

·专题·泌尿系统结石·

可视化超微通道经皮肾镜碎石术治疗
儿童无积水肾结石的疗效分析

全文二维码



开放科学码

方晓亮 黄云腾 徐卯升 徐国锋 贺 雷
李约延 张君硕 张琪敏 耿红全

【摘要】 目的 探讨可视化超微通道经皮肾镜碎石术治疗儿童无积水肾结石的安全性及有效性。

方法 回顾性分析上海交通大学医学院附属新华医院小儿泌尿外科 2018 年 8 月至 2019 年 11 月采用可视化超微通道经皮肾镜碎石术治疗的 14 例无积水肾结石患儿的临床资料。其中男童 8 例,女童 6 例;手术时中位年龄 60.77 个月,年龄范围 7~190 个月;左侧 6 例,右侧 7 例,双侧 1 例;单发肾结石 3 例,多发性肾结石 11 例,结石平均直径 (14.47 ± 6.52) mm,范围 8~30 mm,术前结石的平均 CT 值为 (1031.80 ± 341.35) HU,范围 498~1951 HU。所有患儿膀胱截石位留置输尿管导管制造人工肾积水,俯卧位 B 超引导下应用可视化穿刺系统穿刺目标肾盏,根据结石大小和盏颈情况选择扩张至 F12 超微通道。结果 14 例患儿共进行 15 侧次碎石手术,共建立 15 个工作通道,1 侧次辅助 F4.8 极微通道辅助碎石,一次穿刺成功率 100%,平均手术时间 (107.00 ± 18.25) min,范围 80~145 min,术后血红蛋白下降 (13.60 ± 10.93) g/L,无输血及栓塞止血病例。术后发热 2 例,无集合系统穿孔、腹腔脏器损伤及胸膜损伤。其中 2 例鹿角形结石患儿因结石负荷大,需要分期手术,另有 1 例术后残留一个 8 mm 大小的结石,辅助体外冲击波碎石术(extracorporeal shock wave lithotripsy, ESWL)治疗,一期结石清除率 80.0% (12/15),二期结石清除率 93.3% (14/15)。术后平均随访时间 (12.58 ± 4.87) 个月,范围 6~22 个月,仅有 1 例胱氨酸结石复发。结论 可视化穿刺系统可安全、快速地建立皮肾工作通道,配合超微通道经皮肾镜碎石术治疗儿童无积水肾结石具有较高的结石清除率和安全性。

【关键词】 肾结石/外科学; 碎石术; 经皮肾镜取石术; 儿童

【中图分类号】 R692.4 R726.1 R726.1

Efficacy of visualized ultra-mini percutaneous nephrolithotripsy in the treatment of pediatric nephrolithiasis without hydronephrosis. Fang Xiaoliang, Huang Yunteng, Xu Maosheng, Xu Guofeng, He Lei, Li Yuyan, Zhang Junqi, Zhang Qimin, Geng Hongquan. Department of Pediatric Urology, Affiliated Xinhua Hospital, Shanghai Jiao Tong University School of Medicine, 200092 Shanghai, China. Corresponding author: Geng Hongquan, Email: genghongquan@xinhumed.com.cn

【Abstract】 **Objective** To evaluate the clinical safety and efficacy of visualized ultra-mini percutaneous nephrolithotripsy in the treatment of pediatric nephrolithiasis without hydronephrosis. **Methods** From August 2018 to November 2019, clinical data were analyzed retrospectively for 14 children with nephrolithiasis undergoing visualized ultra-mini percutaneous nephrolithotripsy. There were 8 boys and 6 girls with a median operative age of 60.77 (70-190) months. The involved side was left ($n=6$), right ($n=7$) and bilateral ($n=1$). Nephrolithiasis was single ($n=3$) and multiple ($n=11$). The average diameter of nephrolithiasis was (14.47 ± 6.52) (8-30) mm and the average CT value of nephrolithiasis (1031.80 ± 341.35) (498-1951) HU. All children were placed in a lithotomy position with an indwelling ureteral stent for mimicking hydronephrosis. According to the size of stone and calf neck, selections were allowed for expanding to F12 ultra-micro channel. Percutaneous access (F12) was established under ultrasonic guidance and visualized ultra-mini percutaneous

DOI:10.3969/j.issn.1671-6353.2020.08.006

基金项目:国家自然科学基金面上项目(编号:81770702)

作者单位:上海交通大学医学院附属新华医院小儿泌尿外科(上海市,200092)

通信作者:耿红全,Email:genghongquan@xinhumed.com.cn

nephrolithotripsy performed with a F8 nephroscope and holmium laser lithotripsy. **Results** Percutaneous access was successfully established one-time in all 14 children. Visualized ultra-mini percutaneous nephrolithotripsy was performed with a single channel at 14 sides while F4.8 micro-percutaneous nephrolithotripsy assisted in only one case. The average operative duration was $(80 - 145) (107.00 \pm 18.25)$ min and the average postoperative decline of hemoglobin (13.60 ± 10.93) g/L. None of them required blood transfusion. The average stay of postoperative hospitalization was (6.87 ± 2.97) days. There were postoperative fever (Clavien grade II, $n = 2$) and required staged operation due to staghorn nephrolithiasis ($n = 2$). The stone-free rate was 80.0% (12/15) at the first stage and 93.3% (14/15) at the second stage. One case with clinical significant residual stone underwent extracorporeal shock wave lithotripsy (ESWL). No severe complications, such as septic shock, serious bleeding, perforation, thoracic or abdominal injury, etc. occurred. The average follow-up period was $(6 - 22) (12.58 \pm 4.87)$ months. There was only one recurrent case of cysteine stone. **Conclusion** Visualized ultra-mini percutaneous nephrolithotripsy is both safe and effective for pediatric nephrolithiasis without hydronephrosis. With low complications and a satisfactory stone-free rate, it should be further popularized in clinical practice.

【Key words】 Kidney Calculi/SU; Lithotripsy; Percutaneous Nephrostomy; Child

据文献报道,过去 20 年美国儿童肾结石的发病率每年上升 6%~10%,这项基于美国人口的观察性研究,估计儿童肾结石平均年发病率为 36/10 万~57/10 万^[1]。近年来,我国儿童肾结石的发病率也有明显上升趋势,尤其是新疆地域。儿童肾结石复发风险较高,及时评估和处理很重要,其总体目标是彻底清除结石,保护肾功能,减少对肾脏的损伤^[2]。目前临床上治疗儿童肾结石常用方法有体外冲击波碎石术(extracorporeal shock wave lithotripsy, ESWL)、采用输尿管软镜的逆行肾内取石术(retrograde intrarenal surgery, RIRS)和经皮肾镜取石术(percutaneous nephrolithotomy, PCNL)。欧洲泌尿外科学会(European Association of Urology, EAU)小儿尿路结石指南推荐 ≥ 2 cm 的多发性儿童肾结石以 PCNL 为一线治疗方法。本研究回顾性分析上海交通大学医学院附属新华医院 2018 年 8 月至 2019 年 11 月应用可视化超微通道经皮肾镜碎石术治疗 14 例儿童无积水肾结石的临床资料,评估其临床疗效及安全性。

材料与方法

一、临床资料

收集上海交通大学医学院附属新华医院 2018 年 8 月至 2019 年 11 月经可视化超微通道经皮肾镜碎石术治疗的 14 例无积水肾结石患儿病例资料,病例纳入标准:鹿角形结石、单颗结石 ≥ 2 cm、肾盂肾盏内多发结石、ESWL 治疗无效的肾结石,同时患侧肾盂分离前后径 ≤ 10 mm;排除标准:肾结石合并有

肾盂分离前后径 > 10 mm、患有心血管疾病及出血性疾病且术前控制效果不佳者;合并泌尿系统狭窄畸形者;未接受治疗或未控制的急性尿路感染者。所有患儿家属同意并签署手术知情同意后实施手术治疗。14 例(15 侧)无积水肾结石患儿,其中左侧 6 例,右侧 7 例,双侧 1 例;单发结石 3 例,多发结石 11 例。手术中位年龄为 60.77 个月,年龄范围为 7~190 个月,结石平均直径为 (14.47 ± 6.52) mm,范围 8~30 mm。结石的平均 CT 值为 (1031.80 ± 341.35) HU,范围 498~1951 HU。14 例无积水肾结石患儿的具体临床资料见表 1。

表 1 14 例无积水肾结石患儿临床资料

Table 1 Clinical data of 14 children with nephrolithiasis without hydronephrosis

病例	性别	年龄 (月)	患侧	结石直径 (mm)	结石 CT 值 (HU)
1	男	85	左侧多发	12	1 072
2	女	116	左侧单发	30	832
3	男	190	左侧多发	20	1 278
4	女	20	左侧单发	25	1 043
5	男	7	右侧多发	20	870
6	男	12	右侧多发	13	1 165
7	男	21	右侧多发	8	498
8	女	7	双侧多发	8	772
9	男	138	右侧多发	13	1 121
10	女	65	右侧下盏	10	791
11	男	32	左侧多发	13	980
12	女	99	右侧多发	12	936
13	男	94	右侧多发	13	1 396
14	女	71	左侧多发	13	1 951

二、手术方法

手术均采用气管插管全身麻醉,患儿先取膀胱截石位,膀胱镜下向患侧输尿管插入4Fr或5Fr输尿管导管,退镜后膀胱内留置导尿管,并将输尿管导管和导尿管一并固定后,患儿改俯卧位,垫高腰部使腰背部平坦。

建立皮肾通道:穿刺点选择腋后线与肩胛下线之间第11肋间至第12肋下区域。从输尿管导管注入生理盐水,形成人工肾积水,经B超(西门子)引导确定穿刺角度和深度后,采用德国铂立 Microperc® F4.8 可视化穿刺针在直视下行目标盏穿刺。穿刺过程中从灌注通道注入生理盐水,通过外接摄像连接的显示器全程观察穿刺途径组织,穿刺成功后观察通道质量,将穿刺针留置肾盂肾盏最佳位置后拔除针芯,置入导丝,经穿刺点切开皮肤,采用筋膜扩张器从8Fr依次扩张至12Fr,留置12Fr一次性剥皮鞘并固定(图1)。经剥皮鞘置入8Fr德国铂立肾镜,找到结石后予钬激光碎石至3 mm以下,置入

200 μm 或 550 μm 的钬激光纤维,激光功率 20 W (20 Hz/1.0 J) 进行碎石,碎石随灌注液经同一通道排出,术毕留置输尿管 D-J 管及 12F 肾造瘘管。术后第 2 天行腹部平片 (plain film of Kidney-Ureter-Bladder, KUB) 和超声检查查看有无残留结石,如没有结石残留则术后 3~5 d 拔除肾造瘘管,术后 4 周在膀胱镜下取出 D-J 管。术后采用腹部平片、超声或 CT 检查评估结石清除率,影像学表明结石完全消失或尿路残留碎片结石 < 4 mm 则视为碎石成功。

三、资料收集

术前一般资料包括性别、年龄、左右侧以及结石负荷量等;手术及术后资料包括:皮肾通道建立成功率、手术平均时间、术中及术后并发症、术后血红蛋白下降值、术后平均住院天数、结石清除率等。Clavien-Dindo 分级系统对术后的并发症进行分级,以 Clavien grade I~II 为次要并发症,Clavien grade III~V 为主要并发症。

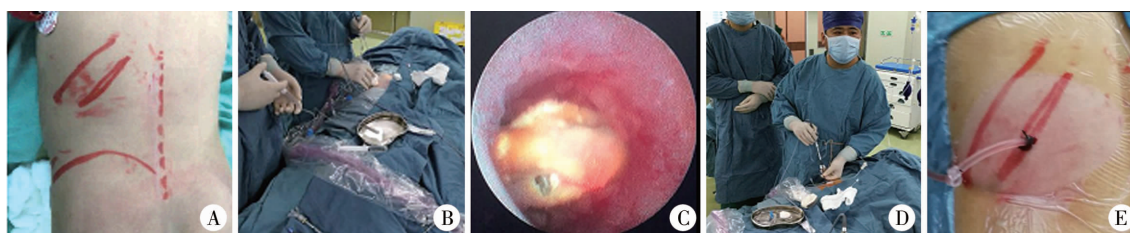


图1 可视化超微通道经皮肾镜碎石术 注 A:体位和穿刺部位;B:B超引导下穿刺;C:穿刺入目标盏,见结石;D:8Fr肾镜碎石取石术;E:经皮肾通道外观

Fig. 1 Visualized ultra-mini percutaneous nephrolithotripsy

结 果

所有患儿一次性成功建立皮肾通道,13例患儿单通道完成碎石、取石,1例鹿角形结石再辅助一F4.8极微通道进行碎石。平均手术时间(107.00 ± 18.25) min,范围80~145 min。术后血红蛋白下降量(13.60 ± 10.93) g/L,范围1~33 g/L,均未行输血治疗。术后平均住院时间(6.87 ± 2.97) d,范围3~14 d。单次结石清除率80% (12/15),二期结石清除率93.3% (14/15)。其中1例患儿于术后1周复查KUB和超声均提示肾盂内有直径约8 mm的结石残留,辅助行ESWL治疗后结石完全清除;2例鹿角形结石负荷大需要分期手术,二期行PCNL后结石完全清除。14例患儿术后均出现不同程度的血尿(Clavien grade I),未予以特殊处理,1~3 d内自行缓解;2例术后出现发热(Clavien grade II),经血常规、血生化、尿常规和尿培养等检查后明确为

尿路感染,对症治疗后好转;Clavien grade I~II均为次要并发症。未出现感染性休克、大出血、肾集合系统穿孔、胸腹部重要脏器损伤等严重并发症。术后结石成分分析,单一草酸钙结石3例,草酸钙结石和碳酸磷灰石混合性结石5例,胱氨酸结石2例,单一碳酸磷灰石3例,尿酸和尿酸铵结石1例(表2)。术后平均随访时间(12.58 ± 4.87)个月,范围6~22个月,仅有1例胱氨酸结石复发。

讨 论

儿童肾结石总体发病率低,但结石的自发排出率仅为34%~47%,且肾结石对处于生长发育期儿童肾功能的影响大于成人,这就意味着超过50%的儿童肾结石需要积极治疗^[3]。相对成人,儿童肾结石大多数存在先天性代谢异常,尤其是原发性高草酸尿症和胱氨酸尿症,本组1例胱氨酸尿症患儿,术后11个月结石复发。儿童肾结石复发率和重复

表 2 14 例无积水肾结石患儿手术及术后临床资料

Table 2 Perioperative data of 14 children with nephrolithiasis without hydronephrosis

病例	皮肾通道建立成功率(%)	手术时间(min)	血红蛋白下降值(g/L)	术后住院天数(d)	结石清除情况	结石成份	并发症
1	100	105	16	8	完全清除	碳酸磷灰石/草酸钙	发热/血尿
2	100	100	10	7	二期完全清除	胱氨酸	血尿
3	100	110	2	6	二期完全清除	草酸钙	血尿
4	100	84	30	9	完全清除	碳酸磷灰石	血尿
5	100	120	6	14	完全清除	碳酸磷灰石/草酸钙	发热/血尿
6	100	145	5	10	完全清除	草酸钙	血尿
7	100	115	15	6	完全清除	碳酸磷灰石	血尿
8(右侧)	100	85	10	3	完全清除	碳酸磷灰石	血尿
8(左侧)	100	121	33	4	完全清除	碳酸磷灰石	血尿
9	100	130	22	9	结石残留辅助 ESWL	草酸钙/碳酸磷灰石	血尿
10	100	90	22	5	完全清除	胱氨酸	血尿
11	100	95	3	3	完全清除	草酸钙	血尿
12	100	80	2	8	完全清除	尿酸/尿酸铵	血尿
13	100	110	1	3	完全清除	草酸钙/碳酸磷灰石	血尿
14	100	115	27	7	完全清除	碳酸磷灰石/草酸钙	血尿

注 并发症:血尿为 Clavien grade I;发热为 Clavien grade II;无 Clavien grade III~V 发生

治疗率均较高,开放性手术往往会给二次治疗造成较大的影响,故儿童肾结石应优先考虑微创治疗。ESWL、PCNL 和 RIRS 是目前临床治疗儿童肾结石的主要手段。ESWL 作为 <2 cm 肾结石治疗的首选方法,PCNL 被推荐为儿童肾结石直径 ≥ 2 cm 和复杂性结石的一线治疗方法,尽管一次 PCNL 术后的结石清除率 >85%,但在儿童这一类特殊群体中,对儿童较小的肾脏使用成人手术仪器行 PCNL 会增加术后相关并发症,尤其是出血^[4]。与成人相比,儿童对血红蛋白下降更为敏感,严重的肾脏出血可能会导致早期终止手术和器官功能障碍,甚至死亡^[5]。有研究表明,碎石通道的大小与术中、术后出血有关,使用更小直径的碎石通道可减少出血量和降低并发症发生率,但对结石清除率没有明显的影响^[6]。Bilen^[7]比较了 26F、20F 和 14F Mini-PCNL 这几种通道大小下的儿童 PCNL,各组患儿的结石负荷、术后血红蛋白下降均无明显差异,然而 26F、20F 组有更高的输血率,同时 14F Mini-PCNL 组拥有 90% 结石清除率,相比较于 26F 组的 69.5% 和 20F 组的 80% 更高。本组一期结石清除率 80% (12/15),二期结石清除率 93.3% (14/15),与文献报道的超微通道 PCNL 结果相似^[8]。但对于结石负荷较大的鹿角形结石,超微通道经皮肾镜碎石术存在结石清除速率下降,手术时间延长,增加了二期

手术和并发症发生的风险,因此关于选取何种通道治疗儿童肾结石可获得最佳疗效,目前依然没有定论。任何碎石方式的选择都必须平衡结石清除率和手术并发症发生率之间的关系^[9]。因此,探索可兼顾结石清除率和降低手术并发症风险的手术方式具有重要的临床实用价值。

安全精准建立经皮肾通道是 PCNL 技术的关键一步,而儿童肾脏体积小、质地脆、肾脏活动度较大,这些都增加了精准穿刺的难度,尤其在肾脏无积水情况下,穿刺难度就更大。此外,穿刺可能会导致肾脏以及周围器官发生损伤、术后出血等并发症发生风险增高。可视化穿刺经皮肾镜是目前最微创的 PCNL 技术之一,最初由 Bader 等^[10]报道了可视化穿刺针在行 PCNL 过程中建立穿刺通道,随后 Desai 等^[11]报道在 10 例肾结石(3 例为儿童)患者中使用该技术,术后 1 个月结石清除率为 88.9%,术后无输血患者,并将该手术过程命名为 Microperc,该手术的最大优势在于穿刺全程的可视化,从穿刺点皮肤到目标肾盏的穿刺过程中能清楚地显示每个穿刺平面,明确穿刺针在肾盂肾内的具体位置,达到精准穿刺,从而建立最佳的经皮肾通道。在儿童无积水肾结石的穿刺中,穿刺空间狭小,常规穿刺容易失败,而可视化穿刺系统全程可视,同时也可经输尿管导管向肾内注入美兰稀释液来引导精准穿

刺,减少反复穿刺次数。本组病例均为一次性穿刺成功。

研究报道 PCNL 术后出血需要输血的发生率为 5%~8%,需要血管介入栓塞治疗的比例为 0.3%~1.4%,出血是影响 PCNL 手术进程以及患者生命的主要因素^[12,13]。反复无效穿刺和因皮肾通道位置欠佳导致术中肾镜摆动幅度过大,从而增加了术中对肾脏的撕裂伤,增加了术中出血以及术后迟发性出血的风险。因此 PCNL 术后并发症的发生往往与手术通道的位置和大小有关。为了提高 PCNL 的安全性,目前已逐渐使用可视化穿刺、微通道、超微通道等进行手术。可视化穿刺系统可全程观察穿刺途径组织,可有效避免误穿、对穿,从而减少无效穿刺,减少对肾脏损伤。此外,针对鹿角形肾结石,在不增加额外超微通道或微通道的情况下,辅助 F4.8 可视穿刺肾镜直接碎石可最大程度地清除结石,降低出血和肾脏损伤等并发症发生率。可视化穿刺系统和超微通道 PCNL 同传统的 PCNL 相比能明显降低出血、肾脏以及邻近组织器官损伤的风险^[14]。Yuan^[15]比较了儿童超微通道和微通道经皮肾镜碎石,显示超微通道术后并发症、感染、出血等风险较微通道小。Dede^[16]回顾性分析了 39 例超细经皮肾镜碎石术治疗的儿童肾结石临床资料,术后 1 个月结石清除率为 87.1%,术后没有输血病例,术后肾绞痛 (Clavien grade I) 发生率为 10.3% (4/39),术后发热 2 例 (Clavien grade II)。作者认为超细经皮肾镜碎石术对于儿童肾结石的治疗是高效安全的,术中拥有较低的肾盂内压力是其优势之一。有研究提示,与 RIRS 相比,可视化穿刺超微通道 PCNL 在治疗肾脏下盏结石和 <3 cm 肾盂结石方面能明显提高结石清除率 (83%~94%),并且不增加手术并发症发生率 (4%~11%)^[17,18]。本研究所有病例均一次性穿刺成功,可视化超微通道经皮肾镜碎石术后患儿血红蛋白平均下降了 (13.60 ± 10.93) g/L,范围 1~33 g/L,部分可能存在容量稀释性血红蛋白下降,术后导尿管和肾造瘘管均无活动性出血,所有患儿未予以输血治疗,术后无 Clavien grade III~V 并发症发生,这均说明可视化穿刺超微通道 PCNL 具有较好的安全性和有效性。

既往研究提示腔道内镜手术在处理肾结石后,患儿发生全身炎症反应综合征 (systemic inflammatory response syndrome, SIRS) 的发生率为 8.6%~11.4%,如果不及时控制,部分患儿可进展为尿源性脓毒症,甚至死亡^[19,20]。研究报道,肾盂内高压、手

术时间过长是腔道内镜碎石术后发生全身炎症反应综合征和尿源性脓毒症血症的独立危险因素^[21]。本组有 2 例鹿角形结石因碎石时间较长,术后出现发热,经抗感染治疗 3 d 后好转。虽然可视化超微通道经皮肾镜可达到良好的镜鞘比,保证了术中引流通畅,降低了手术过程中的肾盂内压,从而降低了术后感染和 SIRS 的发生率,但对于儿童鹿角形结石,超微通道经皮肾镜碎石术仍存在其局限性,其手术时间会明显延长,从而增加术后感染的风险,这点需要引起重视。

综上所述,随着穿刺技术和设备的不断改进与创新,经 B 超引导下可视化超微通道经皮肾镜碎石术治疗儿童无积水肾结石是安全有效的,且可获得满意的结石清除率,值得推广。但本研究在设计上仍存在一定的缺点。首先,本研究仅为单中心回顾性研究,样本量也较小,在病例纳入过程中不可避免会出现选择偏倚;再者,由于随访时间不长,该术式对患儿远期肾功能的影响未能进行评估。

参考文献

- 1 van Batavia JP, Tasian GE. Clinical effectiveness in the diagnosis and acute management of pediatric nephrolithiasis [J]. *Int J Surg*, 2016, 36 (Pt D): 698-704. DOI: 10.1016/j.ijssu.2016.11.030.
- 2 Azili MN, Ozturk F, Inozu M, et al. Management of stone in infants [J]. *Urolithiasis*, 2015, 43 (6): 513-519. DOI: 10.1007/s00240-015-0788-y.
- 3 González Herrero M, Morante Valverde R, Tordable Ojeda C, et al. Therapeutic approach in urinary tract stones in children [J]. *Cir Pediatr*, 2014, 27 (3): 135-139.
- 4 Karatag T, Tepeler A, Silay MS, et al. A comparison of 2 percutaneous nephrolithotomy techniques for the treatment of pediatric kidney stones of sizes 10-20 mm: microperc vs miniperc [J]. *Urology*, 2015, 85 (5): 1015-1018. DOI: 10.1016/j.urology.2015.02.010.
- 5 Farouk A, Tawfik A, Shueb M, et al. Is mini-percutaneous nephrolithotomy a safe alternative to extracorporeal shock-wave lithotripsy in pediatric age group in borderline stones? a randomized prospective study [J]. *World J Urol*, 2018, 36 (7): 1139-1147. DOI: 10.1007/s00345-018-2231-9.
- 6 Altintas R, Oguz F, Tasdemir C, et al. The importance of instrument type in paediatric percutaneous nephrolithotomy [J]. *Urolithiasis*, 2014, 42 (2): 149-153. DOI: 10.1007/s00240-013-0626-z.
- 7 Bilen CY, Koçak B, Kırıcı G, et al. Percutaneous nephro-

- lithotomy in children: lessons learned in 5 years at a single institution [J]. J Urol, 2007, 177 (5): 1867–1871. DOI: 10.1016/j.juro.2007.01.052.
- 8 Liu YD, Wu WQ, Tuerxun A, et al. Super-mini percutaneous nephrolithotomy in the treatment of pediatric nephrolithiasis: evaluation of the initial results [J]. J Endourol, 2017, 31 (S1): S38–S42. DOI: 10.1089/end.2016.0572.
 - 9 Brodie KE, Lane VA, Lee TW, et al. Outcomes following ‘mini’ percutaneous nephrolithotomy for renal calculi in children: a single-centre study [J]. J Pediatr Urol, 2015, 11 (3): 120. e1–120. e1205. DOI: 10.1016/j.jpuro.2014.09.008.
 - 10 Bader MJ, Gratzke C, Seitz M, et al. The “all-seeing needle”: initial results of an optical puncture system confirming access in percutaneous nephrolithotomy [J]. Eur Urol, 2011, 59 (6): 1054–1059. DOI: 10.1016/j.eururo.2011.03.026.
 - 11 Desai MR, Sharma R, Mishra S, et al. Single-step percutaneous nephrolithotomy (MicroPerc): the initial clinical report [J]. J Urol, 2011, 186 (1): 140–145. DOI: 10.1016/j.juro.2011.03.029.
 - 12 Wang L, Pei D, Ouyang YQ, et al. Meta-analysis of risk and protective factors for gastrointestinal bleeding after percutaneous coronary intervention [J]. Int J Nurs Pract, 2019, 25 (1): e12707. DOI: 10.1111/ijn.12707.
 - 13 Lang E, Thomas R, Davis R, et al. Risks, advantages and complications of intercostal vs subcostal approach for percutaneous nephrolithotripsy [J]. Urology, 2009, 74 (4): 751–755. DOI: 10.1016/j.urology.2009.04.087.
 - 14 石博文, 徐科, 黄云腾. 经皮肾镜取石术在儿童肾结石中的应用及进展 [J]. 临床小儿外科杂志, 2017, 16 (6): 617–621. DOI: 10.3969/j.issn.1671-6353.2017.06.021. Shi BW, Xu K, Huang YT. Applications and advances in percutaneous nephrolithotomy for pediatric nephrolithiasis [J]. J Clin Ped Sur, 2017, 16 (6): 617–621. DOI: 10.3969/j.issn.1671-6353.2017.06.021.
 - 15 Yuan DB, Zhang W, Zhan X, et al. Super-mini percutaneous nephrolithotomy reduces the incidence of postoperative adverse events in pediatric patients: a retrospective cohort study [J]. Urol Int, 2019, 103 (1): 81–88. DOI: 10.1159/000495514.
 - 16 Dede O, Sancaktutar AA, Dağgüli M, et al. Ultra-mini-percutaneous nephrolithotomy in pediatric nephrolithiasis: both low pressure and high efficiency [J]. J Pediatr Urol, 2015, 11 (5): 253. e1–253. e2536. DOI: 10.1016/j.jpuro.2015.03.012.
 - 17 Jiang KH, Chen HB, Yu X, et al. The “all-seeing needle” micro-PCNL versus flexible ureterorenoscopy for lower calyceal stones of ≤ 2 cm [J]. Urolithiasis, 2019, 47 (2): 201–206. DOI: 10.1007/s00240-018-1049-7.
 - 18 Fernández Alcalde ÁA, Ruiz Hernández M, Gómez Dos Santos V, et al. Comparison between percutaneous nephrolithotomy and flexible ureteroscopy for the treatment of 2 and 3 cm renal lithiasis [J]. Actas Urológicas Españolas Engl Ed, 2019, 43 (3): 111–117. DOI: 10.1016/j.acuroe.2019.02.005.
 - 19 Sopeña-Sutil R, Medina-Polo J, Justo-Quintas J, et al. Healthcare-associated infections after lower urinary tract endoscopic surgery: analysis of risk factors, associated microorganisms and patterns of antibiotic resistance [J]. Urol Int, 2018, 100 (4): 440–444. DOI: 10.1159/000488251.
 - 20 Moriya K, Nakamura M, Nishimura Y, et al. Prevalence of and risk factors for symptomatic urinary tract infection after endoscopic incision for the treatment of ureterocele in children [J]. BJU Int, 2017, 120 (3): 409–415. DOI: 10.1111/bju.13884.
 - 21 Omar M, Noble M, Sivalingam S, et al. Systemic inflammatory response syndrome after percutaneous nephrolithotomy: a randomized single-blind clinical trial evaluating the impact of irrigation pressure [J]. J Urol, 2016, 196 (1): 109–114. DOI: 10.1016/j.juro.2016.01.104.

(收稿日期: 2020-06-12)

本文引用格式: 方晓亮, 黄云腾, 徐卯升, 等. 可视化超微通道经皮肾镜碎石术治疗儿童无积水肾结石的疗效分析 [J]. 临床小儿外科杂志, 2020, 19 (8): 688–693. DOI: 10.3969/j.issn.1671-6353.2020.08.006.

Citing this article as: Fang XL, Huang YT, Xu MS, et al. Efficacy of visualized ultra-mini percutaneous nephrolithotripsy in the treatment of pediatric nephrolithiasis without hydronephrosis [J]. J Clin Ped Sur, 2020, 19 (8): 688–693. DOI: 10.3969/j.issn.1671-6353.2020.08.006.