

# 超微输尿管镜一期处理 3 岁以下儿童输尿管结石的有效性和安全性\*

詹睿超<sup>1</sup> 葛玉成<sup>1</sup> 刘宇坤<sup>1</sup> 赵振强<sup>1</sup> 宁晨<sup>1</sup> 李钧<sup>1</sup> 王文营<sup>1</sup>

**[摘要]** 目的:评价超微输尿管镜(micro-ureterocopy, m-URS)一期处理 3 岁以下儿童输尿管结石的有效性和安全性。方法:回顾性分析 2018 年 7 月—2022 年 8 月我院收治的 34 例 3 岁以下接受 m-URS 手术的患儿资料。手术在全身麻醉下进行,采用 F4.8 可视穿刺镜用作 m-URS。描述分析患儿术前一般资料、手术资料、结石清除率(SFR)以及术中术后并发症。结果:患儿年龄 9~36 个月,平均(22.9±9.6)个月;男 24 例,女 10 例;结石最大直径 0.3~1.5 cm,平均(0.8±0.3) cm;结石 CT 值 400~1420 HU,平均(976±264) HU;伴肾积水 28 例(82.4%)。m-URS 一期手术成功率为 79.4%(27/34),输尿管上、中、下段结石手术成功率分别为 69.2%、77.8%和 91.7%。手术时间 15~60 min,平均(33.3±14.0) min;碎石时间 8~35 min,平均(16.0±6.2) min;液体灌注量 50~800 mL,平均(285±225) mL。23 例患儿术后留置输尿管支架管,4 例留置输尿管导管。7 例患儿因输尿管狭窄、扭曲、结石移位等因素改行二期输尿管镜或经皮肾镜手术。术后 2 例患儿出现发热,抗炎对症处理好转。术后住院时间 2~11 d,平均(3.2±1.6) d。术后 1 个月 SFR 为 92.6%。27 例患儿完成结石处理所需麻醉次数平均为 1.8 次。结论:m-URS 一期处理 3 岁以下儿童输尿管结石安全有效,具有较高的成功率,m-URS 可有效减少患儿麻醉和手术次数,可作为 3 岁以下儿童输尿管结石处理的首选治疗方案之一。

**[关键词]** 超微输尿管镜;输尿管结石;儿童

**DOI:**10.13201/j.issn.1001-1420.2023.03.011

**[中图分类号]** R693 **[文献标志码]** A

## Micro-ureteroscopy for treatment of ureteral stones in pediatric patients younger than 3 years

ZHAN Ruichao GE Yucheng LIU Yukun ZHAO Zhenqiang

NING Chen LI Jun WANG Wenyong

(Department of Urology, Beijing Friendship Hospital, Capital Medical University, Beijing, 100050, China)

Corresponding author: WANG Wenyong, E-mail: miniaowwy@aliyun.com

**Abstract Objective:** To demonstrate the efficacy and safety of micro-ureteroscopy (m-URS) in the treatment of ureteral stones in pediatric patients younger than 3 years. **Methods:** A retrospective analysis was performed on the data of 34 children under 3 years old who received m-URS surgery in our hospital from July 2018 to August 2022. The procedures were performed under general anesthesia using the standard ureteroscopic technique with a micro-ureteroscope that has a caliber of 4.8 Fr all along its length. Demographics, perioperative data, stone free rate (SFR) and complications were analyzed. **Results:** The patients' mean age was (22.9±9.6) months (9–36 months), and there were 24 males and 10 females. The mean maximum diameter of the stone was (0.8±0.3) cm (0.3–1.5 cm). The mean CT value of calculi was (976±264) HU (400–1420 HU), and 28 cases (82.4%) were accompanied by hydronephrosis. The one-stage success rate of m-URS was 79.4% (27/34), and the success rates for upper, middle and lower ureter stones were 69.2%, 77.8% and 91.7%, respectively. The mean operation time was (33.3±14.0) min (15–60 min), and the mean lithotripsy time was (16.0±6.2) min (8–35 min). The mean irrigation fluid volume was (285±225) mL (50–800 mL). Ureteral stents were indwelled in 23 cases and ureteral catheters were indwelled in 4 cases. Seven cases underwent second-stage ureteroscopic surgery or percutaneous nephrolithotomy due to ureteral stricture, distortion or stone displacement. As a postoperative complication, fever was observed in two cases and required antibiotic treatment. The mean postoperative hospital stay was (3.2±1.6) days (2–11 days). The SFR at 1 month after operation was 92.6%. The mean number of anesthesia required for stone treatment in 27 children was 1.8 times. **Conclusion:** Micro-URS is safe and effective

\*基金项目:北京市医院管理中心临床技术创新项目(No:XMLX202101)

<sup>1</sup>首都医科大学附属北京友谊医院泌尿外科(北京,100050)

通信作者:王文营,E-mail:miniaowwy@aliyun.com

引用本文:詹睿超,葛玉成,刘宇坤,等.超微输尿管镜一期处理 3 岁以下儿童输尿管结石的有效性和安全性[J].临床泌尿外科杂志,2023,38(3):206-210. DOI:10.13201/j.issn.1001-1420.2023.03.011.

for the treatment of ureteral stones in children with a high success rate. It can effectively reduce the number of anesthesia and surgery in children, and can be used as one of the first choices in pediatric patients under three years of age.

**Key words** micro-ureteroscopy; ureteral stone; pediatric

儿童结石占泌尿系统结石的2.0%~4.3%,且主要为上尿路结石,其患病率存在较大的地域差异,中国大陆主要以新疆地区高发。儿童结石中以低龄儿童多见,3岁以下儿童占60%~70%。儿童结石因其生理的特殊性,机体发育不完善,组织器官代偿能力差,对麻醉、手术液体灌注、温度变化等因素敏感,其治疗与成人相比更为复杂,手术难度更大,尤其3岁以下的儿童与成人在机体上的差别更大,其治疗所需要考虑的因素也更多。目前常用的儿童输尿管结石治疗方法包括药物排石、体外冲击波碎石、输尿管镜激光碎石术、经皮肾镜取石术和腹腔镜手术等<sup>[1]</sup>。儿童结石治疗的理想方法应保证手术方法安全有效,尽量少的手术次数和麻醉次数、肾脏损伤最小、并发症少,可反复实施,目前尚无治疗方式可同时满足以上要求<sup>[2]</sup>。

F4.8可视穿刺系统最初被用于经皮肾镜手术穿刺,Caballero-Romeu等<sup>[3]</sup>于2016年首次报道将这个系统用作超微输尿管镜(micro-ureterocopy, m-URS)经尿道和输尿管等自然通道来处理儿童输尿管下段结石,后续有将m-URS用于治疗儿童输尿管中上段及肾结石的报道<sup>[4-5]</sup>。但均为个案或少数病例报道,且患儿年龄多为3岁以上的大龄儿童,本研究将为m-URS治疗3岁以下输尿管结石患儿提供较大样本的临床经验,进一步评估该术式的有效性和安全性。

## 1 资料与方法

### 1.1 临床资料

回顾性分析2018年7月—2022年8月在首都医科大学附属北京友谊医院收治的34例3岁以下输尿管结石患儿的临床资料。纳入标准:输尿管单侧单发或多发结石,结石最大直径不超过1.5 cm,超过1.0 cm的结石不超过2个。排除标准:结石最大径大于1.5 cm或较大结石数量多于2个、合并严重泌尿系感染或严重尿路畸形者。术前常规行B超、低剂量平扫CT、肾脏、输尿管和膀胱腹部平片(KUB)明确诊断。术前进行尿常规及中段尿培养检查。对于尿常规中亚硝酸盐阴性和尿培养阴性的患儿术前1 d静脉输注抗生素,对于尿亚硝酸盐阳性或尿培养阳性的患儿要静脉给予敏感抗生素,待指标转阴后再行手术治疗。本研究经医院伦理委员会批准,患儿家长均被告知手术风险并签署知情同意书。

### 1.2 手术方法

患儿手术采用截石位,健侧低,患侧高20°~

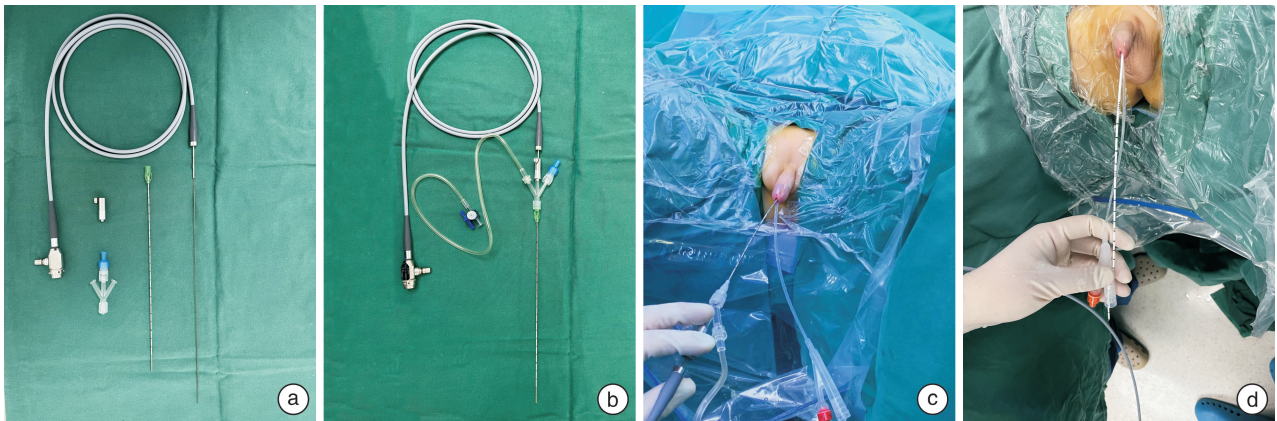
30°,头高脚低,采用喉罩或气管插管全身麻醉。应用加热毯,消毒液体及灌注液体均加热至36℃,以防止患儿低体温。尿道内放置F6尿管引流尿液及术中灌注液。F4.8 m-URS(F4.8/22 cm, Poly Diagnost, Praffenhofen, Germany)沿尿道放入膀胱内,观察膀胱内无病变后,寻找患侧输尿管口,直视下进入输尿管,沿输尿管上行寻找结石,当输尿管扭曲无法通过时,可撤出内镜,留置镜鞘,在镜鞘内放置0.035-inch镍钛合金导丝,沿导丝轻推镜鞘通过输尿管弯曲部。寻找到结石后采用200 μm钬激光光纤,能量为12 W(0.6 J, 20 Hz),进行粉末化碎石。输尿管镜检及碎石过程中采用20 mL注射器缓慢推注或1000 mL灌注液体滴注方式,灌注液可通过镜体与输尿管内壁间隙回流到膀胱,间断打开镜鞘与三通连接部也可加快肾内灌注液回流,降低肾盂内压力。当结石负荷量小、输尿管壁无明显息肉、术中无明显损伤时,术后可不留置输尿管支架管,仅保留F5输尿管导管48 h(图1);对于质地比较硬或结石负荷量较大、碎石时间长,管壁有息肉或明显水肿渗血时留置输尿管支架管,术后1个月拔除。患儿术后1个月复查超声和腹部平片检查以评价结石清除率(stone free rate, SFR),SFR被定义为内镜下或术后复查的影像中无2 mm以上结石残留。术后并发症采用改良Clavien并发症分级系统进行评价。

## 2 结果

患儿年龄9~36个月,平均(22.9±9.6)个月,男24例,女10例,初发临床表现包括血尿(32.4%)、发热(29.4%)、腹痛(20.6%)、呕吐(8.8%)、膀胱刺激征(2.9%)及体检发现(5.9%)。患儿结石位于输尿管左侧19例,右侧15例;单发26例,多发8例;输尿管上段结石13例,中段结石9例,下段结石12例。结石最大直径0.3~1.5 cm,平均(0.8±0.3) cm。结石CT值400~1420 HU,平均(976±264) HU。伴肾积水28例(82.4%)。23例(67.6%)尿中白细胞异常,9例(26.5%)尿培养阳性。所有患儿均尝试m-URS操作,79.4%(27/34)患儿成功一期行m-URS碎石,输尿管上、中、下段成功率分别为69.2%、77.8%和91.7%。手术时间15~60 min,平均(33.3±14.0) min;碎石时间8~35 min平均(16.0±6.2) min;液体灌注量50~800 mL,平均(285±225) mL。患儿术中心率105~170次/min,体温36.1℃~36.9℃。无术中

低体温发生。碎石手术结束后留置输尿管支架管 23 例,留置输尿管导管 4 例,导管留置 48 h 后连同尿管一并拔除,输尿管支架管于术后 1 个月全身麻醉下拔除。患儿术后住院时间 2~11 d,平均  $(3.2 \pm 1.6)$  d。根据 Clavien 系统分级评价术后并发症,2 例患儿出现发热(Clavien II 级),经抗炎治疗后好转,无脓毒症休克、严重血尿、输尿管损伤、肾被膜下血肿及灌注液体外渗发生。术后 1 个月的 SFR 为 92.6%,2 例患儿有结石残留,超声提示

残留结石大小为 0.4 cm,术后 3 个月复查超声未见残留结石。27 例患儿完成输尿管结石治疗所需麻醉次数平均为 1.8(1~2)次。7 例患儿一期行 m-URS 手术失败,1 例因输尿管迂曲,术中仅留置输尿管支架管,二期完成 m-URS 碎石术。3 例因输尿管狭窄、2 例因结石移位、1 例因输尿管发育畸形重复输尿管 m-URS 无法达到结石及碎石,改行经皮肾镜取石术或二期输尿管软镜碎石术。



a: 超微输尿管镜组装部件,纤维光学镜、F4.8 镜鞘和三通管;b: 组装后的 F4.8 超微输尿管镜;c: 术中超微输尿管镜操作;d: 术后可放置输尿管导管留在体外,术后 48 h 连同尿管一起拔除。

图 1 超微输尿管镜组装和手术操作

### 3 讨论

低龄儿童输尿管结石暂无统一的治疗方法,体外碎石、输尿管镜碎石和经皮肾镜手术等方法均有其劣势,本研究采用 m-URS 处理 3 岁以下儿童输尿管结石,通过较大样本量评价该术式的有效性和安全性,研究显示对于 3 岁以下儿童输尿管结石 m-URS 一期手术成功率为 79.4%,输尿管上、中、下段结石手术成功率分别为 69.2%、77.8% 和 91.7%,术后 1 个月 SFR 为 92.6%,该术式安全有效,可减少患儿输尿管损伤、手术及麻醉次数。

对于儿童结石的治疗,尤其是 3 岁以下儿童,理想的治疗方法是 SFR 高、创伤最小和并发症最少。动物实验显示麻醉药物可杀死发育中的脑细胞并导致神经退化,4 岁前接受 2 次或以上麻醉可影响 18 岁前的学习能力。3 岁以下的儿童接受一次短暂的全身麻醉对长期认知功能没有影响,但如果多次接受全身麻醉可能会影响大脑发育、智力发育和认知功能<sup>[6-8]</sup>。因此,对于 3 岁以下结石患儿,治疗更需要麻醉和手术次数最少,对神经系统发育影响小的手术方式。目前的治疗方法都有其优劣势,体外碎石具有创伤小、可反复操作的优点,但因体外碎石设备限制及专业技术人员匮乏而较少用于儿童。目前常用的输尿管硬镜通常为 F4.5/

6.5、F6/7.5 及 F8/9.8 型号,低龄儿童输尿管在未经过扩张的情况下很难容纳较大镜体进入,或易造成输尿管损伤,Atar 等<sup>[9]</sup>采用较细的 F4.5/6.5 输尿管镜处理学龄前儿童输尿管结石,尽管在 3 岁以下儿童中得到 93.8% 的 SFR,但由于该镜头端为 F4.5,而尾端为 F6.5,手术导致较高的输尿管损伤率,达 18.5%(5/27),包括输尿管穿孔、撕裂和尿囊形成等。输尿管软镜碎石术是儿童输尿管结石最常用的处理方法,但通常需要预放置输尿管支架管,Kim 等<sup>[10]</sup>报道 57% 的儿童在术前 1~2 周需要在全身麻醉下置入输尿管支架管以确保二次碎石手术过程中可以顺利放置输尿管鞘,3 岁以下儿童通常均需要输尿管预扩张,术后也需要全身麻醉下拔除支架管,这都将增加患儿的麻醉和手术次数,软镜手术通常需要 3 次麻醉才能完成结石的治疗。而本研究显示 m-URS 在成功放置的情况下仅需平均 1.8 次麻醉和手术即可完成治疗。

M-URS 是将长度为 22 cm,周长为 F4.8 的可视穿刺系统作为输尿管镜用于结石的治疗。由于其镜体纤细,通常可在不预扩张输尿管的情况下通过尿道、膀胱和输尿管等自然通道达到输尿管中上段甚至肾盂。Caballero-Romeu 等<sup>[3]</sup>在 2016 年首次将 m-URS 用于 2 例儿童(年龄分别为 10 岁和 8

岁)输尿管下段结石的治疗,后续 Utangaç 等<sup>[11]</sup>报道了11例 m-URS 处理儿童输尿管下段结石的病例,平均年龄 55.1 个月,手术成功率及 SFR 均为 100%,且无严重并发症发生。而后 Baydilli 等<sup>[4]</sup>和 Parente 等<sup>[5]</sup>分别报道了 m-URS 在儿童输尿管上段及肾结石中的应用。2021 年但超等<sup>[12]</sup>也尝试 m-URS 处理中国患儿输尿管下段结石,手术成功率及 SFR 也达到 100%。但以上报道病例数均较少,儿童年龄偏大,且绝大多数为输尿管下段结石。本研究中,我们在更大样本量中采用 m-URS 一期处理 3 岁以下儿童输尿管不同部位结石从而进一步评价 m-URS 的安全性和有效性。本研究显示 m-URS 安全有效,近 80% 的患儿可一期成功置镜,对于下段结石成功率最高,达 91.7%,对于上段结石也可以达到一期手术近 70% 的成功率。

目前文献报道的 m-URS 的成功率均达到 100%,而本组一期手术成功率为 79.4%,主要原因在于文献报道的患儿年龄较大,主要为 4~10 岁的儿童,而本组患儿平均年龄仅为 22 个月,其输尿管内径会明显小于大龄儿童;其次,多数报道的病例为输尿管下段结石,仅 Baydilli 等<sup>[4]</sup>和 Parente 等<sup>[5]</sup>共报道了 5 例中输尿管上段结石和肾结石的处理,而本组多数患儿为中上段输尿管结石(64.7%)。本研究中 7 例 m-URS 未成功的患儿中有 6 例为输尿管中上段结石,1 例为下段结石,其中 1 例因输尿管迂曲而改行输尿管支架置入术,二期成功行 m-URS 碎石,术后仅留置输尿管导管,患儿经历 2 次麻醉完成结石治疗;3 例因输尿管管腔相对狭窄无法上镜,2 例输尿管上段结石移位至肾盂而无法碎石,1 例输尿管发育畸形重复输尿管无法进镜。低龄儿童输尿管相对狭窄时,采用球囊等主动扩张的方法可提高一期进镜的成功率,Caballero-Romeu 等<sup>[3]</sup>总结儿童结石常规输尿管镜手术术中扩张比例为 17.4%~100%,Parente 等<sup>[5]</sup>对 1 例 3 岁以下儿童行术中输尿管球囊扩张以保证 m-URS 手术成功,但主动扩张可能增加输尿管损伤和狭窄的比例,输尿管支架管留置时间也要从 1 个月延长至 2 个月。我中心对于输尿管狭窄病例的处理主要采用放置支架管行被动扩张再行二次手术的方法,尽管会影响一期手术的成功率,但可降低输尿管损伤和狭窄的风险。在处理输尿管中上段结石时,如果碰到输尿管迂曲,镜子无法直视通过时,可将输尿管镜置于输尿管弯曲部位之下,退出内镜,在镜鞘内放置导丝后将镜鞘沿导丝上推通过弯曲部位或直接推入肾盂内,Utangaç 等<sup>[11]</sup>采用 C 臂监视下沿导丝上推镜鞘,可一定程度提高手术成功率,但增加了患儿及医护人员的射线暴露。

儿童输尿管镜手术并发症发生率为 0~52.2%,这与儿童年龄、输尿管镜型号、手术操作技巧等有关<sup>[11]</sup>。M-URS 手术具有较低的并发症发生率,常见的并发症为血尿和感染,Utangaç 等<sup>[11]</sup>报道的 11 例患儿行 m-URS 手术后仅 1 例(9.1%)出现轻度血尿症状,本组 m-URS 手术后 2 例出现感染发热,发生率为 7.4%,均无严重并发症发生。Caballero-Romeu 等<sup>[13]</sup>进行的动物研究显示,m-URS 相比于标准输尿管镜(F8/9.8)手术,肾盂内压力更低(5.08~14.1 mmHg vs 6.08~20.64 mmHg),所需灌注液体量更少(485 mL vs 1475 mL),这有助于降低感染的发生率。儿童输尿管管腔直径一般为 2~3 mm,而 m-URS 镜鞘直径为 4.8F(1.6 mm),液体可部分通过镜鞘和输尿管壁的间隙回流进入膀胱,再经过导尿管排出。同时 m-URS 是组合式镜子,镜鞘内径为 1.4 mm,其光学组件直径为 0.9 mm。因此,镜鞘与镜体之间也有间隙让灌注液体回流,在碎石过程中可通过间断打开三通相当于组合接口处不完全组装,将会加大液体回流,2 个回流通道可保证灌注液体充分引流。术中采用注射器人工推注或灌注液体低压自然灌注,可有效控制液体灌注量和灌注压力,也可以降低感染、出血和被膜下水肿的风险。Caballero-Romeu 等<sup>[14]</sup>研究还发现,由于 m-URS 有着更细的直径,其对输尿管黏膜内皮的损伤更小,术后输尿管炎症反应更小,降低了术后输尿管损伤和狭窄的可能性,为术后无管化提供了试验基础。因此,对于质地硬或结石多发负荷量较大的患儿术后宜放置输尿管支架,但如果结石达到粉末化,输尿管无明显损伤和水肿时可仅放置输尿管导管。Utangaç 等<sup>[11]</sup>报道的 11 例输尿管结石患儿中,3 例(27.3%)在术后放置输尿管支架管。Parente 等<sup>[5]</sup>报道的 4 例患儿中,2 例(50.0%)术后放置了输尿管支架管。由于本组患儿平均年龄低,且多为中上段结石,85.2%(23/27)患儿术后放置输尿管支架管,14.8%(4/27)患儿仅放置导管,术后 48 h 拔除,未出现梗阻感染等并发症,因此,m-URS 可安全地处理儿童结石,并发症发生率低,对于部分患儿,m-URS 可一次手术和麻醉即可安全完成结石治疗。

尽管本研究通过较大样本量证实 m-URS 在 3 岁以下儿童结石应用中的有效性和安全性,但该技术也存在一定的局限性:m-URS 的操作通道较细,不能放置 F1.6 网篮,需要放置 F1.3 或 F1.2 网篮取石<sup>[15]</sup>,但此类网篮临床上不宜获得;m-URS 对于质地较脆可以粉末化的结石是安全有效的,但对于结石较硬不能粉末化,结石大于 1.5 cm 或负荷量较大时,可能会造成手术并发症的发生或石街的形成。m-URS 手术如果不能完成碎石操作,需要

改行经皮肾镜术,或需要放置输尿管支架管改行二期软镜手术,但试行 m-URS 并不增加患儿麻醉或手术次数。此外,本研究仅为队列研究,有待进一步与 F4.5/6.5 硬镜、软镜等手术进行对照研究进一步验证 m-URS 有效性和安全性及该术式的最佳适应证。

综上所述,m-URS 手术一期处理 3 岁以下儿童输尿管结石安全有效,具有较高的成功率,m-URS 可减少患儿结石处理的手术和麻醉次数,是 3 岁以下儿童输尿管结石很好的替代治疗方法。

**利益冲突** 所有作者均声明不存在利益冲突

#### 参考文献

- [1] 中华医学会泌尿外科学分会结石学组,中国泌尿系结石联盟. 儿童泌尿系结石诊疗中国专家共识[J]. 中华泌尿外科杂志,2021,42(2):81-88.
- [2] 李玮,满立波,王海,等. 经尿道输尿管软镜碎石术前留置双 J 管预扩张输尿管时间的临床分析[J]. 临床泌尿外科杂志,2022,37(2):90-94.
- [3] Caballero-Romeu JP, Budia-Alba A, Galan-Llopis JA, et al. Microureteroscopy in Children: Two First Cases [J]. J Endourol Case Rep, 2016, 2(1): 44-47.
- [4] Baydilli N, Selvi İ, Akınsal EC, et al. Micro-ureteroscopy(m-URS) for treatment of upper ureteral stones in children: A new, different approach [J]. Turk J Urol, 2021, 47(3): 248-249.
- [5] Parente A, Ortiz R, Fernández-Bautista B, et al. Micro-Ureteroscopy as a Treatment of Renal Pelvis Lithiasis in Young Children[J]. Front Pediatr, 2021, 9: 593743.
- [6] Reddy SV. Effect of general anesthetics on the developing brain[J]. J Anaesthesiol Clin Pharmacol, 2012, 28(1): 6-10.
- [7] Pinyavat T, Saraiya NR, Chen J, et al. Anesthesia Exposure in Children: Practitioners Respond to the 2016 FDA Drug Safety Communication [J]. J Neurosurg Anesthesiol, 2019, 31(1): 129-133.
- [8] Sun LS, Li G, Miller TL, et al. Association Between a Single General Anesthesia Exposure Before Age 36 Months and Neurocognitive Outcomes in Later Childhood[J]. JAMA, 2016, 315(21): 2312-2320.
- [9] Atar M, Sancaktutar AA, Penbegul N, et al. Comparison of a 4.5 F semi-rigid ureteroscope with a 7.5 F rigid ureteroscope in the treatment of ureteral stones in preschool-age children[J]. Urol Res, 2012, 40(6): 733-738.
- [10] Kim SS, Kolon TF, Canter D, et al. Pediatric flexible ureteroscopic lithotripsy: the children's hospital of Philadelphia experience [J]. J Urol, 2008, 180(6): 2616-2619; discussion 2619.
- [11] Utangaç MM, Sancaktutar AA, Tepeler A. Micro-ureteroscopy for the treatment of distal ureteral calculi in children[J]. J Pediatr Surg, 2017, 52(3): 512-516.
- [12] 但超,王黎,姚启盛,等. 微输尿管镜治疗儿童输尿管下段结石 11 例疗效分析[J]. 现代泌尿外科杂志, 2021, 26(6): 510-513.
- [13] Caballero-Romeu JP, Galán-Llopis JA, Soria F, et al. Micro-ureteroscopy vs. ureteroscopy: effects of miniaturization on renal vascularization and intrapelvic pressure[J]. World J Urol, 2018, 36(5): 811-817.
- [14] Caballero-Romeu JP, Galán-Llopis JA, Soria F, et al. Outcomes of ureteroscopy miniaturization on tissue damage and tissue hypoxia in a pig model [J]. Sci Rep, 2018, 8(1): 431.
- [15] Hernández RP, Caballero Romeu JP, Galiano Baena JF, et al. Technical considerations about micro-ureteroscopy in children[J]. J Pediatr Surg, 2017, 52(7): 1216.

(收稿日期:2022-10-31)