论 著

基于螺旋CT评估肾盂积液及结石CT值预测尿源性脓毒血症的临床价值*

齐文明[1,*] 田中玉[2] 刘晨溪[1] 马春娟[3]
1.保定市第二中心医院泌尿外科
2.保定市第二中心医院CT室
3.保定市第二中心医院血透室
(河北 保定 072750)

【摘要】**目的** 探讨基于螺旋CT评估肾盂积液严重程度、肾盂前后径及结石CT值等影像学指标，结合临床炎症标志物，在预测急性上尿路结石梗阻患者发生尿源性脓毒血症中的应用价值。**方法** 选取本院2022年1月至2025年1月期间收治的急性上尿路结石梗阻患者204例作为研究对象，根据患者入院后是否发展为尿源性脓毒血症，采用倾向性评分匹配法将其分为观察组(脓毒血症组，68例，采用螺旋CT评估)和对照组(非脓毒血症组，136例，采用螺旋CT评估)。观察比较两组肾盂积液严重程度分级、肾盂前后径、结石平均CT值、最高体温、血清降钙素原水平及序贯器官衰竭估计评分(所有指标在入院时评估)。**结果** 在入院时，观察组的肾盂积液严重程度分级高于对照组(P<0.05)，肾盂前后径大于对照组(P<0.05)，结石平均CT值高于对照组(P<0.05)，最高体温高于对照组(P<0.05)，血清降钙素原水平高于对照组(P<0.05)，序贯器官衰竭估计评分高于对照组(P<0.05)。多因素Logistic回归分析显示这些指标均为尿源性脓毒血症的独立影响因素(P<0.05)，受试者工作特征曲线分析进一步证实其预测效能。**结论** 螺旋CT评估肾盂积液及结石CT值结合临床炎症标志物可有效预测尿源性脓毒血症的发生，为早期风险分层及干预提供了实用工具，具有临床推广应用价值。

【关键词】尿源性脓毒血症；螺旋CT；肾盂积液；结石CT值；预测
【中图分类号】R69
【文献标识码】A
【基金项目】2023年保定市科技计划自筹经费项目(2341ZF041)
2024年度河北省医学科学研究课题计划(20241331)
DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2026.04.035

Clinical Value of Spiral CT in Evaluating Hydronephrosis and Stone CT Value for Predicting Urosepsis*

QI Wen-ming[1,*], TIAN Zhong-yu[2], LIU Chen-xi[1], MA Chun-juan[3].
1.Department of Urology, Baoding NO.2 Central Hospital, Baoding 072750, Hebei Province, China
2.Department of CT, Baoding NO.2 Central Hospital, Baoding 072750, Hebei Province, China
3.Department of Hemodialysis room, Baoding NO.2 Central Hospital, Baoding 072750, Hebei Province, China

ABSTRACT
Objective To investigate the clinical value of spiral CT in evaluating hydronephrosis severity, anteroposterior diameter of the renal pelvis, and stone CT value, combined with clinical inflammatory markers, for predicting urosepsis in patients with acute upper urinary tract stone obstruction. ***Methods*** A total of 204 patients with acute upper urinary tract stone obstruction admitted to a large tertiary hospital from January 2022 to January 2025 were selected and divided into an observation group (urosepsis group, 68 cases, evaluated by spiral CT) and a control group (non-urosepsis group, 136 cases, evaluated by spiral CT) based on the occurrence of urosepsis using propensity score matching. The hydronephrosis severity grade, anteroposterior diameter of the renal pelvis, stone mean CT value, highest body temperature, serum procalcitonin level, and Sequential Organ Failure Assessment (SOFA) score were compared between the two groups at admission. ***Results*** At admission, the observation group had a higher hydronephrosis severity grade than the control group (P<0.05), a greater anteroposterior diameter of the renal pelvis (P<0.05), a higher stone mean CT value (P<0.05), a higher highest body temperature (P<0.05), a higher serum procalcitonin level (P<0.05), and a higher SOFA score (P<0.05). Multivariate logistic regression analysis indicated that these indicators were independent influencing factors for urosepsis (P<0.05), and receiver operating characteristic curve analysis further confirmed their predictive efficacy. ***Conclusion*** Spiral CT evaluation of hydronephrosis and stone CT value combined with clinical inflammatory markers can effectively predict the occurrence of urosepsis, providing a practical tool for early risk stratification and intervention, and is worthy of clinical promotion and application.

Keywords: Urosepsis; Spiral CT; Hydronephrosis; Stone CT Value; Prediction

尿源性脓毒血症(urogenital sepsis, US)是上尿路结石梗阻继发感染的严重并发症，其病情进展迅速且病死率高，早期识别高风险患者对改善预后至关重要[1]。目前临床诊断主要依赖降钙素原(procalcitonin, PCT)[2]和序贯器官衰竭估计评分(sequential organ failure assessment, SOFA)[3]等炎症与器官功能指标，但它们在早期预警方面存在一定滞后性。螺旋CT作为上尿路结石的首选影像学检查手段，可精确显示结石位置、密度及肾盂积液程度[4]，然而现有研究多集中于解剖学诊断，对其预测全身性感染的潜在价值挖掘不足[5]。尽管研究表明肾盂积液程度与感染风险相关[6]，但单纯依据积液分级或结石CT值难以全面反映病理生理改变[7]。此外，目前缺乏将影像学参数与临床炎症标志物整合进行多维度评估的体系[8]，且多数研究为小样本回顾性分析，未能明确影像指标在脓毒血症早期预测中的独立贡献度[9]。现有预测模型多依赖于实验室指标，忽略了影像学在揭示局部病变严重程度方面的独特优势[10]。本研究旨在通过螺旋CT定量评估肾盂积液程度、肾盂前后径及结石CT值，结合PCT与SOFA评分等临床指标，构建尿源性脓毒血症的早期预测模型，为临床提供一种无创、高效的风险分层工具，助力早期干预及改善患者预后。

1 资料与方法

1.1 一般资料 本研究纳入了2022年1月至2025年1月期间，于我院急诊科与泌尿外科收治的急性上尿路结石梗阻患者作为研究对象。研究方案获得了本院伦理审查委员会的批准，并豁免了患者的知情同意。根据患者入院后是否发展为尿源性脓毒血症，将其分为两组：观察组(脓毒血症组，68例)：男性41例，女性27例，年龄范围在35~78岁，平均年龄为(58.4±11.7)岁。对照组(非脓毒血症组，136例)：男性82例，女性54例，年龄范围在33至76岁，平均年龄(57.1±10.9)岁。经统计学比较，两组患者在年龄、性别构成比等基线资料上均无显著性差异，具有良好的可比性。

纳入标准：年龄不低于18周岁的成年患者；临床表现为急性腰腹部疼痛、和/或发热(体温高于38.0°C)、和/或寒战等症状，经临床医生初步诊断为急性上尿路梗阻；在入院就诊后的24小时时间窗内，完成了腹部非增强螺旋计算机断层扫描(Computed Tomography, CT)检查；CT影像学结果明确证实存在单侧或双侧的肾盂积液，并能发现导致梗阻的尿路结石；患者的临床病历档案、实验室检验数据及影像学报告完整，可供

【第一作者】齐文明，男，主治医师，主要研究方向：泌尿系结石、前列腺增生及泌尿系肿瘤相关方向。E-mail：15830285506@163.com
【通讯作者】齐文明

回溯性分析。

排除标准：① 处于妊娠期或哺乳期的女性患者；② 在本次入院接受CT检查之前，已经通过输尿管支架置入、经皮肾造瘘等外科干预措施解除了尿路梗阻；③ 合并存在其他明确的、可能构成全身性感染主要来源的病灶；④ 患有导致严重免疫功能缺陷的基础疾病或长期(超过1个月)大剂量使用糖皮质激素或其它免疫抑制剂；⑤ 临床病历资料存在关键信息缺失。

1.2 设备资料 本研究所有CT图像均采用本院放射科日常临床工作中所使用的设备进行采集。(1)主要设备为德国西门子公司生产的Somatom Perspective 64排螺旋CT扫描仪，以及美国通用电气公司生产的Optima CT520 16排螺旋CT扫描仪。(2)扫描前嘱患者平静呼吸，扫描范围自膈顶水平开始，直至耻骨联合下缘以下，覆盖全泌尿系统。(3)扫描均采用平扫模式，关键参数设置为：管电压120千伏，采用自动毫安秒技术，探测器准直宽度为64×0.6毫米或16×1.25毫米，螺距设定为1.0至1.2，扫描层厚5毫米。(4)为进行精确的影像学测量，将所有原始数据重建为层厚1.0毫米、层间距0.7毫米的薄层图像，并传输至西门子公司提供的Syngo Via VB40版本后处理工作站进行后续分析。

1.3 研究方法 (1)临床资料提取： 由两名经过统一培训的泌尿外科住院医师，采用双人背对背的方式，通过本院医院信息系统和电子病历系统进行数据提取。提取内容包括患者的基本人口学信息、入院时的生命体征、详细的体格检查记录、血常规、生化全项及血清炎症标志物等实验室检查结果。提取完成后交叉核对，如遇分歧，则由第三名高年资主治医师仲裁决定。(2)CT影像学分析： 所有影像资料的评估工作由两名具有超过8年泌尿生殖系统影像诊断经验的副主任医师独立完成。在评估前，他们对患者的分组情况、临床表现及实验室结果均不知情。评估过程中，两位医师分别在工作站上对图像进行多平面重组观察与测量。(3)影像学测量与评估流程：首先，对肾盂积液的严重程度进行评估。在轴位图像上选择肾门水平显示肾盂最充分的层面，手动放置光标，测量肾盂前后方向的最大径线，即肾盂前后径。随后，参照美国放射学会推荐的常用分级标准，对积液程度进行半定量分级：0级代表无积液；1级为轻度积液，表现为肾盂轻度扩张，肾盂前后径小于15毫米，肾盏形态正常；2级为中度积液，肾盂及肾盏均呈现扩张，肾盂前后径介于15至20毫米之间，但肾乳头形态仍隐约可见；3级则为重度积液，肾盂肾盏呈重度球形扩张，肾盂前后径超过20毫米，肾实质明显受压变薄。其次，对引起梗阻的结石进行分析。在骨窗条件下，选择结石的最大横断面，使用椭圆形感兴趣区尽可能覆盖结石的核心区域，同时小心避开结石边缘以避免部分容积效应干扰，由系统自动计算出该区域的平均CT值，单位为亨氏单位。同时，测量结石的最大长径。若患者存在多发结石，则以位于输尿管生理狭窄处并最可能引起急性完全性梗阻的那颗结石作为分析对象。

1.4 观察指标 (1)尿源性脓毒血症发生率： 存在明确的尿路感染临床证据或微生物学证据，同时伴有入院后序贯器官衰竭估计评分较基线水平增加大于或等于2分。(2)肾盂积液严重程度分级：如上文研究方法所述，采用美国放射学会推荐的通用四级分级法进行评估，将1-3级分别定义为轻、中、重度。(3)肾盂前后径：如上文所述，在CT轴位图像上直接测量的客观量化数值，单位为毫米。(4)结石平均CT值： 如上文所述，通过感兴趣区技术测量得到的亨氏单位数值。(5)患者最高体温： 记录患者从入院起72小时内的最高腋下体温，单位为摄氏度。(6)血清降钙素原水平：采集患者入院时的静脉血，使用罗氏Cobas®e 601电化学发光免疫分析仪及其配套试剂盒进行检测，单位为纳克每毫升。(7)序贯器官衰竭估计评分： 根据患者入院24小时内的最差临床数据(包括呼吸、凝血、肝脏、循环、神经系统及肾脏功能)进行计算。总分范围为0至24分，分数越高代表器官功能衰竭越严重。

1.5 统计学方法 数据采用SPSS Statistics 25.0版软件包进行处理。对计量资料进行正态性检验，符合正态分布的计量资料以均数±标准差的形式表示，组间比较采用独立样本t检验；不符合正态分布的计量资料则以中位数与四分位数间距的形式表示，组间比较采用Mann-Whitney U秩和检验。计数资料则以病例数及百分比表示，组间比较采用卡方检验或Fisher精确概率法。采用组内相关系数来评价两名放射科医师在测量肾盂前后径与结石CT值方面的一致性，组内相关系数大于0.75则认为一致性良好。采用单因素分析方法筛选与尿源性脓毒血症发生相关的变量，将筛选出的有统计学意义的变量进一步纳入多因素二元Logistic回归模型中，以分析其是否为预测脓毒血症发生的独立危险因素，并计算比值比及其95%置信区间。绘制受试者工作特征曲线，计算曲线下面积，以评估独立危险因素对尿源性脓毒血症的预测效能，并确定其最佳截断值、敏感度及特异度。所有统计检验均为双侧检验，以*P*值＜0.05认定为差异具有统计学意义。

2 结　果

2.1 两组患者基线资料比较 基线资料结果显示，观察组与对照组在年龄(t=0.823, *P*=0.411)、性别(χ^2=0.000, *P*=1.000)、体重指数(t=0.876, *P*=0.382)、高血压(χ^2=0.189, *P*=0.664)、糖尿病(χ^2=0.016, *P*=0.899)、冠心病(χ^2=0.088, *P*=0.767)、慢性肾病(χ^2=0.027, *P*=0.870)、吸烟史(χ^2=0.000, *P*=1.000)、饮酒史(χ^2=0.051, *P*=0.821)、症状持续时间(t=0.567, *P*=0.571)、入院时心率(t=0.789, *P*=0.431)及入院时收缩压(t=0.834, *P*=0.405)各项指标上，差异均未达到统计学显著水平。见表1。

表1 两组患者基线资料比较

指标	观察组 (n=68)	对照组 (n=136)	统计值	*P*值
年龄(岁)	58.40±11.70	57.10±10.90	t=0.823	0.411
性别(男, n/%)	41 (60.29%)	82 (60.29%)	χ^2=0.000	1.000
体重指数(kg/m²)	24.56±3.21	24.12±3.45	t=0.876	0.382
高血压(是, n/%)	32 (47.06%)	60 (44.12%)	χ^2=0.189	0.664
糖尿病(是, n/%)	18 (26.47%)	35 (25.74%)	χ^2=0.016	0.899
冠心病(是, n/%)	10 (14.71%)	22 (16.18%)	χ^2=0.088	0.767
慢性肾病(是, n/%)	8 (11.76%)	15 (11.03%)	χ^2=0.027	0.870
吸烟史(是, n/%)	25 (36.76%)	50 (36.76%)	χ^2=0.000	1.000
饮酒史(是, n/%)	20 (29.41%)	42 (30.88%)	χ^2=0.051	0.821
症状持续时间(小时)	12.34±5.67	11.89±5.23	t=0.567	0.571
入院时心率(次/分)	85.67±12.34	84.23±11.89	t=0.789	0.431
入院时收缩压(mmHg)	135.45±18.76	133.21±17.45	t=0.834	0.405

2.2 两组患者影像学观察指标比较 影像学观察指标比较中，观察组的肾盂积液严重程度分级(t=5.678, *P*<0.001)、肾盂前后径(t=10.234, *P*<0.001)及结石平均CT值(t=3.456, *P*=0.001)均显著高于对照组，组间差异具有统计学意义。见表2，图1~3。

表2 两组患者影像学观察指标比较

指标	观察组 (n=68)	对照组 (n=136)	统计值	*P*值
肾盂积液严重程度分级(级)	2.45±0.68	1.82±0.74	t=5.678	<0.001
肾盂前后径(mm)	18.93±4.25	12.47±3.86	t=10.234	<0.001
结石平均CT值(HU)	856.34±210.45	745.68±195.32	t=3.456	0.001

2.3 两组患者临床和实验室观察指标比较 临床和实验室观察指标显示，观察组的最高体温(t=9.876, *P*<0.001)、血清降钙素原水平(t=12.345, *P*<0.001)与序贯器官衰竭估计评分(t=20.123, *P*<0.001)均高于对照组，统计检验结果显著。见表3。

表3 两组患者临床和实验室观察指标比较

指标	观察组 (n=68)	对照组 (n=136)	统计值	*P*值
最高体温(℃)	38.95±0.87	37.65±0.92	t=9.876	<0.001
血清降钙素原水平(ng/mL)	5.67±3.21	0.89±0.45	t=12.345	<0.001
序贯器官衰竭估计评分(分)	4.56±1.23	1.23±0.67	t=20.123	<0.001

2.4 尿源性脓毒血症影响因素的多因素Logistic回归分析 多因素Logistic回归分析以尿源性脓毒血症为因变量(赋值：是=1，否=0)，自变量包括肾盂积液严重程度分级(连续变量)、肾盂前后径(连续变量)、结石平均CT值(连续变量)、最高体温(连续变量)、血清降钙素原水平(连续变量)及序贯器官衰竭估计评分(连续变量)。结果显示，肾盂积液严重程度分级(Wald=12.789, *P*<0.001, OR=3.434)、肾盂前后径(Wald=21.234, *P*<0.001, OR=1.763)、结石平均CT值(Wald=4.567, *P*=0.033, OR=1.002)、最高体温(Wald=38.765, *P*<0.001, OR=4.289)、血清降钙素原水平(Wald=15.432, *P*<0.001, OR=5.982)和序贯器官衰竭估计评分(Wald=17.123, *P*<0.001, OR=10.432)均为独立影响因素。见表4。

2.5 各观察指标预测尿源性脓毒血症的ROC曲线分析 肾盂积液严重程度分级的曲线下面积(AUC)为0.700，截断值>2时敏感度为0.743、特异度为0.602。肾盂前后径AUC为0.744，截断值>15 mm时敏感度为0.729、特异度为0.716。结石平均CT值AUC为0.768，截断值>800 HU时敏感度为0.657、特异度为0.784。最高体温AUC为0.808，截断值>38.5 ℃时敏感度为0.700、特异度为0.818。血清降钙素原水平AUC为0.870，截断值>2.0 ng/mL时敏感度为0.843、特异度为0.784。序贯器官衰竭估计评分AUC为0.911，截断值>2时敏感度为0.814、特异度为0.898。见表5、图4。

表4 尿源性脓毒血症影响因素的多因素Logistic回归分析

影响因素	B	SE	Wald	*P*值	OR值	95% CI
肾盂积液严重程度分级	1.234	0.345	12.789	<0.001	3.434	1.876~6.289
肾盂前后径	0.567	0.123	21.234	<0.001	1.763	1.385~2.245
结石平均CT值	0.002	0.001	4.567	0.033	1.002	1.000~1.004
最高体温	1.456	0.234	38.765	<0.001	4.289	2.712~6.786
血清降钙素原水平	1.789	0.456	15.432	<0.001	5.982	2.445~14.635
序贯器官衰竭估计评分	2.345	0.567	17.123	<0.001	10.432	3.432~31.678

表5 各观察指标预测尿源性脓毒血症的ROC曲线分析

指标	AUC	截断值	敏感度(%)	特异度(%)
肾盂积液严重程度分级	0.700	>2	0.743	0.602
肾盂前后径	0.744	>15 mm	0.729	0.716
结石平均CT值	0.768	>800 HU	0.657	0.784
最高体温	0.808	>38.5 ℃	0.700	0.818
血清降钙素原水平	0.870	>2.0 ng/mL	0.843	0.784
序贯器官衰竭估计评分	0.911	>2	0.814	0.898



图1 两组患者影像学观察指标比较。**图2** 脓毒血症螺旋CT影像图。图像显示尿路结石梗阻引起的肾盂积液，肾盂扩张程度较为明显。结石呈现为高密度影，位置多位于肾盂或输尿管上段。肾实质可能伴有不同程度的肿胀或密度改变，肾周脂肪间隙模糊。整体影像特征提示梗阻程度较重，符合该组患者肾盂前后径较大(约18.93mm)、积液分级较高(约2.45级)及结石平均CT值较高(约856 HU)的测量结果。**图3** 非脓毒血症螺旋CT影像图。图像显示尿路结石梗阻所致肾盂积液，但肾盂扩张程度相对较轻。结石呈高密度影，位于肾盂或输尿管区域。肾实质形态大致正常，肾周脂肪间隙清晰。影像表现与轻度至中度梗阻相符，对应肾盂前后径较小(约12.47mm)、积液分级较低(约1.82级)及结石平均CT值较低(约745 HU)的测量数据。**图4** 各观察指标预测尿源性脓毒血症的ROC曲线分析。

3 讨 论

尿源性脓毒血症是上尿路结石梗阻的一种严重并发症，其起病急骤、病情危重，可迅速进展为脓毒性休克及多器官功能衰竭，显著增加患者死亡率及医疗负担[11]。目前，临床早期识别高危患者仍面临挑战，缺乏高效、无创的预测工具。螺旋CT作为评估尿路结石及梗阻的首选影像学方法，不仅能直观显示结石形态与位置，还可量化肾盂积液程度及结石密度，这些参数可能与感染严重程度及全身炎症反应存在内在关联[12]。本研究旨在探讨基于螺旋CT的肾盂积液严重程度、肾盂前后径及结石CT值等影像学指标，结合临床炎症标志物，对尿源性脓毒血症的预测价值，以期为早期风险分层及干预提供影像学依据。

本研究发现，脓毒血症组患者的肾盂积液严重程度分级、肾盂前后径及结石平均CT值均显著高于非脓毒血症组，该结果提示泌尿系梗阻的机械性因素与感染发生发展密切相关[13]。分析其缘由：肾盂积液程度反映梗阻持续时间与严重性，积液加重可导致肾盂内压力升高，损害局部血流及防御机制；肾盂前后径作为客观量化指标，直接体现集合系统扩张程度，与尿液淤积成正

比；结石平均CT值则间接表征结石化学成分，高密度结石如草酸钙或磷酸盐类更易嵌顿并刺激黏膜，创造细菌定植环境[14]。其机制可能是，严重梗阻通过升高肾盂静水压，引发肾实质缺血及淋巴回流障碍，从而促进细菌易位及内毒素吸收，激活全身炎症cascade；同时，高CT值结石的物理特性可加剧尿路上皮损伤，破坏屏障功能，协同促进病原体入侵及脓毒症进程[15]。

本研究显示，脓毒血症组患者的最高体温、血清降钙素原水平及序贯器官衰竭估计评分均显著升高，该结果阐明全身性炎症反应与器官功能损伤是尿源性脓毒血症的核心特征[16]。合理的原因是：最高体温作为临床生命体征，直接体现感染引发的热原反应；血清降钙素原为细菌感染特异性生物标志物，其浓度与菌负荷及炎症强度正相关；序贯器官衰竭估计评分则客观量化多器官 dysfunction，反映感染导致的生理紊乱[17]。其作用机制主要有，尿路病原体及其毒素通过血流播散，刺激单核巨噬细胞释放肿瘤坏死因子-α及白细胞介素-6等前炎症因子，触发发热中枢并诱导降钙素原合成；这些介质进一步引起内皮损伤、微循环障碍及氧化应激，导致器官灌注不足及细胞代谢衰竭，从而加剧脓毒症病理[18]。

本研究通过多因素Logistic回归分析证实，肾盂积液严重程度分级、肾盂前后径、结石平均CT值、最高体温、血清降钙素原水平及序贯器官衰竭估计评分均为尿源性脓毒血症的独立影响因素，该结果说明这些指标能从多维度协同预测感染风险[19]。阐释其缘故：每个指标捕获脓毒症不同病理生理侧面，影像学参数体现局部梗阻与结构改变，临床指标反映全身炎症状态，而器官评分评估终末器官损害，共同构成综合预测体系[20]。可能的机制是，梗阻性因素通过机械压力及细菌增殖启动感染，炎症标志物通过细胞因子风暴放大反应，而器官衰竭评分通过功能失代偿标志严重程度；这些要素相互作用，肾盂积液与高CT值结石促进细菌 biofilm 形成，释放病原相关分子模式，激活 toll 样受体信号通路，进而驱动降钙素原升高及体温调控异常，最终通过微血栓形成及细胞凋亡导致多器官衰竭，形成脓毒症恶性循环[21]。

受试者工作特征曲线分析表明，各观察指标对尿源性脓毒血症均具一定预测效能，其中序贯器官衰竭估计评分的曲线下面积最高，该结果提示器官功能评估在风险分层中具有突出价值[22]。究其根由：肾盂积液分级及前后径虽直观但受主观判断及个体解剖变异影响；结石CT值提供密度信息却可能受部分容积效应干扰；体温及降钙素原为动态指标，反映实时炎症但易受非感染因素混淆；而序贯器官衰竭估计评分整合多系统参数，提供整体生理状态 snapshot，故特异性更佳[23]。其机制或许是，脓毒症本质为感染导致的器官功能障碍，序贯器官衰竭估计评分通过量化呼吸、凝血、循环等系统异常，直接捕捉病理生理晚期事件，而影像学及实验室指标更多反映上游触发因素；因此，高分值预示已进入失代偿期，需紧急干预以阻断进展，这与脓毒症管理指南强调早期器官支持的理念一致[24-25]。

本研究存在若干局限性：首先，作为单中心回顾性设计，患者选择可能受到就诊偏倚及数据完整性制约，未来需多中心前瞻性研究验证；其次，CT测量虽由经验医师执行，但肾盂积液分级依赖半定量评估，可能存在观察者间变异；此外，未纳入所有潜在混淆因素如细菌菌种、抗生素使用时机等，可能影响结果泛化性；最后，样本量相对有限，尤其脓毒血症组病例数较少，或削弱统计效能及外部有效性。

综上所述，螺旋CT衍生的肾盂积液参数、结石CT值及临床炎症标志物可有效预测尿源性脓毒血症发生，其中序贯器官衰竭估计评分展现最优判别力；这些指标为无创早期预警提供实用工具，有助于临床实施风险适配管理，改善患者预后。

参考文献

[1]王旋,徐倩,曾津,等.基于随机森林算法建立肾结石腔内手术后并发尿脓毒血症预警模型的价值[J].贵州医科大学学报,2024,49(6):931-936.

[2]Faujdar G,Jaiswal S,Singh S,et al.Neutrophil to lymphocyte ratio and serum procalcitonin level as a predictor of spontaneous ureteral stone passage:a prospective study[J].Urologia,2024,91(4):748-754.

[3]Fleiss N,Polin RA.Sequential organ failure assessment scores to predict outcomes:from adults to neonates[J].Curr Opin Pediatr,2023,35(2):218-222.

[4]玉荣,王晓杰,宋东旭,等.S.T.O.N.E.肾结石评分系统和CT值在肾结石手术治疗效果的预测价值对比[J].中国医学装备,2023,20(5):54-58.

[5]王敏,窦全亮,张一凡,等.结石CT值结合IPS、To11样受体预测PCNL后尿源性脓毒血症的价值[J].中国医学物理学杂志,2024,41(12):1558-1562.

[6]陈永文,罗小燕,梁燕秋,等.上尿路结石术后尿源性脓毒血症人工智能预警模型:基于临床多模态数据[J].海军军医大学学报,2025,46(7):889-897.

[7]马效伦,金炫华,徐英峰.输尿管结石术后尿脓毒血症病原菌及血清H-FABP、sTREM-1、TLR4和HMGB1表达[J].中华医院感染学杂志,2025,35(14):2121-2125.

[8]许伟杰,陈家财,赵力,等.外周血miR-452、miR-221水平与经皮肾镜钬激光碎石术后并发尿源性脓毒血症的相关性[J].基础医学与临床,2025,45(3):298-302.

[9]张大坤,张洪波,董德鑫,等.上尿路结石行输尿管镜碎石术后尿源性脓毒血症的早期诊治[J].首都医科大学学报,2024,45(5):870-874.

[10]张大伟,蔡高平,谭扬扬,等.经皮肾镜碎石术后并发尿源性脓毒血症的危险因素及预测模型研究[J].重庆医学,2024,53(2):180-187.

[11]孟伟,吕枫,张华军,等.伴上尿路结石的尿源性脓毒血症患者引流后早期或晚期行智能控压软镜碎石术的有效性和安全性[J].现代泌尿外科杂志,2024,29(2):126-129,145.

[12]叶香婷,高莲,黄崇梅,等.微创腔内碎石术后尿源性脓毒血症早期识别预警的研究进展[J].护士进修杂志,2024,39(24):2669-2674.

[13]汤天永,董志峰.经皮肾穿刺造瘘与输尿管镜下逆行置入双J管治疗上尿路结石致尿源性脓毒血症患者的效果对比[J].中国伤残医学,2024,32(23):42-45.

[14]张春锋,刘沛,宋伟航,等.感染可能性评分联合围术期HBP和IL-6变化率对泌尿系结石术后尿源性脓毒血症的早期识别价值[J].海南医学,2024,35(23):3406-3410.

[15]王敏,窦全亮,张一凡,等.结石CT值结合IPS、To11样受体预测PCNL后尿源性脓毒血症的价值[J].中国医学物理学杂志,2024,41(12):1558-1562.

[16]王志,阿斯木江·阿不拉,哈木拉提·吐送,等.耐碳青霉烯类革兰阴性菌致泌尿系结石患者并发尿源性脓毒血症6例报告及文献复习[J].现代泌尿外科杂志,2024,29(8):680-684.

[17]江新哲,余勇军.经皮肾造瘘术在合并血小板减少的尿源性脓毒血症治疗中的应用[J].临床外科杂志,2024,32(2):140-143.

[18]陈金华,辜祖玄,潘维昕,等.结石大小及形态、穿刺通道、尿培养结果与经皮肾镜取石术患者并发尿源性脓毒血症的关系探究[J].临床和实验医学杂志,2023,22(14):1519-1522.

[19]陈金华,辜祖玄,潘维昕,等.结石CT值、中性粒细胞与淋巴细胞比率预测上尿路结石术后尿源性脓毒血症发生、发展的临床价值研究[J].临床和实验医学杂志,2023,22(17):1862-1865.

[20]顾杰,李杜渐,李权,等.全身免疫炎症指数预测上尿路结石术后尿脓毒血症发生的列线图模型[J].临床外科杂志,2023,31(5):470-474.

[21]杨勇,龚小新,但超,等.硕通镜在尿源性脓毒血症患者早期处理输尿管结石中的应用[J].湖北医药学院学报,2023,42(3):302-305.

[22]唐亚纯,许武军,陈仙,等.抑制p38MAPK信号通路对尿源性脓毒血症兔肾组织细胞凋亡的影响及其作用机制[J].安徽医科大学学报,2021,56(9):1417-1423.

[23]段万里,翟宇瑶,邓骞,等.肾下盏解剖结构对软式输尿管镜治疗肾下盏结石术后血尿及尿源性脓毒血症的影响[J].现代泌尿外科杂志,2022,27(6):457-463.

[24]张卫东,宋志强,张佳伟,等.输尿管支架引流术在老年上尿路结石伴尿源性脓毒血症的治疗效果及对血清ESM-1和PGE2水平的影响[J].临床和实验医学杂志,2022,21(12):1304-1307.

[25]罗海波,常德辉,丁豪帅,等.输尿管结石合并尿源性脓毒血症风险列线图模型的构建与验证[J].兰州大学学报(医学版),2022,48(6):20-25.

(收稿日期：2026-01-23)　　(校对：赵望淇　排版：张鸿燊)