

结石性梗阻性脓肾的诊疗研究进展

崔茂臻, 杨轶哲, 陈涛, 徐铭鸿, 陈戩*

昆明医科大学第二附属医院泌尿外科, 云南 昆明

收稿日期: 2026年3月1日; 录用日期: 2026年3月24日; 发布日期: 2026年4月1日

摘要

结石性梗阻性脓肾属于泌尿外科最为危急的重症之一, 其特点是泌尿系结石造成梗阻并发肾集合系统化脓性感染, 病情发展迅速, 容易引发脓毒症、感染性休克以及多器官功能衰竭, 严重威胁患者的生命安全。目前国内外对于结石梗阻性肾积脓的诊断和治疗尚未达成共识, 结石梗阻性肾积脓的诊断和治疗方式多样, 但各种诊疗方式都存在着一定的局限性。本文就结石梗阻性肾积脓的诊断及治疗做系统综述。

关键词

泌尿系结石, 肾积脓, 诊疗

Advances in Diagnosis and Treatment of Calculous Obstructive Pyonephrosis

Maocan Cui, Yizhe Yang, Tao Chen, Minghong Xu, Jian Chen*

Department of Urology, The Second Affiliated Hospital of Kunming Medical University, Kunming Yunnan

Received: March 1, 2026; accepted: March 24, 2026; published: April 1, 2026

Abstract

Obstructive pyonephrosis caused by urolithiasis represents one of the most critical emergencies in urology. It is characterized by obstructive urinary calculi complicated by suppurative infection of the renal collecting system, with rapid disease progression that can readily lead to sepsis, septic shock, and multiple organ failure, thereby posing a severe threat to patient survival. Currently, there is no globally established consensus on the diagnosis and treatment of obstructive pyonephrosis due to calculi. Although diverse diagnostic and therapeutic approaches are available, each modality carries certain limitations. This article provides a systematic review of the current strategies for diagnosing and managing obstructive pyonephrosis secondary to urolithiasis.

*通讯作者。

Keywords

Urinary Calculi, Pyonephrosis, Diagnosis and Treatment

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

如今随着人们生活水平的提高,在全球范围内泌尿系结石患病率在逐渐上升,中国成年人泌尿系结石患病率大约为1%~5%,上尿路结石较为多发[1]。泌尿系结石常诱发肾绞痛、积液、感染等症状,当尿路结石出现在肾盂出口或输尿管处,易向更严重的肾积脓转变[2]。研究显示至少3.2%的上尿路结石患者并发肾积脓[3]。随着病情的发展,肾积脓易进展为尿源性脓毒血症,其占脓毒血症的9%~31%,该并发症起病急、进展快、病情凶险,给患者身体带来严重的损害、延长住院周期及增加经济负担[4]。因此,结石引起的梗阻性肾积脓的早期诊断对于保护患者的肾功能及预后、预防感染性休克具有重要意义。肾盂积脓或脓肾目前被认为是一种疾病的两种不同阶段,由于临床上两者界限难以区分,故统称为脓肾。脓肾诊断的金标准取决于穿刺后肾盂内引流液性质、培养的结果。之前的多项研究显示,肾盂压力增高是肾内感染反流入血扩散导致败血症的主要原因[5][6],但该操作可能导致出血或感染加重等并发症的发生[7]。脓肾若不及时处理,将对肾功能产生严重影响,甚至整个肾脏功能丧失。在临床实践中,区分肾积脓和未感染的肾积水是具有挑战性的。因此,若能通过无创方式诊断肾积脓,将有利于泌尿外科医生制定合适的治疗计划,以避免严重并发症。近年来,很多学者研究影像学表现及实验室指标对肾积脓的诊断价值,这对临床实践产生了深远影响。本文将从结石梗阻性肾积脓的流行病学、诊断和治疗三个方面作综述,为临床上更有效地诊断和治疗该病提供参考,以期达到更好的治疗效果。

2. 结石性梗阻性脓肾的流行病学相关研究

结石性梗阻性脓肾不是一种独立的疾病类型,它是泌尿系结石导致的一种严重并发症。Praveen等[8]根据三级医院横断面研究的数据表明,在肾盂肾炎住院患者当中大约有12.5%的人存在肾积脓的情况,而且大多数是由于尿路结石所造成的。此病大多发生在中年人群之中,并且和糖尿病、免疫功能失调以及反复出现的泌尿系统感染等因素有着密切联系,Chakit等[9]对糖尿病女性巨大肾积脓病人进行研究之后发现,在高血糖环境下,微循环受到影响且机体免疫力下降而导致局部炎症反应加剧,从而使得单纯型肾积水更快地转变为急性肾积脓。肾积脓若得不到及时控制,就会引发诸多严重并发症并加大诊疗难度,Karna等[10]报道了结石引起自发性肾盂破裂伴肾周脓肿的罕见案例,更为严重的包括形成肾皮瘘及肠瘘[11]、继发腰大肌脓肿,甚至向上突破形成脓胸[12]。Andrej [13]等表明,由肾积脓引起的肾破裂会导致弥漫性腹膜炎,这又增加了临床诊断的困难程度,Pratap等[14]人的病例分析提示应特别注意肾细胞癌同肾积脓的鉴别诊断。Roberta等[15]谈及了一种带有肉瘤样改变特征的黄色肉芽肿性肾盂肾炎综合征,这就提示感染性疾病并发恶性肿瘤的风险不可轻视。依照这些研究得出的结果,在实际操作过程中应当采用综合评判的方法来优化多角度辨别方案以提高临床诊治水平。

3. 结石性梗阻性脓肾的诊断体系相关研究

结石性梗阻性脓肾的临床表现多种多样,从典型的腰痛、发热、畏寒三联征到无明显临床症状都有

可能出现,这就使实验室检查变得至关重要。血常规、白细胞计数及中性粒细胞百分比、C 反应蛋白(CRP)是常规的炎症标志物,近年来降钙素原(PCT)和白细胞介素-6(IL-6)在鉴别细菌感染严重程度以及预测脓毒症方面的价值逐渐被认可,陈学杰[16]的研究表明 IL-6 与 PCT 联合检测对诊断上尿路结石合并肾积脓具有较高的敏感度和特异度,并且其水平高低也与感染严重程度呈正相关关系。

影像学是确诊和评估的关键,超声作为首选筛查工具,其特征性表现为肾盂内密集点状、絮状回声,计算机断层扫描(CT)是当前诊断的金标准,可清楚显示结石及感染征象。廖树彬等[17]强调了 CT 在术前定位的重要作用,CT 的定量分析为鉴别诊断提供了新的角度。R. N [18]等认为通过测量肾盂内容物的 CT 平扫 HU 值可以有效地区分肾积脓和单纯肾积水,磁共振尿路成像(MRU)的弥散加权成像(DWI)序列能够反映组织中水分子扩散受限的情况,在 DWI 上肾积脓区域呈高信号,对应的 ADC 值降低,这为碘造影剂过敏及肾功能不全患者提供了一个好的选择。Ryan 等学者通过典型病例分析,细致探究了 B 族链球菌感染引发的肾积脓的影像学特性,从而全面拓宽对多种病原体导致的感染性疾病在影像诊断方面的认识范围。

冲破传统单一指标的局限,创建起包含诸多参数的综合预测模型已然成为当下诊断研究的主要趋向,陈学杰开发出一种融合 IL-6、PCT 以及 CT 值等多元变量分析框架,明显提高了疾病的识别精确度。近些年来人工智能技术在相关领域的应用持续深入发展,王新光[19]探究了利用机器学习算法来对结石性肾积脓患者施行术前筛查并提前预知 PCNL 术后 SIRS 预警的可能性,并且与传统评分系统相比,有其独特之处,在大量临床数据当中寻找潜在的相关规律,通过复杂非线性建模的方法为个体化的风险评价和准确诊疗决策提供了可靠的证据支持。

4. 结石性梗阻性脓肾的治疗策略相关研究

在治疗方面,以“引流脓液,控制感染,解除梗阻”为原则。一经确诊,首先要做的就是尽快解除梗阻、引流脓液。目前的一线引流方法有经皮肾造瘘术(PCN)和逆行输尿管支架置入术两种方式,二者适用于不同情况的患者。前者具有良好的引流作用,适用于梗阻严重、脓液浑浊或者输尿管镜置入困难的患者。杨斌等[20]所做的 meta 分析给临床决策提供了一个高级别的证据支持,在他们所作的比较中显示 PCN 与输尿管支架在控制感染以及改善肾功能上并没有明显的差别,医生可以根据病人的具体情况及医院技术储备来决定选择哪种方式进行治疗。对于复杂的巨大肾积脓来说,Dragos 等[21]采用的多通道经皮穿刺引流提供了另一种有效的解决方案。

待患者感染控制、一般情况稳定后,需行手术以根治结石、解除梗阻,手术时机的选择徐权衡感染控制情况及手术风险。谢恩杰[22]研究比较了各种腔内技术的效果,为临床上治疗结石梗阻性脓肾提供了更多有效方法。微创经皮肾镜取石术(PCNL)是主要的治疗方法,陈振声等[23]和张建龙等[24]做临床观察时也都认同微创 PCNL 治疗结石性脓肾总体是安全有效的。核心争议是一期 PCNL 和分期 PCNL 的选择,一期 PCNL 指在充分抗感染基础上直接碎石取石,可缩短疗程。吴中华等[25]创新“零压力经皮肾镜术联合免持气压弹道碎石”一期治疗 15 例结石性脓肾取得良好效果,吴汉潮等[26]人的研究亦支持经皮肾穿刺造瘘后肾脏功能基本稳定,保肾有效。但分期 PCNL 因为更安全,所以很多中心把它当作标准操作,特别是对感染很严重、肾功能差的患者来说,过往的许多研究表明,分期 PCNL 在安全性上也许比一期手术好些。在临床中我们发现一期 PCNL 指在充分抗感染基础上直接碎石取石,可显著缩短病程、减少患者二次手术创伤。当结石负荷 ≤ 3 cm(单枚结石或多枚累计直径)、脓液稀薄(引流液白细胞计数 $< 10 \times 10^9/L$ 且无明显絮状物)、感染指标控制满意(血降钙素原 < 0.5 ng/mL、C 反应蛋白 < 50 mg/L、体温 $< 38^\circ C$ 持续 24 h 以上),且患者无严重基础疾病(如重度糖尿病、慢性肾病 G4-5 期)时,可采用一期 PCNL;分期 PCNL(先行经皮肾穿刺造瘘引流,待感染完全控制后再行碎石取石)因安全性更高,被多数中心列为

高危病例的标准操作。其核心适用指标包括：结石负荷 $> 3 \text{ cm}$ 或呈铸型结石、脓液粘稠(引流液白细胞计数 $\geq 10 \times 10^9/\text{L}$ 伴大量絮状物)、感染指标重度升高(血降钙素原 $\geq 1 \text{ ng/mL}$ 、C 反应蛋白 $\geq 100 \text{ mg/L}$)、肾功能严重受损(血肌酐 $\geq 200 \mu\text{mol/L}$ 或估算肾小球滤过率 $< 60 \text{ mL/min}\cdot 1.73 \text{ m}^2$)，此类患者若强行行一期 PCNL，术后尿源性脓毒血症发生率将大大升高。曹锐铃等[27]在研究中发现当对那些因结石梗阻而导致化脓性肾盂肾炎病人开展内镜取石手术以后大部分病例都表现出不同程度上的肾功能好转，但术后疗效会受到很多因素的影响，例如手术时间、病人的一般情况及是否伴有糖尿病肾病等。

对于肾脏已遭严重破坏、功能丧失、保守治疗效果不佳或合并肿瘤样病变的复杂病例，往往需要采用肾切除术。腹腔镜由于具有微创的优势，在临床上逐渐替代了传统的开放手术模式。Alsmadi 等[28]进行的一项 meta 分析显示，对于感染性肾脏疾病患者来说，与开放式手术相比，腹腔镜在术中出血量、术后并发症发生率和住院时间方面均优于开放式手术。

5. 围术期管理的相关研究

围术期管理的关键目的在于防止脓肾并发症及脓毒症的发生，术后全身炎症反应综合征(SIRS)以及尿路感染造成的脓毒症现象时有发生，王新光[19]所开发出的机器学习算法着重于经皮肾镜碎石术(PCNL)后的早期预警模型创建工作，希望以此来优化临床决策速度。细致化的护理干预同样意义重大，张辉[29]全面归纳了腔内技术处理复杂结石合并脓肾患者的护理要点，其中提及必须密切关注生命体征的变化情况，并且要保证引流管通畅同时准确地记录出入量；如果是由肾积脓引发相关少见疾病比如瘘管或者是局部发生脓肿等，则需要采取多学科协作模式作为来应对，在解除梗阻之后肾脏功能的恢复情况是衡量远期疗效好坏的重要依据。部分患者在充分引流及感染控制后，肾功能可获得显著改善，甚至恢复至接近正常水平；而对于肾实质已发生不可逆损伤的患者，则需长期随访肾功能变化，预防慢性肾脏病的进展。因此，术后应定期监测血肌酐、估算肾小球滤过率(eGFR)及尿常规，结合影像学检查(如超声、CT)评估肾脏形态及功能恢复情况，为远期治疗方案的调整提供依据。综上，结石性脓肾的围术期管理已从单一的经验性观察发展为集智能预警、精细化护理、多学科协作及远期随访于一体的综合管理模式。未来，随着人工智能技术的进步，围术期管理将更加智能化、个体化，有望进一步降低并发症发生率，改善患者短期及长期预后。

6. 小结

尿路结石相关性肾积脓被认为是一种泌尿系急症，可导致肾功能迅速丧失，并可在数小时内迅速发展为尿源性脓毒血症甚至感染性休克。因此怎样早期快速诊断及治疗成为研究的重点。目前对于该种疾病的早期诊断和预防尚缺乏足够的研究证据，这有赖于以后的研究进一步探讨。机器学习模型向临床实践转化也亟待推进。未来的研究要围绕着第一，创建一个融合临床、影像以及分子标志物甚至病原学资料的全方位预测系统，用来引导个体化的全程管理。第二，深入探究肾功能远期改变的关键要素并找出有效的保肾方法。第三，推进人工智能协助诊治系统的研发和实际应用，在诊断，风险预测及治疗抉择等方面达成智能化辅助的目的。经由这样的努力可以进一步改善结石性梗阻性脓肾患者的诊疗流程，从而优化他们的预后情况及其长期的生活品质。

基金项目

云南省“兴滇英才支持计划”(No:XDYC-MY2022-0040)。

参考文献

- [1] Liu, Y., Chen, Y., Liao, B., Luo, D., Wang, K., Li, H., *et al.* (2018) Epidemiology of Urolithiasis in Asia. *Asian Journal*

- of Urology*, **5**, 205-214. <https://doi.org/10.1016/j.ajur.2018.08.007>
- [2] 张海民, 鄢阳, 许云飞, 等. 泌尿外科腔镜术后尿源性脓毒血症的预后影响因素分析[J]. 临床与病理杂志, 2015, 35(4): 587-592.
- [3] Tu, M.Q., Shi, G.W. and He, J.Y. (2011) Treatment of Pyonephrosis with Upper Urinary Tract Calculi. *National Medical Journal of China*, **91**, 1115-1117.
- [4] Moran, J.L., Graham, P.L., Rockliff, S. and Bersten, A.D. (2010) Updating the Evidence for the Role of Corticosteroids in Severe Sepsis and Septic Shock: A Bayesian Meta-Analytic Perspective. *Critical Care*, **14**, R134. <https://doi.org/10.1186/cc9182>
- [5] 胡明, 徐勋, 张湛英, 关礼贤, 冯权尧, 石明. 肾积液 CT 值对结石梗阻性肾积脓的诊断价值[J]. 新医学, 2018, 49(6): 449-452.
- [6] Chan, J.H.M., Tsui, E.Y.K., Luk, S.H., Fung, S.L., Cheung, Y.K., Chan, M.S.M., *et al.* (2001) MR Diffusion-Weighted Imaging of Kidney. *Clinical Imaging*, **25**, 110-113. [https://doi.org/10.1016/s0899-7071\(01\)00246-7](https://doi.org/10.1016/s0899-7071(01)00246-7)
- [7] Kamboj, M., Lee Loy, J. and Koratala, A. (2018) Renal Ultrasonography: A Reliable Diagnostic Tool for Pyonephrosis. *Clinical Case Reports*, **6**, 1176-1178. <https://doi.org/10.1002/ccr3.1512>
- [8] Kumar, L.P., Khan, I., Kishore, A., Gopal, M. and Behera, V. (2023) Pyonephrosis among Patients with Pyelonephritis Admitted in Department of Nephrology and Urology of a Tertiary Care Centre: A Descriptive Cross-Sectional Study. *Journal of Nepal Medical Association*, **61**, 111-114. <https://doi.org/10.31729/jnma.8015>
- [9] Chakit, M., Zahir, R.A. and Mesfioui, A. (2024) Giant Pyonephrosis Related to Nephrolithiasis in Diabetes Woman: A Case Report. *Radiology Case Reports*, **19**, 2625-2628. <https://doi.org/10.1016/j.radcr.2024.03.044>
- [10] Karna, S. (2025) Spontaneous Renal Pelvis Rupture with Peri-Nephric Abscess and Stone Extrusion: A Case Report. *Urology Case Reports*, **60**, Article 103019. <https://doi.org/10.1016/j.eucr.2025.103019>
- [11] Takanori, Y., Yukinari, H., Shinichiro, M., *et al.* (2021) A Case of Nephrocutaneous and Enterorenal Fistula Associated with Pyonephrosis. *Hinyokika kiyo. Acta Urologica Japonica*, **67**, 453-457.
- [12] Tamburrini, S., Lugarà, M., Saturnino, P.P., Ferrandino, G., Quassone, P., Leboffe, S., *et al.* (2021) Pleural Empyema Secondary to Nephropleural Fistula in Complicated Pyonephrosis. *Radiology Case Reports*, **16**, 2714-2718. <https://doi.org/10.1016/j.radcr.2021.06.051>
- [13] Andrej, N., Shqipe, M., Nadica, D., *et al.* (2024) Pyonephrosis Complicated with Spontaneous Intraperitoneal Rupture and Diffuse Peritonitis: Case Report and Literature Review. *Clinical Nephrology*, **8**, 54-58.
- [14] Pratap, V., Pawar, P. and Sawant, A. (2025) Renal Cell Carcinoma Masquerading as Pyonephrosis—A Case Report of a Rare Presentation. *Journal of Kidney Cancer*, **12**, 10-13. <https://doi.org/10.15586/jkcvhl.v12i2.330>
- [15] Roberta, A., Comune, R., Mazzei, F., Ferrandino, G., Galluzzo, M., Pinto, F., *et al.* (2024) Stage III Xanthogranulomatous Pyelonephritis with Sarcomatoid Degeneration. *Radiology Case Reports*, **19**, 6373-6379. <https://doi.org/10.1016/j.radcr.2024.09.090>
- [16] 陈学杰. IL-6、PCT 联合 CT 值预测上尿路结石合并肾积脓的价值及危险因素分析[D]: [硕士学位论文]. 大理: 大理大学, 2023.
- [17] 廖树彬, 杨东参, 苏晓琳. CT 在诊断肾结石合并脓肾及手术前定位中的应用[J]. 影像科学与光化学, 2022, 40(4): 725-729.
- [18] Erdogan, A., Sambel, M., Caglayan, V. and Avci, S. (2020) Importance of the Hounsfield Unit Value Measured by Computed Tomography in the Differentiation of Hydronephrosis and Pyonephrosis. *Cureus*, **12**, e11675. <https://doi.org/10.7759/cureus.11675>
- [19] 王新光. 机器学习在结石性肾积脓术前诊断及 PCNL 术后 SIRS 预测方面的应用研究[D]: [博士学位论文]. 武汉: 华中科技大学, 2021.
- [20] 杨斌, 耿尔康, 万川平, 等. 经皮肾镜取石术分期治疗结石性脓肾临床效果的 Meta 分析[J]. 现代泌尿外科杂志, 2024, 29(1): 29-36.
- [21] Dragos, P., Stefan, G. and Catalin, P. (2023) Multiple Percutaneous Drainage of a Giant Pyonephrosis Caused by Urolithiasis: A Case Report. *Cureus*, **15**, e39684.
- [22] 谢恩杰. 泌尿外科腔镜技术治疗结石性脓肾的临床研究[J]. 中外医疗, 2021, 40(34): 43-46.
- [23] 陈振声, 夏圭杰, 王占兴. 微创经皮肾镜取石术治疗结石性脓肾的临床观察[J]. 深圳中西医结合杂志, 2022, 32(20): 75-77.
- [24] 张建龙, 黄新化, 余丰, 等. 腔内泌尿外科微创技术治疗结石性脓肾的临床效果[J]. 中外医疗, 2021, 40(29): 78-81.
- [25] 吴中华, 王永志, 陈平, 等. 零压力经皮肾镜联合免持气压弹道碎石一期治疗 15 例结石性脓肾的疗效初探[J].

现代泌尿外科杂志, 2024, 29(12): 1047-1050.

- [26] 吴汉潮, 张雄伟, 王强, 等. 经皮肾微造瘘后保肾治疗结石性脓肾患者的效果研究[J]. 中国实用医药, 2021, 16(31): 77-79.
- [27] 曹锐铃, 张宇, 陈乐仲, 等. 因结石梗阻导致化脓性肾盂肾炎患者内镜清除结石后肾功能的转归及影响因素研究[J]. 中华腔镜泌尿外科杂志(电子版), 2021, 15(2): 117-120.
- [28] Alsmadi, J.K., Nofal, M.N., Alriyalat, S. and Yousef, A.J. (2025) Laparoscopic Vs. Open Nephrectomy for Inflammatory Renal Conditions: A Meta-Analysis Emphasizing Safety. *BMC Urology*, **25**, 96-99.
<https://doi.org/10.1186/s12894-025-01781-z>
- [29] 张辉. 腔内泌尿外科技术治疗结石性脓肾的围手术期护理研究[J]. 中国医药指南, 2021, 19(36): 149-150+153.