

# 经皮肾镜取石术后尿脓毒血症的术前危险因素研究进展

龚富炜<sup>1</sup>, 陈 骞<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>昆明医科大学研究生院, 云南 昆明

<sup>2</sup>昆明医科大学第二附属医院泌尿外科, 云南 昆明

收稿日期: 2023年7月29日; 录用日期: 2023年8月21日; 发布日期: 2023年8月29日

## 摘 要

经皮肾镜取石术(Percutaneous nephrolithotomy, PCNL)已逐渐成为上尿路结石的主要治疗方法。感染是PCNL术后最严重的并发症之一。术后感染相关并发症包括一过性发热、尿脓毒血症及感染性休克,重症感染如尿脓毒血症、感染性休克会严重危及患者生命,对于术后重症感染,预防重于诊治,对经皮肾镜取石术后尿脓毒血症的术前危险因素的相关研究作一综述。

## 关键词

肾结石, 经皮肾镜取石术, 尿脓毒血症

# Research Progress in Preoperative Risk Factors for Urosepsis after Percutaneous Nephrolithotomy

Fuwei Gong<sup>1</sup>, Jian Chen<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>The Graduate School of Kunming Medical University, Kunming Yunnan

<sup>2</sup>Department of Urology, The Second Affiliated Hospital of Kunming Medical University, Kunming Yunnan

Received: Jul. 29<sup>th</sup>, 2023; accepted: Aug. 21<sup>st</sup>, 2023; published: Aug. 29<sup>th</sup>, 2023

## Abstract

Percutaneous nephrolithotomy (PCNL) has gradually become the main treatment for upper uri-

\*通讯作者。

文章引用: 龚富炜, 陈骞. 经皮肾镜取石术后尿脓毒血症的术前危险因素研究进展[J]. 临床医学进展, 2023, 13(9): 13806-13811. DOI: 10.12677/acm.2023.1391930

nary tract stones. Infection is one of the most serious complications after PCNL surgery. Postoperative infection related complications included transient fever, urosepsis, and septic shock, severe infections such as urosepsis and septic shock can seriously endanger the life of patients, for severe postoperative infection, prevention is more important than diagnosis and treatment, this article will review the preoperative risk factors of urosepsis after percutaneous nephrolithotomy.

## Keywords

Kidney Calculi, Percutaneous Nephrolithotomy, Urosepsis

Copyright © 2023 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

经皮肾镜取石术自 1976 年问世以来,已成为治疗 2 cm 以上肾结石的一线治疗方法[1],是治疗复杂、大或多发性肾结石的金标准方法[2],与所有外科手术一样,PCNL 可能会发生各种并发症。尽管科学技术不断发展,手术技术不断进步,但 PCNL 中最常见的死亡原因仍是术后感染导致的尿脓毒血症[3] [4] [5],尿脓毒血症后会出现失控的炎性反应,免疫功能紊乱,高代谢状态及多器官功能损伤,严重危及患者生命。相关研究报道,PCNL 术后尿脓毒血症发生在 0.3%至 1.1%的患者中,报告的死亡率范围为 50%至 66% [6]。目前,国内外有不少研究发现了 PCNL 术后尿脓毒血症的相关危险因素,我们将从 PCNL 术后尿脓毒血症的术前危险因素的研究进展作一综述。

## 2. 患者自身因素

1) 性别: Zhou 等[7]通过一项纳入了 18 个研究的系统评价和 meta 分析表明女性患者是 PCNL 术后出现严重感染并发症的独立预测因素。这可能是由于女性尿道较男性短,术后逆行性泌尿系感染较易出现。高子琨等[8]通过一项回顾性研究发现女性与 PCNL 术后发生感染性休克密切相关。可见,女性是 PCNL 术后重症感染的一大术前危险因素。

2) BMI: 肥胖可以用 BMI (Body Mass Index)来定义。Alh 等[9]通过一项 Meta 分析发现 BMI 升高也就是肥胖与经皮肾镜取石术后重症感染风险增加有关,该结论在女性患者中尤为明显。这可能是因为肥胖会影响人体免疫细胞的数量和功能。

3) 糖尿病: 既往多项研究表明,糖尿病是 PCNL 术后尿脓毒血症的独立危险因素[10] [11],在 Aso 等人[12]的研究中同样得到了这一结论,在 8 例糖尿病患者中,5 例(62.5%)出现术后尿脓毒血症( $p < 0.001$ )。其机制考虑: 尿糖阳性有助于细菌定植,而持续的高血糖可增加血浆渗透压,抑制免疫细胞的吞噬能力,进而降低机体对抗感染的反应能力[13]。其次,糖尿病患者更容易发生血液循环障碍,增加感染的发生率。因此术前严格控制患者血糖,可以减少术后尿脓毒血症的发生。

## 3. 结石相关因素

1) 结石负荷: 结石负荷作为 PCNL 术后尿脓毒血症的危险因素的影响是明确的,并得到了多项研究的证实[10] [11] [14],其主要原因可能是结石负荷越大,所包含的细菌和内毒素更多,且大结石更容易引起尿路梗阻,导致肾积水,而细菌在积水重的情况下,更容易滋生[15];另外,结石负荷大的患者所需手

术时间往往更长, 术中灌注压力往往更大, 这就增加了细菌及毒素逆流入血的机会。

2) 鹿角形结石: Shin 等[10]采用改良的 Clavien 分级系统进行分类, 回顾性的分析了 698 例 PCNL 患者的并发症发生率, 发现所有 IVb 级和 V 级并发症均发生在鹿角形结石患者中, 发生术后尿脓毒血症的所有患者均为鹿角形结石患者。Sch 等[16]通过一项前瞻性研究发现鹿角形结石与 PCNL 术后发热、全身炎症反应综合征、尿脓毒血症显著相关。国外流行病学研究显示, 约 1/3 的鹿角形结石病例为感染性结石, 其结石成分主要为磷酸铵镁、碳酸钙/磷灰石等[17]。鹿角形结石复杂程度大, 影响手术通道大小及个数的选择, 甚至有的患者需要行经皮肾镜取石术联合逆行输尿管软镜碎石术来处理结石, 手术时间较长, 在治疗过程中要警惕尿脓毒血症的发生。

#### 4. 尿路感染

术前尿路感染是 PCNL 术后尿脓毒血症的一个重要因素。对于术前尿路感染的患者, 即使术前使用抗生素, 隐藏在结石中的细菌也很难被清除, 因为结石梗阻所致的肾盂内高压使得抗生素较难渗透入结石; 另外, 泌尿系统感染的病原菌大多是革兰氏阴性杆菌, 这类细菌所产生的内毒素是无法被抗生素清除的, 因此术前存在尿路感染的患者行 PCNL 术后发生感染的风险仍然很高, 很可能进展为尿脓毒性休克。研究报道, 术前尿培养阳性患者在行 PCNL 术后感染发生率高达 18.2% [18]。Lee 等[19]对 2196 例接受 PCNL 的患者进行了术后尿脓毒血症危险因素的研究, 结果显示术前尿路感染或尿培养阳性是术后脓毒性休克的独立危险因素。因此将术前尿常规及尿培养作为常规术前检查, 对于存在尿路感染的患者及早予以干预, 有助于减少术后重症感染的发生。

#### 5. 生物标志物

1) 淋巴细胞 - 单核细胞比率、血小板 - 淋巴细胞比率、中性粒细胞 - 淋巴细胞比率: Kri 等人[20]报告了淋巴细胞 - 单核细胞比率(Lymphocyte-Monocyte Ratio, LMR)、血小板 - 淋巴细胞比率(Platelet-Lymphocyte Ratio, PLR)以及中性粒细胞 - 淋巴细胞比率(Neutrophil-Lymphocyte Ratio, NLR)是识别 PCNL 后尿脓毒血症的经济有效且容易获得的潜在生物标志物。既往研究表明 LMR、PLR、NLR 可用于预测 PCNL 术后脓毒血症的发生[21] [22] [23]。Asik 等[24]通过对 406 例尿路感染患者和 414 例非尿路感染患者的平均 PLR 值和平均 NLR 值进行对比, 发现感染组的平均 PLR 值和平均 NLR 值均比非感染组高, 且具有统计学意义。一项荟萃分析于 2019 年发表在《感染杂志》上[25]。该分析评估了血液白细胞比率与感染性疾病之间的关系, 在细菌感染如尿路感染、社区获得性肺炎、糖尿病足感染和呼吸系统疾病中, 外周血白细胞比率是增加的。外周血白细胞比率是有用的感染生物标志物, 其与菌血症和流感病毒感染的诊断有关。感染期间, 外周血白细胞比率的纵向测量可以为病情诊断提供有效信息。总体而言, 这些生物标志物值得在感染性疾病中进一步认识和研究。

2) 白蛋白 - 球蛋白比值: 白蛋白(Albumin, ALB)和球蛋白(Globulin, GLB)是血清蛋白的两个重要组成成分, 在全身炎症反应中起潜在作用。血清 ALB 浓度低不仅反映营养不良, 而且可预测外科手术后感染性疾病等并发症的发生。GLB 是宿主免疫应答过程中的急性期蛋白, 在病原体和毒素入侵后不久其浓度增加。高水平的 GLB 表明炎症状态和各种炎性细胞因子的积累。在既往的研究中, 我们发现 ALB 和 GLB 都是 PCNL 后感染的独立预测因子, 因此, ALB 和 GLB 的叠加效应可能是 PCNL 后感染的潜在预测因素。Wang 等[21]的研究中发现, 术前白蛋白 - 球蛋白比值(Albumin-Globulin Ratio, AGR)可用于预测 PCNL 后全身炎症反应综合征(Systemic Inflammatory Response Syndrome, SIRS), 其预测 PCNL 术后 SIRS 的敏感性高达 83.3%, 而特异性接近 89%。Xun 等[23]还将  $AGR < 1.5$  确定为 PCNL 术后尿脓毒血症的独立预测因子。可见术前 AGR 是 PCNL 后感染发展的潜在危险因素, 在进行 PCNL 之前应仔细评估及纠

正 AGR, 以减少术后感染相关并发症的发生。

3) 降钙素原: 降钙素原(Procalcitonin, PCT)是降钙素的前体物质, 具有生物学特性广、细菌刺激后迅速产生等优点。在正常生理条件下, 血清 PCT 水平在体内相对平衡时非常低。它在由与病原体感染相关的炎性刺激诱导的脓毒血症后迅速增加。因此, 它已被广泛应用于区分感染性和非感染性炎症, 是常用于诊断脓毒血症的生物标志物, 其高水平与全身性细菌感染密切相关。此外, PCT 也被证明是监测脓毒血症患者住院期间抗生素治疗是否有效的有用工具[26]。大量研究表明 PCT 是 PCNL 后尿脓毒血症的独立危险因素[26] [27] [28]。围术期积极检测 PCT, 有助于诊断感染及指导抗生素的使用, 减少术后尿脓毒血症的发生。

4) C-反应蛋白: C-反应蛋白(C-reactive Protein, CRP)是一种急性期反应物, 作为一种生物标志物, 如果机体发生感染或脓毒血症, 它就会升高。可以在触发后几小时内升高, 并在 48 小时内达到最高水平。它被认为是急性感染的重要标志物, 不仅可用于预测术后患者脓毒血症的发生, 而且可预测脓毒血症患者的结局。在外科重症监护室(ICU)患者中, 早期识别有助于通过辅助诊断和管理方法来改善患者的总体预后[29]。有研究指出, CRP 可用于预测 PCNL 后尿脓毒血症的发生, 当 CRP 浓度达 20 ng/ml 时, 其诊断敏感度高达 88% [23] [30]。可见 CRP 对于预测 PCNL 术后尿脓毒血症有很大价值, 可将其作为常规术前检查, 实时监测机体感染情况。

5) 白介素 6: 白介素 6 (Interleukin 6, IL-6)是一种具有复杂生物活性的炎症细胞因子, 响应于感染而迅速产生, 通过刺激急性期应答、造血和免疫反应而有助于宿主防御[31]。IL-6 水平的升高反映了炎症状态, 可作为预测重症感染发生的指标和敏感标志物, 且与感染严重程度呈正相关。研究表明, IL-6 在 PCNL 患者围术期不同时间点对术后尿脓毒血症具有不同的诊断能力[32]。Beh 等[33]报道, IL-6 对感染性休克的诊断价值高于 PCT 和 CRP。IL-6 在预测尿脓毒血症和早期诊断中非常有价值, 可早期发现并干预尿脓毒血症以实现更好的临床结果。

6) 超敏 C-反应蛋白与白蛋白比值: 超敏 C-反应蛋白与白蛋白比值(High-Sensitive C-Reactive Protein/Albumin Ratio, hs-CRP/Alb)是一种新兴的全身性炎症生物标志物。CRP 与机体的免疫应答有关, 当机体在遭受微生物侵袭时, 其 CRP 迅速表达并可在短期内达到峰值; Alb 同样与急性感染性疾病密切相关, 当遭遇感染时, 机体大量分解血清 Alb, 导致血清 Alb 下降, 因此, 当患者体内促炎与抗炎水平失调后, hs-CRP/Alb 比值会升高, 提示机体处于感染状态[34]。Xu 等[35]报道术前 hs-CRP/Alb 比值是 PCNL 术后 SIRS 发生的独立预测因素。此外, 术前 hs-CRP/Alb 比值与其他全身炎症生物标志物相比, 具有更好的预测价值。这一新兴的炎症标志物对 PCNL 术后重症感染的预测价值可观, 值得应用与推广。

## 6. 术前抗生素的使用

根据患者 PCNL 术前尿培养的结果不同, 国内外学者对于术前抗生素的使用方案存在较大争议。一项研究表明, 对于 PCNL 术前尿培养阴性患者, 建议术前预防性使用一次抗生素即可, 因为术前使用 1 周的抗生素并不能有效预防术后尿脓毒血症的发生[36]。而另一项多中心随机对照实验指出, 术前尿培养阳性患者, 相较于 PCNL 术前仅使用 2 天抗生素, 术前使用 1 周抗生素能更好地预防尿脓毒血症的发生[37]。Danilovic 等[38]的一项荟萃分析指出, 行 PCNL 的患者, 基于局部细菌敏感性预防性口服抗生素 1 周, 加上静脉注射抗生素可降低术后感染风险。结合目前已有研究, 我们建议术前尿培养阴性患者, 术前预防性应用一次抗生素即可; 而术前尿培养阳性患者, 则应根据药敏结果使用一周以上抗生素, 以预防术后感染相关并发症的发生。

## 7. 总结

通过对既往文献归纳总结, 我们发现经皮肾镜取石术后尿脓毒血症的术前危险因素有: 女性、BMI、

糖尿病、结石负荷、鹿角形结石、术前尿路感染、生物标志物及术前抗生素的使用情况等。在临床工作中, 应早期识别这些危险因素并做出干预, 以降低 PCNL 术后尿脓毒血症的发生率。

## 参考文献

- [1] 庄浩铨, 徐煜宇, 徐桂彬. 经皮肾精准穿刺技术相关进展[J]. 现代泌尿外科杂志, 2022, 27(2): 168-172.
- [2] Türk, C., Petřík, A., Sarica, K., *et al.* (2016) EAU Guidelines on Interventional Treatment for Urolithiasis. *European Urology*, **69**, 475-482. <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2015.07.041>
- [3] de la Rosette, J., Assimos, D., Desai, M., *et al.* (2011) The Clinical Research Office of the Endourological Society Percutaneous Nephrolithotomy Global Study: Indications, Complications, and Outcomes in 5803 Patients. *Journal of Endourology*, **25**, 11-17. <https://doi.org/10.1089/end.2010.0424>
- [4] Seitz, C., Desai, M., Häcker, A., *et al.* (2012) Incidence, Prevention, and Management of Complications following Percutaneous Nephrolitholapaxy. *European Urology*, **61**, 146-158. <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2011.09.016>
- [5] Singh, P., Yadav, S., Singh, A., *et al.* (2016) Systemic Inflammatory Response Syndrome Following Percutaneous Nephrolithotomy: Assessment of Risk Factors and Their Impact on Patient Outcomes. *Urologia Internationalis*, **96**, 207-211. <https://doi.org/10.1159/000441954>
- [6] O’Keeffe, N.K., Mortimer, A.J., Sambrook, P.A. and Rao, P.N. (1993) Severe Sepsis following Percutaneous or Endoscopic Procedures for Urinary Tract Stones. *British Journal of Urology*, **72**, 277-283. <https://doi.org/10.1111/j.1464-410X.1993.tb00717.x>
- [7] Zhou, G., Zhou, Y., Chen, R., *et al.* (2022) The Influencing Factors of Infectious Complications after Percutaneous Nephrolithotomy: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Urolithiasis*, **51**, Article No. 17. <https://doi.org/10.1007/s00240-022-01376-5>
- [8] 高子琨, 张海滨, 许文峰, 等. PNL 术后脓毒血症并发休克危险因素分析[J]. 中外医学研究, 2014, 12(16): 18-19.
- [9] Alhabeeb, H., Baradwan, S., Kord-Varkaneh, H., *et al.* (2021) Association between Body Mass Index and Urinary Tract Infection: A Systematic Review and Meta-Analysis of Observational Cohort Studies. *Eating and Weight Disorders: Studies on Anorexia, Bulimia and Obesity*, **26**, 2117-2125. <https://doi.org/10.1007/s40519-020-01101-4>
- [10] Shin, T.S., Cho, H.J., Hong, S.H., Lee, J.Y., Kim, S.W. and Hwang, T.K. (2011) Complications of Percutaneous Nephrolithotomy Classified by the Modified Clavien Grading System: A Single Center’s Experience over 16 Years. *Korean Journal of Urology*, **52**, 769-775. <https://doi.org/10.4111/kju.2011.52.11.769>
- [11] Kreydin, E.I. and Eisner, B.H. (2013) Risk Factors for Sepsis after Percutaneous Renal Stone Surgery. *Nature Reviews Urology*, **10**, 598-605. <https://doi.org/10.1038/nrurol.2013.183>
- [12] Rashid, A.O. and Fakhulddin, S.S. (2016) Risk Factors for Fever and Sepsis after Percutaneous Nephrolithotomy. *Nature Reviews Urology*, **3**, 82-87. <https://doi.org/10.1016/j.ajur.2016.03.001>
- [13] 王小瑞. 糖尿病合并泌尿系感染患者临床特征及病原菌药敏实验分析[J]. 国际泌尿系统杂志, 2015(4): 565-568.
- [14] Tailly, T., Nadeau, B.R., Violette, P.D., *et al.* (2020) Stone Burden Measurement by 3D Reconstruction on Noncontrast Computed Tomography Is Not a More Accurate Predictor of Stone-Free Rate after Percutaneous Nephrolithotomy than 2D Stone Burden Measurements. *Journal of Endourology*, **34**, 550-557. <https://doi.org/10.1089/end.2019.0718>
- [15] 杨泽松, 叶烈夫, 胡敏雄, 洪运, 林灯, 林友成, 陈松茂. 上尿路结石腔内碎石术后感染危险因素及建立术前预警评分系统的临床研究[J]. 中华泌尿外科杂志, 2016, 37(10): 781-785.
- [16] Rivera, M., Viers, B., Cockerill, P., Agarwal, D., Mehta, R. and Krambeck, A. (2016) Pre- and Postoperative Predictors of Infection-Related Complications in Patients Undergoing Percutaneous Nephrolithotomy. *Journal of Endourology*, **30**, 982-986. <https://doi.org/10.1089/end.2016.0191>
- [17] 孙颖浩. 吴阶平泌尿外科学[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2019.
- [18] Gutierrez, J., Smith, A., Geavlete, P., *et al.* (2013) Urinary Tract Infections and Post-Operative Fever in Percutaneous Nephrolithotomy. *World Journal of Urology*, **31**, 1135-1140. <https://doi.org/10.1007/s00345-012-0836-y>
- [19] Lee, L.C., Violette, P.D., Tailly, T., Dave, S., Denstedt, J.D. and Razvi, H. (2015) A Comparison of Outcomes after Percutaneous Nephrolithotomy in Children and Adults: A Matched Cohort Study. *World Journal of Urology*, **11**, 250.E1-250.E6. <https://doi.org/10.1016/j.jpuro.2015.04.002>
- [20] Kriplani, A., Pandit, S., Chawla, A., *et al.* (2022) Neutrophil-Lymphocyte Ratio (NLR), Platelet-Lymphocyte Ratio (PLR) and Lymphocyte-Monocyte Ratio (LMR) in Predicting Systemic Inflammatory Response Syndrome (SIRS) and Sepsis after Percutaneous Nephrolithotomy (PNL). *Urolithiasis*, **50**, 341-348. <https://doi.org/10.1007/s00240-022-01319-0>

- [21] Wang, Q., Jiang, K., Chen, X., Zeng, G. and Sun, F. (2022) The Predictive Value of Preoperative Albumin-Globulin Ratio for Systemic Inflammatory Response Syndrome after Percutaneous Nephrolithotomy. *International Journal of General Medicine*, **15**, 7407-7415. <https://doi.org/10.2147/IJGM.S379741>
- [22] Akdeniz, E., Ozturk, K., Ulu, M.B., Gur, M., Caliskan, S.T. and Sehmen, E. (2021) Risk Factors for Systemic Inflammatory Response Syndrome in Patients with Negative Preoperative Urine Culture after Percutaneous Nephrolithotomy. *Journal of the College of Physicians and Surgeons Pakistan*, **30**, 410-416. <https://doi.org/10.29271/jcpsp.2021.04.410>
- [23] Xun, Y., Yang, Y., Yu, X., Li, C., Lu, J. and Wang, S. (2020) A Preoperative Nomogram for Sepsis in Percutaneous Nephrolithotomy Treating Solitary, Unilateral and Proximal Ureteral Stones. *PeerJ*, **8**, e9435. <https://doi.org/10.7717/peerj.9435>
- [24] Asik, Z. (2021) The Role of the NLR and PLR in Urinary Tract Infection. *Clinical Laboratory*, **67**. <https://doi.org/10.7754/Clin.Lab.2021.210133>
- [25] Russell, C.D., Parajuli, A., Gale, H.J., et al. (2019) The Utility of Peripheral Blood Leucocyte Ratios as Biomarkers in Infectious Diseases: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Infection*, **78**, 339-348. <https://doi.org/10.1016/j.jinf.2019.02.006>
- [26] Hou, H., Yang, J., Han, Z., Zhang, X., Tang, X. and Chen, T. (2022) Predictive Values of the SOFA Score and Procalcitonin for Septic Shock after Percutaneous Nephrolithotomy. *Urolithiasis*, **50**, 729-735. <https://doi.org/10.1007/s00240-022-01366-7>
- [27] Liu, M., Zhu, Z., Cui, Y., et al. (2022) The Value of Procalcitonin for Predicting Urosepsis after Mini-Percutaneous Nephrolithotomy or Flexible Ureteroscopy Based on Different Organisms. *World Journal of Urology*, **40**, 529-535. <https://doi.org/10.1007/s00345-021-03845-9>
- [28] Yang, Z., Lin, D., Hong, Y., et al. (2022) The Effect of Preoperative Urine Culture and Bacterial Species on Infection after Percutaneous Nephrolithotomy for Patients with Upper Urinary Tract Stones. *Scientific Reports*, **12**, Article No. 4833. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-08913-7>
- [29] Hassan, J., Khan, S., Zahra, R., et al. (2022) Role of Procalcitonin and C-Reactive Protein as Predictors of Sepsis and in Managing Sepsis in Postoperative Patients: A Systematic Review. *Cureus*, **14**, e31067. <https://doi.org/10.7759/cureus.31067>
- [30] Ljungström, L., Pernestig, A.K., Jacobsson, G., Andersson, R., Usener, B. and Tilevik, D. (2017) Diagnostic Accuracy of Procalcitonin, Neutrophil-Lymphocyte Count Ratio, C-Reactive Protein, and Lactate in Patients with Suspected Bacterial Sepsis. *PLOS ONE*, **12**, e0181704. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0181704>
- [31] Tanaka, T., Narazaki, M. and Kishimoto, T. (2014) IL-6 in Inflammation, Immunity, and Disease. *Cold Spring Harbor Perspectives in Biology*, **6**, a016295. <https://doi.org/10.1101/cshperspect.a016295>
- [32] Qi, T., Lai, C., Li, Y., Chen, X. and Jin, X. (2021) The Predictive and Diagnostic Ability of IL-6 for Postoperative Urosepsis in Patients Undergoing Percutaneous Nephrolithotomy. *Urolithiasis*, **49**, 367-375. <https://doi.org/10.1007/s00240-020-01237-z>
- [33] Behnes, M., Bertsch, T., Lepiorz, D., et al. (2014) Diagnostic and Prognostic Utility of Soluble CD 14 Subtype (Pre-sepsin) for Severe sepsis and Septic Shock during the First Week of Intensive Care Treatment. *Critical Care*, **18**, Article No. 507. <https://doi.org/10.1186/s13054-014-0507-z>
- [34] 戴朝云, 杨海东, 罗景, 等. 上尿路结石围手术期感染因素及 CRP/Alb 的预测价值[J]. *河北医学*, 2022, 28(4): 665-669.
- [35] Xu, H., Hu, L., Wei, X., et al. (2019) The Predictive Value of Preoperative High-Sensitive C-Reactive Protein/Albumin Ratio in Systemic Inflammatory Response Syndrome after Percutaneous Nephrolithotomy. *Journal of Endourology*, **33**, 1-8. <https://doi.org/10.1089/end.2018.0632>
- [36] Chew, B.H., Miller, N.L., Abbott, J.E., et al. (2018) A Randomized Controlled Trial of Preoperative Prophylactic Antibiotics Prior to Percutaneous Nephrolithotomy in a Low Infectious Risk Population: A Report from the EDGE Consortium. *The Journal of Urology*, **200**, 801-808. <https://doi.org/10.1016/j.juro.2018.04.062>
- [37] Sur, R.L., Krambeck, A.E., Large, T., et al. (2021) A Randomized Controlled Trial of Preoperative Prophylactic Antibiotics for Percutaneous Nephrolithotomy in Moderate to High Infectious Risk Population: A Report from the EDGE Consortium. *The Journal of Urology*, **205**, 1379-1386. <https://doi.org/10.1097/JU.0000000000001582>
- [38] Danilovic, A., Talizin, T.B., Torricelli, F.C.M., et al. (2023) One Week Pre-Operative Oral Antibiotics for Percutaneous Nephrolithotomy Reduce Risk of Infection: A Systematic Review and Meta-Analysis. *International braz j urol*, **49**, 184-193. <https://doi.org/10.1590/s1677-5538.ibju.2022.0544>