 的常见类型,病原体侵袭肾盂肾盏黏膜等部位,引发强烈的炎症反应,肾脏局部的免疫细胞如单核巨噬细胞、淋巴细胞会被激活,而 MCP-1 作为关键的趋化因子大量表达<sup>[4]</sup>。MCP-1 能够吸引血液中的单核细胞穿越血管内皮,迁移至感染的肾脏组织,进一步放大炎症级联反应,从患者的尿液、肾组织样本检测来看,MCP-1 的含量相较于健康人群显著升高,这与病情的严重程度存在一定的正相关趋势,病情越重,MCP-1 水平越高<sup>[5]</sup>。本研究显示,UTI 组患者血清 MCP-1 水平较非 UTI 组显著升高,表明 MCP-1 参与 UTI 的发生过程,推测 MCP-1 高水平会造成黏膜的充血、水肿,从而增加 UTI 的发生风险<sup>[5]</sup>。

SAA 与多种慢性炎症反应性疾病有关,如淀粉样变性、动脉粥样硬化和类风湿性关节炎,呼吸道感染患者通常在感染 36~48 h 后出现临床症状,血清中 SAA 水平逐渐增加,并在感染后 3~4 d 达到高峰<sup>[19]</sup>。肺炎支原体肺炎患者血清中 SAA 水平显著升高,SAA 可用作监测呼吸系统疾病进展的生物标志物<sup>[20]</sup>。SAA 即使在非常低的浓度下也能够通过激活趋化因子和诱导趋化性来促进炎症反应,研究表明,COVID-

19 患者体内存在大量的 IL-1 $\beta$ 、IFN- $\gamma$ 、IP-10、MCP-1 和其他细胞因子,导致 Th1 细胞激活,与轻度患者相比,危重患者可能表达更多的 MCP-1 等细胞因子,促进肝细胞产生 SAA<sup>[21]</sup>。UTI 是一种炎症反应性疾病,SAA 或许同样在其中发挥重要作用,本研究显示,与非 UTI 组比较,UTI 组患者血清 SAA 水平显著升高,提示 SAA 与 UTI 的发生有关,证实了上述猜测,其原因可能为高水平的 SAA 会破坏黏膜的屏障功能,造成 UTI 的发生<sup>[7]</sup>。

术前留置输尿管支架管可能会影响尿液的正常引流,导致尿液在泌尿系统内潴留,潴留的尿液是细菌生长繁殖的良好环境,也会对尿路黏膜造成一定的刺激和损伤,破坏了尿路黏膜原本的防御机制,导致 UTI 的发生<sup>[22]</sup>。尿管留置后,几乎立即就会有细菌在尿管表面和尿道周围滋生的风险,即使是短期留置,细菌也能够沿着尿管表面上行,引发 UTI<sup>[23-25]</sup>。本研究显示,UTI 组和非 UTI 组术前留置输尿管支架管、尿管留置时间比较差异有统计学意义,进一步行多因素 Logistic 回归分析显示,术前留置输尿管支架管、尿管留置时间是影响 UTI 发生的因素,与上述研究一致。与血清 IL-6、MCP-1、SAA 单独检测相比,三者联合检测对肾结石术后 UTI 发生诊断的 AUC 显著升高,表明联合检测的诊断效能显著高于单一指标。本研究中血清 IL-6、MCP-1、SAA 三者联合检测肾结石术后 UTI 的敏感度、特异度分别为 0.867、0.915。魏峰等<sup>[26]</sup>研究发现 CRP、PCT 二者联合预测肾结石术后 UTI 的敏感度、特异度分别为 0.800、0.769,本研究敏感度和特异度均更高,进一步提示 IL-6、MCP-1、SAA 三者联合可为临床诊断肾结石术后 UTI 的发生提供依据。

#### 4 结 论

综上所述,IL-6、MCP-1、SAA 在肾结石术后发生 UTI 的患者中水平升高,三者高表达是 UTI 发生的危险因素,可作为诊断肾结石患者术后 UTI 发生的潜在生物指标,并且三者联合检测诊断效能更高,可为临床辅助诊断肾结石患者术后 UTI 提供参考。但本研究仍存在一定局限性,本研究为单中心研究,样本数量受限,数据分析时可能存在偏倚,影响结果准确性,后续还需开展多中心研究,扩大样本量深入研究。并且本研究未深入探究 IL-6、MCP-1、SAA 在肾结石术后发生 UTI 患者中的具体作用机制,后续还需结合体外细胞实验或动物实验进一步研究验证。

利益冲突:所有作者声明无利益冲突

作者贡献声明

张磊:设计研究方案,实施研究过程,论文撰写;陈鸿润:提

出研究思路 分析试验数据 论文审核; 张连峰: 实施研究过程, 资料搜集整理 进行统计学分析; 付陶柱: 设计研究方案 论文修改

参考文献

[1] Liang D , Liu C , Yang M. The association of visceral adiposity index with the risk of kidney stone and kidney stone recurrence [J]. BMC Nephrol , 2023 , 24 ( 1 ) : 368-378. DOI: 10.1186/s12882-023-03421-w.

[2] Wang M , Lai CH , Ji J , et al. Association of health-related quality of life with urinary tract infection among kidney stone formers [J]. Urolithiasis , 2024 , 52( 1 ) : 103-109. DOI: 10.1007/s00240-024-01601-3.

[3] 杨米凤 廖亚彬 蒋雪梅 等. 儿童狼疮性肾炎外周血 IL-6、血沉、CD4<sup>+</sup>/CD8<sup>+</sup> 水平变化及其预测价值 [J]. 西部医学 , 2024 , 36( 3 ) : 433-437. DOI: CNKI: SUN: XIBU.0.2024-03-021.

[4] 梁仪春 王文 袁少英. 磁共振电疗法治湿热瘀阻型慢性前列腺炎/慢性盆腔疼痛综合征的效果及对单核细胞趋化蛋白-1 血管细胞黏附因子-1 的影响 [J]. 中国医药导报 , 2023 , 20( 12 ) : 94-97. DOI: 10.20047/j.issn1673-7210.2023.12.21.

[5] 徐向前 袁汇 孔守芳 等. 血清 IL-8 , TLR4 , TNF- $\alpha$  , TGF- $\beta$ 1 , MCP-1 与老年输尿管结石碎石后尿路感染的关系 [J]. 中国老年学杂志 , 2024 , 5 ( 8 ) : 1-6. DOI: 10.3969/j.issn.1005-9202.2024.08.020.

[6] Yao X , Kaler M , Qu X , et al. Asthmatic patients with high serum amyloid A have proinflammatory HDL: Implications for augmented systemic and airway inflammation [J]. J Allergy Clin Immunol , 2024 , 153( 4 ) : 1010-1024. DOI: 10.1016/j.jaci.2023.11.917.

[7] 宋思捷 钟晓云. 血清淀粉样蛋白 A 在新生儿败血症、坏死性小肠结肠炎早期诊断中的价值 [J]. 中国感染控制杂志 , 2024 , 23 ( 3 ) : 385-390. DOI: 10.12138/j.issn.1671-9638.20243088.

[8] 邓耀良 李虹. 泌尿系结石临床诊断治疗学: 从指南到临床 [M]. 人民卫生出版社, 2009: 25-39.

[9] 尿路感染诊断与治疗中国专家共识编写组. 尿路感染诊断与治疗中国专家共识(2015 版)——复杂性尿路感染 [J]. 中华泌尿外科杂志 , 2015 , 36( 4 ) : 241-244. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1000-6702.2015.04.001.

[10] 唐海啸 赵萱 黄云腾. 维生素 D 与肾结石风险相关性的研究进展 [J]. 中华泌尿外科杂志 , 2024 , 45( 2 ) : 154-156. DOI: 10.3760/cma.j.cn112330-20220602-00334.

[11] 宁文君 王永锋. 肾结石术后尿路感染的影响因素及血清 RBP4 , Cys C 检测的预测价值 [J]. 国际泌尿系统杂志 , 2024 , 44( 4 ) : 597-601. DOI: 10.3760/cma.j.cn431460-20231207-00151.

[12] Wu W , Zhang D , Jin T , et al. Progress in the study of biomarkers for early prediction of systemic inflammatory response syndrome after percutaneous nephrolithotomy [J]. Front Immunol , 2023 , 14( 1 ) : 1142346-1142354. DOI: 10.3389/fimmu.2023.1142346.

[13] Zhou Y , Zhou Z , Zheng L , et al. Urinary tract infections caused by uropathogenic Escherichia coli: Mechanisms of infection and treatment options [J]. Int J Mol Sci , 2023 , 24( 13 ) : 10537-10544. DOI: 10.3390/ijms241310537.

[14] 王小波 骆华 刘琛. 血清视黄醇结合蛋白 4 , 胱抑素 C 在肾结石术后尿路感染中表达及临床意义 [J]. 安徽医药 , 2023 , 27( 8 ) : 1651-1654. DOI: 10.3969/j.issn.1009-6469.2023.08.035.

[15] Ching CB , Gupta S , Li B , et al. Interleukin-6/Stat3 signaling has an essential role in the host antimicrobial response to urinary tract infection [J]. Kidney Int , 2018 , 93( 6 ) : 1320-1329. DOI: 10.1016/j.kint.2017.12.006.

[16] Rashid MH , Sparrow NA , Anwar F , et al. Interleukin-6 mediates delirium-like phenotypes in a murine model of urinary tract infection [J]. J Neuroinflammation , 2021 , 18( 1 ) : 247-255. DOI: 10.1186/s12974-021-02304-x.

[17] 苏秦 高进 付俊鲜 等. 血流动力学指标和 IL-6 在脓毒症肾损伤患儿中的表达及其与免疫指标的相关性 [J]. 中国免疫学杂志 , 2020 , 36( 10 ) : 1235-1239. DOI: 10.3969/j.issn.1000-484X.2020.10.016.

[18] 林贞杰 姜波 何建花. NLR , IL-6 联合肾脏阻力指数对脓毒性休克患者早期急性肾损伤的研究 [J]. 系统医学 , 2023 , 8( 10 ) : 5-9. DOI: 10.19368/j.cnki.2096-4782.2023.10.005.

[19] Li M , Kim YM , Koh JH , et al. Serum amyloid A expression in liver promotes synovial macrophage activation and chronic arthritis via NFAT5 [J]. J Clin Invest , 2024 , 134( 5 ) : 167835-167842. DOI: 10.1172/JCI167835.

[20] Fan F , Lv J , Yang Q , et al. Clinical characteristics and serum inflammatory markers of community-acquired mycoplasma pneumonia in children [J]. Clin Respir J , 2023 , 17( 7 ) : 607-617. DOI: 10.1111/crj.13620.

[21] Haroun AH , Osman WH , Eessa AM. Interferon- $\gamma$ -induced protein 10 ( IP-10 ) and serum amyloid A ( SAA ) are excellent biomarkers for the prediction of COVID-19 progression and severity [J]. Life Sciences , 2021 , 269 ( 4 ) : 119019-119027. DOI: 10.1016/j.lfs.2021.119019.

[22] 王琦 崔昕 吴江涛 等. 癃清片联合抗生素改善输尿管支架管相关症状和尿路感染的临床效果 [J]. 国际外科学杂志 , 2024 , 51 ( 10 ) : 654-659. DOI: 10.3760/cma.j.cn115396-20240803-00247.

[23] 刘园 华爱丽. 泌尿外科留置导尿管患者预防尿路感染的护理干预 [J]. 中国感染与化疗杂志 , 2023 , 23( 2 ) : 275. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1009-7708.2023.02.104.

[24] 徐建华 杨元强 李巍 等. 肾结石输尿管软镜碎石术后尿路感染病原菌分布特点及危险因素分析 [J]. 疑难病杂志 , 2020 , 19 ( 12 ) : 1217-1220, 1224. DOI: 10.3969/j.issn.1671-6450.2020.12.008.

[25] 李飞. 肾结石合并糖尿病患者经皮肾镜碎石取石术后尿路感染危险因素分析 [J]. 中国医药科学 , 2023 , 13( 4 ) : 153-156. DOI: 10.3969/j.issn.2095-0616.2023.04.039.

[26] 魏峰 周广军 李双辉 等. 血清 HBD-3、DCR3 对复杂性肾结石患者经皮肾镜碎石术后尿路感染的预测价值 [J]. 现代泌尿外科杂志 , 2024 , 29( 4 ) : 342-346. DOI: 10.3969/j.issn.1009-8291.2024.04.011.

( 收稿日期: 2025-07-28 )