

尿源性脓毒血症的诊治进展综述

罗楠阳¹, 肖文阳², 廖磊², 廖扬¹, 刘龙亚^{2*}

¹吉首大学医学院, 湖南 吉首

²湘西自治州人民医院泌尿外科, 湖南 吉首

收稿日期: 2026年7月24日; 录用日期: 2026年8月16日; 发布日期: 2026年8月26日

摘要

尿源性脓毒血症是尿路感染最严重的并发症, 以高发病率和死亡率为特征, 尤其在重症监护患者及免疫功能低下人群中更为突出。该疾病源于泌尿系统感染引发的全身性炎症反应, 若未及时干预, 可迅速进展为脓毒性休克。当前, 尽管抗生素治疗和重症监护技术不断进步, 但耐药菌株的增多、诊断延迟以及多学科协作不足等问题仍制约着临床疗效。

关键词

尿源性脓毒血症, 尿路感染, 脓毒症, 抗生素治疗, 诊断技术, 预防措施

Progress in the Diagnosis and Treatment of Urosepsis: A Review

Nanyang Luo¹, Wenyang Xiao², Lei Liao², Yang Liao¹, Longya Liu^{2*}

¹School of Medicine, Jishou University, Jishou Hunan

²Department of Urology, People's Hospital of Xiangxi Tujia and Miao Autonomous Prefecture, Jishou Hunan

Received: July 24, 2026; accepted: August 16, 2026; published: August 26, 2026

Abstract

Urosepsis is the most severe complication of urinary tract infection, characterized by high morbidity in elderly, diabetic, and immunocompromised patients. This narrative review examines recent advances in epidemiology, pathogenesis, diagnostics, antibiotic optimization, and multidisciplinary management, integrating international guideline recommendations with current evidence to guide clinical practice.

*通讯作者。

文章引用: 罗楠阳, 肖文阳, 廖磊, 廖扬, 刘龙亚. 尿源性脓毒血症的诊治进展综述[J]. 临床医学进展, 2026, 16(8): 2225-2236. DOI: 10.12677/acm.2026.1683012

Keywords

Urosepsis, Urinary Tract Infection, Sepsis, Antibiotic Therapy, Diagnostic Technique, Preventive Measures

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

尿源性脓毒血症是由尿路感染引发的全身炎症反应综合征，其病理生理过程复杂，临床表现多样，从无症状菌尿到严重的脓毒性休克均可出现。糖尿病患者和慢性肾脏病患者是尿路感染的高危人群[1]。一项针对澳大利亚和新西兰泌尿外科手术死亡率的审计研究显示，在 2009 年至 2018 年间，与泌尿系结石手术相关的死亡病例中，尿源性脓毒血症是导致死亡的首要原因，占有死亡病例的 49.5% [2]。

随着医疗技术的进步，尿源性脓毒血症的诊断手段不断丰富，但早期识别仍面临挑战。传统的尿常规和尿培养是诊断尿路感染的基础，但其在预测术后感染并发症方面的价值存在争议。一项前瞻性临床研究评估了在尿常规提示“感染”但患者无症状的情况下进行膀胱镜检查的安全性，结果显示，尽管尿常规阳性患者发生尿路感染的风险略有增加(OR = 1.61)，但无一例患者发展为尿源性脓毒血症，提示单纯依据尿常规结果取消膀胱镜检查可能是不必要的[3]。

2. 尿源性脓毒血症的流行病学与危险因素

2.1. 尿源性脓毒血症的发病率及人群分布

尿源性脓毒血症是泌尿系统感染引发的全身性炎症反应综合征，其发病率在不同患者群体中呈现显著差异。在重症监护病房(ICU)中，由于患者常伴有严重的基础疾病、免疫功能低下以及接受各种侵入性操作，尿源性脓毒血症的发病率显著高于普通病房患者。一项针对马来西亚 44 个新生儿重症监护室(NICU)的多中心回顾性研究显示，在 739,486 名新生儿中，晚发型败血症(LOS)的总体发病率为 0.4%，但按胎龄分层后，发病率差异巨大：在极早产儿(胎龄 <28 周)中，中位年发病率为每 100 名入院患者 12.0 例，而在足月儿中仅为 0.1 例[4]。

特定人群对尿源性脓毒血症的易感性显著增加。老年人由于生理性免疫功能衰退、常合并多种慢性疾病(如糖尿病、高血压)以及泌尿系统结构或功能异常，成为该病的高危人群。糖尿病患者的高血糖环境有利于细菌生长，且常伴有微血管病变和神经病变，导致膀胱排空不全和尿路感染风险增加。

2.2. 主要危险因素分析

尿源性脓毒血症的发生是宿主、病原体及医源性因素相互作用的结果，其危险因素复杂多样。首先，膀胱导尿及尿路器械操作是诱发尿源性脓毒血症的常见医源性因素。导尿管的置入破坏了尿道黏膜的天然屏障，为细菌逆行感染提供了通道。

其次，患者的免疫抑制状态显著增加了对尿源性脓毒血症的易感性。糖尿病是临床上最常见的免疫抑制相关疾病之一。一项纳入 204 例糖尿病合并上尿路结石患者的回顾性研究显示，性别、年龄、腰腹痛史、手术时间、尿白细胞及尿葡萄糖是并发尿源性脓毒血症的独立危险因素，并据此建立了风险预测

模型, 其受试者工作特征曲线下面积达 0.801 [5]。

2.3. 医院获得性尿路感染与脓毒血症的关系

医院获得性尿路感染(HAUTI)是医疗保健相关感染中最常见的类型之一, 其中超过 80%的病例与导尿管的使用密切相关, 即导尿管相关尿路感染(CAUTI) [6] [7]。医院环境中的病原菌谱与社区获得性感染存在显著差异, 呈现出更为复杂和耐药的特性。CAUTI 的病原体谱系广泛, 涵盖了多种机会性致病菌, 常被称为 ESKAPE 病原体, 包括肠球菌属(*Enterococcus*)、葡萄球菌属(*Staphylococcus*)、克雷伯菌属(*Klebsiella*)、不动杆菌属(*Acinetobacter*)、假单胞菌属(*Pseudomonas*)和肠杆菌属(*Enterobacter*) [8]。

导尿管相关尿路感染是导致医院内脓毒血症的重要促进因素。导尿管的置入破坏了尿道的天然防御屏障, 为病原微生物提供了直接进入膀胱的途径[9]。导管表面, 尤其是其内腔, 会形成细菌生物膜, 且与持续细菌感染相关; 留置导管最终会形成生物膜, 导管留置时长与菌尿发生相关[10] [11]。

3. 病原学及发病机制

3.1. 主要致病菌及其耐药性特征

尿源性脓毒血症的病原菌谱以革兰阴性杆菌为主导, 其中大肠埃希菌(*Escherichia coli*)是最为常见的致病菌。多项研究均证实了这一病原谱特征。例如, 一项针对经直肠超声引导下前列腺穿刺活检后全身炎症反应综合征(SIRS)的回顾性研究显示, 主要病原菌为大肠埃希菌(58.33%)、肺炎克雷伯菌(12.5%)和铜绿假单胞菌[12]。

近年来, 产 ESBL 及多重耐药菌株的流行趋势日益严峻, 对临床治疗构成了重大挑战。产 ESBL 的大肠埃希菌, 特别是属于 ST131 克隆群的菌株, 已成为全球性的威胁。该克隆群中的 H30Rx 亚克隆因携带编码 CTX-M-15 型 ESBL 的基因并对氟喹诺酮类药物耐药, 从而在全球范围内快速传播[13]。

3.2. 病原菌的毒力因子与致病机制

尿源性脓毒血症的首要病原菌是尿路致病性大肠埃希菌(UPEC), 其致病性依赖于一套复杂的毒力因子(VFs)网络, 这些因子协同作用, 使细菌能够成功定植、侵袭宿主组织、逃避宿主免疫防御并最终引发全身性炎症反应。UPEC 的侵袭过程始于其利用多种黏附素(adhesins)黏附于尿路上皮细胞。UPEC 的致病相关分子因素包括负责黏附的关键基因[14]。

在成功黏附后, UPEC 会分泌多种毒素直接损伤宿主细胞, 破坏尿路上皮屏障, 并干扰宿主免疫反应。空泡化自转运毒素(Vat)是 UPEC 分泌的一种重要毒素, 属于丝氨酸蛋白酶自转运蛋白家族(SPATEs)。研究表明, Vat 能够以时间依赖性方式诱导膀胱上皮细胞形成空泡, 并导致细胞骨架(如 F-肌动蛋白)重排和应力纤维丢失, 从而破坏细胞间的紧密连接(如 ZO-1 和 occludin 蛋白), 增加上皮单层的通透性[15]。

3.3. 宿主免疫反应与脓毒症发展

尿源性脓毒血症的病理生理核心在于宿主免疫反应与病原体毒力之间的动态博弈。正常情况下, 泌尿系统具备多层次的免疫防御机制以抵御感染。膀胱黏膜下的血管周围巨噬细胞(suPVMs)构成了关键的“膀胱-血液免疫屏障”, 在急性膀胱炎初期, 这些细胞能主动捕获侵入固有层的尿路致病性大肠杆菌, 并维持炎症血管的完整性[16]。

一旦病原体进入血液循环, 免疫系统会启动强烈的炎症级联反应, 但若反应失调, 则会导致脓毒症的发生。尿脓毒症过程中, 促炎和抗炎细胞因子的失衡在发病机制中起重要作用[17]。研究显示, 在脓毒症相关急性肾损伤(AKI)中, 受损的肾脏线粒体 DNA (mtDNA)会释放入血, 作为损伤相关分子

模式(DAMPs),通过 Toll 样受体 9 (TLR9)信号通路直接刺激树突状细胞释放 IL-6,从而加剧全身性炎症[18]。

4. 临床表现及诊断技术进展

4.1. 临床症状与体征

尿源性脓毒血症的临床表现是泌尿系统局部感染与全身系统性炎症反应综合征的复杂交织。其典型症状通常始于尿路感染的局部表现,如尿频、尿急、尿痛、腰腹部疼痛及发热等。尿源性脓毒症是泌尿生殖道感染引发的全身炎症反应综合征[19]。

4.2. 实验室检测与生物标志物

在尿源性脓毒血症的诊治中,实验室检测与生物标志物扮演着至关重要的角色,它们不仅用于早期诊断和病原体鉴定,还对病情严重程度评估和预后判断具有重要价值。传统的血液和尿液培养是诊断的金标准,但其局限性日益凸显。血培养阳性率受抗菌药物使用、采血时机和血量等因素影响,且结果回报通常需要 24~72 小时,难以满足脓毒症早期快速诊断的需求。

近年来,多种新兴生物标志物被证实对尿源性脓毒血症的诊断和预后评估具有重要价值。降钙素原可区分细菌性和非细菌性脓毒症,NLR 优于单独白细胞计数预测感染严重程度,CRP 对尿脓毒症诊断有高敏感性和特异性[20]。研究表明,PCT 在预测尿源性脓毒血症的严重程度和死亡风险方面表现良好,其联合 CRP 和血清淀粉样蛋白 A(SAA)检测可进一步提高诊断特异性。

除传统生物标志物外,新型分子标记物不断涌现并展现出更高的诊断效能。可溶性尿激酶型纤溶酶原激活物受体(suPAR)在预测脓毒症进展方面可能优于 PCT,其水平 $> 12 \text{ ng/mL}$ 提示不良预后,且不受肾功能影响,在尿源性脓毒血症合并 AKI 的患者中具有独特优势[21]。Presepsin (sCD14-ST)作为单核细胞-巨噬细胞活化的特异性标志物,在脓毒症发生 2 小时内即可显著升高,其诊断 AUC 达 0.84~0.90,且与 SOFA 评分具有良好的相关性[22]。宿主基因表达特征分析(如 SeptiCytte LAB)通过检测宿主免疫应答状态来区分感染性与非感染性全身炎症,其 AUC 达 0.82~0.89,已获 FDA 批准用于 ICU 疑似脓毒症患者的辅助诊断[23]。宏基因组二代测序(mNGS)技术可在 24~48 小时内完成病原体鉴定,尤其适用于血培养阴性或已经使用抗生素的患者,对混合感染和罕见病原体的检出优势明显,但其假阳性率、高昂成本及结果判读标准化仍是临床推广的主要障碍[24]。

4.3. 影像学检查的辅助作用

影像学检查在尿源性脓毒血症的诊断、病情评估及并发症识别中扮演着不可或缺的辅助角色。超声(US)因其无创、便捷、可床旁操作的特点,常作为一线筛查工具。在急诊或重症监护室,床旁超声(POCUS)可用于肾盂肾炎、复杂性肾绞痛等腹内感染相关疾病的诊断[25]。

CT,尤其是增强 CT,在尿源性脓毒血症的诊断中具有核心价值。CT 和 MRI 可用于评估尿路感染、检测相关并发症并辅助早期识别[26]。例如,CT 可检测出气肿性肾盂肾炎(EPN)的气体表现[27] [28]。

4.4. 电子健康记录与人工智能辅助诊断

电子健康记录(EHR)与人工智能(AI)技术的深度融合,正在重塑尿源性脓毒血症的早期诊断与风险预测模式。传统的诊断方法依赖于临床医生的经验判断和实验室检查结果,往往在患者出现明显症状后才得以确诊,可能延误最佳治疗时机。而 AI 技术,特别是机器学习(ML)和自然语言处理(NLP),能够从海量的 EHR 数据中挖掘出潜在的、非线性的关联模式,实现对术后并发症和感染风险的早期预警。

机器学习模型在预测尿路感染及脓毒症风险方面展现出巨大潜力。多项研究利用术前 EHR 数据构建了预测模型,旨在识别经皮肾镜取石术(PNL)或逆行肾内手术(RIRS)后发生尿源性脓毒血症的高危患者。一项研究纳入了 360 例术后发生尿源性脓毒血症的患者和 2636 例未发生者,利用 19 项术前参数(包括心率、血清肌酐、静脉血栓栓塞史、尿白细胞和体重指数等)构建了多种 ML 模型,其中 LightGBM、随机森林和 XGBoost 模型在训练集中表现优异,AUC 值达到 1.00,而逻辑回归模型在验证集中表现最佳,AUC 为 0.77 [29]。

4.5. AI 模型在临床实践中的挑战与前景

尽管人工智能预测模型在尿源性脓毒血症的风险分层中展现了良好的区分度,但其临床转化仍面临多重挑战。首先,数据标准化问题突出:不同医疗机构的 EHR 系统在数据结构、编码体系(ICD-10/SNOMED-CT)及实验室检测方法上存在显著异质性,导致单中心训练的模型在跨中心外部验证中性能骤降,AUC 降幅可达 0.15~0.30 [30]。其次,模型可解释性不足:以梯度提升树和深度神经网络为代表的高性能模型本质上为「黑箱」模型,临床医生难以理解其决策逻辑,严重影响了采纳意愿。Shapley 加权解释(SHAP)和局部可解释模型无关解释(LIME)等可解释性工具的整合,有望在保持模型性能的同时提供个体化风险因素分解,增强临床信任度[31]。第三,EHR 系统实时集成面临技术与流程双重障碍:模型的实时数据接口需要与医院信息系统(HIS)实现低延迟对接,预警阈值的设定需平衡灵敏度与特异性以规避警报疲劳。一项针对 Epic Sepsis Model 的大规模实际部署评估显示,其阳性预测值仅为 12%,大量假阳性警报导致临床响应率不足 20% [30]。第四,监管与伦理层面:AI 辅助临床决策的法律责任界定、数据隐私保护(GDPR/HIPAA 合规)及算法的公平性(避免种族、性别等偏见)仍缺乏明确的政策框架。未来,联邦学习(Federated Learning)框架有望在不共享患者隐私数据的前提下,实现跨机构协同建模,显著提升模型的外部泛化能力[32]。同时,大语言模型(LLM)在非结构化临床文本(如病程记录、影像报告)分析中的应用,将为尿源性脓毒血症的早期识别与自动化分诊提供新范式。

5. 早期预警与风险分层

尿源性脓毒血症的早期识别与风险评估是改善患者预后的关键环节,其核心在于从复杂的临床表现中精准筛选出高危患者,并实施及时的干预措施。由于尿路感染(UTI)的临床表型异质性极大,从简单的非复杂性膀胱炎到危及生命的脓毒性休克,因此对患者进行准确的风险分层至关重要[33] [34]。多项研究已明确指出了与尿源性脓毒血症发生风险增加相关的宿主因素和临床特征。

为了提升早期识别的效率和准确性,电子健康记录辅助的风险预测系统正展现出巨大的潜力。传统的诊断方法,如尿液分析和培养,存在耗时长、敏感性不足或特异性有限等局限,尤其是在急诊科,高达 60%~70%的 UTI 诊断缺乏临床或微生物学证据支持,这凸显了更精准决策工具的必要性[35] [36]。EHR 系统能够整合患者的实时生命体征、实验室检查结果(如 C 反应蛋白、中性粒细胞比例、肌酐)、既往病史、用药记录及微生物学数据,通过机器学习算法构建动态的风险预测模型。

近年来,基于机器学习(ML)的尿源性脓毒血症风险预测模型发展迅速。除传统的逻辑回归模型外,梯度提升机(LightGBM、XGBoost)、随机森林及支持向量机等集成学习方法已被广泛应用于围手术期风险分层。一项系统综述与荟萃分析纳入了 28 项研究、超过 50 万例患者,结果显示 ML 模型预测脓毒症的汇总 AUC 为 0.83 (95% CI: 0.79~0.87),显著优于传统的 SOFA (AUC 0.72)和 SIRS 标准(AUC 0.68) [30]。然而,多数尿源性脓毒血症特异性预测模型仍为单中心回顾性设计,样本量有限且缺乏前瞻性验证,模型校准度和临床净获益的报道不足。此外,不同研究在结局定义(SIRS vs. Sepsis-3 标准)、预测时间窗(术前、术后 24 h、术后 72 h)及特征集选择上的异质性,使得直接比较模型性能变得困难。

5.1. 急性期治疗

抗生素治疗是尿源性脓毒血症管理的核心环节，其优化策略需基于病原学流行病学、耐药性监测及患者个体化因素进行综合考量。首先，经验性抗生素的选择必须遵循“重锤猛击”与“降阶梯治疗”原则，并高度依赖本地区及本中心的微生物学监测数据。研究显示，大肠埃希菌是导致尿源性脓毒血症最常见的病原体，其次为肺炎克雷伯菌、变形杆菌及肠球菌属[37] [38]。

感染源的控制是尿源性脓毒血症治疗的核心原则，其根本目的在于迅速清除病原微生物及其产生的毒素，阻断炎症级联反应的持续放大。对于泌尿系统而言，感染源的控制主要涉及两个方面：一是解除尿路梗阻，恢复尿液引流的通畅性；二是对已形成的脓肿或感染灶进行有效引流或清除。尿路梗阻是导致尿源性脓毒血症最常见且最关键的诱因，梗阻的存在使得感染尿液无法顺利排出，细菌在高压环境下大量繁殖并易于通过肾盂-静脉或肾盂-淋巴通路进入血液循环，从而诱发全身性炎症反应。

导尿管的管理在尿源性脓毒血症的防控中同样占据重要地位。对于需要留置导尿管的患者，应严格遵循无菌操作原则，并定期评估留置的必要性，尽早拔除以减少导管相关性尿路感染的风险。不当的导尿管操作，如气囊充气不当或暴力牵拉，可能导致尿道黏膜损伤，甚至形成尿道周围脓肿，成为新的感染源。

5.2. 重症监护与器官功能支持

尿源性脓毒血症的支持治疗与重症管理是降低患者死亡率、改善预后的核心环节，其核心在于早期识别、快速干预和动态调整。一旦确诊或高度怀疑尿源性脓毒血症，应立即启动以液体复苏和血流动力学支持为基础的生命支持措施。根据拯救脓毒症运动指南，对于伴有低血压或血乳酸水平升高的患者，应在最初3小时内输注至少30 ml/kg的晶体液进行液体复苏。

在重症监护中，尿源性脓毒血症的综合管理强调多器官功能支持与病因治疗的同步进行。由于脓毒症可导致全身炎症反应失控，进而引发急性肾损伤、急性呼吸窘迫综合征等多器官功能障碍。已有联合应用ECMO和CRRT成功治疗尿源性脓毒症患者的案例报道[39]。

尿源性脓毒血症的病理生理机制涉及病原体入侵后引发的全身性炎症反应与免疫抑制的失衡。传统的治疗策略主要聚焦于抗感染和液体复苏，但针对宿主免疫反应失调的干预措施正成为研究热点。在免疫调节治疗方面，尽管直接针对尿源性脓毒血症的特异性免疫调节剂研究尚不深入，但临床观察揭示了该疾病状态下免疫系统的复杂性。

细胞因子吸附及血液净化技术是近年来脓毒症治疗领域的重要进展，旨在通过清除循环中过量的促炎和抗炎细胞因子，恢复免疫稳态。对于尿源性脓毒血症，尤其是当感染源控制后仍存在持续的器官功能障碍时，这些技术可能发挥关键作用。血液净化技术如高容量血液滤过、血浆置换以及特定的吸附柱(如多粘菌素B吸附柱用于清除内毒素)已在部分研究中显示出改善血流动力学和降低死亡率的潜力。

综合现有证据，对于感染源已控制但仍存在持续性脓毒性休克(去甲肾上腺素剂量 $>0.5\text{ }\mu\text{g/kg/min}$)或SOFA评分持续升高(>48 小时无改善)的尿源性脓毒血症患者，可考虑联合使用血液净化技术。IVOIRE多中心RCT虽未证实在脓毒性休克合并AKI患者中高容量血液滤过(70 mL/kg/h)优于标准容量(35 mL/kg/h)，但亚组分析提示在特定人群中可能存在获益[40]。EUPHRATES试验显示，对于内毒素活性(EAA) >0.60 单位的革兰阴性菌脓症患者，多粘菌素B血液灌流可降低28天死亡率(绝对风险降低10.7%， $P=0.047$) [41]。CytoSorb的随机对照试验未能证明常规使用可降低IL-6水平或改善生存率，提示其应用应限于特定高危人群[42]。推荐在治疗启动后每12~24小时评估治疗反应，若血流动力学指标

(血管活性药物剂量、乳酸清除率)无改善趋势,应中止血液净化以避免无效治疗及医疗资源浪费。目前,血液净化的最佳启动时机、持续时长及技术模式选择仍缺乏高质量 RCT 证据,期待未来大型多中心随机对照研究提供更明确的指导。

5.3. 降阶梯治疗与康复

其次,抗生素治疗的个体化与疗程调整是优化治疗的关键环节。治疗不应是固定不变的,而应根据临床反应、感染源控制情况及微生物学结果进行动态调整。一项倾向性评分匹配分析证实,在尿源性脓毒血症治疗中,从静脉抗生素转换为口服抗生素是安全有效的,且不增加 7 天及 30 天死亡率,有助于缩短住院时间[43]。

尿源性脓毒血症的抗菌治疗面临日益严峻的挑战,核心在于如何在有效控制感染的同时,遏制多重耐药菌的产生与传播。因此,实施严格的抗菌药物管理方案(Antimicrobial Stewardship Program, ASP)并进行持续的抗菌药物监测,是当前防控策略的基石。一项在亚利桑那州专业护理机构实施的研究表明,通过以综合征为基础的抗菌药物管理方案,重点审计尿培养和处方行为,并向处方者提供反馈,同时加强临床工作人员的教育,使得疑似尿路感染的尿培养次数、抗生素治疗天数以及艰难梭菌感染率均下降了超过 50%,且未观察到尿源性脓毒血症事件的发生[44]。

降低多重耐药菌传播的另一项关键措施是识别高危患者并优化经验性治疗策略。研究显示,既往有输尿管镜手术史的患者,其尿培养出现抗生素耐药的风险显著增加($OR = 6.95$),这提示对于此类患者,应等待药敏结果后再调整治疗方案,而非盲目使用广谱抗生素[45]。对于产超广谱 β -内酰胺酶的肠杆菌科细菌感染,碳青霉烯类药物曾是首选,但其过度使用导致了碳青霉烯耐药菌的播散[46]。

脓毒症后综合征(Post-Sepsis Syndrome, PSS)正日益受到学界关注,其核心表现包括持续性疲劳、认知功能障碍(注意力下降、执行功能减退)、免疫功能受损及反复感染倾向。尿源性脓毒血症幸存者的长期管理应涵盖:定期肾功能监测——因 AKI 发生率为 40%~60%,约 10%~20%进展为慢性肾脏病;免疫功能评估——免疫球蛋白水平及淋巴细胞亚群监测;以及个性化康复计划。营养支持(高蛋白饮食、微量元素补充)、渐进性运动训练(参考 ICU 后康复指南)及心理干预(筛查焦虑、抑郁及 PTSD)是改善远期预后的重要组成部分[47]。

5.4. 预防复发与长期管理

导尿管的使用是医院内最常见的侵入性操作之一,但其不当使用是导致导管相关尿路感染乃至尿源性脓毒血症的核心原因。因此,严格的导尿管护理与感染控制策略是预防尿源性脓毒血症的关键环节。首先,导尿管的使用必须严格遵循适应症,并实施精细化的时间管理。

其次,无菌操作与规范的导尿管护理是预防感染的核心措施。在导尿管置入、维护和标本采集的每一个环节,都必须严格遵守无菌原则。这包括使用无菌手套、消毒液和润滑剂,以及采用密闭式引流系统。

尿源性脓毒血症的预防与管理不仅依赖于急性期的精准治疗,更离不开系统化的患者教育与长期随访管理。患者教育应首先聚焦于尿路感染预防知识的普及,这对于降低复发风险至关重要。对于存在泌尿系结石、糖尿病等基础疾病的患者,应重点强调控制血糖、增加饮水量以稀释尿液、避免憋尿等基础预防措施。

出院后的感染监测与及时处理是随访管理的核心内容。PCT、NLR、PLR 是输尿管结石术后尿源性脓毒血症的危险因素,临床应关注上述指标以降低术后尿源性脓毒血症风险[48]。一项回顾性队列研究证实,术后 PCT、PLR 和 NLR 水平是输尿管结石术后并发尿源性脓毒血症的独立危险因素,联合检测这些指标可有效预测风险,其受试者工作特征曲线下面积达 0.799 [48]。

在长期管理中,对于反复发生尿路感染的高危患者,应考虑非抗生素预防策略。蔓越莓提取物(原花青素 36 mg/d)可降低复发性 UTI 风险($RR = 0.65$, 95% CI: 0.48~0.88),而 D-甘露糖的预防效果目前证据尚不充分。基于阴道菌群调节的益生菌疗法、膀胱内透明质酸灌注及免疫调节剂(如 OM-89)等新型预防手段的前景值得关注。此外,泌尿系统结构异常(如神经源性膀胱、膀胱输尿管反流)的矫正手术在预防复发性尿源性脓毒血症中的角色应被充分评估。

6. 多学科协作与临床路径优化

6.1. 多学科团队的构建与协作模式

尿源性脓毒血症的诊治涉及多个学科领域,其病情复杂、进展迅速,单一科室往往难以独立应对从病因处理、抗感染治疗到重症监护的全过程。由功能泌尿科医生、微生物学家和专科护士组成的多学科团队可参与难治性尿路感染的治疗决策和方案设计[49]。这种协作模式的核心在于打破学科壁垒,实现信息共享与决策整合。

在 MDT 框架下,临床路径的标准化与流程优化是提高救治效率的关键。通过制定统一的诊疗规范,可以缩短从入院到关键干预措施(如抗生素使用、引流减压)的时间。例如,对于合并糖尿病的上尿路结石患者,术前尿白细胞计数升高是该人群尿脓毒症的独立危险因素[5];对于特发性草酸钙肾结石患者 PCNL 术后,术前尿亚硝酸盐阳性、结石直径 $> 6\text{ cm}$ 是该人群尿源性脓毒症的独立危险因素,术前尿白细胞计数在 SIRS 组和尿脓毒症组有统计学差异[50]。

随着精准医学理念的深入,多学科团队(MDT)还可整合药物基因组学数据以指导个体化抗生素选择——例如, CYP2C19 基因多态性可影响质子泵抑制剂与抗生素的相互作用,而 SLCO1B1 基因型参与 β -内酰胺类药物的肝脏摄取——并利用快速分子药敏检测技术(如 Accelerate Pheno 系统,可在 7 小时内提供 MIC 结果)缩短靶向治疗的时间窗。未来,基于实时临床数据流的智能 MDT 决策支持系统有望进一步压缩从早期识别到有效干预的延迟时间。

6.2. 临床路径在尿源性脓毒血症管理中的应用

尿源性脓毒血症(urosepsis)是泌尿系统感染最严重的并发症,其病情进展迅速,死亡率高,因此,建立并实施标准化的临床路径对于改善患者预后至关重要。临床路径的核心在于将诊疗流程规范化,确保从急诊分诊、早期识别、到后续的抗菌治疗、液体复苏及病因处理等各个环节均能高效、有序地进行。一项系统综述与荟萃分析显示,中区肾上腺髓质素原在诊断脓毒症方面具有较高的敏感度(0.83)和特异度(0.90),其最佳截断值为 $1\sim 1.5\text{ nmol/L}$,这提示将此类新型生物标志物整合入临床路径,可能有助于实现更早、更精准的诊断[51]。

质量控制与疗效评估是临床路径持续改进的关键环节。通过设定一系列可量化的质量指标,如“入院后 1 小时内完成血培养”、“3 小时内启动广谱抗生素治疗”、“6 小时内完成充分的液体复苏”以及“24 小时内实现感染源控制”,可以客观地评估临床路径的执行效果。对于新生儿脓毒症,一项研究开发并验证了一个包含体温不稳定、血小板计数、喂养量减少、血糖变化、C 反应蛋白(CRP)水平以及循环和呼吸功能恶化等参数的脓毒症预测评分(SPS),该评分在回顾性队列中敏感性和特异性分别达到 82.54% 和 85.96%,在前瞻性队列中敏感性为 76.60%、特异性为 72.55%,两个队列中均显示出良好的预测效能[52]。

6.3. 信息技术支持与数据共享

电子健康记录系统的整合应用是提升尿源性脓毒血症诊治水平的关键基础设施。EHR 系统能够实时、

系统地收集患者的临床数据,包括生命体征、实验室检查结果、用药记录及影像学资料,为临床决策提供全面的信息支持。然而,在急诊科等场景中,基于 EHR 的尿路感染诊断常面临不确定性。

大数据分析技术的应用则进一步促进了从海量临床数据中挖掘规律,从而优化临床决策。通过分析大型行政数据库或区域医疗信息网络,可以更全面地描绘尿源性脓毒血症的流行病学特征、诊疗模式及预后。例如,一项在西班牙加泰罗尼亚地区开展的人群观察性队列研究计划,通过整合初级保健信息系统、医院出院及急诊最小基本数据集以及药品分发登记数据,旨在分析 2012 年至 2021 年间不同类型 UTI 的流行病学、诊断和治疗管理情况,并评估复发性 UTI 女性患者中抗生素使用模式与后续严重感染(如肾盂肾炎、脓毒血症)发生风险之间的关联[53]。

6.4. 成本效益分析与医疗资源优化

尿源性脓毒血症的诊治涉及复杂的医疗资源投入,其成本效益分析对于优化资源配置、降低整体医疗负担至关重要。从感染防控到最终治疗,每个环节都伴随着显著的经济考量。首先,在预防层面,对高危患者的早期识别和干预是成本效益最高的策略。

其次,治疗环节的成本效益分析需权衡不同治疗手段的投入与产出。内镜手术(如输尿管软镜、PCNL)是处理上尿路结石的主要方式,但其设备昂贵,且技术迭代迅速,导致成本高昂[54]。一次性耗材的使用虽带来便利,但也进一步推高了单次手术费用[54]。

7. 结论

尿源性脓毒血症作为泌尿系统感染最凶险的并发症,其诊治历程折射出感染性疾病管理的核心矛盾:如何在病原体快速演变、宿主异质性显著及医疗资源有限的现实下,实现早期识别、精准干预与预后改善的平衡。本综述通过系统梳理近年来的研究进展,揭示了该领域从经验性治疗向精准化、个体化、多学科协作模式转变的深刻趋势。

首先,在病原学与诊断层面,不同研究一致强调了病原菌谱的变迁——革兰阴性菌(尤其是大肠埃希菌)仍占主导,但产超广谱 β -内酰胺酶菌株及多重耐药菌的检出率呈上升趋势,这直接挑战了传统经验性抗生素方案的可靠性。同时,生物标志物与新型分子诊断技术(如宏基因组二代测序)的引入,显著缩短了病原鉴定时间,但需警惕其假阳性率及成本效益问题。平衡点在于:对于重症或免疫抑制患者,应优先采用高灵敏度检测手段;而对于轻中度感染,传统培养结合动态生物标志物监测仍具临床价值。

展望未来,精准医学理念将深刻改变尿源性脓毒血症的诊治范式。多组学技术(基因组学、转录组学、蛋白质组学及代谢组学)的整合有望实现脓毒症患者类型的精细分类——高炎症型、免疫麻痹型及中间型,从而指导靶向免疫调节治疗的个体化选择[55]。可穿戴设备与远程监护技术的发展将推动高危患者(如反复 UTI 的糖尿病患者、长期留置导尿管的神经源性膀胱患者)的院外监测与早期预警。人工智能驱动的临床决策支持系统有望弥合证据与实践之间的鸿沟,但需要在前瞻性干预性研究中验证其对患者预后的实际改善效果。未来的研究应聚焦于:(1) 前瞻性多中心验证 AI 预测模型的外部效度与临床净获益;(2) 开展血液净化技术的随机对照试验以明确适应证与最佳方案;(3) 探索宿主导向治疗(如免疫检查点调节剂、间充质干细胞)在尿源性脓毒血症中的治疗价值。

参考文献

- [1] Chao, C.T., Lee, S.Y., Wang, J., Chien, K.L. and Huang, J.W. (2021) Frailty Increases the Risk for Developing Urinary Tract Infection among 79,887 Patients with Diabetic Mellitus and Chronic Kidney Disease. *BMC Geriatrics*, **21**, Article No. 349. <https://doi.org/10.1186/s12877-021-02299-3>
- [2] Galiabovitch, E., Hansen, D., Retegan, C. and McCahy, P. (2020) Urinary Tract Stone Deaths: Data from the Australian

- and New Zealand Audits of Surgical Mortality. *BJU International*, **126**, 604-609. <https://doi.org/10.1111/bju.15171>
- [3] Trail, M., Cullen, J., Fulton, E., Clayton, F., McGregor, E., McWilliam, F., *et al.* (2021) Evaluating the Safety of Performing Flexible Cystoscopy When Urinalysis Suggests Presence of “Infection”: Results of a Prospective Clinical Study in 2350 Patients. *European Urology Open Science*, **31**, 28-36. <https://doi.org/10.1016/j.euro.2021.06.014>
 - [4] Boo, N.Y., Ang, E.B.K. and Ang, E.L. (2024) Epidemiology of Late-Onset Sepsis in Malaysian Neonatal Intensive Care Units, 2015-2020. *Malaysian Journal of Pathology*, **46**, 401-412. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39731489/>
 - [5] Gou, J.J., Zhang, C., Han, H.S. and Wu, H.W. (2023) Risk Factors of Concurrent Urinary Sepsis in Patients with Diabetes Mellitus Comorbid with Upper Urinary Tract Calculi. *World Journal of Diabetes*, **14**, 1403-1411. <https://doi.org/10.4239/wjd.v14.i9.1403>
 - [6] Rahat, O., Shihab, M., Etedgi, E., Ben-David, D., Estrin, I., Goldshtein, L., *et al.* (2022) Empiric Usage of “Anti-Pseudomonal” Agents for Hospital-Acquired Urinary Tract Infections. *Antibiotics*, **11**, Article 890. <https://doi.org/10.3390/antibiotics11070890>
 - [7] Gray, J., Rachakonda, A. and Karnon, J. (2023) Pragmatic Review of Interventions to Prevent Catheter-Associated Urinary Tract Infections (CAUTIs) in Adult Inpatients. *Journal of Hospital Infection*, **136**, 55-74. <https://doi.org/10.1016/j.jhin.2023.03.020>
 - [8] El Hussein, N., Carter, J.A. and Lee, V.T. (2024) Urinary Tract Infections and Catheter-Associated Urinary Tract Infections Caused by *Pseudomonas aeruginosa*. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, **88**, e0006622. <https://doi.org/10.1128/membr.00066-22>
 - [9] Venkataraman, R. and Yadav, U. (2023) Catheter-Associated Urinary Tract Infection: An Overview. *Journal of Basic and Clinical Physiology and Pharmacology*, **34**, 5-10. <https://doi.org/10.1515/jbcpp-2022-0152>
 - [10] Rubi, H., Mudey, G. and Kunjalwar, R. (2022) Catheter-Associated Urinary Tract Infection (CAUTI). *Cureus*, **14**, e30385. <https://doi.org/10.7759/cureus.30385>
 - [11] Schillebeeckx, L., Caldwell, A., Luyten, K., Sliwinska, M., Gevaert, T., Everaerts, W., *et al.* (2025) A Catheter-Associated Urinary Tract Infection Mouse Model to Study Bladder Dysfunction and Pain. *Pain*, **166**, 2792-2803. <https://doi.org/10.1097/j.pain.0000000000003738>
 - [12] Lei, H., Dong, X., Li, L., Huan, F., Zhong, X., Wu, Q., *et al.* (2020) Retrospective Study of the Etiology and Risk Factors of Systemic Inflammatory Response Syndrome after Systematic Transrectal Ultrasound-Guided Prostate Biopsy. *Infection and Drug Resistance*, **13**, 3187-3193. <https://doi.org/10.2147/idr.s256548>
 - [13] Boll, E.J., Overballe-Petersen, S., Hasman, H., Roer, L., Ng, K., Scheutz, F., *et al.* (2020) Emergence of Enterococcal *Escherichia coli* within the ST131 Lineage as a Cause of Extraintestinal Infections. *mBio*, **11**, e00353-20. <https://doi.org/10.1128/mbio.00353-20>
 - [14] Whelan, S., Lucey, B. and Finn, K. (2023) Uropathogenic *Escherichia coli* (UPEC)-Associated Urinary Tract Infections: The Molecular Basis for Challenges to Effective Treatment. *Microorganisms*, **11**, Article 2169. <https://doi.org/10.3390/microorganisms11092169>
 - [15] Díaz, J.M., Dozois, C.M., Avelar-González, F.J., Hernández-Cuellar, E., Pokharel, P., de Santiago, A.S., *et al.* (2020) The Vacuolating Autotransporter Toxin (Vat) of *Escherichia coli* Causes Cell Cytoskeleton Changes and Produces Non-Lysosomal Vacuole Formation in Bladder Epithelial Cells. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, **10**, Article No. 299. <https://doi.org/10.3389/fcimb.2020.00299>
 - [16] Li, L., Jiao, Q., Yang, Q., Lu, H., Zhou, X., Zhang, Q., *et al.* (2025) A Bladder-Blood Immune Barrier Constituted by Suburothelial Perivascular Macrophages Restrains Uropathogen Dissemination. *Immunity*, **58**, 568-584.e6. <https://doi.org/10.1016/j.immuni.2025.02.002>
 - [17] Guliciuc, M., Maier, A.C., Maier, I.M., Kraft, A., Cucuruzac, R.R., Marinescu, M., *et al.* (2021) The Urosepsis—A Literature Review. *Medicina*, **57**, Article 872. <https://doi.org/10.3390/medicina57090872>
 - [18] Kumar, A.J., Epler, K., Wang, J., Shen, A., Samandari, N., Rolfsen, M.L., *et al.* (2025) Kidney Mitochondrial DNA Contributes to Systemic IL-6 Release in Sepsis-Associated Acute Kidney Injury. *JCI Insight*, **10**, e177004. <https://doi.org/10.1172/jci.insight.177004>
 - [19] Zhang, Z., Ding, P., Yang, M., Zhou, X. and Long, K. (2025) Case Report: Iatrogenic Intraperitoneal Hematoma Compresses the Ureters Leading to Urogenic Sepsis. *Frontiers in Medicine*, **12**, Article ID: 1574196. <https://doi.org/10.3389/fmed.2025.1574196>
 - [20] Wu, Y., Wang, G., Huang, Z., Yang, B., Yang, T., Liu, J., *et al.* (2023) Diagnostic and Therapeutic Value of Biomarkers in Urosepsis. *Therapeutic Advances in Urology*, **15**.
 - [21] Donadello, K., Scolletta, S., Covajes, C. and Vincent, J. (2012) SuPAR as a Prognostic Biomarker in Sepsis. *BMC Medicine*, **10**, Article No. 2. <https://doi.org/10.1186/1741-7015-10-2>
 - [22] Zhang, X., Liu, D., Liu, Y., Wang, R. and Xie, L. (2015) The Accuracy of Presepsin (sCD14-ST) for the Diagnosis of

- Sepsis in Adults: A Meta-Analysis. *Critical Care*, **19**, Article No. 323. <https://doi.org/10.1186/s13054-015-1032-4>
- [23] Miller 3rd, R.R., Lopansri, B.K., Burke, J.P., Levy, M., Opal, S., Rothman, R.E., *et al.* (2018) Validation of a Host Response Assay, Septicyte LAB, for Discriminating Sepsis from Systemic Inflammatory Response Syndrome in the ICU. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, **198**, 903-913. <https://doi.org/10.1164/rccm.201712-2472oc>
- [24] Miao, Q., Ma, Y., Wang, Q., Pan, J., Zhang, Y., Jin, W., *et al.* (2018) Microbiological Diagnostic Performance of Metagenomic Next-Generation Sequencing When Applied to Clinical Practice. *Clinical Infectious Diseases*, **67**, S231-S240. <https://doi.org/10.1093/cid/ciy693>
- [25] Segura Grau, A., Martín-Borregón Bendito, P. and Segura Grau, E. (2026) Utility of Ultrasound in the Diagnosis of Intraabdominal Infections. *Medicina Clínica*, **166**, Article 107334. <https://doi.org/10.1016/j.medcli.2025.107334>
- [26] El-Ghar, M.A., Farg, H., Sharaf, D.E. and El-Diasty, T. (2021) CT and MRI in Urinary Tract Infections: A Spectrum of Different Imaging Findings. *Medicina*, **57**, Article 32. <https://doi.org/10.3390/medicina57010032>
- [27] Ciccicarese, F., Brandi, N., Corcioni, B., Golfieri, R. and Gaudiano, C. (2021) Complicated Pyelonephritis Associated with Chronic Renal Stone Disease. *La Radiologia Medica*, **126**, 505-516. <https://doi.org/10.1007/s11547-020-01315-7>
- [28] Liston, K., Manecksha, R.P. and Woods, C.P. (2021) Hyperglycaemic Crisis Secondary to Emphysematous Pyelonephritis. *BMJ Case Reports*, **14**, e242617. <https://doi.org/10.1136/bcr-2021-242617>
- [29] Liang, B., Tan, B., Wang, Z., Pang, K., Chen, G., Liao, C., *et al.* (2025) Preoperative Machine Learning Algorithm for Predicting Urosepsis after Percutaneous Nephrolithotomy Using EMR Data. *Urolithiasis*, **54**, Article No. 10. <https://doi.org/10.1007/s00240-025-01906-x>
- [30] Fleuren, L.M., Klausch, T.L.T., Zwager, C.L., Schoonmade, L.J., Guo, T., Roggeveen, L.F., *et al.* (2020) Machine Learning for the Prediction of Sepsis: A Systematic Review and Meta-Analysis of Diagnostic Test Accuracy. *Intensive Care Medicine*, **46**, 383-400. <https://doi.org/10.1007/s00134-019-05872-y>
- [31] Lundberg, S.M. and Lee, S.I. (2017) A Unified Approach to Interpreting Model Predictions. *Proceedings of the 31st International Conference on Neural Information Processing Systems*, Long Beach, 4-9 December 2017, 4765-4774.
- [32] Rieke, N., Hancox, J., Li, W., Milletari, F., Roth, H.R., Albarqouni, S., *et al.* (2020) The Future of Digital Health with Federated Learning. *npj Digital Medicine*, **3**, Article No. 119. <https://doi.org/10.1038/s41746-020-00323-1>
- [33] Wagenlehner, F.M.E., Bjerklund Johansen, T.E., Cai, T., Koves, B., Kranz, J., Pilatz, A., *et al.* (2020) Epidemiology, Definition and Treatment of Complicated Urinary Tract Infections. *Nature Reviews Urology*, **17**, 586-600. <https://doi.org/10.1038/s41585-020-0362-4>
- [34] Wagenlehner, F.M.E. (2023) Harnwegsinfektionen Einschließlich Pyelonephritis. *Medizinische Klinik-Intensivmedizin und Notfallmedizin*, **118**, 464-469. <https://doi.org/10.1007/s00063-023-01034-7>
- [35] Shallcross, L.J., Rockenschaub, P., McNulty, D., Freemantle, N., Hayward, A. and Gill, M.J. (2020) Diagnostic Uncertainty and Urinary Tract Infection in the Emergency Department: A Cohort Study from a UK Hospital. *BMC Emergency Medicine*, **20**, Article No. 40. <https://doi.org/10.1186/s12873-020-00333-y>
- [36] Moreland, R.B., Brubaker, L., Tinawi, L. and Wolfe, A.J. (2025) Rapid and Accurate Testing for Urinary Tract Infection: New Clothes for the Emperor. *Clinical Microbiology Reviews*, **38**, e0012924. <https://doi.org/10.1128/cmr.00129-24>
- [37] Astroza, G., Miranda, A., Escobar-Urrejola, S., García, J., Orio, M., Urrutia, S., *et al.* (2023) Tratamiento antibiótico de elección en sepsis urinaria asociada a litiasis ureteral en Chile. Estudio multicéntrico. *Revista Médica de Chile*, **151**, 1194-1200. <https://doi.org/10.4067/s0034-98872023000901194>
- [38] Wu, Y., Li, P., Huang, Z., Liu, J., Yang, B., Zhou, W., *et al.* (2024) Four-Year Variation in Pathogen Distribution and Antimicrobial Susceptibility of Urosepsis: A Single-Center Retrospective Analysis. *Therapeutic Advances in Infectious Disease*, **11**, 1-13.
- [39] Zhu, C.Y., Pan, A., Mei, Q. and Chen, T. (2020) Successful Cure of a Patient with Urosepsis Using a Combination of Extracorporeal Membrane Oxygenation and Continuous Renal Replacement Therapy: A Case Report and Literature Review. *Chinese Journal of Traumatology*, **23**, 372-375. <https://doi.org/10.1016/j.cjtee.2020.09.006>
- [40] Joannes-Boyau, O., Honoré, P.M., Perez, P., Bagshaw, S.M., Grand, H., Canivet, J., *et al.* (2013) High-Volume versus Standard-Volume Haemofiltration for Septic Shock Patients with Acute Kidney Injury (IVOIRE Study): A Multicentre Randomized Controlled Trial. *Intensive Care Medicine*, **39**, 1535-1546. <https://doi.org/10.1007/s00134-013-2967-z>
- [41] Dellinger, R.P., Bagshaw, S.M., Antonelli, M., Foster, D.M., Klein, D.J., Marshall, J.C., *et al.* (2018) Effect of Targeted Polymyxin B Hemoperfusion on 28-Day Mortality in Patients with Septic Shock and Elevated Endotoxin Level. *JAMA*, **320**, 1455-1463. <https://doi.org/10.1001/jama.2018.14618>
- [42] Schädler, D., Pausch, C., Heise, D., *et al.* (2013) The Effect of a Novel Extracorporeal Cytokine Hemoadsorption Device on IL-6 Removal in Septic Patients: A Randomized Controlled Trial. *PLOS ONE*, **12**, e0187015.
- [43] Asai, N., Ohashi, W., Shibata, Y., Sakanashi, D., Kato, H., Hagihara, M., *et al.* (2025) Efficacy and Validity of Oral

- Switch Therapy from Intravenous Antibiotics in the Treatment of Urosepsis: A Propensity Matching Score Analysis at a Single Center. *Journal of Infection and Chemotherapy*, **31**, Article 102774. <https://doi.org/10.1016/j.jiac.2025.102774>
- [44] Patterson, P.P., Ellingson, K.D., Backus, D., Schmitz, E. and Matesan, M. (2020) A Syndrome-Based Approach to Antimicrobial Stewardship in an Arizona Skilled Nursing Facility—Moving the Needle through Quality Improvement. *American Journal of Infection Control*, **48**, 1537-1539. <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2020.07.038>
- [45] Paranjpe, I., Kapoor, A., Tran, T., O'Hagan, R., Falagarío, U.G., Paranjpe, M., *et al.* (2021) Multi-Institutional Predictors of Antibiotic Resistance in Patients Presenting to the Emergency Department with Urosepsis Secondary to Ureteral Obstruction. *Journal of Endourology*, **35**, 97-101. <https://doi.org/10.1089/end.2020.0359>
- [46] Bassetti, M., Giacobbe, D.R., Robba, C., Pelosi, P. and Vena, A. (2020) Treatment of Extended-Spectrum B-Lactamases Infections: What Is the Current Role of New B-Lactams/B-Lactamase Inhibitors? *Current Opinion in Infectious Diseases*, **33**, 474-481. <https://doi.org/10.1097/qco.0000000000000685>
- [47] Prescott, H.C. and Angus, D.C. (2018) Enhancing Recovery from Sepsis: A Review. *JAMA*, **319**, 62-75. <https://doi.org/10.1001/jama.2017.17687>
- [48] Li, B., Li, X., Zhao, J., Wang, X. and Ma, L. (2024) Analysis and Modelling of the Predictive Value of PCT, PLR and NLR for Ureteric Sepsis after Ureteral Stone Surgery: A Retrospective Cohort Study. *Archivos Españoles de Urología*, **77**, 498-504. <https://doi.org/10.56434/j.arch.esp.urol.20247705.69>
- [49] Chitteti, P., Ekpeno, I., Morris-Laverick, J., Bezemer, S. and Nadeem, M. (2025) Is Intravesical Gentamicin the New Gold Standard to Manage Refractory Urinary Tract Infections?—Experience from a Dedicated Multidisciplinary Complex UTI Clinic. *Neurourology and Urodynamics*, **44**, 390-399. <https://doi.org/10.1002/nau.25635>
- [50] Chen, X., Li, S., Shi, C., Zhang, W., Liu, Z., Jiang, J., *et al.* (2023) Risk Factors and Predictors of Urogenous Sepsis after Percutaneous Nephrolithotomy for Idiopathic Calcium Oxalate Nephrolithiasis. *Translational Andrology and Urology*, **12**, 1002-1015. <https://doi.org/10.21037/tau-23-219>
- [51] Li, P., Wang, C. and Pang, S. (2021) The Diagnostic Accuracy of Mid-Regional Pro-Adrenomedullin for Sepsis: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Minerva Anestesiologica*, **87**, 1117-1127. <https://doi.org/10.23736/s0375-9393.21.15585-3>
- [52] Sofouli, G.A., Tsintoni, A., Fouzas, S., Verveniotti, A., Gkentzi, D. and Dimitriou, G. (2023) Early Diagnosis of Late-Onset Neonatal Sepsis Using a Sepsis Prediction Score. *Microorganisms*, **11**, Article 235. <https://doi.org/10.3390/microorganisms11020235>
- [53] Moragas Moreno, A., Fernández-García, S., Llor, C., Ouchi, D., García-Sangenís, A., Monteagudo, M., *et al.* (2023) Diagnostic and Therapeutic Management of Urinary Tract Infections in Catalonia, Spain: Protocol for an Observational Cohort Study. *JMIR Research Protocols*, **12**, e44244. <https://doi.org/10.2196/44244>
- [54] Papatsoris, A., Geavlete, B., Radavoi, G.D., Alameedee, M., Almusafer, M., Ather, M.H., *et al.* (2025) Management of Urinary Stones by Experts in Stone Disease (ESD 2025). *Archivio Italiano di Urologia e Andrologia*, **97**, Article 14085. <https://doi.org/10.4081/aiua.2025.14085>
- [55] Seymour, C.W., Kennedy, J.N., Wang, S., Chang, C.H., Elliott, C.F., Xu, Z., *et al.* (2019) Derivation, Validation, and Potential Treatment Implications of Novel Clinical Phenotypes for Sepsis. *JAMA*, **321**, 2003-2017. <https://doi.org/10.1001/jama.2019.5791>