

输尿管镜碎石术后发热性尿路感染风险评估研究进展

王晨月^{1,2}, 孙萌航^{1,2}, 杨凡昌², 张冰冰², 马宁静², 周海彬¹, 张鸿毅^{1*}

¹西安医学院第一附属医院泌尿外科, 陕西 西安

²西安医学院研究生工作部, 陕西 西安

收稿日期: 2026年3月8日; 录用日期: 2026年4月2日; 发布日期: 2026年4月9日

摘要

输尿管镜碎石术(URS)是治疗输尿管结石的主要微创方式, 但术后发热性尿路感染(FUTI)仍较常见, 且可能进展为严重并发症。因此, 准确评估感染风险并实现早期识别, 对改善预后具有重要意义。现有研究表明, FUTI的发生与多因素相关, 包括微生物入侵、术中肾盂压力升高及宿主免疫反应等。炎症标志物可反映炎症状态, 但预测能力有限, 多用于辅助判断。CT等影像学检查在评估结石负荷、梗阻程度及炎症征象方面更具客观性。近年来, 整合临床特征、炎症指标与影像学参数的多因素模型逐渐成为研究热点, 并显示出更高的预测价值。未来仍需开展多中心前瞻性研究, 以优化模型并精准评估感染风险与个体化管理。

关键词

输尿管镜碎石术, 发热性尿路感染, 危险因素, 炎症生物标志物, 影像学评估

Research Progress on Risk Assessment of Febrile Urinary Tract Infection after Ureteroscopic Lithotripsy

Chenyue Wang^{1,2}, Menghang Sun^{1,2}, Fanchang Yang², Bingbing Zhang², Ningjing Ma², Haibin Zhou¹, Hongyi Zhang^{1*}

¹Department of Urology, The First Affiliated Hospital of Xi'an Medical University, Xi'an Shaanxi

²Office of Graduate Student Affairs, Xi'an Medical University, Xi'an Shaanxi

*通讯作者。

文章引用: 王晨月, 孙萌航, 杨凡昌, 张冰冰, 马宁静, 周海彬, 张鸿毅. 输尿管镜碎石术后发热性尿路感染风险评估研究进展[J]. 临床医学进展, 2026, 16(4): 2162-2168. DOI: 10.12677/acm.2026.1641462

Abstract

Ureteroscopic lithotripsy (URS) is a primary minimally invasive treatment for ureteral stones; however, postoperative febrile urinary tract infection (FUTI) remains relatively common and may progress to severe complications. Therefore, accurate assessment of infection risk and early identification are essential for improving patient outcomes. Current studies indicate that the occurrence of FUTI is multifactorial, involving microbial invasion, elevated intrarenal pressure during surgery, and host immune responses. Inflammatory biomarkers can reflect the inflammatory status, but their predictive value is limited and they are mainly used as adjunctive indicators. Imaging modalities, particularly computed tomography (CT), provide more objective evaluation of stone burden, degree of obstruction, and inflammatory signs. In recent years, multivariable models integrating clinical characteristics, inflammatory markers, and imaging parameters have become a research focus and have demonstrated improved predictive performance. Future multicenter prospective studies are still needed to optimize these models and enable precise risk assessment and individualized management of infection.

Keywords

Ureteroscopic Lithotripsy, Febrile Urinary Tract Infection, Risk Factors, Inflammatory Biomarkers, Imaging Evaluation

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

输尿管镜碎石术(ureteroscopic lithotripsy, URS)已成为治疗输尿管结石的主流微创术式,但其术后发热性尿路感染(febrile urinary tract infection, FUTI)的发生率仍居高不下,严重者可进展为尿源性脓毒症,威胁患者生命[1]。目前对 FUTI 的发生机制、关键危险因素及其综合预测模型仍缺乏统一认识,准确识别高危人群、早期预警感染发生,对改善患者预后具有重要意义。本文从流行病学、发病机制、危险因素、炎症标志物及影像学评估五个维度,系统综述 URS 术后 FUTI 风险评估的研究进展。

2. 流行病学现状

近年来,随着代谢性疾病(如肥胖和糖尿病)发病率的增加,泌尿系结石的发病率在全球范围内呈持续上升趋势[2]。我国的流行病学调查显示,成人泌尿系结石患病率较既往明显上升,同时呈现出一定的年轻化趋势,对社会和公共卫生系统的负担不断加重[3]。从解剖学分布来看,上尿路结石(包括肾结石和输尿管结石)占泌尿系结石的绝大多数,其中输尿管结石由于易引起急性肾绞痛和尿路梗阻,是临床就诊率较高的类型。若梗阻未能及时解除,患者可能出现肾积水甚至继发感染,严重情况下可危及生命[1]。因此,对于输尿管结石患者而言,及时且有效的治疗具有重要的临床意义。

随着微创技术的不断发展,URS 已逐渐成为治疗输尿管结石的主要手术方式之一。与传统开放手术相比,URS 具有创伤小、恢复快以及清石率高等优势;同时,相较于体外冲击波碎石术,其在处理中下段输尿管结石及较大结石方面往往具有更好的清除效果[4]。近年来,随着数字化软性输尿管镜、钬激光

碎石设备以及一次性输尿管镜等技术的推广应用,手术的安全性与成功率均得到进一步提高[5]。然而,随着手术数量的不断增加,围术期并发症问题也逐渐受到关注。在进行URS后,总体并发症率在9%至25%之间[6]。其中感染相关并发症的总体发生率约为7.8% (范围0.8%~18.2%),主要表现为发热性尿路感染、甚至脓毒症,较为常见的并发症为发热性尿路感染(febrile urinary tract infection, FUTI),其发生率约为1%~23%。此外,部分患者还可能出现脓毒症,其发生率约为2%~8% [7]。若上述感染未能及时识别与干预,病情可能迅速进展为脓毒症休克,病死率可达20%~42%,对患者生命安全及医疗负担均造成严重影响[6]。因此,尽管临床上已普遍采取严格的无菌操作及围术期抗菌药物预防措施,术后感染仍难以完全避免,这进一步提示优化围术期感染风险评估与管理策略对于提高手术安全性具有重要意义[8]。

3. 发生机制及围术期危险因素

FUTI是多因素共同作用的结果,其发生涉及微生物入侵、尿路局部环境改变、术中肾盂压力升高以及宿主免疫反应等多个方面。上述因素相互影响,共同参与感染的发生与发展,并在一定条件下促进病情由局部感染向全身炎症反应甚至更严重阶段进展。

3.1. 微生物入侵及相关危险因素

微生物入侵是FUTI的始动环节。围术期尿路中最常见的病原体包括大肠杆菌、克雷伯菌等革兰阴性菌,这类细菌可通过上行感染或手术操作过程中碎石释放而进入尿路系统并快速繁殖,引发感染和炎症[9]。在URS患者中,细菌不仅来源于尿液,还包括结石内部及梗阻部位的细菌。术前尿培养阴性并不能完全排除感染,因为结石内细菌可在碎石过程中被释放,从而诱发术后感染,增加FUTI发生风险[9]。此外,既往尿路感染史、长期导尿及输尿管支架留置等提示尿路内存在细菌定植,这类患者术后更易发生感染[10][11]。因此,细菌负荷及其来源构成FUTI发生的起始基础。

3.2. 尿路梗阻与结石因素

尿路梗阻是感染发生的重要基础。结石导致尿液滞留,从而削弱尿流冲刷作用,并为细菌生长提供条件。梗阻还可引起局部黏膜水肿、缺血及屏障功能受损,使细菌更易侵入组织[12]。结石的性质和负荷是影响术后感染的重要因素。感染性结石中通常含有大量细菌及尿素酶产生菌,在碎石过程中可被释放进入尿路系统,从而增加感染风险[10][13]。此外,结石负荷较大或嵌顿时间较长均可能增加手术复杂度并延长手术时间,进一步提高术后感染发生率。结石表面积 $\geq 500\text{ mm}^2$ 、鹿角形结石等高负荷结石患者术后感染风险显著增高[14]。因此,尿路梗阻状态及结石特征构成FUTI发生的基础病理环境。

3.3. 术中危险因素

在URS过程中,持续灌注液体可导致肾盂内压力(intrarenal pressure, IRP)升高,这是感染由局部扩展为全身反应的关键环节。研究证实当IRP超过30~40 mmHg的生理阈值时,可诱发肾盂静脉及淋巴反流,使细菌及内毒素进入血液循环,从而诱发菌血症甚至脓毒血症[15]。实时监测和控制IRP有望降低术后感染发生率。同时,输尿管导引鞘的使用及其管径选择可显著降低IRP水平[16]。手术时间延长可增加高压暴露时间,被认为是FUTI的重要独立危险因素。Kim等的研究表明,手术时间超过70分钟显著增加术后感染风险[17]。此外,灌注压力控制不当及操作复杂度增加,也会进一步加重上述过程。因此,URS术中控制肾盂压力是预防FUTI的核心措施。

3.4. 宿主免疫反应

当细菌进入血液循环后,宿主免疫反应在感染进展中起决定性作用。若炎症反应过度,可发展为全

身炎症反应综合征甚至脓毒症。多项研究表明,糖尿病、高龄及女性是 URS 术后感染的重要危险因素[10][11]。随着年龄增长,机体免疫功能逐渐下降,尿路上皮防御能力减弱,使老年患者更易发生术后感染[18]。女性由于尿道较短,更易发生细菌上行感染[11]。糖尿病患者长期高血糖状态可促进细菌生长,同时削弱中性粒细胞的趋化和吞噬能力,长期血糖控制不佳可导致免疫功能受损,使其更易发生围术期感染[10][11]。因此,宿主因素不仅影响 FUTI 发生,还直接决定其严重程度及临床结局。

3.5. 术后因素与感染持续

部分患者术后可出现持续或反复感染,其主要机制在于细菌未被完全清除及尿路环境未得到有效改善。残余结石可作为细菌储存载体,而输尿管支架为细菌附着提供表面,有利于生物膜形成[19]。多项研究报告,术后尿液引流情况也会直接影响感染控制,肾积水或排尿功能异常可导致尿潴留,从而减弱尿液对细菌的冲刷作用[20][21]。输尿管支架主要用于维持尿液通畅并实现双向引流,置入体内后易受压力影响引起尿液反流,使肾脏逆行感染率上升,支架留置时间与生物膜的形成、尿路逆行感染的发生率呈正相关[21]。此外,残石还可能再次引起梗阻或堵塞支架,进一步增加感染风险。总体来看,上述因素可相互影响,形成“梗阻-感染-再梗阻”的循环,从而导致感染持续存在或反复发生。因此,减少残石、优化引流并合理控制支架留置时间是预防术后感染持续的关键措施。

4. 炎症生物标志物在感染预测中的研究进展

术后发热性尿路感染(febrile urinary tract infection, FUTI)的早期识别对于降低并发症发生率及改善患者预后具有重要意义。近年来,炎症生物标志物在围术期感染风险评估中的作用逐渐受到重视,其研究方向亦由传统单一指标逐步向多指标整合与动态评估转变。因此,从不同类型炎症指标的诊断特性出发,对其临床价值进行系统梳理具有重要临床意义。

传统炎症指标如白细胞计数(white blood cell, WBC)仍广泛用于临床,WBC 可以反映身体的炎症反应,但容易受到手术刺激、组织损伤或非感染因素影响,缺乏特异性。有研究显示,在接受输尿管镜手术的患者中,大部分术后发热的病例术前 WBC 正常,这说明单独依靠 WBC 难以预测感染[22]。C 反应蛋白(C-reactive protein, CRP)对细菌感染比较敏感,但升高通常比感染发生稍晚,而且非感染性炎症也会使 CRP 升高,限制了其早期预警作用。降钙素原(procalcitonin, PCT)对细菌感染更有针对性,在脓毒症早期识别中价值突出,且其水平与感染严重程度呈正相关[23]。传统性炎症指标适用于评价机体感染情况,但在预测感染风险方面存在一定局限性[22]。

近年来,基于血细胞比例的指标为早期感染评估提供了补充。中性粒细胞与淋巴细胞比例(neutrophil-to-lymphocyte ratio, NLR)结合了炎症反应和免疫状态信息,可更全面反映身体的炎症水平。多项研究表明,NLR 在预测泌尿系手术后感染方面比单一指标效果更好[24]。血小板与淋巴细胞比例(platelet-to-lymphocyte ratio, PLR)也有一定作用,但整体效果略低[25]。这些指标计算简单、成本低,适合在临床上常规使用。复合指标如 CALLY 指数(整合 CRP、白蛋白和淋巴细胞)通过整合多种信息,能够更深入地评估炎症,在脓毒症预后中表现出良好应用潜力,但其在 FUTI 中的应用仍需进一步验证。

同时,新型生物标志物在提示感染特异性方面有所提升。几丁质酶-3 样蛋白-1(CHI3L1)在尿源性脓毒症中水平显著升高,诊断效果良好[22]。肝素结合蛋白(HBP)在炎症反应和血管通透性调节中发挥作用,被认为可早期提示严重感染。总体来看,炎症生物标志物在 FUTI 评估中具有一定价值,但其作用主要体现在提示炎症状态和辅助判断风险。单一指标预测能力有限,多指标联合虽可提高准确性,但仍难以完全满足临床需求。因此,将炎症指标与临床特征及影像学信息结合,可能是提高预测能力的更合理方向。

5. 影像学在感染风险评估中的应用

影像学检查是泌尿系结石疾病术前评估的重要组成部分,可帮助预测围术期感染风险、识别解剖异常,并指导手术方案。常用的影像学技术包括超声、计算机断层扫描(CT)和磁共振成像(MRI)。这些检查不仅能确定结石的位置和大小,还可发现提示炎症或感染风险的影像学征象。

超声检查具有无创、便捷、无辐射的优点,是泌尿系疾病初步筛查的首选方法。通过超声可观察肾脏结构、输尿管扩张及肾积水情况。肾积水通常提示尿路梗阻,尿液淤积可能为细菌生长提供有利环境。临床研究显示,中重度肾积水患者在接受输尿管镜手术后发生感染的风险明显高于轻度或无肾积水者[10]。此外,超声可显示肾实质回声及肾周组织改变,例如肾实质回声不均或肾周回声增强,提示局部炎症或感染。结合血液实验室指标,这些超声征象可提高术前感染风险评估的准确性。缺点是超声受操作经验和体型影响,尤其对小结石或上尿路深部结石检出率有限。

CT被认为是泌尿系结石评估的金标准。在URS术前评估中,CT不仅能够提供结石的位置、大小及密度等解剖信息,还可通过多种影像学征象间接反映尿路炎症状态及感染风险。其中,肾周脂肪条索影及组织边缘征分别提示肾周炎症扩散及结石长期嵌顿所致的黏膜水肿与屏障功能受损,常与较高细菌负荷及炎症活性相关[26][27]。此外,CT对肾积水的评估更准确,与中重度肾积水患者围术期发热及尿源性败血症的发生明显相关[28][29]。同时,当肾积水合并感染时,肾盂内尿液CT值常升高,这与尿路梗阻后细菌及其代谢产物不易排出、局部大量繁殖,以及坏死细胞碎片和白细胞聚集导致尿液密度增加有关,从而在影像上表现为CT值增高[27]。CT还可评估结石负荷和密度,较大结石或高负荷结石通常意味着手术时间延长及操作复杂度增加,间接增加感染风险[30]。CT的缺点是存在辐射暴露,对于需减少辐射的特殊人群需谨慎选择。总体来说,CT影像征象能够从结构和炎症两个层面反映FUTI的发生基础,是术前风险分层的重要工具。

MRI作为无电离辐射的影像学方法,在结石评估中具有补充价值。其基于磁场对体内水分子响应成像,能够清晰显示肾积水及尿路扩张[31]。MRI对结石的直接显示灵敏度约为82%,高于超声和KUB平片,但低于CT。MRI虽然对直接检测尿路结石相对不敏感,但能够检测梗阻性尿石症的继发性影响[32]。小体积或非梗阻性结石可能被忽略;同时,MRI难以明确梗阻原因是否由结石引起,尤其在怀疑恶性肿瘤等病变时仍需CT确诊。MRI适用于肾功能不全、孕妇或需避免辐射的患者,并可评估肾周炎症及尿路外病变,这是其独特优势。

将影像学指标与实验室指标及临床因素结合构建综合预测模型,可显著提高围术期感染预测的准确性。Yuan等基于机器学习构建的列线图模型整合了结石大小、手术时间、WBC、CRP、糖尿病史、术前尿培养、ASA评分等因素,预测术后UTI的AUC达0.802[33]。欧洲泌尿外科学会指南也强调,术前全面评估结石特征、肾积水程度及感染征象对制定个体化治疗方案具有重要意义[1]。因此,术前综合应用超声、CT及必要时MRI,识别高危影像特征,并联合实验室指标,是实现个体化围术期管理的重要策略[34]。

6. 结论与展望

综上所述,现有研究表明,经输尿管软镜碎石术后发热性尿路感染的发生与多种因素密切相关,主要包括患者基础特征、炎症相关生物标志物以及围术期操作因素等多个方面。然而,由于不同研究在样本来源、研究设计、围术期管理策略及感染诊断标准等方面存在一定差异,目前相关研究结论仍表现出一定程度的异质性。因此,未来仍有必要开展多中心、大样本的前瞻性研究,对相关危险因素进行进一步验证,并在此基础上构建更加稳定和可靠的风险预测模型。同时,随着医学影像技术的发展,影像学量化指标(如CT值)在反映局部感染状态方面显示出潜在应用价值,相关研究仍有待进一步深入。通过整

合临床指标与影像学信息, 有望提高术后感染风险评估的准确性, 从而为围术期感染防控及个体化治疗策略的制定提供更加可靠的依据。

参考文献

- [1] Pearle, M.S., Matlaga, B.R., Antonelli, J.A., Chi, T., Hsi, R.S., Kim, S.K., *et al.* (2026) Surgical Management of Kidney and Ureteral Stones: AUA Guideline (2026). Part II: Evaluation and Treatment of Patients with Kidney and/or Ureteral Stones. *Journal of Urology*, **215**, 124-131. <https://doi.org/10.1097/ju.0000000000004843>
- [2] Tan, S., Yuan, D., Su, H., Chen, W., Zhu, S., Yan, B., *et al.* (2025) Global Epidemiological Trends and Risk Factors of Ureteral Strictures Following Ureteroscopic Lithotripsy: A Comprehensive Study Based on Literature Data and Machine Algorithms. *Minerva Urology and Nephrology*, **77**, 592-604. <https://doi.org/10.23736/s2724-6051.25.06376-1>
- [3] Tan, S., Yuan, D., Su, H., Chen, W., Zhu, S., Yan, B., *et al.* (2024) Prevalence of Urolithiasis in China: A Systematic Review and Meta-Analysis. *BJU International*, **133**, 34-43. <https://doi.org/10.1111/bju.16179>
- [4] Pischetola, A., Hughes, T., Geraghty, R., Boulmani, M. and Somani, B.K. (2026) Incidence of Urinary Infections and Urosepsis after Ureteroscopy for Stone Disease: A Systematic Review of Literature. *Therapeutic Advances in Urology*, **18**.
- [5] Unno, R., Hosier, G., Hamouche, F., Bayne, D.B., Stoller, M.L. and Chi, T. (2023) Single-Use Ureteroscopes Are Associated with Decreased Risk of Urinary Tract Infection after Ureteroscopy for Urolithiasis Compared to Reusable Ureteroscopes. *Journal of Endourology*, **37**, 133-138. <https://doi.org/10.1089/end.2022.0480>
- [6] Chugh, S., Pietropaolo, A., Montanari, E., Sarica, K. and Somani, B.K. (2020) Predictors of Urinary Infections and Urosepsis after Ureteroscopy for Stone Disease: A Systematic Review from EAU Section of Urolithiasis (Eulis). *Current Urology Reports*, **21**, Article No. 16. <https://doi.org/10.1007/s11934-020-0969-2>
- [7] 熊风. 输尿管软镜碎石术后泌尿系感染的危险因素分析及临床预测模型构建[D]: [硕士学位论文]. 宜昌: 三峡大学, 2024.
- [8] Sun, J., Xu, J. and OuYang, J. (2019) Risk Factors of Infectious Complications Following Ureteroscopy: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Urologia Internationalis*, **104**, 113-124. <https://doi.org/10.1159/000504326>
- [9] Lykkegaard, E.G. and Jung, H. (2025) Intrarenal Pressure during Ureteroscopy. *European Urology Focus*, **11**, 709-711. <https://doi.org/10.1016/j.euf.2025.02.010>
- [10] Zheng, Y., Chen, Q., Cao, L., Zhao, L., Tang, Y. and Liu, Z. (2024) Retrospective Analysis of Risk Factors for Urinary Tract Infection after Ureteral Calculi Surgery. *Archivos Españoles de Urología*, **77**, 638-643. <https://doi.org/10.56434/j.arch.esp.urol.20247706.87>
- [11] Ma, Y., Jian, Z., Yuan, C., Li, H. and Wang, K. (2020) Risk Factors of Infectious Complications after Ureteroscopy: A Systematic Review and Meta-Analysis Based on Adjusted Effect Estimate. *Surgical Infections*, **21**, 811-822. <https://doi.org/10.1089/sur.2020.013>
- [12] 张凯淇, 李志远, 白松, 等. 肾盂积水密度与输尿管镜碎石术后患者发生严重感染并发症的关系[J]. 泌尿外科杂志(电子版), 2024, 16(3): 12-16.
- [13] 张焱, 马路平, 王勤章, 等. 结石细菌培养在控制逆行软性输尿管镜激光碎石术后感染性并发症中的作用[J]. 华中科技大学学报(医学版), 2024, 53(5): 653-658.
- [14] Bapir, R., Bhatti, K.H., Eliwa, A., García-Perdomo, H.A., Gherabi, N., Hennessey, D., *et al.* (2022) Infectious Complications of Endourological Treatment of Kidney Stones: A Meta-Analysis of Randomized Clinical Trials. *Archivio Italiano di Urologia e Andrologia*, **94**, 97-106. <https://doi.org/10.4081/aiua.2022.1.97>
- [15] Bhojani, N., Morris, K., White, J., Rojanasartot, S., Tran, E.D. and Monga, M. (2025) Post-Operative Infection with a Single-Use Ureteroscope with Real-Time Intrarenal Pressure Monitoring Vs. All Other Single-Use Ureteroscopes. *Expert Review of Medical Devices*, **22**, 1135-1143. <https://doi.org/10.1080/17434440.2025.2557403>
- [16] Kayano, S., Yanagisawa, T., Tomomasa, N., Yata, Y., Nishi, E., Kawano, S., *et al.* (2025) Impact of Ureteral Access Sheath Size on Intrarenal Pressure Evaluated by Lithovue™ Elite Single Use Ureteroscope. *International Urology and Nephrology*, **57**, 2481-2486. <https://doi.org/10.1007/s11255-025-04430-4>
- [17] Kim, J.W., Lee, Y.J., Chung, J., Ha, Y., Lee, J.N., Yoo, E.S., *et al.* (2018) Clinical Characteristics of Postoperative Febrile Urinary Tract Infections after Ureteroscopic Lithotripsy. *Investigative and Clinical Urology*, **59**, 335-341. <https://doi.org/10.4111/icu.2018.59.5.335>
- [18] Ito, K., Takahashi, T., Somiya, S., *et al.* (2023) Risk Factors for Infectious Complications of Ureteroscopy after Obstructive Acute Pyelonephritis. *Urology Journal*, **20**, 90-95.

- [19] Reid, G., Habash, M., Vachon, D., Denstedt, J., Riddell, J. and Beheshti, M. (2001) Oral Fluoroquinolone Therapy Results in Drug Adsorption on Ureteral Stents and Prevention of Biofilm Formation. *International Journal of Antimicrobial Agents*, **17**, 317-320. [https://doi.org/10.1016/s0924-8579\(00\)00353-8](https://doi.org/10.1016/s0924-8579(00)00353-8)
- [20] Ortolini, M., Breu, B., Masnada, A., Crettenand, F. and Stritt, K. (2025) Prolonged Preoperative Double J Stenting Increases Post-Ureteroscopy Infectious Complications. *World Journal of Urology*, **43**, Article No. 638. <https://doi.org/10.1007/s00345-025-06042-0>
- [21] 石从整, 周琼, 蒋立新, 等. 双 J 管相关泌尿系感染临床特点分析[J]. 武汉大学学报(医学版), 2020, 41(3): 448-452.
- [22] 李想, 傅斌, 高蓉婷, 等. 尿源性脓毒血症早期诊断的相关指标研究[J]. 浙江创伤外科, 2024, 29(3): 405-408.
- [23] Dai, L., Xiang, J., Liu, X., Wen, X., Tan, L. and Zhang, J. (2025) Risk Factors for Urosepsis Following Ureteroscopic Lithotripsy: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Frontiers in Surgery*, **12**, Article ID: 1603311. <https://doi.org/10.3389/fsurg.2025.1603311>
- [24] Ahmed, R., Hamdy, O., Alatawi, A., Alhowidi, A., Al-Dahshan, N., Alkadah, A.N., et al. (2025) The Role of Inflammatory Biomarkers in Predicting Postoperative Fever Following Flexible Ureteroscopy. *Medicina*, **61**, Article 1366. <https://doi.org/10.3390/medicina61081366>
- [25] 魏明权, 吴金平, 王振运, 等. 输尿管软镜碎石术后感染并发尿源性脓毒症患者 NF- κ B、TLR4、PCT、PLR 水平及其预测价值[J]. 中华医院感染学杂志, 2024, 34(24): 3769-3773.
- [26] 张佳伟, 秦艳花, 吴建臣. 输尿管镜碎石术后尿路感染性发热的危险因素分析[J]. 中国研究型医院, 2022, 9(5): 39-42.
- [27] 卢扬柏, 张泳欣, 黄红星, 等. 输尿管结石梗阻继发术前 CT 图像特征对输尿管镜碎石术后发热性尿路感染的预测价值[J]. 广东医学, 2021, 42(8): 955-961.
- [28] Chen, B., Liu, S., Zhou, H., Ren, Y., Xie, T., Dong, Y., et al. (2025) Study on the Diagnostic Efficacy of the Computerized Tomography Attenuation Value of Renal Pelvis Urine in True Bacteriuria Secondary to Renal and Ureteral Stones. *Renal Failure*, **47**, Article 2561786. <https://doi.org/10.1080/0886022x.2025.2561786>
- [29] Zhang, J., Zhu, L., Wu, X., Chen, H., Pan, R., Hong, Z., et al. (2024) Clinical Application of CT Imaging Grading System in Upper Urinary Tract Calculi with Kidney Infection. *Clinical and Investigative Medicine*, **47**, 7-17. <https://doi.org/10.3138/cim-2024-0107>
- [30] Li, J., Du, Y., Huang, G., Zhang, C., Ye, Z., Zhong, J., et al. (2024) Predictive Value of Machine Learning Model Based on CT Values for Urinary Tract Infection Stones. *iScience*, **27**, Article 110843. <https://doi.org/10.1016/j.isci.2024.110843>
- [31] Semins, M.J., Feng, Z., Trock, B., Bohlman, M., Hosek, W. and Matlaga, B.R. (2013) Evaluation of Acute Renal Colic: A Comparison of Non-Contrast CT versus 3-T Non-Contrast HASTE MR Urography. *Urolithiasis*, **41**, 43-46. <https://doi.org/10.1007/s00240-012-0525-8>
- [32] Kalb, B., Sharma, P., Salman, K., Ogan, K., Pattaras, J.G. and Martin, D.R. (2010) Acute Abdominal Pain: Is There a Potential Role for MRI in the Setting of the Emergency Department in a Patient with Renal Calculi? *Journal of Magnetic Resonance Imaging*, **32**, 1012-1023. <https://doi.org/10.1002/jmri.22337>
- [33] Yuan, W., Li, Y., Dai, Y., Luo, C., Zhang, H. and Xiong, H. (2025) Machine Learning-Based Screening of Characteristic Factors for Urinary Tract Infection Following Ureteral Stone Surgery and Construction and Validation of Risk Prediction Models. *Medicine*, **104**, e45973. <https://doi.org/10.1097/md.00000000000045973>
- [34] Bonkat, G., Cai, T., Veeratterapillay, R., Bruyère, F., Bartoletti, R., Pilatz, A., et al. (2019) Management of Urosepsis in 2018. *European Urology Focus*, **5**, 5-9. <https://doi.org/10.1016/j.euf.2018.11.003>