

# 先天性肾盂输尿管连接处梗阻所致中度肾积水患儿手术时机的选择及疗效分析\*

曹琪<sup>1</sup> 彭景涛<sup>1</sup> 黄超<sup>1</sup> 刘丹丹<sup>1</sup> 陈敏<sup>1</sup> 韩晓敏<sup>1</sup> 章小平<sup>1</sup>

**[摘要]** **目的:** 回顾性分析在我中心住院并接受手术治疗的 80 例诊断为肾盂输尿管连接处梗阻(UPJO)的患儿,探讨肾盂前后径(APD)在 1.5~2.0 cm 的中度肾积水患儿手术时机的选择及疗效分析。**方法:** 分析 2013 年 7 月—2021 年 7 月我院收治的 80 例单侧 UPJO 且初诊 APD 在 1.5~2.0 cm 的先天性肾积水患儿的临床资料。根据手术时的年龄将儿童分为 2 组:≤1 岁组(34 例),>1 岁组(46 例)。比较肾盂输尿管成形术前后超声测量的实质厚度、APD 和肾动态显像扫描测量的肾功能变化。**结果:** ≤1 岁组手术前后肾实质厚度、APD、分肾功能比较,差异均有统计学意义( $P<0.05$ )。>1 岁组手术前后肾实质厚度、APD、分肾功能比较,差异均有统计学意义( $P<0.05$ )。2 组在术后肾实质厚度、分肾功能方面差异有统计学意义( $P<0.05$ )。进一步多因素回归分析发现肾实质厚度( $HR=1.765, P=0.034$ )和手术时年龄( $HR=0.585, P=0.001$ )是术后分肾功能改善>5%的预测指标。**结论:** 对于初诊 APD 在 1.5~2.0 cm 的先天性肾积水患儿应早期行手术治疗,以避免肾脏形态和肾功能的进一步损伤。手术时患儿年龄和肾实质厚度可预测肾盂输尿管成形术后的效果。

**[关键词]** 先天性肾盂输尿管连接处梗阻;肾盂前后径;手术时机

**DOI:**10.13201/j.issn.1001-1420.2023.03.004

**[中图分类号]** R693 **[文献标志码]** A

## Surgical timing and efficacy of moderate hydronephrosis in children with unilateral ureteropelvic junction obstruction

CAO Qi PENG Jingtao HUANG Chao LIU Dandan CHEN Min

HAN Xiaomin ZHANG Xiaoping

(Department of Urology, Union Hospital, Tongji Medical College, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan, 430022, China)

Corresponding author: HAN Xiaomin; E-mail: hanhanmin@126.com

**Abstract Objective:** This study retrospectively analyzed 80 children diagnosed with ureteropelvic junction obstruction (UPJO) who underwent surgical treatment in our center, and discussed the choice of surgical timing and efficacy in children with moderate hydronephrosis whose anteroposterior pelvic diameter (APD) is between 1.5 cm and 2.0 cm. **Methods:** The 80 congenital hydronephrosis children with unilateral UPJO and APD in the range of 1.5–2.0 cm admitted to our hospital from July 2013 to July 2021 were retrospectively analyzed. Children were divided into two groups according to their age at surgery, ≤1 year old group ( $n=34$ ), and >1 year old group ( $n=46$ ). Parenchymal thickness, APD and differential renal function measured by dynamic renal imaging were compared before and after pyeloplasty. **Results:** There were significant differences in parenchymal thickness, APD and renal function before and after pyeloplasty in ≤1 year old group ( $P<0.05$ ). There were also significant differences in renal parenchymal thickness, APD and renal function before and after pyeloplasty in >1 year old group ( $P<0.05$ ). Patients in ≤1 year old group who underwent pyeloplasty within 1 year of birth, showed significant recovery of parenchymal thickness and renal function compared with those in >1 year old group ( $P<0.05$ ). Further multivariate regression analysis showed that parenchymal thickness ( $HR=1.765, P=0.034$ ) and age at surgery ( $HR=0.585, P=0.001$ ) were the predictors of postoperative renal function improvement. **Conclusion:** Early pyeloplasty should be performed to avoid further damage of renal morphology and renal function for children with congenital hydronephrosis with APD of 1.5–2.0 cm. Age at surgery and parenchymal thickness could predict the outcome of pyeloplasty.

**Key words** ureteropelvic junction obstruction; anteroposterior pelvic diameter; operation timing

\*基金项目:国家自然科学基金项目(No:82002707)

<sup>1</sup>华中科技大学同济医学院附属协和医院泌尿外科(武汉,430022)

通信作者:韩晓敏,E-mail:hanhanmin@126.com

引用本文:曹琪,彭景涛,黄超,等.先天性肾盂输尿管连接处梗阻所致中度肾积水患儿手术时机的选择及疗效分析[J].临床泌尿外科杂志,2023,38(3):174-178. DOI:10.13201/j.issn.1001-1420.2023.03.004.

肾盂输尿管连接处梗阻(ureteropelvic junction obstruction, UPJO)是小儿先天性泌尿系统畸形最常见的原因,占儿童先天性肾积水的10%~30%<sup>[1]</sup>。UPJO患者可表现为多种症状,包括腹痛、腹部肿块和尿路感染。UPJO是一种由于肾盂输尿管连接部狭窄从而导致尿液无法从肾脏排出,肾盂压力增大,肾盂肾盏扩张,肾皮质变薄,肾实质血管受压缺血,肾功能减弱,最后可能造成肾萎缩的疾病。离断式肾盂输尿管成形术(Anderson-Hynes术)被公认为治疗儿童肾积水的首选术式,其可以缓解症状,防止肾功能恶化<sup>[2]</sup>。手术效果通常通过分肾功能(differential renal function, DRF)或肾盂前后径(anteroposterior pelvic diameters, APD)来评估<sup>[3]</sup>。然而UPJO手术治疗的时机目前仍有争议,尤其是对于那些无症状中度积水患儿。在婴儿期诊断出的梗阻在没有任何干预的情况下部分会得到改善,而那些仍然存在的梗阻并不总是会导致肾功能损害。使治疗计划更加复杂的是,目前的肾脏成像方式无法可靠地确定哪些患者有永久性肾损伤的风险,哪些患者会自发改善<sup>[4]</sup>。大多数学者建议早期手术干预以最大限度地恢复肾功能和保护肾实质<sup>[5-6]</sup>。然而,有研究表明一些患者接受延迟干预或长期观察,UPJO会自发缓解<sup>[7]</sup>。

不同手术干预时机的预后结果仍存在争议,尤其是中度积水的患儿。本研究根据手术时患儿的年龄分组比较了各组单侧中度肾积水患儿肾盂输尿管成形术前后肾实质厚度(parenchymal thickness, PT)、APD和DRF的参数,旨在评估不同年龄段进行手术干预的临床意义。

## 1 资料与方法

### 1.1 临床资料

收集2013年7月—2021年7月接受肾盂输尿管成形术且初诊APD在1.5~2 cm的80例患儿的临床资料,其中男60例(75%),女20例(25%);左侧67例(84%),右侧13例(16%);初诊年龄≤1岁者34例,>1岁者46例。手术时患儿的平均年龄为42.92个月(6个月~10岁)。根据手术时年龄将患儿分为2组:≤1岁组(34例)和>1岁组(46例)。比较2组手术前后患侧肾脏的PT、APD和DRF。平均随访时间为36(12~102)个月,取术后1年的随访结果用于比较分析。

### 1.2 手术方法

所有出现临床相关症状或体征的患儿,如持续性侧腹痛、腹部不适、反复尿路感染,或肾功能进行性恶化或肾积水加重的患儿,均需接受手术治疗。全部患儿接受同一团队的开放或腹腔镜下Anderson-Hynes肾盂输尿管成形术。术中留置双J管,6周后取出。排除有双侧UPJO、孤立肾及先天性泌尿生殖系统异常的患儿。

### 1.3 肾功能评估

在术前和术后12个月进行超声和肾动态显像(single photon emission computed tomography, SPECT)。对1岁以上的患儿使用<sup>99m</sup>Tc-DTPA。≤1岁的患儿采用<sup>99m</sup>Tc-EC。由于使用了不同的放射性药物,因此估计的肾小球滤过率(estimated glomerular filtration rate, eGFR)没有用于比较分析。手术前后均采用标准方案测量APD和PT,准确测量冠状面最大APD和最小PT。所有的超声检查都是由具有相同经验和资格的超声医生进行的。肾动态显像由1名核医学医生完成。

### 1.4 统计学方法

采用SPSS 22.0软件和Graph Pad Prism 8对数据进行统计学分析。计量资料以 $\bar{X} \pm S$ 表示,组间比较采用两独立样本 $t$ 检验。计数资料以率(%)表示,组间比较采用 $\chi^2$ 检验。采用逻辑回归法预测DRF的改善情况。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 一般资料

临床症状方面,初诊有腹痛、血尿、泌尿系感染等症状者50例,无症状者30例(其中20例因肾积水加重行手术治疗,10例因出现泌尿系统症状而行手术治疗)。≤1岁组患儿术前平均PT、APD和DRF分别为(0.46±0.15) cm、(1.86±0.13) cm和(42.3±3.45)%。>1岁组患儿术前平均PT、APD和DRF分别为(0.52±0.23) cm、(1.88±0.11) cm、(41.2±2.89)%。2组间各指标差异均无统计学意义( $P > 0.05$ ),表明2组间资料一致性良好。见表1。

表1 2组患儿一般资料及术前指标  $\bar{X} \pm S$

指标	≤1岁组 (34例)	>1岁组 (46例)	$\chi^2/Z$	$P$ 值
性别/例			0.068	0.794
男	25	35		
女	9	11		
患肾部位/例			0.011	0.917
左	29	38		
右	5	8		
初诊症状/例			0.668	0.414
有	23	27		
无	11	19		
手术方式/例			0.108	0.742
开放	10	11		
腹腔镜	24	35		
DRF/%	42.30±3.45	41.20±2.89	1.549	0.125
APD/cm	1.86±0.13	1.88±0.11	0.859	0.393
PT/cm	0.46±0.15	0.52±0.23	1.411	0.162

2.2 2 组患儿各指标间比较

≤1 岁组患儿术后平均 PT、APD 和 DRF 分别为(0.95±0.24) cm、(1.02±0.25) cm、(48.90±5.69)%。>1 岁组患儿术后平均 PT、APD 和 DRF 分别为(0.81±0.26) cm、(1.12±0.23) cm、(46.3±4.51)%。≤1 岁组 PT、APD 和 DRF 手术前后的差异有统计学意义(P<0.05)。>1 岁组 PT、APD 和 DRF 手术前后的差异有统计学意义(P<0.05)。同时发现≤1 岁组术后 PT 变化和 DRF 变化与>1 岁组比较差异有统计学意义(P<0.05)。2 组患儿术后 APD 变化差异无统计学意义(P>0.05)。见表 2。

2.3 尽早干预改善患儿术后肾功能恢复

为了进一步探究手术时间对患儿肾功能改善的影响,定义以增加 5%作为 DRF 好转的标准[8]。通过多因素回归分析,发现手术年龄(HR = 0.585)、PT(HR = 1.765)是术后肾功能改善的独立影响因子(P<0.05),见表 3。

表 2 2 组患儿术后指标比较  $\bar{X} \pm S$

指标	$\bar{X} \pm S$		Z	P 值
	≤1 岁组 (34 例)	>1 岁组 (46 例)		
手术时年龄/月	7.92±1.98	68.80±14.81		
APD/cm			1.959	0.053
术前	1.86±0.13	1.88±0.11		
术后	1.02±0.25 <sup>1)</sup>	1.12±0.23 <sup>1)</sup>		
APD 差异	0.84±0.15	0.76±0.20		
PT/cm			5.332	<0.001
术前	0.46±0.15	0.52±0.23		
术后	0.95±0.24 <sup>1)</sup>	0.81±0.26 <sup>1)</sup>		
PT 差异	0.49±0.16	0.29±0.17		
DRF/%			3.480	<0.001
术前	42.3±3.45	41.2±2.89		
术后	48.9±5.69 <sup>1)</sup>	46.3±4.51 <sup>1)</sup>		
DRF 差异	6.6±1.32	5.1±2.24		

与术前比较,<sup>1)</sup>P<0.05。

表 3 多因素回归分析术前指标与术后肾功能改善的关系

因素	HR	95%CI	P 值
手术年龄			
≤1 岁	1		
>1 岁	0.585	0.419~0.802	0.001
性别			
男	1		
女	0.947	0.687~1.280	0.735
APD			
1.50~1.75 cm	1		
1.75~2.00 cm	1.243	0.897~1.586	0.658
PT			
≤0.5 cm	1		
>0.5 cm	1.765	1.541~1.924	0.034

3 讨论

对 UPJO 的有效治疗方法是肾盂输尿管成形术。肾盂输尿管成形术可解除梗阻,防止肾功能恶化[9]。手术的成功率大于 95%[10]。在本研究中,只有 5 例患儿在腹腔镜肾盂成形术后被证实为再次狭窄。本研究中腹腔镜下肾盂输尿管成形术的成功率为 98.6%。大量研究表明,许多因素对术后肾功能恢复有影响,包括手术年龄和基线 DRF[11-12]。选择正确的肾盂输尿管成形术手术时机对改善肾功能是非常重要的。

目前大多数学者认为:出现肾积水的相关症状(如疼痛、反复泌尿系感染、血尿)、APD>2 cm 伴肾盏扩张、APD>3 cm、肾积水进行性增大(增大值>1.0 cm)、随访过程中肾功能下降值>10%,满足以上任一条件时建议手术治疗[13-15]。但 APD 处于 1.5~2.0 cm 的“灰度区”的患儿是否应尽早行手术治疗,目前仍存在争议。一项前瞻性研究发现,APD>15 mm 者有至少 80%需要外科干预[16]。研究发现 APD 在 10~15 mm、APD>15 mm 者分别有 23%和 64%需要干预治疗[17]。刘帅等[18]认为 APD 在 1.5~2.0 cm 的先天性肾积水患儿早期手术干预在 PT 及 DRF 恢复上优于等待观察。这些研究提示中度肾积水的患儿似乎有很大可能后续需接受手术治疗。本研究结果也显示在所有 80 例需要手术干预的患儿中,有 30 例(37.5%)均为初诊无症状的中度肾积水患儿。早期干预是否使患儿获益仍有待于进一步研究,但越来越多的证据不支持长时间的保守观察。有研究认为有四分之一的肾积水患者可从手术治疗中获益,并且在开始治疗前的等待观察是不必要的[19]。Kim 等[20]观察了手术治疗对单侧 UPJO 新生儿实质厚度的影响。他们发现出生第 1 年内的手术干预对肾实质生长有显著影响。Babu 等[12]的研究也表明,接受手术治疗的患者的肾功能得以维持,但接受延迟肾盂输尿管成形术的患者只能恢复一小部分失去的功能。本研究也显示≤1 岁的中度肾积水患儿在术后 PT 变化和 DRF 改善方面相比>1 岁患儿获益更大。

关于 UPJO 手术的患者年龄仍然是一个有争议的变量,并且确定适当的手术干预时间对医生来说是困难的。一些研究试图根据手术时间来预测肾盂输尿管成形术后的效果,但这些研究的结果往往相互矛盾。Chandrasekharam 等[21]研究显示,与年龄较大的儿童相比,1 岁以下的婴儿在肾盂输尿管成形术后肾功能改善更为显著。在他们的研究中,早期手术组的患儿肾功能可恢复到接近正常范围(>40%)。由此他们建议在 1 岁之前通过手术矫正 UPJO,因为在前 6 个月内是肾功能发育成熟的主要时期[22]。Deng 等[23]也支持早期手术治疗,并指出受影响肾脏的肾功能恢复潜力会随着年

龄增长而改变。Chertin 等<sup>[24]</sup>进行的一项大样本回顾性研究表明,52.2%的患儿在采用保守治疗方案过程时需要手术矫正。超过50%的患儿在2岁前接受了手术。他们认为早期手术干预可以改善肾脏功能。相比之下,Hester 等<sup>[25]</sup>建议对伴有DRF减少但不伴梗阻性因素的单侧肾积水进行初步观察治疗,他们随访发现这些患儿的DRF并没有进一步下降。McAleer 等<sup>[26]</sup>研究表明,肾盂输尿管成形术后肾功能结果不依赖于患者的手术年龄。他们认为在考虑肾盂输尿管成形术之前等待肾功能下降是没有必要的,因为即使梗阻得到纠正并且引流得到改善,功能也没有改善。而我们的结果显示肾盂输尿管成形术后,不同年龄组的肾功能都得到明显改善,同时手术时的年龄是患儿术后肾功能恢复的一个独立预后因素,表明早期手术干预肾积水会使患儿肾功能明显获益。

本研究同样显示PT值也是患儿术后肾功能恢复的一个独立预后因素,而APD并不是一个很好的预测指标。患儿术前有更大的PT值可能会从手术干预中获益更多。尽管有研究显示APD是肾盂输尿管成形术后早期成功的独立预测因素<sup>[27]</sup>。但越来越多学者认为APD不能作为确定肾积水程度的唯一指标。除了有显著的操作者依赖性外,肾盂构型的不同也会导致其测量值非常可变且具有误导性。与APD相比,皮质的厚度是一个客观参数,因为其不受饮水、膀胱充盈、体位和呼吸的影响<sup>[28]</sup>。Moghazi 等<sup>[29]</sup>证实,PT与肾小管萎缩明显相关。UPJO常伴有严重的肾皮质损伤,包括肾上皮细胞凋亡、肾小管萎缩以及肾小球炎症和纤维化,这些可能导致肾功能永久性减少和肾实质损害。Harraz 等<sup>[30]</sup>也认为皮质厚度可预测肾盂输尿管成形术后的肾功能改善情况。

除了上述因素,近年来越来越多的学者聚焦于尿液生物标志物在肾积水术后肾功能恢复的预后价值,如中性粒细胞明胶酶相关脂钙蛋白(NGAL)、单核细胞趋化肽-1(MCP1)是术后预后的几个潜在预测指标<sup>[31-32]</sup>。这2种生物标志物在患者中均明显升高,并在术后3~12个月下降到正常水平。另一项研究显示尿液中CA19-9水平升高与UPJO患者非手术治疗失败相关,表明CA19-9是患儿肾功能恢复潜在的标志物<sup>[33]</sup>。还有一些生物标志物,包括IP-10、KIM-1、 $\beta_2$ 微球蛋白、MMP和TGF- $\beta_1$ 也在不同研究中显示出明显的预后价值<sup>[34]</sup>。我们未研究尿液标记物相关的数据,未来希望它们可以成为肾盂输尿管成形术预后有效的预测因子。

当然本研究尚有诸多不足。首先本研究为回顾性研究,分析资料较为有限,且可能存在选择偏倚。同时本研究所纳入病例均来自一家单中心研

究单位,样本的代表性有限。手术时患儿年龄的确切影响未来还应通过对大量病例进行前瞻性、随机、长期随访研究来进一步验证。

综上所述,在UPJO伴中度肾积水患儿中,手术干预可加速受影响肾脏的解剖和功能指标的改善,早期手术可能更有益于改善受累肾功能和肾实质生长。手术时患儿年龄和PT可预测肾盂输尿管成形术后的效果。

**利益冲突** 所有作者均声明不存在利益冲突

#### 参考文献

- [1] Nguyen HT, Herndon CD, Cooper C, et al. The Society for Fetal Urology consensus statement on the evaluation and management of antenatal hydronephrosis [J]. *J Pediatr Urol*, 2010, 6(3): 212-231.
- [2] Nordenström J, Koutouzi G, Holmdahl G, et al. Changes in differential renal function after pyeloplasty in infants and children [J]. *J Pediatr Urol*, 2020, 16(3): e1-329.
- [3] Braga LH, McGrath M, Farrokhyar F, et al. Society for fetal urology classification vs urinary tract dilation grading system for prognostication in prenatal hydronephrosis: a time to resolution analysis [J]. *J Urol*, 2018, 199(6): 1615-1621.
- [4] Chiodini B, Ghassemi M, Khelif K, et al. Clinical outcome of children with antenatally diagnosed hydronephrosis [J]. *Front Pediatr*, 2019, 7: 103.
- [5] Arena S, Chimenz R, Antonelli E, et al. A long-term follow-up in conservative management of unilateral ureteropelvic junction obstruction with poor drainage and good renal function [J]. *Eur J Pediatr*, 2018, 177(12): 1761-1765.
- [6] Bao Q, Ma W, Zhang X, et al. Outcome analysis of immediate and delayed laparoscopic pyeloplasty in infants with severe ureteropelvic junction obstruction [J]. *Front Pediatr*, 2022, 10: 1022836.
- [7] Karnak I, Woo LL, Shah SN, et al. Results of a practical protocol for management of prenatally detected hydronephrosis due to ureteropelvic junction obstruction [J]. *Pediatr Surg Int*, 2009, 25(1): 61-67.
- [8] Li Y, He Y, Zhang W, et al. Factors predicting improvement of differential renal function after pyeloplasty in children of ureteropelvic junction obstruction [J]. *J Pediatr Urol*, 2022, 18(4): e1-504.
- [9] Chipde SS, Lal H, Gambhir S, et al. Factors predicting improvement of renal function after pyeloplasty in pediatric patients: a prospective study [J]. *J Urol*, 2012, 188(1): 262-265.
- [10] O'Reilly PH, Brooman PJ, Mak S, et al. The long-term results of Anderson-Hynes pyeloplasty [J]. *BJU Int*, 2001, 87(4): 287-289.
- [11] Shokeir AA, El-Sherbiny MT, Gad HM, et al. Postnatal unilateral pelviureteral junction obstruction: impact of pyeloplasty and conservative management on renal

- function[J]. *Urology*, 2005, 65(5):980-985.
- [12] Babu R, Rathish VR, Sai V. Functional outcomes of early versus delayed pyeloplasty in prenatally diagnosed pelvi-ureteric junction obstruction[J]. *J Pediatr Urol*, 2015, 11(2):63. e1-5.
- [13] Onen A. An alternative grading system to refine the criteria for severity of hydronephrosis and optimal treatment guidelines in neonates with primary UPJ-type hydronephrosis[J]. *J Pediatr Urol*, 2007, 3(3):200-205.
- [14] Onen A. Grading of hydronephrosis: an ongoing challenge[J]. *Front Pediatr*, 2020, 8:458.
- [15] 吴勇, 关勇, 王欣, 等. 腹腔镜手术治疗儿童急性症状型肾积水临床价值探讨[J]. *临床泌尿外科杂志*, 2021, 36(10):761-765, 768.
- [16] Coplen DE, Austin PF, Yan Y, et al. The magnitude of fetal renal pelvic dilatation can identify obstructive postnatal hydronephrosis, and direct postnatal evaluation and management [J]. *J Urol*, 2006, 176(2):724-727.
- [17] Wollenberg A, Neuhaus TJ, Willi UV, et al. Outcome of fetal renal pelvic dilatation diagnosed during the third trimester[J]. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 2005, 25(5):483-488.
- [18] 刘帅, 韩亚齐, 摆俊博, 等. 以肾盂前后径为参考探讨 UPJO 所致肾积水手术时机的选择[J]. *临床泌尿外科杂志*, 2022, 37(11):837-840.
- [19] McAleer IM, Kaplan GW. Renal function before and after pyeloplasty: does it improve? [J]. *J Urol*, 1999, 162(3 Pt 2):1041-1044.
- [20] Kim SO, Yu HS, Hwang IS, et al. Early pyeloplasty for recovery of parenchymal thickness in children with unilateral ureteropelvic junction obstruction[J]. *Urol Int*, 2014, 92(4):473-476.
- [21] Chandrasekharam V, Babu R, Arlikar J, et al. Functional outcomes of pediatric laparoscopic pyeloplasty: post-operative functional recovery is superior in infants compared to older children[J]. *Pediatr Surg Int*, 2021, 37(8):1135-1139.
- [22] Jiang D, Tang B, Xu M, et al. Functional and morphological outcomes of pyeloplasty at different ages in prenatally diagnosed society of fetal urology grades 3-4 ureteropelvic junction obstruction: is it safe to wait? [J]. *Urology*, 2017, 101:45-49.
- [23] Deng QF, Chu H, Peng B, et al. Outcome analysis of early surgery and conservative treatment in neonates and infants with severe hydronephrosis[J]. *J Int Med Res*, 2021, 49(11):3000605211057866.
- [24] Chertin B, Pollack A, Koulikov D, et al. Conservative treatment of ureteropelvic junction obstruction in children with antenatal diagnosis of hydronephrosis: lessons learned after 16 years of follow-up[J]. *Eur Urol*, 2006, 49(4):734-738.
- [25] Hester AG, Krill A, Shalaby-Rana E, et al. Initial observational management of hydronephrosis in infants with reduced differential renal function and non-obstructive drainage parameters [J]. *J Pediatr Urol*, 2022, 18(5):e1-661.
- [26] McAleer IM, Kaplan GW. Renal function before and after pyeloplasty: does it improve? [J]. *J Urol*, 1999, 162(3 Pt 2):1041-1044.
- [27] Helmy TE, Harraz A, Sharaf DE, et al. Can renal ultrasonography predict early success after pyeloplasty in children? A prospective study[J]. *Urol Int*, 2014, 93(4):406-410.
- [28] Onen A. Grading of hydronephrosis: an ongoing challenge[J]. *Front Pediatr*, 2020, 8:458.
- [29] Moghazi S, Jones E, Schroeppe J, et al. Correlation of renal histopathology with sonographic findings [J]. *Kidney Int*, 2005, 67(4):1515-1520.
- [30] Harraz AM, Helmy T, Taha DE, et al. Changes in differential renal function after pyeloplasty in children [J]. *J Urol*, 2013, 190(4 Suppl):1468-1473.
- [31] Paraboschi I, Mantica G, Dalton NR, et al. Urinary biomarkers in pelvi-ureteric junction obstruction: a systematic review[J]. *Transl Androl Urol*, 2020, 9(2):722-742.
- [32] Jackson L, Woodward M, Coward RJ. The molecular biology of pelvi-ureteric junction obstruction[J]. *Pediatr Nephrol*, 2018, 33(4):553-571.
- [33] Nabavizadeh B, Khorramirouz R, Amini E, et al. Value of urinary carbohydrate antigen 19-9 to predict failure of conservative management in children with ureteropelvic junction obstruction[J]. *J Pediatr Surg*, 2019, 54(8):1650-1653.
- [34] Papachristou F, Pavlaki A, Printza N. Urinary and serum biomarkers in ureteropelvic junction obstruction: a systematic review [J]. *Biomarkers*, 2014, 19(7):531-540.

(收稿日期:2022-10-25)