

输尿管结石并发感染的诊断与治疗研究现状及展望

廖 磊¹, 刘龙亚^{2*}

¹吉首大学医学院, 湖南 吉首

²吉首大学第一附属医院泌尿外科, 湖南 吉首

收稿日期: 2026年1月1日; 录用日期: 2026年1月26日; 发布日期: 2026年2月3日

摘 要

输尿管结石作为泌尿系统常见急腹症, 其发病率近年来持续攀升。该病症多合并感染, 不仅发病率高, 还可能引发脓毒症和肾功能损害等严重并发症, 因此临床及时诊断和有效治疗显得尤为重要。得益于医学影像技术和微生物学检测手段的进步, 诊断准确率已显著提升, 但关于感染与结石相互作用的机制仍需进一步研究。目前研究重点集中在两方面: 一是优化抗生素治疗方案以覆盖常见病原体, 二是探讨输尿管镜取石或经皮肾造瘘等手术干预的最佳时机, 以期在感染控制和结石清除之间取得平衡。然而临床实践仍面临诸多挑战, 包括日益严峻的抗生素耐药问题, 以及手术时机与方式选择等个体化治疗策略的缺乏。本综述将系统梳理该领域的流行病学特征、病理生理机制、诊断与治疗进展, 剖析现有管理策略的不足, 并为未来研究方向提出建议, 从而为改善患者预后提供参考。

关键词

输尿管结石, 尿路感染, 脓毒症, 输尿管镜取石术, 抗生素耐药, 梗阻性肾病, 代谢综合征

Current Research Status and Future Prospects in the Diagnosis and Treatment of Ureteral Stones Complicated by Infection

Lei Liao¹, Longya Liu^{2*}

¹School of Medicine, Jishou University, Jishou Hunan

²Department of Urology, The First Affiliated Hospital of Jishou University, Jishou Hunan

Received: January 1, 2026; accepted: January 26, 2026; published: February 3, 2026

*通讯作者。

文章引用: 廖磊, 刘龙亚. 输尿管结石并发感染的诊断与治疗研究现状及展望[J]. 临床个性化医学, 2026, 5(1): 671-680. DOI: 10.12677/jcpm.2026.51091

Abstract

Ureteral stones, a common acute abdominal condition of the urinary system, have seen a continuous rise in incidence in recent years. This condition is frequently complicated by infection, which not only exhibits a high incidence rate but may also lead to severe complications, such as sepsis and renal impairment. Therefore, timely diagnosis and effective treatment are of paramount importance in clinical practice. Thanks to advancements in medical imaging technology and microbiological detection methods, diagnostic accuracy has significantly improved. However, further research is needed to elucidate the mechanisms underlying the interaction between infection and stones. Current research efforts primarily focus on two aspects: optimizing antibiotic treatment regimens to cover common pathogens and determining the optimal timing for surgical interventions, such as ureteroscopic stone extraction or percutaneous nephrostomy, aiming to balance infection control and stone clearance. Nevertheless, clinical practice still faces numerous challenges, including the increasingly severe issue of antibiotic resistance and the lack of individualized treatment strategies regarding the timing and selection of surgical approaches. This review systematically examines the epidemiological characteristics, pathophysiological mechanisms, and advancements in the diagnosis and treatment of this field, analyzes the shortcomings of existing management strategies, and proposes directions for future research to provide insights for improving patient prognosis.

Keywords

Ureteral Stones, Urinary Tract Infection, Sepsis, Ureteroscopic Stone Extraction, Antibiotic Resistance, Obstructive Nephropathy, Metabolic Syndrome

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. 前言

输尿管结石合并感染是泌尿外科常见的急症, 其发病率在全球范围内持续上升, 尤其在老年和代谢综合征患者中更为显著。结石引起的尿流梗阻不仅导致剧烈疼痛, 还显著增加尿路感染风险, 严重时可进展为脓毒症甚至多器官功能障碍。研究表明, 结石直径 ≥ 10 mm、合并输尿管狭窄或代谢异常(如高甘油三酯血症、糖尿病)的患者更易发生感染及术后复发, 这些因素共同构成了临床管理的核心挑战。近年来, 随着抗生素耐药性问题的加剧和微创技术的革新, 该疾病的诊疗策略发生了重要转变。

在诊断方面, 除传统的临床表现和实验室检查(如白细胞计数、降钙素原升高)外, 影像学技术尤其是平扫 CT 已成为金标准, 可准确评估结石位置、梗阻程度及肾周渗出情况。治疗上, 早期解除梗阻是关键, 研究显示, 在镇痛无效的急性肾绞痛患者中, 48 小时内行急诊输尿管镜取石术(URS)的结石清除率可达 91.2%, 且术后总体并发症发生率低于择期手术组[1]。对于复杂的输尿管上段结石, 包括合并严重感染的患者, 研究显示腹膜后腹腔镜输尿管切开取石术(RLU)展现出显著优势。一项针对 206 例复杂上段结石患者的回顾性分析显示, RLU 的结石清除率高达 98.54%, 总体并发症发生率仅为 1.94%, 其中输尿管狭窄发生率低于 1%, 成为复杂上段结石伴感染的安全选择[2]。

此外, 真空辅助微创经皮肾镜取石术(MiniPCNL)等新兴技术为远端大结石提供了新的解决方案, 而

输尿管支架置入在糖尿病等高风险患者中仍是缓解梗阻和感染的基础手段。然而, 代谢综合征患者的结石复发率显著升高, 提示长期随访和代谢干预的必要性[3]-[5]。未来研究需进一步探索个体化治疗策略, 优化手术时机选择, 并开发针对耐药菌感染的有效防控措施, 以改善这一急重症的整体预后。

2. 输尿管结石并发感染的综合诊疗体系与策略分析

2.1. 流行病学与危险因素

2.1.1. 输尿管结石合并感染的全球流行病学特征

输尿管结石合并感染在全球范围内呈现出显著的流行病学特征。研究表明, 妊娠期患者发生尿源性脓毒症休克的死亡率可达 30%, 且病情进展迅速, 需要多学科联合治疗及时解除梗阻[6]-[8]。针对小儿输尿管上段结石, 使用双通道输尿管镜的进镜成功率、结石清除率均可达 100%, 且术后发热等并发症发生率[9]。碱性结痂性肾盂炎是肾移植受者一种罕见但严重的并发症, 由解脲棒状杆菌等产脲酶细菌引起, 可导致急性肾损伤甚至肾功能衰竭。其诊断需结合碱性尿、尿中鸟粪石结晶、特殊病原体培养以及特征性的 CT 表现(如肾盂肾盏壁钙化)[10]。这些数据提示, 不同人群的流行病学特征存在显著差异, 需结合年龄、免疫状态等因素进行个体化评估。

2.1.2. 主要危险因素分析: 年龄、性别、基础疾病等

性别和基础疾病是输尿管结石合并感染的核心危险因素。女性患者术后发热性尿路感染发生率显著高于男性[11], 可能与解剖结构差异有关。多因素分析显示, 多发性结石($P < 0.001$)和残留结石碎片是感染复发的重要预测因子[12][13]。特殊人群如移植受者(因免疫抑制状态)、子宫内异位症患者(可导致输尿管内源性梗阻)及系统性红斑狼疮患者, 其感染风险显著增加[14]-[16]。此外, 远端输尿管结石嵌顿(如 VUJ 处)导致的尿液淤滞, 可引发输尿管残端综合征, 表现为反复发热、血尿和腹痛, 需通过输尿管造影或 CT 尿路造影确诊。远端输尿管结石嵌顿(VUJ 处)可引起机械性梗阻, 导致近端输尿管和肾盂积水(尿液淤滞)。这种情况容易诱发反复的尿路感染, 并表现为发热、腹痛等症状[17]。影像学上, CT 尿路造影(CTU)或逆行/顺行尿路造影是明确诊断和定位梗阻的关键手段[18][19]。

2.1.3. 结石成分与感染风险的相关性

感染性结石(如磷酸铵镁结石)与尿素分解菌(如变形杆菌、棒状杆菌 D2 组)的定植密切相关。碱性结痂性肾盂炎的特征性表现为尿 pH 值升高(>7.0)和钙化斑块黏附于尿路上皮, 需通过尿液酸化治疗(如口服酸性补充剂)联合抗生素控制感染[20]。多项研究表明残留结石碎片, 尤其尺寸 $>4\text{mm}$, 是导致术后并发症的关键危险因素。同时, 研究证实完全清石能最大程度地降低这些不良事件的风险[21], 研究证实, 感染性结石(如磷酸铵镁结石)患者的结石复发及再次手术风险显著高于其他结石类型[22]。因此, 术后进行结石成分鉴定是识别这类高风险患者、并指导其长期管理的关键步骤, 这在最新专家共识中也被重点强调[23]。

2.2. 病理生理机制

2.2.1. 结石形成与感染的相互作用机制

结石形成与尿路感染之间存在复杂的相互作用机制。一方面, 结石作为异物可促进细菌定植和生物膜形成, 导致持续性感染。例如, 在输尿管结石患者中, 结石嵌顿常伴随尿路感染, 感染可进一步加剧局部炎症反应和黏膜损伤。另一方面, 感染本身可通过改变尿液成分(如 pH 值)和产生尿素酶等机制, 促进结石的形成和生长。代谢综合征等全身性因素也被证实与结石复发率升高相关, 可能通过影响尿液代谢环境和炎症状态, 间接促进结石与感染的恶性循环。糖尿病通过高血糖环境损害泌尿道上皮的先天免

疫屏障(如抑制抗菌肽表达[24])和关键的胰岛素受体信号通路[25], 显著削弱局部免疫应答, 使患者易发生尿路感染。同时, 这类患者因手术耐受性差、并发症风险高, 其结石管理, 尤其是手术治疗面临更大挑战, 影响总体疗效[26]。

2.2.2. 尿流梗阻对感染发展的影响

尿流梗阻是输尿管结石的常见并发症, 对感染发展具有显著影响。结石导致的机械性梗阻可引起尿液滞留和肾盂压力升高, 造成肾积水, 进而为细菌繁殖提供有利环境。梗阻还可损害尿路上皮的防御功能, 增加病原体黏附和侵袭的风险。在临床实践中, 结石直径较大或伴有输尿管狭窄的患者更易出现严重感染, 如脓尿和发热。及时解除梗阻(例如通过输尿管支架置入或结石清除术)可有效引流感染尿液, 降低肾实质损伤和全身炎症风险。此外, 先天性尿路异常(如肾盂输尿管连接处梗阻)也可通过类似机制促进感染和结石形成。

2.2.3. 全身炎症反应与脓毒症的发生机制

输尿管结石相关感染可触发全身炎症反应, 严重时进展为脓毒症。其发生机制涉及局部感染扩散至血液循环, 导致促炎细胞因子(如白细胞介素-6 和肿瘤坏死因子- α)大量释放, 引发全身性炎症应答[27]。临床指标如降钙素原显著升高可作为早期预警信号。结石嵌顿和尿流梗阻可加剧细菌和内毒素易位, 进一步激活免疫系统。在老年或合并糖尿病等免疫受损患者中, 这种风险尤为突出, 因其免疫调节功能下降和愈合延迟。及时干预(如早期输尿管镜取石或抗生素治疗)可阻断炎症级联反应, 降低脓毒症发生率。研究表明, 术后感染和发热与结石大小、手术时间等因素相关, 强调早期诊断和微创治疗的重要性[28]。

2.3. 临床表现与诊断

2.3.1. 典型与非典型临床症状

上尿路结石的临床表现具有显著异质性。典型症状表现为突发性单侧腰腹部绞痛, 常放射至同侧腹股沟或会阴部, 伴恶心呕吐等内脏神经反射症状[29]。约 85% 患者伴有血尿(多为镜下), 这与结石移动导致尿路黏膜损伤直接相关[29]。上尿路感染性结石患者通常不出现急性肾绞痛, 而常表现为腰腹部隐痛不适、复发性尿路感染和(或)肉眼血尿[23]。特殊情况下, 如合并尿路感染时可能出现发热、寒战等全身炎症反应, 需警惕脓毒症风险。

2.3.2. 实验室检查: 尿液分析、血液检查、微生物培养

在确诊的尿石症患者中, 尿液分析显示镜下血尿的总体患病率为 84% [30]。当尿检中发现白细胞尿时, 通常提示存在合并感染, 需进一步行尿培养以指导治疗。血液检查中, 肌酐升高($>1.5 \text{ mg/dL}$)见于梗阻性病例, 反映肾功能受损。炎症指标如 C 反应蛋白($\text{CRP} > 50 \text{ mg/L}$)和降钙素原($\text{PCT} > 0.5 \text{ ng/mL}$)对预测严重感染具有特异性。在代谢评估中, 高甘油三酯血症($>1.455 \text{ mmol/L}$)是肾结石术后复发的危险因素, 其风险增加具有统计学意义($p < 0.05$)。同时, 糖尿病患者尿糖阳性可能干扰尿液化学成分(如尿酸)的准确测定, 从而影响基于尿液分析的结晶成分评估。对于复杂病例, 24 小时尿钙、尿酸和草酸排泄量测定有助于病因诊断[31]。

2.3.3. 影像学诊断: 超声、CT、MRI 的应用与选择

非增强 CT (NCCT) 是诊断金标准, 可检出 $\geq 2 \text{ mm}$ 结石, 并能准确评估结石密度(HU 值)、肾积水程度及周围渗出改变。低剂量 CT (辐射量 $< 3 \text{ mSv}$)适用于随访, 其诊断准确性与标准 CT 无差异($p > 0.05$)。超声检查对肾盂结石敏感度达 89%, 但对中段输尿管结石检出率仅 60%, 更适合孕妇及儿童等需避免辐射人群。MRI 主要用于评估肾功能(如 MRU)或鉴别妊娠期生理性肾积水, 但对结石本身显示有限。对于

疑似合并尿路狭窄者(占复发患者的 17%), CT 尿路造影(CTU)可同时显示解剖异常和肾功能状态。

2.3.4. 早期识别严重感染

① 全身感染迹象: 发热(体温 $>38^{\circ}\text{C}$)或低体温($<36^{\circ}\text{C}$)、寒战等。② 全身炎症反应综合征表现: 心率增快(>90 次/分)、呼吸急促(>20 次/分)。③ 器官功能受累迹象: 意识状态改变(如烦躁、淡漠、嗜睡)、少尿。④ 实验室指标变化: 白细胞计数显著升高或降低、炎症标志物如降钙素原(PCT)和 C 反应蛋白(CRP)水平快速升高等。对于此类患者, 应尽早完成血尿培养并开始广谱抗生素治疗, 同时优先选择逆行输尿管支架置入, 并延迟性碎石手术, 以快速解除梗阻[32] [33]。

2.4. 治疗策略

2.4.1. 初始经验性抗生素选择

对于复杂性尿路感染(如输尿管结石合并感染), 初始经验性抗生素的选择需综合考虑病原谱覆盖和耐药性风险。根据现有研究, 革兰阴性菌(如大肠埃希菌、肺炎克雷伯菌)仍是主要致病菌, 但假单胞菌属感染在留置输尿管支架或存在解剖异常的患者中显著增加[34]。推荐初始采用碳青霉烯类(如美罗培南)联合氨基糖苷类, 以覆盖可能的产 ESBL 菌株。值得注意的是, 一项关于输尿管支架相关感染的研究发现, 留置支架超过 4 周的患者中, 生物膜形成和耐药菌感染风险显著升高, 但是否需要预防性使用抗生素仍有争议。

2.4.2. 基于药敏试验的靶向治疗

药敏指导的靶向治疗是降低耐药性和改善预后的关键。尿培养阳性率通常在 20%~35%之间, 其中约三分之一为多重耐药菌[35] [36]。研究显示, 对留置 DJ 支架后出现反复尿路感染的患者, 根据药敏结果调整抗生素(如针对铜绿假单胞菌选用环丙沙星)可显著降低复发率[23]。

2.4.3. 抗生素耐药性的挑战与对策

耐药性问题的在输尿管感染管理中尤为突出。长期留置的输尿管支架极易形成细菌生物膜(阳性率 83.5%), 而这些生物膜内的细菌因受到胞外聚合物(EPS)的保护, 对常规抗菌药物的敏感性显著下降, 导致高耐药性, 成为持续性感染和耐药性产生的重要源头[37]。对策包括: ① 限制支架留置时间(理想 ≤ 4 周)[38]; ② 采用亲水涂层支架减少细菌定植[39]; ③ 基于药敏试验结果选用敏感抗生素[26]。一项关于复杂性结石街(steinstrasse)的研究指出, 即使采用真空吸引输尿管镜系统清除结石后, 仍有患者发生术后尿路感染, 提示耐药菌防控需贯穿整个治疗周期[40]。

1. 紧急引流: 输尿管支架或经皮肾造瘘

对于梗阻性脓肾, 紧急引流是挽救肾功能的关键。临床研究支持在感染性结石合并尿脓毒症时优先选择经皮肾造瘘(PCN), 因其引流效率优于输尿管支架(平均减压时间缩短 2.1 小时)。然而, 研究表明, DJ 支架相关的不适症状(如尿急、血尿)普遍存在, 且已证实可通过药物干预得到显著改善[41]。与此同时, 旨在通过系统性教育改善患者管理的临床研究正在进行[42]。这提示, 对于非脓毒症等病情稳定的患者, 在必要的支架置入之外, 实施包含症状管理宣教在内的规范化综合护理, 可能成为提升治疗体验的重要方向, 其确切效果有待高质量研究进一步证实。特殊情况下(如输尿管残端积脓), 需通过逆行输尿管造影明确解剖后决定引流方式。

2. 确定性结石清除术的时机选择

手术时机需权衡感染控制与肾功能恢复。根据专家共识, 对于合并感染的上尿路结石, 应采取分阶段治疗策略。首先进行有效的抗菌治疗和必要的引流以控制感染、降低脓毒症风险; 待全身感染症状和炎症指标得到控制后, 再择期进行确定性碎石取石手术[23]。

3. 微创手术技术的比较与选择

现代微创技术已显著改变治疗格局。真空吸引输尿管镜系统在处理结石时展现出独特优势, 其中结石迁移率降至 6.3%, 且术后无严重并发症[43]。与传统输尿管镜相比, 该技术通过持续负压吸引减少肾内压波动, 理论上降低菌血症风险。对于远端输尿管病变, 硬性或半硬性输尿管镜更适用于远端输尿管的检查 and 干预。而相比之下, 软性输尿管镜能更好地应对上段输尿管、肾盂及肾盏的解剖扭曲[44]。

2.4.4. 支持治疗与并发症管理

综合支持治疗是疗效的重要保障。研究证实, 针对 DJ 支架患者的系统化教育(包括排尿训练、水分摄入指导)可使不适症状降低。对于术后发热等并发症, 需警惕尿源性脓毒症, 建议采用 qSOFA 评分快速评估。尿管残端综合征在临床上非常罕见, 当出现时应先采用敏感抗生素及间苯三酚抗炎解痉治疗, 待体温恢复正常并复诊血、尿常规基本正常后, 行经腹膜后途径输尿管残端切除术[45]。

2.5. 预防策略与未来方向

2.5.1. 结石复发的预防措施

结石复发的预防是泌尿系统疾病管理的核心环节。对于输尿管结石患者, 尤其是术后残留结石或存在代谢异常者, 需采取综合性预防措施。研究表明, 结石复发与尿液成分异常(如高钙尿症、高草酸尿症)密切相关, 因此代谢评估和饮食调整至关重要[46]。建议患者增加液体摄入(每日尿量 > 2 L), 限制钠盐和动物蛋白摄入, 并根据结石成分调整饮食结构(如草酸钙结石患者需减少菠菜、坚果等高草酸食物)。此外, 对于反复感染者, 需定期监测尿液 pH 值, 必要时使用枸橼酸钾碱化尿液以抑制结石形成。案例报告显示, 输尿管再植术后残留结石可导致输尿管残端综合征, 强调术中彻底清除结石的必要性, 否则可能引发反复感染和黏膜恶性转化风险[47]。

2.5.2. 感染预防的抗生素策略

泌尿系结石合并感染时, 抗生素的选择需基于尿培养和药敏结果。对于复杂性尿路感染(如合并输尿管梗阻或妊娠), 初始经验性治疗应覆盖常见革兰阴性菌(如大肠埃希菌、肺炎克雷伯菌), 并考虑铜绿假单胞菌风险。研究指出, 妊娠期输尿管结石继发尿脓毒症休克死亡率高达 20%, 提示早期识别感染迹象(如发热、白细胞升高)和及时解除梗阻至关重要[48]。长期留置的 DJ 支架为细菌生物膜的形成提供了附着点, 导致感染风险增加且难以清除[49]。为应对这一问题, 临床实践通常采取综合管理策略: 在支架植入或更换时, 根据指南建议, 可短期使用呋喃妥因或甲氧苄啶-磺胺甲噁唑等靶向泌尿道的抗生素进行预防[50]。同时, 对于需长期置管的患者, 制定定期的支架更换计划是预防顽固性生物膜感染及其并发症的关键措施之一[51]。此外, 护理干预(如教育患者保持会阴清洁)可降低支架相关感染发生率。

2.5.3. 新型诊断技术和治疗方法的研发进展

影像学技术的进步为结石精准诊断提供支持。多层螺旋 CT 尿路造影(CT-IVU)可同时评估结石位置、梗阻程度及肾实质功能, 而超声弹性成像有望鉴别结石成分。治疗方面, 输尿管软镜联合接触式激光碎石术对远端输尿管结石具有高清除率, 尤其适用于输尿管再植术后残端结石的处理。新兴技术如微型经皮肾镜(mini-PCNL)和钬激光碎石术可降低组织损伤风险[52] [53]。此外, 生物可降解支架的研发旨在解决传统双 J 管引起的黏膜刺激和结痂问题, 动物实验显示其可在 4~6 周内自行降解, 避免二次手术取出[54]。

2.5.4. 个性化治疗方案的探索

基于患者特征的个体化治疗是未来趋势。代谢评估(如 24 小时尿液分析)可指导针对性药物干预, 如噻嗪类利尿剂用于高钙尿症, 别嘌醇用于尿酸结石[55]。对于妊娠合并结石患者, 需权衡胎儿安全与母体

风险,多学科团队(MDT)协作下可选择输尿管支架置入或超声引导下经皮肾造瘘。基因检测亦逐渐应用于罕见遗传性结石病(如胱氨酸尿症)的早期筛查[56]。案例研究强调,输尿管残端综合征患者需根据解剖特点选择手术方式(如腹腔镜远端输尿管切除术),而护理教育模块可显著改善患者对支架管理的认知,减少并发症[57]。

3. 讨论

输尿管结石合并感染作为一种临床急症,其诊疗策略的优化对改善患者预后至关重要。从专家视角来看,当前的研究和实践已取得显著进展,但仍面临诸多挑战,特别是在抗生素耐药性增加和个体化治疗需求日益突出的背景下。

其一,抗生素预防与耐药风险的平衡困境。对于长期留置输尿管支架的高危患者,是否应常规进行抗生素预防尚无定论。支架留置超过4周后,生物膜形成率高达83.5%,易诱发耐药菌感染。尽管部分指南建议短期预防用药,但缺乏对其长期效益与耐药风险的充分评估。因此,个体化制定既能有效防控感染又不加剧耐药趋势的策略,是当前临床决策的关键挑战。未来应重点探索新型防控手段,如抗生物膜智能涂层支架、局部靶向灌注疗法等,以打破“感染-耐药”循环。

其二,确定性手术的时机与方式缺乏精准标准。目前对感染控制后实施确定性取石手术的“最佳时间窗”仍无统一共识,过早手术增加脓毒症风险,过晚则可能损害肾功能。同时,多种微创术式(如真空吸引输尿管镜、腹腔镜手术等)各有优势,但在不同感染程度与结石特征下的最优选择尚不明确。未来研究应致力于构建整合炎症指标、影像特征与患者基础状态的多模态预测模型,以数据驱动方式优化手术时机与术式选择,实现个体化治疗。

综上,输尿管结石合并感染的治疗正向多学科融合的精准体系发展。未来需通过材料创新、数据建模与机制研究,推动诊疗策略从经验性向精准化转变,最终改善患者预后。

参考文献

- [1] Arcaniolo, D., De Sio, M., Rassweiler, J., Nicholas, J., Lima, E., Carrieri, G., *et al.* (2017) Emergent versus Delayed Lithotripsy for Obstructing Ureteral Stones: A Cumulative Analysis of Comparative Studies. *Urolithiasis*, **45**, 563-572. <https://doi.org/10.1007/s00240-017-0960-7>
- [2] 王可屹, 王光春, 黄建华, 张海民, 殷雷, 侍恒, 黄天润, 彭波. 三种不同微创术式治疗复杂输尿管上段结石的疗效及安全性分析[J]. 同济大学学报(医学版), 2019, 40(6): 841-846.
- [3] 徐乾坤, 曾凡超, 林军, 郑攀丰, 张志炎. 试析泌尿系结石病患者中代谢综合征与结石复发的关联[J]. 中国社区医师, 2018, 34(14): 64-65.
- [4] Sun, X., Wang, Z. and Wang, M. (2025) Association between Metabolic Syndrome and Risk of Nephrolithiasis: A Cohort Study. *Archivos Españoles de Urología*, **78**, 334-343. <https://doi.org/10.56434/j.arch.esp.urol.20257803.45>
- [5] Dassanayake, S.N., Lafont, T. and Somani, B.K. (2024) Association and Risk of Metabolic Syndrome and Kidney Stone Disease: Outcomes from a Systematic Review and Meta-Analysis. *Current Opinion in Urology*, **35**, 377-384. <https://doi.org/10.1097/mou.0000000000001227>
- [6] Snyder, C.C., Barton, J.R., Habli, M. and Sibai, B.M. (2012) Severe Sepsis and Septic Shock in Pregnancy: Indications for Delivery and Maternal and Perinatal Outcomes. *The Journal of Maternal-Fetal & Neonatal Medicine*, **26**, 503-506. <https://doi.org/10.3109/14767058.2012.739221>
- [7] Cárdenas Ramos, Y., Villegas Amador, F.O., Barrueta Orive, S.A., Rojas Tapia, C.P. and Lopez Carrasco, J.C. (2024) Maternal Sepsis: The Diagnostic Challenge in a Comorbid Patient in Mexico. *Cureus*, **16**, e76695. <https://doi.org/10.7759/cureus.76695>
- [8] 梁新月, 王晓怡. 产科脓毒症的诊断与治疗[J]. 中国实用妇科与产科杂志, 2023, 39(12): 1178-1183.
- [9] 刘杰昊, 毛长青, 胡和平. 小儿双通道输尿管镜治疗输尿管上段结石的临床研究[J]. 临床外科杂志, 2022, 30(7): 684-686.
- [10] Sakhi, H., Adjaoud, D., Hennequin, C., Fontaine, E., Correias, J., Joint-Lambert, O., *et al.* (2018) The Case | Acute Kidney

- Injury, Flank Pain, and Kidney Calcifications in an 80-Year-Old Woman. *Kidney International*, **93**, 527-528. <https://doi.org/10.1016/j.kint.2017.08.017>
- [11] Combes, A., Luyt, C., Trouillet, J., Nieszkowska, A. and Chastre, J. (2009) Gender Impact on the Outcomes of Critically Ill Patients with Nosocomial Infections. *Critical Care Medicine*, **37**, 2506-2511. <https://doi.org/10.1097/ccm.0b013e3181a569df>
 - [12] Liu, M., Cui, Z., Zhu, Z., Gao, M., Chen, J., Zeng, F., *et al.* (2022) Development of a Nomogram Predicting the Infection Stones in Kidney for Better Clinical Management: A Retrospective Study. *Journal of Endourology*, **36**, 947-953. <https://doi.org/10.1089/end.2021.0735>
 - [13] Xie, F., Deng, S., Fei, K., Xu, H. and Zhang, H. (2023) Nomogram to Predict the Risk of Adverse Outcomes in Patients with Residual Stones Following Percutaneous Nephrolithotomy. *International Brazilian Journal of Urology*, **49**, 599-607. <https://doi.org/10.1590/s1677-5538.ibju.2023.0111>
 - [14] Koi, A.N., Johnson, J.C., Engebretsen, T.L., Mujtaba, M.A., Lea, A.S., Stevenson, H.L., *et al.* (2024) Precision in Immune Management: Balancing Steroid Exposure, Rejection Risk, and Infectious Outcomes in Adult Kidney Transplant Recipients. *Journal of Personalized Medicine*, **14**, Article 1106. <https://doi.org/10.3390/jpm14111106>
 - [15] Anton Sagayanathan, P., Goai, X.Y., Loganathan, A. and Pridgeon, S. (2024) Intrinsic Ureteric Obstruction Secondary to Endometriosis: A Rare Clinical Entity Causing Obstructive Uropathy and Renal Failure. *BMJ Case Reports*, **17**, e258026. <https://doi.org/10.1136/bcr-2023-258026>
 - [16] 徐承来, 张哲雄, 李艳, 刘霞, 王西珍, 刘张波. 系统性红斑狼疮合并尿路感染患者病原菌分布特点和影响因素分析[J]. 中外医学研究, 2022, 20(5): 72-76.
 - [17] 刘伟光, 钟海歌, 冯治平. 输尿管结石梗阻继发性上尿路重度感染临床治疗分析[J]. 白求恩医学杂志, 2017, 15(1): 81-83.
 - [18] Krantz, T.E., McFerren, S.C., Riley, J.M., Dunivan, G.C. and Alba, F.M. (2019) Tips and Tricks for Performing a Retrograde Pyelogram. *Urology*, **129**, Article 234. <https://doi.org/10.1016/j.urology.2019.03.027>
 - [19] 袁立新, 陈海荣, 肖正光, 闵庆华, 诸瑛, 李崧. CT 尿路检查在尿路梗阻病变中影像诊断[J]. 临床医药文献电子杂志, 2016, 3(43): 8625-8626, 8628.
 - [20] Devine, P.A. and Courtney, A.E. (2019) Alkaline-Encrusted Pyelitis in a Renal Allograft. *Kidney International Reports*, **4**, 174-177. <https://doi.org/10.1016/j.ekir.2018.08.012>
 - [21] Kingma, R.A., Doppen, C., Bus, M.T.J., Altobelli, E., de Jong, I.J. and Roemeling, S. (2024) The Significance of Clinically Insignificant Residual Fragments after Percutaneous Nephrolithotomy: An Analysis into the Relevance of Complete Stone Clearance. *World Journal of Urology*, **42**, Article No. 78. <https://doi.org/10.1007/s00345-024-04774-z>
 - [22] Shpitzer, S.A., Shpunt, I., Loebl, N., Perl, L., Enikeev, D., Darawsha, A.E., *et al.* (2025) Risk Stratification for Repeat Stone Surgery: The Role of Stone Composition. *World Journal of Urology*, **43**, Article No. 203. <https://doi.org/10.1007/s00345-025-05573-w>
 - [23] 麦海星, 乔庐东, 吴文起, 胡卫国, 刘凯隆, 齐士勇, 陈雪花, 何朝辉, 沈诞. 上尿路感染性结石诊断与治疗中国专家共识(2024 版) [J]. 微创泌尿外科杂志, 2024, 13(4): 217-223.
 - [24] Mohanty, S., Kamolvit, W., Scheffschick, A., Björklund, A., Tovi, J., Espinosa, A., *et al.* (2022) Diabetes Downregulates the Antimicrobial Peptide Psoriasin and Increases *E. coli* Burden in the Urinary Bladder. *Nature Communications*, **13**, Article No. 4983. <https://doi.org/10.1038/s41467-022-32636-y>
 - [25] Schwartz, L., Simoni, A., Yan, P., Salamon, K., Turkoglu, A., Vasquez Martinez, G., *et al.* (2024) Insulin Receptor Orchestrates Kidney Antibacterial Defenses. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, **121**, e2400666121. <https://doi.org/10.1073/pnas.2400666121>
 - [26] 曾向阳, 段乐平, 孙建明. 上尿路结石合并 2 型糖尿病患者临床特点的初步研究[J]. 中国现代医学杂志, 2018, 28(18): 115-118.
 - [27] 伍学成. 炎症介质谱联合降钙素原在输尿管结石并发尿源性脓毒血症中的指导价值[D]: [硕士学位论文]. 长沙: 湖南师范大学, 2021.
 - [28] 李劲, 陈向志, 赵超. 基于 CT 征象的输尿管镜激光碎石后继发尿路感染的多因素分析[J]. 中国 CT 和 MRI 杂志, 2025, 23(9): 169-171, 178.
 - [29] Glazer, K., Brea, I.J., Leslie, S.W. and Vaitla, P. (2025) Ureterolithiasis. StatPearls Publishing.
 - [30] Minotti, B., Treglia, G., Pascale, M., Ceruti, S., Cantini, L., Anselmi, L., *et al.* (2020) Prevalence of Microhematuria in Renal Colic and Urolithiasis: A Systematic Review and Meta-Analysis. *BMC Urology*, **20**, Article No. 119. <https://doi.org/10.1186/s12894-020-00690-7>
 - [31] 高伟, 王永忠, 梁胜军, 胡明坤, 陈国希, 黎文成, 邱泽群, 刘冬霞, 陈泽娇. 社区复杂性肾结石患者 24 小时尿

液成分分析[J]. 微创医学, 2017, 12(6): 795-797, 835.

- [32] Porat, A., Bhutta, B.S. and Kesler, S. (2025) Urosepsis. StatPearls Publishing.
- [33] Liao, S., Xu, X., Yuan, Y., Tang, K., Wei, G., Lu, Z., *et al.* (2023) A Comparative Study of Flexible Ureteroscopic Lithotripsy for Upper Urinary Tract Stones in Patients with Prior Urosepsis Following Emergency Drainage via Retrograde Ureteral Stent or Percutaneous Nephrostomy. *BMC Urology*, **23**, Article No. 196. <https://doi.org/10.1186/s12894-023-01369-5>
- [34] Bailly, B., Lecheneaut, M., Gbaguidi-Haore, H., Chirouze, C., Kleinclauss, F. and Bouiller, K. (2023) Epidemiology and Risk Factors for Febrile Ureteral Stent-Associated Urinary Tract Infections: A Prospective Observational Cohort Study. *Journal of Infection*, **87**, 12-17. <https://doi.org/10.1016/j.jinf.2023.04.021>
- [35] Lei, M., Jiang, Z., Xu, P., Chang, Z., Zhang, Y., Zhang, S., *et al.* (2024) Characteristics of Bacteria in Urine and Stones from Patients Treated with Percutaneous Nephrolithotomy and Association with Postoperative Infection. *Infection and Drug Resistance*, **17**, 2873-2882. <https://doi.org/10.2147/idr.s462257>
- [36] Drazich-Taylor, S., Dominic, C., Moore, J., Craine, A. and Nwaka, D. (2024) Resistance to Empirical Antibiotics in Urinary Tract Infections Caused by Enterobacterales in the East of England. *JAC-Antimicrobial Resistance*, **7**, dlaf003. <https://doi.org/10.1093/jacamr/dlaf003>
- [37] Zhang, J., Liu, J., Wang, K., Zhang, X., Zhao, T. and Luo, H. (2018) Observations of Bacterial Biofilm on Ureteral Stent and Studies on the Distribution of Pathogenic Bacteria and Drug Resistance. *Urologia Internationalis*, **101**, 320-326. <https://doi.org/10.1159/000490621>
- [38] Zumstein, V., Betschart, P., Albrich, W.C., Buhmann, M.T., Ren, Q., Schmid, H., *et al.* (2017) Biofilm Formation on Ureteral Stents—Incidence, Clinical Impact and Prevention. *Swiss Medical Weekly*, **147**, w14408. <https://doi.org/10.4414/smw.2017.14408>
- [39] Hamamoto, S., Chaya, R., Taguchi, K., Inoue, T., Okada, S., Boonyapalanant, C., *et al.* (2025) Ureteral Stent Biomaterial Encrustation after Endoscopic Lithotripsy: A Randomized, Single-Blind Study. *Scientific Reports*, **15**, Article No. 10614. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-95095-7>
- [40] Wang, D., Xu, Y., Liu, Z., Liang, J., Lai, D., Guan, W., *et al.* (2023) Using Vacuum-Assisted Ureteral Access Sheath in the Treatment of Complex Steinstrasse. *Urolithiasis*, **51**, Article No. 40. <https://doi.org/10.1007/s00240-023-01462-2>
- [41] Sahin, A., Yildirim, C., Yuksel, O.H. and Urkmez, A. (2020) Treatment of Ureteral Catheter Related Symptoms, Mirabegron versus Tamsulosin/Solifenacin Combination: A Randomized Controlled Trial. *Archivos Españoles de Urología*, **73**, 54-59.
- [42] 宁鑫. 高选择性 α -AR 受体阻滞剂防治 D-j 管置入术后常见并发症的临床观察[D]: [硕士学位论文]. 南宁: 广西中医药大学, 2012.
- [43] Wang, X., Wu, Z., Liu, T., Li, B., Li, S., Wang, Y., *et al.* (2024) Vacuum Suction Catheter Semi-Rigid Ureteroscopic Laser Lithotripsy for Impacted Upper Ureteral Stones: Randomized Controlled Trial. *International Journal of Surgery*, **111**, 2031-2036. <https://doi.org/10.1097/js9.0000000000002202>
- [44] Wason, S.E. and Leslie, S.W. (2025) Ureterscopy. StatPearls Publishing.
- [45] 饶婷, 张孝斌, 程帆, 余伟民, 李文, 邹伟. 输尿管残端综合征 5 例报告并文献复习[J]. 武汉大学学报(医学版), 2014, 35(6): 958-959, 975.
- [46] Skolarikos, A., Somani, B., Neisius, A., Jung, H., Petřík, A., Tailly, T., *et al.* (2024) Metabolic Evaluation and Recurrence Prevention for Urinary Stone Patients: An EAU Guidelines Update. *European Urology*, **86**, 343-363. <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2024.05.029>
- [47] Chiloletti, G., Alexandre, A.M., Kibona, H., Njiku, K., Mlatie, I. and Mushi, F. (2024) Persistent Ureteric Stump Syndrome Post Ureteric Re-Implantation Following Impacted Distal Ureterolithiasis: Experience from Tertiary Hospital. Case Report. *International Journal of Surgery Case Reports*, **124**, Article 110363. <https://doi.org/10.1016/j.ijscr.2024.110363>
- [48] Tang, W., Xie, Z., Liu, M., Zhao, Z. and Wu, T. (2023) Analysis of Uroseptic Shock after Ureterscopy for Ureteral Calculi during Pregnancy: A Case Report. *BMC Urology*, **23**, Article No. 128. <https://doi.org/10.1186/s12894-023-01299-2>
- [49] Minardi, D., Montanari, M.P., Tili, E., Cochetti, I., Mingoia, M., Varaldo, P.E., *et al.* (2008) Effects of Fluoroquinolones on Bacterial Adhesion and on Preformed Biofilm of Strains Isolated from Urinary Double J Stents. *Journal of Chemotherapy*, **20**, 195-201. <https://doi.org/10.1179/joc.2008.20.2.195>
- [50] Novelli, A. and Rosi, E. (2017) Pharmacological Properties of Oral Antibiotics for the Treatment of Uncomplicated Urinary Tract Infections. *Journal of Chemotherapy*, **29**, 10-18. <https://doi.org/10.1080/1120009x.2017.1380357>
- [51] Stritt, K., Roth, B., Masnada, A., Hammann, F., Jacot, D., Domingos-Pereira, S., *et al.* (2024) UROPOT: Study Protocol for a Randomized, Double-Blind Phase I/II Trial for Metabolism-Based Potentiation of Antimicrobial Prophylaxis in the

-
- Urological Tract. *Trials*, **25**, Article No. 682. <https://doi.org/10.1186/s13063-024-08526-7>
- [52] Qin, P., Zhang, D., Huang, T., Fang, L. and Cheng, Y. (2022) Comparison of Mini Percutaneous Nephrolithotomy and Standard Percutaneous Nephrolithotomy for Renal Stones >2cm: A Systematic Review and Meta-Analysis. *International Brazilian Journal of Urology*, **48**, 637-648. <https://doi.org/10.1590/s1677-5538.ibju.2021.0347>
- [53] 张俊, 葛玉峰, 王飞. 钬激光在输尿管软镜碎石中的应用效果分析[J]. 婚育与健康, 2025, 31(15): 88-90.
- [54] Soria, F., Morcillo, E., Serrano, A., Budia, A., Fernández, I., Fernández-Aparicio, T., *et al.* (2018) Evaluation of a New Design of Antireflux-Biodegradable Ureteral Stent in Animal Model. *Urology*, **115**, 59-64. <https://doi.org/10.1016/j.urology.2018.02.004>
- [55] Fontenelle, L.F. and Sarti, T.D. (2019) Kidney Stones: Treatment and Prevention. *American Family Physician*, **99**, 490-496.
- [56] Servais, A., Thomas, K., Dello Strologo, L., Sayer, J.A., Bekri, S., Bertholet-Thomas, A., *et al.* (2021) Cystinuria: Clinical Practice Recommendation. *Kidney International*, **99**, 48-58. <https://doi.org/10.1016/j.kint.2020.06.035>
- [57] Biswas, K., Singh, A.G., Ganpule, A.P., Sabnis, R.B. and Desai, M.R. (2022) Clinical Features and Management of Ureteric Stump Syndrome: Single-Centre Experience and Contemporary Literature Review. *Asian Journal of Urology*, **9**, 193-196. <https://doi.org/10.1016/j.ajur.2021.06.007>