

# 负压清石辅助工具在复杂性肾结石经皮肾镜取石术中的应用价值\*

张加桥<sup>1</sup> 许楚旣<sup>2</sup> 钟明亮<sup>1</sup> 乾孝园<sup>1</sup> 吴维松<sup>1</sup> 余斌<sup>1</sup> 陈忠<sup>1</sup> 王少刚<sup>1</sup>

**[摘要]** 目的:探讨负压清石辅助工具配合钬激光在经皮肾镜取石术治疗复杂性肾结石中的应用价值。方法:回顾性分析 2018 年 8 月—2021 年 7 月在华中科技大学同济医学院附属同济医院行单通道(F20)经皮肾镜取石术的 96 例复杂性肾结石患者资料。根据术中是否应用负压清石辅助工具分为负压组(47 例)和对照组(49 例)。所有手术均采用超声引导经 12 肋下或 11 肋间穿刺目标盏或结石,建立 20F 经皮肾手术通道,并采用钬激光碎石。统计所有患者基本资料、手术相关参数、术后主要并发症发生率等数据。结果:所有患者均顺利完成手术。负压组患者年龄大于对照组。负压组与对照组的性别、体重指数(BMI)、是否合并糖尿病、术前尿培养阳性史占比、结石最长径、手术时长等指标差异均无统计学意义。2 组术后输血率、结石清除率差异无统计学意义。负压组术后全身炎症反应综合征(SIRS)的发生率低于对照组(2.12% vs 16.33%,  $P=0.042$ ),且负压组术后恢复时间更短[(5.04±1.37) d vs (6.16±1.51) d,  $P<0.01$ ]。负压组术后血常规白细胞基本正常比例显著高于对照组(95.74% vs 73.47%,  $P=0.004$ ),多因素分析显示使用负压清石辅助工具是术后血常规白细胞正常与否的独立影响因素。结论:对于复杂性肾结石,应用负压清石辅助工具有助于减少经皮肾镜碎石取石术术后感染相关并发症发生,从而促进患者快速恢复。

**[关键词]** 经皮肾镜取石术;手术后并发症;感染;负压吸引;复杂性肾结石;鹿角形结石

DOI:10.13201/j.issn.1001-1420.2023.01.004

[中图分类号] R692.4 [文献标志码] A

## Application of ClearPetra access sheath with vacuum suction on percutaneous nephrolithotomy for complex kidney stones

ZHANG Jiaqiao<sup>1</sup> XU Chuou<sup>2</sup> ZHONG Mingliang<sup>1</sup> QIAN Xiaoyuan<sup>1</sup> WU Weisong<sup>1</sup>  
YU Xiao<sup>1</sup> CHEN Zhong<sup>1</sup> WANG Shaogang<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>Department of Urology, Tongji Hospital, Tongji Medical College, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan, 430000, China; <sup>2</sup>Department of Radiology, Tongji Hospital, Tongji Medical College, Huazhong University of Science and Technology)

Corresponding author: YU Xiao, E-mail: yujiuhu@163.com

**Abstract Objective:** To explore the effect of ClearPetra access sheath with vacuum suction combined with holmium laser on percutaneous nephrolithotomy in the treatment of complex kidney stones. **Methods:** The data of 96 patients with complex kidney stones who underwent single-tract percutaneous nephrolithotomy in Tongji Hospital from August 2018 to July 2021 were retrospectively analyzed. According to whether ClearPetra access sheath with vacuum suction was used during the operation, they were divided into vacuum suction group ( $n=47$ ) and control group ( $n=49$ ). In all operations, ultrasound guidance was used to puncture the target calyx or calculus via the 12 subcostal or 11 intercostal area to establish a 20F percutaneous surgical tract, and the holmium laser was used for stone crushing. Basic data of all patients, operation-related parameters, incidence of major postoperative complications and other data were analyzed. **Results:** All the included cases were successfully performed the operation. Patients in the vacuum suction group were older than those in the control group. There were no statistical differences between the vacuum suction and the control group in terms of gender ratio, BMI, diabetes mellitus, the proportion of positive urine culture history, the size of stones, operation time or other parameters. There was no statistical difference in the rate of blood transfusion or stone free rates between the two groups. The incidence of systemic inflammatory response syndrome (SIRS) in the vacuum suction group was lower than that in the control group (2.12% vs 16.33%,  $P=0.042$ ), and the recuperation time in the vacuum suction group was shorter

\*基金项目:国家自然科学基金资助项目(No:81900647);湖北省科技厅重点研发计划项目(No:2020BCB052)

<sup>1</sup>华中科技大学同济医学院附属同济医院泌尿外科(武汉,430000)

<sup>2</sup>华中科技大学同济医学院附属同济医院放射科

通信作者:余斌, E-mail: yujiuhu@163.com

[5.04±1.37] days vs [6.16±1.51] days,  $P<0.01$ ). The proportion of normal white blood cells in the vacuum suction group was significantly higher than that in the control group (95.74% vs 73.47%,  $P=0.004$ ). Multivariate analysis showed that the use of ClearPetra access sheath with vacuum suction was an independent factor to predict the postoperative changes of white blood cells. **Conclusion:** The use of ClearPetra access sheath with vacuum suction can reduce the incidence of infection-related complications after percutaneous nephrolithotomy for complex kidney stones, and promote rapid recovery of patients.

**Key words** percutaneous nephrolithotomy; postoperative complications; infection; vacuum suction; complex kidney stones; staghorn stones

经皮肾镜取石术(percutaneous nephrolithotomy, PCNL)目前仍然是大负荷或复杂肾及输尿管上段结石的主要手术方式<sup>[1]</sup>。其最常见的并发症即为感染相关并发症,如发热、全身炎症反应综合征(systemic inflammatory response syndrome, SIRS)、脓毒症、感染性休克等<sup>[2]</sup>;其中较严重感染并发症如尿源性脓毒症、感染性休克总体发生率较低,然而一旦发生则可能危及生命<sup>[3]</sup>。临床上已有多种带负压吸引功能的设备器材用于临床,该类设备被认为可降低术中肾内压进而可能降低术后感染相关并发症的发生率<sup>[4-5]</sup>。对于复杂的肾结石如鹿角形结石等而言,其术后感染并发症发生率相对更高<sup>[6]</sup>。基于上述理由,我们认为将负压清石辅助工具用于复杂性肾结石的治疗可能更具临床实际意义。本回顾性研究拟进一步明确负压清石辅助工具配合钬激光对于 PCNL 治疗复杂性肾结石的应用价值。

## 1 资料与方法

### 1.1 临床资料

回顾性分析 2018 年 7 月—2021 年 7 月华中科技大学同济医学院附属同济医院泌尿外科收治的 96 例复杂性肾结石并行全超声引导下、单通道 PCNL 患者的临床资料,其中男 57 例,女 39 例,年龄为 13~85 岁,结石最长径 3.0~11.7 cm。根据术中是否应用负压清石辅助工具分为 2 组,使用 20F 负压清石鞘并连接负压吸引装置(负压组,47 例);使用 20F 负压清石鞘但未连接负压吸引装置或使用 20F 普通穿刺鞘进行手术(对照组,49 例)。

### 1.2 纳入及排除标准

**纳入标准:**经 KUB 及泌尿系 CT 确诊有明确行 PCNL 手术指征且无手术禁忌的铸形结石、鹿角形结石(包括完全性鹿角形结石及部分鹿角形结石),且最长径 $\geq 3$  cm;行单通道 PCNL,且通道大小为 F20;手术中均采用输尿管镜配合钬激光进行碎石取石。

**排除标准:**术前严重泌尿系感染控制不佳者;合并同侧输尿管中下段结石、输尿管狭窄等疾病需同期行同侧输尿管镜手术者;合并对侧上尿路结石等需同期行对侧输尿管镜或经皮肾镜取石术者;术中出现大出血、邻近脏器损伤、通道丢失或其他意外影响手术正常进行等情况;严重免疫低下者或血

液系统疾病者;术前合并糖尿病同时血糖控制欠佳者;移植肾、马蹄肾、严重脊柱侧弯畸形等可能明显影响手术转归等情况。

### 1.3 方法

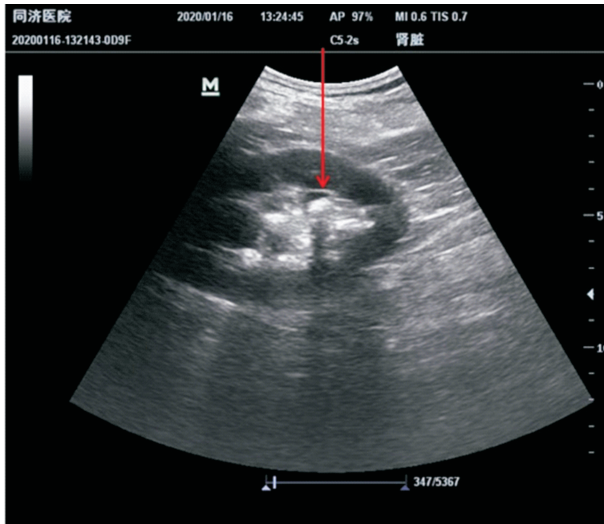
术前若存在明显泌尿系感染,则积极抗炎治疗 5~7 d,待白细胞明显降低、亚硝酸盐转阴、尿培养转阴再进行手术治疗。

所有手术均由我科泌尿系结石亚专业方向、有经验的医师完成。麻醉方式采用全身麻醉、椎管麻醉或椎旁阻滞麻醉。对于男性患者,常规先于截石位使用膀胱镜或输尿管镜于患侧输尿管内逆行置入亲水导丝,沿导丝留置 6F 输尿管导管;再将体位改为俯卧位行 PCNL。对于女性患者,部分同男性患者处理,部分直接采取俯卧分腿位,在该体位下行逆行输尿管插管。必要时行人工肾积水,随后在 B 超引导下,于 11 肋间或 12 肋下区域穿刺目标肾盏或结石。对于铸形结石或鹿角形结石,往往肾盏被结石完全填满,我们通常根据 SVOF 原则选择背侧盏中距皮肤最近的结石高点为目标穿刺点进行穿刺并建立经皮肾手术通道(图 1)<sup>[7]</sup>。对于行人工肾积水患者,超声引导下穿刺引流出尿液即证明穿刺成功。对于未行逆行插管或人工肾积水失败病例,可通过超声监视针尖进入目标盏或触碰到结石判断穿刺成功。经穿刺针置入 J 形导丝,沿穿刺针切开皮肤及皮下组织。采用一步扩张法使用 F20 普通穿刺鞘或负压清石鞘沿导丝旋转扩张,留置外鞘。随即置入输尿管镜检查通道建立情况,通过调整将外鞘正好置入集合系统,必要时需使用钬激光击碎部分结石腾出空间使外鞘完全进入集合系统。负压组需连接好负压吸引管道并安装好负压清石鞘尾端密封帽,并开通负压(负压设置为 0.02~0.04 MPa,术中根据实际情况可适当调节负压大小),再置入输尿管镜进一步行手术操作(图 2)。碎石工具均采用钬激光(100 W,参数设置为能量 2~3 J,频率 20 Hz)。术毕,常规放置双 J 管,并酌情留置或不留置 16F 或 18F 肾造瘘管。

### 1.4 相关定义及标准

手术时间定义为麻醉完毕开始手术操作至缝合皮肤结束。术后体温异常定义为 $> 38^{\circ}\text{C}$ 或 $< 36^{\circ}\text{C}$ ;SIRS 定义为体温异常、白细胞明显增高或降低( $> 12 \times 10^9/\text{L}$ 或 $< 4 \times 10^9/\text{L}$ )、呼吸频率增加

(>20 次/min)、心动过速(>90 次/min)等 4 项标准中 2 项及以上;脓毒症指感染导致的 SIRS,新的定义为宿主对感染的反应失调而致的危及生命的器官功能障碍<sup>[8]</sup>。



通常将背侧盂中距皮肤最近的结石顶峰对应盂作为目标穿刺点,红色箭头表示穿刺路径。

图 1 超声引导下经皮肾通道设计

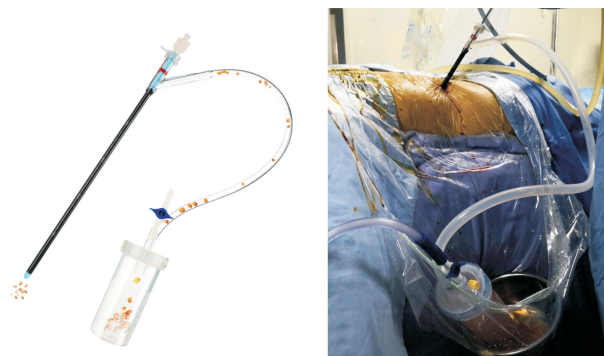


图 2 负压清石辅助工具结构示意图及连接实景图

术后血常规白细胞计数:术后 2 h 及术后第 1 天清晨常规复查血常规,若有 1 次血常规白细胞计数结果明显异常(血白细胞 $>12 \times 10^9/L$ 或 $<4 \times 10^9/L$ )即被计入术后血常规异常;否则计入基本正常。

术后 1~3 d 常规复查 KUB 或泌尿系 CT 平扫,结果由 2 名泌尿外科医师与 1 名放射科医师共同阅片投票决定。术后复查残留结石碎片 $>4$  mm 考虑为结石残留;若无 $>4$  mm 结石残留,则定义为结石完全清除。

术后恢复时间:一般认为术后患者无明显感染、出血等情况,血常规提示白细胞正常或基本正常,无严重贫血,无其他明显并发症,同时患者可正常下床活动、自理,不需继续住院监测、静脉输液、输血等治疗即认为患者术后基本恢复。从手术当日患者达到上述标准天数即定义为术后恢复时间。

## 1.5 统计学方法

采用 SPSS 18.0 软件对相关数据资料进行统计分析。符合正态分布的计量资料以 $\bar{X} \pm S$ 表示,组间比较采用独立样本非配对  $t$  检验;计数资料以频数和百分比表示,组间比较采用卡方检验或 Fisher's 精确检验。多因素分析采用二元 logistic 回归分析。以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 患者基线资料

负压组与对照组患者的基本资料见表 1。除年龄外,2 组患者的基本资料如性别、结石患病侧(左/右)、体重指数(BMI)、合并糖尿病者占比、术前有尿培养阳性者占比、结石最长径等均差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。负压组年龄显著高于对照组,差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。

表 1 2 组患者基线资料 例, $\bar{X} \pm S$

项目	负压组 (47 例)	对照组 (49 例)	P 值
年龄/岁	57.64±9.99	52.69±13.65	0.046
男/女	15/32	24/25	0.135
右/左	34/13	25/24	0.053
BMI/(kg·m <sup>-2</sup> )	24.10±3.02	23.68±4.10	0.572
合并糖尿病	5	4	0.948
术前尿培养阳性史 (+/-)	8/39	8/41	0.855
结石最长径/cm	4.80±1.34	5.40±2.82	0.182

### 2.2 手术相关情况

所有患者均是在超声引导下顺利完成经皮肾穿刺,并顺利扩张、建立 F20 经皮肾通道。负压组手术时间稍短于对照组,但差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。负压组患者术后平均住院天数短于对照组,差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。见表 2。

表 2 2 组患者手术相关情况比较  $\bar{X} \pm S$

项目	负压组(47 例)	对照组(49 例)	P 值
手术时长/min	100.30±29.82	106.65±37.85	0.364
结石清除/例(%)	28(59.57)	23(46.94)	0.300
术后恢复时间/d	5.04±1.37	6.16±1.51	<0.001

### 2.3 术后感染指标及感染相关并发症

负压组术后复查血常规基本正常比例显著高于对照组( $P > 0.05$ )。负压组发热、脓毒症比例均低于对照,但差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。负压组 SIRS 发生率显著低于对照组,差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。见表 3。

进一步将可能影响术后血常规白细胞计数的因素,如年龄、性别、合并糖尿病与否、BMI、结石最

长径、术前尿培养阳性史、手术时间、是否使用负压清石辅助工具等纳入多因素回归分析,结果显示是否使用负压清石辅助工具是影响术后血常规白细胞计数正常与否的独立影响因素(表 4)。因该组患者术后 SIRS 总体发生率不高,未将 SIRS 作为结局进一步行多因素回归分析。

### 3 讨论

研究表明负压吸引技术应用于泌尿系结石微创手术可能降低相关感染并发症发生率<sup>[9]</sup>。然而,目前尚欠缺相关规范的指南及指导意见。毕竟对于所有 PCNL 不加选择、一概而论地使用负压清石辅助工具极有可能造成不必要的医疗耗材浪费,加重医保及患者的经济负担。所以如何精准地筛选哪些患者更适合、更需要使用负压清石辅助工具有着极为重要的临床指导意义。临床经验及文献报道术前感染控制欠佳、结石较复杂的患者术后感染相关并发症发生率较高<sup>[10]</sup>;故对于该类患者而言,

使用负压清石辅助工具可能更有积极意义。本研究即重点探讨负压清石辅助工具在复杂肾结石 PCNL 治疗中的应用价值。

表 3 2 组患者 PCNL 术后血常规情况及并发症比较  
例(%)

项目	负压组(47 例)	对照组(49 例)	P 值
术后血常规白细胞计数基本正常	45(95.74)	36(73.47)	0.004
并发症			
体温异常	2(4.26)	5(10.20)	0.467
SIRS	1(2.12)	8(16.33)	0.042
脓毒症	0(0)	3(6.12)	0.256
感染性休克	0(0)	0(0)	—
输血	0(0)	3(6.12)	0.256
血管造影/栓塞	0(0)	0(0)	—

表 4 影响术后血常规白细胞计数的多因素回归分析

变量	B	SE	$\chi^2$	P 值	Exp(B)	95%CI
年龄	0.060	0.028	4.422	0.035	1.062	1.004~1.123
性别	-0.790	0.817	0.935	0.334	0.454	0.091~2.251
BMI	0.056	0.091	0.374	0.541	1.058	0.884~1.265
合并糖尿病	-0.316	1.050	0.091	0.763	0.729	0.093~5.709
尿培养阳性史	0.008	0.915	0.000	0.993	1.008	0.168~6.056
结石最长径	0.279	0.194	2.062	0.151	1.322	0.903~1.935
手术时间	-0.010	0.009	1.091	0.296	0.990	0.972~1.009
是否使用负压常量	-1.904	0.824	5.344	0.021	0.149	0.030~0.748
常量	-1.188	3.445	0.119	0.730	0.305	

复杂性肾结石尚无统一定义,本研究纳入的复杂性肾结石标准为结石最长径>3 cm 的鹿角形结石或铸形结石<sup>[11]</sup>。本研究中,所有手术通道的建立均基于超声引导,遵循 SVOF 原则建立经皮肾通道。本组纳入患者均为单通道,一期结石清除率分别达到 59.57% 和 46.94%,总的一期清石率达到 53.13%;这说明即使对于复杂性肾结石,遵循 SVOF 原则设计的单通道 PCNL 亦有相当高比例取得满意的清石效果。

2 组患者的基线资料相近(除年龄外),差异无统计学意义。该组患者中总的发热率与文献报道相比较低。其可能原因为:①所有患者术前无明显泌尿道感染或有感染,但经过积极抗炎治疗后泌尿系感染得到理想控制;②术中常规应用小剂量地塞米松,而文献报道激素可降低发热等感染相关并发症发生率<sup>[12]</sup>;③所有术者均为有丰富经验的泌尿系结石亚专科医师,在手术技术上较为熟练,尤为注意术中经皮肾通道的出水是否通畅,尽量避免因结石碎片嵌顿于鞘内、穿刺鞘弯折变形等情况造成

肾内压明显升高。

本研究患者术前泌尿系感染情况均控制较理想,但对照组术后 SIRS 发生率仍然高达 16.33%,这印证了大负荷、复杂肾结石的 PCNL 术后易于出现 SIRS/脓毒症的观点。值得重点关注的是负压组虽然年龄大于对照组,但其感染相关并发症发生率低于对照组;特别是 SIRS 发生率显著低于对照组,差异有统计学意义( $P<0.05$ )。同时负压组术后血象基本正常比例亦显著高于对照组,术后恢复时间亦明显短于对照组,差异均有统计学意义( $P<0.05$ )。多因素回归分析提示使用负压清石辅助工具是术后血常规白细胞计数正常与否的独立影响因素。虽然血常规异常与否不是评判术后感染相关并发症的唯一标准,然而以上结果仍然在一定程度上说明负压清石辅助工具对于减少 PCNL 术后感染并发症有积极意义。

本研究显示 2 组患者严重的出血相关并发症均处于非常低水平,无明显差异。有观点认为,负压吸引时,术中肾内压较低,肾内黏膜、小血管更易

于出血。研究结果初步表明,负压清石辅助工具对严重出血相关并发症无明显影响。术中可根据情况适当调整负压大小,以保持术野清晰利于手术操作。负压组结石清除率稍高于对照组,但差异无统计学意义。

需要重点说明的是所有入选病例均为单通道,且大小为 F20;对于术前感染控制较好的病例,本单位采取最多的通道大小即是 F20,其大小适中,其对肾单位的破坏较小,同时也能较好地兼顾术中碎石取石效率。本研究制定该入选标准是为了将通道大小及通道个数标准化(因通道大小及通道个数不可避免地会影响术中肾内压),更好地研究负压清石辅助工具对手术转归的影响<sup>[13]</sup>。考虑到多通道经皮肾镜手术通道数目、辅助通道大小、使用负压时间占比等参数异质性大,本研究暂没有纳入多通道 PCNL 病例进行比较研究。然而多通道 PCNL 往往更加复杂、手术时间更长,我们推测负压清石辅助工具同样可能降低复杂结石的多通道 PCNL 术后感染并发症的发生率。

临床上超声碎石清石系统(EMS)经常被用来处理复杂上尿路结石及感染性结石;但 EMS 设备较昂贵,尚未广泛普及。目前对于大多数医疗单位特别是基层医院而言,负压清石辅助工具对设备配套要求较低,其配合钬激光用于 PCNL 更易于推广、实施应用。

本研究也存在一定局限性,如样本量较小,可能存在一些选择偏移。且本研究中纳入标准为单通道 PCNL,通道大小规定为 F20,不能完全代表使用其他大小通道时的情况。同时,因部分患者资料不全,本研究没有将结石成分信息纳入分析。

综上所述,本研究初步表明对于较复杂的或体积较大的肾结石,推荐使用负压清石辅助工具配合钬激光进行 PCNL,其可减少术后感染相关并发症发生率,进而加速患者术后康复。未来,开展高质量的临床研究(如前瞻随机对照临床试验)有望进一步明确负压吸引 PCNL 的临床应用价值并探索其最佳应用指征。

**利益冲突** 所有作者均声明不存在利益冲突

## 参考文献

[1] Desai M, Jain P, Ganpule A, et al. Developments in technique and technology: the effect on the results of percutaneous nephrolithotomy for staghorn calculi [J]. *BJU Int*, 2009, 104(4): 542-548; discussion 548.  
[2] de la Rosette JJ, Opondo D, Daels FP, et al. Categori-

sation of complications and validation of the Clavien score for percutaneous nephrolithotomy [J]. *Eur Urol*, 2012, 62(2): 246-255.

- [3] Gadzhiev N, Malkhasyan V, Akopyan G, et al. Percutaneous nephrolithotomy for staghorn calculi: Troubleshooting and managing complications [J]. *Asian J Urol*, 2020, 7(2): 139-148.  
[4] Zhu Z, Cui Y, Zeng H, et al. Suctioning versus traditional minimally invasive percutaneous nephrolithotomy to treat renal staghorn calculi: A case-matched comparative study [J]. *Int J Surg*, 2019, 72: 85-90.  
[5] Tokas T, Herrmann T, Skolarikos A, et al. Pressure matters: intrarenal pressures during normal and pathological conditions, and impact of increased values to renal physiology [J]. *World J Urol*, 2019, 37(1): 125-131.  
[6] 冯大林, 崔韵, 张军晖, 等. 经皮肾镜取石术后全身炎症反应综合征的危险因素分析 [J]. *临床泌尿外科杂志*, 2021, 36(4): 259-263.  
[7] 余斌, 夏丁, 彭鄂军, 等. 超声引导下 SVOF 原则两步穿刺法建立经皮肾镜工作通道的临床研究 [J]. *中华外科杂志*, 2018, 56(10): 764-767.  
[8] Shankar-Hari M, Phillips GS, Levy ML, et al. Developing a New Definition and Assessing New Clinical Criteria for Septic Shock: For the Third International Consensus Definitions for Sepsis and Septic Shock (Sepsis-3) [J]. *JAMA*, 2016, 315(8): 775-787.  
[9] 张加桥, 余斌, 姚炜敏, 等. 使用负压清石鞘对经皮肾镜碎石术后感染相关并发症的影响 [J]. *现代泌尿外科杂志*, 2020, 25(2): 156-158, 161.  
[10] He Z, Tang F, Lei H, et al. Risk factors for systemic inflammatory response syndrome after percutaneous nephrolithotomy [J]. *Prog Urol*, 2018, 28(12): 582-587.  
[11] 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(6): 1041-1047.  
[12] Tan F, Gan X, Deng Y, et al. Intraoperative dexmedetomidine attenuates postoperative systemic inflammatory response syndrome in patients who underwent percutaneous nephrolithotomy: a retrospective cohort study [J]. *Ther Clin Risk Manag*, 2018, 14: 287-293.  
[13] Abourbih S, Alsyof M, Yeo A, et al. Renal Pelvic Pressure in Percutaneous Nephrolithotomy: The Effect of Multiple Tracts [J]. *J Endourol*, 2017, 31(10): 1079-1083.

(收稿日期: 2022-08-02)