

上尿路结石患者围手术期感染控制及抗菌药物应用专家意见(2023 版)

上尿路结石围手术期感染控制及抗菌药物应用专家意见编写组

通信作者:郑军华, Email: zhengjh0471@sina.com

DOI: 10.3760/cma.j.cn112330-20230620-00224

在上尿路结石的微创治疗中,围手术期感染控制包括术前患者全身情况的调整、术前菌尿的控制、合理的围手术期抗菌药物应用、手术方式的选择、术中肾盂压力的控制以及术后感染的早期发现和及时治疗。近些年越来越多上尿路结石围手术期感染控制领域的高质量研究结果发表,为临床实践提供了更多的指导。尽管如此,在上尿路结石围手术期抗菌药物应用中,国内目前仍存在术前抗菌药物应用指征把握不佳、有感染高危因素的患者术前抗菌药物应用疗程不足、无感染高危因素患者术前术后盲目过度应用抗菌药物等状况^[1]。基于此现状,中华医学会泌尿外科学分会感染与炎症学组牵头组织国内泌尿系感染与泌尿系结石微创治疗领域部分内、外科专家,就上尿路结石患者围手术期感染控制及抗菌药物应用相关研究文献进行汇总,编写此专家意见,以期达到指导临床抗菌药物合理应用、降低手术相关感染风险的目的。

一、不同类型上尿路结石患者术前感染控制方案

以 HALF 分类方法^[2]为框架,应对不同污染级别的上尿路结石手术患者采取有针对性的术前准备和抗菌药物应用。

(一) 高危组

术前尿培养阴性,患者无发热症状,但存在术中、术后发生感染性并发症的高危因素。

上尿路结石腔内手术后发生感染性并发症的术前高危因素主要包括:有糖尿病史、免疫功能低下、肾功能不全、神经源性膀胱、术前近期有结石相关发热病史、长期留置尿路引流管、尿白细胞或亚硝酸盐阳性、结石负荷大(鹿角形结石)、中重度肾积水、影像学检查不除外肾积脓、感染性结石等^[3-6]。这些患者上尿路存在更大的细菌负荷,属于污染手术级别,或因全身情况不佳导致少量细菌入血即可引起

重症感染。

术前膀胱中段尿培养阴性并不能除外上尿路存在菌尿,这是因为一方面多种因素导致尿细菌学培养阳性率不高,另一方面结石梗阻导致术前膀胱尿细菌学结果与上尿路肾盂尿和结石培养不一致。

尿亚硝酸盐阳性见于大肠埃希菌等革兰阴性杆菌引起的尿路感染,尿液中细菌数 $\geq 10^5$ 个/ml时多数呈阳性反应,阳性反应程度与尿液中细菌数成正比,并与肾盂尿液和结石培养细菌阳性相关^[3]。

术前应用抗菌药物的证据以及意义:Yu 等^[7]通过 Meta 分析得出结论,对感染高风险患者行经皮肾镜取石术(percutaneous nephrolithotomy, PCNL),术前应用抗菌药物可以显著降低术后尿源性脓毒症发生率、发热发生率、肾盂尿培养阳性率和结石培养阳性率。Danilovic 等^[8]于 2023 年发表的 Meta 分析结果显示,基于当地细菌耐药模式的术前 7d 口服抗菌药物治疗是有感染高风险患者 PCNL 术后发生全身炎症反应综合征/脓毒血症的保护因素,能降低患者术中肾盂尿培养阳性率和结石培养阳性率,但不降低术后发热的发生率。因此,针对有感染高风险的特定患者人群,术前合理抗菌药物治疗可降低手术野细菌负荷,进一步降低术后重症感染性并发症的发生。但目前术前抗菌药物应用指征和方案没有定论。

推荐意见:基于相关文献^[7-11],本组患者术前抗菌药物应用的基本原则是强调术前进行菌尿的控制。针对手术野细菌负荷较大的患者,如术前尿常规亚硝酸盐和白细胞阳性、术前长期留置尿路支架、考虑感染性结石、具有术后重症感染风险的多项高危因素(如女性合并糖尿病同时近期有结石相关发热病史等),或术后如出现感染性并发症结果非常严重,术前应使用抗菌药物治疗,必要时配合输尿管支架植入或经皮肾穿刺造瘘引流,以达到最大限

度降低手术野细菌负荷、保证手术安全的目的。

抗菌药物选择:由于无细菌学结果指导,故需经验性应用抗菌药物,强调一定要依据当地细菌谱和细菌耐药状况选择抗菌药物。国内参照复杂性尿路感染抗菌药物治疗推荐,应用磷霉素氨丁三醇、呋喃妥因、左氧氟沙星、西他沙星或阿莫西林/克拉维酸等^[4],依患者情况不同疗程推荐 3~7 d,尿液检测指标的转归目前无相关研究,因其受干扰因素众多,故参照无症状菌尿组,不做进一步要求。

高危组患者在全身危险因素(营养不良、免疫功能降低、吸烟、体质量指数过高和糖尿病等)和局部危险因素(菌尿)均得到很好控制的前提下,围手术期常规应用二代头孢菌素或氟喹诺酮类药物预防,术后如无感染性并发症,术前单剂即可,必要时追加,原则上应用不超过 48 h^[12-13]。需要注意的是,即使术前菌尿得到有效控制,高危组患者术后感染性并发症发生率仍高于无感染高危因素的低危组患者,故应强调术中控制肾盂压力和术后高度警惕感染性发热并积极处理。

(二) 无症状菌尿 (asymptomatic bacteriuria, ASB) 组

术前尿培养阳性,但患者无感染症状,也称为无症状尿路感染。在进行任何尿路黏膜有破损可能的手术和操作前,都必须进行 ASB 的筛查和治疗^[12,14]。术前尿培养阳性是泌尿系结石微创手术后感染的高危因素^[15],术前应用抗菌药物有助于减少感染并发症的发生^[7,16]。

目前未见有关 ASB 治疗后病原菌转归的研究报道,抗菌药物应用疗程尚无统一观点。一项问卷调查显示,对于 ASB 患者,各国泌尿外科医生在 PCNL 和输尿管镜碎石术前应用抗菌药物治疗的疗程差异较大,其中以 4~7 d 疗程占比最高^[17],延长用药疗程会导致细菌耐药发生^[18]。对于术后的抗菌药物治疗,目前也无证据显示术后延长抗菌药物疗程能进一步降低感染风险^[7,19]。

本组患者术前依据尿培养细菌学及药敏试验结果选择经肾排泄、尿药浓度高的口服或静脉抗菌药物,应用 7 d 以减少细菌负荷。术前抗菌药物的应用不必强求根除菌尿。患者围手术期抗菌药物选择依据是距手术最近一次的尿培养阳性结果,术后如无感染性并发症,原则上应用不超过 48 h^[12-13]。

(三) 低危组

患者无寒战、发热,术前尿培养阴性,不具备高危组中全身和局部感染的高危因素。

低危组的设定是依据《EAU 指南》^[14]和《泌尿外科手术部位感染预防中国专家共识(2019 版)》^[12],手术分级中属于清洁-污染手术(II A 级手术)。另外,手术中会遇到输尿管狭窄导致输尿管镜上镜困难或拟行输尿管软镜手术前短期预留输尿管支架 ≤ 2 周的情况,目前尚无相关循证医学证据证明短期留置输尿管支架增加二期手术感染性并发症发生的风险。因此,我们将非复杂结石且术前尿培养阴性的患者,短期留置输尿管支架也归入本组。

针对低危组患者围手术期抗菌药物应用的两项国内前瞻性随机对照多中心研究显示:术前口服磷霉素氨丁三醇散 3 g,术后第 1 天清晨追加一剂方案与传统静脉应用抗菌药物方案的术后感染性并发症发生率无差别(3.0% 与 6.1%, $P > 0.05$)^[20];低危组患者术前单剂口服左氧氟沙星 0.5 g,对术后感染性并发症的控制优于传统静脉应用头孢菌素(1.8% 与 11.2%, $P < 0.05$)^[21]。

本组患者术前无需抗菌药物治疗,推荐围手术期抗菌药物使用二代头孢菌素、磷霉素氨丁三醇或氟喹诺酮类预防,术前单剂口服、静脉均可,必要时第 2 天清晨追加一剂,术后如无感染性并发症则总疗程 ≤ 24 h^[12-13]。

(四) 发热组

泌尿系结石合并梗阻的患者出现寒战、发热等全身感染症状归为本组。本组患者属于感染性手术^[12,14],应以引流为主。

引流指征:EAU 指南提出结石梗阻出现尿源性脓毒症时需要立即进行肾盂减压^[22];Kamei 等^[23]报道以血常规白细胞计数 $< 3 \times 10^9/L$ 、血小板计数 $< 120 \times 10^9/L$ 作为手术引流的指征具有临床便利性;美国泌尿外科学会指南提示泌尿系结石合并梗阻的患者如有任何疑似感染均应行外科引流^[24]。

如结石合并梗阻患者出现寒战、发热等全身感染症状,均应在全身应用广谱抗菌药物同时积极引流,包括逆行留置输尿管支架或经皮肾穿刺引流,并留取标本送细菌培养和药敏试验,后期根据细菌培养及药敏试验结果调整抗菌药物,所有针对结石的治疗都要在全身感染控制后再考虑进行^[22]。

治疗性抗菌药物选择:建议按照有无脓毒性休克表现选择抗菌药物^[2,25];如无脓毒性休克表现,则倾向于经验性应用抗肠杆菌科抗菌药物,由于半合成青霉素类、二代头孢、部分三代头孢、氟喹诺酮类耐药率较高,已不宜作为初始经验用药^[26]。氨基糖苷类及碳青霉烯类耐药率低,必要时可考虑使用,

β -内酰胺酶抑制剂复合制剂可有效针对耐药菌感染, 哌拉西林/他唑巴坦和头孢哌酮/舒巴坦的耐药率较低, 是目前临床较为理想的经验用药选择^[26]。如存在脓毒性休克表现, 应考虑革兰阴性杆菌和革兰阳性球菌同时覆盖的必要性。

二期手术时机: 需要待感染症状及感染相关指标(体温、外周血白细胞及血小板计数、凝血功能、血降钙素原、IL-6、尿涂片等)转为正常或稳定后进行。严重休克和平均动脉压 < 60 mmHg 的患者需要更长的间隔时间^[27]。

二期手术围手术期抗菌药物选择: 依据最近一次尿或血细菌培养阳性结果(如果尿培养和血培养结果不一致应以血培养结果为依据, 如果血培养结果为常见皮肤污染菌则以尿培养结果为依据), 术后如无感染性并发症, 原则上应用不超过 48 h^[12-13]。

上尿路结石患者分组及围手术期抗菌药物应用流程图见图 1。

二、术中抗菌药物的选择和给药方案

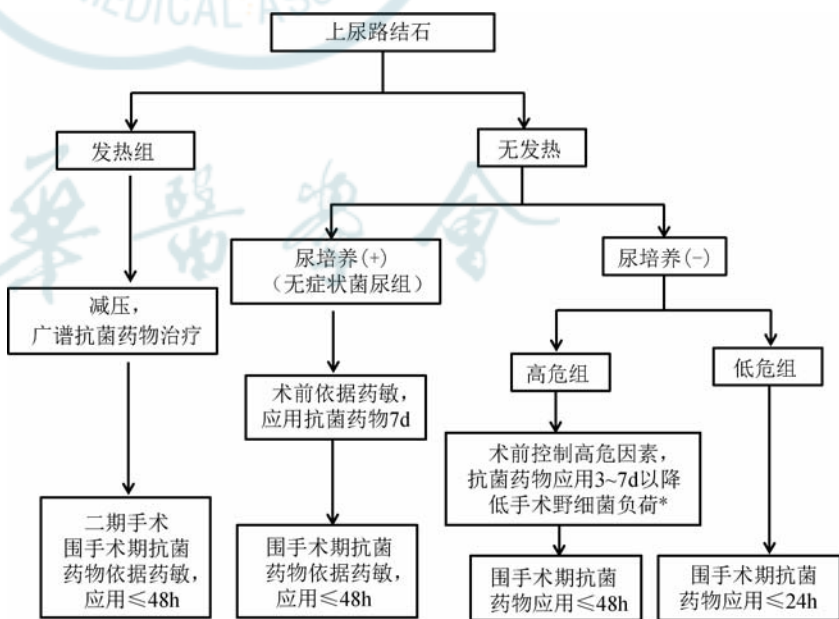
在无细菌学结果可参考的情况下, 国内推荐术中使用的二代头孢菌素和氟喹诺酮类^[13]; 国际上推荐的药物范围较广, 包括一、二代头孢菌素, 以及氟喹诺酮类、氨基糖苷类 + 甲硝唑或克林霉素、阿莫西林/克拉维酸、氨苄西林/舒巴坦等均可作为术中预防用药的选择^[28]。

给药途径大部分为静脉输注, 低危组口服给药可取得同样的疗效和更高的经济效益比。静脉输注应在手术前 0.5 ~ 1.0 h 内或麻醉开始时给药, 在输注完毕后开始手术, 保证手术部位暴露时局部组织中抗菌药物已达到足以杀灭手术过程中沾染细菌的药物浓度。万古霉素或氟喹诺酮类等由于需输注较长时间, 应在手术前 1 ~ 2 h 开始给药。抗菌药物的有效浓度覆盖时间应包括整个手术过程。清洁-污染手术(低危组)和污染手术(高危组、ASB 组和发热组的二期手术)的预防用药时间亦为术前单剂即可, 如有追加, 则低危组总疗程不超过 24 h, 高危组、ASB 组和发热组的二期手术疗程不超过 48 h。过度延长用药时间并不能提高预防效果。

三、术中非抗菌药物感染控制方法

所有上尿路结石手术, 都需要医生有熟练的手术技巧, 术中遇到异常情况时及时正确判断, 并进行合适的器械和耗材选择。术中应控制肾盂压力: 研究显示肾盂压力 > 30 cmH₂O 是术后出现感染性并发症的独立危险因素^[29], 降低肾盂压力的方式包括输尿管软镜碎石时使用输尿管鞘(UAS), 并且输尿管镜直径/UAS 内径(镜鞘比) ≤ 0.75 较为理想^[30]; 应用负压鞘的自动灌注及重力灌注对肾内压力的控制明显好于手动灌注^[31]。术中如果发现肾积脓应立即终止手术, 留置双 J 管或肾造瘘管引流; 如果肾盏被结石占据没有空间, 在尽可能保持肾盂低压的前提下, 短时间内清除部分结石, 再留置肾造瘘管以达到充分引流的目的, 后根据引流情况择期二期取石^[32]。

手术方式的选择: 应采取手术时间短、最大可能取净结石的手术方式, 尤其是高危组、ASB 组、发热组二期手术患者。发热组患者感染控制后二期手术采用腹腔镜输尿管切开取石较输尿管镜激光碎石术后发热和严重感染的发生率低^[33]; 标准通道 PCNL 术后发热率低于输尿管软镜碎石术, 但差异无统计学意义^[34]。研究显示使用负压吸引鞘可降低微通道 PCNL 术后发热的概率^[35]。



* 目前比较明确的指征包括术前尿常规亚硝酸盐和白细胞阳性、术前长期留置尿路支架管、考虑感染性结石、同时具有术后重症感染风险相关的多项感染高危因素(如女性合并糖尿病和近期有结石相关发热病史等)或术后一旦出现感染性并发症结果非常严重者, 需要结合患者情况具体分析

图 1 上尿路结石患者分组及术前准备、围手术期抗菌药物应用方案流程图

四、术后感染早期预警与治疗

对于上尿路结石相关微创手术,即使术前使用了抗菌药物且术前尿培养结果无细菌存在,术后仍然有发生感染性并发症的可能^[36],故术后需对感染中毒性休克高度警惕并早期预警。研究结果显示,术后 2 h 血白细胞计数 $\leq 2.85 \times 10^9/L$,则患者出现感染中毒性休克的敏感性和特异性分别为 95.9% 和 92.7%^[37];术后血降钙素原可辅助判断术后细菌感染,尤其在革兰阴性菌感染时其升高明显;另一项研究结果显示,术后 2h 血 IL-6 $> 1\ 000\text{ pg/ml}$ 作为诊断尿源性脓毒血症的标准,可满足 PCNL 术后极早期预警和诊断尿源性脓毒血症的需要,而 IL-6 显著升高($6\ 824.4 \pm 1\ 473.3\text{ pg/ml}$)则预示患者很快出现尿源性脓毒血症^[38]。对上尿路结石微创手术后血 IL-6、降钙素原的监测,有助于早期发现尿源性脓毒血症,降低其严重程度、缩短术后住院时间、改善患者预后^[39]。近年来,随着分子生物学技术的发展,在基因、蛋白等层面筛选术后感染生物标志物的研究也逐步开展,脂多糖结合蛋白、人凝血素及血管细胞黏附分子 1 蛋白等均可作为上尿路腔内碎石术后尿源性脓毒血症的早期预测指标^[40]。应充分利用这些感染标志物,对患者术后是否出现感染性并发症进行早期判断、积极治疗,并在出现尿源性脓毒血症后与重症监护室医生通力合作,才能减少上尿路结石手术感染性并发症的发生率,降低尿源性脓毒血症的病死率。

本专家意见对上尿路结石患者围手术期感染控制及抗菌药物应用问题做出指导,但因为泌尿系结石相关的感染情况复杂,临床上会遇到一些本文不能覆盖的情况,还应具体分析,进行个体化的诊疗。

执笔专家: 乔庐东,李恭会,邵怡,吴文起,胡卫国,李凌

参与讨论与审定专家(按单位汉语拼音排序): 北京大学第一医院(郑波);广州医科大学附属第二医院(吴文起);海军军医大学附属长海医院(李凌、高小峰);华中科技大学同济医学院附属同济医院(叶章群);清华大学附属北京清华长庚医院(胡卫国,李建兴);山西省人民医院(邵晋凯);上海交通大学医学院附属第一人民医院(邵怡);上海交通大学医学院附属仁济医院(郑军华);首都医科大学附属北京同仁医院(乔庐东);四川大学华西医院(王坤杰);浙江大学医学院附属邵逸夫医院(李恭会);中国医科大学附属第一医院(毕建斌);中国医学科学院北京协和医院(马小军);中山大学孙逸仙纪念医院(许可慰)

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参 考 文 献

[1] Zhang S, Li G, Qiao L, et al. The antibiotic strategies during percutaneous nephrolithotomy in China revealed the gap between

the reality and the urological guidelines[J]. BMC Urol,2022,22: 136. DOI: 10.1186/s12894-022-01092-7.

- [2] 乔庐东,陈山,马小军,等. 上尿路结石患者围手术期抗菌药物应用的专家意见[J]. 中华泌尿外科杂志,2017,38:641-643. DOI:10.3760/cma.j.issn.1000-6702.2017.09.001.
- [3] Chen D, Jiang C, Liang X, et al. Early and rapid prediction of postoperative infections following percutaneous nephrolithotomy in patients with complex kidney stones [J]. BJU Int, 2019, 123: 1041-1047. DOI: 10.1111/bju.14484.
- [4] 黄健,张旭,魏强,等. 中国泌尿外科和男科疾病诊断治疗指南[M]. 北京:科学出版社,2022:415-649.
- [5] Bhanot R, Pietropaolo A, Tokas T, et al. Predictors and strategies to avoid mortality following ureteroscopy for stone disease: a systematic review from European Association of Urologists Sections of Urolithiasis (EULIS) and Uro-technology (ESUT) [J]. Eur Urol Focus,2022,8:598-607. DOI: 10.1016/j.euf.2021.02.014.
- [6] Zhou G, Zhou Y, Chen R, et al. The influencing factors of infectious complications after percutaneous nephrolithotomy: a systematic review and meta-analysis [J]. Urolithiasis, 2022, 51: 17. DOI: 10.1007/s00240-022-01376-5.
- [7] Yu J, Guo B, Yu J, et al. Antibiotic prophylaxis in perioperative period of percutaneous nephrolithotomy: a systematic review and meta-analysis of comparative studies[J]. World J Urol,2020,38: 1685-1700. DOI: 10.1007/s00345-019-02967-5.
- [8] Danilovic A, Talizin TB, Torricelli FCM, et al. One week pre-operative oral antibiotics for percutaneous nephrolithotomy reduce risk of infection; a systematic review and meta-analysis [J]. Int Braz J Urol, 2023, 49: 184-193. DOI: 10.1590/S1677-5538.IBJU.2022.0544.
- [9] Mariappan P, Smith G, Moussa SA, et al. One week of ciprofloxacin before percutaneous nephrolithotomy significantly reduces upper tract infection and urosepsis: a prospective controlled study [J]. BJU Int, 2006, 98: 1075-1079. DOI: 10.1111/j.1464-410X.2006.06450.x.
- [10] Bag S, Kumar S, Taneja N, et al. One week of nitrofurantoin before percutaneous nephrolithotomy significantly reduces upper tract infection and urosepsis: a prospective controlled study [J]. Urology,2011,77:45-49. DOI: 10.1016/j.urology.2010.03.025.
- [11] Sur RL, Krambeck AE, Large T, et al. A randomized controlled trial of preoperative prophylactic antibiotics for percutaneous nephrolithotomy in moderate to high infectious risk population: a report from the EDGE Consortium [J]. J Urol,2021,205:1379-1386. DOI: 10.1097/JU.0000000000001582.
- [12] 泌尿外科手术部位感染预防中国专家共识编写组. 泌尿外科手术部位感染预防中国专家共识(2019版) [J]. 中华泌尿外科杂志, 2019, 40: 401-404. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1000-6702.2019.06.001.
- [13] 国卫办医发[2015]43号附件. 抗菌药物临床应用指导原则(2015年版). (2015-08-27) [2023-07-01]. https://www.gov.cn/xinwen/2015-08/27/content_2920799.htm.
- [14] Bonkat G, Bartoletti R, Bruyère F, et al. EAU guidelines on urological infections 2023 edition [EB/OL]. [2023-06-26]. <https://uroweb.org/guidelines/urological-infections>.
- [15] Koves B, Cai T, Veeratterapillay R, et al. Benefits and harms of treatment of asymptomatic bacteriuria: a systematic review and Meta-analysis by the European Association of Urology Urological Infection Guidelines Panel [J]. Eur Urol, 2017, 72: 865-868. DOI: 10.1016/j.eururo.2017.07.014.
- [16] Xu P, Zhang S, Zhang Y, et al. Preoperative antibiotic therapy exceeding 7 days can minimize infectious complications after percutaneous nephrolithotomy in patients with positive urine culture [J]. World J Urol,2022,40:193-199. DOI: 10.1007/s00345-021-03834-y.
- [17] Carlos EC, Youssef RF, Kaplan AG, et al. Antibiotic utilization before endourological surgery for urolithiasis: endourological

- society survey results [J]. *J Endourol*, 2018, 32: 978-985. DOI: 10.1089/end.2018.0494.
- [18] Luu T, Albarillo FS. Asymptomatic bacteriuria: prevalence, diagnosis, management, and current antimicrobial stewardship implementations [J]. *Am J Med*, 2022, 135: e236-e244. DOI: 10.1016/j.amjmed.2022.03.015.
- [19] Schnabel MJ, Wagenlehner FME, Schneidewind L. Perioperative antibiotic prophylaxis for stone therapy [J]. *Curr Opin Urol*, 2019, 29: 89-95. DOI: 10.1097/MOU.0000000000000576.20.
- [20] Qiao LD, Chen S, Lin YH, et al. Evaluation of perioperative prophylaxis with fosfomycin tromethamine in ureteroscopic stone removal: an investigator-driven prospective, multicenter, randomized, controlled study [J]. *Int Urol Nephrol*, 2018, 50: 427-432. DOI: 10.1007/s11255-017-1776-7.
- [21] Du Z, Sun H, Zhang Y, et al. Effectiveness of prophylactic antimicrobial levofloxacin against post-ureteroscopic lithotripsy infection: a multicenter prospective open-label randomized controlled trial [J]. *Medicine*, 2023, 102: e33364. DOI: 10.1097/MD.00000000000033364.
- [22] Skolarikos A, Jung H, Neisius A, et al. European Association of Urology, guidelines on urolithiasis, 2023 edition [EB/OL]. [2023-06-26]. <https://uroweb.org/guidelines/urolithiasis>.
- [23] Kamei J, Nishimatsu H, Nakagawa T, et al. Risk factors for septic shock in acute obstructive pyelonephritis requiring emergency drainage of the upper urinary tract [J]. *Int Urol Nephrol*, 2014, 46: 493-497. DOI: 10.1007/s11255-013-0545-5.
- [24] Assimos D, Krambeck A, Miller NL, et al. Surgical management of stones: American Urological Association/Endourological Society guideline, part II [J]. *J Urol*, 2016, 196: 1161-1169. DOI: 10.1016/j.juro.2016.05.091.
- [25] 尿路感染诊断与治疗中国专家共识编写组. 尿路感染诊断与治疗中国专家共识(2015版)-复杂性尿路感染 [J]. *中华泌尿外科杂志*, 2015, 36: 241-244. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1000-6702.2015.04.001.
- [26] 王澍, 施永康, 黄晓波, 等. 上尿路结石合并感染的细菌培养及药物敏感性分析 [J]. *北京大学学报(医学版)*, 2014, 46: 798-801. DOI: 10.3969/j.issn.1671-167X.2014.05.025.
- [27] He C, Chen H, Li Y, et al. Antibiotic administration for negative midstream urine culture patients before percutaneous nephrolithotomy [J]. *Urolithiasis*, 2021, 49: 505-512. DOI: 10.1007/s00240-021-01260-8.
- [28] Wolf JS Jr, Bennett CJ, Dmochowski RR, et al. Best practice policy statement on urologic surgery antimicrobial prophylaxis [J]. *J Urol*, 2008, 179: 1379-1390. DOI: 10.1016/j.juro.2008.01.068.
- [29] Tokas T, Herrmann TRW, Skolarikos A, et al. Training and research in Urological Surgery and Technology (T. R. U. S. T.)-Group. Pressure matters: intrarenal pressures during normal and pathological conditions, and impact of increased values to renal physiology [J]. *World J Urol*, 2019, 37: 125-131. DOI: 10.1007/s00345-018-2378-4.
- [30] Fang L, Xie G, Zheng Z, et al. The effect of ratio of endoscope-sheath diameter on intrapelvic pressure during flexible ureteroscopic lasertripsy [J]. *J Endourol*, 2019, 33: 132-139. DOI: 10.1089/end.2018.0774.
- [31] Huang J, Xie D, Xiong R, et al. The application of suctioning flexible ureteroscopy with intelligent pressure control in treating upper urinary tract calculi on patients with a solitary kidney [J]. *Urology*, 2018, 111: 44-47. DOI: 10.1016/j.urology.2017.07.042.
- [32] 中华医学会泌尿外科分会结石学组中国泌尿系结石联盟. 经皮肾镜取石术中国专家共识 [J]. *中华泌尿外科杂志*, 2020, 41: 401-404. DOI: 10.3760/cma.j.cn112330-20200530-00006.
- [33] Jiang JT, Li WG, Zhu YP, et al. Comparison of the clinical efficacy and safety of retroperitoneal laparoscopic ureterolithotomy and ureteroscopic holmium laser lithotripsy in the treatment of obstructive upper ureteral calculi with concurrent urinary tract infections [J]. *Lasers in Medical Science*, 2016, 31: 915-920. DOI: 10.1007/s10103-016-1932-9.
- [34] Fayad MK, Fahmy O, Abulazayem KM, et al. Retrograde intrarenal surgery versus percutaneous nephrolithotomy for treatment of renal pelvic stone more than 2 centimeters: a prospective randomized controlled trial [J]. *Urolithiasis*, 2022, 50: 113-117. DOI: 10.1007/s00240-021-01289-9.
- [35] Lievev E, Boeri L, Zanetti SP, et al. Clinical comparison of mini-percutaneous nephrolithotomy with vacuum cleaner effect or with a vacuum-assisted access sheath: a single-center experience [J]. *J Endourol*, 2020, 35: 601-608. DOI: 10.1089/end.2020.0555.
- [36] Zanetti G, Paparella S, Trinchieri A, et al. Infections and urolithiasis: current clinical evidence in prophylaxis and antibiotic therapy [J]. *Arch Ital Urol Androl*, 2008, 80: 5-12.
- [37] Wu H, Zhu S, Yu S, et al. Early drastic decrease in white blood count can predict uroseptic shock induced by upper urinary tract endoscopic lithotripsy: a translational study [J]. *J Urol*, 2015, 193: 2116-2122. DOI: 10.1016/j.juro.2015.01.071.
- [38] 齐天国, 齐霞, 陈辑, 等. 经皮肾镜取石术后 2 h 检测 IL-6 在尿源性脓毒症诊治和改善预后中的价值 [J]. *中华泌尿外科杂志* 2022, 43: 730-733.
- [39] Qi T, Lai C, Li Y, et al. The predictive and diagnostic ability of IL-6 for postoperative urosepsis in patients undergoing percutaneous nephrolithotomy. *Urolithiasis* [J]. 2021, 49: 367-375. DOI: 10.1007/s00240-020-01237-z.
- [40] Ge G, Zheng Q, Sun Z, et al. Proteomic signature of urosepsis: from discovery in a rabbit model to validation in humans [J]. *J Proteome Res*, 2021, 20: 3889-3899.

(收稿日期:2023-06-20)

(本文编辑:霍红梅)